

# Augmented Reality

# AR



YAYASAN PRIMA AGUS TEKNIK

Dr. Joseph Teguh Santoso, S.Kom, M.Kom

# AR<sup>+</sup> Augmented Reality

Dr. Joseph Teguh Santoso, S.Kom, M.Kom

## BIODATA PENULIS



Dr. Joseph Teguh Santoso, S.Kom, M.Kom adalah Rektor dari Universitas Sains & Teknologi Komputer (Universitas STEKOM) Semarang yang memiliki banyak pengalaman praktis dalam bidang *e-commerce* sejak Tahun 2002. Beliau mempunyai 3 (tiga) toko *Official Online Store* di China untuk merek Sepeda Raleigh, dengan omzet tahunan pada Tahun 2019 mencapai lebih dari Rp. 35 Milyar rupiah dan terus meningkat. Dr. Joseph T.S memiliki lisensi tunggal sepeda merek “Raleigh” untuk penjualan *Online* di seluruh China. Di samping itu beliau juga memiliki pabrik sepeda dan sepeda listrik merek “Fengjiu”, yaitu Pabrik Sepeda Listrik yang masih tergolong kecil di China. Pengalaman beliau malang melintang di dunia *online store* di China seperti Alibaba, Tmall, Taobao, JD, Aliexpress sangat membantu mahasiswa untuk memiliki pengalaman teknis dan praktis untuk membuka toko *online* bersama beliau.



YAYASAN PRIMA AGUS TEKNIK

**PENERBIT :**  
YAYASAN PRIMA AGUS TEKNIK  
Jl. Majapahit No. 605 Semarang  
Telp. (024) 6723456. Fax. 024-6710144  
Email : [penerbit\\_ypat@stekom.ac.id](mailto:penerbit_ypat@stekom.ac.id)

ISBN 978-623-6141-67-0



# Augmented Reality (AR)

**Dr. Joseph Teguh Santoso, S.Kom, M.Kom**



YAYASAN PRIMA AGUS TEKNIK

**PENERBIT :**

**YAYASAN PRIMA AGUS TEKNIK**

**Jl. Majapahit No. 605 Semarang**

**Telp. (024) 6723456. Fax. 024-6710144**

**Email : [penerbit\\_ypat@stekom.ac.id](mailto:penerbit_ypat@stekom.ac.id)**

## **Augmented Reality (AR)**

### **Penulis :**

Dr. Joseph Teguh Santoso, S.Kom., M.Kom

**ISBN : 9 786236 141670**

### **Editor :**

Muhammad Sholikan, M.Kom

### **Penyunting :**

Dr. Mars Caroline Wibowo. S.T., M.Mm.Tech

### **Desain Sampul dan Tata Letak :**

Irdha Yunianto

### **Penebit :**

Yayasan Prima Agus Teknik Bekerja sama dengan  
Universitas Sains & Teknologi Komputer (Universitas STEKOM)

### **Redaksi :**

Jl. Majapahit no 605 Semarang

Telp. (024) 6723456

Fax. 024-6710144

Email : [penerbit\\_ypat@stekom.ac.id](mailto:penerbit_ypat@stekom.ac.id)

### **Distributor Tunggal :**

#### **Universitas STEKOM**

Jl. Majapahit no 605 Semarang

Telp. (024) 6723456

Fax. 024-6710144

Email : [info@stekom.ac.id](mailto:info@stekom.ac.id)

Hak cipta dilindungi undang-undang

Dilarang memperbanyak karya tulis ini dalam bentuk dan dengan cara apapun tanpa ijin tertulis dari penerbit

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan yang Maha Kuasa bahwa pada akhirnya buku yang bermanfaat dan berjudul “**Augmented Reality**” dapat terwujud, sehingga sangat membantu para pembaca dan para mahasiswa untuk mengenal teknologi masa depan yang akan segera masuk dalam dunia usaha dan Industri. AR (*augmented reality*), merupakan teknologi yang menggabungkan benda maya dua dimensi dan atau tiga dimensi ke dalam lingkungan nyata, lalu memproyeksikan benda-benda maya tersebut secara realitas ke dalam waktu yang nyata. Realitas tersebut diaplikasikan pada semua indera kita, termasuk pendengaran, sentuhan, dan penciuman. Selain itu juga digunakan dalam bidang-bidang seperti kesehatan, militer, industri manufaktur dan dunia pendidikan. Teknologi AR dapat menyisipkan suatu informasi tertentu ke dalam dunia maya dan menampilkannya ke dalam dunia nyata dengan bantuan perlengkapan seperti webcam, komputer, HP Android, maupun kacamata khusus.

Apakah bedanya Augmented Reality (AR) dengan Virtual Reality (VR) ? Bedanya adalah pada cara menampilkan lingkungan yang nyata. AR menampilkan lingkungan sekitar yang sebenarnya 'nyata' dengan menambahkan lapisan objek virtual ke lingkungan nyata. Sedangkan pada VR, lingkungannya dibuat sepenuhnya virtual. Contoh AR dapat dilihat pada game augmented reality. Metode yang dikembangkan pada Augmented Reality saat ini terbagi menjadi dua metode, yaitu Marker Based Tracking dan Markless Augmented Reality.

Pada Penanda AR (Marker Augmented Reality) dengan metode Marker Based Tracking, biasanya berupa penanda (Marker) ilustrasi hitam dan putih persegi dengan batas hitam tebal dan latar belakang putih. Penanda itu dapat dikenali posisinya oleh Komputer sebagai orientasi marker dalam menciptakan dunia virtual 3D yaitu titik (0,0,0) dan tiga sumbu yaitu X, Y, dan Z. Sedangkan Metode Markerless Augmented Reality adalah metode dimana pengguna tidak perlu lagi memakai sebuah marker untuk menampilkan elemen-elemen digital, karena toolnya telah disediakan oleh Qualcomm untuk dapat pengembangan Augmented Reality berbasis mobile device, sehingga dapat mempermudah pengembang untuk membuat aplikasi yang markerless (Qualcomm, 2012).

Metode “Markerless Augmented Reality”, saat ini dapat dikategorikan menjadi empat jenis, yaitu (a) Face Tracking Algoritma yang membuat komputer dapat mengenali wajah manusia secara umum seperti mengenali posisi mata, hidung, dan mulut manusia, kemudian akan mengabaikan objek-objek lain di sekitarnya seperti pohon, rumah, dan lain – lain. (b) 3D Object Tracking yang caranya berbeda dengan Face Tracking yang hanya mengenali wajah manusia secara umum, teknik 3D Object Tracking dapat mengenali semua bentuk benda yang ada disekitarnya, seperti kamera, mobil, pohon, meja, televisi, dan lain-lain. Cara lainnya yaitu (c) Motion Tracking, artinya komputer dapat menangkap semua aktifitas gerakan. Motion Tracking telah digunakan untuk memproduksi film-film yang disimulasikan dengan gerakan. Cara berikutnya adalah (d) GPS Based Tracking, yang memakai Teknik GPS Based Tracking. Saat ini cara ini mulai populer dan banyak dikembangkan pada aplikasi smartphone (iPhone dan Android), dengan memanfaatkan fitur GPS dan kompas yang ada didalam smartphone. Aplikasi ini akan mengambil data dari GPS dan kompas, kemudian menampilkannya dalam bentuk arah yang kita inginkan secara realtime, bahkan ada beberapa aplikasi yang dapat menampilkannya dalam bentuk 3D.

Para pembaca buku ini diajak untuk melihat perkembangan teknologi modern yang akan mengisi jaman ini dan dua puluh tahun mendatang. Buku ini juga mengupas Augmented Reality yang terintegrasi dengan sensor tubuh untuk memantau suhu, kadar oksigen, kadar glukosa, detak jantung, EEG, dan parameter penting lainnya. Juga eksperimen laboratorium ke militer dan kemudian aplikasi industri. pengguna militer, industri, dan ilmiah. Buku ini juga membahas kegunaan AR pada dunia seni, laboratorium pendidikan dan pelatihan untuk berinovasi secara lebih luas menembus batas. Akhirnya penulis mengucapkan banyak terimakasih pada semua pihak yang membantu penulis.

Semarang, 21 Juni 2021

Dr. Joseph Teguh Santoso, S.Kom, M.Kom

## DAFTAR ISI

<b>BAB 1</b>	<b>PENGENALAN AUGMENTED REALITY</b>	<b>1</b>
1.1	<b>Pendahuluan</b>	<b>1</b>
1.2	<b>Janji Augmented Reality</b>	<b>4</b>
1.2.1	Augmented Reality seperti memiliki penglihatan sinar-X	
1.2.2	Teknologi bekerja ketika tidak terlihat	
1.3	<b>Bahaya Augmented Reality</b>	<b>5</b>
1.4	<b>Melihat Augmented Reality</b>	<b>6</b>
1.4.1	Visual tembus pandang	
1.4.2	Obstructed View	
1.4.3	Projected Augmented Reality	
1.5	<b>Realitas Imersif</b>	<b>8</b>
1.6	<b>Tempat Augmented Reality di Metaverse</b>	<b>8</b>
1.6.1	Metaverse	
1.6.2	Menerjemahkan Dunia	
1.6.3	Konsumen versus Industri, Militer, dan Ilmiah	
1.6.4	Metafora dan Prediktor Film	
1.6.5	Kode Etik tentang Augmentasi Manusia	
1.6.6	Hukum Mixed Reality	
1.6.7	Augmented Reality Dapat Membantu dan Memonitor	
1.6.8	Augmented Reality dalam Game	
1.6.9	Augmented Reality Pendengaran	
1.7	<b>Definisi Augmented Reality</b>	<b>18</b>
1.7.1	Apa itu Augmented Reality?	
1.7.2	Internet of Things	
1.7.3	Jenis Augmented Reality	
1.7.4	Perbedaan Antara Augmented Reality dengan Virtual Reality	
1.7.5	Augmented Reality (AR) lebih disukai daripada Virtual Reality (VR)	
1.8	<b>Kesimpulan</b>	<b>25</b>
1.9	<b>Referensi</b>	<b>25</b>
<b>BAB 2</b>	<b>JENIS AUGMENTED REALITY</b>	<b>27</b>
2.1	<b>Pendahuluan</b>	<b>27</b>
2.2	<b>Jenis Augmented Reality</b>	<b>27</b>
2.2.1	Taksonomi Augmented Reality	
2.2.2	Contact Lens	
2.2.3	Helmet	
2.2.4	Head-Up Display	
2.2.5	Smart Glasses	
2.2.6	Smart Glasses Terintegrasi	
2.2.7	Add-On Smart Glasses	
2.3	<b>Proyeksi Augmented Reality</b>	<b>37</b>
2.3.1	Augmented Reality Spasial	
2.3.2	CAVE	
2.4	<b>Spesialisasi dan Lainnya</b>	<b>41</b>
2.4.1	Pemberian Watermark Augmented Reality	
2.5	<b>Referensi</b>	<b>43</b>
<b>BAB 3</b>	<b>SEMUA JADI AHLI SEKARANG</b>	<b>44</b>
3.1	<b>Pendahuluan</b>	<b>44</b>

3.2	<b>Augmented Reality Membuat Kita Menjadi Ahli</b>	<b>44</b>
3.3	<b>Referensi</b>	<b>48</b>
<b>BAB 4</b>	<b>SISTEM ORGANISASI AUGMENTED REALITY</b>	<b>49</b>
4.1	<b>Pendahuluan</b>	<b>49</b>
4.2	<b>Tinjauan Sistem Organisasi Augmented Reality</b>	<b>49</b>
4.2.1	Apa yang dilihat dan Apa yang tidak dilihat	
4.2.2	Konflik Konvergensi	
4.2.3	Permasalahan Teknologi	
<b>BAB 5</b>	<b>TINJAUAN HISTORIKAL</b>	<b>55</b>
5.1	<b>Pendahuluan</b>	<b>55</b>
5.2	<b>Tinjauan Historis: Ghosts to Real AR to DARPA</b>	<b>55</b>
5.2.1	Melihat Tren	
5.2.2	Konten Real-Time dalam Kontek	
5.3	<b>Referensi</b>	<b>80</b>
<b>BAB 6</b>	<b>APLIKASI UTAMA</b>	<b>82</b>
6.1	<b>Pendahuluan</b>	<b>82</b>
6.2	<b>Aplikasi Utama</b>	<b>82</b>
6.3	<b>Contoh Aplikasi Ilmiah, Industri dan Pemerintahan</b>	<b>83</b>
6.4	<b>Contoh Aplikasi Komersial dan Perusahaan</b>	<b>117</b>
6.5	<b>Contoh Aplikasi Konsumen</b>	<b>123</b>
6.6	<b>Contoh Aplikasi Lain-Lain</b>	<b>148</b>
6.7	<b>Referensi</b>	<b>155</b>
<b>BAB 7</b>	<b>TOOL SOFTWARE DAN TEKNOLOGI</b>	<b>158</b>
7.1	<b>Pendahuluan</b>	<b>158</b>
7.2	<b>Group Khronos</b>	<b>161</b>
7.2.1	OpenCV	
7.2.2	ARToolkit	
7.2.3	Vuforia	
7.2.4	Augment	
7.2.5	Infinity AR	
7.2.6	Intel RealSense	
7.2.7	Kudan	
7.2.8	GoogleTango	
7.2.9	Hololens	
7.3	<b>Scope AR</b>	<b>170</b>
7.4	<b>ViewAR</b>	<b>170</b>
7.5	<b>Sebuah Sistem Operasi Augmented Reality</b>	<b>171</b>
7.6	<b>Model Interface Augmented Reality</b>	<b>172</b>
7.7	<b>Siapa yang akan Mendefinisikan Augmented Reality?</b>	<b>172</b>
7.8	<b>Kesimpulan : Players &amp; Platform</b>	<b>173</b>
7.9	<b>Referensi</b>	<b>173</b>
<b>BAB 8</b>	<b>MASALAH TEKNOLOGI</b>	<b>174</b>
8.1	<b>Pendahuluan</b>	<b>174</b>
8.2	<b>Mata Kita Luar Biasa</b>	<b>175</b>
8.2.1	Rods, Cones, dan Fovea	
8.2.2	Resolusi	
8.2.3	Apa yang Kita Lihat	

8.2.4	Titik buta	
8.2.5	Gerakan Mata	
<b>8.3</b>	<b>TV Interlaced dan Persepsi Gerak</b>	<b>177</b>
<b>8.4</b>	<b>Masalah Laten pada Tampilan Augmented Reality</b>	<b>179</b>
<b>8.5</b>	<b>Sistem Warna dan Latensi Bidang-Sequential</b>	<b>179</b>
<b>8.6</b>	<b>Masalah Tampilan</b>	<b>181</b>
8.6.1	Eye-Box	
8.6.2	Kotak Gerak Kepala (Head Motion Box)	
<b>8.7</b>	<b>Bidang pandang (Field of View)</b>	<b>185</b>
8.7.1	Pixel Pitch	
8.7.2	Tampilan	
8.7.3	Proximity	
8.7.4	Close	
8.7.5	Virtual Reality	
8.7.6	Augmented Reality	
8.7.7	Campuran	
8.7.8	Cahaya Sekitar	
8.7.9	Kedalaman Warna	
8.7.10	Tingkat Kesegaran	
8.7.11	Ringkasan	
<b>8.8</b>	<b>Tampilan Augmented Reality</b>	<b>193</b>
8.8.1	Transparansi	
8.8.2	Teknologi	
8.8.3	Tampilan Emisi dan Modulasi Langsung	
8.8.4	Perjalanan Optik	
8.8.5	Tampilan Langsung-Emisif Transparan	
<b>8.9</b>	<b>Sensor</b>	<b>240</b>
8.9.1	Kamera	
8.9.2	Lokasi, Pelacakan dan Sensor Navigasi	
8.9.3	Unit pengukuran inersia	
8.9.4	Umpan Balik Haptik	
8.9.5	Sensor Prediksi Gempa	
<b>8.10</b>	<b>Augmented Reality – Penanda vs. Tanpa Penanda</b>	<b>248</b>
8.10.1	Penanda dan Fidusia	
8.10.2	Pelacakan Fitur Alami Menggunakan Marker	
8.10.3	SLAM-Lokasi tanpa Marker	
<b>8.11</b>	<b>User Interface pada Sistem Augmented Reality</b>	<b>256</b>
8.11.1	Kontrol Suara	
8.11.2	Kontrol Gerakan	
8.11.3	Eye-Tracking	
8.11.4	Gelombang Otak	
<b>8.12</b>	<b>Kesimpulan</b>	<b>271</b>
<b>8.13</b>	<b>Referensi</b>	
<b>BAB 9</b>	<b>SUPPLIER</b>	<b>277</b>
<b>9.1</b>	<b>Pendahuluan</b>	<b>277</b>
<b>9.2</b>	<b>Supplier dan Perangkat Augmented Reality</b>	<b>277</b>
9.2.1	Supplier	
9.2.2	Helm	
9.2.3	Smart Glasses/Kacamata Cerdas—Komersial/Industrial Terintegrasi	
9.2.4	Smart Glasses/Kacamata Cerdas—Konsumen Terintegrasi	



- 9.2.5 Smart Glasses/Kacamata Cerdas—Add-on
- 9.2.6 HUD
- 9.2.7 Proyeksi
- 9.2.8 Lensa Kontak

<b>BAB 10 KEMUNGKINAN MASA DEPAN</b>	<b>282</b>
10.1 Pendahuluan	282
10.2 Privasi—Apakah Ada Hal Seperti Itu Saat Ini?	282
10.3 Masalah Sosial	283
10.4 Teknologi Skala Nano	284
10.5 Apa yang Mungkin Terjadi di Masa Depan	285
10.6 Referensi	286

## BAB 1 PENGENALAN AUGMENTED REALITY

### 1.1 Pendahuluan

Pada tahun 1956, Philip K Dick (1928–1982) menulis *The Minority Report* [1] dan menciptakan realitas augmented reality. Sejak itu Augmented Reality telah menjadi—kenyataan.

***Dari Pepper's Ghost hingga lensa kontak: Augmented Reality—adalah tempat kita semua akan hidup.***

Contoh pertama dari Augmented Reality oleh seseorang yang seproduktif dan secerdas Dick adalah konsep *Pepper's Ghost* yang digunakan dalam teleprompter yang dikembangkan pada tahun 1950 oleh Hubert Schiafly [2] (1919–2011). Penelitian terkait Augmented Reality telah menghabiskan satu setengah abad terakhir untuk mempelajari bagaimana berkomunikasi dengan komputer, dengan setiap generasi menjadi lebih alami. Dimulai dengan bank switch, yang berkembang menjadi kartu punch dan tape, dan keyboard seperti mesin tik, hingga antarmuka pengguna grafis dan mouse, panel sentuh, suara, dan pengenalan gerakan.

Sistem Augmented Reality membawa kita ke fase berikutnya dalam antarmuka komputer, tidak seperti antarmuka yang mungkin kita kenal dari masa lalu. Sebelum adanya augmented reality, komunikasi kami dengan komputer dilakukan melalui antarmuka 2D, sehingga terasa datar. Meskipun luar biasa efektif di hampir semua situasi, mereka tetap terbatas. Bayangkan saja, Anda melihat teko teh mengambang di ruang udara di depan Anda, lalu Anda memiliki keinginan untuk memutarnya, untuk melihat bagaimana cahaya memantul darinya di berbagai sudut, atau untuk melihat nama produsen atau artis di bagian bawah. Hal ini dapat dilakukan dengan tampilan datar, tetapi akan lebih alami lagi jika Anda dapat menjangkau gambar, memutarnya secara langsung, dengan jari Anda, dan kemudian memberikannya kepada teman atau membuangnya?

Tampilan Augmented Reality yang dapat dipakai yang melapisi data dan gambar virtual ke dunia nyata dikombinasikan dengan sistem operasi baru yang memungkinkan jenis komputasi spasial baru yang pada nantinya akan menuntut antarmuka pengguna baru. Namun, sistem Augmented Reality sangat rumit dan kompleks, dikombinasikan dengan tantangan menjadi ringan, portabel, dan tidak mencolok, dan tentu saja terjangkau (Gambar 1.1).



Gambar 1.1. *Smart glasses* Augmented Reality (Disarankan oleh Steve Mann)

Dengan sistem augmented reality, kita menjadi bagian dari lingkungan komputer, bukan hanya pengamat eksternal yang terpisah dengan interaksi terbatas. Beberapa komentator mengatakan kita akan menjadi antarmuka. Ini merupakan revolusi dalam antarmuka komputer dan interaksi. Dan karena ini adalah revolusi, semua nuansa dan peluang belum dipahami, juga tidak akan lama karena pengembang dan pengguna bereksperimen dengan cara baru berkomunikasi dengan komputer ini. Dengan augmented reality, tubuh kita menjadi komponen penting dalam prosesnya. Di mana mata kita melihat, di mana tangan kita, apa yang kita katakan, dan kemungkinan apa yang dikatakan EEG kita?

Augmented Reality memadukan yang benar-benar nyata dengan simulasi atau sintesis dan memproyeksikan gambar dan informasi dalam garis pandang pemakainya. Hampir semua orang telah melihat gambar Pangeran Leia di Star Wars sebagai hologram yang diproyeksikan dari R2D2 ke beberapa bidang cahaya imajiner. Sehebat citra tahun 1977 itu, kini kita bisa mewujudkannya dengan augmented reality. Tapi alih-alih bidang cahaya fiksi ilmiah, gambar seperti Ghost dapat dilihat dengan augmented reality.

Gagasan untuk memiliki rim informasi secara bersamaan dan tepat waktu segera, atau terus-menerus tersedia untuk Anda adalah impian yang telah kami bagikan sejak lama. Keajaiban Augmented Reality adalah kami telah mengambil komputer saku kami dan secara ajaib menghubungkannya ke sejumlah besar informasi yang tersimpan di awan data sambil memberi mereka pergerakan dan lokasi kami secara real-time, dan mengakses apa yang kami butuhkan dari mereka. Augmented Reality juga secara paradoks tentang efisiensi tindakan manusia dalam kaitannya dengan data yang dapat digunakan dan penghindaran realitas dalam bentuk gambar dan grafik. Jadi, itu juga bisa berkembang menjadi situasi "hati-hati dengan apa yang Anda inginkan". Jika Anda memiliki terlalu banyak label dalam sebuah adegan, atau terlalu banyak objek, itu akan membingungkan dan sulit dibaca. Tanpa batas, dan perlindungan privasi (jika pernah ada hal seperti itu), perangkat Augmented Reality Anda dapat dibanjiri dengan informasi, iklan, korespondensi, pengingat, dan gangguan yang tidak diinginkan dan berlebihan.

Pada tahun 2006, Vernor Vinge (1944–) pemenang penghargaan Hugo, Rainbows End menulis novel fiksi ilmiah, sebuah cerita tentang Augmented Reality dan implikasi dan konsekuensi moralnya. Dalam buku Vinge, konsep keamanan di dunia yang semakin digital/virtual dengan komputasi di mana-mana dibayangkan. Dia mengeksplorasi implikasi dari perubahan teknologi yang cepat yang memberdayakan baik individu yang tidak puas yang akan mengancam untuk mengganggu masyarakat dan mereka yang akan berusaha untuk menghentikan mereka, dan implikasi untuk masalah "yang mengawasi para pengamat" kuno di interaksi antara pengawasan (pengawasan) dan pengawasan (undersight). Kemudian pada tahun 2013, pelopor Augmented Reality Steven Mann (1962–) memberikan presentasi (di TEDx) tentang konfrontasi pribadinya dengan pengawasan dan sousveillance [3].

Oleh karena itu, secara paradoks, Augmented Reality juga melakukan tentang efisiensi tindakan manusia yang terkait dengan data yang penghindaran realitas dalam bentuk gambar dan grafik, dan keseimbangan dengan norma-norma masyarakat, harapan, toleransi, dan badan pengatur dan agennya dapat digunakan dalam pekerjaan besar.

Buku ini akan mengidentifikasi banyak aspek Augmented Reality (AR), dan akan, bila sesuai atau perlu, merujuk pada Virtual Reality (VR), tetapi harus jelas bagi pembaca bahwa keduanya adalah teknologi dan pengalaman yang sangat berbeda secara dramatis.

Mencoba menggambarkan Virtula Reality atau alternatif itu rumit karena bersifat interpretatif, kita semua melihatnya, dan memikirkannya sedikit berbeda satu sama lain. Mendefinisikannya dari segi perangkat keras yang digunakan tidak memadai karena perangkat keras akan berubah.

Augmented Reality merupakan konsep yang dapat digunakan untuk banyak hal, dan itu akan menjadi bagian dari kehidupan kita seperti listrik. Menurut laporan yang dirilis pada tahun 2015 oleh organisasi non-profit, Augmented Reality.org., penjualan *Smart Glasses*/Kacamata Cerdas akan mencapai satu miliar pengiriman mendekati tahun 2020, dan melampaui pengiriman ponsel dalam 10 tahun [4].

Augmented Reality akan benar-benar mengubah cara kita dalam menjalani hidup. Augmented Reality adalah media baru, bukan sekadar teknologi baru yang akan mengubah kehidupan masyarakat dengan cara yang beragam dan mendalam, sehingga tidak bisa diabaikan begitu saja sebagai topik fiksi. Sebuah laporan riset pasar Gartner memperkirakan bahwa Industri Layanan Lapangan dapat menghemat sekitar 14,4 triliun rupiah pada tahun 2017 karena kacamata cerdas meningkatkan diagnosis dan perbaikan [5]. Dan, tidak semua orang cocok dengan satu jenis ukuran saja, begitu juga dengan jenis realitas yang disebut imersif memenuhi semua pasar, pengguna, kebutuhan, atau harapan itu tidak hanya satu saja.

Tidak ada fitur utama pada augmented reality. Banyak manfaat yang akan kita dapatkan dari hal ini. Saya tidak bisa terlalu menekankannya; nama teknologi ini benar-benar menggambarkan apa adanya. Secara umum akan meng-augmentasi kita, dan dengan Augments itu berarti akan memperluas, menjadi lebih baik, menjadi lebih dari sebelumnya. Kita akan mampu melakukan lebih banyak hal daripada sebelumnya. Augmented Reality akan membantu mengurangi gesekan dalam hidup kita walaupun tidak sepenuhnya berhasil, tetapi akan sangat membantu. Kita menghadapi gesekan saat kita menjalani hidup. Bayangkan Anda akan pergi ke toko. Ketika Anda sampai di toko, Anda melihat toko tersebut terasa sangat ramai, padahal Anda hanya ingin membeli sepotong roti. Ketika Anda bertanya kepada kacamata cerdas Anda, "Di mana saya bisa mendapatkan sepotong roti di tempat yang tidak ramai?" Dan kemudian, di atas kacamata Anda, muncul beberapa informasi yang mengatakan pergi ke arah sini atau kearah situ dan seterusnya. Atau, bayangkan Anda sedang berkendara di sekitar pusat kota dan Anda tidak dapat menemukan tempat parkir yang kosong, lalu kacamata Anda akan memberi tahu Anda di mana harus parkir dan dimana ada tempat parkir kosong untuk Anda.

Ini merupakan satu hal istimewa yang akan Anda dapatkan di Smartphone Anda, jika Anda ingin mengetahui sesuatu dengan harus membuka smartphone lalu melihat atau mengeceknya, seperti ini adalah hal yang sedikit mengganggu dan memakan waktu bukan?, karena disini Anda harus berhenti beraktivitas, dan harus melihat ponsel Anda untuk mengetahui sesuatu. Misalnya begini, Anda sedang didalam mobil dan ingin memarkirkannya dengan tepat, dengan waktu bersamaan dengan itu, Anda ingin mengetahui apakah mall yang akan Anda kunjungi ramai atau tidak, Anda harus berhenti menginjak pedal gas, dan menghentikan mesin mobil Anda, lalu Anda harus membuka smartphone Anda untuk mencari informasi tersebut, hal ini memakan waktu dan mengharuskan Anda untuk menghentikan aktivitas Anda sejenak. Dengan Augmented Reality Anda tidak perlu berhenti, tidak perlu menghentikan mobil, Anda hanya perlu meemarkirkan mobil Anda sambil mendapatkan data yang Anda inginkan, sehingga hal ini akan membuat aktifitas Anda lebih nyaman dan tidak emmakan waktu.

Hal tersebut diatas adalah untuk konsumen. Ini akan berbeda untuk aplikasi industri, karena aplikasi industri, (dengan pengecualian responden pertama) tidak banyak bergerak. Biasanya, dengan Augmented Reality dalam aplikasi industri, Anda pergi ke sesuatu (pesawat terbang, mobil, jalur produksi, pompa, dan lain-lain) tanpa kacamata dan kemudian Anda memakainya dan Anda mengurus pekerjaan itu. Jika Anda seorang desainer, misalnya, dan Anda masuk ke studio desain, lalu Anda memakai kacamata dan membuat desain Anda, lepas kacamata Anda dan Anda pulang. Konsumen akan lebih sering memakai kacamata karena akan digunakan untuk keperluan sehari-hari.

Tampilan head-up di mobil dan bus, helm dengan display, dan kacamata Augmented Reality akan menjadi hal biasa dan membuat kita tidak nyaman saat tidak tersedia. Responden pertama akan dapat melihat dan mengantisipasi hambatan. Aspek pendidikan dari pelatihan olahraga hingga pendidikan remedial akan dibantu oleh augmented reality. Hiburan akan berkembang ke tingkat baru yang menarik, imersif, dan menakutkan.

Terjemahan visual secara real-time akan digunakan setiap hari. Bermain game akan menjangkau seluruh dunia, operasi medan perang militer akan lebih memikat dan efektif. Ahli bedah akan mengoperasikan dan mendiagnosis dari jarak jauh, dan kita akan dapat mengunjungi museum, rumah baru yang potensial, dan pemandangan perjalanan yang menakutkan yang sebelumnya tidak dapat kita jangkau.

## **1.2 Janji Augmented Reality**

Headset Augmented Reality akan melakukan lebih dari sekadar memberi kita arahan dan visualisasi produk, mereka akan berintegrasi dengan sensor tubuh untuk memantau suhu, kadar oksigen, kadar glukosa, detak jantung, EEG, dan parameter penting lainnya. Kami pada dasarnya akan mengenakan yang setara dengan tricorder dari StarTrek, dan informasi itu akan tersedia bagi kami, dan orang/organisasi yang kami otorisasi (seperti dokter keluarga, atau pelatih).

Bukan hanya tubuh kita, tetapi juga lingkungan kita. Helm Augmented Reality untuk responden pertama akan mengukur oksigen, metana, CO<sub>2</sub>, serta gas dan polutan lain yang tidak dapat kita lihat, dan memberikan peringatan dini terhadap situasi eksplosif atau beracun. Di area dengan polusi tinggi, kacamata Augmented Reality individu dapat memperingatkan pemakainya tentang kondisi yang dapat berbahaya bagi orang dengan kondisi pernapasan. Itu termasuk dosimeter yang akan mengukur jumlah radiasi yang diserap oleh pemakainya, serta mendeteksi radon dan sumber berbahaya lainnya.

### **1.2.1 Augmented Reality seperti memiliki penglihatan sinar-X**

Perangkat tambahan ini akan memperkuat kita, membuat kita merasa seperti pahlawan super, memungkinkan dan memberdayakan diri kita tidak seperti sebelumnya, dan membebaskan kita dari tirani dan ketakutan. Dan kita akan menggunakannya tanpa menyadarinya, itu akan menjadi tidak terlihat. Seperti yang saya dan orang lain tunjukkan dari waktu ke waktu:

### **1.2.2 Teknologi bekerja ketika tidak terlihat**

Buku-buku akan terus ditulis tentangnya seiring dengan munculnya ide-ide dan kemampuan-kemampuan baru. Bukankah kita sudah sampai? Tidak, tidak untuk sementara, tapi kita bisa menikmati dan memanfaatkan Augmented Reality sekarang.

### 1.3 Bahaya Augmented Reality

Ericsson ConsumerLab telah melakukan survei konsumen selama lebih dari 20 tahun untuk mempelajari perilaku dan nilai orang, termasuk cara mereka bertindak dan berpikir tentang produk dan layanan teknologi informasi dan komunikasi (TIK), dan sebagai hasilnya telah memberikan wawasan unik tentang pasar dan tren konsumen. Program riset konsumen Ericsson ConsumerLab didasarkan pada wawancara dengan 100.000 orang setiap tahun, di lebih dari 40 negara—secara statistik mewakili pandangan 1,1 miliar orang.

Pada Oktober 2016, Ericsson ConsumerLab melakukan survei dan menggunakan data tersebut untuk menghasilkan laporan 10 Tren Konsumen Terpopuler 2017 [6]. Dalam penelitian itu, mereka menemukan tiga dari lima pengguna smartphone berpikir ponsel mereka membuat mereka lebih aman, dan karenanya mengambil lebih banyak risiko.

Hari-hari ini, kita membawa ponsel ke mana pun kita pergi. Jika tersesat, kita dapat menelepon, mengirim SMS, mencari informasi di internet, atau bernavigasi menggunakan GPS—semuanya dengan ponsel. Misalnya saja, lebih dari separuh pengguna smartphone sudah menggunakan alarm, pelacakan, atau notifikasi darurat di smartphone mereka. Tiga dari lima lainnya memiliki kontak darurat yang tersimpan di telepon mereka. Namun apa jadinya jika Anda kehilangan ponsel saat masih mencari tujuan? Atau Anda mengalami kecelakaan di daerah terpencil kota saat telepon Anda tidak di cas? Dalam banyak hal, fitur dasar smartphone Anda dapat membuat Anda lebih aman—dan sekitar dua dari lima warga di lima kota besar yang disurvei setuju. Tapi inilah paradoksnya: tiga dari lima dari mereka yang mengatakan demikian mengambil lebih banyak risiko karena mereka mengandalkan ponsel mereka untuk menjaganya tetap aman.

Saat konsumen belajar untuk mengandalkan kacamata Augmented Reality mereka, risiko rasa percaya diri yang berlebihan kemungkinan akan berkembang. Fakta bahwa lebih dari separuh pengguna internet tingkat lanjut ingin menggunakan kacamata Augmented Reality untuk menerangi lingkungan yang gelap guna menyoroti objek yang berbahaya, dan/atau orang yang mendekat mungkin tidak mengagetkan. Tetapi lebih banyak orang juga ingin menyunting elemen-elemen yang mengganggu di sekitarnya, seperti coretan, sampah, atau bahkan orang berpakaian buruk. Mereka ingin memodifikasi lingkungan dengan menambahkan burung, bunga, atau meniru film atau acara TV favorit mereka.

Setidaknya banyak yang ingin menghapus rambu-rambu jalan, jendela toko dan papan iklan yang tidak menarik dan lain sebagainya. Meskipun ini bisa menjadi mimpi buruk bagi merek yang tidak berhasil menangkap imajinasi konsumen, ini juga menciptakan risiko bahwa pemakai kacamata Augmented Reality mungkin menjadi bosan dan tidak peduli tentang bahaya perkotaan— sehingga mereka akan kehilangan momen untuk berbicara satu sama lain, tapi hanya "*kecerdasan jalanan*".

Konsumen ingin menggunakan kacamata Augmented Reality untuk mengubah dunia menjadi sesuatu yang mencerminkan suasana hati pribadi mereka sendiri. Sekitar dua dari lima orang ingin mengubah cara lingkungan mereka terlihat dan bahkan bagaimana orang-orang tampak kepada mereka.

Hampir banyak orang ingin memiliki kacamata Augmented Reality yang memungkinkan mereka menemukan dan mengambil item game digital, seperti dalam game Augmented Reality, misalnya, Pokémon GO. Sangat mungkin bahwa ini bukan satu-satunya permainan

yang terintegrasi dalam realitas fisik manusia. Mereka ingin membuat orang terlihat seperti alien, elf atau bahkan karakter dari film favorit mereka.

Ketika kacamata Augmented Reality menjadi populer dan biasa, orang harus belajar cara menggunakannya, sama seperti mereka belajar cara menggunakan (atau tidak menggunakan) smartphone.

### **1.3.1 Keahlian Augmented Reality**

Untuk merancang, membangun, memproduksi, dan mendukung perangkat augmented reality, perusahaan harus memiliki berbagai ahli yang luas dan membingungkan: insinyur, ilmuwan, teknisi, dokter, ahli matematika, dan manajer. Mereka harus memahami dan tahu bagaimana mengintegrasikan:

- Teknologi Audio
- Teknologi Kamera
- Teknologi Tampilan/Display
- User Interface dan Ergonomis
- Geometris dan Trigonometri Matematis
- Pemrosesan dan Teknik Pemrosesan Gambar
- Rekayasa Manufaktur
- Optik dan Optometri
- Psikologi
- Pemosisian, Pelacakan dan Metodologi Lokasi
- Kekuatan Manajemen
- Prosesor (CPU, GPU, DSP, API, driver, Komputer grafis, dan mesin game)

Lebih dari satu Supplier Augmented Reality telah memberi tahu saya bahwa ini adalah hal tersulit yang pernah dia lakukan.

Sulit untuk menjelaskannya karena ada begitu banyak aspek di dalamnya. Meskipun demikian, sisa buku ini akan mencoba melakukan hal itu. Anda tidak akan dapat merancang sistem Augmented Reality setelah membaca buku ini, tetapi Anda akan tahu cara kerjanya, apa yang bisa dan tidak bisa mereka lakukan, dan mengapa Anda dan saya tidak sabar untuk memilikinya sendiri.

## **1.4 Melihat Augmented Reality**

Ada tiga cara untuk menyajikan Augmented Reality secara visual.

**1.4.1 Visual tembus pandang** adalah metode utama untuk menciptakan tampilan augmented reality. Ini adalah desain yang dikembangkan Sutherland pada awal 1960-an, lensa tembus pandang (seperti kacamata, atau pelat muka helm) yang membuat persepsi pengguna tentang dunia nyata tidak dimodifikasi (atau dibatasi) dan menampilkan informasi dan/atau grafik- Augmented Reality sebagai overlay melalui tampilan transparan, atau cermin dan lensa atau proyektor mini.

Dalam sistem Augmented Reality tembus pandang visual, ada beberapa kelas:

- Lensa Kontak
- Helm
- HUD (Head-Up Display)

- Smart Glasses
  - Integrasi
  - Tampilan tambahan dan Sistem untuk konvensional, matahari, kacamata keamanan.
- Spesialisasi dan Lainnya

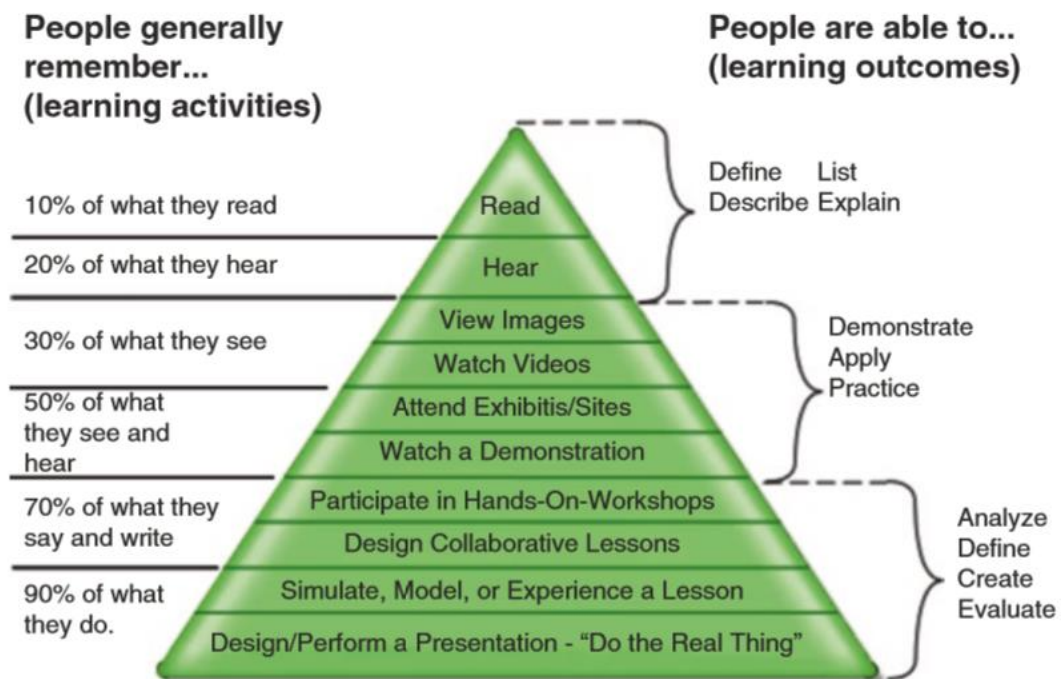
Kelas-kelas sistem tembus pandang Augmented Reality ini dibahas lebih lanjut di Bab. 2 “Jenis Sistem Augmented Reality”.

**1.4.2 Obstructed View**, di mana pengguna memakai *head-mounted display (HMD)* yang menghalangi dunia nyata, dan tampilan di HMD menampilkan pemandangan dunia dari kamera depan di HMD. Ini adalah model yang paling dekat dengan Mixed Reality dan juga disebut sebagai video tembus pandang. Informasi atau grafik yang diperbesar dihamparkan atau digabungkan ke dalam umpan video. Teknik ini membatasi bidang pandang pengguna, dan dapat membatasinya hanya pada tampilan 2D datar jika hanya satu kamera yang digunakan.

**1.4.3 Projected Augmented Reality** adalah teknik di mana Augmented Reality menggambarkan informasi dan / atau grafik, diproyeksikan dari headset atau HMD keluar ke dunia nyata dan objek di dalamnya menghasilkan tampilan proyektif.

Tiga teknik dapat diterapkan pada berbagai jarak dari pengguna: dipasang di kepala, dipegang dengan tangan, dan spasial.

Persepsi visual adalah kunci untuk pemahaman, transfer informasi, dan memori. Edgar Dale (1900–1985) adalah seorang pendidik Amerika yang mengembangkan Cone of Experience. Dia mendalilkan bahwa kita mengingat 10% dari apa yang kita baca, dan 50% dari apa yang kita lihat dan dengar (Gambar 1.2).



Gambar 1.2 *Cone of Experience* Edgar Dale tidak memuat persentase seperti yang tercantum di sini. Ini berkaitan dengan abstraksi vs. konkret dan penggunaan indra yang lebih besar (Kredit: Jeffrey Anderson)



"*Cone of Experience*" karya Dale, yang ia maksudkan untuk memberikan model intuitif tentang kekongkritan berbagai jenis media audio-visual, telah disalahartikan secara luas. Sering disebut sebagai "*Cone of Experience*," ini dimaksudkan untuk memberi tahu pemirsa tentang seberapa banyak orang mengingat berdasarkan bagaimana mereka menemukan informasi. Namun, Dale tidak memasukkan angka dan tidak mendasarkan kerucutnya pada penelitian ilmiah, dan dia juga memperingatkan pembaca untuk tidak menganggap kerucut terlalu serius [7]. Angka tersebut berasal dari tahun 1967, ketika seorang karyawan perusahaan minyak Mobile bernama D. G. Treichler menerbitkan artikel non-ilmiah di majalah audio berjudul *Film and Audio-Visual Communications*.

Namun, masalah akademis, dan bertele-tele, itu diterima dengan cukup baik (jika tidak sepenuhnya dipahami atau diukur) bahwa kita mengambil sebagian besar informasi kita melalui mata kita, dan perangkat Augmented Reality meningkatkan tingkat informasi itu. Dan kemudian ketika mereka belajar dan memperoleh pengalaman, informasi tersebut berubah menjadi kebijaksanaan.

### 1.5 Realitas Imersif

Realitas imersif adalah kumpulan teknologi, aplikasi, dan peluang multidisiplin multi-label dan sangat membingungkan. Itu, atau mereka, pergi dengan banyak label (Tabel 1.1).

Dan modalitas apa pun yang digunakan untuk menggambarkan holodek.

Tabel 1.1 Realitas memiliki banyak nama

Alternate	Interactive	Spatial-augmented
Another	Magic	Super vision
Artificial	Mediated	Synthetic
Augmented	Merged	Trans
Blended	Mirrored	Vicarious
Cognitive	Mixed	Virtual augmented reality
Digital	Modulated	
Digitally mediated	Perceptive	Virtual Environment
Dimensional	Projected	Visual
Diminished	Previsualization	Window-on-the-world
Extended	Spatial augmented reality (SAR)	
External	Second	
False	Simulated	
Hybrid		
Immersive (Tactical, Strategic, Narrative, and Spatial)		

### 1.6 Tempat Augmented Reality di Metaverse

Ada begitu banyak teknologi dengan nama dan tujuan yang saling bertentangan, dengan demikian mengambil langkah-langkah untuk membangun taksonomi dan definisi akan sangat membantu untuk memilahnya. Begitu juga dengan memberi label demi kemudahan percakapan dan komunikasi.

### 1.6.1 Metaverse

*Metaverse* adalah ruang bersama virtual kolektif, yang diciptakan oleh konvergensi realitas fisik yang ditingkatkan secara virtual dan ruang virtual yang persisten secara fisik, dan merupakan perpaduan keduanya, sekaligus memungkinkan pengguna untuk mengalaminya sebagai keduanya. Istilah ini berasal dari novel fiksi ilmiah Neal Stephenson (1959–) *Snow Crash* [8], (1992) di mana manusia, sebagai avatar, berinteraksi satu sama lain dan agen perangkat lunak, dalam ruang tiga dimensi yang menggunakan metafora dunia nyata. .

Industri, investor, pemerintah, dan konsumen sama-sama menyadari ada sesuatu yang istimewa tentang augmented reality, virtual reality, dan tampilan yang dipasang di kepala dengan Mixed Reality, tetapi banyak yang bertanya-tanya apakah itu sesuatu yang benar-benar akan mereka gunakan dalam kehidupan sehari-hari. Itu berarti kami belum cukup sampai di sana, tetapi kami sampai di sana lebih cepat dari sebelumnya.

Cara kita berinteraksi dengan perangkat/*device* telah berkembang. Setiap kemajuan teknologi komputasi membutuhkan metode input baru: dari *keyboard*, *mouse*, hingga *touch screen*. Namun, perangkat generasi berikutnya menggunakan metode kontrol terbatas, seperti kepala, tangan, dan suara, yang dibawa dari generasi perangkat sebelumnya. Interaksi ini juga harus berkembang. Sistem Augmented Reality akan mematahkan paradigma tersebut, dan mengundang antarmuka pengguna alami baru seperti suara, dan pelacakan mata, dengan meninggalkan pendekatan sebelumnya yang dipinjam dari layar sentuh/*Touchscreen*, dan isyarat virtual reality. Pendukung pelacakan mata alami mengatakan itu mengubah niat menjadi tindakan melalui mata Anda.

### 1.6.2 Menerjemahkan Dunia

Manusia melihat, dan sebagian besar berpikir dalam 3D. Kita dapat membayangkan sisi belakang suatu objek, dan memahami ukuran relatif terhadap tempatnya di lingkungan. Memiliki penglihatan stereoskopik, dan kognisi adalah salah satu keuntungan.

Namun, kita juga harus berurusan dengan proyeksi objek 3D ke permukaan 2D datar dalam bentuk gambar di atas kertas, peta, dan ilustrasi orang.

Ilustrasi dan peta di atas kertas, atau layar monitor atau smartphone secara kognitif membatasi, menantang, dan sering kali membingungkan. Mereka sulit difahami. Untuk satu hal, mereka harus disederhanakan, untuk mengakomodasi media, dan sangat sering yang membuat otak kita sulit untuk memproses dan memahami; dan/atau menerjemahkan ke dalam tindakan yang diperlukan.

Menerjemahkan informasi spasial 2D benar-benar membuat otak bekerja sangat keras, saat mencoba berpindah dari satu dimensi ke dimensi lain dan bolak-balik sampai representasi 2D dipahami sepenuhnya.

Jika ada serangkaian gambar 2D dan Anda diminta untuk mengingat urutannya untuk melakukan beberapa tugas, kemungkinan besar Anda tidak akan melakukannya, karena Anda harus mengulangi langkah-langkah tersebut untuk menyegarkan ingatan Anda.

Tabel 1.2. Tujuh kendaraan media massa

1. Print (books, pamphlets, newspapers, magazines, etc.) from the late 1400s
2. Recordings (records, tapes, cassettes, cartridges, CD's, DVD's) from the late 1800s
3. Cinema from about 1900
4. Radio from about 1910
5. Television from about 1950
6. Internet from about 1990
7. Mobile phones from about 2000

Sistem Augmented Reality mengatasi tantangan dimensi kognitif dengan menyediakan informasi 3D yang ditumpangkan dan diselaraskan dengan benar dengan lingkungan. Metavision dan Accenture melakukan survei pada tahun 2016 yang dipresentasikan pada Simposium Internasional tentang Campuran dan Augmented Reality (ISMAR) 2106, tentang topik ini, berjudul, "Apa yang Lebih Baik: Instruksi 2D atau 3D?" [9].

Ini menciptakan sistem Augmented Reality berbasis pengetahuan yang dapat digunakan untuk menjelaskan bagaimana melakukan tugas spasial 3D, seperti perakitan furnitur atau perbaikan peralatan.

Pada tahun 2006 mantan eksekutif telekomunikasi dan penulis teknologi Tomi Ahonen (1943–) mengembangkan daftar tujuh kendaraan atau pengalaman media massa (Tabel 1.2).

Media massa ke-8 akan Augmented Reality diprediksi Raimo van der Klein, pendiri Layer

### 1.6.3 Konsumen versus Industri, Militer, dan Ilmiah

Augmented Reality berkembang dari eksperimen laboratorium ke militer dan kemudian aplikasi industri. Pengguna militer, industri, dan ilmiah, dengan kebutuhan khusus dan mendesak, dan anggaran yang diperlukan, kami dapat mentolerir keterbatasan dalam kenyamanan dan kinerja yang dimiliki sistem awal karena hasil yang diinginkan. Kemudian dalam buku ini saya mengidentifikasi beberapa, tetapi jauh dari semua, aplikasi dan kasus penggunaan Augmented Reality untuk bidang militer, industri dan ilmiah/medis.

Aplikasi konsumen sejauh ini menjangkau, tetapi hanya perlahan direalisasikan karena harga, aplikasi, dan penampilan/kenyamanan. Juga, konsumen tidak menyadari Augmented Reality, meskipun itu berubah dengan cepat. Setelah ada pemahaman yang lebih jelas tentang aplikasi luas Augmented Reality, minat dan kegembiraan melonjak.

Namun, dalam semua studi konsumen disebutkan bahwa kacamata harus ringan dan terlihat "normal", terutama bagi mereka yang tidak memakai kacamata dalam kesehariannya. Hampir semua orang memakai kacamata hitam, dan itu telah menjadi metafora di benak sebagian besar konsumen tentang bagaimana mereka akan terlibat dengan Augmented Reality untuk waktu yang lama. Smartphone dan tampilan head-up di mobil adalah model penggunaan kedua.



Gambar 1.3 Mata Augmented Reality The Terminator mengevaluasi situasi dan memberikan saran untuk tindakan (Sumber: Orion Pictures)

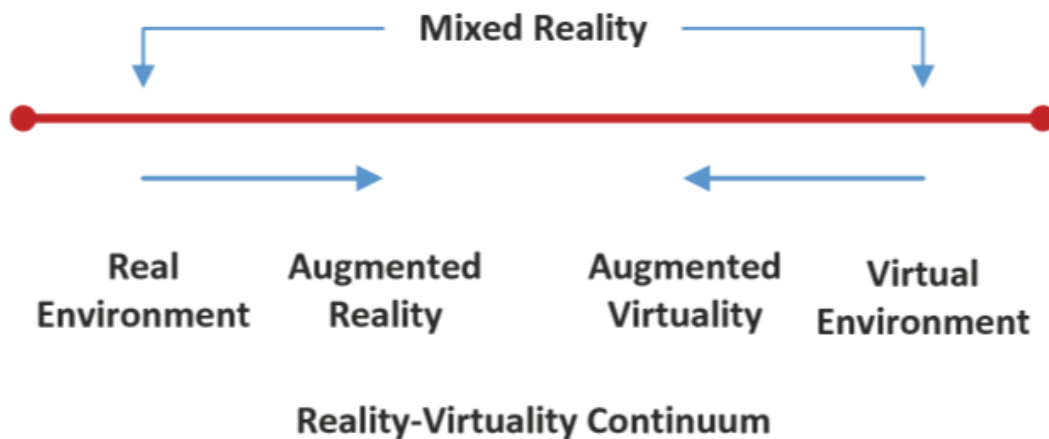
Konsumen dengan cepat mengekstrapolasi penggunaan Augmented Reality di luar game seperti Pokémon GO untuk menggunakan Augmented Reality dalam kasus-kasus seperti belanja, pelacakan kebugaran dan pemantauan kesehatan, museum dan informasi perjalanan, panggilan video dan pertukaran media sosial, pendidikan dan pelatihan, kolaborasi dan bantuan virtual, dan teleprompter untuk beberapa nama. Gagasan untuk dapat membuat web dan ponsel Anda langsung terlihat dan interaktif kapan saja, dan sepanjang waktu, benar-benar menghidupkan imajinasi konsumen.

#### 1.6.4 Metafora dan Prediktor Film

Fiksi ilmiah telah lama menjadi prediktor teknologi masa depan. Salah satu alasan mengapa konsep yang dikembangkan oleh seniman, penulis dan ilmuwan, serta penerbangan imajinasi dan ekstrapolasi adalah mutakhir adalah karena pada saat mereka menulis kita tidak memiliki teknologi untuk mewujudkan perangkat, lingkungan, dan gagasan miring semacam itu.

Dua konsep dan gambar yang gigih dan menarik tersebut adalah Star Trek's Holodeck (1974) [10] dan The Matrix (1999) [11], sebuah konsep tematik yang diusulkan oleh Philip K. Dick pada tahun 1977 [12]. Dalam kasus augmented reality, sering ada referensi ke Minority Report (2002) [13], dan untuk penggemar genre, John Carpenter (1948–), They Live (1988) [14], dan beberapa lainnya. (Menariknya, laporan Minoritas didasarkan pada sebuah buku karya Philip K. Dick) [15]. Dan pada tahun 1984 film, The Terminator, yang ditulis dan disutradarai oleh James Cameron (1954–), menggambarkan robot yang mengancam dari masa depan dengan mata Augmented Reality (Gambar 1.3).

Menurut Ori Inbar (1965–) dari Games Alfresco [16], penggunaan Augmented Reality dalam film dapat ditelusuri kembali ke tahun 1907 ketika pesulap dan pembuat film Prancis George Melies (1861–1938) menciptakan Poster Lucunya. Karakter dalam poster menjadi hidup dan berinteraksi di layar [17].



Gambar 1.4 Representasi sederhana dari kontinum metaverse (Milgram 1994)

Augmented Reality adalah salah satu bagian dari metaverse. Pada tahun 1994 Paul Milgram (1938-) dan Fumio Kishino mendefinisikan Augmented Reality sebagai bagian dari kontinum jalan tengah antara virtual reality (sepenuhnya sintetis) dan telepresence (sepenuhnya nyata) (Gambar 1.4) [18].

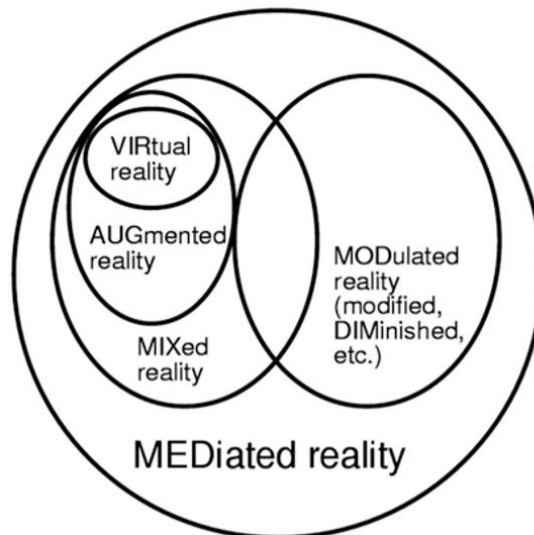
Telepresence adalah pengalaman "berada di sana," dan umumnya diimplementasikan dalam bentuk remote control dan perangkat tampilan untuk operasi jarak jauh, dan disebut "kehadiran virtual" dalam kasus simulasi yang dihasilkan komputer. Anda mungkin pernah melihat contoh layar komputer pada kedudukan yang setinggi mata, dengan platform bermotor di bagian bawah.

Steve Mann (1962–) mengambil konsep lebih jauh dan menambahkan realitas termediasi berdasarkan fakta bahwa apa pun yang kita lakukan, teknologi memodifikasi dunia kita dalam beberapa cara, dan tidak hanya menambah (augment) ke dalamnya. Kadang-kadang modifikasi ini disengaja (misalnya, helm las Augmented Reality Mann yang menggelapkan gambar di area cahaya yang berlebihan) atau tidak disengaja (cara smartphone, misalnya, mengubah pandangan kita tentang dunia saat melihat melaluinya saat menggunakan aplikasi Augmented Reality.). Mediated Reality terjadi di mana saja, persepsi seseorang tentang dunia dimediasi (dimodifikasi) oleh apparatus yang dikenakan yaitu kacamata Augmented Reality [19, 20]. Kamera video digunakan baik untuk membelokkan input visual (realitas termediasi) dan untuk merasakan dunia pengguna dalam hamparan grafis (Gambar 1.5).

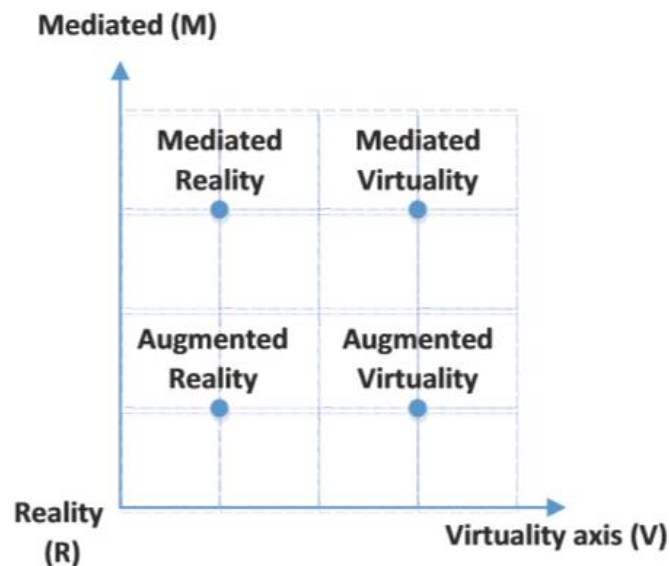
Melalui penggunaan modifikasi artifisial persepsi manusia melalui perangkat untuk menambah, pemakainya dapat dengan sengaja mengurangi, dan mengubah input sensorik (Gambar 1.6).

Asal R menunjukkan realitas yang tidak dimodifikasi. Sumbu x berkonotasi sumbu Virtualitas V yang merupakan kontinum dari realitas yang ditambah dengan grafik (Augmented Reality), serta grafik yang ditambah dengan realitas (Augmented Virtuality). Namun, taksonomi juga mencakup modifikasi realitas atau virtualitas atau kombinasi dari semuanya.

Sumbu y adalah kontinum medialitas, yang mencakup realitas yang diperkecil dan menggeneralisasi konsep Mixed Reality, dan lain-lain. Ini mencakup kontinum virtual realitas (pencampuran), tetapi juga, selain efek aditif, juga mencakup efek multiplikasi (modulasi) dari (kadang-kadang dengan sengaja) mengurangi realitas.



Gambar 1.5 Mixed Reality dengan realitas termediasi



Gambar 1.6 Taksonomi realitas Mann

Mann memperluas konsep untuk memasukkan perangkat Augmented Reality yang dapat memblokir iklan atau mengganti iklan dunia nyata dengan informasi yang berguna) [21].

Augmented Reality memadukan yang benar-benar nyata dengan yang disimulasikan atau sintetis. Gagasan memiliki rim informasi yang bersamaan dan tepat waktu segera atau terus-menerus tersedia untuk Anda, adalah (seperti yang disebutkan di atas) mimpi yang telah kami bagikan untuk waktu yang lama. Tapi itu juga bisa berkembang menjadi situasi "hati-hati dengan apa yang Anda inginkan." Jika Anda memiliki terlalu banyak label dalam sebuah adegan, atau terlalu banyak objek, itu akan membingungkan dan sulit dibaca. Tanpa batas, dan perlindungan privasi, perangkat Augmented Reality Anda dapat dibanjiri dengan informasi, iklan, korespondensi, pengingat, dan gangguan yang tidak diinginkan dan berlebihan.

Animator dan futuris Keiichi Matsuda (1984–) membuat video pada tahun 2015 yang menggambarkan potensi dunia hiper-realitas yang mungkin kita hadapi [22] (Gambar 1.7).



Gambar 1.7 Visi Keiichi Matsuda adalah sibuk berkendara sambil menggunakan smartphone untuk bermain game, mendapatkan alert, dibanjiri iklan, dan menerima panggilan telepon (Sumber: Keiichi Matsuda)

Visi Matsuda lucu, dan menakutkan, dan visi yang tidak diragukan lagi akan menemukan jalannya ke regulator dan organisasi privat, karena industri yang baru lahir mengembangkan standar dan kode etik. Akankah pengguna kacamata cerdas Augmented Reality memiliki opsi untuk memblokir pesan semacam itu?

Film pendek lainnya, Sight, menciptakan skenario Augmented Reality menggunakan lensa kontak (dan dapat dilihat di: <https://vimeo.com/46304267>)

Meskipun tidak mencolok, masalah dalam memakai kacamata Augmented Reality/kacamata cerdas/*smart glasses* mungkin akan mengalihkan pandangan Anda dari teman atau orang lain yang sedang Anda ajak bicara. Saya dapat membayangkan sebuah adegan di mana orang lain, yang mungkin atasan Anda, atau polisi, berkata, "Lepaskan kacamata Anda ketika Anda berbicara dengan saya." jika itu adalah polisi, maka, hal tersebut akan membuat Anda tidak dapat merekam kejadian tersebut. Jadi sekarang kita jadi punya masalah dalam kebebasan berbicara yang baru.

Lalu ada kemungkinan untuk lensa kontak augmented reality, akankah mereka mengatasi masalah pandangan dan membiarkan Anda melihat orang secara normal saat melihat data? Samsung, Google dan lainnya telah mengajukan paten untuk perangkat tersebut. Masalah memperkuat dan menghubungkannya merupakan sebuah tantangan bagi mereka, tetapi juga sebuah konsep yang berasal dari cerita fiksi ilmiah, jadi sepertinya hanya masalah waktu bagi teknologi untuk mengejar konsep tersebut.

Skenario lain termasuk pewawancara yang meminta untuk memanfaatkan umpan pelacakan mata di kacamata Anda untuk melihat apakah Anda berbohong, dan melihat riwayat terkini untuk melihat apakah pertanyaan atau komentar Anda sah.

Namun, visi yang lebih positif dari penggunaan kacamata cerdas Augmented Reality adalah orang tidak akan lagi menabrak satu sama lain atau benda seperti yang mereka lakukan sekarang sambil melihat ke bawah ke smartphone mereka sambil berjalan.

Dan visi Matsuda tentang rentetan iklan dan informasi yang berlebihan akan dikurangi dengan pembelajaran dan pelatihan mesin sehingga kacamata cerdas Anda hanya memberikan informasi yang Anda inginkan, dan tidak mengganggu Anda saat Anda bersama orang lain.

Namun, beberapa peraturan dan kode etik perlu ditanamkan, seperti yang diusulkan Asimov untuk robot. Steve Mann telah menyarankan kode etik untuk augmented reality, dan John Rousseau telah mengusulkan hukum untuk Mixed Reality.

### 1.6.5 Kode Etik tentang Augmentasi Manusia

Pada tahun 2004, Steve Mann memperkenalkan “Kode Etik tentang Augmentasi Manusia” dalam Pidato Utamanya di Transvision 2004, konferensi tahunan kedua Asosiasi Transhumanisme Dunia.

Kode ini dikembangkan lebih lanjut di IEEE International Symposium on Technology and Society [23].

Saat kita menambahkan penginderaan, komputasi, dan komunikasi yang lebih luas dan mungkin invasif pada tubuh kita dan masyarakat kita, ada saatnya kita sendiri menjadi teknologi ini [24]. Teknologi peningkatan kecerdasan indera ini sudah cukup berkembang sehingga berbahaya di tangan yang salah, misalnya, sebagai cara bagi pemerintah atau perusahaan yang korup untuk lebih meningkatkan kekuatannya dan menggunakannya secara tidak adil. Oleh karena itu, Mann telah menghabiskan beberapa tahun mengembangkan Kode Etik tentang Augmentasi Manusia, menghasilkan tiga "hukum" mendasar.

Ketiga "Hukum" ini mewakili cita-cita filosofis (seperti hukum fisika, atau seperti Hukum Robotika Asimov, maka:

1. **(Metaveillance/Sensory-Auditability)** Manusia memiliki hak dasar untuk mengetahui kapan dan bagaimana mereka diawasi, dipantau, atau dirasakan, baik di dunia nyata maupun virtual.
2. **(Kesetaraan/Keadilan/Keadilan)** Manusia harus
  - a. tidak dilarang atau dihalangi untuk memantau atau merasakan orang, sistem, atau entitas yang memantau atau merasakannya,
  - b. memiliki kekuatan untuk menciptakan “identitas digital” mereka sendiri. ” dan mengekspresikan diri mereka (misalnya, untuk mendokumentasikan kehidupan mereka sendiri, atau untuk membela diri dari tuduhan palsu), menggunakan data tentang mereka, baik di dunia nyata maupun maya. Manusia memiliki hak untuk membela diri dengan menggunakan informasi yang telah mereka kumpulkan, dan bertanggung jawab untuk tidak memalsukan informasi tersebut.
3. **Hak dan tanggung jawab**
  - a. **(Aletheia/Unconcealedness/TechnologicalAuditability)** Dengan sedikit pengecualian, manusia memiliki hak afirmatif untuk melacak, memverifikasi, memeriksa, dan memahami setiap informasi yang telah dicatat tentang mereka, dan informasi tersebut harus segera diberikan: umpan balik tertunda adalah umpan balik ditolak. Untuk melaksanakan tuntutan keadilan dari Hukum Kedua, manusia harus memiliki hak untuk mengakses dan menggunakan informasi yang dikumpulkan tentang mereka. Oleh karena itu, kami berpendapat bahwa Hak Subjek [6] menang atas Hak Cipta, misalnya, subjek foto atau rekaman video memiliki akses yang wajar ke, dan penggunaannya. Demikian pula, mesin



yang meningkatkan kecerdasan manusia harus memiliki standar etika yang sama. Kami menerima bahwa institusi hierarkis kuno (misalnya, penegakan hukum) masih membutuhkan asimetri pengawasan sesekali, untuk menerapkan akuntabilitas pada kekuatan berbahaya atau berbahaya, atas nama kami. Namun, lembaga-lembaga tersebut harus menanggung beban pembuktian yang berkelanjutan dan terus-menerus bahwa fungsi dan layanan mereka membenarkan kerahasiaan apa pun selain durasi atau ruang lingkup minimal. Penerapan akuntabilitas pada elit semacam itu—bahkan melalui pengganti yang dapat dipercaya, harus menjadi yang terpenting, dan tren keterbukaan yang semakin meningkat tidak dapat digagalkan.

- b. ***Manusia tidak boleh merancang mesin kejahatan.*** Selain itu, semua teknologi augmentasi manusia harus dikembangkan dan digunakan dalam semangat kebenaran, keterbukaan, dan ketidaktersembunyian, memberikan pemahaman melalui umpan balik langsung. (Sekali lagi, umpan balik tertunda adalah umpan balik ditolak.) Ketidaktersembunyian juga harus berlaku untuk keadaan internal sistem, yaitu perancang sistem harus merancang umpan balik segera, latensi minimal, dan mengambil tindakan pencegahan yang wajar untuk melindungi pengguna dari efek negatif (misalnya, mual dan jalur saraf pembentukan overshoot) dari umpan balik yang tertunda.
- c. ***Sistem kecerdasan buatan dan augmentasi manusia harus diproduksi secara terbuka dan dengan keragaman implementasi,*** sehingga kesalahan dan/atau efek buruk dapat ditangkap, tidak hanya oleh manusia lain tetapi juga oleh AI yang beragam lengkap dan saling kritis. (Kecerdasan Buatan) dan HI (Kecerdasan Humanistik).

Sebuah metalaw menyatakan bahwa Kode itu sendiri akan dibuat secara terbuka dan transparan, yaitu dengan umpan balik instan dan tidak ditulis secara rahasia. Dalam semangat meta-etika (etika etika) ini, draft kasar terus-menerus diposting (misalnya, di media sosial seperti Twitter #HACode), dan anggota komunitas diundang untuk memberikan masukan dan bahkan menjadi rekan penulis.

### 1.6.6 Hukum Mixed Reality

Pada tahun 2016, John Rousseau mengusulkan tiga "hukum Mixed Reality [25]" untuk memastikan bahwa teknologi augmented dan virtual berdampak positif pada masyarakat.

Rousseau berkata, "Masa depan kesadaran manusia akan menjadi urusan hibrida. Kita akan hidup dan bekerja di lingkungan komputasi yang ada di mana-mana, di mana realitas fisik dan lapisan digital yang meresap bercampur dengan mulus sesuai dengan logika perangkat lunak dan kekayaan data yang sangat kontekstual. Ini adalah Mixed Reality."

Kami belum sampai di sana, meskipun visi ini jauh dari fiksi ilmiah.

Rousseau, mengutip "Hukum Robotika [26] karya Isaac Asimov," menyarankan tiga "Hukum Mixed Reality" yang akan membantu kita membentuk wacana dan pengembangan Mixed Reality di masa depan dengan penekanan pada hasil yang lebih baik. Hukum diselaraskan dengan tiga bidang masalah yang signifikan, meliputi individu, masyarakat dan ekonomi.

1. Mixed Reality harus meningkatkan kapasitas kita untuk perhatian penuh perhatian.
2. Mixed Reality harus mewujudkan pengalaman manusia bersama.
3. Mixed Reality harus menghormati batasan antara perdagangan dan data.

Rousseau mencatat dalam sebuah posting blog bahwa ketika Mixed Reality mulai mengambil alih, “data akan menjadi lebih berharga dan mudah dimanipulasi untuk melayani kepentingan lain.”

### 1.6.7 Augmented Reality Dapat Membantu dan Memonitor

Dengan sistem Augmented Reality yang selalu aktif, di smartphone Anda, atau kacamata cerdas, yang memiliki kamera, sensor lokasi geografis, dan sensor gerak, perangkat Augmented Reality dapat meminta bantuan jika Anda jatuh, merekam jatuh, dan mungkin menawarkan menyimpan informasi hidup ketika bantuan tiba.

Perangkat Augmented Reality dapat membuat hampir semua hal muncul di layar. Bisa jadi monster dalam permainan, atau, arah kencana makan malam Anda. Arahnya bisa berupa peta, atau instruksi eksplisit yang terdiri dari panah kuning cerah di sepanjang jalan perjalanan Anda. Anda akan dapat berbelanja di rumah dan melihat bagaimana perabot yang Anda minati terlihat di ruang tamu Anda, dan dapat berjalan di sekitarnya, melihat bagaimana tampilannya di malam hari atau siang hari yang cerah. Kita semua akan menjadi ahli sekarang, dan tanpa pelatihan khusus memperbaiki atau memasang peralatan rumah tangga, atau memperbaiki atau menyervis mobil kita, dengan instruksi interaktif yang menyoroti dengan tepat bagian mana yang perlu diganti dan memperingatkan Anda jika Anda melakukan kesalahan. Dan beberapa perusahaan yang menawarkan layanan cloud, atau perangkat, akan diposisikan untuk mendapatkan keuntungan dari setiap interaksi: tidak hanya dari perangkat keras dan perangkat lunak yang akan dijualnya, tetapi juga dari aliran data yang akan dikumpulkan, dianalisa oleh perangkat dan/atau penyedia layanan cloud— dan menjual kembali.

### 1.6.8 Augmented Reality dalam Game

Augmented Reality berlabuh pada penggunaan praktis, tetapi dapat menyeberang untuk bersenang-senang. Dalam game first-person shooter (FPS) yang populer (dan terkadang intens), protagonis (Anda) sering kali memiliki Augmented Reality head-up display (HUD) untuk menunjukkan status bantuan hidup, senjata, musuh di sekitar, dan lain-lain.



Gambar 1.8 Tampilan head-up Augmented Reality dalam game first-person shooter, Fallout 4 (Sumber: Bethesda Softworks)

Salah satu permainan populer 2016–2017, dan lebih lama (karena terus ditingkatkan), adalah *Fallout4*, sebuah kisah pasca-apokaliptik di mana dunia telah mengalami perang nuklir besar-besaran, semuanya dibiarkan dalam kehancuran. Pemain memiliki perangkat Augmented Reality yang diikatkan ke pergelangan tangannya dan memberikan informasi tentang kesehatan pemain, lokasi dan tujuan, persediaan, dan kondisi pakaian atau persenjataan (Gambar 1.8).

Generasi pemain game telah mengalami pengalaman seperti ini tanpa nama, meskipun istilah HUD telah digunakan dalam game FPS sejak akhir 1990-an, dimulai dengan hanya beberapa karakter teks di bagian bawah layar. Itu karena tingkat teknologi saat itu. Saat ini PC dan perangkat seluler memiliki prosesor ribuan kali lebih kuat dengan memori ribuan kali lipat, menjalankan ratusan, bahkan ribuan kali lebih cepat, untuk membuat tampilan gambar dan data tampilan head-up yang lebih kuat menjadi hal yang sangat sepele. Jadi hampir dengan osmosis, pemain game telah terlibat dengan Augmented Reality selama beberapa dekade dan menerima begitu saja. Generasi pengguna tersebut akan mengadopsi Augmented Reality tanpa ragu ketika perangkat yang nyaman dan tidak mencolok tersedia. Jika ada, mereka mewakili permintaan terpendam untuk teknologi.

### **1.6.9 Augmented Reality Pendengaran**

Augmented Reality dianggap sebagai sistem visual, memvisualkan apa yang kita lihat dengan informasi dan grafik. Namun, indera pendengaran seseorang juga dapat memperoleh manfaat dari augmented reality, dengan petunjuk lokasi khusus, dan dapat sangat membantu jika seseorang buta.

Untuk bantuan lokasi, instruksi yang dapat didengar, seperti petunjuk arah, dapat membantu bagi orang yang memiliki penglihatan serta orang-orang dengan penglihatan terbatas atau tanpa penglihatan. Untuk atlet dan orang-orang yang aktif dalam olahraga seperti lari, bersepeda, dan ski, mendapatkan informasi tentang jarak Anda dari tujuan Anda, tingkat kecepatan, serta fungsi tubuh Anda seperti detak jantung secara real time sangat berguna.

Terjemahan yang terdengar dari rambu-rambu jalan, pemberitahuan, dan menu restoran untuk orang yang memiliki penglihatan atau penglihatan terbatas akan sangat memberdayakan dan menawarkan tingkat keterlibatan, eksplorasi, dan pengayaan yang baru.

## **1.7 Definisi Augmented Reality**

Di bagian ini, kami akan mendefinisikan istilah yang paling umum digunakan dalam buku ini, dan istilah yang penting untuk memahami masalah dan peluang dalam augmented reality. Glosarium istilah yang diperluas dapat ditemukan di lampiran.

### **1.7.1 Apa itu Augmented Reality?**

Augmented reality, jangan bingung dengan virtual reality, penempatan konten digital (teks, gambar, animasi, dan lain-lain.) pada pandangan pengguna tentang dunia nyata. Perangkat Augmented Reality dan virtual reality, juga dikenal sebagai head-mount-displays (HMDs), berbagi masalah serupa seputar mobilitas dan konsumsi daya.

Encyclopedia Britannica memberikan definisi berikut untuk augmented reality: "Augmented reality, dalam pemrograman komputer, proses menggabungkan atau 'menambah' video atau

tampilan fotografi dengan melapisi gambar dengan data yang dihasilkan komputer yang berguna" [27].

Augmented Reality adalah tampilan informasi real-time yang dilapiskan pada tampilan dunia nyata. Informasi dihasilkan oleh prosesor lokal dan sumber data, serta sumber data/basis data jarak jauh, dan ditambah dengan input sensorik seperti suara, video, atau posisi, dan data lokasi. Sebaliknya, realitas maya (virtual reality) menggantikan dunia nyata dengan dunia simulasi.

Persyaratan teknologi Augmented Reality jauh lebih besar daripada untuk virtual reality, itulah sebabnya pengembangan Augmented Reality memakan waktu lebih lama daripada virtual reality. Namun, komponen utama yang diperlukan untuk membangun sistem Augmented Reality tetap sama sejak karya perintis Ivan Sutherland tahun 1960-an. Tampilan, pelacak, dan komputer grafis serta perangkat lunak tetap penting dalam banyak pengalaman augmented reality.

Berbagai teknologi digunakan dalam rendering Augmented Reality termasuk sistem proyeksi optik, tampilan, perangkat seluler (seperti tablet dan smartphone), dan sistem tampilan yang dikenakan pada seseorang dalam bentuk kacamata atau helm. Perangkat Augmented Reality juga dicirikan sebagai perangkat yang dapat dipakai (Gambar 1.9).

Perangkat Augmented Reality (kacamata, helm, HUD, dan lain-lain.) menggunakan beberapa teknologi:

- GPU untuk menggerakkan layar.
- Perangkat tampilan/proyeksi untuk membuat gambar.
  - Optik untuk mengarahkan gambar ke bidang pandang Anda.
- Sensor:
  - Pandangan ke depan untuk melihat dunia yang Anda lihat (yaitu, kamera)
  - Posisi dunia nyata untuk memetakan dunia dalam 3D
  - Sensor gerak
  - Sensor ketinggian
  - Sensor mata untuk melacak di mana Anda melihat.
- Sistem audio (mikrofon, pemrosesan, dan speaker) untuk komunikasi dan augmentasi dunia nyata. (Mikrofon adalah sensor lain).
- Sistem identifikasi dan kategorisasi objek yang mengenali apa yang dilihat oleh kacamata Anda (meja, kursi, lantai, dinding, jendela, kacamata, dan lain-lain.) untuk menempatkan gambar virtual di atas atau di dekatnya (beberapa sistem menggunakan penanda untuk identifikasi objek).
- Sistem operasi untuk mengontrol gambar virtual dengan suara, mata, tangan, dan gerakan tubuh.
- Komunikasi nirkabel ke perangkat seperti server (bisa jadi ponsel cerdas Anda).

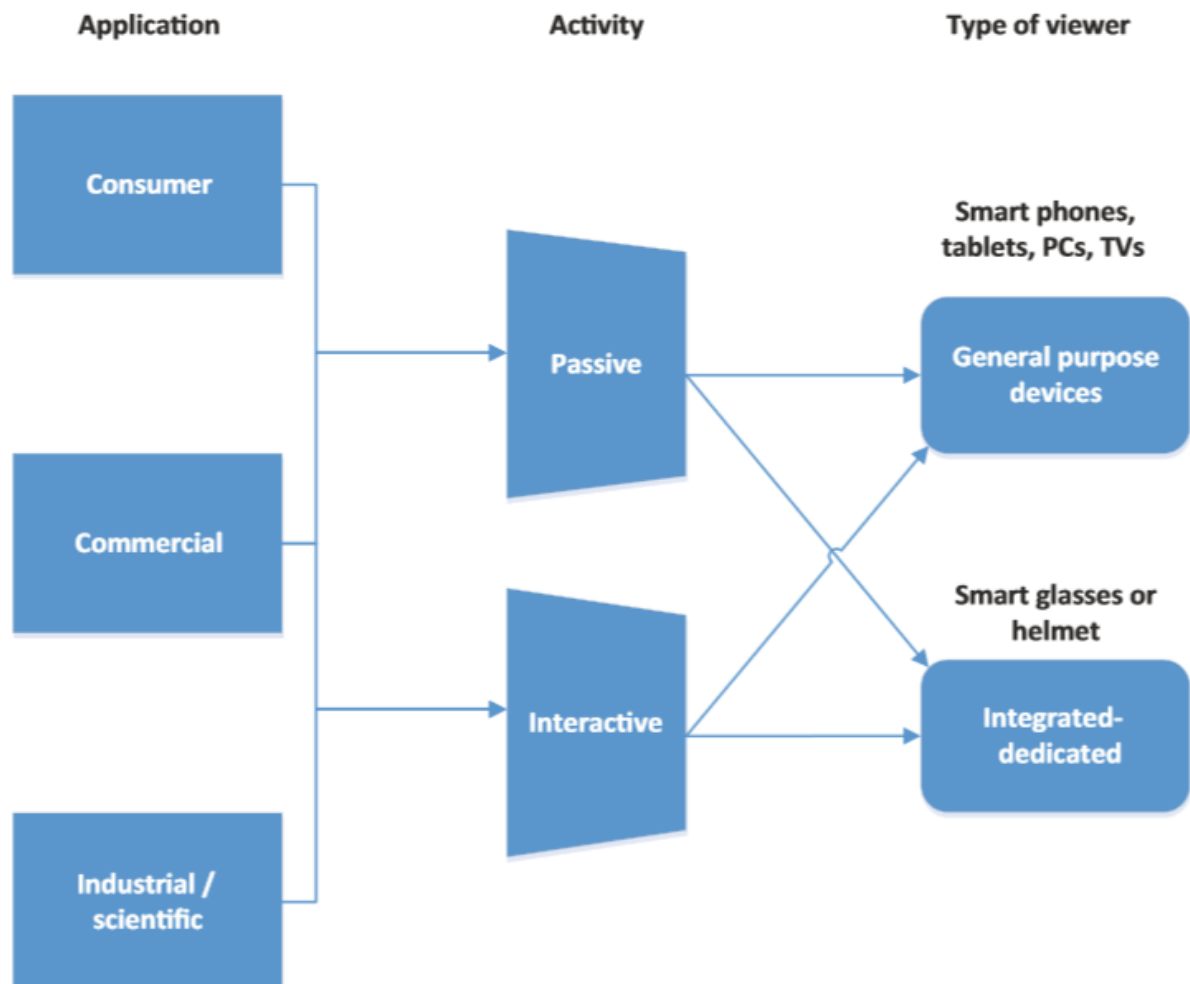
Augmented Reality memungkinkan setiap jenis informasi digital—video, foto, tautan, game, dan lain-lain.—untuk ditampilkan di atas item dunia nyata saat dilihat melalui lensa perangkat seluler atau perangkat yang dapat dikenakan.

Konsep komputer yang dapat dipakai atau antarmuka komputer pribadi telah dibahas sejak akhir 1950-an, pertama dalam fiksi ilmiah, kemudian sebagai teknologi

Pengembangan konsumen. Melalui elektronik mikro-miniatur, sensor dan tampilan, komunikasi yang selalu terhubung, dan teknik manufaktur modern, peralatan, perangkat yang dapat dikenakan, terhubung, dan tambahan mengubah hidup kita selamanya, dan menjadi lebih baik.

Augmented Reality dapat menggunakan model 3D dunia di sekitar kita dari kumpulan data yang dihasilkan sebelumnya dan/atau dari sensor pemindaian di headset, helm, atau kacamata augmented reality. Augmented Reality menghasilkan representasi 3D yang luas dari kumpulan data yang dapat mengarah pada penemuan luar biasa dari hubungan yang kompleks.

Teknologi visualisasi dengan antarmuka yang mudah digunakan telah memperkenalkan cara baru dan inovatif untuk melihat dan berinteraksi dengan kumpulan data besar melalui perangkat ringan portabel; perangkat yang terlihat seperti kacamata matahari biasa, atau kacamata korektif.



Gambar 1.9 Augmented Reality menggunakan berbagai perangkat dan digunakan dalam berbagai aplikasi

Augmented Reality sering dikaitkan dengan penemuan visual, yang pada gilirannya didefinisikan sebagai teknologi yang memenuhi keingintahuan pengguna tentang dunia di sekitar mereka dengan memberi mereka informasi dan konten yang relevan ketika objek dan gambar di bidang pandang dipilih. Penemuan visual membutuhkan tampilan awal atau lapisan

informasi untuk muncul secara instan, dengan menarik tautan paling relevan yang terkait dengan objek yang diperiksa. Informasi dapat berasal dari penyimpanan lokal, atau melalui tautan ke web. Di beberapa aplikasi dengan AI dan jaringan saraf, semakin banyak orang yang menggunakan aplikasi, semakin pintar mengantisipasi permintaan atau kebutuhan pengguna.

### 1.7.2 Internet of Things

Internet of Things (IoT) adalah sistem perangkat komputasi yang saling terkait, mesin mekanis dan digital, objek, hewan, atau manusia yang dilengkapi dengan pengidentifikasi unik dan kemampuan untuk mentransfer dan menerima data melalui jaringan tanpa memerlukan manusia ke manusia atau interaksi manusia ke komputer.

- ***Wearables***

Wearables adalah perangkat portabel yang mengumpulkan dan/atau mengirimkan informasi kepada orang yang memakainya. Jam tangan pintar, dan pelacak aktivitas adalah contohnya. Kamera tubuh, contoh lainnya adalah perangkat GPS pribadi. Perangkat yang dapat dikenakan yang memiliki kemampuan koneksi Wi-Fi atau internet adalah bagian dari alam semesta IoT.

- ***Kacamata cerdas and Augmented Reality (Smart Glasses)***

Kacamata cerdas dan perangkat Augmented Reality yang terhubung ke jaringan atau Wi-Fi, atau bahkan sinar biru ke perangkat lain (yang mungkin terhubung ke beberapa jaringan) adalah perangkat yang dapat dikenakan yang terhubung, sehingga subjek perangkat yang dapat dikenakan yang pada gilirannya merupakan bagian dari IoT.

Oleh karena itu, seseorang dapat menggambarkan perangkat Augmented Reality sebagai perangkat IoT, dan/atau perangkat yang dapat dikenakan yang terhubung. Augmented Reality sebenarnya pada awalnya disebut komputasi yang dapat dikenakan oleh perintis seperti Steve Mann, Jaron Lanier, dan lainnya pada awal 1980-an dan tidak diberi label augmented kenyataan sampai tahun 1990 oleh Thomas P. Caudell, dan David Mizella saat berada di Boeing.

- ***Augmented Reality***

Perangkat Augmented Reality yang menambahkan informasi pada pandangan Anda tentang lingkungan Anda berbeda dari menggunakan perangkat seperti smartphone untuk memberi Anda informasi tentang lokasi atau lingkungan Anda, atau bahkan tujuan Anda. Ponsel Anda memberi Anda lokasi, petunjuk arah dan/atau informasi ke mana Anda ingin pergi dan akan memberi Anda gambar tujuan Anda. Itu bukan augmented reality, itu hanya peta 2D yang canggih. Memang, tempat-tempat menarik dan informasi lain mungkin juga tersedia, dan itu menambah isi informasi peta secara keseluruhan. Dan karena ponsel Anda dapat menemukan Anda, informasi tentang tujuan Anda, dan tempat menarik akan berubah saat Anda pindah.

### 1.7.3 Jenis Augmented Reality

Perbedaan antara Mixed Reality versus Augmented Reality dan realitas kognitif, sebagian besar merupakan masalah semantik, tetapi sangat penting bagi beberapa orang yang bekerja di lapangan. Dalam definisi yang paling luas, Augmented Reality dapat memiliki data yang dihiperkan di dunia nyata dari sumber digital, video, game, model 3D, atau informasi yang diambil secara lokal. Mixed Reality memiliki pengetahuan khusus tentang dunia Anda dan di mana segala sesuatunya berada. Realitas kognitif dapat menggunakan kecerdasan buatan, analisis dari proses pembelajaran yang mendalam, dan jaringan saraf.

- **Mixed Reality**

Mixed reality (MR) dalam dunia virtual reality atau simulasi mengacu pada kombinasi atau penggabungan lingkungan virtual bersama-sama dengan lingkungan nyata di mana keduanya dapat hidup berdampingan. Terkadang orang juga menyebutnya sebagai “Hybrid Reality”.

Dalam Mixed Reality, pengguna dapat menavigasi melalui dunia nyata dan lingkungan virtual dengan mulus, dan secara bersamaan. Objek virtual diposisikan secara akurat di ruang dunia nyata. Jika seseorang bergerak ke arah suatu objek, itu akan menjadi lebih besar dan sebaliknya. Dan ketika seseorang bergerak di sekitarnya, objek virtual terlihat dari sudut dan perspektif yang berbeda—sama seperti perilaku objek nyata. Beberapa orang menggambarkan pengalaman melihat objek holografik.

Pengguna dapat memanipulasi objek virtual dalam Mixed Reality. Pengguna dapat berinteraksi dengan konsep mereka dalam bentuk objek virtual seolah-olah mereka ada di depan mereka.

Seperti augmented reality, Mixed Reality menggunakan beberapa teknologi. Untuk membangun sistem Mixed Reality, Anda harus mengganti tampilan dunia nyata terbuka yang didapat dengan kacamata cerdas atau helm (atau HUD) Augmented Reality dengan tampilan kamera karena layar tampilan (biasanya smartphone) menghalangi pandangan Anda. Dan untuk mengatasi perasaan melihat melalui tabung kertas toilet, Anda perlu memperluas FOV perangkat kamera. Oleh karena itu, pengembang menambahkan lensa mata ikan ke rakitan di depan kamera depan smartphone beresolusi tinggi.

Beberapa contoh teknologi Mixed Reality adalah HoloLens Microsoft, Magic Leap, Occipital, dan Sistem MREAL Canon. Beberapa berpendapat bahwa HoloLens berada di bawah kategori augmented reality, Microsoft, mungkin karena alasan pemasaran dan diferensiasi produk, bersikeras bahwa itu harus berada di bawah domain Mixed Reality.

Pendekatan lain untuk Mixed Reality adalah pendekatan Augmented Reality yang diproyeksikan yang diambil oleh CastAR, di mana sepasang kacamata rana 3D dengan lensa terpolarisasi digabungkan dengan proyektor pico 720p yang menghadap ke depan dan dipasang di kepala. Proyektor menampilkan gambar 3D pada lingkungan sekitar pemirsa.

Sistem ini menciptakan gambar seperti hologram, yang dapat menjadi unik bagi setiap pemirsa dalam apa yang disebut perusahaan sebagai "Realitas Proyeksi". Sebuah kamera kecil ditempatkan di antara proyektor untuk memindai penanda identifikasi infra merah yang ditempatkan pada permukaan pemantulan khusus. Gambar memantul dari permukaan retro-reflektif kembali ke mata pemakainya.

Pendekatan ini membuat mata pemirsa tetap fokus secara alami (tidak diperlukan ketegangan mata atau optik mata dekat). Ini memungkinkan banyak orang untuk melihat permukaan secara bersamaan. Kacamata ini memiliki sensor kamera yang melacak titik-titik dioda pemancar cahaya inframerah (LED) di dunia fisik ke dalam data titik (alias titik-awan).

Ada tag identifikasi frekuensi radio (RFID) yang berada di bawah permukaan reflektif. Objek apa pun yang juga dilengkapi dengan tag RFID dapat dilacak di seluruh permukaan dengan akurasi tingkat sentimeter dan diidentifikasi secara unik.

#### **1.7.4 Perbedaan Antara Augmented Reality dengan Virtual Reality**

Walaupun sering digunakan secara bergantian, Virtual Reality dan Augmented Reality bukanlah hal yang sama. Juga, yang satu bukan bagian dari yang lain, dan satu-satunya atribut yang mereka miliki bersama adalah istilah "kenyataan." Mereka memang berbagi beberapa teknologi yang mendasarinya, tetapi menawarkan pengalaman yang sangat berbeda.

Virtual Reality membawa Anda ke dunia yang dihasilkan komputer yang sepenuhnya terisolasi, biasanya dengan hanya tiga derajat kebebasan (3DOF), sementara Augmented Reality memberi Anda informasi visual tambahan yang dihamparkan di dunia di sekitar Anda, dan enam derajat kebebasan (6DOF).

Dari perspektif grafis, Augmented Reality secara fungsional mirip dengan virtual reality, dengan perbedaan utama adalah layar transparan untuk memungkinkan pemakainya melihat tampilan sebenarnya dan overlay yang diberikan komputer. Namun, Augmented Reality memiliki persyaratan tambahan dalam optik dan pelacakan yang membuatnya menjadi tugas yang lebih sulit untuk dilakukan dengan baik. Augmented Reality seperti yang dijelaskan di atas menempatkan data dan objek yang dihasilkan komputer pada pandangan dunia nyata pengguna. Virtual Reality menciptakan lingkungan buatan dan benar-benar mengaburkan dunia nyata.

- ***Virtual Reality membawa Anda sepenuhnya keluar dari realitas aktual, sedangkan Augmented Reality meningkatkan realitas Anda yang sebenarnya.***

Virtual Reality dan Augmented Reality digunakan untuk pelatihan, pendidikan, dan hiburan, tetapi Augmented Reality memiliki kemampuan untuk memungkinkan Anda melihat data yang ditumpangkan pada objek, diagram, dan instruksi yang dihamparkan pada peralatan yang memerlukan perbaikan atau pemeliharaan, atau lokasi perubahan yang diusulkan pada dapur di atas dinding dan ruangan yang ada. Sebagian besar setuju bahwa kemampuan tambahan ini akan menguasai pangsa pasar yang lebih besar setelah detail teknis diselesaikan.

Dalam Augmented Reality, komputer menggunakan sensor dan algoritma lokasi, gerakan, dan orientasi untuk menentukan posisi dan orientasi kamera. Teknologi Augmented Reality kemudian membuat grafik 3D seperti yang terlihat dari sudut pandang kamera, menempatkan gambar yang dihasilkan komputer di atas pandangan pengguna tentang dunia nyata. Seperti disebutkan di atas, Augmented Reality dimungkinkan digunakan dengan smartphone, helm, tablet, PC, atau kacamata. Virtual Reality hanya menggunakan tampilan yang dipasang di kepala, dan yang tidak memberikan pandangan langsung ke dunia nyata; namun, tampilan yang dipasang di kepala bisa sesederhana Google's Cardboard.

Karena pemakai headset Augmented Reality dapat melihat objek nyata, pelacakan dan informasi posisi menjadi lebih penting. Pertimbangan untuk melihat meja dengan vas yang dihasilkan dari Augmented Reality di atasnya. Vas yang bergerak masuk dan keluar dari meja, atau bergetar saat meja diam akan sangat mengganggu dan merusak efeknya. Saat Anda berjalan lebih dekat ke meja, Anda mengharapkan semuanya cocok dalam hal perspektif, penskalaan, dan perubahan oklusi seolah-olah objek yang dihasilkan komputer benar-benar berada di atas objek nyata. Ini membutuhkan pelacakan yang mulus, kesadaran akan posisi objek nyata dan kemampuan untuk bersaing dengan pencahayaan sekitar dan pembuatan gambar yang sangat cepat dan akurat. Jika tidak, pemetaan distorsi optik, rendering objek, dan atribut geospasial citra komputer secara fungsional identik untuk Virtual Reality dan Augmented Reality.



Solusi optik sangat penting untuk keberhasilan dalam penggabungan adegan virtual dan nyata. Jika mata terfokus pada bayangan layar maya, kemudian melihat objek yang berjarak empat meter, maka akan terjadi ketidaksesuaian antara fokus tersebut. Itu akan membuat pengguna keluar dari ilusi. Masalah itulah yang diharapkan akan dikelola oleh tampilan bidang cahaya yang sesuai dengan panjang fokus yang tampak.

Sementara kebanyakan orang tidak memiliki keahlian teknis yang cukup untuk menjelaskan mengapa berbagai solusi Augmented Reality tidak bekerja, mereka mampu memutuskan apakah itu tidak bekerja untuk mereka dalam hitungan detik.

- ***Itulah perbedaan utama lainnya antara Augmented Reality dan virtual reality—panjang fokus. Dalam Virtual Reality, mereka pada dasarnya bukan satu. Dalam augmented reality, itu sangat penting.***

Satu hal lagi tentang perbedaan antara Augmented Reality dan virtual reality—dalam Augmented Reality Anda selalu dapat melihat tangan, kaki, dan bagian lain dari tubuh Anda. Dan meskipun tidak sepenuhnya mustahil, tidak ada yang mengeluh penyakit augmented reality.

Komentator [28, 29] telah mengamati bahwa hal yang paling menarik tentang virtual reality adalah itu adalah batu loncatan untuk augmented reality-teknologi revolusioner yang sebenarnya.

- ***Modalitas Ganda***

Beberapa supplier dan pengamat industri telah menyarankan headset dengan modalitas ganda, yaitu bisa menjadi headset Augmented Reality dan Virtual Reality.

Yang paling dekat dengan modalitas ganda seperti itu, adalah headset Virtual Reality dengan kamera, tetapi inipun tidak sempurna karena menghalangi penglihatan tepi Anda.

Planetarium adalah pengalaman Virtual Reality (pasif), CAVE (Cave Automatic Virtual Environment/Lingkungan Virtual Gua Otomatis) adalah pengalaman Virtual Reality interaktif. Saya memberi tahu audiens, dan klien, headset Virtual Reality adalah CAVE di wajah Anda.

Simulator yang dirancang dengan baik adalah pengalaman Virtual Reality, dan interaktif.

iMAX mendekati pengalaman Virtual Reality pasif.

Adapun video 360, itu memang virtual reality. Yang membedakan adalah jenis kontennya. Video 360 bersifat pasif, sedangkan game bersifat interaktif. Jika Anda melibatkan salah satunya dalam lingkungan pemirsa yang benar-benar tidak jelas, itu adalah Virtual Reality.

### **1.7.5 Augmented Reality (AR) lebih disukai daripada Virtual Reality (VR)**

Pada akhir 2016 Qualcomm melakukan survei terhadap konsumen dalam kelompok fokus di AS dan China untuk menilai sikap dan kesadaran mereka terhadap Augmented Reality dan virtual reality. Kelompok fokus merasa Augmented Reality berlabuh pada penggunaan praktis, tetapi dapat menyeberang ke kesenangan.

Konsumen pada umumnya memiliki kesadaran yang kurang terhadap Augmented Reality (tidak seperti virtual reality).. Dalam persepsi awal dan pusat nilai pada kehidupan sehari-hari

dan pembelajaran praktis, Augmented Reality dianggap sebagai teknologi yang jauh lebih keren.

Ketika kelompok dibuat lebih fokus, akhirnya mereka sadar akan augmented reality, mata mereka terbuka, dan mereka berkomentar bahwa "*kemungkinan tidak terbatas*" dan keserbagunaannya terasa "*tak terbatas*". Sehingga, saat ada pemahaman yang lebih jelas tentang aplikasi luas dari augmented reality, minat dan kegembiraanpun melonjak.

Di Cina, Augmented Reality dianggap sebagai Baidu 3D (mesin pencari Cina seperti Google) yang dapat mengurangi kebutuhan untuk mencari sesuatu. Pengguna arus utama merasa lebih nyaman dengan Augmented Reality dan melihatnya sebagai pengantar untuk belajar VR.

Karena kelompok lebih fokus melihat peran Augmented Reality dan virtual reality dalam kehidupan mereka, mereka ingin menggabungkan VR & Augmented Reality ke dalam satu perangkat. Namun, kacamata harus ringan dan terlihat "normal", terutama bagi yang tidak memakai kacamata.

## 1.8 Kesimpulan

Augmented Reality akan benar-benar mengubah sektor pendidikan mulai dari pelatihan olahraga hingga pendidikan remedial. Head-up display (HUD) di mobil, bus, dan helm sepeda motor akan menjadi hal yang biasa, dan membuat kita tidak nyaman saat tidak tersedia. Responden pertama akan dapat melihat dan mengantisipasi hambatan. Hiburan akan berkembang ke tingkat baru yang menarik, imersif, dan menakutkan. Terjemahan visual real-time akan digunakan setiap hari. Bermain game akan menjangkau seluruh dunia dan di seluruh dunia, dan operasi medan perang militer akan lebih memetakan dan efektif. Ahli bedah akan mengoperasikan dan mendiagnosis dari jarak jauh, dan kami akan mengunjungi museum, rumah baru yang potensial, dan pemandangan perjalanan yang menakutkan yang sebelumnya tidak dapat kami jangkau.

## 1.9 Referensi

1. The Minority Report, originally published in "Fantastic Universe," (1956).
2. <http://www.smithsonianmag.com/history-archaeology/A-Brief-History-of-the-Teleprompter-175411341.html>
3. Wearable Computing and the Veillance Contract: Steve Mann at TEDxToronto. <https://www.youtube.com/watch?v=z82Zavh-Nhl>
4. <http://www.augmentedreality.org/smart-glasses-report>
5. <http://www.gartner.com/newsroom/id/2618415>
6. <https://www.ericsson.com/assets/local/networked-society/consumerlab/reports/ten-hot-consumer-trends-2017-ericsson-consumerlab.pdf>
7. Lawrence, W. K. (2015, January 1). Learning and personality: The experience of introverted reflective learners in a world of extroverts. Newcastle upon Tyne: Cambridge Scholars Publishing. ISBN 9781443878074.
8. Stephenson, N. (1992, June). Snow crash. New York: Bantam Books.
9. <https://blog.metavision.com/how-neuroscience-based-ar-can-improve-workplace-performance>
10. [http://www.startrek.com/database\\_article/star-trek-the-animated-series-synopsis](http://www.startrek.com/database_article/star-trek-the-animated-series-synopsis)
11. [https://en.wikipedia.org/wiki/The\\_Matrix](https://en.wikipedia.org/wiki/The_Matrix)

12. <http://www.openculture.com/2014/02/philip-k-dick-theorizes-the-matrix-in-1977-declares-that-we-live-in-a-computer-programmed-reality.html>
13. [https://en.wikipedia.org/wiki/Minority\\_Report\\_%28film%29](https://en.wikipedia.org/wiki/Minority_Report_%28film%29)
14. [https://en.wikipedia.org/wiki/They\\_Live](https://en.wikipedia.org/wiki/They_Live)
15. [https://en.wikipedia.org/wiki/Philip\\_K.\\_Dick](https://en.wikipedia.org/wiki/Philip_K._Dick)
16. <https://gamesalfresco.com/about/>
17. <https://gamesalfresco.com/2008/12/04/9-movies-that-will-inspire-your-next-augmented-reality-experience/>
18. Milgram, P. Takemura, H., Utsumi, A., Kishino, F. (1994). "Augmented reality: A class of displays on the reality-virtuality continuum" (pdf). Proceedings of Telemanipulator and Telepresence Technologies (pp. 2351–34).
19. Mann, S. (1999, March). Mediated reality: university of Toronto RWM project. Linux Journal, 59.
20. Mann, S. (1994). Mediated reality (Technical Report 260). Cambridge, MA: MIT Media Lab, Perceptual Computing Group.
21. Mann, S., & Fung, J. (2001, March 14–15). Videoorbits on EyeTap devices for deliberately diminished reality or altering the visual perception of rigid planar patches of a real world scene. Proceedings of the Second IEEE International Symposium on Mixed Reality (pp. 48–55).
22. <https://vimeo.com/166807261>
23. Keynote—Steve Mann: Code of Ethics: Virtuality, Robotics & Human Augmentation, (VRTO) Virtual & Augmented Reality World Conference & Expo 2016, Pages 1 and 9–13, <http://wearcam.org/vrto/vrto2016.pdf>
24. Minsky, Kurzweil, & Mann. (2001 June). Sensory Singularity. The Society of Intelligent Veillance, IEEE.
25. <https://www.artefactgroup.com/articles/mixed-reality-without-rose-colored-glasses/>
26. Asimov, I. (1950). I, Robot. New York: Doubleday & Company
27. Augmented Reality in: Encyclopedia Britannica 2010. <http://www.britannica.com/technology/augmented-reality> [13 May 2016].
28. Landgrebe, M. (2016, October 12). The future looks bright (and pretty augmented). Study Breaks Texas State University. <http://studybreaks.com/2016/10/12/augmented-reality-isnt-future-stepping-stone/>
29. Niu, E. (2016, October 14). Apple, Inc. Is more interested in Augmented Reality than virtual reality. The Motely Fool. <http://www.fool.com/investing/2016/10/14/apple-inc-is-moreinterested-in-augmented-reality.aspx>

## BAB 2 JENIS AUGMENTED REALITY

### 2.1 Pendahuluan

Salah satu bagian terpenting dari Augmented Reality adalah kemampuan pengguna untuk melihat lingkungannya. Namun, perangkat Augmented Reality juga harus "melihatnya", dan itu melibatkan sistem penglihatan berbasis komputer. Augmented Reality adalah bidang yang sangat beragam, kuat, dan rumit, dan jika pernah ada industri di mana satu ukuran tidak cocok untuk semua, itu adalah arena augmented reality.

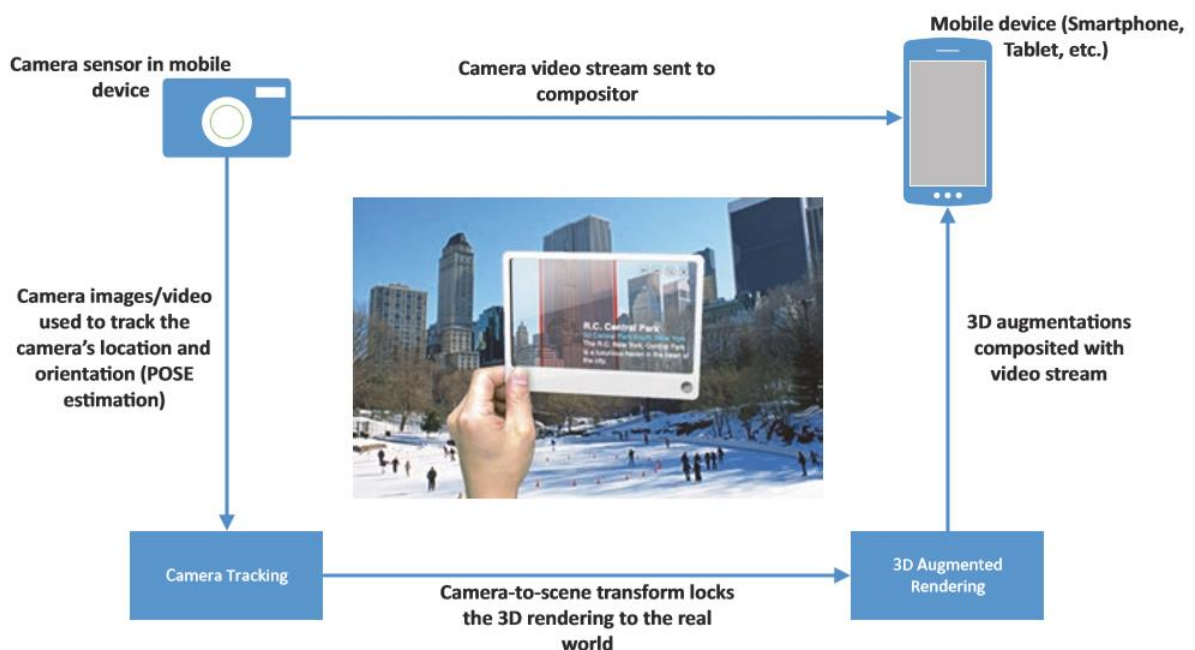
Ada tujuh sistem augmented reality: helm, kacamata cerdas tampilan head-up (Terintegrasi, dan add-on), proyeksi, khusus, dan lainnya.

Beberapa kacamata menggunakan audio sebagai penyajian informasi (termasuk navigasi). Lainnya, lagi-lagi menyebut diri mereka sebagai menawarkan Augmented Reality kacamata cerdas hanya menawarkan kamera tertanam dalam bingkai kacamata.

### 2.2 Jenis Sistem Augmented Reality

Salah satu bagian terpenting dari Augmented Reality adalah kemampuan pengguna untuk melihat lingkungannya. Namun, perangkat Augmented Reality juga harus "melihatnya", dan itu melibatkan sistem penglihatan berbasis komputer (Gambar 2.1).

Kamera yang dipadukan dengan tampilan adalah konfigurasi yang menarik. Pengaturan semacam itu memberikan umpan balik berbasis visi yang secara efektif menutup loop antara proses pelokalan dan tampilan. Ini juga mengurangi kebutuhan akan prosedur kalibrasi yang berat. Tapi, apa yang seharusnya, atau akan menjadi perangkat tampilan. Kami memiliki beberapa pilihan, seperti yang dijelaskan di bagian berikut. Semua tampilan yang digunakan dalam sistem Augmented Reality, yang dapat dikenakan (yang dikecualikan menurut definisi perangkat seluler seperti ponsel pintar, tablet, dan notebook) biasanya disebut tampilan tembus pandang, dekat dengan mata, atau NED.



Gambar 2.1 Augmented Reality berbasis visi

### 2.2.1 Taksonomi Augmented Reality

Augmented Reality adalah bidang yang sangat beragam, kuat, dan rumit, dan jika pernah ada industri di mana satu ukuran tidak cocok untuk semua, itu adalah arena augmented reality.

Pada level tinggi, dimulai dengan dua kategori utama: wearable dan non-wearable (perangkat portabel atau stasioner). Wearable termasuk headset, helm, dan lensa kontak satu hari. Non-wearable termasuk perangkat seluler (smartphone, tablet, notebook, senjata, dan lain-lain.), perangkat stasioner (TV, PC, drama, dan lain-lain.), dan tampilan head-up (terintegrasi atau dipasang kembali).

Diagram pada Gambar. 2.2 menguraikan taksonomi bidang augmented reality.

Saya akan mencoba untuk mendefinisikan dan memberikan contoh berbagai perangkat untuk kategori ini, yang telah menantang. Pada saat penulisan ini ada 80 perusahaan yang membuat satu jenis atau perangkat Augmented Reality lainnya, dan saya ragu saya menemukan semua yang militer. Buku ini tidak dimaksudkan untuk menjadi survei supplier karena mereka akan datang dan pergi, dan semoga buku ini tetap relevan dan berguna di luar gejalak industri.

Ron Padzensky, yang menjalankan situs blog tentang Augmented Reality yang disebut, Augmera [1], mengklasifikasikan ulang hal di atas dan menciptakan taksonomi yang sangat berorientasi pada perangkat keras (Gambar 2.3).

Dan segmentasi atau taksonomi lain adalah perangkat itu sendiri. Augmented Reality dapat dialami di atau pada perangkat Augmented Reality khusus, atau perangkat non-khusus seperti TV, ponsel, tablet, dan PC.

Dalam sistem Augmented Reality tembus pandang visual khusus, ada tujuh kelas:

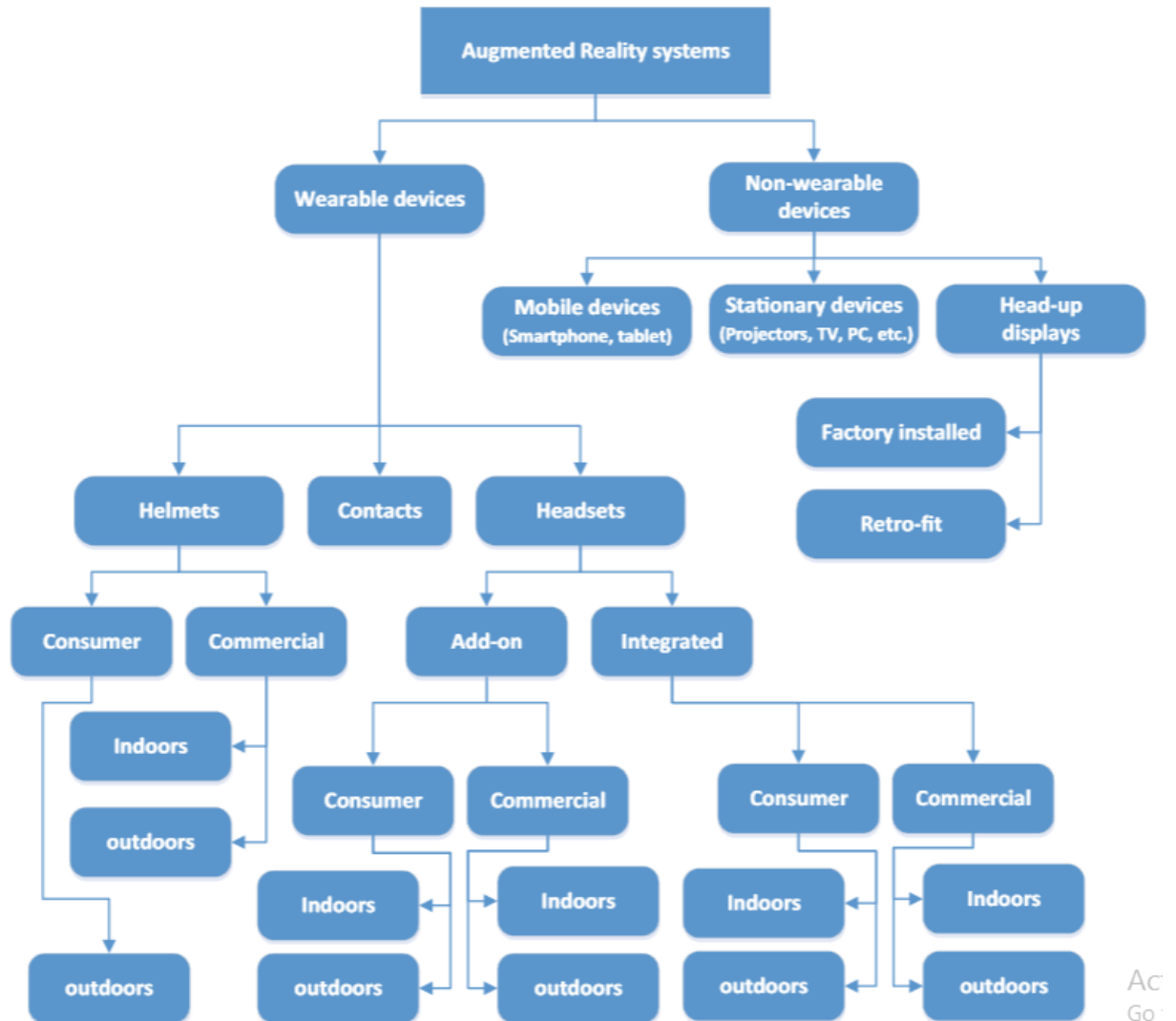
- Contact lens
- Helmet
- Head-up Display (HUD)
- Headset (Smart-glasses)
  - Integrated Indoors Outdoors
  - Add-on display and system for conventual, sun, or safety glasses Indoors Outdoors
- Projectors (other than HUD)
- Specialized and other (e.g., health monitors, weapons, etc.)

Berikut ini adalah daftar (dalam urutan abjad) contoh kelas utama penglihatan visual melalui perangkat Augmented Reality khusus.

Ronald Azuma yang dikreditkan dengan mendefinisikan tiga elemen utama dari Augmented Reality memiliki taksonomi lain [2]:

1. Head-Mounted-Displays (HMD)
  - a. Berbasis LCD, dikenakan di kepala
  - b. Layar retina virtual
2. Layar genggam
  - a. Layar LCD panel datar dengan kamera terpasang
3. Layar proyeksi
  - a. Memproyeksikan informasi virtual langsung pada benda fisik

- b. Proyektor yang dipasang di kepala atau tetap di dalam ruangan benda dengan permukaan khusus yang memantulkan cahaya
- c. Gambar yang diproyeksikan hanya terlihat sepanjang garis proyeksi



Gambar 2.2 Taksonomi augmented reality

Agaknya 3.c dapat mencakup HUD. Sedangkan Steve Mann dalam bukunya: *Intelligent Image Processing* (Wiley 2001) mengemukakan sebagai berikut:

Augmented Reality harus:

- a. Orthospasial (mampu memetakan sinar cahaya maya secara kolinear dengan sinar cahaya nyata);
- b. Ortotonal;
- c. Orthotemporal (interaktif secara real-time).

Mann berkata, “Mediator realitas yang ideal adalah yang mampu menghasilkan ilusi transparansi atas beberapa atau semua bidang pandang visual, dan dengan demikian memenuhi semua kriteria di atas.”

Berikut ini adalah beberapa contoh jenis produk yang membentuk pasar augmented reality.



### 2.2.3 Helmet

Dalam hal helm, saya mengklasifikasikan perangkat sebagai helm jika menutupi telinga, kepala, dan sebagian besar wajah pengguna (Gambar 2.4). Beberapa perangkat yang saya masukkan ke dalam kategori kacamata cerdas terintegrasi berukuran cukup besar dan terlihat seperti helm mini sehingga semua orang mungkin tidak setuju dengan klasifikasi saya (Gambar 2.5).

Seperti dalam semua kategorisasi, perbedaan dapat kabur dan tumpang tindih, yang terkadang dapat menyebabkan kebingungan bagi seseorang yang baru mengenal industri ini. Atau dalam beberapa situasi mungkin saja sesuai dengan pengembang, atau pengguna untuk merujuk ke perangkat dengan cara tertentu untuk komunikasi yang lebih mudah. Tidak ada aturan keras dalam klasifikasi ini, hanya generalisasi.



Gambar 2.4 Ini adalah helm (Sumber: Daqri)



Gambar 2.5 Ini bukan helm, tapi kacamata cerdas terintegrasi AR HMD (sumber: Caputer)



## 2.2.4 Head-Up Display

Dalam hal tampilan head-up, saya hanya mempertimbangkan sistem tambahan atau retrofit, bukan sistem yang dipasang pabrik oleh produsen kendaraan. Adopsi tampilan head-up di mobil cepat dan sulit dilacak. Mobil-mobil kelas atas dari Audi, BMW, Cadillac, Lexus, Mercedes, dan lainnya telah menyadarkan konsumen, serta legislator yang mengusulkan untuk diamankan.

Tampilan head-up retro-fit biasanya merupakan perangkat berbiaya rendah yang terhubung ke konektor sistem diagnostik on-board (OBD2) mobil dan/atau terhubung melalui bluetooth ke smartphone. Perangkat tersebut duduk di dasbor, dan memproyeksikan kecepatan kendaraan, kecepatan mesin, suhu air, tegangan baterai, konsumsi bahan bakar seketika, konsumsi bahan bakar rata-rata, pengukuran jarak tempuh, pengingat shift (jika diperlukan), dan kondisi peringatan lainnya dan memproyeksikannya ke dalam permukaan kaca depan (Gambar 2.6).



Gambar 2.6 Tampilan head-up Car A8 Universal 5.5" Kshioe (Sumber: Amazon)

Contoh lainnya adalah yang menggunakan aplikasi smartphone yang menampilkan informasi kecepatan dan navigasi kendaraan, tersedia untuk sistem operasi Android dan iOS. Pada gambar berikut, Anda dapat melihat pengguna (Gambar 2.7).

Ada informasi tambahan tentang tampilan head-up untuk pesawat di bagian "Pesawat", bagian "Pesawat", dan otomotif di bagian, "Berjalan dan Mengemudi", bagian "Berjalan dan mengemudi".

Perlu dicatat, HUD tidak hanya dapat digunakan pada mobil, akan tetapi juga digunakan dalam bus, truk, dan bahkan kapal.



Gambar 2.7 Hudway Glass yang menawarkan navigasi dan informasi kecepatan dari smartphone (Sumber: Hudway).

### 2.2.5 Smart Glasses

Seperti disebutkan sebelumnya, saya telah membagi suplier kacamata cerdas menjadi terintegrasi dan tambahan, dan kedua kategori tersebut dibagi lagi berdasarkan kemampuan atau desainnya untuk digunakan di dalam ruangan, atau di luar ruangan. Jelas di dalam ruangan adalah bagian tersirat dari luar ruangan, namun, ada beberapa kacamata cerdas konsumen yang terintegrasi dengan kacamata hitam dan tidak pantas untuk dipakai di dalam ruangan.

### 2.2.6 Smart Glasses Terintegrasi

Perbedaan antara perangkat Augmented Reality tambahan, dan perangkat terintegrasi mungkin tampak sewenang-wenang. Perbedaan yang saya buat adalah jika perangkat dapat dipasang, atau dikenakan dengan kacamata biasa, itu adalah perangkat tambahan. Jika termasuk dan lensa terintegrasi dan elemen lainnya (seperti mikrofon, kamera, atau earphone) maka itu dianggap sebagai kacamata cerdas terintegrasi, headset augmented reality.

- **Indoor dan Outdoor**

Saya telah membagi bagian kacamata cerdas terintegrasi lagi menjadi konsumen dan komersial, dan kacamata ke dalam dan luar ruangan. Ini adalah perbedaan penting. Pertimbangkan headset olahraga seperti Intel's Recon. Namun, untuk kacamata Augmented Reality yang memiliki teknologi pengukuran kedalaman/jarak waktu terbang, seperti

Microsoft Hololens, sensornya bergantung pada cahaya tidak tampak yang tidak sesuai dengan UV di luar ruangan (dan juga dapat terpengaruh di dalam ruangan oleh sinar matahari yang masuk. jendela). Dalam kasus lain, tampilan mungkin tidak cukup terang untuk mengatasi cahaya sekitar dari luar.

- **Konsumen**

Kacamata cerdas dapat sangat bervariasi dari jenis kacamata konsumen yang lebih baru yang ditawarkan oleh perusahaan seperti GlassUp's UNO, Laforge Shima, dan Ice's Theia. Perangkat ini memiliki OS kecil real-time dan berkomunikasi melalui BTLE (Bluetooth hemat energi) dengan ponsel cerdas (atau tablet) apa pun yang menjalankan Android atau iOS. Ini menampilkan kepada pengguna segala jenis pesan yang telah diuraikan oleh smartphone, dan menggunakan GPS smartphone, gyro, akselerator, dan sensor lainnya (Gambar 2.8).

Kacamata cerdas konsumen bertenaga baterai ponsel, dan terlihat dekat jika tidak persis seperti kacamata biasa. Beberapa versi konsumen dari kacamata cerdas memiliki kotak atau paket kecil, biasanya seukuran smartphone, dihubungkan dengan kabel tipis ke kacamata. Kotak itu dikenakan di ikat pinggang atau di saku.



Gambar 2.8 Kacamata Augmented Reality konsumen UNO GlassUp (GlassUp)

Termasuk dalam kategori konsumen adalah kacamata cerdas yang dirancang untuk fungsi tertentu seperti olahraga dan olahraga seperti Intel's Recon, dan Kopin Solos. Saya tidak memasukkan Google Glass atau para penirunya sebagai konsumen karena mereka mencolok dan menarik perhatian bagi diri mereka sendiri dan pemakainya, justru kebalikan dari apa yang diinginkan untuk dikenakan di depan umum.

- **Komersial**

Kacamata cerdas lainnya dirancang untuk penggunaan komersial, ilmiah, dan teknik dan lebih kuat, dan biasanya diikat ke komputer melalui tali pusar yang ditambatkan. Perusahaan seperti Atheer Labs, Meta, Osterhout, dan banyak lainnya ada di kelas ini. Dan beberapa perusahaan seperti GlassUp membuat kacamata cerdas konsumen dan komersial.

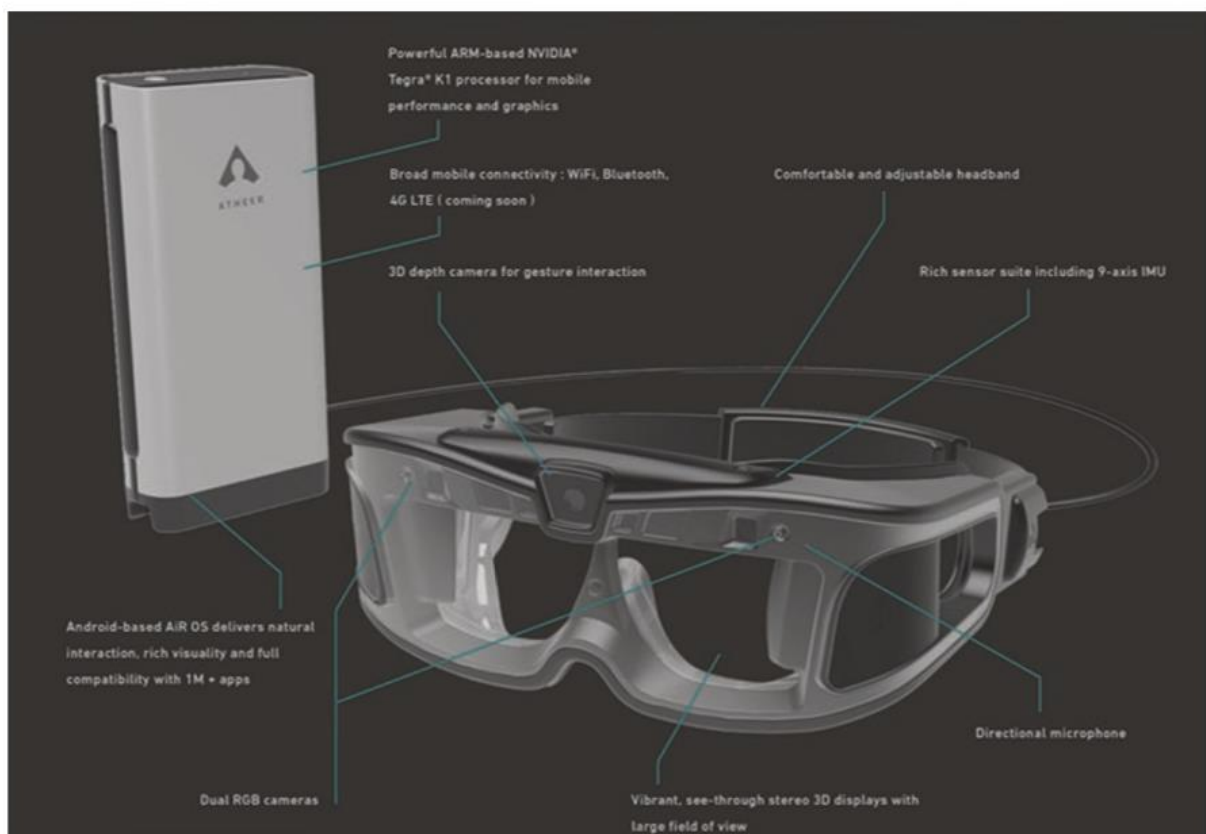
Juga, termasuk dalam kategori ini adalah kacamata cerdas khusus untuk orang dengan gangguan mata atau kebutaan sebagian seperti LusoVU Eyespeak (Gambar 2.9). Layar yang dipasang di kepala Atheer Labs adalah contoh kacamata cerdas terintegrasi karena memiliki penutup telinga di kedua sisi dan memiliki lensa built-in.

- ***Binokular versus Monocular***

Beberapa kacamata cerdas terintegrasi hanya memiliki satu layar (dan semua kacamata cerdas tambahan hanya memiliki satu layar). Teropong memberikan tampilan yang jauh lebih baik dan lebih alami. Seringkali, perangkat bermata dapat menyebabkan sakit kepala, memiliki layar yang menghalangi pandangan daripada overlay, dan lain-lain. Teropong juga memberikan bidang pandang yang lebih besar daripada kebanyakan kacamata bermata.

- ***Kacamata Cerdas Preskripsi***

Beberapa perusahaan telah mengambil satu langkah tambahan dalam pengembangan kacamata cerdas mereka, dan menambahkan lensa ground preskripsi. Salah satu pertanyaan yang sering diajukan oleh produsen kacamata cerdas adalah, “Bisakah saya menggunakannya dengan kacamata saya?”



Gambar 2.9 Ini adalah perangkat terintegrasi yang dipasang di kepala realitas komersial (Sumber: Atheer Labs)

Seperti yang disebutkan kemudian (Laforge bab 6), hingga tulisan ini dibuat, hanya beberapa perusahaan yang menawarkan kacamata Augmented Reality kelas konsumen dengan tampilan normal.

Rochester Optical, sebuah perusahaan optik terkenal yang didirikan pada tahun 1883 oleh William H. Walker [3] (1846–1917) telah menyediakan lensa resep yang dapat digunakan Augmented Reality (AR), Dr. Joseph. T.S, M.Kom

dengan kacamata Augmented Reality perusahaan lain. Pada bulan November 2015, Hong Kong Optical Lens Co., LTD menjalin kemitraan dengan Rochester Optical dalam menawarkan Solusi Cerdas untuk lima jenis kacamata cerdas dan menyediakan pengguna koreksi optik. Rochester Optical telah merancang Solusi Cerdasnya yang dioptimalkan untuk orang-orang yang merasa tidak nyaman saat mengenakan kacamata cerdas. Perusahaan mengembangkan dua jenis kacamata resep. Bingkai yang sangat tipis dan ringan yang dapat digunakan di bawah headset Augmented Reality (dan juga tampilan yang dipasang di kepala virtual reality), dan bingkai khusus yang dapat menerima tampilan Augmented Reality tambahan seperti Recon, Vuzix, Epson, Atheer, dan lainnya.

Jins Mem juga menawarkan jenis kacamata cerdas dalam bingkai konvensional dengan lensa resep. Namun, mereka tidak memiliki kamera, dan terhubung ke aplikasi pendamping di smartphone melalui Bluetooth. Mereka dilengkapi dengan sensor giroskop, akselerometer enam sumbu, dan elektrookulografi (EOG) untuk melacak pergerakan mata. Kacamata cerdas Meme dirancang untuk pelacakan kebugaran dan dapat mengukur postur dan mengidentifikasi saat kelelahan terjadi.



Gambar 2.10 Ini adalah perangkat tampilan Augmented Reality tambahan (Sumber: Garmin)

- **Filter Sinar Biru (Blue Light)**

Ponsel cerdas, tablet, dan layar dalam headset Augmented Reality adalah sumber umum cahaya biru-ungu. Kedekatan dengan mata pengguna meningkatkan dampak bahaya, dan terlalu banyak paparan cahaya biru dapat menyebabkan kelelahan mata, dan berpotensi menyebabkan degenerasi makula dini [4].

Untuk mengatasi masalah ini, lensa telah dirancang agar dapat memblokir cahaya biru-ungu berbahaya yang dipancarkan oleh perangkat digital. Rochester Optical telah menjadikan ini sebagai fitur dari penawaran lensa mereka. Laforge juga menambahkan cahaya biru ke lensa mereka, selain penyaringan UV.

### 2.2.7 Add-On Smart Glasses

Perangkat tampilan Augmented Reality tambahan, seperti Garmin Varia-Vision, dapat dipasang ke kacamata hitam atau kacamata resep (Gambar 2.10).

Tampilan tambahan, atau tampilan retro-fit, biasanya terbatas pada presentasi monokular. Menariknya, supplier tampaknya menyukai mata kanan, mungkin dipengaruhi oleh Google Glass. Namun, EyeTap asli Steve Mann, dikenakan di atas mata kiri.

Perangkat Augmented Reality lainnya seperti lensa kontak dibahas di bagian "Lensa kontak pintar," di bagian 8.7.5.3.

### 2.3 Proyeksi Augmented Reality

Penggunaan proyeksi cahaya khusus yang dapat dilihat melalui beberapa jenis penampil telah dikerjakan sejak awal 2010-an. Diiklankan sebagai holo-sesuatu, dengan implikasi bahwa itu adalah beberapa bentuk atau jenis hologram, dan terinspirasi oleh gambar terkenal di film Star Wars asli (sekarang Episode 4) dengan hologram Putri Leia yang diproyeksikan oleh R2D2 (Gambar 2.11).

Untuk memproyeksikan gambar memerlukan beberapa jenis perangkat atau media reflektif untuk mengirim cahaya (foto) ke mata pemirsa; ruang bebas bukanlah media seperti itu. Namun, kacamata khusus, atau penampil (seperti tablet) bisa. Kacamata/penampil dapat melihat pemandangan dasar, dan menerima informasi virtual, Augmented Reality klasik. Ini bukan holografik, Mixed Reality atau proyeksinya.



Gambar 2.11 Hologram Putri Leia diproyeksikan ke ruang terbuka (Courtesy: Lucasfilm Ltd.)

Untuk menciptakan ilusi, sistem tampilan memerlukan dua informasi: posisi tepat dari permukaan proyeksi dalam ruang 3D, dan posisi mata pemirsa dalam ruang 3D yang sama. Bersama-sama, keduanya memberikan informasi yang cukup untuk mengatur proyeksi perspektif yang benar.

Realview Imaging, Yokneam, Israel, memperkenalkan sistem pencitraan volumetrik 3D pada tahun 2012 yang ditargetkan pada pasar medis untuk visualisasi oleh dokter yang disebut Holoscope. Berdasarkan interferensi akustik, itu efektif, tetapi kecil, dan mahal. Sejak itu perusahaan telah mengembangkan headset Augmented Reality untuk melihat model (Gambar 2.12).

Realview menciptakan beberapa bidang kedalaman pada beberapa jarak secara real time, diproyeksikan secara bersamaan. Menggunakan beberapa rencana mendalam, kata perusahaan, menghilangkan kebingungan vergence. Seperti perusahaan lain (Microsoft, Hololamp, CastAR, dan lain-lain.) istilah hologram digunakan dengan santai, dan keliru, hologram tidak memiliki bidang fokus. Namun, dalam kasus Realview, yang menggunakan depth field/bidang kedalaman, mungkin secara definisi benar. Gambar holografik dari gambar 2D nyata masih merupakan gambar holografik, hanya saja bukan salah satu dari objek 3D.

Seperti yang ditunjukkan oleh Dr. Oliver Kreylos dari University of California di Davis, menyusun gambar holografik dari beberapa irisan objek 3D adalah perkiraan untuk menciptakan gambar holografik dari objek 3D penuh, tetapi masih merupakan gambar holografik yang nyata.

*Menurut entri Wikipedia untuk holografi yang dihasilkan komputer, salah satu algoritma sederhana untuk menghasilkan pola interferensi yang diperlukan, Transformasi Fourier, hanya mampu membuat hologram gambar 2D. Metode lain, hologram sumber titik, dapat membuat hologram objek 3D sewenang-wenang, tetapi memiliki kompleksitas komputasi yang jauh lebih tinggi. Untuk menciptakan ilusi, sistem tampilan memerlukan dua informasi: posisi tepat dari permukaan proyeksi dalam ruang 3D, dan posisi mata pemirsa dalam ruang 3D yang sama. Bersama-sama, keduanya memberikan informasi yang cukup untuk mengatur proyeksi perspektif yang benar.*



Gambar 2.12 Sistem holografi langsung, persepsi mendalam Realview (Realview)



Gambar 2.13 Kacamata Hololamp proyektor Augmented Reality gratis (Hololamp)

Sistem yang lebih terjangkau, cocok untuk digunakan di rumah, adalah yang dikembangkan oleh HoloLamp. Didirikan di Paris Prancis pada awal 2016, perusahaan ini memperkenalkan proyektor Augmented Reality mereka pada awal 2017. Proyektor Sony (Microvision laser-beam scanning) memungkinkan Augmented Reality untuk berinteraksi dengan objek nyata, dan tidak diperlukan kacamata atau smartphone khusus untuk lihat gambar animasinya (Gambar 2.13).

HoloLamp adalah sistem proyeksi cahaya terstruktur yang menciptakan awan titik 3D dari area lokal untuk menghasilkan objek 3D di bidang pandang. Objek-objek tersebut kemudian digunakan sebagai penanda untuk objek virtual yang ditumpangkan, dan didaftarkan sesuai sehingga mereka berperilaku secara fisik dengan benar. Inti dari HoloLamp adalah memproyeksikan gambar objek 3D virtual ke permukaan yang berubah-ubah. HoloLamp menggunakan satu set kamera tambahan yang melihat ke atas untuk mengidentifikasi dan melacak wajah pemirsa, menggunakan algoritme pelacakan wajah. Berdasarkan hal tersebut, perangkat lunak dapat memproyeksikan objek 3D menggunakan satu atau lebih matriks proyeksi. Efeknya adalah monoscopic, dan hanya dapat bekerja untuk satu pengguna. HoloLamp menggambarkan pendekatan mereka sebagai Spatial Augmented Reality.

### 2.3.1 Augmented Reality Spasial

Spatial Augmented Reality (SAR) adalah istilah, dan konsep yang dirintis Oliver Bimber saat berada di Bauhaus-University, Weimar, dan Ramesh Raskar di Mitsubishi Electric Research Laboratory, Cambridge, MA, pada tahun 2004 [5].

Augmented Reality khusus adalah cabang dari Augmented Reality berdasarkan proyektor yang memberikan pengalaman Augmented Reality tanpa kacamata dan hands-free. Ini mengeksplorasi cara mata kita melihat objek 3D untuk memungkinkan Anda merasakan pengalaman 3D. Augmented Reality spasial memungkinkan gambar bergerak di permukaan apa pun dengan memetakan permukaan, melacak pengguna, dan kemudian memproyeksikan gambar yang dilengkungkan sehingga dari sudut pandang pengguna, itulah yang mereka harapkan untuk dilihat sebagai efek 3D.

Konsep HoloLamp agak mirip dengan AR Sandbox, yaitu, satu set kamera yang memindai permukaan proyeksi dan wajah pemirsa, dan gambar proyektor dari gambar perspektif yang benar, dari sudut pandang pemirsa, ke permukaan proyeksi. . Ini juga mirip dengan apa yang dilakukan CastAR.

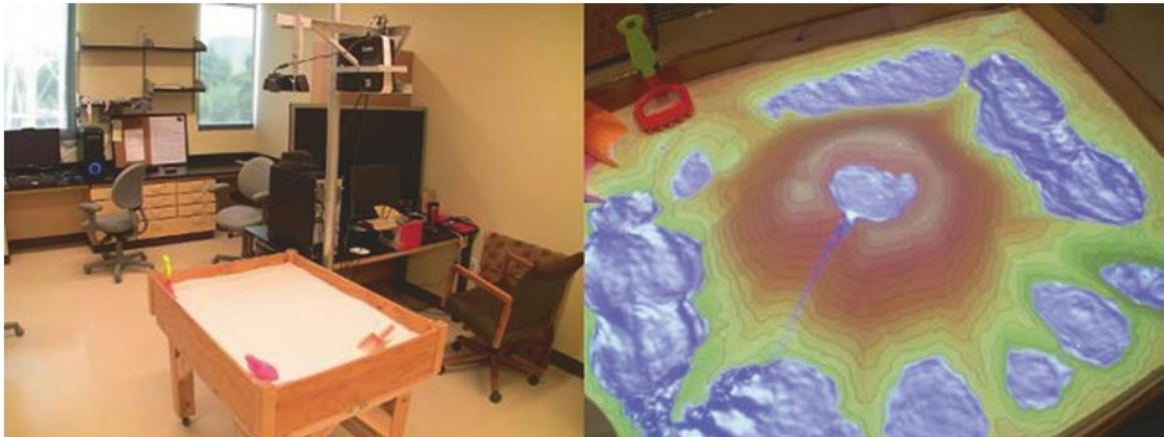
Kacamata CastAR memproyeksikan gambar 3D di depan mata pemakainya dan merasa seolah-olah melihat lapisan virtual di atas dunia nyata, atau merasa seperti tenggelam di dalam dunia game. Ini menggunakan kacamata rana dengan satu set proyektor kecil menghadap ke depan (ke dalam ruangan), dan bahan seperti lembaran reflektif yang disebut retro-reflektif. Secara teoritis orang bisa menggunakan lembaran reflektif untuk menghidupkan seluruh ruangan.

A.S. National Science Foundation (NSF) mendanai sandbox AR—proyek multi-universitas yang dirancang untuk mengembangkan aplikasi visualisasi 3D untuk mengajarkan konsep ilmu bumi. Ini adalah pameran langsung yang menggabungkan sandbox nyata, dan topografi virtual dan air yang dibuat menggunakan loop tertutup kamera Microsoft Kinect 3D, perangkat lunak simulasi dan visualisasi yang kuat, dan proyektor data. Sandbox Augmented Reality (AR) yang dihasilkan memungkinkan pengguna untuk membuat model topografi dengan membentuk



pasir asli, yang kemudian ditambah secara real time dengan peta warna elevasi, garis kontur topografi, dan air simulasi (Gambar 2.14) [6].

Tujuan dari proyek ini adalah untuk mengembangkan sistem Augmented Reality terintegrasi real-time untuk membuat model topografi secara fisik yang kemudian dipindai ke komputer secara real time, dan digunakan sebagai latar belakang untuk berbagai efek grafis dan simulasi. Produk akhir seharusnya mandiri sampai pada titik di mana dapat digunakan sebagai pameran langsung di museum sains dengan sedikit pengawasan.



Gambar 2.14 Kiri: Unit Sandbox saat dimatikan. Kamera 3D Kinect dan proyektor digital digantung di atas sandbox tepat dari tiang yang terpasang di bagian belakang. Kanan: Meja Sandbox saat dihidupkan, menunjukkan gunung dengan danau kawah, dikelilingi oleh beberapa danau yang lebih rendah

### 2.3.2 CAVE

Lingkungan Virtual Otomatis CAVE klasik (lebih dikenal dengan akronim rekursif CAVE) adalah teater Virtual Reality imersif di mana gambar 3D diproyeksikan ke belakang antara tiga dan enam dinding kubus berukuran ruangan. CAVE pertama dibuat pada tahun 1991 dan dibangun oleh Profesor Dan Sandin dan Tom DeFanti di University of Illinois di Laboratorium Visualisasi Elektronik Chicago di mana mahasiswa pascasarjana Carolina Cruz-Neira menulis driver perangkat lunak pertama untuk CAVE. Sejak 2009, berbagai CAVE telah dibuat dari panel LCD dan OLED dengan polarisasi pasif, menghilangkan kebutuhan dan ruang untuk proyektor.

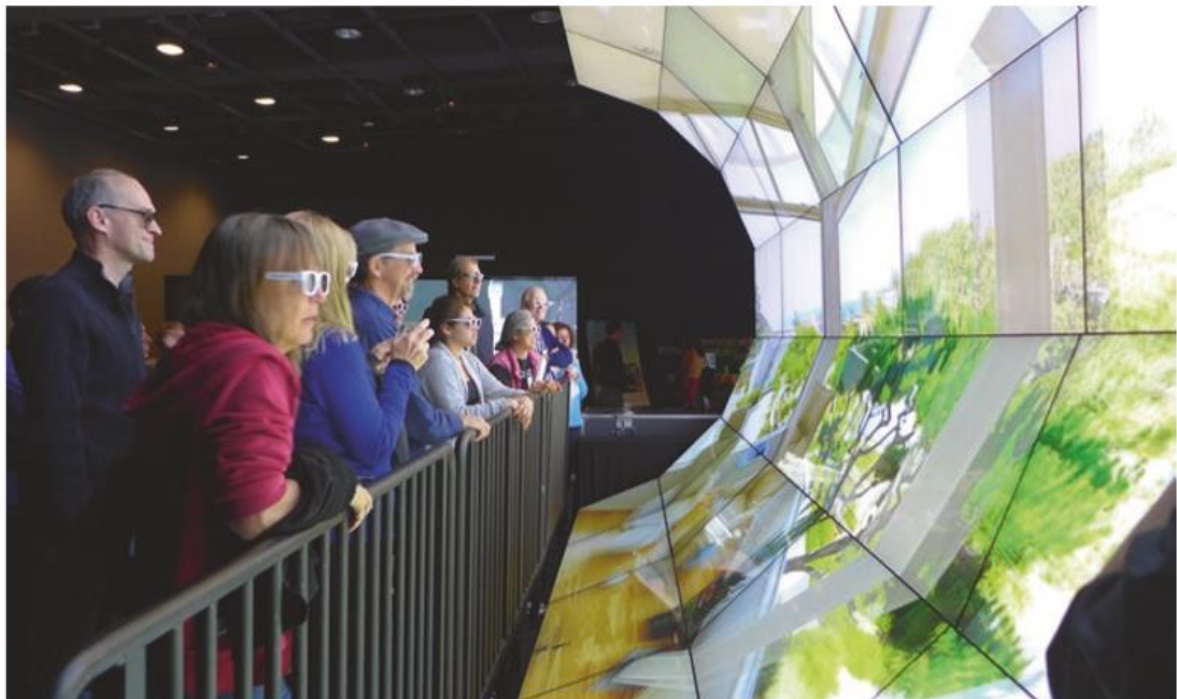
CAVE dapat menampilkan proyeksi video dari dunia luar, jadi dalam arti yang sama adalah sistem Augmented Reality tampilan yang terhalang. Perhatikan CAVE raksasa di Universitas Stony Brook di New York (Gambar 2.15).

Menggabungkan lingkungan Augmented Reality dengan lingkungan virtual yang imersif dapat mengurangi kesenjangan interaksi dan memberikan interaksi yang diwujudkan dalam karya kolaboratif terdistribusi. Hal ini juga dapat memberikan banyak peluang dan derajat kebebasan untuk berkolaborasi baik di dunia nyata maupun virtual.

Di dalam CAVE ada beberapa orang yang melihat proyeksi. Mereka memakai kacamata stereoskopik (biasanya terpolarisasi dan tidak terikat dan biasanya memiliki reflektor untuk mendeteksi lokasi di dalam gua.



Gambar 2.15 Reality Deck” CAVE at Stony Brook Univ (2012) Ruang setinggi 40’ × 30’ × 11’ berisi 308 layar LCD—1,25 miliar piksel



Gambar 2.16 Universitas California, GELOMBANG CAVE San Diego

CAVE tidak harus berupa ruangan bersisi enam. University of California, San Diego membuat layar WAVE, dan sesuai dengan namanya, layar ini berbentuk seperti gelombang laut, dengan susunan dinding melengkung dari monitor LCD komersial LG 35, 55 inci, yang diakhiri dengan 'lambang' di atas kepala penonton dan 'palung' di kakinya (Gambar 2.16).

WAVE adalah singkatan dari Wide-Angle Virtual Environment, dirancang dan dibangun sendiri oleh Direktur Visualisasi Qualcomm Institute Tom DeFanti, Profesor Visualisasi dan Virtual Reality Falko Kuester dan Insinyur Desain Senior Greg Dawe. WAVE, jajaran HDTV 5x7, panjangnya 20 kaki dan tingginya hampir 12 kaki. WAVE bisa sekecil tiga dinding, dan sebesar dinding Stony Brook.

#### 2.4 Spesialisasi dan Lainnya

Kacamata cerdas dengan kemampuan tampilan informasi terbatas maupun tidak tidak ditawarkan untuk pelacakan kebugaran dan pemantauan kesehatan, dan dalam beberapa kasus navigasi. Beberapa kacamata menggunakan audio sebagai penyajian informasi

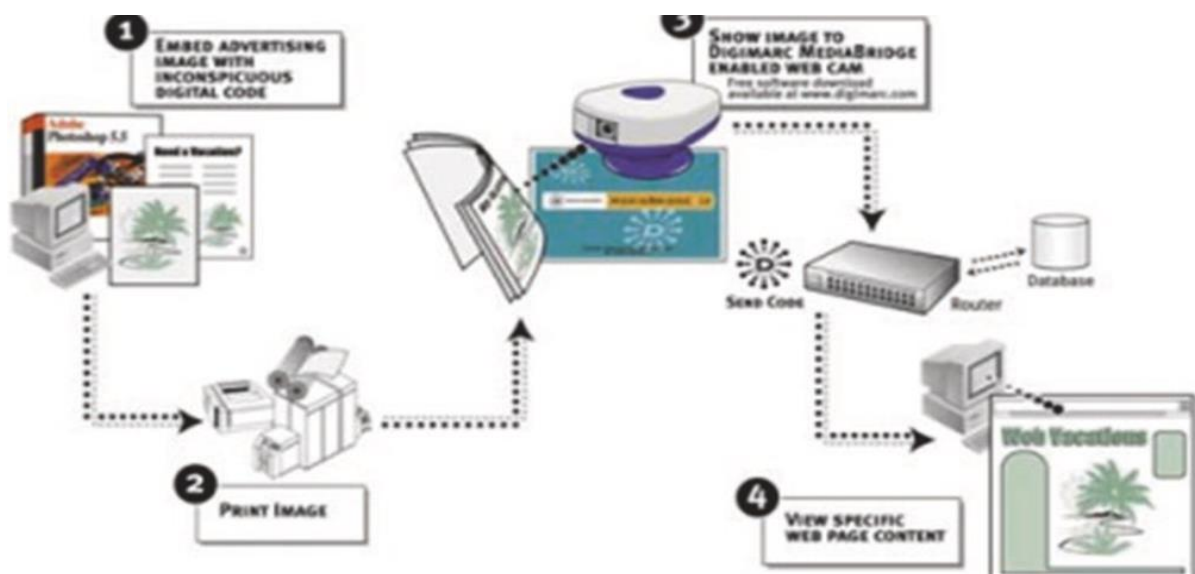
(termasuk navigasi). Sedangkan lainnya—yang menyebut diri mereka sebagai menawarkan Augmented Reality kacamata cerdas, hanya menawarkan kamera tertanam dalam bingkai kacamata. Senjata dengan mekanisme Augmented Reality yang disesuaikan dengannya digunakan oleh militer (misalnya, pertahanan kapal) dan konsumen (lihat Augmented Reality dalam Berburu, bagian "Augmented Reality dalam berburu").

#### 2.4.1 Pemberian Watermark Augmented Reality

Pada tahun 2000, perusahaan Digimarc di Portland OR, mengembangkan teknologi penandaan air untuk menggagalkan pemalsuan. Ketika web menyebar ke semua sudut perdagangan, perusahaan menyadari bahwa teknologi mereka dapat digunakan sebagai penanda kuasi yang tertanam dalam gambar dan pesan. Proses Digimarc menyematkan Watermark digital ke dalam gambar melibatkan pembagian gambar menjadi blok-blok piksel. Kemudian Watermark secara independen tertanam di masing-masing blok ini. Itu memungkinkan Watermark dideteksi dari wilayah gambar sekecil satu blok. Teknik spread spectrum digunakan untuk membuat sinyal tidak terlihat dan untuk memerangi efek manipulasi dan penyaringan gambar [7].

Pembaca membalikkan operasi embedder dengan mengekstraksi sinyal sinkronisasi dari domain frekuensi gambar. Ini menggunakan sinyal untuk menyelesaikan skala, orientasi, dan asal sinyal Watermark. Akhirnya, ia membaca dan menerjemahkan sinyal Watermark. Digimarc mengembangkan produk yang mereka sebut MediaBridge, yang menciptakan jembatan antara perdagangan tradisional dan perdagangan elektronik (lihat Gambar 2.17).

Saat seseorang menggunakan kamera digital atau pemindai untuk menghasilkan versi gambar digital dari gambar MediaBridge yang dicetak, aplikasi pembaca MediaBridge akan mendeteksi dan membaca Watermark yang disematkan. Watermark yang disematkan mewakili n-bit misalnya, server Digimarc. Indeks itu digunakan untuk mengambil URL yang sesuai dari database. Kemudian URL digunakan oleh browser Internet untuk menampilkan halaman Web terkait atau memulai aplikasi berbasis Web—itu menciptakan jembatan antara materi cetak dan Internet. Digimarc kemudian melisensikan teknologi tersebut ke beberapa perusahaan dan digunakan di berbagai tempat saat ini.



Gambar 2.17 Teknologi watermarking Digimarc digunakan untuk menyematkan watermark digital pada gambar cetak seperti iklan majalah, tiket acara, sampul CD, kemasan barang, dan lain-lain

## 2.5 Referensi

1. <http://augmera.com>
2. Augmented Reality Part 1—Technologies & Applications. (2005, April). Seminar, Smarte Objekte und smarte Umgebungen. <https://www.vs.inf.ethz.ch/edu/SS2005/DS/slides/03.1-augmented.pdf>
3. [http://www.historiccamera.com/cgi-bin/librarium2/pm.cgi?action=app\\_display&app=datasheet&app\\_id=231](http://www.historiccamera.com/cgi-bin/librarium2/pm.cgi?action=app_display&app=datasheet&app_id=231)
4. Kitchel, E. The effects of blue light on ocular health. Louisville: American Printing House for the Blind. <http://www.tsbvi.edu/instructional-resources/62-family-engagement/3654-effects-of-blue-light>
5. Bimber, O., & Raskar, R. (2005). Spatial Augmented Reality. Natick, MA: A K Peters, Wellesley. <http://web.media.mit.edu/~raskar/SAR.pdf>
6. Reed, S., Kreylos, O., Hsi, S., Kellogg, L., Schladow, G., Yikilmaz, M. B., Segale, H., Silverman, J., Yalowitz, S., & Sato, E. (2014). Shaping watersheds exhibit: An interactive, Augmented Reality sandbox for advancing earth science education, American Geophysical Union (AGU) fall meeting, Abstract no. ED34A-01.
7. Xerox Corporation. (1999, December 17). DataGlyphs. <http://www.xerox.com/xsis/dataglyph.htm>

## BAB 3

### SEMUA JADI AHLI SEKARANG

#### 3.1 Pendahuluan

Augmented Reality menggunakan tampilan pribadi, dekat dengan pengguna, untuk menunjukkan kepadanya informasi, teks, gambar, objek 3D, yang dihasilkan secara lokal atau jarak jauh, oleh komputer. Informasi overlay didaftarkan ke tempat kejadian oleh kamera pandangan ke depan dan dapat menunjukkan struktur rangka bangunan, atau lokasi toko, atau pipa di bawah trotoar. Hal ini dapat menerjemahkan secara real time rambu jalan, menu, surat kabar, dan manual. Ini akan membuat kita semua menjadi ahli, dengan data yang sangat besar.

Augmented Reality mengaburkan batas antara dunia digital dan fisik dan memindahkan kita ke tingkat kontekstualitas baru. Augmented Reality memberikan pengalaman yang kaya yang berasal dari penggunaan sensor, komputasi, kecerdasan buatan, dan data besar.

#### 3.2 Augmented Reality Membuat Kita Menjadi Ahli

Augmented Reality menggunakan tampilan pribadi, dekat dengan pengguna, untuk menunjukkan informasi, teks, gambar, objek 3D, yang dihasilkan secara lokal atau jarak jauh, oleh komputer. Informasi overlay didaftarkan ke tempat kejadian oleh kamera pandangan ke depan dan dapat menunjukkan struktur rangka bangunan, atau lokasi toko, atau pipa di bawah trotoar. Hal ini dapat menerjemahkan secara real time rambu jalan, menu, surat kabar, dan manual. Ini akan membuat kita semua menjadi ahli, dengan data yang sangat besar.

Augmented Reality mengaburkan batas antara dunia digital dan fisik dan memindahkan kita ke tingkat kontekstualitas baru. Augmented Reality memberikan pengalaman yang kaya yang berasal dari penggunaan sensor, komputasi, kecerdasan buatan, dan data besar.

***Augmented Reality akan mengubah hidup kita selamanya—menjadi lebih baik.***



Gambar 3.1 Seorang teknisi dapat menggunakan tablet untuk "melihat" perangkat dan diberikan instruksi tentang cara memperbaiki atau menggunakannya (Sumber: XMReality)

Dalam waktu dekat, saya percaya kita semua akan memakai kacamata augmented reality, sama seperti kita memakai kacamata korektif dan kacamata matahari hari ini. Kacamata Augmented Reality masa depan akan ringan, tidak akan mengganggu atau menarik perhatian, dan akan mampu memberi kita banyak informasi terkait, serta menjadi alat pencatatan kehidupan kita—pikirkan itu sebagai perekam kotak hitam pribadi Anda. Kacamata Augmented Reality masa depan akan selalu terhubung dengan memberi Anda informasi dan mengirimkan informasi tentang Anda (dengan persetujuan Anda dan ke loker penyimpanan pribadi Anda). Di satu sisi, kacamata Augmented Reality akan menjadi impian narsisis utama. Mereka juga akan menjadi saksi yang jujur dalam setiap klaim asuransi, atau perselisihan dengan layanan pribadi, atau anggota keluarga.



Gambar 3.2 Helm sepeda motor Augmented Reality BMW dengan tampilan layar head-up di sebelah kanan (Sumber: BMW)

Namun, manfaat Augmented Reality tidak terbatas pada masa depan atau hanya pada kacamata. Sebuah smartphone atau tablet saat ini dapat memberikan kemampuan Augmented Reality juga. Pada dasarnya, perangkat apa pun yang memiliki kamera menghadap ke depan dan layar menghadap ke belakang, bisa menjadi perangkat augmented reality. Secara teoritis kamera digital dengan kemampuan Wi-Fi atau Bluetooth bisa menjadi perangkat augmented reality. Mobil Anda juga bisa jika memiliki kamera menghadap ke depan seperti yang diusulkan untuk mengemudi secara otonom. Dan jika mobil bisa, begitu juga perahu, truk, bus, atau kereta api.

Augmented Reality tidak selalu memberikan pengalaman tersendiri. Dengan menggunakan kamera dan koneksi Wi-Fi atau ponsel, teknisi atau responden pertama dapat menunjukkan situasinya kepada ahli di lokasi terpencil dan mendapatkan panduan. Atau mungkin menyiarkan jalan menuju keselamatan dalam bencana.

Dalam makalah mereka tentang kelahiran kembali Augmented Reality [1], Akif Khan, Shah Khusro, Azhar Rauf, Saeed Mahfooz menggambarkan Augmented Reality seluler sebagai kepekaan dimensi baru persepsi untuk melihat, mendengar, dan membenamkan diri di dunia nyata melalui interaktif dan diperkaya melihat dan merasakan pada objek/tempat dunia fisik. Perpaduan potensial ini membuka pandangan baru untuk melapisi informasi tentang infrastruktur fisik, tempat dan objek yang menarik (Gambar 3.1).

Selain kacamata augmented reality, juga dikenal sebagai "kacamata cerdas", tablet, dan ponsel, ada helm augmented reality. Helm untuk responden pertama, pengendara sepeda motor, dan untuk pekerja pabrik. Helm dengan tampilan head-up (HUD) adalah implementasi logis dan praktis dari sistem augmented reality, dan helm menawarkan lebih banyak ruang penyimpanan untuk elektronik dan baterai (Gambar 3.2).

Tampilan head-up di helm sepeda motor bisa menjadi sistem navigasi berbasis GPS untuk kurir serta penegak hukum, atau bahkan pengantar pizza.



Gambar 3.3 Helm pintar Daqri juga merupakan helm bersertifikasi (Sumber: Daqri)

Helm memiliki ruang untuk banyak barang elektronik termasuk kamera penginderaan 3D, kamera IR, unit pengukuran inersia (IMU—sering disebut sebagai giroskop), dan tentu saja tampilan yang diproyeksikan (pada pelindung) (Gambar 3.3).

Augmented Reality adalah tampilan head-up untuk pengguna, dan secara bersamaan dapat menjadi perangkat telepresence—pengguna sistem Augmented Reality dapat membawa keluarga dan teman dalam tur bersamanya. Misalnya, dalam film Her [2], protagonis Theodore (Joaquin Phoenix) menjadi terpesona dengan sistem operasi baru dan membawa ponsel pintar di sakunya dengan kamera menghadap ke luar sehingga Samantha, sistem operasi komputer cerdas, dapat berbagi pengalamannya dengan dia (Gambar 3.4).

Seperti disebutkan, Augmented Reality bukanlah konsep baru, Ivan Sutherland (1938 - ) membangun perangkat kerja pertama pada tahun 1966, dan Profesor Steven Mann (1962 - ) memulai eksperimen dunia nyata dengannya di masa kecilnya di awal 1970-an (Gambar 3.5).

Dalam waktu dekat, perhiasan kacamata Augmented Reality yang kuat akan menjadi hal yang biasa seperti jam tangan atau ponsel, dan pada tahun 2025 kita akan bertanya-tanya seperti apa kehidupan sebelum augmented reality, seperti yang kita lakukan hari ini tentang web, atau ponsel cerdas kita. . Bahkan, sangat mungkin kita tidak lagi membutuhkan smartphone. Fungsionalitas smartphone dapat dibangun ke dalam kacamata Augmented Reality kami. Atau, smartphone akan bertindak sebagai server untuk kacamata cerdas kami, terhubung secara nirkabel dan membuktikan koneksi jaringan dan penyimpanan data lokal, dan mengurangi konsumsi daya dan berat kacamata. Augmented Reality akan menjadi bagian dari kehidupan semua orang, Anda akan menggunakannya di mana saja; bahkan tidak akan menganggapnya sebagai teknologi lagi, itu akan ada di mana-mana dan tidak terlihat dan menjadi bagian intim dari kehidupan kita. Itu akan memperkaya dan meningkatkan kehidupan kita.



Gambar 3.4 Theodore membawa kamera di bajunya sehingga Samantha dapat melihat apa yang dilihatnya (Sumber: Warner Bros. Pictures)



Gambar 3.5 Lapangan Steve Mann menguji prototipe sistem augmented reality-nya sekitar tahun 1980 (Sumber: Steve Mann)



Perkembangan dan teknologi baru mengarah pada peningkatan penggunaan Augmented Reality di beberapa area aplikasi. Karena perkembangan ini dan potensi pertumbuhan yang tinggi, ini merupakan bidang yang penting untuk dipelajari dan dipahami.

Buku ini juga akan membahas sejarah, aplikasi, teknologi, dan peluang yang menghadirkan Augmented Reality kepada kita semua.

### **3.3 Referensi**

1. Khan, A., Khusro, S., Rauf, A., & Saeed, M. B. (2015, April). Rebirth of Augmented Reality – Enhancing reality via smartphones. *University Journal of Information & Communication Technologies* 8(1), 110. ISSN – 1999-4974.
2. [https://en.wikipedia.org/wiki/Her\\_%28film%29](https://en.wikipedia.org/wiki/Her_%28film%29)

## BAB 4

### SISTEM ORGANISASI AUGMENTED REALITY

#### 4.1 Pendahuluan

Untuk menghargai perkembangan dan kemajuan dalam Augmented Reality perlu memiliki pemahaman umum tentang apa yang membentuk sistem augmented reality.

Penggunaan lama dari tampilan stereo konvensional dapat menyebabkan ketidaknyamanan dan kelelahan pemirsa karena akomodasi vergence. Kelelahan dan ketidaknyamanan visual terjadi saat pemirsa mencoba menyesuaikan vergence dan akomodasi dengan tepat. (Vergence adalah gerakan simultan dari kedua mata dalam arah yang berlawanan untuk mendapatkan atau mempertahankan penglihatan binokular tunggal.)

Meskipun Augmented Reality telah bersama kita sejak tahun 1961, seperti banyak perkembangan lainnya, Augmented Reality telah memiliki banyak kehidupan, dan beberapa ayah. Masalahnya adalah Augmented Reality sebagian besar dianggap sebagai teknologi.

Augmented Reality adalah hal yang sangat subjektif dan pribadi; semua pengguna tidak akan melihat tampilan informasi yang sama tentang dunia kecuali mereka memilihnya. Pengguna akan dapat berlangganan aliran data yang mereka inginkan. Dua kegunaan utama untuk Augmented Reality adalah untuk memberikan informasi umum dan/atau instruksi khusus. Tidak akan ada penggambaran yang jelas antara keduanya, tetapi pada ekstrem keduanya tidak akan tumpang tindih.

Perbedaan utama antara Augmented Reality informasi dan instruksional adalah interaksi pengguna dengan informasi yang disajikan dan tempat di mana pengguna berada. Augmented Reality membawa konten pelatihan, operasional, dan informasi ke tingkat pengalaman pengguna yang baru. Ini adalah penggabungan aset yang dihasilkan komputer yang ditumpangkan ke lingkungan sekitar pengguna melalui perangkat keras dan perangkat lunak khusus. Augmented Reality memiliki kemampuan unik untuk menjembatani kesenjangan antara pelatihan dan operasi, dengan mengintegrasikan simulasi 3D yang sangat rinci dan informasi dari peralatan dan fasilitas terkini yang akan digunakan oleh teknisi, instalasi dan perbaikan personal, inspektur, insinyur, dan peneliti.

#### 4.2 Tinjauan Sistem Organisasi Augmented Reality

Untuk menghargai perkembangan dan kemajuan dalam Augmented Reality perlu memiliki pemahaman umum tentang apa yang membentuk sistem augmented reality. Diagram blok berikut menunjukkan susunan relatif dari komponen sistem augmented reality.

Camera/Kamera—perangkat Augmented Reality akan selalu memiliki setidaknya satu kamera dalam spektrum yang terlihat, dan mungkin memiliki dua untuk penginderaan kedalaman. Mungkin juga ada kamera inframerah (IR) di perangkat, yang digunakan untuk pemetaan panas dan/atau penginderaan kedalaman.

**Singkatan yang digunakan dalam diagram blok**, terdiri dari:

**IMU**—Inertial measurement uni/Unit pengukuran inersia, digunakan sebagai giroskop. Ini adalah giroskop, Akselerometer, dan sering kali Magnetometer digabungkan.

**AP/FP**—Application processor/function processor/Prosesor aplikasi/prosesor fungsi, mesin fungsi tetap, khusus tugas.

**ISP**—Image signal processor/Pemroses sinyal gambar (untuk keluaran kamera).

**DSP**—Digital signal processor/Pemroses sinyal digital (untuk kamera, mikrofon, pencari jangkauan, dan radio).

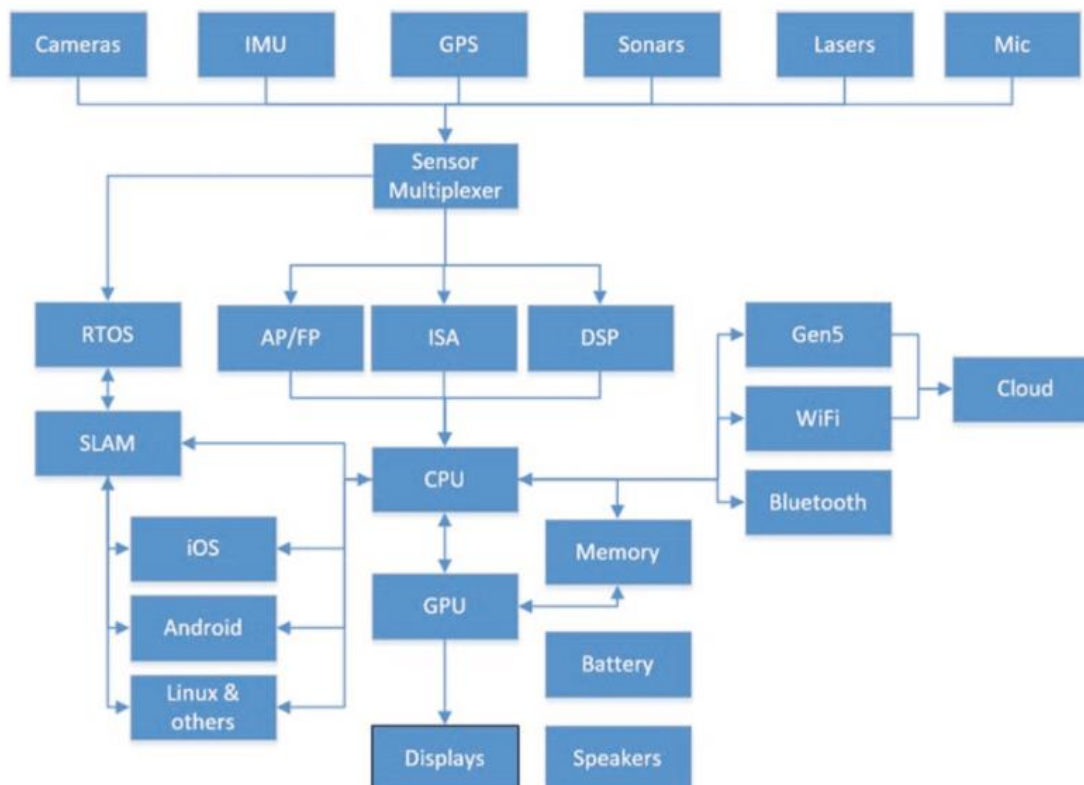
**GPU**—Graphics processing unit/Unit pemrosesan grafis, juga disebut Image Generator (IG). Untuk augmented reality, GPU perlu melakukan pencampuran alfa untuk membuat objek tampak berada di ruangan di atas objek nyata, dan sementara persyaratan komputasi lebih rendah dalam hal poligon adegan total, persyaratan untuk antialiasing dan pencahayaan lebih tinggi.

**RTOS**—Real-time operating system/Sistem operasi real-time.

**SLAM**—Simultaneous localization and mapping (SLAM) adalah masalah komputasi dalam membangun atau memperbarui peta dari lingkungan yang tidak diketahui. Dalam beberapa desain, SLAM adalah bagian dari ISP. SLAM memungkinkan entitas untuk melacak lokasinya sekaligus memetakan lingkungannya.

**MEMS**—Micro Electro Mechanical systems /Sistem Mikro Elektro Mekanik yang digunakan untuk sensor seperti giroskop mini.

IMU dan GPS membantu memberi tahu pengguna di mana dia berada, serta memberikan informasi lokasi untuk basis data eksternal. Sonar dan laser memberikan informasi kedalaman, sonar untuk jarak dekat, dan laser untuk jarak. Outputnya adalah tampilan dan audio. Tidak semua sistem Augmented Reality akan memiliki kemampuan pengukuran kedalaman, sebagian besar perangkat seluler misalnya tidak, dan helm industri mungkin tidak.



Gambar 4.1 Diagram blok sistem augmented reality

Prosesor yang digunakan di ponsel dan tablet yang dikenal sebagai system on a chip (SoC) berisi CPU, GPU, ISA, AP/FP, dan biasanya sensor multiplexor. Supplier semikonduktor ponsel juga membuat radio (Gen5, Wi-Fi, Bluetooth), dan tentu saja smartphone atau tablet berisi kamera, mikrofon, speaker, dan layar; beberapa bahkan memiliki sensor penginderaan 3D. Sebagian besar SoC memiliki DSP bawaan yang memungkinkan operasi matriks lebih cepat.

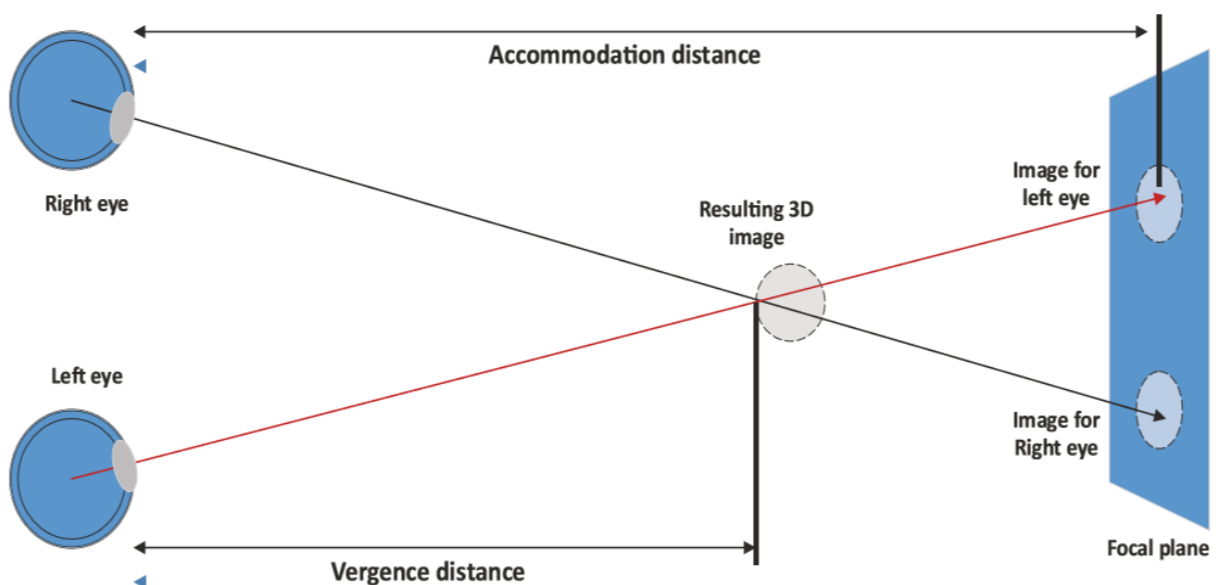
Sistem operasi utama perangkat (yaitu, iOS, Android, Linux, atau lainnya) dipilih oleh pembuat perangkat. Sistem Operasi Real-time dapat disematkan dalam AP/FP, atau sebagai Kernel di OS utama.

#### 4.2.1 Apa yang dilihat dan Apa yang tidak dilihat

Fungsi dan kemampuan yang harus dimiliki oleh sistem Augmented Reality untuk bekerja dengan baik, selain yang ada dalam diagram di atas (Gambar 4.1), adalah oklusi yang dapat dialamatkan dan kedalaman bidang yang dapat disesuaikan. Oklusi beralamat adalah di mana gambar yang diperbesar dari generator gambar memiliki korelasi sinkron dan geometris ke bagian tersegmentasi (atau bagian) dari gambar pada tampilan (layar) yang menghalangi cahaya langsung di belakang citra yang diperbesar. Ini adalah satu-satunya cara untuk membuat foto Augmented Reality yang realistis, jika tidak, gambar akan menjadi Ghost (Semi-transparan). Kedua, sistem perlu memiliki kedalaman bidang yang dapat disesuaikan agar gambar Augmented Reality dapat berkorelasi dengan dunia nyata. Jika hal itu tidak dilakukan maka akan terjadi konflik akomodasi-konvergensi. Ada beberapa cara untuk mencapai kedalaman bidang variabel.

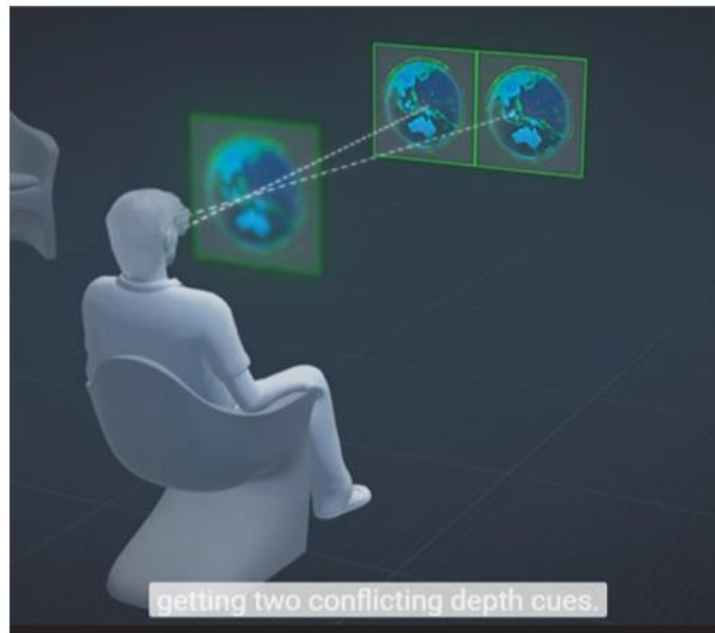
#### 4.2.2 Konflik Konvergensi

Penggunaan lama dari tampilan stereo konvensional dapat menyebabkan ketidaknyamanan dan kelelahan pemirsa karena akomodasi vergence. Kelelahan dan ketidaknyamanan visual terjadi saat pemirsa mencoba menyesuaikan vergence dan akomodasi dengan tepat. (Vergence adalah gerakan simultan dari kedua mata dalam arah yang berlawanan untuk mendapatkan atau mempertahankan penglihatan binokular tunggal.) (Gambar 4.2): Ilustrasi grafis dari masalah ini dapat dilihat pada Gambar 4.3.



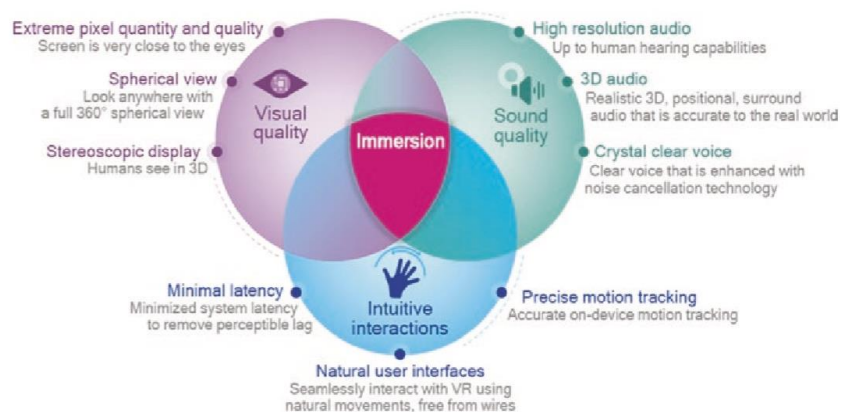
Gambar 4.2 Jarak akomodasi vs. Jarak vergensi dalam tampilan 3D

Dalam proyeksi 3D-stereo konvensional, otak seseorang dapat menjadi bingung antara tampilan proyeksi yang tumpang tindih dan fokus alami pemirsa pada bidang fokusnya, menciptakan dua isyarat kedalaman yang saling bertentangan. Konvergensi mata Anda berada di persimpangan jalur pandang (jarak vergensi), tetapi otak tertipu untuk melihatnya dari kejauhan (jarak akomodasi), yang menciptakan konflik akomodasi vergensi. Ini dengan cepat menjadi tidak dapat ditoleransi untuk gambar dekat, dan lebih diperparah lagi jika pemirsa mencoba menyentuh objek 3D virtual karena mata pemirsa fokus pada tangannya yang membuat gambar virtual jauh menjadi kabur dan membingungkan. Hasilnya ilusi 3D hilang, dan penonton merasa tidak nyaman.



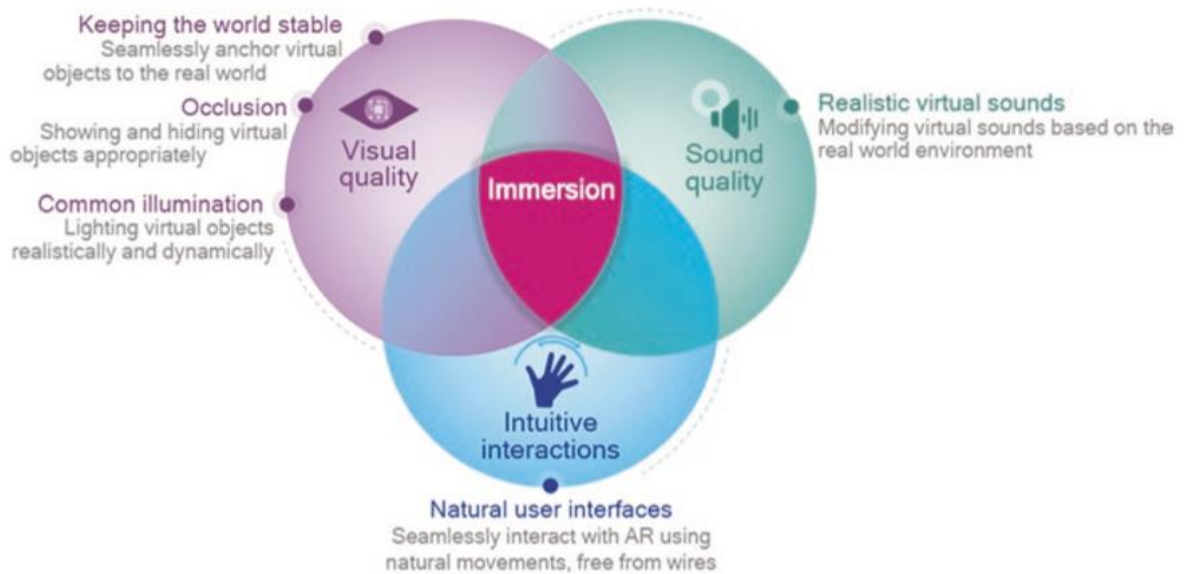
Gambar 4.3 Hilangnya kedalaman gambar karena vergensi yang tidak tepat akan membingungkan pemirsa (Realview)

Berbagai organisasi telah mengembangkan desain eksklusif untuk mengakomodasi konflik konvergensi. Produsen headset Augmented Reality IMMY menggunakan dua metode tergantung pada aplikasinya, dan dengan metode optiknya telah menciptakan cara untuk memvariasikan bidang gambar secara dinamis. Magic Leap mengklaim terobosan mereka adalah karena cara cerdas mengelola konflik konvergensi. Mirip dengan Virtual Reality, banyak faktor yang harus disatukan untuk mencapai imersi, seperti diilustrasikan diagram berikut.



Gambar 4.4 Visual, audio, posisi, UI semuanya harus cepat, akurat, dan menggunakan sedikit daya dalam AR HMD (Qualcomm)

Augmented Reality bahkan memperkenalkan persyaratan tambahan untuk imersi yang perlu diintegrasikan dengan objek virtual di dunia nyata.



Gambar 4.5 Perendaman dalam AR membutuhkan mengetahui di mana Anda berada dan menyeimbangkan gambar yang dihasilkan dengan lingkungan. (Qualcomm)

Karena kebutuhan mobilitas (panas, daya, daya tahan baterai), dan penambahan kamera dan sensor penentuan posisi geografis, dikombinasikan dengan pemodelan geometris ke dunia nyata, headset Augmented Reality harus melakukan lebih banyak pekerjaan daripada virtual. sistem realitas.

#### 4.2.3 Permasalahan dengan Teknologi

Meskipun Augmented Reality telah bersama kami sejak tahun 1940-an, seperti banyak perkembangan lainnya, Augmented Reality memiliki banyak kehidupan, dan beberapa ayah. Masalahnya adalah Augmented Reality sebagian besar dianggap sebagai teknologi. Jika Anda meminta seseorang untuk menjelaskan apa itu augmented reality, pasti mereka akan melakukannya dengan menjelaskan komponen: kamera, layar, sensor penginderaan posisi. Ini seperti memberi tahu seseorang jam berapa sekarang dengan menjelaskan cara membuat jam. Jika Anda meminta seseorang untuk mendeskripsikan TV, mereka akan mengatakan bahwa TV menunjukkan gambar bergerak di ruang tamu Anda, dan tidak pernah menyebutkan teknologi tampilan, sumber informasi, atau bahwa informasi tersebut langsung atau dari media yang tersimpan.

Produk yang ditentukan oleh teknologi lebih mudah dipasarkan karena dapat diukur. PC memiliki prosesor yang sangat cepat, unit penyimpanan yang sangat besar, dan banyak memori, dan lain-lain. Dan karena keserbagunaan dan keberadaan PC, akan sulit untuk menggambarkan apa itu—ini adalah mesin game, stasiun kerja teknik, perangkat pengeditan foto, browser web, dan lain-lain. Augmented Reality mengalami keserbagunaan yang sama; itu bisa menjadi banyak hal bagi banyak orang yang berbeda. Perangkat dan sistem Augmented Reality memang memiliki beberapa teknologi yang sama, tetapi bukan teknologinya, atau komponen yang menentukan apa itu augmented reality, seperti halnya piston di mobil yang mendefinisikan apa itu. Penggunaan komponen tersebut untuk mendefinisikan substansi Augmented Reality gagal memberikan wawasan tentang

penggunaan, manfaat, potensi, atau kesulitan augmented reality. Ini juga gagal memberikan dasar untuk standarisasi, pemerintah, atau pengawasan keselamatan apa pun.

Augmented Reality adalah kumpulan aplikasi, dan aplikasi tersebut memiliki persyaratan yang berbeda satu sama lain. Beberapa memerlukan tampilan resolusi sangat tinggi; yang lain membutuhkan sensor lokasi yang sangat sensitif, sementara yang lain membutuhkan database yang sangat cepat dan sangat kuat. Beberapa dapat ditambatkan, yang lain harus bekerja berjam-jam hanya dengan baterai.

Salah satu tujuan dari buku ini adalah untuk mengembangkan taksonomi augmented reality. Ini adalah tugas yang menakutkan, seperti mendefinisikan apa itu listrik dan bagaimana menggunakannya. Kami akan membahas teknologinya, dan aplikasinya (sejauh bisa dibahas karena jumlahnya banyak). Dan mudah-mudahan kami akan meninggalkan Anda dengan pemahaman bahwa Augmented Reality bukanlah sesuatu, bukan sesuatu yang Anda dapat membeli sepuluh pon. Ini adalah solusi untuk suatu masalah, dan masalah yang bahkan belum kita pikirkan.

Untuk mencapai realisasi itu, diperlukan pemahaman singkat tentang bagaimana kami sampai di tempat kami berada dan beberapa terobosan yang dibuat di sepanjang jalan, yang ditutupi dengan tinjauan sejarah singkat di bab berikutnya.

## BAB 5 TINJAUAN HISTORIKAL

### 5.1 Pendahuluan

Meskipun tampak baru saat menembus pasar konsumen, Augmented Reality dapat melacak akarnya kembali ke perang dunia kedua, dan secara konseptual bahkan lebih jauh ke Pepper's Ghost pada tahun 1862.

Melapisi satu gambar dengan yang lain digunakan dalam berbagai metode mulai dari hiburan hingga senjata, dan seperti yang bisa dibayangkan, pengembangan senjata memberikan sumber daya dan penekanan paling banyak. Aplikasi pertama elektronik untuk Augmented Reality dilakukan oleh Inggris ketika mereka mengadaptasi sistem navigasi RADAR udara dalam pesawat tempur malam Nyamuk Perang Dunia II de Havilland. Tetapi tidak butuh waktu lama bagi industri hiburan untuk menerapkan konsep tersebut di TV tepat setelah perang. Pada 1960-an, tampilan kecil yang dipasang di kepala sedang bereksperimen dengan dan pada 1970-an, dengan miniaturisasi elektronik yang terus meningkat, Augmented Reality mencapai langkahnya, dan hal-hal, seperti biasa, mulai berkembang pesat karena semakin banyak orang tertarik. dan terlibat.

### 5.2 Tinjauan Historis: Ghosts to Real AR to DARPA

Augmented Reality adalah gambar yang disempurnakan atau dihasilkan dengan melapisi gambar lain (bisa dihasilkan komputer) di atas tampilan real-time dari lingkungan seseorang.

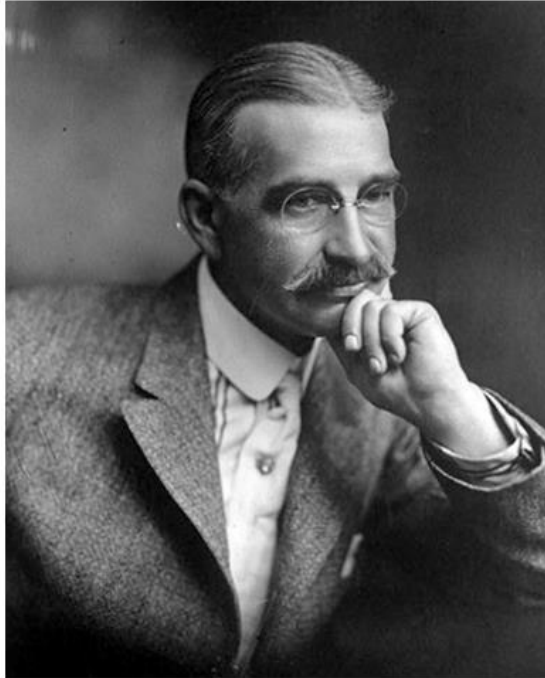
- HUD elektronik pertama berada di pesawat tempur malam de Havilland Mosquito, pada awal 1940 oleh Telecommunications Research Establishment di Inggris.
- Perangkat helm Augmented Reality pertama dilakukan oleh Philco Corporation, Philadelphia, PA, AS, pada akhir 1950-an ketika mereka mulai mengembangkan sistem pengawasan televisi sirkuit tertutup dengan layar yang dipasang di helm.
- Augmented Reality di TV: Teleprompter, 1950; Set virtual kunci kroma, awal 1970-an; visualisasi cuaca berbasis augmented reality, 1981; the scrimmage line in football, 1998.
- Kacamata cerdas Augmented Reality pertama dikembangkan oleh MicroOptical pada tahun 1997, dan produk kacamata komersial pertama, Glasstron, ditawarkan oleh Sony.
- Sistem Augmented Reality pertama pada ponsel konsumen ditunjukkan pada tahun 2004 oleh Mathias Möhring, Christian Lessig, dan Oliver Bimber di Universitas Bauhaus.

Berikut ini adalah ringkasan perkembangan augmented reality, dan meskipun diharapkan menyeluruh, ini tidak dimaksudkan untuk menjadi kronik lengkap dari teknologi atau pengembangannya. Penyebutan pertama dari perangkat seperti Augmented Reality diyakini telah terjadi dalam novel L. Frank Baum (1856–1919) (penulis *The Wonderful Wizard of Oz*) 1901, *The Master Key: An Electrical Fairy Tale*, [1] di mana dia menggambarkan satu set kacamata elektronik yang disebut "penanda karakter" yang dapat mengungkapkan ciri kepribadian tersembunyi seseorang dan memberikan wawasan tentang karakter seseorang (Gambar 5.1). Implementasi praktis pertama dari perangkat seperti Augmented Reality adalah teleprompter yang dikembangkan pada tahun 1950 oleh Hubert Schiafly [2] (1919–2011) yang didasarkan pada konsep Pepper's Ghost.

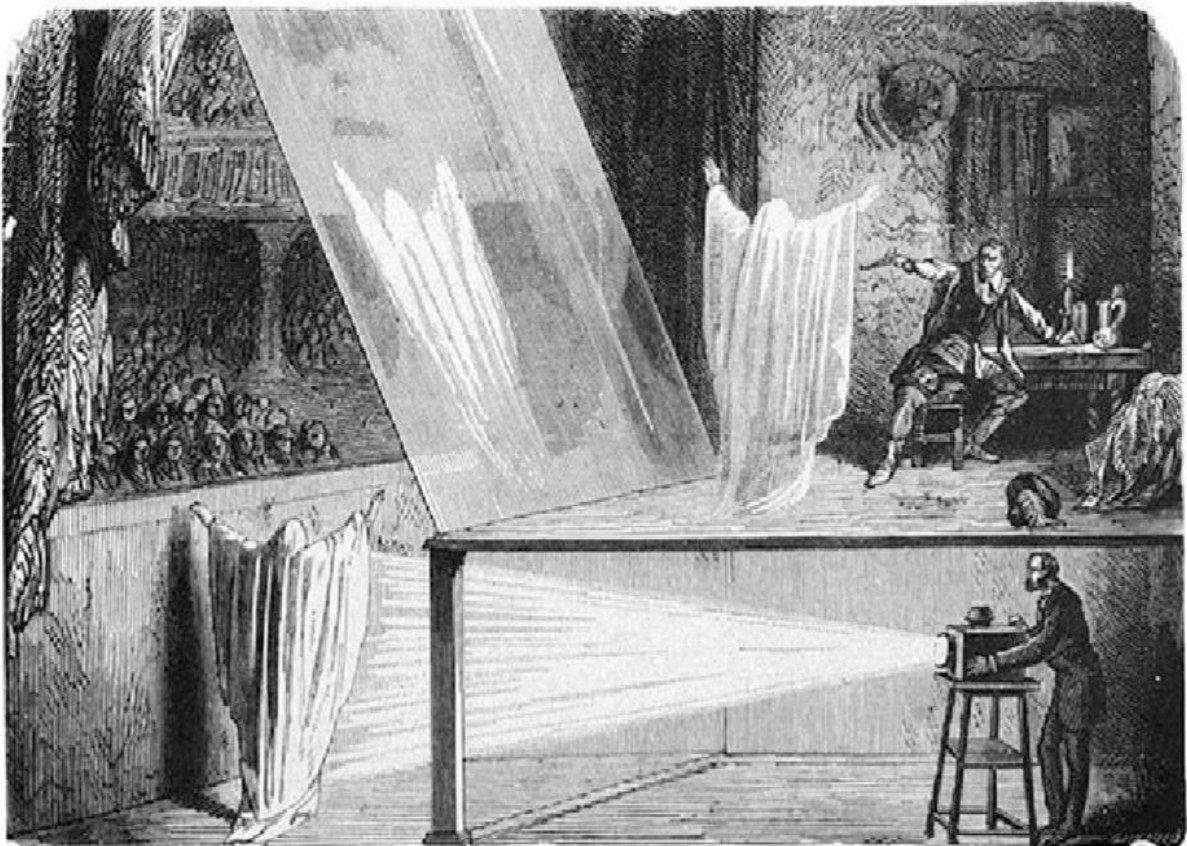


- **1862**

Pepper's Ghost adalah teknik ilusi yang digunakan di teater, taman hiburan, museum, televisi, dan konser. Hal ini dinamai John Henry Pepper (1821-1900), seorang ilmuwan yang mempopulerkan efek dalam demonstrasi terkenal pada tahun 1862 (Gambar 5.2) [3].



Gambar 5.1 Lyman Frank Baum (15 Mei 1856–6 Mei 1919), lebih dikenal dengan nama L. Frank Baum (Wikipedia)



Gambar 5.2 Pepper's Ghost (1862) melihat hal-hal yang tidak ada (Wikimedia)

Trik dasarnya melibatkan panggung yang diatur secara khusus menjadi dua ruangan, satu yang dapat dilihat orang seperti panggung, dan yang kedua tersembunyi di samping, atau di bawah panggung. Sepiring kaca diletakkan di tepi panggung, dengan sudut yang mencerminkan pemandangan ruang kedua ke arah penonton. Saat ruangan kedua dinyalakan, bayangannya (Hantu di dalam ruangan) terpantul dari kaca ke arah penonton.

- **1901**

Sebuah adaptasi dari Pepper's Ghost diajukan pada tahun 1901 oleh Howard Grubb (1844–1931) seorang desainer optik dari Dublin, yang mematenkan "A New Collimating- Telescope Gun Sight for Large and Small Ordnance (Gambar 5.3)."

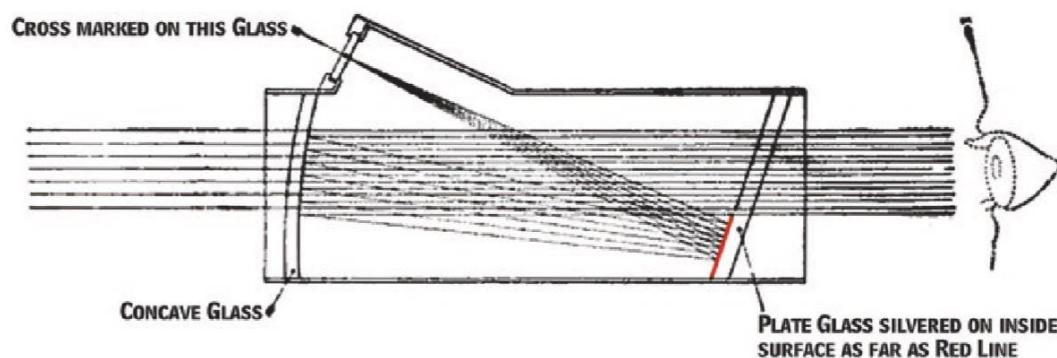
Pencahayaan ambien reticle ditingkatkan dengan menempatkannya menghadap ke atas dan memantulkannya dari cermin relai kemudian dari cermin kolimasi cekung. Versi modern dari ide tersebut dapat ditemukan di Augmented Reality dalam Berburu (bagian "Augmented Reality dalam berburu").

Konsep ini diperluas ke pesawat di WW I, dan kemudian ditingkatkan dengan tampilan elektronik di pesawat WW II yang menciptakan sistem tampilan head-up pertama.

- **1942**

Sejarah augmented reality, atau realitas yang dikurangi dalam bentuk head-up display (HUD), dapat ditelusuri kembali ke awal 1940-an selama Perang Dunia II, di Inggris. Pada Oktober 1942, Telecommunications Research Establishment (TRE), yang bertanggung jawab atas pengembangan radar Inggris berhasil menggabungkan gambar dari Airborne Interception Mk. II radar (AI Mk. II) tabung radar dengan proyeksi dari standar GGS Mk. II gyro gunsight pada area datar kaca depan pesawat tempur malam de Havilland Mosquito [4].

Head-up display (HUD) diadaptasi dari teknologi gyro gunsight era Perang Dunia II di akhir 1950-an [5] dengan tujuan menyediakan informasi penerbangan dasar di kaca depan pesawat militer untuk meminimalkan kebutuhan untuk melihat ke bawah dan mengubah fokus dari cakrawala [6].



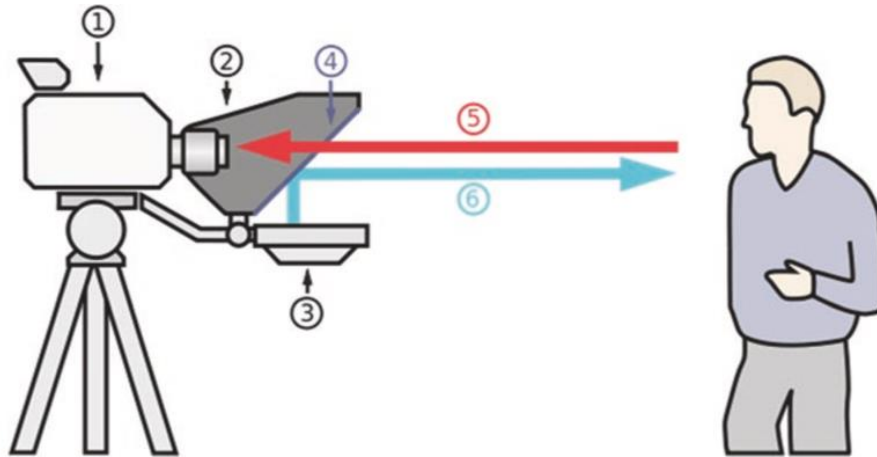
Gambar 5.3 Diagram versi penglihatan reflektor kolimasi Howard Grubb yang dirancang untuk membuat versi ringkas yang cocok untuk senjata api dan perangkat kecil (Wikipedia)

- **1950**

Teleprompter, yang dikembangkan oleh Hubert Schiafly pada tahun 1950, terdiri dari panel transparan yang ditempatkan di depan speaker seperti podium, dan sebuah proyektor

memproyeksikan teks atau skrip pembicara di atasnya. Teks hanya terlihat oleh pembicara. Itu memungkinkan pembicara untuk melihat lurus ke depan dan tidak melihat ke bawah untuk melihat catatan tertulis, dia tampaknya telah menghafal pidato atau berbicara secara spontan, melihat langsung ke lensa kamera (Gambar 5.4).

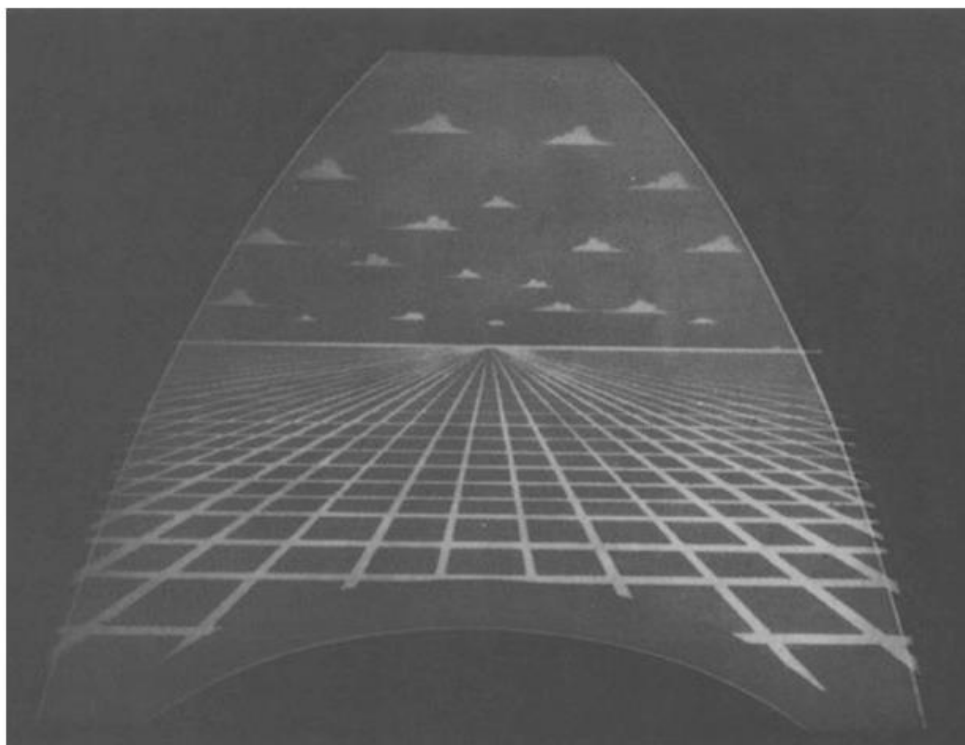
Gambar di atas adalah sistem teleprompter dengan: (1) Kamera video; (2) Kain Kafan; (3) pemantau video; (4) Kaca bening atau pemecah sinar; (5) Gambar dari subjek; (6) Gambar dari monitor video.



Gambar 5.4 Sistem teleprompter (Wikipedia) [7]

- **1953**

Sistem pesawat visi sintetis pertama adalah Program Instrumentasi Angkatan Darat-Angkatan Laut (ANIP) [8]. Diciptakan pada tahun 1953 untuk tujuan memberikan konsep baru instrumentasi data penerbangan yang memungkinkan penggunaan kemampuan kinerja secara optimal dan pengoperasian pesawat di segala cuaca yang sebenarnya (Gambar 5.5).



Gambar 5.5 Citra horizon buatan dari sistem ANIP (Douglas Aircraft)

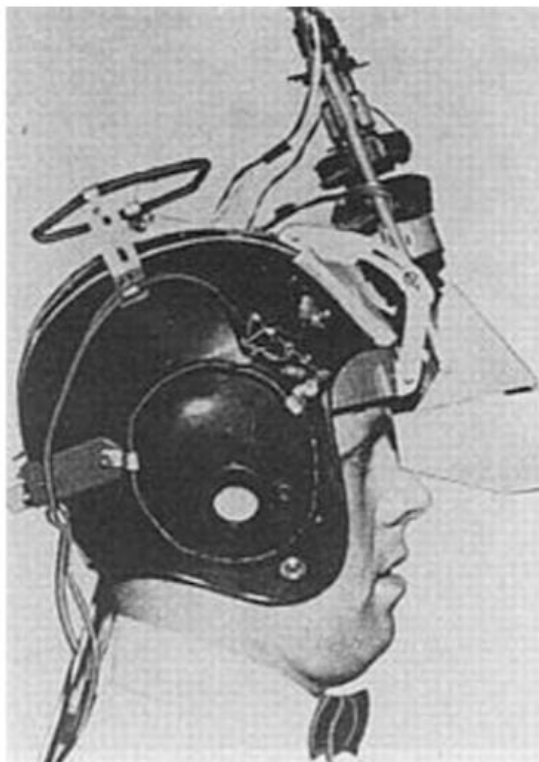
Salah satu tujuan ANIP adalah untuk meringankan beban pilot dengan menyediakan tampilan yang lebih alami, dibuat secara artifisial, dan dirancang dengan hati-hati. Program ini dimaksudkan untuk dapat diterapkan pada kapal permukaan, kapal selam dan kendaraan darat serta pesawat terbang.

- **1961**

Philco dikreditkan karena telah mengembangkan sistem head-mount seperti Augmented Reality pertama, yang mereka sebut Headsight. Ini memiliki helm dengan tabung sinar katoda dan memiliki pelacakan posisi kepala magnetik (Gambar 5.6).

Karyawan Philco, Comeau dan Bryan, membuat Headsight dan mendemonstrasikannya pada tahun 1961. Ini menggunakan sistem pelacakan magnetik dan CRT tunggal yang dipasang pada helm, dan memberikan gambar video kepada penampil jarak jauh sesuai dengan arah kepala pemakainya. Itu dapat diklasifikasikan hari ini sebagai perangkat telepresence karena tidak menempatkan data apa pun di atas gambar yang dilihat pemakainya.

Perangkat ini digunakan dengan sistem video sirkuit tertutup yang dikendalikan dari jarak jauh untuk melihat situasi berbahaya dari jarak jauh dan untuk memantau kondisi di lokasi lain, menggunakan pelacakan magnetik untuk memantau gerakan kepala pengguna. Perangkat ini dilaporkan dalam majalah Electronics edisi November 1961 [9].



Gambar 5.6 Headsight Headsight Philco dengan layar CRT (Sumber: Majalah Electronics)

- **1962**

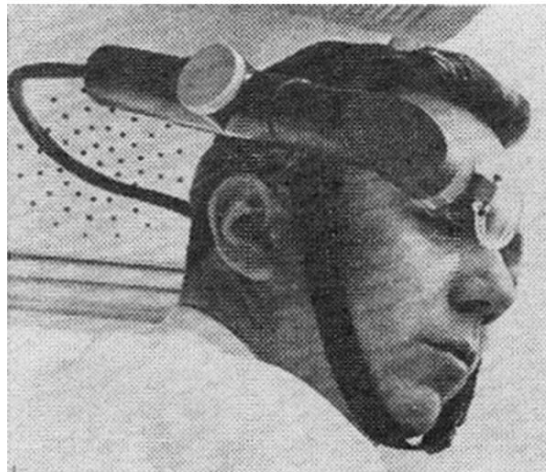
Pesawat Hughes juga memiliki perangkat yang dipasang di kepala pada periode waktu yang sama, yang disebut Electrocular (Gambar 5.7) [10].

Ini dirancang untuk menjadi perangkat tampilan kamera jarak jauh dengan memproyeksikan output kamera video ke CRT berdiameter satu inci (panjang 7 inci) yang dipasang di kepala

dengan cermin semi-transparan yang memproyeksikan gambar di depan mata kanan pemakainya.

- **1963**

Perusahaan Helikopter Bell di Fort Worth, Texas bereksperimen dengan kamera yang dikendalikan servo dan perangkat penglihatan jarak jauh pada headset. Layar tersebut memberi pilot pandangan yang diperbesar dari tanah, yang ditangkap oleh kamera inframerah di bawah helikopter. Kamera itu terikat pada headset sehingga akan bergerak saat pilot menggerakkan kepalanya pada dasarnya memberinya penglihatan jarak jauh dan tidak terlalu berbeda dari sistem Philco (yang mungkin merupakan inspirasi untuk sistem Bell).



Gambar 5.7 Mata Ketiga untuk Penjelajah Luar Angkasa, Elektrokular Pesawat Hughes (Elektronik Populer)

Sistem Bell Helicopter dirancang untuk membantu melakukan pendaratan di malam hari, memberikan tampilan dunia nyata yang ditingkatkan secara real-time. Sistem ini akan menjadi sistem Augmented Reality video tembus pandang pertama, tetapi tidak ada citra yang dihasilkan komputer di dalamnya.

- **1965**

Ivan Sutherland, yang terkenal dengan proyek SketchPad-nya di MIT pada tahun 1962 mengambil posisi sebagai profesor di Universitas Harvard. Dia membayangkan Augmented Reality dalam esainya tahun 1965 berjudul *The Ultimate Display* [11].

*Tampilan ultimate, tentu saja, akan menjadi ruangan di mana komputer dapat mengontrol keberadaan materi. Sebuah kursi yang dipajang di ruangan seperti itu akan cukup baik untuk diduduki. Borgol yang dipajang di ruangan seperti itu akan membatasi, dan peluru yang dipajang di ruangan seperti itu akan berakibat fatal. Dengan pemrograman yang tepat, tampilan seperti itu benar-benar bisa menjadi Negeri Ajaib tempat Alice berjalan.—Ivan Sutherland*

Saat di Harvard dia mendengar tentang proyek di Bell Helicopter dan pergi ke sana untuk melihatnya. Sutherland menyaksikan orang-orang Bell Helicopter menguji sistem dengan meminta satu karyawan duduk di kantor mengenakan prototipe headset dan menonton dua rekannya bermain lempar tangkap, di atas atap. Ketika salah satu dari mereka tiba-tiba melemparkan bola ke kamera, karyawan di kantor itu merunduk. “Jelas,” kata Sutherland,

“bahwa pengamat mengira dia berada di depan kamera dan tidak nyaman berada di dalam gedung.

Sutherland dengan sederhana berkata, “Kontribusi kecil saya pada Virtual Reality adalah menyadari bahwa kami tidak membutuhkan kamera — kami dapat menggantikan komputer. Namun, pada masa itu tidak ada komputer yang cukup kuat untuk melakukan pekerjaan itu sehingga kami harus membuat peralatan khusus.”

- **1967**

Tom Furness (19 April 1943–) bekerja di Angkatan Udara pada tampilan yang dipasang di kepala pilot untuk membidik senjata. Sekitar 22 tahun kemudian, ia memulai laboratorium Teknologi Antarmuka Manusia (HIT Lab) di Universitas Washington (Gambar 5.8).

Diproduksi di bawah kontrak oleh Hughes Aircraft Company, HMD USAF pertama menggunakan CRT defleksi elektromagnetik satu inci yang menghasilkan gambar pindaian raster yang diperbesar dan diproyeksikan untuk menghasilkan gambar virtual bidang pandang 30 derajat. Ini bisa digunakan untuk menampilkan di mata kiri atau kanan.

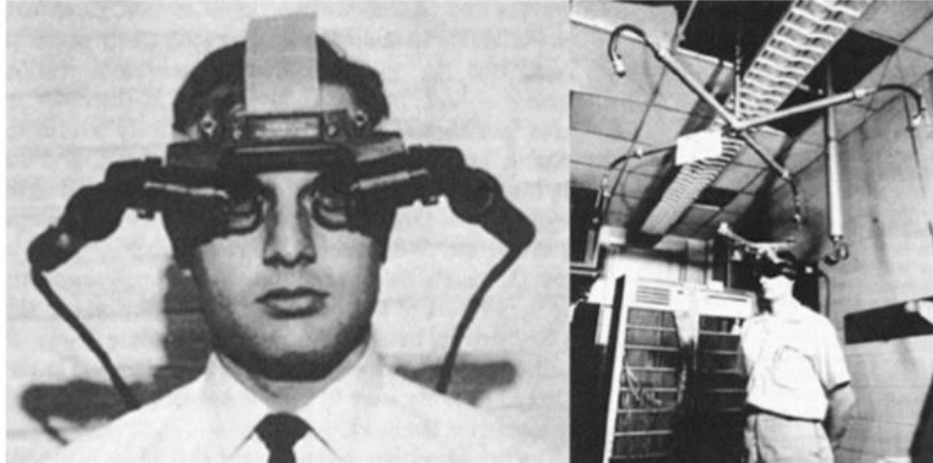
Pada tahun 1968, Sutherland, dengan muridnya Bob Sproull (1945–), Quintin Foster, dan Chuck Seitz, seorang mahasiswa pascasarjana di MIT, membangun headset dengan pelacakan kepala dan komputer tujuan khusus untuk menghasilkan kubus tunggal dengan beberapa huruf di atasnya. sisi (Gambar 5.9). Mereka menggunakan tampilan yang sama dengan yang digunakan Helikopter Bell, dengan dua CRT (satu untuk setiap mata) dan mengembangkan tampilan yang dipasang di kepala yang digantung di langit-langit, yang diberi nama, “Pedang Damocles.” Unit itu sebagian tembus pandang, jadi pengguna tidak sepenuhnya terputus dari lingkungan mereka. Transparansi ini dikombinasikan dengan fitur lain adalah mengapa sering disebut sebagai pendahulu teknologi Augmented Reality (Gambar 5.10).

Belakangan tahun itu, Sutherland pindah ke Utah, di mana dia bergabung dengan Departemen Ilmu Komputer di Universitas Utah yang didirikan oleh Dave Evans (1924–), Sutherland telah mengenal Evans dari masa ARPA-nya di MIT. Bersama-sama mereka mendirikan Evans & Sutherland Computer Corporation pada tahun 1968, perusahaan grafis komputer pertama di dunia, dan pelopor dalam CG.



Gambar 5.8 Lt. Tom Furness mengenakan Layar Terpasang Helm USAF pertama (Laboratorium Armstrong, Wright-Patterson AFB, OH)

*Augmented Reality (AR), Dr. Joseph. T.S, M.Kom*



Gambar 5.9 Pemirsa melihat grafik yang dihasilkan komputer — pada dasarnya kubus bingkai kawat mengambang (Courtesy: The Computer History Museum)

Sejak tahun 1965, dalam upaya untuk meningkatkan desain manusia-mesin pesawat, insinyur faktor manusia dari Aerospace Medical Research Laboratory (AMRL) di Wright-Patterson AFB, Ohio, (satu unit Divisi Medis Aerospace) telah memelopori teknik untuk "secara visual pasangankan" operator ke sistem senjatanya.



Gambar 5.10 "Pedang Damocles" (tanpa gantry) tampilan yang dipasang di kepala (Courtesy: The Computer History Museum) [12]

Pada tahun 1969 Myron Krueger (1942–) saat mendapatkan gelar Ph.D. di Ilmu Komputer di University of Wisconsin-Madison, mengembangkan serangkaian karya seni komputer interaktif yang dia sebut "realitas buatan" di mana dia mengembangkan lingkungan yang dihasilkan komputer yang merespons orang-orang di dalamnya. Teknologi ini memungkinkan orang untuk berkomunikasi satu sama lain dalam lingkungan yang dihasilkan komputer yang responsif meskipun terpisah bermil-mil jauhnya, cikal bakal telepresence. Proyek bernama

Glowflow, Metaplay, dan Psychic Space adalah kemajuan dalam penelitiannya dan pada tahun 1975 mengarah pada pengembangan teknologi Videoplace (didanai oleh National Endowment untuk seni). Itu mengelilingi pengguna, dan menanggapi gerakan dan tindakan mereka, tanpa menggunakan kacamata atau sarung tangan. Pekerjaan yang dilakukan di laboratorium berkontribusi pada bukunya yang diterima dengan baik dan sering dikutip tahun 1983, *Realitas Buatan* [13].

Augmented Reality umumnya dianggap memiliki gambar yang ditampilkan melalui beberapa jenis sistem tampilan seperti kacamata, atau tablet.

Selama tahun 1970-an dan 1980-an, Augmented Reality menjadi topik penelitian di beberapa lembaga, termasuk Laboratorium Armstrong Angkatan Udara AS, Pusat Penelitian Ames NASA, Institut Teknologi Massachusetts, dan Universitas Carolina Utara di Chapel Hill.



Gambar 5.11 Uji coba memakai helm prototipe augmented reality, sekitar tahun 1971 (Tom Furness)

- **1971**

Afrika Selatan muncul sebagai salah satu pelopor dan pemimpin dalam teknologi penglihatan senjata yang dipasang di helm. SAAF juga merupakan angkatan udara pertama yang menerbangkan helm gun-sight secara operasional.

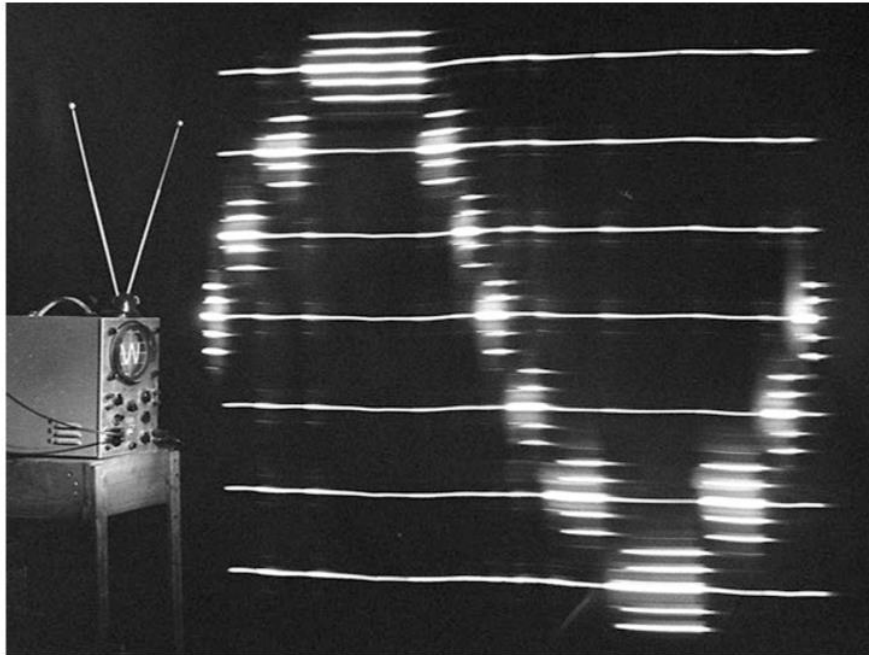
Pada tahun yang sama, sistem tampilan/pelacakan proyeksi visor yang dikembangkan untuk USAF di bawah kontrak oleh Honeywell Inc., diselesaikan (Gambar 5.11).

Gambar tampilan dihasilkan oleh CRT satu inci di bagian belakang helm dan diteruskan ke bagian depan helm melalui bundel serat optik yang koheren. Gambar dikolimasi dan dimasukkan ke bagian cermin pelindung parabola, dipantulkan ke cermin lain di titik fokus parabola, dipantulkan kembali ke lapisan dikroik kedua pada parabola dan kemudian ke mata pilot. Pilot akan melihat gambar virtual dengan sudut visual  $22^\circ$  pada optik tak terhingga yang ditumpangkan di dunia luar. Helm juga dilacak menggunakan triangulasi inframerah pada fotodetektor pada slide helm yang menciptakan tampilan Augmented Reality tembus pandang pertama yang tidak digabungkan secara mekanis.



- **1974**

Angkatan Laut AS adalah yang pertama kali menggunakan sistem penglihatan yang dipasang di helm di pesawat tempur, Visual Target Acquisition System, juga dikenal sebagai VTAS.



Gambar 5.12 Real Augmented Reality—visualisasi informasi tanpa mediasi (Mann)

Juga pada tahun 1974: Steve Mann menciptakan konsep Augmented Reality yang dapat dikenakan, menggunakan komputer yang dapat dikenakan untuk melapisi sinyal fenomenologis ke dalam realitas visual. Mann juga menciptakan konsep, dan implementasi, Augmented Reality fenomenologis (Gambar 5.12), mis. membuat gelombang radio elektromagnetik yang tidak terlihat terlihat, melalui "S.W.I.M. (Mesin Pencetakan Gelombang Sekuensial)".

Ini adalah bentuk nyata dari augmented reality, dalam arti bahwa augmentasi langsung dari dunia fisik nyata (realitas itu sendiri) di mana keselarasan antara dunia nyata dan virtual hampir sempurna, dengan bandwidth yang hampir tak terbatas (Gambar 5.13) .

- **1980**

WearComp 1 Steve Mann, menggabungkan banyak perangkat untuk menciptakan pengalaman visual. Itu termasuk antena untuk berkomunikasi secara nirkabel dan berbagi video. Mann kemudian menamai ulang versi berikutnya, "Eyetap."

- **1981**

Ide overlay komputer dan data Augmented Reality RADAR di atas gambar TV dikembangkan oleh Dan Reitan (1960–) untuk siaran cuaca televisi yang membawa Augmented Reality ke TV. Reitan dikreditkan dengan menciptakan visualisasi cuaca berbasis Augmented Reality asli di KSDK St. Louis, Mo. Penemuan tersebut ditayangkan langsung di KSDK, WGN, dan banyak stasiun lainnya; tidak hanya overlay, tetapi gambar real-time campuran dari beberapa sistem pencitraan radar dan satelit secara real-time. Reitan kemudian mengembangkan aplikasi bernama ReinCloud, dan memperoleh paten sveral [14].



Gambar 5.13 Lapangan Steve Mann menguji prototipe sistem Augmented Reality EyeTap di MIT sekitar tahun 1980 (Sumber: Wikipedia Steve Mann)

- **1985**

Jaron Lanier (3 Mei 1960–), yang dikreditkan dengan menciptakan istilah 'Virtual Reality' (pada 1987) dan sesama mantan peneliti Atari Thomas G. Zimmerman (1957–) mendirikan VPL Research. Ini menjual produk seperti Sarung Tangan Data (ditemukan oleh Thomas Zimmerman [15]), yang memungkinkan orang menggunakan tangan mereka untuk berinteraksi dengan lingkungan virtual, dan EyePhone, layar yang dipasang di kepala.

- **1985**

Saat bekerja di Laboratorium Armstrong di Pangkalan Angkatan Udara Wright-Patterson, Thomas Furness menyusun gagasan tentang tampilan retina virtual sebagai sarana untuk menyediakan tampilan yang dipasang di helm dengan pencahayaan yang lebih tinggi untuk pilot. Sekitar waktu yang sama pada tahun 1986, Kazuo Yoshinaka (1916–2001) saat bekerja di Nippon Electric Co juga mengembangkan ide tersebut. (Pada bulan November 1991, Furness dan rekannya Joel S. Kollin menyelesaikan pengembangan VRD di Laboratorium Teknologi Antarmuka Manusia di Universitas Washington dan mengajukan paten pada tahun 1992.)

- **1986**

Sebagai bagian dari proyek Super Cockpit Angkatan Udara AS, Tom Furness mengembangkan tampilan head-up overlay resolusi tinggi untuk pilot pesawat tempur, didukung oleh suara 3D (Furness, 1986).

- **1989**

Teknologi Refleksi memperkenalkan layar yang dipasang di kepala The Private Eye. Itu memiliki rangkaian LED monokrom dalam layar 1,25 inci yang dipindai secara vertikal menggunakan cermin bergetar. Gambar tampak seperti layar 15 inci pada jarak 18 inci (Gambar 5.14).

- **1990**

Istilah "Augmented Reality" dikaitkan dengan Thomas P. Caudell, dan David Mizell [16] mantan peneliti Boeing [17]. Caudell dan Mizell bekerja di Boeing untuk menyederhanakan proses penyampaian instruksi pengkabelan untuk perakitan pesawat kepada pekerja konstruksi, dan mereka merujuk pada solusi yang mereka usulkan untuk melapisi materi yang diwakili komputer di atas dunia nyata sebagai augmented reality. Pada tahun 1992 diterbitkan dalam sebuah makalah di Proceedings of the Twenty- Fifth Hawaii International Conference on System Sciences. Krueger mendahuluinya dengan bukunya tahun 1983, Realitas Buatan [13], dan karyanya di Universitas Wisconsin pada tahun 1969.

- **1991**

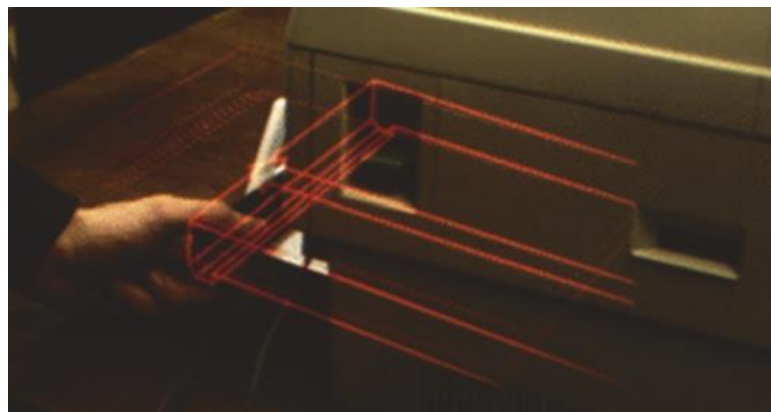
Ben Delaney meluncurkan Jurnal CyberEdge. Dari Januari 1991 hingga Januari 1997, CyberEdge Journal adalah suara industri Virtual Reality [18].

- **1992**

Louis Rosenberg (1969–) mengembangkan Perlengkapan Virtual, salah satu sistem Augmented Reality yang berfungsi pertama, untuk Laboratorium Penelitian Angkatan Udara. Hal ini memungkinkan militer untuk bekerja di daerah terpencil [19]. Pada tahun 1993, Rosenberg mendirikan perusahaan Virtual Reality, Immersion Corporation. Kemudian pada tahun 2000, Rosenberg kemudian mendirikan Outland Research, sebuah perusahaan yang mengkhususkan diri dalam metode lanjutan dari interaksi manusia-komputer dan pada tahun 2001 Google membeli Outland Research, bersama dengan patennya.



Gambar 5.14 Mata Pribadi Steven Feiner (foto oleh Dan Farber)



Gambar 5.15 Augmented Reality dimaksudkan untuk menunjukkan kartrid toner dan menunjukkan lokasi dan mengidentifikasi baki kertas (Courtesy: Blair MacIntyre)

- **1992**

Meskipun beberapa prototipe kerja Augmented Reality telah ditunjukkan, Steven Feiner (1952–), Blair MacIntyre, dan Doree Seligmann dikreditkan dengan mempresentasikan makalah besar pertama tentang prototipe sistem augmented reality, KARMA (Augmented Reality berbasis Pengetahuan untuk Bantuan Pemeliharaan) [20, 21], pada konferensi Graphics Interface (Gambar 5.15).

- **1992**

Neal Stephenson menerbitkan *Snow Crash* yang memperkenalkan konsep Metaverse. Stephenson bergabung dengan perusahaan Magic Leap pada tahun 2015.

- **1993**

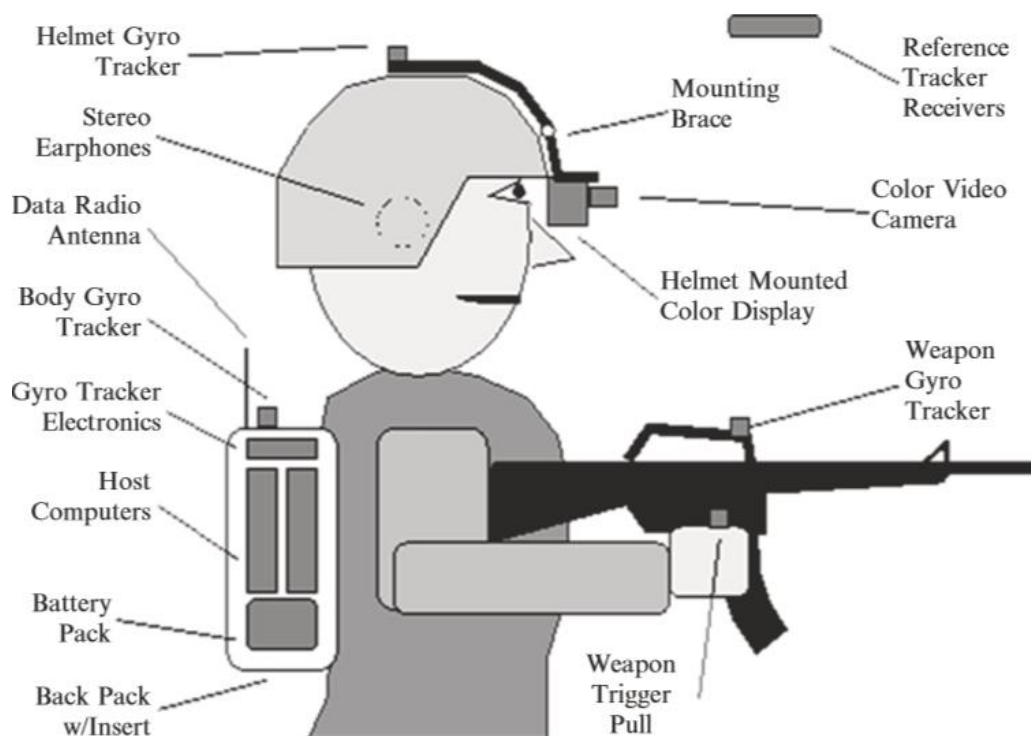
Lizzy—Thad Starner (1969–) mulai terus-menerus memakai komputernya berdasarkan desain Doug Platt [MIT]. Menggunakan PC Intel 80.286, dan tampilan Mata Pribadi oleh Teknologi Refleksi (lihat di atas). [22] dan menyebut sistem itu, "Lizzy," setelah Ford Model T.

- **1993**

Loral WDL, dengan sponsor dari STRICOM, melakukan demonstrasi pertama yang menggabungkan kendaraan yang dilengkapi Augmented Reality dan simulator berawak (Gambar 5.16). (Makalah yang tidak diterbitkan, J. Barrilleaux, "Experiences and Observations in Applying Augmented Reality to Live Training", 1999 [23].)

- **1994**

Augmented Reality pertama kali digunakan untuk tujuan hiburan ketika Julie Martin menciptakan apa yang diyakini sebagai Augmented Reality pertama Produksi teater, "Menari di Dunia Maya." Didanai oleh Dewan Seni Australia, menampilkan akrobat dan penari yang memanipulasi objek virtual seukuran tubuh secara real time, diproyeksikan ke dalam ruang fisik dan bidang pertunjukan yang sama.



Gambar 5.16 Sistem Augmented Simulation (AUGSIM) (Sumber: Peculiar Technologies) [24]

- **1994**

SixthSense adalah sistem komputer yang dapat dikenakan berbasis gerakan yang dikembangkan di MIT Media Lab oleh Steve Mann pada tahun 1994 [25] dan 1997 (antarmuka gestur yang dikenakan di kepala), dan 1998 (versi yang dikenakan di leher), dan dikembangkan lebih lanjut oleh Pranav Mistry (juga di MIT Laboratorium Media).

- **1996**

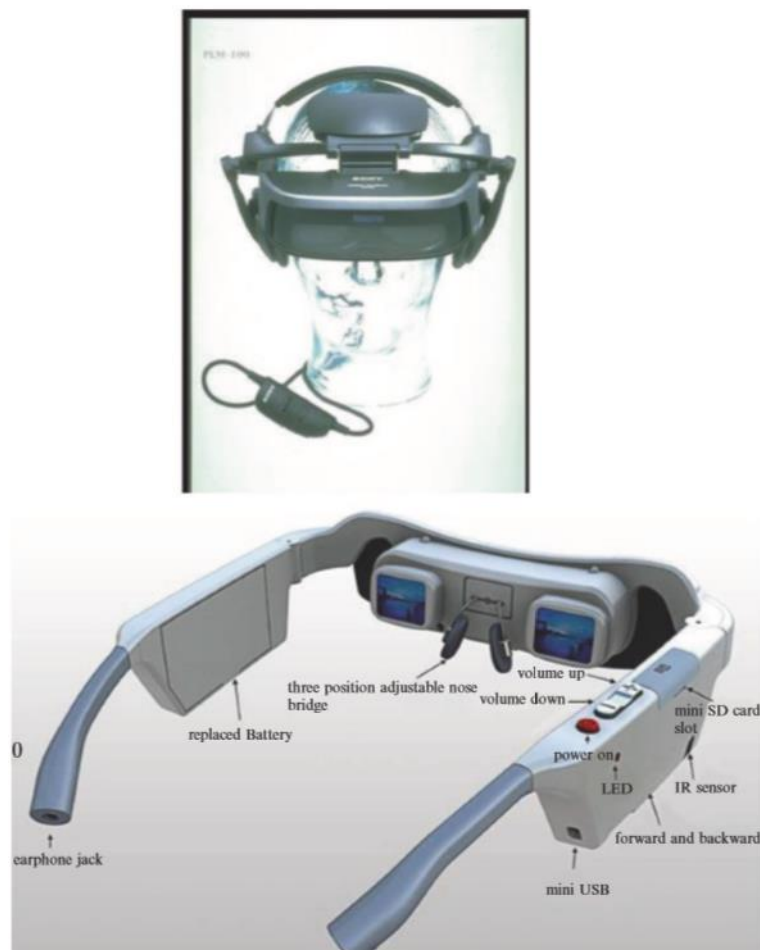
Steven Feinberg, profesor ilmu komputer di Universitas Columbia, menciptakan sistem Augmented Reality seluler luar ruang pertama menggunakan tampilan tembus pandang.

- **1997**

Ronald T. Azuma's, A Survey of Augmented Reality, meneliti beragam penggunaan Augmented Reality seperti medis, manufaktur, penelitian, operasi mekanis, dan hiburan.<sup>1</sup>

- **1996**

Sony merilis Glasstron, layar yang dipasang di kepala yang masing-masing mencakup dua layar LCD dan dua earphone untuk video dan audio. Itu juga memiliki rana mekanis untuk memungkinkan tampilan menjadi tembus pandang (Gambar 5.17).



Gambar 5.17 Headset Augmented Reality Sony Glasstron (Sumber: Wikipedia)

<sup>1</sup> Azuma, Ronald T., <http://www.cs.unc.edu/~azuma/ARpresence.pdf>  
*Augmented Reality (AR)*, Dr. Joseph. T.S, M.Kom

- **1997**

Mobile Backpack augmented reality, The Touring Machine, dikembangkan di Columbia mulai tahun 1996, adalah sistem Augmented Reality mobile (MARS) pertama yang melakukan Augmented Reality grafis. Ini menggabungkan tampilan yang dipasang di kepala, tampilan tablet genggam, dan ransel dengan komputer, GPS, dan koneksi Internet (Gambar 5.18) [26].

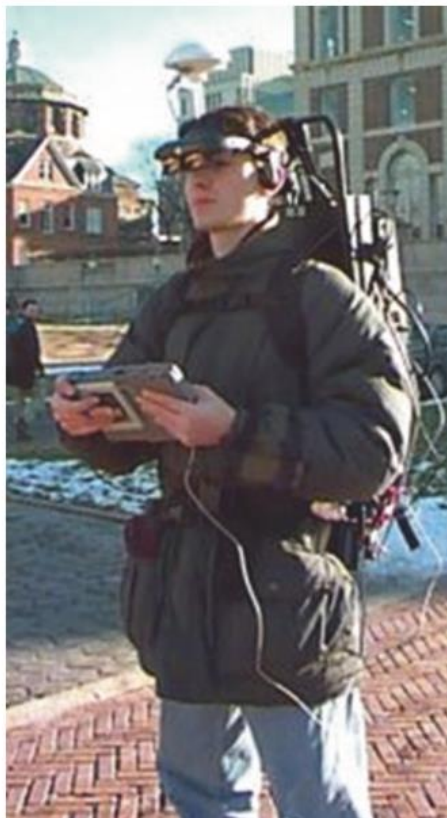
Sistem ini menggabungkan grafik 3D Augmented Reality yang dilapis dengan kebebasan komputasi seluler yang tidak terikat, membuktikan dukungan bagi pengguna dalam interaksi sehari-hari mereka dengan dunia. Aplikasi menyajikan informasi tentang kampus universitas. Ini memiliki tampilan 3D yang dikenakan di kepala, pelacakan kepala, genggam tembus pandang, tampilan 2D dengan stylus dan trackpad, Ransel tidak terlacak, buram, dan komputer, GPS diferensial, radio digital untuk akses web nirkabel.

- **1997**

MicroOptical, di bawah proyek yang didanai Defense Advanced Research Projects Agency (DARPA), mendemonstrasikan tampilan kacamata di mana optik penglihatan digabungkan dalam lensa kacamata.

- **1998**

IBM Jepang mendemonstrasikan PC yang dapat dipakai. Komponennya termasuk layar bermata ringan yang dipasang di kepala dengan resolusi monokrom, headphone untuk suara dan video, pengontrol / mikrofon untuk kontrol, dan unit kontrol. Itu menjalankan Windows 98 dan menampilkan 233 MHz Pentium MMX, 64 MB RAM, 340 MB IBM.



Gambar 5.18 Mesin Tur—Sistem Augmented Reality seluler pertama Augmented Reality ransel dengan tampilan yang dikenakan di kepala (Universitas Kolombia)

- **Akhir 1990-an**

Augmented Reality menjadi bidang penelitian yang berbeda, dan konferensi tentang Augmented Reality dimulai, termasuk Lokakarya Internasional dan Simposium tentang Augmented Reality [27], Simposium Internasional tentang Mixed Reality, dan lokakarya Merancang Lingkungan Augmented Reality. Organisasi dibentuk seperti Mixed Reality Systems Laboratory (MRLab) di Nottingham dan konsorsium Arvika3 di Jerman [28].

- **1997**

Ronald Azuma dikreditkan dengan membangun tiga elemen utama yang mendefinisikan Augmented Reality [29]:

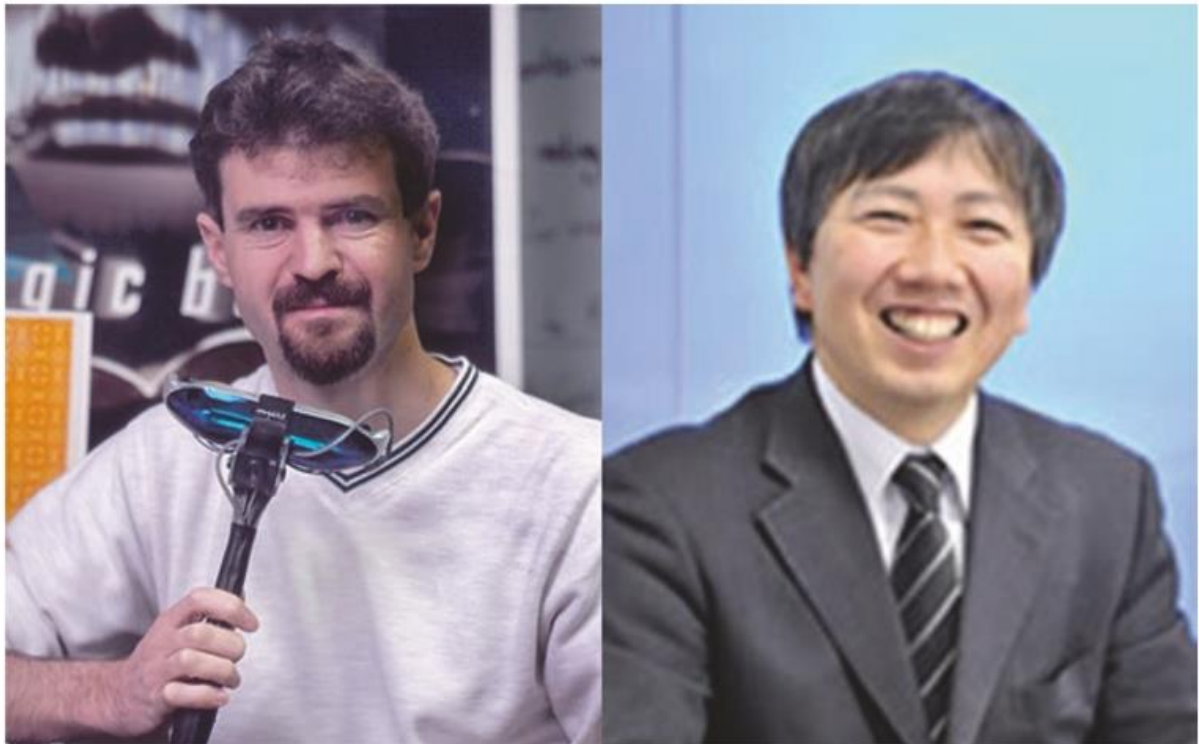
- menghubungkan dunia nyata dan virtual
- interaktif dalam real-time
- memungkinkan gerakan dalam 3D

- **1998**

Augmented Reality dalam siaran olahraga—Sportvision, Penggunaan Augmented Reality diperkenalkan dalam berbagai macam overlay grafis yang digunakan dalam siaran olahraga. Yang paling terkenal adalah garis scrimmage (kuning) di sepak bola AS.

- **1998**

Konsep spasial Augmented Reality (SAR) diperkenalkan di University of North Carolina, di mana objek virtual ditampilkan langsung di dalam atau di ruang fisik pengguna tanpa headset [30].



Gambar 5.19 Mark Billinghurst dan Hirokazu Kato mengembangkan perintis dan banyak digunakan tool kit Augmented Reality (Courtesy: Thomas Furness dan Hirokazu Kato)

- **1999**

ARToolkit dikembangkan oleh Mark Billinghurst dan Hirokazu Kato oleh Human Interface Technology Laboratory di University of Washington. Teknologi ini pertama kali didemonstrasikan secara publik di SIGGRAPH pada tahun 1999. Ini dirilis open source pada tahun 2001 oleh HIT dan dikomersialkan oleh ARToolworks di bawah model lisensi ganda (Gambar 5.19).

ARToolKit diakuisisi oleh DAQRI dan dirilis ulang open-source mulai versi 5.2 pada 13 Mei 2015.

- **1999**

NASA beralih ke Augmented Reality dengan program X-38, yang memungkinkan para peneliti untuk lebih memahami teknologi apa yang dibutuhkan untuk membangun pesawat ruang angkasa yang murah dan andal.

- **1999**

Peneliti angkatan laut mulai Bekerja di Battle-field Augmented Reality System (BARS), model asli sistem Wearable awal untuk tentara.

- **1999**

Steve Mann adalah salah satu pelopor paling awal dalam kacamata digital dan apa yang dia sebut realitas "dimediasi". Perkembangannya adalah memungkinkan Augmented Reality seluler. Dia adalah profesor di departemen teknik listrik dan komputer di University of Toronto dan anggota senior IEEE, dan juga menjabat sebagai kepala ilmuwan untuk startup augmented reality, Meta (Gambar 5.20).

EyeTap dikenakan di depan mata, merekam apa yang tersedia untuk mata dan menempatkan tampilan sebagai citra digital. Ini menggunakan beam-splitter untuk mengirim adegan yang sama ke mata dan kamera, dan ditambatkan ke komputer dalam paket kecil. Pada tahun 2000, Steve Mann diakui sebagai "Bapak Komputer yang Dapat Dipakai" (IEEE ISSCC 2000), dan Pendiri bidang Teknologi Dapat Dipakai; secara khusus, Nicholas Negroponte, Direktur MIT Media Lab, menyatakan, "Steve Mann adalah contoh sempurna dari seseorang yang bertahan dalam visinya dan akhirnya menemukan disiplin baru."



Gambar 5.20 Mann mengenakan EyeTap Digital Eye Glass dari tahun 1999 (Foto oleh: Dan Farber untuk Cnet) [31]



- **2000**

Game luar ruang ARQuake, yang dikembangkan oleh Wearable Computer Lab University of South Australia menggunakan layar yang dipasang di kepala, komputer seluler, pelacak kepala, dan sistem GPS untuk memberikan masukan guna mengontrol game (lihat “Game”, bagian “Game”).

- **2001**

MRLab menyelesaikan penelitian percontohan mereka, dan simposium tersebut disatukan dalam Simposium Internasional tentang Mixed Reality dan Augmented [32] (ISMAugmented reality), yang telah menjadi simposium utama bagi industri dan penelitian untuk bertukar masalah dan solusi.

- **2004**

Sistem Augmented Reality pertama pada ponsel konsumen dilakukan oleh Mathias Möhring, Christian Lessig, dan Oliver Bimber di Universitas Bauhaus (Gambar 5.21) [33].

Para peneliti mempresentasikan sistem Augmented Reality video tembus pandang pertama yang berjalan pada ponsel konsumen. Ini mendukung deteksi dan diferensiasi penanda yang berbeda, dan integrasi yang benar dari grafik 3D yang diberikan ke dalam aliran video langsung melalui model kamera proyeksi perspektif yang lemah dan pipa rendering OpenGL.

- **2009**

Pada bulan Januari, LEGO, produsen mainan Denmark meluncurkan DIGITAL BOX, berdasarkan teknologi Metaio. Angela Merkel dan Gubernur California berpose dengan produk tersebut. Tingkat minat dalam Augmented Reality melonjak.

- **2009**

NyARToolKit di-porting ke Flash oleh Tomohiko Koyama (alias Saqoosha) untuk membuat FLARToolKit dan memungkinkan Augmented Reality untuk dilihat di browser web untuk pertama kalinya (Gambar 5.22) [34].



Gambar 5.21 Contoh video tembus pandang pada ponsel



Gambar 5.22 Tomohiko Koyama (alias Saqoosha) mengembangkan FLARToolKit yang menghadirkan Augmented Reality ke browser web

LARToolKit didasarkan pada NyARToolkit, versi porting Java dari ARToolKit. FLARToolKit mengenali penanda dari gambar masukan. Dan menghitung orientasi dan posisi mereka di dunia 3D.

- **2009**

Esquire—Masalah Augmented Reality. Majalah Esquire edisi Desember 2009 menampilkan enam pengalaman Augmented Reality yang dipicu oleh “penanda” blok hitam putih yang tercetak di sampulnya dan dengan beberapa artikel dan iklan. Setelah mengunduh perangkat lunak khusus, menahan halaman yang ditandai memulai pemutaran pengalaman terkait, dengan aktor tampil di lingkungan virtual yang berubah dengan orientasi halaman majalah (Gambar 5.23). Majalah Esquire dapat dikreditkan dengan mempopulerkan gagasan augmented reality, dan tak lama kemudian perusahaan baru mulai terbentuk lebih cepat dari sebelumnya (lihat Gambar 9.1: Perusahaan memasuki pasar Augmented Reality sejak 1988).



Gambar 5.23 Esquire menampilkan pengalaman Augmented Reality dalam majalahnya pada tahun 2009 (Sumber: Hearst Publishing)

- **2009**

Qualcomm meluncurkan proyek Vuforia, Augmented Reality Software Development Kit (SDK) untuk perangkat seluler yang memungkinkan pembuatan aplikasi Augmented Reality. Pada tahun 2015, Qualcomm Connected Experiences, anak perusahaan Qualcomm, menjual platform Augmented Reality Vuforia ke Computer-Aided Design (CAD) dan pembuat perangkat lunak Product Lifecycle Management (PLM) PTC (sebelumnya Parametric Technology Corporation) seharga Rp. 6,5 miliar, untuk mengaktifkan aplikasi di Internet untuk segala.



Gambar 5.24 Kacamata Augmented Reality Epson Moverio BT-100 (Sumber: Epson)

- **2010**

Microsoft meluncurkan proyek Baraboo, untuk mengembangkan kacamata cerdas Mixed Reality. HoloLens dapat melacak garis keturunannya ke Kinect, add-on untuk konsol game Xbox Microsoft yang diperkenalkan pada tahun 2010.

- **2011**

Staf dan siswa HIT Lab NZ mendemonstrasikan aplikasi CityViewAR kepada publik selama akhir pekan 10-11 Desember 2011, di Cashel Mall di pusat kota Christchurch. CityViewAR menunjukkan kota Christchurch seperti sebelum gempa berkekuatan 7,1 pada 4 September 2010 di sana.

- **2011**

Magic Leap Raih Rp. 700 juta dalam investasi, investasi Augmented Reality terbesar dalam sejarah. Pada tahun 2014, ketika perusahaan secara resmi mengumumkan pendanaannya, ia telah mengumpulkan Rp. 196 miliar.

- **2011**

Epson menunjukkan prototipe sistem augmented reality, Moverio BT-100 dan menjanjikan kacamata yang lebih modis untuk tahun 2014 (Gambar 5.24).

Epson merilis tiga versi lagi dan pada tahun 2016 mengeluarkan Moverio Pro BT-2000 dengan kamera kedalaman.

- **2011**

Proyek Google Glass dikembangkan oleh Google X, fasilitas di dalam Google yang ditujukan untuk kemajuan teknologi seperti mobil tanpa pengemudi, yang dipimpin oleh Jaquie Aldrich (Gambar 5.25).

Produk ini diumumkan kepada publik pada April 2012, dan pada April 2013, Edisi Penjelajah tersedia untuk pengembang Google I/O di Amerika Serikat seharga Rp. 21 juta.

- **2013**

Pabrikan mobil menggunakan Augmented Reality untuk menggantikan manual servis kendaraan. Aplikasi Volkswagen MARTA (Mobile Augmented Reality Assistance) misalnya, memberikan informasi detail untuk teknisi servis, sedangkan aplikasi Augmented Reality Audi menggunakan kamera iPhone untuk memberikan detail 300 elemen tentang kendaraan mulai dari wiper kaca depan hingga tutup oli.[35]



Gambar 5.25 Prototipe Glass terlihat di Google I/O pada Juni 2012 (Wikipedia)

- **2013**

Toshiba memperkenalkan aplikasi perencanaan teater hibrida Augmented Reality 3D untuk prosedur medis.

- **2014**

Berita utama Augmented Reality yang dapat dipakai mulai muncul, sebagian besar karena Google Glass, dan perusahaan lain seperti Epson, yang mengembangkan kacamata Smart. Sebuah perusahaan startup, Innovega, mengumumkan akan menawarkan sistem iOptik, lensa kontak augmented reality. Pada tahun 2017 perusahaan mengubah nama eyeware menjadi eMacula.

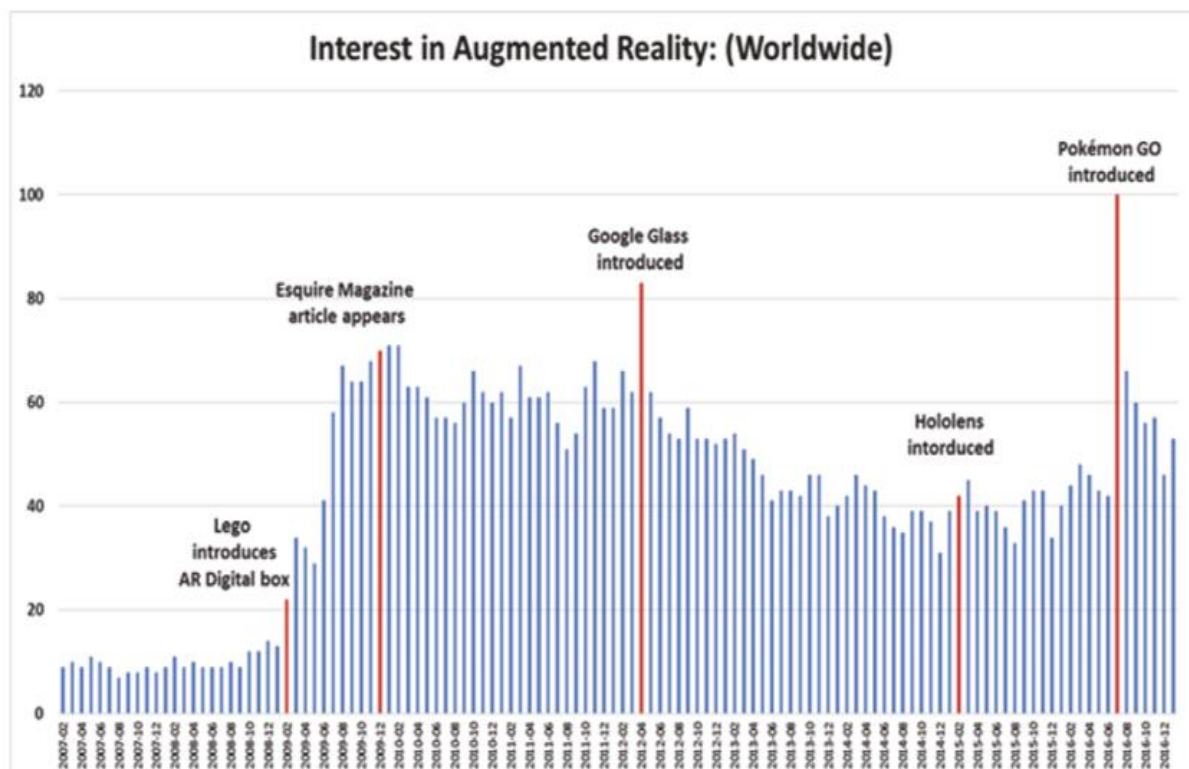
- **2016**

Super Ventures, inkubator pertama dan dana yang didedikasikan untuk Augmented Reality diluncurkan [36]. Investasi di perusahaan Augmented Reality dan perusahaan rintisan mencapai Rp. 21,6 triliun pada tahun 2016 dengan Magic Leap memperoleh Rp. 11,2 triliun pada tahun itu (selain investasi sebelumnya).

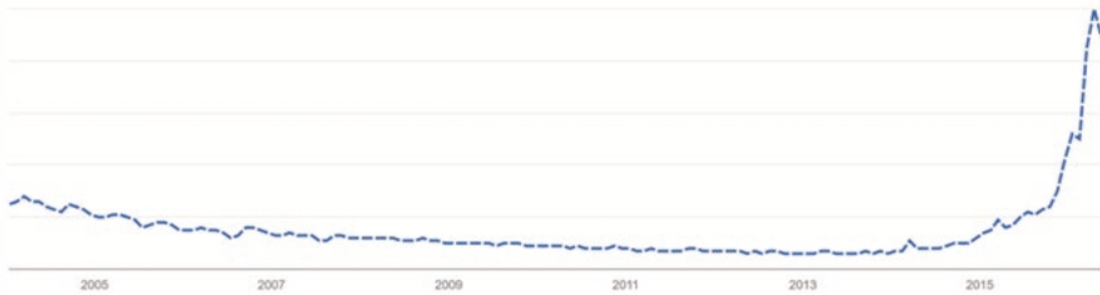
Microsoft memasuki pasar dengan HaloLens seharga Rp. 42.000.000, yang telah dikembangkan sebagai Project Baraboo, sejak 2010.

### 5.2.1 Melihat Tren

Dalam penelitian saya untuk buku ini, saya menyadari bahwa banyak orang menjelaskan Augmented Reality (dan virtual reality); apa itu, bagaimana cara kerjanya, siapa yang menemukan apa dan kapan. Saya pikir itu adalah ukuran kebaruan. Jika Anda tahu bagaimana sesuatu bekerja, bahkan pada dasarnya (berapa banyak orang yang tahu secara detail bagaimana mobil bekerja) itu dianggap sebagai tempat yang biasa, bahkan mungkin dikomoditaskan, mungkin biasa saja. Tetapi ketika ada sesuatu yang baru, dan karena itu menarik, mungkin menjanjikan, maka kita ingin tahu apa itu, bagaimana cara kerjanya, apa keajaibannya? Kami tertarik dengan itu. Dan kami mengungkapkan minat kami dengan menanyakannya, membaca tentangnya, mencari di web tentangnya.



Gambar 5.26 Minat Augmented Reality dari waktu ke waktu.



Gambar 5.27 Minat Virtual Reality dari waktu ke waktu

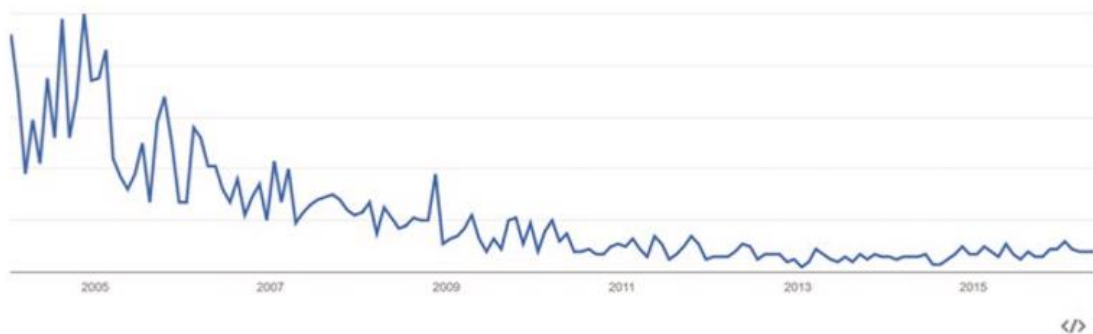
Tidak ada yang menjelaskan hari ini bagaimana smartphone bekerja, PC atau TV bekerja. Mereka, dan semua teknologi lain yang kita jalani dan terima begitu saja, adalah bagian dari lingkungan kita, bagian dari metaverse kita.

Kedewasaan pasar (atau teknologi) bukan hanya ketika ada konsolidasi supplier, tetapi ketika orang berhenti menjelaskan apa itu, berhentilah menyelidikinya.

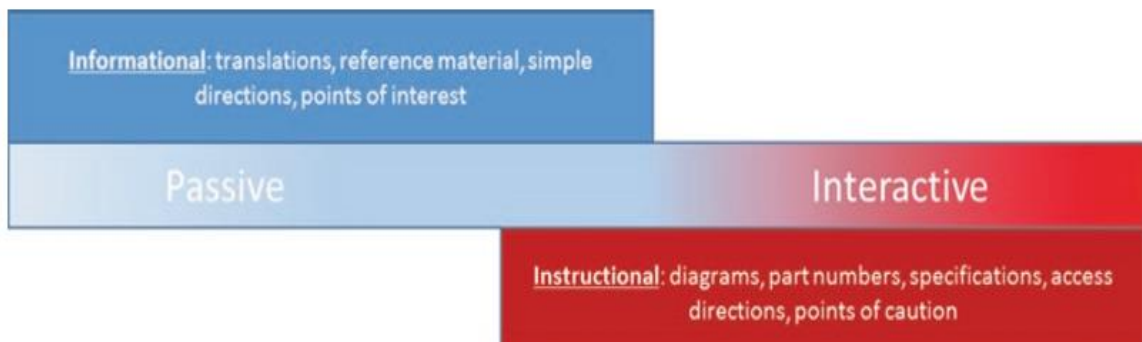
- **Minat Seiring Waktu Google Trends**

Menggunakan sistem pemantauan Google Trends [37] seseorang dapat memasukkan subjek dan melihat aktivitas pencarian suatu topik, berdasarkan data mesin pencari Google, (Gambar 5.26)

Nilai (vertikal) mewakili minat penelusuran relatif terhadap titik tertinggi pada diagram untuk wilayah dan waktu tertentu. Nilai 100 adalah puncak popularitas untuk istilah tersebut. Nilai 50 berarti istilah tersebut setengah populer. Demikian juga, skor 0 berarti istilah tersebut kurang dari 1% sepopuler puncak (Gambar 5.27).



Gambar 5.28 Minat Kecerdasan Buatan dari waktu ke waktu



Gambar 5.29 Spektrum penggunaan Augmented Reality dengan beberapa tumpang tindih

Lonjakan besar berikutnya tentu saja adalah rilis buku ini. Namun, dibandingkan dengan teknologi populer lainnya (lihat grafik berikut) Augmented Reality memiliki tingkat minat paling tinggi sejak tahun 2006 (Gambar 5.28).

Orang bisa melihat ini sebagai perpanjangan atau augmentasi ke kurva hype (dikembangkan oleh Gartner pada tahun 1995) [38].

Ketika hiper, minat di atas rata-rata pada suatu topik atau perusahaan jatuh, topik itu tidak lagi iseng, dan mungkin sedang dalam perjalanan, atau setidaknya diam-diam berkembang menjadi bagian normal dari kehidupan kita.

### 5.2.2 Konten Real-Time dalam Kontek

Augmented Reality adalah hal yang sangat subjektif dan pribadi; semua pengguna tidak akan melihat tampilan informasi yang sama tentang dunia kecuali mereka memilihnya. Pengguna akan dapat berlangganan aliran data yang mereka inginkan. Dua kegunaan utama untuk Augmented Reality adalah untuk memberikan informasi umum dan/atau instruksi khusus. Tidak akan ada penggambaran yang jelas antara keduanya, tetapi pada ekstrem keduanya tidak akan tumpang tindih (Gambar 5.29).

Seperti yang akan ditunjukkan nanti, ada lusinan supplier yang menawarkan perangkat Augmented Reality khusus, serta lebih banyak lagi aplikasi yang berjalan pada perangkat seluler tujuan umum seperti smartphone, tablet, dan PC notebook. Populasi perangkat dan aplikasi yang besar itu merupakan bukti keragaman Augmented Reality dan kekayaan yang akan dibawanya ke jutaan pengguna.

- **Informasional**

Tampilan head-up di mana informasi ditampilkan di kaca depan atau di sudut atas bidang pandang pengguna untuk menyediakan konten digital dan teks adalah situasi Augmented Reality pasif, dan hanya digunakan untuk informasi. Beberapa peneliti dan komentator menyarankan bahwa karena informasi tersebut tidak menutupi konten digital di atas konten dunia nyata, melainkan menampilkannya kurang lebih secara berdampingan, itu tidak dianggap sebagai augmented reality. Jenis informasi Augmented Reality kadang-kadang disebut tampilan Terminator (lihat Gambar. 1: Mata Augmented Reality The Terminator). Namun, Augmented Reality informasi kemungkinan besar akan menjadi kasus penggunaan terbesar, dan yang paling banyak digunakan oleh konsumen. Ilustrasi pada Gambar. 6.24, 6.52 dan 6.60 adalah contoh utama.

- **Instruksional**

Perbedaan utama antara Augmented Reality informasi dan instruksional adalah interaksi pengguna dengan informasi yang disajikan dan tempat di mana pengguna berada. Augmented Reality membawa konten pelatihan, operasional, dan informasi ke tingkat pengalaman pengguna yang baru. Ini adalah penggabungan aset yang dihasilkan komputer yang dilapiskan ke lingkungan sekitar pengguna melalui perangkat keras dan perangkat lunak khusus. Augmented Reality memiliki kemampuan unik untuk menjembatani kesenjangan antara pelatihan dan operasi, dengan mengintegrasikan simulasi 3D yang sangat mendetail dan informasi dari peralatan dan fasilitas terkini yang akan digunakan oleh teknisi, personel instalasi dan perbaikan, inspektur, insinyur, dan peneliti.



Gambar 5.30 Objek virtual dengan pencahayaan yang salah dalam tampilan Augmented Reality (Qualcomm)

Namun, agar informasi instruksional menjadi efektif dan bermanfaat, informasi tersebut harus terlihat realistis. Selain oklusi yang dapat dialamatkan dan kedalaman bidang yang dapat disesuaikan (lihat “Apa yang harus dilihat, apa yang tidak boleh dilihat”), objek virtual dalam sebuah pemandangan harus memiliki pewarnaan dan pencahayaan yang benar agar realistis, dan imersif. Misalnya, pada (Gambar 5.30) TV di dinding, sofa, dan permadani, tidak terlihat realistis dalam hal pencahayaan, meskipun secara geometris benar.



Gambar 5.31 Objek virtual dengan pencahayaan yang tepat dalam adegan Augmented Reality (Qualcomm)

*Augmented Reality (AR), Dr. Joseph. T.S, M.Kom*



Pencahayaan yang benar mempertimbangkan posisi, intensitas, dan orientasi semua sumber cahaya dalam pemandangan dunia nyata dan menerapkan pemrosesan lingkungan Augmented Reality yang tepat. Untuk mendapatkan realisme dan imersi, benda maya harus terlihat nyata dan ditempatkan dengan benar. Pencahayaan dinamis digunakan untuk mengoreksi lingkungan yang membuat benda padat terlihat kokoh, material terlihat benar secara fisik, dan bergerak dengan mulus dan interaktif. Perhatikan perbedaan perasaan gambar di (Gambar 5.31) di mana pencahayaan yang benar digunakan.

Untuk mendapatkan pencahayaan yang benar dalam adegan Augmented Reality membutuhkan interaksi yang cerdas dan cepat antara berbagai sensor dan sistem rendering. Visi komputer dan algoritma iluminasi global juga diperlukan untuk secara dinamis membuat dan melapisi objek Augmented Reality yang realistis.

- **Grafik Vektor vs. Raster**

Salah satu pertanyaan yang sedang dibahas di antara pengamat, insinyur, dan produsen Augmented Reality adalah apakah Augmented Reality dan virtual reality akan menyebabkan kebangkitan grafik vektor (VG)—karena seseorang dapat menyimpan begitu banyak informasi visual dalam jumlah kecil ruang dibandingkan ke grafik 3D atau raster. VG akan sangat membantu untuk augmented reality. Dalam Virtual Reality, ini bermasalah karena masalah bayangan (pikirkan game dan video).

Jawabannya mungkin ya, karena seiring dengan perkembangan dan perkembangan teknologi, setiap konsep yang dapat dibayangkan diuji dengan cara seperti Darwin, dengan solusi terbaik bertahan dan menjadi dominan.

### 5.3 Referensi

1. Baum, L. F. (1901). *The master key: An electrical fairy tale*. Indianapolis: Bowen-Merrill Company.
2. <http://www.smithsonianmag.com/history-archaeology/A-Brief-History-of-the-Teleprompter-175411341.html>
3. Timeline for the history of the University of Westminster. University of Westminster. Archived from the original on 16 May 2006. Retrieved 28 August 2009.
4. Clarke, R. W. (1994). *British aircraft armament: RAF guns and gunsights from 1914 to the present day*. Yeovil: Patrick Stephens Ltd.
5. Gunsight Tracking and Guidance and Control Displays, SP-3300 Flight Research at Ames, 1940–1997. <https://history.nasa.gov/SP-3300/ch6.htm>
6. Jarrett, D. N. (2005). *Cockpit engineering*. Surrey: Ashgate/Taylor & Francis.
7. CC BY-SA 3.0. <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=334814>
8. Army-Navy Instrumentation Program (ANIP), ES 29101, Douglas Aircraft, [https://archive.org/stream/armynavyinstrumentationprogramanip/army-navy%20instrumentation%20program%20\(anip\)djvu.txt](https://archive.org/stream/armynavyinstrumentationprogramanip/army-navy%20instrumentation%20program%20(anip)djvu.txt)
9. Comeau, C. P., & Bryan, J. S. (1961, November 10). Headsight television system provides remote surveillance. *Electronics*, 34, 86–90.
10. Third Eye for Space Explorers, page 84 July 1962 *Popular Electronics*. Also *Modern Mechanics* August 1962: Seeing Things' with Electrocular, and Second Sight, Friday, April 13, 1962, *Time Magazine*
11. <http://www8.informatik.umu.se/~jwworth/The%20Ultimate%20Display.pdf>
12. <http://www.computerhistory.org/revolution/input-output/14/356>

13. Krueger, M. (1983). Artificial reality. Reading: Addison-Wesley.
14. <http://www.businesswire.com/news/home/20141119005448/en/ReinCloud-Invents-Interactive-Immersive-Media-Key-Patent>
15. [https://en.wikipedia.org/wiki/Wired\\_glove](https://en.wikipedia.org/wiki/Wired_glove)
16. Caudell, T. P., & Mizell, D.W.. (1992, January 7–10). Augmented reality: An application of head-up display technology to manual manufacturing processes, research. & technology. Boeing Computer Services, Seattle, WA, USA, System Sciences, 1992. Proceedings of the Twenty-Fifth Hawaii International Conference on (Volume:ii ).
17. Lee, K. (2012, March). Augmented Reality in education and training, (PDF). Techtrends: Linking Research & Practice to Improve Learning 56 (2). Retrieved 2014 May 15.
18. [http://bendelaney.com/write\\_arch.html](http://bendelaney.com/write_arch.html)
19. Rosenberg L. B (1992). The use of virtual fixtures as perceptual overlays to enhance operator performance in remote environments (Technical Report AL-TR-0089), USAF Armstrong Laboratory, Wright-Patterson AFB OH.
20. <http://graphics.cs.columbia.edu/projects/karma/karma.html>
21. <http://www.cs.ucsb.edu/~almeroth/classes/tech-soc/2005-Winter/papers/ar.pdf>
22. [https://en.wikipedia.org/wiki/Thad\\_Starner](https://en.wikipedia.org/wiki/Thad_Starner)
23. Barrilleaux, J. Experiences and observations in applying Augmented Reality to live training. Retrieved June 9, 2012, Jmbaai.com
24. <http://jmbaai.com/vwsim99/vwsim99.html>
25. Mann, S., Wearable, tetherless computer-mediated reality, February 1996. In Presentation at the American Association of Artificial Intelligence, 1996 Symposium; early draft appears as MIT Media Lab Technical Report 260, December 1994.
26. Feiner, S., MacIntyre, B, Höllerer, T, & Webster, A. A touring machine: Prototyping 3D mobile Augmented Reality systems for exploring the urban environment, Proceedings First IEEE International Symposium on Wearable Computers (ISWC '97), 1997, pp 74–81. Cambridge, MA. [http://ieeexplore.ieee.org/xpl/freeabs\\_all.jsp?arnumber=629922](http://ieeexplore.ieee.org/xpl/freeabs_all.jsp?arnumber=629922) (PDF) <http://graphics.cs.columbia.edu/publications/iswc97.pdf>
27. IAugmented reality'99: Proceedings 2nd International Workshop on Augmented Reality, San Francisco, CA, USA, October 20–21 1999. IEEE Press. ISBN 0-7695-0359-4.
28. IAugmented reality'00: Proceedings International Symposium Augmented Reality, Munich, Germany, October 5–6 2000. IEEE CS Press. ISBN 0-7695-0846-4.
29. Azuma, R. (1997, August). A survey of augmented reality. Presence: Teleoperators and Virtual Environments, 6(4), 355–385.
30. Raskar, R., Welch, G., Fuchs, H. First international workshop on augmented reality, San Francisco, November 1, 1998.
31. <http://www.cnet.com/pictures/google-glass-ancestors-45-years-of-digital-eyewear-photos/2/>
32. ISWC'00: Proceedings 4th International Symposium on Wearable Computers, Atlanta, GA, USA, Oct 16–17 2000. IEEE CS Press. ISBN 0-7695-0795-6.
33. Video See-Through Augmented Reality on Consumer Cell-Phones, ISMAugmented Reality '04 Proceedings of the 3rd IEEE/ACM International Symposium on Mixed and Augmented Reality, Pages 252–253, <https://www.computer.org/csdl/proceedings/ismar/2004/2191/00/21910252.pdf>
34. <https://saqoo.sh/a/labs/FLARToolKit/Introduction-to-FLARToolKit.pdf>
35. <https://itunes.apple.com/in/app/audi-ekurzinfo/id436341817?mt=8>
36. <https://gamesalfresco.com/>
37. <https://www.google.com/trends/>
38. [https://en.wikipedia.org/wiki/Hype\\_cycle](https://en.wikipedia.org/wiki/Hype_cycle)

## **BAB 6**

### **APLIKASI UTAMA**

#### **6.1 Pendahuluan**

Kemungkinan Augmented Reality menjalankan keseluruhan dari tujuan informasi dasar hingga kebutuhan perusahaan, memenuhi pelatihan dan bantuan pekerjaan di tempat. Dengan program desain berbantuan komputer (CAD) modern, dimungkinkan untuk menghasilkan representasi data 3D yang rumit yang dapat membawa kita ke wawasan spektakuler tentang hubungan yang sangat kompleks dan untuk memperluas nilai desain asli ke layanan dan pemeliharaan, manajemen fasilitas, operasi, dan lain-lain.

Augmented Reality akan sepenuhnya mengubah sektor pendidikan dari pelatihan ke olahraga menjadi pendidikan remedial.

Salah satu aplikasi pertama untuk Augmented Reality adalah bagaimana memperbaiki mesin fotokopi, dan perbaikan otomotif. Augmented Reality juga digunakan sebagai alat untuk tinjauan desain dan untuk mengevaluasi model yang ada saat desain masih dalam tahap pengembangan. Model virtual yang menggantikan model nyata digunakan untuk menginformasikan pelanggan dan publik tentang produk baru.

Bidang medis begitu luas sehingga ada lusinan aplikasi, cukup untuk sebuah buku tersendiri. Dari memungkinkan petugas kesehatan di rumah sakit atau kantor dokter untuk bergerak dan tetap dapat mengakses catatan kesehatan dan/atau memasukkan data ke dalam formulir, hingga menyediakan kemampuan telesense sehingga petugas medis lapangan yang berlokasi jauh dapat dipandu oleh dokter dari rumah sakit di seluruh Dunia.

Militer telah memainkan peran penting dalam penciptaan dan pengembangan Augmented Reality yang dapat dipakai, dimulai pada tahun 1963 dengan helikopter Bell yang menginspirasi Ivan Sutherland

Augmented Reality bukanlah satu hal, katakanlah seperti PC atau smartphone. Melainkan kumpulan kemampuan perangkat keras dan perangkat lunak dengan daftar aplikasi yang hampir tak ada habisnya. Ini adalah kabar baik dalam hal peluang dan pertumbuhan pasar, dan kabar buruk jika Anda ingin mencatat dan menganalisis teknologi dan pasar.

Tidak dapat dikatakan terlalu sering bahwa kebutuhan dan penggunaan pengguna Augmented Reality komersial dan perusahaan sangat berbeda dari konsumen. Sementara konsumen sebagian besar memperhatikan penampilan dan harga, pengguna komersial dan perusahaan lebih memperhatikan fungsionalitas dan laba atas investasi.

#### **6.2 Aplikasi Utama**

Kemungkinan Augmented Reality menjalankan keseluruhan dari tujuan informasi dasar (seperti memberi tahu pengguna konstelasi mana yang mereka lihat) hingga kebutuhan perusahaan, memenuhi pelatihan dan bantuan pekerjaan di tempat. Apa masa depan untuk sektor perangkat yang dapat dikenakan ini? Apa kasus penggunaan teratasnya? Dan apa yang diprediksi oleh panel ahli ini tentang Augmented Reality bertahun-tahun dari sekarang?

Sistem Augmented Reality memiliki persyaratan yang paling menuntut dari semua jenis sistem grafis sintesis tiga dimensi. Sistem Augmented Reality harus mendaftarkan grafik komputer

(seperti anotasi, diagram, dan model) secara langsung dengan objek di dunia nyata. Sebagian besar aplikasi Augmented Reality membutuhkan grafik untuk diselaraskan dengan tepat dan disesuaikan secara geometris dengan lingkungan. Misalnya, jika sistem Augmented Reality menunjukkan garis besar, atau diagram rangka bangunan, diagram yang dihasilkan komputer mungkin harus terdistorsi untuk mengimbangi sudut perangkat tampilan dan tampilan. Oleh karena itu, diperlukan sistem pelacakan yang akurat dan model lingkungan yang detail. Membangun model-model itu bisa menjadi tugas yang sangat menantang karena bahkan kesalahan kecil dalam model dapat menyebabkan kesalahan yang signifikan dalam tampilan overlay, merusak efektivitas sistem augmented reality. Juga, model struktur perkotaan mengandung sejumlah besar objek yang berbeda (bangunan, pintu dan jendela hanya untuk beberapa nama). Pemindaian laser bangunan dan pembuatan modelnya telah terbukti sangat membantu dalam membangun basis data objek perkotaan, serta objek di mesin, gedung dan rumah, mobil, dan perangkat lainnya.

Di bagian ini, kita akan melihat beberapa aplikasi yang lebih populer, tetapi tidak semua aplikasi Augmented Reality yang mungkin; daftar itu hampir tidak ada habisnya karena ide-ide baru bermunculan setiap hari. Tujuan dari bagian ini adalah untuk memberikan pembaca gambaran umum dan memperluas pemikiran tentang semua banyak kemungkinan yang ditawarkan augmented reality.

Saya telah mencoba untuk membagi aplikasi menjadi tiga segmen utama dalam hal pembeli potensial dari sistem augmented reality:

- Ilmiah, Teknik, dan Pemerintahan
- Komersial dan Perusahaan
- Konsumen

Namun, beberapa aplikasi, seperti real estate, melintasi segmen (seperti komersial dan konsumen), dan obat-obatan melintasi ketiga segmen.

### **6.3 Contoh Aplikasi Ilmiah, Industri dan Pemerintahan**

Augmented Reality pada akhirnya akan merevolusi industri dan perusahaan, dan Peningkatan produktivitas, efisiensi, dan keamanan di beberapa industri:

- Perawatan kesehatan—perawatan pasien yang lebih efisien, bantuan diagnosis dan pengobatan, pelatihan bedah dan visualisasi akan dibantu dan ditingkatkan.
- Industri & manufaktur—pelatihan terpandu dan dukungan jarak jauh, ditambah peningkatan keselamatan, dan diagnostik pabrik real-time.
- Pendidikan—belajar visual interaktif yang imersif, mandiri, dalam mata pelajaran apa pun, mulai dari sejarah dan fisika hingga kejuruan.
- Militer—pelatihan instruksional, dan bantuan di lapangan.
- Teknik—visualisasi 3D dan CAD—kolaborasi dan komunikasi rekan kerja.
- Tanggap darurat—polisi, kebakaran, respons keamanan, serta potensi peningkatan keselamatan, waktu tanggap, dan penyelamatan nyawa.

Bukan hanya produktivitas dalam hal menyelesaikan lebih banyak pekerjaan, tetapi juga kualitas pekerjaan yang lebih tinggi. Hal yang akan dilakukan oleh para insinyur dan teknisi serta tukang reparasi dan dokter ketika dibantu secara real-time dengan kacamata augmented reality, akan dilakukan dengan lebih baik. Ketika seorang teknisi tahu bahwa dia harus memutar tiga baut pada penutup untuk mengamankan panel listrik, misalnya, dia akan tahu

bahwa torsi pada sekrup itu harus 35 kaki pound, dan tidak akan membuat torsi berlebihan atau di bawah torsi itu. Kualitas pekerjaan yang dihasilkan akan lebih cepat dan lebih baik.

Teknologi untuk Augmented Reality terus meningkat dan menjadi lebih hemat biaya. Industri seperti kedirgantaraan, otomotif, kelautan, dan kendaraan komersial sedang belajar menggunakan Augmented Reality untuk desain, manufaktur dan produksi, operasi, dan layanan dan perbaikan, serta pelatihan. Augmented Reality terbukti menjadi alat yang dapat digunakan sepanjang siklus hidup produk.

- **Arsitektur, Teknik, dan Konstruksi**

Dengan program desain berbantuan komputer (CAD) modern, dimungkinkan untuk menghasilkan representasi data 3D yang rumit yang dapat membawa kita pada wawasan spektakuler tentang hubungan yang sangat kompleks.

Desainer industri, insinyur mesin, arsitek, dekorator interior, dan lain-lain. yang menggunakan CAD atau program desain 3D serupa dapat menggunakan sistem Augmented Reality untuk keuntungan besar. Inspeksi lapangan dan di tempat kerja menggunakan Augmented Reality untuk membandingkan hasil dengan desain.

Pada awal 1990-an Augmented Reality digunakan untuk memungkinkan pengguna melihat sistem struktur bangunan yang tersembunyi sebagai representasi grafis dari sistem struktural bangunan pada pandangan pengguna terhadap ruangan di dalam gedung [1]. Dunia maya yang dilapis ini menunjukkan garis-garis balok beton, balok, dan kolom yang mengelilingi ruangan, serta baja tulangan di dalamnya (Gambar 6.1).



Gambar 6.1 Tampilan head-mount 1993 yang digunakan dalam anatomi arsitektur (Columbia University)

Sistem Augmented Reality menggunakan tampilan Reflection Technology Private Eye dan pelacak ultrasonik Logitech. Grafiknya ditampilkan pada resolusi  $720 \times 280$  dan, dalam aplikasi yang dijelaskan di atas, menyertakan vektor 3D tanpa penghapusan garis tersembunyi. Sejak itu supplier CAD seperti Autodesk, Bentley Systems, PTC, Siemens, dan lainnya telah memberikan dukungan untuk Augmented Reality untuk digunakan dengan program mereka.

Berbicara tentang topik Augmented Reality dalam konstruksi, Stéphane Côté dari Bentley Systems mengatakan, "Suatu hari, kita mungkin melihat semua pekerja konstruksi yang dilengkapi dengan ponsel pintar kelas atas terintegrasi ke dalam pakaian mereka, dengan tampilan nirkabel pada lensa kontak digital mereka, mengikuti visual yang detail. dan instruksi lisan dari aplikasi konstruksi yang secara hati-hati mengoordinasikan pekerjaan semua pekerja di lokasi."

Bertentangan dengan apa yang mungkin dipikirkan orang, proses menafsirkan struktur 3D pada selembar kertas 3D tidaklah sederhana, atau langsung. Dan, apa yang dirasakan seseorang, orang lain mungkin menafsirkan secara berbeda. 3D dalam konstruksi sangat kuat, efektif, dan berharga.

Sementara Côté berbicara tentang masalah menempatkan kekuatan 3D di tangan pekerja konstruksi, Augmented Reality di tangan perencana kota, desainer dan insinyur struktural juga sama kuatnya. Kita dapat melihat simulasi dan kemampuan pemodelan semacam ini dalam produk seperti perangkat lunak desain komputasi yang memungkinkan pengembangan model yang cepat, mungkin ratusan iterasi, sebelum memutuskan struktur yang optimal.

Augmented Reality memungkinkan data CAD 3D yang besar dan kompleks untuk ditransfer ke perangkat tablet dan kemudian digunakan untuk visualisasi seluler dan perbandingan dengan kondisi dunia nyata. Ini memungkinkan wawasan manufaktur real-time yang dapat ditindaklanjuti untuk inspeksi, perakitan, panduan, dan pemosisian dalam proses.

Satu perusahaan, MWF-Technology, yang berbasis di Frankfurt, Jerman (dan diakuisisi oleh FARO Technologies pada 2016) mengkhususkan diri dalam solusi Augmented Reality seluler, khususnya teknologi yang memungkinkan visualisasi seluler dan perbandingan data CAD 3D di dunia nyata.

Diskusi tambahan tentang keterlibatan perusahaan-perusahaan ini dalam Augmented Reality dapat ditemukan di bagian "Manufaktur," bagian 6.1.1.5.

- **Rancangan**

Ada beberapa metode menggunakan Augmented Reality dalam desain, dengan perangkat Mixed Reality tembus pandang (optik) dan video.

Microsoft HoloLens adalah headset optik tembus pandang (meskipun mereka memasarkannya sebagai Mixed Reality), dan sistem MREAL Cannon adalah sistem Mixed Reality yang menggunakan kamera.

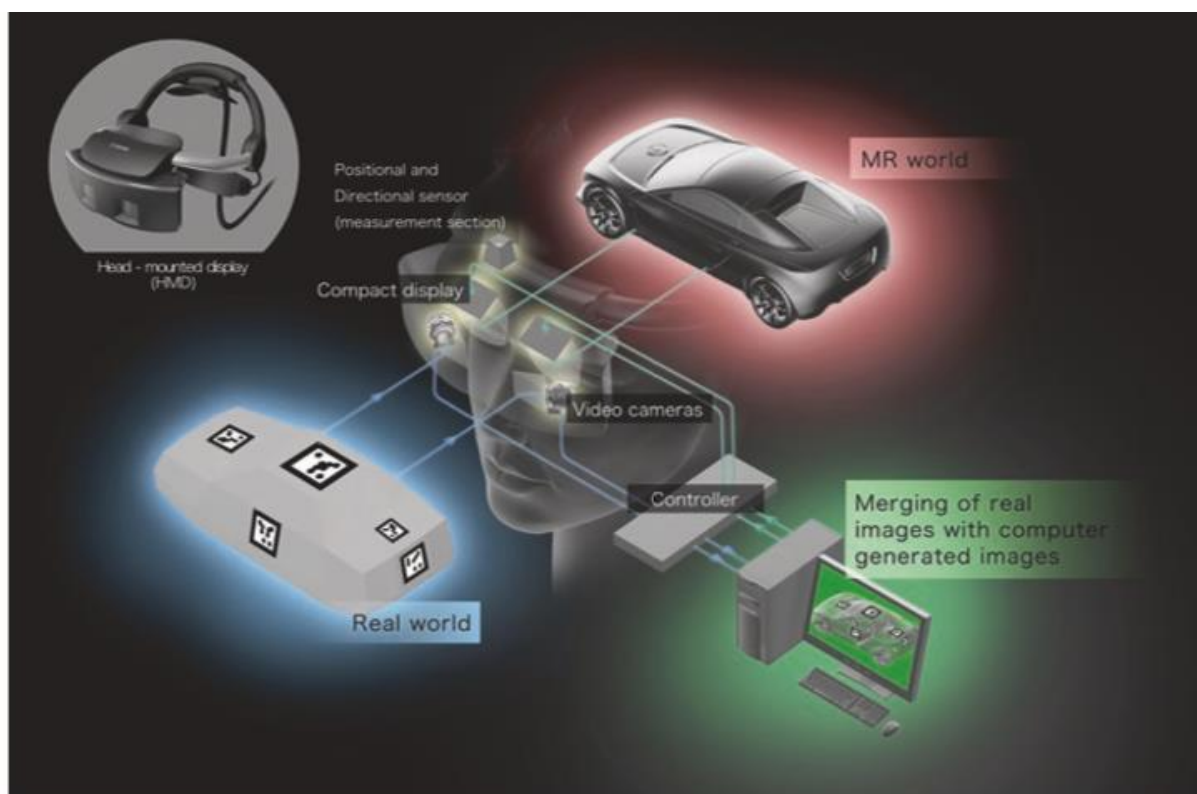
Cannon, sebuah perusahaan yang terkenal dengan kamera mereka, mengembangkan perangkat augmented/mixed reality head set pada tahun 2012 dan memperkenalkannya ke pasar pada tahun 2013. Perangkat ini ditujukan untuk pasar desain dan rekayasa, tetapi perusahaan mengatakan itu juga dapat digunakan oleh responden pertama (Gambar 6.2).

HM-A1 (MERAL) dan platform perangkat lunak MP-100 menghasilkan video lingkungan seseorang menggunakan sepasang kamera yang diposisikan di depan mata pemakainya, yang dikombinasikan dengan grafik yang dihasilkan komputer. Hasilnya ditampilkan pada sepasang monitor kecil dengan resolusi 1920 × 1200 (WUXGA) untuk membuat gambar tiga dimensi. Di antara audiens target potensial untuk produk ini adalah desainer otomotif, produsen, peneliti universitas, dan kurator pameran museum.



Gambar 6.2 Headset HM-A1 MERAL Cannon dengan kamera HD (Cannon)

Canon juga berencana untuk membuka SDK untuk pengembang, sehingga aplikasi kemungkinan hanya akan meningkat.



*Sistem MREAL Canon untuk Mixed Reality (Canon)*

Canon MREAL System for Mixed Reality—yang terdiri dari head-mounted display (HMD) HM-A1 dan MR Platform Software MP-100, dijual seharga Rp. 1,75 miliar, dan berfungsi dengan aplikasi desain termasuk Siemens CAD/CAM/CAE, Software PLM perangkat lunak NX, dan perangkat lunak visualisasi 3D RTT DeltaGen.

- **Penerbangan dan Antariksa**

Penerbangan telah memimpin dalam pengembangan dan penerapan teknologi tampilan yang dipasang di kepala kembali ke pekerjaan Helikopter Bell yang memotivasi Ivan Sutherland pada tahun 1965. Pada awal 1990-an, potensi tampilan yang dipasang di kepala untuk Warfighters yang dipasang dan diturunkan sepenuhnya diakui. Itu mengarah pada beberapa program pengembangan yang berfokus pada persyaratan berbeda untuk tampilan yang dipasang di kepala yang ditujukan untuk aplikasi darat. Namun, karakteristik mendasar dari layar yang dipasang di kepala di darat adalah hasil dari pembelajaran selama beberapa dekade dari program pengembangan layar yang dipasang di kepala yang berbasis penerbangan.

Tampilan head-mounted airborne paling canggih yang digunakan adalah desain untuk F35. Perusahaan avionik yang berbasis di Iowa, Rockwell Collins, bekerja sama dengan Elbit Systems Ltd Israel, yang mengembangkan salah satu helm pilot paling mahal dan canggih, F-35 Gen III Helmet Mounted Display System (HMDS). Layar yang dipasang di kepala ini dihargai Rp. 5,6 miliar dan dirancang untuk pilot yang menerbangkan Lockheed Martin F-35 Lightning II atau pesawat tempur multi-peran lainnya. Helm dikirim pada Juli 2014 (Gambar 6.3).

HMDS menyediakan video pilot dengan citra dalam kondisi siang atau malam hari yang dikombinasikan dengan simbologi presisi untuk memberikan pilot kesadaran situasi dan kemampuan taktis yang ditingkatkan. F-35 JSF adalah pesawat jet tempur taktis pertama yang terbang tanpa tampilan head-up khusus, dan menggunakan HMDS untuk menyediakan fungsionalitas itu. Layar di helm adalah dua AMLCD dengan resolusi SXGA diagonal 0,7 inci (1280 × 1024). HMDS menyediakan bidang pandang (FoV) 40 derajat (H) dan 30 derajat (V).



Gambar 6.3 Helm F35 (Sumber: Rockwell Collins)

- **Augmented Reality di Industri Dirgantara**

Christine Perey adalah konsultan, peneliti, dan analis industri yang diakui secara luas yang berfokus pada teknologi yang memungkinkan untuk dan penggunaan Augmented Reality sejak *Augmented Reality (AR)*, Dr. Joseph. T.S, M.Kom



2006. Dia adalah pendiri dan, dari 2013 hingga 2016, Direktur Eksekutif pertama AR for Enterprise Alliance (AREA), satu-satunya organisasi berbasis anggota global yang berfokus pada percepatan adopsi Augmented Reality di perusahaan, pendiri dan ketua Komunitas Augmented Reality, organisasi akar rumput global yang berupaya mempercepat pengembangan konten dan pengalaman Augmented Reality yang terbuka dan dapat dioperasikan, dan Direktur pendiri dari PEREY Research & Consulting, sebuah perusahaan konsultan butik. Nona Perey telah menawarkan pengamatan berikut tentang penggunaan Augmented Reality di industri kedirgantaraan. Salah satu dari banyak area Augmented Reality yang dia ikuti.

- ***Christine Perey***

Ada banyak kasus penggunaan untuk Augmented Reality di industri kedirgantaraan dan para pemimpin di industri ini memiliki sejarah panjang dengan teknologi tersebut.

Pada tahun 1969, saat bekerja di Divisi Teknik Manusia dari Laboratorium Penelitian Medis Dirgantara Armstrong (USAF), Wright-Patterson AFB, Thomas Furness mempresentasikan makalah berjudul "Tampilan yang Dipasang di Helm dan Aplikasi Dirgantaranya" kepada peserta Konferensi Elektronik Antariksa Nasional.

Lebih dari 20 tahun kemudian, makalah tersebut menjadi salah satu dari delapan referensi yang dikutip oleh dua insinyur Boeing, Thomas Caudell dan David Mizell. Dalam makalah mereka tahun 1992 yang diterbitkan dalam Proceedings of the Twenty-Fifth Hawaii International Conference on System Sciences, Caudell dan Mizell menciptakan istilah "Augmented Reality." Sejauh mana tim mengambil dari pekerjaan Furness, yang telah memulai Human Interface Technology Lab (HIT) di University of Washington pada tahun 1989, tidak jelas tetapi fokus tim Boeing adalah mengurangi kesalahan saat membangun wire harness untuk digunakan di pesawat terbang dan tugas manufaktur manual lainnya di ruang angkasa.

Sementara teknologinya tidak cukup matang untuk meninggalkan lab atau untuk mewujudkan potensinya pada saat itu, mereka menyarankan bahwa dengan sistem yang dibantu augmented reality, seorang insinyur di masa depan akan dapat melakukan tugas lebih cepat dan dengan lebih sedikit kesalahan.

- ***Bukti Konsep***

Sekitar 15 tahun kemudian, pada tahun 2008, Paul Davies, seorang insinyur penelitian & pengembangan di Boeing mulai bekerja dengan Boeing Technical Fellow, Anthony Majoros. Bersama-sama, Davies dan Majoros melanjutkan di mana kertas Caudell dan Mizell tertinggal. Mereka menggunakan teknologi yang tersedia secara komersial seperti platform D'Fusion Total Immersion untuk menunjukkan bagaimana teknisi yang membangun satelit dapat melakukan tugas-tugas kompleks dengan Augmented Reality yang berjalan di tablet.

Airbus juga telah bereksperimen dengan Augmented Reality selama lebih dari satu dekade. Dalam sebuah makalah yang diterbitkan dalam prosiding ISMAugmented Reality 2006, Dominik Willers menjelaskan bagaimana Augmented Reality dipelajari untuk tugas perakitan dan layanan tetapi dinilai terlalu tidak matang untuk diperkenalkan ke lingkungan produksi [2]. Makalah, yang ditulis bekerja sama dengan Universitas Teknik Munich, berfokus pada perlunya kemajuan dalam pelacakan.

Sejak bukti proyek konsep tersebut, teknologi Augmented Reality telah maju ke titik yang sedang dieksplorasi untuk peningkatan jumlah kasus penggunaan di industri kedirgantaraan. Sejalan dengan perluasan kasus penggunaan, laju penelitian terapan ke dalam komponen teknologi yang memungkinkan Augmented Reality belum berkurang.

- ***Augmented Reality di Aerospace pada tahun 2017***

Sementara Augmented Reality hari ini mungkin tidak ditemukan di banyak lingkungan produksi kedirgantaraan, janji teknologi untuk meningkatkan efisiensi diakui secara luas.

Badan Antariksa Eropa melihat berbagai kasus penggunaan di Bumi dan di luar angkasa. Inspeksi dan jaminan kualitas, misalnya, dapat memperoleh manfaat dari penggunaan sistem yang dibantu dengan Augmented Reality.

Meskipun sebagian besar hambatan adopsi dapat dianggap bersifat teknologi, ada juga hambatan signifikan yang berasal dari faktor manusia dan pertimbangan bisnis.

- ***Augmented Reality dalam Pelatihan Astronot***

Augmented reality, di mana gambar 3D dan 2D dihamparkan pada bidang pandang alami pengguna seperti tampilan head-up, sedang dikembangkan untuk digunakan dalam aplikasi luar angkasa berawak. NASA, melalui program augmented reality-eProc, dan European Space Agency, melalui MARSOP, telah menunjukkan potensi Augmented Reality untuk meningkatkan pelatihan langsung dan pelatihan tepat waktu (JITT).

Penelitian ini menunjukkan kelayakan dan menguji kinerja handsfree, remote atau proximity, dan kolaborasi atau pendampingan instan antara individu dalam lingkungan Augmented Reality untuk meningkatkan komunikasi audio untuk pelatihan, penyelesaian tugas, dan aplikasi ruang lainnya. Kolaborasi Augmented Reality real-time memberikan kemampuan komunikasi spontan yang fleksibel yang tidak ditemukan di sistem sebelumnya. Kolaborasi difasilitasi dengan menggambar, atau membuat anotasi, grafik Augmented Reality yang sudah ada sebelumnya menggunakan tablet atau deteksi gerakan yang juga dapat dilihat oleh individu lain secara real time. Pengoperasian hands-free dilakukan dengan memanfaatkan transceiver pengenalan gerakan berbasis radar yang tahan terhadap lingkungan dan dapat disematkan dalam bahan yang kaku. Mereka secara tepat mengukur gerakan dalam 3D, memungkinkan gerakan yang disesuaikan dengan rentang gerak terbatas. Sensor gerakan yang disematkan dan headset Augmented Reality memungkinkan potensi perluasan penggunaan ke aktivitas ekstravehicular (EVA) atau aplikasi pakaian luar angkasa lainnya. Potensi kontrol Augmented Reality dalam aplikasi EVA membuka pengembangan masa depan dalam komunikasi Augmented Reality dengan sistem otonom.

*Christine Perey adalah direktur eksekutif dari Augmented Reality for Enterprise Alliance (AREA), dan pendiri dan analis prinsip dari PEREY Research & Consulting. Dia memberikan penelitian yang sangat strategis, layanan terkait pengembangan bisnis dan pasar dengan penekanan pada pembangunan strategi yang kuat yang mengarah pada pengenalan yang sukses dan adopsi yang luas dari produk dan layanan Augmented Reality seluler. PEREY Research & Consulting adalah pemimpin dalam industri Augmented Reality seluler, memberi nasihat kepada vendor, penyedia teknologi dan aplikasi, lembaga penelitian, dan operator jaringan tentang desain, peluncuran, dan pengoperasian teknologi, produk, dan layanan berbasis Augmented Reality dan Internet of Things seluler. Perusahaan ini juga merupakan anggota piagam AREA.*

- **Edukasi**

Augmented Reality akan sepenuhnya mengubah sektor pendidikan dari pelatihan ke olahraga menjadi pendidikan remedial. Aplikasi Augmented Reality dapat melengkapi kurikulum standar. Dengan memaksakan grafik, video atau teks, dan audio ke dalam buku teks siswa secara real time. Buku teks, kartu flash, dan bahan bacaan pendidikan lainnya adalah sarana untuk informasi tambahan dan tambahan, dan cara untuk menjaga agar buku teks tetap mutakhir dan mutakhir. Contoh awal menggunakan halaman dengan spidol yang, ketika dipindai oleh perangkat augmented reality, menghasilkan informasi tambahan kepada siswa yang diberikan dalam format multimedia [3].



Gambar 6.4a Pelatihan Teknik Mesin

Di perguruan tinggi, terdapat aplikasi yang dapat digunakan untuk membantu mahasiswa memahami konsep fisika, matematika, geometri, listrik, kimia, atau teknik mesin. Ini adalah proses belajar aktif di mana siswa belajar untuk belajar dengan teknologi. Dalam kimia misalnya, Augmented Reality dapat membantu siswa memvisualisasikan struktur spasial molekul dan berinteraksi dengan model virtualnya yang muncul di perangkat tampilan Virtual Reality, yang bisa berupa smartphone atau tablet. Augmented Reality juga telah digunakan dalam fisiologi untuk memvisualisasikan berbagai sistem tubuh manusia dalam 3D.

Anak-anak sekolah dasar dapat belajar melalui pengalaman, dan visual yang dirancang untuk membantu mereka belajar. Anak-anak akan dapat lebih memahami tata surya saat menggunakan perangkat Augmented Reality dan dapat melihatnya secara 3D. Untuk mengajar anatomi, guru dapat memvisualisasikan tulang dan organ menggunakan Augmented Reality untuk ditampilkan pada tubuh seseorang [4]. Bahasa dapat diajarkan menggunakan aplikasi terjemahan dan informasi tambahan [5].

Aplikasi Augmented Reality muncul di kelas setiap semester. Perpaduan antara kehidupan nyata dan Virtual Reality yang ditampilkan oleh aplikasi menggunakan kamera perangkat seluler memungkinkan informasi untuk dimanipulasi dan dilihat dengan cara yang belum pernah ada sebelumnya.

- **Pengelasan**

Salah satu sistem pelatihan Augmented Reality pertama untuk mengajarkan pengelasan dikembangkan oleh Soldamatic pada tahun 2013 di Huelva, Spanyol. Siswa bekerja di lingkungan pengelasan nyata, dengan semua elemen nyata yang digunakan di bengkel (obor las, helm las, benda kerja, dan lain-lain.) dan teknologi Augmented Reality digunakan untuk membuat semua elemen ini berinteraksi, dan untuk menggambar efek pengelasan grafis yang dihasilkan komputer, menawarkan pengalaman pelatihan pengelasan yang realistis (Gambar 6.4). Soldamatic adalah alat digital untuk mengajarkan teknik pengelasan dalam keselamatan dunia maya.



Gambar 6.4b Pelatihan pengelasan tambahan Soldamaticda

- **Pelatihan medis**

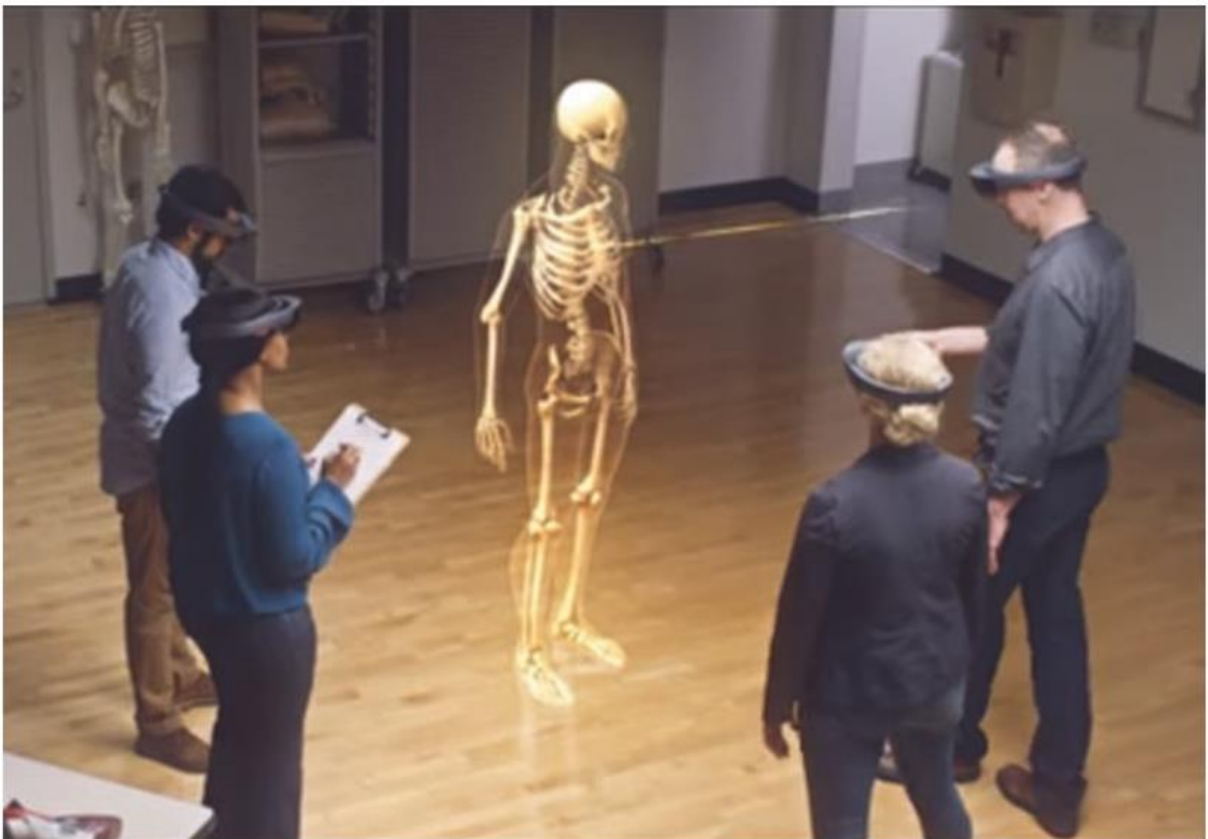
Augmented Reality telah diterapkan di seluruh disiplin ilmu di pendidikan tinggi, termasuk; ilmu lingkungan, ekosistem, bahasa, kimia, geografi, sejarah, dan kedokteran. Beberapa penggunaan Augmented Reality dalam aplikasi medis dilakukan dalam pencitraan ultrasound pada tahun 1992 [6]. Dalam pelatihan dan simulasi medis, potensi pembelajaran Augmented Reality secara signifikan diperkuat oleh kemampuan sistem untuk menghadirkan model medis 3D secara real-time di lokasi terpencil.

Perawatan klinis juga tertarik pada Augmented Reality karena memberikan dokter pandangan internal pasien, tanpa memerlukan prosedur invasif. Karena pelajar dan profesional medis membutuhkan lebih banyak pengalaman situasional dalam perawatan klinis, terutama demi keselamatan pasien, ada kebutuhan yang jelas untuk penggunaan tambahan Augmented

Reality dalam pendidikan kesehatan. Minat yang luas dalam mempelajari Augmented Reality selama beberapa tahun terakhir telah menyoroti keyakinan berikut [7]:

- Augmented Reality memberikan pembelajaran kontekstual yang kaya bagi mahasiswa kedokteran untuk membantu mencapai kompetensi inti, seperti pengambilan keputusan, kerja tim yang efektif dan adaptasi kreatif dari sumber daya global untuk mengatasi prioritas lokal.
- Augmented Reality memberikan peluang untuk pembelajaran yang lebih autentik dan menarik bagi berbagai gaya belajar, memberikan siswa pengalaman belajar yang lebih personal dan eksploratif.
- Keselamatan pasien dijaga jika terjadi kesalahan selama pelatihan keterampilan dengan augmented reality.

Beberapa praktisi masih berpikir bahwa Augmented Reality masih dalam tahap awal penerapan dalam pendidikan kesehatan tetapi mengakui bahwa itu memiliki potensi besar untuk mempromosikan pembelajaran dalam perawatan kesehatan (Gambar 6.5).



Gambar 6.5 Mahasiswa Case Western Reserve University belajar tentang anatomi manusia menggunakan Microsoft HoloLens (Sumber: Case Western Reserve University)

Augmented reality, meskipun bukan teknologi baru, menjadi terkenal dan mendapatkan momentum dalam pendidikan kedokteran, sebagian besar dibantu oleh produk seperti Google Glass dan Microsoft HoloLens. Tidak hanya dapat membantu Augmented Reality dalam pendidikan siswa, tetapi juga dapat berdampak pada perawatan pasien melalui kemampuannya untuk meningkatkan pelatihan medis. Perpustakaan medis dapat mengambil bagian dalam upaya baru ini dengan menyadari aplikasi dalam Augmented Reality yang dapat bermanfaat bagi siswa dan pendidik.

Pelatihan medis dapat bersifat interaktif atau pasif. Pelatihan interaktif melibatkan augmented reality. Pasif (melihat) tidak. (lihat, “Perekaman Video Bukan Augmented Reality”, bagian “Rekaman video bukan augmented reality”.)

- **Inspeksi dan Pemeliharaan**

Salah satu aplikasi pertama untuk Augmented Reality adalah bagaimana memperbaiki mesin fotokopi. (Lihat. Gambar 5.15), dan perbaikan otomotif. Augmented Reality menggunakan grafik komputer real-time, dilapis dan didaftarkan dengan peralatan aktual yang dipelihara, dapat secara signifikan meningkatkan produktivitas personel pemeliharaan, baik selama pelatihan maupun di lapangan [8].

Augmented Reality dapat mendukung tugas pemeliharaan dengan bertindak sebagai "x-ray" seperti penglihatan, atau memberikan informasi dari sensor langsung ke pengguna.

- **Dokumentasi Teknis dengan Augmented Reality**

Dokumentasi teknis sedang divisualisasikan dan dibuat mobile oleh augmented reality. Baik dalam pelatihan, operasi, pemecahan masalah, atau pemeliharaan (dan khususnya dalam hal mesin atau peralatan yang rumit), ketika karyawan membutuhkan instruksi, mereka membutuhkan instruksi yang jelas dan dapat diakses segera. Tidak diragukan lagi, ketika teknisi harus berhenti dan mencari dokumen cetak atau digital, mereka kehilangan waktu yang berharga untuk mencari informasi yang tepat. Augmented Reality membuka dimensi yang sama sekali baru: hanya dengan beberapa klik, instruksi 3D diproyeksikan langsung "ke" mesin. Datanya juga paling mutakhir, tidak seperti manual cetak lama dan peringatan lapangan yang longgar (Gambar 6.6).



Gambar 6.6 Buku pegangan Augmented Reality divisualisasikan ke mesin (Kothes/ SIG)

Kothes! Technische Kommunikation GmbH, konsultan dan penyedia layanan dokumentasi teknis dan penandaan CE yang berbasis di Kempen Jerman, telah mengintegrasikan Augmented Reality ke dalam ranah dokumentasi teknis. Mesin pengemas karton Combibloc milik perusahaan SIG membutuhkan manual yang ada untuk diperluas secara virtual untuk

memberikan manfaat nyata tambahan bagi pengguna. Tugas spesifiknya adalah melihat konten dokumentasi teknis langsung di mesin menggunakan kode warna, konten interaktif yang diatur dengan jelas dan ditautkan. Selanjutnya, pengguna dapat mengakses lebih banyak detail atau menerima instruksi Augmented Reality langkah demi langkah untuk pengoperasian mesin jika diperlukan.

Kothes! membuat prototipe untuk manual pengguna yang mobile secara intuitif dan mudah dinavigasi untuk pengoperasian, perbaikan, dan pemeliharaan. Pengguna mengarahkan tabletnya ke mesin untuk memindai kode batang unik sehingga tablet dapat mengidentifikasi mesin. Panduan virtual yang muncul peka terhadap konteks dan terstruktur penuh warna untuk menskalakan untuk penggunaan yang optimal.

Semakin dekat pengguna dengan mesin, layar tampilan menampilkan detail yang lebih relevan dari masing-masing modul; selain itu, setiap sudut menghasilkan level komponen berikutnya (Gambar 6.7).



Gambar 6.7 Petunjuk langkah demi langkah untuk mengganti filter uap (Sumber: Kothes/SIG)



Gambar 6.8 Panduan Augmented Reality untuk menemukan suku cadang dan memeriksa barang di dalam mobil (Sumber: AR-media)

Kejelasan sangat meningkat serta definisi untuk setiap modul informasi yang ditampilkan dalam layar penuh. Dalam kasus Re'flekt dan Kothesh! aplikasi yang dikembangkan bersama, pengguna dapat memilih opsi pilihan untuk menerima informasi dan panduan terperinci dalam bentuk visual—langsung di dalam lingkungan kerja. Re'Flkt yang berbasis di München Jerman mengembangkan aplikasi Augmented Reality untuk otomotif, industri, dan real estat.

- **Perawatan dan perbaikan**

Mesin dan peralatan mobil bisa menjadi alam semesta yang sama sekali tidak dikenal bagi banyak orang. Bahkan jika seseorang adalah seorang mekanik amatir (atau profesional) yang berpengalaman, dia mungkin tidak tahu di mana tepatnya di bagian mesin yang paling relevan berada. Saat ini pengguna dapat menginstal aplikasi Augmented Reality di smartphone dan tablet mereka yang akan mengubah pengguna menjadi mekanik. Aplikasi seperti I-Mechanic dari Inglobe Technologies augmented reality-media, berdasarkan perangkat lunak pelacakan 3D visi komputer, memungkinkan pengguna untuk mengakses instruksi yang diperlukan untuk merawat mobil mereka secara kontekstual (Gambar 6.8).

Salah satu terobosan besar untuk jenis aplikasi ini adalah pengembangan pemrosesan gambar tanpa penanda, menggunakan objek aktual untuk identifikasi dan registrasi. Untuk itu diperlukan penerapan teknologi pengolahan visi simultan localization and mapping (SLAM).

- **Otomotif, Truk, dan Alat Berat**

Tampilan head-up di mobil, bus, dan helm sepeda motor akan menjadi hal yang biasa, dan membuat kita tidak nyaman saat tidak ada. Namun, berbicara secara berlebihan, Augmented Reality diharapkan mencakup pelacakan antara informasi, data, dan gambar yang ditumpangkan dan beberapa bagian dari dunia nyata, dan tampilan head-up otomotif awal tidak melakukan itu, hanya memberikan informasi kecepatan dan tingkat bahan bakar. Tampilan head-up modern di mobil yang menyertakan informasi arah dan bantuan yang mengubah datanya karena lokasinya, dan bahkan dapat memberikan informasi terkait tentang tempat menarik terdekat seperti kedai kopi atau pom bensin.

Kendaraan dengan tampilan head-up memiliki reaksi yang agak beragam. Sementara banyak pengemudi menghargai kemampuan untuk mengawasi jalan (dan sensasi futuristik yang diberikannya untuk mengemudi), yang lain khawatir tentang perangkat yang menghalangi pandangan mereka tentang apa yang ada di depan. Namun, itu telah membuktikan dirinya dan tersedia di banyak mobil menengah ke atas saat ini. tampilan head-up akan membantu menjaga pengemudi tetap aman di masa depan karena lebih banyak fitur diaktifkan dan tersedia di semakin banyak kendaraan.

Tampilan head-up di mobil adalah produk konsumen, dan dibahas lebih lanjut dalam "Navigasi dan Kontrol,".

- **Manufaktur**

Pada paruh kedua tahun 2015, industri manufaktur berubah. Apple membeli Metaio, yang memiliki pangsa pasar Augmented Reality terbesar kedua setelah Vuforia. Kemudian Google berinvestasi di Magic Leap, Microsoft mengumumkan HoloLens, dan perusahaan perangkat lunak pengembangan produk dan desain berbantuan komputer berbasis Needham MA, Parametric Technology Corporation (PTC), membeli Vuforia dari Qualcomm. Langkah-langkah



oleh negara adidaya teknologi ini memicu percakapan seputar Augmented Reality dan, tak terhindarkan, apa yang bisa digunakan untuk di luar ruang konsumen.

“Seperti pengenalan mesin uap di tahun 1800-an, Augmented Reality akan mengubah segalanya di bidang manufaktur dan konstruksi.” Dexter Lilley EVP dan COO dari Index Augmented Reality Solutions

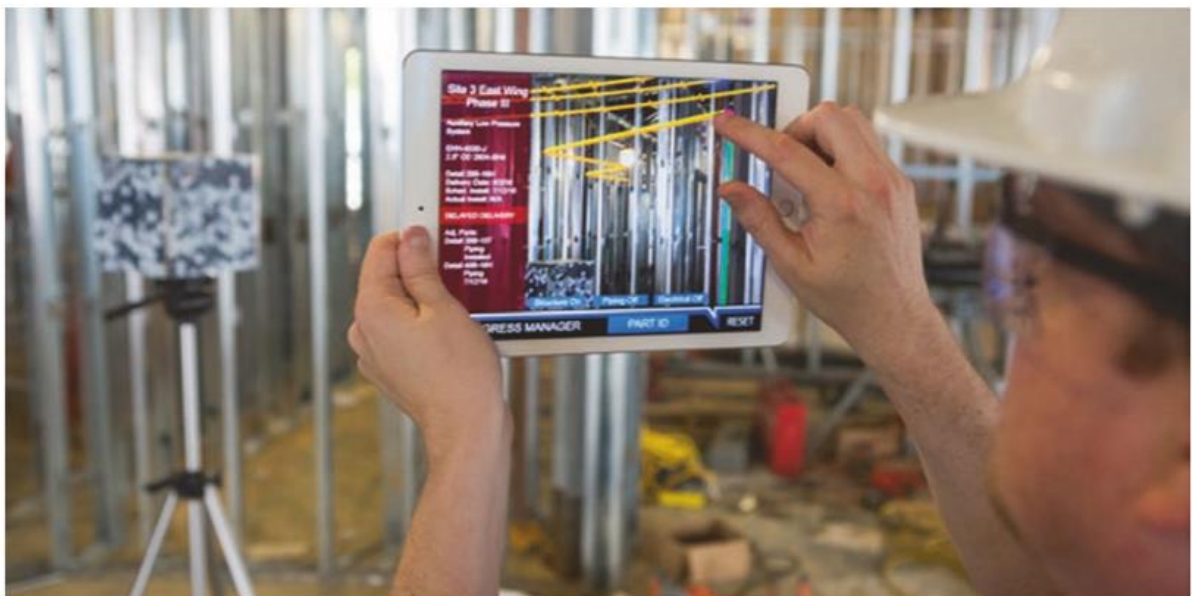
Augmented Reality sudah, dan akan memainkan peran yang lebih besar dalam operasi dan pelatihan sehari-hari di sektor manufaktur. Perusahaan telah melaporkan waktu pelatihan dipotong setengah, dan retensi diperpanjang karena augmented reality. Kegiatan sehari-hari seperti inspeksi, logistik, pembangunan, operasi dan pemeliharaan semuanya memiliki kasus penggunaan yang akan memungkinkan pekerja dan teknisi untuk berbuat lebih banyak, mengurangi waktu yang diambil beberapa langkah dan benar-benar menghilangkan langkah-langkah lainnya (Gambar 69).

Jelas, Augmented Reality akan ada di mana-mana di lingkungan industri. Akan ada tren penggunaan evolusioner yang sedang berlangsung yang akan dengan cepat menjadi revolusioner ketika perusahaan mulai memahami dampak luar biasa yang dapat ditimbulkan oleh teknologi Augmented Reality di lini atas dan bawah mereka.

- **Mengurangi Kesalahan dalam Manufaktur**

Boeing menerapkan salah satu aplikasi industri pertama yang menggunakan Augmented Reality pada tahun 1989 untuk mengurangi kesalahan saat membuat wire harness untuk digunakan di pesawat terbang. Seperti disebutkan sebelumnya, istilah 'Augmented Reality' dikaitkan dengan Thomas P. Caudell, dan David Mizella dari Boeing [9].

Pada konferensi Arise'15, di University of Sheffield di Inggris, Paul Davies dari Boeing memberikan presentasi [10] tentang studi perakitan sayap yang dilakukan Boeing bekerja sama dengan Iowa State University [11]. Davis menunjukkan hasil ketika tugas kompleks dilakukan menggunakan instruksi kerja 2D konvensional versus Augmented Reality. Perbedaan kinerja sangat dramatis.



Gambar 6.9 Pekerja konstruksi membangun pabrik tanpa cetak biru atau gambar dengan menggunakan Augmented Reality (Sumber: Index Augmented Reality Solutions)

Tiga tim ditugaskan untuk merakit bagian sayap, yang memiliki lebih dari 50 langkah dan menggunakan 30 bagian yang berbeda. Setiap kelompok melakukan tugas menggunakan salah satu dari tiga metode instruksi yang berbeda:

- A. PC desktop dengan monitornya menampilkan instruksi dalam file PDF.
- B. Tablet yang menampilkan instruksi dari file PDF.
- C. Tablet yang menampilkan perangkat lunak Augmented Reality yang menunjukkan instruksi kerja sebagai langkah-langkah terpandu dengan lapisan grafis. Sistem pelacakan inframerah empat kamera menyediakan pelacakan gerakan presisi tinggi untuk penyesuaian akurat model Augmented Reality dengan dunia nyata.

Davies dan orang-orang Negara Bagian Iowa meminta setiap tim merakit sayap dua kali. Pengamat mengukur peserta pelatihan dengan sedikit atau tanpa pengalaman untuk melakukan operasi pertama kali (dikenal sebagai, "kualitas pertama kali").

Tim-A harus pergi dari PC ke area perakitan (disebut "sel"), dan kemudian kembali untuk instruksi berikutnya. Tim-B, dan tim-C membawa tablet mereka, dan dapat berjalan di sekitar perakitan sesuai kebutuhan. Pergerakan dan aktivitas tim direkam menggunakan webcam yang ditempatkan di sekitar sel kerja.

Pengamat menghitung dan mengkategorikan kesalahan yang dibuat setiap tim, dan menemukan bahwa tim-B dan C membuat kesalahan yang jauh lebih sedikit daripada tim-A dengan PC desktop stasioner.

Tim-A membuat rata-rata delapan kesalahan pada kali pertama, dan menguranginya menjadi empat untuk kedua kalinya, menunjukkan efek dari pengalaman dan keakraban dengan masalah. Tim-B rata-rata hanya melakukan satu kesalahan dan tidak memperbaiki untuk kedua kalinya. Tim-C, menggunakan instruksi Augmented Reality terpandu membuat kurang dari satu kesalahan pada kali pertama, dan tidak ada kesalahan untuk kedua kalinya.



Gambar 6.10 Memvisualisasikan dan merencanakan ke mana pompa dan peralatan baru akan digunakan di kapal induk (Sumber: Huntington Ingalls)

Studi ini menunjukkan, dan diukur, bagaimana tugas kompleks yang dilakukan untuk pertama kalinya dapat mengambil manfaat dari instruksi kerja augmented reality. Jika tugas dilakukan dengan lebih sedikit kesalahan dan lebih cepat, dampaknya terhadap produktivitas sangat signifikan.

- ***Kendaraan Laut (Submarines to Pleasure Craft to Aircraft Carriers)***

Augmented Reality digunakan sebagai alat untuk tinjauan desain oleh beberapa galangan kapal terkemuka di seluruh dunia. Dengan menggunakan augmented reality, peserta dari berbagai disiplin ilmu dan pemangku kepentingan memiliki kesempatan untuk menguji dan mengevaluasi model yang ada saat desain masih dalam tahap pengembangan. Model virtual yang menggantikan model asli digunakan untuk menginformasikan kepada pelanggan dan publik tentang produk baru, misalnya kapal dan instalasi lepas pantai.

Pada tahun 2011, Newport News Shipbuilding memulai proyek penelitian dan pengembangan untuk mempelajari cara menerapkan Augmented Reality pada pembuatan kapal. Mereka menamakan proyek itu "Drawingless Deckplate." Setelah satu tahun, terlihat bahwa potensi penghematan biaya dalam pembuatan kapal cukup besar untuk mulai membentuk tim khusus. Pada tahun 2017, tim Augmented Reality memiliki lebih dari 30 proyek yang telah selesai, dalam proses, atau dalam jaminan.

Perusahaan yang membangun kapal induk Angkatan Laut AS menggunakan teknologi Augmented Reality untuk membawa pembuatan kapal ke abad kedua puluh satu (Gambar 6.10).

Huntington Ingalls menggunakan tablet augmented-reality untuk memungkinkan pembuat kapal "melihat melalui" perangkat keras kapal dan desain overlay dan informasi lainnya ke ruang nyata saat teknisi bergerak. Ini adalah bagian dari rencana yang lebih besar untuk membuat pembuatan kapal tanpa kertas. Huntington Ingalls membangun kapal ketiga di kelas CVN, CVN 80—Enterprise, sebagai kapal pertama yang dibuat tanpa gambar.



Gambar 6.11 Smart Specs Ox sight untuk orang dengan penglihatan terbatas (Sumber: Ox sight)

- **Obat**

Bidang medis sangat luas sehingga ada lusinan aplikasi, cukup untuk sebuah buku tersendiri. Tercantum di sini adalah beberapa yang lebih populer atau menarik. Dari memungkinkan petugas kesehatan di rumah sakit atau kantor dokter untuk bergerak dan tetap dapat mengakses catatan kesehatan dan/atau memasukkan data ke dalam formulir, hingga menyediakan kemampuan telesense sehingga petugas medis lapangan yang berlokasi jauh dapat dipandu oleh dokter dari rumah sakit di seluruh Dunia.

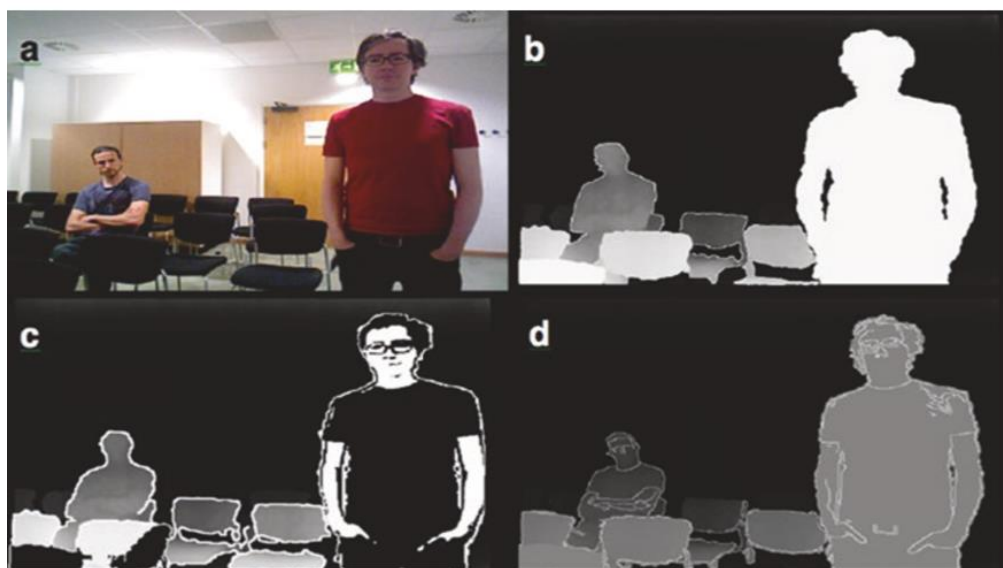
- **Bantu Tunanetra dengan Kacamata Cerdas Augmented Reality**

Kacamata cerdas Augmented Reality yang dikembangkan oleh para peneliti di Universitas Oxford dapat membantu orang dengan gangguan penglihatan meningkatkan penglihatan mereka dengan memberikan umpan balik berbasis kedalaman, yang memungkinkan pengguna untuk melihat lebih baik (Gambar 6.11).

Smart Specs dirancang untuk menyempurnakan gambar objek sehari-hari seperti wajah teman, atau item di atas meja. Di mana mereka benar-benar penting dalam mendeteksi hambatan besar dalam gelap, seperti dinding, meja, pintu, tiang tanda (Gambar 6.12).

Smart Specs dari Oxsight menggunakan kamera 3D dan program ponsel cerdas untuk meningkatkan visibilitas objek di sekitar. Perangkat lunak menyembunyikan latar belakang dan menyoroti tepi dan fitur untuk membuat banyak objek lebih mudah dilihat. Banyak fitur bekerja dalam kegelapan dan kapan saja, video dapat dijeda atau diperbesar untuk memberikan detail yang lebih baik.

Kacamata Augmented Reality dirancang untuk membantu orang dengan gangguan penglihatan yang serius. Smart Specs dikembangkan oleh Peneliti Neuroscience Dr. Stephen Hicks (1960–) dan tim penelitiannya di Oxford, kacamata menggunakan kamera untuk menambah penglihatan. Hicks berkata, “Saat Anda menjadi buta, biasanya Anda memiliki beberapa penglihatan yang tersisa, dan menggunakan kombinasi kamera dan tampilan tembus pandang, kami dapat meningkatkan objek di sekitar untuk membuatnya lebih mudah dilihat untuk menghindari rintangan dan pengenalan wajah.”



Gambar 6.12 Smart Specs dapat menampilkan gambar warna alami, atau tampilan kontras tinggi yang disederhanakan tergantung pada kebutuhan pengguna (Sumber: Oxsight)

Hicks mengatakan kacamata itu berbeda dari produk lain—persepsi mendalam merupakan aspek unik dari teknologi kacamata cerdas. Berkolaborasi dengan badan amal tunanetra Inggris dan pemerintah Inggris, prototipe awal telah menunjukkan harapan—Google membantu mendanai penelitian setelah memenangkan penghargaan. Setelah menguji kacamata di luar pengaturan laboratorium, tantangan terakhir sebelum produksi adalah membuatnya lebih kecil.

Dalam contoh lain, Intel mendemonstrasikan teknologi RealSense yang digunakan untuk membantu orang dengan gangguan penglihatan memahami lingkungan mereka. Rajiv Mongia, direktur Intel dari Grup Desain Interaksi RealSense. Timnya menciptakan prototipe yang menggabungkan teknologi kamera 3D RealSense dengan sensor getar terintegrasi yang memperingatkan orang-orang tunanetra untuk "merasakan" ketika seseorang berada di dekatnya. Intel telah mengumumkan bahwa kode sumber dan alat desain akan tersedia untuk memungkinkan pengembang melanjutkan pekerjaan ini [12].

- ***Bantu Orang yang Tidak Bergerak Berkomunikasi Menggunakan Mata mereka***

Headset Augmented Reality EyeSpeak dari LusoVu adalah sistem komunikasi yang menggunakan mata, dan dirancang khusus untuk orang dengan mobilitas ekstrem dan keterbatasan komunikasi yang disebabkan oleh berbagai jenis penyakit atau cedera. EyeSpeak terdiri dari sepasang kacamata di mana lensa telah menampilkan layar dengan keyboard virtual. Ini memiliki kamera mikro yang mendeteksi posisi dan pergerakan mata dan, dengan cara ini, mengidentifikasi kunci yang dilihat pengguna (Gambar 6.13).

Ivo Vieira, CEO LusoVu sedang mencari cara untuk membantu ayahnya, yang telah didiagnosis dengan Amyotrophic Lateral Sclerosis, dan mulai kehilangan mobilitas di satu tangan. Viera berkomentar bahwa LusoVu telah bekerja di kacamata Augmented Reality untuk astronot, "Saya menyadari bahwa saya dapat merancang layar komputer di lensa mereka dan menempatkan kamera mikro untuk melakukan pelacakan gerakan mata. Mulai saat ini, misi LusoVu dalam mendesain EyeSpeak telah tergambar."



Gambar 6.13 EyeSpeak yang mengadaptasi sensor eye rackingnya ke kacamata Augmented Reality (Sumber: LusoVu)

EyeSpeak terdiri dari sepasang kacamata di mana lensa menampilkan layar dengan keyboard virtual. Ini memiliki kamera mikro yang mendeteksi posisi dan pergerakan mata dan, dengan cara ini, mengidentifikasi kunci yang dilihat pengguna.

Pengguna memilih tombol dengan gerakan mata, mampu menulis kata dan frase. Kemudian, dengan menggunakan sistem speaker internal, pengguna menerjemahkan apa yang tertulis menjadi suara dengan memilih tombol “bicara” setelah mengetik kata atau frasa.

Sistem ini agak mirip dengan sistem pelacakan mata dan kedipan yang digunakan Stephen Hawkins untuk berkomunikasi.

- **Bantu Orang Buta Melihat dengan Telinga dan Jarinya**

Google telah mengembangkan aplikasi yang menerjemahkan apa yang “dilihat” oleh kamera (seperti yang ada di smartphone) menjadi deskripsi untuk orang buta. Voice for Android adalah aplikasi yang dapat diunduh gratis yang diperkenalkan Google pada tahun 2016.

Aplikasi vOICE untuk Android menambahkan overlay Augmented Reality sonik ke tampilan kamera langsung secara real-time, sehingga memberikan bahkan orang yang benar-benar buta secara langsung dan informasi mendetail tentang lingkungan visual mereka yang tidak akan mereka lihat. Ini juga dapat berfungsi sebagai aplikasi pembelajaran seluler interaktif untuk mengajarkan konsep visual kepada anak-anak tunanetra. Suara untuk Android adalah penerjemah universal untuk memetakan gambar ke suara. Aplikasi ini dapat berjalan di smartphone, tablet, atau sepasang kacamata cerdas yang sesuai.

Setelah aplikasi dimulai, itu terus mengambil snapshot. Setiap snapshot diterjemahkan ke dalam suara melalui pemindaian polifonik kiri-ke-kanan melalui snapshot sambil mengaitkan ketinggian dengan nada dan kecerahan dengan kenyaringan. Misalnya, garis terang yang naik pada latar belakang gelap berbunyi sebagai sapuan nada naik, dan titik terang kecil berbunyi sebagai bunyi bip pendek. Visual yang dikodekan memiliki resolusi visual hingga 176 × 64 piksel (yang lebih besar dari implan dengan 10.000 elektroda).

**Talking Compass** berbicara tentang arah saat ini. Secara default, ini hanya menunjukkan perubahan heading, tetapi opsi untuk umpan balik heading berkelanjutan dan untuk menonaktifkan kompas bicara tersedia. Bersama dengan bentang suara berbasis kamera, kompas berbicara dapat membantu berjalan dalam garis lurus, dan tentu saja kompas terus bekerja dalam kegelapan di mana kamera gagal memberikan umpan balik yang berguna.

**Talking locator** mengumumkan nama jalan dan persimpangan terdekat sebagaimana ditentukan dari GPS atau menara seluler lokal. Itu dapat berdasarkan permintaan memberi tahu Anda kecepatan dan ketinggian saat ini, dan pengguna dapat mengubah verbositas.

**Talking Face Detector** mengumumkan jumlah wajah manusia yang terdeteksi oleh kamera. Itu dapat mendeteksi dan mengumumkan hingga lusinan wajah dalam satu tampilan. Di sisi lain, jika hanya satu wajah yang terdeteksi, maka ia juga akan mengatakan apakah wajah itu terletak di dekat bagian atas, bawah, kiri, kanan, atau tengah tampilan, serta mengumumkan saat wajah berada dalam jangkauan close-up. . Itu juga dapat diatur untuk memberi tahu tentang warna kulit. Detektor wajah bukan sistem pengenalan wajah, jadi tidak ada masalah privasi. Selain itu, pendeteksi wajah berbicara dapat dimatikan.

**Haptic Feedback** ditawarkan yang memungkinkan pengguna merasakan tampilan kamera langsung menggunakan layar sentuh. Efek persepsi cukup kasar dan dibatasi oleh kesederhanaan vibrator telepon.

- **Bantu Pasien dengan Nyeri Tungkai Phantom yang Sulit Diobati**

Dr Max Ortiz Catalan di Chalmers University of Technology telah mengembangkan metode untuk mengobati nyeri tungkai Ghost menggunakan pembelajaran mesin dan augmented reality.

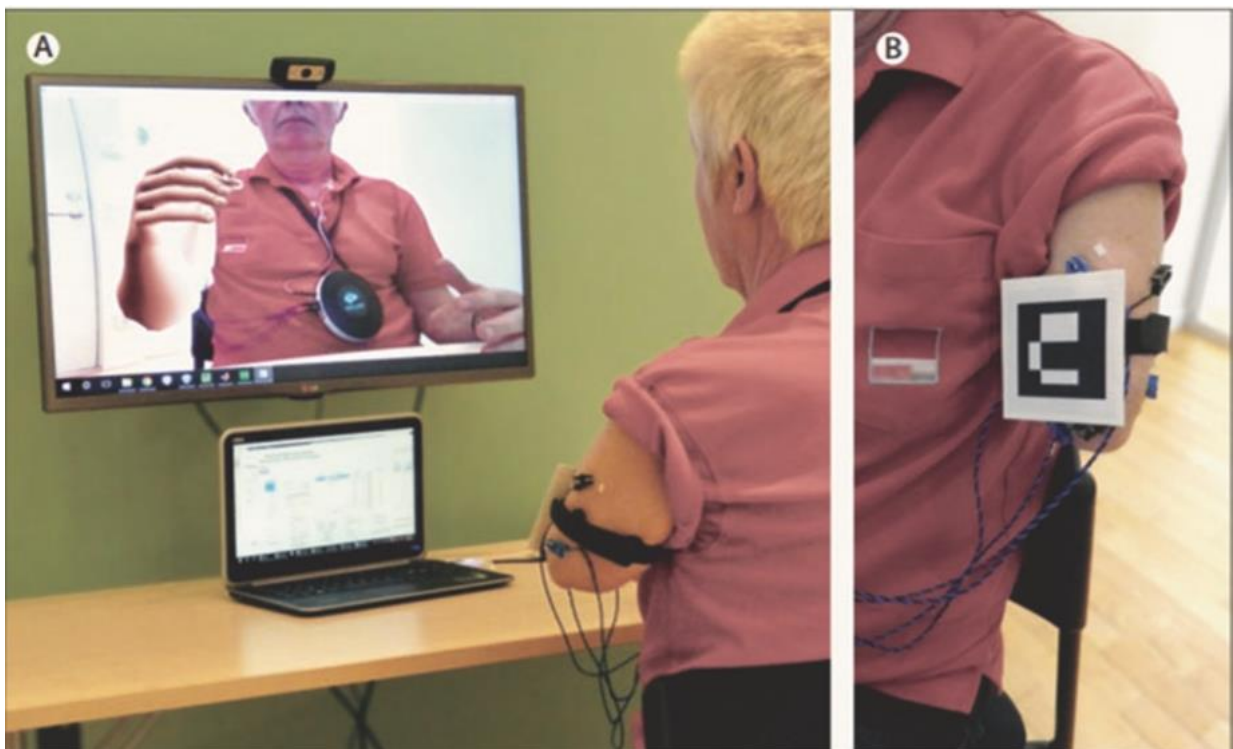
Banyak orang yang kehilangan lengan atau kaki sering mengalami fenomena yang dikenal sebagai phantom limb pain. Bagi orang tersebut, seolah-olah anggota tubuh yang hilang itu masih ada dan dapat menjadi kondisi kronis yang serius yang mengurangi kualitas hidup orang tersebut. Tidak diketahui apa yang menyebabkan nyeri tungkai Ghost dan sensasi Ghost lainnya (Gambar 6.14).

Perawatan Dr. Ortiz Catalan terdiri dari penggunaan sinyal otot yang akan pergi ke anggota tubuh yang diamputasi untuk mengontrol lingkungan yang diperbesar dan virtual. Sinyal listrik di otot ditangkap oleh elektroda di kulit. Algoritme kecerdasan buatan menerjemahkan sinyal ke dalam gerakan lengan virtual secara real-time. Para pasien melihat diri mereka sendiri di layar dengan lengan virtual menggantikan lengan yang hilang, dan mereka dapat mengontrolnya seperti mereka mengendalikan lengan biologis mereka. Ortiz Catalan menyebut metode baru eksekusi motor Ghost [13].

- ***Navigasi Bedah Tulang Belakang, Kranial, dan Trauma yang Dipandu Gambar***

Menggunakan kombinasi pencitraan sinar-X 3D dan pencitraan optik menyediakan ahli bedah dengan pandangan augmented-reality dari dalam dan luar pasien selama prosedur bedah.

Operasi tulang belakang secara tradisional merupakan prosedur 'operasi terbuka', mengakses daerah yang terkena melalui sayatan besar sehingga ahli bedah dapat secara fisik melihat dan menyentuh tulang belakang pasien untuk menempatkan implan seperti sekrup pedikel. Namun, dalam beberapa tahun terakhir, telah terjadi pergeseran yang pasti ke penggunaan teknik invasif minimal, yang dilakukan dengan memanipulasi alat bedah melalui sayatan kecil di kulit pasien untuk meminimalkan kehilangan darah dan kerusakan jaringan lunak, dan akibatnya mengurangi rasa sakit pasca operasi.



Augmented Reality (AR), Dr. Joseph. T.S, M.Kom

Gambar 6.14 Webcam menyediakan video langsung pasien yang ditampilkan di layar komputer. Anggota badan virtual ditambahkan ke umpan video di lokasi yang ditunjukkan oleh penanda fidusia. (B) Elektroda permukaan di atas tunggul merekam aktivasi otot sinergis selama kemauan motorik tungkai Ghost (eksekusi motor Ghost). Pengenalan pola myoelectric digunakan untuk memecahkan kode kemauan motorik dan secara sukarela mengontrol ekstremitas virtual (Sumber: Lancet)



Gambar 6.15 Sistem sinar-X dosis rendah (1) kamera optik pada detektor sinar-X panel datar (2) menggambarkan permukaan pasien. Kemudian menggabungkan tampilan eksternal yang ditangkap oleh kamera dan tampilan 3D internal pasien yang diperoleh oleh sistem sinar-X untuk membangun tampilan augmented-reality 3D dari anatomi eksternal dan internal pasien (3) memberikan tampilan 3D real-time tulang belakang pasien sehubungan dengan lokasi sayatan (Sumber: Philips)

Karena berkurangnya visibilitas tulang belakang selama prosedur ini, ahli bedah harus mengandalkan solusi pencitraan dan navigasi real-time untuk memandu alat bedah dan implan mereka. Hal yang sama berlaku untuk pembedahan kranial minimal invasif dan pembedahan pada fraktur trauma kompleks (Gambar 6.15).

Philips mengembangkan sistem navigasi bedah augmented-reality untuk digunakan dengan sistem sinar-X dosis rendah. Sistem ini menggunakan kamera optik resolusi tinggi yang dipasang pada detektor sinar-X panel datar untuk memotret permukaan pasien. Kemudian menggabungkan tampilan eksternal yang ditangkap oleh kamera dan tampilan 3D internal pasien yang diperoleh oleh sistem sinar-X untuk membangun tampilan augmented-reality 3D dari anatomi eksternal dan internal pasien. Tampilan 3D real-time dari tulang belakang pasien sehubungan dengan lokasi sayatan di kulit meningkatkan perencanaan prosedur, navigasi alat bedah, dan akurasi implan, serta mengurangi waktu prosedur.

- ***Telepresence Augmented Reality***

Pada tahun 2013, tim bedah di University of Alabama di Birmingham melakukan salah satu operasi pertama menggunakan teknologi Augmented Reality virtual dari perusahaan Virtual Interactive Presence and Augmented Reality (VIPAR). Dokter jarak jauh melihat layar di komputer yang disuplai oleh kamera di headset dokter lokal. Dokter jarak jauh memiliki papan hitam berukuran sekitar 18 inci persegi, dan kamera di atasnya yang mengirimkan umpan video dari tangannya yang diproyeksikan ke layar headset dokter jarak jauh. Hasilnya adalah dokter lokal melihat pasien, dan super-imposed pada pasien adalah jari dokter jarak jauh, menunjuk ke mana dokter lokal harus melakukan sesuatu (seperti membuat sayatan).

- ***Manajemen Diet***



Penelitian yang dilakukan di Universitas Tokyo pada tahun 2012, mengembangkan kacamata khusus untuk mengelabui seseorang agar berpikir bahwa makanan terasa lebih enak. Profesor Michitaka Hirose yang memimpin proyek tersebut mengatakan bahwa kacamata yang disempurnakan dengan komputer memiliki kemampuan untuk mengubah indera orang dengan secara visual mengubah ukuran makanan yang dimakan orang tersebut. Ketika kue muncul dua kali lebih besar, subjek makan hampir 10% lebih sedikit. Ketika kue terlihat setengah dari ukuran sebenarnya, subjek makan 15% lebih banyak.



Gambar 6.16 Augmented Satiety adalah metode untuk memodifikasi persepsi rasa kenyang dan mengontrol asupan nutrisi dengan mengubah ukuran makanan yang tampak dengan Augmented Reality (Sumber: Cyber Interface Lab, University Tokyo)

Eksperimen tersebut melibatkan peserta ujian yang memakan kue sambil mengenakan kacamata khusus yang dilengkapi kamera yang membuat kue terlihat lebih besar. Tujuannya adalah untuk membantu diet pengguna di laboratorium Hirose. Hirose melakukan percobaan, meminta peserta ujian untuk makan kue sebanyak yang mereka inginkan dengan dan tanpa kacamata. Hasilnya menunjukkan mereka makan rata-rata 9,3% lebih sedikit dengan goggle yang menunjukkan cookie 1,5 kali lebih besar daripada mereka dan makan 15% lebih banyak dengan cookie yang terlihat dua pertiga dari ukuran sebenarnya (Gambar 6.16).

Proyek mereka yang lain, yang dijuluki "kue meta", menipu subjek agar berpikir bahwa mereka sedang makan sesuatu yang manis. Tutup kepala tidak hanya memiliki komponen visual untuk membuat makanan terlihat lebih beraroma, tetapi juga memiliki botol aroma yang mengeluarkan aroma makanan apa pun yang mereka coba untuk mengelabui subjek agar berpikir bahwa mereka sedang makan. Misalnya, meskipun mereka diberi biskuit biasa, para ilmuwan mampu membuat subjek berpikir bahwa mereka sedang makan kue stroberi atau cokelat dengan tingkat keberhasilan 80%.

Realitas ada di pikiran Anda, kata Profesor Michitaka Hirose.

Baik universitas maupun Profesor Hirose tidak memiliki rencana untuk menjual kedua perangkat tersebut.

- **Melihat Vena**

Eveba Medical, di Roseville, CA memperkenalkan ultrasonografi dan kacamata cerdas yang dipasang di kepala dengan inframerah dekat untuk melihat pembuluh darah bagi dokter. Kacamata Eyes-On versi pertama menggunakan teknologi Moverio Epson untuk menampilkan gambar yang diletakkan di atas bidang pandang pemakainya.

Kacamata memproyeksikan cahaya inframerah dan ultrasound ke kulit, yang pertama untuk melihat vena perifer, sedangkan yang terakhir untuk target yang lebih dalam seperti vena dan arteri femoralis. Gambar yang kembali ditangkap oleh sensor masing-masing dan diubah menjadi gambar yang dilihat langsung di atas kulit pasien secara real time (Gambar 6.17).



Gambar 6.17 Vena yang terpapar inframerah dapat dilihat pada kacamata Augmented Reality untuk penempatan jarum suntik yang akurat (Sumber: Eveba Medical)

Pemancar IR berada di sudut headset. Dua kamera digital dipasang di tengah dan memberikan kemampuan zoom untuk melihat bahkan urat terkecil. Sistem ini juga menawarkan transmisi telemedicine ke stasiun perawat atau lokasi terpencil lainnya. Manfaat tambahan adalah perawat tidak memerlukan tangan ekstra untuk menggunakan kacamata Eyes-On dan dapat dengan cepat berpindah antar pasien tanpa mendorong kereta (Gambar 6.18).

Menerangi lengan pasien dengan IR dan memakai kacamata berfilter IR untuk melihat pembuluh darah perifer untuk tes darah dan suntikan intravena telah digunakan selama bertahun-tahun. Ini membawanya ke tahap berikutnya dengan menggunakan teknologi Augmented Reality dan menggabungkan lebih banyak sensor.



Gambar 6.18 Menggunakan sensor ultrasonik kontak, dokter dapat melihat vena dan arteri femoralis (Sumber: Evena Medical)

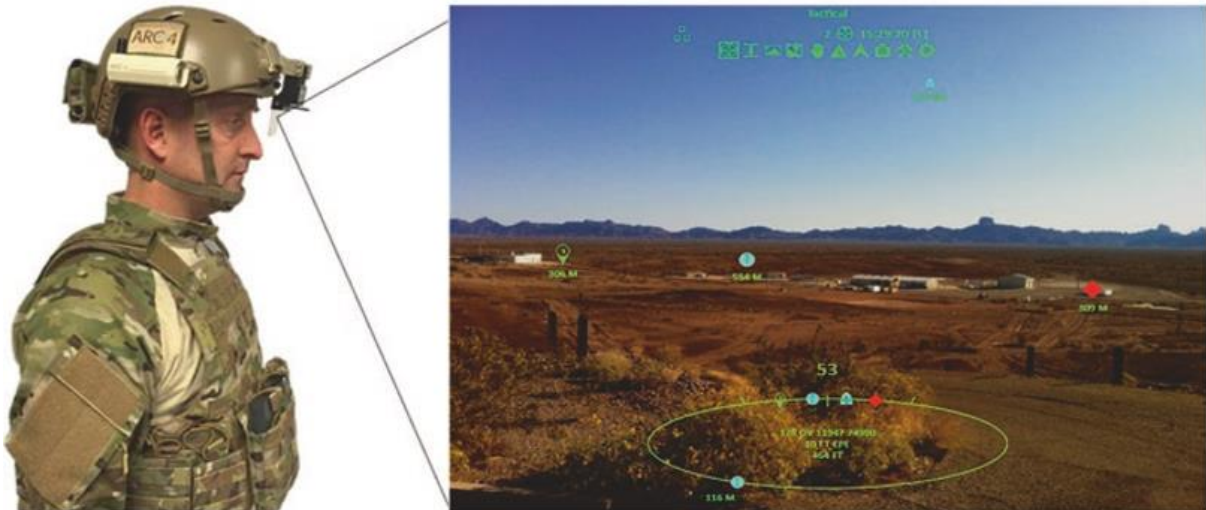
- ***Perekaman Video Bukan Augmented Reality***

Juga pada tahun 2013 ahli bedah di AS melakukan operasi sebelumnya sambil mengenakan headset Google Glass. Headset digunakan untuk merekam dan mengirimkan (streaming) apa yang dilakukan ahli bedah. Namun, hanya itu yang mereka gunakan. Tidak ada informasi yang diberikan kepada ahli bedah, dan faktanya mereka mengatakan bahwa mereka tidak terganggu dari pekerjaan bedah mereka oleh kacamata. Streaming video semacam itu dapat bermanfaat bagi siswa.

- ***Militer***

Militer dapat dianggap sebagai bapak Augmented Reality yang dapat dipakai, dimulai pada tahun 1963 dengan helikopter Bell yang menginspirasi Ivan Sutherland.

Sistem informasi tradisional yang tidak dipakai (diturunkan dalam bahasa militer) mengharuskan tentara untuk melihat peta atau perangkat seluler untuk mengakses informasi taktis. Dengan melakukan itu, kepala mereka 'turun' dan perhatian mereka dialihkan dari apa yang terjadi langsung di depan mereka. Sistem Augmented Reality yang dapat dikenakan oleh seorang prajurit memungkinkan prajurit tersebut memperoleh informasi taktis kritis waktu dengan 'menghadap ke atas' dan 'melihat keluar' pada lingkungan (Gambar 6.19).



Gambar 6.19 Sistem Augmented Reality wearable berbasis militer untuk tentara (Sumber: Applied Research Associates)

Applied Research Associates (ARA) mengembangkan sistem Augmented Reality luar ruangan yang memberikan kesadaran situasional kepala ke pejuang yang turun dari kuda. Alih-alih melihat peta 2D atau perangkat ponsel cerdas, prajurit itu melihat ikon virtual (misalnya, titik arah navigasi, pasukan biru, pesawat) yang dihamparkan pada tampilan dunia nyatanya. Sistem ARA ARC4 menggunakan mesin fusi Augmented Reality yang menggabungkan sensor pelacakan kepala, perangkat lunak manajemen jaringan, dan antarmuka pengguna untuk melapisi informasi ikonik di lingkungan pengguna. Ini terintegrasi dengan tampilan tembus pandang siang hari serta kacamata penglihatan malam. Sistem yang ditunjukkan pada gambar memanfaatkan tampilan Lumus untuk tujuan demonstrasi (Gambar 6.20).



Gambar 6.20 Helm ARC4 ARA dipasang sistem augmented reality. Ini bukan helm, dan dapat dianggap sebagai kasus khusus dari tampilan head-up kacamata cerdas (Sumber: ARA)

Elbit, pengembang helm Augmented Reality F35 mengambil teknologi itu dan menerapkannya pada helm tank. Tank memiliki kamera yang dipasang di bagian atas, sebisa mungkin tidak mencolok, sementara di dalam komandan tank dapat melihat sekitar 360 derajat untuk apa yang disebut, “kesadaran situasional (Gambar 6.21).

Elbit mengatakan bahwa Iron Vision menyediakan gambar secara real time dengan latensi nol, resolusi tinggi, dan dalam warna penuh dengan garis pandang 360° yang mulus. Visornya ringan dan ringkas, dan perangkat lunaknya menggunakan algoritme koreksi distorsi untuk menghilangkan distorsi visual dan mabuk perjalanan. Selain itu, sistem ini memiliki kemampuan night vision dan dapat menampilkan informasi yang relevan langsung di depan komandan. Ia juga memiliki teknologi head-tracker yang mengunci potensi ancaman dan target, dan mengikuti mereka hanya dengan pandangan sekilas dari komandan (Gambar 6.22).

Sistem ini benar-benar memberikan penglihatan x-ray kepada komandan tank yang memungkinkannya melihat ke dalam tanki secara efektif.

### ***Tenaga dan Energi***

Augmented Reality dapat memberikan teknisi di lapangan dengan akses langsung ke pengetahuan ahli. Mereka dapat mengakses dokumentasi terbaru untuk semua pembangkit listrik, sub-stasiun, atau peralatan bawah tanah di tablet atau headset Augmented Reality mereka. Teknisi dapat melapisi model 3D pada peralatan yang sebenarnya. Mereka juga dapat melihat komponen internal dari suatu peralatan dan mengeksplorasi cara kerja bagian dalamnya. Perbaikan dan peningkatan sistem lebih cepat dari sebelumnya.

Augmented Reality juga meningkatkan keselamatan operasional. Augmented Reality tidak hanya memfasilitasi pelatihan karyawan yang lebih baik, tetapi juga memungkinkan visualisasi aset bawah tanah dan komponen kompleks yang lebih baik, sehingga mengurangi kecelakaan.



Gambar 6.21 Helm Iron Vision Elbit menggunakan sensor dan perangkat lunak dan antarmuka yang mudah digunakan (awalnya dikembangkan untuk pesawat terbang) untuk mengirimkan gambar video dari dalam dan luar tanki ke visor komandan dan pengemudi (Sumber: Elbit)

Pada awal 2015, The Electric Power Research Institute (EPRI), sebuah organisasi nirlaba yang berfokus pada dan didanai oleh industri utilitas listrik, melakukan percobaan skala besar dengan beberapa utilitas terbesar di seluruh dunia untuk melihat bagaimana Augmented Reality dapat masuk ke dalam tenaga kerja industri. Pengarahan DistribuTECH EPRI menjelaskan bagaimana data dari sistem informasi geospasial (GIS) dan sistem manajemen aset dapat memberi pekerja lapangan pandangan tambahan tentang peralatan yang perlu diperiksa atau diperbaiki.

Proyek ini disebut “Field Force Data Visualization” (FFDV) dan bergantung pada tiga teknologi:

- Augmented reality—melapisi data GIS, pengukuran, menu, dan dokumentasi pada tampilan interaktif dari distribusi utilitas atau lingkungan transmisi.
- Kesadaran konteks GIS—mengetahui lokasi pekerja relatif terhadap aset utilitas, menyesuaikan pengalaman pengguna, dan menentukan apa yang dapat dan tidak dapat dilakukan pengguna.
- Pesan Common Information Model (CIM)—mengggunakan CIM untuk berkomunikasi dengan beberapa sistem back office untuk menyelesaikan alur kerja yang diizinkan.



Gambar 6.22 Teknologi see-through armor (STA) Elbit (Sumber: Elbit)

Penelitian EPRI dalam Augmented Reality dimulai dengan pertanyaan: “jika Anda dapat memproyeksikan penanda turun pertama pada realitas di pertandingan sepak bola, mengapa Anda tidak dapat memproyeksikan informasi GIS tentang realitas di lingkungan kerja?”

- **Sektor Publik**

Dengan perencanaan yang hati-hati, sektor publik dapat menerapkan Augmented Reality untuk meningkatkan operasi dan memberikan layanan kepada warga di saat yang paling penting. Augmented Reality dapat meningkatkan berbagai tugas pemerintah, termasuk inspeksi gedung, pemeliharaan armada, perencanaan dan penilaian risiko, keamanan, responden pertama, pencarian dan penyelamatan, dan pelatihan.

Banyak lembaga negara menggunakan perangkat seluler untuk perencanaan dan penilaian risiko, yang berguna untuk menggabungkan foto dimensi interior fasilitas. Area lainnya

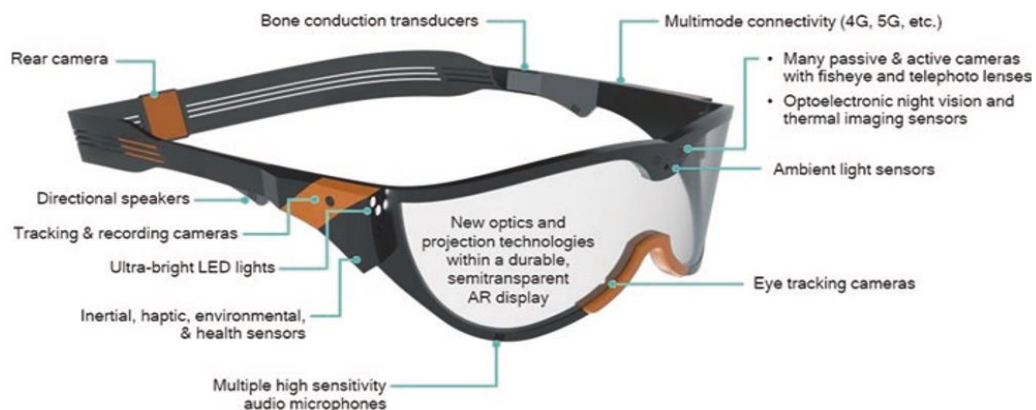
termasuk perawatan armada, di mana teknisi dengan kacamata yang dapat dipakai dapat membaca kode batang dan memesan suku cadang mesin, dan inspeksi bangunan. Augmented Reality dapat meningkatkan pemeriksaan keamanan di pusat perjalanan, penyeberangan perbatasan, dan acara publik:

Warga negara dan staf layanan publik mendapat manfaat dari sektor publik yang berevolusi teknologi di tempat kerja. Keuntungan dari tempat kerja yang sadar akan augmented reality, berevolusi teknologi, seperti yang dikutip oleh karyawan, menandakan budaya di mana informasi dan komunikasi dapat dirampingkan dengan lebih baik. Lebih dari separuh pekerja publik percaya bahwa membangun tempat kerja yang berkembang teknologi akan memberi mereka akses yang lebih baik ke informasi yang mereka butuhkan untuk melakukan pekerjaan mereka dan membantu mereka menyelesaikan tugas lebih cepat, sambil meningkatkan kolaborasi. Sangat menarik untuk berpikir bahwa teknologi baru dapat membantu mengurangi tekanan pada organisasi sektor publik yang mencoba meningkatkan efisiensi dan meningkatkan layanan yang dihadapi warga.

- **Responden pertama**

Metode pelatihan responden pertama untuk polisi, paramedis, pemadam kebakaran, dan tim pencarian dan penyelamatan praktis tidak berubah selama beberapa dekade meskipun munculnya teknologi baru. Hal ini sebagian disebabkan oleh kekhawatiran bahwa teknologi baru mungkin tidak berfungsi atau memerlukan kurva belajar yang curam yang menghambat penggunaannya secara efektif. Perangkat dan aplikasi Augmented Reality untuk responden pertama akan meningkatkan efektivitas paramedis, petugas pemadam kebakaran, dan pelatihan responden pertama lainnya. Namun, agar efektif, alat-alat tersebut harus terintegrasi dengan mulus, meningkatkan metode pelatihan yang ada, dan hidup berdampingan daripada menggantikannya.

Headset Augmented Reality untuk responden pertama harus menyediakan tautan posisi dan tampilan sudut pandang real-time antara responden dan manajer situasi, dan mengalirkan informasi untuk analisis selanjutnya dan memungkinkan penyelamatan responden jika perlu. Informasi ini meningkatkan kesadaran situasional koordinator dengan memungkinkan mereka untuk memantau aktivitas responden secara tepat dari pandangan di atas kepala atau dari sudut pandang setiap anggota tim respons (Gambar 6.23). Responden pertama membutuhkan informasi lingkungan yang sedetail dan seakurat mungkin dan tampilan head-up hands-free. Ini memungkinkan responden untuk memvisualisasikan jalur yang harus mereka ambil (dan kemudian mengikuti untuk keluar) dan menyediakan tampilan suar virtual yang menunjukkan posisi atau objek penting di lingkungan.



Gambar 6.23 Konsep desain generasi berikutnya kacamata Augmented Reality first responder  
Augmented Reality (AR), Dr. Joseph. T.S, M.Kom

Insinyur di cole polytechnique fédérale de Lausanne (EPFL) Swiss telah menciptakan VIZIR, pelindung cerdas Augmented Reality untuk petugas pemadam kebakaran yang memungkinkan mereka melihat gambar termal melalui pelindung masker pernapasan sambil menjaga tangan mereka tetap bebas.

Selain itu, teknologi seperti proyek Google Tango dapat digunakan untuk membuat peta real-time untuk membantu responden awal dalam menavigasi lingkungan yang tidak dikenal. Perusahaan membuat SDK-nya tersedia untuk pengembang.

- ***Civic Augmented Reality***

Pemerintah dan organisasi layanan publik seperti organisasi transportasi (bus, troli, kereta bawah tanah, dan lain-lain.) mengadopsi Augmented Reality dan menawarkan aplikasi lokal untuk ponsel cerdas dan tablet guna membantu warga dan pengunjung menemukan tempat menarik, rute dan jadwal bus, terjemahan, dan bantuan darurat .



Gambar 6.24 Aplikasi Augmented Reality Civic CRG, menggunakan pengenalan gambar tanpa penanda, menerapkan Augmented Reality untuk informasi publik lokal (Sumber: Civic Resource Group)

Utah.gov meluncurkan aplikasi pelacakan transit yang memungkinkan penduduk melacak data angkutan umum secara real time dan menerima pemberitahuan SMS ketika ada bus atau kereta api di dekatnya. Peta membantu mereka menemukan pemberhentian dan rute transportasi umum.



Civic Resource Group (CRG) di Los Angeles, CA, mengembangkan aplikasi untuk lini produk CivicAugmented Reality mereka yang memungkinkan pemerintah dan lembaga sektor publik menyampaikan informasi dan layanan langsung kepada warga dan komunitas dengan cara yang sangat kontekstual untuk perangkat seluler (Gambar 6.24).

Di Santa Monica, CA, CRG memasang sistem informasi dan perjalanan online untuk pengunjung dan warga yang menghubungkan berbagai sumber data yang disediakan Kota dan pihak ketiga dalam platform data berbasis cloud. Yang kemudian memberikan informasi real-time kepada pengguna publik melalui smartphone, web, kios interaktif, dan papan petunjuk arah digital. Warga didorong untuk mencari korek api dan membentuk carools dan vanpools, bersepeda, transit dan berjalan kaki, dan melacak perjalanan mereka. Tujuannya adalah untuk merampingkan manajemen permintaan transportasi dan proses administrasi untuk Kota.

- **Keamanan Bandara**

Wisatawan yang memasuki bandara akan dipindai oleh kamera yang ditempatkan di seluruh fasilitas. Data mereka akan merekam karakteristik perilaku, gestur, dan kinematik penumpang, dan memasukkan informasi ini ke dalam sistem manajemen data yang sangat canggih (Gambar 6.25).



Gambar 6.25 Penilaian keamanan bandara dan ancaman bandara akan dikirim ke kacamata Augmented Reality ke penjaga keamanan (Sumber: Deloitte)

Sistem manajemen data akan menganalisis umpan melalui analitik video, perangkat lunak identifikasi wajah, dan algoritme pengenalan ancaman, dan bekerja bersama untuk menghasilkan profil ancaman bagi pelancong. Pada saat penumpang mencapai petugas pemeriksaan, seperti agen Transportation Screening Agency (TSA) di AS, yang berdiri tepat di luar area check-in, nomor penumpang dan profil ancaman dihamparkan ke bidang pandang agen melalui a sepasang kacamata augmented reality

- **Layanan Pos AS**

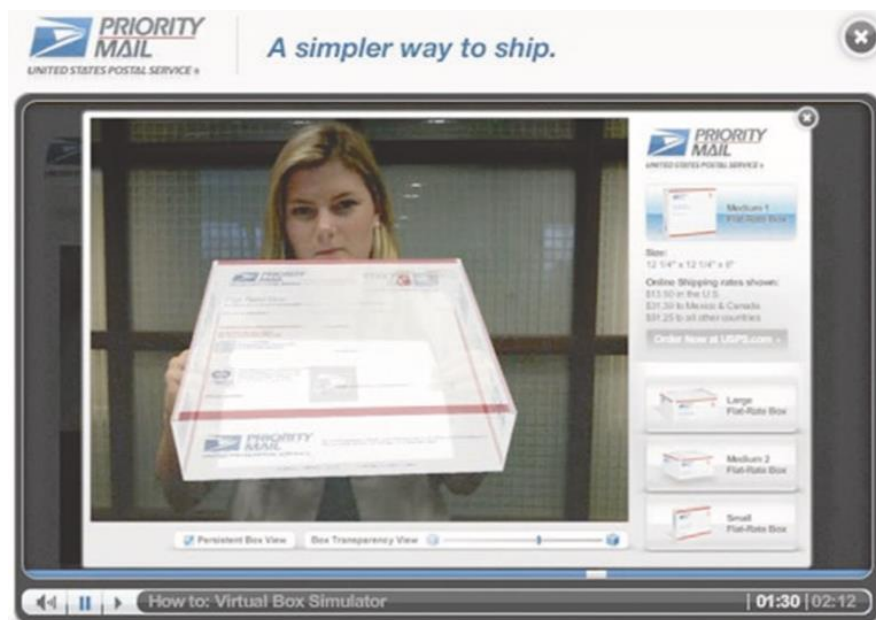
Pada tahun 2009, US Postal Service (USPS) meluncurkan aplikasi Augmented Reality bernama 'Virtual Box Simulator' yang memastikan pelanggan tidak perlu khawatir tentang apakah barang pengiriman mereka akan masuk ke dalam kotak USPS standar atau tidak.

Virtual Box Simulator adalah aplikasi sederhana dari 3D Augmented Reality yang disediakan sebagai layanan web oleh USPS) (Gambar 6.26).

Untuk memilih ukuran Flat Rate Box yang tepat, pengguna memegang halaman "penanda" yang dicetak ke Webcam mereka untuk memposisikan kotak tembus cahaya virtual. Kemudian mereka mengangkat bahan yang ingin dikirim dan membandingkannya dengan ukuran kotak yang tersedia.

- **Layanan Kotak Pos**

Selama musim liburan 2014 di AS, USPS meluncurkan kampanye pemasaran seluler yang mengubah 156.271 kotak koleksi surat biru di seluruh negeri menjadi pengalaman seluler liburan menggunakan augmented reality.



Gambar 6.26 Simulator kotak virtual Priority Mail US Post Office menggunakan aplikasi Augmented Reality dengan kamera web PC pengguna untuk memilih kotak ukuran yang tepat (standar) untuk sebuah paket



Gambar 6.27 Kotak pos AS diubah menjadi kartu liburan (USPS)

Augmented Reality (AR), Dr. Joseph. T.S, M.Kom

"Apakah Anda sedang berjalan di jalan kota yang sibuk atau jalan utama di kota kecil, Anda dapat menemukan salah satu kotak biru ikonik kami di seluruh negeri," kata Nagisa Manabe, kepala pemasaran dan penjualan untuk Layanan Pos. "Daripada hanya mengantar surat, pengguna smartphone dapat menggunakan aplikasi Augmented Reality USPS kami untuk mengubah kotak-kotak ini menjadi pengalaman yang unik dan interaktif selama liburan (Gambar 6.27)."

Penggunaan inovatif Augmented Reality menampilkan aktivasi menyenangkan seperti lampu liburan yang berkedip atau penguin animasi yang menari, diikuti dengan permintaan untuk memesan kotak atau perangko pengiriman gratis.

Layanan Pos telah mempromosikan Augmented Reality sebagai cara bagi pemasar untuk menambahkan komponen digital ke kampanye surat langsung untuk menghasilkan laba atas investasi yang lebih besar.

Pada tahun 2015 USPS memperluas Augmented Reality untuk memungkinkan Anda difoto dengan karakter Peanuts. Menggunakan aplikasi USPS, pengguna memiliki kemampuan untuk mengambil foto diri mereka di samping karakter seperti Charlie Brown dan Snoopy di lokasi dunia nyata (Gambar 6.28).

Menambahkan waralaba Peanuts yang populer ke dalam promosi augmented reality-nya menunjukkan bahwa USPS tidak berniat mundur bahkan ketika layanan pengiriman berbasis email dan aplikasi terus merambah wilayahnya.

- **Real Estate**

Augmented Reality di sektor real estat digunakan untuk memproyeksikan informasi tentang properti di pasar untuk memberikan gambar interior rumah. Data overlay terlihat oleh pengguna saat mereka mengarahkan perangkat Augmented Reality mereka, biasanya perangkat seluler ke arah rumah. Dalam beberapa kasus, pembeli tidak hanya dapat melihat data overlay, tetapi mereka juga dapat melihat bagaimana interior rumah akan terlihat setelah selesai.

Pembeli dapat mengunjungi rumah baru yang potensial tanpa harus masuk ke dalam rumah. Mereka dapat berjalan atau berkendara melewati rumah-rumah yang sedang dibangun dan menjelajahinya. Melihat posisi rumah lain di lokasi dan lokasi rumah pilihan mereka membantu mereka dalam membuat keputusan pembelian yang tepat.

Kemungkinan pembeli dapat melihat bagaimana calon rumah akan terlihat ketika didekorasi dengan cara yang berbeda, membuat rumah lebih menarik bagi pembeli. Ada aplikasi Augmented Reality yang dapat mengubah warna dinding sehingga menunjukkan bagaimana rumah akan terlihat ketika dicat dengan warna favorit mereka. Ada aplikasi yang dapat memberikan tampilan rumah yang detail dengan perencanaan desain interiornya bahkan tanpa menempatkan objek nyata di dalam rumah. Aplikasi ini dapat menempatkan furnitur secara virtual di dalam rumah.

Augmented Reality memungkinkan pembelanja untuk menghindari staf penjualan real-estate, dan menghilangkan batasan waktu open house.

- **Manfaat Augmented Reality untuk Realtors**

Dengan penggunaan augmented reality, Realtors bisa mendapatkan keuntungan sebanyak pembeli. Mereka akan dapat mengatur komunikasi yang lebih cepat dengan konsumen mereka. Teknologi ini juga akan membantu mereka untuk menghasilkan klien baru. Realtors dapat memberikan pesan yang tepat pada waktu yang tepat dengan fitur geo-fencing yang tersedia di sebagian besar aplikasi augmented reality.

Ada juga aplikasi yang dapat membantu agen penjual mengetahui kapan calon pembeli melihat properti dan mengetahui lokasinya secara real-time. Mereka dapat mengetahui ketika pengguna melihat iklan cetak. Berdasarkan informasi ini, mereka dapat mengirim pemberitahuan push untuk berinteraksi dengan calon pelanggan. Dengan logo interaktif, gambar, dan listing akan sangat bermanfaat bagi Realtors untuk menarik perhatian calon pembeli terhadap properti. Biaya pemasaran akan berkurang secara signifikan dengan penggunaan augmented reality. Dengan berkomunikasi langsung dengan calon pembeli, peluang untuk menghasilkan lebih banyak pendapatan meningkat untuk agen real estat.



Gambar 6.28 Sudahkah berfoto dengan karakter dan pos Peanuts favorit Anda; kotak (USPS)

- **Manfaat Augmented Reality bagi Calon Pembeli**

Selain hal di atas, dengan Augmented Reality pembeli dapat melakukan tur virtual rumah menggunakan perangkat seluler mereka. Mereka dapat memindai selebaran, spanduk, atau materi cetak lainnya yang memiliki Augmented Reality terintegrasi di dalamnya, untuk melihat properti menjadi hidup. Mencari properti akan menjadi jauh lebih mudah.

Augmented Reality akan membantu pembeli mengetahui lokasi properti, mengetahui jarak yang tepat dari lokasi mereka saat ini ke lokasi properti. Mereka akan dapat melihat foto-foto

properti dengan aplikasi augmented reality. Teknologi ini akan membantu Anda dengan informasi mendetail tentang properti seperti harga, luas total rumah, jumlah kamar, dan lain-lain. Beberapa aplikasi juga menyediakan opsi untuk menghubungi pemilik listingan secara langsung. Semua informasi ini akan membantu pembeli ketika membuat keputusan akhir untuk membeli properti.

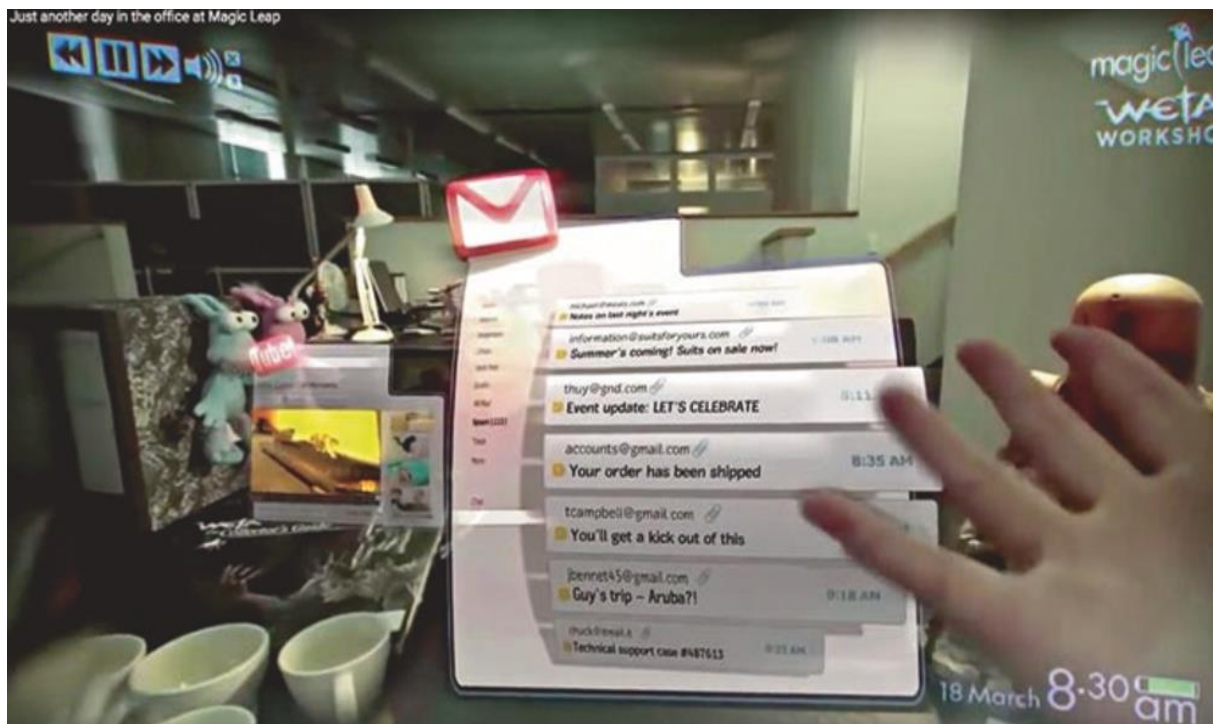
- **Telepresence**

Telepresence mengacu pada seperangkat teknologi yang memungkinkan seseorang untuk merasa seolah-olah mereka hadir, untuk memberikan penampilan yang hadir, atau memiliki efek, melalui telerobotics, di tempat selain lokasi mereka yang sebenarnya.

Telepresence dapat dianggap sebagai bagian dari Augmented Reality karena tidak (menurut definisi) termasuk superimposisi informasi sintetis pada penglihatan pemirsa. Ini dapat dianggap sebagai "Augmented Reality lite," atau penglihatan yang ditambah. Beberapa perusahaan (misalnya, AMA XpertEye, Interapt, CrowdOptic, dan lain-lain) menggunakan headset dan helm Augmented Reality sebagai perangkat telepresence untuk menempatkan ahli laporan di lokasi situasi (yaitu, ambulans, operasi perbaikan, ruang konferensi, dan lain-lain.).

- **Ringkasan**

Augmented Reality bukanlah satu hal, katakanlah seperti PC atau smartphone. Melainkan kumpulan aplikasi vertikal. Oleh karena itu, daftarnya hampir tak terbatas, yang merupakan kabar baik dalam hal peluang dan pertumbuhan pasar, dan kabar buruk jika Anda ingin kronis dan menganalisisnya. Salah satu tempat terbaik untuk mengikuti perkembangan industri dan ilmiah dalam Augmented Reality adalah Augmented Reality untuk Enterprise Alliance—AREA. <http://thearea.org/>.



Gambar 6.29 Sebuah desktop virtual augmented reality, ditumpangkan di atas desktop yang sebenarnya, disampaikan melalui headset teknologi lightfield Magic Leap (Sumber: Magic Leap)

## 6.4 Contoh Aplikasi Komersial dan Perusahaan

Kebutuhan dan penggunaan pengguna Augmented Reality komersial dan perusahaan sangat berbeda dari konsumen. Itu tidak bisa dikatakan terlalu sering. Sementara konsumen sebagian besar memperhatikan penampilan dan harga, pengguna komersial dan perusahaan lebih mementingkan fungsionalitas dan laba atas investasi (ROI). Namun, pengguna komersial juga akan memiliki aplikasi yang menghadap konsumen dan harus bergantung pada konsumen untuk memiliki perangkat tampilan yang sesuai, yang awalnya adalah smartphone dan tablet.

Di "ruang belakang"—gudang, teknik, pemeliharaan, dan manajemen armada (untuk beberapa nama), perusahaan (perusahaan komersial dan perusahaan) akan memiliki sistem lengkap yang terdiri dari server database, sistem komunikasi, kacamata, dan/atau helm.

Di bagian ini, beberapa dari banyak aplikasi Augmented Reality yang digunakan atau disarankan untuk digunakan oleh organisasi komersial dan perusahaan ditawarkan.

- ***Email dengan Personalitas***

Salah satu visi tentang bagaimana Augmented Reality akan berubah ditawarkan oleh Magic Leap. Mereka membayangkan klien email ditumpangkan pada apa pun yang Anda lihat (Gambar 6.29).

Sistem seperti itu bisa sangat interaktif dan menjadi sistem konferensi video. Bayangkan alih-alih bertukar empat atau lima email untuk menjadwalkan pertemuan, sistem email Anda memanggil orang yang ingin Anda temui dan dua atau tiga atau lebih dari Anda mendiskusikannya secara langsung.



Gambar 6.30 Kode QR tipikal (Wikipedia)

- ***Periklanan dan Pemasaran***

Visual, atau pemasaran tambahan adalah praktik menggunakan gambar dan objek untuk meningkatkan komunikasi merek dan utilitas melalui pengenalan gambar, augmented reality, dan penemuan visual. Berbagai aplikasi pemasaran Augmented Reality membantu memperdalam dan menginspirasi percakapan merek dengan konsumen dengan informasi digital yang mendalam tentang objek sehari-hari.

Gelombang pertama item pemasaran tambahan adalah iklan di majalah dan menggunakan kode QR. Kode QR (Quick Response Code) adalah merek dagang untuk jenis barcode matriks 2D yang dirancang untuk industri otomotif di Jepang (Gambar 6.30).

Kode QR mungkin merupakan bentuk paling umum dari Augmented Reality berbasis penanda, bentuk lain juga ada, dan dibahas di tempat lain. (Lihat "Pelacakan Fitur Alami Menggunakan Penanda")

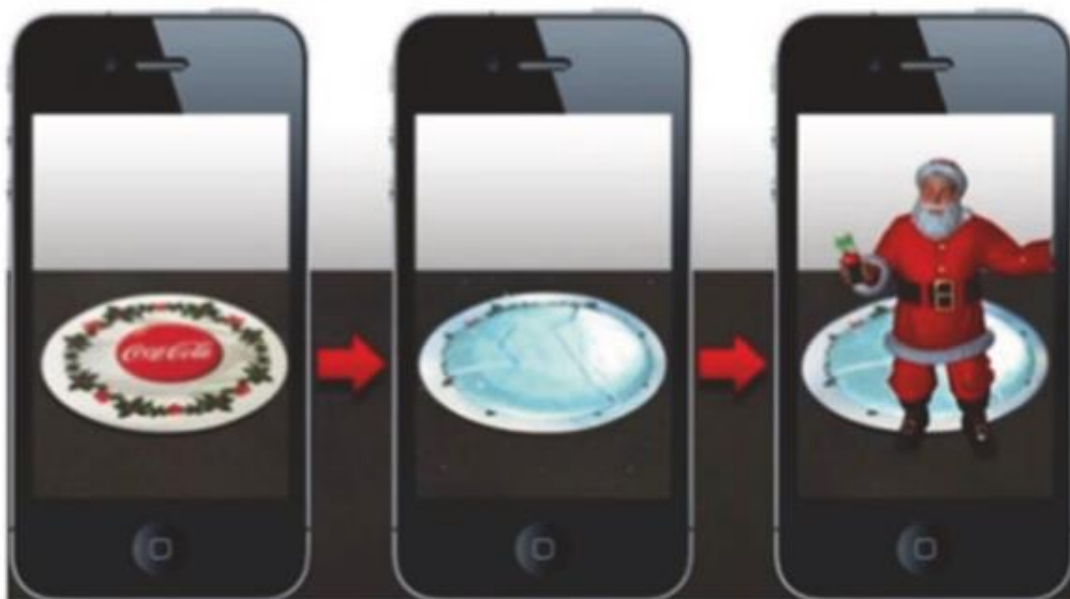
Beberapa aplikasi Augmented Reality komersial digambarkan sebagai, "menghadapi konsumen." Itu berarti mereka adalah aplikasi yang dirancang oleh organisasi komersial untuk digunakan oleh konsumen. Kartu ucapan adalah salah satu contohnya. Versi pertama memiliki karakter atau objek sederhana yang dikodekan di dalamnya (menggunakan penanda yang biasanya disematkan (dikodekan) pada gambar di kartu, meskipun beberapa versi awal menggunakan penanda kode QR).

Hallmark, perusahaan kartu ucapan raksasa di Kansas City, Mo, memperkenalkan kartu ucapan Augmented Reality pertama pada Januari 2010 untuk Hari Valentine [14]. Orang yang menerima kartu dapat melihat fitur animasi 3D dengan mendekatkan kartu ke kamera web pada PC, setelah aplikasi yang diunduh telah diinstal. Kemudian pada bulan Juni perusahaan memperkenalkan aplikasi iPhone/iPad untuk melihat kartu ucapan mereka. Majalah pertama yang menggunakan Augmented Reality adalah *Esquire* pada tahun 2009 (lihat Gambar 5.23). Sejak itu beberapa majalah telah menggunakan teknologi dalam iklan dan editorial.

Augmented Reality telah digunakan dalam berbagai kampanye periklanan. Misalnya, pada pertengahan 2010-2020, perusahaan Coca-Cola memperkenalkan aplikasi Magic-nya yang menggunakan aplikasi teknologi Augmented Reality yang dibuat oleh Arloopa. Ini memungkinkan pengguna, melalui penanda Augmented Reality yang dipilih secara khusus (penanda kode QR), untuk memiliki tiga opsi pengalaman:

- temukan kejutan di botol Coca-Cola Natal,
- jelajahi stasiun bus bermerek di kota,
- temukan pesan Sinterklas di balik tanda Coca-Cola di mal dan tempat-tempat aktif anak muda (Gambar 6.31).

Dari kemasan produk interaktif dan jaminan pemasaran hingga iklan cetak, dan papan reklame, Augmented Reality membuka berbagai peluang pemasaran baru. AR memungkinkan untuk dengan mudah terlibat dengan informasi menggunakan perangkat seluler yang sudah mereka miliki dan kapan dan bagaimana mereka mau. Jika mengakses informasi produk mudah, nyaman, dan bahkan mungkin menyenangkan, pelanggan secara otomatis akan memiliki kecenderungan yang lebih positif terhadap merek tersebut.



Gambar 6.31 Iklan Augmented Reality liburan Coca Cola (Sumber: Arloopa)

- **Retailer**

Retailer, yang sering disebut sebagai perusahaan "bata dan mortir", berada di bawah tekanan untuk bertahan karena persaingan dari web. Toko yang menjual produk komoditas dengan sedikit atau tanpa diferensiasi, hanya menawarkan kenyamanan ketersediaan langsung (dengan asumsi Anda bersedia mendapatkannya, selama jam buka toko). Di AS, penjualan ritel mewakili sekitar Rp. 57,6-72 triliun industri, tetapi penjualan eCommerce on-line bernilai lebih dari Rp. 4.200 triliun [15]. Augmented Reality menawarkan cara untuk memadukan keduanya. Augmented Reality menawarkan banyak implikasi kapasitas ritel dan desain dalam bisnis.

Perusahaan menggunakan model 3D dalam desain produknya. Dengan menggunakan model tersebut dalam augmented reality, calon pelanggan dapat mengevaluasinya sebelum produksi apa pun dipesan, dan, bergantung pada supplier, meminta penyesuaian. Ini membantu perusahaan mendemonstrasikan prototipe lebih efektif, dan lebih ke tahap produksi jauh lebih cepat daripada sebelumnya.

Retailer menggunakan kemasan, tampilan, dan papan nama Augmented Reality untuk melibatkan pelanggan saat mereka berbelanja di dalam toko. Banyak perusahaan mainan telah menerapkan kios di dalam toko di mana pelanggan dapat memindai kemasan produk dan melihat versi 3D dari produk jadi.

Namun, untuk toko lain, web telah menjadi katalog dan kendaraan iklan mereka. Dan dengan Augmented Reality bahkan menjadi sumber layanan pelanggan mereka. Neal Leavitt, yang menjalankan perusahaan komunikasi pemasaran internasional, menawarkan pandangan tentang cara kerjanya.

- **Bagaimana Augmented Reality Mengubah Cara Konsumen Berbelanja**

Neal Leavitt mendirikan Leavitt Communications pada tahun 1991 membawa lebih dari 25 tahun keahlian komunikasi pemasaran dan jurnalisme kepada klien. Ia menerima gelar Bachelor of Arts di bidang komunikasi dari UC-Berkeley dan gelar Master of Arts di bidang jurnalisme & urusan publik dari American University di Washington, DC. Sebagai seorang jurnalis, Neal menjabat sebagai editor kota, editor salinan, dan reporter untuk surat kabar metropolitan besar di California, yang meliput segala hal mulai dari bisnis hingga teknologi hingga perjalanan. Dia adalah kontributor tetap untuk sejumlah publikasi teknologi dan pemasaran seperti Computing Now, diterbitkan oleh IEEE Computer Society, dan iMediaConnection.com. Dia telah bekerja di berbagai pasar vertikal baik di sektor publik maupun swasta termasuk: biotek, pendidikan, teknik, hiburan, lingkungan, keuangan, kesehatan/medis, industri, kotamadya, lembaga publik (negara bagian dan federal), real estat, olahraga, dan teknologi.

- **Neal Leavitt**

Selama bertahun-tahun, pembelian furnitur sering kali merupakan lompatan keyakinan. Anda dapat mengukur ruang yang tersedia untuk sofa, kursi, meja ruang makan, mungkin mengambil beberapa gambar, lalu berjalan ke toko, memilih apa yang menurut Anda akan berhasil, dan berharap yang terbaik.

Peritel peralatan rumah tangga Ikea melakukan penelitian pada tahun 2014 yang tampaknya menguatkan tantangan yang dihadapi pelanggan dalam memilih furnitur:

- Lebih dari 70% mengatakan mereka tidak tahu seberapa besar rumah mereka;



- 14% pelanggan membeli furnitur dengan ukuran yang salah untuk kamar mereka;
- 33% mengatakan mereka bingung tentang cara mengukur furnitur dengan benar.

Masuknya augmented reality. Teknologi ini meletakkan gambar yang dihasilkan komputer di atas gambar yang diambil pada kamera smartphone atau tablet - pada dasarnya, ini menambahkan lapisan data digital atau gambar ke dunia nyata.

Sekarang retailer furnitur dan pelanggan mendapat manfaat dari Tango Google yang awalnya tersedia di smartphone Lenovo, Phab 2 Pro. Dengan menggunakan kamera, sensor, dan perangkat lunak pelacak gerak, Tango memungkinkan perangkat seluler membuat peta 3D ruang dalam ruangan dan juga mengarahkan ulang peta berdasarkan lokasi ponsel di ruang tersebut. Ponsel Phab 2 memiliki persepsi kedalaman berkat sensor yang memanfaatkan cahaya inframerah untuk memastikan kedalaman bagaimana cahaya dibentuk oleh berbagai objek di dalam ruangan. Jadi, dengan Tango, sofa, kursi, dan lain-lain. dapat diintegrasikan ke dalam simulasi bersama dengan gerakan tubuh Anda yang sebenarnya (Gambar 6.32).



Gambar 6.32 Memvisualisasikan bagaimana sesuatu (misalnya, furnitur) mungkin terlihat di lingkungan tertentu (Google)

"Setelah ponsel Phab 2 membuat peta ruangan dan menyimpannya, Anda akan dapat memilih gambar digital dari perabot, memasukkannya ke peta 3D, lalu memindahkannya sehingga Anda dapat melihat caranya itu terlihat di tempat yang berbeda dan dari sudut yang berbeda," catat Smithsonian. Dan Forbes menambahkan bahwa "Perangkat berkemampuan Tango tahu di mana pintu, jendela, rak, dan sejenisnya sehingga di masa depan, ketika Anda mengunjungi toko besar, Anda dapat menemukan apa yang Anda butuhkan sampai ke rak yang tepat."

Retailer melihat emas dalam teknologi. Lowe memiliki aplikasi Tango yang disebut Lowe's Vision. Pembeli dapat menunjukkan Phab 2 di ruang cuci mereka dan melihat bagaimana mesin cuci dan pengering yang berbeda akan bekerja di ruang itu.

Dan Wayfair Inc., sebuah perusahaan perabot rumah tangga, menawarkan WayfairView, aplikasi Augmented Reality smartphone pihak pertama yang tersedia di Google Play. Perusahaan mengatakan aplikasi tersebut memungkinkan pembeli untuk memvisualisasikan furnitur dan dekorasi di rumah mereka dalam skala penuh sebelum melakukan pembelian. Melalui Phab 2, pelanggan dapat memilih produk Wayfair dan secara virtual masuk ke dalam ruangan untuk melihat apakah mereka lolos ke ruang tersebut. Wayfair mengatakan pembeli dapat memindahkan dan memutar produk "untuk memvisualisasikan berbagai tata letak dan perspektif dan ketika siap untuk melakukan pembelian, pembeli terhubung dengan mulus ke aplikasi belanja Wayfair di Google Play."

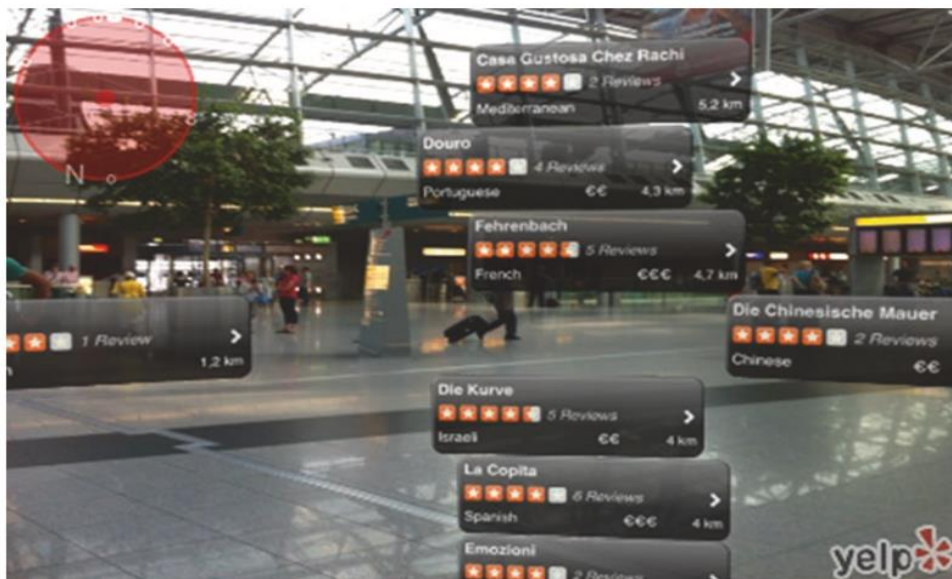
Dan sementara Augmented Reality mungkin tidak akan menghalangi Anda untuk masuk ke dalam mobil dan berkendara ke toko furnitur atau outlet, beberapa eksekutif furnitur berpikir itu baik-baik saja.

Scott Perry, VP digital untuk Jerome, rantai furnitur regional yang terkenal, mengatakan dia tidak melihat Augmented Reality menggantikan pengalaman toko.

"Kami ingin mereka melihatnya, merasakannya, menyukainya sebelum mereka membelinya, karena itu membuat pelanggan lebih bahagia," kata Perry. Namun, pembeli, kata Perry, yang secara virtual melihat barang di rumah mereka 35% lebih mungkin daripada pengunjung situs web lain untuk menelepon perusahaan atau mendapatkan petunjuk arah ke lokasi toko, dan 65% lebih mungkin untuk membeli. Banyak ahli percaya Augmented Reality akan membantu meningkatkan retailer bata-dan-mortir.

"Saya pikir ini adalah pengubah permainan untuk industri ritel," kata Artemis Berry, VP ritel untuk Shop.org dan Federasi Ritel Nasional. "Apa yang kita ketahui sekarang, adalah itu masih dalam tahap awal."

*Neal Leavitt, yang menjalankan perusahaan komunikasi pemasaran internasional. Mr Leavitt juga menjabat sebagai editor yang berkontribusi untuk sejumlah pemasaran interaktif terkemuka dan publikasi teknologi tinggi termasuk Komputer (diterbitkan oleh IEEE), dan iMediaConnection. com. Artikel-artikelnya telah muncul di berbagai publikasi cetak dan online di seluruh negeri dan luar negeri.*



Gambar 6.33 Aplikasi Monocle Yelp mengidentifikasi toko berdasarkan apa yang dilihat kamera di lokasi pengguna (Yelp)

*Augmented Reality (AR), Dr. Joseph. T.S, M.Kom*

- **Ulasan produk**

Letsee, sebuah perusahaan Korea Selatan, telah mengembangkan aplikasi yang menggunakan Augmented Reality pada smartphone untuk memindai produk untuk ulasan produk instan. Perusahaan mengklaim bahwa Web 2.0 telah membuat konsumen menjadi prosumer dengan memungkinkan interaksi langsung antara pengguna dan konten. Ini adalah aplikasi awal, tapi ide yang bagus. Ini adalah platform untuk menskalakan untuk menciptakan nilai sehingga ada banyak ulasan yang tidak bias untuk banyak produk. Misalnya, Letsee telah mengembangkan aplikasi untuk peminum bir yang memungkinkan mereka mengarahkan ponsel cerdas mereka ke botol bir untuk mengakses informasi tentang bir dan melihat peringkat tagar pengguna lain.

Contoh lain adalah pencari sumber daya Yelp, yang memberi tahu orang-orang tentang layanan terdekat. Diperkenalkan pada tahun 2009, Yelp Monocle menambahkan lapisan 3-D ke apa yang dilihat kamera ponsel Anda. Teknologi ini menarik grafik dari layar TV/Komputer/Telepon Anda dan ke lingkungan Anda dengan Augmented Reality (Gambar 6.33).

Fitur Monocle dapat diakses dari aplikasi Yelp dan menggunakan kamera, GPS, dan kompas di ponsel Android untuk melihat bisnis di sekitar mereka dan melihat ulasan. Keuntungannya di sini jelas, Yelp sudah memiliki banyak ulasan tentang setiap topik, itu kurang lebih dapat dipercaya. Monocle membuatnya lebih berharga bagi orang yang berkeliaran di lokasi yang tidak dikenal.

- **Pasca Augmented Reality**

Penempatan produk di acara TV atau film, di mana perusahaan membayar agar produk mereka ditampilkan secara mencolok dalam sebuah adegan, atau adegan, adalah praktik yang dimulai pada 1960-an. Sebelum 2011 di Inggris di mana seseorang membayar biaya lisensi TV (untuk mendukung acara bebas iklan) penempatan produk di TV dilarang dan pedoman ketat diberlakukan untuk menghentikan perusahaan mengiklankan barang mereka. Saat ini dimungkinkan untuk memasukkan produk ke hampir semua acara TV atau film dengan menerapkan iklan secara digital ke acara TV reguler atau yang lebih lama—menerapkan Augmented Reality secara historis.

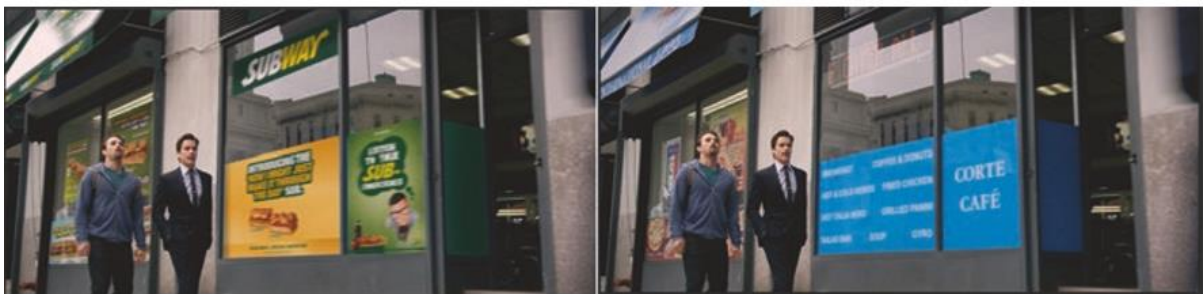


Gambar 6.34 Penanda dipilih dalam adegan untuk mengembangkan model 3D (Mirriad)

*Augmented Reality (AR), Dr. Joseph. T.S, M.Kom*

Ironisnya, perusahaan Inggris, Mirriad, yang didirikan pada 2008, yang mengembangkan ide dan teknologinya. Menggunakan deteksi dan pelacakan fitur yang canggih, perusahaan melacak objek dan latar belakang melalui video. Salah satu tekniknya adalah melacak fitur, yang merupakan titik khusus yang dapat ditempatkan dan diidentifikasi secara akurat di setiap bingkai (Gambar 6.34).

Untuk memahami di mana mengintegrasikan merek ke dalam video secara otomatis, Mirriad membagi adegan menjadi wilayah yang dapat diidentifikasi di seluruh urutan video. Untuk menempatkan objek ke ruang terbuka dalam adegan 3D dengan kamera bergerak, pelacakan 3D sangat penting. Ini menghitung posisi dan orientasi kamera di setiap bingkai. Untuk menempatkan gambar seperti logo pada permukaan datar seperti dinding atau tanda di jendela, digunakan pelacakan planar, dan dapat melakukannya bahkan jika permukaannya bergerak. bahkan mungkin untuk mengubah merek tergantung pada audiens (Gambar 6.35).



Gambar 6.35 Adegan yang sama, dua iklan yang berbeda di jendela (Mirriad)

Teknologi ini telah menciptakan bentuk dalam periklanan di mana integrasi merek lebih murah, skalabel, dan dapat dijalankan di beberapa bagian konten. Iklan yang dihasilkan mulus, autentik, dan berfungsi di semua jenis layar. Pada tahun 2013 mereka memenangkan Academy Award untuk teknologi pencitraan mereka. Namun, bisa menjadi konyol atau menyinggung jika produk modern ditempatkan di latar belakang acara TV yang ikonik. Tidak masuk akal untuk melihat smartphone atau komputer diatur dalam waktu yang lebih lama ketika hal-hal seperti itu tidak ada.

## 6.5 Contoh Aplikasi Untuk Konsumen

Augmented Reality akan memakan waktu bertahun-tahun untuk mewujudkan aplikasi untuk konsumen, namun memiliki potensi yang besar di kemudian hari. Konsumen akan suka terlibat dengan Augmented Reality, terutama dalam memberikan pertimbangan terhadap produk yang ditawarkan. Hari ini Augmented Reality masih dalam masa pertumbuhan, namun dalam sudut pandang konsumen akan segera berevolusi seperti smartphone yang ber evolusi dengan cepat. Aplikasi untuk konsumen yang akan segera hadir terutama dalam bidang :

- **Pemasaran & periklanan**—iklan yang dipersonalisasi berdasarkan konteks, serta data konsumen—apa yang mereka suka, apa yang mereka lihat, dan lain-lain.
- **Ritel**—coba sebelum Anda membeli: pakaian, furnitur, mobil, belanja real estat, dan lain-lain. Juga, navigasi ke produk dan kupon yang dipersonalisasi.

Teknologi kognitif adalah kunci untuk mengadopsi augmented reality. Augmented Reality kognitif sangat memperluas kemampuan manusia kita. Dengan memahami lingkungan dan memberikan bantuan yang dipersonalisasi, Augmented Reality akan:

- **Membantu tunanetra**—membantu tunanetra memetakan lingkungan mereka dan berkeliling.
- **Mempermudah perjalanan**—jelaskan tengara di sekitar Anda dan terjemahkan rambu-rambu jalan.
- **Menjadi seorang profesional**—membuat makanan gourmet, memperbaiki mobil Anda, atau menyempurnakan lompatan Anda.

Augmented Reality adalah masa depan, tetapi untuk penggunaan konsumen universal, masih ada beberapa kendala.

Augmented reality, seperti Virtual Reality, sedang dan telah, digunakan untuk aplikasi industri, militer, dan ilmiah di lingkungan yang terkendali, dan oleh para profesional yang memahami dan mentolerir keterbatasan teknologi (secara bersamaan membantu meningkatkannya). Masalah dengan masyarakat kita adalah ketika teknologi menarik seperti augmented reality, virtual reality, atau neural game mendapat sedikit liputan, pers, dan Wall Street langsung mengambil kesimpulan dan memperkirakannya sebagai revolusi berikutnya, DVD baru, MP3, atau UHD. Kemudian, ketika itu tidak terjadi dalam visi jangka pendek mereka, mereka menyatakannya sebagai kegagalan dan pergi mencari hal mengkilap berikutnya—Kurva Hype yang terkenal dan terdokumentasi dengan baik.

Augmented reality, virtual reality, dan game saraf mungkin mengalami nasib seperti itu juga, seperti 3DTV, dan janji game S3D PC gagal. Hal baru lainnya yang dibicarakan orang adalah Mixed Reality. HoloLens dan teknologi Mixed Reality lainnya seperti CastAR dan Magic Leap berbeda dari augmented reality—dan berbeda dari Virtual Reality. Aliansi Teknologi Immersive suka menggabungkan semua teknologi yang menghilangkan atau menambah realitas ke dalam keranjang yang mereka sebut realitas imersif. Saya pikir itu adalah nama keseluruhan yang lebih baik daripada Mixed Reality, atau Virtual Reality atau augmented reality, atau permainan saraf. Tetapi logika tidak selalu berlaku di perusahaan besar dengan anggaran pemasaran yang besar.



Gambar 6.36 “Tom Lea— 2000 Yard Stare” oleh Angkatan Darat AS

*Augmented Reality (AR), Dr. Joseph. T.S, M.Kom*

Namun, saya pendukung besar Augmented Reality dan tidak sabar untuk itu terjadi. Namun demikian, saya juga melihat kendala dan bahkan memiliki beberapa saran.

**Pertama, tatapan 2000 yard,** tampilan kosong kaca Google saat pemakainya fokus pada layar atau ke luar angkasa—jelas bagi orang-orang di sekitar pemakainya, terutama orang yang seharusnya dia ajak bicara (Gambar 6.36).

Visi saya tentang sepasang kacamata Augmented Reality yang efektif adalah kacamata yang tidak menjengkelkan, menarik perhatian pada dirinya sendiri, dan yang mengalihkan perhatian pemakainya dari orang, atau potensi.

Melihat Google Glass secara khusus, salah satu kisah sukses pertama AR konsumen dan kegagalannya yang paling terkenal, perangkat tersebut adalah layar sudut pandang satu mata beresolusi rendah dengan bidang pandang diagonal 15 derajat. Manusia memiliki dua mata dan 15 derajat adalah bidang yang sangat kecil. Melihat dari sudut dengan satu mata tampaknya tidak praktis untuk penggunaan konsumen (Gambar 6.37).



Gambar 6.37 Google Glass (Wikipedia)

Saya pikir kita semua akan memakai kacamata Augmented Reality sama seperti kita sekarang memakai kacamata korektif dan kacamata hitam, tetapi tampilannya harus cerdas dan memindahkan bidang fokusnya ke tempat yang kita lihat. Dari dekat jika kita sedang membaca atau berbicara dengan seseorang, lebih jauh jika kita sedang berjalan atau mencoba menemukan tanda jalan.



Gambar 6.38 Kacamata Tethered (Sumber: Bibi Lydia)

**Kedua adalah kekuatan**, lebih sedikit lebih baik; Saya tidak ingin menarik Unit Daya Tanah, atau harus memakai sabuk baterai.

Perangkat seluler generasi baru seperti SoC dari Qualcomm, MediaTek, dan lainnya adalah pemboros daya, dan sudah digunakan. Ini akan digunakan untuk kacamata Augmented Reality generasi berikutnya (AKA sebagai kacamata cerdas, karena kami memiliki ponsel pintar, saya kira kacamata kami juga harus pintar) (Gambar 6.38).

Kacamata tethered (kacamata AKA "Nenek") masuk akal, logis, dan praktis. Anda tidak pernah kehilangan mereka; Anda dapat melepasnya saat tidak diperlukan dan dengan cepat memulihkannya saat dibutuhkan. Sekarang bayangkan bagian belakang tengah rantai yang memegang baterai AA, dan rantainya adalah kabel daya dekoratif dan fleksibel yang super ringan. Dan mungkin juga antena induktif yang diberi makan oleh sensor gaya di sepatu Anda.

**Ketiga adalah konten dan data besar**, variasi dari aksioma kedua saya, semakin banyak yang bisa Anda lihat, semakin banyak yang bisa Anda lakukan (Gambar 6.39).



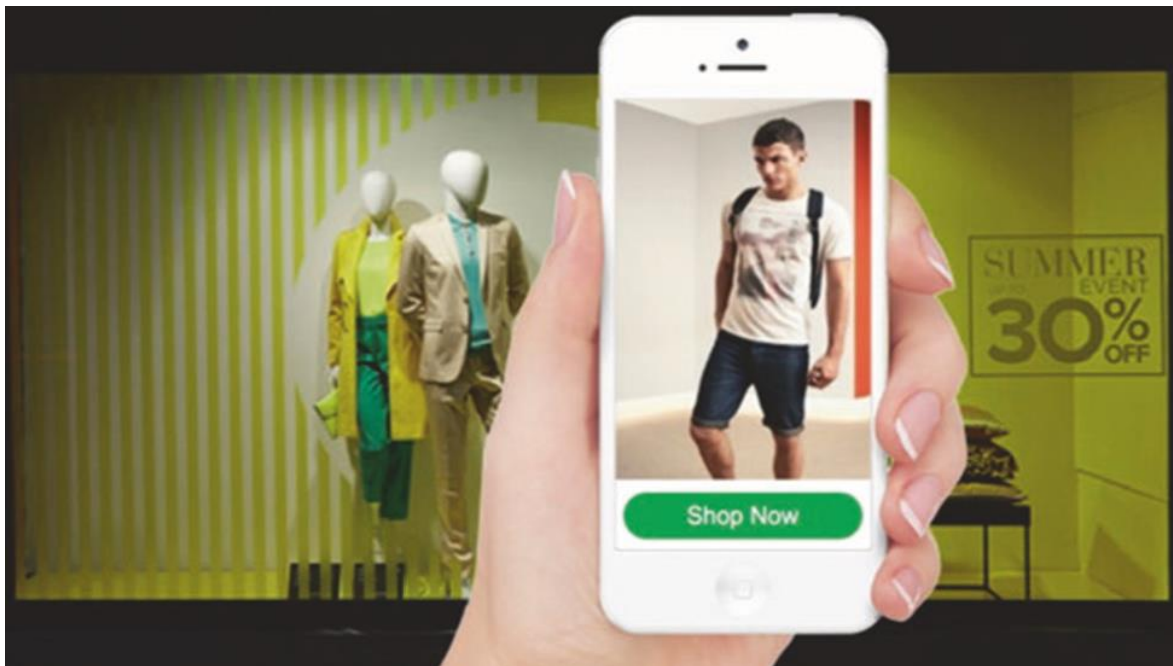
Gambar 6.39 Kacamata Augmented Reality membuat Anda menjadi Tom Cruise dalam Laporan Minoritas (Sumber: shutterstock.com)

Untuk Augmented Reality untuk benar-benar menambah hidup kita, kita perlu memiliki streaming data pada kita, serta disimpan secara lokal. Kacamata Augmented Reality kita perlu mengetahui di mana kita berada, dan ke mana kita menuju dan mengantisipasi apa yang mungkin kita inginkan atau butuhkan untuk melihat ke depan. Itu adalah beban data yang berpotensi besar dan menempatkan permintaan besar pada jaringan. Microcells akan membantu mengelolanya, dan kacamata kami akan memberi tahu supplier data besar kami tentang preferensi kami. Kami juga dapat melakukan rencana penerbangan mini dan memberi

tahu kaca mata kami "Saya akan pergi ke toko kelontong", atau "Saya akan pergi ke bar, bandara", dan lain-lain. Kemudian hanya informasi yang relevan di jalur kami yang akan dikirimkan, dan juga berpotensi tersedia untuk keluarga, teman, dan kolega kita.

Saya selalu ingin kamera entah bagaimana terhubung ke mata saya. Kacamata Augmented Reality bisa melakukannya untuk saya. Jika misalnya saya berkedip tiga kali dengan cepat, itu akan mengambil sepuluh foto cepat ke mana pun saya melihat, jika saya berkedip lima kali, dibutuhkan video 3 menit. Atau, mungkin itu merekam sepanjang waktu dan saya berkedip untuk mengatakan simpan 2 atau 3 menit terakhir. Dan "simpan" berarti ke cloud jika apa yang saya tangkap mengancam jiwa dan saya tidak berhasil—kotak hitam pribadi saya.

Tentu saja, jika kacamata terhubung ke semua sumber informasi, saya tidak akan pernah mengalami situasi seperti itu. Augmented Reality tidak dapat terjadi cukup cepat bagi saya.



Gambar 6.40 Menggabungkan pengalaman digital online dengan pengalaman di dalam toko (Sumber: Layar)

- **Identifikasi Hal-Hal Tanpa Penanda**

Selama bertahun-tahun, orang telah belajar cara menggunakan kode respons cepat (QR) yang ditemukan pada produk dan iklan, untuk mendapatkan informasi lebih lanjut. Blippar mengatakan mereka telah membawa konsep itu ke tingkat berikutnya, menyediakan konten yang lebih interaktif bagi pengguna. Perusahaan bahkan menciptakan kata kerjanya sendiri—“blipping.” Dan “Blippable.”

Ambarish Mitra, dan Omar Tayeb, mendirikan Blippar 2011, di Inggris. Ini adalah supplier aplikasi pengenalan gambar dan penemuan visual, menggunakan Augmented Reality dan pembelajaran mesin.

Pada tahun 2015, perusahaan memperkenalkan kemampuan pencarian visual dalam aplikasinya menggunakan pembelajaran mesin dan visi komputer, yang memungkinkan pengguna untuk membuka kunci informasi tentang suatu objek dengan mengarahkan kamera perangkat seluler mereka ke objek tersebut. Perusahaan menunjukkan itu bisa bekerja pada apel, anjing dan mobil.



Pada tahun 2014, Blippar mengakuisisi Layar, sebuah perusahaan Augmented Reality Belanda yang didirikan oleh Raimo van der Klein pada tahun 2009. Layar mengembangkan teknologi pengenalan gambar geo-located, yang dapat berjalan di perangkat seluler. Itu dapat mengenali objek yang diketahui (terlatih dan rahasia), dan memicu/menautkan URL dengan video, atau toko, atau situs dengan informasi umum, yang disebut perusahaan sebagai "lapisan". (Seperti lapisan gambar yang ditumpangkan pada gambar yang ditampilkan kamera).

Misalnya, melihat sampul album melalui aplikasi Blippar dapat menghasilkan konten tentang band tersebut termasuk video band tersebut, sumber untuk membeli tiket konser mendatang, detail tentang apa yang orang katakan tentang mereka di Twitter, dan foto band sendiri (Gambar 6.40).

Layar memiliki ribuan lapisan konten dan lebih banyak lagi yang datang seiring dengan semakin banyaknya pengembang yang menggunakannya sebagai platform untuk augmented reality. Banyak yang cocok dengan gaya hidup perkotaan, sementara yang lain khusus untuk suatu tempat. Namun, setiap lapisan harus dikembangkan secara individual. Google di sisi lain, ingin membawa seluruh Web ke pengguna smartphone (Android) melalui Augmented Reality dan fungsi yang disebut "pencarian visual." Pencarian visual memungkinkan orang untuk mengambil gambar apa pun yang ingin mereka ketahui lebih banyak, seperti mobil, gaun, lukisan, atau bangunan, dan informasi yang ditemukan melalui pencarian Google muncul di layar pengguna kacamata cerdas).

Pada tahun 2014 Blippar mengakuisisi Layar, yang pada saat itu merupakan basis pengguna Augmented Reality terbesar di dunia. Blippar kemudian mendemonstrasikan aplikasi 'browser visual' barunya di konferensi South by Southwest (SXSW) di Austin, Texas, pada Maret 2015.

Dengan hanya mengarahkan aplikasi ke objek sehari-hari, itu mengidentifikasi dan mengkategorikan hampir semua yang ada dalam bingkai. Aplikasi "melihat" objek yang Anda tunjuk dan kemudian mengidentifikasinya. Misalnya, jika Anda mengarahkan ponsel pintar Anda, atau kacamata cerdas ke keyboard Anda, itu akan melabelinya sebagai keyboard, dan meletakkannya di jendela kecil di bagian bawah aplikasi. Perusahaan telah membangun grafik pengetahuannya sendiri, Bliparsphere, dan dikombinasikan dengan mesin pencari visual kami, Anda bisa mendapatkan info tentang keyboard itu.

Jika Anda mencari sesuatu, katakanlah mungkin keyboard, ini akan menghemat banyak waktu Anda untuk menemukan penyedia lokal barang tersebut. Mitra Blippar percaya Augmented Reality dapat mengatasi hambatan ekonomi bahasa. Dengan menggunakan Web Visual, orang akan dapat membeli dan menjual barang secara online, tanpa kata, dengan pengenalan gambar. Mitra sangat bersemangat untuk menghapus buta huruf sebagai penghalang pembangunan di negara-negara dunia ketiga.

"Orang-orang telah mengganggu industri otomotif, industri ritel, orang-orang mengganggu perbankan. Ini seperti mengganggu 5000 tahun struktur sosial dan membawa keseimbangan pengetahuan di dunia," kata Mitra. Christine Perey dari Perey Research & Consulting, dan AREA, mengatakan bahwa Augmented Reality menjanjikan untuk mengubah dunia menjadi satu "katalog interaktif" yang besar.

- ***Item Mode Virtual***

Augmented Reality telah menemukan jalannya menjadi item fashion bagi konsumen. Dari pakaian hingga kacamata, hingga riasan, dan rambut, pengembang menemukan cara cerdas

untuk melihat kamera dan memindai seseorang lalu membuat model 3D, lalu menerapkan sesuatu pada model itu seperti gaya rambut, kosmetik, pakaian, dan aksesoris lainnya.

Ini tidak semudah kedengarannya, dan telah dicoba, dan gagal selama beberapa dekade. Perbedaannya adalah resolusi yang lebih tinggi, kamera yang lebih kecil dan murah (berkat ledakan smartphone), prosesor yang lebih cepat dan lebih murah (berkat hukum Moore), perangkat lunak pemodelan 3D yang canggih (berkat kerja keras para legenda programmer), dan nyata -Pelacakan waktu atau pose. Paling tidak ada lebih banyak kesadaran pelanggan tentang AR.

- ***Clothing/Pakaian***

Tesco di Inggris memperkenalkan layar besar yang dilengkapi dengan kamera dan perangkat lunak pengenalan gambar untuk membuat cermin "ajaib" yang memungkinkan konsumen berinteraksi dengan cermin melalui augmented reality. Ketika konsumen menggunakan cermin ini, mereka memiliki pilihan untuk menelusuri berbagai macam pakaian dan mencoba pakaian ini, dalam arti digital. Augmented Reality digunakan untuk menempatkan barang-barang pakaian ini di atas refleksi konsumen sehingga memberi mereka gambaran tentang bagaimana mereka akan terlihat dengan bagian tertentu itu.

Inovasi lain yang telah diperkenalkan Tesco adalah manekin digital. Manekin memiliki representasi fisik di dunia, tetapi dianimasikan melalui berbagai hologram augmented reality. Sosok tersebut dapat berinteraksi dengan lingkungannya dan memiliki kepribadian tertentu melalui rekaman audio untuk menarik perhatian konsumen saat menelusuri toko Tesco.

FaceCake memperkenalkan augmented reality, ruang ganti virtual ke situs ritel online yang mereka sebut Swivel pada Februari 2011, dan digunakan di department store Bloomingdale. Teknologi ini memungkinkan Anda berdiri di depan kamera yang terhubung dan "mencoba" berbagai pakaian dengan menempatkan gambar digitalnya di atas tubuh Anda (seperti dijelaskan di atas). Bahkan memungkinkan Anda mencoba berbagai aksesoris seperti dompet dan ikat pinggang. Jika Anda mengangkat tangan, pakaiannya akan menyesuaikan, dan Anda bahkan dapat menoleh untuk melihat sisi samping dan belakang.

Neiman Marcus juga bereksperimen dengan teknologi dan cermin baru. Perusahaan ini bekerja dengan Palo Alto, perusahaan California, MemoMi Labs untuk membuat cermin ruang ganti berukuran penuh dengan LCD 70 inci, kamera HD, dan komputer untuk menyalakannya. Saat ini penggunaannya bukanlah AR yang sebenarnya, melainkan video. Cermin merekam video pendek seseorang yang mencoba gaun itu dan berbalik ke kamera. Pelanggan kemudian dapat melihat video secara berdampingan daripada mencoba kembali pakaian dan mereka dapat membaginya dengan teman-teman. MemoMi juga telah mengembangkan fitur yang memungkinkan pelanggan untuk melihat pakaian dalam berbagai warna, tetapi Neiman sedang menunggu untuk menggunakan fitur itu.

- ***Glasses/Kacamata***

Salah satu proyek Augmented Reality pertama yang saya ikuti di awal tahun 2000-an adalah menempatkan kacamata virtual pada seseorang yang duduk di depan kamera, melihat ke layar. Tampak sederhana. Tidak. Ternyata tidak ada dua orang yang memiliki jarak yang sama antara mata, ketebalan kepala, tinggi dan lengkung hidung, atau tinggi mata di atas hidung. Itu sebabnya ketika Anda membeli kacamata, mereka harus dipasang dan disesuaikan. Tak perlu dikatakan, proyek itu tidak berhasil, teknologi dan pengetahuannya belum ada.

Perusahaan scanner 3D Fuel3D mengembangkan cermin pintar untuk pengenalan wajah, yang menemukan dan membuat katalog semua nuansa unik di wajah seseorang. Kemudian, bekerja sama dengan pengembang kacamata Sfered, perusahaan menciptakan cermin pemindaian 3D untuk lokasi optik ritel yang membuat menemukan sepasang kacamata yang pas dengan sempurna semudah melihat ke cermin pintar.

Fuel3D membangun sistem pemindaian wajah yang sangat akurat yang memungkinkan pengumpulan semua metrik yang diperlukan untuk menyesuaikan kacamata custom-fit dalam satu pemindaian. Pemindai cermin menangkap data 3D wajah yang sebenarnya dalam 0,1 detik, memungkinkan pengambilan data dari semua data relevan yang diperlukan untuk membuat kacamata khusus — termasuk jarak pupil, lebar jembatan hidung, lebar wajah, dan jarak ke telinga. Sistem ini juga memungkinkan ahli kacamata dan dokter mata untuk menyesuaikan bingkai secara virtual dengan pelanggan untuk pengalaman pelanggan yang lebih baik.

- ***MakeUp***

FaceCake (disebutkan di atas) memperkenalkan cermin yang memungkinkan pelanggan mencoba riasan sebelum membelinya. Diproduksi oleh Element Electronics pembuat TV AS, cermin rias NextGen menggunakan kamera dan lampu built-in untuk menciptakan pengalaman Augmented Reality dari wajah pemirsa.

Cermin pintar menggunakan kamera untuk menangkap wajah, sementara perangkat lunak Augmented Reality memungkinkan pengguna untuk mencoba riasan secara real time, termasuk kosmetik yang sudah dimiliki, untuk menghindari kombinasi aneh atau produk yang belum ada di kotak rias—pilihan coba sebelum membeli. Mirror juga akan membuat rekomendasi produk yang dipersonalisasi yang dikatakan pengembang, serta, tentu saja, berbagi tampilan ke media sosial.

Selain hanya sampel riasan virtual, cermin juga menggunakan sensor untuk mendeteksi pencahayaan di dalam ruangan — karena melihat riasan dalam cahaya alami dan cahaya buatan dapat menghasilkan tampilan yang sedikit berbeda. LED ganda juga membantu menciptakan pencahayaan yang ideal untuk melihat pratinjau tampilan, seperti cermin rias.

ModiFace adalah perusahaan yang menawarkan Augmented Reality untuk 55 merek makeup top seperti Sephora, P&G dan Unilever. Tidak seperti FaceCake, ModiFace menggunakan perangkat portabel seperti tablet atau smartphone, dan aplikasi khusus perusahaan. Pengguna dapat masuk ke konter riasan toko dan memilih berbagai gaya lipstik, perona mata, atau apa pun, dan ModiFace menerapkannya ke kulit pengguna secara real-time di layarnya. Bergerak, mengedipkan mata dan tersenyum, dan pengguna dapat melihat gaya baru mereka tanpa kerja atau biaya. ModiFace juga dapat mensimulasikan perubahan rambut, perawatan anti-penuaan dan banyak lagi (lihat bagian berikut). Banyak Toko melaporkan peningkatan penjualan karena pelanggan lebih yakin bahwa mereka akan puas dengan apa yang mereka beli. Merek membayar Rp. 2,8 miliar hingga Rp. 70 miliar per tahun untuk mengintegrasikan teknologi Augmented Reality ModiFace ke dalam aplikasi mereka sendiri.

- ***Hair Style/Gaya Rambut***

Dalam grafik komputer, rambut adalah bagian yang paling sulit dan intens secara komputasi dari hewan mana pun. Setiap rambut memiliki fisiknya sendiri, pemantulan dan penyerapan

cahaya, panjang, dan interaktivitas dengan rambut lain, dan hampir tidak pernah statis, digerakkan oleh angin, gerakan tubuh, dan gravitasi.

Aplikasi Augmented Reality memungkinkan pengguna untuk mencoba gaya rambut dan efek rambut baru pada foto mereka sendiri dan membandingkan serta berbagi kolase foto yang terdiri dari beberapa tampilan. Aplikasi yang dioptimalkan untuk seluler berfungsi pada perangkat seluler apa pun yang memungkinkan pengguna untuk mencoba gaya rambut dan efek terbaru secara langsung dengan mengambil foto di ponsel mereka.

Aplikasi Conair menyediakan cara terbaik bagi konsumen untuk bereksperimen dengan gaya rambut dan efek rambut baru. Bagian terbaiknya adalah, dengan menyimpan kolase foto, pengguna dapat berbagi beberapa tampilan secara instan, meminta teman dan keluarga mereka untuk memilih dan mengomentari tampilan terbaik, dan mereka memiliki sesuatu untuk dibawa ke penata rambut untuk menggambarkan apa yang mereka inginkan. Selain sangat berguna, ini memberikan cara yang bagus untuk keterlibatan sosial bagi Conair.

- **Galeri Seni**

Galeri seni, pameran museum, di dalam dan di luar ruangan telah bereksperimen dengan dan menggunakan Augmented Reality sejak awal 2010-an untuk menambah pameran mereka dengan menggabungkan apa yang ada di dinding galeri dengan gambar dari awan saat pengunjung melihatnya melalui perangkat seluler mereka.

Museum juga menawarkan "cerita latar" tambahan untuk gambar bersama dengan beberapa sejarah kepribadian yang terlibat (Gambar 6.41).

Salah satu aplikasi cerdas untuk Augmented Reality di museum adalah museum atau Stolen Art (MOSA) di Hertogenbosch di Belanda selatan. Ini adalah inisiatif seni untuk membiarkan orang menikmati seni yang telah dirampas dunia karena mereka dicuri (Gambar 6.42).



Gambar 6.41 Melihat hal-hal yang tidak ada—wanita mengenakan kacamata Augmented Reality di Smau, pameran internasional teknologi komunikasi informasi di Milan (Tinxt)

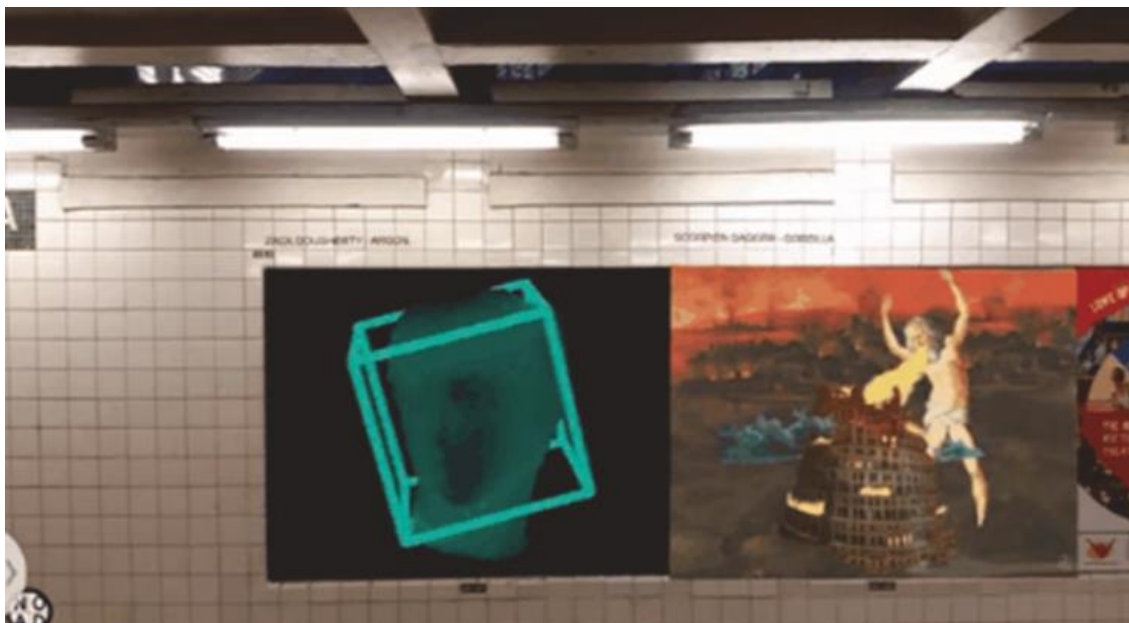


Gambar 6.42 Museum of Stolen Art adalah galeri pameran karya yang saat ini dilaporkan dicuri atau hilang (Image credit MOSA)

Ada juga museum virtual reality seni curian yang dimulai pada tahun 2014 oleh Ziv Schneider di NYU ITP.

Pada tahun 2015, sekelompok siswa mendirikan NO AD, sebuah proyek Augmented Reality untuk membuat stasiun kereta bawah tanah New York yang dipenuhi poster film, iklan produk, menjadi karya seni melalui Augmented Reality (Gambar 6.43).

Dirancang dan dikuratori untuk kerumunan komuter oleh RJ Rushmore dari Vandalog, karya ini terdiri dari 39 karya seni GIF oleh 13 seniman dan kolektif. Karena aplikasi seluler NOAD adalah proyek Seni dan bukti konsep tentang seperti apa dunia setelah tampilan head-up menjadi lebih umum, mereka menutupnya setelah 1 tahun. Tampilan Augmented Reality pop-up lainnya telah muncul di museum sejak 2010.



Gambar 6.43 Seni superimposed NO AD melalui Augmented Reality di kereta bawah tanah New York (Sumber: NO AD)

- **Entertainment/Hiburan**

Dengan augmented reality, hiburan akan maju ke level baru yang menarik dan mengejutkan. Augmented Reality telah digunakan secara efektif dalam PR dan pemasaran untuk film, televisi, dan kampanye promosi lainnya. Biasanya, ini termasuk grafis tercetak atau pengenalan objek kehidupan nyata di mana perangkat lunak mengidentifikasi simbol unik melalui kamera web atau kamera ponsel. Contoh lain dari hiburan Augmented Reality berkisar dari kios film promosi hingga pameran akuarium interaktif yang dirancang untuk mendidik anak-anak.

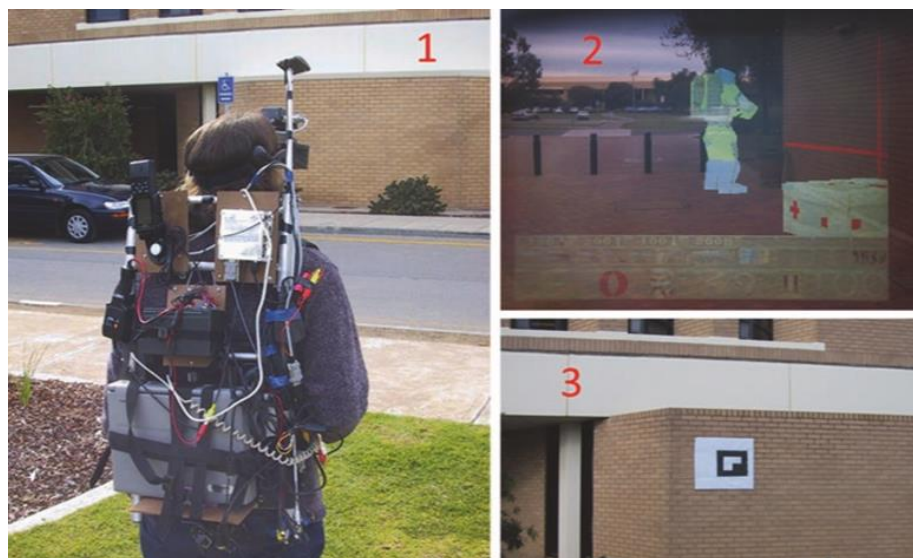
- **Game**

Bermain game akan menjangkau seluruh dunia. Game awal Augmented Reality adalah game sederhana dan biasanya dikaitkan dengan iklan produk. Terutama digunakan pada perangkat seluler seperti PC notebook, tablet, dan smartphone, game Augmented Reality di perangkat Augmented Reality khusus seperti kacamata atau helm akan segera tersedia. Eksperimen untuk menggunakan Augmented Reality untuk bermain game dimulai pada akhir 1990-an di MIT dan University of South Australia.

Seperti banyak teknologi baru, Augmented Reality dengan cepat digunakan dalam game. Untuk sementara sepertinya, di luar militer, Augmented Reality mungkin hanya ditujukan untuk aplikasi game. Itu tidak terjadi, karena di situs "teknologi keren", itu rumit untuk diproduksi dan dioperasikan. Itu berubah di akhir 2000-an, tetapi di antara alat-alat itu harus dikembangkan, seperti ARQuake.

- **ARQuake**

Pada tahun 2000, Bruce Thomas dari Wearable Computer Lab, bagian dari Advanced Computing Research Centre, yang terletak di Kampus Mawson Lakes dari University of South Australia mendemonstrasikan video game Augmented Reality seluler luar ruang pertama. Game ini adalah game pertama yang memungkinkan pemain berjalan-jalan tanpa menggunakan joystick atau pengontrol genggam (Gambar 6.44). Game pertama disebut ARQuake dan yang dibutuhkan hanyalah ransel komputer dan giroskop. Ini memungkinkan pengguna untuk dengan mudah membalik layar yang dipasang di kepala dan melihat tampilan permainan yang sama sekali berbeda berdasarkan lokasi fisik mereka saat ini.



Gambar 6.44 Ransel ARQuake sekitar tahun 2000 (Digunakan dengan izin dari Dr. Wayne Piekarski dan Prof. Bruce H. Thomas dari University of South Australia)

- **Smartphone**

Pada awal 2000-an, aplikasi Augmented Reality pertama ditawarkan di smartphone, di mana orang di seluruh dunia dapat menikmati teknologi terbaru. Aplikasi pertama adalah untuk pengguna Symbian dan memungkinkan mereka untuk menggunakan kamera ponsel mereka untuk melihat augmentasi yang berbeda di layar yang menunjukkan tempat menarik. Belakangan, para gamer ditawarkan ini di ponsel iPhone dan Android.

Ironisnya, permainan komputer analog pertama adalah Tennis for Two, dilakukan di Brookhaven National Laboratory pada tahun 1958 [16]. Dan game Augmented Reality pertama untuk smartphone adalah game tenis.

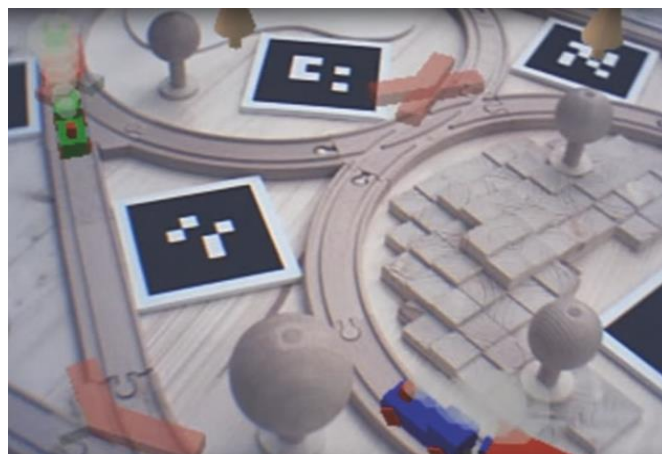
Pada tahun 2005, Anders Henrysson, di NVIS Linköping University mem-porting ARToolkit ke platform Symbian dan menciptakan permainan kolaboratif yang disebut, Augmented Reality Tennis [17]. Dalam permainan, pemain akan melihat lapangan tenis virtual yang ditumpangkan di atas selembar kertas dengan kotak pelacak di atasnya (Gambar 6.45).

Augmented Reality Tennis menggunakan versi yang sangat dioptimalkan dari perpustakaan visi komputer ARToolkit yang dikembangkan untuk platform Symbian OS dan dikombinasikan dengan perpustakaan grafis OpenGL ES. Game ini dijalankan di ponsel Nokia 6600 dan 6630.

Permainan Augmented Reality lain yang dikembangkan pada saat yang sama adalah Kereta Tak Terlihat pada tahun 2004-2005 oleh Wagner, Pintaric, dan Schmalstieg di Universitas Graz (Gambar 6.46) [18].



Gambar 6.45 Augmented Reality Tennis sekitar tahun 2005 (Courtesy Anders Henrysson)



Gambar 6.46 Kereta Tak Terlihat (Courtesy Wagner, Pintaric, dan Schmalstieg)

Tujuan dari game multipemain ini (PDA yang terhubung melalui Wi-Fi) adalah untuk mengarahkan kereta virtual di atas rel kereta api kayu asli. Pemain berinteraksi menggunakan layar sentuh untuk menyesuaikan kecepatan kereta dan mengaktifkan sakelar trek.

- **Console/Konsol**

Game konsol pertama yang menampilkan teknologi tersebut adalah *The Eye of Judgment*, sebuah video game pertarungan kartu berbasis giliran untuk PlayStation 3, yang dirilis pada Oktober 2007 (Gambar 6.47).

Dikembangkan oleh SCE Japan Studio, game ini menggunakan kamera PSEye konsol untuk mengumpulkan gambar dunia nyata dan membaca informasi kode (penanda) pada kartu perdagangan fisik kecil. Informasi ini memungkinkan permainan untuk menghidupkan karakter pada kartu perdagangan di layar. Permainan ini ditampilkan dalam Guinness World Records Gamer's Edition 2010 [19].

Pemain menaklukkan lapangan bermain dengan menggunakan berbagai makhluk dan mantra, bergiliran bermain kartu pilihan mereka secara strategis di atas matras, dan melakukan aksi melalui gerakan yang ditangkap melalui kamera PlayStation Eye.



Gambar 6.47 *The Eye of Judgment* adalah game konsol Augmented Reality pertama (Wikipedia)

### ***Pokemon GO***

Dari semua game Augmented Reality untuk smartphone yang dikembangkan pada akhir 2000-an dan hingga 2016, tidak ada game lain yang lebih memperkenalkan konsep Augmented Reality kepada konsumen selain *Pokemon GO* Nintendo. *Pokemon GO* adalah game Augmented Reality berbasis lokasi yang gratis untuk dimainkan yang dikembangkan dan diterbitkan oleh Niantic untuk perangkat iOS dan Android. Ini awalnya dirilis di negara-negara

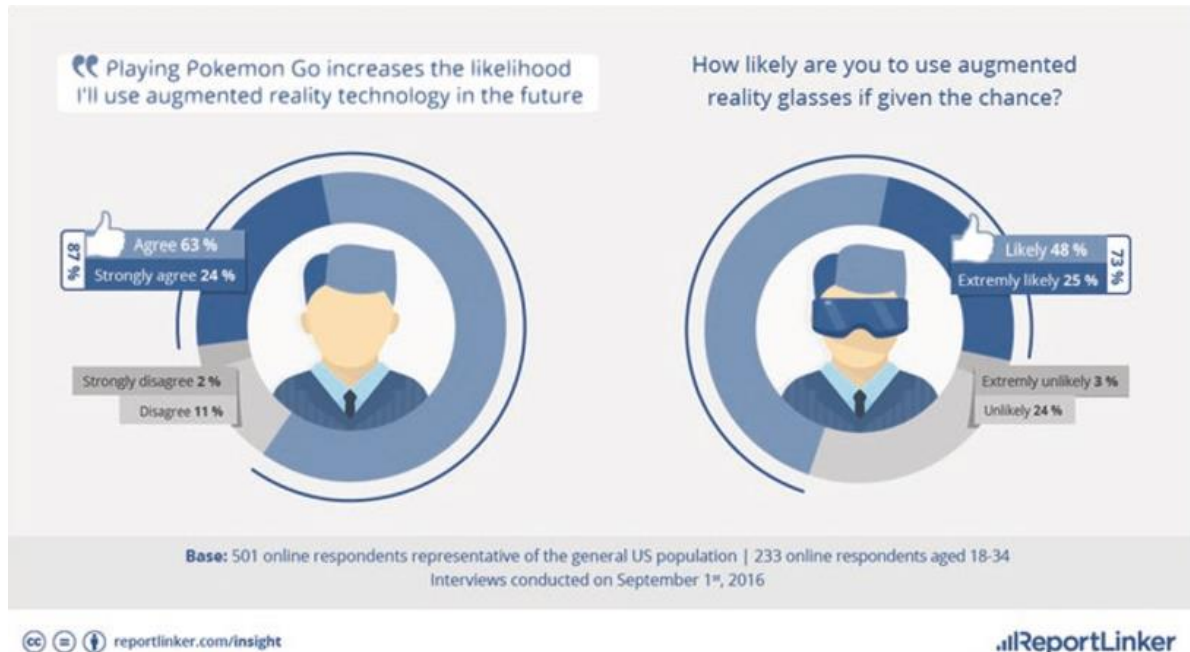


tertentu pada Juli 2016, dengan unduhan dengan cepat melebihi 75 juta. Ini telah menjadi fenomena global, tetapi Pokémon GO telah menjadi waralaba yang populer selama bertahun-tahun. Diluncurkan di Jepang pada tahun 1996, dengan cepat menyebar ke seluruh dunia untuk mencakup barang dagangan seperti kartu perdagangan, menyenangkan anak-anak tetapi mengganggu guru dan bahkan polisi (Gambar 6.48).

Ketika karakter Pokemon ditemukan, seseorang harus melempar Poké Ball (dengan mengetuk bola dan menjentikkannya ke arah Pokemon) ke karakter untuk menangkapnya. Permainan ini juga menimbulkan kekhawatiran tentang privasi. Meskipun itu adalah aplikasi yang menggemparkan dunia, Pokémon GO juga memiliki aktivis privasi seperti Pusat Informasi Privasi Elektronik yang mengkritik praktik pengumpulan datanya terkait dengan perlindungan konsumen, dan menuntut FTC untuk menyelidiki aplikasi tersebut. Namun, Joseph Ansoerge, pakar teknologi dan penulis Mengidentifikasi & Sortir, berkomentar pada saat itu bahwa, "Melindungi privasi seseorang bukan lagi upaya yang realistis. Inovasi teknologi baru-baru ini pada dasarnya telah menghilangkan bagian terakhir dari ruang publik anonim. Alih-alih mencoba mencegah perkembangan ini, lebih praktis untuk memastikan bahwa konsumen memiliki hak untuk mengontrol data pribadi mereka."



Gambar 6.48 Menghadapi Doduo di Pokemon GO (Wikipedia)



Gambar 6.49 Pokemon mempengaruhi konsumen secara positif terhadap augmented reality

Menurut profesor pemasaran Wharton, David Bell, Pokemon GO dan Augmented Reality dapat menunjukkan cara untuk lebih banyak iklan lokal dan pemasaran yang imersif. “Saya melihat arah Augmented Reality masuk ke periklanan,” kata Bell. “Evolusi internet selanjutnya adalah membenamkan diri Anda ke dalam suatu lingkungan... Augmented Reality membuat Anda selaras dengan lingkungan lokal dan konteksnya diperkuat (Gambar 6.49) [20].”

Pokémon GO telah dikreditkan dengan membuat Augmented Reality dapat dimengerti dan lebih mudah diakses oleh jutaan orang yang belum pernah berinteraksi dengan game atau perangkat Augmented Reality sebelumnya.

- **Geo AR Game**

Dewan Auckland adalah dewan pemerintah lokal untuk Wilayah Auckland di Selandia Baru. Badan pemerintahan terdiri dari seorang walikota dan 20 anggota dewan, yang dipilih dari 13 distrik. Ada juga 149 anggota dari 21 dewan lokal yang membuat keputusan tentang hal-hal lokal di komunitas mereka.

Pada tahun 2016, Dewan Auckland membentuk kemitraan dengan Geo AR Games Selandia Baru, desainer pengalaman Mixed Reality yang didirikan pada September 2015 untuk mengajak anak-anak keluar dari sofa dan bermain di luar, menjelang liburan sekolah musim dingin.

Geo AR Games, berkata, “Kami tidak dapat membalikkan teknologi atau kemajuan, kami juga tidak boleh mencobanya. Apa yang bisa kita lakukan adalah menciptakan hubungan yang sehat dengan teknologi dengan menggunakan layar untuk mengajak anak-anak keluar dan bergerak.” Dewan Auckland menandatangani perjanjian untuk menjalankan uji coba aplikasi taman bermain digital "Taman Ajaib" Geo AR di delapan taman di sekitar Auckland selama dua bulan dari 4 Juli hingga 4 September.

Pengalaman bermain digital ditujukan untuk anak-anak berusia 6-11 tahun, memungkinkan mereka untuk menjelajahi konten digital di dunia nyata dengan melihatnya melalui smartphone atau tablet mereka.



Gambar 6.50 Tangkapan layar aplikasi FPS Augmented Reality 3D Real Strike

- **Shooters**

Konsep menyuntikkan gambar atau tindakan ke dalam pandangan dunia nyata telah digunakan selama beberapa tahun ketika smartphone dan tablet menjadi populer. Salah satu contoh yang menjadi kontroversi adalah aplikasi bernama Real Strike. Ini memadukan tampilan kamera dari lingkungan lokal, dan animasi senjata 3D yang dihitung secara real-time menjadi tampilan terintegrasi, memungkinkan pengguna untuk mengubah hutan, jalan, kantor, atau lingkungan apa pun tempat mereka berada menjadi medan simulasi militer. Dan, mereka dapat membuat film tentang apa yang mereka lakukan saat mereka bermain (yaitu, syuting) (Gambar 6.50).

Konsep menembak sesuatu, atau orang, dengan ponsel cerdas Anda telah membuat khawatir beberapa orang terutama di AS dengan tingkat pembunuhan dan jumlah senjata yang tinggi. Pada tahun 2013, di Gray, Louisiana, di AS, seorang anak berusia 15 tahun ditangkap setelah memposting video di YouTube menggunakan aplikasi Real Strike untuk menembak anak-anak lain di sekolah, Dia mengatakan itu karena dia frustrasi dan lelah karena di-bully. Video telah dihapus dari You Tube, aplikasi masih tersedia.

- **Pornografi**

Tidak ada hiburan visual yang dikembangkan, yang belum digunakan untuk penyampaian pornografi, dan Augmented Reality tidak terkecuali [21]. Porno untuk orang dewasa dengan orang dewasa, dan sayangnya pornografi anak juga telah dikembangkan dan didistribusikan. Second Life telah dikritik karena menyediakan platform semua jenis pornografi, termasuk kebinatangan, dan eksploitasi anak-anak. Untuk orang dewasa dengan orang dewasa, Teknologi Pink [22] telah mengembangkan video yang memungkinkan pemirsa untuk berada di tempat kejadian, tetapi tidak berpartisipasi secara aktif dengan para aktor. Lainnya seperti VRsexlab telah dibuat, dan tidak diragukan lagi akan ditambahkan lebih banyak lagi [23]. Dalam bukunya, Augmented Reality Law, Privacy, and Ethics [24], Brian Wassom meneliti masalah sosial, hukum, dan etika seputar teknologi augmented reality, masalah seputar kecanduan dan pornografi yang tidak boleh diabaikan, dan akan selalu ada bersama kita.

- **Edukasi**

Aplikasi Augmented Reality digunakan untuk melengkapi kurikulum standar, dari sekolah dasar hingga universitas. Grafik, video teks, dan audio dapat ditumpangkan ke dalam buku teks, kartu flash, dan bahan bacaan pendidikan lainnya melalui spidol yang disematkan. Selain itu, informasi tambahan dapat diperbarui secara berkala sehingga buku sekolah tidak ketinggalan zaman dan menjadi usang.

Augmented Reality memungkinkan lapisan informasi digital ditampilkan di atas dunia fisik yang dapat dilihat melalui kacamata cerdas, tablet, dan ponsel pintar. Augmented Reality adalah antarmuka yang bagus untuk ini karena dapat dengan cepat memantulkan di sekitar banyak jenis media seperti diagram terperinci, grafik yang menarik, dan peta interaktif.

Siswa dapat mempelajari konsep teknik mesin, matematika atau geometri melalui aplikasi bernama, Construct3D, sebuah sistem Studierstube (<http://studierstube.icg.tugraz.at/main.php>). Ini adalah proses belajar aktif di mana siswa belajar untuk belajar dengan teknologi. Augmented Reality dapat membantu siswa dalam memahami kimia dengan memungkinkan mereka memvisualisasikan struktur spasial molekul dan berinteraksi dengan model virtualnya. Augmented Reality juga dapat memungkinkan mahasiswa fisiologi untuk memvisualisasikan sistem yang berbeda dari tubuh manusia dalam tiga dimensi.

Umpan balik antara guru dan siswa juga ditingkatkan dengan menggunakan kacamata augmented reality. Dan guru memiliki kesempatan untuk memanggil lebih banyak sumber referensi dalam menjawab pertanyaan siswa.

Pada tahun 2013, untuk meningkatkan interaksi kelas, para peneliti di Universitas Carlos III di Madrid mengembangkan prototipe kacamata cerdas berdasarkan augmented reality. Saat mengenakan kacamata augmented reality, guru dapat melihat di atas kepala siswa, ikon yang menunjukkan keadaan pikiran mereka pada waktu tertentu, yaitu menunjukkan ketika mereka memiliki pertanyaan atau apakah mereka telah atau belum memahami poin yang dia buat ( Gambar 6.51).

Prototipe yang dikembangkan oleh para peneliti Madrid dikendalikan oleh gerakan, ditangkap dengan Microsoft Kinect. Sistem yang disebut Augmented Lecture Feedback System (ALFs), mengharuskan profesor memakai kacamata Augmented Reality untuk melihat simbol di atas kepala siswa dan untuk memfasilitasi komunikasi antara siswa dan profesor [25].



Gambar 6.51 Ikon di atas siswa menunjukkan keadaan pikiran mereka yang menunjukkan ketika mereka memiliki pertanyaan atau apakah mereka telah atau belum memahami maksud yang disampaikan guru (Sumber: Atelier)

Ini mengingatkan saya pada novel Frank Baum, *The Master Key: An Electrical Fairy Tale*, di mana ia menggambarkan satu set kacamata elektronik yang disebut "penanda karakter", yang dapat mengungkapkan ciri kepribadian tersembunyi seseorang.

Chris Beyerle, seorang guru matematika dan teknik Carolina Selatan, menyusun daftar 32 aplikasi Augmented Reality untuk ruang kelas, yang dapat dilihat di sini: <https://edshelf.com/shelf/cbeyerle-augmented-reality-for-education/>

- **Museum dan Galeri**

Siswa juga akan dapat menggunakan smartphone, atau kacamata cerdas Augmented Reality milik mereka sendiri, atau yang disediakan untuk mereka di museum (Gambar 6.52).

Augmented Reality dapat menjadi bagian dari perjalanan sekolah ke museum atau monumen bersejarah, di mana semua data penting seperti fakta dan angka tentang landmark yang relevan dapat langsung ditampilkan di layar.

- **Navigasi dan Kontrol**

Augmented Reality telah digunakan untuk bantuan dalam menerbangkan pesawat kembali ke tahun 1937 di pesawat Jerman.



Gambar 6.52 Siswa dapat mempelajari lebih lanjut tentang pameran dengan Augmented Reality (Sumber: British Museum)

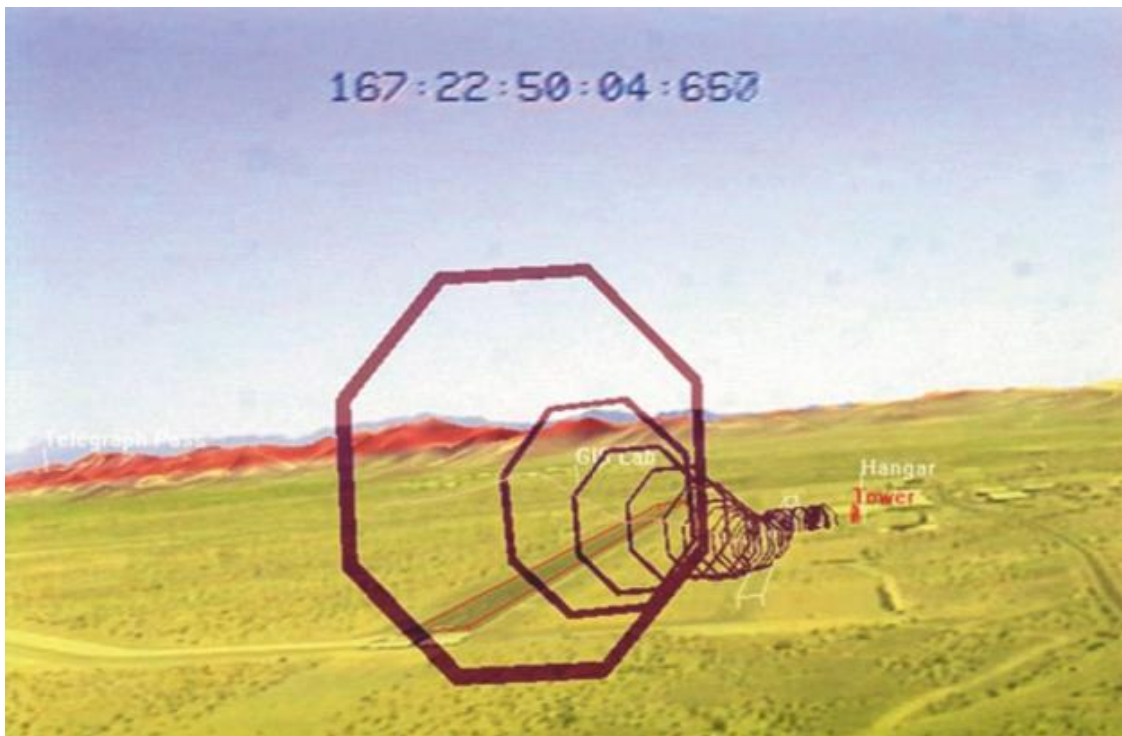
- **Pesawat terbang**

Dunia nyata menutupi informasi penerbangan tentang apa yang dapat dilihat pilot di kaca depan. Augmented Reality di pesawat biasanya terdiri dari tiga komponen dasar: proyektor, layar atau kaca depan (juga disebut combiner), dan sistem generasi komputer. Tampilan head-

up secara umum, dan khususnya di pesawat terbang, menyajikan data tanpa mengharuskan pengguna untuk mengalihkan pandangan dari sudut pandang mereka yang biasa. Ada dua jenis tampilan yang dihasilkan komputer, dunia nyata atau nyata, dan sintetis (Gambar 6.53).



Gambar 6.53 Tampilan head-up kopilot dunia nyata di pesawat C-130J (Wikipedia)



Gambar 6.54 Tampilan visi sintetis Landform untuk pilot helikopter, sekitar tahun 1997 (Wikipedia)

Tampilan head-up untuk pilot berasal dari pandangan reflektor pra-Perang Dunia II, perangkat penglihatan optik bebas paralaks yang dikembangkan untuk pesawat tempur militer [26]. Sebuah gyro gunsight ditambahkan ke reticle yang bergerak berdasarkan kecepatan dan tingkat putaran pesawat, dan dikalibrasi sehingga jumlah timah yang dibutuhkan untuk mencapai target saat bermanuver dapat diproyeksikan. Namun, pilot harus terbang dalam segala jenis cuaca, dan terkadang tidak dapat melihat, dan hanya mengandalkan enam instrumen dasar pesawat. Itu dikenal sebagai Aturan Penerbangan Instrumen (IFR). Untuk menambah visi sintetis itu dikembangkan.

Visi sintetis dikembangkan oleh NASA dan Angkatan Udara AS pada akhir 1970-an dan 1980-an untuk mendukung penelitian kokpit lanjutan, dan pada 1990-an sebagai bagian dari Program Keselamatan Penerbangan. Juga dikenal sebagai Highway In The Sky (HITS), atau Path-In-The-Sky, Augmented Reality digunakan untuk menggambarkan jalur proyeksi pesawat dalam tampilan perspektif. Menggunakan Augmented Reality untuk navigasi pertama kali diimplementasikan di X-38 NASA pada tahun 1998. Ini menggunakan apa yang disebut pada saat itu sebagai sistem Hybrid Synthetic Vision yang melapisi data peta pada video untuk menyediakan navigasi yang ditingkatkan untuk pesawat ruang angkasa. Data peta berasal dari perangkat lunak LandForm, yang dikembangkan oleh Rapid Imaging pada tahun 1995. X38 adalah salah satu sistem berawak pertama tetapi penggunaan penglihatan sintetis digunakan oleh helikopter berawak di akhir 1990-an (Gambar 6.54).

Augmented Reality menjadi umum di militer, kemudian pada tahun 1970 pesawat komersial, dan kemudian di pesawat tak berawak dan sekarang menjadi umum seperti radio di pesawat terbang. Kemudian masih diadopsi oleh pesawat pribadi. Pada tahun 1998, Falcon 2000 adalah jet bisnis pertama yang disertifikasi (dalam Kategori III untuk tampilan head-up oleh JAA dan FAA) [27]. Pada tahun 2014, Elbit Systems (pengembang helm Augmented Reality militer dan HMD) memperkenalkan sistem penglihatan ClearVision Enhanced dan tampilan head-up SkyLens Wearable dan perpaduan gambar sensor dan penglihatan sintetis dalam sistem penglihatan yang disempurnakan (EVS) untuk pilot komersial.



Gambar 6.55 Tampilan head-up retro-fitable untuk pesawat pribadi (Sumber: PAT Avionics)

*Augmented Reality (AR), Dr. Joseph. T.S, M.Kom*

Pada tahun 2009, sebuah studi independen Flight Safety Foundation menyimpulkan bahwa Head-Up Guidance System Technology kemungkinan akan secara positif mempengaruhi hasil dari ratusan kecelakaan [28]. Studi ini menemukan bahwa 38% dari semua kecelakaan kemungkinan besar atau sangat mungkin telah dicegah jika pilot memiliki tampilan head-up.

Pada tahun 2012, salah satu sistem tampilan head-up pesawat pribadi pertama ditampilkan pada pertemuan tahunan Asosiasi Penerbangan Eksperimental (EAA) di acara Oshkosh. PAT Avionics yang berbasis di Italia mendemonstrasikan sistem G-HULP-nya di Oshkosh di AS (Gambar 6.55). Seperti versi militer, tampilan head-up G-HULP menggunakan teknologi proyeksi laser, yang menempatkan informasi pada layar transparan  $7 \times 3,5$  inci ( $178 \times 89$  mm). Perusahaan sejak itu gulung tikar.

Pada tahun 2015 lebih banyak tampilan head-up yang dipasang di visor yang dapat dipasang kembali (Gambar 6.56). Tampilan head-up MGF dari MyGoFlight, berisi tiga komponen utama: unit proyektor, penggabung, dan antarmuka ke iPad atau sumber komputasi lainnya. Citra tampak mengambang di depan pilot, terfokus pada tak terhingga untuk meminimalkan waktu yang diperlukan untuk melihat informasi dan dunia luar (Gambar 6.57).



Gambar 6.56 Tampilan head-up untuk pesawat pribadi (Sumber: MyGoFlight)



Gambar 6.57 Tampilan head-up HGS 3500 A DigiLens diaktifkan dari Rockwell Collins untuk pesawat pribadi (Sumber: Digilens)



Augmented Reality untuk pesawat pribadi dapat berupa tampilan retro seperti yang diilustrasikan pada dua gambar sebelumnya, atau sepasang kacamata cerdas.

Pada tahun 2011, Pusat Penelitian Langley NASA di Virginia, memulai pengembangan headset Augmented Reality untuk pilot komersial [29]. Pengembangan pusat penelitian dari sistem tampilan Augmented Reality berevolusi dari teknologi Visi Sintetis NASA (Gambar 6.58).



Gambar 6.58 Prototipe headset Augmented Reality NASA untuk pilot komersial (NASA)

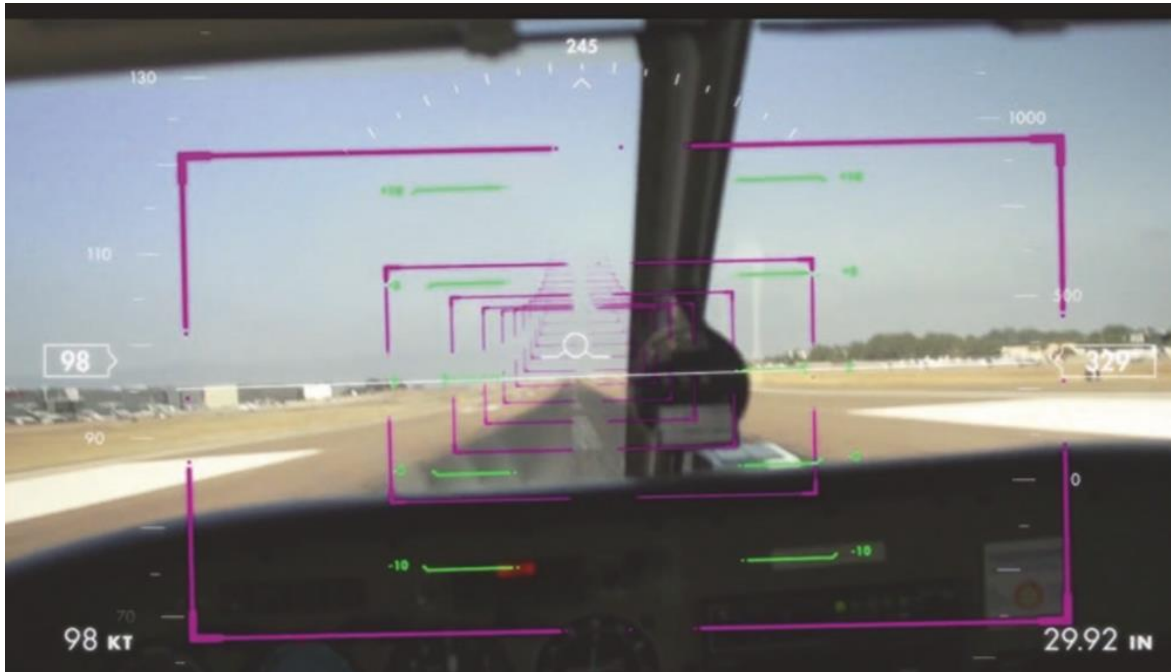


Gambar 6.59 Kacamata cerdas generasi pertama Aero Glass untuk pilot (Sumber: Aero Glass)

Sistem NASA mencakup layar yang dikenakan di kepala, pelacak kepala, perangkat keras dan perangkat lunak komputer, dan sistem pengenalan suara. Sistem ini menampilkan gambar bandara, rute taksi, dan informasi lalu lintas yang dihasilkan komputer pada tampilan head-

up, menggantikan peta bandara kertas tradisional yang biasanya dibawa oleh pilot. NASA mengumumkan pada saat itu sedang mencari perusahaan yang tertarik untuk melisensikan hak untuk memproduksi, mengkomersialkan, dan memasarkan sistem.

Kacamata cerdas Augmented Reality pertama yang tersedia secara komersial untuk pilot diperkenalkan oleh Aero Glass pada acara tahunan EAA Oshkosh pada Agustus 2014, di Wisconsin (Gambar 6.59).



Gambar 6.60 Apa yang dilihat pilot saat memakai kacamata cerdas Augmented Reality (Sumber: Aero Glass)

Kacamata, yang dibuat oleh Epson, memberi pilot arah dan arah, ditambah informasi tentang pesawat lain di area tersebut, dan informasi cuaca (Gambar 6.60). Pada tahun 2015 Aero Glass memperkenalkan sistem baru berdasarkan kacamata cerdas R-7 dari Osterhout Design Group. Konsumen juga mulai menggunakan kacamata cerdas Augmented Reality untuk drone terbang. Pada tahun 2015, produsen kacamata cerdas mulai mempromosikan penggunaan kacamata untuk drone terbang. Epson, salah satu supplier kacamata cerdas terkemuka pada saat itu, melaporkan bahwa penjualan ke perusahaan selama empat tahun terakhir melebihi penjualan ke pilot drone yang hobi. Kacamata cerdas tembus pandang memungkinkan pilot untuk melihat drone mereka ditambah data tambahan, seperti umpan video langsung dari kamera on-board drone, secara bersamaan.

- ***Berjalan dan Mengemudi***

Fungsi terpenting dalam berkendara adalah dapat melihat dan mengetahui ke mana Anda pergi, Head-up display dapat memproyeksikan informasi di kaca depan, untuk memberi tahu pengemudi tentang kecepatan mobil, ke mana harus berbelok, lokasi marka jalur, bagaimana tutup mobil di depan Anda, dan dekat dengan tempat menarik seperti pompa bensin, atau tempat parkir.

Tampilan head-up otomotif pertama diperkenalkan pada tahun 1988, oleh divisi Hughes dan EDS GM. Itu ditawarkan sebagai opsi pada replika Oldsmobile Cutlass Supreme Indy Pace Car 1988. GM juga pertama dengan tampilan head-up warna, di Corvette 1996 (Gambar 6.61).



Gambar 6.61 Corvette, yang mendapatkan tampilan head-up warna pertama di industri pada tahun 1996 (Sumber: Car and Driver)

Tampilan head-up otomotif awal itu hanya menawarkan tampilan pengukur kecepatan dan bahan bakar. Navigasi datang dengan pengenalan penerima GPS di mobil dan basis data peta murah dari Google dan lainnya. Sistem navigasi dalam mobil pertama kali digunakan pada tahun 2003, dan informasinya tersedia untuk tampilan head-up. Namun, sistem GPS yang berdiri sendiri dari Garmin dan Tom Tom juga digunakan pada awal tahun 2010 dengan supplier tampilan head-up independen.



Gambar 6.62 Data navigasi diproyeksikan melalui tampilan head-up langsung di depan pengemudi ke kaca depan (Sumber: Springteg)

Tampilan head-up aftermarket otomotif pertama adalah WeGo yang ditawarkan pada tahun 2010 oleh Springteg yang berbasis di Taiwan. Ini memberikan gambar virtual dalam sistem tampilan head-up menggunakan kaca depan (Gambar 6.62).

Tampilan head-up juga dapat dihubungkan ke kamera on-board mobil dan cruise control adaptif sehingga bisa menjadi salah satu sistem keselamatan terbaik mobil Anda. Sistem tampilan head-up yang lebih baru menggunakan kamera inframerah untuk melihat menembus kabut dan mendeteksi garis di jalan, atau mobil di depan Anda yang mungkin tidak terlihat. Ini juga akan dapat menunjukkan kepada Anda cara bermanuver di sekitar mobil lain untuk menghindari kecelakaan atau bahaya jalan lainnya. Kamera juga akan digunakan untuk melihat dan menguraikan rambu-rambu jalan untuk peringatan atau jarak.

WayRay yang berbasis di Swiss memperkenalkan sistem yang dapat dipasang kembali yang disebut Navion. Perangkat memproyeksikan panah holografik di kaca depan yang berkoordinasi dengan jalan di depan Anda menggunakan teknologi eksklusif yang disebut perusahaan Infinity Focus. Hanya pengemudi kendaraan yang dapat melihat proyeksi. Hal ini meningkatkan tingkat keselamatan dengan tetap fokus pada jalan, daripada melihat ke bawah ke layar di dasbor, atau smartphone (Gambar 6.63).



Gambar 6.63 Navion menggunakan kontrol gerakan dan perintah suara untuk komunikasi dengan pengemudi (Sumber: WayRay)

Sistem terintegrasi dengan smartphone. Perusahaan memiliki aplikasi yang dapat diunduh, diproyeksikan ke kaca depan. Teknologi ini menampilkan gambar pada jarak yang diinginkan dari mata pengemudi—di jalan di depan. Nyaman untuk mata pengemudi dan membuat mengemudi lebih aman, karena kebutuhan untuk melirik smartphone Anda dihilangkan. Pada dasarnya, ini terlihat seperti videogame di mana Anda mengikuti panah di depan mobil Anda. Anda dapat menemukan beberapa "HUD smartphone" yang hanya memilikiudukan untuk smartphone dan penggabung (semi-cermin) untuk tampilan, yang dapat menjadi kaca depan jika diposisikan dengan benar.

- **Rambu Jalan**

Otomotif HUD juga akan digunakan di kamera menghadap ke depan di mobil dengan perangkat lunak pengolah gambar pintar untuk melihat dan kemudian menampilkan rambu

jalan raya seperti batas kecepatan, peringatan perlintasan kereta api, pintu keluar jalan raya, dan rambu jalan yang mungkin terlewatkan oleh pengemudi karena satu alasan atau yang lain.

Untuk memastikan mobil tidak memberikan informasi yang salah kepada pengemudi, sistem tersebut akan melakukan referensi silang informasi dari kamera dengan navigasi dan data kendaraan saat ini untuk mencegah peringatan palsu bahwa batasnya adalah 70 mph (113 km/jam) saat mengemudi di jalan. jalan pinggiran kota dua jalur.

## **6.6 Contoh Aplikasi Lain-Lain**

Navigasi di darat oleh pejalan kaki dan di dalam mobil menggunakan Augmented Reality menjadi layak secara komersial pada tahun 2010. Navigasi Augmented Reality konsumen diperkenalkan pada awal 2010-an. Navigasi Wikitude adalah proyek pembuktian konsep dengan sistem navigasi pejalan kaki dan mobil pertama yang mengintegrasikan tampilan Augmented Reality dan menghilangkan kebutuhan akan peta. Pertama kali dirilis pada tahun 2010, dan awalnya berjudul "Drive," itu memberi pengguna panduan berbasis GPS belokan demi belokan, dan kenyamanan dan keamanan karena tidak harus mengalihkan pandangan ke mana pun mereka pergi.

### **6.6.1 Aplikasi Terjemahan**

Pada tahun 2011, raksasa media sosial China Tencent memperkenalkan QQ Hui Yan, aplikasi terjemahan pengenalan karakter optik (OCR) augmented reality. Itu menggunakan kamera smartphone untuk membaca dan menerjemahkan kata-kata.

Sebelum diakuisisi pada musim semi 2014, salah satu program terjemahan bahasa terbaik yang tersedia adalah dari lensa Word, dikembangkan pada 2009 oleh Otavio Good, John DeWeese, Maia Good, Bryan Lin, dan Eric Park dan dirilis pada 2010. Dirancang untuk dijalankan secara lokal pada smartphone atau tablet, Google menginginkannya sebagai bagian dari proyek Glass yang diluncurkan pada tahun 2014 dan berakhir pada tahun 2015. Meskipun demikian, program terjemahan sekarang menjadi fitur standar di perangkat Augmented Reality konsumen dan digunakan setiap hari di seluruh dunia.

### **6.6.2 Aplikasi Terjemahan Teks Real-Time**

Google telah mempermudah perjalanan keliling dunia tanpa mengkhawatirkan bahasanya. Ini telah meningkatkan aplikasi Google Terjemahannya dengan fitur Augmented Reality di dalamnya dan menambahkan banyak bahasa (Gambar 6.64).

Perusahaan ini menyediakan terjemahan teks secara real time. Di sinilah Augmented Reality berperan. Lebih dari 100 bahasa telah ditambahkan ke aplikasi. Yang perlu Anda lakukan adalah membuka aplikasi Google Terjemahan dan menggunakan kamera perangkat seluler Anda, Anda harus menahannya di atas teks dan Anda akan melihat kata yang diterjemahkan dalam bahasa Inggris. Terjemahannya tidak satu arah. Anda dapat menerjemahkan ke dan dari bahasa Inggris dengan bahasa lain, kecuali bahasa Hindi dan Thailand.

### **6.6.3 Aplikasi Olahraga dan Pelatihan**

Salah satu contoh Augmented Reality yang paling terkenal dan paling awal adalah garis scrimmage kuning sintetis yang ditampilkan di sepak bola AS pada tahun 1998. Namun, gagasan untuk menghasilkan penanda di lapangan untuk membantu pemirsa TV mengidentifikasi jarak bawah pertama digagas dan dipatenkan oleh David W. Crain [30], pada

tahun 1978. Crain menunjukkannya kepada ABC Sports dan CBS, tetapi mereka tidak berpikir bahwa industri penyiaran dapat menangannya. Namun, Sportsvision menggunakannya dan industri lainnya serta dunia dengan cepat mengikutinya.

Sportsvision memperluas konsep Augmented Reality dalam penyiaran olahraga untuk memasukkan menampilkan kotak pemukul dalam bisbol, dan lintasan sepak bola AS yang dilempar.



Gambar 6.64 Tanda secara real-time menggunakan Google Translate (Sumber: Google)



Gambar 6.65 Ekor merah terlihat pada tembakan hoki (Courtesy FOX sports)

Fox Sports adalah inovator awal lain dalam Augmented Reality yang digunakan dalam olahraga. Penyiar memperkenalkan sistem pelacakan keping FoxTrax pada tahun 1996. Teknologi ini memungkinkan pemirsa TV untuk mengikuti keping dengan menghasilkan ekor merah (Gambar 6.65).

Tujuannya adalah untuk menempatkan cahaya biru di sekitar keping sehingga memudahkan orang untuk melihat dan mengikuti selama pertandingan. Selain itu, ketika keping ditembakkan dengan kecepatan lebih dari 70 mph, ekor merah akan muncul yang menunjukkan jalur keping.

Sebuah keping hoki standar dipotong menjadi dua dan sensor inframerah ditempatkan di dalamnya yang mengirim sinyal ke sensor yang ditempatkan di sekitar arena. Data ditransmisikan ke truk FoxTrax di luar dengan komputer di dalamnya untuk menghasilkan gambar, dan menempatkan dan menyinkronkannya dengan sinyal siaran dari kamera di arena.

Namun, penggemar hoki sangat tidak menyukai keping bercahaya, akhirnya menyebabkan National Hockey League (NHL) meninggalkan teknologi setelah satu pertandingan Final Piala Stanley 1998. Fox Sports menghabiskan banyak waktu dan uang untuk mengembangkan sistem ini, namun karena reaksi keras dari penggemar serius hoki, inovasi ini harus ditinggalkan. Sistem pelacakan keping FoxTrax adalah contoh sempurna tentang bagaimana beberapa inovasi TIK, tidak peduli seberapa baik niat dan pemikirannya, bisa gagal.

Tapi Fox tidak tergoyahkan dan melanjutkan dengan teknik augmented reality, menerapkannya pada tenis, sepak bola, baseball dan golf (Gambar 6.66).



Gambar 6.66 Melihat ke mana bola akan pergi, atau seharusnya pergi, telah sangat meningkatkan tampilan acara olahraga (Courtesy of FOX Sports)

Pada tahun 2001, Paul Hawkins mengembangkan sistem Hawk-Eye di Inggris. Awalnya dirancang untuk kriket, itu menjadi populer di pertandingan tenis untuk menyelesaikan perselisihan, dan pada tahun 2014 hampir setiap negara telah mengadopsinya. Pada bulan Juni 2006, sekelompok investor yang dipimpin oleh Wisden Group membeli perusahaan tersebut, dan pada tahun 2011 Sony membeli perusahaan tersebut.

#### 6.6.4 Aplikasi Augmented Reality dalam Bentuk Kacamata cerdas (2010)

Kacamata Augmented Reality pertama untuk olahraga berasal dari Recon Instruments. Didirikan di Vancouver, BC pada tahun 2009, perusahaan ini memperkenalkan kacamata Augmented Reality Recon-Zeal Transcend mereka, yang ditargetkan untuk pemain ski dan snowboarder pada tahun 2010. Menggunakan layar LCD mikro, kacamata tersebut menampilkan kecepatan, garis lintang/bujur, ketinggian, jarak vertikal yang ditempuh, jarak total bepergian, mode krono/stopwatch, penghitung waktu, suhu, dan waktu.

Pada tahun 2015 perusahaan memperkenalkan kacamata olahraga Augmented Reality baru mereka yang lebih ringan dengan sistem tampilan head-up yang dipasang di samping yang termasuk kamera. Dirancang untuk berlari dan bersepeda dengan SDK, itu juga dapat digunakan untuk aplikasi lain. Beberapa generasi produk salju diluncurkan di antaranya (Gambar 6.67).



Gambar 6.67 Kacamata Augmented Reality Jet Recon untuk olahraga (Sumber: Recon-Intel)



Gambar 6.68 Senjata Augmented Reality (TrackingPoint)

Motorola berinvestasi di perusahaan ini pada 2013, dan pada 2016 Intel membeli perusahaan.

Headset Augmented Reality yang dirancang untuk olahraga dapat menggabungkan sensor biologis tambahan. Sebagai contoh, para peneliti di The University of Texas di Dallas telah mendemonstrasikan biosensor yang dapat dengan andal mendeteksi dan mengukur glukosa dalam keringat manusia [31].



### 6.6.5 Aplikasi Augmented Reality dalam Berburu

Kembali ke tahun 1901 ketika Howard Grubb mematenkan penglihatan senjata teleskop kolimasinya, orang ingin memiliki keterampilan menembak super. Dengan kemajuan pesat teknologi yang dikombinasikan dengan elektronik yang lebih kecil, lebih ringan, lebih hemat daya, dan dengan biaya rendah, sekarang dimungkinkan untuk memiliki kemampuan pelacakan dan pengendalian tembakan yang sama seperti yang ditemukan pada jet tempur canggih (Gambar 6.68).

Penembak dari tingkat keahlian apa pun sekarang dapat menembak lebih baik daripada penembak terbaik yang pernah hidup. TrackingPoint Precision-Guided Firearm memberikan presisi pada jarak ekstrem dan kecepatan target tinggi (Gambar 6.69).



Gambar 6.69 HUD senjata menampilkan target, dan data penting termasuk jangkauan ke target, kecepatan target, sudut tembakan, arah kompas, dan status baterai (TrackingPoint)

Tampilan digital lingkup Augmented Reality menunjukkan bidang pandang, jangkauan ke target, kecepatan target, sudut bidikan, arah kompas, status baterai, status Wi-Fi, kecepatan angin, dan arah, ukuran zona pembunuhan, jenis amunisi, suhu, tekanan barometrik, dan waktu. Jumlah aplikasi Augmented Reality hampir tidak ada habisnya dan ide-ide baru terus dikembangkan setiap tahun. Untuk setiap perusahaan yang disorot di bagian ini, lebih banyak lagi yang dapat dengan mudah disebutkan dan bahkan lebih banyak lagi yang sedang dikembangkan saat ini sedang ditulis. Sebagai teknologi lebih lanjut dikerahkan bahkan lebih banyak ide akan dihasilkan. Augmented Reality membawa kekayaan seperti itu ke dalam hidup kita, kita akan memintanya untuk melakukan lebih banyak lagi untuk kita untuk waktu yang sangat lama.

Google menyalakan imajinasi konsumen tentang Augmented Reality yang dapat dikenakan dengan Glass pada tahun 2012, Pokémon GO melibatkan mereka pada tahun 2016. Sekarang Augmented Reality diakui dan diantisipasi. Untuk waktu dekat, industri AR akan terus didukung dan dipromosikan oleh aplikasi industri, ilmiah, dan helm (penanggap pertama, inspektur, situasi perbaikan berbahaya, militer, dan lain-lain.). Ada dua kelas augmented reality: wearable dan non-wearable. Non-wearable akan mencakup tampilan head-up di mobil Anda, atau menonton Augmented Reality di TV (mis., garis scrimmage). Diskusi ini adalah tentang Augmented Reality yang dapat dikenakan.



Gambar 6.70 Agar konsumen mengadopsi augmented reality, kacamata harus menarik dan memikat (Art by Patrick Farley, dari novel David Brin, *Existence*)

Vuforia, salah satu platform Augmented Reality yang paling canggih dan diadopsi secara luas di industri ini telah digunakan oleh lebih dari 20.000 aplikasi yang telah diunduh lebih dari 200 juta kali di seluruh dunia. Namun untuk semua upaya itu, hanya ada sedikit contoh game atau iklan seluler yang menjadi sukses besar karena cara mereka menggunakan teknologi augmented reality.

Semua sistem dan aplikasi Augmented Reality non-konsumen yang dapat dikenakan bersifat spesifik, dan memiliki ROI spesifik yang terkait dengannya. Kacamata atau helm dibuat khusus, bukan untuk tujuan umum, dan setiap supplier perangkat keras (pada tahun 2016 saya mengidentifikasi 75 di antaranya) mencoba memenuhi satu atau dua ceruk tertentu (atau tiga jika mereka benar-benar tidak fokus atau terlalu ambisius).

Percaya atau tidak (dan selain penyakit) virtual reality sebenarnya jauh lebih mudah dilakukan daripada augmented reality. Dalam Virtual Reality, pengguna melihat layar di lingkungan yang tertutup dan dapat dikontrol, dan semua layar sedang digunakan. Dalam augmented reality, hanya sebagian dari pengguna FoV yang digunakan untuk konten yang dihasilkan komputer, dan membuat area itu berukuran tepat, dengan jumlah transparansi yang tepat, dalam fokus di bawah berbagai kondisi glasir, kehadiran, dan konsistensi konten sangat menantang. , dan sejauh ini, memiliki banyak masalah yang belum terpecahkan. Pengguna non-konsumen dapat mentolerir banyak kegagalan dalam sistem secara keseluruhan selama satu fitur utama yang mereka butuhkan dilakukan dengan benar. Namun, bagi konsumen, mesin dari pengalaman Augmented Reality seharusnya tidak terlihat jelas bagi pengguna (Gambar 6.70).

Salah satu perusahaan yang paling ambisius adalah Optical yang berbasis di LA, yang memperkenalkan kacamata Augmented Reality resep Shima. Laforge Optical menjanjikan kacamata Augmented Reality gaya konsumen yang menarik, menggambarkan dirinya sebagai mimpi California, dibuat di Italia. Ironisnya, perusahaan tersebut tidak dinamai menurut karakter Geordi La Forge dari Star Trek yang buta dan menggunakan kelas tambahan untuk melihat (Gambar 6.71).



Gambar 6.71 Kacamata Augmented Reality Laforge dengan tampilan normal (Laforge)

Salah satu perusahaan lain yang mengusulkan untuk menawarkan kacamata Augmented Reality gaya konsumen adalah Meta, dengan Meta Pro tetapi kemudian menjatuhkannya. Beberapa perusahaan lain seperti Ricon (Intel), dan Sony telah menawarkan kacamata dengan proyektor sespan seperti Google Glass. Ini mungkin dapat diterima untuk aplikasi khusus seperti ski, bersepeda, dan lari.

Dari 80 perusahaan, pada saat penulisan buku ini, Laforge adalah satu-satunya kacamata Augmented Reality gaya konsumen yang benar-benar menjanjikan. Apakah Laforge benar-benar dapat memberikan kacamata seperti itu benar-benar tidak penting; intinya adalah tidak ada satu pun dari 80 supplier lainnya yang menerima tantangan tersebut.

Setelah mengatakan bahwa saya kemudian dapat mengelompokkan supplier perangkat keras menjadi konsumen dan komersial. BMW telah menawarkan helm Augmented Reality untuk pengendara sepeda motor. Perusahaan helm sepeda motor lain yang mengumumkan, tetapi ditutup, adalah Skully. Dan, seperti Recon, BMW menangani pasar khusus.

Sebuah perusahaan survei nasional, Colloquy menjalankan survei yang menemukan konsumen Amerika menganggap perangkat yang dapat dikenakan terlalu mahal (ingat, itu termasuk jam tangan dan sistem monitor kesehatan juga, bukan hanya augmented reality) [32]. Lebih dari setengah dari mereka yang disurvei mengatakan mereka tidak cukup tahu tentang perangkat yang dapat dikenakan dan tidak memahaminya. Di sisi lain, 35% konsumen mengatakan teknologi yang dapat dikenakan adalah kutu buku, tetapi “kutu buku keren”.

Ada celah di mana media umum mendorong (mempercayai) bagaimana perangkat yang dapat dikenakan akan memasuki kehidupan kita. Namun, mereka tidak akan memulai dengan

konsumen, meskipun banyak perusahaan (atau media) menginginkan hal ini terjadi. Semua perangkat ini perlu menemukan aplikasi dan penggunaan praktis, yang akan dimulai di industri, perusahaan, militer, pendidikan, medis, dan hiburan. Gagasan memakai perangkat yang dapat dikenakan di luar kebutuhan atau fungsi mendesak tidak nyata sekarang. Beberapa orang berpikir bahwa dibutuhkan 10 atau 15 tahun untuk memiliki fungsionalitas yang cukup untuk membuatnya lebih umum, dan menyarankan orang-orang untuk menggunakannya (atau mengenakannya) sesuai kebutuhan, dan tidak memakainya sepanjang waktu.

Saya tidak berbagi pandangan itu, dan saya pikir segera setelah kami mendapatkan kacamata berbiaya rendah, terlihat bagus, dengan aplikasi yang berguna, perangkat Augmented Reality yang dapat dikenakan akan memungkinkan pengguna untuk memasukkan ponsel cerdas mereka ke dalam saku mereka dan melupakannya. Ponsel akan menjadi server, dan pusat komunikasi untuk kacamata kita. Hukum Moore dan imajinatif, kreativitas pengembang dan supplier akan selalu mengejutkan kita. Kami bukan hanya masyarakat yang didorong oleh informasi, kami adalah masyarakat yang didorong oleh ide, dan hampir tidak mungkin untuk memprediksi ide-ide baru apa yang akan muncul. Orang-orang yang melakukannya memang menulis fiksi ilmiah.

## 6.7 Referensi

1. Feiner, S.K., Webster, A.C., Krueger III, T.E., MacIntyre, B., & Keller, E.J. (1995, Summer). Architectural anatomy, Department of Computer Science, School of Architecture. New York: Columbia University, 10027. Journal presence: Teleoperators and virtual environments archive, 4(3), 318–325, MIT Press, Cambridge, MA.
2. Willers, D. (2006). Augmented Reality at Airbus, International Symposium on Mixed & Augmented Reality, <http://ismar06.tinmith.net/data/3a-Airbus.pdf>.
3. Groundbreaking augmented reality-based reading curriculum launches, “PRweb”, 23 October 2011
4. Keerthi, K., Using virtual reality and Augmented Reality to teach human anatomy, The University of Toledo Digital Repository, May 2011, <http://utdr.utoledo.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1625&context=theses-dissertations>
5. Hoffelder, N.. Augmented Reality shows up in a Japanese textbook (video), April, 2012, <http://the-digital-reader.com/2012/04/08/augmented-reality-shows-up-in-a-japanese-textbook-video/>
6. Bajura, F., Ohbuchi Bajura, M., Fuchs, H., & Ohbuchi, R. (1992). Merging virtual objects with the real world: seeing ultrasound imagery within the patient. ACM, 26(2), 203–210. doi:10.1145/142920.134061.
7. Zhu, E., Hadadgar, A., Masiello, I., & Zary N.. Augmented Reality in healthcare education: An integrative review, <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4103088/>
8. Boud, A. C., Haniff, D. J., Baber C., & Steiner S. J.. Virtual reality and Augmented Reality as a training tool for Assembly Tasks, Proceedings of the IEEE International Conference on Information Visualization, 1999, pp. 32–36. Grubb, Howard, A new collimating-telescope gun sight for large and small ordnance, The Scientific Transactions of the Royal Dublin Society March 20 1901.
9. Lee, K. (2012, March). Augmented Reality in Education and Training, (PDF). Techrends: Linking Research & Practice To Improve Learning 56(2). Retrieved 2014-05-15.

10. Davies, P. How to measure enterprise AR impact, <https://www.youtube.com/watch?v=P-gJ6U-ixX0&feature=youtu.be&list=PLV7deeu6k7SjpDldZJT91sKQg2qyEBYzV>
11. Babb, G. Augmented Reality can increase productivity, AREA blog » Analysis, <http://thearea.org/augmented-reality-can-increase-productivity/>
12. Papagiannis, H. Augmented Reality applications: Helping the blind to see, Tech Innovation, Intel, February 10, 2015. <https://iq.intel.com/augmented-reality-applications-helping-the-blind-to-see/>
13. Ortiz-Catalan, M., Guðmundsdóttir, R.A., Kristoffersen, M.B., et al. Phantom motor execution facilitated by machine learning and Augmented Reality as treatment for phantom limb pain: a single group, clinical trial in patients with chronic intractable phantom limb pain, published online in the medical journal The Lancet on December 2016, [http://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-6736\(16\)31598-7/fulltext](http://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-6736(16)31598-7/fulltext)
14. <http://www.loyalreview.com/www-hallmark-comextra-watch-hallmark-webcam-greetings/>
15. Retail Data: 100 Stats About Retail, eCommerce & Digital Marketing, <https://www.nchannel.com/blog/retail-data-ecommerce-statistics/>
16. Peddie, J. (2013) The history of visual magic in computers. London: Springer. ISBN 978-1-4471-4931-6.
17. Augmented Reality Tennis. [https://www.researchgate.net/publication/29488914\\_AR\\_tennis.December\\_2005](https://www.researchgate.net/publication/29488914_AR_tennis.December_2005).
18. The Invisible Train. <https://www.youtube.com/watch?v=CmZhCUhDtRE>
19. First Augmented Reality game for a console. <http://www.guinnessworldrecords.com/world-records/first-augmented-reality-game-for-a-console> [Edition 2010]
20. How Pokémon, G. O. (2016, July 21) Took Augmented Reality Mainstream. <http://knowledge.wharton.upenn.edu/article/how-Pokémon-go-took-augmented-reality-mainstream/>
21. Brian D. Wassom, Augmented Reality eyewear & the problem of Porn, <http://www.wassom.com/augmented-reality-eyewear-the-problem-of-porn-from-the-archives>.
22. Hartley, A. (2010, January 10) Pink technology develops Augmented Reality porn. <http://www.techradar.com/news/world-of-tech/future-tech/pink-technology-develops-augmented-reality-porn-662635?src=rss&attr=all>
23. Rampolla, J. (2015, March 12). Virtual/Augmented Reality adult porn bridges gap to augmented child porn .... Not if, but when. <http://www.ardirt.com/general-news/virtual-augmented-reality-adult-porn-bridges-gap-to-augmented-child-porn-not-if-but-when.html>
24. Wassom, B. (2014, December 10). Augmented Reality law, privacy, and ethics. Elsevier. ISBN- 13: 978–0128002087
25. <http://augmentedtomorrow.com/augmented-reality-glasses-helping-students/>
26. Jarrett, D. N. (2005). Cockpit engineering (p. 189). Ashgate Pub. ISBN 0-7546-1751-3. ISBN 9780754617518. Retrieved 2012-07-14.
27. Falcon 2000 Becomes First Business Jet Certified Category III A by JAA and FAA; Aviation Weeks Show News Online September 7, 1998.
28. Head-up guidance system technology—A clear path to increasing flight safety, <http://www.mygoflight.com/content/Flight%20Safety%20HGS%20HUD%20Study%20Nov%202009.pdf>

29. NASA develops Augmented Reality headset for commercial pilots.  
<http://phys.org/news/2012-03-nasa-ar-headset-commercial.html>
30. Crain, D.W. TV Object locator and image identifier. US Patent 4,084,184.
31. Bioengineers Create Sensor That Measures Perspiration to Monitor Glucose Levels.  
[http://www.utdallas.edu/news/2016/10/13-32235\\_Bioengineers-Create-Sensor-That-MeasuresPerspirat\\_story-sidebar.html?WT.mc\\_id=NewsHomePage](http://www.utdallas.edu/news/2016/10/13-32235_Bioengineers-Create-Sensor-That-MeasuresPerspirat_story-sidebar.html?WT.mc_id=NewsHomePage)
32. <https://www.colloquy.com/latest-news/passing-fad-or-cool-nerdy-colloquy-research-shows-63-of-u-s-consumers-wary-of-wearable-prices/>

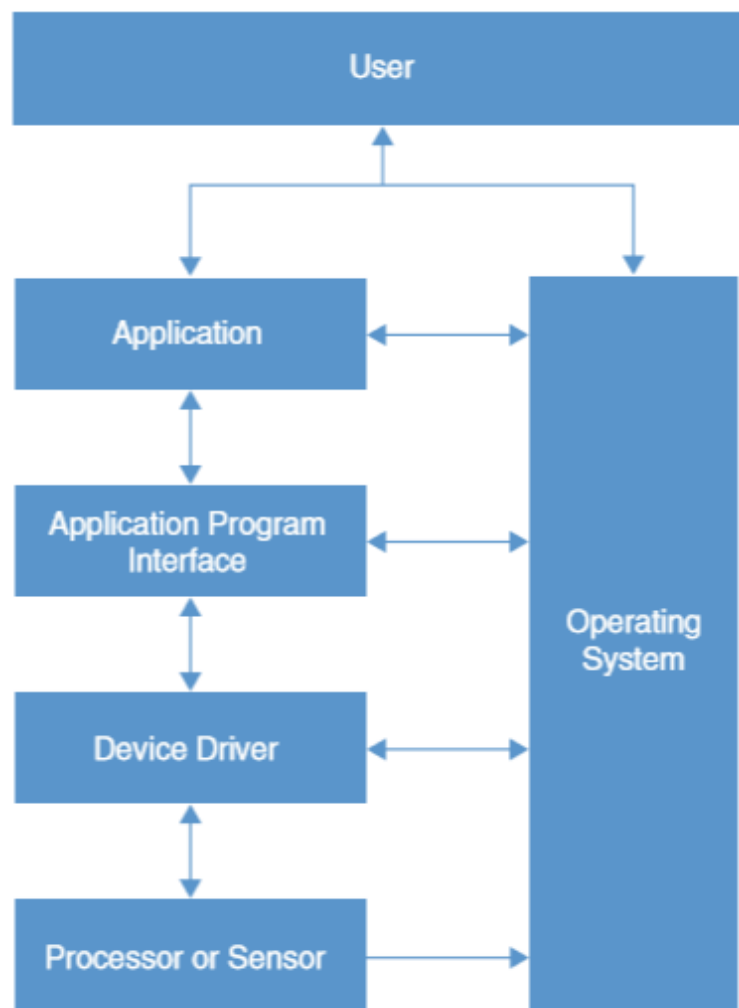
## BAB 7 TOOL SOFTWARE DAN TEKNOLOGI

### 7.1 Pendahuluan

Beberapa perusahaan menawarkan kit alat untuk membantu pengembang dalam menciptakan aplikasi yang bekerja dengan baik di lingkungan augmented reality. Beberapa alat dan API paling populer dibahas dalam bab ini.

Perusahaan besar biasanya akan mendapatkan keuntungan dengan menawarkan perangkat keras canggih dan perangkat lunak yang menyertainya kepada mitra. Meskipun demikian, teknologi telah menunjukkan bahwa ia tidak menyukai taman tertutup terutama pada saat inovasi diperlukan untuk membantu industri yang baru lahir menemukan potensinya. Standar terbuka pada akhirnya akan menang untuk memberi ruang bagi ide dan pendekatan baru.

Beberapa perusahaan menawarkan kit alat untuk membantu pengembang dalam menciptakan aplikasi yang bekerja dengan baik di lingkungan augmented reality. Saya telah membuat daftar beberapa di sini untuk memberi pembaca gambaran tentang apa yang terlibat dalam alat tersebut, yang bisa sangat esoteris dan teknis—saya telah mencoba menghindarinya, tetapi kita harus mendapatkan sedikit teknis di bagian ini.



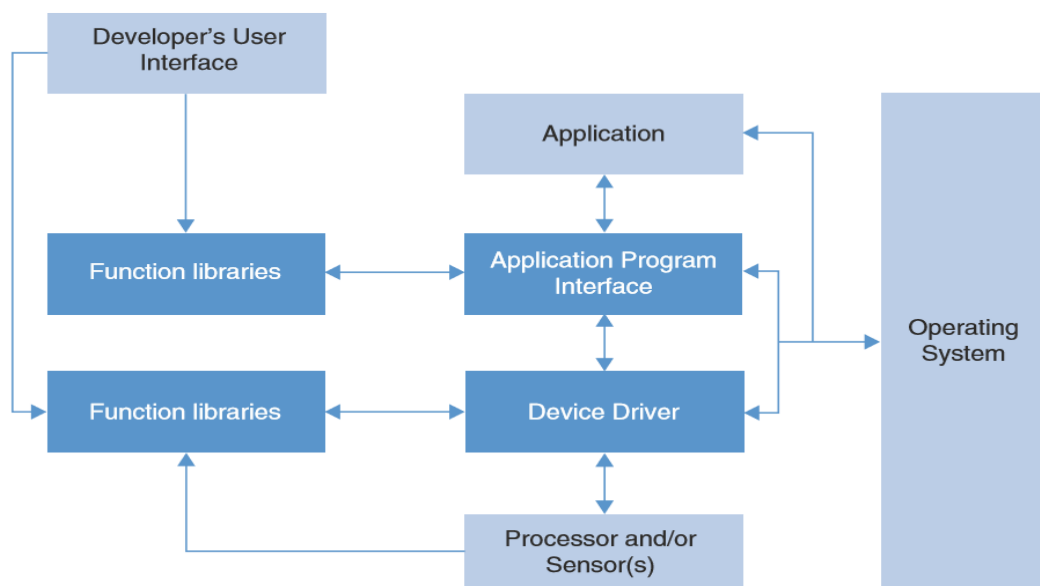
Gambar 7.1 Kumpulan perangkat lunak dari Prosesor ke pengguna sistem augmented reality

Perusahaan yang terdaftar di bagian berikut tidak mewakili semua supplier perangkat dan program pengembangan, dan tidak selalu mewakili yang terbaik atau paling populer, hanya perusahaan yang saya pilih secara acak atau sudah familiar. Jadi, maaf untuk semua yang saya lewatkan, tetapi sekali lagi, ini tidak dimaksudkan untuk menjadi panduan pembeli.

Sistem Augmented Reality pada dasarnya adalah komputer dengan input sensor (kamera, mikrofon, dan lain-lain), prosesor, dan output (display, earphone, dan lain-lain). Untuk menghidupkan semua komponen itu dan membuatnya berguna, harus ada aplikasi. Aplikasi berkomunikasi dengan prosesor dan sensor melalui sistem operasi (OS) (misalnya, Android) dan lapisan perangkat lunak khusus yang dikenal sebagai antarmuka program aplikasi (API) yang pada gilirannya mengharuskan supplier prosesor untuk membuat perangkat lunak khusus untuk prosesor yang dikenal sebagai driver (device-driver) untuk berkomunikasi dengan API. Hubungan umum antara elemen-elemen ini ditunjukkan dalam diagram berikut (Gambar 7.1).

Toolkit perangkat lunak dalam augmented reality, atau sistem berbasis komputer apa pun memiliki, seperti yang Anda bayangkan, segmentasi yang lebih dalam, yang terdiri dari API, perpustakaan fungsi khusus, dan dalam kasus sistem pengembangan, antarmuka pengguna pengembang, seperti diilustrasikan dalam diagram berikut (Gambar 7.2). Software toolkit adalah satu set program utilitas, satu set rutinitas perangkat lunak atau satu set terintegrasi lengkap dari utilitas perangkat lunak yang digunakan untuk mengembangkan dan memelihara aplikasi dan database.

Kit pengembangan perangkat lunak (SDK atau "devkit") biasanya adalah seperangkat alat pengembangan perangkat lunak yang memungkinkan pembuatan aplikasi untuk perangkat tertentu. SDK digunakan untuk memperkaya aplikasi dengan fungsionalitas lanjutan, iklan, pemberitahuan push, dan banyak lagi. Sebagian besar pengembang aplikasi menerapkan kit pengembangan perangkat lunak khusus untuk jenis aplikasi (misalnya, augmented reality) atau perangkat. Beberapa SDK sangat penting jika pengembang ingin membuat aplikasi untuk sistem operasi tertentu (mis., iOS, Android, Windows, dan lain-lain.) dan/atau aplikasi unik untuk sistem operasi tersebut. Misalnya, pengembangan aplikasi Android memerlukan SDK dengan Java, untuk aplikasi iOS SDK iOS dengan Swift Apple, dan untuk MS Windows .NET Framework SDK dengan .NET.



Gambar 7.2 Toolkit perangkat lunak terdiri dari perpustakaan dan driver perangkat

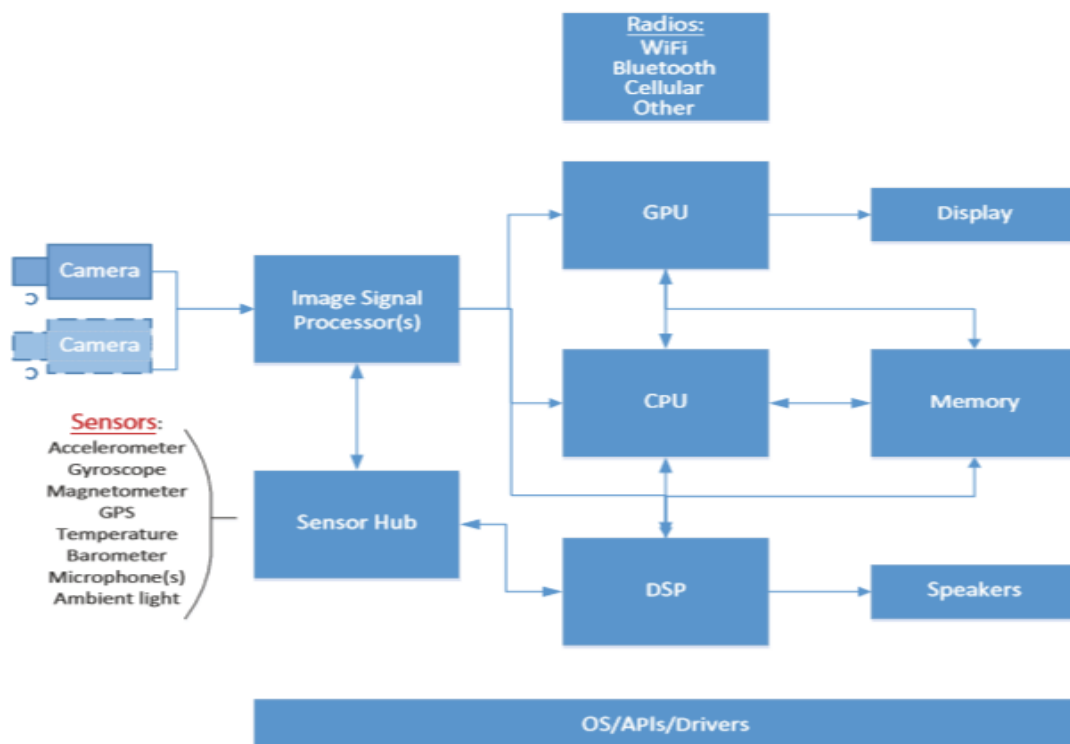


Diagram blok dari sistem Augmented Reality akan terlihat seperti ilustrasi pada (Gambar 7.3). Blok fungsi spesifik, sensor, radio, dan perangkat output akan bervariasi menurut pabrikan dan aplikasi. Namun, konfigurasi dasar akan mencakup kamera, sensor lokasi (GPS, Magnetometer), komunikasi (setidaknya Wi-Fi), dan layar. Harus diakui bahwa sistem Augmented Reality yang sepenuhnya mirip kekuatan superkomputer di kepala Anda.

Ada sangat sedikit standar dalam Augmented Reality sehingga memiliki kemampuan untuk memprogram ulang sistem Augmented Reality di lapangan sangat penting untuk memperpanjang masa manfaat sistem, serta untuk membuat prototipe dan mengembangkan, dan menguji produk baru.

Salah satu elemen terpenting dalam sistem Augmented Reality adalah hub sensor. Hub sensor mengakomodasi semua jenis sensor dan dengan cara yang digerakkan oleh perangkat lunak yang kompleks mengalokasikan data sensor ke prosesor (yaitu, DSP, GPU, dan CPU). Beberapa sensor memerlukan akses real-time ke prosesor (misalnya, sensor kamera), sementara yang lain dapat diambil sampelnya lebih jarang (misalnya, kompas). Karena ada beberapa sensor, radio, dan perangkat output dalam sistem augmented reality, beberapa driver perangkat diperlukan, serta driver proses atau aliran dan API.

Beberapa pembuat perangkat Augmented Reality telah mengembangkan API dan driver perangkat mereka sendiri, serta perangkat keras khusus mereka sendiri untuk fungsi tertentu dalam perangkat Augmented Reality mereka. Namun, untuk sebagian besar supplier perangkat Augmented Reality menggunakan prosesor heterogen komersial off-the-shelf (COTS) seperti jenis yang ditemukan di smartphone, tablet, dan sistem tertanam. Namun, prosesor COTS tersebut juga bervariasi tergantung pada komponen apa yang dikandungnya. Misalnya, beberapa memiliki satu prosesor sinyal gambar (ISP), beberapa memiliki dua, dan beberapa tidak. Beberapa prosesor COTS memiliki hub sensor sementara yang lain tidak, dan beberapa memiliki DSP sementara yang lain tidak.

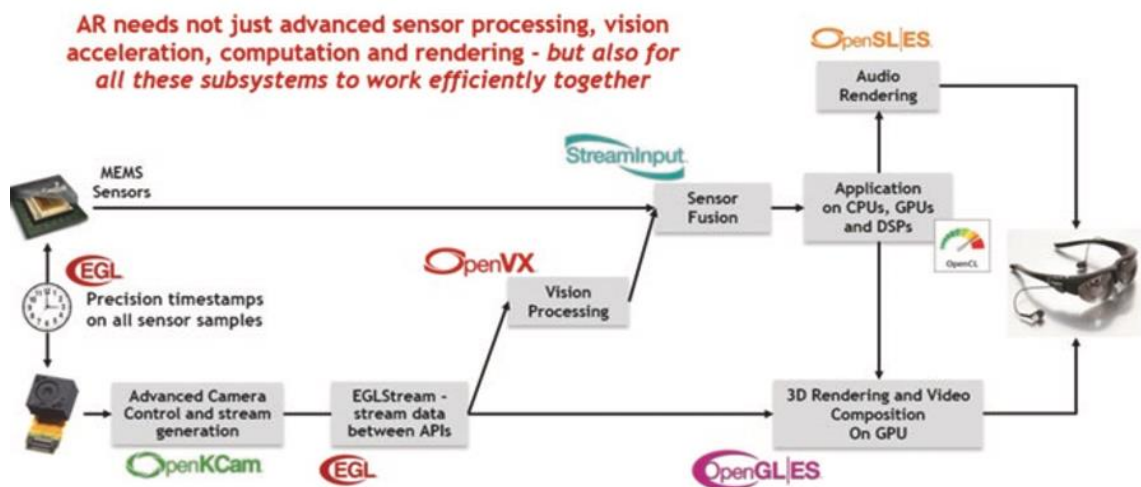


Gambar 7.3 Blok diagram perangkat Augmented Reality yang khas

Cara yang lebih mudah dan disukai untuk merancang dan mengembangkan sistem, hampir semua sistem, adalah dengan menggunakan standar terbuka. Standar terbuka menyebarkan biaya pengembangan di antara beberapa perusahaan dan individu (anggota badan standar), dan memastikan pertukaran data serta versi perangkat lunak yang paling mutakhir.

## 7.2 Group Khronos

Salah satu badan yang menciptakan standar terbuka bebas royalti adalah Khronos Group [1]. Didirikan pada tahun 2000 untuk menstabilkan dan menyelaraskan API untuk prosesor grafis (GPU), organisasi ini terus berkembang untuk mencakup bahasa program pemrosesan paralel (OpenCL), komunikasi antar prosesor (EGL), grafis 3D generasi baru (Vulkan) dan beberapa visi- memproses API. Organisasi ini telah berada di garis depan dalam mengembangkan API untuk Augmented Reality dan virtual reality.



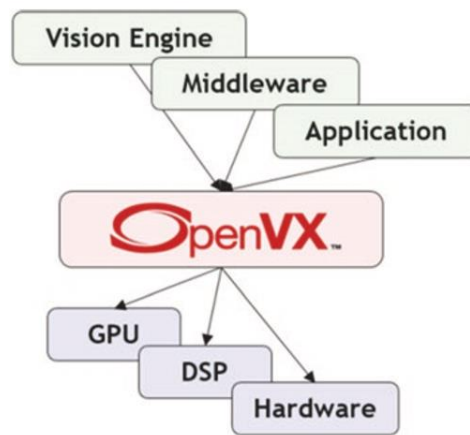
Gambar 7.4 Khronos API untuk Augmented Reality (Khronos)

Khronos memiliki rencana luas untuk standar terbuka untuk menangani semua bagian kamera, penglihatan, dan pipa fusi sensor. OpenVX adalah API utama untuk akselerasi pemrosesan penglihatan dan diluncurkan pada 2013. Pada saat penulisan, kebutuhan dan arahan OpenKCam untuk kontrol kamera tingkat lanjut, dan StreamInput untuk fusi sensor, masih dalam evaluasi.

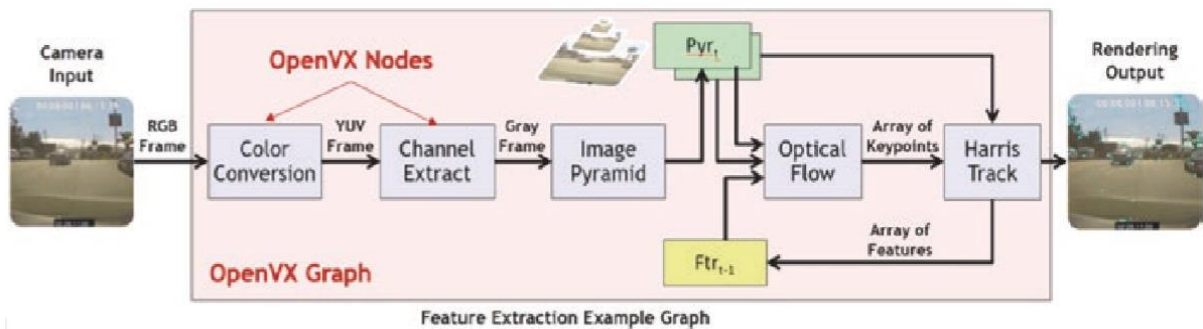
Gambar 7.4 menunjukkan API Khronos untuk Augmented Reality dan interkoneksi dari API tersebut.

Pemrosesan penglihatan yang cepat dan hemat daya adalah kunci untuk Augmented Reality yang menarik. Lanskap API pemrosesan visi cukup mencakup dan API yang berbeda digunakan untuk mengakses berbagai jenis prosesor untuk pemrosesan visi.

OpenCL menyediakan akselerasi komputasi tujuan umum sehingga dapat digunakan untuk pemrosesan penglihatan, termasuk akselerasi jaringan saraf. Namun, Khronos juga memiliki API pemrosesan visi khusus, yang disebut OpenVX yang ditargetkan pada akselerasi visi dalam platform real-time, seluler, dan tertanam. OpenVX memiliki tingkat abstraksi yang lebih tinggi daripada OpenCL untuk portabilitas kinerja di berbagai arsitektur prosesor seperti CPU multi-core, GPU, DSP dan array DSP, ISP dan perangkat keras khusus—penting untuk pemrosesan visi daya yang sangat rendah (Gambar 7.5).



Gambar 7.5 OpenVX adalah API untuk akselerasi penglihatan daya rendah (Khronos)



Gambar 7.6 Grafik OpenVX tentang pemrosesan sebelum eksekusi dimulai (Khronos)

Pemrogram OpenVX menghubungkan fungsi visi—‘simpul’ OpenVX—ke dalam grafik tanpa asumsi tentang perangkat keras akselerasi. Hal ini memungkinkan pelaksana silikon OpenVX untuk memetakan grafik ke prosesor mana pun—menyediakan portabilitas aplikasi ke berbagai macam arsitektur akselerasi—termasuk perangkat keras khusus untuk konsumsi daya yang sangat rendah dan yang tidak dapat dijangkau oleh API yang dapat diprogram (Gambar 7.6).

Pada prosesor yang dapat diprogram, OpenVX sering dipercepat oleh OpenCL jika tersedia.

Pemrosesan Jaringan Saraf menjadi penting untuk banyak tugas pemrosesan penglihatan, terutama termasuk pengenalan pola. OpenVX Neural Network Extension memungkinkan topologi Convolutional Neural Network direpresentasikan sebagai grafik OpenVX—yang dapat dicampur dengan node vision tradisional.

### 7.2.1 OpenCV

Selain API standar, ada berbagai perpustakaan terbuka industri seperti OpenCV. OpenCV (Open Source Computer Vision) adalah perpustakaan fungsi pemrograman untuk visi komputer real-time. Awalnya dikembangkan oleh pusat penelitian Intel di Nizhny Novgorod (Rusia) pada tahun 1999, kemudian didukung oleh Willow Garage dan sekarang dikelola oleh Itseez (<http://itseez.com/>). Pustaka ini bersifat lintas platform dan gratis untuk digunakan di bawah lisensi BSD sumber terbuka (Gambar 7.7).

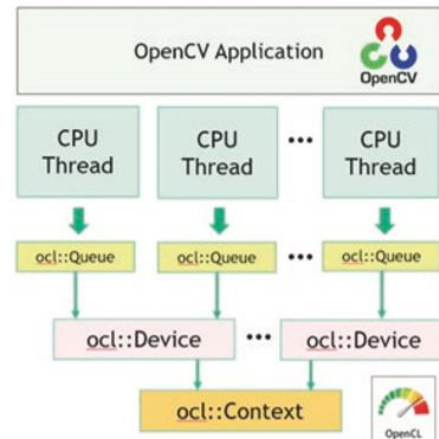
Setelah pengembang memutuskan API dan toolkit driver mana yang akan digunakan, langkah selanjutnya adalah memilih toolkit pengembangan aplikasi. Ada beberapa untuk dipilih, sistem terbuka, dan sistem industri atau kepemilikan. Beberapa yang lebih populer dibahas, serta beberapa contoh penggunaannya oleh pengembang.

## OpenCV

- Extensive and widely used open source vision library - written in optimized C/C++
  - Free-use BSD license
- C++, C, Python and Java interfaces
  - Windows, Linux, Mac OS, iOS and Android
- Increasingly taking advantage of heterogeneous processing using OpenCL
  - OpenCV 3.X Transparent API; single API entry for each function/algorithm
  - Dynamically loads OpenCL runtime if available; otherwise falls back to CPU code
  - Runtime Dispatching; no recompilation!

### OpenCV Transparent API for OpenCL Kernel Offload

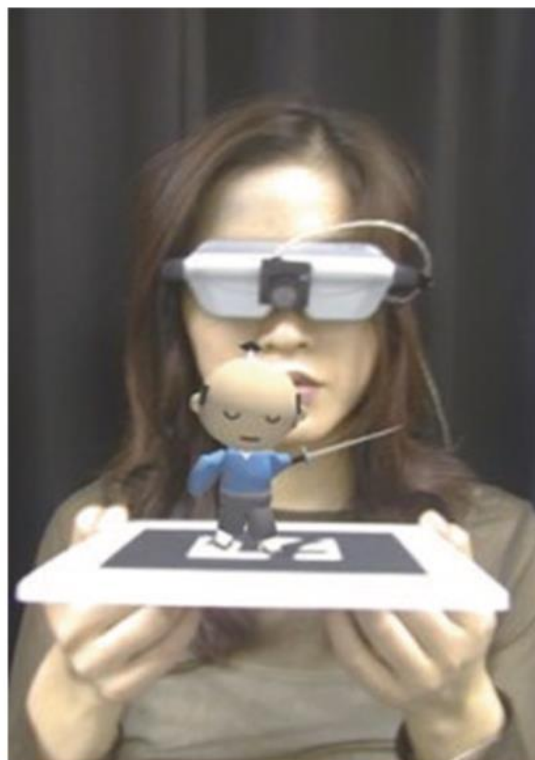
- One OpenCL queue per CPU thread
- CPU threads can share a device
- OpenCL kernels are executed asynchronously



Gambar 7.7 OpenCV 3.X akan transparan menggunakan OpenCL yang tersedia

### 7.2.2 ARToolkit

ARToolkit yang dikembangkan oleh Hirokazu Kato dari Nara Institute of Science and Technology adalah perpustakaan perangkat lunak untuk membangun aplikasi Augmented Reality dan pertama kali dirilis pada tahun 1999. Ini adalah aplikasi yang melibatkan overlay citra virtual di dunia nyata. Misalnya, pada gambar di sebelah kanan, karakter virtual tiga dimensi muncul berdiri di atas kartu asli. Hal itu terlihat dari tampilan head set yang dikenakan pengguna. Saat pengguna menggerakkan kartu, karakter virtual bergerak bersamanya dan tampak melekat pada objek nyata (Gambar 7.8).



Gambar 7.8 Melihat hal-hal yang sebenarnya tidak ada (Courtesy the HIT Lab, University of Washington)

Augmented Reality (AR), Dr. Joseph. T.S, M.Kom

Salah satu kesulitan utama dalam mengembangkan aplikasi Augmented Reality adalah masalah pelacakan sudut pandang pengguna. Untuk mengetahui dari sudut pandang apa untuk menggambar citra virtual, aplikasi perlu mengetahui di mana pengguna melihat di dunia nyata.

rld. ARToolKit menggunakan algoritma visi komputer untuk memecahkan masalah ini. Pustaka pelacakan video ARToolKit menghitung posisi dan orientasi kamera sebenarnya relatif terhadap penanda fisik secara real time. Hal ini memungkinkan pengembangan berbagai aplikasi Augmented Reality dengan mudah. Beberapa fitur ARToolKit antara lain:

- Pelacakan posisi/orientasi kamera tunggal.
- Kode pelacakan yang menggunakan kotak hitam sederhana.
- Kemampuan untuk menggunakan pola penanda persegi apa pun.
- Kode kalibrasi kamera yang mudah.
- Cukup cepat untuk aplikasi Augmented Reality real-time.
- Distribusi SGI IRIX, Linux, MacOS dan Windows OS.
- Didistribusikan dengan kode sumber lengkap, oleh Daqri

Pada musim semi 2015, startup Augmented Reality Daqri, yang sedang mengerjakan helm Augmented Reality bergaya HoloLens dan telah menawarkan sejumlah alat perangkat lunak augmented reality, mengakuisisi ARToolworks, perusahaan di balik perpustakaan ARToolKit open-source yang populer. Sebagai bagian dari akuisisi, Daqri akan membuat alat Pro komersial ARToolKit tersedia secara gratis di bawah lisensi sumber terbuka. Perusahaan mengatakan akan terus berinvestasi di ARToolKit juga.

### 7.2.3 Vuforia

Salah satu set alat Augmented Reality paling terkenal, dengan lebih dari 300.000 pengembang di seluruh dunia, dan seperti yang disebutkan sebelumnya, digunakan di lebih dari 35.000 aplikasi yang telah mendorong lebih dari 300 juta pemasangan aplikasi. Pada tahun 2016, perusahaan Teknologi Parametrik (PTC), pemilik Vuforia, mengumumkan kemitraan dengan Unity untuk mengintegrasikan platform Vuforia ke dalam mesin permainan dan platform pengembangan Unity yang populer. Unity adalah mesin game lintas platform yang berjalan di 21 platform dari PC hingga konsol game, TV dan Virtual Reality dan sistem augmented reality, dan memiliki 5,5 juta pengembang.

Vuforia memungkinkan konten 3D ditempatkan di lingkungan fisik. Inti dari penawaran ini adalah Vuforia Engine, yang menyediakan fungsionalitas visi komputer untuk mengenali objek dan merekonstruksi lingkungan. Salah satu fitur pengenalan Vuforia adalah VuMark, kode visual yang dapat disesuaikan yang dapat ditempelkan ke produk atau mesin apa pun — baik secara manual menggunakan stiker, atau dicetak secara otomatis selama proses pembuatan. Hal ini dimaksudkan untuk secara visual menunjukkan kepada pengguna bahwa pengalaman Augmented Reality tersedia, seperti petunjuk langkah demi langkah untuk perakitan, penggunaan, pembersihan, perbaikan, inspeksi, dan lain-lain.

Vuforia memungkinkan konten 3D ditempatkan di lingkungan fisik. Inti dari penawaran ini adalah Vuforia Engine, yang menyediakan fungsionalitas visi komputer untuk mengenali objek dan merekonstruksi lingkungan.

Target gambar Vuforia memungkinkan pengembang untuk mengenali dan melacak gambar yang dicetak pada permukaan planar. Vuforia dapat mengenali hingga seribu gambar yang

disimpan secara lokal di perangkat atau jutaan gambar berbeda yang disimpan di cloud. Target gambar biasanya digunakan untuk menempatkan konten pada produk seperti buku, majalah, dan kemasan produk.

Tumpukan rekonstruksi 3D Vuforia, Smart Terrain, memberi pengembang akses ke permukaan dan objek yang ditemukan di lingkungan. Dengan Smart Terrain, pengembang dapat membuat game AR yang dapat berinteraksi dengan objek fisik di dunia.

Salah satu fitur pengenalan Vuforia adalah VuMark, kode visual yang dapat disesuaikan yang dapat ditempelkan ke produk atau mesin apa saja — baik secara manual menggunakan stiker, atau dicetak secara otomatis selama proses pembuatan. Hal ini dimaksudkan untuk secara visual menunjukkan kepada pengguna bahwa pengalaman AR tersedia, seperti petunjuk langkah demi langkah untuk perakitan, penggunaan, pembersihan, perbaikan, inspeksi, dan lain-lain.

VuMark Designer memungkinkan pengguna Adobe Illustrator untuk membuat VuMarks dari grafik dan aset merek yang ada seperti logo. Hal ini memungkinkan mereka untuk membuat VuMarks yang menarik secara visual, sekaligus mampu mengkodekan semua jenis data, seperti nomor seri atau URL.

Pembuatan konten 3D baru tetap rumit, padat karya, dan biaya mahal untuk banyak penerapan Augmented Reality dalam skala besar. Namun ada repositori konten 3D yang dibuat dengan alat CAD, dan PTC sedang dalam proses membuka kuncinya.

Tujuannya adalah untuk membuat pengembangan lebih sederhana. Vuforia adalah alat yang bagus untuk orang yang menulis kode. Tetapi banyak orang seperti mereka yang membuat gambar teknis dan konten instruksional, tidak menulis kode. Mereka dapat membangun pengalaman Augmented Reality jika mereka memiliki alat yang tepat. ThingWorx Studio, dikembangkan dari platform Vuforia dan dari latar belakang 3D PTC.

ThingWorx Studio akan memungkinkan pembuat konten untuk membangun pengalaman Augmented Reality dari konten 3D yang ada—baik yang dibuat dengan alat PTC atau pihak ketiga. Dan hanya dengan beberapa klik, itu dapat dipublikasikan ke cloud. Setelah diterbitkan, aplikasi ThingWorx View dapat memindai "ThingMark" untuk memberi pengguna pengalaman yang relevan untuk diunduh dan diluncurkan.

Selain itu, ThingWorx Studio memungkinkan pembuat solusi IOT untuk membuat dasbor virtual untuk produk yang terhubung. Karena terintegrasi dengan platform IOT ThingWorx PTC, pengembang dapat membuat pengukur virtual dan melampirkannya ke sensor yang akan mengirimkan data real-time. Mereka dapat diterbitkan dan diluncurkan dari ThingWorx View.

Rilis Vuforia 6.1 mencakup dukungan penuh untuk Microsoft HoloLens. Beberapa hal yang dapat digunakan untuk tercantum di sini: <https://library.vuforia.com/>

Set alat lain (seperti Augment, ScopeAR, dan ViewAR) juga dibuat di Vuforia.

#### **7.2.4 Augment**

Didirikan pada Oktober 2011, dan berbasis di Paris Prancis, Augment telah menjadi salah satu pemimpin dalam visualisasi produk augmented reality. Perusahaan ini menawarkan kepada merek, retailer, dan produsen SDK eCommerce Augmented Reality untuk aplikasi seluler asli dan integrasi web (javascript).

Ide Augment datang dari pengalaman belanja online Co-founder & CEO Jean-Francois Chianetta. Dia sedang membaca ulasan yang menggambarkan produk sebagai yang terbesar dari jenisnya. “Dengan foto, Anda tidak bisa benar-benar melihatnya,” katanya. Insinyur mekanik kemudian menemukan solusi—aplikasi pertama yang dapat digunakan untuk memvisualisasikan model 3D di dunia nyata (Gambar 7.9).



Gambar 7.9 Augment menempatkan 3D teko kopi di konter dan memungkinkan pelanggan memilih warna tangki (Sumber: Augment)

SDK menawarkan kepada retailer kemampuan untuk mempersonalisasi pengalaman berbelanja pelanggan mereka dengan menyematkan visualisasi produk Augmented Reality ke dalam platform eCommerce dan perdagangan seluler yang ada. Mengetuk tombol visualisasi pada smartphone atau tablet meluncurkan penampil augmented reality, menampilkan rendering produk di lingkungan pelanggan secara real time, dalam skala besar.

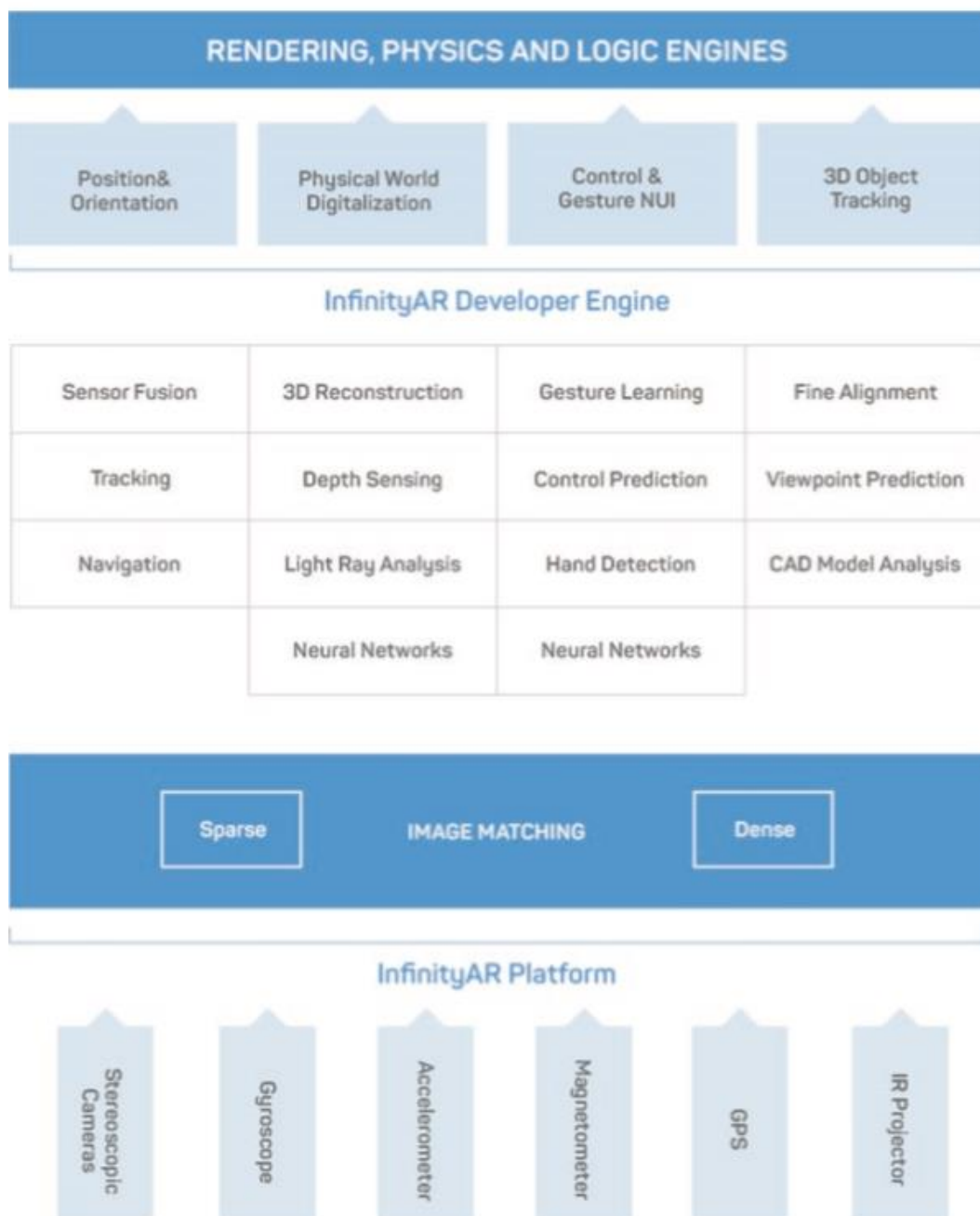
SDK mencakup database produk terpusat Augment, yang mencakup berbagai model produk 3D. Jika Augment memiliki produk yang tersedia di database mereka, tombol Augment muncul di halaman produk. Jika tidak, itu tidak ditampilkan. Ketika model 3D tersedia, tombol akan muncul.

Perusahaan mengklaim ratusan model produk ditambahkan setiap bulan. Namun, Jika pengguna membutuhkan model produk segera, Augment memiliki layanan desain 3D tambahan yang tersedia untuk membuat model.

### 7.2.5 Infinity AR

Didirikan pada tahun 2006, di Petach Tikva, Israel. Infinity AR menggunakan mesin perangkat keras dasar dan terjangkau: kamera stereoskopik 2D, dan unit pengukuran inersia (IMU), untuk memberikan representasi adegan 3D digital yang akurat dari lingkungan fisik seseorang saat ini: Hal itu pada gilirannya memungkinkan pemahaman yang cerdas tentang adegan 3D yang dipetakan dengan membuat peta kedalaman dan rekonstruksi 3D.

Informasi tentang serangkaian luas faktor penting yang mempengaruhi lingkungan dan sangat penting untuk membangun pengalaman Augmented Reality kehidupan nyata berkualitas tinggi seperti sumber cahaya, pantulan, transparansi, bayangan, dan lain-lain., dan pengenalan objek dunia nyata, karakteristik fisiknya dan bagaimana mereka mempengaruhi pemandangan (Gambar 7.10).



Gambar 7.10 Ikhtisar mesin Infinity AR (Infinity AR)



Mesin Augmented Reality perangkat lunak perusahaan melakukan enam fungsi:

- Pencocokan gambar
- Pemosisi dan orientasi
- Digitalisasi dunia fisik
- Kontrol dan isyarat NUI
- Pelacakan model 3D
- Interaksi tatap muka

Analisis berkelanjutan terhadap orientasi dan posisi pengguna dalam lingkungan penginderaan dan penyajian lingkungan dari sudut pandang pengguna akan sangat diperlukan karena terus bergerak. Algoritme visi komputer InfinityAR dioptimalkan untuk berjalan pada prosesor aplikasi kacamata augmented reality Fo pusat, menghasilkan konsumsi daya yang rendah.

### 7.2.6 Intel RealSense

Teknologi RealSense Intel menggabungkan perangkat keras dan perangkat lunak dan perusahaan telah mengakuisisi perusahaan untuk memperluas teknologinya dan menambah kemampuan untuk menarik pengembang. RealSense dasar mencakup kemampuan streaming kamera, antarmuka penting, dan alat. Komponen tambahan dapat ditambahkan sesuai dengan kebutuhan aplikasi yang sedang dikembangkan.

**Mode Cursor:** mengaktifkan UI yang bergantung pada akurasi dan stabilitas tangan. Intel menawarkan gerakan khusus untuk digunakan untuk berbagai tujuan AI.

**Pemindaian 3D:** Menangkap objek diam dari urutan gambar yang diambil dari berbagai sudut pandang. Objek kemudian dapat diubah menjadi mesh segitiga 3D dan digunakan untuk simulasi, pengeditan/pencetakan, atau analisis.

**Segmentasi Latar Belakang Pengguna:** RealSense memisahkan objek dan orang dari latar depan untuk memungkinkan penggunaan latar belakang yang berbeda.

**Pelacakan & Pengenalan Wajah:** Wajah diidentifikasi dan dilacak. Intel mengatakan mendukung 78 titik tengah untuk akurasi, deteksi wajah 3D, dan roll, pitch dan yaw.

**Pelacakan Tangan dan Pengenalan Gerakan:** Mendukung beberapa gerakan tangan seperti jempol ke atas, dan lain-lain., tetapi tidak ditujukan untuk aplikasi yang memerlukan pelacakan tangan yang akurat.

SDK RealSense dapat diunduh di <https://software.intel.com/en-us/intel-realsense-sdk/download>.

### 7.2.7 Kudan

Kudan didirikan oleh Tomo Ohno (CEO) di Bristol UK, pada tahun 2011, perusahaan mulai mengerjakan Augmented Reality pada tahun 2011 ketika kebanyakan orang tidak terlalu mengetahui, dan belum banyak teknologi yang tersedia. Perusahaan menghabiskan empat tahun mengembangkan alat Augmented Reality yang digunakan untuk berbagai merek dan agensi, sambil terus membangun dan meningkatkan mesinnya sendiri. Setelah akumulasi empat tahun kerja klien dan R&D, perusahaan memutuskan set alat dan mesinnya siap untuk waktu yang besar, dan mereka akan menawarkannya kepada dunia pada umumnya. Ini memiliki banyak fitur unik yang ditargetkan untuk perangkat seluler.

Seperti banyak perusahaan lain di pasar yang sedang berkembang (jika Augmented Reality telah dimulai pada tahun 1960-an dapat dianggap muncul) kurangnya teknologi dan kualitas dalam Augmented Reality pihak ketiga dan mesin visi komputer membuat perusahaan tersebut kewalahan sendiri. Pada saat mereka melakukan penilaian terhadap industri, alat yang ada memiliki kegunaan dan penerapan teknis yang terbatas di seluler, dan itu menjadi penghalang jalan dalam evolusi Augmented Reality dan kebutuhan visi komputer yang terkait.

Saat ini perusahaan menawarkan SDK Augmented Reality dengan mesin pengenalan 2D/3D yang diaktifkan oleh teknologi CV pelacakan berpemilik (mis., SLAM) dan dapat mendukung pengenalan penanda dan operasi tanpa penanda. Kudan mengatakan mesin SLAM mereka memungkinkan pelacakan posisi dan 3D real-time dari gambar 2D tanpa sensor kedalaman atau kamera stereo, dengan menangkap titik fitur dan menghitung lintasan titik pandang real-time dengan pelacakan kebebasan enam derajat (6DOF).

### 7.2.8 GoogleTango

Teknologi Tango Google mampu memetakan sekelilingnya dan memungkinkan pembuatan peta 3D untuk navigasi. Teknologi ini memungkinkan objek ditempatkan dengan benar di dalam ruang dan dapat digunakan untuk permainan dan tugas seperti desain interior dan real estat. Melalui hubungan kerjanya dengan Qualcomm dan dukungan untuk Tango dalam chip snapdragon Qualcomm, ponsel AR pertama di pasar, Lenovo Phablet 2 Pro dan Asus ZenFone AR sudah mendukung adanya Tango. Ini baru yang pertama, lebih banyak lagi yang sedang dalam proses. Perusahaan mengamati keberhasilan perangkat ini tetapi ketersediaannya di pasar akan memacu pengembangan.

### 7.2.9 Hololens

Hololens Microsoft memiliki potensi untuk menentukan pasar setelah fakta. Perusahaan telah bersantai dan mengamati apa yang telah muncul, dan, dengan Hololens telah memperkenalkan apa yang diyakini sebagai headset terbaik mengingat potensi dan keterbatasan teknologi. Sebagai salah satu platform utama dalam komputasi pribadi, Windows yakin akan posisi terdepan dalam aplikasi bisnis dan industri. Microsoft tidak menawarkan Hololens SDK tertentu melainkan memasukkannya sebagai bagian dari portofolio pengembangannya di Visual Studio. Ini adalah bagian dari rangkaian kemampuan untuk ekosistem Windows. Microsoft mengumpulkan mitra dari industri, game, dan aplikasi konsumen untuk menciptakan lingkungan Windows untuk AR.



Gambar 7.11 Menggunakan Augmented Reality pada tablet sebagai perangkat pelatihan (AR)

### 7.3 Scope AR

Didirikan pada tahun 2011 di Edmonton, Alberta Kanada, Scope AR adalah pengembang yang membangun produk Augmented Reality yang mendukung pelanggan industri, dengan menerapkan organisasi dengan keahlian kapan dan di mana diperlukan. Perusahaan mengklaim sebagai pencipta instruksi cerdas Augmented Reality pertama yang benar dan solusi panggilan video dukungan langsung—WorkLink dan Remote AR. Melalui WorkLink, perusahaan menyediakan seperangkat alat untuk memungkinkan pakar materi pelajaran (UKM) membuat animasi yang kaya, instruksi Augmented Reality langkah demi langkah. Pengguna menjadi ahlinya sendiri, belajar merakit, memperbaiki, atau memecahkan masalah di mana pun mereka berada.

Dengan menggunakan informasi yang terkandung dalam file CAD yang ada, SME (bukan pengembang atau pemrogram) akan dapat membuat gerakan kompleks dan kejelasan yang tidak mungkin dilakukan sebelumnya. Dengan menambahkan lapisan deskripsi teks, gambar referensi fotografi atau video, dan efek intuitif sederhana, hampir semua orang dapat menciptakan kualitas pengajaran yang belum pernah ada sebelumnya tanpa pelatihan ekstensif atau pengalaman sebelumnya.

Modul yang telah selesai dapat dipublikasikan secara real-time, memberikan karyawan akses ke instruksi kerja penting terkini, sekaligus memastikan kontrol versi dikelola setiap saat (Gambar 7.11).

Scope AR juga menyediakan aplikasi bantuan jarak jauh berbasis augmented reality, Remote AR, yang digunakan oleh perusahaan seperti Caterpillar, Assa Abloy dan Sealed Air. Remote AR seperti Facetime plus Augmented Reality yang memungkinkan seorang ahli untuk mendukung teknisi dengan anotasi dan model 3D yang dihamparkan pada video dari teknisi, dari mana saja di dunia. Versi terbaru dari Remote AR sekarang memiliki fitur:

- Dukungan kamera kedalaman untuk menghilangkan kebutuhan penanda
- Audio dalam aplikasi untuk panggilan dukungan, yang menghilangkan kebutuhan untuk memiliki koneksi telepon terpisah agar teknisi dan ahli memiliki kontak suara
- Mode bandwidth rendah sehingga pekerja dapat berfungsi dan menerima dukungan bahkan dalam kondisi jaringan yang paling menantang
- Ahli Desktop Windows untuk memungkinkan pengguna Windows memberikan dukungan kepada pengguna seluler

Lingkup AR percaya Augmented Reality akan memungkinkan semua orang dalam suatu organisasi untuk langsung mengakses panduan ahli yang diperlukan untuk melakukan tugas yang paling kompleks sekalipun dengan mudah untuk perangkat apa pun, dan dengan mudah diperbarui. Selain itu, mereka menawarkan pengukuran kinerja individu, dan pelatihan — Augmented Reality membuat semua ini menjadi kenyataan — hari ini, kata perusahaan.

### 7.4 ViewAR

Didirikan pada 2010, di Wina, Austria, ViewAR menggambarkan dirinya sebagai penyedia aplikasi visualisasi 3D untuk digunakan dalam solusi bisnis seluler. Saat itu pendiri perusahaan, Markus Meixner, sedang mengerjakan proyek game yang memanfaatkan Augmented Reality dan menjadi yakin bahwa kemampuan Augmented Reality dapat dan harus diperluas dari aplikasi game menjadi penggunaan bisnis yang lebih praktis. Pada saat itu, perangkat Augmented Reality untuk bisnis masih belum sempurna sehingga Meixner memulai ViewAR

sebagai proyek untuk menggabungkan front-end yang menampilkan desain 3D dan memberi pengalaman augmented reality, dengan back-end yang memanfaatkan infrastruktur database dan server. Industri furnitur Eropa menanggapi keuntungan yang dapat ditawarkan oleh solusi visualisasi augmented reality, dan dari sana perusahaan tumbuh untuk membuat aplikasi khusus untuk arsitek, perusahaan konstruksi, desainer interior, dan banyak lagi.

ViewAR SDK hadir dengan antarmuka HTML, Javascript, dan CSS yang dapat disesuaikan yang menyediakan opsi material untuk model dan bagiannya masing-masing. Bilah objek tersedia untuk manipulasi dan penyesuaian model, dan SDK mendukung sistem pelacakan seperti Vuforia, Metaio, Pointcloud, RealityCap, dan indoo.rs. Kamera kedalaman, gamepad Bluetooth, pengukur jarak laser, HMD umum, dan periferal lainnya didukung, SDK berjalan di iOS, Android, Windows, dan WebGL (Browser).

### 7.5 Sebuah Sistem Operasi Augmented Reality

Pada tahun 2013, di Osaka, Brilliant Service yang berbasis di Jepang memperkenalkan sistem operasi (OS) baru bernama Viking, yang dirancang untuk digunakan dalam kacamata augmented reality. Tujuan perusahaan adalah untuk sepenuhnya mengganti ponsel. Pada tahun 2016 perusahaan mengubah nama OS dari Viking menjadi Mirama.

Dibangun menggunakan bahasa pemrograman Objective-C, OS awalnya hanya menawarkan fungsi dasar (telepon, navigasi), tetapi telah diperluas untuk mencakup sebagian besar fitur yang ditemukan pada smartphone saat ini, dan banyak lagi. Perusahaan juga berencana untuk membuka Viking untuk pengembang, sehingga mereka dapat menulis aplikasi untuk OS.

Selain itu, perusahaan mengembangkan headset augmented reality, yang disebut Glass. Headset ini dibuat menggunakan suku cadang yang tersedia hanya untuk tujuan pengujian. Perusahaan menggunakan kacamata Vuzix STAR 1200XL, kamera RGB generik, dan kamera kedalaman nano PMD CamBoard untuk membuat headset demo (Gambar 7.12).



Gambar 7.12 Brilliant Service mendemonstrasikan headset Augmented Reality mereka (Sumber: Brilliant Service)

Headset ini mampu melakukan beberapa pengenalan wajah yang sangat mendasar. Ketika kami melihat Johannes Lundberg, insinyur senior yang bertanggung jawab atas OS, sebuah kotak muncul di kepalanya yang menunjukkan namanya dengan benar. Namun, ketika kami melihat pengunjung stan lain yang tidak terdaftar dalam sistem, perangkat lunak salah mengidentifikasi dia sebagai orang lain, bukan hanya melaporkan bahwa dia tidak ada di database.

## 7.6 Model Interface Augmented Reality

Ketika orang-orang di industri dan konsumen mulai memahami dampak Augmented Reality sering kali muncul pertanyaan, apakah itu akan menggantikan alat antarmuka komunikasi umum, seperti keyboard, mouse dan monitor, bahkan smartphone?

Menggunakan kacamata cerdas Augmented Reality memang dapat menggantikan perangkat interaksi yang kita gunakan saat ini seperti keyboard, mouse, dan monitor, tetapi tidak secara universal atau dalam semua situasi. Di kantor atau bilik pribadi, atau bahkan semi-swasta, seorang pekerja kantor, insinyur, atau manajer dapat bersandar (pilih kaki di atas meja) dan melalui pengenalan suara mendikte memo, menjawab email, menulis blog, dan mengisi formulir. Transaksi, dokumen, atau halaman web akan muncul di kaca mata pengguna.

Dalam banyak kasus, ini akan lebih efisien dan lebih mudah digunakan, dan memberikan kebebasan untuk tidak terpaku pada meja dan komputer di kantor. Namun, teknologi lama akan bertahan saat masih berfungsi—keseimbangan akan beralih ke augmented reality, tetapi adopsi akan bervariasi berdasarkan kebutuhan. Jelas seseorang tidak akan (atau tidak seharusnya) ingin duduk di kursi berbicara dengan layar virtualnya di kacamata yang diperbesar. Namun, kita semua senang berada di tempat umum dan mendengarkan setengah diskusi oleh orang yang tidak pengertian di telepon, atau beberapa ingin menjadi orang besar yang memamerkan betapa pentingnya dia.

## 7.7 Siapa yang akan Mendefinisikan Augmented Reality?

Awalnya manufaktur akan menentukan apa itu augmented reality, dan bukan. Itu karena mereka harus mengeluarkan sesuatu ke pasar sebagai percobaan. Akan ada, seperti di semua pasar negara berkembang, para perintis. Masing-masing akan memiliki sistem operasi yang unik, aplikasi, antarmuka pengguna, dan keamanan, dan lain-lain. Kemudian pengembang independen akan memperkenalkan aplikasi dan aplikasi tersebut akan membawa fitur baru, yang pada gilirannya akan menginspirasi pengguna.

Pengguna kemudian akan mendorong pasar dengan mengharapkan dan menuntut peningkatan, fitur baru, dan perubahan. Dan perlahan, secara evolusi, standar industri yang luas akan muncul yang memungkinkan dan mendukung interoperabilitas antara manufaktur yang berbeda, seperti yang kita miliki saat ini dengan PC dan (sebagian besar) ponsel pintar.

Augmented Reality akan menjadi bagian dari, dan memungkinkan masa depan utopis, dan dalam beberapa kasus masa depan dystopian. Dengan kekuatan pemberdayaan untuk melakukan hal-hal baru dan hal-hal yang sudah ada secara lebih efisien, akan ada orang-orang yang menggunakannya untuk merugikan orang, memanfaatkan yang lemah, dan bahkan untuk memulai dan berperang. Keanekaragaman dalam tujuan dan kebutuhan adalah sifat kemanusiaan, dan augmented reality, seperti teknologi pengganggu dari mesin uap, dinamis, PC dan web sebelumnya, akan digunakan untuk kebaikan dan kejahatan.

## 7.8 Kesimpulan : Players & Platform

Seperti yang selalu terjadi pada perusahaan besar, Apple, Intel, Google, Microsoft, Qualcomm, memiliki kemampuan untuk menghadirkan perangkat keras dan SDK yang menyertainya kepada mitra. Namun, dunia teknologi tidak menyukai taman tertutup terutama pada saat inovasi diperlukan untuk membantu industri yang baru lahir menemukan potensinya. Standar terbuka pada akhirnya akan menang untuk memberi ruang bagi ide dan pendekatan baru.

Saya tidak menyebutkan Apple di bagian ini. Selalu berisiko untuk berspekulasi tentang apa yang mungkin dilakukan Apple, tetapi Apple telah mengakuisisi salah satu penggerak kreatif dalam Augmented Reality dengan akuisisi Metaio, dan pada 2013, Apple mengakuisisi salah satu pembuat kamera ponsel 3D terkemuka PrimeSense Israel. PrimeSense telah memupuk komunitas pengembang yang kuat dengan OpenNI. Pekerjaan itu belum hilang, telah menyebar ke platform lain dan sedang berlangsung di dalam jaringan pengembang Apple. Dengan dirilisnya iPhone 7, ponsel dengan kamera ganda, Apple telah menerjunkan platform untuk produk AR. Jelas ada lebih banyak lagi yang akan datang. Dan seperti yang ditunjukkan sebelumnya, CEO Apple Tim Cook menganggap Augmented Reality adalah peluang yang lebih besar daripada Virtual Reality. Cook telah memberikan petunjuk tentang minat Apple pada Augmented Reality dan virtual reality sejak awal 2016.

Perusahaan besar dengan posisi perangkat keras dan perangkat lunak yang kuat akan memiliki peran yang menentukan dalam AR. Mereka sudah memiliki peran itu, tetapi komunitas lain yang dijelaskan di bagian ini akan memiliki banyak hal untuk ditambahkan. Mereka akan berkontribusi pada ekosistem yang lebih besar.

## 7.9 Referensi

1. <https://www.khronos.org/>

## BAB 8 MASALAH TEKNOLOGI

### 8.1 Pendahuluan

Pada bagian ini, beberapa masalah teknis utama dalam membangun perangkat Augmented Reality dibahas. Jumlah sensor, dan teknologi yang terkait dengannya, dikombinasikan dengan kebutuhan untuk beroperasi dengan daya rendah dan ringan, merupakan tantangan berkelanjutan bagi pembuat perangkat.

Sistem Augmented Reality (headset, helm, HUD, dan lain-lain.) harus berinteraksi dengan mata dan otak kita, dan koneksi mata-otak adalah sistem yang sangat kuat, luar biasa kompleks, dan mampu.

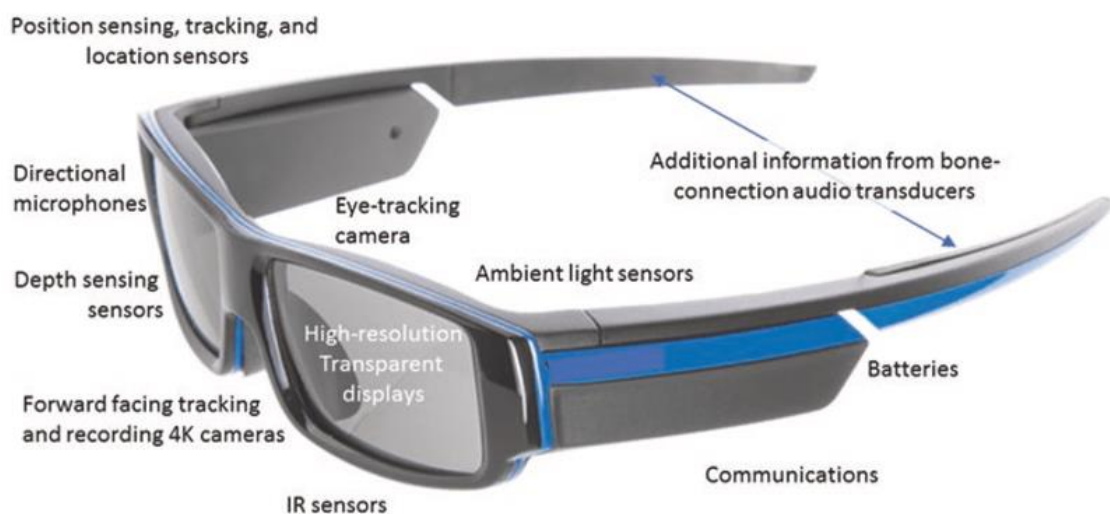
Mengetahui di mana Anda berada adalah salah satu fungsi paling penting dalam augmented reality. Bagaimana sebuah sistem dapat mengidentifikasi hal-hal dan memberikan informasi yang berpotensi penting misi secara tepat waktu jika tidak tahu di mana Anda berada? Tapi bagaimana ia tahu di mana Anda berada?

Konsep kontrol suara, seperti Augmented Reality dan virtual reality, adalah istilah yang telah ada dalam kosakata kita begitu lama, banyak yang mengira mereka tahu apa itu dan bagaimana cara kerjanya.

Penggunaan gerakan tangan sebagai sarana untuk berkomunikasi dan mengendalikan informasi yang disediakan oleh sistem Augmented Reality memberikan alternatif yang menarik untuk perangkat antarmuka rumit untuk interaksi manusia-komputer (HCI); gerakan tangan dapat membantu dalam mencapai kemudahan dan kealamian.

Pelacakan mata adalah proses mengukur baik titik pandangan (di mana seseorang melihat) atau gerakan mata relatif terhadap kepala. Pelacakan mata adalah konsep lama yang dikembangkan pada tahun 1800-an yang dibuat dengan menggunakan pengamatan langsung.

Jika pernah pernyataan, "satu ukuran tidak cocok untuk semua," itu tepat, itu akan terjadi dalam kasus antarmuka pengguna.



Gambar 8.1 Headset Augmented Reality menggunakan berbagai sensor dan teknologi yang harus berdaya rendah dan ringan

Pada bagian ini, akan dibahas juga tentang beberapa masalah teknis utama dalam membangun perangkat Augmented Reality. Jumlah sensor, dan teknologi yang terkait dengannya, dikombinasikan dengan kebutuhan untuk beroperasi pada daya rendah dan ringan, merupakan tantangan berkelanjutan bagi pembuat perangkat (Gambar 8.1).

Lebih dari sepuluh sensor dapat ditemukan dalam satu set kacamata cerdas atau helm Augmented Reality kelas atas. Jumlah sensor serta resolusi dan ukuran layar akan bergantung pada aplikasi yang dirancang untuk perangkat tersebut.

Pada bagian berikut berbagai sensor, teknologi tampilan, dan perangkat lunak terkait, serta beberapa karakteristik fisiologis kami yang menentukan bagaimana dan mengapa sensor atau tampilan harus berperilaku, akan diperiksa. Seperti yang akan Anda temukan, banyak pekerjaan yang harus dilakukan untuk memiliki headset Augmented Reality yang berfungsi penuh.

## 8.2 Mata Kita yang Luar Biasa

Sistem Augmented Reality (headset, helm, HUD, dan lain-lain.) harus berinteraksi dengan mata dan otak kita, dan koneksi mata-otak adalah sistem yang sangat kuat, luar biasa kompleks, dan mampu. Karena mata-otak sangat mampu, ia dapat menutupi titik buta kita dan membuat kita berpikir bahwa tampilan interlaced 30 Hz halus dan berkelanjutan.

Mata berdiameter sekitar 25 mm (~ 1 inci) dan diisi dengan 2 cairan dengan indeks bias 1,336. Iris mengembang dan menyusut dari sekitar 1-8 mm untuk mengatur cahaya. Kornea dan lensa bi-cembung dengan panjang fokus sekitar 20 mm memfokuskan cahaya pada retina. Lensa ini berubah bentuk menjadi fokus antara tak terhingga dan sekitar 100 mm untuk mengakomodasi fokus pada fovea.

Fovea memiliki area visual yang lebarnya hanya dua derajat, kira-kira selebar ibu jari Anda ketika Anda meregangkan lengan Anda sepenuhnya di depan Anda. Segala sesuatu di luar area itu kami tafsirkan sebagai tidak jelas dan samar.

Mata kita juga sangat cepat, dan mampu memindai hingga 900 derajat per detik, menjadikannya bagian tubuh yang bergerak paling cepat. Evolusi mengembangkan kemampuan itu sehingga kita bisa menafsirkan bahaya di lingkungan kita. Untuk melakukan itu secara efisien, kami harus dapat melihat apa yang akan datang dan dengan cepat.

### 8.2.1 Rods, Cones, dan Fovea

Ada dua jenis fotoreseptor di retina manusia, batang dan kerucut. Batang bertanggung jawab untuk penglihatan pada tingkat cahaya rendah (penglihatan skotopik). Mereka tidak memediasi penglihatan warna, dan memiliki ketajaman spasial yang rendah. Mata kita mengandung sekitar 100 juta batang yang digunakan untuk penglihatan akromatik.

Untuk panjang gelombang 550 nm (kuning mendekati hijau) dan diameter pupil sekitar 2 mm, kita mendapatkan resolusi sudut  $1/3600$  dalam radian atau, lebih umum ditulis, 1 arcmin. Ini sesuai dengan ketajaman visual, atau daya pisah, yaitu "kemampuan untuk membedakan detail halus" dan merupakan sifat kerucut di mata kita [1]. Kami memiliki sekitar enam juta kerucut dan mereka terkonsentrasi di tengah mata di fovea. Kerucut aktif pada tingkat cahaya yang lebih tinggi (penglihatan fotopik), mampu melihat warna dan bertanggung jawab atas ketajaman spasial yang tinggi.



Resolusi satu arcmin dimungkinkan dengan kontras 100% paling baik, dan dua arcmin setidaknya cukup. Persyaratan kerenyahan yang tepat adalah fungsi kompleks dari kontras, fokus perhatian, dan faktor lainnya [2]. Saat melihat garis yang diperpanjang, sistem visual mengumpulkan aktivitas di seluruh kelompok fotoreseptor, untuk mencapai resolusi super 0,13 arcmin. Ini dikenal sebagai ketajaman Vernier. Ketajaman vernier terkadang membutuhkan pemrosesan kortikal dan "pengumpulan" untuk mendeteksinya. Fenomena ini juga dikenal sebagai hyperacuity. Ketajaman vernier tahan terhadap pengaburan, gerakan, dan pencahayaan, tetapi tunduk pada efek latihan dan perubahan perhatian. Setelah pelatihan, ambang batas pengamat telah terbukti meningkat sebanyak enam kali lipat [3].

### 8.2.2 Resolusi

Dari persamaan resolusi lensa standar [4], jika seseorang pandai matematika, mereka dapat memperoleh resolusi teoritis mata manusia. Secara umum, mata kita memiliki diameter lensa antara 1 dan 9 mm dan panjang fokus sekitar 20 mm dengan diameter pupil yang lebih besar terjadi pada orang muda yang masih memiliki jaringan iris yang sangat fleksibel. Kebanyakan orang memiliki diameter lensa atas 4-6 mm. Mengingat bahwa dan di bawah kondisi pencahayaan yang cukup baik, kita dapat mengasumsikan tentang diameter pupil kita sekitar 2 mm atau kurang. Itu nomor yang berguna untuk diingat.

Resolusi biasanya diukur dalam siklus per derajat (CPD) yang mengukur resolusi sudut, atau seberapa besar mata dapat membedakan satu objek dari objek lain dalam hal sudut visual. Resolusi dalam CPD dapat diukur dengan diagram batang dengan jumlah siklus garis putih/hitam yang berbeda. Nilai inilah yang telah ditemukan oleh para ahli fisiologi untuk resolusi terbaik yang dapat diberikan oleh mata manusia, dan ini juga yang oleh standar TV dianggap "tajam", yaitu ketajaman.

### 8.2.3 Apa yang Kita Lihat

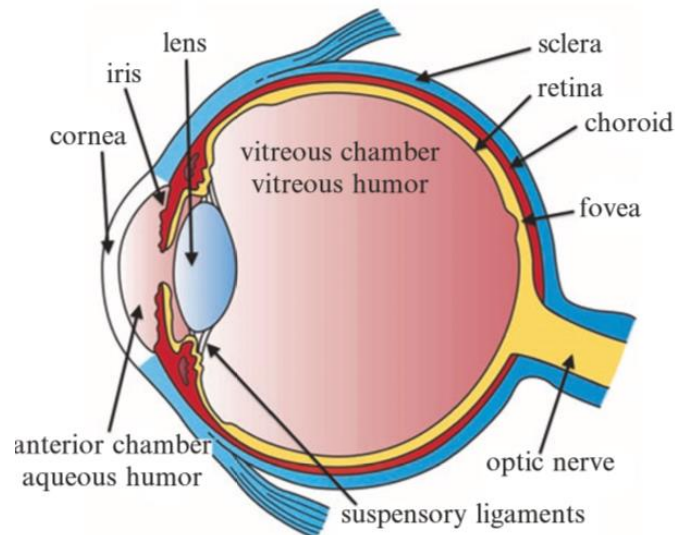
Layar komputer dan Augmented Reality dinyatakan dalam piksel per inci (PPI), sedangkan printer dinyatakan dalam titik per inci (DPI), keduanya untuk tujuan praktis sama.

Jarak baca rata-rata adalah 305 mm (12 inci), jika sebuah piksel diproyeksikan pada 0,4 menit busur yaitu 35,5 mikron dan pada jarak 305 mm yaitu sekitar 720 ppi/dpi. Sebuah piksel yang diproyeksikan pada 1 menit busur akan menjadi 89 mikron atau sekitar 300 dpi/ppi. Majalah dicetak pada 300 dpi, printer seni/foto 720 dpi, yang dianggap baik sesuai kebutuhan.

PPI dan jarak dari mata menentukan ketajaman yang dapat direalisasikan oleh pemirsa. Pada manusia, penglihatan 20/20 adalah kemampuan untuk menyelesaikan pola spasial yang dipisahkan oleh sudut visual 1 menit busur (huruf 20/20 menggantikan total busur 5 menit). Jika PPI atau DPI di bawah 70 teks tidak terbaca.

### 8.2.4 Titik buta

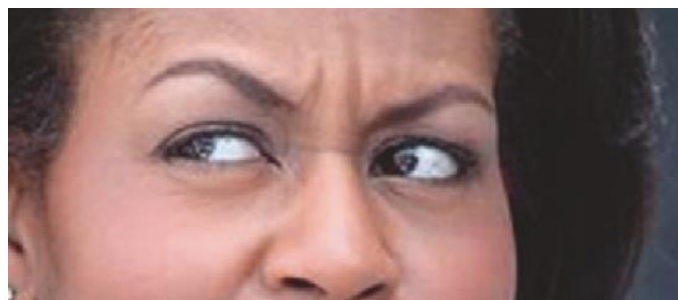
Melihat diagram mata (Gambar 8.20 retina yang berisi batang dan kerucut adalah tempat cahaya yang difokuskan oleh lensa jatuh. Namun, informasi dari retina harus sampai ke otak kita, dan itu dilakukan melalui saraf optik. Namun, koneksi saraf optik ke retina menghilangkan area retina dan itu menciptakan titik buta. Jika cahaya jatuh pada titik buta kita tidak akan menyadarinya. Namun kita melihat dengan sempurna, tidak ada titik visual, tidak ada informasi yang hilang dalam apa yang kita lihat. Itu karena mata kita tidak pernah diam, bahkan ketika kita tidur.



Gambar 8.2 Tiga lapisan utama mata (karya seni oleh Holly Fischer, Wikipedia)

### 8.2.5 Gerakan Mata

Mata kita bergerak sepanjang waktu, melesat ke kiri, kanan, atas, bawah. Kita biasanya tidak menyadarinya. Gerakan tersebut disebut *eye saccades* ('*jerking movement*/gerakan menyentak': dari bahasa Prancis, secara harfiah berarti 'tarikan kekerasan'). Hasil dari saccade adalah otak kita mengisi tempat yang hilang berdasarkan semua informasi tetangga lainnya yang didapatkannya, karena saccade. Manusia dan banyak hewan tidak hanya melihat pemandangan dalam kemantapan; sebagai gantinya, mata bergerak, menemukan bagian-bagian menarik dari pemandangan dan membangun 'peta' mental tiga dimensi yang sesuai dengan pemandangan. Saccade juga merupakan konsekuensi yang tidak disengaja dari memutar kepala ke satu sisi atau yang lain sebagai respons terhadap suara yang mengejutkan dari samping, atau gerakan tiba-tiba yang terdeteksi di perifer visual.



Saccades berbeda dari nistagmus fisiologis, yang merupakan getaran kecil yang tidak disengaja pada bola mata; ketika nistagmus dihilangkan dengan menstabilkan gambar pada retina, persepsi visual memudar dengan cepat dari kelelahan reseptor retina. Nistagmus adalah suatu kondisi gerakan mata yang tidak disengaja (atau sukarela, dalam kasus yang jarang terjadi), yang dapat mengakibatkan penglihatan berkurang atau terbatas. Karena gerakan mata yang tidak disengaja, sering disebut "mata menari."

### 8.3 TV Interlaced dan Persepsi Gerak

Kegigihan penglihatan adalah fenomena di mana bayangan yang tampaknya bertahan selama kurang lebih 40 milidetik (ms) pada retina mata. Ini digunakan untuk menjelaskan mengapa kita tidak melihat kedipan hitam di bioskop atau (biasanya) di CRT.

Kegigihan visi, yang populer diajarkan sebagai alasan ilusi gerak, hanyalah alasan bahwa ruang hitam yang muncul di antara setiap bingkai film "nyata" tidak dirasakan, yang menjadikan fenomena phi sebagai alasan sebenarnya untuk ilusi gerak di bioskop dan animasi, termasuk phenakistoscope [5] (perangkat animasi luas pertama yang menciptakan ilusi gerak yang lancar), zoetrope (salah satu dari beberapa perangkat animasi pra-film yang menghasilkan ilusi gerak dengan menampilkan urutan gambar atau foto yang menunjukkan fase progresif gerakan itu), dan lain-lain (Gambar 8.3).

Fenomena phi adalah ilusi optik yang mempersepsikan serangkaian gambar diam, bila dilihat dalam urutan yang cepat, sebagai gerakan terus menerus [6]. Fenomena phi dan kegigihan penglihatan bersama-sama membentuk proses persepsi gerak.



Gambar 8.3 Roda animasi zoetrope (Wikipedia)

Persepsi gerak adalah proses menyimpulkan kecepatan dan arah elemen dalam sebuah adegan berdasarkan input visual, vestibular, dan proprioseptif. Meskipun proses ini tampak langsung bagi sebagian besar pengamat, ini telah terbukti menjadi masalah yang sulit dari perspektif komputasi, dan sangat sulit untuk dijelaskan dalam hal pemrosesan saraf.

Sistem mata/otak manusia terkadang dapat memproses kedipan. Hal ini terutama terlihat pada hari-hari Televisi CRT di Eropa yang hanya berjalan pada 50 Hz. dibandingkan dengan televisi di Amerika Utara (dan sebagian besar Amerika Selatan) yang berjalan pada 60 Hz. Saat bepergian dari AS, orang akan melihat kedipan saat pertama kali tiba, tetapi kemudian kedipan tersebut menjadi kurang terlihat seiring waktu.

Namun, ketika menghasilkan citra digital, penting untuk menyertakan blur dengan objek bergerak karena mata/otak mengharapkannya atau gambar akan tampak gagap. Menyertakan keburaman gerakan adalah subjek utama dalam citra yang dihasilkan komputer pada pertengahan 1980-an. Menariknya, meskipun objek bergerak kabur, masih akan dianggap relatif tajam. Melakukan gerakan blur secara tidak benar juga diketahui menyebabkan sakit kepala.

Dan kantung mata dapat menyebabkan masalah lain seperti efek pelangi dengan proyektor pemrosesan cahaya digital chip tunggal (DLP), striping di zona campuran elektronik, atau cross-talk RGB dalam waveguide optik difraksi. Warna mungkin berubah dengan waveguide dan kantung mata karena kotak mata yang terbatas (perubahan kecil pada lokasi mata dapat mengubah warna). Beberapa orang yang sangat sensitif terhadap "efek pelangi" DLP tidak sensitif terhadap kedipan dan sebaliknya. Ini menunjukkan bahwa mekanisme mata/otak untuk pelangi dan kedipan berbeda.

#### 8.4 Masalah Laten pada Tampilan Augmented Reality

Para peneliti [7] telah menemukan bahwa untuk Virtual Reality (di mana pengamat tidak dapat melihat dunia normal), latensi ujung-ke-ujung (atau, mungkin lebih deskriptif perbedaan antara persepsi terhadap gerak) harus di bawah 40 ms (milidetik). Untuk augmented reality, persyaratannya bahkan lebih tinggi. Perpindahan objek di antara dua bingkai tidak boleh melebihi 15 arcmin (0,25 derajat), yang akan membutuhkan latensi maksimal 5 ms bahkan ketika seseorang memutar kepalanya dengan kecepatan sedang 50 derajat per detik. Beberapa peneliti lain yang menggunakan beberapa pendekatan serupa telah tiba pada waktu latensi maksimal yang serupa. Dalam beberapa situasi khusus, seperti pilot pesawat tempur, kecepatan hingga 2000 derajat per detik telah dilaporkan. Namun, tidak mungkin orang yang memutar kepala secepat itu akan melihat sedikit perpindahan objek. Kebanyakan peneliti menyarankan bahwa 10 ms akan diterima untuk Augmented Reality [8].

Untuk menghindari efek tidak nyaman dari Virtual Reality (yang umumnya dikenal sebagai penyakit simulator, atau penyakit VR), perlu untuk menjaga respons sistem terhadap gerakan kepala ("latency foton-ke-gerak") secepat atau lebih cepat dari ruang depan -okular reflex (VOR)<sup>2</sup>, salah satu refleks tercepat dalam tubuh manusia pada 7 ms–15 ms [9], yang menstabilkan gambar retina pada titik fiksasi saat ini dengan memutar mata sebagai respons terhadap gerakan kepala.

Pada tahun 2004, Program Keselamatan Penerbangan NASA, Proyek Sistem Visi Sintetis melakukan penelitian dalam konsep dek penerbangan lanjutan, seperti Sistem Penglihatan Sintetis/Ditingkatkan (S/EVS), untuk pesawat komersial dan bisnis [10]. Bagian dari proyek ini termasuk pengembangan sistem tampilan informasi bidang besar yang terintegrasi secara spasial. Sistem tampilan yang dikenakan di kepala atau yang dipasang di helm diusulkan sebagai metode untuk memenuhi tujuan tersebut. Dari penelitian, para peneliti menyimpulkan bahwa gerakan kepala biasa lebih dari 100 derajat per detik akan membutuhkan latensi sistem kurang dari 2,5 ms.

Salah satu teknik yang dieksplorasi di University of North Carolina adalah dengan sengaja (tetapi secara acak) memodulasi data gambar yang mengubah piksel biner menjadi skala abu-abu yang dirasakan. Dari generator gambar ketika pose pemirsa berubah, ini menciptakan efek buram gerakan semu, dan melibatkan mata (dan otak) pemirsa untuk mengintegrasikan hasilnya. Para peneliti mengklaim telah menyadari latensi rata-rata hanya 80 s latensi ujung ke ujung (dari gerakan kepala hingga perubahan foton dari tampilan) dengan kecepatan panning 50 derajat per detik [11].

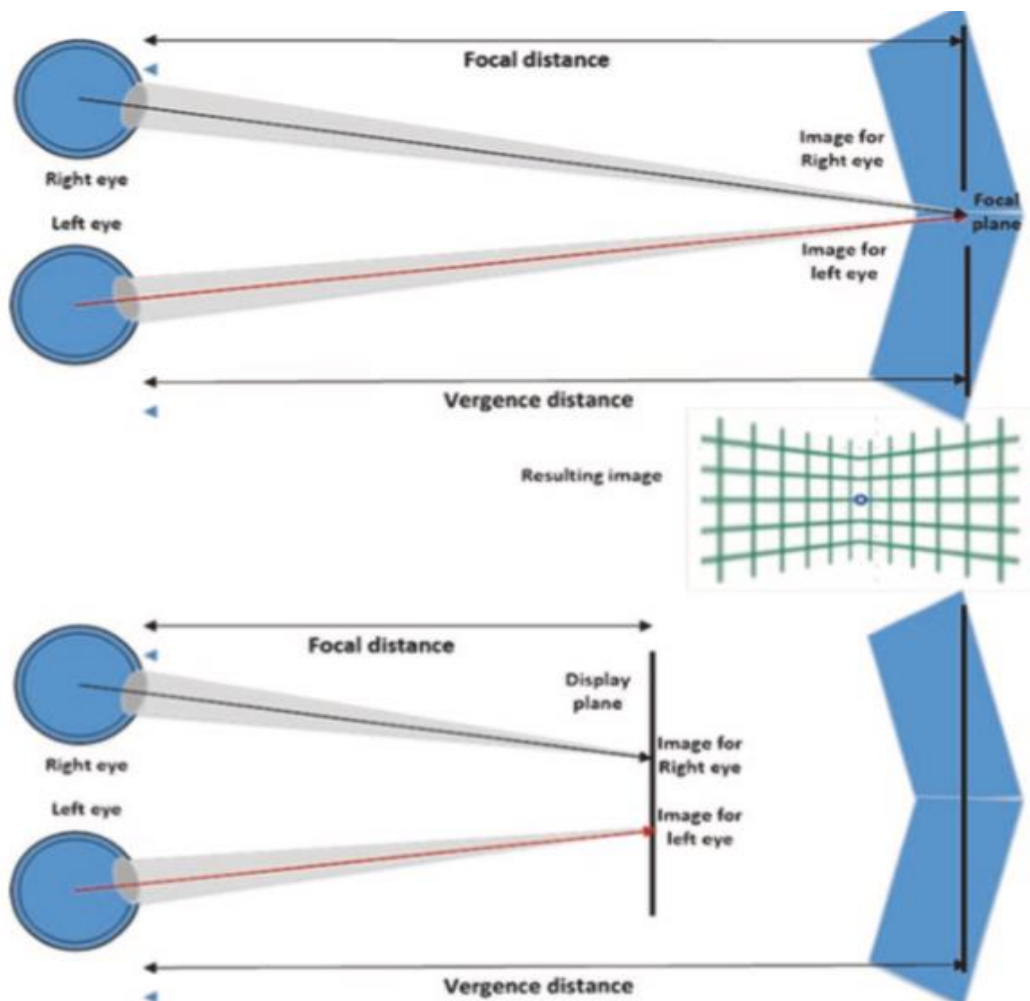
#### 8.5 Sistem Warna dan Latensi Bidang-Sequential

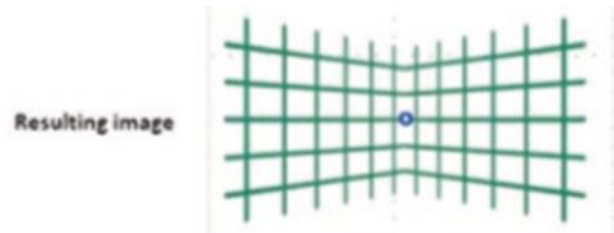
---

<sup>2</sup> Refleks vestibulo-okular (VOR) adalah refleks, di mana aktivasi sistem vestibular menyebabkan gerakan mata. Refleks ini berfungsi menstabilkan bayangan di retina selama gerakan kepala dengan menghasilkan gerakan mata yang berlawanan arah dengan gerakan kepala, sehingga menjaga bayangan di pusat lapang pandang.  
*Augmented Reality (AR), Dr. Joseph. T.S, M.Kom*

Sistem warna sekuensial bidang adalah sistem di mana informasi warna primer (RGB) dikirim ke layar dalam gambar yang berurutan, dan yang bergantung pada sistem penglihatan manusia untuk mengintegrasikan atau menggabungkan gambar yang berurutan menjadi gambar berwarna (lihat Gambar 8.18 Teknik warna sekuensial bidang, bagian “Warna sekuensial bidang— LCoS”). Jelas, kecepatan transfer harus cepat, setidaknya 10 ms per warna primer (lihat sebelumnya, “Interlaced TV and Motion Perception,” bagian 8.2.3). Sistem warna sekuensial lapangan berasal dari tahun 1940 ketika CBS mencoba menetapkan konsep tersebut sebagai standar TV berwarna untuk AS. Komisi Komunikasi Federal mengadopsinya pada 11 Oktober 1950 sebagai standar untuk televisi berwarna di Amerika Serikat, tetapi itu kemudian ditarik [12].

Layar LCoS dan DLP resolusi tinggi menggunakan warna sekuensial bidang di mana mereka memiliki satu set cermin yang menampilkan bidang satu warna pada satu waktu (lihat LCoS). Untuk membantu mata/otak dalam mengintegrasikan bidang warna, desainer mengulangi warna yang sama beberapa kali per bingkai gambar. Namun, beberapa desain yang mengusulkan penggunaan warna sekuensial bidang menggunakan gambar yang berbeda untuk menghasilkan apa yang dikenal sebagai bidang fokus sekuensial (di mana setiap bidang fokus difokuskan pada titik yang berbeda dalam ruang). Hal ini dilakukan dalam sistem Augmented Reality untuk memenuhi masalah konflik vergensi-akomodasi (lihat Gambar 4.2: Jarak akomodasi vs. Jarak vergensi dalam tampilan 3D) dalam gambar stereo 3-D sederhana dengan objek di dekat mata . Kedua mata akan menunjuk/memutar pada titik di ruang di mana objek tampak, tetapi fokus mata biasanya akan jauh; ini menimbulkan konflik antara arah mata dan fokus [13] (Gambar 8.4).





Gambar 8.4 Perbedaan vergensi dan jarak fokus menghasilkan gambar yang tajam atau buram (Perhatikan bahwa kisi di bagian atas lebih buram terutama di bagian tepinya)

Hasil dari kompromi ini adalah gambar mendapatkan cincin warna di sekitar tepinya (disebut "fringing")<sup>3</sup>. Efek ini terutama terlihat pada penglihatan tepi seseorang yang lebih sensitif terhadap gerakan/perubahan. Itu berarti masalahnya cenderung menjadi lebih buruk karena FoV meningkat. Penyediaan bidang fokus berurutan memberi mata zona fokus yang lebih nyaman.

Karl Guttag [14] yang telah bekerja bertahun-tahun dengan perangkat tampilan sekuensial bidang, khususnya LCoS, berpikir sistem penglihatan manusia akan mengalami kesulitan "menyatukan" warna jika laju pembaruan bidang warna yang lambat digunakan, dan dia berharap orang akan melihat banyak hal. bidang pemisahan warna berurutan (fringing) terutama ketika objek (dalam gambar) bergerak.

"Terlepas dari semua latar belakang saya dan dugaan bias terhadap LCoS warna sekuensial bidang," kata Guttag, "Saya benar-benar kesulitan melihatnya sebagai solusi jangka panjang untuk tampilan yang dipasang di kepala karena pemisahan warna dan latensi." Warna sekuensial bidang juga secara inheren memiliki lebih banyak latensi karena gambar biasanya dihasilkan pada gambar berwarna utuh dan kemudian harus dipecah menjadi tiga (atau lebih) komponen warna. Agar warna berbaris untuk mengurangi pemisahan warna, gambar dapat bergerak di antara berbagai warna. Mendukung "bidang fokus" hanya akan menambah penundaan ini. Jadi, mencoba menyelesaikan akomodasi-vergen dengan bidang fokus hanya menukar satu efek buruk dengan yang lain.

Akomodasi vergence adalah masalah nyata tetapi hanya untuk objek yang dekat dengan mata pengguna. Guttag berpikir solusi yang lebih baik adalah dengan menggunakan sensor untuk melacak pupil mata dan menyesuaikan gambar yang sesuai, dan karena fokus mata berubah secara relatif lambat, Anda dapat melacaknya. Dengan kata lain, pindahkan masalah dari tampilan fisik dan domain optik (yang akan tetap mahal dan bermasalah), ke domain sensor dan pemrosesan (yang akan lebih cepat menurunkan biaya).

## 8.6 Masalah Tampilan

Pasar tampilan kepala Virtual Reality dan Augmented Reality/Mixed Reality menggunakan teknologi tampilan yang sangat berbeda. Pasar Virtual Reality biasanya menggunakan panel datar besar yang lebih murah dan memudahkan untuk mendukung FOV yang sangat lebar (tetapi dengan resolusi sudut lebih dari 4 arcmin per piksel). Pasar "tembus pandang" augmented reality/ Mixed Reality (dengan pengecualian Meta 2) yang besar menggunakan mikrodisplay (DLP, LCoS, OLED).

<sup>3</sup> Chromatic Aberration, juga dikenal sebagai "color fringing" atau "purple fringing", adalah masalah optik umum yang terjadi ketika lensa tidak dapat membawa semua panjang gelombang warna ke bidang fokus yang sama, dan/atau ketika panjang gelombang warna difokuskan pada posisi yang berbeda dalam bidang fokus.  
*Augmented Reality (AR), Dr. Joseph. T.S, M.Kom*

Teknologi tampilan yang paling umum digunakan dalam Augmented Reality adalah LCD, panel datar OLED pada kaca, mikrodisplay OLED pada silikon, DMD (perangkat cermin mikro digital, semikonduktor optik yang menjadi dasar teknologi DLP), LCoS, dan LED mikro. Layar panel datar yang lebih besar (LCD dan OLED) telah dijual (ke pengembang headset augmented reality) sebagai modul yang berdiri sendiri, dan dalam beberapa kasus, menggunakan antarmuka standar industri seperti DVI, HDMI, atau DisplayPort. Microdisplays (LCoS, DLP, OLED) umumnya dijual sebagai chipset dengan pengontrol dengan berbagai input. Sementara antarmuka ini memungkinkan interkoneksi yang mudah, mereka memberlakukan batasan tertentu yang sulit untuk diatasi. Secara khusus, mereka mengirimkan data tampilan secara berurutan, teknik yang berasal dari metode pemindaian raster (dikembangkan pada akhir 1930-an untuk perangkat televisi tabung sinar katoda (CRT), dan memperkenalkan hampir seluruh bingkai video latensi di perangkat tampilan itu sendiri atau lebih buruk lagi. dalam hal warna sekuensial bidang. Algoritme pemrosesan untuk DLP terkadang memperdagangkan beberapa kehilangan kualitas gambar untuk latensi yang lebih rendah, tetapi meskipun demikian, latensi lebih disebabkan oleh warna sekuensial bidang. Karena antarmuka tampilan berbasis pemindaian raster, perangkat tampilan harus menerima seluruh gambar sebelum dapat mulai menampilkan satu piksel gambar tersebut.

Warna sekuensial bidang berada pada kerugian besar dalam hal latensi. DLP menggabungkan ini dengan semua dithering dan pemrosesan lain yang diperlukan, yang membutuhkan waktu. Jika pemrosesan ekstra dimatikan, maka latensi meningkat. FSC LCoS lebih baik dalam hal latensi tetapi masih harus menunggu bingkai diterima sepenuhnya sebelum dapat menampilkan warna pertamanya.

Dan pada perangkat yang menerima data garis pindai, tampilan bagian bawah gambar terjadi jauh lebih lambat daripada tampilan bagian atas gambar. Oleh karena itu, pemindaian raster secara inheren tidak cocok untuk aplikasi latensi rendah, kecuali jika output pemindaian (ke layar) dilakukan dengan kecepatan sangat tinggi, yang dapat membuat akses memori dan masalah pemanfaatan daya tinggi.

Teknologi tampilan yang paling umum digunakan dalam Augmented Reality adalah LCD, OLED, DMD, LCoS, proyektor pico, dan LED mikro. Secara historis tampilan ini telah dijual (ke pengembang headset augmented reality) sebagai modul yang berdiri sendiri, dan dalam beberapa kasus, menggunakan antarmuka standar industri seperti DVI, HDMI, atau DisplayPort. Sementara antarmuka ini memungkinkan interkoneksi yang mudah, mereka memberlakukan batasan tertentu yang sulit untuk diatasi. Secara khusus, mereka mengirimkan data tampilan secara berurutan, teknik yang berasal dari metode pemindaian raster (dikembangkan pada akhir 1930-an untuk perangkat televisi tabung sinar katoda (CRT), dan memperkenalkan hampir seluruh bingkai video latensi di perangkat tampilan itu sendiri. Karena antarmuka tampilan berbasis pemindaian raster, perangkat tampilan harus menerima seluruh gambar sebelum dapat mulai menampilkan satu piksel gambar tersebut. Dan pada perangkat yang menerima data garis pindai, tampilan bagian bawah gambar terjadi jauh lebih lambat daripada tampilan bagian atas gambar. Oleh karena itu, pemindaian raster secara inheren tidak cocok untuk aplikasi latensi rendah, kecuali jika output pemindaian (ke tampilan) dilakukan pada kecepatan yang sangat tinggi, yang dapat membuat akses memori dan masalah pemanfaatan daya tinggi [15].

Sistem Augmented Reality yang dikenakan di kepala (headset atau helm) secara optik menggabungkan gambar yang dihasilkan komputer dengan pandangan langsung pengguna terhadap lingkungan sekitar (dikenal sebagai "tembus pandang optik"), berbeda dengan

aplikasi Augmented Reality berbasis smartphone dan tablet, yang menggabungkan gambar yang dihasilkan komputer dengan gambar video dari kamera perangkat (dikenal sebagai "video tembus pandang").

Untuk tampilan yang dikenakan di kepala (headset dan helm), optik tembus pandang dengan tampilan langsung tanpa latensi dari lingkungan lokal pemirsa diinginkan dan kemungkinan sangat diperlukan untuk penggunaan jangka panjang.

Namun, optik tembus pandang dilengkapi dengan masalah bawaan. Setiap teknologi optik yang menggabungkan gambar komputer dengan dunia nyata akan memiliki setidaknya beberapa efek negatif pada tampilan dunia nyata. Paling tidak, itu akan meredupkan dunia nyata dan bisa lebih buruk karena dunia nyata melewati struktur optik yang mengarahkan gambar yang dihasilkan komputer ke mata. Tidak seperti tampilan video tembus pandang, yang memungkinkan sinkronisasi gambar (virtual) nyata dan yang dihasilkan prosesor dengan sengaja menunda aliran video, Augmented Reality tembus optik harus menghadirkan citra sintetis dengan kecepatan "realitas" untuk menjaga objek virtual dan nyata tetap selaras. . Oleh karena itu, harus bergantung pada latensi minimal atau pada teknik prediksi saat menghitung citra sintetis [16].

Sayangnya, efek latensi menumpuk di semua tahapan dalam saluran video sistem Augmented Reality (pelacakan, aplikasi, pembuatan gambar, dan keluaran pindaian ke tampilan), jadi jika teknik khusus tidak digunakan (misalnya, meminimalkan latensi atau teknik prediksi) efek melemahkan dari optik tembus pandang berlipat ganda. Namun, dalam kasus terburuk, teknik prediksi melakukan kebalikan dari apa yang seharusnya mereka lakukan jika gerakan berubah arah.

Tidak hanya besarnya offset antara tujuan yang diinginkan dan lokasi yang dicapai dari objek yang dihasilkan komputer, tetapi juga perubahan offset sebagai fungsi waktu—objek sintetis yang muncul untuk mengembara atau berenang di sekitar pemandangan yang sebenarnya [17]. Sementara pelacakan prediktif dapat secara signifikan mengurangi ketidaksejajaran antara citra sintetis dan nyata, kesalahan masih ada, terutama selama perubahan cepat dalam pose kepala.

Pengalaman langsung tampilan dari bagian pembuatan gambar dari sistem Augmented Reality dimungkinkan dalam perangkat seperti matriks seperti OLED, LCD, microLED, LCoS, DMD, dan pemindaian sinar laser (LBS). Proyektor Pico yang menggunakan chip LCoS adalah sub-rakitan rakitan yang mengambil data serial sehingga, secara inheren laten.

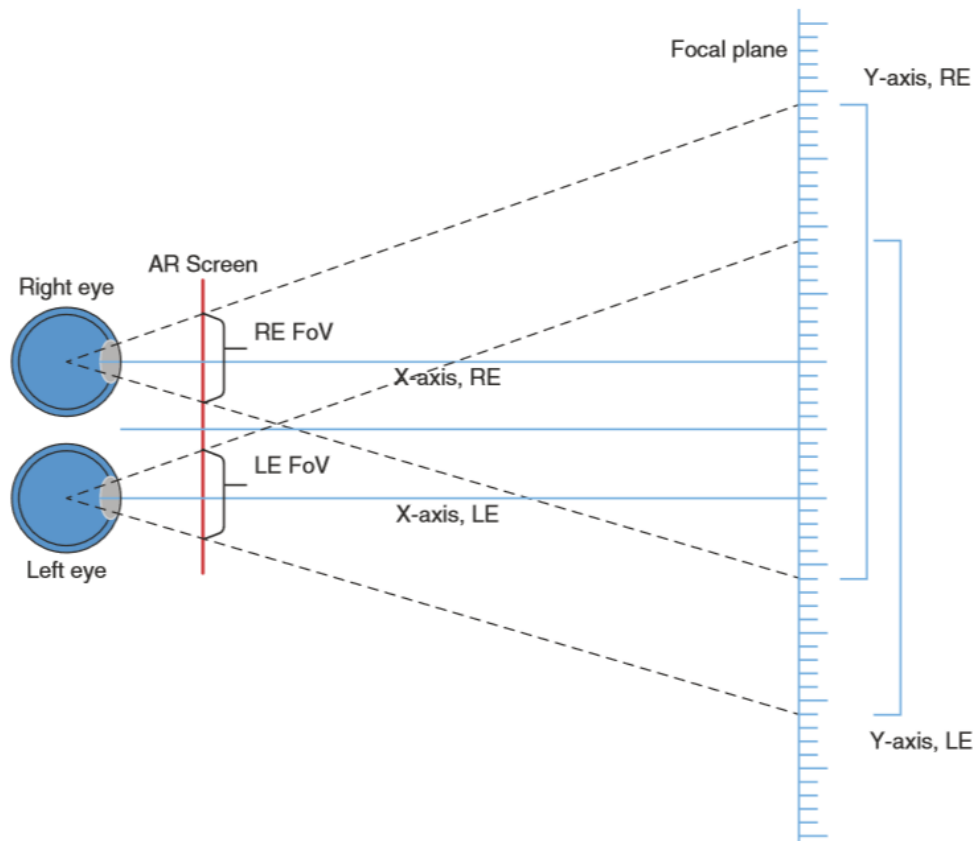
Seiring berkembangnya sistem augmented reality, pengembang sistem tersebut harus masuk lebih dalam ke teknologi tampilan dan mengarahkannya secara langsung. Di sini industri menghadapi masalah klasik ayam-dan-telur. Sampai pembangun sistem Augmented Reality memiliki volume penjualan yang cukup, biaya tampilan dengan eksposur yang diperlukan untuk konstruksi mereka akan tinggi karena mereka akan diperlakukan sebagai perangkat kelas khusus. Itu akan menjaga biaya sistem Augmented Reality head-worn tetap tinggi, yang akan menjaga volume penjualan tetap rendah.

### **8.6.1 Eye-Box**

Kotak mata adalah volume ruang di mana gambar yang dapat dilihat secara efektif dibentuk oleh sistem lensa atau tampilan visual, yang mewakili kombinasi ukuran pupil keluar dan jarak



pelepasan mata. Istilah ini pertama kali digunakan oleh John Flamsteed (1646-1719), seorang astronom pada akhir abad ketujuh belas.



Gambar 8.5 Penentuan bidang pandang

Kotak mata sering setara dengan pupil keluar (lubang virtual dalam sistem optik) dan terdiri dari rentang posisi mata, pada jarak pelepasan mata (jarak antara titik optik terakhir dan pupil keluar), dari dimana seluruh gambar yang dihasilkan oleh layar terlihat. Ini termasuk gerakan sudut dan lateral mata.

Pupil keluar penting karena hanya sinar cahaya yang melewati lubang virtual yang dapat keluar dari sistem dan masuk ke mata pemakainya.

Kotak mata juga digunakan bersama dengan FoV (lihat Gambar 8.5). kotak mata efektif dari kaca pintar bisa jauh lebih besar daripada kotak mata optik nyata ketika berbagai penyesuaian mekanis penggabung dapat digunakan untuk mencocokkan pupil keluar penggabung dengan pupil masuk mata pengguna. Namun, untuk setiap posisi penggabung, kotak mata harus memungkinkan seluruh FoV terlihat tidak berubah, pada relief mata target. Mungkin saja untuk posisi tertentu dari penggabung, seluruh tampilan mungkin terlihat di dalam ruangan (pupil besar), tetapi tepi layar mungkin menjadi kabur di luar karena fakta bahwa diameter pupil mata mengecil [18].

### 8.6.2 Kotak Gerak Kepala (Head Motion Box)

Dalam tampilan head-up, head motion box, atau eye-box, adalah wilayah tiga dimensi di ruang sekitar titik referensi mata kokpit (ERP) di mana tampilan dapat dilihat dengan setidaknya satu mata. Bagian tengah kotak gerak kepala dapat ditampilkan ke depan atau ke belakang, atau ke atas atau ke bawah, sehubungan dengan titik referensi mata kokpit untuk mengakomodasi posisi duduk pilot yang sebenarnya dengan lebih baik. Penempatan titik referensi mata

bergantung pada sejumlah masalah kokpit yang terkait secara ergonomis seperti visibilitas tampilan kepala ke bawah, realitas yang bercampur aduk. Sudut pandang hidung ke bawah, dan lokasi fisik berbagai kontrol seperti kuk kontrol dan pegangan roda pendarat. Dalam banyak kasus, titik referensi mata kokpit dan di mana pilot sebenarnya duduk dapat bervariasi beberapa inci. Tampilan head-up head motion box harus sebesar mungkin untuk memungkinkan gerakan head maksimum tanpa kehilangan informasi tampilan [19].

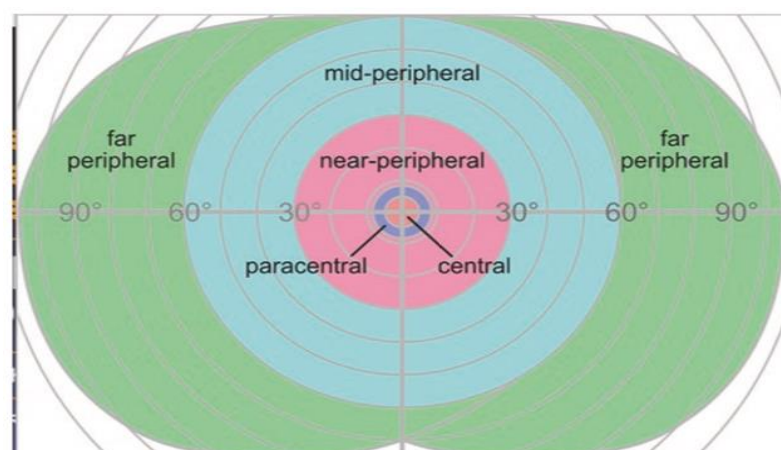
Ini juga disebut sebagai titik referensi mata desain (DERP) di mana pilot berada di lokasi optimal untuk visibilitas, di dalam dan di luar kokpit, serta posisi yang benar untuk akses ke sakelar dan kenop kokpit.

### 8.7 Bidang pandang (Field of View)

Bidang pandang (FoV) (FoV) perangkat Augmented Reality adalah salah satu aspek perangkat yang paling penting dan kontroversial. Perhitungan bidang pandang adalah trigonometri dasar, sudut yang diturunkan yang berasal dari jarak horizontal ke bidang fokus dan jarak vertikal yang ditempuh (terlihat), seperti diilustrasikan pada diagram berikut.

Namun dalam praktik di luar laboratorium, terkadang sulit untuk menilai. Pada prinsipnya, untuk mengukur bidang pandang augmented reality, seseorang memegang penggaris pada jarak yang diketahui dari matanya, dan kemudian menandai di mana tepi kiri dan kanan yang tampak dari area tampilan jatuh pada objek. Mengetahui jarak X antara penanda kiri/kanan dan jarak Y antara mata dan objek, FoV dihitung melalui trigonometri sederhana:  $FoV = 2 \times \tan^{-1}(X / (Y \times 2))$ .

Beberapa orang secara keliru percaya bahwa FoV kecil adalah hasil dari kekuatan pemrosesan grafis, atau tampilan perangkat Augmented Reality yang terbatas, sehingga mudah ditingkatkan dengan GPU yang lebih kuat atau tampilan resolusi yang lebih tinggi. Alasannya adalah peningkatan bidang pandang aplikasi grafis 3D menyebabkan peningkatan proporsional dalam jumlah piksel yang ditampilkan, dan jika lebih banyak piksel ditampilkan, maka GPU harus melakukan lebih banyak pemrosesan, dan layar harus memiliki lebih banyak piksel. . Dalam kasus permainan, tanpa pemusnahan frustum eksplisit, itu akan menjadi kesimpulan yang benar. Namun, dengan program GPU modern yang dapat memisahkan objek geometris kompleks secara otomatis, efeknya biasanya kecil (selama ukuran gambar akhir yang dirender dalam piksel tetap sama). Beberapa supplier, atau perusahaan yang mengaku akan menjadi supplier, mencoba menggunakan FoV sebagai pembeda pemasaran. Ini salah arah dan membingungkan konsumen dan pengguna yang canggih juga.



Gambar 8.6 Bidang pandang mata manusia (Wikipedia)

Perkiraan bidang pandang mata manusia individu (diukur dari titik fiksasi, yaitu titik di mana pandangan seseorang diarahkan) adalah 60 derajat [20]. (Ini sebenarnya sedikit lebih kompleks dari itu karena penglihatan manusia bukanlah kerucut yang sempurna, tetapi 60 derajat adalah rentang yang dapat diterima; kami sebenarnya memiliki area kecil dalam fokus, sisa FoV kami berasal dari gerakan mata dan kepala (Gambar 8.6).

60 derajat adalah ilusi fokus. Jika penglihatan manusia adalah 60 derajat FoV, maka apa nilai yang ada dalam membangun sistem Augmented Reality dengan lebih besar dari 60 derajat FoV. Dalam kasus augmented reality, perhatian kita tertuju pada data yang ditampilkan. Tampaknya logis bahwa kita tidak memerlukan, dan juga tidak akan mendapat manfaat dari, pandangan yang lebih luas yang akan menggabungkan penglihatan tepi kita berkecepatan tinggi.

Namun, kita tidak hanya menatap lurus ke depan. Mata kita tidak pernah benar-benar istirahat. Mereka membuat gerakan jittering acak yang cepat bahkan ketika kita terpaku pada satu titik. Saccades adalah gerakan cepat mata yang digunakan saat memindai pemandangan visual. Dalam kesan subjektif kami, mata tidak bergerak mulus melintasi halaman yang dicetak selama membaca. Sebaliknya, mata kita membuat gerakan pendek dan cepat yang disebut saccades [21]. Oleh karena itu, FoV terbatas telah disamakan dengan melihat dunia melalui tabung karton, dan mengharuskan penonton untuk menggerakkan kepalanya untuk melihat seluruh dunia.

Ron Padzensky, seorang komentator terkenal tentang Augmented Reality mengatakan, “Tetapi kasus penggunaan overlay gambar menjanjikan lebih dari itu dan pengalaman akan terasa lebih alami ketika informasi visual mengalir dari perifer jauh ke parasentral saat pandangan kita bergerak. Saya juga percaya bahwa FOV yang diperluas akan berfungsi untuk menarik perhatian secara lebih alami pada aktivitas yang perlu diperhatikan di pinggiran seseorang. Pengalaman yang lebih alami ini akan sangat penting untuk adopsi massal.”

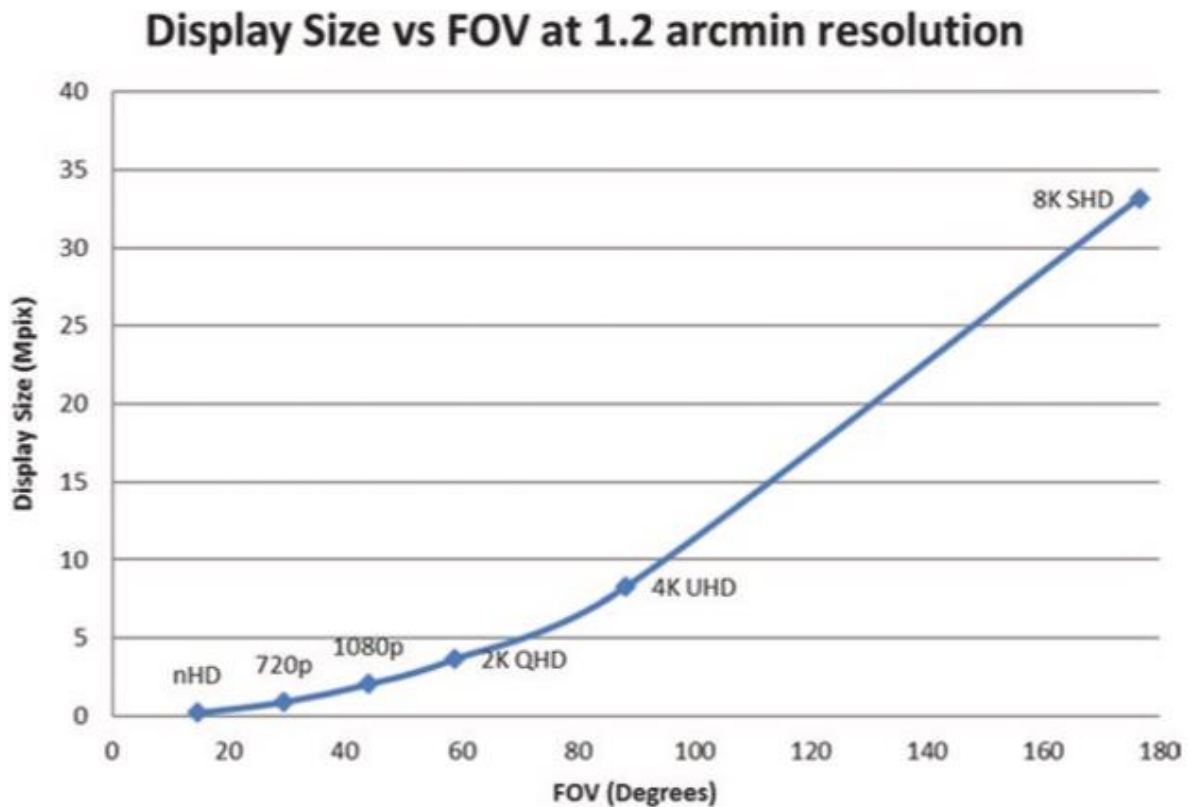
Insinyur optik, dan CEO IMMY, supplier optik augmented reality, Doug Magyari, menunjukkan bahwa, “Kuncinya adalah jumlah neuron yang dirangsang—itulah tujuan dari semuanya dari yang kita lakukan. Poin terbesar yang tidak dimiliki semua orang di bidang ini adalah perangkat. Augmented Reality atau virtual reality, adalah alat komunikasi unik yang menghubungkan orang ke konten yang tidak pernah dibuat sebelumnya. Orang-orang memahami hal ini secara umum, tetapi tidak secara spesifik, dan dari kekhususan itulah muncul keajaiban yang ditawarkan alat komunikasi baru ini—dengan kata lain, bukan secara kebetulan.

*Untuk mengomunikasikan pesan apa pun dengan benar memerlukan integrasi struktur konten, dengan mekanika sentris manusia tertentu, ini terutama berlaku di lingkungan AR/VR di mana Anda telah mengambil alih mata dan telinga seseorang. Ini berarti memahami pesan yang ingin Anda sampaikan, dan menjangkau, atau berkomunikasi ke semua bagian otak secara bersamaan, yaitu otak sadar, bawah sadar & otak otonom, dengan konten visual dan audio. Ada seni nyata untuk melakukan ini dengan benar, tetapi jawaban singkatnya adalah jika Anda hanya menempati ~ 30 derajat sistem penglihatan, Anda tidak dapat mencapai neuron yang diperlukan untuk melibatkan pemirsa secara emosional, di situlah semua pembelajaran dan kesenangan berada. Ini benar dalam Augmented Reality seperti halnya dalam virtual reality, meskipun penggunaan atau pesannya sangat berbeda. Kita sebagai manusia masih berfungsi dengan cara yang sama. Hal ini karena kurangnya pemahaman tentang masalah ini;*

*bagaimana, dan mengapa, orang-orang begitu terpesona dengan apa yang mereka alami dengan media ini, sehingga banyak perusahaan besar sering gagal.*

Jadi, dengan asumsi ukuran layar (yaitu, apa yang sebenarnya dilihat pengguna) tetap, kemudian meningkatkan resolusi, piksel per inci (PPI) akan menghasilkan peningkatan ketajaman sehingga ukuran piksel akan semakin kecil, yang akan meningkatkan FoV.

Bagan berikut menunjukkan hubungan umum antara resolusi layar, ukuran, dan FoV.



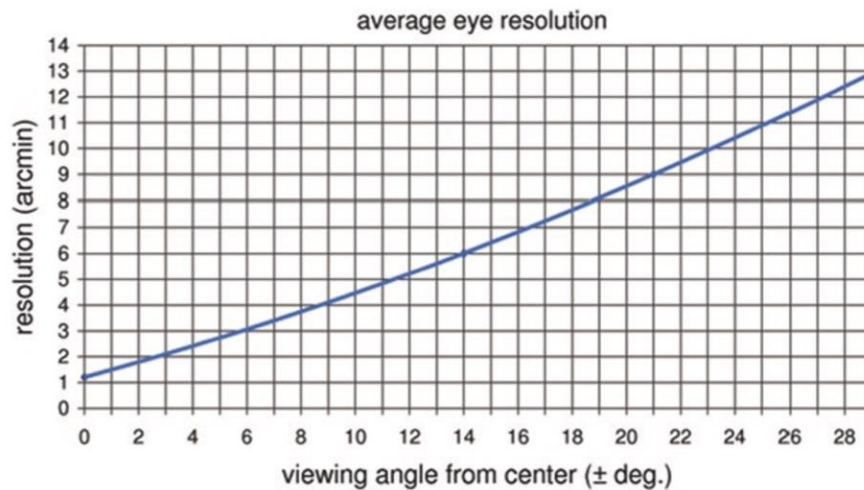
Gambar 8.7 FoV sebagai fungsi resolusi dan ukuran layar

Seperti yang ditunjukkan Gambar 8.7, meningkatkan resolusi layar (dengan asumsi ukuran layar tetap) akan meningkatkan FoV karena piksel menjadi lebih kecil dan lebih pas dalam tampilan fovea alami kita. Ini menunjukkan teknologi tampilan akan menjadi properti pembatas di FoV karena ukuran piksel.

Tidak seperti kebanyakan layar, resolusi mata tidak konstan—bervariasi pada retina (Gambar 8.8).

Kedalaman bidang adalah faktor lain yang harus dipertimbangkan ketika merancang sistem augmented reality. Depth of field adalah jarak antara objek terdekat dan terjauh yang memberikan gambar yang dinilai fokus oleh pemirsa dan kamera headset. Sistem harus memungkinkan tampilan yang jelas dari kedua gambar yang disajikan oleh layar dan objek nyata (dalam tampilan augmented reality).

Bidang pandang kamera perangkat harus sejajar dengan FoV kamera virtual di alat rendering jika tidak, gambar virtual akan berukuran tidak proporsional, atau mungkin tidak terlihat.



Gambar 8.8 Resolusi rata-rata mata manusia (y) terhadap bidang visual (x)

### 8.7.1 Pixel Pitch

Masalah resolusi dan FoV sangat rumit karena begitu banyak variabel yang terlibat. Salah satu pembahasan yang mendapat perhatian adalah pixel pitch.

Pitch piksel (terkadang disebut dot pitch, line pitch, stripe pitch, atau fosfor pitch) secara langsung menghubungkan resolusi tampilan dan jarak pandang yang optimal. Semakin kecil jumlah pitch piksel, semakin banyak piksel yang digunakan untuk membentuk gambar di layar Anda, sehingga meningkatkan resolusi dan jarak pandang yang optimal. Dot pitch menggambarkan jarak antar titik (sub-piksel) pada layar tampilan. Dalam hal tampilan warna RGB, satuan turunan dari pitch piksel adalah ukuran ukuran triad (titik RGB) ditambah jarak antar triad. Pitch titik atau piksel dapat diukur secara horizontal, vertikal, atau diagonal, dan dapat bervariasi tergantung pada rasio aspek tampilan.

Screen-door effect (SDE) atau fixed-pattern noise (FPN) adalah artefak visual tampilan, di mana jarak antara piksel (atau subpiksel) menjadi terlihat dalam gambar yang ditampilkan kepada pemirsa, biasanya sebagai garis hitam atau batas ( Gambar 8.9).



Gambar 8.9 Saat tampilan dekat dengan mata pemirsa, jarak menit antara piksel menjadi terlihat membentuk apa yang dikenal sebagai efek "Pintu Layar" atau Kebisingan Pola Tetap (Sumber gambar Wikipedia)

Efek pintu layar dapat dilihat dalam gambar proyektor digital dan tampilan biasa di bawah pembesaran atau jarak dekat. Meningkatkan resolusi tampilan akan mengurangnya; namun, dengan tampilan yang sangat dekat dengan mata seperti pada headset Virtual Reality, efek pintu layar menjadi masalah karena tampilan adalah tampilan tunggal di seluruh bidang pandang pemirsa. Dalam sistem augmented reality, layar menempati porsi yang lebih kecil dari total bidang pandang pemirsa sehingga efek pintu layar tidak terlalu terlihat.

Piksel per inci (PPI) jarang dipublikasikan oleh produsen headset augmented reality.

Smartphone, misalnya, dengan layar 5,5 inci dan resolusi 1080 × 1920 memiliki PPI 400, dan pada resolusi itu, di dekat mata Anda, efek pintu layar akan terlihat. PPI harus lebih besar dari 500, jika dekat dengan mata. HUD misalnya cukup jauh sehingga dapat menggunakan resolusi yang lebih kecil. Namun, saat PPI meningkat, dalam ruang tampilan tetap, FoV akan berkurang.

Area tampilan pada perangkat Augmented Reality yang dikenakan (kacamata dan helm) biasanya berada di sebelah kanan mata kanan, dan sedikit di atas atau di bawah pusat penglihatan. Tampilan head-up yang dipasang pabrik di mobil biasanya di bagian bawah kaca depan, dan di pesawat terbang baik di dekat bagian atas atau di bagian bawah kaca depan. Tampilan head-up after-market bisa hampir di mana saja. Beberapa kacamata Augmented Reality menempatkan informasi di tepi jauh kedua lensa. Pendukung dan kritikus berdebat tentang lokasi, gangguan untuk fokus (dan mengalihkan pandangan Anda dari objek utama); tidak ada jawaban yang benar, dan dalam kebanyakan kasus, ini adalah masalah pembelajaran untuk mengakomodasi perangkat augmented reality. Akomodasi tersebut merupakan salah satu faktor pembatas dalam penerimaan konsumen terhadap augmented reality.

### **8.7.2 Tampilan**

Tampilan adalah sumber utama kami untuk informasi dan sering kali interaksi. Augmented Reality dan teknologi terkait dikirimkan ke pengguna melalui tampilan atau perangkat proyeksi dari beberapa jenis, dan pada jarak tertentu. Bisa berbeda untuk semua kasus.

### **8.7.3 Proximity**

Tampilan dapat berada di tiga lokasi berbeda, jauh (signage, billboard, annunciator, command and control, ruang konferensi, CAVE, (Cave Automatic Virtual Environments [22]), dan lain-lain.), dekat (komputer, dashboard/kokpit dalam kendaraan, TV, dan lain-lain.), dan tutup (perangkat yang dapat dikenakan—misalnya, layar yang dipasang di kepala, jam tangan, dan lain-lain.). Near-display dibagi menjadi lean-back dan lean-forward. Lean-back adalah menonton TV, dan lean-forward adalah menonton komputer. Tampilan kokpit dan di dalam kendaraan lebih condong ke depan, karena seperti komputer mereka biasanya terlibat dengan beberapa bentuk interaktivitas.

### **8.7.4 Close**

Tampilan tertutup dibagi menjadi empat kategori utama, Virtual reality (Virtual Reality) head-mounted display (HMD), tampilan augmented-reality (helm, dan kacamata), perangkat genggam seperti smartphone atau tablet, dan pemutar media pribadi (PMP) atau perangkat (PMD) terutama untuk hiburan, meskipun dapat juga digunakan untuk bisnis. Kategori kelima adalah lensa kontak dan implan.

### **8.7.5 Virtual Reality**

Seperti disebutkan sebelumnya, layar virtual reality-head-mounted, dikategorikan sebagai HMD dekat dan dibagi lagi menjadi yang memiliki layar khusus terintegrasi atau built-in (misalnya, Oculus, HTC Vive), dan layar smartphone (misalnya, Samsung Gear). VHMD benar-benar menutup pandangan pengguna tentang dunia luar dan menenggelamkannya di dunia virtual.

### 8.7.6 Augmented Reality

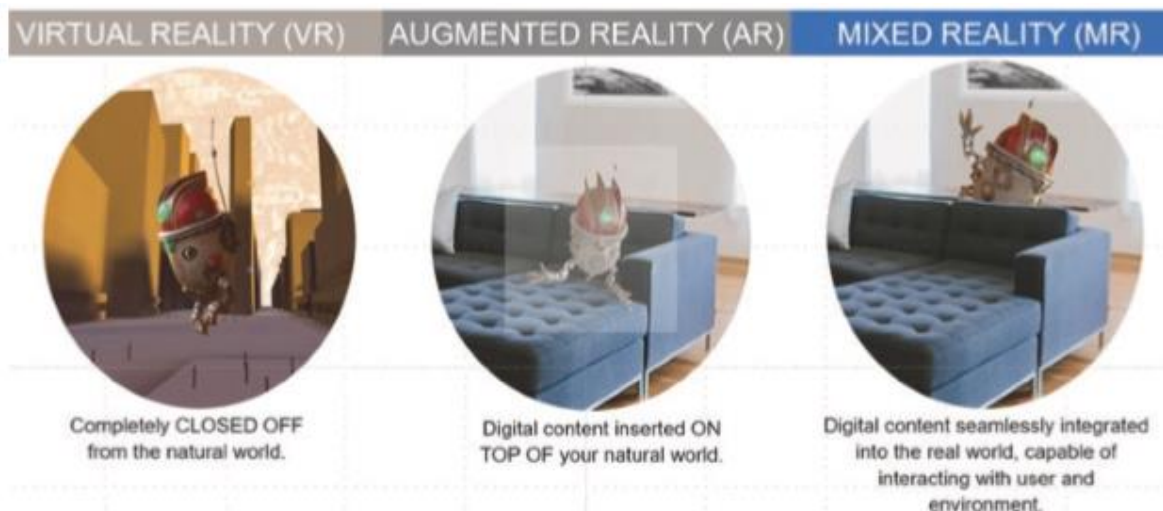
Demikian pula, layar yang dipasang di kepala dengan Augmented Reality, yang merupakan HMD dekat, dibagi lagi menjadi data dan grafik. Data Augmented Reality head-mounted display adalah perangkat yang hanya menyampaikan informasi dalam bentuk data (yaitu, teks dan objek grafik yang sangat primitif seperti kotak atau segitiga) dan grafik. Tampilan grafis augmented reality-head-mounted memberikan data grafis yang dihasilkan komputer yang kompleks, seperti gambar teknik, peta, atau hiburan.

Layar augmented reality-head-mounted hadir dalam bentuk helm, hanya mampu untuk data atau grafis, dan kacamata (juga dikenal sebagai kacamata cerdas). Augmented Reality juga dapat dikirimkan ke tablet dan smartphone yang memiliki kamera menghadap ke depan. Ketika Augmented Reality digunakan pada perangkat genggam tersebut, (yang dapat mencakup komputer notebook), mereka kadang-kadang disebut sebagai sistem tembus pandang atau "Windows di Dunia" (WOW).

Antarmuka pengguna (UI) tradisional untuk aplikasi "di luar desktop" menampilkan informasi digital pada permukaan 2D datar. Spatial Augmented Reality (SAR) menggunakan proyektor untuk ditampilkan di dinding, atau di atas meja yang dapat berinteraksi dengan pengguna tanpa layar yang dipasang di kepala atau perangkat genggam. Ini seperti CAVE (Lingkungan Virtual Otomatis Gua—lingkungan Virtual Reality yang terdiri dari ruangan berbentuk kubus di mana dindingnya adalah layar proyeksi belakang) tetapi tidak memiliki aspek fisik 3D dari CAVE.

### 8.7.7 Campuran

Tidak seperti augmented reality, mixed reality memiliki keunggulan untuk dapat berintegrasi dan berinteraksi dengan lingkungan Anda, ia mencoba menggabungkan aspek terbaik dari virtual reality dan augmented reality. Mixed Reality adalah istilah pemasaran yang dipromosikan oleh Magic Leap, Microsoft, dan beberapa perusahaan kecil (Gambar 8.10).



Gambar 8.10 Perbandingan Realitas (Courtesy Magic Leap)

Mixed reality (MR), juga disebut hybrid reality, adalah penggabungan dunia nyata dan virtual untuk menghasilkan lingkungan dan visualisasi baru di mana objek fisik dan digital hidup berdampingan dan berinteraksi secara real time. Ini mencoba untuk menggabungkan aspek terbaik dari Virtual Reality dan augmented reality.

Kabar baiknya, kabar buruk adalah Augmented Reality adalah, atau akan, dalam segala hal dan karena itu ada kebutuhan untuk mengidentifikasi implementasi mana yang Anda maksud.

### **8.7.8 Cahaya Sekitar**

Ketika gambar dan informasi ditumpangkan pada pandangan seseorang tentang lingkungan mereka, jumlah cahaya lingkungan akan mempengaruhi visibilitas informasi tersebut. Oleh karena itu, sensor cahaya sekitar diperlukan untuk mengukur cahaya latar tersebut dan mendorong kecerahan tampilan perangkat Augmented Reality saat ada lebih banyak cahaya dan meredupkannya saat ada lebih sedikit cahaya.

Kondisi cahaya sekitar sangat bervariasi dari penggunaan indoor hingga outdoor. Ini dapat memiliki efek mendalam pada persyaratan tampilan sehingga gambar akan muncul di dunia nyata.

### **8.7.9 Kedalaman Warna**

Jumlah warna yang dihasilkan oleh tampilan yang dikenal sebagai kedalaman warna sangat penting bagi pemirsa, tergantung pada jenis data yang ditampilkan. Mata manusia dapat membedakan hingga sepuluh juta warna. Namun, jika hanya teks, atau peta sederhana yang ditampilkan, generator gambar yang digunakan tidak perlu memberikan kedalaman warna yang begitu luas. Jika di sisi lain gambar kompleks perangkat mekanis, atau anatomi manusia sedang ditampilkan, kedalaman warna sangat penting untuk diskriminasi.

### **8.7.10 Tingkat Kesegaran**

Juga dikenal sebagai frame rate, refresh rate adalah frekuensi di mana generator gambar menghasilkan gambar berurutan ke tampilan, dan diukur dalam frame per detik (FPS). Frekuensi yang lebih rendah dari sekitar 20 FPS dianggap sebagai kedipan, dan di bawah 12 fps dianggap sebagai gambar terpisah bagi individu sementara kecepatan yang lebih cepat menciptakan ilusi gerakan. 24 adalah standar video minimum saat ini yang akan menjadi harapan untuk refresh tampilan HMD, namun, seperti yang disebutkan di tempat lain, untuk menghindari latensi, refresh rate dapat berjalan setinggi 120 fps. Frame rate juga dinyatakan sebagai Hz dalam beberapa kasus.

Dua puluh empat frame per detik (atau lebih) digunakan untuk film. Proyektor film menggunakan gerbang ganda dan menampilkan bingkai yang sama dua kali untuk mendapatkan kecepatan kedip hingga 48 Hz. Flicker lebih merupakan masalah ketika ada blanking (tidak ada gambar) antara frame seperti dengan film atau CRT yang memiliki blanking pada atau di bawah 60hz.

Tampilan hari ini umumnya diperbarui dari 60 hingga 120 Hz. Pergi ke frame rate yang lebih tinggi mengurangi jitter yang dirasakan dengan gambar yang bergerak cepat.

### **8.7.11 Ringkasan**



Jelas, kami tidak dapat mengalami Augmented Reality tanpa perangkat tampilan dari beberapa jenis, dan seperti yang sering terjadi, tidak ada solusi yang dapat (atau akan) memenuhi semua persyaratan. Ada lebih banyak tentang tampilan di bab, "Tampilan,".

Augmented Reality adalah platform komputasi seluler utama berikutnya, dan semua yang telah kita pelajari dari smartphone akan digunakan untuk augmented reality. Itu akan mencakup cara memeras kinerja luar biasa dari prosesor sambil menggunakan daya minimal yang memungkinkan bobotnya berkurang. Produksi massal smartphone menurunkan harga sensor dan layar tampilan, dan pembuat perangkat Augmented Reality mendapat manfaat dari itu.



Gambar 8.11 Teknologi smartphone akan memungkinkan pengembangan perangkat Augmented Reality konsumen dan komersial (Qualcomm)

Para ilmuwan memiliki banyak pekerjaan yang harus dilakukan mengingat kemampuan penglihatan manusia. Dalam beberapa kasus, visi kami cukup baik untuk mengakomodasi tampilan yang lebih lambat dan sejumlah latensi tertentu. Dan, di sisi lain, peningkatan kekuatan prosesor juga akan memungkinkan gambar yang lebih tajam diintegrasikan ke dalam kenyataan, teks yang lebih mudah dibaca, dan warna yang lebih kaya. Ketika perbaikan datang, mata kita siap untuk itu (Gambar 8.11).

Pada saat yang sama, hukum Moore, terus memungkinkan semikonduktor menjadi lebih kecil, lebih padat, dan lebih kuat. Pembuatan layar semikonduktor seperti OLED dan microLED juga menguntungkan augmented reality. Dan sementara beberapa orang berpikir versi konsumen dari augmented reality, ketika tiba, akan menggantikan kebutuhan akan smartphone, Augmented Reality akan selamanya menjadi hutang industri smartphone. Seperti smartphone, evolusi Augmented Reality akan memakan waktu bertahun-tahun tetapi berpotensi besar. Perkiraan/harapan pribadi saya adalah pada tahun 2020–2025 kita akan menggunakan Augmented Reality dengan santai dan biasa seperti yang kita lakukan pada smartphone saat ini. Dan beberapa orang telah memperkirakan bahwa hanya masalah waktu sebelum kita menukar smartphone kita dengan kacamata cerdas.

## 8.8 Tampilan Augmented Reality

Seperti disebutkan sebelumnya, tampilan Augmented Reality pertama adalah teleprompter yang dikembangkan oleh Hubert Schiafly pada tahun 1950 dan berdasarkan konsep Pepper's Ghost.

Perangkat Augmented Reality pertama yang dapat dipakai adalah sistem pengawasan jarak jauh yang dipasang di kepala Philco yang dikembangkan pada awal 1960-an [23]. Layar portabel yang digunakan dalam perangkat Augmented Reality telah menjadi tantangan dan seringkali menjadi komponen pembatas (karena ukuran, berat, biaya, konsumsi daya, panas, kecerahan, resolusi, keandalan, dan daya tahan) untuk perangkat yang dapat dikenakan. Akibatnya, banyak solusi telah dikembangkan, ditawarkan, dan dicoba, dan kami telah belajar bahwa tidak ada obat mujarab, tidak ada "satu ukuran cocok untuk semua".

Bagian ini akan membahas tampilan perangkat Augmented Reality yang dapat dikenakan dan bukan tampilan yang ditemukan di perangkat seluler seperti smartphone, notebook, tablet, dan HUD. Perangkat tersebut mampu memberikan pengalaman augmented reality, hanya saja tidak (mudah) dapat dikenakan.

Juga, sebagian besar headset Augmented Reality (helm, kacamata, add-on, dan lain-lain.) hanya menggunakan satu tampilan (biasanya di atas mata kanan). Ketika dua tampilan digunakan, tantangan untuk menghasilkan gambar stereo 3D (S3D) yang diproyeksikan ditambahkan ke beban kerja generator gambar dan konten, yang merupakan tantangan, dan salah satu alasan tampilan tunggal adalah model utama. Itu tidak berarti Anda tidak dapat melihat objek 3D dengan headset augmented reality, itu hanya berarti objek akan menjadi datar. Namun, karena objek akan diam secara efektif, Anda dapat bergerak di sekitarnya dan mendapatkan efek stereo.

Tampilan stereoskopik adalah salah satu perbedaan antara Augmented Reality dan virtual reality. Headset Virtual Reality menghadirkan dua tampilan terpisah untuk membuat gambar stereoskopik semu (menggunakan dua layar datar) dan otak Anda menciptakan gambar tiga dimensi. Headset Mixed Reality, yang pada dasarnya adalah headset Virtual Reality dengan kamera berwawasan ke depan, juga menghasilkan gambar 3D quasi-stereoscopic.

Bekerja pada perangkat atau skema tampilan yang ringan akan berlangsung selama beberapa waktu, mungkin sampai kita memiliki implan seperti yang dikembangkan di Monash University di Clayton, karya Victoria [24] atau Alpha IMS yang dikembangkan oleh University of Tübingen, Jerman [25].

Sementara itu, ada perkembangan mulai dari adaptasi layar organic light-emitting diode (OLED) yang diproduksi untuk smartphone, hingga lensa kontak eksperimental. Pada bagian ini teknik tampilan terkemuka akan dibahas secara singkat untuk tujuan survei. Teknologi tampilan cukup kompleks, dan banyak yang telah ditulis tentangnya. Adalah di luar cakupan buku ini untuk mengganti, bersaing, atau bahkan mendekati buku-buku tebal itu. Namun, pengetahuan dan kesadaran dari banyak jenis tampilan adalah tepat. Teknologi yang tercantum di sini tidak lengkap, dan terdaftar berdasarkan abjad, bukan dalam hal popularitas atau yang paling menjanjikan.

Ada berbagai cara untuk mendekati taksonomi tampilan yang digunakan dalam sistem augmented reality.

### 8.8.1 Transparansi

*Augmented Reality (AR), Dr. Joseph. T.S, M.Kom*

Salah satu pendekatannya adalah transparansi. Dengan menggunakan pendekatan itu, ada dua teknologi tampilan utama yang dikembangkan di industri saat ini:

- **Non-Transparan:** Sebagian besar pilihan tampilan tidak transparan. Perangkat tampilan menghasilkan gambar dan kemudian gambar tersebut dipantulkan atau diarahkan ke mata pengguna. Contoh dalam kategori ini termasuk proyektor, laser gambar retina, tampilan kristal cair (LCD), kristal cair feroelektrik pada silikon (FLCoS), dan kristal cair pada silikon (LCoS). Ada juga mikrodisplay OLED tampilan langsung.
- **Transparan:** Tampilan transparan adalah OLED dan mungkin lensa kontak dengan dioda pemancar cahaya mikro (LED).

### 8.8.2 Teknologi

Pendekatan lain adalah dengan jenis teknologi yang digunakan. Misalnya, mikrodisplay dan panel datar dan/atau reflektif versus emisif. Sebagian besar headset tembus pandang Augmented Reality menggunakan layar mikro dan sebagian besar headset Virtual Reality menggunakan panel datar. Pengecualian adalah Meta 2 yang menggunakan panel datar OLED besar dan kemudian optik yang sangat besar (pada dasarnya penggabung bola ganda seperti digunakan di beberapa tampilan HUD).

Bahkan OLED yang dapat tembus pandang digunakan sebagai perangkat yang tidak tembus pandang. Oleh karena itu, perbedaannya mungkin tidak membawa pembaca ke mana pun.

- ***Emissive atau Reflektif***

LCD bersifat transmisif (layar LCD yang menggunakan lampu latar, seperti yang akan dibahas nanti, bagian “Pencahaya belakang vs. transparansi”). Apa yang paling mempengaruhi desain optik adalah apakah modul itu memancarkan atau reflektif. Desain optik untuk layar mikro OLED atau LCD poli-silikon suhu tinggi (HTPS) pada dasarnya sama meskipun LCD memiliki lampu latar.

Optik DLP dan LCoS konvensional lebih rumit karena mengharuskan kita untuk mengarahkan cahaya ke dalamnya untuk menerangi panel itu dan kemudian mundur. Himax datang dengan LCoS depan dengan modul yang sangat mirip dengan LCD transmisif dengan menggunakan waveguide untuk menerangi perangkat LCoS (lihat bagian berikutnya).

- ***Optical Path***

Namun, yang lebih penting dalam desain optik adalah jalur optik. Dalam hal ini, layar mikro OLED, LCD HTPS, dan LCoS Front-Lit bertindak sama.

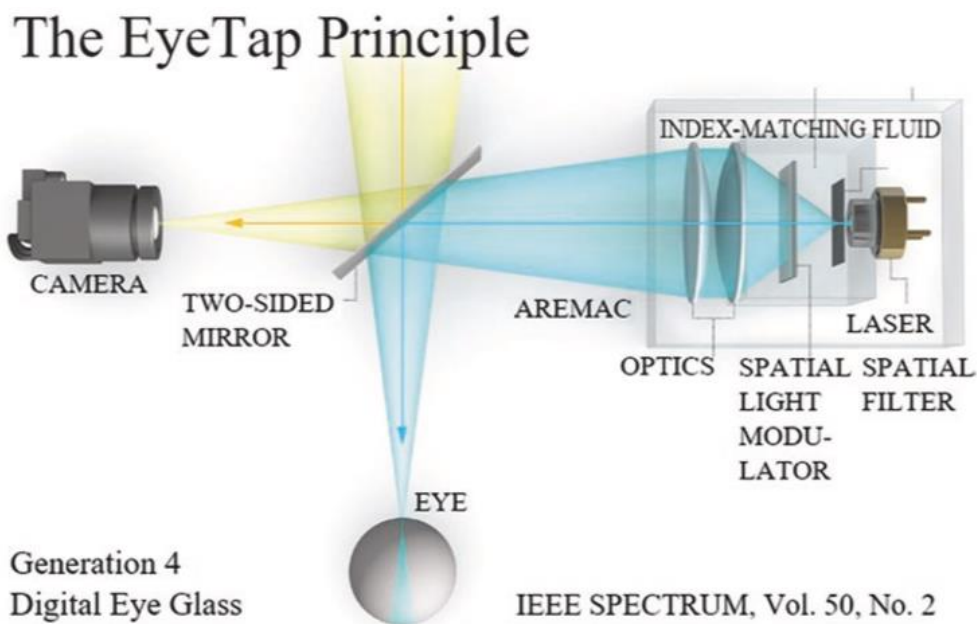
Keuntungan besar pada tampilan non-emisi (dan sangat penting untuk waveguide difraksi dan holografik, adalah Anda dapat mengontrol panjang gelombang cahaya dengan sumber emisi (LED atau Laser). OLED menghasilkan cahaya spektrum luas yang tidak berfungsi.

- ***Eyetaap versus Offset***

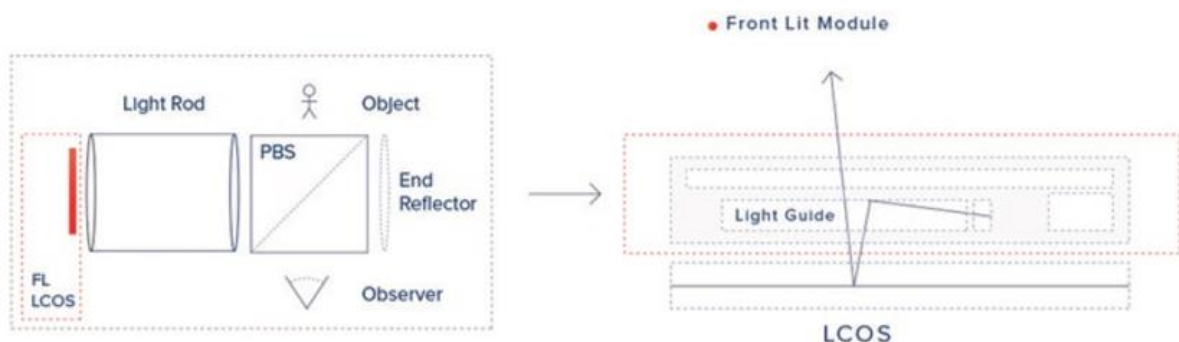
Steve Mann, penemu EyeTap, dan pelopor dalam augmented reality, menyatakan bahwa gambar virtual harus sejalan dengan apa yang dilihat pemakainya di dunia nyata. Kriteria Mann untuk mitigasi memprediksi ketidaksesuaian yang dihasilkan antara gambar jendela bidik dan dunia nyata akan menciptakan pemetaan yang tidak wajar. Mann menunjukkan bahwa siapa pun yang berjalan-jalan sambil memegang camcorder kecil di dekat matanya

selama beberapa jam sehari akan memperoleh pemahaman tentang efek psikofisik buruk yang dihasilkan. Akhirnya, efek buruk seperti mual, dan kilas balik, dapat bertahan bahkan setelah kamera dilepas. Untuk mengurangi masalah itu, EyeTap dirancang dengan kolinearitas sedekat mungkin, dan diilustrasikan pada Gambar 8.12.

Perwujudan sistem kamera yang dapat dikenakan terkadang menimbulkan perpindahan kecil antara lokasi kamera yang sebenarnya, dan lokasi gambar virtual jendela bidik. Oleh karena itu, paralaks harus dikoreksi dengan sistem penglihatan, diikuti dengan transformasi koordinat 3D, diikuti dengan rendering ulang, atau jika video dimasukkan secara langsung, pemakainya harus belajar membuat kompensasi ini secara mental. Ketika tugas mental ini dibebankan pada pemakainya, saat melakukan tugas-tugas jarak dekat seperti melihat ke mikroskop sambil mengenakan kacamata, ada perbedaan yang sulit dipelajari, dan itu dapat menimbulkan efek psikofisik yang tidak menyenangkan.



Gambar 8.12 Jalur optik EyeTap Steve Mann untuk menetapkan kolinearitas (Mann)



Gambar 8.13 Modul LCoS dengan lampu depan mampu memberikan kecerahan tinggi lebih dari 5000 cd/m<sup>2</sup>, yang merupakan kandidat sempurna untuk aplikasi tampilan yang dipasang di kepala (Himax) tembus pandang

### 8.8.3 Tampilan Emisi dan Modulasi Langsung

Teknologi tampilan juga dapat dibagi menjadi dua jenis utama pembuatan gambar—memancar langsung, dan termodulasi.

Generator gambar emisi langsung transparan, yang mencakup OLED dan LED mikro.

Generator gambar termodulasi non-transparan adalah teknologi seperti tampilan kristal cair (LCD), Liquid Crystal on Silicon (LCoS) dan tampilan sistem mikroelektromekanis (MEM) seperti perangkat cermin mikro digital (DMD) atau perangkat Pemrosesan Cahaya digital (DLP).

Didirikan pada tahun 2001 dan berkantor pusat di Tainan, Taiwan, Himax telah mengaburkan batas antara tampilan memancarkan dan termodulasi dengan teknologi cahaya depan mereka di mana mereka menggunakan waveguide untuk menerangi panel LCoS sehingga dapat digunakan secara optik mirip dengan perangkat LCD OLED atau transmisi (Gambar 8.13).

Konsep lampu depan ini mungkin akan menemukan jalannya ke beberapa desain untuk headset dan helm augmented reality.

Tampilan termodulasi umumnya menggabungkan tiga komponen utama:

- Sumber cahaya eksternal
- Optik penggabung
- Generator pola

Dalam tampilan termodulasi, cahaya pertama diarahkan ke generator pola eksternal. Gambar kemudian dibentuk dengan mengaktifkan atau menonaktifkan setiap piksel dalam array. Untuk jenis sistem non-emisi ini, cahaya harus selalu datang pada setiap piksel.

- ***Tampilan Termodulasi Tidak transparan***

Bagian berikut akan membahas secara singkat tampilan non-tembus pandang yang sedang atau telah digunakan dalam tampilan kepala dan helm augmented reality. Tampilan di perangkat seluler seperti smartphone dan tablet tidak disertakan (walaupun perangkat tersebut digunakan dalam aplikasi augmented reality), juga tidak akan dibahas tabung sinar katoda mikro (CRT), meskipun itu adalah perangkat tampilan pertama yang digunakan dalam augmented reality. sistem. CRT sekarang dianggap usang. Array vertikal yang dipindai dari LED juga tidak akan dibahas yang digunakan dalam tampilan perintis yang dipasang di kepala Private Eye yang menciptakan bidang (layar) monokrom visual menggunakan cermin bergetar.

Tampilan non-transparan seperti namanya, cahaya dipancarkan dari, atau dikaburkan olehnya dan bukan melaluinya. Meskipun beberapa elemen aktif dalam tampilan non-transparan mungkin semi atau sepenuhnya transparan (tergantung pada komposisinya, dan voltase yang diterapkan padanya) atau elemen pemancar sangat kecil sehingga tampak transparan, mereka biasanya memiliki substrat dan/atau sistem pencahayaan panel belakang.

- ***Generasi Warna***

Tampilan non-transparan seringkali bersifat monokromatik dan beberapa skema harus digunakan untuk membuatnya menjadi tampilan warna yang tampak non-monolitik.

- ***LCD dengan Filter Warna***

LCD itu sendiri hanya katup cahaya dan tidak menghasilkan cahaya; cahaya berasal dari lampu latar yang berpendar atau satu set LED. LCD menggunakan tiga subpiksel dengan filter warna transmisi RGB (CF). Piksel harus relatif besar dan membiarkan hanya 1-1,5% dari cahaya. Penurunan skala dibatasi oleh warna yang bercampur ("warna bocor", efek LC) dan keluaran cahaya. Meskipun panel tidak menggunakan banyak daya, mereka tidak menggunakan lampu penerangan (panel belakang) dengan sangat efisien yang merupakan konsumen daya utama.

LCD juga memiliki tampilan off-angle yang terbatas. Namun, dalam kasus Augmented Reality itu tidak terlalu menjadi masalah.

Selain itu, warna dapat dibuat dalam LCD tanpa filter warna—melalui proses warna berurutan di lapangan. Ini mungkin pendekatan yang menarik untuk solusi dekat-ke-mata karena memungkinkan resolusi yang jauh lebih tinggi. FSC dibahas kemudian (bagian "Warna sekuensial bidang—LCoS") dengan teknologi lain (LCoS dan DMD), tetapi tentu saja dapat digunakan dengan LCD juga.

LCD adalah perangkat optik yang dimodulasi secara elektronik yang terdiri dari sejumlah segmen yang mengontrol lapisan kristal cair dan disusun di depan sumber cahaya (lampu latar) atau reflektor untuk menghasilkan gambar berwarna atau monokrom.

- **Layar LCD**

Meskipun dipelajari sejak akhir tahun 1880-an, baru pada tahun 1972 panel layar kristal cair matriks aktif pertama diproduksi di Amerika Serikat oleh T. Peter Brody (1920–2011) dan timnya di Westinghouse, di Pittsburgh, Pennsylvania. [26]. Ada beberapa supplier layar mikro kristal cair yang saat ini tersedia dan telah terintegrasi dalam headset yang berbeda. LCD transmissive Kopin pada transistor silikon kristal tunggal telah digunakan dalam kaca mata cerdas dari Vuzix dan Recon, serta di headset merek perusahaan sendiri, Solos.

Perhatikan bahwa "transmissive" berarti dapat disinari dari belakang. Modul tampilan lengkap dengan lampu latar tidak transparan. Pada Gambar 8.14, Anda dapat melihat melalui tampilan karena bermata dan akan menjadi tidak fokus jika pengguna fokus melewatinya.



Gambar 8.14 Pupil modul 4 mm Kopin, di belakang rim dan hampir tidak terlihat dari luar (Sumber: Kopin)

LCD digunakan dalam berbagai aplikasi termasuk monitor komputer, televisi, panel instrumen, tampilan kokpit pesawat, dan papan nama. Mereka umum di perangkat konsumen seperti pemutar DVD, perangkat game, jam, jam tangan, kalkulator, dan telepon, dan telah menggantikan tampilan tabung sinar katoda (CRT) di hampir semua aplikasi.

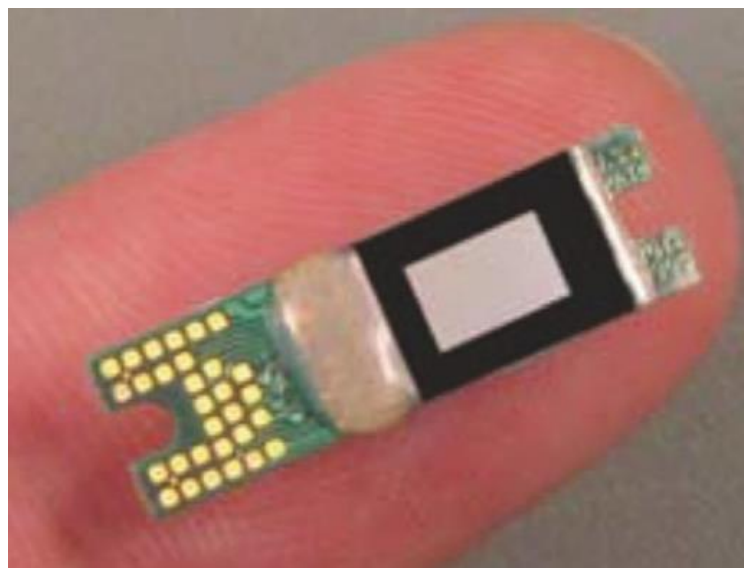
- **Back Lighting versus Transparansi**

LCD secara inheren transparan, meskipun solusi polarisasi umumnya memblokir hampir setengah cahaya, atau lebih. Mereka disebut sebagai katup cahaya, yang dapat melewatkan atau memblokir cahaya terpolarisasi. Dalam konstruksi layar LCD untuk perangkat seluler, PC, dasbor, dan rambu, panel belakang yang terang ditempatkan di belakang LCD. Ini adalah lampu panel belakang yang membuat LCD tidak transparan. Ada juga solusi edge-lit, dan front-lit, serta LCD reflektif yang digunakan di monitor dan sistem industri, tetapi bukan headset augmented reality.

Layar LCD awal menggunakan panel belakang reflektif karena pada saat itu biaya, ukuran, dan kebutuhan daya dari panel belakang memancarkan sangat mahal (dan masih hari ini, sejumlah besar tampilan matriks pasif, jam/kalkulator/dan lain-lain, bersifat reflektif). Sejak itu panel dibuat sangat tipis menggunakan lampu fluorescent katoda dingin (CCFL), dan sejak sekitar 2010, LED telah digunakan untuk penerangan panel belakang.

Agaknya, tampilan Augmented Reality yang digunakan dalam cahaya ambient nominal bisa menjadi panel LCD asli yang dipasang di lensa headset atau helm. Namun, itu tidak akan berfungsi dengan baik di malam hari atau di area gelap, atau area yang dipenuhi asap.

Namun, 'rahasia kecil yang bersalah' dari banyak LCD transparan adalah susunan transistor dapat bertindak sebagai kisi difraksi dan tidak memberikan pandangan yang jelas tentang apa pun yang jauh. Itu sebabnya mereka sering digunakan dalam aplikasi showcase di mana objek yang dilihat lebih dekat ke layar daripada penampil.



Gambar 8.15 Modul LCoS Syndiant (Syndiant Sumber)

- **LCoS**

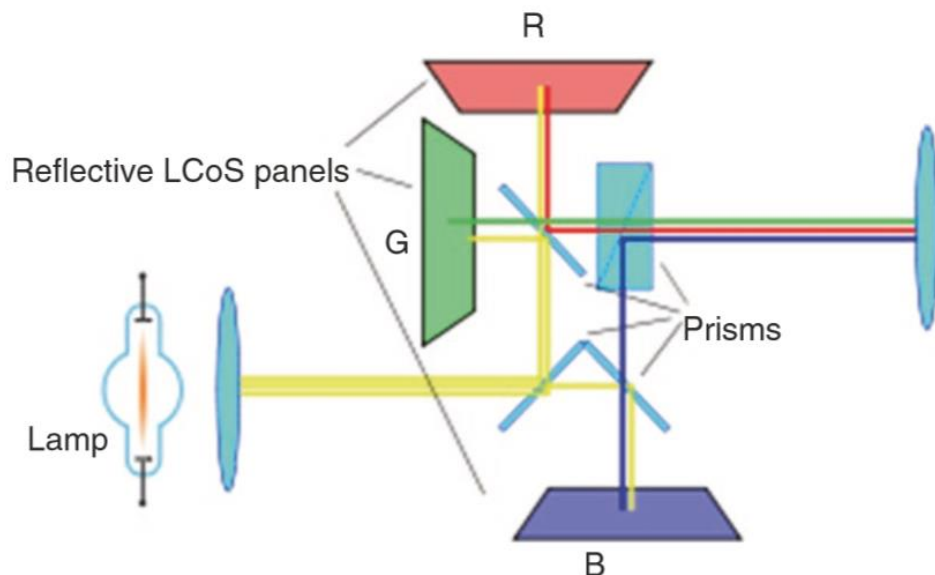
Liquid-Crystal on Silicon (LCoS) adalah teknologi yang digunakan untuk membuat mikro-display dengan mengapit lapisan kristal cair di antara kaca penutup dan permukaan seperti cermin yang sangat reflektif dengan piksel di atas chip silikon. Lapisan ini membentuk tampilan mikro yang dapat digunakan dalam tampilan proyeksi seperti layar besar, TV proyeksi belakang, dan tampilan yang dipasang di kepala untuk headset dan helm augmented reality.

Mikrodisplay Liquid Crystal on Silicon (LCOS) tidak memancarkan sehingga memerlukan sumber iluminasi terpisah yang dimodulasi oleh tampilan mikro yang memberikan warna

penuh dan skala abu-abu. Karena pencahayaan tidak terkait dengan teknologi tampilan itu sendiri, opsi pencahayaan dapat dianggap dapat disesuaikan untuk aplikasi (Gambar 8.15).

Dikembangkan oleh General Electric pada awal 1970-an [27], baru pada akhir 1990-an sejumlah perusahaan berusaha mengembangkan produk untuk aplikasi mata dekat dan proyeksi. LCoS, juga disebut mikro-display oleh beberapa produsen. Ada banyak jenis tampilan mikro—kategorinya tidak terbatas pada LCoS.

Lebih dari Rp. 28,8 triliun telah dihabiskan sejak akhir 1970-an, mencoba mengembangkan teknologi dan infrastruktur di balik layar LCoS. Setelah awal yang gelisah, teknologi akhirnya matang. Seperti disebutkan, General Electric adalah perusahaan pertama yang mengembangkan LCoS pada 1970-an menurut Armitage, Underwood, dan Wu.<sup>139</sup> Pada akhir 1990-an IBM, bersama dengan Philips dan Nikon, mengembangkan sistem proyeksi tiga panel pertama berdasarkan LCoS mesin [28]. Teknologi ini pertama kali digunakan di TV proyeksi, dan dibawa ke pasar oleh JVC, Sony, Olevia (Brilliant) dan lainnya (seperti Spatialight, MicroVue, Micro-display, dan Colorado Micro-display).



Gambar 8.16 Diagram konseptual proyektor LCoS (Wikipedia)

Pada tahun 1997, JVC melaporkan pengembangan  $1365 \times 1024$  Digital Direct Drive Image Light Amplifier (D-ILA). Sekitar waktu yang sama, IBM melaporkan pengembangan panel LCoS  $2048 \times 2048$ , yang mereka gunakan dalam mesin tiga panel untuk mendemonstrasikan prototipe monitor komputer proyeksi belakang diagonal 28 inci. Banyak orang memuji IBM karena telah mengembangkan LCoS. Implementasi komersial selanjutnya dari teknologi LCoS termasuk Silicon X-tal Reflective Display (SXRD) Sony dan D-ILA JVC.

Seperti disebutkan di atas, LCoS adalah layar kristal cair matriks aktif reflektif mini atau "layar mikro" yang menggunakan lapisan kristal cair di atas bidang belakang silikon. Ini juga disebut sebagai modulator cahaya spasial. LCoS awalnya dikembangkan untuk televisi proyeksi tetapi sekarang digunakan untuk peralihan selektif panjang gelombang, penerangan terstruktur, tampilan mata dekat dan pembentukan pulsa optik. Sebagai perbandingan, beberapa proyektor LCD menggunakan LCD transmisi, memungkinkan cahaya melewati kristal cair.

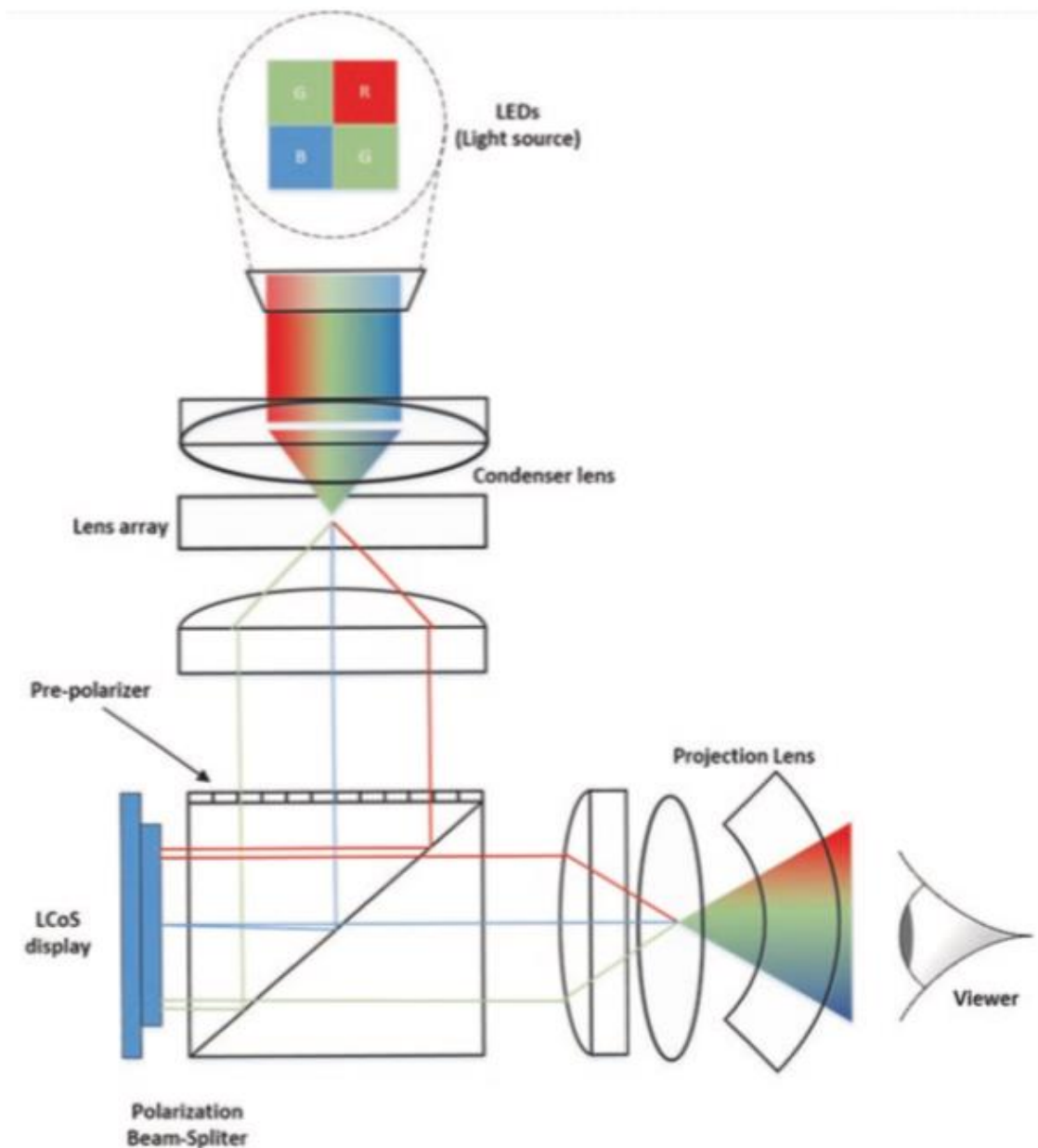
Versi pertama menggunakan tiga panel warna reflektif seperti yang ditunjukkan pada Gambar 8.16.



Seiring waktu, para insinyur menemukan cara menggunakan pemecah sinar polarisasi (PBS) untuk memadatkan optik dan menghilangkan panel reflektif, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 8.17.

Dalam tampilan LCoS, chip CMOS mengontrol tegangan pada elektroda aluminium reflektif persegi yang terkubur tepat di bawah permukaan chip, masing-masing mengontrol satu piksel.

Sebagian besar perusahaan telah meninggalkan pengembangan teknologi LCoS setelah bertahun-tahun melakukan R&D dan investasi termasuk Intel dan Philips. Teknologi ini menemukan peluang baru di pasar proyektor mikro (pico-proyektor) untuk tampilan yang dipasang di kepala.



Gambar 8.17 LCoS dengan pemecah sinar polarisasi untuk warna (Panasonic)

Dalam prototipe awal Google Glass, mereka menggunakan filter warna LCoS dan kemudian beralih ke LCoS sekuensial bidang. Ini tampaknya menunjukkan bahwa mereka memilih ukuran daripada masalah dengan pemisahan warna berurutan bidang. Piksel LCoS sekuensial

bidang berukuran kurang dari  $1/3$  (dan biasanya mendekati  $1/9$  ukuran) dari perangkat 3-warna yang ada (LCoS filter warna atau OLED).

- **Color Filter Reflective—LCoS**

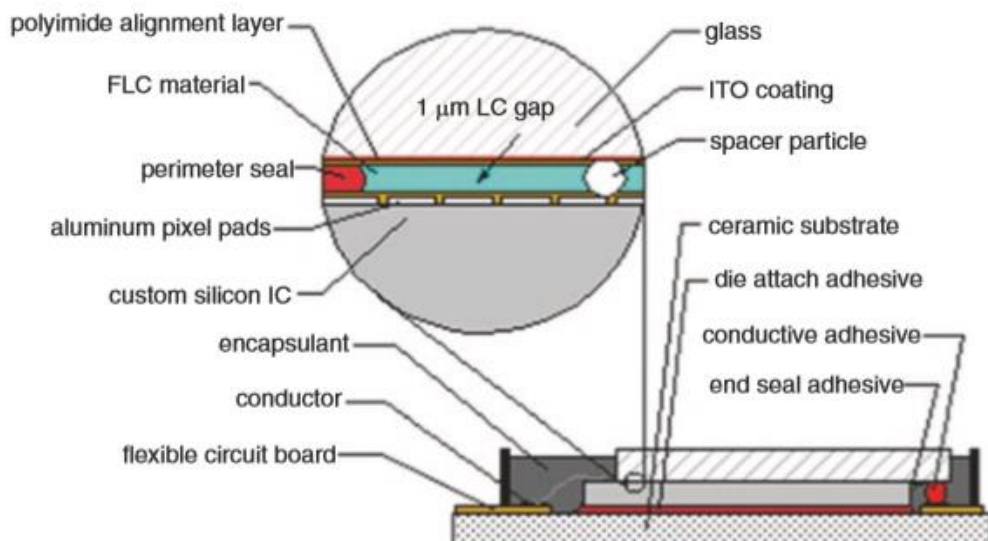
Filter warna reflektif (LCoS) memiliki fungsi yang mirip dengan filter warna LCD tetapi sub-piksel (titik warna) secara fisik dapat lebih kecil; namun, mereka masih terbatas dalam seberapa kecil mereka dapat dibuat (diperkecil) karena membutuhkan tiga sub-piksel dan pendarahan warna. Throughput cahaya lebih baik, sekitar 10%. LCoS juga membutuhkan optik yang lebih rumit (seperti beam-splitter) daripada LCD transmisi, tetapi berbagi manfaat daya yang rendah. Himax mengatakan mereka dapat mendukung "Front-Lit" untuk kedua bidang sekuensial dan filter warna LCoS.

- **Field Sequential Color—LCoS**

Warna sekuensial bidang (FSC) juga dapat digunakan oleh tampilan LCoS. Namun, FSC dapat mengalami pecahnya warna karena bidang berurutan, dan akan sering menghasilkan efek pelangi, tetapi pikselnya bisa sangat kecil (kurang dari  $1/3$  dari filter warna LCD). Namun, pemisahan warna berkurang secara signifikan dengan beralih ke 360 bidang warna per detik (masing-masing dua merah, hijau, dan biru) per  $1/60$  frame hari ini karena sumber cahaya modern dapat dinyalakan/dimatikan dengan sangat cepat dan waktu respons LC sangat cepat. lebih cepat.



Gambar 8.18 Teknik warna sekuensial bidang (Sumber: Syndiant)



Gambar 8.19 mikro-display FLCoS

Throughput cahaya lebih tinggi, dalam urutan 40% (dengan asumsi kehilangan 45% dalam polarisasi) (Gambar 8.18).

LCoS warna sekuensial bidang membutuhkan daya yang lebih tinggi ke panel karena perubahan bidang. Jalur optik seperti LCoS reflektif filter Warna, tetapi untuk memanfaatkan ukuran yang lebih kecil membutuhkan optik yang lebih kecil tetapi berkualitas lebih tinggi. LCoS warna sekuensial bidang berpotensi cocok dengan laser untuk kedalaman fokus yang sangat besar sehingga gambar Augmented Reality tetap fokus di mana pun mata pengguna difokuskan. Namun, itu tidak selalu merupakan hal yang baik karena masalah vergence/akomodasi.

- **FLCoS**

Kristal cair feroelektrik (FLCoS) pertama kali diusulkan pada tahun 1980 oleh Noel A. Clark (1940-), dan Sven Torbjörn Lagerwall (1934-) [29]. dan telah membuat dampak yang luas pada aplikasi yang beragam seperti korelasi optik dan proyeksi holografik<sup>4</sup>. Mereka secara inheren beralih lebih cepat daripada kristal cair lainnya (Gambar 8.19).

Mikro-display FLCoS dibedakan dari mikro-display lainnya dengan penggunaan kristal cair feroelektrik (FLC) yang dapat beralih dalam waktu kurang dari 100 sec, dibandingkan dengan kristal cair nematik konvensional yang ditemukan pada LCD yang beralih dalam rentang 1 ms. Kecepatan switching LC kira-kira sebanding dengan kuadrat ketebalan. Untuk LC yang sama, panel reflektif LCoS harus setengah tebal dan dengan demikian 4X lebih cepat. Ada banyak kemajuan dalam "campuran" Tn LC yang jauh lebih cepat dan bahkan beberapa campuran Van LC, oleh karena itu dimungkinkan untuk memiliki Tn LC 1 ms atau lebih cepat.

Kecepatan switching yang cepat dari FLCoS memungkinkan satu die silikon semikonduktor oksida logam (CMOS) komplementer tunggal yang permukaannya dilapisi dengan FLC untuk menghasilkan tampilan penuh warna. Antarmuka sirkuit CMOS ke input video standar dan membuat gambar pada cermin reflektif pixilated yang diimplementasikan menggunakan lapisan atas logam dari proses CMOS. Bahan FLC berinteraksi dengan cahaya yang melewati material baik berputar atau tidak memutar polarisasi cahaya berdasarkan tegangan yang ditempatkan pada logam pixilated oleh sirkuit CMOS. Layar mikro FLCoS menggunakan kecepatan FLC yang cepat untuk menghasilkan urutan frame rate tinggi dari gambar merah, hijau dan biru (RGB) yang diintegrasikan oleh mata manusia ke dalam gambar penuh warna. Karena layar mikro FLCoS berbasis CMOS, ia dapat menggunakan interkoneksi volume tinggi dan teknologi pengemasan yang secara inheren konsisten dengan model ukuran kecil, daya rendah, dan harga konsumen.

Namun, FLC memiliki kelemahan bahwa ia harus "menyeimbangkan DC" dengan penerangan mati (tidak seperti Tn dan VAN LC). Oleh karena itu, ini secara efektif mengurangi separuh keuntungan kecepatannya lagi. Waktu pengosongan juga membuatnya agak lebih rentan terhadap pecahnya warna.

- **Digital Light Processing (DLP)**

---

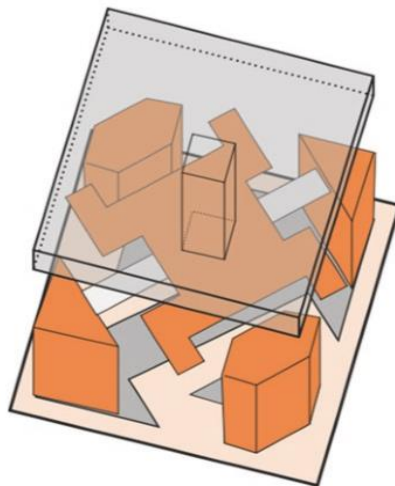
<sup>4</sup> FLCOS dimaksudkan untuk holografi karena kecepatannya yang tinggi, tetapi tidak pernah diimplementasikan karena pikselnya terlalu besar. Untuk menampilkan pola interferensi holografik, Anda memerlukan array besar dengan piksel yang sangat kecil.

Dikembangkan pada tahun 1987 oleh Dr. Larry Hornbeck (1943– ) dari Texas Instruments (dengan pendanaan R&D yang signifikan oleh DARPA), DLP terdiri dari jutaan teknologi optik, mikroelektromekanik, yang menggunakan cermin mikro digital, mereka juga dikenal sebagai perangkat cermin digital (DMD). DLP menggunakan Warna Sekuensial Bidang dan dapat menghasilkan laju bidang yang lebih tinggi daripada LCoS untuk mengurangi efek pencahayaan warna. Perangkat dan kontrol memiliki daya yang relatif tinggi dan memiliki jalur optik yang lebih besar. Ukuran piksel lebih besar dari FSC LCoS karena pergerakan fisik cermin DLP. Throughput cahaya di urutan 80% (tidak memiliki kerugian polarisasi) tetapi turun karena piksel semakin kecil (celah antara cermin lebih besar dari LCoS). (Gambar 8.20)

Diagram menunjukkan cermin yang dipasang pada kuk yang ditanggihkan dengan pegas torsi berjalan dari kiri bawah ke kanan atas (abu-abu muda), dengan bantalan elektrostatik sel memori di bawah (kiri atas dan kanan bawah).

DLP digunakan oleh Avegant Glyph dan Vuzix antara lain untuk tampilan mata dekat dan mendominasi di proyektor pico dan tempat besar dan proyektor teater.

TI masih mempromosikannya untuk penggunaan yang dekat dan memiliki beberapa kemenangan desain. Ini juga sedang dipertimbangkan untuk tampilan HUD di masa mendatang (Navdy dan HUD aftermarket lainnya menggunakan DLP).



Gambar 8.20 Diagram Cermin Mikro Digital (Sumber: Wikipedia)

- **Laser Beam Scanning**

Alternatif untuk tampilan pixelated adalah pemindai berbasis MEMs yang digabungkan dengan laser mikro merah, biru, dan hijau. Berdasarkan metodologi laser beam scanning (LBS) yang dipelopori oleh University of Washington dan dikomersialkan oleh MicroVision di bawah merek Nomad mereka, QD Laser baru-baru ini telah mendemonstrasikan kacamata pemindaian laser dekat mata.

Saat digunakan dalam aplikasi mata dekat, pemindaian laser digambar tepat di retina, yang dikenal sebagai retinal scanning display (RSD). Fitur RSD yang luar biasa adalah gambar akan menjadi fokus bagi pengguna yang membutuhkan kacamata bahkan tanpa kacamata.

Kelemahan RSD saat ini termasuk biaya laser yang tinggi, konsumsi daya yang relatif tinggi dari drive dan kontrol elektronik, efek kedipan karena proses pemindaian (sangat mempengaruhi beberapa orang), dan resolusi yang relatif rendah dibandingkan dengan teknologi lainnya.

Fokus utama Microvision selama bertahun-tahun adalah Proyektor Pico. Merek bernama PicoP, ini adalah teknologi pemindaian pico-proyektor dan dapat menggabungkan proyeksi dan pengambilan gambar dalam satu mesin pemindai kecil. Namun, pengambilan gambar beresolusi rendah dan memiliki masalah aliasing temporal dibandingkan dengan teknologi berbasis kamera.

- ***Retinal Scanning dan Virtual Retinal Displays***

Tampilan pemindaian retina (RSD) atau proyektor retina (RP) memproyeksikan pola foton langsung ke retina mata. Pola ini mungkin dalam bentuk pemindaian raster, seperti dalam kasus gambar televisi, atau representasi grafik vektor atau garis. Pengguna melihat apa yang tampak seperti gambar tampilan konvensional yang mengambang di angkasa di depan mereka meskipun tidak ada objek asli atau gambar perantara dalam sistem optik. Bayangan hanya terbentuk di retina oleh pola cahaya.

Konsep VRD berasal dari tahun 1980-an ketika pemindaian laser oftalmoskopi (SLO) dikembangkan sebagai metode pemeriksaan mata. Ini menggunakan teknik mikroskop pemindaian laser confocal untuk pencitraan diagnostik retina atau kornea mata manusia.

Pada awal percobaan dengan teknik direct eye display, terminologi yang digunakan hanyalah virtual retinal display atau VRD. VRD memanipulasi cahaya koheren untuk memasukkan aliran foton melalui pupil mata ke retina. Penyelidikan dimulai di pangkalan Angkatan Udara Wright Patterson pada akhir 1970-an, dan dilakukan di Universitas Washington ketika Tom Furness bergabung dengan fakultas tersebut pada tahun 1989 dan mendirikan HIT Lab. Paten pertama untuk pemindaian retina diberi nama VRD.

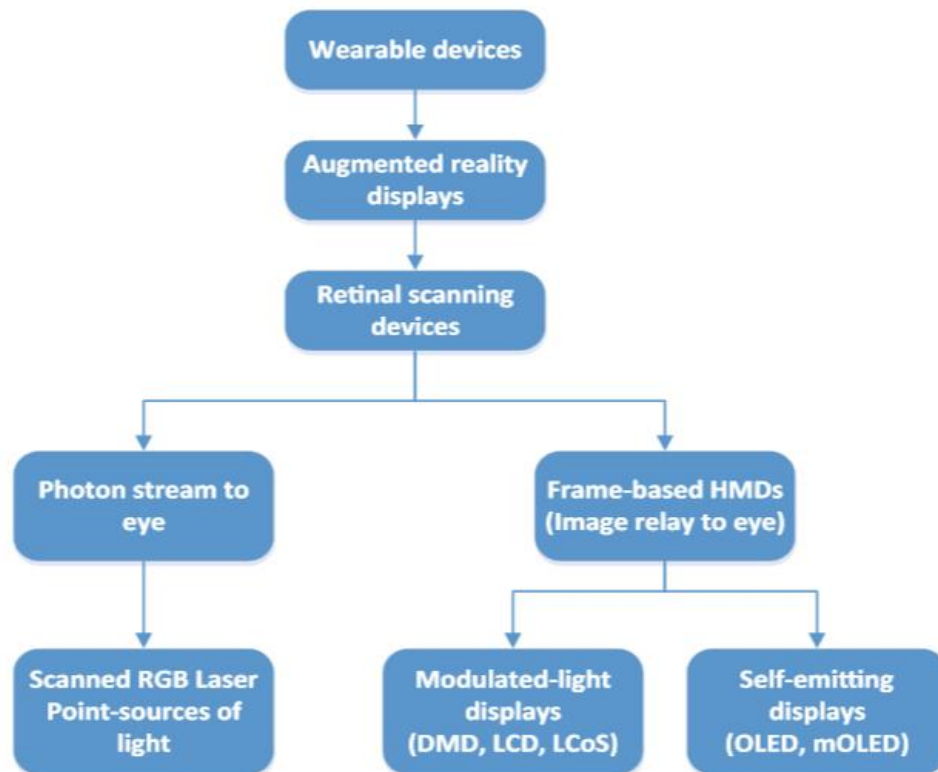
Pemegang lisensi paten Universitas Washington, yang ingin membangun diferensiasi produk, menciptakan istilah tampilan pemindaian retina. Selain diferensiasi produk, visi pada saat itu adalah sumber cahaya lain, selain pemindaian sinar laser koheren, dapat digunakan.

Tampilan pemindaian retina lebih umum dan dapat menggunakan berbagai jenis generator foton. Subset dari kategori, yang dikenal sebagai tampilan retina virtual (VRD) hanya menggunakan laser.

Bingkai atau HMD berbasis layar, termasuk perangkat di mana bidang objek (atau tempat gambar terbentuk) berada dalam jarak yang berdekatan secara spasial dekat dengan mata. Objek asli dibuat tampak jauh oleh optik yang berkolimasi atau membuat sejajar dengan sinar cahaya yang datang dari objek tampilan. Perangkat pembentuk gambar biasanya dengan LCD, DLP/DMD, OLED, LCoS, dan mikroLED dan menggunakan pendekatan elemen garis raster atau matriks untuk menghasilkan pola cahaya pada pelat muka atau bidang dua dimensi. (Pemindaian raster awalnya digunakan oleh CRT di TV). Gambar yang telah selesai (dipindai sepenuhnya) disajikan sebagai bingkai gambar, beberapa kali (misalnya, 60) detik sehingga muncul sebagai gambar berkelanjutan oleh sistem visual manusia (Gambar 8.21).

Tampilan pemindaian retina dapat beroperasi dalam mode tembus pandang (augmented reality) atau non-tembus (virtual reality). Perangkat elemen matriks menderita karena tidak memiliki pencahayaan yang cukup (intensitas cahaya) untuk bersaing dengan cahaya sekitar di banyak aplikasi tembus pandang seperti superimposisi grafik virtual di atas pemandangan siang hari di luar. Atau, pemindaian retina langsung menghasilkan sinar yang cukup terang yang dapat bersaing dengan cahaya luar yang mengalir ke mata.

Kemajuan lain dari pemindaian retina langsung adalah resolusi tampilan tidak terbatas pada jumlah elemen matriks atau ukuran fisik objek gambar dan dapat melukis sebanyak mungkin elemen di berbagai bidang pandang tergantung pada konfigurasi modulasi cahaya dan elemen pemindaian sinar foton. Batas resolusi sumber sinar laser pemindaian ke mata akan menjadi fungsi dari kecepatan pemindaian (seberapa cepat cermin dipindahkan), dan jumlah garis pemindaian—prinsip dasar yang sama seperti yang digunakan dalam CRT TV. Namun, dengan cahaya koheren mikroskopis dari laser, ukuran titik (piksel) dapat mendekati resolusi mata itu sendiri (batang dan kerucut). Demikian pula, bidang pandang dapat berupa apa saja yang diinginkan, tergantung pada konfigurasi yang dipilih untuk mekanisme pemindaian.



Gambar 8.21 Taksonomi display yang dipasang di kepala



Gambar 8.22 Thomas Furness melihat bangku optik VRD berwarna. (Courtesy, Thomas Furness, Univ. Washington)

Seperti disebutkan, VRD di digunakan oleh Thomas Furness pada tahun 1985 saat bekerja di Laboratorium Armstrong di Pangkalan Angkatan Udara Wright-Patterson sebagai sarana untuk menyediakan tampilan helm-mount luminance yang lebih tinggi untuk pilot. Sekitar waktu yang sama pada tahun 1986, Kazuo Yoshinaka (1916–2001) saat bekerja di Nippon Electric Co juga mengembangkan ide tersebut [30]. Pada bulan November 1991, Furness dan rekannya Joel S. Kollin menyelesaikan pengembangan VRD di Laboratorium Teknologi Antarmuka Manusia di Universitas Washington dan mengajukan paten pada tahun 1992 [31].(Gambar 8.22)

Teknologi VRD dilisensikan oleh University of Washington kepada perusahaan rintisan baru, Microvision pada 1993. Aplikasi komersial VRD dikembangkan pertama kali di Microvision Inc. pada awal 2000-an di Nomad Augmented Vision System mereka menggunakan teknologi pemindaian PicoP, sebuah ultra- proyeksi laser miniatur dan solusi pencitraan berdasarkan metodologi pemindaian sinar laser. Kemudian, di Expo 2005, Brother Industries mendemonstrasikan Imaging Display tipe stasioner yang memfokuskan cahaya ke retina dan pada 2011 memperkenalkan AirScouter mereka menggunakan apa yang mereka sebut retinal imaging display (RID). NEC kemudian mengadopsi teknologi Brother dan mengumumkan Tele Scouter di Jepang.

Tampilan pemindaian retina yang menggunakan laser sebagai sumber foton (seperti dalam kasus tampilan retina virtual) menunjukkan kecerahan tinggi. Reproduksi warna juga bisa sangat baik karena saturasi warna yang tinggi dari sinar laser. Namun, modulasi (mematikan dan menghidupkan) sinar laser dengan kecepatan tinggi, lebih menantang pada perangkat yang digunakan saat ini (seperti modulator akustik-optik dan sel Kerr). Bidang pandang dari pemandangan yang dirasakan adalah fungsi dari sudut pandang optik yang menggabungkan pemandangan luar dengan pemandangan tampilan. Secara hipotetis, tampilan pemindaian retina dapat menjangkau setiap reseptor di retina. Jika waveguide digunakan, ada masalah FOV yang sama.

Karena pupil keluar yang kecil dalam beberapa konfigurasi tampilan pemindaian retina, ada keuntungan tambahan dari tampilan yang selalu berada dalam fokus terlepas dari akomodasi (memfokuskan mata) atau penggunaan lensa korektif. Ini adalah kasus ketika pupil keluar optik secara substansial lebih kecil dari pupil masuk mata. Misalnya, mata yang beradaptasi dengan cahaya di lingkungan dengan pencahayaan tinggi biasanya berdiameter 4 mm. Pupil keluar layar sebesar 1 mm akan seperti kamera lubang jarum yang melaluinya cahaya layar masuk ke mata. Dalam hal ini, meskipun cahaya terkolimasi (seolah-olah datang dari kejauhan), cahaya selalu terfokus pada retina. Ini seperti mengurangi aperture stop kamera. Semakin kecil aperture, semakin besar kedalaman fokus. Salah satu keuntungan besar pemindaian laser adalah gambar tetap fokus, terlepas dari apakah ada lensa korektif untuk penglihatan pengguna atau tidak (Gambar 8.23).

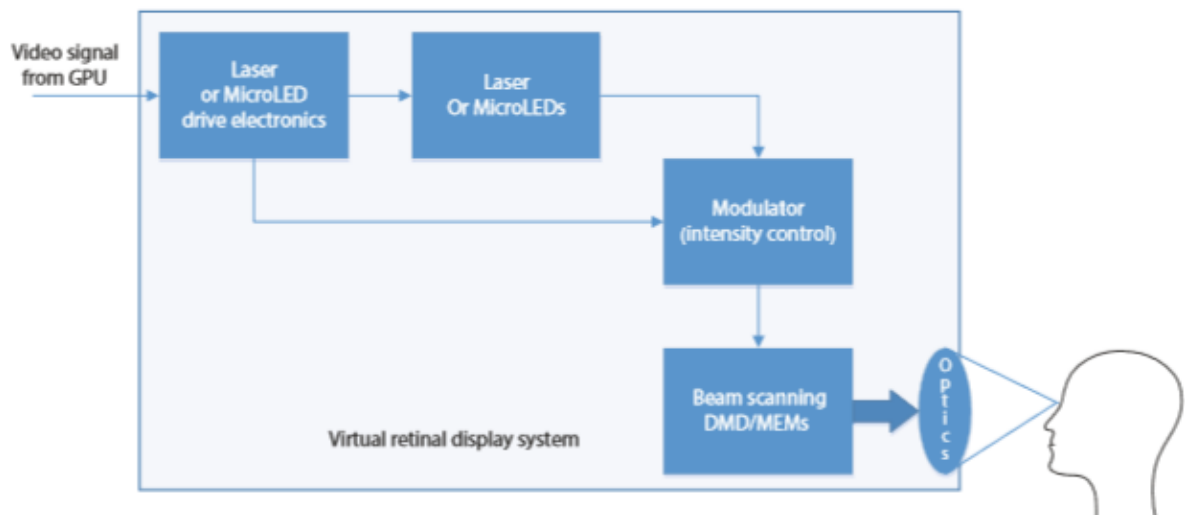
Meskipun idenya terdengar menarik, namun sulit untuk dicapai. Ada kebutuhan yang secara tepat menggabungkan tiga laser terpisah yang dapat menjadi tantangan untuk dibuat kompak. Pada saat ini laser hijau memiliki harga yang sangat mahal dan sulit untuk diproduksi. Mirip dengan warna sekuensial bidang, mungkin ada efek putus-putus dari pemindaian raster (dan tanpa kegigihan seperti CRT) pada platform yang bergerak (seperti pada tampilan pemasangan kepala). Meskipun ada optik yang masih terlibat untuk menyampaikan titik pemindaian cahaya pada retina, itu bisa memiliki kedalaman fokus yang besar karena aperture keluar yang kecil dari optik. Karena pencahayaannya yang lebih tinggi, pendekatan pemindaian retina dapat menjadi solusi jangka panjang yang baik untuk augmented reality,

tetapi ada banyak masalah teknis dan biaya yang membuat ini tidak segera menjadi alternatif tampilan yang serius (Gambar 8.24).

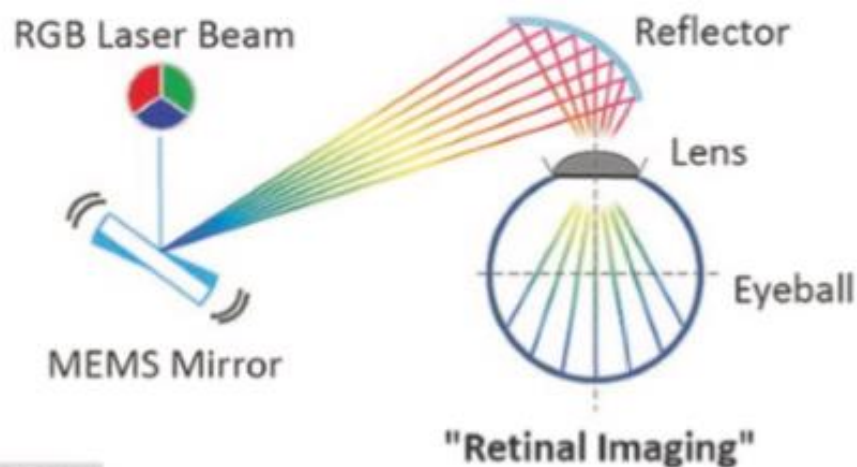
Meskipun sistem retina laser dapat memiliki kecerahan yang sangat baik, bukan berarti hal tersebut tidak lebih baik atau lebih buruk untuk keamanan mata daripada DLP dan LCOS.

Satu keuntungan besar dari pemindaian laser adalah gambar tetap fokus, terlepas dari apakah ada lensa korektif untuk penglihatan pengguna atau tidak. Namun, kelemahannya adalah hal-hal seperti "mengambang" di mata pengguna akan memberikan bayangan pada retina yang terlihat. (lihat, "Lensa Kontak Cerdas: Lensa Bionik Ocumetrics", bagian "Lensa kontak pintar: Lensa bionik Ocumetrics", untuk diskusi lebih lanjut).

Pada bulan Juni 2014, QD Laser (Kawasaki, Jepang) dan Institute for Nano Quantum Information Electronics di Universitas Tokyo mengumumkan pengembangan layar yang dapat dikenakan, transparan, dan dikenakan di kepala yang disebut Laser Eyewear (LEW) berdasarkan optik pencitraan retina laser. QD Laser menunjukkan kacamata di Society for Information Displays (SID) di San Francisco pada Mei 2016 (Gambar 8.25).



Gambar 8.23 Diagram yang menunjukkan cara kerja layar retina virtual



Gambar 8.24 Pencitraan laser retina menggunakan cermin berputar (Sumber: Laser QD)

Fujitsu (yang memutar QD Laser, dan mempertahankan hubungan yang erat) telah mengembangkan kacamata cerdas yang memproyeksikan citra langsung ke retina pengguna dengan laser, alih-alih menggunakan layar LCD kecil seperti perangkat yang dapat dikenakan



lainnya. Kacamata ini menampung proyektor laser kecil yang memproyeksikan citra dari kamera depan atau perangkat seluler ke retina pengguna. Kacamata bisa membantu orang dengan kehilangan penglihatan.

Prototipe tersebut ditampilkan pada pameran teknologi Fujitsu di Tokyo pada Mei 2015, dan dapat dihubungkan ke perangkat seluler atau kamera yang dipasang pada kacamata.



Gambar 8.25 Mitsuru Sugawara, CEO QD Laser (Sumber: QD Laser)

### Perjalananan Optik

Dalam tampilan non-transparan, bagaimana gambar sampai dari perangkat tampilan ke mata adalah fungsi dari rute optik (pipa), dan dilakukan dengan cermin (biasa dan setengah perak), waveguide optik, pipa cahaya, kisi difraksi atau mikro- prisma, dan pemandu cahaya. Untuk alasan yang hanya diketahui oleh orang-orang pemasaran dan beberapa profesor, teknik perutean optik ini terkadang dikategorikan sebagai teknologi tampilan unik—tidak ada hubungannya dengan tampilan atau pembuatan gambar.

Pekerjaan serius pertama dan paten [32] dilakukan pada tahun 1987 oleh Juris Upatnieks (1936–) saat berada di University of Michigan, dan menggunakan prinsip dasar prinsip panduan cahaya difraksi apa pun.



Gambar 8.26 Contoh headset Augmented Reality menggunakan cermin lengkung setengah perak, Meta 2 (Sumber: Meta)

Pekerjaan yang dilakukan kemudian menggunakan lapisan holografik volume oleh Sony dan kisi difraksi permukaan oleh Nokia. Microsoft menggunakan teknologi Nokia dan mantan tim Nokia untuk mengembangkan HoloLens. Pekerjaan terbaru yang dilakukan di Inggris dan Eropa adalah tentang mengoptimalkan materi dan konfigurasi holografik untuk mengurangi masalah warna.

Sejak itu, berbagai teknik telah dikembangkan untuk headset augmented reality, juga dikenal sebagai tampilan video yang tembus pandang. Sebagian besar teknik ini dapat diringkas menjadi dua kategori utama: berbasis cermin lengkung dan berbasis waveguide. Tampilan Augmented Reality "tembus pandang" berlebihan; semua headset Augmented Reality tembus pandang—itulah keseluruhan ide di balik augmented reality. Cermin melengkung dan waveguide dapat menyebabkan sejumlah distorsi yang perlu dikoreksi secara optik atau elektronik dan yang dapat menambah biaya dan/atau mengurangi resolusi gambar. (Gambar 8.26)

Teknik Waveguide atau Light-guide mengurangi tampilan optik yang rumit dari cermin setengah perak melengkung di depan wajah pemakainya, tetapi juga membatasi bidang pandang dan umumnya merusak kualitas gambar. Masing-masing memiliki kelebihan dan kekurangan, dan segmen aplikasi.

Berbagai teknik waveguide telah ada selama beberapa waktu untuk tampilan tembus pandang yang dapat dikenakan. Teknik-teknik ini termasuk optik difraksi, optik holografik, optik terpolarisasi, dan optik reflektif. Pada bagian berikut saya akan membahas secara singkat beberapa sistem perutean optik yang ditawarkan.

Salah satu keuntungan utama kisi difraksi adalah konsumsi dayanya lebih baik daripada beberapa teknik lainnya (termasuk teknik reflektif lainnya seperti Google Glass). Ini adalah faktor kunci keberhasilan karena sebagian besar perangkat bertenaga baterai dan menargetkan kasus penggunaan "seluler".

- ***Tampilan Perangkat Versus Kompatibilitas Waveguide***

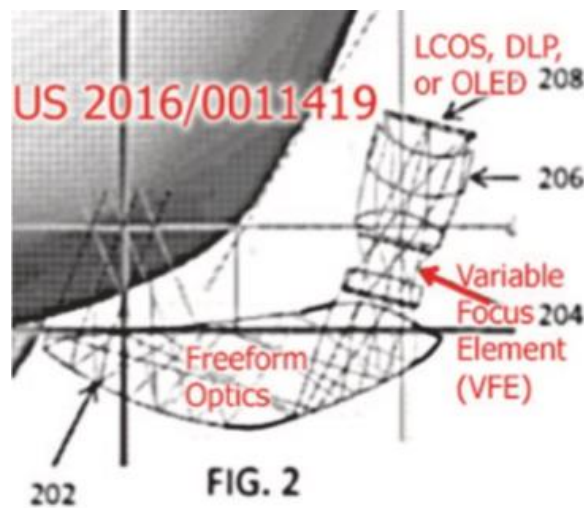
Karl Guttag memiliki 37 tahun pengalaman dalam Grafis dan Prosesor Gambar, Digital Signal Processing (DSP), arsitektur memori, perangkat tampilan (LCOS dan DLP) dan sistem tampilan termasuk Heads Up Displays dan Near Eye Display (Augmented Reality dan virtual reality). Selama 35 tahun terakhir, teknis utama pada desain dan/atau produk sistem naik ke TI Fellow di Texas Instruments dan menjadi CTO di tiga startup. Dia dinobatkan sebagai penemu pada 150 Paten A.S. yang dikeluarkan termasuk paten utama yang terkait dengan perangkat tampilan, prosesor grafis/pencitraan, sirkuit antarmuka grafis, mikroprosesor, pemrosesan sinyal (DSP), DRAM Sinkron, dan DRAM Video/Grafik. Triliunan rupiah pendapatan tahunan telah dikaitkan dengan produk yang menggunakan penemuan ini.

- ***Karl Guttag***

Waveguide optik datar tipis memberikan tampilan yang lebih ramping yang diinginkan oleh desainer industri tetapi mereka bekerja berdasarkan prinsip optik yang membatasi sifat cahaya.

Untuk memulainya, semua waveguide sebagai input memerlukan cahaya gambar "berkolimasi" yang berarti sinar cahaya semuanya sejajar satu sama lain yang membuat gambar tampak

fokus pada tak terhingga. Jika cahaya tidak terkolimasi maka tidak akan terjadi refleksi internal total (TIR) pada waveguide dengan baik dan bocor. Secara umum lebih mudah untuk mengkolimasi cahaya iluminasi yang digunakan untuk mikrodisplay reflektif (DLP, LCoS, atau Pemindaian Laser) daripada mengkolimasi cahaya dari OLED. OLED telah digunakan dengan waveguide optik (tebal) bentuk bebas dengan satu atau dua TIR di mana waveguide datar membutuhkan lebih banyak TIR, tetapi tidak ada contoh dari mereka yang bekerja dengan waveguide datar (ini sebagian bisa disebabkan oleh masalah lain dengan karakter lampu OLED). Aplikasi Paten Magic Leap 2016/0011419 (ditunjukkan pada Gambar 8.27 bagian 8.7.4.1) menunjukkan cara lurus ke depan untuk mencapai bidang fokus sekuensial bidang menggunakan Spatial Light Modulator (SLM) seperti DLP, LCoS atau OLED micro-display.



Gambar 8.27 Bidang fokus sekuensial menggunakan Modulator Cahaya Spasial (Paten AS)

Waveguide yang menggunakan kisi difraksi atau elemen holografik biasanya mensyaratkan bahwa berbagai warna memiliki warna primer "lebar garis" (spektrum ketat) yang sempit. Jumlah mereka membelokkan cahaya tergantung pada panjang gelombang dan jika warna tidak memiliki lebar garis yang sempit, gambar akan menyebar dan kabur. Yang penting, ini secara efektif menghilangkan tampilan mikro OLED dari bekerja dengan waveguide difraksi/holografik karena OLED memancarkan spektrum primer yang lebih luas. Untuk alasan ini, waveguide difraksi/holografik telah menggunakan DLP reflektif, LCoS, dan mikrodisplay pemindaian laser di mana spektrum iluminasi dapat dikontrol oleh sumber iluminasi LED atau laser.

Lumus, misalnya, menggunakan polarisasi cahaya untuk mengontrol keluarannya cahaya dengan prismanya. Ini cenderung membuatnya mendukung mikrodisplay LCoS yang sudah membutuhkan cahaya terpolarisasi.

Kebanyakan waveguide datar hanya mengarahkan sebagian kecil cahaya dari perangkat tampilan ke mata (kadang-kadang kurang dari 10%). Ini adalah alasan utama lainnya mengapa perangkat LCoS dan DLP cenderung digunakan dengan waveguide karena mereka dapat meningkatkan kecerahan dengan memiliki LED yang lebih terang yang meneranginya. Saat digunakan di luar ruangan di bawah sinar matahari, sebaiknya mata memiliki lebih dari 3000 nits<sup>4</sup>. Jika waveguide hanya mengirimkan sekitar 10% ke mata, sumber gambar harus berada

di urutan 30.000 nits<sup>5</sup>. Tampilan mikro OLED tipikal hanya menghasilkan antara 300 dan 500 nits atau kira-kira dua kali lipat kurang dari yang memenuhi persyaratan ini (eMagin seperti yang ditunjukkan beberapa yang memiliki 4500 nit tetapi tidak diketahui dalam produksi volume). Umumnya penggabung optik reflektif dengan elemen reflektif datar dan/atau melengkung tidak memiliki masalah dengan warna primer spektrum yang lebih luas dan bekerja dengan cahaya yang tidak terkolimasi tinggi. Hal ini memungkinkan penggabung reflektif untuk bekerja dengan OLED dan dengan sistem optik yang lebih sederhana sebelum penggabung optik.

- ***Eye Relief***

Karl Guttage adalah CEO dan pendiri KGOntech yang menyediakan konsultasi teknis dan pasar independen di bidang perangkat dan sistem tampilan dan grafis. KGOntech juga memberikan dukungan untuk litigasi kekayaan intelektual (IP) termasuk menjadi ahli teknis, penelitian seni sebelumnya, dan investigasi pelanggaran.

Masalah utama dengan berbagai teknologi waveguide adalah "pelega mata" dan seringkali sebagai masalah praktis, ini bermuara pada "apakah itu akan berhasil dengan orang yang memakai kacamata mereka sendiri." Pada beberapa desain optik, tidak ada ketentuan untuk pemakai kacamata sementara yang lain mengharuskan lensa resep dipasang.

Semakin besar kelega mata, semakin besar dan kompleks optiknya. Minimal optik menjadi lebih besar dan lebih mahal berdasarkan sudut FOV horizontal dan vertikal dan jarak dari mata. Memberikan bantuan mata juga dapat memotong FOV karena optik lebih jauh dari mata, jadi umumnya saat FOV meningkat, kelega mata berkurang.

- ***Waveguide Optik***

Ada berbagai jenis waveguide, hanya beberapa di antaranya yang bersifat difraksi. Waveguide berarti bahwa gambar dipantulkan melalui Total Internal Reflection (TIR) yang memandu gambar. Waveguide optik adalah lembaran transparan yang memungkinkan cahaya (dari sumber gambar—tampilan, proyektor, dan lain-lain.) ditransmisikan dari sumber ke mata pengguna. Karena ini adalah kaca, pengguna juga dapat melihatnya.

Agar TIR bekerja, cahaya harus berada pada sekitar 42 derajat (tergantung pada indeks bias) atau lebih dari normal. Cara paling sederhana agar cahaya masuk (berpasangan) pada sudut ini adalah dengan membuat permukaan optik masuk pada sudut masuk (misalnya Vuzix). Kisi difraksi atau hologram dapat membuat cahaya yang masuk tegak lurus ke permukaan optik berbelok pada sudut yang diinginkan untuk TIR (contohnya adalah Hololens dan Vuzix).

Teknik difraksi menggunakan kisi difraksi miring dalam (yaitu teknik Nokia yang telah dilisensikan ke Vuzix dan digunakan oleh Microsoft untuk proyek Hololens), dan Magic Leap. Teknik ini menggunakan kisi-kisi miring untuk in-couple collimated cahaya memasuki waveguide pada sudut tertentu, kemudian perjalanan cahaya melalui waveguide menggunakan prinsip refleksi internal total atau "TIR", dan akhirnya, cahaya diekstraksi ke mata dengan yang lain. set kisi-kisi miring.

Lumus hanya memiliki tepi sudut ke waveguide untuk pasangan dalam dan kemudian mereka menggunakan prisma untuk mengubah sudut ke cahaya gambar untuk membuatnya keluar.

---

<sup>5</sup> Nit (nt) adalah satuan luminance. Ini adalah nama non-SI yang digunakan untuk candela per meter persegi (1 nt = 1 cd/m<sup>2</sup>). Candela per meter persegi (cd/m<sup>2</sup>) adalah satuan turunan SI untuk pencahayaan. Satuannya didasarkan pada candela, satuan SI untuk intensitas cahaya, dan meter persegi, satuan luas SI.

Konsep ini pertama kali diperkenalkan pada akhir 1980-an, tetapi perangkatnya tidak terlalu bagus. Dispersi gambar karena perbedaan jalur kromatik sangat buruk. Ketika kemampuan untuk mengoreksi secara digital dengan offset gambar piksel datang bersama, itu meningkat. Tetapi Anda tidak dapat mengoreksi "kesalahan/hamburan" dan Anda tidak dapat mengoreksi perubahan fokus. Bahkan waveguide terbaik yang tersedia merusak kualitas gambar dibandingkan dengan optik yang lebih sederhana dan lebih murah, tetapi memberikan faktor bentuk yang tipis.

Masalah yang membingungkan dapat berupa masalah tembus pandang optik dan tembus pandang video. Di sini sekali lagi, ini bukan diskusi perangkat tampilan, tetapi sekali lagi aplikasi. Optik tembus pandang adalah augmented reality. Video see-through adalah upaya untuk menggunakan VR HMD dengan kamera depan dalam aplikasi augmented reality. Itu bukan tampilan diskusi, dan video tembus pandang menurut saya bukan augmented reality.

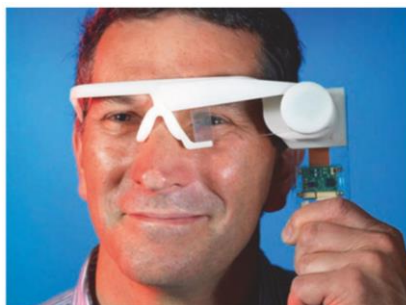
Seluruh tujuan dari waveguide adalah untuk memberikan informasi yang dilapis dengan dunia nyata, berkenaan dengan titik fokus, sambil tetap memberikan pandangan yang tidak tertutup tentang dunia nyata dalam faktor bentuk "seperti kacamata" yang datar. Itulah perbedaan utama lainnya antara Augmented Reality dan virtual reality—panjang fokus. Dalam Virtual Reality pada dasarnya tidak ada. Dalam Augmented Reality itu sangat penting. Juga, OLED tidak kompatibel secara optik dengan penggunaan waveguide difraksi karena OLED menghasilkan cahaya bandwidth yang sangat lebar yang tidak kompatibel dengan waveguide. Waveguide s difraksi bekerja paling baik dengan perangkat LCoS.

- **Holographic Waveguide**

Teknik holografik, yang dikembangkan pada awal 1990-an oleh Kaiser Optical Systems [33], cukup dekat dengan teknik kisi difraksi yang dijelaskan di atas dengan pengecualian bahwa elemen holografik digunakan untuk mendifraksi cahaya [34, 35].

Salah satu cara untuk meningkatkan transmisi tembus pandang dan reflektansi adalah dengan memanfaatkan filter takik holografik reflektansi tinggi dan lapisan-V (lapisan anti-refleksi bentuk-V) [36]. Masalahnya adalah sementara lapisan khusus ini lebih mencerminkan warna tampilan tertentu, mereka mengirimkan lebih sedikit warna yang sama, yang dapat mengubah persepsi warna tampilan kokpit juga.

Pada bulan Juni 1997, DigiLens didirikan oleh Jonathan D. Waldern, dan mengembangkan dan memasarkan material komposit nano kisi Bragg yang dapat dialihkan untuk telekomunikasi optik dan pasar layar mikro nirkabel. Pada bulan Januari 2000, perusahaan mendemonstrasikan DL40, tampilan kacamata monokuler yang ringkas dan ringan dengan kemampuan tembus pandang dan warna RGB berdasarkan teknologi kristal cair holografik polimer terdispersi [37]. Kemudian DigiLens mengubah model bisnisnya untuk memfokuskan R&D pada chip switching fibernet daripada HMD. Pada Oktober 2003, DigiLens diakuisisi oleh SBG Labs. Saat ini SBG Labs memproduksi tampilan head-up berdasarkan teknologi waveguide yang dapat dialihkan.



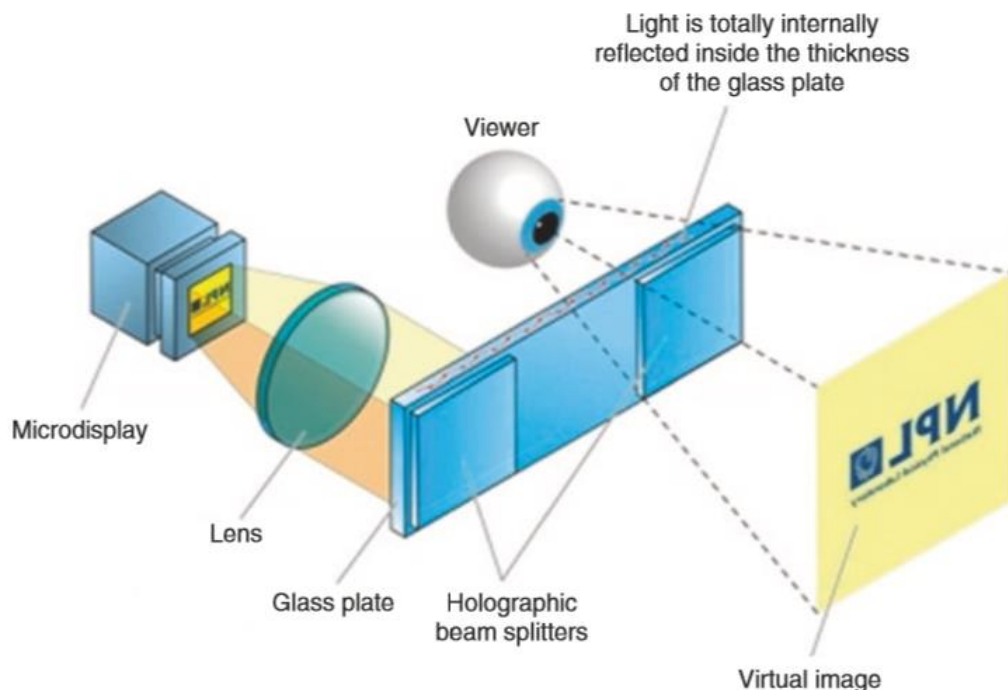
*Augmented Reality (AR), Dr. Joseph. T.S, M.Kom*

Gambar 8.28 Simon Hall pada tahun 2014 dengan prototipe waveguide yang dipasang ke dalam bingkai dengan input. (Sumber: Laboratorium Fisika Nasional)

Dikembangkan pada tahun 2014 oleh TruLife Optics yang berbasis di Inggris, dengan para peneliti dari kelompok optik adaptif di National Physical Laboratory (NPL) dekat London, perangkat ini mengatasi masalah overlay untuk tampilan augmented reality. Itu adalah komponen optik yang terdiri dari waveguide (persegi panjang dari kaca atau plastik berkualitas tinggi yang berfungsi sebagai lensa) yang berisi dua hologram berukuran prangko yang dilapiskan ke atasnya. (TruLife Optics adalah spin-off dari Color Holographic—perusahaan dengan keahlian dalam memproduksi hologram.) (Gambar 8.28)

Hologram memantulkan panjang gelombang cahaya yang terlihat sedemikian rupa sehingga cahaya yang datang dipantulkan pada sudut yang berkaitan dengan hologram. Hologram secara intrinsik terbatas bila digunakan dalam waveguide karena fakta bahwa cahaya yang dipantulkan kehilangan intensitas dengan variasi sudut  $s$  (misalnya, skrup kisi di luar bidang dan kisi Bragg terdistribusi dalam bidang untuk pemfilteran optik gelombang terpandu). Oleh karena itu, hanya sudut terbatas yang dimungkinkan agar tidak kehilangan terlalu banyak cahaya dan menjaga keseragaman gambar yang baik. Oleh karena itu, teknik ini secara intrinsik terbatas dalam FOV.

Teknik ini memiliki masalah warna yang dikenal sebagai "efek pelangi", biasanya karena warna sekuensial bidang, dan juga mengalami keterbatasan FoV. Elemen holografik hanya memantulkan satu panjang gelombang cahaya sehingga untuk warna penuh, diperlukan tiga hologram; satu yang mencerminkan Merah, Hijau, dan Biru masing-masing, dan diapit bersama Setiap panjang gelombang cahaya sedikit didifraksikan oleh hologram warna lain yang menyebabkan warna cross-talk pada gambar. (Beberapa orang yang sangat sensitif terhadap "efek pelangi" DLP tidak sensitif terhadap kedipan dan sebaliknya. Hal ini menunjukkan bahwa mekanisme mata/otak untuk pelangi dan kedipan berbeda.) Mereka juga dapat menderita aberasi kromatik karena cahaya tidak masuk ditebuk dan diarahkan dengan benar.



Gambar 8.29 Waveguide holografik (Courtesy: National Physical Laboratory)

Poin kuncinya adalah dalam contoh ini merah harus melewati hijau dan biru dan itu akan terpengaruh. Ada juga beberapa kesalahan/hamburan cahaya di setiap hologram atau kisi difraksi yang mengarah ke apa yang Gutttag juluki "cahaya Waveguide".

Beberapa ketidakseragaman warna dapat dikoreksi secara elektronik tetapi ada batasannya karena mata manusia sangat sensitif terhadap fenomena ini. Teknik ini digunakan oleh Sony dan Konica-Minolta dan secara skematis ditunjukkan pada Gambar 8.29.

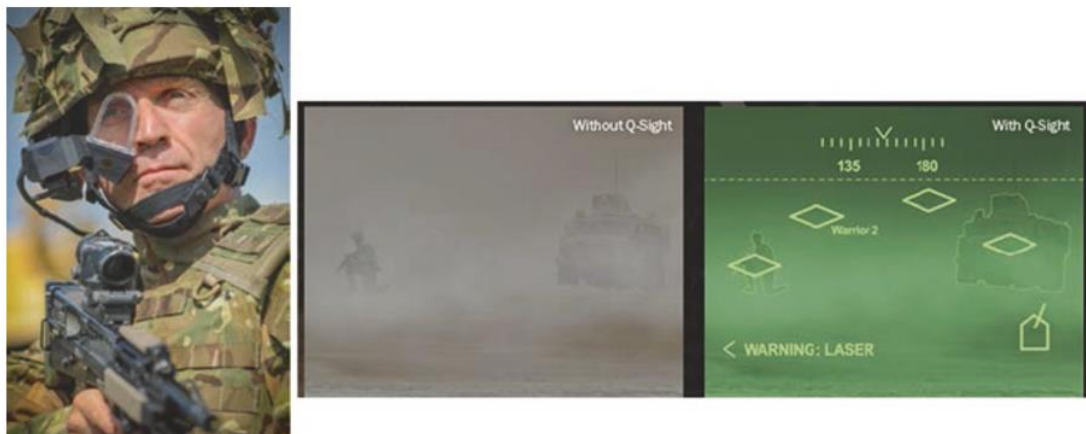
Variasi teknik ini berasal dari Trulife Optics, yang dikembangkan dalam kemitraan dengan National Physical Laboratory di Teddington, London, dan Dispelix, Finlandia. Dispelix, yang mengkomersialkan teknologi yang dikembangkan oleh VTT Technical Research Center of Finland, mengklaim waveguide mereka bebas efek pelangi, menyediakan ekspansi pupil keluar<sup>6</sup> dan kompatibel dengan LCoS, LCD, LED, dan sumber gambar laser.

Dalam sistem militer, penerapan teknologi waveguide optik ke layar yang dipasang di kepala (HMD) memiliki tujuan utama untuk menyediakan pengguna dengan kesadaran situasi taktis yang ditingkatkan dengan memberikan informasi dan citra. Ini juga menjaga kompatibilitas dengan perangkat night vision (Gambar 8.30).

BAE Systems mempresentasikan salah satu teknologi tersebut pada tahun 2009 dan sekarang sedang diproduksi untuk berbagai produk Helmet Mounted Display. Holographic Optical Waveguide mengurangi ukuran dan massa dan menghilangkan banyak kendala yang melekat pada solusi optik konvensional [38]. Teknologi ini pada dasarnya adalah cara memindahkan cahaya tanpa memerlukan susunan lensa konvensional yang rumit. BAE Systems telah mengeksploitasi teknologi ini dalam keluarga Q-Sight dari Tampilan Pemasangan Helm yang dapat diskalakan (Gambar 8.31).

Sistem Holoeye memperluas konsep Q-Sight dalam tampilan teropong holographic waveguide helmet visor (HWVD), yang memperoleh karakteristik berikut:

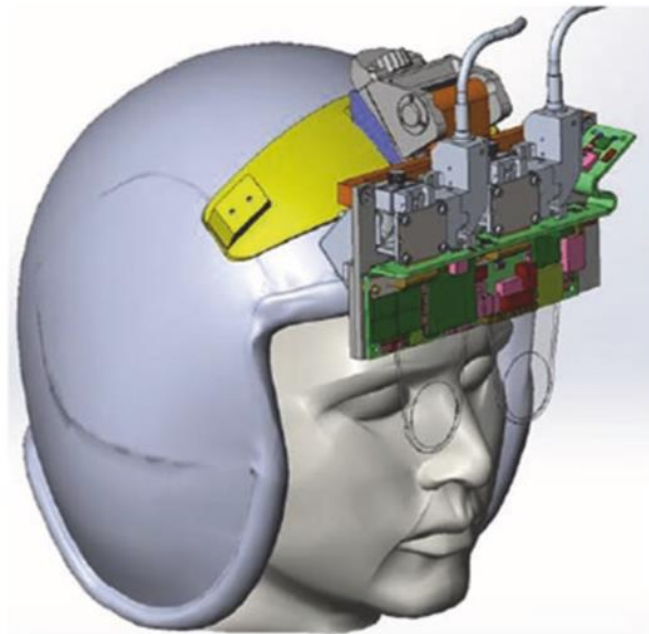
- Bidang pandang horizontal 40 derajat
- Konfigurasi tembus pandang dengan transmisi 80%
- Layar LCoS beresolusi  $1460 \times 1080$  piksel, pitch piksel 6,5 m, diagonal 0,48 inci
- BAE Systems monoblock Gen 2 holographic waveguide s



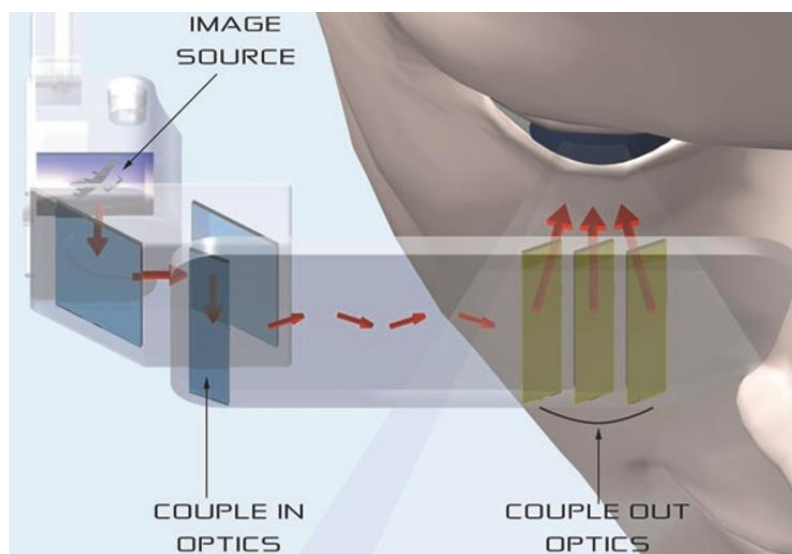
Gambar 8.30 HMD Q-Sight BAE menggunakan optik waveguide holografik (Sistem BAE)

<sup>6</sup> Dalam optik, pupil keluar adalah lubang virtual dalam sistem optik. Hanya sinar yang melewati lubang virtual ini yang dapat keluar dari sistem.

Arti penting dari pekerjaan ini adalah desain, pengembangan, dan pembuatan prototipe HMD teropong kompak yang kokoh berdasarkan teknologi waveguide holografik planar FOV lebar yang canggih dan generasi gambar LCoS resolusi tinggi [39].



Gambar 8.31 Tampilan visor waveguide holografik teropong Sistem Holoeye (HWVD) dengan waveguide holografik (Sistem Holoeye)



Gambar 8.32 Waveguide optik terpolarisasi (Courtesy Lumus)

- ***Polarized Waveguide***

Teknik waveguide terpolarisasi menggunakan lapisan multilayer dan reflektor terpolarisasi tertanam untuk mengekstrak cahaya ke arah pupil mata. Konsep tersebut telah dipatenkan oleh Lumis.

Teknologi ini memungkinkan FOV lebih lebar dan kotak gerak mata juga bisa cukup besar. Panduan cahaya menggunakan berbagai jumlah reflektor, memiliki reflektifitas yang dimodifikasi untuk mempertahankan pencahayaan seragam di seluruh bidang pandang dan kotak mata. Reflektifitas yang dimodifikasi dihasilkan oleh lapisan terpolarisasi berlapis pada



pelat kaca karena plastik saat ini bukanlah substrat waveguide yang optimal. Pelapis inovatif ini memiliki berbagai jumlah lapisan yang mencerminkan secara seragam semua spektrum yang relevan pada polarisasi tertentu. Pelat yang dilapisi direkatkan, dipotong, dan dipoles untuk membuat waveguide (Gambar 8.32).

Salah satu kritik tentang desain adalah sistem dan reflektor terpolarisasi sehingga ketika digunakan dengan layar OLED, hampir 60% cahaya hilang saat dipantulkan [40]. Selain itu, penyimpangan warna dari ketidakseragaman warna dapat terjadi karena keadaan polarisasi, tetapi Lumus berpikir bahwa mereka telah mengatasi artefak ini.

LCoS dan proyektor gambar berbasis LCD lainnya secara inheren terpolarisasi. Dengan mengarahkan polarisasi proyektor ke lapisan reflektif, kehilangan cahaya diminimalkan.

Sedangkan untuk sumber OLED yang tidak terpolarisasi, saat ini tidak seterang yang dibutuhkan dan mengalami penurunan kecerahan seiring waktu. Selain itu, distribusi cahaya sudutnya tidak tumpang tindih dengan distribusi proyeksi yang diperlukan (kehilangan cahaya substansial di atas kehilangan polarisasi 50%). Oleh karena itu, saat ini Lumus dan yang lainnya tidak menganggap OLED sebagai teknologi yang matang untuk aplikasi augmented reality.



Gambar 8.33 Headset ORA-X-1 Optinvent dengan lensa mata Augmented Reality (Optinvent)

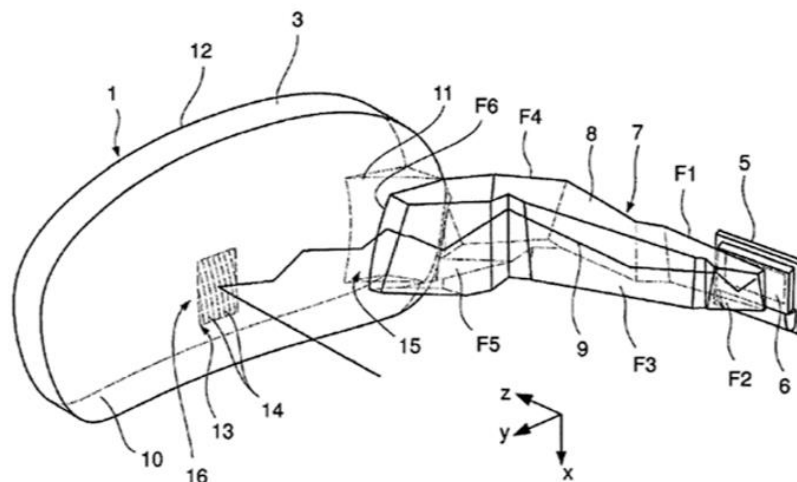
Lumus telah mendemonstrasikan optik waveguide yang mencapai bidang pandang 55 derajat dari optik setebal kurang dari 2 mm, yang berpotensi memungkinkan headset Augmented Reality seukuran kacamata. Metode ini achromatic karena itu unggul dalam mempertahankan komposisi warna dari gambar yang diproyeksikan. Generator gambar (LCoS misalnya) diorientasikan secara optimal relatif terhadap reflektor waveguide untuk menghilangkan hilangnya polarisasi.

- **Waveguide Reflektor Array Permukaan**

Struktur susunan permukaan terdiri dari beberapa struktur pemantulan yang memungkinkan untuk memiliki pemandu cahaya yang lebih tipis sambil mempertahankan kotak gerak mata yang besar serta FOV yang besar. Teknik ini digunakan oleh Optinvent, dan dicap sebagai Clear-Vu.

Struktur permukaan memungkinkan panduan cahaya monolitik yang dicetak (dari satu bagian plastik) digunakan yang dilapisi dengan lapisan semi reflektif. Pelat penutup direkatkan ke potongan plastik untuk melindungi struktur dan untuk memastikan fungsi tembus pandang optik. Komponen pelat penutup ini tidak perlu presisi karena tidak digunakan untuk menghasilkan bayangan maya. Ini hanya memastikan fungsi tembus pandang dengan mengkompensasi efek prismatic ketika pupil mata melihat melalui struktur panduan cahaya. Teknologi Clear-Vu karenanya mendapat manfaat dari teknik waveguide reflektif (tidak ada masalah warna, substrat plastik yang dicetak, pelapis tradisional, efisiensi yang lebih baik, kotak mata besar dan FOV). Selain itu, ia memiliki manfaat tambahan dari waveguide yang lebih tipis yang terbuat dari satu bagian plastik monolitik:

Optinvent telah memasukkan panel mikro-display LCoS Himax dalam desainnya. Microsoft juga menggunakan waveguide Himax dalam HoloLens-nya, dan Magic Leap juga telah menyelidikinya (Gambar 8.33).



Gambar 8.34 Optik Zeiss menggunakan lensa Fresnel untuk menempatkan gambar di zona vergensi (Paten AS)

Optinvent menawarkan ORA-X dengan mengklaimnya sebagai kategori perangkat baru yang menggabungkan headphone dengan lensa mata augmented reality, yang mereka sebut sebagai Smart AR Headphone. Lengan pada ORA-X dapat berputar 180° sehingga dapat digunakan sebagai produk mata kanan atau mata kiri. Terdapat sensor yang secara otomatis mendeteksi posisi sehingga suara dan gambar dapat dibalik.

Khaled Sarayeddine, CTO Optinvent, mengatakan, “Teknologi tembus pandang berbiaya rendah untuk tampilan Augmented Reality yang dapat dikenakan telah menjadi elemen kunci yang sulit dipahami untuk memungkinkan pasar Augmented Reality seluler berorientasi konsumen. Dari berbagai teknologi waveguide yang dibahas, jenis reflektif tampaknya paling menjanjikan untuk penyebaran konsumen skala besar. Keuntungan utama adalah biaya yang lebih rendah, substrat plastik, dan kurangnya masalah warna. Teknologi optik akhirnya muncul yang akan memungkinkan produk tampilan Augmented Reality yang dapat dipakai yang berorientasi pada konsumen menjadi kenyataan dalam waktu dekat.”

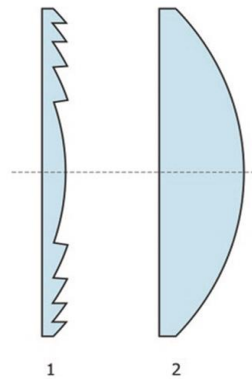
- **Zeiss Menggunakan Combo**

Zeiss menggunakan bentuk pendekatan pipa cahaya/panduan gelombang pada desain mereka untuk mendapatkan gambar dari tampilan (item 6) hingga sepanjang jalur optik (item 9) ke

lensa Fresnel (item 14) di lensa kacamata (Item 3) , seperti yang ditunjukkan pada Gambar 8.34, Paten AS 2016/0306171 A1.

Lensa Fresnel mengurangi jumlah bahan yang dibutuhkan dibandingkan dengan lensa konvensional dengan membagi lensa menjadi satu set bagian annular konsentris. Lensa Fresnel yang ideal akan memiliki banyak bagian seperti itu (Gambar 8.35).

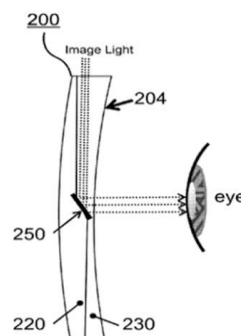
Zeiss telah menggunakan OLED eMagin dengan optik bentuk bebas dan waveguide yang terpasang pada kacamata. Ini menunjukkan bahwa seseorang dapat memiliki kacamata resep yang dibuat dengan struktur khusus mereka, permukaan Fresnel. Perusahaan elektronik konsumen besar lainnya sedang mengembangkan desain serupa.



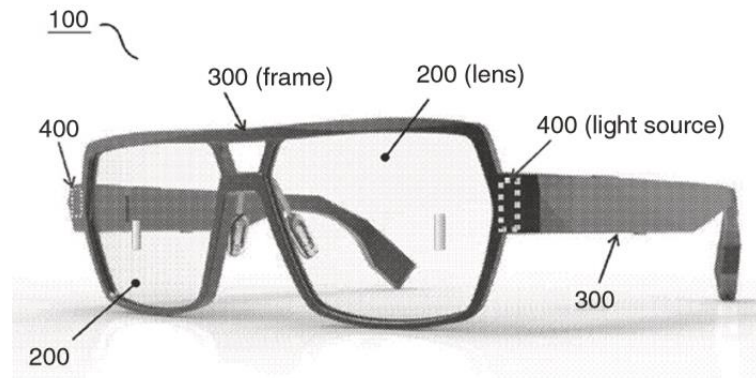
Gambar 8.35 Penampang melintang lensa Fresnel bulat (1), dibandingkan dengan penampang lensa plano-cembung bola konvensional (2)

- **Single Beam-Splitter**

Untuk membuat sepasang kacamata cerdas Augmented Reality konsumen yang tidak terlihat mencolok, Anda ingin membuatnya terlihat seperti kacamata biasa. Laforge Optical mengira mereka telah melakukan ini, dan bahkan dapat membuat kacamata dengan resep seseorang. Salah satu perusahaan yang paling ambisius adalah Optical yang berbasis di LA, yang memperkenalkan kacamata Augmented Reality resep Shima. Laforge Optical menjanjikan kacamata Augmented Reality gaya konsumen yang menarik, menggambarkan dirinya sebagai mimpi California, dibuat di Italia. Ironisnya, perusahaan tersebut tidak dinamai sesuai dengan karakter Geordi La Forge dari Star Trek yang buta dan menggunakan kelas tambahan untuk melihat Gambar 6.71. Laforge menempatkan layar kecil di dekat engsel spesial, dan memproyeksikan gambar ke beam-splitter yang tertanam di lensa, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 8.36 dari aplikasi paten mereka (2016/0231577 A1) . Itu adalah proses manufaktur optik yang rumit. Pada gambar half-tone pada Gambar 8.16 Anda dapat melihat beam-splitter di lensa (item 200), dan lokasi tampilan (item 400) (Gambar 8.37).



Gambar 8.36 Sistem lensa beam-splitter Laforge (Paten AS)



Gambar 8.37 Kacamata Laforge dengan beam-splitter dan elemen tampilan (Patent AS)

Desain Laforge adalah salah satu yang paling mudah (selain penyertaan rumit dari beam-splitter), yang akan menjaga ukuran dan berat tetap rendah. Fitur tampilan Laforge minimal untuk menjaga daya yang dibutuhkan dan kompleksitas tampilan, tetapi akan dipasangkan dengan smartphone dan menawarkan informasi posisi. Tidak ada kamera yang disertakan dalam kacamata generasi pertama.

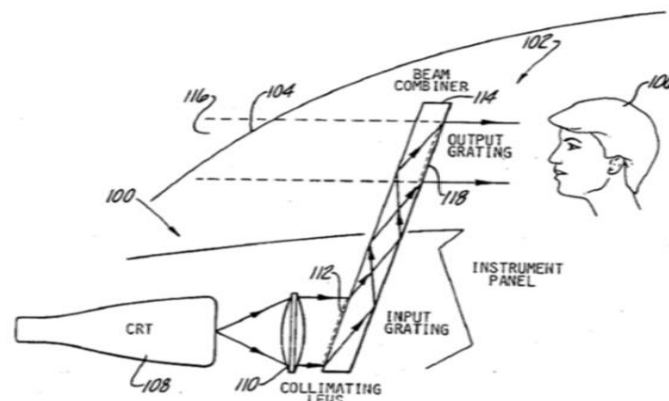
Masalah mendasar ketika membuat kacamata cerdas Augmented Reality adalah mereka harus memiliki optik untuk menempatkan gambar dalam fokus di depan pemakainya, karena seseorang tidak dapat fokus pada apa pun yang sedekat kacamata (atau lensa kontak, yang berkaitan dengan titik nodal mata). Jika layar transparan diletakkan di permukaan kacamata seseorang, itu akan benar-benar tidak fokus (ada juga masalah ukuran dan resolusi karena itu bukan gambar virtual).

- **Display HUD**

Tampilan head-up visi sintetis untuk pilot pesawat dikembangkan oleh NASA dan Angkatan Udara AS pada akhir 1970-an dan 1980-an untuk mendukung penelitian kokpit tingkat lanjut. Penggunaan pertama tampilan head-up pada kendaraan konsumen dimulai pada tahun 1988.

Ilustrasi pada Gambar 8.38, adalah contoh yang baik tentang bagaimana perangkat pertama bekerja. Mereka menggunakan waveguide (saat itu tidak disebut demikian) dan perangkat tampilan yang sangat terang (saat itu CRT).

Ilustrasi ini berasal dari permohonan paten 1985 yang diajukan oleh Environmental Research Institute of Michigan (4.711.512). HUD otomotif retro-fit berbiaya rendah menggunakan perangkat tampilan yang hanya menyinari kaca depan—tanpa optik sama sekali.



Gambar 8.38 Pesawat HUD menggunakan waveguide (Patent AS)

- **Reflektif**

Teknik reflektif bukanlah waveguide, mereka menggunakan komponen optik reflektif dan tidak bergantung pada komponen eksotis atau pelapis multilayer. Mereka tidak mengalami masalah ketidakseragaman warna karena mereka menggunakan cermin semi reflektif dan memantulkan cahaya putih dengan degradasi minimal. (Untuk menjadi “panduan gelombang”, mereka perlu melakukan refleksi berdasarkan TIR.)

Kemungkinan untuk menggunakan substrat plastik cetakan merupakan keuntungan dalam hal biaya, berat, dan keamanan mata (seringkali mereka menggunakan plastik polikarbonat tahan pecah) dari teknik ini karena sering ada penggabung besar seperti lensa. Seperti teknologi waveguide lainnya, kolimator optik memperbesar gambar yang dihasilkan oleh layar mikro dan menyuntikkannya ke pemandu cahaya. Akibatnya, semua jenis tampilan mikro dapat digunakan dalam sistem ini karena tidak ada masalah polarisasi atau spektrum warna (LCD, LCoS, DLP, OLED), meskipun yang menggunakan cahaya terpolarisasi dapat memanfaatkan pemecah berkas polarisasi dalam desainnya.

Sistem reflektif dapat ditingkatkan dengan kombinasi sistem optik dari reflektif, bias, dan difraksi bersama dengan optik Fresnel. Salah satu konfigurasi populer yang menyelaraskan gambar dengan pupil dengan baik saat melihat lurus ke depan adalah pemecah berkas datar sederhana, dan penggabung semi-cermin melengkung yang juga berfungsi untuk memperbesar dan mengubah fokus yang tampak secara optik, atau kombinasi pemecah berkas dan lengkung penggabung.

Pemisah berkas sinar datar sederhana (baik yang terbuka atau terbungkus kaca) memerlukan semua optik untuk mengubah fokus nyata yang harus dilakukan pada optik di luar pembagi berkas. Epson menggunakan pemecah sinar reflektif, dan Google menggunakan pemecah sinar datar tunggal yang tertanam ke dalam struktur kaca padat mereka yang tidak menggunakan TIR (dan dengan demikian bukan Waveguide) dan menggabungkan elemen optik reflektif (menggunakan cahaya terpolarisasi, cahaya melewati beam-splitter pada lintasan pertama ke cermin optik melengkung dan setelah polarisasinya diputar kembali ke beam-splitter yang mengarahkan cahaya ke arah mata).

Masalah dengan pendekatan pembagi berkas datar adalah ukuran reflektor berbanding lurus dengan FOV dan dimensi kotak mata, oleh karena itu volume yang dikonsumsi oleh pembagi berkas bisa menjadi cukup besar. Dalam kasus Google dan Epson, ketebalan panduan cahaya sekitar 1 cm. Baik Epson maupun Google menggunakan desain “side shooter” di mana gambar diproyeksikan dari samping yang sesuai dengan dimensi horizontal gambar. Dalam kasus Grup Desain Osterhout R-6, R-7, R-8, dan R-9 mereka menggunakan “penembak atas” dan dimensi diagonal dari beam-splitter didorong oleh ukuran vertikal yang lebih pendek dari gambar yang membuat itu agak kompak jika masih besar.

Prisma dapat digunakan sebagai pemandu cahaya saat cahaya memantul dari sisinya, dengan satu dinding biasanya sebagian dicerminkan atau dimodifikasi dengan elemen optik difraksi atau polarizer, yang semuanya hanya memindahkan sebagian kecil cahaya, dengan non-terpolarisasi, atau cahaya yang tidak dipantulkan hilang, mengurangi kecerahan. Google menggunakan prisma, yang dikenal sebagai desain “birdbath”, dan menurut Kohno, dkk., “menderita sejumlah kebocoran tampilan.” [41].

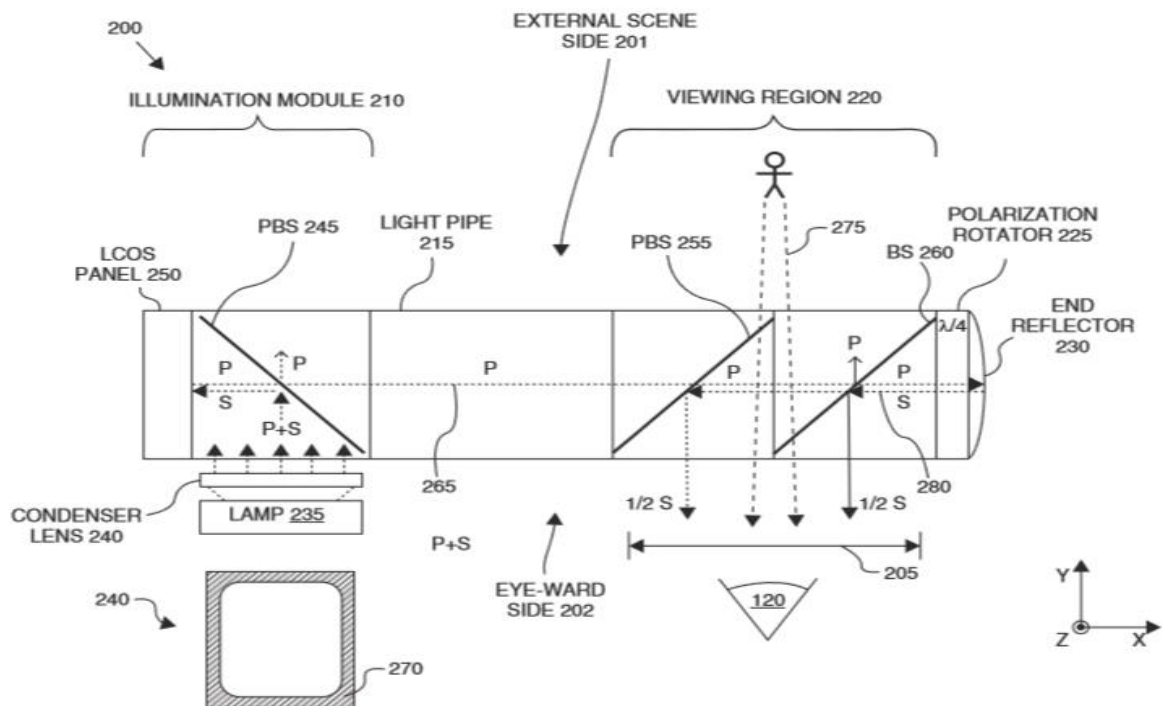
Istilah birdbath digunakan untuk merujuk pada kombinasi beam-splitter dan combiner melengkung (mangkuk mandi burung). Google Glass mungkin dianggap sebagai birdbath yang dimodifikasi karena biasanya permukaan melengkung adalah yang Anda lihat.

Biasanya konfigurasi ini digunakan dengan tampilan non-tembus pandang dengan cermin lengkung non-tembus pandang, karena tampilan tembus pandang akan terlalu dekat dengan mata untuk fokus tanpa optik, dan jika berada di luar jalur visual, mereka tidak perlu tembus pandang.

Semua sistem tembus pandang membuang banyak cahaya gambar tampilan, seringkali 80–90% atau lebih cahaya gambar terbuang sia-sia. Jika beam-splitter adalah 50% transmissive, hanya setengah dari gambar yang melewati optik korektif, dan hanya setengah dari yang melewati pupil, kehilangan 75%. Demikian pula, hanya setengah dari cahaya ruangan yang diteruskan ke pupil membuat ruangan tampak lebih gelap. Penurunan rasio refleksi terhadap transmisi mencerahkan ruangan, tetapi dengan pembagi berkas transmisi 75% hanya 6% dari tampilan yang akan mencapai mata. Umumnya, semakin transparan pandangan dunia nyata, semakin banyak cahaya yang hilang. Waveguide juga sangat boros cahaya gambar. Waveguide Lumus misalnya, membutuhkan proyektor yang terang untuk menggerakkannya karena efisiensinya kurang dari 10%.

Pertimbangkan penggabung cermin sederhana yang 90% transmissive, maka hanya 10% (secara nominal, ada kerugian lain) reflektif dan akan kehilangan 90% dari cahaya gambar yang terpantul darinya.

Diperkirakan oleh beberapa orang bahwa headset tembus pandang dapat menaikkan biaya tampilan dan optik setidaknya 2X. Alasannya adalah karena optik lebih mahal dan mesin tampilan harus jauh lebih terang (biasanya 5–15X atau lebih).



Gambar 8.39 Pemecah berkas Google Glass (Kantor Paten AS)

Ini khususnya masalah untuk digunakan dengan layar OLED yang tidak dapat meningkatkan kecerahan tanpa mengurangi masa pakai layar. Beberapa sistem berbasis OLED memblokir sekitar 95% cahaya luar. IMMY dan Elbit menghindari kerugian sekitar 75% dari beam-splitter tetapi mereka masih memiliki kerugian melalui penggabung melengkung depan. Oleh karena itu, sebagian besar headset Augmented Reality menggunakan LCoS dan DLP karena dapat meningkatkan kecerahan iluminasi. Ada beberapa industri yang merasa bahwa ini adalah satu-

satunya cara untuk mendukung tampilan Augmented Reality yang sangat transparan karena Anda harus memulai dengan tampilan yang sangat terang untuk mengeluarkan cahaya. IMMY menggunakan rana eksternal yang mungkin berfungsi untuk beberapa aplikasi.

Dalam kasus Google, cahaya sudah terpolarisasi sebagai bagian dari pengoperasian layar LCoS, jadi tidak ada kerugian tambahan untuk melewati beam-splitter dua kali (ini menyebabkan sedikit kerugian tetapi lebih seperti 10%, bukan 50%) karena cahaya pada lintasan pertama sudah terpolarisasi dengan cara yang benar. Kemudian melewati film pelat gelombang seperempat sebelum mengenai cermin melengkung yang kemudian mengirimkannya kembali melalui gelombang seperempat yang sama untuk menyelesaikan perubahan setengah gelombang penuh dalam polarisasi sehingga cahaya kemudian akan dipantulkan pada lintasan kedua. Ada kerugian melalui splitter balok terpolarisasi dan kerugian kecil dari film, tapi tidak mendekati 50% (Gambar 8.39).



Gambar 8.40 Kombinasi Asap Phase Space AR dan VR HMD menggunakan optik reflektif (Sumber: Phase Space)

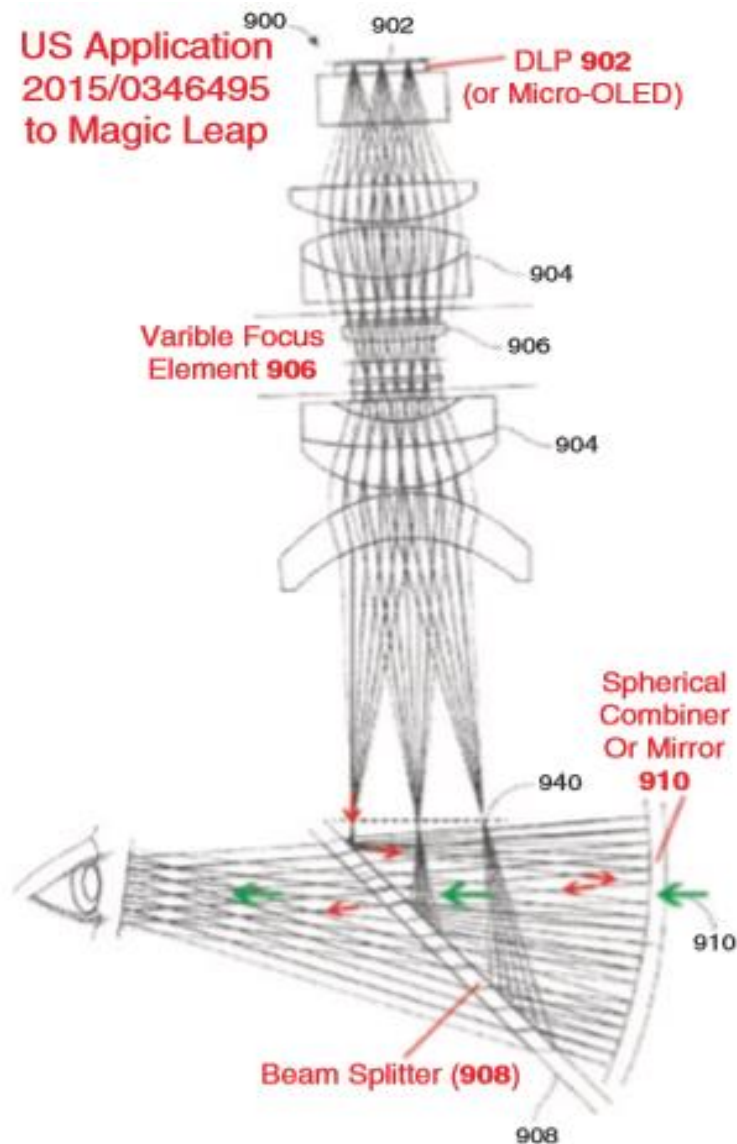
Ada kerugian polarisasi untuk membuat cahaya terpolarisasi sebelum masuk ke perangkat LCoS. Jadi Anda mengambil pukulan besar 50 + % untuk mendapatkan cahaya terpolarisasi pada panel, tetapi Anda hanya menerima pukulan besar sekali. Cahaya yang keluar dari panel yang dimaksudkan untuk menjadi cahaya semuanya terpolarisasi ke "polarisasi kanan" untuk melewati beam-splitter.

Ketika Anda memiliki cahaya yang tidak terpolarisasi, tidak ada pilihan selain mengambil kerugian 50% dalam desain "birdbath". Tetapi dengan menggunakan "trik" yang terkenal dari pelat gelombang seperempat, baik pada lintasan transmisi dan lintasan pantulan, cahaya dipolarisasi untuk melewati dengan kerugian minimal.

Panduan cahaya tebal dapat memperkenalkan tingkat distorsi yang lebih tinggi untuk penglihatan tembus pandang. Itu sebabnya layar Google Glass terletak di sudut kanan atas penglihatan pengguna.

Variasi umum lainnya menggunakan penggabung pelat datar yang pertama mengirimkan cahaya ke semi-cermin bola dan kemudian pada lintasan kedua cahaya masuk ke mata (lihat Gambar 8.40), aplikasi paten Magic Leap (lihat Gambar 8.41), dan lainnya seperti Osterhaut Design Group dengan ODG R-6, R-8, dan R-9. Masalah dengan desain optik ini adalah cahaya dari layar harus melewati beam-splitter dua kali dan keluar dari combiner melengkung satu kali. Jika cahaya tidak terpolarisasi, maka akan ada setidaknya 50% kehilangan pada setiap lintasan yang mengakibatkan setidaknya 75% kehilangan cahaya selain kehilangan melalui penggabung melengkung. Selain itu, cahaya dunia nyata banyak melewati penggabung melengkung dan kemudian melalui pemecah sinar dan dengan demikian dunia nyata secara signifikan diredupkan. Struktur optik ini membuatnya bermasalah untuk augmented reality.

Ada juga contoh sistem reflektif yang menghindari kebutuhan beam splitter dan hanya memiliki semi-cermin melengkung, contoh paling jelas adalah Meta2 HMD Meta (lihat Gambar 8.26, dan contoh HMD cermin setengah perak), HMD fungsi ganda Phase Space, Smoke (lihat Gambar 8.40), aplikasi paten Magic Leap (lihat Gambar 8.41), dan lainnya seperti contoh microdisplays oleh Elbit dengan HUD sepeda EverySight mereka, dan HUD penerbangan Skyvision, serta IMMY



Gambar 8.41 Permohonan paten Magic Leap di AS untuk sistem optik penggabung beam-splitting (Paten AS)



Sebuah contoh yang baik dari representasi skematis dari optik yang digunakan dalam beam-splitter dan tampilan combing reflektif kurva dapat dilihat pada ilustrasi dalam paten Osterhout Design Groups 9.494.800 ditunjukkan pada Gambar. 8.41.

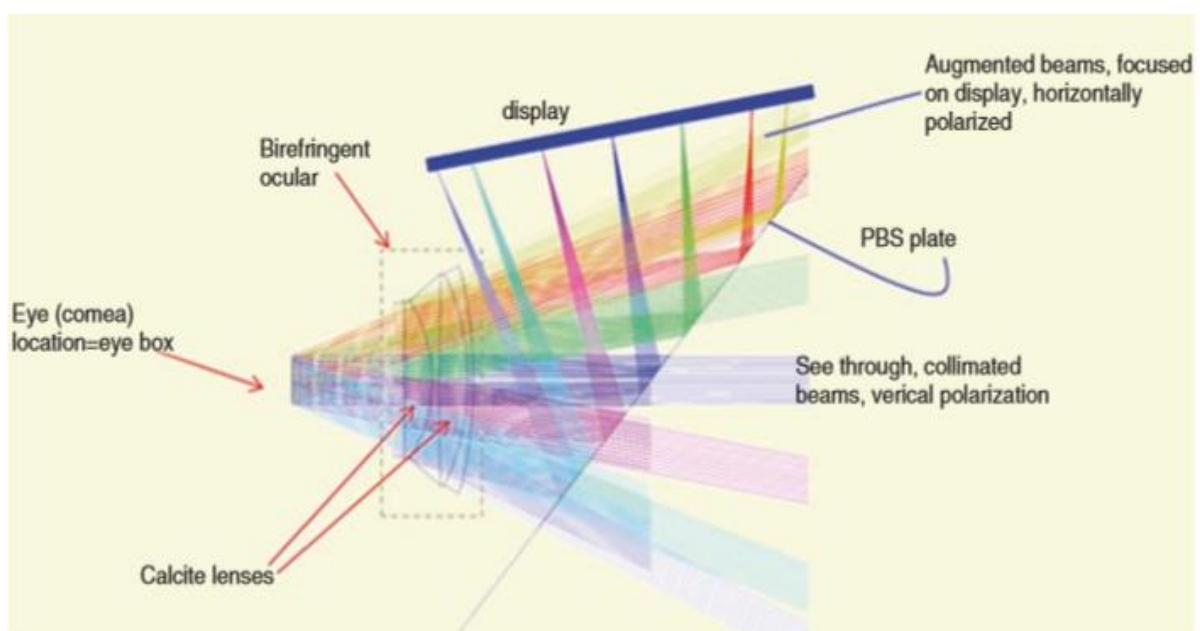
Beam-splitter-combiner adalah desain yang telah terbukti digunakan selama bertahun-tahun. Lensa campuran splitter-combiner dengan cermin parsial combiner bulat. Kelebihan dari desain ini adalah seringkali ternyata pencampuran bias (lensa) dengan optik cermin dapat menghasilkan desain yang lebih kompak dan lebih murah.

Osterhout Design Group (ODG) menggunakan beam-splitter di kacamata cerdas R-8 mereka. Pemecah sinar memindahkan bayangan dari mata dan masuk ke cermin lengkung dalam kombinasi pemecah sinar dan cermin lengkung, seperti ditunjukkan pada Gambar 8.42.

Ada juga waveguide optik bentuk bebas seperti Optik Kessler yang menggunakan kelengkungan untuk mengontrol bagaimana cahaya ada. Kessler juga telah merancang lensa mata birefringent untuk sistem Augmented Reality dekat mata, seperti yang diilustrasikan pada Gambar 8.43.



Gambar 8.42 Kacamata cerdas Augmented Reality R-8 Osterhout Design Group menggunakan beam-splitter dan cermin lengkung untuk mengurangi ukuran (Sumber: ODG)



Gambar 8.43 Desain lensa mata birefringent Kessler Optics (Sumber: Kessler Optics & Photonics Solutions)

Kedua saluran, saluran tembus pandang dan saluran augmenting terpolarisasi ortogonal dan digabungkan menggunakan penggabung polarisasi. Lensa mata terbuat dari elemen birefringent. Ini pada dasarnya tidak memiliki kekuatan untuk cahaya terpolarisasi dalam arah vertikal yang digunakan untuk tembus pandang dan memiliki kekuatan yang signifikan antara panjang fokus 30 dan 60 mm untuk cahaya terpolarisasi dalam polarisasi horizontal yang digunakan untuk saluran augmentasi.

Polarisasi untuk saluran tembus pandang dan saluran tambahan dapat dibalik. Pilihan polarisasi vertikal untuk tembus pandang adalah untuk menyediakan fungsi kacamata matahari terpolarisasi dalam mengurangi silau dari, katakanlah, permukaan basah. Tembus pandang diperlihatkan sebagai kolimasi tetapi dapat dirancang juga untuk fokus pada objek sekitar 0,5 m atau jarak lain yang jauh lebih besar daripada panjang fokus saluran yang diperbesar.

Sistem reflektif dengan beam-splitter, lensa melengkung, polarizer, dan penggabung lainnya menunjukkan janji dan peluang besar dalam kacamata augmented reality, serta helm.

### 8.8.5 Tampilan Langsung-Emisif Transparan

Seperti disebutkan dalam pengantar bagian ini, tampilan dapat memancarkan, atau termodulasi, dan transparan, atau tidak transparan. Bagian sebelumnya telah membahas non-transparan. Pada bagian ini, tampilan transparan akan dibahas.

- **Micro-LED**

Mengikuti LCD dan AMOLED, microLED telah muncul sebagai teknologi tampilan generasi berikutnya yang diharapkan dapat digunakan secara luas untuk perangkat pintar yang dapat dipakai. MicroLED menawarkan peningkatan signifikan di banyak bidang, termasuk kecerahan/kontras, efisiensi energi, dan waktu respons.

Light-emitting diodes (LED) menawarkan kecerahan, efisiensi, dan kualitas warna yang luar biasa, tetapi karena masalah manufaktur hanya digunakan dalam tampilan sebagai lampu latar atau dalam modul (biasanya susunan piksel  $512 \times 512$  digunakan di ruang konferensi area besar atau tampilan papan reklame) .

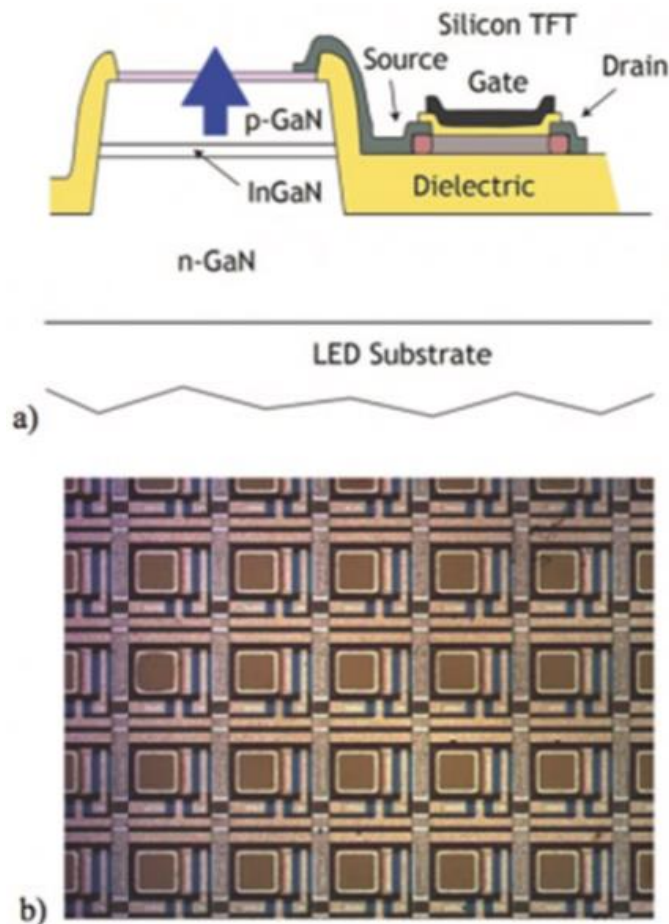
Dioda pemancar cahaya adalah teknologi yang terkenal, digunakan dalam segala hal mulai dari lampu jalan hingga lampu daya ponsel cerdas. Pekerjaan menggunakan teknik semikonduktor mikro-miniatur untuk membuat mikroLED dimulai pada awal 2000-an, dan pada 2012–13 hasil yang ditunjukkan menunjukkan kelayakan dan potensi tampilan intensitas tinggi yang memancarkan diri ini.

Memproduksi tampilan emisif yang andal dan berkinerja tinggi dalam bentuk yang lebih kecil membutuhkan teknologi microLED baru. Beberapa pendekatan telah diusulkan untuk mengisolasi elemen mikroLED dan mengintegrasikan mikroLED ini ke dalam susunan matriks aktif. Penggunaan microLED menawarkan potensi peningkatan kecerahan dan efisiensi secara signifikan, dengan rentang dinamis tinggi, untuk augmented/mixed reality, proyeksi, dan aplikasi mesin ringan non-display.

Sebelum Apple mengakuisisi LuxVue pada Mei 2014, teknologi microLED relatif tidak dikenal. Tapi sekarang industri layar menaruh perhatian besar, dan banyak yang percaya teknologi microLED dapat mengganggu layar LCD saat ini, serta layar OLED.

Pada akhir 2016, pembuat headset Virtual Reality Oculus (Facebook) mengakuisisi Infniled, sebuah startup Irlandia yang berspesialisasi dalam tampilan LED berdaya rendah. Didirikan pada tahun 2010, Infniled berasal dari Tyndall National Institute, pusat penelitian yang mengkhususkan diri dalam fotonik dan mikro/nanoelektronik yang selaras dengan University College Cork. Mereka mengembangkan layar ILED (LED anorganik, juga disebut sebagai MicroLED), yang merupakan teknologi generasi berikutnya yang dapat menggantikan OLED, plasma, dan LCD dengan menawarkan efisiensi daya yang lebih besar dengan biaya lebih rendah.

Micro-LED mendapat manfaat dari pengurangan konsumsi daya dan telah terbukti beroperasi secara efisien pada kecerahan yang lebih tinggi daripada layar OLED dan dalam hal itu, dapat memberikan solusi kecerahan tinggi yang memancarkan. Kelemahan dari LED adalah mereka secara inheren monokrom — fosfor yang biasanya digunakan dalam mengubah warna dalam LED tidak berskala dengan baik ke ukuran kecil — yang mengarah pada persyaratan untuk arsitektur perangkat yang lebih rumit dan belum jelas seberapa skalabel ini ( Gambar 8.44).



Gambar 8.44 Penampang skematik dari konstruksi MicroLED (a), dan mikrograf dari rakitan microLED matriks aktif (b) (Sumber: Display Daily)

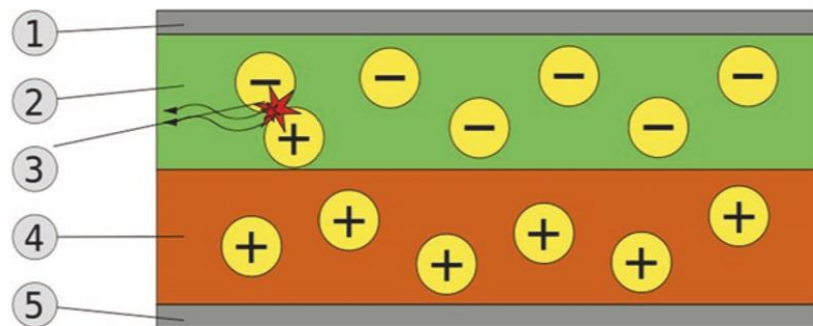
Micro-LED, juga dikenal sebagai microLED, mLED atau LED, adalah teknologi layar panel datar yang sedang berkembang (mLED juga merupakan nama perusahaan yang memasok microLED). Sesuai dengan namanya, tampilan microLED terdiri dari susunan LED mikroskopis yang membentuk elemen piksel individual. Dibandingkan dengan teknologi LCD yang tersebar luas, tampilan microLED menawarkan kontras yang jauh lebih besar, waktu respons yang jauh lebih cepat, dan akan menggunakan lebih sedikit energi.

Selain OLED, microLED dan ILED terutama ditujukan untuk perangkat kecil berenergi rendah seperti perangkat yang dapat dikenakan seperti headset Augmented Reality dan jam tangan pintar. Tidak seperti OLED, tampilan microLED lebih mudah dibaca di bawah sinar matahari langsung, namun tetap secara signifikan mengurangi kebutuhan energi dibandingkan LCD. Tidak seperti OLED, microLED didasarkan pada teknologi LED GaN konvensional, yang menawarkan kecerahan total yang jauh lebih tinggi daripada produk OLED, sebanyak 30 kali, serta efisiensi yang lebih tinggi dalam hal lux/W. Itu juga tidak mengalami masa pakai OLED yang lebih pendek, meskipun umur multi-tahun OLED modern telah mengurangi masalah ini di sebagian besar peran.

ILED dapat mencapai ukuran piksel mikroskopis, sekecil piksel 2 mikron. Pada ukuran seperti itu, layar 1080p hanya diagonal 0,2 inci. Diharapkan iLED akan menjadi setengah dari biaya OLED.

- **Layar OLED**

Organic Light-Emitting Diode, adalah perangkat semikonduktor film tipis berdasarkan bahan organik yang memancarkan cahaya ketika arus diterapkan. Konsep dan pengamatan pertama electroluminescence dalam bahan organik ketika dirangsang oleh listrik pada awal 1950-an oleh André Bernanose (1912-2002) dan rekan kerja di Nancy-Université di Perancis [42].



Gambar 8.45 Skema OLED bilayer (Wikipedia)

Elemen dari sebuah OLED, ditunjukkan pada Gambar 8.45, terdiri dari: (1). Katoda (-), (2). Lapisan emisi, (3). Emisi Radiasi, dan (4). Lapisan Konduktif, (5). Anoda (+).

Juga disebut mikro-display oleh beberapa produsen, sistem non-emisif seperti LCoS, memerlukan sumber cahaya eksternal dengan cahaya yang selalu datang pada setiap piksel, terlepas dari apakah piksel tersebut hidup atau mati, suatu sifat yang tidak diinginkan untuk aplikasi portabel mana pun yang daya tahan baterainya rendah. terpenting.

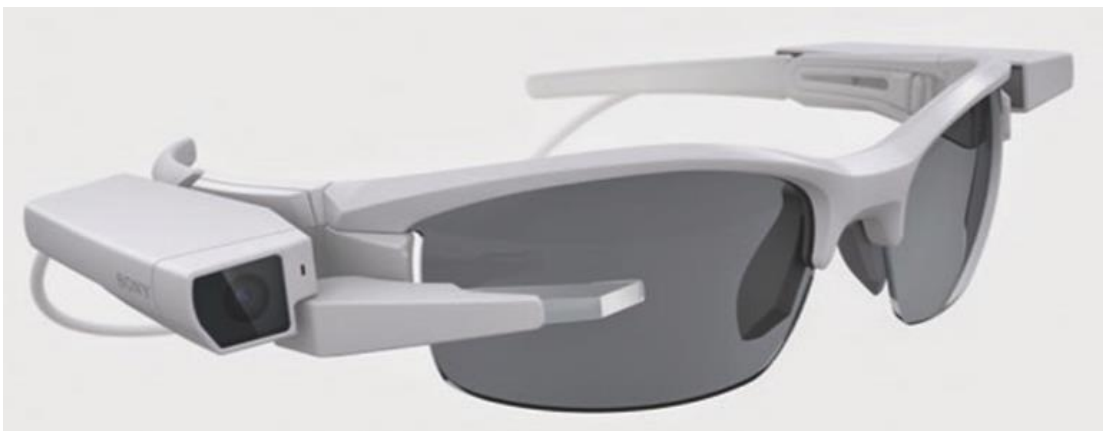
Jenis tampilan memancarkan memperbaiki masalah itu dan dapat lebih hemat energi, salah satu alasan utama ada minat yang signifikan pada tampilan mikro-OLED (juga disebut -OLED). Seiring dengan kontras yang lebih tinggi, waktu respons yang lebih cepat, dan rentang suhu pengoperasian yang lebih luas, mikro-OLED telah digunakan dalam prototipe seperti kacamata cerdas dari Atheer Labs, dengan beberapa perusahaan mengembangkan produk di seluruh dunia (misalnya eMagin, Yunnan OLIGHTECK, dan Microoled).

OLED memungkinkan rasio kontras buatan yang lebih besar (baik dinamis maupun statis) dan sudut pandang yang lebih lebar dibandingkan LCD, karena piksel OLED memancarkan cahaya secara langsung. OLED juga memiliki waktu respons yang jauh lebih cepat daripada LCD.

Sayangnya, generasi mikro-OLED saat ini terbatas dalam kecerahan dan pengalaman dan memiliki masa pakai perangkat yang pendek saat dijalankan dalam kondisi kecerahan tinggi. Akibatnya, ada penelitian dan pengembangan signifikan yang sedang berlangsung dalam membuat OLED yang lebih cerah dan tahan lama, dengan prototipe yang menggunakan emisi warna langsung daripada susunan filter warna RGB yang menunjukkan janji signifikan dalam hal itu.

Sony telah menjadi pemimpin dalam micro-OLED (m-OLED) yang menggunakannya dalam jendela bidik untuk kamera mereka, dan kacamata cerdas Augmented Reality (Gambar 8.46).

Sony SmartEyeGlass Attach menampilkan layar mikro lensa tunggal OLED 0,23 inci, dengan resolusi  $640 \times 400$  dan papan kontrol yang berisi prosesor ARM, hub sensor, Wi-Fi, dan konektivitas Bluetooth 3.0. Modul tampilan hanya 40 g. Sony juga telah mengembangkan OLED 1080p dengan piksel 8,2 mikron.



Gambar 8.46 Sony SmartEyeGlass Attach menggunakan layar m-OLED (Sony)

## **IMMY NEO System Resolution**

<b>Pixel Size (A)</b>	• OLED Micro Display = 7.8 micron (0.0003")
<b>Eye Distance to Display (B)</b>	• 127mm (5.0")
<b>Single Pixel Subtended Angle (C)</b>	• $C = \tan A \times B = 0.0034 \text{ Degrees} = 0.2 \text{ arcmin}$
<b>Optic System Magnifying Power (D)</b>	• 8x Nominal
<b>System Resolution (E)</b>	• System Resolution (E) = C x D



$$\text{MY NEO Resolution} = 0.2 \text{ arc/min} \times 8 = 1.6 \text{ arcmin}$$



Gambar 8.47 Kerapatan tampilan yang direalisasikan dari tampilan OLED mikro (IMMY)

IMMY telah mengembangkan headset Augmented Reality menggunakan layar OLED mikro berpemilik dan telah mewujudkan resolusi layar berikut dalam sistem Neo mereka (Gambar 8.47).

Dengan cermin, hanya IMMY optik yang mengatakan bahwa mereka tidak dibatasi oleh apa pun selain mata manusia, yaitu  $\sim 1$  menit busur.

Waveguide, difraktor, dan pendekatan optik "holografik" kira-kira 10% efisien. Jadi, Anda perlu 1000 nits untuk mendapatkan 100 ke mata, yang cukup terang. Cermin sekitar 98% efisien, jadi, tergantung pada cara Anda mengatur penggabungan, sistem ini sangat efisien. IMMY mengatakan mereka memiliki  $98\% \times 98\% \times 50\%$  yang sama dengan 48%. Oleh karena itu, dengan 200 nits untuk memulai kali 0,48 mereka mewujudkan 96 nits ke dalam mata, yang sangat efisien.

Ambient Light in Candelas/Meter <sup>2</sup>		
Movie Theater	0.15	0.50
Dim Room Light	3	7
Typical Room Light	100	200
Desktop for Reading	130	200
Room Indirect Sun	150	350
Room with Direct Sunlight	3000	17,000
Outdoor Daytime	10,000	35,000

Tabel 8.1 Cahaya sekitar dalam berbagai situasi

Sony bergerak ke 5 mikron, dan akan mencapai batas penglihatan manusia pada saat itu.

Pada tahun 2017, Kopin mendemonstrasikan tampilan mikro dioda pemancar cahaya organik dengan resolusi  $2048 \times 2048$  (empat juta piksel) kecil, cepat, resolusi tertinggi dan dapat beroperasi hingga 120 Hz dengan konsumsi daya yang rendah.

Masalah besar untuk OLED dengan tampilan lihat adalah kecerahan, diukur dalam nit. Misalnya, Sony 1080p hanya mencapai nominal 200 nits (yang tidak banyak—iPhone biasa memiliki 500–600 nits). Sony membuat XGA ( $1024 \times 768$ ) yang mencapai 500 nits dengan piksel yang sedikit lebih besar (10,2 mikron pitch). Untuk Augmented Reality tembus banyak cahaya gambar hilang. Dalam tampilan yang sangat tembus pandang, biasanya ada kehilangan cahaya sebesar 80–90%; oleh karena itu, jika Anda mulai dengan 200 nits misalnya, (dan jangan terlalu memperbesar atau mengecilkannya), Anda hanya akan menyadari 20–40 nits pada output yang cukup banyak membatasi perangkat Augmented Reality untuk digunakan di ruangan yang remang-remang (a bioskop yang bagus (sangat gelap) seharusnya memiliki layar sekitar 55 nits (target SMPTE)). Untuk penggunaan di luar ruangan dibutuhkan 3000+ nits dan untuk mobil diperlukan HUD 15000+ nits (lihat Tabel 8.1: Cahaya sekitar dalam berbagai situasi, Tabel 8.1. Inilah sebabnya Microsoft (Hololens) dan semua perusahaan supplier layar transparan lainnya telah memilih layar mikro LCoS dan DLP sehingga mereka dapat meningkatkan nits.

eMagin telah membuat klaim untuk prototipe microdisplay OLED yang menawarkan hingga 4500 nits.

- **Smart Contact Lens**

Saat ini, beberapa perusahaan sedang mengerjakan teknologi untuk membuat tampilan lensa kontak menjadi kenyataan. Google, Samsung dan Sony berinvestasi dalam teknologi, misalnya.

Namun, saya meminta perhatian Anda pada paten (CA2280022) yang didapat Steve Mann di Kanada pada tahun 1999, berjudul, Lensa Kontak untuk Tampilan Informasi Seperti Teks, Grafik, Atau Gambar [43].

Sensimed (Lausanne, Swiss) mengumumkan pada Maret 2016, bahwa lensa kontak tertanam sensor Triggerfish diklasifikasikan oleh Food and Drug Administration (FDA) AS dalam kategori yang baru dibuat berjudul Sistem Perekam Pola Diurnal, yang didefinisikan sebagai: Sistem perekam pola diurnal adalah perangkat resep non-implan yang dilengkapi sensor telemetri untuk mendeteksi perubahan dimensi okular untuk memantau pola diurnal fluktuasi tekanan intraokular (TIO).

Lensa Sensimed adalah sistem lensa kontak tertanam sensor yang dikembangkan untuk meningkatkan pengelolaan glaukoma. Ini memiliki sensor dan telemetri terintegrasi, dan menyediakan transmisi nirkabel terus menerus dari perubahan dimensi okular selama 24 jam. Ini adalah sistem pengukuran pertama yang dapat dipakai [44]. (Gambar 8.48)



Gambar 8.48 Lensa kontak dengan sensor sensitif tekanan nirkabel (Sumber: Sensimed)

Saya telah menyertakan perangkat ini sebagai demonstrasi kelayakan membangun perangkat yang bertenaga sendiri, dapat mengirimkan informasi secara nirkabel untuk waktu yang lama, dan dapat dikenakan di mata seseorang. Berikut ini membahas beberapa paten yang diterapkan untuk tampilan berbasis lensa kontak—ini bukan fiksi ilmiah.

- **Smart Contact Lenses: Google**

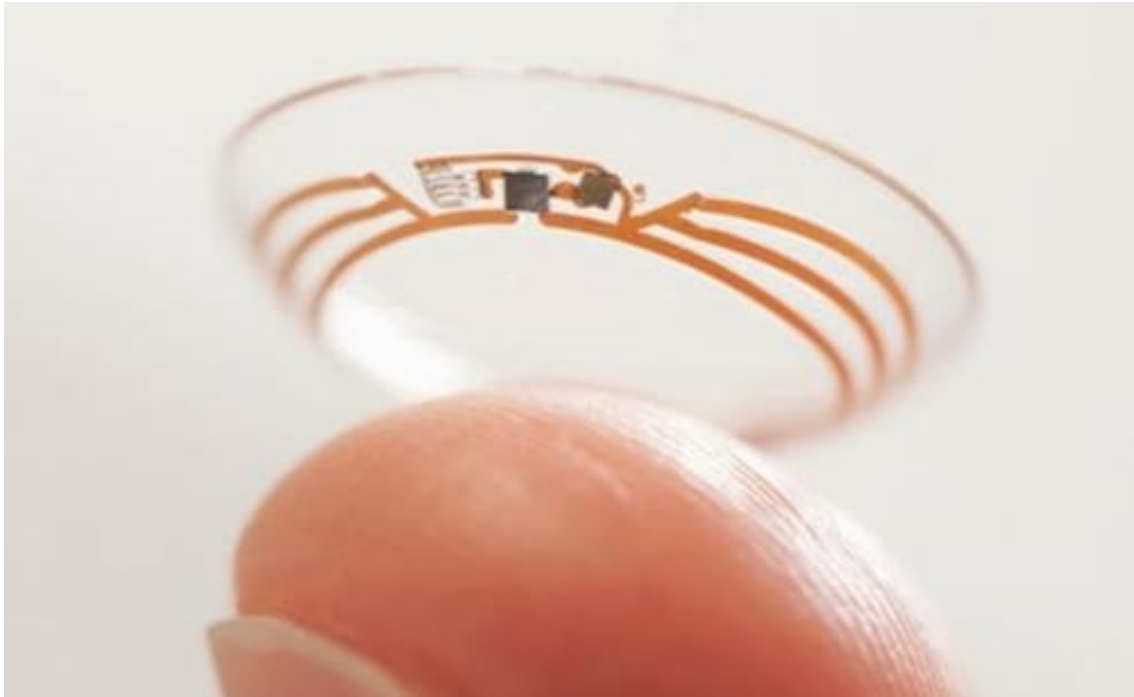
Pada 16 Januari 2014, Google mengumumkan bahwa selama 18 bulan terakhir mereka telah mengerjakan lensa kontak yang dapat membantu penderita diabetes dengan membuatnya terus menerus memeriksa kadar glukosa mereka. Idenya awalnya didanai oleh National Science Foundation dan pertama kali dibawa ke Microsoft.

Tim Google X telah bekerja pada lensa kontak dengan pembuat obat Swiss Novartis, yang akan dapat mendeteksi kadar glukosa darah dari air mata Anda. Lensa ini berfokus secara medis, khusus untuk penderita diabetes pada awalnya. Ada desain lensa lain yang akan membantu memfokuskan penglihatan (Gambar 8.49).

Lensa glukosa akan menggunakan chip mini, sensor dan antena tipis untuk melakukan pengukuran dan mengirimkan data tersebut. Google bahkan bekerja pada lampu LED yang akan memberi tahu pemakai gula darah rendah tepat di bidang pandang mereka.

Ini adalah contoh lain dari penyematan elektronik dalam lensa kontak. Telah disarankan bahwa lensa untuk mata yang lain bisa menjadi kamera pemfokusan otomatis untuk membantu pemakai dengan fokus jika itu masalah.

Proyek ini diumumkan pada Januari 2014 dan telah berlangsung selama 18 bulan. Google memiliki dua paten untuk lensa kontak pintar dengan elektronik fleksibel dan sensor yang membaca bahan kimia dalam cairan air mata mata pemakainya untuk menentukan apakah kadar gula darah mereka telah turun ke tingkat yang berpotensi fatal.



Gambar 8.49 Lensa kontak untuk mengukur kadar glukosa (Sumber: Google)

- **Smart Contact Lenses: Samsung**

Samsung mengajukan paten kontak pintarnya pada tahun 2014, dan pada bulan April 2016, pemerintah Korea Selatan memberikan paten kepada Samsung untuk lensa kontak dengan tampilan yang memproyeksikan gambar langsung ke mata pemakainya [45].

Seperti ditunjukkan pada Gambar 8.50, unit tampilan (32) berada di tengah. Sensor gerak (66) di dekat tepi, dan radio (70), CPU di bawah tengah (78), dan kamera (74) di kiri bawah. Sensor gerak (66) dapat mendeteksi gerakan lensa kontak (30), yaitu, gerakan bola mata, atau kedipan bola mata. Kamera 74 dapat memotret objek atau latar belakang yang menjadi fokus bola mata. Jika bola mata berfokus pada objek atau latar belakang selama jangka waktu tertentu atau jumlah kedipan sama dengan atau lebih besar dari nilai yang ditetapkan, kamera 74 dapat dioperasikan. Perangkat eksternal, smartphone, diperlukan untuk pemrosesan.

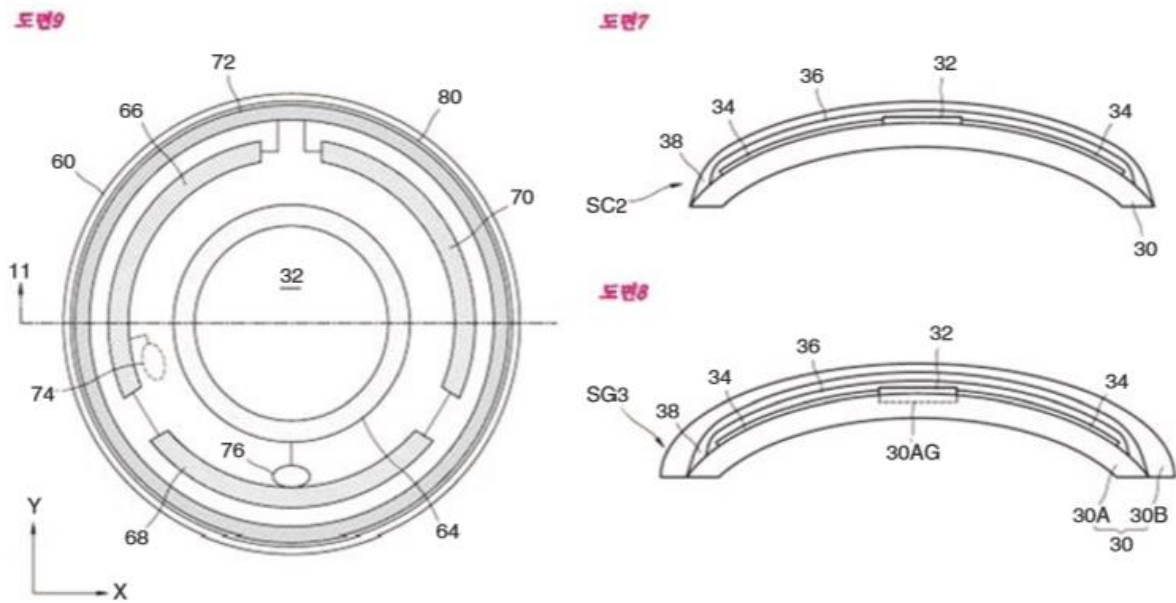
Menurut aplikasi, alasan utama pengembangan lensa kontak pintar adalah kualitas gambar yang terbatas yang dapat dicapai dengan kacamata cerdas. Lensa dapat memberikan cara yang lebih alami untuk memberikan Augmented Reality daripada kacamata cerdas, meskipun kita dapat membayangkan perdebatan privasi akan mencapai tingkat yang sama sekali baru ketika kamera pada dasarnya tersembunyi di lensa kontak.

Lensa kontak pintar akan memungkinkan Augmented Reality diproyeksikan langsung ke mata seseorang dan menjadi lebih tidak terlihat pada saat yang bersamaan.

Input berkedip mirip dengan fitur di Google Glass yang memungkinkan pengguna mengambil gambar dengan mengedipkan mata. Atau smartphone bisa digunakan untuk mengontrol kamera.



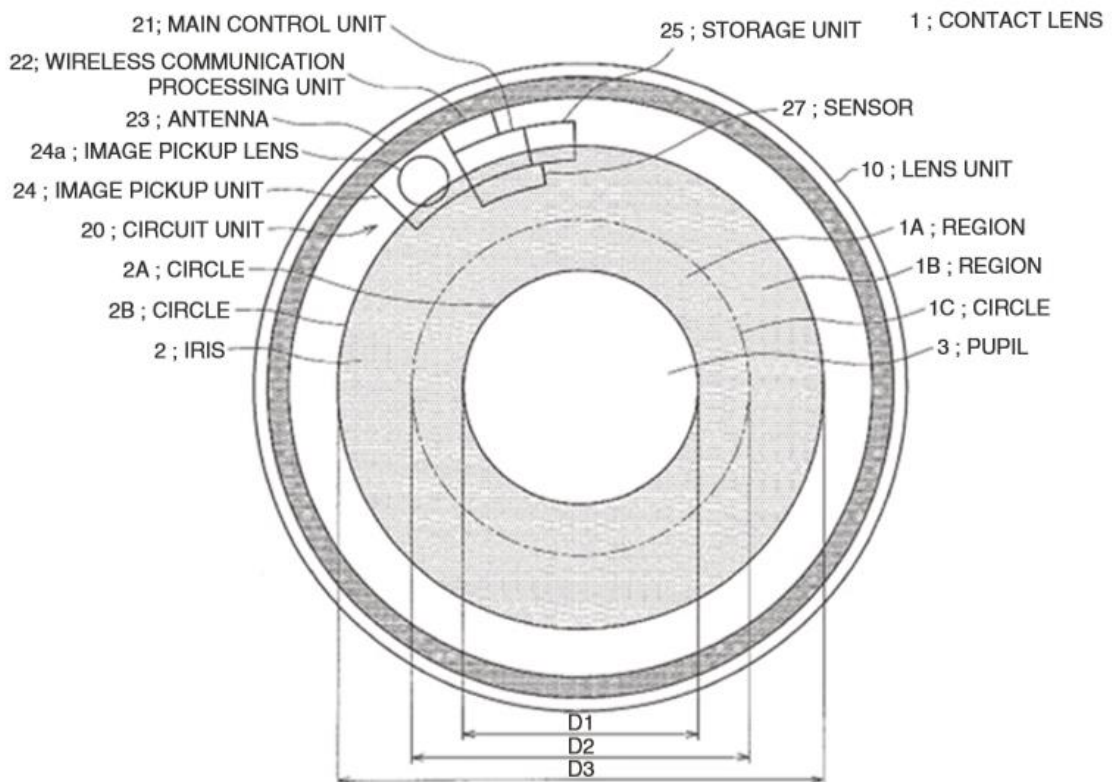
Dengan lensa kontak, alih-alihacamata, pengguna akan dapat menikmati konten Augmented Reality dengan lebih hati-hati.



Gambar 8.50 Diagram paten untuk lensa kontak pintar Samsung. (Korea Selatan)

- **Smart Contact Lenses: Sony**

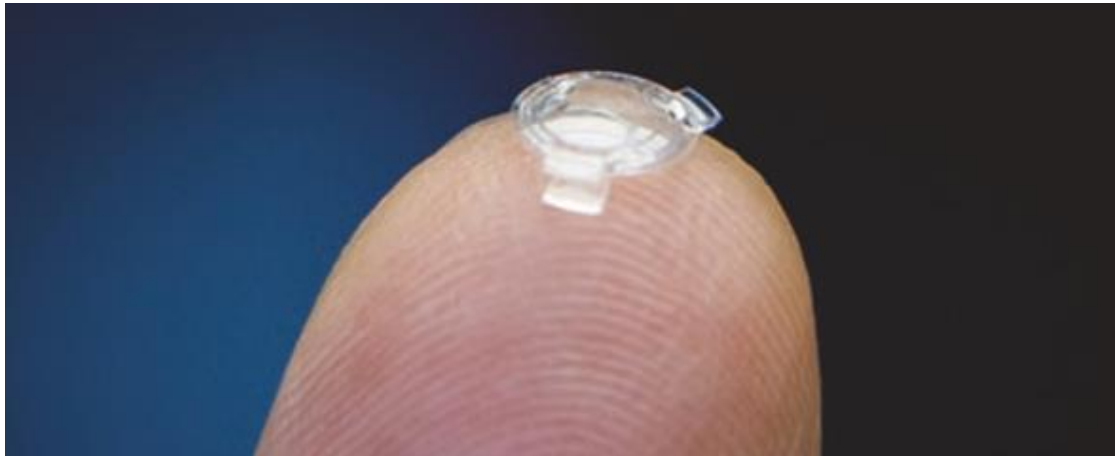
Sony juga telah mengajukan paten untuk sistem lensa kontak pintarnya sendiri [46]. Mirip dengan Samsung, rencananya di sini adalah untuk menggabungkan kamera untuk memungkinkan pengambilan gambar dan video.



Gambar 8.51 Diagram paten untuk kamera lensa kontak Sony (Sumber: Free Patents on line)

Tujuan paten adalah untuk menyediakan lensa kontak dan media penyimpanan yang mampu mengendalikan unit pengambilan gambar yang disediakan dalam lensa kontak.

Desainnya meliputi: unit lensa yang dikonfigurasi untuk dikenakan pada bola mata; unit pengambilan gambar yang dikonfigurasi untuk menangkap gambar subjek, unit pengambilan gambar disediakan di unit lensa; dan unit kontrol pengambilan gambar yang dikonfigurasi untuk mengontrol unit pengambilan gambar (Gambar 8.51).



Gambar 8.52 Lensa Bionic Ocumetrics untuk meningkatkan penglihatan manusia (Sumber: (Darryl Dyck/Canadian Press))

Sony juga menyarankan dalam paten mereka bahwa kamera akan (bisa) diaktifkan dengan berkedip. Paten tidak banyak bicara tentang Augmented Reality dan berfokus pada cara kerja fisik perangkat.

Lensa ini akan diberdayakan secara nirkabel tetapi memiliki fitur perangkat keras untuk tidak hanya menangkap tetapi juga menyimpan rekaman secara lokal.

- **Smart Contact Lenses: Ocumetrics Bionic Lens**

Dr. Garth Webb, seorang dokter mata dari British Columbia dan pendiri dan CEO dari Ocumetrics Technology Corp, berharap untuk menghilangkan kacamata dan lensa kontak selamanya. Webb dan tim ilmuwan visualnya telah menemukan "Ocumetrics Bionic Lens," sebuah perangkat yang memungkinkan Anda melihat "tiga kali lebih baik daripada penglihatan 20/20" tanpa memakai lensa kontak atau kacamata sama sekali. Ini adalah produk dari 8 tahun penelitian dan pendanaan Rp. 420 miliar, dan telah menghasilkan beberapa paten yang diajukan secara internasional, menurut perusahaan.

Lensa ini dimasukkan melalui pembedahan dalam operasi 8 menit. Hasilnya adalah koreksi penglihatan segera dan pemakainya tidak akan pernah terkena katarak karena lensanya tidak akan pernah aus. Uji coba perlu dilakukan terlebih dahulu. Ocumetrics Bionic Lens pertama dapat tersedia segera pada tahun 2017, tetapi ini hanya akan menjadi pilihan bagi orang-orang yang berusia di atas 25 tahun karena struktur mata belum sepenuhnya terbentuk hingga usia tersebut (Gambar 8.52)

Pencipta Lensa Bionic Ocumetrics Dr. Garth Webb, mengatakan ini akan mengubah cara kerja industri perawatan mata. Bahkan pada pasien berusia 100 tahun dengan lensa ini dapat memiliki penglihatan yang lebih baik daripada apa pun yang dapat ditawarkan saat ini.

Tidak seperti lensa kontak saat ini, versi bionik ini perlu dimasukkan melalui pembedahan. Ini berarti pemakainya tidak akan pernah terkena katarak, masalah umum, karena lensa alami mereka tidak akan rusak karena jarang digunakan.

Dr. Webb mengatakan: "Jika Anda hampir tidak dapat melihat jam pada 10 f, ketika Anda mendapatkan Bionic Lens, Anda dapat melihat jam pada jarak 30 f."

Sejak pengembangan awal Webb, desain telah disempurnakan ke titik di mana dia puas bahwa itu akan dapat memberikan sejumlah fitur utama.

Beberapa fitur ini menyediakan platform untuk kinerja mendasar dan masalah keamanan yang merupakan prasyarat untuk apa yang akan menjadi evolusi terakhir dari augmented reality.

Dr. Webb mengatakan Lensa Bionic dapat disetel untuk memberikan penglihatan yang jauh lebih baik daripada yang dimungkinkan dengan kacamata/lensa kontak/operasi refraktif laser. Kapasitas ini tidak akan terbatas pada beberapa orang yang beruntung; itu hanya akan menjadi standar baru dalam perawatan mata. Lensa Bionic membantu mengurangi perubahan degeneratif di dalam mata dan disusun untuk menyerap kekuatan tumpul dalam situasi trauma.

Lensa Bionic berfungsi sebagai stasiun dok untuk terapi perawatan intraokular yang dapat diganti seperti vaksin/antibiotik/obat antiinflamasi dan dapat digunakan sebagai alternatif sebagai stasiun dok untuk sistem proyeksi digital. Mata manusia kemudian, menjadi kendaraan dimana informasi dikumpulkan dan dihasilkan.

Biasanya mata berputar pada pusat rotasinya untuk menganalisis detail gambar optik udara yang diproyeksikan melalui titik nodal mata ke retina. Karena pusat rotasi mata bertepatan dengan titik nodal mata, pengamat dapat mengumpulkan dan membandingkan gambar tanpa harus meluangkan waktu untuk mengkalibrasi ulang dirinya sendiri. Ini adalah fitur yang sangat penting untuk bertahan hidup di dunia nyata karena penundaan waktu berakibat fatal.

Cahaya yang diproyeksikan dari lensa Bionic memancar dari titik nodal/pusat rotasi mata untuk menghasilkan gambar retina yang stabil. Dengan menggunakan ensefalografi dan elektro-okulogram yang canggih (namun terjangkau), gambar retina yang stabil dapat dibuat menjadi dinamis secara lancar. Dengan cara ini, gambar retina yang stabil dapat dipindai di atas permukaan retina dari input yang dikumpulkan baik dari pola gelombang otak atau gerakan mata. Alih-alih retina bergerak untuk memindai gambar dinamis, gambar dipandu di atas permukaan retina oleh aktivitas yang diprakarsai oleh otak.

Headset dan kacamata yang digunakan untuk memproyeksikan gambar "Virtual Reality" cenderung memiliki sejumlah batasan dan keterbatasan dalam kemampuannya untuk menyampaikan pengalaman yang diperbesar secara mulus. Kedatangan lensa kontak sebagai sistem proyeksi mungkin tampak menarik tetapi ini juga penuh dengan sejumlah batasan yang tidak dapat dihindari yang mencegah ekspresi pengalaman augmented yang mulus.

Mirip dengan kekurangan yang biasanya terkait dengan kacamata dan lensa kontak di dunia nyata, kacamata eksternal tidak akan mampu memberikan keserbagunaan dan pengalaman tanpa batas yang akan diminta orang.

Juga sebagai bagian dari proses, vitreous dapat diganti. Jika itu dilakukan, penghalang vitreous yang dapat mengganggu transmisi cahaya menggunakan pemindaian laser dapat dihilangkan untuk penerima Bionic Lens.

Penghapusan puing-puing vitreous akan membantu dalam kondisi visual sehari-hari juga. Begitu orang terbiasa memiliki penglihatan yang tidak terhalang dan tanpa kompromi, secara alami mereka menjadi kurang toleran terhadap gangguan visual apa pun. Karena vitreous terletak di posterior bidang nodal mata, pergerakan membran hyaloid, dan lain-lain, terlihat setiap saat. Kita sebagai pengamat telah “belajar” untuk mengabaikan hal tersebut, kecuali ketika kondisi visual berubah.

Begitu tubuh vitreous mulai merosot dan terurai menjadi bagian-bagian yang dapat digerakkan, mata akan jauh lebih kecil kemungkinannya untuk menderita ablasia retina jika vitreous diganti dengan saline steril.

Singkatnya, kata Webb, Bionic Lens akan melayani orang-orang dengan penglihatan tanpa kompromi sebagai mode default. Dalam mode augmented, kemungkinan akan menjadi koneksi utama untuk komunikasi digital.

- ***Smart Contact Lenses: LED Contact Lens***

Pada tahun 2011, peneliti Universitas Washington mendemonstrasikan perangkat prototipe yang diuji di mata kelinci [47]. Perangkat lensa kontak hanya memiliki satu piksel informasi, tetapi para peneliti mengatakan itu adalah bukti konsep bahwa perangkat itu dapat dipakai oleh seseorang. Akhirnya, mereka berspekulasi pada saat itu, itu bisa menampilkan email pendek dan pesan lainnya langsung di depan mata pemakainya.

Pada November 2014, para peneliti di Universitas Princeton di New Jersey menggunakan printer 3D untuk membuat lensa kontak polimer transparan lima lapis dengan LED kuantum dot dan kabel tersembunyi di dalamnya. Satu lapisan lensa memancarkan cahaya ke mata pemakainya [48]. Angkatan Udara AS mendanai penelitian tersebut dan berharap penelitian itu juga dapat diganti dengan sensor yang mendeteksi biomarker kimia kelelahan dalam cairan mata untuk menunjukkan informasi kepada pilot dan memantau kesehatan dan kewaspadaan mereka.

Titik-titik kuantum melewati lapisan emisi untuk membuat tampilan warna yang terlihat. Lensa mendapatkan daya secara nirkabel melalui antena tertanam. Ini juga menyimpan energi melalui sirkuit terpadu dan mentransfer energi ke chip yang berisi satu LED biru.

Juga, perlu diingat bahwa para peneliti di University of Washington bukanlah yang pertama menemukan lensa kontak pintar. Para ilmuwan di Universitas Oxford sedang mengerjakan lensa nanopiksel.

- ***Apa yang bisa Anda lihat?***

Saya pikir lensa kontak mungkin yang paling jauh karena mereka yang paling menantang dalam hal miniaturisasi dan memberikan kekuatan kepada mereka. Tapi yang lebih penting adalah bidang fokus. Pikirkan tentang lensa kontak. Jika saya mengambil bolpoin, atau spidol, dan meletakkan sebuah titik, pada lensa kontak Anda, Anda tidak akan melihatnya karena tidak akan berada di bidang fokus Anda.

Steve Mann, digambarkan sebagai bapak Augmented Reality berkomentar dalam sebuah artikel tentang ini, dan berkata, “Google Glass dan beberapa sistem yang dikonfigurasi serupa yang sekarang dalam pengembangan mengalami masalah lain yang saya pelajari sekitar 30 tahun yang lalu, yang muncul dari asimetri dasar mereka. Desain, di mana pemakainya melihat tampilan hanya melalui satu mata. Semua sistem ini berisi lensa yang membuat tampilan

tampak melayang di luar angkasa, lebih jauh dari yang sebenarnya. Itu karena mata manusia tidak bisa fokus pada sesuatu yang jaraknya hanya beberapa sentimeter, sehingga diperlukan koreksi optik. Tetapi apa yang dilakukan Google dan perusahaan lain—menggunakan lensa fokus tetap untuk membuat tampilan tampak lebih jauh—tidak baik.” [49].

Konsep menggunakan lensa kontak sebagai perangkat tampilan dalam konsep Augmented Reality agak dibuat-buat karena tidak bisa menjadi tampilan. Itu harus proyektor. Itu harus menempatkan gambar di depan Anda entah bagaimana, sehingga Anda dapat fokus padanya.

- **Bantuan untuk Penyandang Cacat**

Saya tidak berpikir implan akan menjadi bagian dari kehidupan normal kita untuk beberapa waktu. Implan mata, yaitu. Saya pikir kita akan memiliki implan lain, tetapi bukan implan mata. Saya tidak akan mengatakan tidak pernah, tetapi itu akan menjadi tantangan besar, besar, karena kami mengambil 95% dari informasi kami melalui mata kami dan itu akan menjadi batas terakhir untuk bereksperimen. Namun, ada eksperimen yang berhasil dengan implan retina.

Orang dengan kelainan mata genetik yang tidak dapat disembuhkan retinitis pigmentosa karena mutasi genetik yang menyebabkan fotoreseptor mereka berhenti bekerja dan mati, menjadi buta. Namun, dengan bantuan sistem implan retina yang dipasarkan pada tahun 2015, yang disebut Argus II, beberapa pasien dengan kelainan langka ini dapat melihat kembali. Elektroda ditanamkan ke retina di bagian belakang mata mengirim sinyal listrik ke otak ketika fotoreseptor telah berhenti bekerja.

Sistem Argus II memiliki dua komponen terpisah: kamera dan unit pemrosesan visual yang dipakai pasien, serta antena penerima dan elektroda yang ditanamkan melalui pembedahan. Resolusinya sangat rendah sekarang, tetapi akan meningkat, dan seiring berjalannya waktu, sistem ini akan dapat menambahkan informasi tambahan tentang lingkungan pemakainya. Mungkin beberapa orang dengan penglihatan normal atau hanya sebagian terbatas akan memilih untuk mendapatkannya.

- **Sound**

Perangkat Augmented Reality juga harus menghasilkan suara yang benar, dan mengimbangi kebisingan lingkungan. Menciptakan suara virtual berdasarkan dunia nyata membutuhkan refleksi suara untuk menyebar dan berinteraksi dengan lingkungan secara tepat. Sebagai contoh:

- Bandara menawarkan pantulan suara yang terbatas, dan memiliki suara sekitar yang signifikan.
- Kamar hotel memiliki peredam suara yang signifikan.
- Ruang konferensi adalah ruangan tertutup dengan permukaan reflektif.
- Orang-orang virtual seharusnya terdengar seperti sedang berada di ruang konferensi.

Untuk menghadapi semua kondisi yang berbeda itu, sistem Augmented Reality harus menggunakan peredam bising dan pemodelan lingkungan, audio posisional, penyaringan kebisingan, dan peredam gema.

- **Headphone**

Headphone dapat dimasukkan ke dalam helm, dan earbud juga merupakan sarana yang dapat diterima untuk memberikan input audio kepada pengguna baik untuk headset, kacamata

cerdas, atau helm. Suara adalah kemampuan yang diperlukan ketika unit akan digunakan di lingkungan yang bising.

- **Konduksi Tulang**

Google Glass adalah salah satu perangkat Augmented Reality pertama yang menggunakan teknologi konduksi tulang BCT yang mentransmisikan suara melalui tulang di tengkorak Anda ke telinga bagian dalam. BCT memiliki rekam jejak yang terbukti seperti yang digunakan di dunia Militer dan medis (Gambar 8.53).

Speaker jenis ini tidak memiliki membran yang bergerak seperti speaker tradisional, melainkan batang logam kecil yang dibungkus dengan kumparan suara. Ketika arus berdenyut melalui koil, medan magnet menyebabkan sepotong logam mengembang dan berkontraksi. Saat ditekan ke rahang atau tengkorak, itu mengubah tulang menjadi penguat suara. Efeknya adalah kualitas suara yang seolah-olah berasal dari dalam kepala yang tidak dapat didengar orang lain, namun karena telinga tidak ditutup, pengguna tidak terisolasi dari suara sekitar oleh karena itu tidak rentan terhadap bahaya earphone tradisional.

Salah satu contoh komersial adalah headset SGO5 Buhelusa yang dilengkapi mikrofon bi-directional built-in, dan menyediakan teknologi konduksi tulang yang memungkinkan seseorang untuk mendengarkan panggilan dan musik tanpa headset atau earphone.



Gambar 8.53 Perangkat suara konduksi tulang tidak dapat didengar oleh orang lain (Cochlea.org)

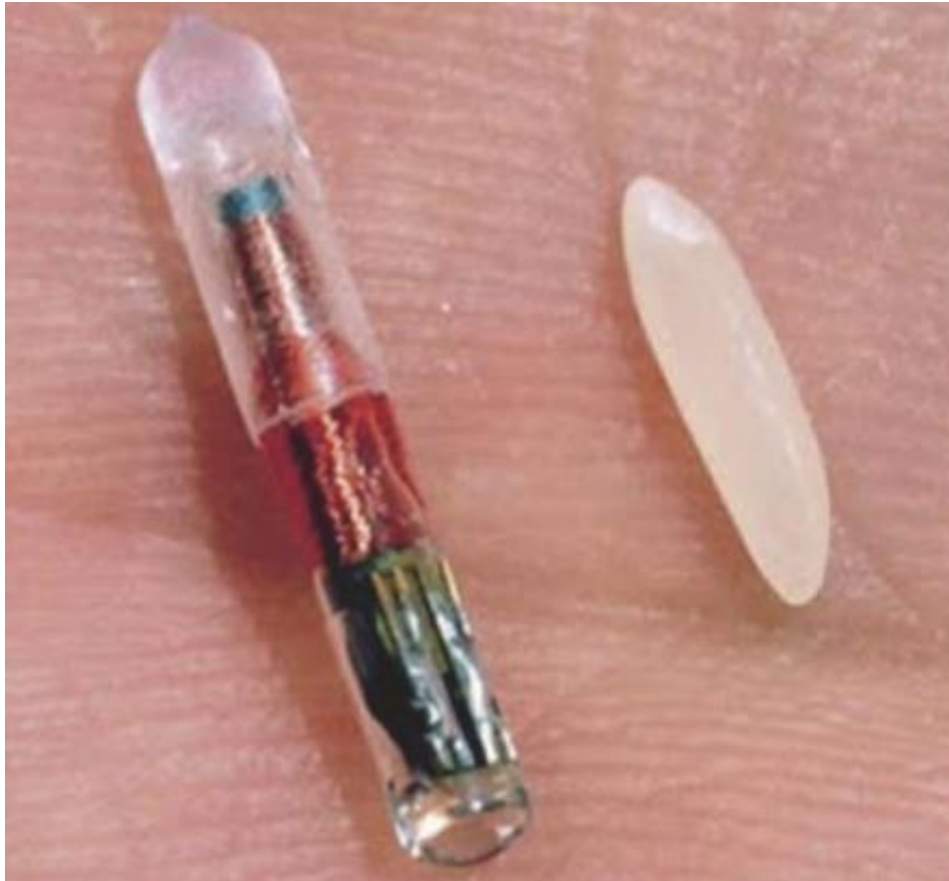
- **Power dan Masalah Lainnya**

Memproyeksikan gambar ke mata seseorang, dan/atau menangkap gambar dari sensor kamera (di mata seseorang) mungkin tampak seperti tugas yang sulit. Bagaimana Anda memberi kekuatan pada hal-hal seperti itu, bagaimana Anda akan berkomunikasi dengannya?

Identifikasi frekuensi radio (RFID) [50] mungkin merupakan salah satu cara untuk mengaktifkan perangkat tersebut. (RFID) menggunakan medan elektromagnetik untuk secara otomatis mengidentifikasi dan melacak "tag". Sebuah tag dapat dilampirkan pada uang tunai, pakaian, dan harta benda, atau ditanamkan pada hewan dan manusia. Kabel di lensa kontak bisa menjadi tag, dan ketika diberi energi dan diaktifkan oleh gelombang dari sumber luar, mengirimkan informasinya [51]. Ini dikenal sebagai tag RFID daya pantul (termodulasi

backscatter), baik pasif maupun semi-pasif, dan dilakukan oleh Steven Depp, Alfred Koelle, dan Robert Frayman di Laboratorium Nasional Los Alamos pada tahun 1973 [52] (Gambar 8.54).

Sebagai alternatif, panas tubuh dapat digunakan. Peneliti North Carolina State University (NCSU) mengembangkan teknik untuk memanen panas tubuh dan mengubahnya menjadi listrik untuk digunakan dalam perangkat elektronik yang dapat dipakai sebagai bagian dari Pusat Penelitian Teknik Nanosystems National Science Foundation AS untuk Sistem Sensor dan Teknologi Terpadu Self-Powered Lanjutan (ASSIST) ) [53]. Prototipe yang ringan menyesuaikan dengan bentuk bodi dan menghasilkan lebih banyak listrik daripada teknologi pemanen panas sebelumnya. Para peneliti juga mengidentifikasi lengan atas sebagai area tubuh yang optimal untuk pemanenan panas. Desain baru mencakup lapisan bahan konduktif termal yang menempel pada kulit dan menyebarkan panas, dan bahan dilapisi dengan polimer untuk mencegah panas menghilang ke udara luar. Desainnya memaksa panas untuk melewati generator termoelektrik (TEG) kecil yang terletak di pusat; panas yang tidak diubah menjadi listrik melewati TEG ke lapisan luar bahan konduktif termal, yang dengan cepat menghilangkan panas (Gambar 8.55).



Gambar 8.54 Chip RFID kecil, di sini dibandingkan dengan sebutir beras, dimasukkan ke dalam produk konsumen, dan ditanamkan pada hewan peliharaan, untuk tujuan identifikasi (Wikipedia)

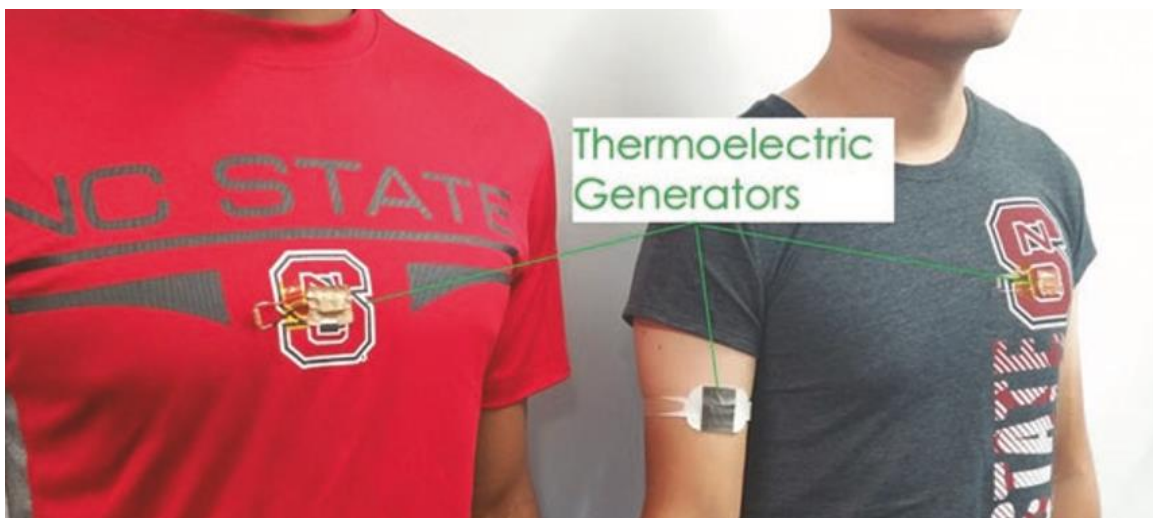
“Tujuan ASSIST adalah membuat teknologi yang dapat dipakai yang dapat digunakan untuk pemantauan kesehatan jangka panjang, seperti perangkat yang melacak kesehatan jantung atau memantau variabel fisik dan lingkungan untuk memprediksi dan mencegah serangan asma,” kata Profesor NCSU Daryoosh Vashaee.

Pendekatan lain mungkin menggunakan beberapa penelitian yang dilakukan pada tahun 2016 di University of California, Berkeley. Mereka berhasil mengurangi sensor menjadi kubus 1 mm (seukuran sebutir pasir besar), dan menanamkannya ke dalam otot dan saraf perifer tikus. Kubus tersebut berisi kristal piezoelektrik yang mengubah getaran menjadi listrik, yang digunakan untuk menyediakan sumber daya untuk transistor on-board mini [54] (Gambar 8.56).

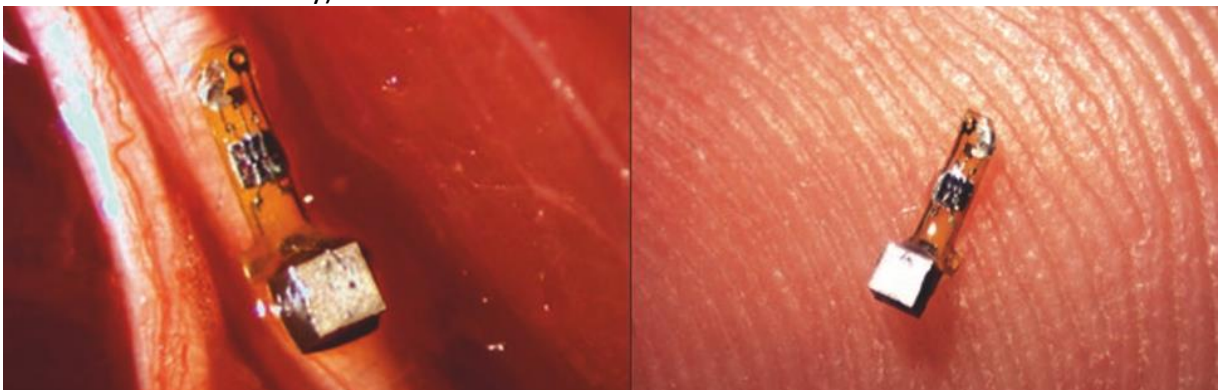
Dalam percobaan mereka, tim UC Berkeley menyalakan sensor pasif setiap 100 mikrodetik dengan enam pulsa ultrasound 540 nanodetik, yang memberi mereka pembacaan real-time yang berkelanjutan. Mereka melapisi mote generasi pertama—panjang 3 mm, tinggi 1 mm, dan tebal 4-5 milimeter—dengan epoksi tingkat bedah, tetapi mereka saat ini membangun mote dari film tipis biokompatibel yang berpotensi bertahan di dalam tubuh tanpa degradasi selama satu dekade atau lebih.

- **Lensa Kontak: Masuk atau Keluar?**

Salah satu visi Augmented Reality adalah ide menghilangkan kacamata sama sekali dan menggunakan lensa kontak. Namun, Anda tidak dapat menggunakan lensa kontak sebagai tampilan semata karena berada di luar bidang fokus Anda. Oleh karena itu, agar kontak dapat digunakan, mereka harus memproyeksikan gambar ke retina Anda, seperti yang dilakukan perangkat pemindaian laser saat ini di beberapa headset. Saya yakin ini akan mungkin dan kendala utama yang saya lihat (tidak ada permainan kata-kata) adalah menyalakan perangkat. Sel piezo yang dirangsang ultrasonik mungkin menjadi jawabannya, jika konsep lain seperti teknik termoelektrik atau akselerometer tidak berhasil.



Gambar 8.55 T-shirt tertanam TEG (kiri) dan ban lengan TEG (kanan) (Sumber: North Carolina State University)



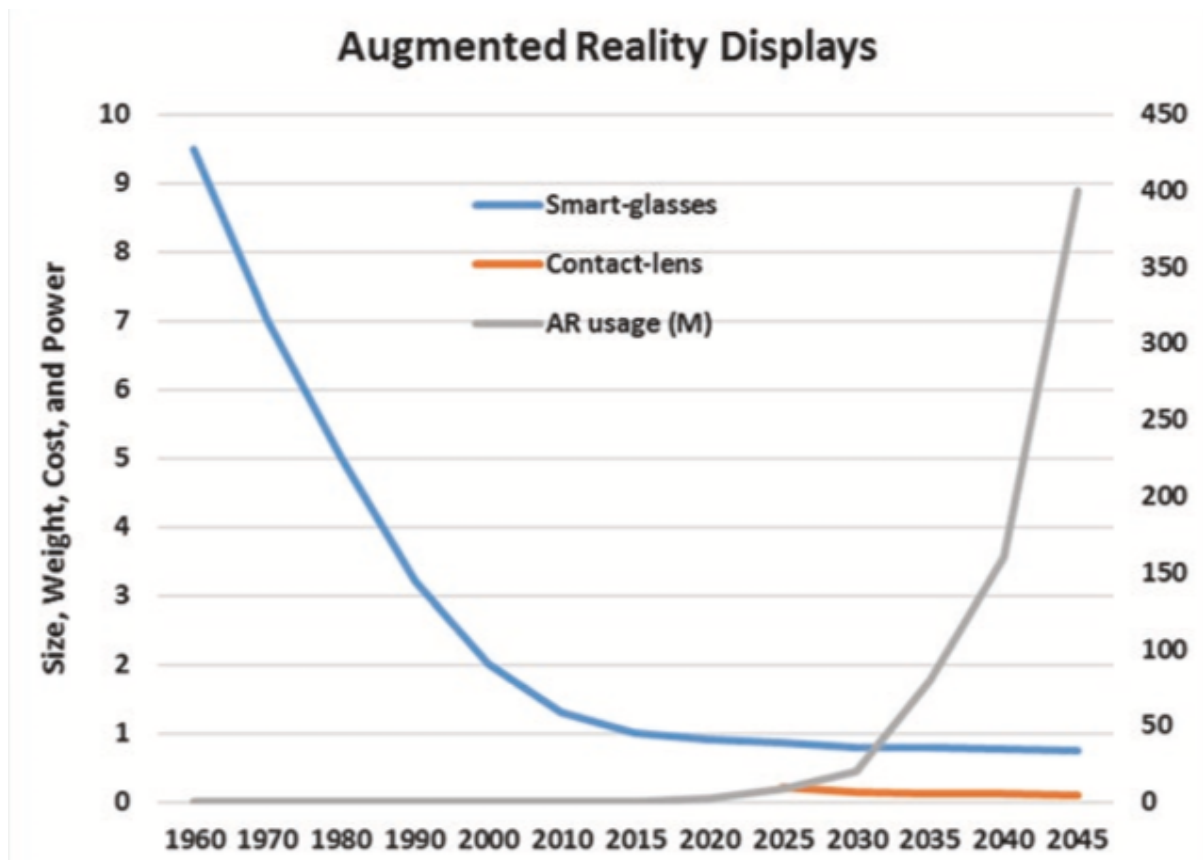


Gambar 8.56 Sensor berukuran debu, panjang 3 mm dan penampang  $1 \times 1$  mm, dipasang pada serabut saraf pada tikus. Setelah ditanamkan, sensor baterai kurang diaktifkan dan data dibaca dengan ultrasound (Kredit foto Ryan Neely)

- **Tampilan Augmented Reality Terbaik**

Orang dapat membayangkan lensa kontak dengan layar dan kamera (seperti yang diusulkan Samsung [55] dan Sony) dikombinasikan dengan lensa korektif (seperti yang diusulkan Ocumetrics [56]) dan berisi perangkat pengukur kesehatan (seperti Google dan Sensimed) telah dikembangkan. Tambahkan ke peningkatan penglihatan malam itu (seperti peneliti sensor cahaya inframerah super tipis di Fakultas Teknik Universitas Michigan yang dibuat menggunakan graphene [57]) (Gambar 8.57).

Pengembangan microLED yang ditanamkan pada lensa kontak akan menjadi sistem tampilan Augmented Reality yang paling mutakhir. Pada tahun 2035, kita akan melihat kembali kacamata cerdas sebagai hal baru yang kuno.



Gambar 8.57 Evolusi sistem tampilan Augmented Reality

## 8.9 Sensor

Perangkat Augmented Reality dapat memiliki dari satu hingga banyak tergantung pada jenis perangkat, dan pasar yang ditargetkan pabrikan. (Lihat Gambar 4.1: Diagram blok sistem Augmented Reality) Tampilan head-up di mobil misalnya mungkin hanya memiliki satu sensor, sensor cahaya sekitar untuk mengontrol kecerahan proyektor. Sistem kacamata cerdas yang kuat dapat memiliki setengah lusin atau lebih (sensor cahaya, kamera, (mungkin kelipatan) sensor kedalaman, barometrik, IMU, akselerometer, sensor jarak, dan satu atau dua mikrofon), ditambah hingga empat radio (Bluetooth, Wi Fi, GPS, dan jaringan telepon).

Semua sensor penting atau pabrikan akan menggunakan ruang, menambahkan biaya, atau konsumsi daya. Namun, teknologi sensor adalah studi tersendiri, dan di luar cakupan buku ini. Namun saya akan memberikan gambaran sepintas tentang sensor kritis.

### 8.9.1 Kamera

Agar Augmented Reality bekerja di semua sistem, kecuali tampilan head-up di dalam kendaraan, harus ada kamera untuk melihat apa yang dilihat pengguna. Kamera bervariasi dalam resolusi, kecepatan, kedalaman warna, ukuran, dan berat. Tidak ada sensor kamera Augmented Reality tunggal. Beberapa sistem memiliki dua kamera pandangan ke depan untuk memberikan penginderaan kedalaman stereoskopik. Beberapa sistem memiliki kamera multi-spektral untuk melihat IR, dan/atau UV. Kamera dapat digunakan untuk merekam.

Kamera Augmented Reality yang menghadap ke depan dapat digunakan untuk pengenalan gambar agar perangkat dapat mengidentifikasi gambar di dunia nyata berdasarkan fitur visualnya yang unik. Pengenalan gambar digunakan untuk mengidentifikasi apa yang menarik perhatian pengguna sehingga informasi tentangnya dapat ditampilkan.

Perangkat Augmented Reality yang lebih canggih akan menggunakan teknik visi komputer canggih sebagai bagian dari sistem kecerdasan buatan (AI). Tujuan dari visi komputer adalah agar komputer dapat mencapai pemahaman tingkat manusia tentang gambar. Augmented Reality mendorong batas visi komputer dan mencoba mencapai tujuan ini dengan visi komputer dan teknologi terkait.

- ***Depth Sensing***

Depth Sensing dan teknik pencitraan 3D menggunakan kamera. Penginderaan kedalaman dapat dicapai dengan triangulasi stereo fotogrametri, atau dengan memancarkan pulsa IR atau UV, dan menentukan waktu berapa lama waktu yang dibutuhkan untuk dipantulkan yang merupakan teknik time-of-flight seperti RADAR, atau dengan memancarkan pola khusus yang dikenal sebagai terstruktur. cahaya. Sekali lagi, tidak ada solusi tunggal yang akan melayani semua aplikasi.

Menggunakan cahaya terstruktur, kamera 3D memiliki proyektor yang mengirimkan pola titik inframerah untuk menerangi kontur lingkungan. Ini dikenal sebagai titik awan. Saat titik-titik cahaya menjauh dari proyektor, mereka menjadi lebih besar. Ukuran semua titik diukur dengan algoritme kamera dan berbagai ukuran titik menunjukkan jarak relatifnya dari pengguna.

- ***Sensor Foto Tipis, dan Lensa Akan Menghasilkan Perangkat Ringan Kurus***

Menggunakan lembaran graphene setebal nanometer, Institut Sains Dasar (IBS) Korea Selatan telah mengembangkan fotodetektor tertipis di dunia. Grafena bersifat konduktif, dan tipis (hanya setebal satu atom), transparan, dan fleksibel. Namun, ia tidak berperilaku seperti semikonduktor, sehingga penerapannya di industri elektronik memiliki penggunaan yang terbatas. Untuk meningkatkan kegunaannya, peneliti IBS mengapit lapisan semikonduktor molibdenum disulfida (MoS<sub>2</sub>) 2D di antara dua lembar graphene dan meletakkannya di atas dasar silikon.

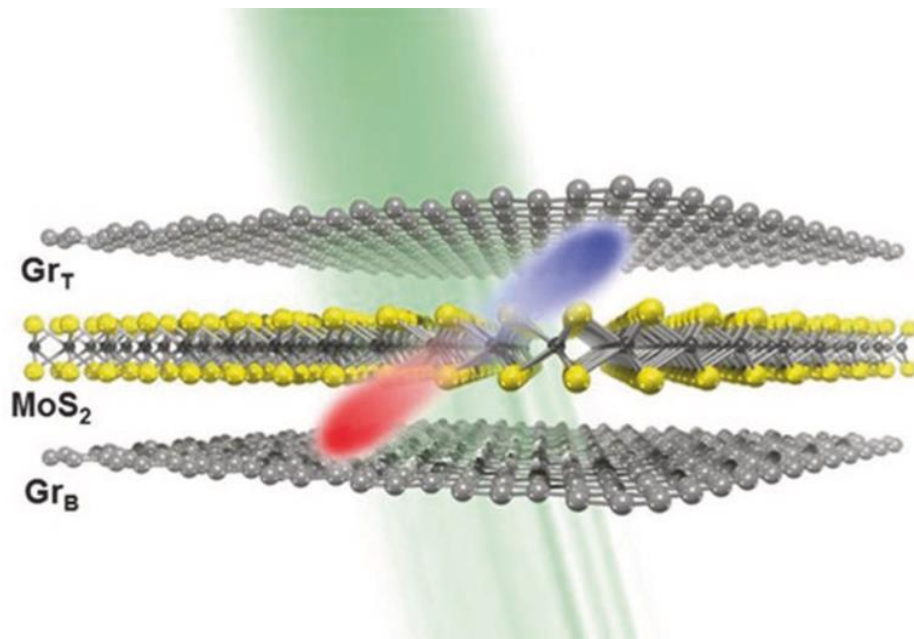
Dengan ketebalan hanya 1,3 nm, 10 kali lebih kecil dari fotodiode silikon standar, perangkat ini dapat digunakan dalam perangkat elektronik yang dapat dikenakan (yaitu, AR), perangkat pintar, Internet of Things (IoT), dan elektronik foto (Gambar 8.58).

Para peneliti IBS awalnya mengira perangkat itu akan terlalu tipis untuk menghasilkan arus listrik tetapi, secara tak terduga, itu terjadi. “Perangkat dengan satu lapisan MoS<sub>2</sub> terlalu tipis untuk menghasilkan sambungan p-n konvensional, di mana muatan positif (p) dan muatan negatif (n) dipisahkan dan dapat menciptakan medan listrik internal. Namun, ketika kami menyinarinya, kami mengamati arus foto yang tinggi. Itu mengejutkan! Karena tidak bisa menjadi p-n junction klasik, kami berpikir untuk menyelidikinya lebih lanjut,” jelas Yu Woo Jong [58].

Untuk memahami apa yang mereka temukan, para peneliti membandingkan perangkat dengan satu dan tujuh lapisan MoS<sub>2</sub> dan menguji seberapa baik mereka berperilaku sebagai fotodetektor, yaitu, bagaimana mereka dapat mengubah cahaya menjadi arus listrik. Para peneliti menemukan bahwa perangkat dengan satu lapisan MoS<sub>2</sub> menyerap lebih sedikit cahaya daripada perangkat dengan tujuh lapisan, tetapi memiliki fotoresponsivitas yang lebih tinggi.

“Biasanya arus foto sebanding dengan serapan foto, yaitu jika perangkat menyerap lebih banyak cahaya, seharusnya menghasilkan lebih banyak listrik, tetapi dalam kasus ini, bahkan jika perangkat MoS<sub>2</sub> satu lapis memiliki serapan lebih kecil daripada MoS<sub>2</sub> tujuh lapis, menghasilkan arus foto tujuh kali lebih banyak,” kata Yu.

Mengapa perangkat yang lebih tipis bekerja lebih baik daripada yang lebih tebal? Tim peneliti mengusulkan mekanisme untuk menjelaskan mengapa hal ini terjadi. Mereka mengakui bahwa pembangkitan arus foto tidak dapat dijelaskan dengan elektromagnetisme klasik, tetapi dapat dijelaskan dengan fisika kuantum. Ketika cahaya mengenai perangkat, beberapa elektron dari lapisan MoS<sub>2</sub> melompat ke keadaan tereksitasi dan alirannya melalui perangkat menghasilkan arus listrik. Namun, untuk melewati batas antara MoS<sub>2</sub> dan graphene, elektron perlu mengatasi penghalang energi (melalui terowongan kuantum), dan di sinilah perangkat MoS<sub>2</sub> satu lapis memiliki keunggulan dibandingkan yang lebih tebal.



Gambar 8.58 Perangkat dengan lapisan MoS<sub>2</sub> diapit di antara lapisan graphene atas (GrT) dan bawah (GrB). Cahaya (sinar hijau) diserap dan diubah menjadi arus listrik. Ketika cahaya diserap oleh perangkat, elektron (biru) melompat ke tingkat energi yang lebih tinggi dan lubang (merah) dihasilkan di lapisan MoS<sub>2</sub>. Pergerakan lubang dan elektron yang diciptakan oleh perbedaan potensial elektronik (Sumber: IBS)

Karena perangkat ini transparan, fleksibel, dan membutuhkan lebih sedikit daya daripada semikonduktor silikon 3D saat ini, ini dapat mempercepat pengembangan perangkat fotolistrik 2D, kata para peneliti.

- **Sensor Tipis Membutuhkan Lensa Tipis**

Lensa tertipis di dunia, seperdua ribu ketebalan rambut manusia, membuka pintu ke tampilan komputer yang fleksibel dan revolusi dalam kamera mini.

Sekelompok peneliti dari Australian National University (Canberra) dan University of Wisconsin (Madison) telah menemukan bahwa satu lapisan molekul L molibdenum disulfida (MoS<sub>2</sub>) memiliki panjang jalur optik raksasa), sekitar 10 kali lebih besar dibandingkan dengan yang lain. bahan monolayer, graphene. Meskipun ini mungkin tampak seperti hasil esoteris, ini memiliki konsekuensi yang sangat praktis untuk fotonik seperti yang telah ditunjukkan oleh para peneliti, hanya beberapa lapisan tunggal MoS<sub>2</sub> yang dapat digunakan untuk menciptakan apa yang oleh para peneliti disebut sebagai "lensa optik tertipis di dunia", dengan ketebalan hanya 6,3 nm . Dengan diameter sekitar 20 m, lensa cekung MoS<sub>2</sub> yang dibuat oleh para peneliti memiliki panjang fokus yang dihitung 248 m pada panjang gelombang 535-nm.

Peneliti utama Dr. Yuerui (Larry) Lu dari The Australian National University (ANU) mengatakan penemuan itu bergantung pada potensi luar biasa dari kristal molibdenum disulfida. "Jenis bahan ini adalah kandidat sempurna untuk tampilan fleksibel di masa depan," kata Dr. Lu, pemimpin Laboratorium Sistem Nano-Elektro-Mekanis di Sekolah Teknik Penelitian ANU.

Kami juga akan dapat menggunakan susunan lensa mikro untuk meniru mata majemuk serangga. "Molibdenum disulfida adalah kristal yang menakjubkan," kata Dr. Lu. Itu bertahan pada suhu tinggi, adalah pelumas, semikonduktor yang baik dan dapat memancarkan foton juga. Kemampuan memanipulasi aliran cahaya dalam skala atom membuka jalan yang menarik menuju miniaturisasi komponen optik yang belum pernah terjadi sebelumnya dan integrasi fungsi optik canggih."

Molibdenum disulfida termasuk dalam kelas bahan yang dikenal sebagai gelas kalkogenida yang memiliki karakteristik elektronik fleksibel yang membuatnya populer untuk komponen berteknologi tinggi. Tim Dr. Lu membuat lensa mereka dari kristal setebal 6,3 nanometer—9 lapisan atom—yang telah mereka kupas dari molibdenum disulfida yang lebih besar dengan selotip.

Mereka kemudian menciptakan lensa radius 10 mikron, menggunakan sinar ion terfokus untuk mencukur lapisan atom demi atom, sampai mereka memiliki bentuk kubah lensa. Tim menemukan bahwa lapisan tunggal molibdenum disulfida, setebal 0,7 nanometer, memiliki sifat optik yang luar biasa, tampak pada berkas cahaya 50 kali lebih tebal, pada 38 nanometer. Properti ini, yang dikenal sebagai panjang jalur optik, menentukan fase cahaya dan mengatur interferensi dan difraksi cahaya saat merambat. "Pada awalnya, kami tidak dapat membayangkan mengapa molibdenum disulfida memiliki sifat yang begitu mengejutkan," kata Dr. Lu. Asisten Kolaborator Profesor Zongfu Yu di University of Wisconsin, Madison, mengembangkan simulasi dan menunjukkan bahwa cahaya memantul bolak-balik berkali-kali di dalam lapisan kristal indeks bias tinggi sebelum melewatinya.

Indeks bias kristal molibdenum disulfida, properti yang mengukur kekuatan efek material pada cahaya, memiliki nilai tinggi 5,5. Sebagai perbandingan, berlian yang indeks biasnya tinggi menyebabkan kilauannya hanya 2,4, dan indeks bias airnya 1,3.

### 8.9.2 Lokasi, Pelacakan dan Sensor Navigasi

Mengetahui di mana Anda berada adalah salah satu fungsi paling penting dalam augmented reality. Bagaimana sebuah sistem dapat mengidentifikasi hal-hal dan memberikan informasi yang berpotensi penting misi secara tepat waktu jika tidak tahu di mana Anda berada? Tapi bagaimana ia tahu di mana Anda berada? Ada beberapa cara yang dijelaskan di bagian sebelumnya.

Sama seperti smartphone (yang juga bisa menjadi perangkat augmented reality) dapat "mengetahui" di mana Anda, demikian juga perangkat Augmented Reality khusus. Mereka melakukannya dengan radio GPS, triangulasi dengan menara ponsel, akselerometer, dan kompas menggunakan magnetometer, dan kombinasi kompleks dari beberapa di antaranya.

Dalam kasus helm militer yang sangat penting untuk misi, data lokasi berasal dari sensor dan radio yang kompleks dan berlebihan di pesawat, kapal, atau tank.

Pemosisian presisi memerlukan penetapan lokasi yang akurat, dan kemudian pengukuran inkremental resolusi tinggi hingga penetapan akurat berikutnya dapat diperoleh. SLAM misalnya memberikan pengukuran yang stabil tetapi mengalami akumulasi kesalahan dan ambiguitas skala yang memperkenalkan lokalisasi yang semakin tidak akurat dari waktu ke waktu. Salah satu konsep untuk mengatasinya adalah dengan memasukkan batasan yang disediakan oleh model 3D yang telah ditentukan sebelumnya dari objek yang menarik (yaitu, di mana pengguna, dalam pengertian umum) pengetahuan apriori (misalnya pelacakan berbasis model). Ini menghasilkan lokalisasi yang sangat akurat dan stabil. Ini disebut sebagai solusi berbasis model dan bergantung pada peta fitur 3D yang dibuat sebelumnya.

Kombinasi posisi dan orientasi disebut sebagai pose suatu objek, meskipun konsep ini terkadang hanya digunakan untuk menggambarkan orientasi. Pose kamera diperkirakan secara online dengan mencocokkan fitur 2D yang diekstraksi dari gambar dengan fitur 3D peta.

### 8.9.3 Unit pengukuran inersia

Unit pengukuran inersia (IMU) adalah susunan sensor yang mengukur dan melaporkan gaya spesifik benda, laju sudut, dan terkadang medan magnet di sekitar benda, menggunakan kombinasi akselerometer dan giroskop, terkadang juga magnetometer. Ini digunakan untuk merasakan, menghitung, dan melaporkan gaya spesifik tubuh dan kecepatan sudut. Sensor memberikan enam derajat kebebasan: tiga akselerometer dipasang pada sudut kanan satu sama lain, sehingga akselerasi dapat diukur secara independen dalam tiga sumbu.

Tiga giroskop juga tegak lurus satu sama lain, sehingga laju sudut dapat diukur di sekitar masing-masing sumbu percepatan (Gambar 8.59).

IMU diperlukan untuk perangkat Augmented Reality untuk melacak gerakan, posisi, dan pandangan pengguna sehingga mereka dapat beradaptasi secara dinamis dengan gambar atau informasi yang disajikan kepada pengguna.

IMU memainkan peran penting dalam mendapatkan gambar yang dilihat pemirsa di lokasi dan orientasi yang tepat. Kamera tidak berada di tempat yang sama persis pada perangkat Augmented Reality dengan IMU, sehingga kamera "melihat" dunia dari lokasi dan sudut yang sedikit berbeda. Perbedaan ini, meskipun kecil, mungkin cukup untuk membuat objek virtual yang dilihat terlihat agak salah tempat, atau mungkin salah bentuk. Perangkat lunak fotogrametri harus mengimbangi ini secara real time. Jarak antar komponen pada perangkat

dianggap sebagai parameter ekstrinsik. yang menunjukkan transformasi sistem koordinat dari koordinat dunia 3D ke koordinat kamera 3D.



Gambar 8.59 IMU bekerja, sebagian, dengan mendeteksi perubahan x, y, z, pitch, roll, dan yaw (Sumber: Wikipedia)

- **MEMs**

IMU yang dibuat menggunakan sistem mikro-elektro-mekanis (MEM) digunakan sebagai giroskop, yang digunakan untuk melacak pergerakan perangkat (dalam 2-sumbu) dari lokasi yang awalnya diketahui.

MEM terdiri dari komponen berukuran antara 1 dan 100 mikrometer (yaitu 0,001 hingga 0,1 mm). Mereka biasanya terdiri dari unit pusat yang memproses data (mikroprosesor) dan beberapa komponen yang berinteraksi dengan lingkungan seperti sensor mikro. Jenis perangkat MEMs dapat bervariasi dari struktur yang relatif sederhana yang tidak memiliki elemen bergerak, hingga sistem elektromekanis yang sangat kompleks dengan beberapa elemen bergerak di bawah kendali mikroelektronika terintegrasi.

Setiap jenis giroskop MEMs memiliki beberapa bentuk komponen beresilasi dari mana percepatan, dan karenanya perubahan arah, dapat dideteksi. Ini karena, sesuai dengan hukum kekekalan gerak, benda yang bergetar suka terus bergetar di bidang yang sama, dan setiap penyimpangan getaran dapat digunakan untuk menurunkan perubahan arah. Penyimpangan ini disebabkan oleh gaya Coriolis yang ortogonal terhadap benda yang bergetar.

IMU berbasis MEMs biasanya ditemukan di smartphone dan tablet, dan beberapa perangkat tambahan.

#### 8.9.4 Umpan Balik Haptik

Haptic didefinisikan sebagai, atau berkaitan dengan, sensasi taktil dan rasa sentuhan sebagai metode berinteraksi dengan komputer dan perangkat elektronik. Biasanya, itu adalah getaran atau sensasi taktil lainnya yang diterima dari komputer atau perangkat elektronik.

Umpan balik haptic, sering disebut hanya sebagai "haptics", adalah penggunaan indera sentuhan dalam desain antarmuka pengguna untuk memberikan informasi kepada pengguna akhir. Ini biasanya dalam bentuk getaran dari perangkat. Perangkat tersebut dapat berupa pengontrol permainan atau layar sentuh pada perangkat seluler seperti smartphone atau tablet untuk menunjukkan bahwa tombol layar sentuh telah ditekan. Dalam contoh ini,

perangkat seluler akan sedikit bergetar sebagai respons terhadap aktivasi pengguna dari kontrol di layar, menggantikan kurangnya respons sentuhan normal yang akan dialami pengguna saat menekan tombol fisik.

Dalam game komputer dan konsol, ada perangkat haptic seperti pengontrol umpan balik paksa. Kontroler serupa digunakan dalam sistem Virtual Reality.

Namun, salah satu kriteria untuk sistem Augmented Reality konsumen yang sukses adalah tidak mencolok. Lalu bagaimana pengguna berinteraksi dengannya? Seperti disebutkan di tempat lain (“Kontrol Gerakan,” bagian 4.1), gerakan tangan adalah salah satu cara, tetapi itu bisa menjadi canggung di lingkungan publik (bayangkan bandara yang ramai dengan orang-orang melambaikan tangan di depan kaca mereka).

Pendekatan lain adalah suara, seperti yang dibahas di tempat lain (“Voice Control”), dan eye tracking (“Eye-Tracking”).

Perangkat haptic yang terbuat dari bahan film tipis seperti yang dijelaskan di bawah ini memiliki kualitas tidak hanya memberikan umpan balik, tetapi juga mampu menerima input. Bayangkan gelang dekoratif dan tidak mencolok yang dapat diketuk oleh pemakainya secara tidak mencolok untuk mengubah menu atau mengarahkan pertanyaan.

- ***Umpan Balik Haptic Tipis seperti Bulu Mata***

Qiming Zhang adalah profesor terkemuka Teknik Elektro dan Ilmu dan Teknik Material di Pennsylvania State University. Dia adalah penemu polimer elektroaktif dan nanokomposit untuk aplikasi seperti otot buatan, sensor dan aktuator, penyimpanan energi dan konversi. Bersama dengan rekannya Ralph Russo (secara resmi di Apple) mereka mendirikan Strategic Polymer Sciences pada tahun 2006 berdasarkan teknologi eksklusif yang dikembangkan di Penn State. Kemudian mereka mengembangkan aktuator berbasis film yang terdiri dari 30-50 lapisan film dan elektroda—sangat mirip dengan kapasitor, tetapi dengan sifat ajaib—ia bergerak (Gambar 8.60).

Perangkat memiliki rentang frekuensi dari 0 Hz hingga 20 kHz dengan waktu respons <10 ms, dan rentang tegangan pengoperasian dari 100 hingga 212v. Perusahaan menjadi terlalu ambisius, tidak memiliki kemampuan manufaktur yang tepat, dan pada tahun 2015 memulai kembali, dan mengganti nama perusahaan menjadi Novasentis.

Perusahaan sekarang memiliki rantai pasokan tingkat atas dan mitra manufaktur.

Perangkat yang sebenarnya dapat dibuat dalam hampir semua ukuran dan bentuk, tetapi untuk mendapatkan produk yang diterima dan ke dalam sistem produksi, perusahaan menetapkan pad  $10 \times 10$  mm. Pad bisa berupa tombol (atau susunan tombol, tertanam dalam pengontrol permainan, roda kemudi mobil, jari-jari sarung tangan dalam aplikasi Augmented Reality atau virtual reality, atau disematkan ke tali pergelangan tangan untuk perangkat yang dapat dikenakan).

Perusahaan berpikir dengan bentuk gelombang yang cerdas, mereka dapat menghasilkan ratusan tanda tangan fisik yang unik, kemungkinan besar pelanggan mereka dapat memilih 20 notifikasi berbeda dan lusinan tekstur berbeda dan sensasi halus lainnya. Dan karena massa perangkat yang kecil, dan kemampuannya untuk bekerja pada frekuensi antara 100 dan 20 kHz, Anda juga dapat membuatnya mengeluarkan suara saat memberikan umpan balik.

Pekerjaan serupa pada polimer untuk umpan balik haptic telah dilakukan di Korea Advanced Institute of Science and Technology (KAIST).



Gambar 8.60 Salah satu implementasi aktuator adalah  $10 \times 10$  mm dan tebalnya hanya 150 m (Sumber: Novasentis)

Para peneliti di KAIST telah mengembangkan elektroda yang terdiri dari lapisan karbon setebal satu atom untuk membantu membuat otot buatan lebih tahan lama [59]. Komposit logam polimer ionik (IPMC), sering disebut sebagai otot buatan, adalah aktuator polimer elektro-aktif yang berubah dalam ukuran atau bentuk ketika dirangsang oleh medan listrik. IPMC telah diselidiki secara ekstensif untuk potensi penggunaannya dalam robotika yang terinspirasi oleh alam, seperti kendaraan bawah air yang didorong oleh sirip seperti ikan, dan dalam perangkat rehabilitasi untuk penyandang disabilitas.

Sebuah "motor" IPMC, atau aktuator, dibentuk dari membran molekuler yang membentang di antara dua elektroda logam. Ketika medan listrik diterapkan pada aktuator, migrasi dan redistribusi ion yang dihasilkan dalam membran menyebabkan struktur menekuk. Aktuator IPMC dikenal dengan konsumsi daya yang rendah, serta kemampuannya untuk menekuk di bawah tegangan rendah dan untuk meniru gerakan yang terjadi secara alami di lingkungan (Gambar 8.61).

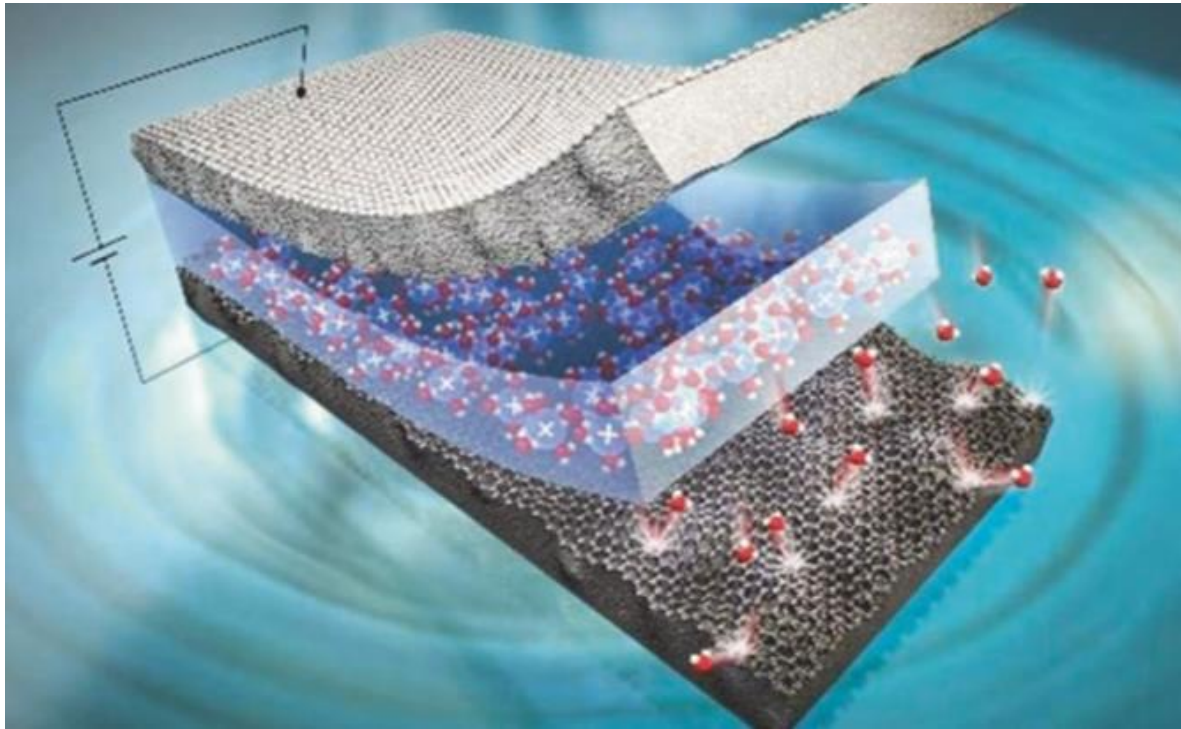
Para peneliti mengakui bahwa masih banyak tantangan dan penelitian lebih lanjut diperlukan untuk mewujudkan potensi penuh dari elektroda berbasis graphene dan komersialisasi selanjutnya. Mereka berencana untuk lebih meningkatkan kinerja lentur aktuator, kemampuan mereka untuk menyimpan energi dan kekuatan mereka.

- **Sensor Prediksi Gempa**

Emisi radon telah diidentifikasi sebagai penanda yang mungkin untuk prediksi gempa, sebanyak 2-3 hari sebelumnya, dan sebuah makalah yang diterbitkan pada tahun 2015 oleh dua peneliti Korea menunjukkan bahwa deteksi radon dan thoron mungkin merupakan pendahulu [60].



Pada 2017, pada konferensi elektronik konsumen (CES), sebuah perusahaan startup, Rium, menawarkan detektor radon berukuran saku. Perusahaan mengklaim instrumennya akan dapat membedakan tidak hanya jenis partikel (Gamma, Alpha, Beta) tetapi juga isotop radioaktif (radon, uranium, cesium, dan lain-lain.). Informasi ini akan melacak asal pajanan (alami, industri, medis) dan secara akurat menghitung dampaknya terhadap kesehatan secara real time.



Gambar 8.61 Skema aktuator atau "motor" komposit polimer-grafena ionik (IPGC). Hak atas foto Korea Advanced Institute of Science and Technology Ketika medan listrik diterapkan, redistribusi ion menyebabkan struktur bengkok.

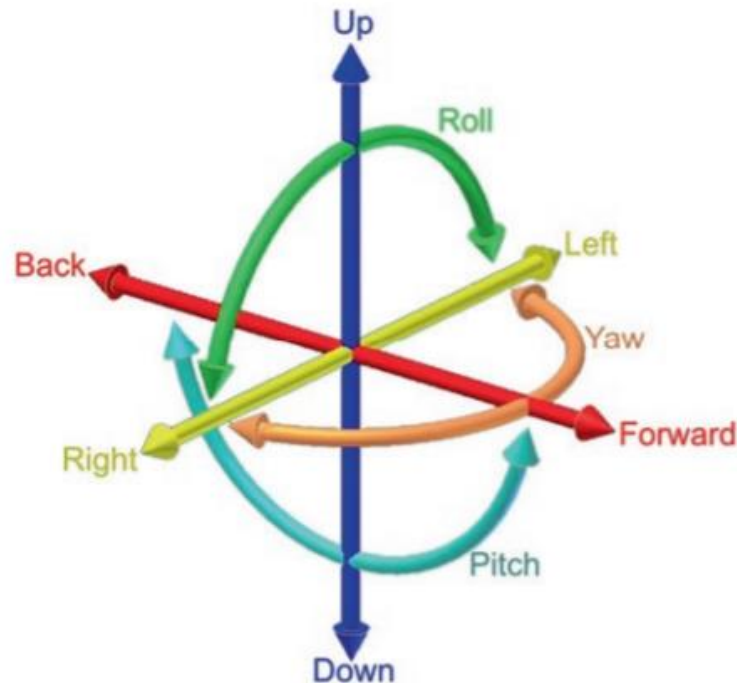
Radon adalah zat sub-tanah alami, dan berbahaya bagi kesehatan. Rumah yang dibangun di atas sumber radon harus memiliki ventilasi khusus yang disesuaikan dengan situasi atau ditinggalkan.

Dalam studi yang dilakukan di Korea, para peneliti mengusulkan penempatan detektor radon-thoron di gua (untuk memblokir gangguan latar belakang). Itu bisa diikat ke pemancar dan disiarkan ke ponsel pengguna dan sistem Augmented Reality seperti yang diusulkan oleh Rium. Detektor radon-thoron berukuran saku dapat menjadi bagian dari peralatan inspektur situs rumah atau bangunan, dan diikat ke dalam sistem augmented reality.

### 8.10 Augmented Reality—Penanda vs. Tanpa Penanda

Masalah utama dalam Augmented Reality adalah pelacakan gerak, dan geo-locating—mengetahui di mana Anda berada. Untuk mencapai tugas ini, banyak sensor telah dipertimbangkan: perangkat mekanis, perangkat ultrasonik, sensor magnetik, perangkat inersia, GPS, kompas, dan tentu saja, sensor optik [146]. Tidak ada solusi tunggal untuk memecahkan masalah ini, yang membuat Augmented Reality tetap berada di dunia yang sarat kompleks, tetapi karena sensor kamera semakin kecil, resolusi semakin tinggi, dan teknik berbasis penglihatan yang lebih murah muncul, sekali lagi berkat ledakan penjualan ponsel pintar (smartphone).

Aplikasi Augmented Reality didasarkan pada penghitungan posisi kamera secara akurat dalam ruang 3 dimensi, yang juga dikenal sebagai "pose" dan posisi enam derajat kebebasan (6DOF). Pose mengacu pada posisi dan orientasi kamera. Pose diperlukan untuk membantu menentukan di mana posisinya dan ke arah mana ia menghadap dalam ruang 3D. Microsoft menyebut ini sebagai pelacakan "dalam-luar".



Gambar 8.62 Enam derajat kebebasan (Wikipedia)

Enam derajat kebebasan mengacu pada posisi dan orientasi kamera dalam ruang tiga dimensi: maju/mundur (sentakan/surge), atas/bawah (alunan/heave), kiri/kanan (goyangan/sway), dikombinasikan dengan perubahan orientasi melalui rotasi sekitar tiga sumbu tegak lurus, sering disebut laras (pitch), oleng (yaw), dan gulung (roll), seperti ditunjukkan pada Gambar.

Pose, atau 6DOF seperti yang sering disebut oleh para pengembang, menggunakan, atau dapat menggunakan, sensor inersia (akselerometer, giroskop) dan/atau lokasi (kompas (magnetometer), GPS, barometrik (elevasi), dan bahkan Wi-Fi) sensor data, dan/atau teknik lokasi radio ponsel untuk menetapkan pose kamera pengamat dengan presisi yang wajar.

Teknik paling dasar yaitu menggunakan penanda fidusia yang telah ditentukan sebelumnya untuk mengaktifkan pelacakan dalam penentuan pose perangkat.

Teknik pelacakan visual disegmentasikan ke dalam metode yang membutuhkan pengetahuan apriori (misalnya pelacakan berbasis model) dan metode ad hoc (misalnya pelacakan fitur).

Metode ad hoc dibagi lagi berdasarkan cara peta lingkungan dihasilkan: Metode khusus pelacakan, lokalisasi simultan, dan metode pemetaan (simultaneous localization and mapping methods/SLAM) dan metode yang dapat diperluas. Anda dapat lebih lanjut mengelompokkan metode pelacakan penanda Ad hoc menjadi pelacakan penanda sederhana, dan bidang penanda dinamis.

Sistem pelacakan dapat menyimpan peta yang dibuat secara adhoc dan menggunakannya di lain waktu sebagai informasi apriori, sehingga segmentasi tidak eksklusif.

Pelacakan berbasis penanda sederhana masuk dalam metode ad hoc, hanya menggunakan pelacakan, penentuan sebelumnya bidang penanda ke metode apriori dan pengaturan bidang penanda dinamis ke metode ad-hoc.



Gambar 8.63 Pola penanda Augmented Reality yang khas

Metode pelacakan berbasis fitur sebagian besar milik metode ad hoc, tetapi sering kali masih membutuhkan semacam inisialisasi untuk skala. Metode pelacakan berbasis fitur juga dapat menggunakan peta fitur lingkungan yang telah dipelajari sebelumnya dan dengan demikian masuk dalam kategori metode apriori.

#### 8.10.1 Penanda dan Fidusia

Dalam Augmented Reality berbasis target seperti yang digunakan dalam kacamata cerdas (dan bukan HUD), metode paling umum dan dasar untuk menentukan pose kamera adalah pendekatan berbasis visi dengan penanda fidusial yang diketahui (biasanya pola persegi, hitam, dan putih yang mengkodekan informasi tentang overlay grafis yang diperlukan). Posisi penanda yang diketahui digunakan bersama dengan kalibrasi kamera untuk melapisi grafik 3D secara akurat di layar.

Menggunakan penanda, seperti yang ditunjukkan pada Gambar, fungsi pelacakan menggunakan kamera perangkat Augmented Reality untuk memperkirakan pose perangkat secara real time berdasarkan apa yang "dilihat".

Karena bentuk dan polanya yang telah ditentukan sebelumnya, penanda mudah dideteksi dan terletak di dalam atau di dekat objek yang diinginkan. Penanda tersebut digunakan untuk penghitungan pose yang cepat dan murah. Kontras tinggi kotak hitam dan putih memungkinkan deteksi yang lebih mudah, sehingga empat titik penanda yang diketahui memungkinkan perhitungan pose kamera yang tidak ambigu.

Pelacakan penanda fidusial juga menambah ketahanan yang signifikan pada pelacakan, terutama dalam kondisi pencahayaan yang buruk, atau saat kamera jauh dari gambar yang dilacak.[61]

Berbagai pendekatan untuk estimasi pose berbasis visi tersedia, menjadi lebih canggih dan berkembang dari waktu ke waktu.

Objek diketahui yang paling umum adalah objek planar (yaitu, penanda), namun juga bisa menjadi objek 3D yang model geometri dan penampilannya tersedia untuk aplikasi augmented reality. Melacak pose kamera di tempat yang tidak diketahui dapat menjadi tantangan. Untuk mengurangi tantangan ini, sebuah teknologi yang dikenal sebagai SLAM (Simultaneous Localization and Mapping), telah dikembangkan yang memungkinkan pengalaman Augmented Reality pada perangkat seluler di lingkungan yang tidak dikenal.

### 8.10.2 Pelacakan Fitur Alami Menggunakan Penanda

Penanda fidusia adalah fitur yang mudah dideteksi seperti yang dibahas di atas, dan dapat ditempatkan secara sadar dan sengaja, atau mungkin secara alami ada dalam sebuah tempat. Pelacakan Fitur Alami/Natural Feature Tracking (NFT) adalah ide untuk mengenali dan melacak adegan yang tidak sengaja menggunakan penanda. NFT dapat menggunakan item yang disematkan dalam tampilan gambar alami untuk meningkatkan titik pelacakan dan wilayah dalam tampilan; misalnya, patung, bangunan, atau mungkin pohon yang telah diketahui. Hasilnya dapat berupa pelacakan tanpa penanda (karena penanda mungkin tidak diketahui oleh pengguna).

Menggunakan NFT bisa lebih murah secara komputasi daripada sistem SLAM yang lengkap, dan lebih praktis untuk perangkat seluler. Namun, ada batasan praktis pada jumlah penanda unik yang dapat dibedakan dalam satu waktu. Jadi, jika sejumlah besar gambar perlu dilacak, SLAM atau penanda fidusia bisa lebih efisien.

### 8.10.3 SLAM—Lokasi Tanpa Penanda

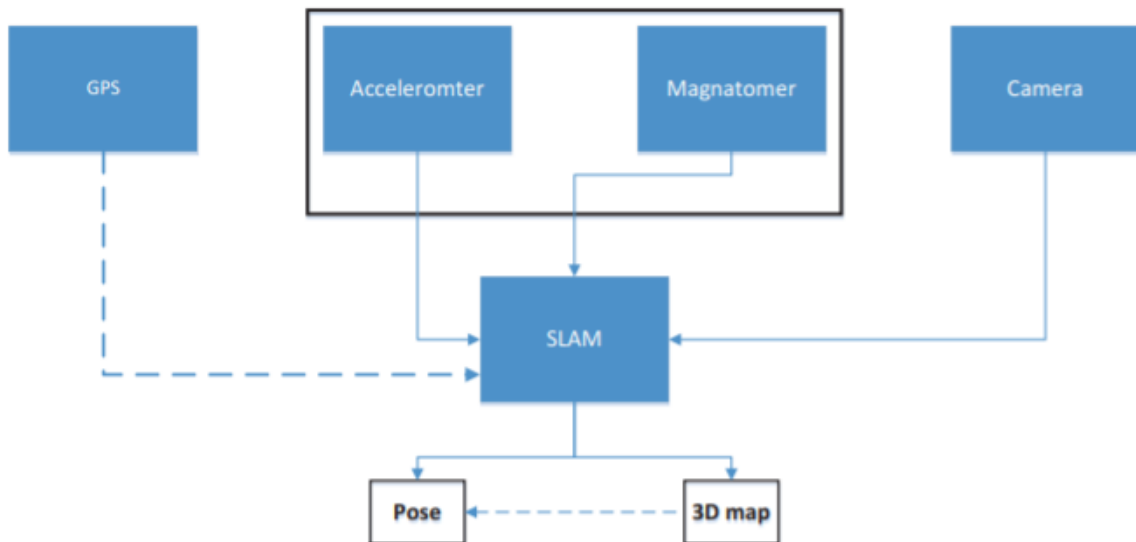
Komponen penting untuk Augmented Reality adalah mengetahui di mana Anda berada dan apa yang ada di sekitar Anda. Salah satu teknologi untuk mengaktifkan kemampuan tersebut adalah lokalisasi simultan dan pemetaan (SLAM) sebuah sistem dan proses di mana perangkat membuat peta sekitarnya dan mengarahkannya dalam peta secara real time.

SLAM dimulai dengan lingkungan yang tidak diketahui di mana perangkat Augmented Reality mencoba menghasilkan peta dan melokalisasi dirinya ke dalam peta, melalui serangkaian komputasi dan algoritma kompleks yang menggunakan data sensor IMU untuk membuat peta lingkungan yang tidak diketahui sambil menggunakannya pada saat yang sama untuk mengidentifikasi di mana lokasinya (Gambar 8.64)

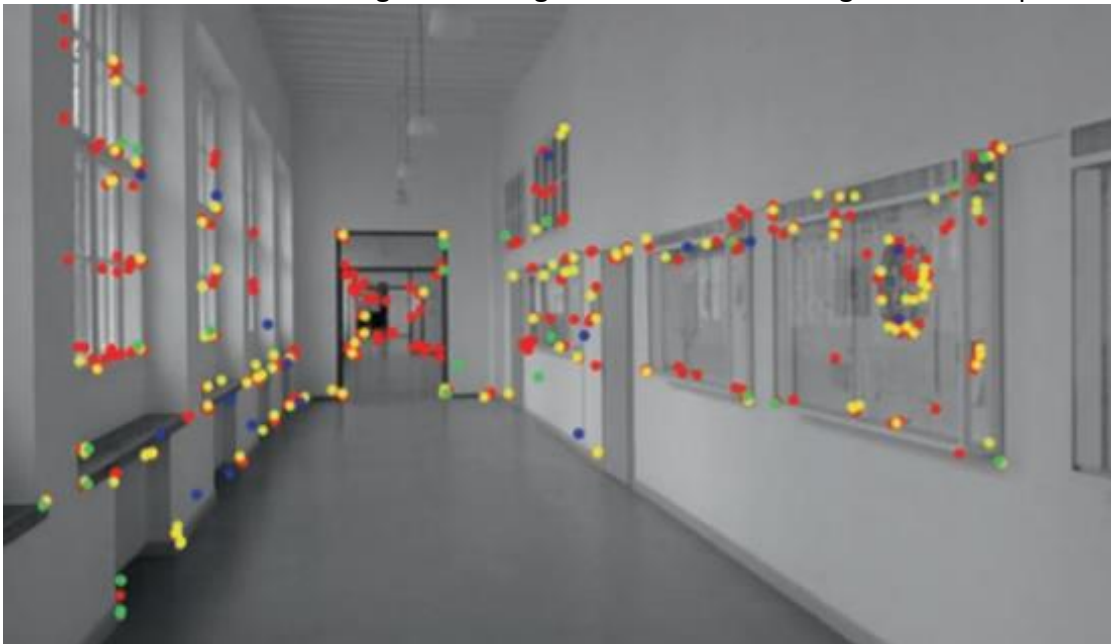
Untuk beberapa aplikasi luar ruangan, kebutuhan akan SLAM hampir seluruhnya dihilangkan karena adanya sensor GPS diferensial presisi tinggi. Dari perspektif SLAM, ini dapat dilihat sebagai sensor lokasi yang kemungkinannya sangat tajam sehingga sepenuhnya mendominasi adanya inferensi.

Namun, agar SLAM dapat bekerja, sistem perlu membuat peta lingkungan yang sudah ada sebelumnya dan kemudian mengorientasikan dirinya di dalam peta ini untuk menyempurnakannya (Gambar 8.65)

Ada beberapa algoritma untuk menetapkan pose menggunakan SLAM. Salah satu tekniknya menggunakan solusi keyframe- yang membantu membangun model 3D seukuran ruangan dari pemandangan tertentu. Sistem menjalankan optimasi non-linier intensif komputasi yang disebut penyesuaian bundel untuk memastikan bahwa model dihasilkan dengan tingkat akurasi tinggi. Pengoptimalan ini ditingkatkan secara signifikan menggunakan prosesor paralel berperforma tinggi menggunakan instruksi yang sama, prosesor GPU multi-data (SIMD) untuk memastikan bahwa operasi yang terjadi pada perangkat seluler lancar.



Gambar 8.64 Blok diagram hubungan IMU dan SLAM dengan Pose dan peta 3D



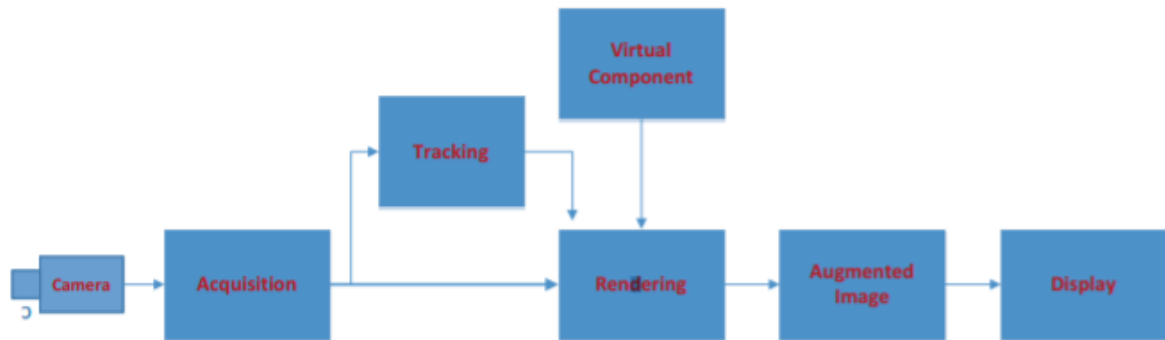
Gambar 8.65 Menggunakan teknologi SLAM, kamera perangkat Augmented Reality bersama dengan giroskopnya dan perangkat lokasi lainnya menetapkan koordinat ke objek di FoV

Selama gerak cepat, kegagalan pelacakan biasanya dialami dalam sistem augmented reality. Untuk mengatasi kegagalan pelacakan tersebut, sistem memerlukan rutinitas relokasi untuk dengan cepat menghitung perkiraan pose dari kamera saat gambar kabur atau rusak. Sistem juga harus menghadirkan lingkungan 3D yang ditriangulasi untuk digunakan aplikasi guna menghadirkan pengalaman augmented realistis yang dipadukan dengan pemandangan nyata.

Pemetaan lokasi tanpa penanda bukanlah konsep baru dan telah dieksplorasi dalam karya sebelumnya oleh Mann (Video Orbits) [62] untuk pelacakan Augmented Reality tanpa fitur [63]. Pelacakan tanpa penanda berbasis vision juga dikombinasikan dengan pelacakan gyro [64].

Dalam Augmented Reality tanpa penanda, masalah menemukan pose kamera membutuhkan kemampuan pemrosesan yang signifikan dan algoritma pemrosesan gambar yang lebih

kompleks dan canggih, seperti pemetaan disparitas, deteksi fitur, aliran optik, klasifikasi objek, dan komputasi real-time kecepatan tinggi.



Gambar 8.66 Blok diagram untuk sistem Augmented Reality dengan pelacakan

Dalam laporannya yang berjudul "Teori dan aplikasi Augmented Reality berbasis penanda," untuk Pusat Penelitian Teknis VTT Finlandia, Sanni Siltanen [65] menghasilkan diagram blok untuk sistem Augmented Reality sederhana yang telah diadopsi oleh industri, dan disajikan di sini dengan sedikit digambar ulang untuk penyederhanaan.

Seperti diilustrasikan pada Gambar 8.66, modul akuisisi menangkap gambar dari sensor kamera. Modul pelacakan menghitung lokasi dan orientasi yang benar untuk overlay virtual. Modul rendering menggabungkan gambar asli dan komponen virtual menggunakan pose yang dihitung dan kemudian membuat gambar yang diperbesar di layar.

Modul pelacakan adalah "jantung" dari sistem Augmented Reality tampilan non-head-up; modul ini menghitung pose relatif kamera secara real time, dan sangat penting dalam sistem Augmented Reality dengan pemrosesan always on vision (pemrosesan penglihatan yang selalu ada). "Always on vision" tidak sama dengan sekadar dapat mengambil gambar dengan perangkat augmented reality. Misalnya, kaca Google tidak memiliki pemrosesan penglihatan tetapi dapat mengambil gambar.

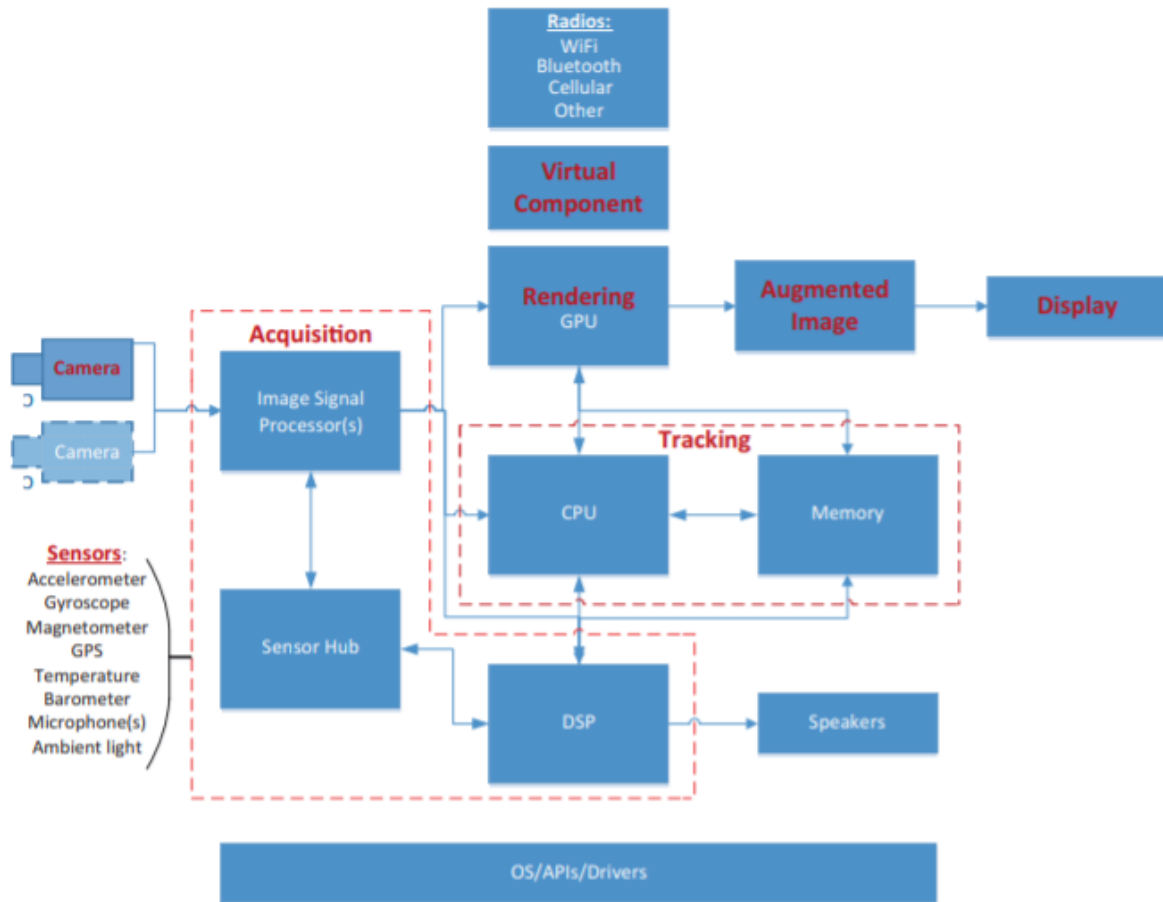
Tampilan lebih rinci dari sistem pelacakan dapat dilihat pada diagram berikut yang merupakan versi yang diperluas dari; Diagram blok dari diagram perangkat Augmented Reality khas yang ditunjukkan pada Gambar di bab sebelumnya.

Harap dicatat bahwa Gambar 8.66 dan Gambar 8.67 ini diberi label dengan warna merah untuk menunjukkan komponen yang cocok.

SoC yang dirancang untuk ponsel pintar dengan CPU, GPU, DSP, dan ISP sering digunakan dalam sistem Augmented Reality dan digunakan untuk melakukan pemrosesan penglihatan. Namun, itu semua mungkin tidak cukup cepat dan sehingga prosesor vision khusus dari perusahaan seperti CogniVue, Synopsys, atau perangkat khusus berdasarkan field programmable gate arrays (FPGA) telah dikembangkan untuk mempercepat waktu dan eksekusi algoritma kritis.

Untuk jenis pembaruan cepat dan akuisisi gambar yang diperlukan dalam sistem misi kritis augmented reality, hanya ada 50 ms dari sensor ke tampilan: akuisisi biasanya membutuhkan waktu 17,7 ms, rendering akan menggunakan 23,3 ms, hanya menyisakan 10 ms untuk bagian pelacakan, yang sebenarnya tidak banyak, atau tidak cukup. Prosesor penglihatan khusus, yang menangani masalah pelacakan, biasanya dapat memproses data dalam 2 ms.

Sistem berbasis penanda kurang diperlukan, tetapi tidak cocok dalam banyak skenario (misalnya pelacakan luar ruangan). Pelacakan tanpa penanda bergantung pada identifikasi fitur alami vs. penanda fidusia.

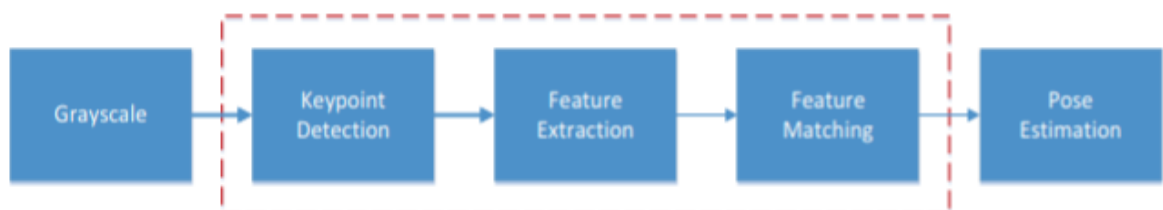


Gambar 8.67 Diagram detail dari sistem Augmented Reality dengan pelacakan

Sistem Augmented Reality menggunakan sensor untuk pelacakan dan lokasi (misalnya GPS); atau Hibrida; misalnya Giroskop GPS dan MEMs untuk posisi dan pelacakan visual orientasi.

Namun, sistem Augmented Reality misi kritis perlu menggunakan beberapa metode pelacakan lain. Metode pelacakan visual untuk memperkirakan pose kamera (pelacakan berbasis kamera, pelacakan optik, atau pelacakan fitur alami) sering menjadi solusinya. Pelacakan dan registrasi menjadi lebih kompleks dengan Natural Feature Tracking (NFT).

Aplikasi Augmented Reality tanpa penanda dengan NFT pada akhirnya akan diadopsi secara luas. Namun, NFT membutuhkan banyak pemrosesan, dan harus dilakukan dalam 50 ms atau kurang. Pendekatan berbeda untuk estimasi pose dalam aplikasi tanpa penanda memerlukan deteksi fitur, ekstraksi, dan pencocokan



Tiga blok mendasar dalam pelacakan fitur



Gambar 8.68 Sensor 3D eksternal yang terpasang pada ponsel Android (Van Gogh Imaging)

NFT melibatkan apa yang dikenal sebagai Interest Point Detectors (IPD). Sebelum pelacakan, fitur atau poin kunci harus dideteksi. Biasanya algoritma yang ditemukan di memori pemrosesan gambar OpenCV digunakan, program seperti Harris Corner Detection, GFTT, FAST, dan lain-lain.

FAST (Fitur dari Accelerated Segment Test) lebih disukai untuk aplikasi seluler karena memerlukan kinerja prosesor yang lebih sedikit, tetapi belum tentu yang terbaik dalam hal akurasi dan presisi.

Augmented Reality seluler (dan robotika) juga melibatkan Estimasi Pose yang menggunakan konsensus sampel acak (random sample consensus/RANSAC), suatu metode iteratif untuk memperkirakan parameter model matematika dari sekumpulan data pengamatan yang mengandung outlier.

Pendeskripsi fitur untuk pencocokan adalah tempat pemrosesan yang paling banyak diperlukan. Contohnya adalah Transformasi Fitur Skala-Invarian/Scale-Invariant Feature Transform (atau SIFT), sebuah algoritma dalam computer vision untuk mendeteksi dan mendeskripsikan fitur lokal dalam gambar.

SIFT sering digunakan sebagai tolok ukur untuk kinerja deteksi/ekstraksi. CPU dengan sendirinya biasanya mengalami latensi pemrosesan yang lama dalam menjalankan program SIFT. Menggunakan GPU untuk akselerasi memberikan peningkatan sekitar 5x hingga 10x. Prosesor pelacakan khusus seringkali dapat menghasilkan peningkatan 50 kali lipat dan biasanya 100 kali lebih baik dalam hal kinerja per daya.

Performa real-time dianggap 50 ms atau kurang dari akuisisi gambar terhadap tampilan (kacamata), oleh karena itu deteksi fitur, dan pencocokan pelacakan harus 10 ms (atau kurang), dan <5 ms untuk operasi daya rendah.

Pemrosesan NFT untuk Augmented Reality seluler yang "always-on/selalu aktif" membutuhkan peningkatan >100x untuk kinerja/daya yang selalu aktif untuk sensor 1MP.

Terdapat algoritma SLAM yang secara hati-hati dirancang untuk dijalankan pada perangkat seluler yang membutuhkan penggunaan daya pemrosesan, memori, dan masa pakai baterai



yang efisien. Gambar 8.68 adalah contoh sensor 3D yang terpasang pada ponsel Android. Jenis konfigurasi ini akan berumur pendek karena tablet dan ponsel pintar akan memiliki sensor 3D yang terintegrasi langsung ke perangkat keras.

Aplikasi Augmented Reality yang dapat digunakan membutuhkan kinerja ini untuk membuat Augmented Reality always-on yang hemat daya dan aplikasi vision.

Jadi, produsen kacamata cerdas Augmented Reality harus mempertimbangkan pengorbanan kinerja vs biaya komponen. Menambahkan prosesor penglihatan ekstra dapat meningkatkan biaya dan membuat perangkat tidak kompetitif.

- ***Pelacakan GPS Tanpa Penanda***

Augmented Reality tanpa penanda biasanya menggunakan fitur GPS dari ponsel pintar untuk mencari dan berinteraksi dengan sumber daya augmented reality. Namun Pokemon GO tidak menggunakan SLAM, dan bergantung pada orientasi pelacakan telepon, karena fitur Augmented Reality Pokemon GO tidak berfungsi pada perangkat tanpa giroskop.

### **8.11 User Interfaze pada Sistem Augmented Reality**

Seperti yang telah disebutkan, ada empat tipe dasar tampilan augmented reality: Kacamata (pintar), helm, tampilan head-up, dan lensa kontak. Masing-masing memiliki modalitas dan antarmuka interaktivitas yang berbeda.

Kacamata cerdas memanfaatkan gerakan, ketukan pada sisi kacamata, suara, dan dalam beberapa kasus eye-tracking. Helm menggunakan penyadapan, suara, dan dalam kasus beberapa helm militer eksperimental, menggunakan eye-tracking. Beberapa helm hanya memiliki tampilan head-up dan tidak memerlukan atau mendukung interaktivitas. Tampilan head-up umumnya tidak interaktif dan sebagian besar digunakan untuk informasi seperti speedometer di kendaraan, atau navigasi pesawat. Jika kontrol diperlukan, biasanya dilakukan melalui panel kontrol atau layar sentuh. Lensa kontak masih eksperimental dan kemungkinan akan menggunakan gerakan dan suara, dan mungkin eye-tracking.

Selain itu, antarmuka pengguna individu harus dapat memberikan interaksi langsung dengan dunia nyata melalui penggunaan objek dan alat fisik nyata. Ada tiga kemungkinan non-eksklusif untuk antarmuka tersebut [66]:

- Antarmuka Augmented Reality kolaboratif yang mencakup penggunaan beberapa tampilan untuk mendukung aktivitas jarak jauh dan lokasi bersama (juga dapat dianggap sebagai telepresence).
- Antarmuka hybrid yang menggabungkan berbagai macam yang berbeda. Tetapi merupakan antarmuka pelengkap yang mungkin dapat berinteraksi melalui berbagai perangkat interaksi.
- Antarmuka Augmented Reality multimodal yang menggabungkan input objek nyata dengan bentuk bahasa dan perilaku yang terjadi secara alami seperti ucapan, sentuhan, gerakan tangan alami, atau tatapan.

Berikut ini jenis antarmuka pengguna alami/natural user-interfaces (NUI). Antarmuka pengguna alami adalah antarmuka pengguna yang secara efektif tidak terlihat, dan tetap tidak terlihat karena pengguna terus mempelajari interaksi yang semakin kompleks. Suara, gerakan, dan eye-tracking adalah contohnya. NUI masih berkembang, seperti yang dibahas berikut ini.

Antarmuka pengguna alami (natural user interfaces) telah didiskusikan secara aktif sejak tahun 1990-an dan diperkenalkan (dan disingkat) sebagai natural user interface (tunggal). Selama periode itu Steve Mann, pelopor dalam augmented reality, menciptakan beberapa konsep antarmuka pengguna menggunakan apa yang ia sebut sebagai interaksi alami dengan dunia nyata. Dia mencari alternatif untuk antarmuka baris perintah (command-line interfaces/CLI) saat itu, dan GUI yang muncul. Mann menyebut pekerjaan ini sebagai "antarmuka pengguna alami/natural user interfaces", "Antarmuka Pengguna Langsung/Direct User Interfaces", dan "komputasi bebas metafora/metaphor-free computing" [67]. Penggunaan kata "Alami (Natural)" oleh Mann mengacu pada tindakan yang datang secara alami kepada pengguna manusia, serta penggunaan alam itu sendiri, yaitu fisika (filsafat alam), dan lingkungan alam [68].

### 8.11.1 Kontrol Suara

Konsep kontrol suara, seperti Augmented Reality dan virtual reality, adalah istilah yang telah ada dalam kosakata kita begitu lama, banyak orang mengira mereka tahu tentang itu dan mengenai cara kerjanya. Referensi pertama yang dapat saya temukan tentang pengenalan suara adalah dalam cerita pendek Isaac Asimov (1920–1992), *Little Lost Robot*, yang diterbitkan dalam "Fiksi Ilmiah yang Mencengangkan", Maret 1947 [69]. Di dalamnya, Gerald Black, seorang fisikawan, memberi tahu Nestor-10, robot dengan hukum pertama yang dimodifikasi untuk "tersesat," dengan kata-kata yang tegas, dan Nestor-10 menerima perintah itu secara harfiah dan bersembunyi di antara 62 robot yang tampak identik.

Sistem pengenalan suara berbasis komputer pertama adalah Audrey, "pengenal digit otomatis," yang dikembangkan oleh K. H. Davis, R. Biddulph, dan S. Balashek, di laboratorium Bell pada tahun 1952 [70]. Sistem ini hanya mampu memahami angka saja (karena kerumitan bahasa), dan hanya oleh satu pembicara. Mengenali nomor untuk menelepon adalah tujuan yang dapat dimengerti dalam penelitian di perusahaan telepon saat itu.

Sepuluh tahun kemudian, IBM mendemonstrasikan mesin "Shoebbox"-nya di Pameran Dunia 1962 (1962 World' Fair), yang dapat memahami 16 kata yang diucapkan dalam bahasa Inggris [71], yang merupakan inspirasi bagi dua pengaruh budaya utama, Gene Roddenberry, *Star Trek* [72], yang pertama kali ditayangkan di NBC dari tanggal 8 September 1966, dan HAL 9000 (komputer ALgoritmik yang diprogram secara heuristik), komputer kecerdasan buatan dalam film *Space Odyssey* karya Arthur C. Clarke, pada tahun 1968 [73].

Pada saat itu gagasan bahwa komputer dapat (atau akan) memahami manusia telah mendarah daging dalam pengetahuan umum kita, meskipun itu tidak benar.

Kemajuan signifikan pertama yang dibuat dalam perangkat lunak pengenalan suara dibuat oleh badan penelitian Departemen Pertahanan Amerika Serikat (DoD), Defense Advanced Research Projects Agency (DARPA) pada tahun 1970-an. Program DARPA Speech Understanding Research (SUR) DoD, dari tahun 1971 hingga 1976, adalah salah satu yang terbesar dalam sejarah pengenalan suara dan mendanai program pengenalan suara yang dikembangkan oleh Carnegie Mellon yang disebut 'Harpy' yang mengerti 1000 kata, mulai dari obrolan bayi hingga kosakata anak berusia 3 tahun [74, 75, 76].

Pengenalan suara mengambil langkah besar pada pertengahan 2010-an, dan sistem speaker-independent muncul di ponsel pintar dan peralatan rumah tangga. Pada 2016 pengenalan suara dianggap sebagai masalah yang terpecahkan. Namun, masih ada pekerjaan yang harus dilakukan, dan memindahkan perangkat lunak pengenalan dari cloud (tempat di mana ponsel

pintar dan aliansi mendapatkannya) ke perangkat seluler dalam sistem mandiri (berdiri sendiri) akan terbukti menjadi tantangan bagi beberapa tahun lagi. Namun demikian, gagasan untuk selalu terhubung (melalui jaringan seluler dan/atau Wi-Fi) mengurangi masalah dan pengenalan suara dianggap sebagai bagian integral dari banyak sistem augmented reality. Namun, masalah kosakata umum tetap ada, sebagaimana seperti masalah dalam gerakan.

Kacamata cerdas Augmented Reality dengan teknologi pengenalan ucapan otomatis (automatic speech recognition/ASR) dapat digunakan untuk membantu penyandang disabilitas. Studi telah dilakukan dalam pengenalan ucapan audio-visual (audio-visual speech recognition/AVSR) yang menggabungkan audio, video, dan ekspresi wajah untuk menangkap suara narator. Augmented Reality dan teknologi pengenalan suara audio-visual sedang diterapkan untuk membuat sistem baru yang bertujuan untuk membantu orang tuli dan tunarungu [77].

Sistem seperti itu dapat menangkap suara narator secara instan dan mengubahnya menjadi teks yang dapat dibaca dan menampilkan teks secara langsung pada layar Augmented Reality sehingga orang tuli memahami ucapan narator. Selain itu, orang tidak perlu belajar bahasa isyarat untuk berkomunikasi dengan orang tuli.

Hasil penggunaan teknik AVSR menunjukkan bahwa akurasi pengenalan sistem telah ditingkatkan di tempat-tempat yang bising. Orang tuli telah menunjukkan bahwa mereka sangat tertarik menggunakan sistem seperti itu sebagai asisten di perangkat portabel untuk berkomunikasi dengan orang lain.

Meskipun demikian, orang mungkin tidak ingin menggunakan suara untuk mengaktifkan kacamata Augmented Reality mereka—itu terlalu umum dan mengganggu. Namun, yang lain bertanya bagaimana itu akan berbeda dari apa yang kita miliki sekarang dengan orang-orang yang berjalan di jalan sambil berbicara dengan ponsel pintar mereka (dulu hanya orang gila yang berjalan di jalan dan berbicara dengan orang yang tidak terlihat).

Neil Trevett, presiden organisasi standar Khronos (dan wakil presiden Nvidia) menyarankan (lidah-di-pipi) kita akan membutuhkan periferal untuk kacamata augmented kami, yaitu semacam bantalan sentuh pergelangan tangan yang dapat Anda geser dan ketuk secara terpisah untuk mengoperasikan perangkat. “Kita bisa menyebut gadget input baru ini “Aktivator Pergelangan Tangan untuk Perintah Sentuh dan Haptik/Wrist Activator for Touch Commands and Haptics”—atau ‘WATCH”.

Trevett juga mengajukan pertanyaan tentang masalah sosial tentang pemakaian kacamata Augmented Reality yang merekam semua aktivitas Anda. “Bagaimana,” tanya Trevett, “Anda bertindak jika orang yang Anda ajak bicara dapat merekam setiap gerakan Anda? Mungkin ada lampu sedang merekam berwarna merah — tetapi kemampuan menangkap di mana-mana akan tiba — lebih baik atau lebih buruk — dan masyarakat akan mencari cara untuk menghadapinya.

Orang-orang (yang pintar atau orang yang paham teknologi) akan memakai kacamata dengan lampu LED intens dan ketika mereka melihat seseorang dengan kacamata augmented reality, mereka akan mengaktifkan lampu mereka untuk menyaring sensor kacamata orang lain. Hal itu akan disebut sebagai Perangkat Penetral Input Terbatas Basis dengan Grafis Non-invasif Terintegrasi/Base Limited Input Neutralizing Device with Integrated Non-Invasive Graphis - BLINDING”.



Gambar 8.69 Film *Minority Report* mempopulerkan konsep kontrol menggunakan gerakan (Twentieth Century Fox)

### 8.11.2 Kontrol Gerakan

Penggunaan gerakan tangan sebagai sarana untuk berkomunikasi dan mengendalikan informasi yang disediakan oleh sistem Augmented Reality memberikan alternatif yang menarik untuk perangkat antarmuka yang rumit dalam hal interaksi manusia-komputer (human-computer interaction/HCI); gerakan tangan dapat membantu dalam mencapai kemudahan dan kealamian.

The *Minority Report* mungkin mempopulerkan konsep kontrol menggunakan gerakan, film adaptasi dari cerita pendek Philip K. Dick [78], yang menampilkan aktor Tom Cruise melambatkan tangannya di depan layar transparan. Konsep desain tersebut dikembangkan oleh John Underkoffler (1967–) saat berada di MIT Media Lab pada tahun 1999 [79].



Gambar 8.70 Sarung tangan Sayre (Electronic Visualization Laboratory)

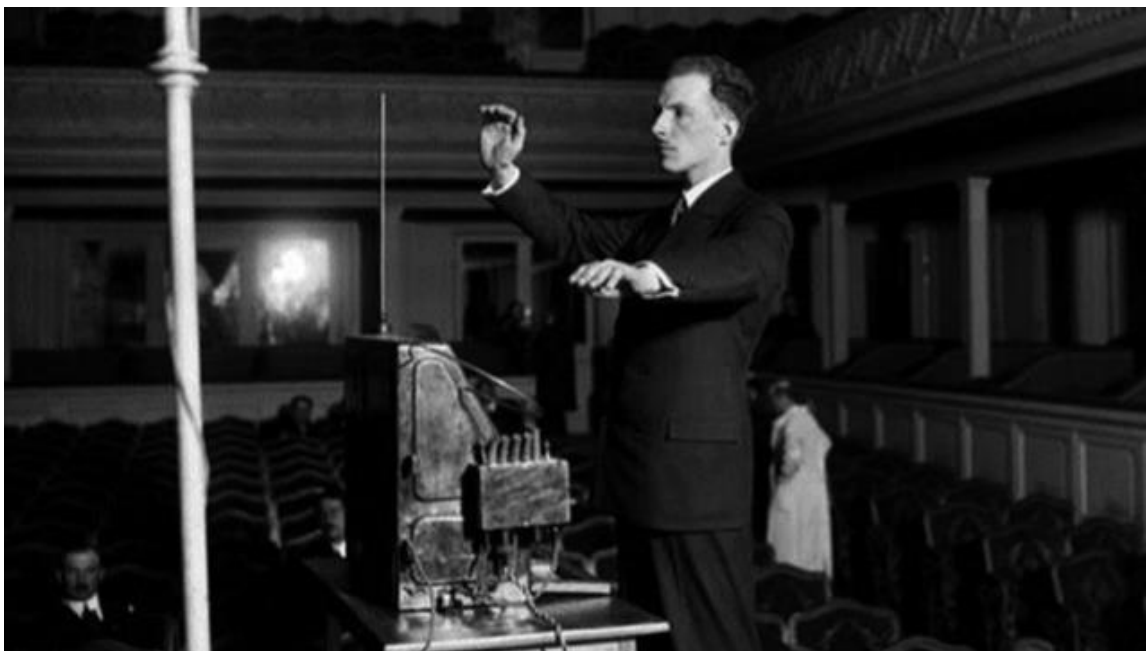
Sistem pengenalan gerakan berbasis komputer pertama menggunakan sarung tangan khusus yang disebut sarung tangan data (atau sarung tangan berkabel atau cyberglove). Prototipe sarung tangan pertama yaitu sarung tangan Sayre Glove (1976), sarung tangan Massachusetts Institute of Technology (MIT)-LED, dan Digital Entry Data Glove [80]. Sarung tangan Sayre dikembangkan pada tahun 1977 oleh Thomas de Fanti (1948– ) dan Daniel Sandin (1942–) berdasarkan ide dari Rich Sayre (1942–) [81]. Richard Sayre mendalilkan bahwa sarung tangan yang menggunakan tabung fleksibel (bukan serat optik), dengan sumber cahaya di satu ujung dan fotosel di ujung lainnya dapat mengukur sejauh mana jari ditekek (Gambar 8.69).

Saat jari ditekek, jumlah cahaya yang mengenai fotosel bervariasi, sehingga memberikan ukuran fleksi jari.

Perangkat pertama yang diakui secara luas untuk mengukur posisi tangan, dikembangkan oleh Dr. Gary Grimes di Bell Labs. Dipatenkan pada tahun 1983, Digital Data Entry Glove Grimes memiliki sensor kelenturan jari, sensor taktil di ujung jari, sensor orientasi, dan sensor pemosisian pergelangan tangan. Posisi sensor itu sendiri dapat diubah. Itu dimaksudkan untuk membuat karakter "alfa-numerik" dengan memeriksa posisi tangan. Ini terutama dirancang sebagai alternatif untuk keyboard, tetapi juga terbukti efektif sebagai alat untuk memungkinkan pengguna non-vokal untuk "mengeja jari" kata-kata menggunakan sistem seperti itu.

Hali ini kemudian segera diikuti oleh sarung tangan optik, yang kemudian dinamai sebagai VPL DataGlove. Sarung tangan ini dibuat oleh Thomas Zimmerman, yang juga mematenkan sensor flex optik yang digunakan oleh sarung tangan tersebut.

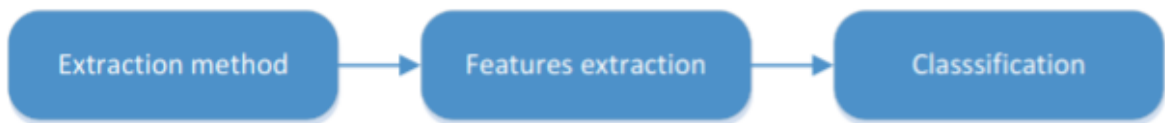
Namun, beberapa orang memuji perangkat isyarat elektronik pertama Lev Sergeyevich Termen (1896–1993) yang lebih dikenal di seluruh dunia sebagai Leon Theremin, yang menemukan teknologi Theremin sebagai bagian dari penelitian yang disponsori pemerintah Soviet mengenai sensor jarak, pada Oktober 1920 [82] (lihat gambar 8.71).



Gambar 8.71 Leon Theremin mendemonstrasikan instrumen sebelum konser tahun 1927 (Wikimedia, Brettmann. Corbis)

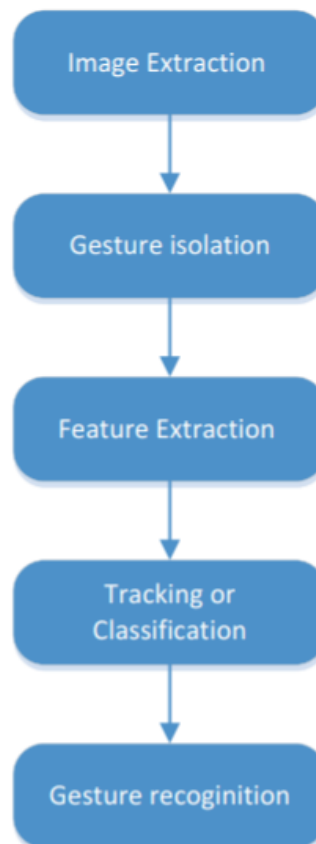
Teknologi Theremin menghasilkan suara yang bervariasi, agak menakutkan saat operator/pemain melambai, atau memberi isyarat tangan mereka di antara dua antena seperti batang. Antena vertikal mengontrol nada, dan antena horizontal mengontrol volume. Ini terbukti sangat berguna untuk menciptakan suara luar angkasa dalam film-film fiksi ilmiah di tahun 1950-an. Teknologi Theremin adalah alat musik pertama yang dimainkan tanpa menyentuhnya.

Sebagian besar peneliti mengklasifikasikan sistem pengenalan gerakan menjadi tiga langkah utama setelah memperoleh gambar input dari kamera, video, atau bahkan perangkat yang dilengkapi dengan sarung tangan data. Langkah-langkah tersebut adalah: Metode Ekstraksi, estimasi dan ekstraksi fitur, dan klasifikasi atau pengenalan seperti yang diilustrasikan pada 8.72.



Gambar 8.72 Langkah-langkah sistem pengenalan gerakan

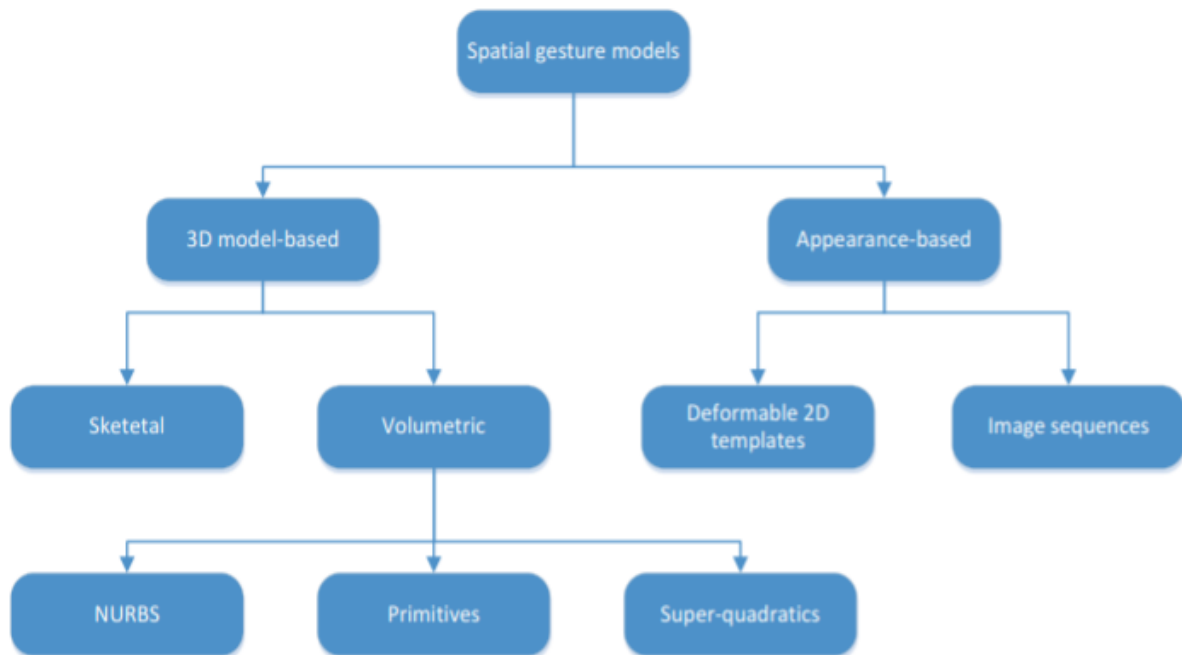
Memperluas pengenalan gerakan untuk mencakup pengambilan gambar sebagai sensor (dibanding sebagai sarung tangan data misalnya), dapat menunjukkan proses penangkapan gerakan [83] (lihat gambar 8.73).



Gambar 8.73 Proses pengenalan gerakan berbasis video komputer biasa

Pengenalan gerakan diakui sebagai komunikasi antara orang dan perangkat melalui gerakan dan gerakan tangan.

Taksonomi gerakan tangan untuk interaksi manusia-komputer. Gerakan yang bermakna dibedakan dari gerakan yang tidak disengaja. Gerakan yang digunakan untuk manipulasi (pemeriksaan) objek dibedakan dari gerakan yang memiliki karakter komunikasi yang melekat [84] (lihat gambar 8.74).



Gambar 8.74 Ada cara yang berbeda untuk melacak dan menganalisis gerakan, dan tata letak dasar langkah-langkahnya

Misalnya, model volumetrik menyampaikan informasi penting yang diperlukan untuk analisis yang rumit, namun model tersebut terbukti sangat intensif dalam hal daya komputasi dan memerlukan pengembangan teknologi lebih lanjut agar bisa diterapkan untuk analisis real-time. Di sisi lain, model berbasis penampilan lebih mudah untuk diproses tetapi biasanya tidak memiliki sifat umum yang diperlukan untuk interaksi manusia-komputer. (NURBS—Non-uniform rational Basis spline adalah model matematika yang biasa digunakan dalam grafik komputer untuk menghasilkan dan mewakili kurva dan permukaan. Model ini menawarkan fleksibilitas dan presisi yang tinggi untuk menangani baik analitik (permukaan yang ditentukan oleh rumus matematika umum) dan bentuk yang dimodelkan. “Primitif” adalah titik dan segmen garis lurus, yang merupakan semua yang dimiliki sistem grafik vektor awal. Dalam geometri padat konstruktif, primitif adalah bentuk geometris sederhana seperti kubus, silinder, bola, kerucut, piramida, torus. “Superkuadrik” adalah keluarga bentuk geometris yang didefinisikan oleh rumus yang mirip dengan ellipsoid dan kuadrat lainnya, bedanya operasi kuadrat digantikan oleh kekuatan arbitrer.

Layar Augmented Reality yang dipasang di kepala seperti kacamata cerdas dan helm (dan lensa kontak sehari) memungkinkan Anda menggunakan tangan untuk memanipulasi dan berinteraksi dengan objek dunia nyata, dan pada gilirannya menciptakan tantangan tentang cara berinteraksi dengan data yang disajikan, sementara Anda tidak lagi memiliki mouse atau keyboard. Seperti disebutkan di atas, kontrol suara adalah salah satu metode interaksi yang, dengan pengguna terlatih dapat efektif dalam menavigasi menu dan memasukkan perintah atau teks. Namun, itu bisa tidak sesuai atau tidak efisien untuk tugas yang memang didesain untuk mouse atau layar sentuh. Juga, ada beberapa situasi di mana perintah suara secara sosial aneh atau tidak mungkin.

Namun, ada cara lain agar orang dapat berinteraksi dengan layar tambahan yang dipasang di kepala melalui gerakan. Nintendo mengejutkan dan menyenangkan dunia ketika mengeluarkan konsol game Wii-nya dengan pengontrol genggam nirkabel (yaitu, Nunchuk) yang memiliki akselerometer penginderaan gerak. Microsoft keluar dengan pendekatan alternatif menggunakan penginderaan kedalaman (yaitu, Kinect), sehingga konsumen menyadari dan terbiasa dalam banyak kasus mengenai penggunaan kontrol gerakan untuk memanipulasi hal-hal di layar.

Mengenakan atau menggunakan pengontrol tangan tidak praktis dalam banyak kasus karena benda itu terlalu mencolok dalam situasi sosial, dan dalam hal pemeliharaan atau operasi perakitan.

Salah satu, jika bukan merupakan sistem berbasis gerakan operasional pertama yang dikembangkan, adalah sistem ALIVE yang dikembangkan pada tahun 1993 di MIT Media Laboratory. Teknologi ini menggunakan overlay komputer dan video yang memungkinkan pengguna dan "agen virtual" untuk berinteraksi di ruang tampilan yang sama [85] (perhatikan gambar 8.75).



Gambar 8.75 Sistem MIT ALIVE, menggunakan overlay komputer dan video sehingga pengguna dan agen virtual dapat berinteraksi (Gambar: Maes dkk, 1995)

Salah satu produk komersial pertama yang menggunakan gerakan tangan adalah Sony EyeToy, dikembangkan pada tahun 2003. Alat ini menggunakan perangkat periferal kamera 2D dengan Sony Playstation 2 yang menerjemahkan gerakan tubuh ke dalam kontrol permainan, tiga tahun sebelum Nintendo Wii populer.

Sistem pengenalan gerakan untuk tampilan Augmented Reality yang dipasang di kepala utamanya terdiri dari kamera layar yang dipasang di kepala yang dapat melihat tangan pengguna, dan algoritma untuk menafsirkan gerakan dan mendaftarkan jari ke bagian layar yang sesuai. Misalnya, navigasi menu yang dianalogikan dengan titik dan klik mouse, atau manipulasi konten di layar seperti memilih, menyorot, mengubah skala, memutar, menyeret, dan lain-lain.



Sebagian besar sistem Augmented Reality yang dipasang di kepala memiliki satu kamera. Beberapa perangkat memiliki dua kamera, atau satu kamera dan perangkat penginderaan kedalaman (ultrasonik, atau kamera IR). Dua kamera (spektrum tampak) dapat digunakan untuk membuat peta kedalaman menggunakan teknik fotogrametri [86].

Meskipun dapat ditangkap, gerakan dalam antarmuka pengguna yang alami sayangnya tidak alami, dan pengguna harus diajari kosakata gerakan yang digunakan di headset augmented reality-nya. Setiap pabrik memiliki kosakata gerak tubuh mereka sendiri, dan pada saat penulisan buku ini tidak ada standar atau bahkan proposal untuk itu. Pertimbangkan analogi gerakan tangan wasit sepak bola vs wasit bisbol atau yang digunakan oleh militer, atau bahasa isyarat Amerika, tak satu pun dari mereka yang sama.

Selain kosakata, ada tantangan teknis seperti penginderaan kecepatan tinggi dan gerakan cepat tangan, dan gerakan dengan kecepatan translasi hingga 8 m/s serta kecepatan sudut hingga 300 derajat/detik [87, 88]. Selain itu, ada juga masalah manajemen oklusi dari oklusi jari/tangan yang sering terjadi, dan yang paling penting, resolusi penginderaan. Tangan dan jari memiliki ukuran yang relatif kecil dibandingkan dengan anggota gerak atas dan bawah. Selain itu, jari-jari manusia sering mengelompok. Terakhir, semantik gestur yang kompleks: gestur dapat berupa statis, dinamis, atau keduanya; secara intrinsik ambigu, dan bervariasi dari orang ke orang.

Association of Computing Machinery (ACM) membentuk Special Interest Group on Computer-Human Interaction (SIGCHI) pada tahun 1982 untuk menekankan penelitian yang diarahkan pada pengguna, dengan ikatan yang kuat antara akademisi (misalnya UCSD, CMU, U. of Michigan, Virginia Tech) dengan industri (misalnya Xerox, IBM, Bell Labs, DEC, Apple).

### 8.11.3 Eye-Tracking

Eye-tracking adalah proses mengukur baik titik pandangan (di mana seseorang melihat) atau gerakan mata relatif terhadap kepala. Eye-tracking adalah konsep lama yang dikembangkan pada tahun 1800-an yang dibuat dengan menggunakan pengamatan langsung. Keith Rayner (20 Juni 1943 – 21 Januari 2015) adalah seorang psikolog kognitif yang terkenal karena memelopori metodologi eye-tracking modern dalam membaca dan persepsi visual [89]. Pelacak mata dulu berharga ratusan ribu rupiah dan merupakan peralatan berharga di laboratorium psikologi. Sejarah eye-tracking dapat ditemukan di Wikipedia [90] dan halaman web EyeSee [91].

Sebelum diadopsi dalam Augmented Reality dan virtual reality, eye-tracking telah digunakan terutama untuk studi perilaku di lingkungan dunia nyata, dan studi oftalmologi. Penggunaan eye-tracking yang paling sederhana adalah sebagai kursor, mirip dengan cara kita menggunakan mouse, di mana kursor di layar mengikuti ke mana mata Anda melihat. Variasi ini termasuk menggunakan eye-tracker untuk memilih dan menempatkan potongan atau karakter game dalam game, atau menggerakkan cross-hair senjata dalam game, sebagai pengganti mouse dalam gameplay.

Ketika Anda mempertimbangkan semua input sensor ke fusi sensor heterogen sistem Augmented Reality terintegrasi optik, mems, GPS, dan sensor lainnya, dengan ribuan sampel per detik, eye-tracking menjadi teknik penting dalam sistem ini. Oleh karena itu, mampu melacak pandangan subjek dan kemudian menerjemahkannya ke bagaimana konten disampaikan akan menjadi sumber daya konsumen yang besar. Jika semua konten yang sedang dikirim harus dikumpulkan pada bandwidth maksimumnya, itu akan memberatkan

prosesor atau menguras baterai sistem. Jadi, memiliki kemampuan untuk mendeteksi, dengan sangat cepat, ke mana mata memandang, dapat membantu perancang sistem mengembangkan arsitektur yang memungkinkan pengembang menyampaikan konten kepada pengamat secara lebih efisien.

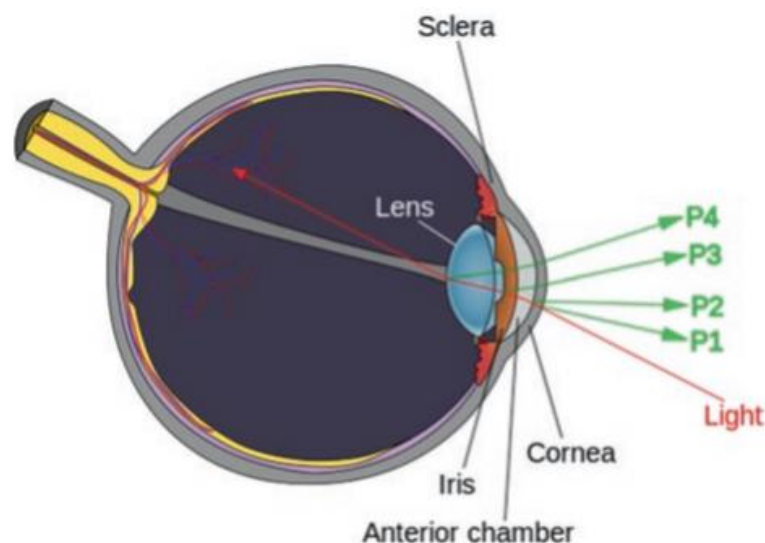
Salah satu yang pertama memasukkan eye-tracking ke dalam kacamata cerdas adalah SensoMotoric Instruments (SMI), dan perangkat ini memiliki Eye Tracking Integration pertama di dunia untuk kacamata Augmented Reality pada tahun 2016. Perangkat ini didasarkan pada tampilan kepala yang dipasang tembus pandang pada Epson Moverio BT-200, dan pada platform pelacakan mata seluler SMI (lihat gambar 8.76).



Gambar 8.76 Salah satu perusahaan pertama yang memperkenalkan eye-tracking ke dalam perangkat kacamata cerdas Augmented Reality adalah SensoMotoric Instruments.

Pelacak mata berbasis sensor biasanya menggunakan refleksi kornea yang dikenal sebagai citra Purkinje, dan pusat pupil sebagai fitur untuk melacak dari waktu ke waktu. Sensor di headset harus sangat sensitif dan sangat cepat, serta mampu mengikuti dan mendeteksi gerakan mata dalam waktu kurang dari empat menit busur (kurang dari seperlima derajat).

Citra Purkinje merupakan pantulan objek dari struktur mata. Empat citra Purkinje biasanya terlihat. Yang pertama (P1) adalah pantulan dari permukaan luar kornea. Yang kedua adalah pantulan dari permukaan bagian dalam kornea. Yang ketiga adalah pantulan dari permukaan luar (anterior) lensa, dan citra Purkinje keempat (P4) adalah pantulan dari permukaan dalam (posterior) lensa. Berbeda dengan yang lain, P4 adalah gambar terbalik (lihat gambar 8.77).



Gambar 8.77 Diagram cahaya dan empat citra Purkinje (Wikipedia)

Citra Purkinje pertama dan keempat digunakan oleh beberapa eye-tracking untuk mengukur posisi mata. Refleksi kornea (P1) dikenal sebagai glint. Citra Purkinje-Sanson dinamai dari nama ahli anatomi Ceko Jan Evangelista Purkyně (1787–1869) dan dokter Prancis Louis Joseph Sanson (1790–1841).

Jenis eye tracking yang lebih sensitif, yaitu dual-Purkinje eye tracking, menggunakan pantulan dari bagian depan kornea (P1) dan bagian belakang lensa (P4) sebagai fitur untuk melacak. Metode pelacakan tambahan yang sensitif adalah dengan menggambar fitur dari dalam mata, seperti pembuluh darah retina, dan mengikuti fitur ini saat mata berputar. Metode optik, terutama yang didasarkan pada perekaman video, banyak digunakan untuk pelacakan pandangan dan disukai karena non-invasif dan murah, serta prosedur log-in keamanan di komputer.

Sejak tahun 2015, teknologi telah meningkat secara alami, dibantu oleh pengurangan ukuran, konsumsi daya, dan biaya sensor, sebagian besar karena ledakan pasar ponsel pintar, dan hukum Moore. Perkembangan semacam itu telah memungkinkan penempatan sensor optik kecil yang tidak mencolok ke dalam bingkai kacamata atau helm, tidak hanya mungkin tetapi juga praktis. Sensornya adalah sensor optik CMOS dasar, sama dengan yang digunakan di ponsel pintar, dan digunakan bersama dengan algoritma perangkat lunak pintar untuk mengenali karakteristik unik mata, dan melacak pergerakannya.

Perusahaan seperti, Eyefluence, EyeSpeak, LC Technologies, SensoMotoric Instruments, SteelSeries, The Eye Tribe, Tobii, dan lainnya telah mengembangkan teknologi eye-tracking yang dapat dicolokkan ke berbagai headset. (Eye Tribe diakuisisi oleh Facebook-Oculus pada akhir 2016.) Perusahaan lain sedang mengembangkan teknologi mereka sendiri dan menggabungkannya ke dalam tampilan yang dipasang di kepala. Fove misalnya telah membuat VR HMD dengan eye-tracking terintegrasi.

Eye-tracking adalah komponen penting yang diperlukan untuk mendorong Augmented Reality agar menarik konsumen massal, dan sekaligus sebagai kebutuhan untuk keberhasilan Augmented Reality secara keseluruhan.

Ketika eye-tracking yang tidak mengganggu sudah tersedia dan orang dapat menggunakannya untuk memanipulasi data dan navigasi dengan perangkat Augmented Reality mereka, penerimaan, dan permintaan untuk Augmented Reality akan seperti ponsel pintar. Banyak orang hanya memiliki ponsel pintar selama beberapa tahun. Sebelum mereka memiliki satu, kebanyakan mereka awalnya tidak ingin memilikinya. Tetapi begitu mereka mendapatkannya, seperti semua pengguna ponsel pintar lainnya, mereka akan bergantung pada ponsel itu. Itu adalah hal yang mereka tidak tahu mereka butuhkan hingga mereka memilikinya dan sekarang mereka tidak pernah ingin hidup tanpa ponsel pintar itu.

Perangkat Augmented Reality tersedia dan akan tersedia dalam berbagai konfigurasi berdasarkan pada aplikasi, harga, dan fitur. Konsumen yang pernah mengalami interaksi mata dengan perangkat yang memiliki Augmented Reality tidak akan pernah mau membeli perangkat yang tidak memiliki augmented reality.

Eye-tracking, seperti teknik input lainnya, memiliki kosakatanya sendiri, dua fungsi utamanya adalah aktivasi kedipan dan waktu jeda, dan teknik ketiga yang kurang berkembang yaitu tatapan. Aktivasi Blink seperti namanya, mengharuskan pengguna untuk berkedip beberapa kali untuk memicu suatu peristiwa. Dalam beberapa situasi, ini bisa berguna, namun, akan segera menjadi menjengkelkan, dan mengganggu.

Waktu jeda mengharuskan pengguna untuk menatap item yang sama hingga hal yang diinginkan terjadi. Masalah penggunaan waktu jeda merupakan kendala dari kantung mata. Mata kita bergerak sepanjang waktu, melesat ke kiri, kanan, atas, bawah, bahkan saat kita tidur, tetapi seringkali kita tidak menyadarinya, sampai Anda mencoba mengatasinya dengan menatap.

Saccade mata sangat cepat dan penggunaan fungsi jeda dalam fungsi eye-tracking/kontrol memperlambat pengguna secara signifikan. Oleh karena itu, kurangnya kosakata natural pengguna merupakan salah satu hal yang menjadikan eye-tracking sebagai antarmuka pengguna yang utama.

Tatapan berbeda dengan berdiam di mana pengguna melihat arah umum dari item yang menarik (yaitu, target), tetapi periode waktu tidak ditentukan, pengguna juga tidak harus menatap item tersebut. Namun, mendeteksi tatapan itu sulit karena tingkat cahaya sekitar yang bervariasi. Meskipun demikian, pengembangan baru yang dilakukan telah mengurangi masalah tsb [92].

“Eyefluence” memelopori teknologi dan konsep membiarkan mata berperilaku secara alami dalam hubungannya dengan apa yang ingin dicapai pengguna, tanpa memaksakan tindakan yang menuntut/mengalihkan perhatian (seperti berkedip, atau menatap, yang dikenal sebagai jeda). Dan sementara sebagian besar interaksi Augmented Reality di masa depan akan menjadi kombinasi multimodal menggunakan tangan, kepala, mata, dan suara kita, perilaku mata alami berdasarkan minat kemungkinan besar akan menjadi bentuk interaksi yang paling umum dan populer.

"Mata adalah jendela jiwa," tentu saja, tetapi juga merupakan cara komunikasi utama. Ada lebih banyak hal yang terjadi ketika Anda melihat keluar saat Anda mengekspresikan kegembiraan, rasa jijik, minat, kebosanan.

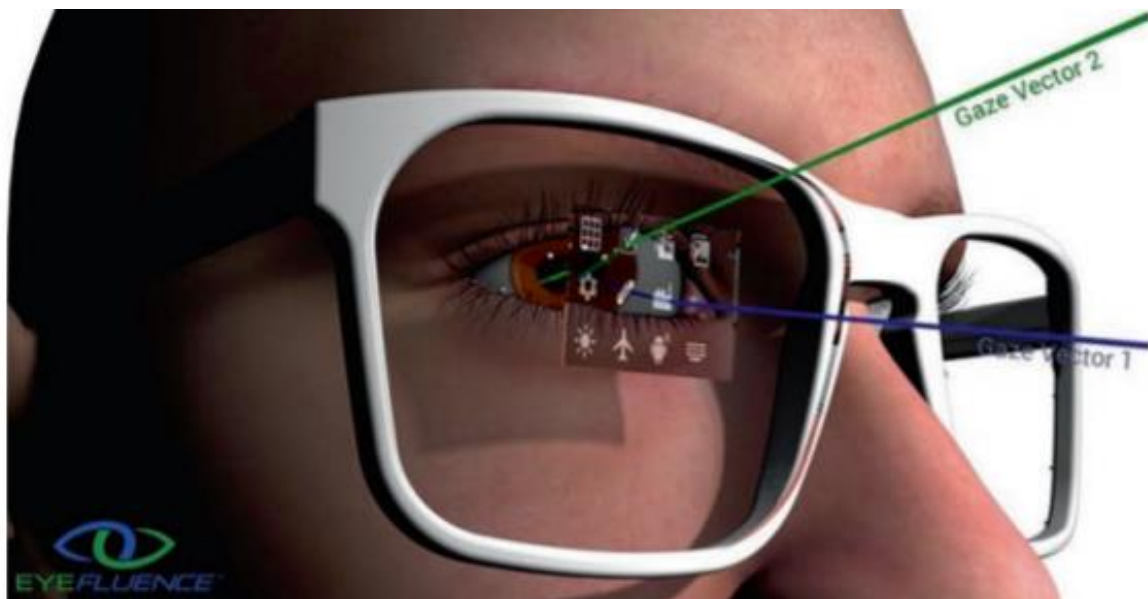
Eye tracking dan interaksi adalah antarmuka pengguna alami keenam. Yang pertama adalah keyboard, lalu mouse, suara, sentuhan, dan kemudian stylus, dan mungkin antarmuka pengguna utama dan terakhir, tetapi sulit untuk dilakukan. Perusahaan eye tracking tradisional telah mencoba menerjemahkan gerakan mata ke dalam metode kontrol menggunakan prinsip yang sama seperti mouse standar, yang mengharuskan pengguna menunggu dan mengedipkan mata pada objek untuk memulai tindakan. Hal ini membuat pelacakan mata menjadi lambat, tidak memuaskan, dan melelahkan—serta mengorbankan konsentrasi dan penglihatan untuk manipulasi mesin.

Eyefluence menyatakan mereka telah menguasai antarmuka pengguna pelacakan mata, dengan membiarkan pengguna melakukan apa yang biasanya dia lakukan, dan secara alami melakukannya dengan mata mereka. Perusahaan mengatakan bahwa mereka telah mengembangkan bahasa untuk mengubah niat menjadi tindakan melalui mata Anda dengan membiarkan mata Anda melakukan apa yang dilakukan mata Anda secara alami, dan mengklaim bahwa pengguna biasa membutuhkan waktu 2 menit untuk menguasai bahasa mereka, yang pada saat itu menjadi intuitif dan otomatis seperti berjalan atau berbicara. Mereka menyebutnya sebagai bahasa melihat.

Eyefluence tumbuh dari teknologi yang awalnya dikembangkan oleh perusahaan bernama Eye-Com yang mengembangkan beberapa teknologi eye-tracking non-komersial yang didanai dengan hibah pemerintah. Eyefluence memperoleh teknologi dan mendirikan Eyefluence pada awal 2013 di Milpitas CA. Perusahaan telah memajukan teknologi untuk integrasi dengan

tampilan yang dipasang di kepala sebagai pendukung teknologi mendasar dalam produk Augmented Reality dan virtual reality generasi berikutnya.

Pasar augmented reality, virtual reality, dan mixed reality berkembang, tetapi satu penghalang tetap ada—antarmuka pengguna. Generasi produk yang memulai debutnya tahun ini akan dikontrol dengan berbagai kombinasi input termasuk sentuhan, gerakan tangan, pelacakan kepala, dan pengenalan suara. Layar yang dipasang di kepala ini terbatas karena menggunakan model interaksi yang dikembangkan untuk ponsel pintar atau pengontrol untuk platform video game. Tetapi tampilan yang dipasang di kepala menjanjikan untuk menjadi tahap berikutnya dalam evolusi perangkat komputasi, yang membutuhkan model interaksi pengguna baru sebelum mereka dapat mencapai potensi penuh mereka; dan Eyefluence berpikir bahwa teknologinya akan memanfaatkan koneksi terpendek antara niat dan tindakan—mata (lihat gambar 8.78).



Gambar 8.78 “Anda selalu melihat sesuatu. Dan Anda memiliki tampilan tepat di depan mata Anda. Mengapa Anda tidak ingin mata Anda bisa mengendalikan itu?” kata David Stiehr, salah satu pendiri Eyefluence

Setiap produk Augmented Reality masa depan akan memiliki eye-tracking dan eye-interaction. Bagaimana tidak? Saat Anda mengenakan pajangan di wajah Anda, insting pertama Anda adalah mengontrol antarmuka dengan mata Anda, entah Anda menyadarinya atau tidak. Setiap tindakan dimulai dengan mata Anda, melalui gerakan mata yang disengaja dan tidak bertujuan.

Dengan eye-tracking dan pemantauan, seseorang tidak mengganggu atau memperlambat pengalaman augmented reality-nya dengan menggesek, memberi isyarat, menunggu, atau mengedipkan mata. Anda tidak terperosok dalam semua informasi di bidang pandang. Anda cukup membiarkan mata Anda melakukan apa yang mereka lakukan secara alami untuk mengakses dan berinteraksi dengan informasi spesifik yang Anda inginkan, saat Anda menginginkannya.

Eyefluence telah mengembangkan sistem pelacakan mata yang sangat cerdas yang tidak hanya memantau posisi x-y mata. Perusahaan membangun antarmuka eye-machine yang bertindak berdasarkan tampilan yang disengaja dan mengabaikan yang tidak disengaja.

The Eyefluence iUi dibangun di atas 12 Hukum Eye-Interaction milik perusahaan dan memungkinkan pengguna untuk berinteraksi dan mengontrol tampilan yang dipasang di kepala secepat mata mereka dapat melihat. Ada berbagai macam pengukuran biometrik mata (oculometrics), seperti tingkat penyempitan pupil, ukuran pupil, tingkat berkedip, durasi berkedip dan lain-lain, yang dapat digunakan untuk mendeteksi keadaan fisiologis seperti kantuk, beban kognitif, dan bahkan kegembiraan.

Mereka telah mengembangkan sirkuit fleksibel kecil yang menampung kamera, sumber penerangan, dan perangkat keras kecil lainnya. Ini dimaksudkan untuk dipasang di dan/atau di sekitar papan headset augmented-reality menggunakan resolusi tinggi.

Hasilnya adalah pengguna, setiap pengguna dengan mata normal, dapat melihat ikon (di layar perangkat augmented reality) dan tanpa melakukan apa pun secara sadar ikon itu akan diaktifkan. Ada kontrol tindakan untuk membuka dan menutup (lihat gambar 8.79).



Gambar 8.79 Eyefluence ingin Anda mengontrol perangkat dengan mata Anda (Eyefluence)

Perusahaan mengklaim dapat menghitung titik pandang, yang berarti bahwa Eyefluence mengetahui titik di depan Anda yang dilihat mata Anda. Itu ide yang sangat penting dalam membuat antarmuka yang intuitif dan cukup mudah untuk dipelajari siapa saja.

Pada Oktober 2016, Google mengakuisisi Eyefluence.

Kemampuan untuk melihat perangkat dan mengendalikannya tampak seperti sesuatu dari fiksi ilmiah. Sulit untuk membayangkan bahwa kekuatan pelacakan tatapan hampir manusia super ini adalah kenyataan. Eyefluence mengatakan itu sedang digunakan tidak hanya di komputer, tablet, dan ponsel pintar canggih, tetapi juga generasi berikutnya dari komputer yang dapat dipakai, kacamata cerdas Augmented Reality dan headset virtual reality. Ilmu pelacakan pandangan mata manusia telah mengalami evolusi yang luar biasa selama beberapa tahun terakhir, bukan dekade, tetapi abad.

Eye-Com, adalah sebuah perusahaan riset yang dipimpin oleh ahli saraf William Torch dan didanai oleh National Institutes of Health, Departemen Transportasi dan Departemen Pertahanan. Torch meneliti segala sesuatu mulai dari kelelahan hingga berkedip dan telah mengumpulkan lebih dari satu dekade data tentang mata serta membangun teknologi untuk

melacak dan menganalisis organ. Eyefluence menggunakan pondasi itu untuk membuat sistem interaktif yang menggunakan tampilan untuk mengarahkan komputer.

#### 8.11.4 Gelombang Otak

Brain-computer interface (BCI), kadang-kadang disebut juga mind-machine interface (MMI), direct neural interface (DNI), atau brain-machine interface (BMI), adalah jalur komunikasi langsung antara otak yang ditingkatkan atau diberi kabel dengan perangkat eksternal. BCI sering diarahkan pada penelitian, headset atau helm dan sinyal electroencephalogram (EEG) pemakainya [93].

Penelitian tentang BCI dimulai pada 1970-an di University of California, Los Angeles (UCLA) di bawah hibah dari National Science Foundation, diikuti dengan kontrak dari DARPA. Makalah yang diterbitkan setelah penelitian ini juga menandai kemunculan pertama dari ekspresi brain-computer interface dalam literatur ilmiah.

Penerapan BCI akan lebih dapat diterapkan pada helm dibanding kacamata cerdas (tidak ada yang mau berkeliling memakai topi dengan kabel keluar. Namun, ada desain yang terlihat seperti ikat kepala yang tidak mencolok. Perusahaan Interaxon adalah salah satu supplier. Melon company juga membuat perangkat seperti itu (lihat gambar di bawah).



Gambar 8.80 Mengenakan ikat kepala EEG untuk mengontrol perangkat eksternal (Interaxon)

Pada awal 2015, pembuat helm augmented reality, Daqri, membeli perusahaan ikat kepala pelacak EEG, Melon. Menurut CEO DAQRI, Brian Mullins, "Ruang EEG memiliki potensi langsung untuk meningkatkan perangkat 4D yang dapat dikenakan dengan fitur keamanan, serta potensi jangka panjang untuk menciptakan game-changing brain-computer interface yang memungkinkan Anda mengontrol antarmuka dan objek 4D di dunia nyata."

## 8.12 Kesimpulan

Jika pernyataan, "satu ukuran tidak cocok untuk semua," tepat, itu akan terjadi dalam kasus antarmuka pengguna user.

Agar benar-benar berguna, antarmuka pengguna harus secara mulus menghubungkan beragam sensor, layanan, dan perangkat sehingga sistem menjadi perseptif, responsif, dan otonom.

Agar sistem Augmented Reality menjadi perseptif, sistem ini harus merasakan dan memahami orang, tindakan, dan niat dalam pandangan pengguna. Sistem juga perlu memahami tindakan apa yang akan manusia ambil lalu meresponsnya. Selanjutnya, untuk menjadi semi-otonom, sistem perlu memahami pola kita, mengantisipasi kebutuhan kita, dan secara proaktif menyampaikan pengalaman dan saran, peringatan dan instruksi yang sesuai dengan situasi.

Sama seperti perintah suara yang kurang memuaskan bagi sebagian orang yang menggunakannya di ponsel atau di mobil mereka, atau di TV mereka, mereka bisa (atau mungkin akan) sama frustasinya dengan pengguna perangkat augmented. Juga, tidak tepat menggunakan suara dalam situasi publik (walaupun beberapa orang menggunakan telepon mereka dengan cara seperti itu).

Demikian juga, melambatkan tangan Anda di ruang di area publik akan menyebabkan perhatian yang tidak diinginkan, dan kemungkinan pengucilan dan pelabelan sosial. Mengetuk sisi kaca Anda tidak akan jauh lebih baik di depan umum, dan akan membuat orang bertanya-tanya apakah Anda merekamnya (pengguna Google Glass secara fisik dihapus dari beberapa tempat).

Demikian pula, jika eye-tracking dan penginderaan tidak bekerja dengan mudah dan mulus, orang tidak akan menggunakannya. Itu bisa mencapai dua pertiga dari pengguna, di mana fungsi tersebut menjadi apa yang dikenal sebagai wasteware, perangkat lunak yang terjebak di perangkat Anda menggunakan memori (dan mungkin daya) yang tidak pernah Anda gunakan.

Alternatif terakhir adalah menggunakan perangkat kontrol eksternal seperti ponsel pintar, jam tangan pintar, atau perangkat khusus seperti wrist pad atau remote/pengontrol genggam yang dibuat secara khusus. Perangkat seperti itu akan sangat mudah digunakan, sangat fungsional, dan mungkin memiliki kurva belajar yang pendek, dan tidak terlalu menarik perhatian bagi alat itu sendiri atau penggunaannya.

## 8.13 Referensi

1. Ali, M. A., & Klyne, M. A. (1985). *Vision in vertebrates*. New York: Plenum Press. ISBN:0-306-42065-1.
2. Womelsdorf, T., et al. (2006). Dynamic shifts of visual receptive fields in cortical area MT by spatial attention. *Nature Neuroscience*, 9, 1156–1160. 105.
3. Westheimer, G., & McKee, S. P. (1978). Stereoscopic acuity for moving retinal images. *Journal of the Optical Society of America*, 68(4), 450–455.
4. Optical resolution. [https://en.wikipedia.org/wiki/Optical\\_resolution](https://en.wikipedia.org/wiki/Optical_resolution)
5. Prince, S. (2010). Through the looking glass: Philosophical toys and digital visual effects. *Projections*, 4.



6. Wertheimer, M. (1912, April). Experimentelle Studien über das Sehen von Bewegung [Experimental Studies on Motion Vision] (PDF). *Zeitschrift für Psychologie.*, 61(1), 161–265.
7. Padmos, P., & Milders, M. V. (1992). Quality criteria for simulator images: A literature review. *Human Factors*, 34(6), 727–748.
8. Paman, W., van der Schaaf, A., Lagendijk, R. L., & Jansen, F. W. 1999, December 6. Low latency rendering for mobile augmented reality. *Computers & Graphics*, 23, 875–881 (international journal/conference paper), Ubicom-Publication.
9. Amin, M. S., & Meyers, A. D. (2012, February). Vestibuloocular reflex testing. <http://emedicine.medscape.com/article/1836134-overview>
10. Bailey, R. E., Arthur III, J. J. (Trey), & Williams, S. P.. Latency requirements for head-worn display S/EVS applications, NASA Langley Research Center, Hampton. <https://ntrs.nasa.gov/archive/nasa/casi.ntrs.nasa.gov/20120009198.pdf>
11. Lincoln, P., Blate, A., Singh, M., Whitted, T., State, A., Lastra, A., & Fuchs, H. (2016, April). From motion to photons in 80 Microseconds: Towards minimal latency for virtual and augmented reality. *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*, 22(4), 1367–1376.
12. Slotten, H. R. (2000). Radio and television regulation: Broadcast technology in the United States 1920–1960. JHU Press. ISBN:0-8018-6450-X. “C.B.S. Color Video Starts Nov. 20; Adapters Needed by Present Sets”, *New York Times*, Oct. 12, 1950, p. 1.
13. Hoffman, D. M., Girshick, A. R., Akeley, K., & Banks, M. S. (2008, March). Vergence–accommodation conflicts Hinder visual performance and cause visual fatigue. *Journal of Vision*, Research Article, 8, 33.
14. <http://www.kgutttag.com/>
15. Zheng, F., Whitted, T., Lastra, A., Lincoln, P., State, A., Maimonek, A., & Fuchs, H. 2014. Minimizing latency for Augmented Reality displays: Frames considered harmful. *IEEE International Symposium on Mixed and Augmented Reality*. p. 195
16. Rolland, J. P., & Fuchs, H. (2000). Optical versus video see-through head mounted displays. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 9(3), 287–309.
17. Holloway, R. L. (1997). Registration error analysis for augmented reality. *Presence*, 6(4), 413–432.
18. Barfield, W. (Ed.). (2016). *Fundamentals of wearable computers and Augmented Reality* (2nd ed.). Boca Raton: CRC Press/Taylor & Francis Group.
19. Karim, M. A. (1992). *Electro-optical displays*. New York: Marcel Dekker, Inc. ISBN:0.8247-8695-5.
20. [https://en.wikipedia.org/wiki/Human\\_eye](https://en.wikipedia.org/wiki/Human_eye)
21. Murray, W. S.. (2003, August). The eye-movement engine. *Behavioral and Brain Sciences*, 26(04), 446–495. Cambridge University Press.
22. [https://en.wikipedia.org/wiki/Cave\\_automatic\\_virtual\\_environment](https://en.wikipedia.org/wiki/Cave_automatic_virtual_environment)
23. Comeau, C. P., & Bryan, J. S. (1961, November 10). Headsight television system provides remote surveillance. *Electronics*, 34, 86–90.
24. Bionic eye will send images direct to the brain to restore sight. *New Scientist*. <https://www.newscientist.com/article/mg22830521-700-bionic-eye-will-send-images-direct-to-thebrain-to-restore-sight/>
25. Zrenner, E., et al. (2010). Subretinal electronic chips allow blind patients to read letters and combine them to words. *Proceedings of the Royal Society B*. doi:10.1098/rspb.2010.1747.
26. Brody, T. P. (1997). Birth of the active matrix. *Information Display*, 13(10), 28–32.

27. Armitage, D., et al. (2006). Introduction to microdisplays. Chichester: Wiley. ISBN:978-0-470-85-281-1.
28. IBM. (1998). Special session for high-resolution displays. IBM Journal of Research and Development, 42(3/4).
29. Clark, N. A., & Sven, T. L. (1980). Submicrosecond bistable electro-optic switching in liquid crystals. Applied Physics Letters 36 (11), 899. Bibcode:1980ApPhL.36.899C. doi:[10.1063/1.91359](https://doi.org/10.1063/1.91359)
30. Display device, 1986-09-03 (Japanese publication number JP61198892)
31. Tidwell, M., Johnston, R. S., Melville, D., & Furness, T. A. III. (1998). The virtual retinal display – A retinal scanning imaging system. Human Interface Technology Laboratory, University of Washington.
32. Compact head-up display, US 4711512 A, Dec 8, 1987.
33. Tedesco, J. M., Owen, H., Pallister, D. M., & Morris, M. D. (1993). Principles and spectroscopic applications of volume holographic optics. Analytical Chemistry, 65(9), 441A.
34. Mukawa, H., Akutsu, K., Matsumura, L., Nakano, S., Yoshida, T., Kuwahara, M., Aiki, K., & Ogawa, M. (2008). A full color eyewear display using holographic planar waveguide s. SID 08 Digest, 39, 89–92.
35. Amitai, Y., Reinhom, S., & Friesem, A. A. (1995). Visor-display design based on planar holographic optics. Applied Optics, 34, 1352–1356.
36. Spitzer, C., Ferrell, U., & Ferrell, T. (Eds.). (2014, September 3). Digital avionics handbook (3rd ed.). Oxford/New York/Philadelphia: CRC Press.
37. Popovich, M., & Sagan, S. (2000, May). Application specific integrated lenses for displays. Society for Information Display, 31, 1060.
38. Cameron, A. A. (2012, May 1). Optical waveguide technology and its application in headmounted displays. Proceedings SPIE 8383, Head- and Helmet-Mounted Displays XVII; and Display Technologies and Applications for Defense, Security, and Avionics VI, 83830E. doi:[10.1117/12.923660](https://doi.org/10.1117/12.923660)
39. Bleha, W. P., & Lijuan, A. L.. (2014, June 1–6). Binocular holographic waveguide visor display (SID Symposium Digest of Technical Papers, Volume 45). San Diego.
40. Templier, F. (Ed.), (2014, September) OLED Microdisplays: Technology and Applications, Section 7.2.2.3.3.4 Polarized waveguide , ISBN:978-1-84821-575-7, p. 256, Wiley-ISTE.
41. Kohno, T., Kollin, J., Molnar, D., & Roesner, F.. Display leakage and transparent wearable displays: Investigation of risk, root causes, and defenses. Microsoft Research, Tech Report, MSR-TR-2015-18.
42. Bernanose, A., Comte, M., & Vouaux, P. (1953). A new method of light emission by certain organic compounds. Journal de Chimie Physique, 50, 64.
43. Mann, S. (2001, January 28), Contact lens for the display of information such as text, graphics, or pictures, Canadian Patent 2280022, filed July 28, 1999. <https://www.google.com/patents/CA2280022A1?cl=en>
44. Leonardi, M., et al. (2004, September). First steps toward noninvasive IOP – Monitoring with a sensing contact lens. Investigative Ophthalmology & Visual Science, 45, 3113–3117.
45. <http://www.sammobile.com/2016/04/05/samsung-is-working-on-smart-contact-lenses-patentfiling-reveals/>
46. [http://appft.uspto.gov/netacgi/nph-Parser?Sect1=PTO2&Sect2=HITOFF&u=/netahtml/PTO/search-adv.html&r=20&p=1&f=G&l=50&d=PG01&S1=\(20160407.PD.+AND+\(Sony.AS.+OR+So](http://appft.uspto.gov/netacgi/nph-Parser?Sect1=PTO2&Sect2=HITOFF&u=/netahtml/PTO/search-adv.html&r=20&p=1&f=G&l=50&d=PG01&S1=(20160407.PD.+AND+(Sony.AS.+OR+So)

- [ny.AANM.\)\)&OS=PD/4/7/2016+and+\(AN/Sony+or+AANM/Sony\)&RS=\(PD/20160407+AND+\(AN/Sony+OR+AANM/Sony\)\)](#)
47. Lingley, A. R., Ali, M., Liao, Y., Mirjalili, R., Klonner, M., Sopenan, M., Suihkonen, S., Shen, T., Otis, B. P., & Lipsanen, H. (2011, November 22). A single-pixel wireless contact lens display. *Journal of Micromechanics and Microengineering*, 21(12), 125014.
  48. Kong, Y. L., Tamargo, I. A., Kim, H., Johnson, B. N., Gupta, M. K., Koh, T.-W., Chin, H.-A., Steingart, D. A., Rand, B. P., & McAlpine, M. C. (2014, October 31). 3D Printed quantum dot light-emitting diode. Department of Mechanical and Aerospace Engineering, Princeton University, Princeton, New Jersey, *Nano Letters*, American Chemical Society.
  49. Mann, S. (2013, March). My augmented life. *IEEE Spectrum*.  
<http://spectrum.ieee.org/geeklife/profiles/steve-mann-my-augmediated-life>
  50. [https://en.wikipedia.org/wiki/Radio-frequency\\_identification](https://en.wikipedia.org/wiki/Radio-frequency_identification)
  51. *Hacking Exposed Linux: Linux Security Secrets & Solutions* (3rd ed.). McGraw-Hill Osborne Media. 2008. p. 298. ISBN:978-0-07-226257-5.
  52. Landt, J. (2001). *Shrouds of time: The history of RFID* (PDF). AIM, Inc. Retrieved May 31, 2006.
  53. Lightweight, wearable tech efficiently converts body heat to electricity.  
<https://news.ncsu.edu/2016/09/wearable-teg-heat-harvesting-2016/#comment-7695881>
  54. Sprinkling of neural dust opens door to electroceuticals.  
<http://news.berkeley.edu/2016/08/03/sprinkling-of-neural-dust-opens-door-to-electroceuticals/>
  55. Samsung's AR vision includes smart contact lenses.  
<http://www.technewsworld.com/story/83354.html>
  56. The bionic lens: A new dimension in sight enhancement. <http://ocumetics.com/>
  57. Thermal vision: Graphene spans infrared spectrum.  
<http://www.engin.umich.edu/college/about/news/stories/2014/march/infrared-detector>
  58. Yu, W. J., et al. (2016). Unusually efficient photocurrent extraction in monolayer van der Waals heterostructure by tunneling through discretized barriers. *Nature Communications*. doi:[10.1038/ncomms13278](https://doi.org/10.1038/ncomms13278).
  59. <http://phys.org/news/2015-05-artificial-muscles-graphene-boost.html>
  60. Kim, G., & Oh, Y. H. (August 2015). A radon-thoron isotope pair as a reliable earthquake precursor. *Scientific Reports*, 5, 13084.
  61. [https://en.wikipedia.org/wiki/Fiducial\\_marker](https://en.wikipedia.org/wiki/Fiducial_marker)
  62. Mann, S., & Fung, J. (2002, April). EyeTap devices for augmented, deliberately diminished, or otherwise altered visual perception of rigid planar patches of real-world scenes. *Presence*, 11(2), 158–175. Massachusetts Institute of Technology.
  63. Mann, S. (1997, April). Further developments on “HeadCam”: Joint estimation of camera rotation + gain group of transformations for wearable bi-foveated cameras. *IEEE Conference on Acoustics, Speech, and Signal Processing*, 4, 2909–2912.
  64. Tang, F., Aimone, C., Fung, J., Marjan, A. and Mann, S. (2002, September 30–October 1). Seeing eye to eye: A shared mediated reality using EyeTap devices and the VideoOrbits Gyroscopic Head Tracker. In *Proceedings of the IEEE International Symposium on Mixed and Augmented Reality (ISMAR2002)*, (pp. 267–268). Darmstadt, Germany.
  65. Siltanen, S. *Theory and applications of marker-based augmented reality*, Copyright © VTT 2012, Julkaisija – Utgivare – Publisher (ISBN:978-951-38-7449-0).
  66. Furht, B. (Ed.). (2011). *Handbook of augmented reality*. New York: Springer.

67. Mann, S. (1998, June 15–19). (Reality User Interface (RUI), in the paper of the Closing Keynote Address, entitled), Reconfigured Self as Basis for Humanistic Intelligence, USENIX-98, New Orleans, Published in: ATEC '98 Proceedings of the annual conference on USENIX Annual Technical Conference USENIX Association Berkeley, USA ©1998.
68. Mann, S. (2001). Intelligent image processing. San Francisco: Wiley.
69. Asimov, I. (1947, March). Little Lost Robot, short story, Astounding Science Fiction, 39(1), Street & Smith.
70. Davis, K. H., Biddulph, R., & Balashek, S. (1952). Automatic recognition of spoken digits. Journal of the Acoustical Society of America., 24, 637–642.
71. [http://www-03.ibm.com/ibm/history/exhibits/specialprod1/specialprod1\\_7.html](http://www-03.ibm.com/ibm/history/exhibits/specialprod1/specialprod1_7.html)
72. [https://en.wikipedia.org/wiki/Star\\_Trek](https://en.wikipedia.org/wiki/Star_Trek)
73. [https://en.wikipedia.org/wiki/HAL\\_9000](https://en.wikipedia.org/wiki/HAL_9000)
74. Chen, F., & Jokinen, K. (Eds.). (2010). Speech technology: Theory and applications. New York/ Dordrecht/Heidelberg/London: Springer.
75. Sturman, D. J., & Zeltzer, D. (1994). A survey of glove-based input. IEEE Computer Graphics & Applications, p. 30,  
[http://www.pcworld.com/article/243060/speech\\_recognition\\_through\\_the\\_decades\\_how\\_we\\_ended\\_up\\_with\\_siri.html](http://www.pcworld.com/article/243060/speech_recognition_through_the_decades_how_we_ended_up_with_siri.html)
76. Waibel, A., & Lee, K.-F. (Eds.). (1990). Readings in speech recognition. San Mateo: Morgan Kaufmann.
77. Mirzaei, M. R., Ghorshi, S., & Mortazavi, M. (2014, March). Audio-visual speech recognition techniques in Augmented Reality environments. The Visual Computer, 30(3), 245–257. doi:[10.1007/s00371-013-0841-1](https://doi.org/10.1007/s00371-013-0841-1)
78. Dick, P. K. (2002). Minority report. London: Gollancz. (ISBN:1-85798-738-1 or ISBN:0-575-07478-7).
79. Technologies in Minority Report.  
[https://en.wikipedia.org/wiki/Technologies\\_in\\_Minority\\_Report](https://en.wikipedia.org/wiki/Technologies_in_Minority_Report)
80. Premaratne, P.. (2014). Human computer interaction using hand gestures. Singapore/Heidelberg/New York: Springer.
81. Dipietro, L., Sabatini, A. M., & Dario, P. (2008, July). A survey of glove-based systems and their applications. IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics—part c: Applications and Reviews, 38(4), 461–482.
82. The London Mercury Vol.XVII No.99 1928.
83. Lyon Branden Transcript of Gesture Recognition. (2013, April 23). 500.  
<https://prezi.com/piqvjf2g-ee/gesture-recognition/>
84. Pavlovic, V. I., Sharma, R., & Huang, T. S. (1997, July). Visual interpretation of hand gestures for human-computer interaction: A review. IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, 19(7), 677.
85. Maes, P., Darrell, T., Blumberg, B., & Pentland, A.. 1995, April 19–21. The ALIVE system: full-body interaction with autonomous agents. Proceeding CA '95 Proceedings of the Computer Animation, p. 11.
86. Periverzov, F., & Ilies, H. T.. 3D Imaging for hand gesture recognition: Exploring the software-hardware interaction of current technologies, Department of Mechanical Engineering, University of Connecticut,  
<http://cdl.engr.uconn.edu/publications/pdfs/3dr.pdf>
87. Varga, E., Horv'ath, I., Rus'ak, Z., & Broek, J.. (2004). Hand motion processing in applications: A concise survey and analysis of technologies. Proceedings of the 8th International Design Conference DESIGN 2004 (pp. 811–816).

88. Erol, A., Bebis, G., Nicolescu, M., Boyle, R., & Twombly, X. (2007). Vision-based hand pose estimation: A review. *Computer Vision and Image Understanding*, 108(1–2), 52–73.
89. Rayner, K. (1998). Eye movements in reading and information processing: 20 years of research. *Psychological Bulletin*, 134(3), 372–422. doi:[10.1037/0033-2909.124.3.372](https://doi.org/10.1037/0033-2909.124.3.372). Retrieved June 17, 2011.
90. [https://en.wikipedia.org/wiki/Eye\\_tracking](https://en.wikipedia.org/wiki/Eye_tracking)
91. <http://eyeseer-research.com/news/eye-tracking-through-history/>
92. Sigut, J., & Sidha, S. A.. (2011, February). Iris center corneal reflection method for gaze tracking using visible light. *IEEE Transactions on Biomedical Engineering*, 58(2), 411–419. doi:[10.1109/TBME.2010.2087330](https://doi.org/10.1109/TBME.2010.2087330). Epub 2010 Oct 14.
93. David, P. (2012, December 1). 6 Electronic devices you can control with your thoughts. *Scientific American*

## BAB 9 SUPPLIER

### 9.1 Pendahuluan

Pasar Augmented Reality telah menarik minat sejak awal 1970-an dan minat itu tidak pernah berhenti. Kadang-kadang diperlambat oleh keterbatasan teknologi, dan/atau anggaran militer, pada tahun 2000-an dengan munculnya ponsel pintar dan sensor luar biasa yang tersedia dengan harga murah, ditambah tampilan baru berbiaya rendah, pasar terus berkembang dengan perusahaan baru. Jelas, itu tidak bisa berlangsung selamanya.

### 9.2 Supplier dan Perangkat Augmented Reality

Pada saat penulisan buku ini saya mengidentifikasi 80 perusahaan yang menawarkan, atau menjanjikan untuk menawarkan perangkat Augmented Reality khusus (yang tidak termasuk perangkat tujuan umum seperti ponsel pintar dan tablet, lensa kontak, dan alat khusus dan lainnya seperti kacamata untuk menonton video). Salah satu alasannya adalah karena pasar Augmented Reality masih dalam pengembangan dan setiap kali pasar baru berkembang, ada banyak perusahaan yang ingin memasukinya dan masuk ke lantai dasar. Biasanya, ketika pasar matang dan menjadi mapan, komoditisasi masuk dan jumlah supplier akan turun menjadi selusin atau kurang. Hal yang sama pada akhirnya akan terjadi pada pasar augmented reality, tetapi akan memakan waktu, mungkin sepuluh tahun atau lebih. Alasan pasar akan mendukung (beberapa mungkin mengatakan mentolerir) begitu banyak supplier adalah karena tidak ada standar (atau sangat sedikit dari mereka), dan ada begitu banyak aplikasi vertikal (khusus).

Dan tentu saja, akan ada opsi ukuran yang akan menciptakan peluang pasar khusus bagi sebagian orang. Anda dapat menganggap pasar otomotif, TV, atau telepon seluler sebagai contoh di mana komoditisasi telah didirikan, namun ada cukup banyak pelanggan yang menginginkan sesuatu yang istimewa, atau biaya yang sangat rendah sehingga satu atau dua supplier dapat fokus pada segmen itu dan menghasilkan keuntungan yang cukup untuk bertahan dalam bisnis.

Saya telah membagi perangkat Augmented Reality khusus menjadi lima kategori:

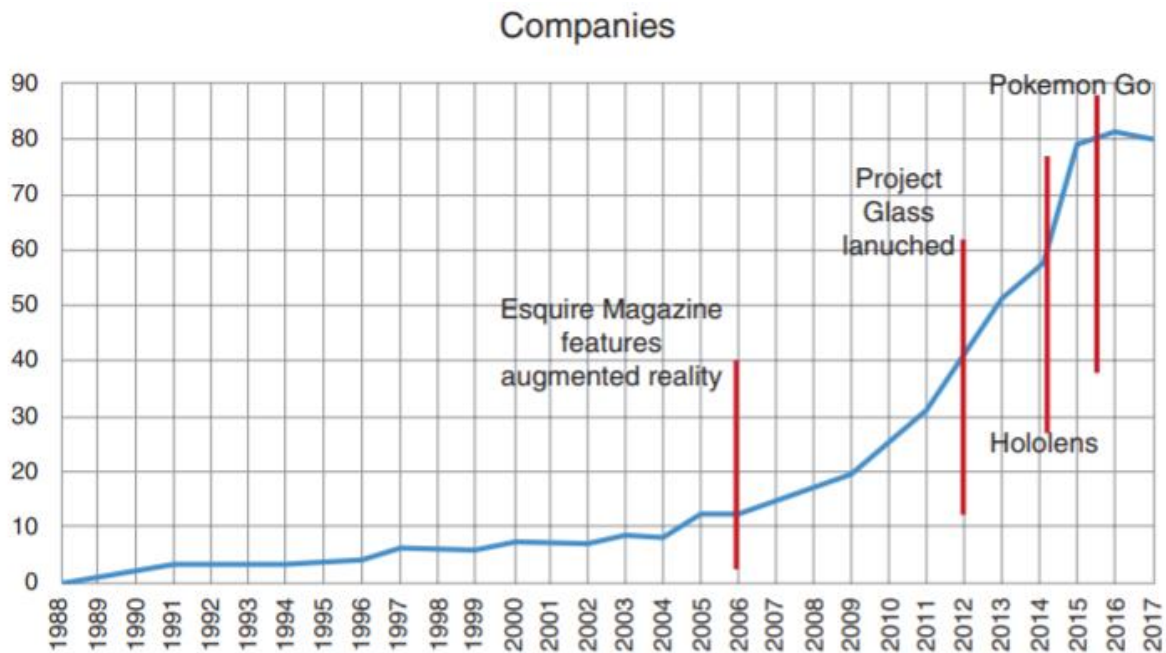
- Lensa kontak—7 supplier atau pengembang
- Helm—7+ supplier
- HUD—10+ supplier
- Kacamata cerdas
  - Terintegrasi
    - Komersial—26 supplier
    - Konsumen—17 supplier
    - Add-on—14 supplier
- Proyektor (selain HUD) 3
- Khusus dan lainnya—6+ pengembang atau supplier

Perusahaan dan pengembang tercantum dalam lampiran.

## 9.11 Supplier

Pasar Augmented Reality mencapai puncak supplier pada tahun 2016, naik dari 15 pada tahun 2010 menjadi 80. Pasar mulai stabil dan berkonsolidasi ketika standar dikembangkan dan perusahaan yang lebih kecil dan oportunistis dengan sedikit atau tanpa komitmen nyata terhadap industri berhenti beroperasi atau diakuisisi.

Artikel di Majalah Esquire pada bulan Desember 2009 mendapat perhatian orang dan perusahaan baru mulai terbentuk setelahnya. Sejak Google mengumumkan Project Glass pada awal 2012, jumlah supplier meningkat lebih dari dua kali lipat. (lihat gambar di bawah).



Gambar 9.1 Perusahaan di pasar Augmented Reality sejak 1988

Ini merupakan tipikal dalam pengembangan pasar atau teknologi baru. Pada tahun 1893 ada 102 produsen mobil dan hari ini (tergantung pada apa yang Anda sertakan<sup>7</sup>) ada 30. Pada tahun 1970, hampir 100 perusahaan telah dibentuk untuk memproduksi komputer mini; hari ini tidak ada. Dari tahun 1977 hingga 1991 ada lebih dari 75 produsen PC, dan pada tahun 1992 ada 72 supplier chip grafis 3D, hari ini enam. Apakah Anda melihat sebuah pola di sini?

Salah satu contohnya adalah Metaio. Itu adalah perusahaan swasta yang didirikan di Munich pada tahun 2003 sebagai cabang dari proyek di Volkswagen. Metaio mengembangkan teknologi perangkat lunak dan menyediakan solusi augmented reality. Pada konferensi augmented reality, perangkat lunaknya dapat dilihat digunakan di mana-mana: itu adalah pengembang de facto untuk lingkungan Augmented Reality pada tahun 2015. Pada Mei 2015, Apple mengakuisisi perusahaan dan langganannya cloud aktif berakhir pada 15 Desember dan pelayanan berakhir pada 30 Juni 2016.

Dalam buku ini saja ada 15 penyebutan perusahaan yang diakuisisi oleh orang lain sejak 2006, dan saya tidak berusaha untuk menemukan semuanya dan tahu pasti saya tidak melakukannya. Intinya adalah industri augmented reality, meskipun dapat melacak akarnya kembali ke awal 1960-an, masih merupakan bidang yang sangat muda, dinamis, dan

<sup>7</sup> Mobil Penumpang adalah kendaraan bermotor dengan sedikitnya empat roda, digunakan untuk mengangkut penumpang, dan terdiri dari tidak lebih dari delapan tempat duduk selain tempat duduk pengemudi.  
*Augmented Reality (AR), Dr. Joseph. T.S, M.Kom*

berkembang, dengan peluang besar untuk pengembangan teknologi, dan uang yang akan dihasilkan.

### **9.2.2 Helm**

- BAE systems Striker
- BMW
- Cinoptics
- C-Thru
- Daqri
- Elbit Systems
- Intelligent Cranium

### **9.2.3 Smart Glasses/Kacamata Cerdas—Komersial/Industrial Terintegrasi**

- APX Labs
- Atheer
- Brother Industries
- Cannon
- Caputer Seer
- Coretronic
- Epson
- Eveno Eyes On (Epson)
- Fujitsu
- Google Glass
- IMMY
- Laster Technologies
- Meta
- Microsoft Hololens
- Mirage Innovations
- Optinvent
- Osterhout Design Group
- Oxsight
- Penny
- PhaseSpace
- Shenzhen Topsyky Digital
- Sony
- Sulon Cortex
- Trivisio
- Vrvana
- Vuzix

### **9.2.4 Smart Glasses/Kacamata Cerdas—Konsumen Terintegrasi**

- Brilliant Service
- Dlodlo
- GlassUp
- Intel Composyt Light Labs
- Intel Recon



- Kopin Solos
- Laforge
- LusoVU eyespeak
- Luxottica Oakley
- Magic Leap
- Mirama Brilliant Service
- MRK Imagine Mobile Augmented
- Murata
- QD Laser
- RideOn
- Solos
- Zeiss

### **9.2.5 Smart Glasses/Kacamata Cerdas—Add-on**

- Beijing Palo Alto Tech
- Chipsip
- Coretronic
- Eurogiciel
- Garmin Varia Vision
- Gold Tek Foxconn
- Lenovo
- Lumus
- Mad Gaze
- Occipital
- Orca m
- Seebright
- Senth IN1
- Telepathy
- Vufine

### **9.2.6 HUD**

- Carrobot
- Garmin
- Hudway
- Iris
- Kshioe
- Mygoflight
- Navdy
- Pioneer
- Springteq
- WayRay

### **9.2.7 Proyeksi**

- CastAR
- Hololamp
- Realview

### 9.2.8 Lensa Kontak

- EPGL
- Ghent University
- Google
- Gunnar
- Innovega
- Ocumetics
- Samsung
- Sony

## BAB 10

### KESIMPULAN DAN KEMUNGKINAN MASA DEPAN

#### 10.1 Pendahuluan

Augmented Reality akan menyentuh semua bagian kehidupan kita, masyarakat kita, dan aturan selanjutnya yang kita jalani. Saat kita beradaptasi dengan kemampuan dan kekuatan baru yang diberikan Augmented Reality kepada kita, kita harus memikirkan hal-hal secara berbeda dan melepaskan beberapa ide dan fantasi yang berharga. Ini akan mengubah adat dan aturan sosial, dan menantang mereka yang memegang kekuasaan secara sewenang-wenang.

Seperti yang disarankan oleh Raimo van der Klein, Augmented Reality adalah pengalaman atau sarana media ketujuh kita.

Memiliki tampilan Augmented Reality yang tidak mencolok dan personal, seperti halnya memiliki jam tangan atau ponsel pintar, yang menyajikan data di bidang pandang pemakainya akan menjadi langkah maju terbesar dalam cara kita bermain, bekerja, belajar, dan berkomunikasi. Perangkat Augmented Reality akan meningkatkan dan memperluas memori kita serta menjadi panduan, guru, dan mungkin catatan cadangan kita, atau bantuan selama keadaan darurat.

#### 10.2 Privasi—Apakah Ada Hal Seperti Itu Saat Ini?

Ketika konsumen merangkul augmented reality, dan saya tidak bisa terlalu menekankan itu, bahwa itu tidak akan terjadi hingga perangkat tidak mencolok dan tidak menarik perhatian pada alat itu sendiri atau pada pemakainya, masyarakat harus berhadapan dengan pemahaman baru tentang konsep privasi. Memprotes difoto saat berada di lingkungan publik tidak dapat dibenarkan. Kami telah difoto di bandara, department store, kasino, taksi, dan tempat umum lainnya selama lebih dari satu dekade. Tidak ada privasi di tempat umum. Oleh karena itu, penggunaan kacamata Augmented Reality yang merekam semua yang Anda lihat (dan semua orang yang Anda lihat) tidak dapat dianggap melanggar privasi seseorang. Namun, konsepnya berubah ketika pemakainya memasuki apa yang mungkin dianggap sebagai domain pribadi seperti klub pribadi, rumah, atau mungkin mobil seseorang. Namun jika Anda berada di salah satu tempat itu, Anda tidak memiliki jaminan bahwa Anda tidak direkam. Ini adalah argumen filosofis klasik Mann tentang pengawasan dan di bawah pengawasan [1].

Mann berpendapat, dan menurut saya benar, bahwa orang atau agensi lain tidak dapat secara sah mencegah Anda merekam mereka, jika mereka pada gilirannya merekam Anda.



Masalah meluas ke penggunaan pengenalan wajah dan pengumpulan informasi terkait tentang orang yang wajahnya telah diidentifikasi. Orang-orang yang peduli tentang hal-hal seperti itu harus ingat bahwa semua informasi yang diperoleh sedemikian rupa berasal dari profil yang dibuat oleh orang yang mengungkapkan keprihatinan tersebut. Seperti yang dikatakan Avram Piltch, “Andalah yang melanggar privasi Anda sendiri” [2]. Jika seseorang memiliki catatan kriminal, itu juga merupakan informasi publik dan tersedia, seperti SIM Anda dan lisensi publik lainnya yang mungkin Anda miliki. Di banyak bagian AS, catatan pajak seseorang dapat ditemukan beserta catatan sekolah menengah dan perguruan tinggi.

### 10.3 Masalah Sosial

Privasi adalah satu masalah, masalah yang lain adalah isolasi diri dan kurangnya interaksi. Kita semua pernah melihat orang-orang berjalan, menunduk, melihat ponsel pintar, dan mungkin itu termasuk kita sekali atau dua kali. Kami telah melihat tatapan kosong orang-orang di transportasi umum dengan earphone, atau kalah dalam permainan di ponsel mereka. Orang tua dan pendidik, serta sosiolog dan antropolog khawatir bahwa kita mungkin sedang membangun (atau sudah membangun) generasi anak-anak yang terpisah yang tidak tahu bagaimana berinteraksi, yang tidak disosialisasikan dan karena itu tidak tahu bagaimana harus bertindak, dan terburuk, mungkin menjadi sosiopat.

Brendan Scully, dari Metaio, salah satu pelopor dalam Augmented Reality yang diakuisisi oleh Apple pada tahun 2015, mengatakan: "Mimpi Augmented Reality adalah untuk mencegah mimpi virtual reality," Dia juga mengatakan: "Kami akan berjalan di luar, melihat keberadaan teman kita dan berinteraksi dengan objek virtual. Kami akan menggunakan internet, yang kami lakukan sekarang selama berjam-jam di kamar kami, tetapi [sekarang kami akan menggunakannya] saat kami berjalan-jalan dan mengambil bagian sebagai warga negara." Mari berharap visinya benar.

Sampai saat itu, Dewan Auckland Selandia Baru menjalankan uji coba permainan luar ruang untuk anak-anak menggunakan Augmented Reality (lihat bagian “Permainan Geo AR”).

Terlepas dari efek samping augmented reality, dan ingat, semua perkembangan teknologi baru membawa efek samping yang tidak terduga, dan terkadang tidak diinginkan, Augmented Reality akan memiliki dampak positif yang signifikan dan menyeluruh pada kehidupan kita, kita benar-benar akan bertanya-tanya bagaimana kita terbiasa dengan itu.



## 10.4 Teknologi Skala Nano

Dan kita akan berutang banyak untuk mikrominiaturisasi, penyusutan bagian sambil memperluas teknologi. Karena dunia semikonduktor telah menyusut menjadi nano dan mikroskopis, hidup kita menjadi lebih baik. Sementara mesin uap dan bensin memberi kita standar hidup yang lebih baik dengan cara memperbesar ukuran, revolusi industri ketiga menguntungkan kita dengan menjadi lebih kecil. Saking kecilnya kita tidak bisa melihatnya tapi bisa merasakan manfaatnya, segera mengalir melalui organ dan pembuluh darah, mata, dan otak kita.

Seperti yang ingin saya tunjukkan, teknologi bekerja ketika tidak terlihat. Dua milik Anda yang paling membanggakan, mobil dan ponsel pintar Anda berfungsi dengan sempurna dan sangat sedikit orang, bahkan sebagian besar Technorati<sup>8</sup> tidak sepenuhnya memahami cara kerja internal alat-alat penting ini, simbol status, dan perangkat hiburannya. Dan itulah kabar baiknya. Kami tidak benar-benar memahami cara kerja tubuh kita, dan seperti mesin menakjubkan kita, kita hanya menyadarinya saat mereka tidak bekerja.

Dan itu hanya akan menjadi lebih baik. Lebih baik pada tingkat seperti itu beberapa dari kita tidak akan dapat menyerapnya dan melakukan reaksi balik seperti Luddite dan mencoba untuk menggagalkan pawai teknologi yang tak terhindarkan dengan takhayul dan kekerasan. Tetapi bagi mereka yang menerimanya, hidup akan menjadi sangat kaya, menyenangkan, mencerahkan, dan menghibur, kita akan mempertimbangkan operasi plastik untuk menghilangkan senyum abadi dari wajah kita.

Ini bukan hanya semikonduktor, meskipun teknik manufaktur semikonduktor telah menjadi katalis untuk sebagian besar miniaturisasi. Transistor skala nano, lebih kecil dari virus, mendekati ukuran atom, dan dikemas bersama oleh miliaran, mendekati populasi bumi, dan muat dalam paket ukuran 14.000 rupiah. Semua transistor tersebut dapat dihubungkan untuk membuat komputer paling kuat yang mampu kita bayangkan, dan berjalan dengan baterai tipis di saku kita, sepanjang hari.

Tetapi transistor tidak sendirian, dan tidak dapat melakukan sihirnya jika memang demikian. Mereka, dan kita, bergantung pada perangkat elektro-mekanis kecil, lebih kecil dari sebutir beras yang merasakan gerakan kita, kutub magnet bumi, suhu lokal dan tekanan atmosfer, foton membenamkan kita dengan elemen transfer energi yang mengubahnya menjadi elektron, dan kapasitor micromachined skala nano yang dapat mendeteksi gelombang suara di sekitar kita. Hanya neutrino, dan gelombang gravitasi yang diabaikan—hari ini. Setelah prosesor kecil yang luar biasa memanipulasi data dari sensor nano, data dikirim ke berbagai tempat. Melalui radio yang sama kecilnya ke seluruh dunia, ke perangkat lokal yang menempel di telinga kita, ke perangkat penyimpanan internal, dan yang paling penting ke layar.

Beberapa tampilan ada di perangkat, yang lain ada di perangkat di dekat kita, dan yang lain lagi ada di benda yang dipasang di kepala kita; kacamata, helm, dan suatu hari, lensa kontak. Betapa menakjubkannya membayangkan sebuah panel seukuran buku catatan kecil yang berisi 8,3 juta kristal pemancar cahaya, bahkan lebih mencengangkan untuk memikirkan 2 juta kristal seperti itu yang menempati ruang yang lebih kecil dari diameter pensil, tertanam di kacamata kita.

---

<sup>8</sup> Technorati adalah portmanteau dari kata teknologi dan literati, yang mengacu pada gagasan kecerdasan teknologi atau intelektualisme.

*Augmented Reality (AR), Dr. Joseph. T.S, M.Kom*

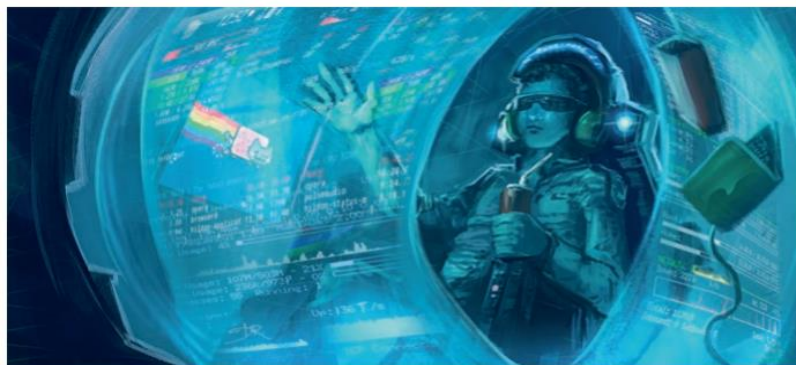
Radio kecil dapat menerima serta mengirimkan, dan memberi kita data referensi geo-spasial dari lusinan satelit yang mengorbit, menara radio terdekat, dan node lokal di toko atau di orang lain. Semua itu untuk membantu kita mengetahui di mana kita berada, tepatnya, hampir di semua tempat di bumi. Bukan hanya di mana kita berada, tetapi di mana kita melihat, kemiringan kepala kita, dan kecepatan, atau jika ada, bagaimana gerakan kita.

Dengan informasi pemosisian yang presisi itu, kita dapat menerima, dan mengirim informasi penting tentang lingkungan terdekat kita. Kita dapat menerima informasi tentang geografi, sejarah, konstruksi di atas dan di bawah tanah, dan kedekatan lainnya. Demikian juga, kita dapat memberikan tingkat informasi yang sama tentang apa yang kita lihat dan alami, menjadikan kita sebagai pengarsip kehidupan, dan membuang satu dan untuk semua kesalahan representasi fakta. Dan jika kebenaran dan informasi bukanlah hadiah terbesar yang dapat diberikan oleh teknologi kecil kita, saya tidak dapat membayangkan apa lagi selain sensasi fisik semu dari perangkat haptic. Teknologi kecil mungil kita telah menambah kehidupan di tubuh kita, fase selanjutnya adalah menambahnya di dalam tubuh kita. Sudah dicoba untuk orang buta total dan sebagian, untuk pengiriman insulin, dan pemeliharaan kejang.

Dan perangkat kecil mungil tidak hanya memperkaya informasi pada kita, mereka juga mempengaruhi hal-hal di sekitar kita, seperti lampu, TV, mobil, dan bahkan lemari es. Seperti semut dan tungau yang membersihkan diri kita, hal-hal kecil kita ini mampu membuat hidup kita lebih kaya daripada yang bisa dibayangkan setengah dekade lalu. Kecil itu indah.

### 10.5 Apa yang Mungkin Terjadi di Masa Depan

Asumsi umum yang dipegang oleh banyak orang, tetapi bukan saya, adalah Augmented Reality dan virtual reality akan bergabung, mungkin melalui tampilan bidang cahaya dan menjadi apa yang disebut mixed reality. Konsep modalitas yang mendorong ramalan semacam itu adalah orang akan menghabiskan sebagian besar hari mereka dalam Augmented Reality dan kadang-kadang beralih ke virtual reality untuk hiburan atau tugas terkait pekerjaan tertentu dalam desain, pelatihan, kedokteran, perjalanan, dan real estat, dan mungkin berbelanja. Itu sangat masuk akal, tetapi tidak memerlukan perangkat penutup wajah yang pas dan menyeluruh. Saya telah melihat prototipe headset Augmented Reality (misalnya, Phase Space's Smoke HMD [3]) dengan pelindung tarik yang mengaburkan sebagian besar penglihatan pemakainya tentang lingkungan terdekatnya, dan itu lebih dari cukup. Mampu tetap mempertahankan rasa koneksi ke dunia nyata sambil menonton video virtual reality atau bermain game tentu sangat menarik bagi banyak orang. Ada perangkat menonton khusus seperti Adant's Glyph, yang dirancang khusus seperti itu, dan memberikan pengalaman yang sangat nyaman dan nonklaustrofobia, yang dapat Anda nikmati untuk waktu yang lama, yang mana hal ini bukan sesuatu yang dapat dikatakan mengenai virtual reality secara umum.



Augmented Reality (AR), Dr. Joseph. T.S, M.Kom

Gambar 10.1 Seseorang membaca dari layar tampilan sampul futuristik. (Wikipedia) Ini BUKAN bagaimana masa depan akan terlihat, Augmented Reality akan menjadikan layar besar tampak usang.

Tetapi kita hidup di dunia teknologi Darwin di mana hampir setiap kemungkinan akan dicoba dan diuji. Dan seperti beberapa makhluk yang bertahan hidup tanpa alasan yang dapat dimengerti untuk kelangsungan hidup mereka, produk yang tidak jelas dan esoteris juga akan bertahan. Sepertinya dalam teknologi tidak ada yang benar-benar hilang.

Visi masa depan tidak akan seperti layar raksasa dengan orang melambaikan tangan di depan seperti yang dilakukan Tom Cruise dalam film *Minority Report*, berdasarkan kisah Philip K. Dick (lihat gambar 10.1).

Kita akan memiliki semua informasi yang kita butuhkan tepat di depan, atau terkait dengan beberapa hal fisik. Kacamata Augmented Reality kita akan membuat layar besar menjadi usang bagi sebagian besar kita.

Memprediksi masa depan itu mudah, mendapatkan tanggal yang tepat itu sulit. Jadi, saya tidak akan memilih tanggal kapan sesuatu akan terjadi. Tapi Anda sama baiknya dalam memprediksi masa depan seperti orang lain. Biarkan imajinasi Anda mengembara dan memperluas kemungkinan apa yang bisa terjadi. Apa yang Anda bayangkan akan menjadi kenyataan. Penulis fiksi ilmiah melakukan itu untuk mencari nafkah (dan hiburan), Anda hanya tidak dibayar untuk visi Anda — selain bisa mengatakan, "Sudah kubilang."

Saya dibayar untuk visi saya, dan "Sudah kubilang," adalah kita akan menggunakan Augmented Reality lebih cepat, dan lebih sering daripada yang Anda dan saya bayangkan. Itu akan membuat kita lebih pintar, atau lebih baik, pemerintah menjadi lebih adil, dan para pembantu akan lebih mampu dan lebih cepat.

Augmented Reality adalah tempat kita semua akan hidup.

## 10.6 Referensi

1. Wearable Computing and the Veillance Contract: Steve Mann at TEDxToronto. <https://www.youtube.com/watch?v=z82Zavh-Nhl>
2. Piltch, Avram. (2014, July 2) Augmented Reality makes us more human, not less. <http://www.tomsguide.com/us/augmented-reality-future,news-19099.html>
3. <http://smokevr.net/>