

# DASAR-DASAR

# DIGITAL IMAGING

UNTUK MATA KULIAH TEKNOLOGI GAMBAR DIGITAL



YAYASAN PRIMA AGUS TEKNIK

Yuli Fitrianto, ST, M.Kom

# DASAR-DASAR

# DIGITAL IMAGING

UNTUK MATA KULIAH TEKNOLOGI GAMBAR DIGITAL



YAYASAN PRIMA AGUS TEKNIK

Yuli Fitrianto, ST, M.Kom

# DASAR-DASAR DIGITAL IMAGING

Yuli Fitrianto, ST, M.Kom



YAYASAN PRIMA AGUS TEKNIK

## **Dasar-Dasar Digital Imaging**

### **Penulis:**

Yuli Fitrianto, ST., M.Kom

**ISBN:** 978-623-6141-30-4 (PDF)

### **Editor:**

Indra Ava Dianta, S.Kom., M.T

### **Penyunting:**

Jarot Dian Susatyono, M.Kom

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

Ahmad Zainudin, M.Kom

### **Penerbit:**

Yayasan Prima Agus Teknik

Redaksi:

Jln Majapahit No 605 Semarang

Tlpn. (024) 6723456

Fax . 024-6710144

Email: penerbit\_ypat@stekom.ac.id

### **Distributor Tunggal:**

UNIVERSITAS STEKOM

Jalan Majapahit No. 605 Semarang

Tlpn. (024) 6723456

Fax. 024-6710144

Email: 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.

## HALAMAN PENGESAHAN

Judul Buku Ajar : Dasar-Dasar Digital Imaging  
Mata Kuliah : Teknologi Gambar Digital  
Nama Penulis : Yuli Fitrianto, ST., M.Kom  
NIDN : 0628078201  
Progdi : Desain Grafis  
Fakultas : Fakultas Komputer dan Bisnis (FKB)  
Unit : Universitas Sains dan Teknologi Komputer

Semarang, 26 April 2021

Menyetujui

Kaprodi S1-Desain Grafis

Ketua Penerbit YPAT

**Edy Jogatama Purhita, M.Ds**

NIDN: 0603097101

**Danang, S.Kom., M.T**

NIDN: 0615098702

## KATA PENGANTAR

Puji syukur ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas berkat, rahmat dan karunia-Nya sehingga buku ajar untuk mata kuliah Teknologi Gambar Digital ini telah berhasil diselesaikan. Buku ajar ini diperuntukkan sebagai pegangan bagi mahasiswa program studi Desain Grafis yang dirancang secara praktis agar mahasiswa dapat memahami dan mempraktekkan mulai dari bagaimana sebuah gambar digital itu terbentuk, penyimpanan dan penyajiannya, jenis-jenis format dan penggunaannya, perhitungan dari pixel dan resolusi dan ukuran file, hingga ke pengamanannya.

Bahan ajar ini disusun dengan tujuan menyediakan materi pembelajaran teknologi gambar digital yang lengkap dan praktis untuk mahasiswa sesuai dengan standar kurikulum yang telah ditentukan dan disepakati bersama. Materi dan tugas pembelajaran dikembangkan dengan prinsip-prinsip tutorial untuk secara terintegrasi untuk mengembangkan kompetensi mahasiswa.

Harapan ke depannya, buku ajar ini merupakan bahan dan sumber belajar dan kompetensi mahasiswa yang sesuai sebagai bekal di dunia kerja nantinya, maka dari itu agar isi dari buku ajar ini selalu relevan dengan kondisi terkini dengan dinamika perubahan teknologi yang terus terjadi, selalu dibutuhkan masukan untuk bahan perbaikan atau revisi.

Demikian, semoga buku ajar ini dapat bermanfaat bagi anda semua khususnya mahasiswa UNIVERSITAS STEKOM Semarang atau praktisi yang sedang mengembangkan bahan ajar untuk kegiatan perkuliahan.

Semarang, 26 April 2021

Penulis

## DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN .....	v
KATA PENGANTAR .....	vi
DAFTAR ISI.....	vii
BAB I. GAMBAR DIGITAL .....	1
A. Pengertian Gambar Digital.....	1
B. Proses Teknologi Gambar Digital .....	1
1. Pembentukan Gambar .....	2
2. <i>Data Storage</i> (Penyimpan Data) .....	4
3. <i>Image Manipulation</i> .....	5
4. Penyajian Gambar .....	5
C. Kesimpulan BAB I.....	19
D. Latihan Soal Evaluasi.....	19
BAB II. FILM (ANALOG) DAN SENSOR (DIGITAL).....	20
A. Analog = Pita Film ( <i>Negative</i> ) .....	20
B. Sensor (CCD dan CMOS).....	22
1. Prinsip Kerja Sensor .....	23
2. CCD.....	26
3. CMOS.....	27
4. Perbandingan CCD dan CMOS.....	28
C. Perbedaan Gambar Analog dan Digital.....	30
D. Kesimpulan BAB II.....	30
E. Latihan Soal Evaluasi.....	30
BAB III. PIXEL DAN RESOLUSI .....	32
A. Pengertian <i>Pixel</i> .....	32
B. Sifat-Sifat <i>Pixel</i> .....	32
C. Resolusi.....	32
D. Kesimpulan BAB III .....	34

E. Latihan Soal Evaluasi.....	34
BAB IV. DENSITAS (KERAPATAN) LAYAR (PPI).....	35
A. Pengertian PPI.....	35
B. Kesimpulan BAB IV .....	36
C. Latihan Soal Evaluasi.....	36
BAB V. BIT DAN BYTE.....	38
A. BIT .....	38
B. BIT <i>Depth</i> .....	39
1. Gambar Hitam Putih (Bitonal) .....	39
2. Gambar Skala Abu-Abu ( <i>Grayscale</i> ) .....	39
3. Gambar Warna.....	39
C. BYTE .....	39
1. Rumus 1 untuk Ukuran <i>File</i> .....	40
2. Rumus 2 untuk Ukuran <i>File</i> .....	40
D. Kesimpulan BAB V .....	40
E. Latihan Soal Evaluasi.....	40
BAB VI. WARNA.....	42
A. Pengertian Warna .....	42
B. 4 Jenis Pewarnaan (Mode Warna).....	42
1. RGB (Red Green Blue) .....	42
2. CMYK (Cyan Magenta Yellow Key/black) .....	44
3. HSB (Hue Saturation Brightness) .....	44
4. LAB .....	45
C. Perbedaan RGB dan CMYK.....	46
D. Kesimpulan BAB VI.....	47
E. Latihan Soal Evaluasi.....	48
BAB VII. HEXADECIMAL (HEX) .....	49
A. Konversi RGB ke HEX.....	50
B. Konversi HEX ke RGB.....	51



C. Kesimpulan BAB VII.....	52
D. Latihan Soal Evaluasi.....	52
BAB VIII. FORMAT FILE CITRA .....	53
A. <i>Raster/Bitmap</i> .....	53
B. <i>Vektor</i> .....	54
C. Perbedaan <i>Raster dan Vektor</i> .....	54
D. Kesimpulan BAB VIII .....	55
E. Latihan Soal Evaluasi.....	55
BAB IX. RASTERIZE DAN VECTORIZE.....	56
A. <i>RASTERIZE</i> .....	56
1. Pengertian <i>Rasterize</i> .....	56
2. Cara <i>Rasterize</i> .....	56
B. <i>VECTORIZE</i> .....	57
1. Pengertian <i>Vectorize</i> .....	57
2. Cara <i>Vectorize</i> .....	57
C. Kesimpulan BAB IX .....	58
D. Latihan Soal Evaluasi.....	58
BAB X. KOMPRESI CITRA .....	59
A. Pengertian Kompresi Citra.....	59
B. Teknik Kompresi Citra.....	60
1. <i>Lossy Compression</i> .....	60
2. <i>Loseless Compression</i> .....	60
C. Contoh Format File Setelah Dikompresi: .....	60
1. <i>Graphic Interchange Format (GIF)</i> .....	60
2. <i>Portable Network Graphic (PNG)</i> .....	61
3. <i>Joint Photographic Experts Group (JPEG/JPG)</i> .....	62
4. <i>JPEG 2000</i> .....	62
D. Kesimpulan BAB X .....	63
E. Latihan Soal Evaluasi.....	63

BAB XI. HISTOGRAM .....	64
A. Pengertian Histogram.....	64
B. 5 Jenis atau Tipe Histogram.....	65
1. Histogram yang <i>Underexposed</i> .....	66
2. Histogram yang <i>Overexposed</i> .....	66
3. Histogram yang <i>Contrast</i> .....	66
4. Histogram yang Suram/Berkabut ( <i>Dull/Haze</i> ) .....	66
5. Histogram yang Sempurna .....	66
C. Kesimpulan BAB XI.....	67
D. Latihan Soal Evaluasi.....	67
BAB XII. METADATA .....	68
A. Pengertian Metadata.....	68
B. Jenis-Jenis Metadata.....	69
1. IPTC .....	69
2. XMP .....	69
C. Menambahkan Metadata .....	70
D. Kesimpulan BAB XII.....	71
E. Latihan Soal Evaluasi.....	71
BAB XIII. WATERMARK .....	72
A. Pengertian <i>Watermark</i> .....	72
B. Jenis <i>Watermark</i> .....	72
1. <i>Watermark</i> yang Tersembunyi dari Penglihatan .....	72
2. <i>Watermark</i> yang Masih Dapat Terlihat .....	72
C. Kesimpulan BAB XIII .....	73
D. Latihan Soal Evaluasi.....	74
BAB XIV. STEGANOGRAFI .....	75
A. Pengertian Steganografi .....	75
B. Sejarah Steganografi .....	76
C. Kriteria Steganografi yang Baik.....	77

D. Steganografi lewat Notepad++.....	77
E. Kesimpulan BAB XIV .....	79
F. Latihan Soal Evaluasi.....	79
DAFTAR PUSTAKA .....	80

# BAB I. GAMBAR DIGITAL

## Tujuan Instruksional Umum

Setelah mempelajari materi ini, mahasiswa mampu memahami proses terbentuknya gambar digital

## Tujuan Instruksional Khusus

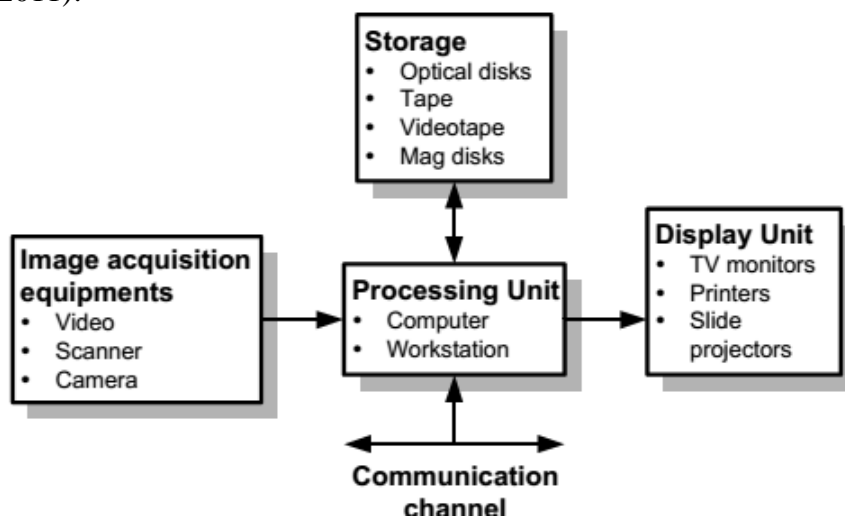
- Mahasiswa dapat menjelaskan proses terjadinya gambar digital
- Mahasiswa dapat menyebutkan perangkat-perangkat yang digunakan dalam proses terjadinya gambar digital

## A. Pengertian Gambar Digital

Gambar digital adalah citra/*image/snapshot* elektronik yang diambil dari sebuah adegan atau scan dari dokumen, seperti foto, manuskrip, teks tercetak, dan karya seni (Chow & Bucknall, 2012). Hasil olah gambar di komputer yang disimpan dalam bentuk *file* juga termasuk dalam gambar digital.

## B. Proses Teknologi Gambar Digital

Operasi dasar yang dilakukan dalam gambar digital terdiri dari 4 proses, dapat dilihat pada gambar berikut (Russ, 2011):



Gambar 1.1 Elemen Dasar Sistem Pemrosesan Gambar Digital

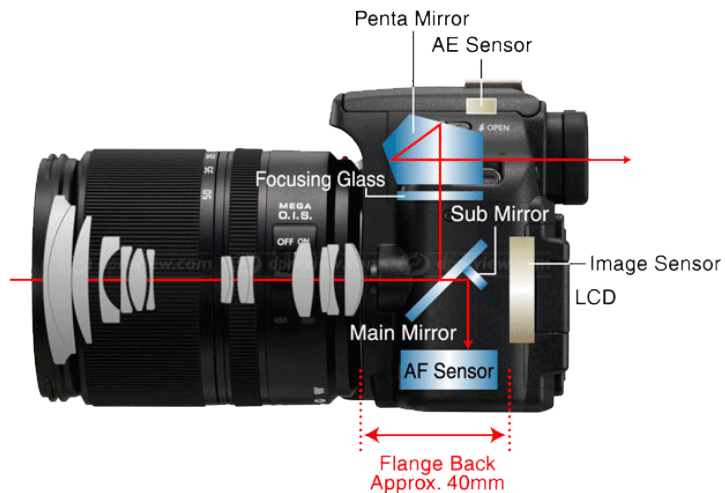
Penjelasan dari gambar di atas tentang 4 proses dasar gambar digital adalah sebagai berikut:

## 1. Pembentukan Gambar

### a. Kamera Digital

Kamera digital berfungsi untuk meng-*capture* suatu kejadian dari alam nyata menjadi sebuah gambar dalam bentuk file atau format digital. Kamera digital menggunakan *image sensor* untuk media penangkapan gambar dan merupakan teknologi pembaharu dari kamera manual (analog) yang masih menggunakan film.

Prinsip kerja kamera digital, yang diwakili oleh kamera *Digital Single Lens Reflex* (DSLR) dapat dilihat pada gambar berikut ini:



Gambar 1.2 Prinsip Kerja Kamera Digital

Keterangan gambar:

1. Suatu objek atau kejadian terpapar cahaya, kemudian cahaya tersebut ditangkap oleh lensa kamera untuk diteruskan menuju ke *main mirror* di dalam kamera.
2. *Main mirror* memantulkan cahaya/bayangan objek yang diterima dari lensa ke dua arah, yaitu ke arah atas menuju ke *penta mirror* dan ke bawah melalui *sub mirror* menuju ke *Auto Focus (AF) Sensor*.
3. *AF Sensor* menghitung jarak objek agar terlihat fokus,

sedangkan *penta mirror* berfungsi memantulkan cahaya ke arah lubang pengintip (*viewfinder*) pada kamera sehingga dapat terlihat oleh mata si pengguna kamera.

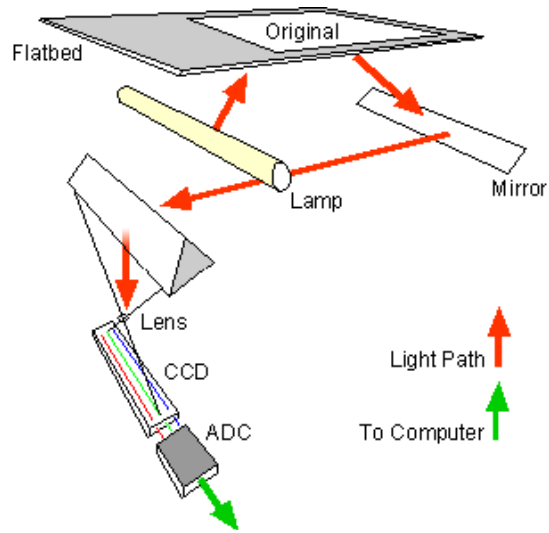
4. *Main mirror* akan terangkat/membuka ke atas ketika tombol perekam gambar (*shutter*) ditekan oleh pengguna kamera, sehingga cahaya atau bayangan objek dari lensa langsung menuju ke *image sensor* untuk direkam menjadi gambar digital dan disimpan dalam kartu memori kamera.
5. Lubang *viewfinder* akan gelap sejenak sewaktu proses perekaman gambar, dan akan terang atau dapat melihat objek lagi ketika proses selesai, dan kamera telah siap untuk digunakan untuk proses perekaman gambar berikutnya.

#### **b. Scanner**

*Scanner* adalah sebuah alat yang berfungsi mengubah gambar fisik ke gambar digital atau menyimpan gambar dari *negative* film (analog) ke format digital. Berikut ini adalah gambar dari *scanner*:



Gambar 1.3 *Scanner*



Gambar 1.4 Prinsip Kerja *Scanner*

## 2. *Data Storage (Penyimpanan Data)*

Proses penyimpanan data dari suatu gambar digital melibatkan sebuah alat penyimpan data. Alat-alat penyimpan data digital yang masih diproduksi sampai sampai sekarang adalah:

- a. *hard disk* yang biasanya berada di dalam sebuah *personal computer* (PC) atau laptop,
- b. *flash disk*,
- c. *memory card* yaitu *compact flash* (CF) dan *secure disk* (SD),
- d. kepingan CD, DVD, *BlueRay*

Berikut ini adalah gambar dari macam-macam media penyimpanan data tersebut:



Gambar 1.5 Macam-Macam Media Penyimpanan Data

### 3. *Image Manipulation*

*Image manipulation* bertujuan untuk memanipulasi atau meng-*edit* sebuah gambar agar sesuai yang diharapkan baik dari sisi gelap-terang, kontras warna atau ketajaman garisnya. Pemanipulasian gambar dilakukan dengan alat bantu (*tool*) berupa perangkat lunak (*software*) komputer.

Beberapa *software* yang biasa digunakan untuk memanipulasi gambar lewat komputer yaitu Paint, Adobe Photoshop, GIMP, Corel Photopaint, dan sebagainya. Berikut ini adalah contoh *software* untuk manipulasi atau *editing*:



Gambar 1.6 Contoh *Software Editing*

### 4. Penyajian Gambar

#### a. *Printer*

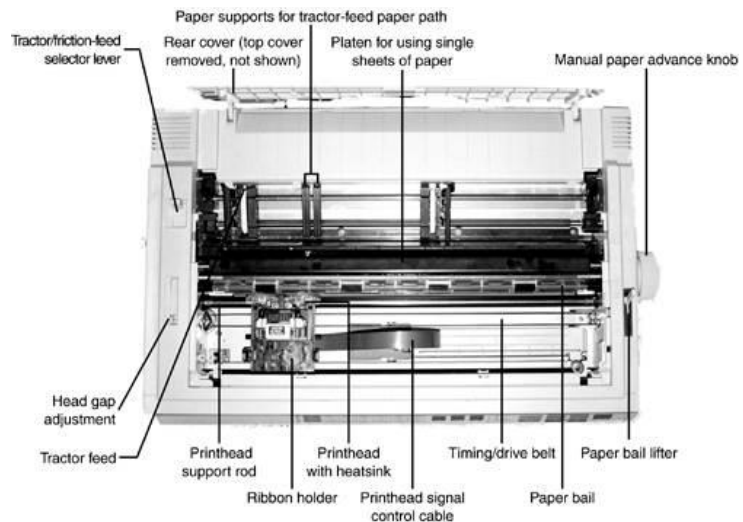
*Printer*/pencetak adalah peranti yang menampilkan data dalam bentuk cetakan, baik berupa teks maupun gambar/grafik, di atas kertas. Jenis-jenis *printer* yang biasa digunakan adalah: *printer* dot matrix, inkjet, laser-jet dan thermal. Berikut ini adalah penjelasan dari masing-masing printer tersebut:



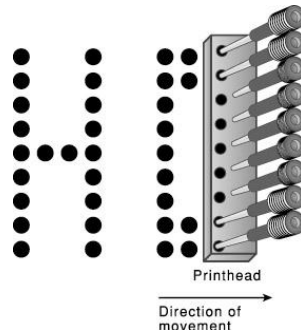
## 1. *Printer* Dot Matrix (Pita)

*Printer* Dot Matrix merupakan printer yang menggunakan pita sebagai alat percetakan. Hasil percetakan dengan agak kasar dan kurang bagus. Cetakan dapat langsung dirangkap dengan karbon, sebab sistem pencetakannya masih menggunakan sistem ketukan.

Warna yang dihasilkan tidak bervariasi, hanya hitam, biru, dan merah saja dan jarang sekali yang dapat menggunakan ketiga warna ini secara sekaligus. Resolusi cetaknya masih sangat rendah, karena gambar yang tercetak akan terlihat seperti titik-titik yang saling berhubungan. Biasanya digunakan untuk membuat kwitansi, bon, dan dokumen keuangan. Berikut ini adalah gambar-gambar yang menerangkan tentang *printer* dot matrix:



Gambar 1.7 Bagian-Bagian *Printer* Dot Matrix



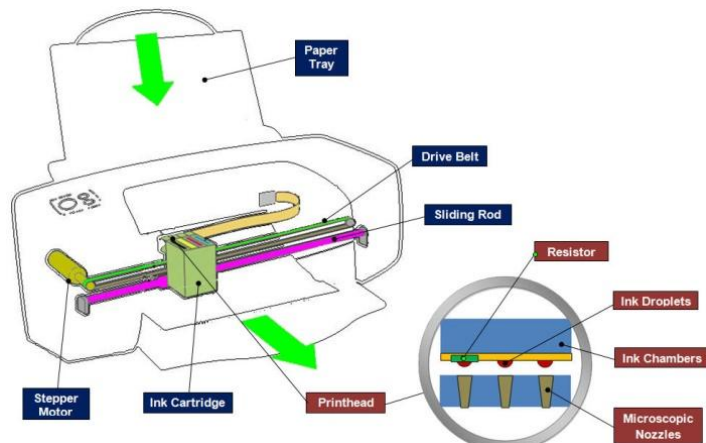
Gambar 1.8 *Printhead Printer Dot Matrix*

## 2. *Printer InkJet (Tinta)*

*Printer* inkjet adalah alat cetak yang menggunakan tinta untuk mencetak. Inkjet yang tersedia di pasaran saat ini memiliki kemampuan untuk mencetak sampai ukuran kertas yang sangat besar, dan dengan kualitas yang sangat baik.

*Printer* jenis inkjet menggunakan teknologi *drop on demand*, yaitu dengan cara menyemprotkan titik titik kecil tinta pada kertas melalui *nozzle* atau lubang pipa yang sangat kecil. Hasil cetaknya harus menunggu beberapa detik agar tinta mengering.

Berikut ini adalah gambar bagian-bagian dari *printer* inkjet:

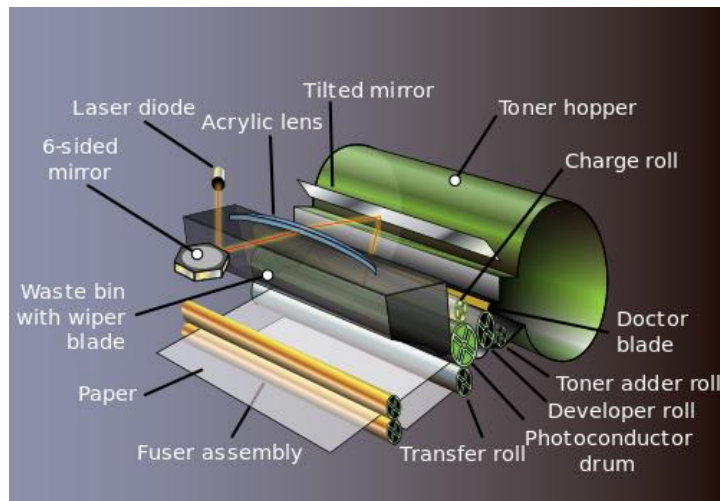


Gambar 1.9 Bagian-Bagian *Printer Inkjet*

### 3. *Printer Laser Jet (Toner)*

*Printer laser jet* merupakan jenis *printer* yang metode pencetakannya menggunakan tinta bubuk atau yang biasa disebut *toner* dan juga menggunakan perangkat infra merah untuk pembacaan data. Hasil cetaknya lebih bagus dibanding dengan jenis *printer dot matrix* maupun *ink jet*, *printer laser jet* juga memiliki kecepatan pencetakan yang tinggi dan hasil cetaknya pun juga lebih cepat kering seperti pada hasil cetak pada mesin *photocopy*.

Berikut ini adalah gambar bagian-bagian dari *printer laser*:



Gambar 1.10 Bagian-Bagian *Printer Laser*

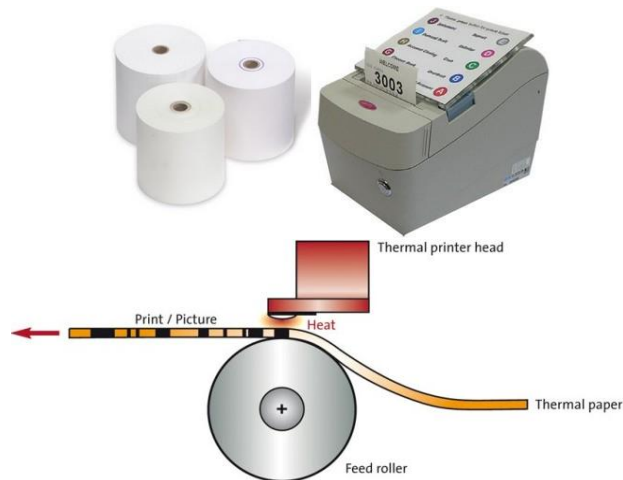
### 4. *Printer Thermal (Kertas)*

*Printer thermal* adalah jenis *printer* yang menggunakan proses cetak dengan teknologi pemanas untuk mengaktifkan tinta. *Printer thermal* terbilang lebih efisien dan ekonomis dibandingkan *printer dot matrik*. *Printer thermal* juga tidak memakan banyak ruang sehingga tidak memerlukan perawatan khusus.

*Printer thermal* menggunakan pemanas untuk mencetak karakter atau gambar ke permukaan kertas thermal. Melalui pin yang dipanaskan kemudian kepala

*printer* mentransfer panas tersebut ke lembaran kertas yang menghasilkan berbagai macam warna.

Berikut ini adalah gambar dari *printer* thermal:



Gambar 1.11 Bagian-Bagian *Printer* Thermal

## b. Monitor

Monitor adalah perangkat keras yang digunakan sebagai alat *output* data secara grafis pada sebuah CPU, monitor juga kerap disebut sebagai layar tampilan komputer. Ada beberapa jenis monitor, yaitu CRT, LCD, LED dan Plasma. Berikut ini adalah penjelasan dari masing-masing jenis monitor:

### 1. *Cathode Ray Tube* (CRT).

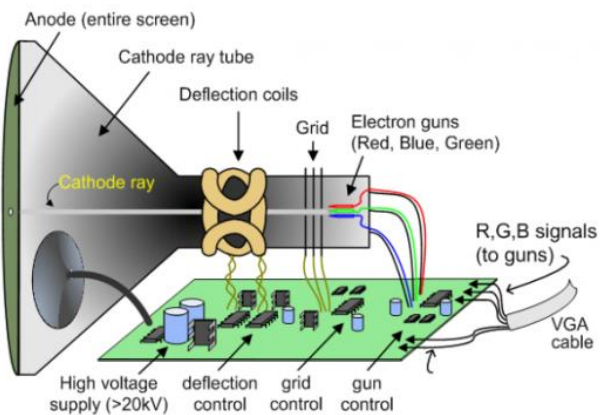
Monitor CRT atau sering dipanggil "monitor tabung" merupakan monitor yang disusun dengan menggunakan tabung sinar katode, yang lebih dapat dikenal dengan bentuknya besar dan berat sehingga memerlukan ruang ekstra untuk menempatkan monitor.

Monitor CRT cenderung merusak mata dan juga melelahkan mata jika bekerja terlalu lama di depannya. Hasil penelitian juga menyebutkan bahwa pengguna yang cenderung terlalu lama bekerja di depan monitor jenis ini akan mempercepat penuaan secara fisik karena dapat memicu pertumbuhan uban menjadi lebih cepat akibat radiasi yang ditimbulkan olehnya.

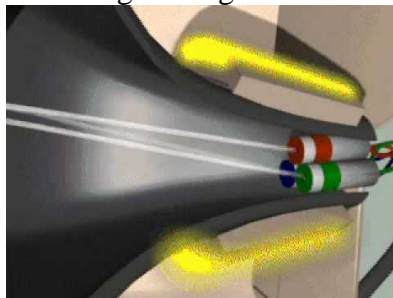
Berikut ini adalah gambar-gambar tentang monitor CRT:



Gambar 1.12 *Monitor CRT*



Gambar 1.13 *Bagian-Bagian Monitor CRT*



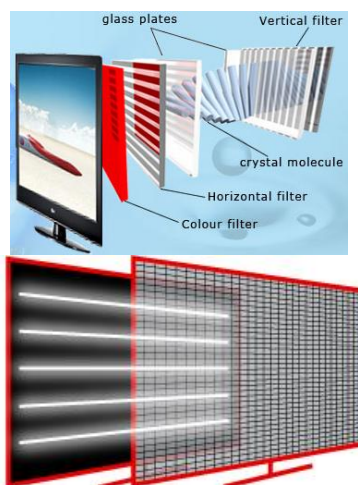
Gambar 1.14 *Kerja Cathode Ray RGB*

## 2. *Liquid Crystal Display (LCD)*

Monitor LCD adalah monitor yang disusun dengan menggunakan cairan cristal. Bentuknya ramping, dan memberikan efek pada *display* yaitu lebih banyak warna dibandingkan dengan monitor CRT.

Cara kerja monitor LCD yakni kristal cair di dalamnya disusun seperti *sandwich* antara potongan kaca terpolarisasi. Lampu neon dibelakang panel memancarkan cahaya yang melewati *substrat* pertama. Muatan listrik membuat sel-sel kristal menyelaraskan nada yang berbeda memungkinkan cahaya untuk lulus melalui *substrat* kedua. Hasilnya adalah warna yang ditampilkan pada layar, jadi tidak ada tabung katoda, dan tidak ada lagi radiasi.

Berikut ini adalah gambar-gambar tentang monitor LCD:



Gambar 1.15 Bagian-Bagian LCD

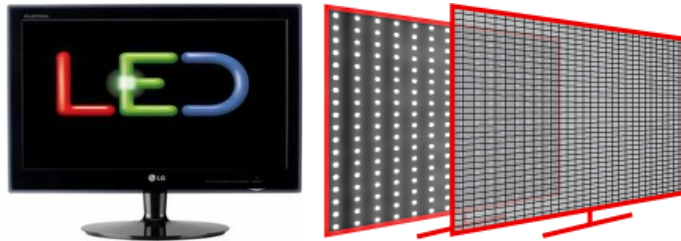
### 3. *Light Emitting Diode (LED)*

Monitor LED memiliki teknologi yang sama dengan LCD dengan pengembangan lebih lanjut dari LCD yang memiliki efek *display* peningkatan pada warna yang ditampilkan yaitu lebih banyak variasi warnanya.

Lampu LED digunakan sebagai sumber cahaya (*backlight*), dari sebelumnya monitor LCD menggunakan *Cold Cathode Fluorescent Lamp (CCFL)* sebagai sumber cahaya di belakang. Beberapa tipe LED memiliki fungsi dan fitur yang lebih lengkap dibandingkan LCD, seperti kemampuan *digital touch screen*, *digital TV internet*, *digital TV tuner*. Monitor LED mampu menghemat konsumsi listrik hingga 40–

70% dibandingkan dengan LCD, dan mampu menghasilkan gambar yang tajam.

Berikut ini adalah gambar-gambar tentang monitor LED:



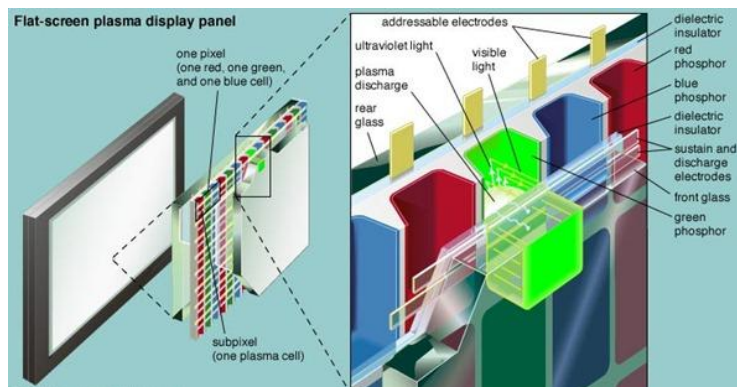
Gambar 1.16 Bagian-Bagian LED

#### 4. Plasma

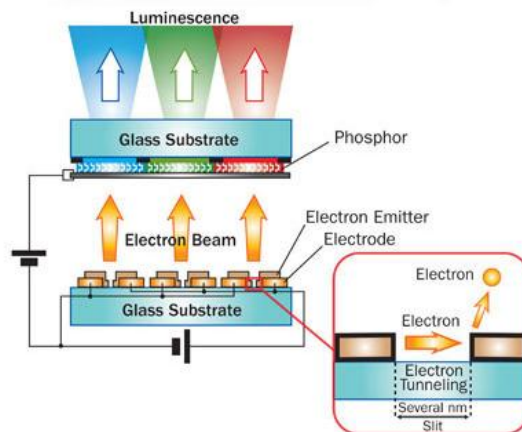
Monitor Plasma merupakan jenis monitor yang menggabungkan teknologi CRT dengan LCD. Plasma adalah sebuah layar datar *emisif* dimana cahaya dihasilkan oleh fosfor yang tereksitasi oleh sebuah pelepasan muatan plasma antara dua layar datar. Gas yang dilepaskan tidak melepaskan merkuri.

Monitor *Panel Display Plasma* (plasma) menggunakan warna penuh panel datar fosfor untuk menampilkan gambar-gambar, sehingga kombinasi dan reproduksi warnanya yang dihasilkan sangat baik dan interaktif.

Berikut ini adalah gambar-gambar tentang monitor plasma:



Gambar 1.17 Bagian-Bagian Plasma TV



Gambar 1.18 Prinsip Kerja Plasma TV

### 5. Perbedaan LCD dan LED

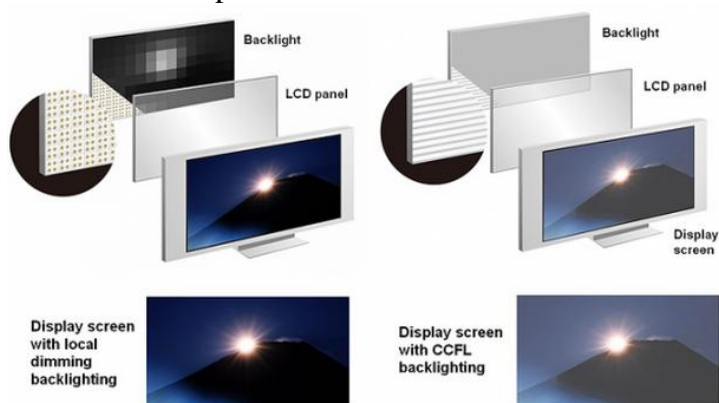
LCD dan LED keduanya merupakan jenis layar yang menggunakan *liquid crystal display* (LCD) panel untuk mengontrol cahaya yang ditampilkan. Panel ini biasanya terdiri dari dua lembar bahan polarisasi dengan *liquid crystal solution* di antara keduanya, jadi ketika arus listrik melewati liquid, membuat *crystal* untuk meluruskan cahaya bisa melewatinya.

*Backlighting* LCD biasa menggunakan *cold cathode fluorescent lamps* (CCFL) untuk menyediakan *backlighting*, sedangkan LED menggunakan *array* yang lebih sedikit, lebih efisien *light emitting diodes* (LED) untuk menerangi layar.

Masalah CCFL *backlighting* adalah *fluorescent tabung* harus menyala secara merata ke seluruh layar, sehingga desainer tidak memiliki cara untuk memvariasikan intensitas *backlighting* di berbagai bagian layar, bahkan jika ingin menampilkan satu *pixel* putih pada semua layar hitam, cahaya di belakang harus menyala dengan *full brightness*. LED menawarkan solusi untuk ini dengan *local dimming*. Ide di balik teknik ini adalah untuk mengontrol *output* dari LED, sehingga daripada menghidupkan *full brightness* untuk sepanjang waktu, mereka bisa direduksi atau dimatikan.

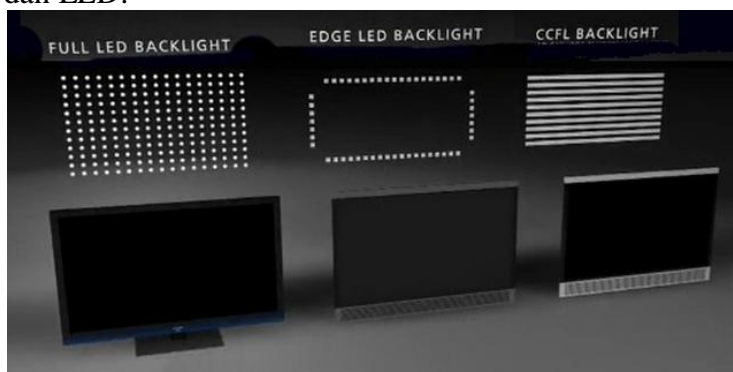


Berikut ini adalah gambaran *local dimming* dari LED dan CCFL pada LCD:



Gambar 1.19 *Local Dimming* LED dan CCFL LCD

Tidak semua LED dilengkapi dengan *local dimming*. LED secara garis besar datang dengan dua variasi: *edge-lit* dan *full-array*, dan hanya *full-array* yang bisa melakukan *local dimming*. Baru-baru ini beberapa produsen telah membuat *edge-lit* dengan fungsi *local dimming*, namun karena cara membuatnya yang berbeda, mereka biasanya tidak bisa mematikan bagian tertentu dari layar seperti yang dilakukan *full-array*. Berikut ini adalah gambar *backlighting* LCD dan LED:



Gambar 1.20 *Backlighting* LED dan LCD

## 6. Perbedaan LED dan Plasma TV

Perbedaan antara LED dan Plasma TV dapat dilihat pada tabel berikut ini:

Tabel 1.1 Perbedaan Plasma TV dan LED TV

Plasma TV	LED TV
Kualitas sangat bagus	Kualitas bagus
Tidak ada <i>motion blur</i>	Ada <i>motion blur</i>
600 gambar per detik	60 gambar per detik
Warna hitam yang dalam (pekat, tanpa abu-abu)	Menampilkan bayangan warna abu-abu
Harga murah	Harga mahal
Terbatas sampai resolusi <i>High Definition</i> (HD)	Mampu menampilkan resolusi 4000 pixel (4K)
Tebal dan berat	Tipis dan ringan
Sulit dipasang di tembok	Mudah dipasang di tembok
Daya tinggi	Daya rendah

### c. Layar *Smartphone*

#### 1. TFT LCD

TFT adalah singkatan dari *Thin Film Transistor*, kualitas gambar dan resolusi lebih baik daripada LCD biasa, tetapi masih berubah warna bila dipandang dari sudut tertentu dan sulit dilihat di bawah sinar matahari langsung. Teknologi TFT LCD ini merupakan yang terbanyak yang dipakai untuk *smartphone* di kelas pemula atau *entry level*, karena harga atau biaya produksinya yang paling murah.

#### 2. IPS LCD

IPS LCD adalah singkatan dari *In-Plane Switching Liquid Crystal Display*, kualitas gambar dan resolusi lebih baik dari TFT LCD dengan warna lebih akurat, dan layar dapat dilihat dari sudut yang lebih luas dan konsumsi daya yang rendah. Teknologi layar IPS LCD ini lebih mahal dibandingkan dengan TFT LCD, maka dari itu dipakai untuk *smartphone* di kelas menengah ke atas

#### 3. OLED

OLED adalah singkatan dari *Organic Light Emitting Diode* atau *Organic LED*. Layar OLED terdiri dari susunan panel yang mengandung elemen-elemen organik berbasis karbon yang dapat memancarkan cahaya sendiri ketika dialiri arus listrik, sehingga tidak

memerlukan lampu belakang (*backlight*) seperti yang ditemui di teknologi LCD dan IPS/LED generasi sebelumnya. OLED dapat menghasilkan warna hitam yang pekat, karena dapat mematikan listrik secara individual di setiap pixel-nya, sehingga dapat lebih menghemat daya. Kualitas gambar dan resolusi serta warna lebih baik dari 2 teknologi sebelumnya, sudut pandang lebih luas, layar lebih tipis sehingga lebih ringan, tetapi OLED masih belum bekerja maksimal di bawah sinar matahari. Layar OLED dipakai di smartphone kelas menengah ke atas dan televisi.

#### 4. AMOLED

AMOLED adalah singkatan dari Active Matrix Organic Light Emitting Diode. Tampilan AMOLED terlihat tetap baik dan tajam di bawah sinar matahari. Kepekatan warna hitam lebih baik dibandingkan OLED, dan lebih hemat daya. Harga AMOLED ini tinggi sehingga hanya dipakai untuk smartphone kelas atas, dan tidak dipakai untuk layar televisi.

#### 5. Super AMOLED

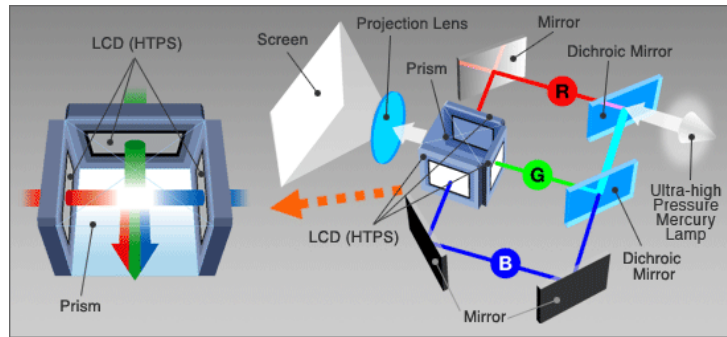
Super AMOLED adalah versi terbaru dari AMOLED yang dikembangkan oleh Samsung. Sensor sentuh terintegrasi ke dalam layar tanpa tambahan lapisan khusus ke sensor sentuh. ukuran layar jauh lebih tipis dibandingkan dengan OLED yang sensor sentuhnya dibangun dalam lapisan terpisah. Refresh rate layar ini sangat tinggi sehingga dapat menampilkan pergerakan gambar dan transisi dengan sangat halus.

### d. *Proyektor*

Jenis-jenis *proyektor* elektronik adalah:

#### 1. *Proyektor* LCD

Cara kerja dengan membiaskan cahaya hasil dari panel-panel LCD. Berikut ini adalah gambar cara kerja dan contoh dari *proyektor* LCD:



Gambar 1.21 Cara Kerja *Proyektor LCD*



Gambar 1.22 *Proyektor LCD*

## 2. *Proyektor Cathode Ray Tube (CRT)*

*Proyektor* ini masih menggunakan tabung seperti TV zaman dahulu. Berikut ini adalah contoh gambar dari *proyektor LCD*:

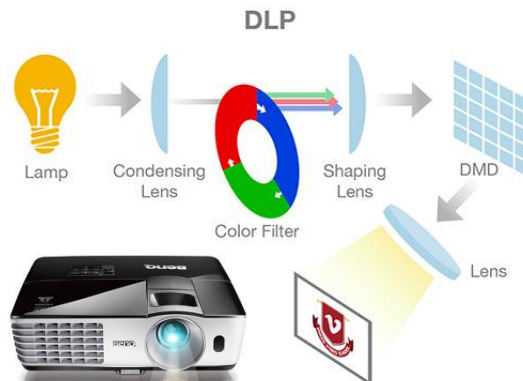


Gambar 1.23 *Proyektor CRT*

## 3. *Proyektor Digital Light Processing (DLP)*

Cahaya yang dihasilkan lebih cepat mengenai *color filter* berbentuk seperti roda lalu warna yang diterima oleh *color filter* diberikan kepada *Digital Micromirror Devices (DMD)* dan yang terakhir cahaya akan dipantulkan sehingga menghasilkan data. Berikut

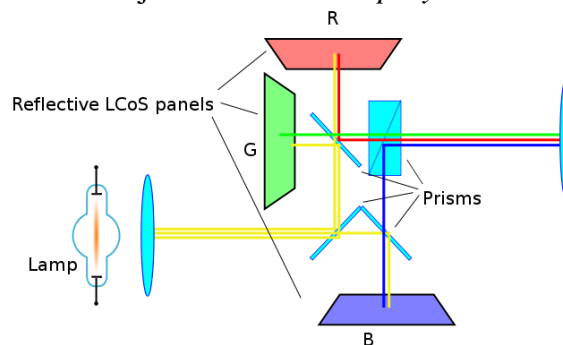
ini adalah gambar cara kerja dan contoh dari *proyektor LCD*:



Gambar 1.24 Cara Kerja *Proyektor DLP*

#### 4. *Proyektor Liquid Crystal on Silicon (LCOS)*

LCoS adalah *proyektor* elektronik yang dilahirkan paling belakangan, namun cara kerjanya lebih hebat dengan menggabungkan dua cara kerja *proyektor* antara lain *proyektor LCD* dan *proyektor DLP*, serta lebih tinggi resolusi yang dihasilkan. Berikut ini adalah gambar cara kerja dan contoh dari *proyektor LCoS*:



Gambar 1.25 Cara Kerja *Proyektor LcoS*



Gambar 1.26 *Proyektor LcoS*

### **C. Kesimpulan BAB I**

Gambar digital dapat dihasilkan dari mengubah gambar fisik/analog melalui *scanner*, dapat juga langsung dihasilkan melalui kamera digital. Gambar dalam bentuk digital dapat disimpan di media penyimpanan digital untuk kemudian dipergunakan kembali, diduplikasi, dan dapat dimanipulasi. Gambar digital tidak dapat dilihat bila tidak disajikan kembali dapat secara fisik/analog dengan cara dicetak menggunakan *printer*, atau ditampilkan secara digital di layar monitor, televisi dan *smartphone* serta melalui proyektor.

### **D. Latihan Soal Evaluasi**

1. Apakah pengertian dari gambar digital?
2. Bagaimana proses pembentukan dari gambar digital?
3. Alat-alat apa saja yang diperlukan untuk membentuk gambar digital?
4. Media apa saja yang dapat digunakan untuk menyimpan gambar digital?
5. Alat atau media apa saja yang dapat digunakan untuk menyajikan kembali gambar digital?
6. Sebutkan jenis-jenis printer!
7. Sebutkan jenis-jenis monitor berdasarkan perkembangan teknologinya!
8. Sebutkan jenis-jenis layar *smartphone* berdasarkan perkembangan teknologinya!
9. Apa perbedaan LCD dan LED?
10. Jelaskan perbedaan layar IPS dan AMOLED!

## BAB II. FILM (ANALOG) DAN SENSOR (DIGITAL)

### Tujuan Instruksional Umum

Setelah mempelajari materi ini, mahasiswa mampu menjelaskan perbedaan antara film dan sensor

### Tujuan Instruksional Khusus

- a. Mahasiswa dapat memahami perbedaan dan cara kerja film dan sensor
- a. Mahasiswa dapat memahami perbedaan teknologi analog dan digital

### A. Analog = Pita Film (*Negative*)

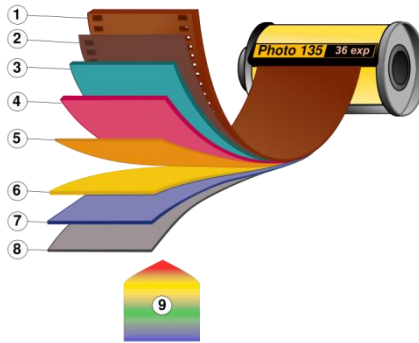
Kebalikan dari kata digital adalah analog sering disebut sebagai manual dalam segi pemakaian alatnya. Teknologi analog pada gambar digital, dalam hal ini film/video dan foto menggunakan pita film atau sering disebut *negative film* sebagai media yang peka cahaya untuk merekam gambar melalui kamera.

Film untuk fotografi adalah strip atau lembaran plastik transparan yang di satu sisi dilapisi dengan emulsi gelatin yang mengandung kristal halida perak berukuran mikroskopis yang peka cahaya. Ukuran-ukuran dan karakteristik lain dari kristal tersebut menentukan sensitivitas, kontras dan resolusi film (Keller, et al., 2000).

Ada dua jenis pita film yaitu hitam putih dan berwarna. Berikut ini adalah gambar dari masing-masing pita film tersebut:



Gambar 2.1 Pita Film

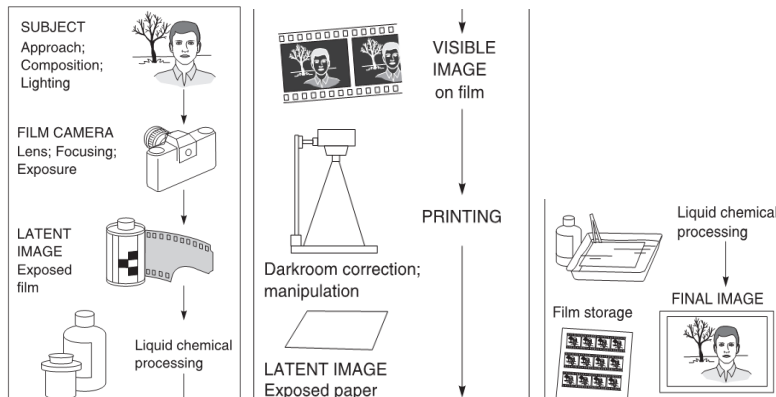


Gambar 2.2 Layer dari Film Berwarna

Keterangan gambar:

1. Film base;
2. Subbing layer;
3. Red light sensitive layer;
4. Green light sensitive layer;
5. Yellow filter;
6. Blue light sensitive layer;
7. UV Filter;
8. Protective layer;
9. Visible light.

Proses dari film menjadi sebuah gambar cetak tidak sesederhana teknologi sekarang, dimana perlu melewati beberapa tahap. Berikut ini adalah gambar yang menjelaskan proses tersebut:



Gambar 2.3 Proses Film ke Gambar Cetak (Cuci-Cetak)

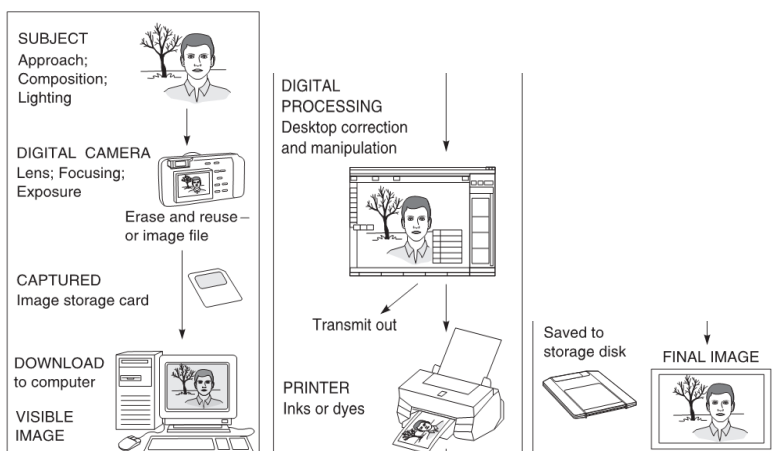
Gambar di atas menjelaskan bahwa dari objek nyata ditangkap gambarnya dengan kamera analog dan direkam ke media film, lalu melalui proses kimia di dalam kamar gelap film tersebut dimatikan kesensitifannya terhadap cahaya, agar tidak merekam cahaya lagi. Film tersebut kemudian dicetak pada kertas foto yang juga sensitif terhadap cahaya melalui sebuah alat khusus, yang bertugas memaparkan cahaya yang dilewatkan dari film menuju ke kertas foto. Kertas foto yang telah merekam



paparan cahaya dari film, kemudian dimasukkan ke dalam cairan kimia pengembang untuk mengeluarkan gambar, dilanjutkan ke cairan kimia berikutnya untuk mematikan pengembangan gambar, dan dicuci di air biasa untuk membersihkan cairan-kimia dari kertas, baru terakhir dikeringkan atau dijemur.

## B. Sensor (CCD dan CMOS)

Teknologi digital tidak lagi menggunakan media film dalam perekaman gambar, tetapi digantikan oleh sensor. Berikut ini adalah gambar proses dari perekaman gambar pada kamera digital yang menggunakan sensor sampai menjadi sebuah gambar digital:

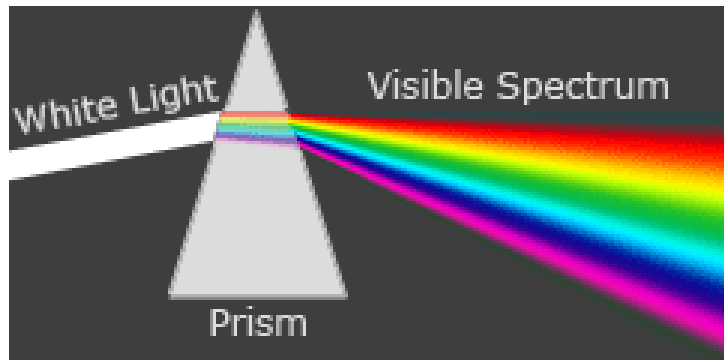


Gambar 2.4 Proses Gambar dari Kamera Digital

Gambar di atas menjelaskan bahwa dari objek nyata ditangkap gambarnya dengan kamera digital yang menggunakan sensor sebagai pengganti film, gambar dapat langsung dilihat hasilnya dan dapat dihapus bila tidak sesuai harapan atau gambar disimpan di kartu memori kamera dan dari kartu tersebut gambar dapat dimanipulasi secara digital gelap terangnya, warnanya, komposisinya, bahkan dihilangkan atau ditambahkan suatu objek di dalamnya melalui suatu *software* dari komputer *desktop* ataupun laptop. Gambar digital atau foto tersebut dapat digandakan (*copy*) ke dalam *harddisk* komputer atau media penyimpanan lainnya atau dicetak melalui *printer*.

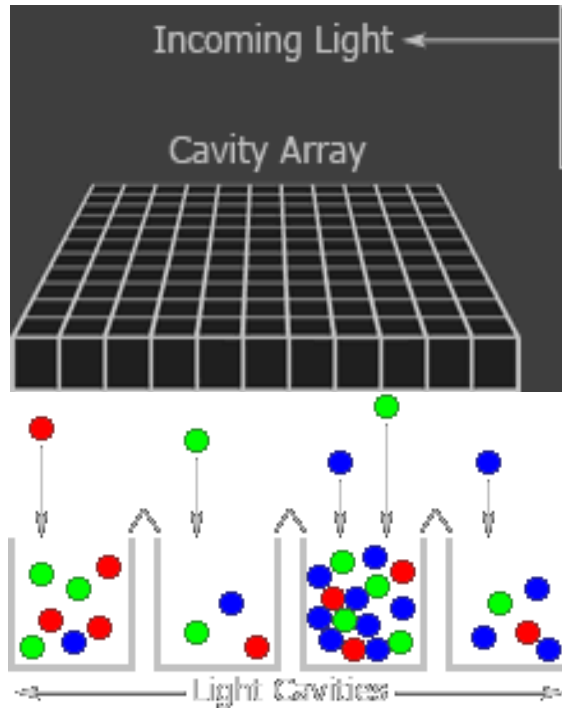
## 1. Prinsip Kerja Sensor

- a. Sensor digunakan pada kamera digital sebagai media perekam gambar. Data gambar diperoleh melalui cahaya yang ditangkap melalui lensa sebelum menuju ke sensor dilewatkan melalui prisma terlebih dahulu
- b. Cahaya yang melewati prisma akan dipisahkan sesuai panjang gelombangnya.
- c. Sinyal dengan panjang gelombang yang paling pendek akan lebih dibelokkan. Berikut ini adalah gambarnya:



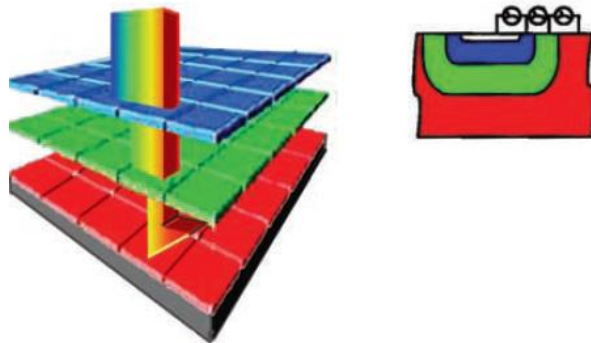
Gambar 2.5 Pembiasan Cahaya oleh Prisma

- d. Kamera digital menggunakan sensor *array* yang terdiri dari jutaan *pixel* kecil.
- e. Tombol *shutter release* ditekan dan proses pengambilan gambar dimulai, maka *photosite* akan terbuka dan *photon* disimpan pada *cavity*.



Gambar 2.6 Penyimpanan *Photos* pada *Cavity*

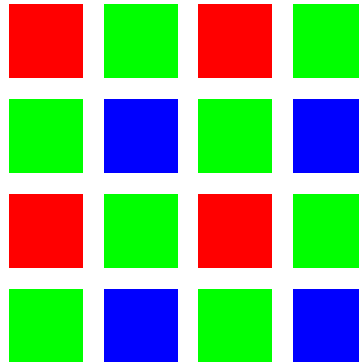
- f. Setiap *cavity* harus memiliki *filter* untuk meneruskan warna tertentu. Berikut ini adalah gambar dari *filter* warna dari sensor:



Gambar 2.7 *Filter* Warna

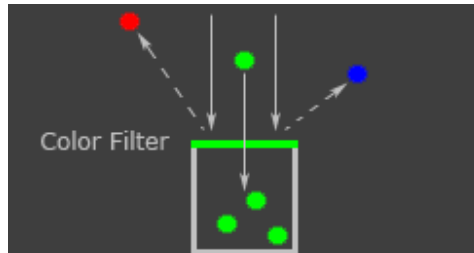
- g. Kamera digital umumnya menyeleksi 1 dari 3 komponen utama warna, jadi dari cahaya yang masuk 2/3 informasi dibuang, dan informasi yang disimpan merupakan pendekatan dari informasi sesungguhnya.
- h. Tipe umum dari *filter array* berwarna adalah "Array

Bayer”, dimana dapat dilihat pada gambar berikut:



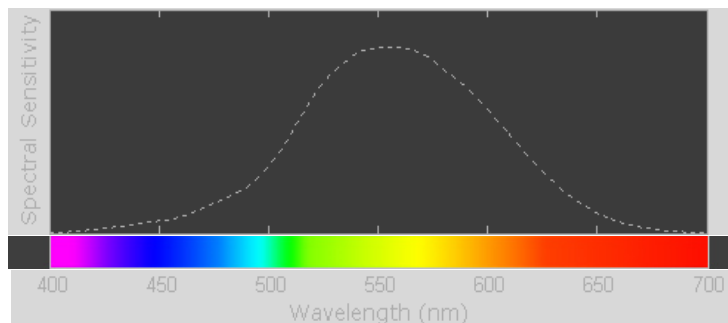
Gambar 2.8 Filter Array Bayer

- i. *Pixel* warna hijau jauh lebih banyak dari *filter* warna biru dan merah.



Gambar 2.9 Filter Warna Hijau

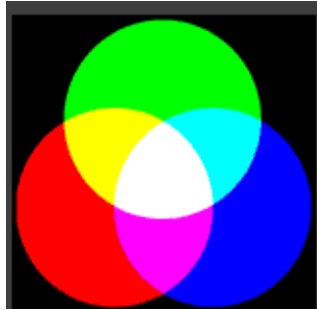
- j. Sensitivitas sistem visual manusia lebih peka terhadap warna hijau, selain itu lebih tahan *noise* dan detail lebih baik. Berikut ini adalah grafik sensitivitas sistem visual manusia terhadap warna:



Gambar 2.10 Sensitivitas Sistem Visual Manusia

- k. Secara visual seluruh warna yang tampak oleh sistem visual manusia dapat diperoleh dari kombinasi tiga warna utama yaitu *Red Green Blue* (RGB). Berikut ini

adalah gambar dari warna RGB:



Gambar 2.11 RGB

Sensor digital dibagi menjadi 2, yaitu *Charge Couple Device (CCD)* dan *Complementary Metal Oxide Semiconductor (CMOS)*. Berikut ini adalah gambar dari kedua sensor tersebut:



Gambar 2.12 Sensor Digital

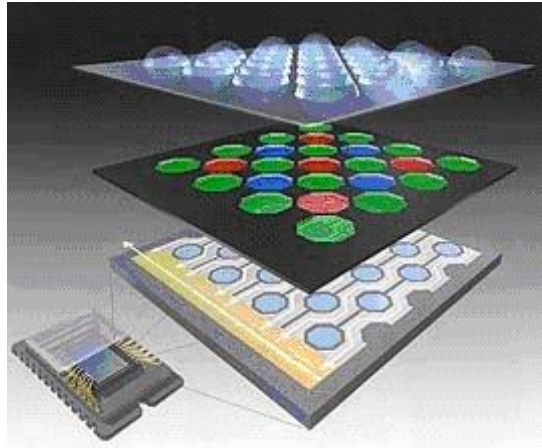
## 2. CCD

- a. Setiap muatan *pixel* ditransfer melalui node yang dikonversikan menjadi *voltage*, *buffered*, dan *chip* pengirim sebagai sinyal analog
- b. Detektor CCD memiliki berbagai ukuran yang dinyatakan dalam satuan *pixel (picture element)*

Sensor CCD terdiri dari 3 lapisan:

- a. Lapisan terbawah memuat jutaan *dioda fotosensitif* yang disebut *photosite*, *photoelements*, atau *pixel*.
- b. Lapisan yang tengah adalah lapisan *filter* berwarna yang berfungsi menentukan warna pada setiap *photosite*.
- c. Lapisan teratas berisi lensa-lensa mikro (*mikrolenses*) yang mengumpulkan cahaya untuk setiap *photosite*.

Berikut ini adalah gambar dari ketiga lapisan dari CCD:



Gambar 2.13 Tiga Lapisan CCD

Ada beberapa kualitas dari CCD, yaitu:

- a. *Interline transfer* CCD, merupakan kualitas terendah yang memungkinkan sebagian *pixel*-nya digunakan untuk melihat (*preview*) rekaman *image* saat pemotretan, teknologinya relatif murah yang diterapkan pada kamera digital kompak kelas *low-end*.
- b. *Frame transfer* CCD, mengonsentrasikan *pixel* pada kualitas *image* sehingga tidak memungkinkan *preview*, teknologi ini diterapkan pada kamera digital SLR karena mekanisme rana, cermin, dan prisma memungkinkan CCD tidak terkena cahaya selama atau setelah pembidikan.
- c. *Frame interline transfer* CCD, merupakan jenis CCD dengan kualitas *image* terbaik yang diterapkan pada kamera digital SLR kelas atas dan kamera jenis *medium format*.

### 3. CMOS

- a. CMOS umumnya dibuat untuk prosesor komputer dan memori.
- b. Proses pembuatannya sama, tetapi CMOS dibuat dengan biaya hanya sepertiga dari CCD, karena CMOS memiliki *processing circuit* yang menyatu dalam *chip*-nya, sedangkan pada CCD terpisah.

- c. Masalah awal pada CMOS adalah adanya *noise* terutama bila digunakan pada kamera murah/kelas bawah, tetapi sekarang sensor CMOS dapat menghasilkan kualitas gambar yang sebanding dengan CCD, dan sudah digunakan pada kamera-kamera profesional.

#### 4. Perbandingan CCD dan CMOS

##### a. Sensor CCD

Kelebihan CCD:

1. matang secara teknologi
2. sensitivitas tinggi termasuk *dynamic range*
3. tiap *pixel* punya kinerja yang sama (*uniform*)

Kekurangan CCD:

1. desain sistem keseluruhan yaitu CCD plus *analog to digital converter* (ADC) jadi lebih rumit dan boros daya
2. kecepatan proses keseluruhan lebih lambat dibanding CMOS
3. sensitif terhadap smearing atau blooming (kebocoran *pixel*) saat menangkap cahaya terang.
4. *Efek blooming* atau *smearing* pada CCD akibat adanya bagian yang terlalu terang dan bocor ke area lainnya membentuk garis lurus, efek ini pun terlihat di layar LCD saat *preview*. Berikut ini adalah gambarnya:



Gambar 2.14 Efek *Blooming* pada CCD

## b. Sensor CMOS

Kelebihan CMOS:

1. praktis, keping sensor sudah termasuk rangkaian ADC
2. hemat daya berkat integrasi sistem
3. kecepatan proses responsif berkat *parralel readout structure*
4. tiap *pixel* punya transistor sendiri sehingga terhindar dari masalah *smearing* atau *blooming*

Kekurangan CMOS:

1. proses pematangan teknologi yaitu untuk menyamai kualitas CCD perlu biaya besar
2. *pixel* dengan transistor di dalamnya menurunkan sensitivitas *pixel* karena area penerima cahaya menjadi berkurang
3. *pixel* yang mampu mengeluarkan tegangan sendiri kurang baik dalam hal keseragaman kinerja (*uniformity*)
4. *Efek partial exposure* pada CMOS karena obyek yang difoto mengalami perubahan intensitas cahaya. Berikut ini adalah gambarnya:



Gambar 2.15 Efek *Partial Exposure* pada CMOS



### C. Perbedaan Gambar Analog dan Digital

Perbedaan antara gambar analog dan digital dapat dilihat pada tabel berikut ini:

Tabel 2.1 Perbedaan Gambar Analog dan Digital

<b>Analog</b>	<b>Digital</b>
1. <i>Continous</i>	1. <i>Discrete</i>
2. Susah diamati	2. Mudah diamati
3. Teknologi lama	3. Teknologi baru / lebih modern
4. Susah digandakan	4. Mudah digandakan
5. Gamut ( <i>range</i> warna) jauh lebih kaya	5. Gamut sesuai kebutuhan (di bawah analog)
6. Transfer susah	6. Transfer lebih mudah dan cepat

### D. Kesimpulan BAB II

Teknologi film analog dalam menghasilkan gambar, memiliki banyak kekurangan, sehingga dikembangkanlah teknologi sensor untuk menghasilkan gambar dalam format digital untuk mengatasi kekurangan-kekurangan tersebut. Teknologi gambar digital hadir lebih praktis sesuai dengan perkembangan jaman, tetapi tidak semua dari teknologi analog itu buruk, ada kelebihan yang sampai saat ini tidak dapat ditandingi oleh teknologi digital. Sensorpun berkembang sampai dapat disematkan pada perangkat-perangkat kecil dengan kualitas yang masih bagus, dengan biaya produksi yang lebih murah, disesuaikan dengan kebutuhan dan kelas atau peruntukan segmen pasar dari alat tersebut.

### E. Latihan Soal Evaluasi

1. Apa perbedaan antara analog dan digital?
2. Jelaskan proses pencetakan gambar pada teknologi film analog!
3. Jelaskan proses pembentukan gambar pada teknologi digital!
4. Ada berapa jenis sensor?, jelaskan!
5. Apa kelebihan dari sensor CCD?
6. Apa kekurangan dari sensor CCD?

7. Apa kelebihan dari sensor CMOS?
8. Apa kekurangan dari sensor CMOS?
9. Jelaskan kelebihan film dibandingkan dengan sensor!
10. Jelaskan perbedaan gambar analog dengan digital!

## BAB III. PIXEL DAN RESOLUSI

### Tujuan Instruksional Umum

Setelah mempelajari materi ini, mahasiswa mengetahui apa itu pixel dan mampu menghitung resolusi dari sebuah gambar analog yang dijadikan digital, berdasarkan ukuran inchi dan DPI, dengan rumus resolusi.

### Tujuan Instruksional Khusus

- a. Mahasiswa dapat memahami pixel dan menghitung resolusi
- b. Mahasiswa dapat memahami apa yang dimaksud dengan DPI

### A. Pengertian *Pixel*

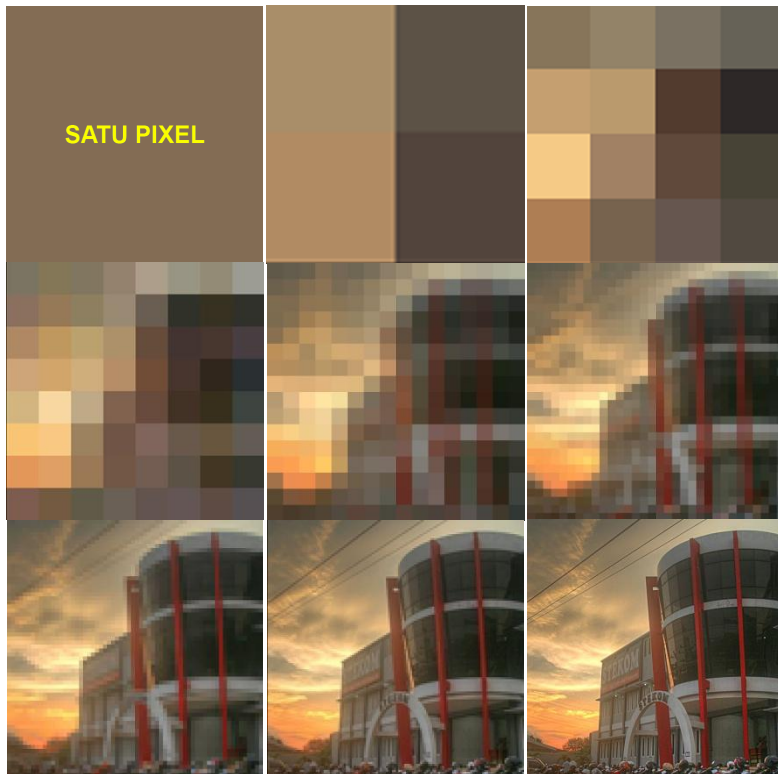
*Pixel* adalah kependekan dari *Picture Element*, yang berarti “atom”-nya gambar digital yaitu bagian terkecil dari gambar digital. *Pixel* adalah titik fisik dalam gambar raster, atau elemen terkecil di perangkat *display*, dimana unsur terkecil yang dapat dikontrol dari gambar direpresentasikan pada layar (Foley & Van Dam, 1982).

### B. Sifat-Sifat *Pixel*

1. *pixel* berdimensi 2
2. tidak ada ukuran pasti tentang lebar dan tingginya
3. ukurannya bisa berapa saja, tergantung sensor alatnya
4. tidak ada bentuk pasti, tetapi pada *software editing* gambar *pixel* ditampilkan persegi
5. satu *pixel* berisi satu warna, dan bisa warna apapun

### C. Resolusi

Resolusi gambar adalah banyaknya detail gambar yang tersimpan, lebih tinggi resolusi dari suatu gambar berarti lebih banyak detail gambar yang dimiliki. Resolusi juga sering diartikan sebagai Jumlah *pixel* pada gambar digital atau jumlah baris per satuan tinggi pada tampilan layar TV CRT. Berikut ini adalah gambar yang menjelaskan tentang resolusi:



Gambar 3.1 Perbedaan Detail dari Resolusi Gambar

Resolusi dinyatakan dalam perbandingan antara 2 angka bulat, yang menyatakan jumlah *pixel* pada arah lebar dan pada arah tinggi. Contohnya: resolusi layar notebook 1366 by 768 atau sering ditulis 1366 x 768.

Istilah *megapixel* pada kamera digital berarti jumlah *pixel* dalam satu gambar dibagi dengan 1 juta, jadi kamera 18 *megapixel* menghasilkan gambar dengan jumlah *pixel* sejumlah 18 juta. Ada juga resolusi dengan perbandingan satuan luas, yaitu *dots per inchi* (DPI) yang sering digunakan dalam perhitungan kualitas gambar dan *pixel per inchi* (PPI) yang sering digunakan dalam perhitungan kualitas layar.

Berikut ini adalah rumus untuk menghitung resolusi:

$$\text{Resolusi} = (w * \text{DPI}) \times (h * \text{DPI})$$

keterangan:

w = lebar (inchi)

h = tinggi (inchi)

#### **D. Kesimpulan BAB III**

Sebuah gambar tersusun dari banyak elemen yang seragam dan umumnya berbentuk persegi pada arah mendatar dan vertikal, yang disebut dengan pixel. Banyaknya pixel pada sebuah gambar disebut dengan resolusi, dimana semakin besar angka resolusi maka semakin detail gambar yang dihasilkan. Resolusi dapat dihitung dengan rumus, dimana lebar dan tinggi gambar yang akan dibuat digital dinyatakan dalam inchi dan kualitas alat pembuat digital/scan dalam satuan DPI.

#### **E. Latihan Soal Evaluasi**

1. Apa yang dimaksud dengan pixel?
2. Sebutkan sifat-sifat pixel!
3. Apa yang disebut dengan resolusi?
4. Sesuai dengan rumus, maka hal-hal apa yang berkaitan dengan besarnya resolusi?
5. Sebuah gambar cetak dengan ukuran 8" x 10" di-scan pada 300 dpi, berapakah dimensi *pixel* (resolusi) yang dihasilkan?

## BAB IV. DENSITAS (KERAPATAN) LAYAR (PPI)

### Tujuan Instruksional Umum

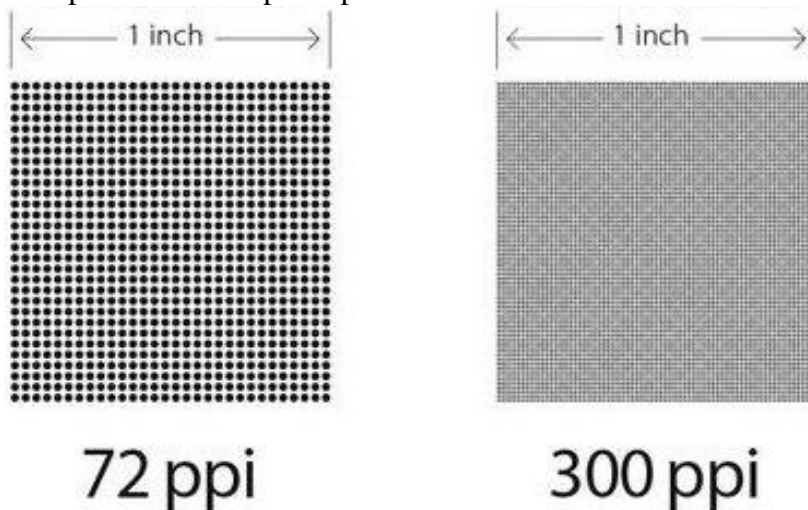
Setelah mempelajari materi ini, mahasiswa mengetahui apa itu Densitas Layar (PPI) dan cara menghitungnya.

### Tujuan Instruksional Khusus

- Mahasiswa mengetahui perbedaan antara DPI dan PPI
- Mahasiswa mampu menghitung kerapatan (densitas) dari layar

### A. Pengertian PPI

Berbeda dengan DPI, PPI digunakan untuk mengetahui densitas (kerapatan) *pixel* dari sebuah layar. Berikut ini adalah gambar perbedaan kerapatan pada PPI:



Gambar 4.1 Perbedaan Kerapatan PPI

Semakin besar PPI, maka layar akan semakin detail dalam menampilkan suatu gambar digital. PPI dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{Densitas Layar (PPI)} = \frac{\sqrt{a^2+b^2}}{c}$$

- a = banyaknya *pixel* pada arah lebar layar (*pixel*)
- b = banyaknya *pixel* pada arah tinggi layar (*pixel*)
- c = diagonal layar (inchi)

Contoh Perhitungan:

- Sebuah Apple iPad 3 mempunyai diagonal layar 9,7 inch, dengan resolusi layar 1536 x 2048 px, Berapa PPI-nya?

$$\begin{aligned}
 \text{PPI} &= \frac{\sqrt{a^2+b^2}}{c} \\
 &= \frac{\sqrt{1536^2+2048^2}}{9,7} \\
 &= \frac{\sqrt{2359296+4194304}}{9,7} \\
 &= \frac{\sqrt{6553600}}{9,7} \\
 &= \frac{2560}{9,7} \\
 &= \simeq 263 \text{ ppi}
 \end{aligned}$$

Cara mengetahui resolusi layar *handphone* atau *smartphone* adalah sebagai berikut:

1. *Screenshot/capture* layar HP, lalu dilihat resolusinya
2. Resolusi *wallpaper* bawaan HP, bukan hasil dari *download*
3. *Search via Google*, dengan kata kunci: *screen resolution* (tipe HP)

## B. Kesimpulan BAB IV

Pada prinsipnya DPI dan PPI bila digambarkan adalah sama, perbedaan istilah ini adalah pada pemakaiannya sehari-hari, bila DPI digunakan pada kualitas gambar digital, sedangkan PPI pada kualitas layarnya yang menampilkan gambar digital. PPI dapat dihitung dengan rumus, dimana lebar dan tinggi dinyatakan dalam pixel dan diagonal layar dalam inchi.

## C. Latihan Soal Evaluasi

1. Apakah yang dimaksud dengan PPI?
2. Apakah beda antara DPI dan PPI?
3. Hitung PPI dari masing-masing *smartphone* yang dimiliki, dengan pengukuran manual untuk diagonal layar lalu cek

kebenarannya dengan cara googling dengan kata kunci: PPI (spasi)(merk *smartphone*)(tipe *smartphone*)!

4. Hitung PPI dari layar laptop dengan diagonal layar 14 inchi, dan resolusi 1366x768 pixel!
5. Hitung PPI dari layar TV dengan diagonal layar 60 inchi, dan resolusi 1920x1080 pixel!
6. Jelaskan mengapa semakin besar layar maka semakin kecil PPI-nya?



## BAB V. BIT DAN BYTE

### Tujuan Instruksional Umum

Setelah mempelajari materi ini, mahasiswa mampu menghitung ukuran file gambar digital dalam byte

### Tujuan Instruksional Khusus

- Mahasiswa memahami cara komputer dalam membaca warna gambar digital sesuai dengan kedalaman bit-nya
- Mahasiswa mampu menghitung ukuran file gambar yang disimpan dalam byte

### A. BIT

*Binary Digit* (BIT) adalah kode biner, yaitu angka 0 dan 1 yang mewakili nilai tonal/warna pada setiap *pixel*. Komputer ketika mendapatkan kode biner dari suatu gambar yang bernilai 0, maka akan menampilkan gambar dengan warna hitam, dan nilai 1 sebagai warna putih dalam sebuah *pixel* (Cornell University Library Research Department, 2003). Berikut ini adalah gambar dari pembacaan kode biner yang mewakili suatu warna pada gambar digital:

1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	0	0	0	1	1	0	0	0	1
1	1	0	1	1	1	1	0	1	1
1	1	0	1	1	1	1	0	1	1
1	1	0	1	1	1	1	0	1	1
1	1	0	0	0	0	0	0	1	1
1	1	0	1	1	1	1	0	1	1
1	1	0	1	1	1	1	0	1	1
1	1	0	1	1	1	1	0	1	1
1	0	0	0	1	1	0	0	0	1
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Gambar 5.1 Kode Biner pada Gambar Digital

## B. BIT Depth

Bit *depth* atau kedalaman bit adalah jumlah bit yang menerangkan setiap *pixel*, dimana semakin tinggi kedalaman bit-nya maka semakin banyak warna yang diwakili.

Berikut ini adalah pembagian gambar berdasarkan kedalaman bit-nya:



Gambar 5.2 Bitonal, *Grayscale* dan Warna

### 1. Gambar Hitam Putih (Bitonal)

Gambar hitam putih mempunyai kedalaman bit 1. Jumlah warna yang dapat diwakili adalah sejumlah: 2 pangkat 1 ( $2^1$ ) yaitu 2 warna, dimana kode biner 0 mewakili warna hitam dan 1 mewakili putih.

### 2. Gambar Skala Abu-Abu (*Grayscale*)

Kedalaman bit-nya = 2 s/d 4

Jumlah warna =  $2^2 = 4$  s/d  $2^4 = 16$  warna

- Kode biner untuk gambar 2 bit =  
00 = hitam, 01 = abu-abu gelap, 10 = abu-abu terang,  
dan 11 = putih,
- Kode biner untuk gambar 3 bit =  
000, 001, 010, 011, 100, 101, 110, dan 111

### 3. Gambar Warna

Kedalaman bit-nya = 8 s/d 24 atau lebih

Jumlah warna =  $2^8 = 256$  warna

$2^{24} = 16.7$  juta warna

## C. BYTE

Byte adalah satuan untuk *file size* (ukuran *file*) dari suatu gambar digital. Ada 2 rumus untuk menghitung ukuran *file*, dimana rumus yang pertama digunakan untuk suatu gambar cetak berbentuk fisik (analog) yang akan dibuat menjadi digital melalui sebuah alat *scanner*, sedangkan rumus yang kedua

digunakan untuk gambar digital yang dibuat melalui *capture* dari kamera.

Berikut ini adalah kedua rumus tersebut (Cornell University Library Research Department, 2003):

### 1. Rumus 1 untuk Ukuran *File*

$$\text{Ukuran file} = \frac{h \times w \times \text{bit} \times \text{dpi}^2}{8}$$

h = tinggi (inchi)

w = lebar (inchi)

### 2. Rumus 2 untuk Ukuran *File*

$$\text{Ukuran file} = \frac{\text{resolusi} \times \text{bit}}{8}$$

resolusi = dimensi gambar (*pixel*)

Angka 8 pada kedua rumus di atas adalah mewakili besarnya kedalaman bit dalam satu satuan byte, atau ringkasnya dapat ditulis sebagai berikut: 1 byte = 8 bit.

Persetujuan internasional dalam penamaan untuk ukuran *file* pada setiap kenaikan byte sebesar  $2^{10} = 1024$ , yaitu sebagai berikut:

1 Kilobyte (KB) = 1024 byte,

1 Megabyte (MB) = 1024 KB,

1 Gigabyte (GB) = 1024 MB,

1 Terabyte (TB) = 1024 GB

## D. Kesimpulan BAB V

Digit biner atau BIT pada gambar digital digunakan untuk menentukan kedalaman warna, sedangkan ukuran file gambar digital dinyatakan dalam byte.

## E. Latihan Soal Evaluasi

Usahakan untuk mengerjakan soal tanpa melihat terlebih dahulu kunci jawabannya!

1. Bila sebuah gambar hitam-putih dengan ukuran kertas A4, di-scan pada 100 dpi, berapa ukuran *file* yang dihasilkan

dalam KB? (\*A4 = 21 cm X 29,7 cm) (1 cm = 0.393701 inch)

2. Jika *capture* dari kamera digital menghasilkan gambar 24 bit dengan dimensi *pixel* (resolusi) 2048 x 3072 *pixel*, maka berapa ukuran *file*-nya dalam MB?
- 

Jawaban no.1:

21 cm = 21 x 0,393701 = 8,267721 = 8,3 inchi,

29,7 cm = 29,7 x 0,393701 = 11,6929197 = 11,7 inchi,

Bit *depth* dari gambar hitam-putih = 1,

$$\begin{aligned}\text{Ukuran file} &= \frac{h \times w \times \text{bit} \times \text{dpi}^2}{8} \\ &= \frac{8,3 \times 11,7 \times 1 \times 100^2}{8} \\ &= \frac{97110}{8} \\ &= 121387,5 \text{ byte} \\ &= \frac{121387,5}{1024} \\ &= 118,54 \text{ KB}\end{aligned}$$

Jawaban no.2:

$$\begin{aligned}\text{Ukuran file} &= \frac{\text{resolusi} \times \text{bit}}{8} \\ &= \frac{2048 \times 3072 \times 24}{8} \\ &= 18874368 \text{ byte} \\ &= \frac{18874368}{1024} \\ &= 18432 \text{ KB} \\ &= \frac{18432}{1024} \\ &= 18 \text{ MB}\end{aligned}$$

## BAB VI. WARNA

### Tujuan Instruksional Umum

Setelah mempelajari materi ini, mahasiswa mampu menjelaskan perbedaan dan pemakaian beberapa jenis warna

### Tujuan Instruksional Khusus

- Mahasiswa mampu memahami mode warna RGB, CMYK, HSB dan LAB
- Mahasiswa mampu menerapkan berbagai jenis warna yang sesuai dengan peruntukannya

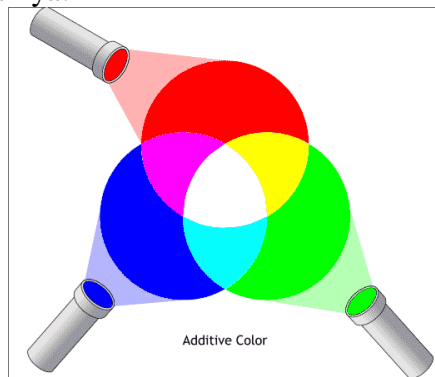
### A. Pengertian Warna

Warna adalah sensasi yang diciptakan sistem visual manusia karena adanya eksitasi radiasi elektromagnetik yang dikenal sebagai cahaya (Gonzalez & Woods, 1992).

### B. 4 Jenis Pewarnaan (Mode Warna)

#### 1. RGB (Red Green Blue)

RGB merupakan perpaduan warna berdasarkan dari cahaya. RGB disebut juga sebagai warna *additive*. Berikut ini adalah gambarnya:



Gambar 6.1 RGB

#### a. Super RGB (sRGB)

Super RGB diciptakan pada tahun 1996 oleh Microsoft dan Hewlet Packard, memiliki rentang warna

yang paling sedikit, biasanya digunakan untuk *browser*, *smartphone* dan semua perangkat digital karena memiliki ruang warna yang paling serba guna (*versatile*), yang berarti cocok diterapkan di perangkat apapun.

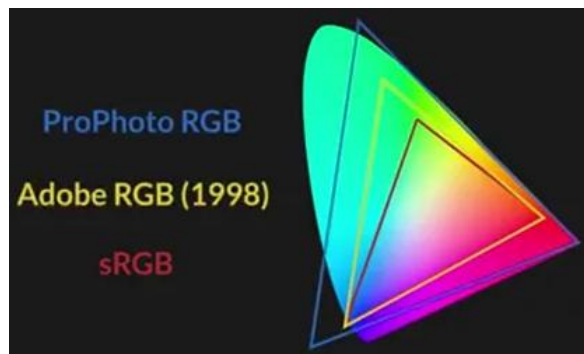
**b. Adobe RGB 1998**

Adobe RGB atau Adobe RGB 1998 sesuai dengan namanya dibuat oleh Adobe pada tahun 1998, memiliki rentang warna di atas sRGB tetapi masih di bawah ProPhoto RGB. Sebagian kamera DSLR menawarkan opsi untuk menggunakan *color profile* ini dan langsung diproses kamera untuk menghasilkan file JPG, dan sebagian monitor *high end* mampu menampilkan gambar dengan *color profile* Adobe RGB 1998

**c. ProPhoto RGB**

ProPhoto RGB merupakan *color space* dengan rentang warna terbanyak dibanding *color spaces* lainnya, mencakup semua warna yang dapat dilihat oleh mata manusia, dan dirancang sebagai standar universal untuk peng-*edit*-an gambar dengan bit tinggi. ProPhoto RGB merupakan *color space* yang sangat populer di kalangan fotografer profesional, yaitu pada pengeditan foto pada format mentah atau RAW.

Perlu dicatat bahwa *browser* dan hampir semua perangkat digital tidak bisa menampilkan rentang warna yang luas seperti Adobe RGB/ProPhoto RGB, maka dari itu untuk keperluan *upload* di internet dan media sosial selalu digunakan warna sRGB. Perbedaan rentang warna antar jenis RGB dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 6.2 Perbedaan Rentang Warna RGB

## 2. CMYK (Cyan Magenta Yellow Key/blackK)

CMYK merupakan perpaduan warna berdasarkan dari tinta. CMYK disebut juga sebagai warna *subtractive*. Berikut ini adalah gambarnya:



Gambar 6.3 CMYK

## 3. HSB (Hue Saturation Brightness)

### a. *Hue*

*Hue* adalah warna-warni atau warna dasar. Dengan mengganti *hue* berarti mengganti warna dasar dari suatu gambar.

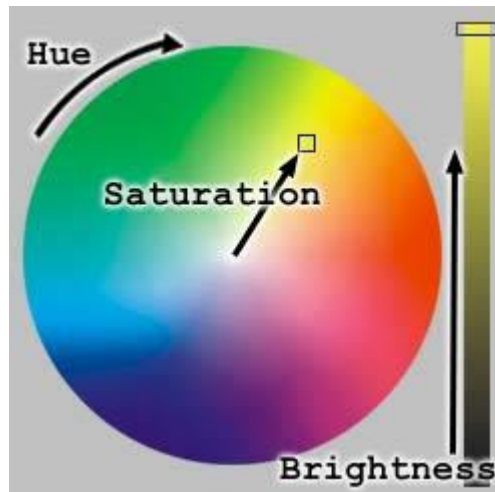
### b. *Saturation*

*Saturation* adalah kekentalan warna, apabila saturasi diubah berarti menambah atau mengurangi kekentalan warna dari suatu gambar.

### c. *Brightness*

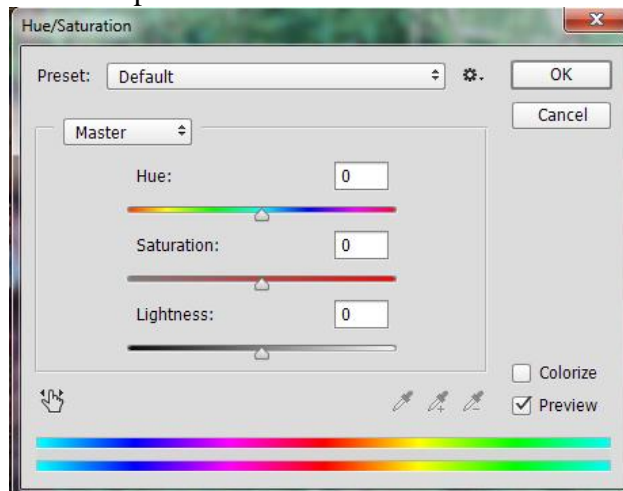
*Brightness* adalah kecerahan atau intensitas cahaya yang dipancarkan *pixel* dari citra yang dapat ditangkap oleh sistem penglihatan.

Berikut ini adalah gambar yang menjelaskan tentang HSB:



Gambar 6.4 HSB

Berikut ini adalah gambar pengaturan HSB/HSL pada Adobe Photoshop:

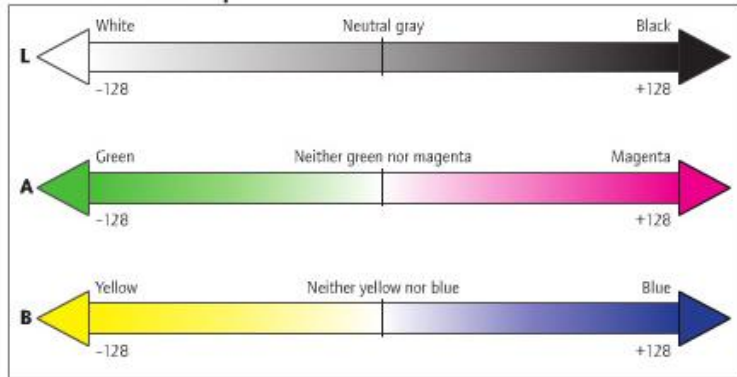


Gambar 6.5 Pengaturan HSB/HSL pada Photoshop

#### 4. LAB

(L=*luminance*; A=variasi warna antara hijau ke merah; B=variasi warna antara biru ke kuning). Berikut ini adalah gambar yang menjelaskan tentang LAB:





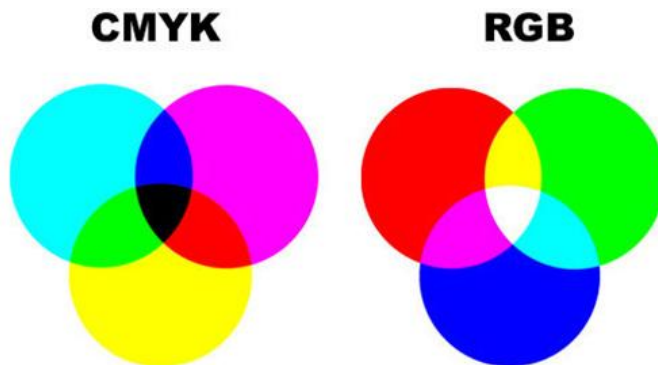
Gambar 6.6 LAB

### C. Perbedaan RGB dan CMYK

Perbedaan antara RGB dan CMYK dapat dirangkum seperti pada tabel dan gambar di bawah ini:

Tabel 6.1 Perbedaan RGB dan CMYK

RGB	CMYK
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Warna cahaya (<i>additive</i>)</li> <li>• Red Green Blue (merah, hijau, biru)</li> <li>• RGB warna-warna primer pada monitor</li> <li>• RGB bertujuan ditampilkan ke layar monitor</li> <li>• <math>R+G+B = \text{putih}</math></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Warna tinta (<i>subtractive</i>)</li> <li>• Cyan Magenta Yellow Black (biru muda, ungu, kuning dan hitam)</li> <li>• CMYK = warna-warna primer pada printer</li> <li>• CMYK bertujuan ditampilkan ke media cetak</li> <li>• <math>C+M+Y = \text{hitam}</math></li> </ul>



Gambar 6.7 RGB dan CMYK

Langkah untuk hasil terbaik pencetakan:

1. Menggunakan warna CMYK
2. Mengenali semua karakteristik perangkat (*printer*) dengan baik, kalau perlu lakukan antara kalibrasi perangkat yang digunakan dengan memperhatikan *International Color Consortium (ICC) profile*-nya
3. *ICC profile* berguna untuk mengoordinasikan komponen mesin cetak yaitu pada bagian *print head*, *nozzle*, dan medianya agar dapat menciptakan warna yang sesuai dan konsisten. Setiap mesin cetak memiliki spesifikasi yang berbeda sehingga warna hasil cetaknya kemungkinan juga berbeda, untuk menentukan ketepatan warna yang akurat memang agak susah karena sifatnya yang subjektif, maka perlu menggunakan *trick* dengan cara membandingkan hasil cetak antar mesinnya.

Langkah untuk desain *web* dan desain grafis dengan *output* monitor:

1. Menggunakan warna RGB
2. Mengerjakan dalam ruang cahaya yang terkontrol. Pengerjaan desain pada siang dan malam hari dapat menghasilkan warna yang berbeda.

Tampilan warna RGB lebih kaya dan menarik, namun dunia percetakan menggunakan warna CMYK. Ada penurunan kualitas/*grade* apabila warna RGB dipaksakan masuk ke media film/percetakan karena perubahan warnanya besar. Ketelanjuran pengerjaan desain dalam RGB, dapat dikonversi dulu ke CMYK, tetapi karena ada perubahan warna maka perlu ditinjau kembali pengaturan warnanya. Kesimpulannya adalah sebelum mulai berkarya, mode warna yang digunakan dalam desain ditentukan terlebih dahulu, untuk dicetak atau untuk di-*display*.

#### **D. Kesimpulan BAB VI**

Ada beberapa pilihan warna yang dapat digunakan sesuai dengan peruntukannya, baik untuk keperluan cetak, keperluan ditampilkan di monitor dan internet, dan keperluan editing. Kesalahan pemakaian warna dapat mengakibatkan perbedaan warna yang mencolok antara ketika ditampilkan di layar monitor dan ketika dicetak.

### **E. Latihan Soal Evaluasi**

1. Apakah yang dimaksud dengan warna?
2. Ada berapa jenis warna yang sering dipakai?
3. Sebutkan dan jelaskan beberapa jenis RGB!
4. Apakah yang disebut dengan hue, saturation dan brightness?
5. Sebutkan perbedaan antara warna RGB dan CMYK!

## BAB VII. HEXADECIMAL (HEX)

### Tujuan Instruksional Umum

Setelah mempelajari materi ini, mahasiswa mampu mengonversi warna RGB ke Hexadecimal (HEX)

### Tujuan Instruksional Khusus

- a. Mahasiswa memahami tentang warna Hexadecimal (HEX)
- b. Mahasiswa mampu mengonversi mode warna RGB ke HEX, dan HEX ke RGB

Sebuah *pixel* disimpan dalam komputer umumnya diwakili oleh 6 karakter menggunakan angka 0 sampai 9 dan huruf A sampai F. *Hexadecimal (HEX)* terdiri dari 6 buah urutan karakter dari 16 karakter yang tersedia (0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, A, B, C, D, E, dan F) yang mewakili sebuah warna, sehingga ada 16.777.216 kemungkinan kombinasi, oleh karena itu sebuah *pixel* dapat menjadi salah satu dari 16.777.216 warna dari rentang warna hitam (000000) ke murni putih (FFFFFF).

HEX digunakan untuk menentukan warna yang akurat untuk ditampilkan tanpa perlu melakukan kira-kira dengan penglihatan, seringnya digunakan untuk pemilihan warna di halaman web melalui kode HTML-nya. HEX dalam penulisannya diawali dengan tanda pagar (#) lalu diikuti oleh dua digit (pasangan) pertama yang mewakili jumlah warna merah (R) pada *pixel*, berikutnya pasangan digit yang mewakili hijau (G) dan terakhir pasangan digit yang mewakili biru (B). Berikut ini adalah gambaran urutan penulisannya:

#	R <sub>1</sub> R <sub>2</sub>	G <sub>1</sub> G <sub>2</sub>	B <sub>1</sub> B <sub>2</sub>
	RED	GREEN	BLUE

Ada 256 kemungkinan kombinasi untuk setiap pasangan yang diwakili oleh angka 0 sampai dengan 255. Karakter terendah dari setiap pasangan digit adalah 00 dengan nilai= 0, dan karakter tertinggi adalah FF dengan nilai= 255.

Contohnya yaitu warna dengan kode hex #FF0000: karakter tertinggi (FF) terletak di 2 digit pertama, berarti warna merah

tertinggi, lalu karakter terendah (00) terletak di 2 digit kedua yang berarti tidak ada campuran (kombinasi) warna hijau dan karakter terendah (00) terletak di 2 digit ketiga yang berarti tidak ada campuran warna biru. Jadi kode warna #FF0000 adalah warna merah murni.

Berikut ini adalah contoh kode-kode hex dan warnanya:

- a. #00FF00: Hijau murni
- b. #0000FF: Biru murni
- c. #FFFF00: Campuran merah murni dan hijau murni yaitu kuning murni
- d. #FF00FF: Campuran merah murni dan biru murni yaitu magenta murni
- e. #00FFFF: Campuran hijau murni dan biru murni yaitu cyan murni

### A. Konversi RGB ke HEX

$Red = 255$  warna  $\rightarrow$  dari 1 s/d 255, sedangkan angka 0 menunjukkan ketiadaan warna. Setiap angka warna diwakili oleh 2 pasangan kode hex. Kenaikan setiap digit pertama (0 ke 1 atau 1 ke 2 atau 9 ke A), adalah kelipatan dari 16

Berikut ini adalah tabel nilai warna untuk setiap pasangan yang diwakili oleh kode hex:

Tabel 7.1 Tabel Nilai Pasangan Warna dalam Hex

Nilai	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Hex	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F

Cara untuk mengonversi RGB ke HEX adalah sebagai berikut:

$R_1 = R / 16$ , abaikan angka di belakang koma atau dibulatkan ke bawah tanpa koma, sedangkan untuk karakter  $R$  yang kedua yaitu  $R_2 = R - (R_1 \times 16)$ , demikian juga sama caranya untuk  $G$  dan  $B$ .

Contoh:

$R = 135$   
 $G = 245$   
 $B = 78$

} #  $R_1 R_2 G_1 G_2 B_1 B_2$  ?

$$\begin{array}{lll}
\mathbf{R}_1 = \mathbf{R} / 16 & \mathbf{G}_1 = \mathbf{G} / 16 & \mathbf{B}_1 = \mathbf{B} / 16 \\
= 135 / 16 & = 245 / 16 & = 78 / 16 \\
= 8,4375 & = 15,3125 & = 4,875 \\
\approx 8 & \approx 15 = \text{F (tabel 7.1)} & \approx 4 \\
\mathbf{R}_2 = \mathbf{R} - (\mathbf{R}_1 \times 16) & \mathbf{G}_2 = \mathbf{G} - (\mathbf{G}_1 \times 16) & \mathbf{B}_2 = \mathbf{B} - (\mathbf{B}_1 \times 16) \\
= 135 - (8 \times 16) & = 245 - (15 \times 16) & = 78 - (4 \times 16) \\
= 135 - 128 & = 245 - 240 & = 78 - 64 \\
= 7 & = 5 & = 14 = \text{E}
\end{array}$$

Jadi, kode HEX dari **RGB** (135, 245, 78) adalah #87F54E

## B. Konversi HEX ke RGB

Pengonversian HEX ke RGB dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\mathbf{R} = 16 \cdot \mathbf{R}_1 + \mathbf{R}_2$$

$$\mathbf{G} = 16 \cdot \mathbf{G}_1 + \mathbf{G}_2$$

$$\mathbf{B} = 16 \cdot \mathbf{B}_1 + \mathbf{B}_2$$

Contoh:

Buktikan bahwa #05982F adalah kode hexadecimal dari:

$$\mathbf{R} = 5$$

$$\mathbf{G} = 152$$

$$\mathbf{B} = 47$$

Diketahui: #05982F

$$\mathbf{R}_1 = 0 \quad \mathbf{G}_1 = 9 \quad \mathbf{B}_1 = 2$$

$$\mathbf{R}_2 = 5 \quad \mathbf{G}_2 = 8 \quad \mathbf{B}_2 = \text{F} = 15$$

$$\mathbf{R} = 16 \cdot \mathbf{R}_1 + \mathbf{R}_2$$

$$= 16 \cdot 0 + 5$$

$$= 0 + 5$$

$$= 5$$

$$\mathbf{G} = 16 \cdot \mathbf{G}_1 + \mathbf{G}_2$$

$$= 16 \cdot 9 + 8$$

$$= 144 + 8$$

$$= 152$$

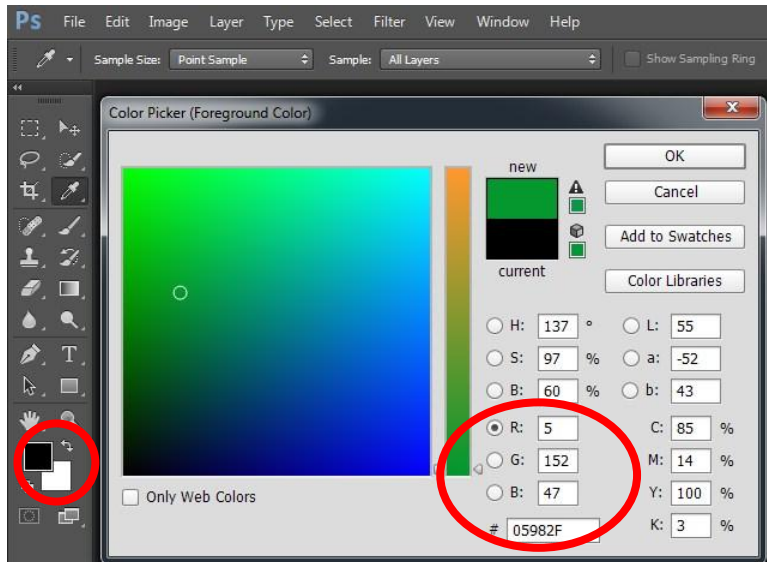
$$\mathbf{B} = 16 \cdot \mathbf{B}_1 + \mathbf{B}_2$$

$$= 16 \cdot 2 + 15$$

$$= 32 + 15$$

$$= 47$$

Pengonversian secara otomatis sekaligus untuk mengecek benar salahnya perhitungan di atas, dapat dilakukan melalui *software*, contohnya Adobe Photoshop pada menu *color picker*. Berikut ini adalah gambarnya:



Gambar 7.1 Konversi RGB ke HEX melalui Photoshop

### C. Kesimpulan BAB VII

Warna RGB perlu dikonversi ke dalam kode Hexadecimal (HEX) agar dapat digunakan untuk menentukan warna yang akurat untuk ditampilkan tanpa perlu melakukan kira-kira dengan penglihatan, ketika melakukan pemilihan warna di halaman *web* melalui kode HTML. HEX terdiri dari 6 digit dimana 2 digit pertama mewakili banyaknya campuran warna merah (R), 2 digit kedua mewakili banyaknya campuran warna hijau (G) dan 2 digit terakhir mewakili banyaknya campuran warna biru (B) dengan rentang angka antara 0 sampai 255.

### D. Latihan Soal Evaluasi

1. Apakah yang dimaksud dengan Hexadecimal?
2. Kapan biasanya HEX dipakai?
3. Bila R=250, G=124, dan B=78, maka ubahlah ke kode hexadecimal!
4. Bila terdapat kode hexadecimal= #F235B2, maka berapa nilai R, G dan B-nya?

## BAB VIII. FORMAT FILE CITRA

### Tujuan Instruksional Umum

Setelah mempelajari materi ini, mahasiswa memahami macam-macam format file gambar/citra

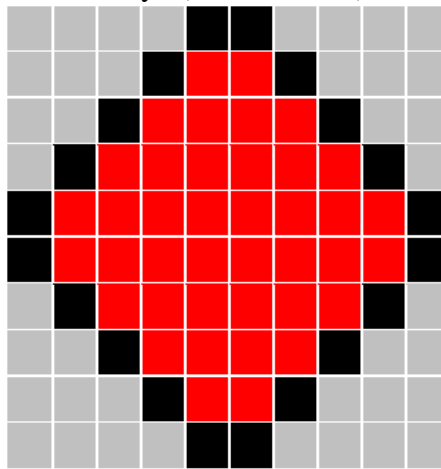
### Tujuan Instruksional Khusus

- Mahasiswa memahami 2 macam format file citra yaitu bitmap/raster dan vektor
- Mahasiswa memahami pemakaian format raster dan vektor

Ada dua pendekatan/format yang berbeda untuk *encoding* gambar digital statis, yaitu dikenal sebagai raster/bitmap dan vector (Brown, 2008).

### A. Raster/Bitmap

Gambar raster/bitmap terdiri dari susunan *pixel* 2 dimensi dimana setiap *pixel* mempunyai warna tertentu. Berikut ini adalah contoh sederhananya (Brown, 2008):



Gambar 8.1 Gambar Raster/Bitmap

Beberapa contoh format raster yang paling sering digunakan adalah: RAW, *Windows Bitmap* (BMP), *Tagged Image File Format* (TIFF), *Graphic Interchange Format* (GIF), *Portable Network Graphics* (PNG), dan *Joint Photographic*



*Experts Group* (JPEG). Ada juga format raster lainnya, yaitu: *Portable Bitmap Format* (PBM), *Portable Graymap Format* (PGM), *Portable Pixmap Format* (PPM), *Personal Computer eXchange* (PCX), *Postscript* (PS, EPS, EPFS).

## B. *Vektor*

Format gambar vektor terbentuk dari representasi matematis dari elemen-elemen gambar seperti bidang atau garis. Sebuah garis dapat didefinisikan dalam aturan koordinat dari titik awal, arah dan panjang. Bidang-bidang yang rumit dapat dibentuk dari beberapa bidang yang sederhana. Sebuah bidang yang tertutup juga dapat diisi dengan warna-warna. Beberapa format vektor mendukung objek 3D dengan baik, seperti pada model *wire-frame* (Brown, 2008).

Format vektor kebanyakan digunakan pada lingkup *Computer-Aided Design* (CAD) yang ideal dalam pembuatan gambar arsitektur dan teknik, peta, skema/bagan, dan grafik. Vektor juga merupakan bentuk dasar dari pemodelan dan animasi 3D (Brown, 2008).

File vektor dapat dengan mudah dimanipulasi/*di-edit* dan di-skala-kan tanpa kehilangan kualitasnya. Ukuran *file* vektor sebanding dengan tingkat kerumitan gambar. Vector biasanya tidak mendukung kompresi, walaupun demikian ukuran *file* vektor jauh lebih kecil dibandingkan format raster dengan gambar yang serupa (Brown, 2008).

Berikut ini adalah beberapa contoh format vektor:

- DWG = Format gambar *vector* yang dihasilkan oleh *software* AUTOCAD
- AI = Format gambar *vector* yang dihasilkan oleh *software* Adobe Illustrator
- CDR = Format gambar *vector* yang dihasilkan oleh *software* CorelDRAW
- SVG = *Scalable Vector Graphics* dimana dapat ditampilkan pada *web browser*, contohnya Mozilla Firefox

## C. *Perbedaan Raster dan Vektor*

Raster dan Vektor secara umum mempunyai beberapa perbedaan, yang terangkum dalam tabel di bawah ini:

Tabel 8.1 Perbedaan Raster dan Vektor

<b><i>Bitmap/Raster</i></b>	<b><i>Vektor</i></b>
terbentuk dari susunan banyak <i>pixel</i> 2D	terbentuk dari unsur garis, kurva dan bidang secara matematis
kualitas sangat bergantung pada resolusi	kualitas tidak bergantung pada resolusi
diperbesar = pecah, kasar dan kurang jelas.	diperbesar = halus, tidak pecah
ukuran <i>file</i> lebih besar	ukuran <i>file</i> lebih kecil.

#### **D. Kesimpulan BAB VIII**

File citra atau gambar terdiri dari dua format, yaitu yang pertama raster/bitmap dimana pixel merupakan elemen penyusunnya, dan yang ke dua adalah vector dimana gambar diciptakan dari representasi matematis dari garis dan bidang. Raster akan pecah bila diperbesar tetapi tidak untuk file vector. Raster mempunyai rentang warna yang jauh lebih banyak daripada vector, dan support gradasi yang halus, banyak digunakan untuk foto, sedangkan vector banyak digunakan untuk logo dengan sedikit warna dan gambar-gambar 3D. Hampir semua file raster dapat dibuka melalui perangkat papaun, sedangkan vector harus dibuka dengan aplikasi vector.

#### **E. Latihan Soal Evaluasi**

1. Apakah yang disebut dengan raster/bitmap?
2. Jenis file apa sajakah yang termasuk dalam raster?
3. Apakah yang disebut dengan vector?
4. Jenis file apa sajakah yang termasuk dalam vector?
5. Apakah keunggulan raster dibandingkan dengan vector?
6. Apakah keunggulan vector dibandingkan dengan raster?
7. Apakah kelemahan raster dibandingkan dengan vector?
8. Apakah kelemahan vector dibandingkan dengan raster?
9. Untuk apa saja file raster digunakan?
10. Untuk apa saja file vector digunakan?

## BAB IX. RASTERIZE DAN VECTORIZE

### Tujuan Instruksional Umum

Setelah mempelajari materi ini, mahasiswa memahami dan membuat file gambar raster dan vector dan konversi antar keduanya

### Tujuan Instruksional Khusus

- a. Mahasiswa mampu mengubah format gambar dari vektor ke raster
- b. Mahasiswa mampu mengubah format gambar dari raster ke vektor manual (*tracing*) dan otomatis

## A. RASTERIZE

### 1. Pengertian Rasterize

*Rasterize* adalah proses mengubah gambar *vector* ke gambar *raster* (Chandra K, 2007).

### 2. Cara Rasterize

Konversi/pengubahan format vektor ke dalam format raster, cara yang paling mudah adalah membuka gambar vektor tersebut pada *software* pembuat gambar vektor, lalu di-*export* ke format raster, langsung melalui menu di *software* tersebut.

Format gambar DWG dapat dibuka melalui CorelDraw, tetapi sebaiknya tetap dibuka melalui *software* pembuatnya yaitu AutoCad, baru di-*export* ke BMP/JPEG/PNG, untuk menghindari ada bagian gambar yang hilang atau tidak terbaca. Format gambar AI juga demikian, sebaiknya dibuka melalui Adobe Illustrator.

## B. VECTORIZE

### 1. Pengertian *Vectorize*

*Vectorize* adalah kebalikan dari *Rasterize*, yaitu proses mengubah gambar raster ke gambar vektor. Proses *vectorize* ini tidak terdapat pada menu pilihan di dalam *software* raster/bitmap, misalnya Photoshop. Proses *vectorize* disebut juga proses *tracing*, dimana dapat dilihat pada gambar berikut ini (Vector Magic, Inc, 2007):



Gambar 10.1 Proses *Tracing*

### 2. Cara *Vectorize*

#### a. Cara Manual

Cara manual *vectorize* yaitu dengan cara meng-*import* gambar raster (BMP/JPG/PNG) ke dalam CorelDRAW, lalu kita buat *shape*/bentuk baru dengan cara menjiplak/menelusuri garis (*tracing*) bentuk dari gambar raster tersebut, lalu baru disimpan ke dalam format vektor (DWG/AI/CDR/SVG).

#### b. Melalui *Software Khusus*

Beberapa *software* khusus yang biasa digunakan untuk *vectorize* adalah:

- Vector Magic (<https://vectormagic.com/>)
- MagicTracer™ (<http://www.magictracer.com/>)

- Inkscape (<https://inkscape.org>)
- Vextractor (<http://www.vextrasoftware.com/>)
- Wintopo (<http://wintopo.com>)
- Scan2CAD (<http://www.scan2cad.com>)

Kualitas gambar vector yang dihasilkan dari *vectorize* ini cukup mendekati aslinya untuk gambar dengan warna yang cenderung sedikit, sedangkan untuk gambar dengan banyak variasi warna seperti foto dan gambar dengan gradasi warna, kualitas gambar vektor yang dihasilkan dari *vectorize* ini terlihat ada perbedaan dengan aslinya.

### C. Kesimpulan BAB IX

Pengubahan atau konversi dari format citra vector ke raster disebut *rasterize*, dan sebaliknya raster ke vector disebut dengan *vectorize*. Rasterize dapat dilakukan dengan sangat mudah, yaitu melalui tool yang biasanya ada di software vector yaitu export ke bitmap/raster. Vectorize prosesnya ada dua cara, yang pertama secara manual dengan manual tracing yaitu dengan cara menjiplak gambar raster dan menggambarnya ulang tepat di atas gambar tersebut, dan cara yang kedua yaitu dengan cara otomatis yang disebut dengan *auto-trace*.

### D. Latihan Soal Evaluasi

1. Apakah yang disebut dengan rasterize?
2. Mengapa harus dilakukan rasterize?
3. Bagaimanakah langkah untuk melakukan rasterize?
4. Apakah yang disebut dengan vectorize?
5. Mengapa harus dilakukan vectorize?
6. Bagaimanakah langkah untuk melakukan vectorize?
7. Sebutkan beberapa perangkat lunak yang dapat digunakan untuk proses vectorize!

## BAB X. KOMPRESI CITRA

### Tujuan Instruksional Umum

Setelah mempelajari materi ini, mahasiswa memahami macam-macam kompresinya dari format file gambar/citra dan pemakaiannya

### Tujuan Instruksional Khusus

- a. Mahasiswa memahami teknik-teknik kompresi citra dan tujuannya
- b. Mahasiswa memahami penggunaan GIF, PNG dan JPEG

### A. Pengertian Kompresi Citra

Kompresi citra adalah pemampatan data yang mengodekan gambar asli dengan beberapa bit (Wei, 2009). Kompresi citra juga dapat diartikan sebagai proses pengodean atau pengonversian *file* gambar raster/bitmap dengan cara tertentu, dimana bertujuan untuk:

1. Mengecilkan ukuran *file* gambar,
2. Penghematan tempat penyimpanan,
3. Penghematan waktu pengiriman (transmisi),
4. Penghematan waktu penampilan di halaman *web* (internet).

Format *file* raster asli sebelum di-kompresi:

#### 1. *BitMap Graphics* (BMP)

BMP merupakan format kuno dan abadi. BMP telah dikenal ketika sistem operasi DOS dan Windows sampai sekarang. *File* yang dihasilkan adalah ber-ekstensi .bmp.

#### 2. RAW

RAW merupakan format *file* asli pada kamera digital, dinamakan juga dengan *Digital Negatif* (DNG).

#### 3. *Tagged Image File Format* (TIFF)

TIFF dikembangkan oleh gabungan perusahaan Aldus dan Microsoft untuk mencapai penggunaan luas pada pasar umumnya, terutama pada *desktop publishing*.

## B. Teknik Kompresi Citra

### 1. *Lossy Compression*

- a. menghilangkan beberapa informasi dalam citra asli
- b. mengubah detail dan warna menjadi lebih sederhana tanpa terlihat perbedaan yang mencolok dalam pandangan manusia
- c. digunakan pada citra yang tidak terlalu memerlukan detail citra

### 2. *Loseless Compression*

- a. tidak ada satupun informasi citra yang dihilangkan
- b. biasa digunakan pada citra medis

## C. Contoh Format File Setelah Dikompresi:

Beberapa contoh format *file* terkompresi yang sering digunakan adalah sebagai berikut:

### 1. *Graphic Interchange Format (GIF)*

GIF dapat dibaca dengan jiff, tetapi kebanyakan orang menyebutnya dengan giff. GIF oleh Compuserve pada tahun 1987 untuk menyimpan berbagai gambar dengan format raster/bitmap menjadi sebuah *file* yang mudah untuk diubah pada jaringan komputer.

GIF adalah *file* format grafis yang paling tua pada *web*, dan begitu dekatnya *file* format ini dengan *web* pada saat itu sehingga *browser* menggunakan format ini. GIF mendukung sampai 8 bit pixel = 256 warna ( $2^8 = 256$  warna), *4-pass interlacing*, *transparency* dan menggunakan varian dari algoritma kompresi Lempel-Ziv Welch (LZW).

Algoritma LZW yang digunakan pada GIF sudah dipatenkan oleh *Unisys. Developer* yang mendistribusikan aplikasi pembuat GIF harus sudah mendapatkan lisensi dari *Unisys*. Segera setelah *CompuServe* dan *Unisys* mendapatkan royalti dari aplikasi tersebut munculah standar yang lebih baru yaitu *Portable Network Graphic (PNG)*.

*File* GIF cocok digunakan untuk:

- a. gambar dengan jumlah warna sedikit, yaitu di bawah 256

- warna.
- b. gambar yang memerlukan perbedaan warna yang tegas dan tanpa gradien.
  - c. gambar dengan transparansi gambar animasi sederhana seperti *banner-banner* iklan, *header*, dan sebagainya.

*File* GIF tidak cocok digunakan untuk:

- a. gambar yang memiliki banyak warna seperti pemandangan.
- b. gambar yang didalamnya terdapat warna gradien atau semburat.

## 2. *Portable Network Graphic (PNG)*

Format PNG dirancang agar menjadi lebih baik daripada format yang terdahulu yaitu GIF dan sudah dilegalkan. PNG dirancang untuk algoritma *lossless* untuk menyimpan sebuah *bitmap image*.

*File* PNG cocok digunakan untuk:

- a. gambar yang memiliki banyak warna.
- b. logo resmi *website* atau perusahaan, karena tidak melanggar hak cipta, dan ukuran *file*-nya kecil
- c. Tombol (*button*) dalam *website*
- d. Gambar dengan transparansi

*File* PNG tidak cocok digunakan untuk foto dengan resolusi besar, karena *file* berukuran lebih besar dari JPG. PNG mempunyai persamaan fitur dengan GIF salah satunya adalah (*multiple images*), meningkatkan sesuatu contohnya (*interlacing*, kompresi) dan penambahan fitur-fitur yang terbaru (*gamma storage*, *full alpha channel*, *true color support*, *error detection*), mendukung untuk *web browser* dimana dapat dilakukan *plug-in* pada *web browser*.

Kelebihan *file* PNG adalah adanya warna transparan dan alpha. Warna alpha memungkinkan sebuah gambar transparan, tetapi gambar tersebut masih dapat dilihat mata seperti samar-samar atau bening. *File* PNG dapat diatur jumlah warnanya 64 bit (*true color* + alpha) sampai *indexed color* 1 bit. Dengan jumlah warna yang sama, kompresi file



PNG lebih baik daripada GIF, tetapi memiliki ukuran *file* yang lebih besar daripada JPG.

### 3. *Joint Photographic Experts Group (JPEG/JPG)*

JPEG/JPG dibaca *jay-peg*, dirancang untuk mengompresi beberapa gambar asli *full-color* atau *grayscale*. Format ini didesain untuk gambar-gambar dengan kedalaman warna 24-bit. JPEG merupakan *file* standar dan paling populer di internet dan media cetak.

Setiap kali menyimpan ke tipe JPEG dari tipe lain, ukuran gambar biasanya mengecil, tetapi kualitasnya turun dan tidak dapat dikembalikan lagi. Ukuran *file* BMP dapat turun menjadi seper-sepuluh-nya setelah dikonversi menjadi JPG. Kecacatan hampir tidak terlihat mata meskipun dengan penurunan kualitas gambar.

*File* JPEG cocok digunakan untuk:

- a. gambar yang memiliki banyak warna, misalnya foto wajah dan pemandangan
- b. gambar yang memiliki gradien, misalnya perubahan warna yang perlahan-lahan dari merah ke biru

*File* JPEG tidak cocok digunakan untuk:

- a. gambar yang hanya memiliki warna sedikit seperti kartun atau komik
- b. gambar yang memerlukan ketegasan garis seperti logo

JPEG sudah mendukung untuk 24-bit *color depth* atau sama dengan 16,7 juta warna ( $2^{24} = 16.777.216$  warna). JPEG bagus digunakan pada *continous tone images* seperti foto atau semua pekerjaan seni yang menghasilkan gambar nyata, tetapi tidak terlalu bagus pada ketajaman gambar dan seni pewarnaan seperti penulisan, kartun yang sederhana atau gambar yang menggunakan banyak garis.

### 4. **JPEG 2000**

JPEG 2000 adalah pengembangan kompresi JPEG yang didesain untuk internet, *scanning*, foto digital, *remote sensing*, *medical imegrey*, perpustakaan digital dan *e-*

*commerce* dimana tidak menurunkan kualitas awalnya (*loseless*).

JPEG 2000 dapat digunakan pada *bit-rate* rendah sehingga dapat digunakan untuk *network image* dan *remote sensing*. Penggunaan kompresi *lossy* dan *loseless* tergantung pada kebutuhan *bandwidth*. *Loseless* digunakan untuk *medical image*

Kelebihan lainnya yaitu dukungan terhadap *protective image security: watermarking, labeling, stamping*, dan *encryption*, mendukung *image* ukuran besar 64k x 64k, dan mendukung *metadata* dan baik untuk *computer-generated imagenary*, dimana dahulu JPEG standar baik untuk *natural imagenary*.

#### **D. Kesimpulan BAB X**

Format file citra yang asli biasanya berukuran sangat besar sehingga perlu dilakukan kompresi dengan alasan keefektifitasan dan keefisienan. Kompresi dapat dilakukan dengan dua teknik yaitu dengan teknik *lossy compression* dan *loseless compression*. Pemakaian file citra hasil kompresi harus disesuaikan dengan kebutuhan yang didasarkan pada kelebihan dan kekurangan masing-masing format file citra tersebut.

#### **E. Latihan Soal Evaluasi**

1. Apakah yang dimaksud dengan kompresi citra?
2. Sebutkan beberapa format file asli/mentah sebelum dikompresi!
3. Apa tujuan sebuah gambar harus dikompresi?
4. Apa yang disebut dengan *lossy compression*?
5. Apa yang disebut dengan *loseless kompression*?
6. Sebutkan beberapa format file setelah dikompresi!
7. Jelaskan kelebihan format gif!
8. Jelaskan kelebihan format png dibandingkan dengan gif!
9. Jelaskan kelebihan dan kekurangan format png dibandingkan dengan jpg!
10. Jelaskan kapan harus memakai format gif, png, dan jpg!

## BAB XI. HISTOGRAM

### Tujuan Instruksional Umum

Setelah mempelajari materi ini, mahasiswa memahami histogram dan pembacaannya

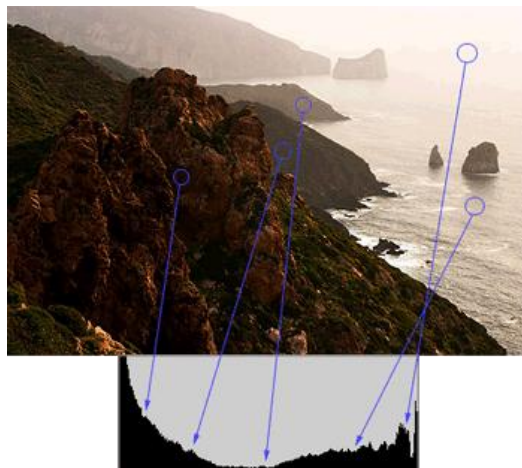
### Tujuan Instruksional Khusus

- Mahasiswa memahami pembacaan histogram dengan benar
- Mahasiswa mampu memperbaiki kualitas gambar berdasarkan histogramnya

### A. Pengertian Histogram

Histogram dalam hal ini *Image Histogram* adalah sebuah grafik yang memrepresentasikan penyebaran tone/warna dalam gambar digital. Sumbu ordinat vertikal merupakan representasi *pixel* dengan nilai tonal dari tiap-tiap deret bin pada sumbu axis horizontalnya.

Histogram pada kamera digital dapat digunakan oleh fotografer sebagai acuan gelap atau terangnya foto yang dihasilkan untuk menghindari hilangnya detail akibat gambar yang terlalu terang atau terlalu gelap (Freeman, 2005). Berikut ini adalah gambar yang memperlihatkan proses pemetaan histogram dari sebuah foto:



Gambar 11.1 Pemetaan Histogram pada Foto

Sisi kiri histogram mewakili warna hitam (RGB 0,0,0) dan pada sisi kanan mewakili warna putih (RGB 255,255,255). Grafik dari kiri ke arah kanan, menunjukkan seberapa banyak pixel yang jatuh di warna hitam, lalu abu-abu, dan akhirnya putih murni di sebelah kanan.

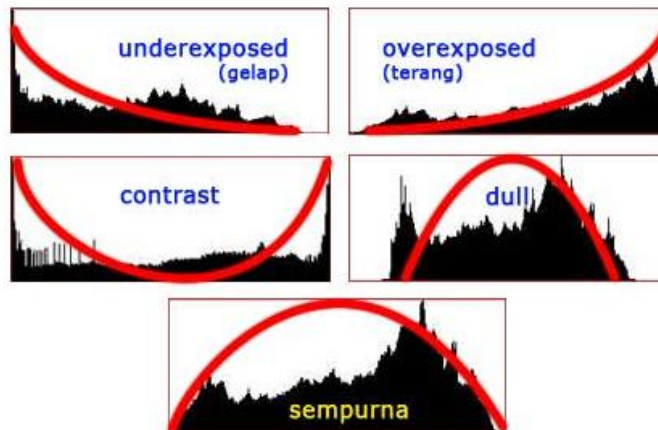
Pembacaan histogram foto dari kamera digital ataupun di *software editing* foto, dapat diketahui apakah foto tersebut memiliki paparan (*exposure*) yang pas atau tidak, cahaya yang ada dalam foto keras atau *flat* (datar), yang pada akhirnya dapat digunakan dalam penentuan proses *editing* mana yang paling pas untuk foto tersebut, bahkan di kamera histogram dapat menginformasikan atau menghitung hal tersebut sebelum foto diambil.



Gambar 11.2 Pembacaan Histogram

## B. 5 Jenis atau Tipe Histogram

Ada 5 jenis tipe histogram, dimana dapat dilihat pada gambar berikut ini:



Gambar 11.3 Tipe Histogram

### **1. Histogram yang *Underexposed***

Histogram menunjukkan banyak jumlah *pixel* dengan nilai 0, grafik cenderung condong ke sebelah kiri yang berarti terlalu gelap atau *underexposed*, sehingga ada beberapa detail foto pada bagian *shadow* yang hilang, kecuali ada kasus lain yang memang benar-benar ada warna hitam pekat, yang juga merupakan detail dari objek tersebut.

### **2. Histogram yang *Overexposed***

Histogram menunjukkan banyak jumlah *pixel* dengan nilai 255 atau mendekati 255, grafik cenderung condong ke sebelah kanan yang berarti foto terlalu terang atau *overexposed*, sehingga banyak detail foto pada bagian *highlight* yang hilang.

### **3. Histogram yang *Contrast***

Puncak grafik histogram berada di sebelah paling kiri dan kanan sedangkan cenderung merata di bagian *midtone* yang menunjukkan warna yang *overexposed* dan *underexposed* bergabung jadi satu, yang mengakibatkan peralihan gelap dan terang dalam suatu warna terlalu mencolok, transisi warna menjadi hilang, yang gelap terlihat sangat gelap, yang terang terlihat sangat terang, yang berpengaruh pada warna juga, contohnya warna merah terlihat sangat merah, warna biru terlihat sangat biru demikian pula untuk warna yang lain, tidak terlihat gradasi perpindahan yang halus dari suatu warna ke warna yang lain.

### **4. Histogram yang Suram/Berkabut (*Dull/Haze*)**

Grafik histogram terdapat kekosongan di sisi sebelah kiri dan kanan, sehingga tidak ada warna hitam murni dan tidak ada warna putih murni. Hal ini mengakibatkan rentang warna berada di daerah abu-abu yang menghasilkan tampilan foto seperti berkabut tau seperti foto yang menembus kaca yang buram.

### **5. Histogram yang Sempurna**

Histogram yang sempurna memiliki data/nilai RGB yang didistribusikan di seluruh panjang histogram. Cara membaca histogram *level* di Photoshop dan dari kamera digital intinya sama saja, terdapat tiga titik yang masing-

masing menunjuk pada *shadow* (kiri), *midtone* (tengah) dan *highlight* (kanan).

Hasil pemotretan yang baik untuk sebagian besar pemotretan menunjukkan pola histogram berupa gunung dengan lembah di kiri dan kanan dengan ujung yang bisa berakhir mendekati atau tepat pada titik *shadow* dan *highlight*. Foto yang baik akan menjaga detail *shadow* di sebelah kiri grafik dan *highlight* di sebelah kanan grafik, bukan memotong data-data tersebut. Berikut ini adalah contoh foto yang diambil dalam 3 kondisi beserta tampilan histogramnya:



Gambar 11.4 Hasil Foto dan Histogramnya

### C. Kesimpulan BAB XI

Histogram sering ditemui di *software editing* foto dan juga di kamera digital. Histogram dapat menunjukkan suatu gambar itu cenderung gelap, terang atau seimbang/normal, bahkan di kamera histogram dapat menginformasikan atau menghitung hal tersebut sebelum foto diambil. Pemahaman histogram diperlukan agar foto yang dihasilkan sesuai dengan tujuan awal pengambilannya, mau dibuat over, under, ataupun normal.

### D. Latihan Soal Evaluasi

1. Apakah yang dimaksud dengan histogram?
2. Di mana saja kita dapat menemukan histogram?
3. Bagaimana cara membaca histogram dengan benar?

## BAB XII. METADATA

### Tujuan Instruksional Umum

Setelah mempelajari materi ini, mahasiswa memahami metadata dan menambahkan tag *copyright* gambar di metadata

### Tujuan Instruksional Khusus

- a. Mahasiswa memahami metadata dari sebuah file gambar
- b. Mahasiswa mampu menambahkan *copyright* dan mengubah metadata

### A. Pengertian Metadata

Metadata adalah data atau informasi yang menyediakan informasi tentang data lainnya (Baofu, 2015). Metadata sering didefinisikan sebagai “data tentang data” atau “informasi tentang satu atau lebih aspek dari data”. Dalam dunia digital, metadata biasanya berbentuk informasi terstruktur dalam teks yang menggambarkan sesuatu tentang pembuatan, isi, atau konteks dari satu atau banyak *file* digital.

Metadata adalah istilah untuk informasi deskriptif yang tertanam di dalam gambar atau jenis *file* lain. Metadata menjadi semakin penting dalam era foto digital dimana pengguna mencari cara untuk menyimpan informasi tentang foto-foto mereka yang portabel dan tetap pada *file* yang sama, dan dapat diakses baik sekarang dan di masa depan.

Ada salah satu jenis metadata yang merupakan informasi tambahan yang disimpan oleh hampir semua kamera digital pada gambar/foto. Metadata dari kamera disebut data EXIF, yang merupakan singkatan dari *Exchangeable Image File Format*. Kebanyakan *software* foto digital dapat menampilkan informasi EXIF kepada pengguna, tetapi biasanya tidak dapat di-*edit*.

Ada jenis lain dari metadata yang memungkinkan pengguna untuk menambahkan informasi deskriptif mereka sendiri dalam foto digital atau *file* gambar. Metadata ini dapat berisi karakteristik dari foto, informasi hak cipta, keterangan,

credit, kata kunci, tanggal pembuatan dan lokasi, sumber informasi, atau instruksi khusus. Dua format metadata yang paling umum digunakan untuk *file* gambar adalah IPTC dan XMP.

## B. Jenis-Jenis Metadata

### 1. IPTC

IPTC adalah standar yang dikembangkan pada tahun 1970 oleh International Press Telecommunications Council., dimana pada awalnya dikembangkan sebagai standar untuk pertukaran informasi antara organisasi berita dan telah berkembang dari waktu ke waktu. Sekitar tahun 1994, "*File Info*" pada Adobe Photoshop memungkinkan pengguna untuk memasukkan dan meng-*edit* metadata IPTC dalam *file* gambar digital dan sebagainya itu akhirnya dipakai oleh lembaga stok foto, dan bisnis lain di luar penerbitan media berita.

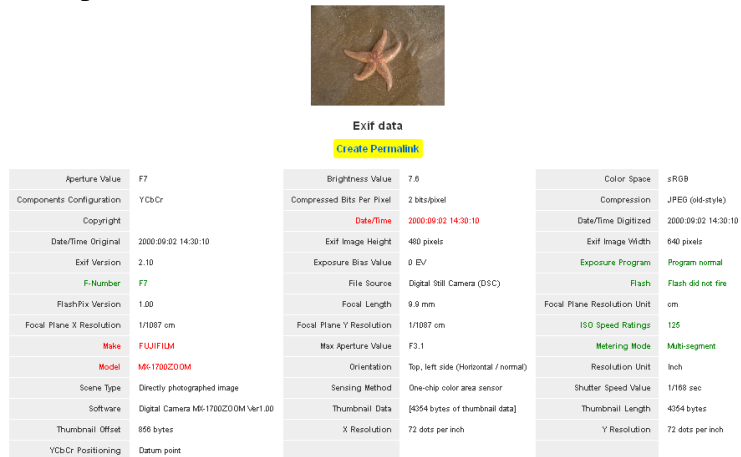
### 2. XMP

*Extensible Metadata Platform* (XMP) baru yang berbasis XML dan dikembangkan oleh Adobe pada tahun 2001. Adobe bekerja dengan IPTC untuk menggabungkan "*IPTC headers*" yang lama ke dalam kerangka XMP baru dan pada tahun 2005 spesifikasi "*IPTC Core Schema for XMP*" dirilis. XMP merupakan *open-source*, standar umum, sehingga lebih mudah bagi pengembang untuk mengadopsi spesifikasi perangkat lunak pihak ketiga. XMP metadata dapat ditambahkan ke banyak jenis *file*, tetapi untuk gambar grafis umumnya disimpan dalam format JPEG dan TIFF *file*.

Sebagian besar *photo-editing* dan perangkat lunak manajemen gambar sekarang ini menawarkan kemampuan untuk menanamkan dan mengedit metadata dalam *file* gambar, dan ada juga banyak utilitas khusus yang bekerja dengan semua jenis metadata termasuk EXIF, IPTC, dan XMP. Beberapa perangkat lunak yang lama tidak mendukung metadata, sehingga berisiko kehilangan informasi metadata jika *file* di-*edit* dan disimpan melalui perangkat lunak ini.



Pembacaan metadata dari sebuah gambar foto juga dapat dilakukan secara *online* melalui *website* tertentu. Berikut ini contoh *screenshot* sebuah foto dan data EXIF-nya yang dibaca dan ditampilkan secara *online*:



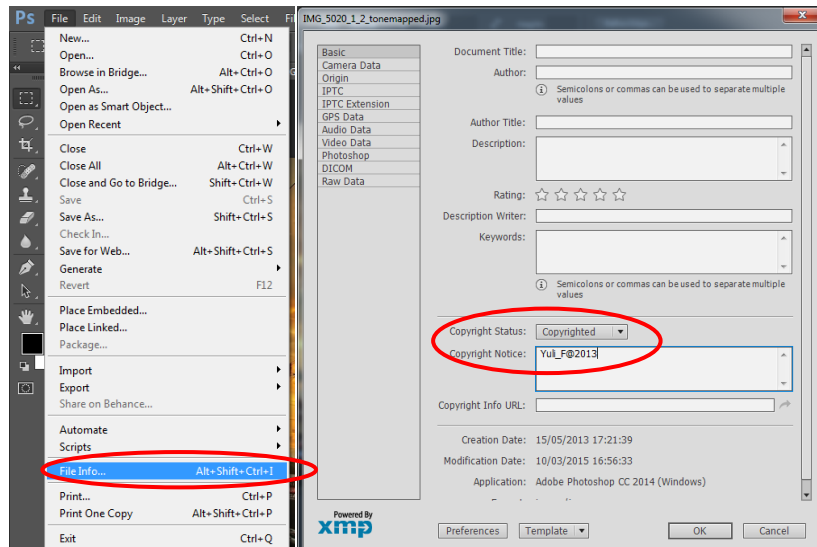
The screenshot shows a small image of a starfish on a sandy beach. Below the image is a yellow button labeled "Click to Print/Print". Underneath is a table of EXIF data organized into three columns.

Aperture Value		Brightness Value		Color Space	
Aperture Value	F7	Brightness Value	7.6	Color Space	sRGB
Components Configuration	YCbCr	Compressed Bits Per Pixel	2 bits/pixel	Compression	JPEG (old-style)
Copyright		Date/Time	2000:09:02 14:30:10	Date/Time Digitized	2000:09:02 14:30:10
Date/Time Original	2000:09:02 14:30:10	Exif Image Height	480 pixels	Exif Image Width	640 pixels
Exif Version	2.10	Exposure Bias Value	0 EV	Exposure Program	Program normal
F-Number	F7	File Source	Digital Still Camera (DSC)	Flash	Flash did not fire
Flash/Fix Version	1.00	Focal Length	9.9 mm	Focal Plane Resolution Unit	cm
Focal Plane X Resolution	1/1007 cm	Focal Plane Y Resolution	1/1007 cm	ISO Speed Ratings	125
Make	FUJIFILM	Max Aperture Value	F3.1	Metering Mode	Multi-segment
Model	M6-1700Z00M	Orientation	Top, left side (Horizontal / normal)	Resolution Unit	Inch
Scene Type	Directly photographed image	Sensing Method	One-chip color area sensor	Shutter Speed Value	1/168 sec
Software	Digital Camera M6-1700Z00M Ver1.00	Thumbnail Data	[4054 bytes of thumbnail data]	Thumbnail Length	4054 bytes
Thumbnail Offset	856 bytes	X Resolution	72 dots per inch	Y Resolution	72 dots per inch
YCbCr Positioning	Datum point				

Gambar 12.1 Hasil Pembacaan Metadata secara *Online*

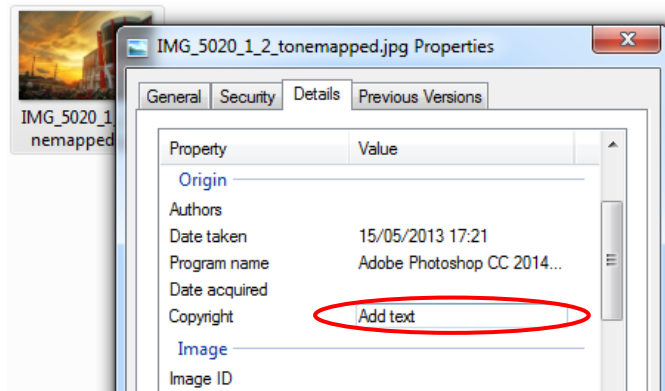
### C. Menambahkan Metadata

Metadata dapat ditambahkan pada sebuah foto melalui sebuah *software*, misalnya Adobe Photoshop atau langsung *double-click* pada metadata foto di Windows 7. Berikut ini adalah gambar menambahkan info hak cipta (*copyright*):



The screenshot shows the Adobe Photoshop interface. The 'File Info' dialog box is open, displaying metadata for the file 'IMG\_5020\_1\_2\_tonemapped.jpg'. The 'Copyright Status' dropdown menu is set to 'Copyrighted', and the 'Copyright Notice' field contains 'Yul\_F@2013'. Both the dropdown and the text field are circled in red. The 'File Info' menu item in the Photoshop menu bar is also circled in red.

Gambar 12.2 Penambahan *Copyright* melalui Adobe Photoshop



Gambar 12.3 Penambahan *Copyright* melalui Windows 7

#### D. Kesimpulan BAB XII

Metadata untuk gambar digital atau foto sering disebut juga dengan data EXIF, yang berisi banyak hal tentang file gambar tersebut mulai dari deskripsi file, hak cipta, waktu pembuatan, software yang dipakai, kamera dan pengaturannya dan sebagainya. Copyright perlu ditambahkan demi keamanan di kemudian hari bila ada pihak lain yang mengklaim kepemilikan gambar/foto tersebut tanpa izin untuk kepentingan tertentu.

#### E. Latihan Soal Evaluasi

1. Apakah yang disebut dengan metadata?
2. Apa saja jenis-jenis metadata berdasarkan sejarahnya?
3. Apa yang dimaksud dengan EXIF?
4. Apa saja yang terdapat pada metadata?
5. Software dan media apa saja yang dapat digunakan untuk membaca metadata?
6. Software apa saja yang dapat digunakan untuk menambahkan atau meng-edit metadata?
7. Bagaimana cara menambahkan metadata?
8. Untuk apa perlu menambahkan *tag copyright* pada metadata?

## BAB XIII. WATERMARK

### **Tujuan Instruksional Umum**

Setelah mempelajari materi ini, mahasiswa memahami watermark dan menambahkan watermark

### **Tujuan Instruksional Khusus**

- a. Mahasiswa memahami watermark
- b. Mahasiswa mampu menambahkan watermark ke dalam file gambar sebagai keamanan dan identitas

### **A. Pengertian *Watermark***

*Watermark* adalah sebuah jenis penanda tersembunyi yang tertanam dalam *file* audio, video atau gambar. *Watermark* biasa digunakan untuk mengidentifikasi kepemilikan hak cipta dari file tersebut (Cox, Miller, & Bloom, 2008).

*Watermark* ditambahkan pada gambar/foto bertujuan untuk mengamankan keaslian gambar dengan cara memberi kesulitan pihak lain untuk memodifikasi gambar/foto tersebut.

### **B. Jenis *Watermark***

#### **1. *Watermark* yang Tersembunyi dari Penglihatan**

*Watermark* jenis ini biasanya dibuat oleh pihak-pihak pengembang atau lab penelitian, dengan kata lain oleh pihak-2 yang ahli, hanya alat/*software* tertentu yang bisa membaca *watermark* ini.

#### **2. *Watermark* yang Masih Dapat Terlihat**

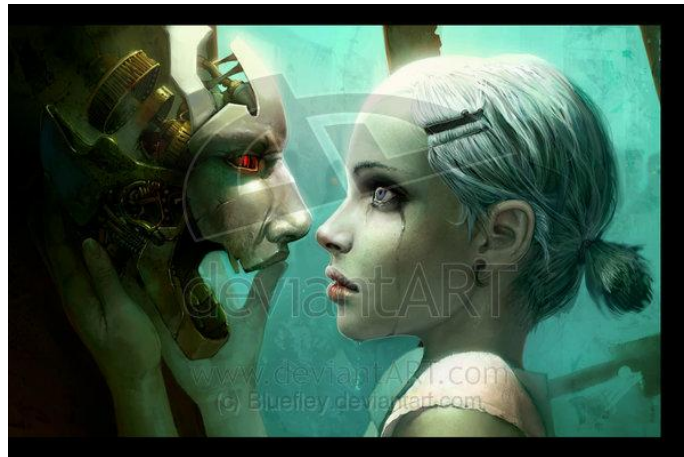
*Watermark* jenis ini dapat dibuat melalui *software* yang telah didistribusikan secara umum, misalnya Photoshop. *Watermark* dibuat melalui Photoshop dengan menambahkan teks atau gambar logo yang diberikan efek kedalaman/tekstur untuk tujuan mempersulit pihak lain untuk menghapus tanda tersebut untuk kemudian diklaim sebagai karyanya dan dibuat transparan terhadap gambar asli. Warna yang digunakan

biasanya hitam, abu-abu, atau putih karena tidak merusak warna dari gambar aslinya.

Berikut ini adalah contoh-contoh *watermark* yang masih dapat terlihat:



Gambar 13.1 Logo sebagai *Watermark*



Gambar 13.2 Logo dan Teks sebagai *Watermark*

### C. Kesimpulan BAB XIII

Watermark dapat diartikan sebagai penanda khusus apada sebuah file baik tersembunyi maupun tidak yang menandakan kepemilikan dari file tersebut. Watermark pada foto biasanya dibuat tetap terlihat dengan menempelkan logo atau teks yang dibuat transparan dan ditempatkan di atas objek

utama dalam foto dan diberi efek kedalaman atau bayangan untuk tujuan mempersulit pihak lain untuk menghapus tanda tersebut untuk kemudian diklaim sebagai karyanya.

**D. Latihan Soal Evaluasi**

1. Apakah yang disebut dengan *watermark*?
2. Apa saja jenis dari *watermark*?
3. Bagaimana cara menambahkan *watermark* yang baik pada sebuah foto?

## BAB XIV. STEGANOGRAFI

### **Tujuan Instruksional Umum**

Setelah mempelajari materi ini, mahasiswa memahami tentang steganografi dan pemakaiannya pada file gambar.

### **Tujuan Instruksional Khusus**

- a. Mahasiswa memahami steganografi
- b. Mahasiswa mampu membuat steganografi sederhana berbentuk teks ke dalam file gambar sebagai keamanan atau identitas

### **A. Pengertian Steganografi**

Kata steganografi berasal dari bahasa Yunani, yaitu dari kata *Stegos* (*covered/tersembunyi*) dan *Graptos* (*writing/tulisan*). Steganografi di dunia modern biasanya mengacu pada informasi atau suatu arsip yang telah disembunyikan ke dalam suatu arsip citra digital, audio, atau video. Teknik steganografi ini telah banyak digunakan dalam strategi peperangan dan pengiriman sandi rahasia sejak jaman dahulu kala. Teknik steganografi umum digunakan oleh tentara Jerman pada perang Dunia II dalam mengirimkan pesan rahasia dari atau menuju Jerman (Morkel, Eloff, & Olivier, 2005).

Steganografi adalah suatu teknik yang bertujuan untuk menyembunyikan informasi dengan menanamkan pesan rahasia ke suatu objek, contohnya gambar digital (Anderson & Petitcolas, 1998). Hasilnya akan tampak seperti informasi normal lainnya. Media yang digunakan umumnya merupakan suatu media yang berbeda dengan media pembawa informasi rahasia, dimana di sinilah fungsi dari teknik steganografi yaitu sebagai teknik penyamaran menggunakan media lain yang berbeda sehingga informasi rahasia dalam media awal tidak terlihat secara jelas.

Semakin pentingnya nilai dari sebuah informasi, maka semakin berkembang pula metode-metode yang dapat digunakan untuk melakukan penyisipan informasi yang didukung pula dengan semakin berkembangnya media elektronik. Berbagai macam media elektronik kini telah dapat digunakan untuk

melakukan berbagai fungsi steganografi dengan berbagai macam tujuan dan fungsi yang diharapkan oleh penggunanya. Steganografi sebagai fungsi yang umum, digunakan untuk memberikan cap khusus dalam sebuah karya yang dibuat dalam format media elektronik sebagai identifikasi (Johnson & Sushil, 1998).

Dua teknik lain yang sangat erat kaitannya dengan steganografi adalah *watermarking* dan *fingerprinting*. Kedua teknik ini berfokus pada perlindungan hak cipta dengan menyisipkan informasi hak cipta pada media lain dan memberikan izin kepada pihak ketiga untuk mengetahui keberadaan informasi yang disisipkan tersebut. Hal ini berbeda dengan steganografi yang menjaga informasi yang disisipkan pada media lain agar tidak terlihat oleh pihak ketiga dan jika ada pihak ketiga yang ingin meng-*hack* isi informasi tersembunyi tersebut, maka tujuan mereka adalah berbeda. Dibandingkan *watermarking* dan *fingerprinting* yang berusaha menghilangkan informasi yang disisipkan, sedangkan pada steganografi, maka mereka berusaha sebatas mendeteksi keberadaan informasi tersembunyi (Morkel, Eloff, & Olivier, 2005).

## **B. Sejarah Steganografi**

Steganografi sebenarnya telah digunakan sejak ratusan tahun yang lalu. Berikut ini adalah contoh penggunaannya di masa lalu (Munir, 2004):

1. Steganografi sudah dikenal oleh bangsa Yunani. Herodatus sang penguasa Yunani, mengirim pesan rahasia dengan menggunakan kepala budak atau prajurit sebagai media. Pertama, rambut budak dibotaki lalu pesan rahasia ditulis pada kulit kepala budak, ketika rambut budak tumbuh, budak tersebut diutus untuk membawa pesan rahasia di balik rambutnya.
2. Bangsa Romawi mengenal steganografi dengan menggunakan tinta tak-tampak (*invisible ink*) untuk menuliskan pesan. Tinta tersebut dibuat dari campuran sari buah, susu, dan cuka. Tinta tersebut jika digunakan untuk menulis maka tulisannya tidak tampak. Tulisan akan dapat dibaca dengan cara memanaskan kertas tersebut.

### C. Kriteria Steganografi yang Baik

Steganografi yang dibahas di sini adalah penyembunyian data di dalam citra digital saja, meskipun demikian penyembunyian data dapat juga dilakukan pada wadah berupa suara digital, teks, ataupun video.

Penyembunyian data rahasia ke dalam citra digital akan mengubah kualitas citra tersebut. Kriteria yang harus diperhatikan dalam penyembunyian data adalah (Munir, 2004):

#### 1. *Fidelity*

Mutu citra penampung tidak jauh berubah. Setelah penambahan data rahasia, citra hasil steganografi masih terlihat dengan baik. Pengamat tidak mengetahui kalau di dalam citra tersebut terdapat data rahasia.

#### 2. *Robustness*

Data yang disembunyikan harus tahan terhadap manipulasi yang dilakukan pada citra penampung, seperti perubahan kontras, penajaman, pemampatan, rotasi, perbesaran gambar, pemotongan (*cropping*), enkripsi, dan sebagainya. Citra bila dilakukan operasi pengolahan citra, maka data yang disembunyikan tidak rusak.

#### 3. *Recovery*

Data yang disembunyikan harus dapat diungkapkan kembali (*recovery*). Tujuan steganografi adalah *data hiding*, maka sewaktu-waktu data rahasia di dalam citra penampung harus dapat diambil kembali untuk digunakan lebih lanjut.

### D. Steganografi lewat Notepad++

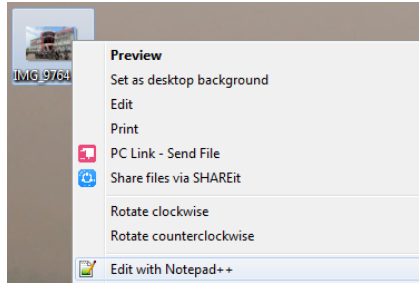
Cara paling sederhana yang dapat dilakukan untuk menyisipkan teks tersembunyi di dalam *file* gambar/foto adalah dengan menggunakan *software* Notepad++. Notepad ++ adalah *source code editor* yang gratis dan pengganti Notepad yang mendukung beberapa bahasa yang beroperasi di MS Windows dimana penggunaannya diatur oleh GPL License. *Software* ini dapat di-*download* secara gratis melalui *website* resminya, yaitu di alamat: <https://notepad-plus-plus.org/download/>.

Notepad++ umumnya digunakan untuk mengetik kode-kode untuk keperluan *programming*, namun dapat juga untuk



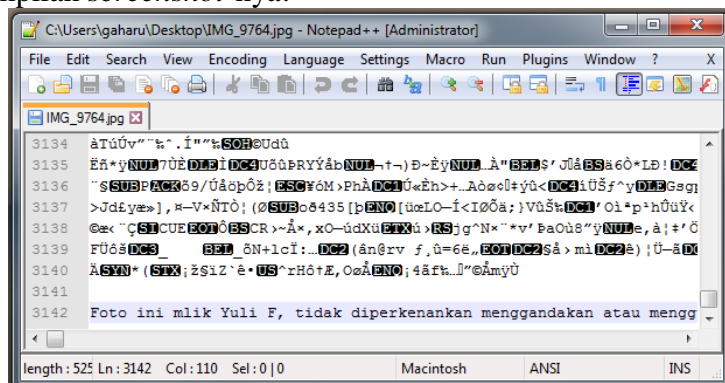
mempraktekkan teknik steganografi. Berikut ini adalah urutan langkahnya:

1. Klik kanan gambar/foto yang ingin disisipi teks tersembunyi.
2. Pilih “Edit with Notepad++”, untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar di bawah ini:



Gambar 14.1 Edit Gambar dengan Notepad++

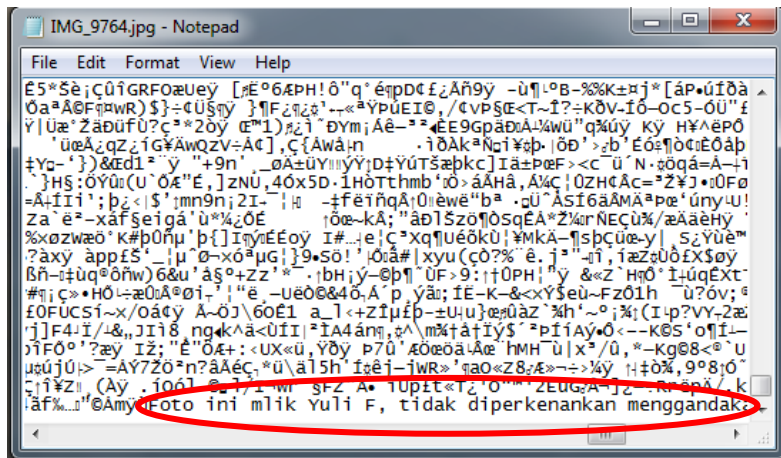
3. Arahkan kursor pada bagian paling akhir dari barisan teks atau kode, lalu tekan tombol enter sebanyak 1 atau 2 kali untuk memisahkan diri dari barisan kode tersebut. Penyisipan pada bagian tengah atau memotong barisan kode dapat mengakibatkan kerusakan foto secara permanen.
4. Ketik secara manual teks yang ingin ditambahkan bukan menempelkan (*paste*) dari program teks apapun untuk menghindari kerusakan foto, contohnya: “Foto ini milik Yuli F, tidak diperkenankan menggandakan atau menggunakan foto ini tanpa ijin dari pemilik foto”. Berikut ini adalah tampilan *screenshot*-nya:



Gambar 14.2 Penyisipan Teks melalui Notepad++

5. Klik tombol *save*/simpan pada Notepad++.
6. Pengecekan keberhasilan steganografi tersebut, dapat

dilakukan melalui program Notepad biasa yang biasanya sudah terdapat (*include*) pada setiap sistem operasi pada PC atau laptop dengan cara klik kanan gambar tersebut dan *open with* Notepad, maka di baris terakhir dapat terlihat teks yang telah disisipkan sebelumnya. Berikut ini adalah tampilan *screenshot*-nya:



Gambar 14.3 Pengecekan Steganografi pada Notepad Biasa

- Gambar/foto yang telah berhasil disisipi teks tersembunyi, tetap dapat dilihat (*preview*) gambarnya secara utuh tanpa kerusakan, dan teks tersebut tidak dapat terbaca melalui metadata.

### E. Kesimpulan BAB XIV

Steganografi dapat diartikan sebagai teknik menyembunyikan suatu informasi yang telah ditambahkan ke dalam sebuah file, tidak terkecuali file gambar. Bab ini menjelaskan sejarah steganografi, kriteria steganografi yang baik, dan cara melakukan steganografi sederhana berbentuk teks ke dalam file gambar atau foto melalui *software* Notepad++ yang telah didistribusikan secara gratis.

### F. Latihan Soal Evaluasi

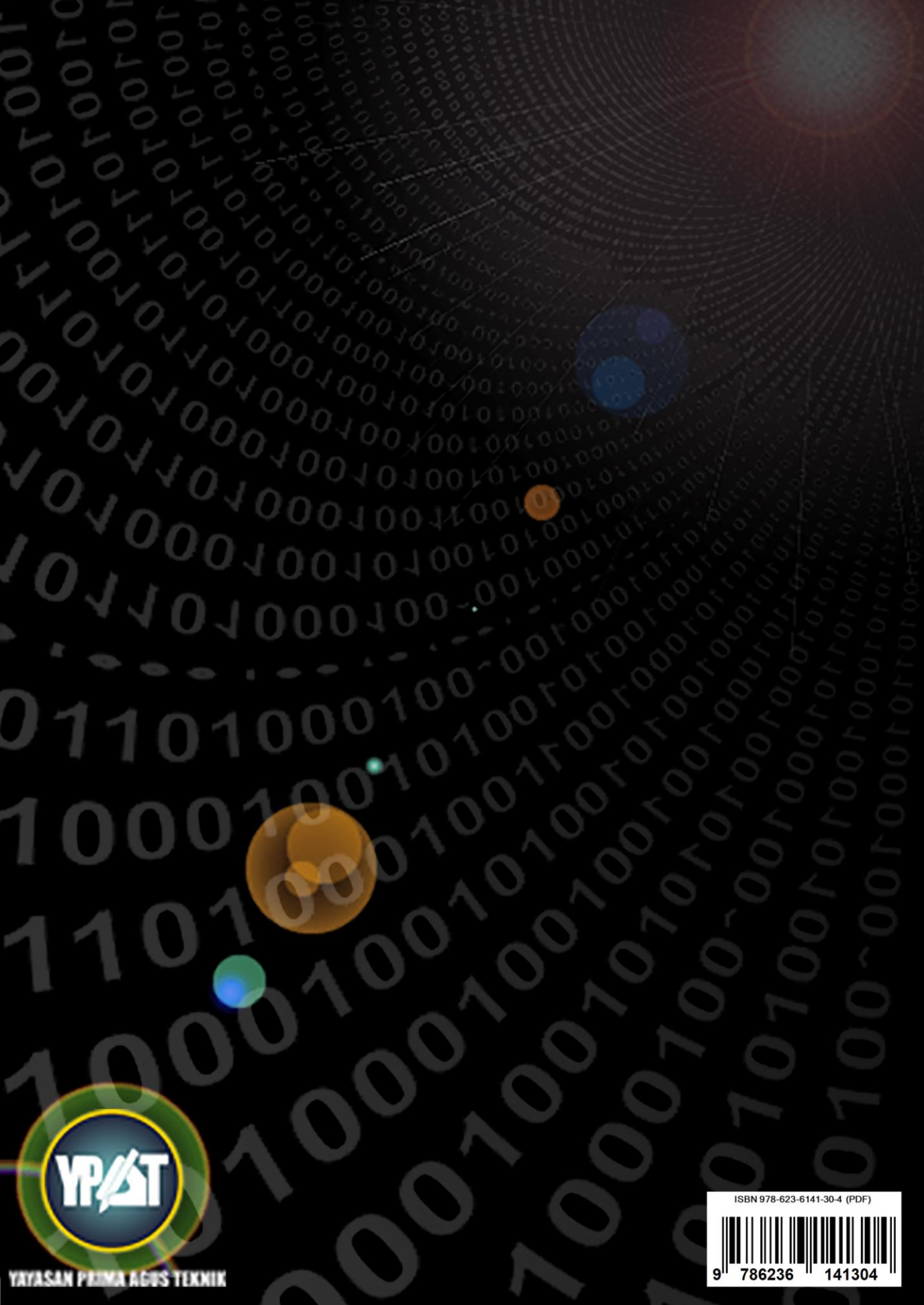
1. Apa itu steganografi dan sejak kapan mulai dikenal?
2. Apa saja kriteria dari steganografi yang baik?
3. Bagaimana cara melakukan steganografi sederhana melalui Notepad++?

## DAFTAR PUSTAKA

- Anderson, R. J., & Petitcolas, F. A. (1998). On the Limits of Steganography. *IEEE Journal of Selected Areas in Communications, Special Issue on Copyright and Privacy Protection*, vol. 16(4), 474–481.
- Baofu, P. (2015). *The Future of Post-Human Meta-Data*. Brisbane: Primrose Hall.
- Brown, A. (2008). *Digital Preservation Guidance Note 4: Graphics File Formats*. Richmond: The National Archives.
- Chandra K, I. (2007). *Belajar Adobe Illustrator melalui Coreldraw*. Jakarta: PT. Elex Media Komputindo.
- Chow, A. S., & Bucknall, T. (2012). *Library Technology and User Services: Planning, Integration, and Usability Engineering*. Oxford: Chandos Publishing.
- Cornell University Library Research Department. (2003). *Digital Imaging Tutorial - Basic Terminology*. Retrieved from Moving Theory into Practice: Digital Imaging Tutorial, Cornell University Library: <http://preservationtutorial.library.cornell.edu>
- Cox, I., Miller, M., & Bloom, J. (2008). *Digital Watermarking and Steganography*. Burlington, MA: Morgan Kaufmann.
- Foley, J. D., & Van Dam, A. (1982). *The Fundamentals of Interactive Computer Graphics*. Reading, MA: Addison-Wesley.
- Freeman, M. (2005). *The Digital SLR Handbook*. California: Ilex.
- Gonzalez, R. C., & Woods, R. E. (1992). *Digital Image Processing*. Reading MA: Addison Wesley.
- Johnson, N. F., & S. J. (1998). Steganalysis of Images Created Using Current Steganography Software. *Lecture Notes in Computer Science, Vol. 152*, 273-289.
- Keller, K., Kampfer, H., Matejec, R., Lapp, O., Krafft, W., Frenken, H., et al. (2000). *Photography in Ullmann's Encyclopedia of*

*Industrial Chemistry*. Weinheim: Wiley-VCH Verlag GmbH & Co.

- Morkel, T., Eloff, J. H., & Olivier, M. S. (2005). An Overview of Image Steganography. *Proceedings of the Fifth Annual Information Security South Africa Conference (ISSA2005)* (pp. 1-11). Sandton, South Africa: Department of Computer Science University of Pretoria.
- Munir, R. (2004). *Steganografi dan Watermarking*. Bandung: Departemen Teknik Informatika, Institut Teknologi Bandung.
- Russ, J. C. (2011). *The Image Processing Handbook, Sixth Edition*. North Carolina: CRC Press.
- Vector Magic, Inc. (2007). Retrieved from Easily Convert Bitmap Images To Clean Vector Art - Vector Magic: <https://vectormagic.com>
- Wei, W.-Y. (2009). *An Introduction to Image Compression*. Taipei: National Taiwan University.



YAYASAN PRIMA AGUS TEKNIK

ISBN 978-623-6141-30-4 (PDF)



9 786236 141304