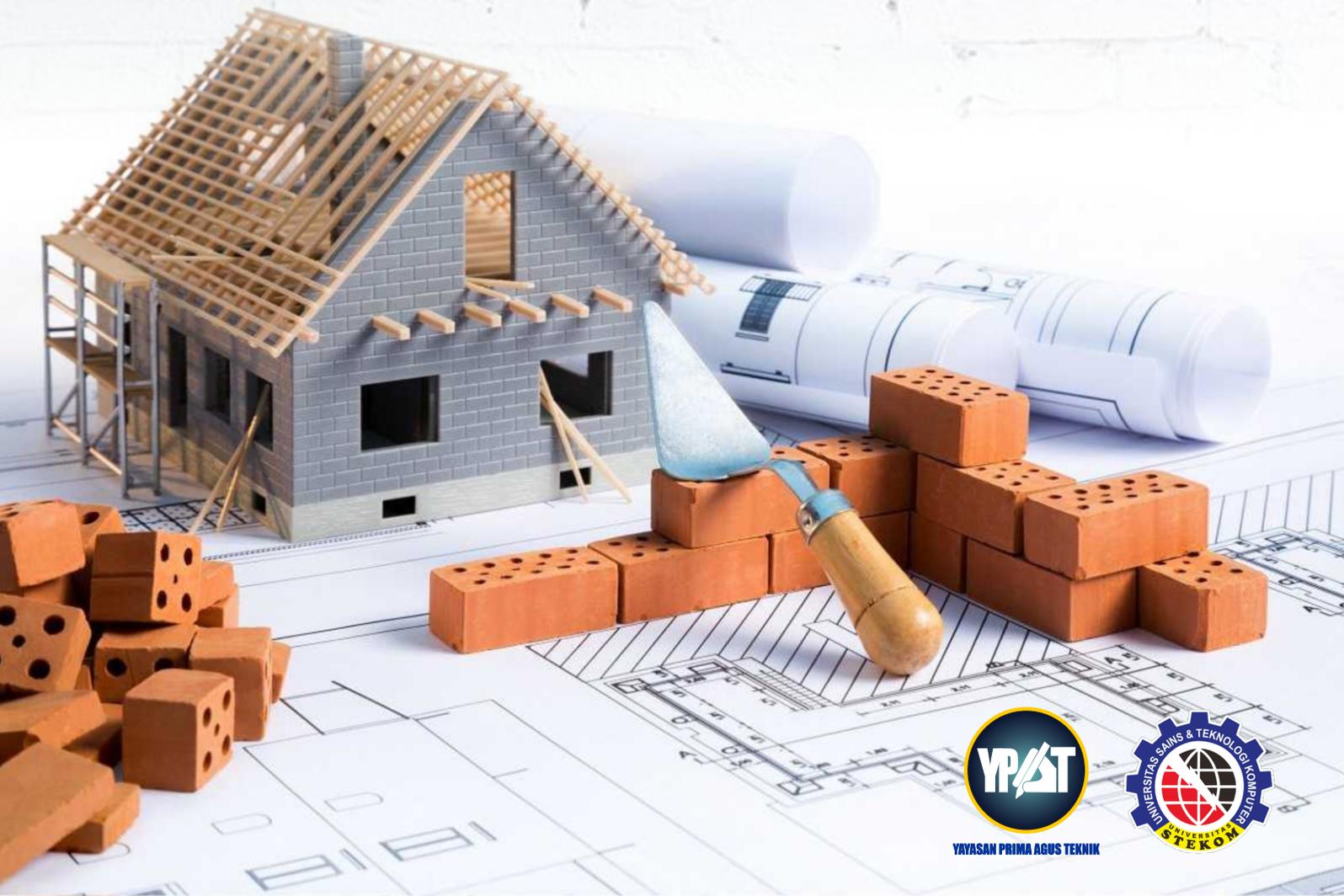


BAHAN BANGUNAN

Dr. Ir. Agus Wibowo, M.Kom, M.Si, MM.



YAYASAN PRIMA AGUS TEKNIK



Dr. Ir. Agus Wibowo, M.Kom, M.Si, MM.

BAHAN BANGUNAN



YAYASAN PRIMA AGUS TEKNIK

PENERBIT :
YAYASAN PRIMA AGUS TEKNIK
Jl. Majapahit No. 605 Semarang
Telp. (024) 6723456. Fax. 024-6710144
Email : penerbit_ypat@stekom.ac.id

ISBN 978-623-8642-42-7 (PDF)



BAHAN BANGUNAN

Penulis :

Dr. Ir. Agus Wibowo, M.Kom, M.Si, MM.

ISBN : 978-623-8642-42-7

Editor :

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

Penyunting :

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

Desain Sampul dan Tata Letak :

Irdha Yuniato, S.Ds., M.Kom

Penebit :

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

Anggota IKAPI No: 279 / ALB / JTE / 2023

Redaksi :

Jl. Majapahit no 605 Semarang

Telp. 08122925000

Fax. 024-6710144

Email : penerbit_ypat@stekom.ac.id

Distributor Tunggal :

Universitas STEKOM

Jl. Majapahit no 605 Semarang

Telp. 08122925000

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 dari penulis

KATA PENGANTAR

Dalam era pembangunan yang terus berkembang, bahan bangunan memainkan peran yang sangat penting dalam menciptakan struktur yang tidak hanya kuat dan tahan lama, tetapi juga efisien dan ramah lingkungan. Dengan meningkatnya kesadaran akan dampak lingkungan dari industri konstruksi, perhatian terhadap pemilihan bahan bangunan yang berkelanjutan dan inovatif semakin meningkat. Bahan bangunan yang tepat dapat meningkatkan kualitas hidup, mengurangi jejak karbon, dan memastikan keberlanjutan sumber daya alam.

Topik ini mencakup berbagai jenis bahan, mulai dari bahan tradisional seperti beton dan kayu, hingga bahan modern seperti komposit dan bahan ramah lingkungan. Pemahaman yang mendalam tentang sifat, aplikasi, dan teknologi terbaru dalam pengembangan bahan bangunan menjadi sangat penting bagi para profesional di bidang arsitektur dan teknik sipil.

Bab 1 membahas berbagai bahan tradisional yang digunakan dalam konstruksi, seperti batu, batu bata, kapur, semen, dan kayu, dengan penjelasan mengenai karakteristik dan aplikasinya. Bab 2 fokus pada berbagai jenis mortar, termasuk mortar semen dan kapur, serta teknik pengujian untuk memastikan kualitas dan keandalannya. Di Bab 3, berbagai jenis beton seperti beton polos, beton bertulang, dan beton prategang dibahas, memberikan pemahaman mendalam tentang perannya dalam struktur bangunan yang kokoh. Bab 4 menjelaskan logam sebagai bahan bangunan, termasuk besi, aluminium, dan tembaga, serta karakteristik fisiknya. Bab 5 mengkaji bahan tambahan seperti kaca, plastik, dan bitumen, yang juga memiliki fungsi penting dalam konstruksi.

Selanjutnya, Bab 6 membahas aspek perencanaan bangunan, termasuk elemen dasar dan efisiensi energi yang diperlukan untuk menciptakan bangunan yang nyaman dan aman. Bab 7 fokus pada berbagai jenis pondasi dan karakteristiknya, yang penting untuk mendukung struktur bangunan. Dalam Bab 8, komponen struktur atas, seperti dinding dan atap, dijelaskan dengan detail mengenai cara pemindahan beban. Bab 9 membahas masalah kelembapan dalam bangunan, penyebab, efek buruk, serta metode pencegahannya. Bab 10 menguraikan teknik konstruksi hemat biaya yang penting dalam skema perumahan massal untuk menjangkau masyarakat.

Bab 11 memberikan pengantar tentang survei, termasuk objek dan prinsip dasar, sementara Bab 12 membahas pengukuran linier dan metode survei rantai. Dalam Bab 13, penggunaan kompas dalam survei dijelaskan, termasuk perhitungan sudut dan bearing. Bab 14 fokus pada meja bidang dan operasionalnya dalam survei, sedangkan Bab 15 menjelaskan instrumen dan metode levelling yang diperlukan untuk akurasi pengukuran. Di Bab 16, alat survei modern seperti theodolite dan total station dibahas, meningkatkan efisiensi survei. Bab 17 mengulas pemetaan dan penggambaran kontur, penting untuk perencanaan yang efektif. Bab 18 fokus pada perhitungan luas dan volume, baik dari catatan lapangan maupun peta.

Dalam Bab 19, konsep penginderaan jauh dan aplikasi sistem informasi geografis (SIG) diperkenalkan, yang sangat berguna dalam pengumpulan data. Bab 20 membahas desain bangunan tahan bencana, termasuk gempa, siklon, dan api, yang krusial untuk keselamatan.

Bab 21 menguraikan strategi penanganan bencana, termasuk kesiapsiagaan dan mitigasi. Terakhir, Bab 22 menjelaskan kode standar India yang penting untuk desain dan bahan bangunan, memastikan keselamatan dan kualitas dalam konstruksi.

Melalui penulisan buku ini, diharapkan pembaca dapat memperoleh wawasan yang lebih luas tentang bahan bangunan, serta tantangan dan peluang yang dihadapi dalam industri konstruksi saat ini. Dengan demikian, kita dapat berkontribusi pada pembangunan yang berkelanjutan dan menciptakan lingkungan yang lebih baik bagi generasi mendatang.

Semarang, Oktober 2024

Penulis

Dr. Ir. Agus Wibowo, M.Kom, M.Si, MM.

DAFTAR ISI

Halaman judul	i
Kata Pengantar	ii
Daftar isi	iv
BAB 1 BAHAN TRADISIONAL	1
1.1. Batu	1
1.2. Bata	10
1.3. Kapur	15
1.4. Semen	17
1.5. Kayu	22
BAB 2 MORTAR	32
2.1. Pasir	32
2.2. Mortar Semen	33
2.3. Mortar Kapur	34
2.4. Mortar Lumpur	35
2.5. Mortar Khusus	35
2.6. Uji Pada Mortar	36
BAB 3 BETON	38
3.1. Beton polos	38
3.2. Beton semen bertulang (R.C.C)	48
3.3. Beton bata berulang (RBC)	50
3.4. Beton pratekan (PSC)	50
3.5. Beton bertulang serat (FRC)	50
3.6. Beton ringan	51
3.7. Semen Ferro	51
BAB 4 LOGAM SEBAGAI BAHAN BANGUNAN	54
4.1. Logam Besi	54
4.2. Alumunium	56
4.3. Tembaga	56
BAB 5 MACAM – MACAM BAHAN BANGUNAN	58
5.1. Kaca	58
5.2. Plastik	59
5.3. Bitumen	60
5.4. Asbes	61
5.5. Cat	62
5.6. Distemper	64
5.7. Pernis	64
5.8. Blok Beton Padat Dan Berongga	65
5.9. Generator Atap Dan Lantai	66

BAB 6 PERENCANAAN BANGUNAN	69
6.1. Elemen Bangunan	69
6.2. Persyaratan Dasar Bangunan	71
6.3. Perencanaan	72
6.4. Perencanaan Orientasi Yang Tepat	73
6.5. Perencanaan Untuk Efisiensi Energi	73
6.6. Perencanaan Untuk Utilitas Yang Sesuai	74
6.7. Perencanaan Untuk Memenuhi Persyaratan Lainnya	75
BAB 7 PONDASI	77
7.1. Dimensi Pondasi	77
7.2. Pondasi Tanah Sebar Konvensional	78
7.3. Pondok R.C.C	79
7.4. Pantauan Grillage	80
7.5. Pondasi Lengkung	81
7.6. Pondasi Tiang Panjang	82
7.7. Pondasi Dari Tanah Kapas Hitam	84
BAB 8 STRUKTUR SUPER	87
8.1. Jenis-Jenis Struktur Atas Berdasarkan Metode Pemindahan Beban	87
8.2. Batu Pasangan	89
8.3. Pasangan Bata	91
8.4. Plestering	94
8.5. Pointing	95
8.6. Lantai	96
8.7. Atap	100
8.8. Pintu Dan Jendela	107
8.9. Lintel	115
8.10. Tangga	116
BAB 9 KELEMBAPAN DAN PENCEGAHANNYA	122
9.1. Penyebab Kelembapan	122
9.2. Dampak Buruk Dari Kelembapan	123
9.3. Persyaratan Bahan Yang Ideal Untuk Anti-Lembut	123
9.4. Bahan Untuk Anti-Lembap	123
9.5. Metode Pembuatan Anti Lembab	124
BAB 10 TEKNIK KONSTRUKSI HEMAT BIAYA DALAM SKEMA PERUMAHAN	126
10.1. Standar Minimum	126
10.2. Pendekatan Terhadap Skema Perumahan Massal Yang Hemat Biaya	127
10.3. Teknik Konstruksi Yang Hemat Biaya	128
BAB 11 PENDAHULUAN TENTANG SURVEI	129
11.1. Tujuan Dan Kegunaan Survei	129
11.2. Bagian Utama Dalam Survei	129
11.3. Prinsip Dasar Survei	131

11.4. Klasifikasi Survei	132
11.5. Rencana Dan Peta.....	134
11.6. Skala	134
11.7. Jenis Skala Grafis	135
11.8. Satuan Pengukuran	138
BAB 12 PENGUKURAN LINIER DAN SURVEI RANTAI	140
12.1. Metode Pengukuran Linier	140
12.2. Alat Yang Digunakan Untuk Merakit	145
12.3. Survei Berantai	148
12.4. Penentuan Jarak	154
12.5. Hambatan Dalam Perantaraan	155
12.6. Kesalahan Dalam Perantaraan	159
12.7. Koreksi Pita	159
12.8. Simbol Konvensional	164
BAB 13 KOMPAS	168
13.1. Jenis-Jenis Kompas	168
13.2. Metode Penggunaan Kompas	172
13.3. Bearing	173
13.4. Seluruh Lingkaran Bearing Dan Reduced Bearing	173
13.5. Perhitungan Sudut	175
13.6. Deklinasi Dan Dip	177
13.7. Daya Tarik Lokal	180
13.8. Pekerjaan Lapangan Survei Rantai Dan Kompas	183
BAB 14 SURVEI MEJA DATAR	188
14.1. Meja Bidang Dan Perlengkapannya	188
14.2. Operasi Kerja	191
14.3. Metode Penetapan Bidang	192
14.4. Kesalahan Dalam Pengukuran Meja Bidang	200
14.5. Kelebihan Dan Keterbatasan Survei Meja Bidang	201
BAB 15 LEVEL DAN PERATAAN	202
15.1. Tujuan Dan Kegunaan Pemerataan	202
15.2. Istilah-Istilah Yang Digunakan Dalam Pemerataan	202
15.3. Alat Pengukur Ketinggian	204
15.4. Kabel Pengukur	207
15.5. Metode Penataan Tingkat	208
15.6. Istilah Yang Digunakan Untuk Menetapkan Tingkat	208
15.7. Penyesuaian Sementara Level	209
15.8. Jenis-Jenis Pemerataan Langsung	210
BAB 16 ALAT SURVEI MODERN	220
16.1. Teodolit	220
16.2. Alat Pengukur Jarak Elektromagnetik	225

16.3. Total Stasiun	226
16.4. Sistem Posisi Global	228
BAB 17 PEMETAAN DAN PEMBUATAN KONTUR	230
17.1. Pemetaan	230
17.2. Kontur	232
17.3. Metode Pembentukan Kontur	234
BAB 18 LUAS DAN VOLUME	238
18.1. Perhitungan Luas Dari Catatan Lapangan	238
18.2. Menghitung Luas Wilayah Dari Peta	243
18.3. Perhitungan Volume	248
BAB 19 PENGINDERAAN JAUH DAN APLIKASINYA	259
19.1. Penginderaan Jauh	259
19.2. Sistem Informasi Geografis (SIG)	260
BAB 20 BANGUNAN TAHAN BENCANA	262
20.1. Bangunan Tahan Gempa	262
20.2. Jenis Gempa Bumi	262
20.3. Terminologi	263
20.4. Besar Dan Intensitas	263
20.5. Seismograf	264
20.6. I.S: Kode Desain Bangunan Tahan Gempa	265
20.7. Meningkatkan Ketahanan Bangunan Kecil Terhadap Gempa	265
20.8. Meningkatkan Ketahanan Gempa Bumi Pada Gedung Tinggi	268
20.9. Bangunan Yang Tahan Terhadap Siklon	270
20.10. Bangunan Tahan Api	270
BAB 21 MANAJEMEN DAN PERENCANAAN BENCANA	274
21.1. Strategi Pencegahan Bencana	274
21.2. Sistem Peringatan Dini	274
21.3. Kesiapan Bencana	275
21.4. Mitigasi Bencana	276
21.5. Tindakan Penyelamatan Dan Bantuan Karena Bencana	276
21.6. Pemukiman Kembali, Rehabilitasi Dan Rekonstruksi Karena Bencana	277
BAB 22 KODE STANDAR	278
22.1. Kode IS Untuk Desain Bangunan	278
22.2. Kode IS Untuk Bahan Bangunan Dan Konstruksi	279
Daftar Pustaka	280

BAB 1

BAHAN TRADISIONAL

Batu, bata, semen, kapur, dan kayu merupakan bahan tradisional yang digunakan untuk konstruksi teknik sipil selama beberapa abad. Dalam bab ini dijelaskan jenis, sifat, pengujian, dan penggunaan bahan-bahan ini.

1.1 BATU

Batu merupakan 'bahan bangunan yang tersedia secara alami' yang telah digunakan sejak awal peradaban. Batu tersedia dalam bentuk batu, yang dipotong sesuai ukuran dan bentuk yang diinginkan, lalu digunakan sebagai blok bangunan. Batu telah digunakan untuk membangun bangunan tempat tinggal kecil hingga istana dan kuil besar di seluruh dunia. Benteng Merah, Taj Mahal, Vidhan Sabha di Bangalore, dan beberapa istana abad pertengahan di seluruh India merupakan bangunan batu yang terkenal.

Jenis Batu

Batu yang digunakan untuk pekerjaan teknik sipil dapat diklasifikasikan dalam tiga cara berikut:

- Geologi
- Fisika
- Kimia

Klasifikasi Geologi

Berdasarkan asal pembentukannya, batu diklasifikasikan menjadi tiga kelompok utama—batuan beku, batuan sedimen, dan batuan metamorf.

- Batuan Beku:* Batuan ini terbentuk oleh pendinginan dan pemadatan massa batuan dari kondisi magmatik cair dari material bumi. Umumnya batuan beku kuat dan tahan lama. Granit, trap, dan basal adalah batuan yang termasuk dalam kategori ini. Granit terbentuk oleh pendinginan lava yang lambat di bawah lapisan tebal di atasnya. Oleh karena itu, granit memiliki permukaan kristal. Pendinginan lava di permukaan atas bumi menghasilkan tekstur non-kristalin dan seperti kaca. Trap dan basal termasuk dalam kategori ini.
- Batuan Sedimen:* Akibat pelapukan air, angin, dan embun beku, batuan yang ada hancur. Material yang hancur dibawa oleh angin dan air; air merupakan media yang paling kuat. Air yang mengalir mengendapkan material yang tersuspensi di beberapa titik yang menghalangi alirannya. Lapisan material yang diendapkan ini terkonsolidasi di bawah tekanan dan panas. Agen kimia juga berkontribusi pada pengerasan endapan. Batuan yang terbentuk dengan demikian lebih seragam, berbutir halus, dan padat. Secara umum, batuan tersebut merupakan struktur berlapis atau berlapis. Batu pasir, batu kapur, batu lumpur, dll. termasuk dalam kelas batuan ini.
- Batuan Metamorf:* Batuan beku dan sedimen yang terbentuk sebelumnya mengalami perubahan akibat aksi metamorf dari tekanan dan panas internal. Misalnya, akibat aksi

metamorf, granit menjadi greiss, trap dan basal berubah menjadi sekis dan laterit, batu kapur berubah menjadi marmer, batu pasir menjadi kuarsit, dan batu lumpur menjadi batu tulis.

Klasifikasi Fisik

Berdasarkan strukturnya, batuan dapat diklasifikasikan sebagai:

- (i) *Batuan berlapis*: Batuan ini memiliki struktur berlapis. Batuan ini memiliki bidang stratifikasi atau belahan. Batuan ini dapat dengan mudah terbelah di sepanjang bidang ini. Batu pasir, batu kapur, batu tulis, dll. adalah contoh dari kelas batu ini.
- (ii) *Batuan tak berlapis*: Batuan ini tidak berlapis. Batuan ini memiliki butiran kristal dan padat. Batuan ini tidak dapat dibelah menjadi lempengan tipis. Batuan granit, trapesium, marmer, dll. adalah contoh dari jenis batuan ini.
- (iii) *Batuan berfoliasi*: Batuan ini memiliki kecenderungan untuk terbelah sepanjang arah tertentu saja. Arahnya tidak harus sejajar satu sama lain seperti pada kasus batuan berlapis. Jenis struktur ini sangat umum terjadi pada kasus batuan metamorf.

Klasifikasi Kimia

Berdasarkan komposisi kimianya, para insinyur lebih suka mengklasifikasikan batuan sebagai:

- (i) *Batuan silika*: Kandungan utama batuan ini adalah silika. Batuan ini keras dan tahan lama. Contoh batuan tersebut adalah granit, trap, batu pasir, dll.
- (ii) *Batuan lempung*: Konstituen utama batuan ini adalah argil, yaitu tanah liat. Batuan ini keras dan tahan lama, tetapi rapuh. Batuan ini tidak dapat menahan guncangan. Batu tulis dan laterit adalah contoh jenis batuan ini.
- (iii) *Batuan berkapur*: Konstituen utama batuan ini adalah kalsium karbonat. Batu kapur adalah batuan berkapur yang berasal dari sedimen sedangkan marmer adalah batuan berkapur yang berasal dari metamorf.

Sifat-sifat Batu

Sifat-sifat batu berikut harus diperhatikan sebelum memilihnya untuk pekerjaan teknik:

- (i) *Struktur*: Struktur batu dapat berlapis-lapis atau tidak berlapis-lapis. Batu berstruktur harus mudah dibentuk dan cocok untuk bangunan atas. Batu yang tidak berlapis-lapis keras dan sulit dibentuk. Batu-batu tersebut lebih disukai untuk pekerjaan pondasi.
- (ii) *Tekstur*: Batu berbutir halus dengan distribusi yang homogen tampak menarik dan karenanya digunakan untuk ukiran. Batu-batu tersebut biasanya kuat dan tahan lama.
- (iii) *Kepadatan*: Batu yang lebih padat lebih kuat. Batu yang ringan lemah. Oleh karena itu batu dengan berat jenis kurang dari 2,4 dianggap tidak cocok untuk bangunan.
- (iv) *Penampilan*: Batu dengan warna yang seragam dan menarik tahan lama, jika butirannya padat. Marmer dan granit tampak sangat bagus, saat dipoles. Oleh karena itu, keduanya digunakan untuk pekerjaan permukaan pada bangunan.
- (v) *Kekuatan*: Kekuatan merupakan sifat penting yang harus diperhatikan sebelum memilih batu sebagai blok bangunan. Kode standar India merekomendasikan, kekuatan hancur minimum $3,5 \text{ N/mm}^2$ untuk setiap blok bangunan. Tabel 1.1 menunjukkan kekuatan hancur berbagai batu. Karena ketidakseragaman material, biasanya faktor keamanan 10 digunakan untuk menemukan tegangan yang diizinkan

pada batu. Oleh karena itu, laterit pun dapat digunakan dengan aman untuk bangunan satu lantai, karena pada struktur seperti itu beban yang diharapkan hampir tidak dapat memberikan tegangan $0,15 \text{ N/mm}^2$. Namun, pada bangunan pasangan batu, perhatian harus diberikan untuk memeriksa tegangan saat balok (Beban Terpusat) ditempatkan pada dinding laterit.

- (vi) *Kekerasan*: Ini adalah sifat penting yang harus dipertimbangkan ketika batu digunakan untuk lantai dan perkerasan jalan. Koefisien kekerasan dapat ditemukan dengan melakukan pengujian pada spesimen standar dalam mesin uji Dory. Untuk pekerjaan jalan, koefisien kekerasan harus setidaknya 17. Untuk pekerjaan bangunan, batu dengan koefisien kekerasan kurang dari 14 tidak boleh digunakan.
- (vii) *Persentase keausan*: Ini diukur dengan uji atrisi. Ini adalah sifat penting yang harus dipertimbangkan dalam memilih agregat untuk pekerjaan jalan dan pemberat rel kereta api. Batu yang baik tidak boleh menunjukkan keausan lebih dari 2%.

Tabel 1.1. Kekuatan hancur batu bangunan umum

Nama Batu	Kekuatan Hancur dalam N/mm^2
Trap	300 hingga 350
Basalt	153 hingga 189
Granit	104 hingga 140
Batu tulis	70 hingga 210
Marmer	72
Batu pasir	65
Batu kapur	55
Laterit	1,8 hingga 3,2

- (viii) *Porositas dan Daya Serap*: Semua batu memiliki pori-pori dan karenanya menyerap air. Reaksi air dengan material batu menyebabkan disintegrasi. Uji daya serap ditetapkan sebagai persentase air yang diserap oleh batu saat terendam dalam air selama 24 jam. Untuk batu yang baik, angkanya harus sekecil mungkin dan tidak lebih dari 5.
- (ix) *Pelapukan*: Hujan dan angin menyebabkan hilangnya tampilan batu yang baik. Oleh karena itu, batu dengan ketahanan cuaca yang baik harus digunakan untuk pekerjaan permukaan.
- (x) *Ketangguhan*: Ketahanan terhadap benturan disebut ketangguhan. Ketangguhan ditentukan oleh uji benturan. Batu dengan indeks ketangguhan lebih dari 19 lebih disukai untuk pekerjaan jalan. Indeks ketangguhan 13 hingga 19 dianggap sebagai batu yang cukup tangguh dan batu dengan indeks ketangguhan kurang dari 13 adalah batu yang buruk.
- (xi) *Ketahanan terhadap Api*: Batu pasir lebih tahan api. Material lempung, meskipun kekuatannya buruk, cukup baik dalam menahan api.
- (xii) *Kemudahan dalam Penataan*: Biaya penataan berkontribusi besar terhadap biaya pemasangan batu. Proses pelapisan mudah dilakukan pada batu dengan kekuatan

yang lebih rendah. Oleh karena itu, seorang insinyur harus mempertimbangkan kekuatan yang cukup daripada kekuatan yang tinggi saat memilih batu untuk pekerjaan bangunan.

- (xiii) *Pelapisan*: Batu yang diperoleh dari tambang mengandung air di pori-porinya. Kekuatan batu akan meningkat jika air ini dihilangkan sebelum menggunakan batu tersebut. Proses penghilangan air dari pori-pori disebut pelapisan. Cara terbaik untuk melapisi adalah membiarkannya terkena pengaruh alam selama 6 hingga 12 bulan. Hal ini sangat diperlukan dalam kasus batu laterit.

Persyaratan Batu Bangunan yang Baik

Berikut ini adalah persyaratan batu bangunan yang baik:

- (i) *Kekuatan*: Batu harus mampu menahan beban yang datang padanya. Biasanya hal ini bukan menjadi perhatian utama karena semua batu memiliki kekuatan yang baik. Namun, dalam kasus struktur yang besar, mungkin perlu untuk memeriksa kekuatannya.
- (ii) *Daya tahan*: Batu yang dipilih harus mampu menahan efek buruk dari kekuatan alam seperti angin, hujan, dan panas.
- (iii) *Kekerasan*: Batu yang digunakan di lantai dan trotoar harus mampu menahan gaya abrasif yang disebabkan oleh pergerakan manusia dan material di atasnya.
- (iv) *Keuletan*: Batu bangunan harus cukup kuat untuk menahan tekanan yang terjadi karena getaran. Getaran tersebut dapat disebabkan oleh mesin yang dipasang di atasnya atau karena beban yang bergerak di atasnya. Agregat batu yang digunakan dalam konstruksi jalan harus kuat.
- (v) *Berat Jenis*: Jenis batu yang lebih berat harus digunakan untuk konstruksi bendungan, dinding penahan, dermaga, dan pelabuhan. Berat jenis batu bangunan yang baik adalah antara 2,4 dan 2,8.
- (vi) *Porositas dan Penyerapan*: Batu bangunan tidak boleh berpori. Jika berpori, air hujan masuk ke dalam tuangan dan bereaksi dengan batu dan menghancurkannya. Di dataran tinggi, air membeku di pori-pori dan mengakibatkan hancurnya batu.
- (vii) *Pembalutan*: Memberikan bentuk yang diinginkan pada batu disebut pembalutan. Batu harus mudah dibentuk sehingga biaya pembentukannya dapat ditekan. Namun, harus diperhatikan agar hal ini tidak mengorbankan kekuatan dan daya tahan yang dibutuhkan.
- (viii) *Penampilan*: Jika batu digunakan untuk pekerjaan permukaan, di mana penampilan merupakan persyaratan utama, warna dan kemampuannya untuk dipoles merupakan faktor penting.
- (ix) *Pelapisan*: Batu yang baik harus bebas dari getah tambang. Batu laterit tidak boleh digunakan selama 6 hingga 12 bulan setelah ditambang. Batu laterit dibiarkan terbebas dari getah tambang karena pengaruh alam. Proses penghilangan getah tambang ini disebut pelapisan.

- (x) *Biaya*: Biaya merupakan pertimbangan penting dalam memilih bahan bangunan. Kedekatan tambang dengan lokasi pembangunan menurunkan biaya transportasi dan dengan demikian biaya batu pun ikut turun.

Namun perlu dicatat bahwa tidak ada satu batu pun yang dapat memenuhi semua persyaratan batu bangunan yang baik, karena satu persyaratan dapat bertentangan dengan persyaratan lainnya. Misalnya, persyaratan kekuatan dan daya tahan bertentangan dengan persyaratan kemudahan pelapisan. Oleh karena itu, insinyur lokasi perlu memeriksa sifat-sifat yang diperlukan untuk pekerjaan yang dimaksud dan memilih batu.

Pengujian pada Batu

Untuk memastikan sifat-sifat batu yang dibutuhkan, pengujian berikut dapat dilakukan:

- (i) *Uji Kuat Tekan*: Untuk melakukan pengujian ini, spesimen berukuran $40 \times 40 \times 40$ mm disiapkan dari batu induk. Kemudian sisi-sisinya dipoles halus dan direndam dalam air selama 3 hari. Spesimen yang jenuh diberi lapisan plester paris pada permukaan atas dan bawahnya untuk mendapatkan permukaan yang rata sehingga beban yang diberikan terdistribusi secara merata. Distribusi beban yang merata dapat diperoleh dengan memuaskan dengan menyediakan sepasang kayu lapis setebal 5 mm sebagai ganti penggunaan lapisan plester paris juga. Spesimen yang ditempatkan di mesin uji tekan diberi beban dengan kecepatan 14 N/mm^2 per menit. Beban tekan dicatat. Kemudian, kekuatan tekan sama dengan beban tekan dibagi dengan luas area yang dikenai beban. Setidaknya tiga spesimen harus diuji dan rata-ratanya harus diambil sebagai kekuatan hancur.
- (ii) *Uji Penyerapan Air*: Untuk pengujian ini, spesimen kubus dengan berat sekitar 50 gram disiapkan dan pengujian dilakukan dalam langkah-langkah yang diberikan di bawah ini:
- Catat berat spesimen kering sebagai W_1 .
 - Letakkan spesimen dalam air selama 24 jam.
 - Keluarkan spesimen, bersihkan permukaan dengan selembar kain dan timbang spesimen. Biarkan beratnya menjadi W_2 .
 - Gantungkan spesimen dengan bebas di dalam air dan timbang. Biarkan beratnya menjadi W_3 .
 - Letakkan spesimen dalam air mendidih selama 5 jam. Kemudian keluarkan, bersihkan permukaan dengan kain dan timbang. Biarkan berat ini menjadi W_4 . Kemudian,

Persentase penyerapan berdasarkan berat	$= \frac{W_2 - W_1}{W_1} \times 100$... (1)
--	--------------------------------------	---------

Persentase penyerapan berdasarkan volume	$= \frac{W_2 - W_1}{W_2 - W_3} \times 100$... (2)
---	--	---------

Persentase porositas berdasarkan volume	$= \frac{W_4 - W_1}{W_2 - W_3} \times 100$... (3)
--	--	---------

Kepadatan	$= \frac{W_1}{W_2 - W_1} \times 100$... (4)
------------------	--------------------------------------	---------

Berat jenis	$= \frac{W_1}{W_2 - W_3} \times 100$... (5)
--------------------	--------------------------------------	---------

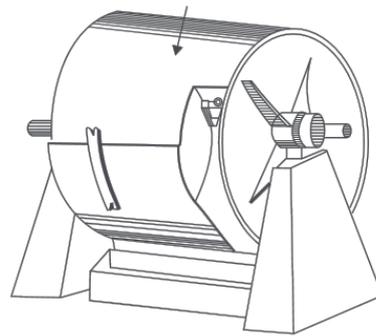
∴ Koefisien saturasi	$= \frac{\text{Penyerapan Air}}{\text{Total Porosity}}$	
	$= \frac{W_2 - W_1}{W_4 - W_1} \times 100$	

(iii) *Uji Abrasi*: Uji ini dilakukan pada batu yang digunakan sebagai agregat untuk konstruksi jalan. Hasil uji menunjukkan kesesuaian batu terhadap aksi penggerusan di bawah lalu lintas. Salah satu dari uji berikut dapat dilakukan untuk mengetahui kesesuaian agregat:

- a. Uji abrasi Los Angeles
- b. Uji abrasi Deval
- c. Uji abrasi Dorry.

Namun, uji abrasi Los Angeles lebih disukai karena hasil uji ini memiliki korelasi yang baik dengan kinerja perkerasan.

Peralatan Los Angeles [Gambar 1.1] terdiri dari silinder berongga dengan diameter dalam 0,7 m dan panjang 0,5 m dengan kedua ujungnya tertutup. Dipasang pada rangka sehingga dapat diputar pada sumbu horizontal. Kode IS telah menstandarisasi prosedur uji untuk gradasi spesimen yang berbeda. Bersama dengan berat spesimen yang ditentukan, sejumlah bola besi cor berdiameter 48 mm ditempatkan di dalam silinder.



Gambar 1.1. Mesin uji Los Angeles

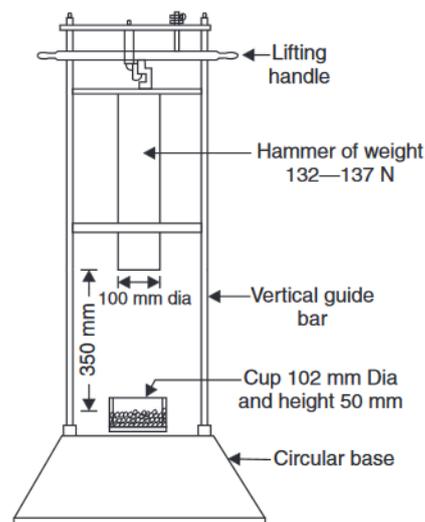
Kemudian silinder diputar pada kecepatan 30 sampai 33 rpm selama jumlah waktu yang ditentukan (500 sampai 1000). Kemudian agregat dikeluarkan dan diayak pada saringan IS 1,7 mm. Berat agregat yang lolos dicari. Kemudian nilai Los Angeles dicari sebagai berikut:

$$= \frac{\text{Berat agregat yang lolos saringan}}{\text{Berat Asli}} \times 100$$

Nilai-nilai berikut direkomendasikan untuk pekerjaan jalan:

- Untuk campuran aspal – 30%
- Untuk lapisan dasar – 50%

(iv) *Uji Benturan*: Ketahanan batu terhadap benturan ditemukan dengan melakukan pengujian pada mesin uji benturan (Gambar 1.2). Mesin ini terdiri dari rangka dengan pemandu tempat palu logam seberat 13,5 hingga 15 kg dapat jatuh bebas dari ketinggian 380 mm.



Gambar 1.2 Mesin uji dampak agregat

Agregat berukuran 10 mm hingga 12,5 mm diisi dalam silinder dalam 3 lapisan yang sama; setiap lapisan dipadatkan 25 kali. Agregat tersebut kemudian dipindahkan ke

dalam cawan dan dipadatkan lagi 25 kali. Palu kemudian dibiarkan jatuh bebas pada spesimen sebanyak 15 kali. Spesimen kemudian diayak melalui saringan 2,36 mm. Kemudian,

$$\text{Besar Dampak} = \frac{W_2}{W_1}$$

di mana

W₂ = berat denda

W₁ = berat awal.

Nilai dampak yang direkomendasikan untuk berbagai pekerjaan adalah:

- a. untuk lapisan aus \geq 30%
 - b. untuk mekadam bitumen \geq 35%
 - c. untuk mekadam terikat air \geq 40%
- (v) *Uji Asam*: Uji ini biasanya dilakukan pada batu pasir untuk memeriksa keberadaan kalsium karbonat, yang melemahkan kualitas ketahanan cuaca. Dalam uji ini, sampel batu dengan berat sekitar 50 hingga 100 gram diambil dan disimpan dalam larutan asam klorida satu persen selama tujuh hari. Larutan diaduk secara berkala. Batu bangunan yang baik mempertahankan tepinya yang tajam dan menjaga permukaannya tetap utuh. Jika tepinya pecah dan terbentuk bubuk di permukaan, itu menunjukkan adanya kalsium karbonat. Batu seperti itu akan memiliki ketahanan cuaca yang buruk.

Penggunaan Batu

Batu digunakan dalam konstruksi teknik sipil berikut:

- (i) Pasangan batu digunakan untuk konstruksi pondasi, dinding, kolom, dan lengkungan.
- (ii) Batu digunakan untuk lantai.
- (iii) Lempengan batu digunakan sebagai lapisan kedap air, ambang pintu, dan bahkan sebagai bahan atap.
- (iv) Batu dengan tampilan bagus digunakan untuk bagian muka bangunan. Marmer dan granit yang dipoles umumnya digunakan untuk bagian muka.
- (v) Batu digunakan untuk pengerasan jalan, jalur pejalan kaki, dan ruang terbuka di sekitar bangunan.
- (vi) Batu juga digunakan dalam konstruksi pilar dan abutmen jembatan, bendungan, dan dinding penahan.
- (vii) Batu pecah dengan kerikil digunakan untuk menyediakan lapisan dasar jalan. Bila dicampur dengan tar, akan membentuk lapisan akhir.
- (viii) Batu pecah juga digunakan dalam pekerjaan berikut:
 - a. Sebagai bahan dasar inert dalam beton
 - b. Untuk membuat batu buatan dan blok bangunan
 - c. Sebagai pemberat rel kereta api.

Batu Bangunan Umum

Berikut ini adalah beberapa batu yang umum digunakan:

- (i) Basalt dan trap

- (ii) Granit
- (iii) Batu pasir
- (iv) Batu tulis
- (v) Laterit
- (vi) Marmer
- (vii) Gneis
- (viii) Kuarsit.

Kualitas dan kegunaannya dijelaskan di bawah ini:

- (i) *Basalt dan Trap*: Strukturnya berbutir sedang hingga halus dan padat. Warnanya bervariasi dari abu-abu gelap hingga hitam. Retakan dan sambungan sering terjadi. Beratnya bervariasi dari 18 kN/m^3 hingga 29 kN/m^3 . Kekuatan tekannya bervariasi dari 200 hingga 350 N/mm^2 . Ini adalah batuan beku. Mereka digunakan sebagai logam jalan, agregat untuk beton. Mereka juga digunakan untuk pekerjaan pemasangan batu untuk pilar jembatan, dinding sungai, dan bendungan. Mereka digunakan sebagai perkerasan jalan.
- (ii) *Granit*: Granit juga merupakan batuan beku. Warnanya bervariasi dari abu-abu muda hingga merah muda. Strukturnya berupa kristal, berbutir halus hingga kasar. Batuan ini dapat dipoles dengan baik. Batuan ini keras dan tahan lama. Berat jenisnya berkisar antara $2,6$ hingga $2,7$ dan kuat tekannya berkisar antara 100 hingga 250 N/mm^2 . Batuan ini terutama digunakan untuk pilar jembatan, dinding sungai, dan bendungan. Batuan ini digunakan sebagai trotoar dan alas. Penggunaan granit untuk bangunan monumental dan institusional umum dilakukan. Granit yang dipoles digunakan sebagai bagian atas meja, pelapis kolom, dan dinding. Batuan ini digunakan sebagai agregat kasar dalam beton.
- (iii) *Batu pasir*: Batuan ini merupakan batuan sedimen, dan karenanya berlapis-lapis. Batuan ini terdiri dari kuarsa dan feldspar. Batuan ini ditemukan dalam berbagai warna seperti putih, abu-abu, merah, krem, cokelat, kuning, dan bahkan abu-abu gelap. Berat jenisnya berkisar antara $1,85$ hingga $2,7$ dan kuat tekannya berkisar antara 20 hingga 170 N/mm^2 . Porositasnya bervariasi dari 5 hingga 25 persen. Pelapukan batuan membuatnya tidak cocok sebagai batu bangunan. Sebaiknya gunakan batu pasir dengan semen silika untuk struktur yang berat, jika perlu. Batu ini digunakan untuk pekerjaan pemasangan batu, untuk bendungan, pilar jembatan, dan dinding sungai.
- (iv) *Batu tulis*: Ini adalah batuan metamorf. Batu ini terdiri dari mineral kuarsa, mika, dan tanah liat. Strukturnya berbutir halus. Batu ini mudah terbelah di sepanjang bidang lapisan aslinya. Warnanya bervariasi dari abu-abu gelap, abu-abu kehijauan, abu-abu ungu, hingga hitam. Berat jenisnya adalah $2,6$ hingga $2,7$. Kekuatan tekannya bervariasi dari 100 hingga 200 N/mm^2 . Batu ini digunakan sebagai genteng, pelat, trotoar, dll.
- (v) *Laterit*: Ini adalah batuan metamorf. Batu ini memiliki struktur berpori dan spons. Batu ini mengandung persentase oksida besi yang tinggi. Warnanya mungkin kecokelatan, merah, kuning, cokelat, dan abu-abu. Berat jenisnya $1,85$ dan kuat tekannya bervariasi dari $1,9$ hingga $2,3 \text{ N/mm}^2$. Batu ini dapat dengan mudah digali dalam bentuk balok.

Batu ini akan bertambah kuat jika dipoles. Jika digunakan sebagai batu bangunan, permukaan luarnya harus diplester.

- (vi) *Marmar*: Ini adalah batuan metamorf. Batu ini dapat dipoles dengan baik. Batu ini tersedia dalam berbagai warna yang menarik seperti putih dan merah muda. Berat jenisnya 2,65 dan kuat tekannya 70–75 N/mm². Batu ini digunakan untuk pelapis dan ornamen. Batu ini digunakan untuk kolom, lantai, tangga, dll.
- (vii) *Gneis*: Ini adalah batuan metamorf. Batu ini memiliki butiran halus hingga kasar. Garis-garis gelap dan putih alternatif umum ditemukan. Ada varietas berwarna abu-abu muda, merah muda, ungu, abu-abu kehijauan, dan abu-abu gelap. Batu-batu ini tidak disukai karena mengandung unsur-unsur yang merusak. Batu ini dapat digunakan dalam konstruksi kecil. Namun, varietas keras dapat digunakan untuk bangunan. Berat jenisnya bervariasi dari 2,5 hingga 3,0 dan kekuatan hancurnya bervariasi dari 50 hingga 200 N/mm².
- (viii) *Kuarsit*: Kuarsit adalah batuan metamorf. Strukturnya berbutir halus hingga kasar dan sering kali berbutir dan bermerk. Kuarsit tersedia dalam berbagai warna seperti putih, abu-abu, kekuningan. Kuarsa adalah konstituen utama dengan feldspar dan mika dalam jumlah kecil. Berat jenisnya bervariasi dari 2,55 hingga 2,65. Kekuatan hancurnya bervariasi dari 50 hingga 300 N/mm². Kuarsit digunakan sebagai blok bangunan dan pelat. Kuarsit juga digunakan sebagai agregat untuk beton.

1.2 BATA

Bata diperoleh dengan mencetak tanah liat yang baik menjadi balok, yang dikeringkan dan kemudian dibakar. Ini adalah balok bangunan tertua yang menggantikan batu. Pembuatan batu bata dimulai dengan pencetakan tangan, penjemuran di bawah sinar matahari, dan pembakaran dalam penjepit. Sejumlah besar perkembangan teknologi telah terjadi dengan pengetahuan yang lebih baik tentang sifat bahan baku, mesin yang lebih baik, dan teknik pencetakan, pengeringan, dan pembakaran yang lebih baik.

Ukuran batu bata adalah 90 mm × 90 mm × 90 mm dan 190 mm × 90 mm × 40 mm. Dengan sambungan mortar, ukuran batu bata ini diambil sebagai 200 mm × 100 mm × 100 mm dan 200 mm × 100 mm × 50 mm. Namun ukuran lama $8\frac{3}{4} \times 4\frac{1}{2} \times 2\frac{5}{8}$ memberikan ukuran pasangan batu $9 \times 4\frac{1}{2} \times 3$ masih umum digunakan di India.

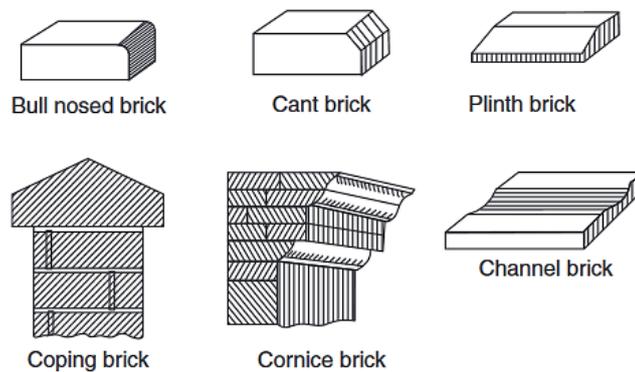
Jenis-jenis Batu Bata

Batu bata dapat secara umum diklasifikasikan sebagai:

- (i) Batu bata bangunan: Batu bata ini digunakan untuk konstruksi dinding.
- (ii) Batu bata paving: Batu bata ini adalah batu bata yang divitrifikasi dan digunakan sebagai paving.
- (iii) Batu bata tahan api: Batu bata ini dibuat khusus untuk menahan suhu tungku. Batu bata silika termasuk dalam kategori ini.

(iv) Batu bata khusus: Batu bata ini berbeda dari batu bata bangunan yang umum digunakan dalam hal bentuk dan tujuan pembuatannya. Beberapa batu bata tersebut tercantum di bawah ini:

- a. Batu bata berbentuk khusus
- b. Batu bata hadap
- c. Batu bata bangunan berlubang
- d. Batu bata berongga tanah liat yang dibakar
- e. Batu bata saluran pembuangan
- f. Batu bata tahan asam.

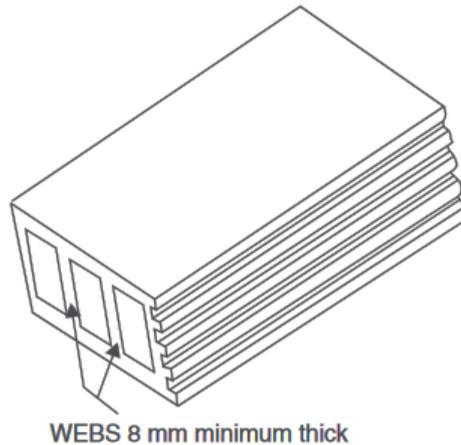


Gambar 1.3. Batu bata bentuk khusus

- (a) *Batu Bata Berbentuk Khusus:* Batu bata dengan bentuk khusus diproduksi untuk memenuhi persyaratan berbagai situasi. Beberapa di antaranya ditunjukkan pada Gambar 1.3.
- (b) *Bata Muka:* Bata ini digunakan pada permukaan luar pasangan bata. Setelah bata ini dipasang, plesteran tidak diperlukan lagi. Ukuran standar bata ini adalah $190 \times 90 \times 90$ mm atau $190 \times 90 \times 40$ mm.
- (c) *Bata Bangunan Berlubang:* Bata ini diproduksi dengan luas perforasi 30 hingga 45 persen. Luas setiap perforasi tidak boleh melebihi 500 mm^2 . Perforasi harus didistribusikan secara merata di seluruh permukaan. Bata ini diproduksi dalam ukuran $190 \times 190 \times 90$ mm dan $290 \times 90 \times 90$ mm.
- (d) *Bata Berongga Tanah Liat Bakar:* Gambar 1.4 menunjukkan bata berongga tanah liat bakar. Bata ini ringan. Bata ini digunakan untuk konstruksi dinding partisi. Bata ini memberikan isolasi termal yang baik untuk bangunan. Batu bata ini diproduksi dalam ukuran $190 \times 190 \times 90$ mm, $290 \times 90 \times 90$ mm, dan $290 \times 140 \times 90$ mm. Ketebalan cangkang tidak boleh kurang dari 11 mm dan ketebalan jaring tidak boleh kurang dari 8 mm.
- (e) *Batu Bata Saluran Pembuangan Limbah:* Batu bata ini digunakan untuk konstruksi saluran pembuangan limbah. Batu bata ini diproduksi dari tanah liat permukaan, serpih tanah liat api, atau gabungan dari keduanya. Batu bata ini diproduksi dalam ukuran $190 \times 90 \times 90$ mm dan $190 \times 90 \times 40$ mm. Kekuatan

rata-rata batu bata ini minimal harus $17,5 \text{ N/mm}^2$. Daya serap air tidak boleh lebih dari 10 persen.

- (f) Batu Bata Tahan Asam: Batu bata ini digunakan untuk lantai yang rentan terkena serangan asam, pelapis ruangan di pabrik kimia, pelapis saluran pembuangan limbah industri, dan sebagainya. Batu bata ini terbuat dari tanah liat atau serpih dengan komposisi yang sesuai, rendah kadar kapur dan besi, batu api atau pasir, dan divitrifikasi pada suhu tinggi di dalam tanur keramik.



Gambar 1.4. Batu bata berongga

Sifat-sifat Batu Bata

Berikut ini adalah sifat-sifat yang dibutuhkan untuk batu bata yang baik:

- (i) *Warna*: Warna harus seragam dan cerah.
- (ii) *Bentuk*: Batu bata harus memiliki permukaan yang datar. Batu bata harus memiliki sudut-sudut yang tajam dan tegak lurus.
- (iii) *Ukuran*: Batu bata harus memiliki ukuran standar seperti yang ditentukan oleh kode.
- (iv) *Tekstur*: Batu bata harus memiliki tekstur yang halus, padat, dan seragam. Batu bata tidak boleh memiliki retakan, rongga, kerikil lepas, dan kapur yang tidak terbakar.
- (v) *Kedap suara*: Ketika dipukul dengan palu atau batu bata lain, batu bata harus menghasilkan suara metalik.
- (vi) *Kekerasan*: Goresan jari tidak boleh menghasilkan kesan apa pun pada batu bata.
- (vii) *Kekuatan*: Kekuatan hancur batu bata tidak boleh kurang dari $3,5 \text{ N/mm}^2$. Uji kekuatan di lapangan adalah ketika dijatuhkan dari ketinggian 0,9 m hingga 1,0 m di tanah yang keras, batu bata tidak boleh pecah berkeping-keping.
- (viii) *Penyerapan Air*: Setelah merendam bata dalam air selama 24 jam, penyerapan air tidak boleh lebih dari 20 persen beratnya. Untuk pekerjaan kelas-I, batasnya adalah 15 persen.
- (ix) *Efloresensi*: Bata tidak boleh menunjukkan bercak putih saat direndam dalam air selama 24 jam dan kemudian dibiarkan kering di tempat teduh. Bercak putih disebabkan oleh adanya sulfat kalsium, magnesium, dan kalium. Bercak putih menjaga pasangan bata tetap lembap dan basah secara permanen.

- (x) *Konduktivitas Termal*: Bata harus memiliki konduktivitas termal yang rendah, sehingga bangunan yang dibangun dengannya sejuk di musim panas dan hangat di musim dingin.
- (xi) *Isolasi Suara*: Bata yang lebih berat merupakan isolator suara yang buruk, sedangkan bata yang ringan dan berongga memberikan isolasi suara yang baik.
- (xii) *Tahan Api*: Ketahanan api bata biasanya baik. Faktanya, bata digunakan untuk membungkus kolom baja agar terlindung dari api.

Pengujian pada Batu Bata

Pengujian laboratorium berikut dapat dilakukan pada batu bata untuk mengetahui kesesuaiannya:

- (i) *Kekuatan Hancur*: Spesimen batu bata direndam dalam air selama 24 jam. Katak batu bata diisi rata dengan mortar semen 1:3 dan spesimen disimpan dalam karung goni basah selama 24 jam dan kemudian direndam dalam air bersih selama 24 jam. Spesimen ditempatkan dalam mesin uji kompresi dengan kayu lapis 6 mm di atas dan bawahnya untuk mendapatkan beban yang seragam pada spesimen. Kemudian beban diterapkan secara aksial pada laju seragam 14 N/mm². Beban hancur dicatat. Kemudian kekuatan hancur adalah rasio beban hancur terhadap luas batu bata yang dimuat. Rata-rata dari lima spesimen diambil sebagai kekuatan hancur.
- (ii) *Uji Penyerapan*: Spesimen batu bata ditimbang kering. Kemudian direndam dalam air selama 24 jam. Spesimen dikeluarkan dan dilap dengan kain. Berat setiap spesimen dalam kondisi basah ditentukan. Selisih berat menunjukkan air yang diserap. Kemudian persentase penyerapan adalah rasio air yang diserap terhadap berat kering dikalikan 100. Rata-rata dari lima spesimen diambil. Nilai ini tidak boleh melebihi 20 persen.
- (iii) *Bentuk dan Ukuran*: Batu bata harus berukuran standar dan tepinya harus benar-benar persegi panjang dengan tepi yang tajam. Untuk memeriksanya, 20 batu bata dipilih secara acak dan ditumpuk sepanjang panjang, lebar, dan tinggi. Untuk batu bata standar berukuran 190 mm × 90 mm × 90 mm. Kode IS mengizinkan batasan berikut:

Panjang: 3680 hingga 3920 mm
 Lebar: 1740 hingga 1860 mm
 Tinggi: 1740 hingga 1860 mm.

Uji lapangan berikut membantu memastikan batu bata berkualitas baik:

- a. *Keseragaman Ukuran*: Batu bata yang baik harus memiliki permukaan bidang persegi panjang dan ukuran yang seragam. Pemeriksaan ini dilakukan di lapangan melalui pengamatan.
- b. *Keseragaman Warna*: Batu bata yang baik akan memiliki warna yang seragam di seluruh bagiannya. Pengamatan ini dapat dilakukan sebelum membeli batu bata.
- c. *Struktur*: Beberapa batu bata dapat dipecah di lapangan dan penampang melintangnya diamati. Penampangnya harus homogen, padat, dan bebas dari cacat seperti lubang dan gumpalan.

- d. *Uji Suara*: Jika dua batu bata dibenturkan satu sama lain, keduanya akan menghasilkan suara dering yang jelas. Suaranya tidak boleh tumpul.
- e. *Uji Kekerasan*: Untuk ini, uji lapangan sederhana adalah menggores batu bata dengan paku. Jika tidak ada kesan yang ditandai pada permukaan, batu bata cukup keras.
- f. *Efloresensi*: Kehadiran alkali dalam batu bata tidak diinginkan karena membentuk bercak-bercak bubuk abu-abu dengan menyerap kelembapan. Oleh karena itu, untuk menentukan keberadaan alkali, pengujian ini dilakukan seperti yang dijelaskan di bawah ini:

Tempatkan spesimen batu bata dalam wadah kaca berisi air hingga kedalaman 25 mm di ruangan yang berventilasi baik. Setelah semua air diserap atau diuapkan, tambahkan air lagi hingga kedalaman 25 mm. Setelah penguapan kedua, amati batu bata untuk melihat bercak-bercak putih/abu-abu. Pengamatan dilaporkan sebagai 'nihil', 'ringan', 'sedang', 'berat' atau serius yang berarti

- (a) *Nihil*: Tidak ada bercak
- (b) *Ringan*: 10% area tertutup endapan
- (c) *Sedang*: 10 hingga 50% area tertutup endapan tetapi tidak disertai pengelupasan permukaan.
- (d) *Berat*: Lebih dari 50 persen area tertutup endapan tetapi tidak disertai pengelupasan permukaan.
- (e) *Serius*: Endapan garam berat disertai pengelupasan permukaan.

Klasifikasi Batu Bata Berdasarkan Kualitasnya

Batu bata yang digunakan dalam konstruksi diklasifikasikan sebagai:

- (i) *Batu bata kelas satu*: Batu bata ini memiliki bentuk dan ukuran standar. Batu bata ini dibakar dalam tungku pembakaran. Batu bata ini memenuhi semua sifat batu bata yang diinginkan.
- (ii) *Batu bata kelas dua*: Batu bata ini dibentuk dan dibakar dalam tungku pembakaran. Tepinya mungkin tidak tajam dan seragam. Permukaannya mungkin agak kasar. Batu bata seperti itu umumnya digunakan untuk konstruksi dinding yang akan diplester.
- (iii) *Batu bata kelas tiga*: Batu bata ini dibentuk dan dibakar dalam penjepit. Tepinya agak terdistorsi. Batu bata ini menghasilkan suara tumpul saat dipukul bersama-sama. Batu bata ini digunakan untuk struktur sementara dan tidak penting.
- (iv) *Batu bata kelas empat*: Batu bata ini dibakar berlebihan. Warnanya gelap. Bentuknya tidak beraturan. Batu bata digunakan sebagai agregat untuk beton di pondasi, lantai, dan jalan.

Kegunaan Batu Bata

Batu bata digunakan dalam pekerjaan sipil berikut:

- (i) Sebagai blok bangunan.
- (ii) Untuk pelapis oven, tungku, dan cerobong asap.
- (iii) Untuk melindungi kolom baja dari api.

- (iv) Sebagai agregat untuk memberikan lapisan kedap air pada atap beton bertulang.
- (v) Untuk paving untuk jalur pejalan kaki dan jalur sepeda.
- (vi) Untuk pelapis saluran pembuangan.

1.3 KAPUR

Kapur merupakan bahan pengikat penting yang digunakan dalam konstruksi bangunan. Kapur telah digunakan sebagai bahan konstruksi sejak zaman dahulu. Bila dicampur dengan pasir, kapur menghasilkan mortar kapur dan bila dicampur dengan pasir dan agregat kasar, kapur membentuk beton kapur.

Jenis-jenis Kapur dan Sifat-sifatnya

Kapur diklasifikasikan sebagai kapur lemak, kapur hidrolik, dan kapur miskin:

- (i) *Kapur lemak*: Kapur ini terdiri dari 95 persen kalsium oksida. Bila air ditambahkan, kapur akan mengeras dengan kuat dan volumenya meningkat hingga 2 hingga $2\frac{1}{2}$ kali. Warnanya putih. Khasiatnya adalah:
 - a. mengeras perlahan-lahan
 - b. memiliki tingkat plastisitas yang tinggi
 - c. mengeras perlahan-lahan di udara
 - d. berwarna putih
 - e. mengeras dengan kuat.
- (ii) *Kapur hidrolik*: Mengandung tanah liat dan oksida besi. Bergantung pada persentase tanah liat yang ada, kapur hidrolik dibagi menjadi tiga jenis berikut:
 - a. Kapur hidrolik lemah (kandungan tanah liat 5 hingga 10%)
 - b. Kapur hidrolik sedang (kandungan tanah liat 11 hingga 20%)
 - c. Kapur hidrolik sangat kuat (kandungan tanah liat 21 hingga 30%) Sifat-sifat kapur hidrolik adalah:
 - Mengendap di dalam air
 - Warnanya tidak putih sempurna
 - Membentuk pasta tipis dengan air dan tidak larut dalam air.
 - Sifat pengikatannya membaik jika bubuk halus dicampur dengan pasir dan disimpan dalam bentuk tumpukan selama seminggu, sebelum digunakan.
- (iii) *Kapur buruk*: Mengandung lebih dari 30% tanah liat. Warnanya keruh. Sifat pengikatannya buruk. Mortar yang dibuat dengan kapur tersebut digunakan untuk pekerjaan yang kualitasnya rendah.

IS 712-1973 mengklasifikasikan kapur sebagai kelas A, B, C, D, dan E.

Kapur Kelas A: Kapur ini sebagian besar merupakan kapur hidrolik. Kapur ini biasanya dipasok sebagai kapur terhidrasi dan umumnya digunakan untuk pekerjaan struktural.

Kapur Kelas B: Kapur ini mengandung kapur hidrolik dan kapur lemak. Kapur ini dipasok sebagai kapur terhidrasi atau kapur tohor. Kapur ini digunakan untuk membuat mortar untuk pekerjaan pasangan batu.

Kapur Kelas C: Kapur ini sebagian besar merupakan kapur lemak, dipasok sebagai kapur tohor dan kapur lemak. Kapur ini digunakan untuk pelapis akhir plesteran dan untuk pengapuran.

Kapur Kelas D: Kapur ini mengandung sejumlah besar magnesium oksida dan mirip dengan kapur tohor. Kapur ini juga umumnya digunakan untuk pengapuran dan untuk pelapis akhir plesteran.

Kapur Kelas E: Kapur ini adalah batu kapur tidak murni, yang dikenal sebagai kankar. Kapur ini tersedia dalam bentuk modular dan blok. Kapur ini dipasok sebagai kapur terhidrasi. Umumnya digunakan untuk mortar pasangan batu.

Pengujian pada Batu Kapur

Pengujian praktis berikut dilakukan pada batu kapur untuk menentukan kesesuaiannya:

- (i) *Pengujian fisik:* Batu kapur murni berwarna putih. Batu kapur hidrolik berwarna abu-abu kebiruan, cokelat, atau berwarna gelap. Kapur hidrolik mengeluarkan bau tanah. Batu kapur hidrolik memiliki rasa seperti tanah liat. Adanya gumpalan menunjukkan kapur tohor dan batu kapur yang belum terbakar.
- (ii) *Pengujian panas:* Sepotong batu kering dengan berat W_1 dipanaskan dalam api terbuka selama beberapa jam. Jika berat sampel setelah pendinginan adalah W_2 , berat yang hilang adalah $W_2 - W_1$. Berat yang hilang menunjukkan jumlah karbon dioksida. Dari sini, jumlah kalsium karbonat dalam batu kapur dapat dihitung.
- (iii) *Pengujian kimia:* Satu sendok teh kapur dimasukkan ke dalam tabung reaksi dan asam klorida encer dituangkan ke dalamnya. Isinya diaduk dan tabung reaksi dibiarkan di tempat selama 24 jam. Buih yang kuat dan sedikit residu menunjukkan batu kapur murni. Jika buihnya sedikit dan residunya banyak, itu menunjukkan batu kapur tidak murni. Jika gel kental terbentuk dan setelah tabung reaksi dipegang terbalik, maka dapat diidentifikasi kelas kapur seperti yang ditunjukkan di bawah ini:
 - Kapur kelas A, jika gel tidak mengalir.
 - Kapur kelas B, jika gel cenderung mengalir ke bawah.
 - Kapur kelas C, jika tidak terbentuk gel.
- (iv) *Uji Bola:* Uji ini dilakukan untuk mengidentifikasi apakah kapur termasuk kelas C atau kelas B. Dengan menambahkan air secukupnya, dibuat bola-bola kapur berukuran sekitar 40 mm dan dibiarkan tidak tersentuh selama enam jam. Kemudian bola-bola tersebut ditaruh dalam baskom berisi air. Jika dalam beberapa menit mulai terjadi pemuaihan dan disintegrasi lambat, itu menunjukkan kapur kelas C. Jika pemuaiannya sedikit atau tidak ada, tetapi hanya muncul retakan, itu berarti kapur termasuk kelas B.

Penggunaan Kapur

Berikut ini adalah penggunaan kapur dalam pekerjaan sipil:

- (i) Untuk pengapuran.
- (ii) Untuk membuat adukan semen untuk pekerjaan pasangan batu dan plesteran.
- (iii) Untuk membuat batu bata pasir kapur.
- (iv) Untuk stabilisasi tanah.

- (v) Sebagai bahan tahan api untuk melapisi tungku perapian terbuka.
- (vi) Untuk membuat semen.

1.4 SEMEN

Semen merupakan bahan pengikat yang umum digunakan dalam konstruksi. Semen diperoleh dengan membakar campuran bahan berkapur (kalsium) dan berlempung (tanah liat) pada suhu yang sangat tinggi, kemudian menggiling klinker yang dihasilkan hingga menjadi bubuk halus. Semen pertama kali diproduksi oleh seorang tukang batu Joseph Aspdin di Inggris pada tahun 1924. Ia mematenkannya sebagai semen portland.

Jenis-jenis Semen

Selain semen portland biasa, ada banyak jenis semen. Jenis-jenis yang penting dijelaskan secara singkat di bawah ini:

- (i) *Semen Putih*: Semen yang dibuat bebas dari oksida pewarna besi, mangan, dan klorin menghasilkan semen putih. Dalam pembuatan semen ini, bahan bakar minyak digunakan sebagai pengganti batu bara untuk pembakaran. Semen putih digunakan untuk pelapis lantai, plesteran, pekerjaan ornamen, dll. Di kolam renang, semen putih digunakan untuk menggantikan ubin yang diglasir. Semen ini digunakan untuk memperbaiki marmer dan ubin yang diglasir.
- (ii) *Semen Berwarna*: Semen dengan warna yang diinginkan diproduksi dengan mencampur pigmen secara menyeluruh dengan semen biasa. Klorium oksida menghasilkan warna hijau. Kobalt menghasilkan warna biru. Oksida besi dengan proporsi yang berbeda menghasilkan warna cokelat, merah, atau kuning. Penambahan mangan dioksida menghasilkan semen berwarna hitam atau cokelat. Semen ini digunakan untuk memberikan sentuhan akhir pada lantai, dinding, kusen jendela, atap, dll.
- (iii) *Semen Cepat Kering*: Semen cepat kering diproduksi dengan mengurangi persentase gipsum dan menambahkan sedikit aluminium sulfat selama pembuatan semen. Penggilingan yang lebih halus juga menambah sifat cepat kering. Semen ini mulai mengeras dalam waktu 5 menit setelah menambahkan air dan menjadi massa keras dalam waktu 30 menit. Semen ini digunakan untuk meletakkan beton di bawah air yang mengalir pelan atau statis.
- (iv) *Semen Cepat Kering*: Semen ini dapat diproduksi dengan meningkatkan kadar kapur dan membakarnya pada suhu tinggi saat pembuatan semen. Penggilingan hingga sangat halus juga diperlukan. Meskipun waktu pengerasan awal dan akhir semen ini sama dengan semen portland, semen ini memperoleh kekuatan pada hari-hari awal. Sifat ini membantu pelepasan bekisting lebih awal dan mempercepat aktivitas konstruksi.
- (v) *Semen Panas Rendah*: Dalam pekerjaan beton massal seperti konstruksi bendungan, panas yang dihasilkan karena hidrasi semen tidak akan mudah tersebar. Hal ini dapat menimbulkan retakan. Oleh karena itu, dalam konstruksi seperti itu lebih baik

- menggunakan semen panas rendah. Semen ini mengandung persentase rendah (5%) trikalsium aluminat (C3A) dan persentase lebih tinggi (46%) dikalsium silikat (C2S).
- (vi) *Semen Pozzulana*: Pozzulana adalah kekuatan vulkanik yang ditemukan di Italia. Dapat diproses dari serpih dan jenis tanah liat tertentu juga. Dalam semen ini bahan pozzulana adalah 10 hingga 30 persen. Dapat menahan aksi sulfat. Melepaskan lebih sedikit panas selama pengerasan. Memberikan tingkat kedap air yang lebih tinggi. Kekuatan tariknya tinggi tetapi kekuatan tekannya rendah. Digunakan untuk pekerjaan beton massal. Juga digunakan dalam pekerjaan saluran pembuangan.
 - (vii) *Semen yang Mengembang*: Semen ini mengembang saat mengeras. Properti ini dicapai dengan menambahkan media yang mengembang seperti sulfo aluminat dan agen penstabil ke semen biasa. Ini digunakan untuk mengisi retakan pada struktur beton.
 - (viii) *Semen Alumina Tinggi*: Diproduksi dengan membakar campuran kapur dan bauksit. Lebih tahan terhadap serangan sulfat dan asam. Kekuatannya hampir penuh dalam waktu 24 jam setelah penambahan air. Semen ini digunakan untuk pekerjaan di bawah air.
 - (ix) *Semen Tanur Tinggi*: Dalam pembuatan besi kasar, terak keluar sebagai produk limbah. Semen ini diproduksi dengan menggiling klinker semen dengan sekitar 60 hingga 65 persen terak. Sifat-sifat semen ini kurang lebih sama dengan semen biasa, tetapi murah, karena memanfaatkan produk limbah. Semen ini tahan lama tetapi kekuatannya bertambah perlahan dan karenanya membutuhkan waktu pengerasan yang lebih lama.
 - (x) *Semen Tahan Asam*: Semen ini diproduksi dengan menambahkan agregat tahan asam seperti kuarsa, kuarsit, natrium silikat atau kaca larut. Semen ini memiliki ketahanan yang baik terhadap aksi asam dan air. Umumnya digunakan dalam pembangunan pabrik kimia.
 - (xi) *Semen Tahan Sulfat*: Dengan menjaga persentase trikalsium aluminat C3A di bawah lima persen dalam semen biasa, semen ini diproduksi. Semen ini digunakan dalam pembangunan struktur yang cenderung rusak oleh kondisi basa. Contoh struktur tersebut adalah kanal, gorong-gorong, dll.
 - (xii) *Semen Campuran Abu Terbang*: Abu terbang merupakan produk sampingan di stasiun termal. Partikel abu terbang sangat kecil dan beterbangan di udara, sehingga menimbulkan masalah polusi udara. Stasiun pembangkit listrik termal harus mengeluarkan banyak uang untuk menangkap abu terbang dan membuangnya dengan aman. Ditemukan bahwa salah satu cara terbaik untuk membuang abu terbang adalah dengan mencampurnya dengan semen dalam kondisi terkendali dan memperoleh beberapa manfaat dari semen. Saat ini pabrik semen memproduksi abu terbang di stasiun termal mereka sendiri atau meminjamnya dari stasiun termal lain dan memprosesnya lebih lanjut agar sesuai untuk dicampur dengan semen. 20 hingga 30% abu terbang digunakan untuk pencampuran. Semen campuran abu terbang memiliki kualitas ketahanan yang unggul terhadap pelapukan. Kekuatan akhir yang diperoleh

sama dengan semen portland biasa. Namun, kekuatan yang diperoleh pada tahap awal lambat. Birla plus, Birla star, A.C.C. Suraksha adalah beberapa merek semen campuran.

Sifat-sifat Semen Portland Biasa

(i) **Sifat kimia:** Semen Portland terdiri dari senyawa kimia berikut:

a. Trikalsium silikat	$3 \text{ CaO} \cdot \text{SiO}_2$ (C_3S)	40%
b. Dikalsium silikat	$2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$ (C_2S)	30%
c. Trikalsium aluminat	$3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ (C_3A)	11%
d. Tetrakalsium aluminat	$4\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$ (C_3AF)	11%

Mungkin ada sejumlah kecil pengotor yang ada seperti kalsium oksida (CaO) dan magnesium oksida (MgO).

Ketika air ditambahkan ke semen, C_3A adalah yang pertama bereaksi dan menyebabkan pengerasan awal. Ini menghasilkan sejumlah besar panas. C_3S terhidrasi lebih awal dan mengembangkan kekuatan dalam 28 hari pertama. Ini juga menghasilkan panas. C_2S adalah yang berikutnya yang terhidrasi. Semen ini terhidrasi secara perlahan dan bertanggung jawab atas peningkatan kekuatan akhir. C_4AF merupakan senyawa yang relatif tidak aktif.

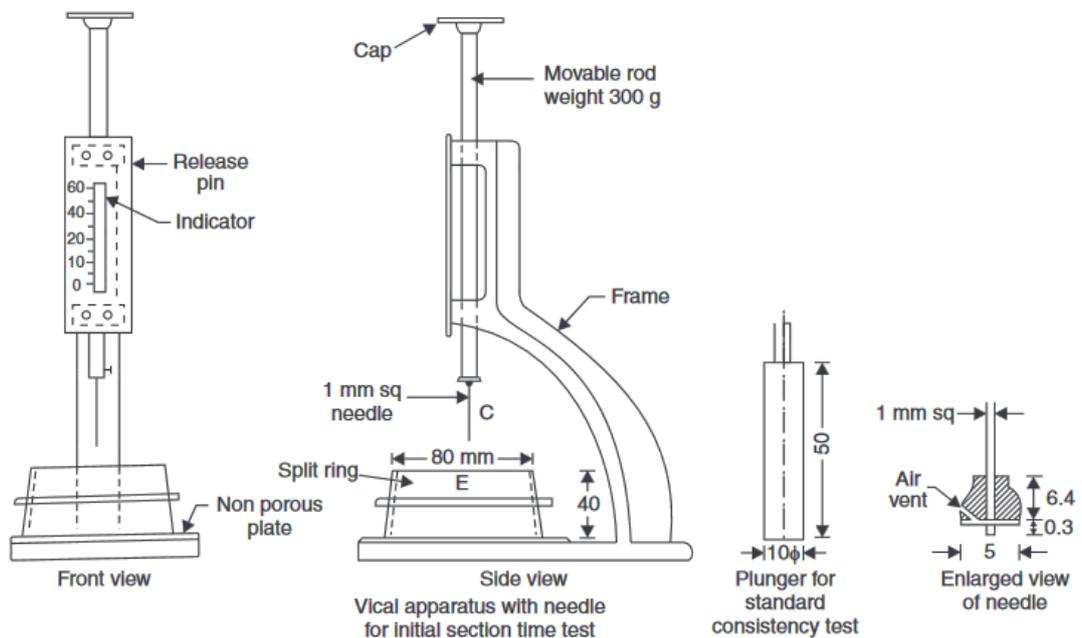
(ii) **Sifat fisik:** Sifat fisik berikut harus diperiksa sebelum memilih semen portland untuk pekerjaan teknik sipil. IS 269–1967 menetapkan metode pengujian dan menetapkan batasan:

- a. *Kehalusan:* Diukur dalam bentuk persentase berat yang tertahan setelah semen diayak melalui saringan 90 mikron atau berdasarkan luas permukaan semen dalam sentimeter persegi per gram semen. Menurut spesifikasi kode IS, berat yang tertahan pada saringan tidak boleh lebih dari 10 persen. Dalam bentuk permukaan spesifik tidak boleh kurang dari $2250 \text{ cm}^2/\text{gm}$.
- b. *Waktu pengerasan:* Periode 30 menit sebagai waktu pengerasan minimum untuk pengerasan awal dan periode maksimum 600 menit sebagai waktu pengerasan maksimum ditetapkan oleh kode IS, dengan ketentuan pengujian dilakukan sesuai prosedur yang ditentukan oleh IS 269-1967.
- c. *Ketahanan:* Setelah beton mengeras, perlu dipastikan tidak terjadi perubahan volume. Semen dikatakan tidak kokoh jika menunjukkan ketidakstabilan volumetrik setelah pengerasan. Kode IS merekomendasikan pengujian dengan cetakan Le Chatelier untuk menguji sifat ini. Di akhir pengujian, indikator cetakan Le Chatelier tidak boleh mengembang lebih dari 10 mm.
- d. *Kekuatan hancur:* Untuk ini, kubus mortar dibuat dengan pasir standar dan diuji dalam mesin uji kompresi sesuai spesifikasi kode IS. Kekuatan minimum yang ditetapkan adalah 16 N/mm^2 setelah 3 hari dan 22 N/mm^2 setelah 7 hari pengerasan

Uji Fisik pada Semen

- (a) *Uji Kekentalan:* Dilakukan dengan analisis saringan. 100 gram semen diambil dan diayak melalui saringan IS No. 9 selama lima belas menit. Residu pada saringan ditimbang. Residu ini tidak boleh melebihi 10 persen dari berat sampel yang diambil.

(b) *Waktu Pengerasan*: Waktu pengerasan awal dan waktu pengerasan akhir adalah dua sifat fisik semen yang penting. Waktu pengerasan awal adalah waktu yang dibutuhkan semen sejak penambahan air hingga mulai kehilangan plastisitasnya. Waktu pengerasan akhir adalah waktu yang berlalu sejak penambahan air hingga kehilangan plastisitas sepenuhnya. Peralatan Vicat digunakan untuk menemukan waktu pengerasan [Gambar 1.5]. Peralatan Vicat terdiri dari batang yang dapat digerakkan yang dapat dipasang salah satu dari tiga jarum yang ditunjukkan pada gambar. Indikator dipasang pada batang yang dapat digerakkan. Cetakan vicat dikaitkan dengan peralatan ini yang berbentuk silinder terbelah.



Gambar 1.5. Peralatan Vicat

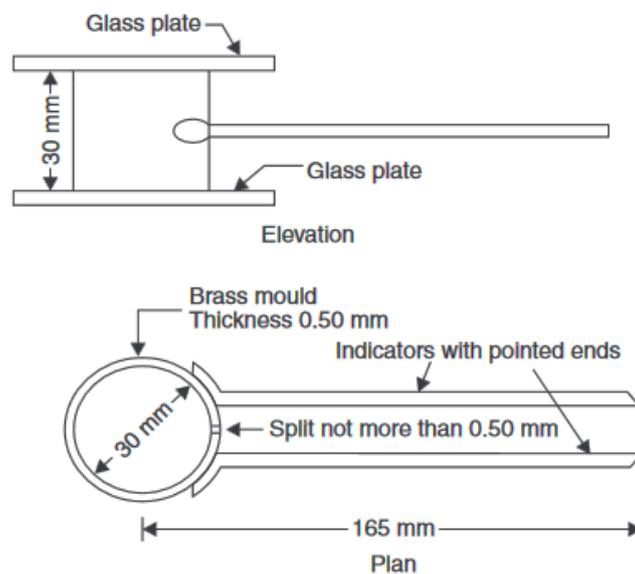
Sebelum menentukan waktu pengikatan awal dan akhir, perlu ditentukan air yang akan ditambahkan untuk mendapatkan konsistensi standar. Untuk ini, 300 gram semen dicampur dengan sekitar 30% air dan pasta semen yang disiapkan diisi ke dalam cetakan yang diletakkan di atas pelat non-pori. Plunger dipasang pada batang yang dapat digerakkan dari peralatan vicat dan diturunkan perlahan hingga menyentuh pasta di dalam cetakan. Kemudian, plunger dibiarkan bergerak bebas. Jika penetrasinya 5 mm hingga 7 mm dari dasar cetakan, maka semen memiliki konsistensi standar. Jika tidak, percobaan diulang dengan proporsi air yang berbeda untuk mengisi air yang dibutuhkan untuk konsistensi standar. Kemudian, pengujian untuk waktu pengikatan awal dan akhir dapat dilakukan seperti yang dijelaskan di bawah ini:

Waktu Pengikatan Awal: 300 gram semen dicampur secara menyeluruh dengan 0,85 kali air untuk konsistensi standar dan cetakan vicat terisi penuh dan permukaan atas diratakan. Jarum persegi 1 mm dipasang pada batang dan diletakkan perlahan di atas pasta. Kemudian, pasta dibiarkan menembus dengan bebas. Pada awalnya jarum

menembus pasta secara menyeluruh. Seiring berjalannya waktu, pasta mulai kehilangan plastisitasnya dan tidak mudah ditembus. Ketika jarum dapat menembus hingga 5 hingga 7 mm di atas dasar pasta, percobaan dihentikan dan waktu berlalu antara penambahan air dan berakhir jika percobaan dicatat sebagai waktu pengerasan awal.

Waktu Pengerasan Akhir: Jarum persegi diganti dengan kerah melingkar. Percobaan dilanjutkan dengan membiarkan jarum ini bergerak bebas setelah menyentuh permukaan pasta dengan lembut. Waktu berlalu antara penambahan air dan tanda jarum tetapi tidak pada cincin melingkar ditemukan pada pasta. Waktu ini dicatat sebagai waktu pengerasan akhir.

- (c) *Uji Kekentalan:* Uji ini dilakukan untuk menemukan kapur bebas dalam semen, yang tidak diinginkan. Peralatan Le Chatelier yang ditunjukkan pada Gambar 1.6 digunakan untuk melakukan pengujian ini. Peralatan ini terdiri dari cetakan kuningan terbelah dengan diameter 30 mm dan tinggi 30 mm. Di kedua sisi belahan, terdapat dua indikator, dengan ujung runcing. Ujung indikator berjarak 165 mm dari bagian tengah cetakan.



Gambar 1.6. Peralatan Le Chatelier

Cetakan Le Chatelier yang telah diminyaki dengan benar diletakkan di atas pelat kaca dan diisi penuh dengan pasta semen yang mengandung 0,78 kali air yang dibutuhkan untuk kekentalan standar. Kemudian, pelat ditutup dengan pelat kaca lain dan pemberat kecil diletakkan di atasnya. Kemudian, seluruh rakitan direndam dalam air selama 24 jam. Suhu air harus antara 24°C dan 50°C. Perhatikan jarak antara indikator. Kemudian, letakkan cetakan lagi di dalam air dan panaskan rakitan tersebut sehingga air mencapai titik didih dalam waktu 30 menit. Rebus air selama satu jam. Cetakan dikeluarkan dari air dan dibiarkan dingin. Jarak antara kedua penunjuk diukur.

Perbedaan antara kedua hasil pembacaan menunjukkan pemuaihan semen karena adanya kapur yang tidak terbakar. Nilai ini tidak boleh melebihi 10 mm.

- (d) *Uji Kekuatan Hancur*: Untuk ini 200 gm semen dicampur dengan 600 gm pasir standar yang sesuai dengan IS 650–1966. Setelah tercampur secara menyeluruh dalam kondisi kering selama satu menit air minum suling $\frac{P}{4} + 3$ persentase ditambahkan di mana P adalah air yang dibutuhkan untuk konsistensi standar. Mereka dicampur dengan sekop selama 3 sampai 4 menit untuk mendapatkan campuran yang seragam. Campuran tersebut ditempatkan dalam cetakan kubus berukuran 70,6 mm (Luas 5000 mm²) yang diletakkan di atas pelat baja dan ditusuk dengan batang baja standar 25 mm sebanyak 20 kali dalam waktu 8 detik. Kemudian cetakan ditempatkan pada meja getar standar yang bergetar dengan kecepatan 12000 ± 400 getaran per menit. Sebuah hopper diamankan di bagian atas dan mortar yang tersisa diisi. Cetakan digetarkan selama dua menit dan hopper diangkat. Bagian atas diselesaikan dengan pisau atau dengan sekop dan diratakan. Setelah 24 ± 1 jam cetakan diangkat dan kubus ditempatkan di bawah air bersih untuk pengerasan. Setelah periode yang ditentukan kubus diuji dalam mesin uji kompresi, menjaga spesimen pada tepinya yang rata. Rata-rata tiga kubus dilaporkan sebagai kekuatan hancur. Kekuatan tekan pada akhir hari ke-3 tidak boleh kurang dari 11,5 N/mm² dan pada akhir hari ke-7 tidak boleh kurang dari 17,5 N/mm².

Penggunaan Semen

Semen digunakan secara luas untuk konstruksi berbagai struktur. Beberapa di antaranya tercantum di bawah ini:

- (i) Bubur semen digunakan untuk mengisi retakan pada struktur beton.
- (ii) Mortar semen digunakan untuk pekerjaan pemasangan batu, plesteran, dan pemasangan.
- (iii) Beton semen digunakan untuk konstruksi berbagai struktur seperti gedung, jembatan, tangki air, terowongan, dermaga, harhours, dll.
- (iv) Semen digunakan untuk membuat tiang lampu, tiang telepon, bantalan rel kereta api, tiang pancang, dll.
- (v) Untuk pembuatan pipa semen, kursi taman, tempat sampah, pot bunga, dll., semen umumnya digunakan.
- (vi) Berguna untuk konstruksi jalan, jalur pejalan kaki, lapangan untuk berbagai olahraga, dll.

1.5 KAYU

Kayu mengacu pada kayu yang digunakan untuk pekerjaan konstruksi. Sebenarnya kata kayu berasal dari kata bahasa Inggris kuno 'Timbrian' yang berarti 'membangun'. Pohon yang menghasilkan kayu yang baik untuk konstruksi disebut 'Kayu Tegak.' Setelah pohon ditebang, cabang-cabangnya dipotong dan batangnya diubah secara kasar menjadi potongan-potongan dengan panjang yang sesuai, sehingga dapat diangkut ke tempat penjualan kayu. Bentuk kayu ini dikenal sebagai kayu kasar. Dengan menggergaji, kayu kasar diubah menjadi berbagai ukuran komersial seperti papan, reng, tiang, balok, dll. Bentuk kayu seperti itu dikenal sebagai kayu olahan.

Kayu digunakan sebagai bahan bangunan bahkan oleh manusia primitif. Banyak kuil, istana, dan jembatan kuno yang dibangun dengan kayu dapat dilihat bahkan hingga saat ini.

Klasifikasi Kayu

Berbagai dasar dipertimbangkan untuk klasifikasi kayu. Berikut ini adalah dasar penting:

(i) **Klasifikasi Berdasarkan Cara Tumbuh:** Berdasarkan cara tumbuhnya, pohon diklasifikasikan menjadi

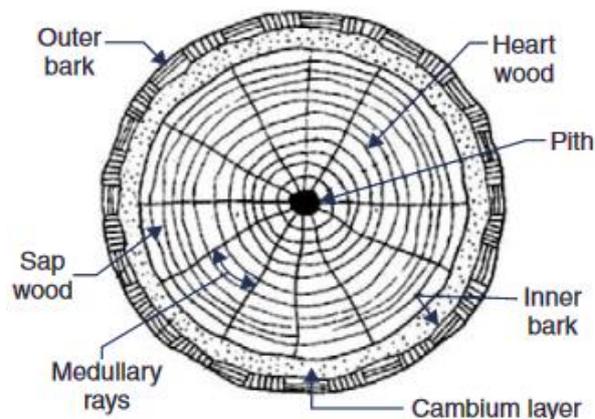
(a) *Pohon Eksogen:* Pohon ini tumbuh ke luar dengan menambahkan lingkaran yang berbeda setiap tahun. Lingkaran ini dikenal sebagai lingkaran tahunan. Oleh karena itu, usia kayu dapat diketahui dengan menghitung lingkaran tahunan ini. Pohon ini dapat dibagi lagi menjadi (1) konifer dan (2) peluruh daun.

Pohon *konifer* memiliki daun dan buah berbentuk kerucut. Daunnya tidak akan gugur sampai daun baru tumbuh. Pohon ini menghasilkan kayu lunak. Pohon *peluruh daun* memiliki daun lebar. Daun ini gugur di musim gugur dan daun baru muncul di musim semi. Pohon ini menghasilkan kayu yang kuat dan karenanya umumnya digunakan dalam konstruksi bangunan.

Klasifikasi sebagai kayu lunak dan kayu keras memiliki kepentingan komersial. Perbedaan antara kayu lunak dan kayu keras diberikan di bawah ini:

1. Pada kayu lunak, lingkaran tahunan terlihat jelas sedangkan pada kayu keras tidak jelas.
2. Warna kayu lunak terang sedangkan warna kayu keras gelap.
3. Kayu lunak memiliki kekuatan tekan dan geser yang lebih rendah dibandingkan dengan kayu keras.
3. Kayu lunak ringan dan kayu keras berat.
4. Ketahanan api kayu lunak lebih rendah dibandingkan dengan kayu keras.
5. Struktur kayu lunak bersifat resin sedangkan struktur kayu keras berurat rapat.

Penampang melintang pohon eksogen seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1.7. Komponen berikut dapat dilihat dengan mata telanjang:



Gambar 1.7. Penampang melintang pohon eksogen

1. *Empulur*: Merupakan bagian terdalam dari pohon dan karenanya merupakan bagian tertua dari pohon eksogen. Ketika tanaman menjadi tua, empulur mati dan menjadi berserat dan gelap. Ukuran dan bentuknya bervariasi.
 2. *Kayu Inti*: Ini adalah bagian yang mengelilingi empulur. Warnanya gelap dan kuat. Bagian ini berguna untuk berbagai keperluan teknik. Ini adalah bagian kayu yang mati. Terdiri dari beberapa cincin melingkar.
 3. *Kayu Getah*: Ini adalah lapisan di sebelah kayu inti. Ini menunjukkan pertumbuhan terkini dan mengandung getah. Ini berperan aktif dalam pertumbuhan pohon dengan memungkinkan getah bergerak ke arah atas. Cincin tahunan kayu gubal terbagi kurang tajam dan berwarna terang. Kayu gubal juga dikenal sebagai alburnum.
 4. *Lapisan Kambium*: Ini adalah lapisan tipis getah segar yang terletak di antara kayu gubal dan kulit bagian dalam. Ini mengandung getah yang belum diubah menjadi kayu gubal. Jika kulit kayu dihilangkan dan lapisan kambium terpapar atmosfer, sel-sel berhenti aktif dan pohon mati.
 5. *Kulit Dalam*: Ini adalah kulit bagian dalam pohon yang melindungi lapisan kambium. Ini memberikan perlindungan pada lapisan kambium.
 6. *Kulit Luar*: Ini adalah kulit luar pohon dan terdiri dari serat kayu. Terkadang mengandung celah dan retakan.
 7. *Kain Meduler*: Ini adalah serat radial tipis yang memanjang dari empulur ke lapisan kambium. Mereka menyatukan cincin annular. Di beberapa pohon, mereka rusak dan beberapa lainnya mungkin tidak menonjol.
- (b) *Pohon Endogen*: Pohon-pohon ini tumbuh ke dalam. Massa berserat segar berada di bagian paling dalam. Contoh pohon endogen adalah bambu dan tebu. Mereka tidak berguna untuk pekerjaan struktural.
- (ii) **Klasifikasi Berdasarkan Modulus Elastisitas**: Modulus Young ditentukan dengan melakukan uji lentur. Atas dasar ini kayu diklasifikasikan sebagai:
- Kelompok A : $E = 12,5 \text{ kN/mm}^2$
 Kelompok B : $E = 9,8 \text{ kN/mm}^2$ hingga $12,5 \text{ kN/mm}^2$
 Kelompok C : $E = 5,6 \text{ kN/mm}^2$ hingga $9,8 \text{ kN/mm}^2$
- (iii) **Klasifikasi Berdasarkan Keawetan**: Uji keawetan dilakukan oleh lembaga penelitian kehutanan. Mereka mengubur spesimen uji berukuran $600 \times 50 \times 50 \text{ mm}$ di dalam tanah hingga setengah panjangnya dan mengamati kondisinya secara teratur selama beberapa tahun. Kemudian kayu diklasifikasikan sebagai:
- Keawetan tinggi*: Jika umur rata-rata lebih dari 10 tahun. *Keawetan sedang*: Umur rata-rata antara 5 hingga 10 tahun. *Keawetan rendah*: Umur rata-rata kurang dari 5 tahun.
- (iv) **Klasifikasi Berdasarkan Pemeringkatan**: IS 883-1970 mengklasifikasikan kayu struktural menjadi tiga tingkatan-tingkatan tertentu, tingkatan I, dan tingkatan II. Klasifikasi ini didasarkan pada tegangan yang diizinkan, cacat, dsb.

(v) **Klasifikasi Berdasarkan Ketersediaan:** Departemen kehutanan mengklasifikasikan kayu berdasarkan ketersediaan sebagai berikut:

X—Paling umum.	1415 m ³ atau lebih per tahun
Y—Umum.	355 m ³ hingga 1415 m ³ per tahun
Z—Kurang umum.	Kurang dari 355 m ³ per tahun.

Sifat Kayu

Sifat kayu yang baik adalah:

Warna: Harus seragam.

Bau: Harus harum saat baru dipotong.

Ketahanan: Bunyi dering yang jelas saat dipukul menunjukkan kayu tersebut baik.

Tekstur: Tekstur kayu yang baik adalah halus dan rata.

Serat: Pada kayu yang baik, seratnya rapat.

Kepadatan: Semakin tinggi kepadatan, semakin kuat kayunya.

Kekerasan: Kayu yang lebih keras lebih kuat dan awet.

Kelengkungan: Kayu yang baik tidak melengkung saat kondisi lingkungan berubah.

Keuletan: Kayu harus mampu menahan beban kejut.

Abrasi: Kayu yang baik tidak rusak karena keausan. Sifat ini harus diperhatikan jika kayu akan digunakan untuk lantai.

Kekuatan: Kayu harus memiliki kekuatan tinggi dalam pembengkokan, geser, dan kompresi langsung.

Modulus Elastisitas: Kayu dengan modulus elastisitas yang lebih tinggi lebih disukai dalam konstruksi.

Tahan api: Kayu yang baik harus memiliki ketahanan yang tinggi terhadap api.

Permeabilitas: Kayu yang baik memiliki permeabilitas air yang rendah.

Kemudahan pengerjaan: Kayu harus mudah dikerjakan. Kayu tidak boleh menyumbat gergaji.

Keawetan: Kayu yang baik adalah kayu yang mampu menahan serangan jamur dan serangga.

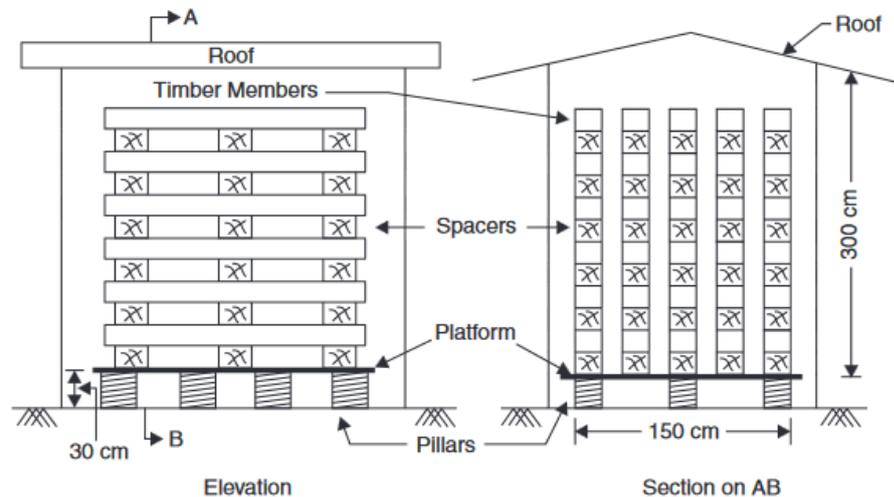
Kecacatan: Kayu yang baik bebas dari cacat seperti mata kayu mati, goyangan, dan retakan.

Pelapisan Kayu

Ini adalah proses yang dilakukan untuk mengurangi kadar air pada pohon yang baru ditebang hingga ke tingkat yang sesuai. Dengan demikian, keawetan kayu akan meningkat. Berbagai metode pelapisan kayu yang digunakan dapat diklasifikasikan menjadi:

(i) **Pelapisan kayu alami:** Dapat berupa pelapisan kayu dengan udara atau pelapisan kayu dengan air. Pelapisan kayu dengan udara dilakukan di gudang dengan panggung. Pada panggung setinggi sekitar 300 mm, balok-balok kayu ditumpuk seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1.8. Pastikan ada sirkulasi udara yang baik di sekitar setiap balok kayu. Selama periode tertentu, dalam proses alami, kadar air akan berkurang. Kayu yang telah dilapis dengan baik hanya mengandung 15% air. Ini adalah proses pelapisan kayu yang lambat tetapi baik. Proses pengasaman air dilakukan di tepi sungai. Ujung kayu yang lebih tebal dibiarkan mengarah ke hulu. Setelah 2 hingga 4

minggu, kayu dikeluarkan. Selama periode ini, getah yang terkandung dalam kayu terbangun sebagian besar. Kemudian, kayu ditimbun di gudang dengan sirkulasi udara bebas.



Gambar 1.8. Penyedapan udara

- (ii) **Pelapisan Buatan:** Dalam metode ini kayu dilapis dalam ruang dengan panas yang diatur, kelembapan yang terkontrol, dan sirkulasi udara yang tepat. Pelapisan dapat diselesaikan hanya dalam 4 hingga 5 hari. Metode pelapisan yang berbeda adalah:
- Perebusan:** Dalam metode ini kayu direndam dalam air lalu air direbus selama 3 hingga 4 jam. Kemudian dikeringkan perlahan. Alih-alih air mendidih, uap panas dapat dialirkan ke kayu. Proses pelapisan cepat, tetapi mahal.
 - Pelapisan kiln:** Kiln adalah ruang kedap udara. Kayu yang akan dilapis ditempatkan di dalamnya. Kemudian udara jenuh penuh dengan suhu 35°C hingga 38°C dipaksa masuk ke dalam kiln. Panas secara bertahap mencapai bagian dalam kayu. Kemudian kelembapan relatif secara bertahap dikurangi dan suhu dinaikkan, dan dipertahankan hingga kadar air yang diinginkan tercapai. Kiln yang digunakan dapat berupa stasioner atau progresif. Dalam tungku progresif, kereta pengangkut kayu bergerak dari satu ujung tungku ke ujung lainnya secara bertahap. Udara panas disuplai dari ujung pembuangan sehingga peningkatan suhu terjadi secara bertahap dari ujung pengisian ke ujung pembuangan. Metode ini digunakan untuk pemanasan dalam skala yang lebih besar.
 - Pemanasan Kimia:** Dalam metode ini, kayu direndam dalam larutan garam yang sesuai. Kemudian kayu dikeringkan dalam tungku. Perlakuan awal dengan pemanasan kimia memastikan pemanasan yang merata pada bagian luar dan dalam kayu.
 - Pemanasan Listrik:** Dalam metode ini, arus listrik bolak-balik frekuensi tinggi dialirkan melalui kayu. Resistansi terhadap arus listrik rendah saat kadar air dalam kayu tinggi. Saat kadar air berkurang, resistansi berkurang. Pengukuran

resistansi dapat digunakan untuk menghentikan pemanasan pada tingkat yang sesuai.

Namun, prosesnya mahal. Teknik ini telah dicoba di beberapa industri kayu lapis tetapi tidak dalam pengawetan kayu dalam skala besar.

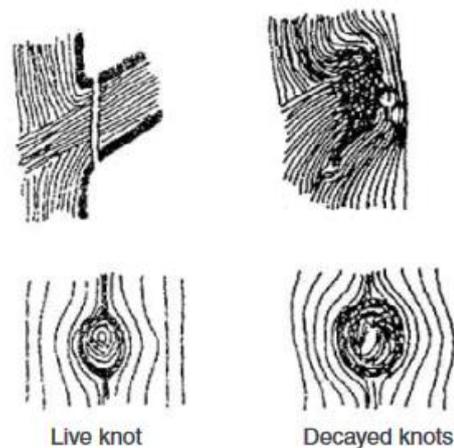
Cacat pada Kayu

Berbagai cacat yang mungkin terjadi pada kayu dapat dikelompokkan menjadi tiga berikut:

(i) Cacat Akibat Kekuatan Alam:

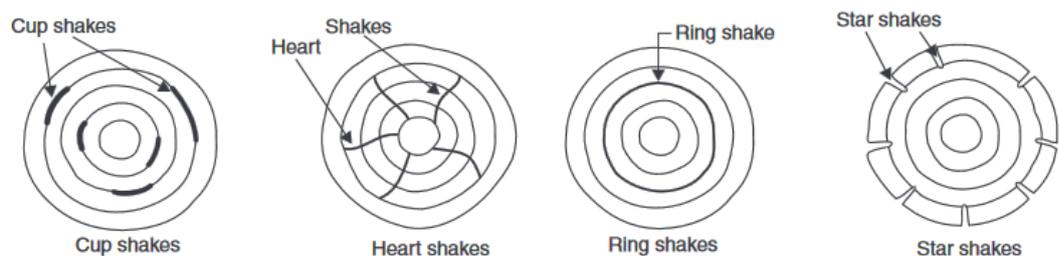
Cacat berikut disebabkan oleh kekuatan alam:

- Mata kayu*: Ketika pohon tumbuh, banyak cabangnya yang jatuh dan tunggul cabang-cabang ini di batang tertutup. Pada potongan kayu yang digergaji, tunggul cabang yang jatuh tampak seperti mata kayu. Mata kayu adalah potongan yang gelap dan keras. Serat kayu terdistorsi di bagian ini. Gambar 1.9 menunjukkan beberapa jenis mata kayu. Jika mata kayu utuh dengan kayu di sekitarnya, itu disebut mata kayu hidup. Jika tidak dipegang kuat maka simpulnya mati.



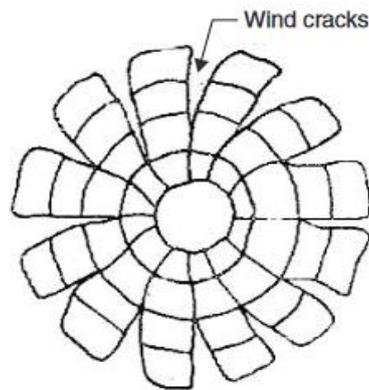
Gambar 1.9 Mata Kayu

- Getaran*: Getaran adalah retakan pada kayu yang muncul akibat panas yang berlebihan, embun beku, atau puntiran akibat angin selama pertumbuhan pohon. Bergantung pada bentuk dan posisi, getaran dapat diklasifikasikan sebagai getaran bintang, getaran cangkir, getaran cincin, dan getaran hati [Ref. Gambar 1.10]



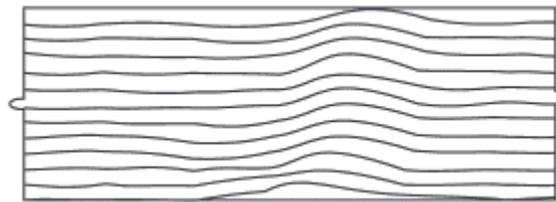
Gambar 1.10. Getaran

- c. *Retakan Angin*: Retakan ini terjadi di bagian luar batang kayu akibat penyusutan permukaan luar. Retakan ini tampak seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1.11.



Gambar 1.11. Retakan akibat angin

- d. *Kerusakan*: Gambar 1.12 menunjukkan kerusakan yang umum terjadi pada kayu. Jenis cacat ini disebabkan oleh tekanan berlebihan pada pohon saat masih muda. Kerusakan adalah cedera akibat tergencet. Kerusakan ini juga dikenal sebagai pecah.



Gambar 1.12. Kerusakan

- (ii) ***Cacat akibat Pengeringan dan Konversi Cacat***: Jika pengeringan tidak merata, kayu yang dikonversi dapat melengkung dan terpelintir ke berbagai arah. Terkadang terjadi percampuran madu dan bahkan retakan. Jenis cacat ini lebih rentan terjadi jika pengeringan tungku.
 Dalam proses mengubah kayu menjadi ukuran dan bentuk komersial, jenis cacat berikut cenderung muncul: bekas serpihan, serat kayu sobek, dll.
- (iii) ***Cacat akibat Serangan Jamur dan Serangga***: Jamur adalah organisme tumbuhan mikroskopis yang sangat kecil. Jamur tumbuh di kayu jika kadar air lebih dari 20°C dan terkena udara. Karena serangan jamur, kayu membusuk. Kayu menjadi lemah dan muncul noda di atasnya.

Kumbang, penggerek laut, dan rayap (semut putih) adalah serangga yang memakan kayu dan melemahkan kayu. Beberapa kayu seperti jati memiliki bahan kimia dalam komposisinya dan tahan terhadap serangan tersebut. Kayu lainnya harus dilindungi dengan perawatan kimia.

Pengawetan Kayu

Pengawetan kayu berarti melindungi kayu dari serangan jamur dan serangga sehingga umur pakainya bertambah. Kayu harus dikeringkan dengan baik sebelum menggunakan bahan pengawet. Berikut ini adalah bahan pengawet yang umum digunakan:

1. **Tar:** Tar batubara panas dioleskan ke kayu dengan kuas. Lapisan tar melindungi kayu dari serangan jamur dan serangga. Ini adalah cara termurah untuk melindungi kayu. Kerugian utama dari metode pengawetan ini adalah tampilannya tidak bagus setelah tar dioleskan, tidak mungkin untuk mengaplikasikan cat menarik lainnya. Oleh karena itu, pelapisan tar hanya dilakukan pada struktur yang tidak penting seperti tiang pagar.
2. **Cat:** Dua hingga tiga lapis cat minyak dioleskan pada permukaan kayu yang bersih. Cat melindungi kayu dari kelembapan. Cat harus dioleskan dari waktu ke waktu. Cat memperbaiki tampilan kayu. Cat Solignum adalah cat khusus yang melindungi kayu dari serangan rayap.
3. **Garam kimia:** Ini adalah bahan pengawet yang dibuat dengan melarutkan garam dalam air. Garam yang digunakan adalah tembaga sulfat, klorida, seng klorida, dan natrium fluorida. Setelah kayu diperlakukan dengan garam kimia ini, cat dan pernis dapat diaplikasikan untuk mendapatkan tampilan yang bagus.
4. **Kreosot:** Minyak kreosot diperoleh dengan penyulingan tar batubara. Kayu yang sudah dikeringkan disimpan dalam ruang kedap udara dan udara dikeluarkan. Kemudian minyak kreosot dipompa ke dalam ruang pada tekanan 0,8 hingga 1,0 N/mm² pada suhu 50°C. Setelah 1 hingga 2 jam, kayu dikeluarkan dari ruang.
5. **ASCO:** Bahan pengawet ini dikembangkan oleh Lembaga Penelitian Kehutanan, Dehradun. Terdiri dari 1 bagian berat arsenik pentoksida terhidrasi ($\text{As}_2\text{O}_5, 2 \text{H}_2\text{O}$), 3 bagian berat tembaga sulfat ($\text{CuSO}_4 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$) dan 4 bagian berat kalium dikromat ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) atau natrium dikromat ($\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$). Pengawet ini tersedia dalam bentuk bubuk. Dengan mencampur enam bagian bubuk ini dengan 100 bagian air, larutan disiapkan. Larutan tersebut kemudian disemprotkan ke permukaan kayu. Perawatan ini mencegah serangan rayap. Permukaan dapat dicat untuk mendapatkan tampilan yang diinginkan.

Penggunaan Kayu

Kayu digunakan untuk pekerjaan berikut:

1. Untuk pekerjaan konstruksi berat seperti kolom, rangka, tiang pancang.
2. Untuk pekerjaan konstruksi ringan seperti pintu, jendela, lantai dan atap.
3. Untuk pekerjaan permanen lainnya seperti bantalan rel kereta api, tiang pagar, tiang listrik dan gerbang.
4. Untuk pekerjaan sementara dalam konstruksi seperti perancah, pemusatan, penopang dan penyangga, pengemasan material.
5. Untuk pekerjaan dekoratif seperti etalase dan furnitur.
6. Untuk pengerjaan bodi bus, truk, kereta api dan kapal.
7. Untuk penggunaan industri seperti pulp (digunakan dalam pembuatan kertas), papan karton, kertas dinding.

8. Untuk pembuatan barang olahraga dan alat musik.

LATIHAN SOAL

1. Bahas klasifikasi geologi batu.
2. Jelaskan secara singkat klasifikasi fisik dan kimia batu.
3. Bahas karakteristik batu bangunan yang baik.
4. Jelaskan tiga pengujian yang dilakukan pada batu untuk mengetahui sifat-sifatnya.
5. Tuliskan berbagai penggunaan batu dalam pekerjaan teknik sipil.
6. Sebutkan empat batu beserta karakteristik dan kegunaannya.
7. Apa yang Anda pahami dengan istilah batu bata? Jelaskan berbagai jenis batu bata.
8. Jelaskan sifat-sifat batu bata yang baik.
9. Jelaskan secara singkat empat jenis pengujian yang dilakukan pada batu bata di laboratorium untuk memastikan kualitasnya.
10. Apa saja uji lapangan yang dilakukan untuk menentukan kualitas batu bata?
11. Jelaskan klasifikasi batu bata berdasarkan kualitasnya.
12. Apa saja kegunaan batu bata?
13. Bedakan antara kapur lemak dan kapur hidrolik.
14. Jelaskan secara singkat klasifikasi kode IS kapur sebagai kelas A, B, C, D dan E.
15. Apa saja pengujian yang dilakukan pada kapur? Jelaskan secara singkat.
16. Sebutkan berbagai penggunaan kapur.
17. Apa itu semen? Bagaimana semen cepat mengeras dan semen cepat mengeras berbeda dari semen portland?
18. Tulis catatan singkat tentang
 - (i) Semen panas rendah
 - (ii) Semen pozulana
 - (iii) Semen berwarna dan
 - (iv) Semen mengembang.
19. Sebutkan sifat kimia dan fisik semen portland.
20. Apa konsistensi standar semen? Bagaimana cara menentukannya di laboratorium?
21. Jelaskan istilah waktu pengikatan awal dan waktu pengikatan akhir semen. Bagaimana cara menentukannya?
22. Jelaskan prosedur pengujian berikut pada semen:
 - (i) Uji ketahanan
 - (ii) Uji kekuatan hancur
23. Sebutkan berbagai penggunaan semen.
24. Jelaskan istilah: kayu, kayu tegak, kayu kasar dan kayu olahan.
25. Gambarkan dan jelaskan penampang pohon eksogen.
26. Bedakan antara
 - (i) pohon eksogen dan endogen
 - (ii) kayu lunak dan kayu keras.
27. Apa saja persyaratan kayu yang baik?

28. Apa yang dimaksud dengan pengawetan kayu? Bedakan antara pengawetan alami dan buatan.
29. Tulis catatan singkat tentang:
 - (i) Pengawetan udara
 - (ii) Pengawetan air
 - (iii) Pengawetan tungku dan
 - (iv) Pengawetan kimia.
30. Jelaskan berbagai cacat pada kayu karena kekuatan alam.
31. Tulis catatan singkat tentang cacat pada kayu karena
 - (i) pengawetan dan konversi yang cacat
 - (ii) serangan jamur dan serangga.
32. Apa yang Anda pahami dengan istilah pengawetan kayu? Jelaskan secara singkat berbagai metode pengawetan yang diadopsi.
33. Sebutkan berbagai penggunaan kayu.

BAB 2

MORTAR

Mortar merupakan campuran bahan pengikat, agregat halus, dan air. Bila air ditambahkan ke campuran kering bahan pengikat dan bahan inert, bahan pengikat akan mengembangkan sifat yang tidak hanya mengikat bahan inert tetapi juga batu dan bata di sekitarnya. Jika semen merupakan bahan pengikat, maka mortar tersebut dikenal sebagai mortar semen. Mortar lain yang umum digunakan adalah mortar kapur dan mortar lumpur. Bahan inert yang digunakan adalah pasir. Dalam bab ini, pertama-tama diberikan pengantar tentang bahan inert pasir dan kemudian dijelaskan tentang proporsi, pencampuran, pengawetan, sifat, dan penggunaan berbagai mortar. Di akhir bab ini disajikan berbagai pengujian yang dilakukan pada mortar.

2.1 PASIR

Pasir merupakan produk alami yang diperoleh dari pasir sungai, pasir nalla, dan pasir galian. Namun, pasir laut tidak boleh digunakan karena alasan berikut:

1. Pasir mengandung garam sehingga strukturnya akan tetap lembap. Mortar akan terpengaruh oleh efloresensi dan muncul gelembung-gelembung.
2. Pasir mengandung cangkang dan bahan organik lainnya, yang akan terurai setelah beberapa waktu, sehingga mengurangi masa pakai mortar.

Pasir dapat diperoleh secara buatan dengan menghancurkan batu-batu keras. Biasanya pasir buatan diperoleh sebagai produk sampingan saat menghancurkan batu untuk mendapatkan jeli (agregat kasar).

Pasir digunakan dalam mortar dan beton untuk tujuan berikut:

1. Pasir membagi pasta bahan pengikat menjadi lapisan tipis dan memungkinkannya untuk melekat dan menyebar.
2. Pasir mengisi celah antara blok bangunan dan menyebarkan bahan pengikat.
3. Pasir menambah kepadatan mortar.
4. Pasir mencegah penyusutan bahan perekat.
5. Pasir memungkinkan karbon dioksida dari atmosfer mencapai kedalaman tertentu dan dengan demikian meningkatkan daya pengikatan.
6. Biaya material semen per satuan volume berkurang karena material berbiaya rendah ini meningkatkan volume mortar.
7. Pasir silika berperan dalam pembentukan silikat yang menghasilkan massa yang keras.

Sifat-sifat pasir yang baik adalah:

- a. Pasir harus inert secara kimia.
- b. Pasir harus bebas dari bahan organik atau nabati.
- c. Pasir harus bebas dari garam.
- d. Pasir harus mengandung butiran yang tajam, bersudut, dan kasar.
- e. Pasir harus bergradasi baik.

- f. Pasir harus keras.

2.2 MORTAR SEMEN

Untuk menyiapkan mortar, pertama-tama dibuat campuran semen dan pasir, aduk hingga merata dalam kondisi kering. Air ditambahkan sedikit demi sedikit dan diaduk dengan sekop. Proporsi semen dan pasir yang direkomendasikan untuk berbagai pekerjaan seperti yang ditunjukkan pada Tabel 2.1

Tabel 2.1. Proporsi semen dan pasir untuk berbagai pekerjaan

No	Pekerjaan	Semen: Pasir
1	Pekerjaan pasangan batu	1:6 hingga 1:8
2	Pelesteran pasangan batu	1:3 hingga 1:4
3	Pelesteran beton	1:3
4	Penunjuk	1:2 hingga 1:3

Pengeringan: Semen memperoleh kekuatan secara bertahap dengan hidrasi. Oleh karena itu, penting untuk memastikan mortar tetap basah hingga hidrasi terjadi. Proses untuk memastikan kelembaban yang cukup untuk hidrasi setelah meletakkan mortar/beton disebut pengeringan. Pengeringan dipastikan dengan menyemprotkan air. Pengeringan biasanya dimulai 6–24 jam setelah mortar digunakan. Perlu dicatat bahwa pada periode awal kebutuhan air lebih banyak untuk hidrasi dan secara bertahap berkurang. Pengeringan direkomendasikan selama 28 hari.

Sifat-sifat Mortar Semen:

Berikut ini adalah sifat-sifat penting mortar semen:

1. Ketika air ditambahkan ke campuran kering semen dan pasir, hidrasi semen dimulai dan mengikat partikel pasir serta permukaan pasangan bata dan beton di sekitarnya.
2. Campuran yang lebih kaya dari 1:3 rentan terhadap penyusutan.
3. Mortar yang proporsional dengan baik memberikan permukaan kedap air.
4. Campuran yang lebih ramping tidak mampu menutup rongga di pasir dan karenanya permukaan yang diplester menjadi berpori.
5. Kekuatan mortar bergantung pada proporsi semen dan pasir. Kekuatan yang diperoleh dengan berbagai proporsi semen dan pasir ditunjukkan pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Perbandingan Semen dan pasir atas kekuatan tekanan

No	Semen: Pasir	Kekuatan Tekan
1	1:3	10 N/mm ²
2	1:4	7,5 N/mm ²
3	1:5	5,0 N/mm ²
4	1:6	3,0 N/mm ²
5	1:8	0,7 N/mm ²

Kegunaan Mortar Semen

Mortar digunakan

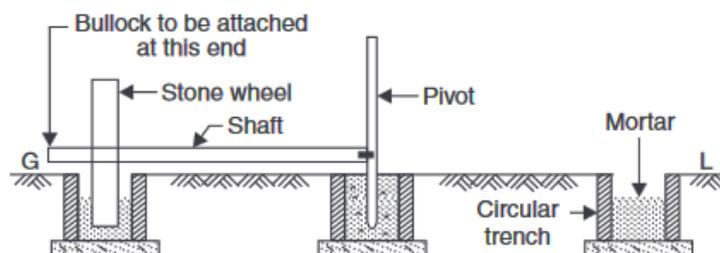
1. untuk merekatkan unit-unit pasangan batu, bata, blok semen.
2. untuk memplester pelat dan dinding agar kedap air.
3. untuk memberikan hasil akhir yang rapi pada dinding dan pekerjaan beton.
4. untuk menandai sambungan pasangan batu.
5. untuk menyiapkan blok bangunan.
6. sebagai bahan pengisi pada pekerjaan semen ferro.
7. untuk mengisi sambungan dan retakan pada dinding.
8. sebagai bahan pengisi pada pasangan batu.

2.3 MORTAR KAPUR

Kapur lemak dan kapur hidrolis digunakan untuk membuat mortar kapur. Jika kapur lemak digunakan, campuran pasir biasanya 2 hingga 3 kali volumenya. Jika kapur hidrolis digunakan, campuran pasir hanya 2 kali volume kapur. Kapur dibuat dengan cara ditumbuk, jika jumlah yang dibutuhkan sedikit atau dengan cara digiling, jika jumlah yang dibutuhkan lebih banyak.

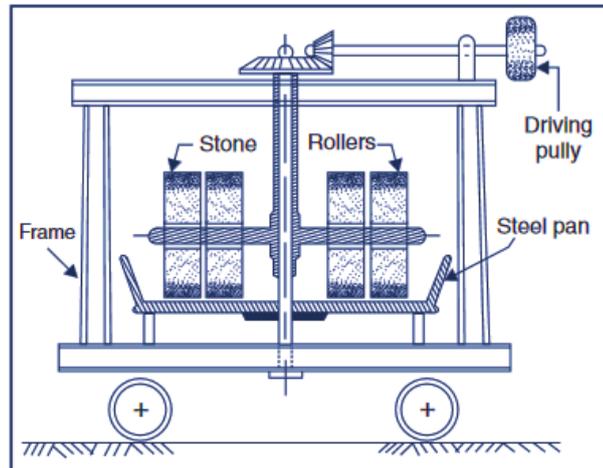
Penumbukkan: Untuk penumbukkan, lubang dibuat di tanah liat yang keras. Ukuran lubang biasanya panjang 1,80 m, lebar 0,4 m, dan kedalaman 0,5 m. Lubang ini dilengkapi dengan lapisan batu bata atau batu. Kapur dan pasir kering yang dicampur dengan proporsi yang dibutuhkan ditempatkan di dalam lubang. Sedikit air ditambahkan secara berkala. Pada setiap interval, campuran ditumbuk dengan penumbuk kayu dan mortar dibolak-balik. Proses ini dilanjutkan hingga warna seragam dan konsistensi yang diinginkan tercapai.

Penggilingan: Ini adalah cara yang lebih baik untuk mendapatkan campuran yang baik. Penggilingan dapat dilakukan di penggilingan yang digerakkan oleh sapi atau penggilingan yang digerakkan oleh tenaga. Gambar 2.1 menunjukkan mesin penggiling yang digerakkan oleh sapi. Mesin ini terdiri dari parit melingkar dengan radius 3 hingga 4,5 m, lebar 0,3 m, dan kedalaman 0,4 m. Sebuah poros kayu yang diputar di tengah membawa roda batu dengan lebar hanya 50 mm hingga 100 mm lebih kecil dari lebar parit. Sapi menggerakkan roda ini di parit untuk menggiling mortar. Campuran kering ditempatkan di parit. Air ditambahkan secara bertahap dan roda batu yang digerakkan oleh sapi menggiling campuran. Seorang pekerja memutar campuran ke atas dan ke bawah secara teratur. Metode persiapan mortar ini membutuhkan waktu 6 jam dan dapat menghasilkan sekitar 1,7 m³ mortar.



Gambar 2.1. Mesin penggiling dengan penggerak sapi

Gambar 2.2 menunjukkan mesin penggiling dengan penggerak tenaga yang umum digunakan untuk menyiapkan mortar kapur. Dua rol berputar dalam panci berdiameter 1,8 hingga 2,4 m. Panci atau rol diputar dengan bantuan mesin minyak atau tenaga listrik. Selama pencampuran, jumlah air yang dibutuhkan ditambahkan secara bertahap.



Gambar 2.2. Mesin penggiling bertenaga listrik

Mortar kapur juga memiliki sifat penggilingan yang baik. Mortar kapur lemak digunakan untuk plesteran sementara mortar kapur hidrolik digunakan untuk konstruksi batu. Mortar ini dianggap murah di masa lalu dan umumnya digunakan di kota-kota kecil. Namun, proses persiapan yang rumit dan kemudahan ketersediaan semen di pasaran hampir menggantikan penggunaan mortar kapur.

2.4 MORTAR LUMPUR

Gumpalan tanah liat dikumpulkan dan dibasahi dengan air, lalu dibiarkan matang selama 1 atau 2 hari. Tanah liat diremas dengan baik hingga mencapai konsistensi yang diinginkan. Terkadang bahan berserat seperti gobber ditambahkan ke dalam campuran. Bahan ini mencegah retakan pada plester. Jika plester akan digunakan untuk dinding luar, plester disemprot atau dicat dengan bitumen.

Ini adalah mortar murah. Daya tahannya kurang. Biasanya digunakan untuk konstruksi gudang sementara dan rumah murah di daerah pedesaan.

2.5 MORTAR KHUSUS

Berikut ini adalah beberapa mortar khusus:

1. *Mortar Tanah Liat Semen:* Kualitas mortar tanah liat dapat ditingkatkan dengan menambahkan semen ke dalam campuran. Proporsi normal tanah liat terhadap semen adalah 1:1. Hal ini menjaga keekonomisan sampai batas tertentu dan ada peningkatan yang cukup dalam ketahanan mortar lumpur.
2. *Mortar terukur:* Ini adalah mortar yang diperoleh dengan menambahkan semen ke mortar kapur. Proporsi umum semen, kapur dan pasir adalah 1:1:6, 1:2:9 dan 1:3:12.

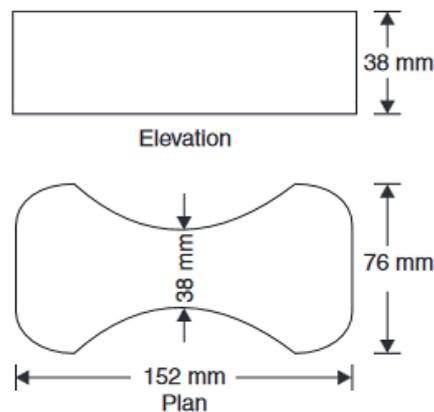
Mortar ini harus digunakan dalam waktu setengah jam setelah pencampuran semen. Jelas, ini lebih murah daripada mortar semen dan kualitasnya berada di antara mortar semen dan mortar kapur.

3. *Mortar Dekoratif*: Mortar ini diperoleh dengan menggunakan semen berwarna. Mereka digunakan untuk memberikan tampilan yang bagus pada dinding luar.

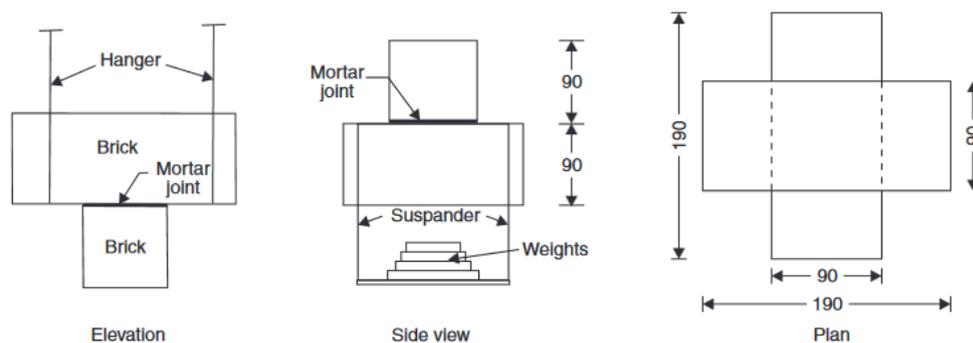
2.6 UJI PADA MORTAR

Pengujian berikut dilakukan pada mortar yang telah disiapkan untuk memastikan kualitasnya:

1. *Uji Penghancuran*: Pengujian ini dilakukan pada bata dengan mortar. Bata ini dihancurkan dalam mesin uji kompresi dan beban dicatat. Kemudian kekuatan penghancuran diperoleh sebagai beban dibagi dengan luas penampang.
2. *Uji Kekuatan Tarik*: Mortar yang telah disiapkan ditempatkan dalam cetakan bata yang memiliki luas penampang tengah $38 \text{ mm} \times 38 \text{ mm}$. Setelah mengeras, briket [Gambar 2.3] ditarik di bawah pegangan mesin uji tarik. Beban akhir dicatat. Kemudian kekuatan tarik mortar adalah beban dibagi dengan luas penampang tengah.
3. *Uji Perekat*: Dua bata disatukan dengan mortar untuk diuji seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.4. Bata atas digantung dari penyangga di atas kepala. Papan digantung dari bata bawah. Kemudian beban ditambahkan ke papan hingga bata terpisah. Kekuatan rekat adalah beban dibagi dengan luas kontak.



Gambar 2.3. Briket untuk uji tarik



Gambar 2.4. Susunan uji daya rekat

LATIHAN SOAL

1. Mengapa pasir laut tidak boleh digunakan untuk membuat mortar?
2. Apa saja jenis pasir yang digunakan untuk membuat mortar?
3. Mengapa pasir digunakan dalam mortar?
4. Sebutkan sifat-sifat pasir yang baik.
5. Berapa proporsi semen dan pasir yang Anda rekomendasikan untuk pekerjaan berikut?
 - (a) Pekerjaan pasangan batu
 - (b) Plesteran pasangan batu
 - (c) Plesteran permukaan beton
 - (d) Penunjukan.
6. Sebutkan sifat-sifat penting mortar semen.
7. Di mana Anda menggunakan mortar semen?
8. Jelaskan dengan sketsa metode penggilingan mortar kapur.
9. Tulis catatan singkat tentang mortar lumpur.
10. Jelaskan secara singkat pengujian yang dilakukan pada mortar.

BAB 3

BETON

Beton polos, yang umumnya dikenal sebagai beton, merupakan campuran bahan pengikat, agregat halus, agregat kasar, dan air. Beton ini dapat dengan mudah dibentuk sesuai bentuk dan ukuran yang diinginkan sebelum kehilangan plastisitas dan mengeras. Beton polos kuat terhadap kompresi tetapi sangat lemah terhadap tegangan. Sifat tarik diperkenalkan ke dalam beton dengan memasukkan berbagai bahan dan upaya ini telah menghasilkan RCC, RBC, PSC, FRC, beton seluler, dan semen Ferro. Dalam bab ini, proporsi, pencampuran, pengawetan, sifat, pengujian, dan penggunaan beton polos dibahas secara rinci. Versi beton lain yang telah disempurnakan dijelaskan dan sifat serta penggunaan khususnya ditunjukkan.

3.1 BETON POLOS

Bahan-bahan utama beton adalah:

1. Bahan pengikat (seperti semen, kapur, polimer)
2. Agregat halus (pasir)
3. Agregat kasar (batu pecah, agar-agar)
4. Air.

Sejumlah kecil bahan tambahan seperti bahan pengikat udara, bahan kedap air, bahan mudah dikerjakan, dll. juga dapat ditambahkan untuk memberikan sifat-sifat khusus pada campuran beton polos.

Kekuatan beton bervariasi tergantung pada proporsi bahan. Dimungkinkan untuk menentukan proporsi bahan untuk kekuatan tertentu melalui prosedur desain campuran. Jika tidak ada desain campuran, bahan-bahan tersebut diproporsikan sebagai 1:1:2, $1:1\frac{1}{2}:3$, 1:2:4, 1:3:6 dan 1:4:8, yang merupakan rasio berat semen terhadap pasir terhadap agregat kasar.

Dalam penentuan proporsi beton, perlu diingat bahwa rongga dalam agregat kasar diisi dengan pasir dan rongga dalam pasir diisi dengan pasta semen. Proporsi bahan yang biasanya digunakan untuk berbagai pekerjaan ditunjukkan pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1. Proporsi semen, pasir dan agregat kasar dalam beton

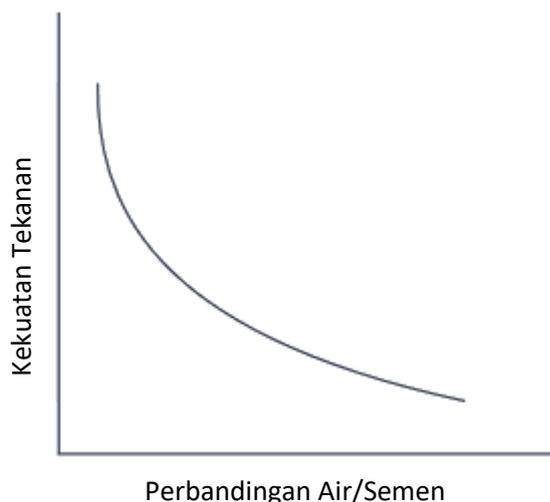
No.	Proporsi	Sifat Pekerjaan
1	1:1:2	Untuk pondasi mesin, pondasi tiang baja dan beton di bawah air.
2	$1:1\frac{1}{2}:3$	Tangki air, cangkang dan pelat lipat, untuk struktur penahan air lainnya.
3	1:2:4	Umumnya digunakan untuk pekerjaan beton bertulang seperti balok, pelat, lapisan terowongan, jembatan
4	1:3:6	Tiang, abutmen, dinding beton, ambang jendela, lantai.
5	1:4:8	Beton massa seperti bendungan, pondasi untuk dinding, untuk membuat blok beton.

Fungsi Berbagai Bahan

Semen merupakan bahan pengikat. Setelah penambahan air, semen akan menghidrasi dan mengikat agregat dan permukaan di sekitarnya seperti batu dan bata. Umumnya campuran yang lebih kaya (dengan lebih banyak semen) akan memberikan kekuatan yang lebih. Waktu pengerasan dimulai setelah 30 menit dan berakhir setelah 6 jam. Oleh karena itu, beton harus dituang ke dalam cetaknya sebelum 30 menit pencampuran air dan tidak boleh dikenai gaya eksternal apa pun hingga pengerasan akhir terjadi.

Agregat kasar terdiri dari batu pecah. Agregat harus bergradasi baik dan batu tersebut harus berasal dari batuan beku. Agregat harus bersih, tajam, bersudut, dan keras. Agregat memberikan massa pada beton dan mencegah penyusutan semen. Agregat halus terdiri dari pasir sungai. Agregat halus mencegah penyusutan semen. Ketika dikelilingi oleh semen, agregat halus akan bergerak, memasuki rongga dalam agregat kasar, dan terjadi pengikatan bahan. Agregat halus menambah kepadatan beton karena mengisi rongga. Semakin padat beton, semakin tinggi kekuatannya.

Air yang digunakan untuk membuat beton harus bersih. Air mengaktifkan hidrasi semen dan membentuk massa plastik. Saat beton mengeras sepenuhnya, beton menjadi massa yang keras. Air memberikan kemudahan pengerjaan pada beton yang berarti air memungkinkan beton untuk dicampur dengan mudah dan ditempatkan pada posisi akhir. Semakin banyak air, semakin baik kemudahan pengerjaannya. Namun, kelebihan air mengurangi kekuatan beton. Gambar 3.1 menunjukkan variasi kekuatan beton dengan rasio air semen. Untuk mencapai kemudahan pengerjaan yang dibutuhkan dan pada saat yang sama kekuatan yang baik, rasio air semen 0,4 hingga 0,45 digunakan, dalam kasus pencampuran mesin dan rasio air semen 0,5 hingga 0,6 digunakan untuk pencampuran tangan.



Gambar 3.1. Variasi kekuatan beton dengan rasio w/c

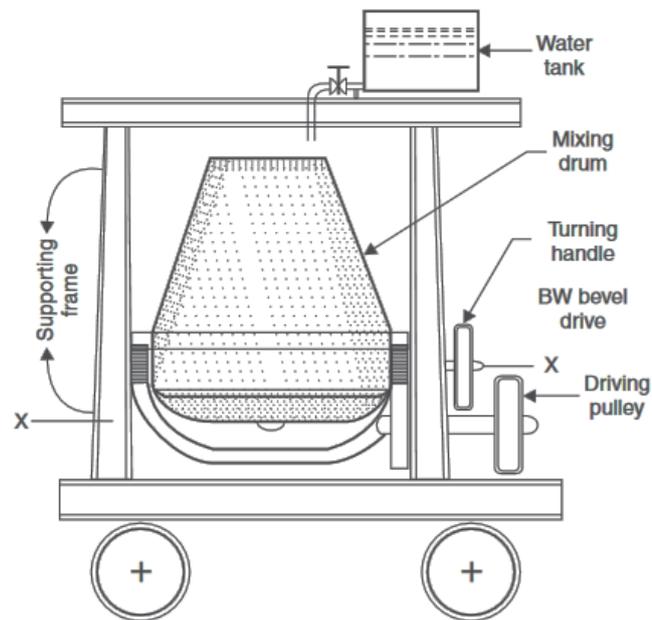
Persiapan dan Penempatan Beton

Langkah-langkah berikut ini terlibat dalam pengecoran beton:

1. **Pengadukan:** Pengukuran bahan untuk membuat beton dikenal sebagai pengadukan. Dua metode pengadukan berikut dipraktikkan:
 - a. *Pengadukan volume:* Dalam metode ini semen, pasir, dan beton dicampur berdasarkan volume. Kotak pengukur dibuat dengan pelat kayu, volumenya sama dengan satu kantong semen. Satu kantong semen memiliki volume 35 liter. Jumlah pasir dan agregat kasar yang dibutuhkan ditambahkan dengan mengukur pada kotak pengukur. Jumlah air yang dibutuhkan untuk membuat beton ditemukan setelah menentukan rasio air semen. Misalnya, jika rasio air semen adalah 0,5, untuk satu kantong semen (50 kg), air yang dibutuhkan adalah $0,5 \times 50 = 25$ kg, yang sama dengan 25 liter. Ukuran yang sesuai digunakan untuk memilih jumlah air yang dibutuhkan. Pengadukan volume bukanlah metode pengadukan yang ideal. Pasir basah memiliki volume yang lebih tinggi untuk berat pasir kering yang sama. Ini disebut penggumpalan pasir. Oleh karena itu, hal ini mengganggu volume yang dibutuhkan.
 - b. *Pengadukan Berat:* Ini adalah metode pengadukan yang direkomendasikan. Platform penimbangan digunakan di lapangan untuk mengambil proporsi pasir dan agregat kasar yang benar. Pabrik pengadukan timbang yang besar memiliki peralatan penimbangan otomatis.
2. **Pencampuran:** Untuk menghasilkan beton yang seragam dan baik, perlu untuk mencampur semen, pasir, dan agregat kasar, pertama dalam kondisi kering dan kemudian dalam kondisi basah setelah menambahkan air.

Metode berikut dipraktikkan:

- (a) *Pencampuran Tangan:* Jumlah agregat kasar yang dibutuhkan untuk pengadukan ditimbang dan disebarkan pada platform ke atas air. Kemudian pasir yang dibutuhkan untuk pengadukan disebarkan di atas agregat kasar. Mereka dicampur dalam kondisi kering dengan membalikkan campuran dengan sekop. Kemudian semen yang dibutuhkan untuk pengadukan disebarkan di atas campuran kering dan dicampur dengan sekop. Setelah tekstur seragam diamati, air ditambahkan secara bertahap dan pencampuran dilanjutkan. Jumlah air yang penuh ditambahkan dan pencampuran selesai ketika warna dan konsistensi seragam terlihat. Proses pencampuran selesai dalam waktu 6–8 menit setelah menambahkan air. Metode pencampuran ini tidak terlalu bagus tetapi untuk pekerjaan kecil biasanya digunakan.
- (b) *Pencampuran Mesin:* Dalam pekerjaan besar dan penting, pencampuran mesin lebih disukai. Gambar 3.2 menunjukkan mixer beton yang umum. Jumlah yang dibutuhkan jika pasir dan agregat kasar ditempatkan di drum mixer. 4 hingga 5 putaran dilakukan untuk pencampuran kering dan kemudian jumlah semen yang dibutuhkan ditambahkan dan pencampuran kering dilakukan dengan 4 hingga 5 putaran lagi. Air ditambahkan secara bertahap dan drum diputar selama 2 hingga 3 menit selama periode tersebut, drum berputar sekitar 50 kali. Pada tahap ini campuran yang seragam dan homogen diperoleh.



Gambar 3.2. Alat pengaduk beton

3. **Pengangkutan dan Penempatan Beton:** Setelah pencampuran, beton harus diangkut ke posisi akhir. Dalam pekerjaan kecil, beton diangkut dalam panci besi dari tangan ke tangan sekelompok pekerja. Gerobak dorong dan kereta tangan juga dapat digunakan. Dalam pengecoran beton skala besar, digunakan saluran beton dan konveyor sabuk atau pipa dengan pompa. Dalam pengangkutan, harus diperhatikan agar tidak terjadi pemisahan agregat dari matriks semen.
Beton ditempatkan pada bekisting. Bekisting harus dibersihkan dan diminyaki dengan benar. Jika beton akan ditempatkan untuk pondasi, lapisan tanah harus dipadatkan dengan baik dan dibuat bebas dari tanah gembur.
Beton harus dijatuhkan pada posisi akhirnya sedekat mungkin. Jika dijatuhkan dari ketinggian, agregat kasar akan jatuh lebih awal dan kemudian matriks mortar. Pemisahan ini menghasilkan beton yang lebih lemah.
4. **Pemadatan Beton:** Dalam proses pengecoran beton, udara terperangkap. Udara yang terperangkap mengurangi kekuatan beton hingga 30%. Oleh karena itu, udara yang terperangkap ini perlu dibuang. Hal ini dicapai dengan memadatkan beton setelah meletakkannya pada posisi akhirnya. Pemadatan dapat dilakukan dengan tangan atau dengan bantuan vibrator.
 - a. **Pemadatan Tangan:** Dalam metode ini, beton dipadatkan dengan cara dipadatkan, dipadatkan, disekop, atau diiris dengan alat. Pada bagian yang rumit, batang baja runcing berdiameter 16 mm dan panjang sekitar satu meter digunakan untuk menusuk beton.
 - b. **Pemadatan dengan Vibrator:** Beton dapat dipadatkan dengan menggunakan vibrator frekuensi tinggi. Getaran mengurangi gesekan antara partikel dan mengatur gerakan partikel. Akibatnya, udara yang terperangkap dibuang dan beton dipadatkan. Penggunaan vibrator mengurangi waktu pemadatan. Ketika

vibrator digunakan untuk pemadatan, rasio air semen dapat dikurangi, yang juga membantu meningkatkan kekuatan beton. Getaran harus dihentikan segera setelah pasta semen terlihat di permukaan beton. Getaran yang berlebihan tidak baik untuk beton. Jenis-jenis vibrator berikut ini umumnya digunakan dalam pengecoran beton:

- (a) Vibrator jarum atau imersi
- (b) Vibrator permukaan
- (c) Vibrator bekisting atau penutup
- (d) Meja getar.

Vibrator jarum digunakan dalam pengecoran balok dan kolom. Vibrator permukaan dan vibrator bekisting berguna dalam pengecoran pelat beton. Meja getar berguna dalam menyiapkan elemen beton pracetak.

Pengerasan Beton

Pengerasan dapat didefinisikan sebagai proses mempertahankan kondisi kelembaban dan suhu yang memuaskan untuk beton yang baru dituang selama beberapa waktu tertentu untuk pengerasan beton yang tepat. Pengerasan pada usia awal beton lebih penting. Pengerasan selama 14 hari sangat penting. Lebih baik melanjutkannya selama 7 hingga 14 hari lagi. Jika pengerasan tidak dilakukan dengan benar, kekuatan beton berkurang. Retakan berkembang karena penyusutan. Ketahanan struktur beton berkurang. Metode pengawetan berikut digunakan:

- (a) *Penyemprotan air*: Dinding, kolom, permukaan yang diplesir diawetkan dengan memercikkan air.
- (b) *Menutupi permukaan secara basah*: Kolom dan permukaan vertikal lainnya dapat diawetkan dengan menutupi permukaan dengan karung goni basah atau jerami.
- (c) *Penggenangan air*: Permukaan horizontal seperti pelat dan lantai diawetkan dengan menggenangi air hingga ketinggian 25 hingga 50 mm dengan menyediakan gundukan kecil sementara dengan mortar.
- (d) *Pengawetan uap*: Dalam pembuatan unit beton prafabrikasi, uap dialirkan ke unit yang disimpan dalam ruang tertutup. Ini mempercepat proses pengawetan, sehingga mengurangi waktu pengawetan.
- (e) *Aplikasi senyawa pengawet*: Senyawa seperti kalsium klorida dapat diaplikasikan pada permukaan pengawetan. Senyawa tersebut menunjukkan afinitas terhadap kelembaban dan menahannya di permukaan. Senyawa ini menjaga permukaan beton tetap basah untuk waktu yang lama.

Sifat-sifat Beton

Beton memiliki sifat-sifat yang sangat berbeda saat berada dalam tahap plastis dan saat mengeras. Beton dalam tahap plastis juga dikenal sebagai beton hijau. Sifat-sifat beton hijau meliputi:

1. Kemudahan pengerjaan
2. Segregasi
3. Perdarahan

4. Kekerasan.

Sifat-sifat beton yang telah diperkeras adalah:

1. Kekuatan
2. Tahan terhadap keausan
3. Perubahan dimensi
4. Daya tahan
5. Kedap air.

Sifat-sifat Beton Hijau

1. *Kemudahan pengerjaan*: Ini didefinisikan sebagai kemudahan beton untuk dipadatkan sepenuhnya tanpa terjadi segregasi dan kebocoran. Ini juga dapat didefinisikan sebagai jumlah pekerjaan internal yang diperlukan untuk memadatkan beton sepenuhnya hingga mencapai kepadatan optimal. Kemudahan pengerjaan tergantung pada kuantitas air, gradasi, bentuk, dan persentase agregat yang ada dalam beton.

Kemudahan pengerjaan diukur dengan

- (a) Kemerosotan yang diamati saat frustum kerucut standar yang diisi dengan beton diangkat dan dipindahkan.
- (b) Faktor pemadatan yang ditentukan setelah membiarkan beton jatuh melalui mesin uji pemadatan.
- (c) Waktu yang dibutuhkan dalam hitungan detik untuk bentuk beton berubah dari kerucut menjadi silinder saat diuji dalam konsistometer Vee-Bee.

Nilai-nilai yang disarankan untuk pengerjaan yang berbeda-beda ditunjukkan pada Tabel 3.2.

Tabel 3.2. Nilai-nilai yang disarankan untuk pengerjaan

Aplikasi	Kemerosotan	Faktor Pemadatan	Waktu di Vee-Bee
1. Pengecoran penampang dangkal dengan getaran	—	0,75 – 0,80	10 – 20
2. Pengecoran penampang bertulangan ringan dengan vibrator	—	0,80 – 0,85	5 – 10
3. Pengecoran penampang bertulangan ringan tanpa getaran dan penampang bertulangan berat dengan getaran	25 – 75 mm	0,85 – 0,92	2 – 5
4. Pengecoran penampang bertulangan berat tanpa getaran	75 – 125 mm	Lebih dari 0,92	—

2. *Segregasi*: Pemisahan partikel kasar dari beton hijau disebut segregasi. Hal ini dapat terjadi karena kurangnya jumlah partikel yang lebih halus dalam beton atau karena pelemparan beton dari tempat yang lebih tinggi pada saat pengecoran beton. Karena

segregasi, kekompakan beton hilang dan terjadilah honey combing. Pada akhirnya hal ini mengakibatkan hilangnya kekuatan beton yang telah mengeras. Oleh karena itu, sangat penting untuk berhati-hati agar tidak terjadi segregasi.

3. *Bleeding*: Hal ini mengacu pada munculnya air bersama partikel semen pada permukaan beton yang baru saja dituang. Hal ini terjadi ketika terdapat jumlah air yang berlebihan dalam campuran atau karena pemadatan yang berlebihan. Bleeding menyebabkan terbentuknya pori-pori dan membuat beton menjadi lemah. Bleeding dapat dihindari dengan mengendalikan jumlah air dalam beton secara tepat dan dengan menggunakan gradasi agregat yang lebih halus.
4. *Kekasaran*: Kekasaran adalah ketahanan yang diberikan oleh beton terhadap permukaan akhir. Kekasaran disebabkan oleh sedikitnya jumlah agregat halus, sedikitnya mortar semen, dan karena penggunaan agregat yang bergradasi buruk. Hal ini juga dapat terjadi karena jumlah air yang tidak mencukupi. Dengan beton yang kasar, sulit untuk mendapatkan permukaan akhir yang halus dan beton menjadi berpori.

Sifat-sifat Beton yang Dikeraskan

1. *Kekuatan*: Kekuatan karakteristik beton didefinisikan sebagai kekuatan tekan kubus berukuran 150 mm setelah 28 hari pengerasan, di bawah kekuatan tersebut tidak lebih dari 5 persen dari hasil pengujian diperkirakan akan gagal. Satuan tegangan yang digunakan adalah N/mm^2 . IS 456 menilai beton berdasarkan kekuatan karakteristiknya seperti yang ditunjukkan pada Tabel 3.3.

Tabel 3.3. Mutu beton

Kelas	M_{10}	M_{15}	M_{20}	M_{25}	M_{30}	M_{35}	M_{40}
Kekuatan karakteristik dalam $M N/mm^2$	10	15	20	25	30	35	40

Hingga tahun 2000, beton M_{15} diizinkan untuk digunakan untuk pekerjaan beton bertulang. Namun IS 456–2000 menetapkan mutu minimum M_{20} untuk digunakan untuk pekerjaan beton bertulang.

Kekuatan beton bergantung pada jumlah kadar semen, kualitas dan gradasi agregat, rasio air semen, pemadatan dan perawatan. Kekuatan beton diperoleh pada tahap awal. Dalam 7 hari, kekuatan yang diperoleh mencapai 60 hingga 65 persen dari kekuatan 28 hari. Merupakan kebiasaan untuk menganggap kekuatan 28 hari sebagai kekuatan penuh beton. Namun, beton memperoleh kekuatan setelah 28 hari juga. Kekuatan karakteristik dapat ditingkatkan dengan faktor yang diberikan dalam Tabel 3.4.

Tabel 3.4. Pengaruh faktor usia terhadap kekuatan beton

Usia minimum anggota saat beban desain diharapkan.	1 bulan	3 bulan	6 bulan	12 bulan
Faktor usia	1.0	1.10	1.15	1.20

Kekuatan tarik dapat diperkirakan dari rumus $f_t = 0.7\sqrt{f_{ck}}$ N/mm², di mana f_{ck} adalah tegangan tekan karakteristik. Modulus elastisitas dapat diperkirakan dari rumus:

$$E = 50 \sqrt{f_{ck}} \text{ N/mm}^2$$

2. *Perubahan Dimensi*: Beton menyusut seiring bertambahnya usia. Penyusutan total bergantung pada unsur-unsur beton, ukuran anggota, dan kondisi lingkungan. Penyusutan total kira-kira 0,0003 dari dimensi awal. Perubahan dimensi permanen akibat pembebanan dalam jangka waktu lama disebut sebagai rangkak. Nilainya bergantung pada tegangan dalam beton, umur beton pada saat pembebanan, dan durasi pembebanan. Regangan rangkak ultimit dapat diperkirakan dari nilai koefisien rangkak. Koefisien rangkak didefinisikan sebagai regangan rangkak ultimit dibagi dengan regangan elastis pada umur pembebanan. Nilai-nilai ini tercantum dalam Tabel 3.5.

Tabel 3.5. Koefisien rangkak berdasarkan umur pembebanan

Usia Pembebanan	7 hari	28 hari	1 tahun
Koefisien Creep	2.2	1.6	1.1

Ukuran beton juga dapat berubah karena pemuaian termal. Koefisien pemuaian termal bergantung pada sifat semen, jenis agregat, kandungan semen, kelembaban relatif, dan ukuran bagian-bagian elemen struktural. Tabel 3.6 menunjukkan koefisien pemuaian termal beton dengan berbagai jenis agregat.

Tabel 3.6. Koefisien pemuaian termal

Jenis Agregat	Koefisien Ekspansi Termal /C°
1. Kuarsit	$(1.2 \text{ to } 1.3) \times 10^{-5}$
2. Batu pasir	$(0.9 \text{ to } 1.2) \times 10^{-5}$
3. Granit	$(0.7 \text{ to } 0.95) \times 10^{-5}$
4. Basalt	$(0.8 \text{ to } 0.95) \times 10^{-5}$

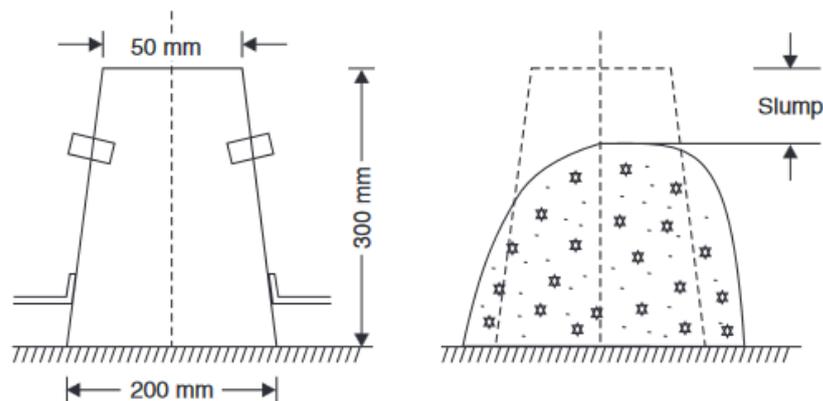
3. *Daya tahan*: Kekuatan lingkungan seperti pelapukan, serangan kimia, panas, pembekuan, dan pencairan mencoba menghancurkan beton. Periode keberadaan beton tanpa terpengaruh secara negatif oleh kekuatan-kekuatan ini dikenal sebagai daya tahan. Umumnya beton yang padat dan kuat memiliki daya tahan yang lebih baik. Kekuatan hancur kubus saja tidak dapat dijadikan patokan yang dapat diandalkan untuk daya tahan. Beton harus memiliki kadar semen yang cukup dan harus memiliki rasio air semen yang rendah.

4. *Kedap air*: Ini adalah ketahanan beton terhadap aliran air melalui pori-porinya. Air yang berlebih selama pengecoran meninggalkan sejumlah besar pori-pori yang terus-menerus sehingga menyebabkan permeabilitas. Karena permeabilitas mengurangi daya tahan beton, maka permeabilitas harus dijaga agar tetap sangat rendah dengan menggunakan rasio air semen yang rendah, agregat yang padat dan bergradasi baik, pemadatan yang baik, dan perawatan terus-menerus pada kondisi suhu rendah. Kadar semen yang digunakan harus cukup untuk memberikan kemampuan kerja yang memadai dengan rasio air semen yang rendah dan metode pemadatan yang tersedia.

Pengujian Beton

Berikut ini adalah beberapa pengujian penting yang dilakukan pada beton:

1. **Uji Slump**: Pengujian ini dilakukan untuk menentukan kemampuan kerja beton. Diperlukan kerucut slump untuk pengujian (Gambar 3.3). Kerucut slump adalah bejana berbentuk frustum kerucut dengan diameter di bagian bawah 200 mm dan 50 mm di bagian atas serta tinggi 300 mm. Kerucut ini diletakkan di atas platform kedap air dan diisi dengan beton dalam empat lapisan. Setiap lapisan dipadatkan dengan batang runcing 16 mm sebanyak 25 kali. Setelah terisi penuh, kerucut ditarik perlahan ke atas. Penurunan ketinggian beton disebut slump. Semakin tinggi slump, semakin mudah beton tersebut dikerjakan. Nilai slump yang diinginkan untuk berbagai pekerjaan telah ditunjukkan pada Tabel 3.2.



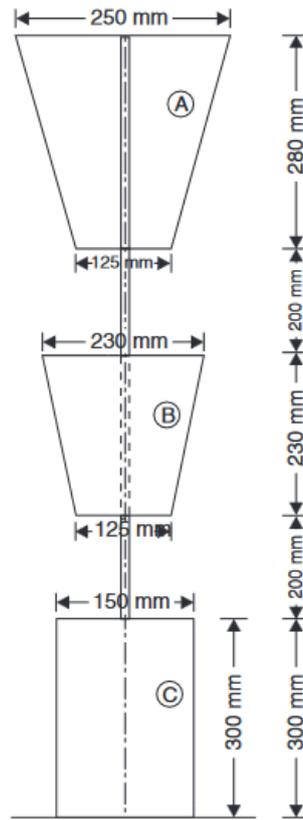
Gambar 3.3. Uji kemerosotan

2. **Uji Faktor Pemadatan**: Ini adalah uji lain untuk mengidentifikasi kemampuan kerja beton. Uji ini dilakukan di laboratorium. Peralatan uji terdiri dari dua corong dan silinder yang dipasang pada dudukan, dimensi dan jarak antara ketiga bejana distandarkan. Bejana A dan B memiliki dasar berengsel sedangkan silinder C memiliki dasar tetap. [Gambar 3.4]

Bejana atas A diisi dengan beton yang akan diuji. Begitu terisi, pintu berengsel dibuka. Beton dikumpulkan di bejana B. Kemudian pintu berengsel B dibuka untuk mengumpulkan beton di silinder C. Beton di silinder C diberi pemberat. Misalkan W_1 .

Sekarang silinder diisi lagi dengan sampel beton dalam lapisan 50 mm, yang dipadatkan dengan cara dipadatkan dan digetarkan. Kemudian berat beton yang dipadatkan ditentukan. Misalkan berat ini adalah W_2 .

Rasio W_1/W_2 disebut sebagai faktor pemadatan. Nilai faktor pemadatan yang ditentukan untuk pekerjaan yang berbeda-beda sudah tercantum dalam Tabel 3.2.



Gambar 3.4. Uji faktor pemadatan

3. **Uji Kekuatan Hancur:** Cetakan logam berukuran 150 mm × 150 mm × 150 mm digunakan untuk pengecoran kubus beton. Sebelum mengisi cetakan, permukaan dalamnya diolesi minyak dengan benar, sehingga kubus dapat dipisahkan dengan mudah. Kubus baru diisi dengan beton untuk diuji dalam 3 lapisan dan disimpan di dalam ruangan. Setelah 24 jam, kubus dikeluarkan dari cetakan dan disimpan di dalam air untuk proses pengerasan. Setelah 28 hari proses pengerasan, kubus diuji dalam mesin uji kompresi. Dalam pengujian ini, kubus ditempatkan di atas permukaan halus yang bersentuhan dengan pelat samping cetakan. Beban penghancuran dicatat dan kekuatan penghancuran ditemukan sebagai beban dibagi dengan luas permukaan (150 × 150 mm²).

Kode menentukan kekuatan beton yang diinginkan selama 3 hari dan 7 hari untuk penilaian cepat kekuatan beton. Sifat-sifat Beton yang Diinginkan

Kualitas dan kuantitas semen, agregat halus, agregat kasar, dan air yang sesuai harus digunakan agar beton hijau memiliki sifat-sifat berikut:

- a. Kemampuan kerja yang diinginkan
- b. Tidak ada segregasi saat pengangkutan dan penempatan
- c. Tidak ada kebocoran dan
- d. Tidak kasar.

Beton yang dikeraskan harus memiliki

- a. kekuatan karakteristik yang dibutuhkan
- b. perubahan dimensi minimum
- c. daya tahan yang baik
- d. kedap air
- e. ketahanan yang baik terhadap keausan.

Pemanfaatan Beton

1. Sebagai beton alas di bawah pondasi kolom, pondasi dinding, pada dinding pada tumpuan balok
2. Sebagai beton ambang
3. Di atas dinding tembok pembatas sebagai beton penutup
4. Untuk menandai area di sekitar bangunan
5. Untuk perkerasan jalan
6. Untuk membuat blok bangunan.

Namun, penggunaan utama beton adalah sebagai bahan utama beton bertulang dan beton prategang. Banyak elemen struktur seperti pondasi, kolom, balok, chejja, ambang pintu, atap dibuat dengan beton bertulang. Beton semen digunakan untuk membuat struktur penyimpanan seperti tangki air, tempat sampah, silo, bunker, dll. Jembatan, bendungan, dinding penahan adalah struktur beton bertulang yang menggunakan beton sebagai bahan utama.

3.2 BETON SEMEN BERTULANG (R.C.C.)

Beton memiliki ketahanan yang baik terhadap kompresi tetapi sangat lemah terhadap tegangan. Oleh karena itu, tulangan diberikan pada beton di mana pun tegangan tarik diperkirakan terjadi. Tulangan terbaik adalah baja, karena kekuatan tarik baja cukup tinggi dan ikatan antara baja dan beton baik. Karena modulus elastisitas baja tinggi, untuk perpanjangan yang sama gaya yang ditahan oleh baja lebih tinggi dibandingkan dengan beton. Namun, di zona tarik, retakan halus pada beton tidak dapat dihindari. Tulangan biasanya berupa baja lunak atau batang baja bergaris berdiameter 6 mm hingga 32 mm. Kandang tulangan disiapkan sesuai dengan persyaratan desain, disimpan dalam bekisting, lalu beton hijau dituang. Setelah beton mengeras, bekisting dilepas. Material komposit baja dan beton yang sekarang disebut R.C.C. berfungsi sebagai anggota struktural dan dapat menahan tegangan tarik maupun tekan dengan sangat baik. Properti R.C.C./Persyaratan R.C.C. yang Baik

1. Harus mampu menahan gaya tarik, tekan, tekukan, dan geser yang diharapkan.
2. Tidak boleh menunjukkan lendutan yang berlebihan dan merusak persyaratan kemudahan servis.
3. Harus ada penutup yang tepat pada tulangan, sehingga korosi dapat dicegah.

4. Retakan rambut yang terbentuk harus berada dalam batas yang diizinkan.
5. Merupakan material tahan api yang baik.
6. Saat masih baru, dapat dicetak sesuai bentuk dan ukuran yang diinginkan.
7. Daya tahannya sangat baik.
8. Struktur R.C.C. dapat dirancang untuk menahan beban apa pun.

Pemanfaatan R.C.C.

R.C. merupakan material bangunan yang banyak digunakan. Berikut ini adalah beberapa kegunaan pentingnya:

1. R.C.C. digunakan sebagai elemen struktural, elemen struktural umum dalam bangunan tempat
R.C.C. digunakan adalah:
 - (a) Pondasi
 - (b) Kolom
 - (c) Balok dan ambang pintu
 - (d) Chejjas, atap dan pelat.
 - (e) Tangga.
2. R.C.C. digunakan untuk konstruksi struktur penyimpanan seperti
 - (a) Tangki air
 - (b) Bendungan
 - (c) Tempat sampah
 - (d) Silo dan bunker.
3. Digunakan untuk konstruksi struktur besar seperti
 - (a) Jembatan
 - (b) Dinding penahan
 - (c) Dermaga dan pelabuhan
 - (d) Struktur bawah air.
4. Digunakan untuk pra-pengecoran
 - (a) Bantalan rel kereta api
 - (b) Tiang listrik
5. R.C.C. digunakan untuk membangun struktur tinggi seperti
 - (a) Bangunan bertingkat
 - (b) Cerobong asap
 - (c) Menara.
6. Digunakan untuk pengerasan jalan
 - (a) Jalan
 - (b) Bandara.
7. R.C.C. digunakan dalam pembangunan pabrik atom untuk mencegah bahaya radiasi. Untuk tujuan ini, dinding R.C.C. yang dibangun memiliki ketebalan 1,5 m hingga 2,0 m.

3.3 BETON BATA BERTULANG (RBC)

Ini adalah kombinasi tulangan, bata, dan beton. Sudah menjadi fakta umum bahwa beton sangat lemah terhadap tarikan. Oleh karena itu, pada pelat, ambang pintu, dan balok, beton di bagian di bawah sumbu netral tidak ikut menahan beban. Beton hanya berfungsi sebagai bahan pengisi. Oleh karena itu, untuk mencapai keekonomisan, beton di zona tarik dapat diganti dengan bata atau genteng. Mortar semen padat digunakan untuk menanamkan tulangan. Tulangan dapat berupa batang baja, kasa yang diperluas, dll.

3.4 BETON PRATEKAN (PSC)

Kekuatan beton dalam tarikan sangat rendah dan karenanya diabaikan dalam desain R.C.C. Beton dalam tarikan bertindak sebagai penutup baja dan membantu menjaga baja pada jarak yang diinginkan. Jadi dalam R.C.C. banyak beton tidak dimanfaatkan dengan baik. Pemberian prategang pada beton merupakan salah satu metode pemanfaatan seluruh beton. Prinsip beton prategang adalah memasukkan tegangan tekan yang dihitung di zona-zona di mana tegangan tarik diperkirakan terjadi pada elemen-elemen struktur beton. Ketika elemen struktur tersebut digunakan, tegangan yang timbul karena pembebanan harus terlebih dahulu meniadakan tegangan tekan ini sebelum memasukkan tegangan tarik pada beton. Jadi dalam beton prategang seluruh beton dimanfaatkan untuk menahan beban. Keuntungan penting lainnya dari PSC adalah retakan rambut dapat dihindari pada beton dan karenanya daya tahannya tinggi. Kekuatan leleh PSC juga lebih tinggi. Lendutan balok PSC jauh lebih sedikit dan karenanya dapat digunakan untuk bentang yang lebih panjang juga.

PSC umumnya digunakan dalam konstruksi jembatan, pelat bebas kolom besar dan atap. Bantalan PSC dan tiang listrik umumnya digunakan.

Material yang digunakan dalam PSC adalah baja tarik tinggi dan baja berkekuatan tinggi. Pengencangan kabel dapat dilakukan dengan prategang atau pascategang. Prategang terdiri dari peregang kabel sebelum pengecoran beton dan kemudian melepaskan kabel. Dalam kasus pascategang, saluran dibuat dalam elemen beton. Setelah beton mengeras, kabel prategang dilewatkan melalui saluran. Setelah meregangkan kabel, kabel ditambatkan ke elemen beton dengan jangkar khusus.

3.5 BETON BERTULANG SERAT (FRC)

Beton polos memiliki kekurangan seperti kekuatan tarik rendah, daktilitas terbatas, dan ketahanan rendah terhadap retak. Retakan terbentuk bahkan sebelum pembebanan. Setelah pembebanan, retakan mikro melebar dan menyebar, sehingga beton terpapar aksi atmosfer. Jika serat yang berjarak dekat dan tersebar merata disediakan saat mencampur beton, retakan ditahan dan sifat statis dan dinamis ditingkatkan. Beton bertulang serat dapat didefinisikan sebagai material komposit dari beton atau mortar dengan serat yang tidak berkesinambungan dan terdistribusi secara merata. Serat yang umum digunakan adalah baja, nilon, asbes, sabut kelapa, kaca, karbon, dan polipropilena. Panjang hingga dimensi lateral serat berkisar antara 30 hingga 150. Diameter serat bervariasi antara 0,25 hingga 0,75 mm.

Beton bertulang serat memiliki kekuatan tarik, keuletan, dan ketahanan terhadap retak yang lebih baik.

Pemanfaatan FRC

1. Untuk lapisan aus lapangan udara, jalan, dan lapisan tahan api.
2. Untuk pembuatan produk pracetak seperti pipa, tangga, panel dinding, penutup lubang got, dan perahu.
3. Beton bertulang serat kaca digunakan untuk pembuatan rangka pintu dan jendela, bangku taman, halte bus, dll.
4. FRC karbon cocok untuk struktur seperti pelapis dan rangka.
5. Lembaran FRC asbes umumnya digunakan sebagai material atap.

3.6 BETON RINGAN

Beton ringan ini diproduksi dengan memasukkan rongga besar ke dalam beton atau mortar. Kepadatannya bervariasi dari 3 kN/m³ hingga 8 kN/m³ sedangkan kepadatan beton biasa adalah 24 kN/m³. Beton ini juga dikenal sebagai beton aerasi, beton busa, atau beton gas.

Sifat-sifat beton seluler

Beton ini memiliki sifat-sifat berikut:

1. Beratnya ringan.
2. Tahan api.
3. Memiliki sifat insulasi termal yang baik.
4. Ekspansi termal dapat diabaikan.
5. Tidak ada masalah pembekuan dan pencairan.
6. Penyerapan suara baik.
7. Kecenderungannya lebih kecil untuk mengelupas.

Pemanfaatan Beton Seluler

1. Beton ini digunakan untuk konstruksi dinding partisi.
2. Beton ini digunakan untuk partisi untuk tujuan insulasi panas.
3. Beton ini digunakan untuk konstruksi lantai berongga.

3.7 SEMEN FEFRO

Istilah semen ferro menyiratkan kombinasi produk besi dengan semen. Umumnya kombinasi ini dalam bentuk kawat baja yang tertanam dalam mortar semen portland. Kawat baja biasanya berdiameter 0,8 hingga 1,00 m dengan jarak 5 mm hingga 50 mm dan mortar semennya berupa rasio semen pasir 1:2 atau 1:3. Batang berdiameter 6 mm juga digunakan dengan jarak yang besar, sebaiknya di sudut-sudut. Pasir dapat diganti dengan baby jelly. Rasio air semen yang digunakan adalah antara 0,4 hingga 0,45.

Tulangan semen ferro dirakit menjadi bentuk akhir yang diinginkan dan langsung diplester. Tidak perlu bekisting. Minimal dua lapis jaring baja tulangan diperlukan. Menurut American Concrete Institute, "Semen ferro adalah konstruksi beton bertulang ber dinding tipis yang biasanya menggunakan semen hidrolik yang diperkuat dengan lapisan jaring yang

kontinu dan berdiameter relatif kecil. Jaring yang digunakan dapat berupa logam atau bahan lain yang sesuai.” Semen ferro berkembang pesat sebagai bahan alternatif untuk kayu. Sejarah semen ferro bermula pada tahun 1843 (bahkan sebelum Gereja Katolik Roma). Joseph Louis Lambet membangun beberapa perahu dayung, petak tanaman, dan kursi taman menggunakan semen ferro. Pada awal tahun 1940-an, insinyur dan arsitek Italia terkemuka Pier Luigi Nervi melakukan uji ilmiah pada semen ferro dan menggunakannya untuk menggantikan kayu sedapat mungkin. Ia membangun kapal bertonase kecil, yang terbesar adalah kapal layar bermotor seberat 165 ton. Nervi juga memelopori penggunaan semen ferro dalam arsitektur bangunan. Semen ferro dapat diberi lapisan akhir kayu jati, kayu mawar, dll. dan bahkan dapat digunakan untuk membuat meja, kursi, dan bangku.

Sifat-sifat Semen Ferro

1. Kekuatan per satuan massanya tinggi.
2. Memiliki kapasitas untuk menahan beban kejut.
3. Dapat diberi lapisan akhir yang menarik seperti kayu jati dan kayu mawar.
4. Elemen semen ferro dapat dibangun tanpa menggunakan bekisting.
5. Tahan air.

Pemanfaatan Semen Ferro

Dapat digunakan untuk membuat:

1. Dinding partisi
2. Rangka jendela, chejjas, dan drop
3. Rak lemari
4. Penutup pintu dan jendela
5. Tangki air rumah tangga
6. Elemen atap pracetak
7. Penuai dan kasau yang dibutuhkan untuk menyangga genteng.
8. Pipa
9. Silo
10. Perabotan
11. Penutup lubang got
12. Perahu.

LATIHAN SOAL

1. Apa itu beton semen? Jelaskan fungsi setiap bahan dan sebutkan proporsi umum bahan yang digunakan untuk pekerjaan yang berbeda.
2. Apa yang Anda pahami dengan pencampuran beton? Jelaskan secara singkat berbagai metode pencampuran.
3. Jelaskan berbagai metode pencampuran agregat.
4. Mengapa beton harus dipadatkan setelah dituang? Jelaskan berbagai metode pemadatan. Sebutkan kelebihan dan kekurangannya.
5. Apa yang dimaksud dengan pengerasan beton? Mengapa perlu dan bagaimana cara pembuatannya?

6. Tulis catatan singkat tentang
 - (a) Kemampuan kerja beton
 - (b) Segregasi beton dan
 - (c) Pendarahan beton.
7. Tulis catatan singkat tentang rasio air semen.
8. Apa yang Anda pahami dengan beton M20? Bagaimana mutu ini ditentukan?
9. Jelaskan berbagai penyebab perubahan dimensi pada beton yang telah mengeras.
10. Tulis catatan singkat tentang pengujian beton berikut:
 - (a) Uji kemerosotan
 - (b) Uji faktor pemadatan
 - (c) Uji kuat tekan.
11. Apa saja sifat beton yang diinginkan?
12. Sebutkan berbagai pekerjaan yang menggunakan beton.
13. Apa itu R.C.C.? Tuliskan secara singkat tentang sifat-sifat dan penggunaan beton yang diinginkan.
14. Tulis catatan singkat tentang
 - (a) Beton bata bertulang
 - (b) Beton prategang
 - (c) Beton bertulang serat
 - (d) Beton seluler dan
 - (e) Ferrosemen.

BAB 4

LOGAM SEBAGAI BAHAN BANGUNAN

Berbagai logam yang digunakan untuk pekerjaan bangunan secara umum dapat diklasifikasikan sebagai logam besi dan logam non-besi. Sifat dan penggunaan logam besi dan beberapa bahan non-besi penting seperti aluminium dan tembaga dijelaskan dalam bab ini.

4.1 LOGAM BESI

Bahan besi adalah bahan yang mengandung besi sebagai komponen utamanya. Bijih besi pertama-tama diubah menjadi besi kasar dan kemudian besi kasar mengalami berbagai proses metalurgi untuk mencampur persentase karbon yang berbeda dan memperoleh tiga bahan besi yang bermanfaat berikut ini:

1. Besi tuang — kandungan karbon 1,7% hingga 4,5%
2. Besi tempa — kandungan karbon 0,05% hingga 0,15%
3. Baja — kandungan karbon 0,25% hingga 0,25%.

Semua bahan besi mengandung sekitar 0,5 hingga 3% silika, kurang dari 2% mangan, 0,15% sulfur, dan 0,6% fosfor.

1. Besi Cor: Sifat-sifat penting dari besi cor adalah:

- (a) Kekuatan tekan 700 N/mm^2 dan kekuatan tarik 150 N/mm^2 .
- (b) Besi cor bersifat getas dan tidak menyerap guncangan
- (c) Berat jenisnya 7,5.
- (d) Strukturnya kasar, kristal, dan berserat.
- (e) Besi cor tidak dapat dimagnetisasi.
- (f) Besi cor tidak mudah berkarat.
- (g) Titik lelehnya rendah, sekitar 1200°C .

Pemanfaatan Besi Cor:

1. Besi cor digunakan untuk membuat pipa air hujan dan pipa sanitasi, perlengkapan sanitasi, dan penutup lubang got.
2. Besi cor digunakan untuk membuat pagar dan tangga spiral.
3. Kisi-kisi api, penutup pompa dan motor, serta braket dibuat dengan besi cor.

2. Besi Tempa: Besi ini hampir murni. Besi ini mengandung kurang dari 0,15% karbon. Berbagai upaya dilakukan untuk mengurangi kotoran lainnya selama proses pembuatan.

Sifat-sifat Besi Tempa:

1. Kekuatan tekan ultimitnya adalah 200 N/mm^2 dan kekuatan tarik ultimitnya adalah 375 N/mm^2 .
2. Besi ini ulet dan getas.
3. Berat satuannya adalah 77 kN/m^3 .
4. Besi ini meleleh pada suhu sekitar 1500°C . Besi ini menjadi sangat lunak pada suhu 900°C sehingga dua bagian dapat disambung dengan palu.
5. Besi ini dapat menyerap guncangan dengan sangat baik.

6. Besi ini membentuk magnet sementara tetapi tidak dapat dimagnetisasi secara permanen.
7. Besi ini lebih mudah berkarat.

Pemanfaatan Besi Tempa:

1. Besi ini digunakan untuk membuat paku, mur, dan baut, kabel, dan rantai.
2. Baja digunakan untuk membuat lembaran atap, teralis, pagar, pelindung jendela, dll.
3. Baja: Baja digunakan secara luas sebagai bahan bangunan. Tiga jenis baja berikut digunakan secara luas:
 - a. *Baja lunak*: Mengandung maksimal 0,25% karbon, 0,055% sulfur, dan 0,55% fosfor.

Sifat-sifat Baja Lunak:

- a. Baja lunak dapat ditempa dan dilunakkan
- b. Baja lunak lebih elastis
- c. Baja lunak dapat dimagnetisasi secara permanen.
- d. Berat jenisnya 7,8.
- e. Modulus Young-nya $2,1 \times 10^5$ N/mm².
- f. Baja lunak dapat dilas dengan mudah.
- g. Baja lunak sama kuatnya dalam tarikan dan kompresi.

Pemanfaatan Baja Lunak:

- a. Batang bundar digunakan secara luas sebagai tulangan pada R.C.C. karya.
- b. Bagian-bagian yang digulung seperti I, T, L, C, pelat, dll. digunakan untuk membangun kolom baja, balok, rangka baja, dll.
- c. Bagian-bagian berbentuk tabung digunakan sebagai tiang dan rangka baja.
- d. Baja lunak polos dan bergelombang digunakan sebagai bahan atap.
- e. Bagian-bagian baja lunak digunakan dalam pembuatan komponen-komponen berbagai mesin.
- b. *Baja Karbon Tinggi*: Kandungan karbon dalam baja ini adalah 0,7% hingga 1,5%.

Sifat-sifat Baja Karbon:

- a. Lebih kuat dan elastis dibandingkan dengan baja lunak.
- b. Pengelasan sulit.
- c. Dapat dimagnetisasi secara permanen.
- d. Lebih kuat dalam kompresi daripada dalam ketegangan.
- e. Lebih tahan terhadap guncangan dan getaran.

Pemanfaatan Baja Karbon Tinggi:

- a. Digunakan untuk membuat peralatan seperti bor, kikir, pahat.
- b. Banyak bagian mesin dibuat dengan baja karbon tinggi karena mampu menahan guncangan dan getaran.
- c. *Baja Tarik Tinggi*: Mengandung 0,8% karbon dan 0,6% mangan. Kekuatan baja ini cukup tinggi. Kawat baja tarik tinggi digunakan dalam pekerjaan beton prategang.

4.2 ALUMINIUM

Aluminium terdapat di permukaan kerak bumi dalam sebagian besar batuan dan tanah liat. Namun, untuk menghasilkan logam, bauksit ($\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) sangat cocok menggunakan bijih.

Sifat-sifat Aluminium

1. Berwarna perak dan berkilau terang.
2. Sangat ringan.
3. Merupakan konduktor listrik yang baik.
4. Memiliki ketahanan yang sangat baik terhadap korosi.
5. Meleleh pada suhu 66°C .
6. Sangat ulet dan mudah ditempa.
7. Memiliki rasio kekuatan terhadap berat yang tinggi.

Kegunaan Aluminium

1. Digunakan untuk membuat rangka pintu dan jendela.
2. Struktur aluminium semakin populer.
3. Kawat aluminium digunakan sebagai konduktor listrik.
4. Digunakan sebagai foil.
5. Serbuk aluminium berfungsi sebagai pigmen dalam cat.

4.3 TEMBAGA

Tembaga merupakan logam yang tersedia secara alami dalam bentuk bijih yang mengandung sedikit zat besi dan belerang. Setelah menghilangkan kotoran, tembaga diproses secara elektrolitik untuk mendapatkan logam paling murni. Logam ini hampir tidak dapat dihancurkan. Kepingan tembaga dapat diproses untuk mendapatkan tembaga asli.

Sifat-sifat Tembaga

1. Tembaga berwarna coklat kemerahan.
2. Tembaga memiliki struktur kristal.
3. Tembaga sangat ulet dan mudah ditempa.
4. Tembaga tahan korosi.
5. Tembaga dapat dilas dengan mudah pada kondisi panas merah.
6. Lekukan pada tembaga dapat dipalu.
7. Tembaga memiliki konduktivitas listrik dan termal yang tinggi.
8. Tembaga memiliki titik leleh 1083°C .

Pemanfaatan Tembaga

1. Tembaga digunakan sebagai kawat dan kabel listrik.
2. Tembaga digunakan sebagai konduktor penerangan.
3. Tembaga digunakan untuk membuat sambungan konstruksi kedap air.
4. Tabung tembaga digunakan untuk suplai air panas dan dingin, sambungan gas dan sanitasi.
5. Tembaga merupakan komponen utama kuningan dan perunggu.

LATIHAN SOAL

1. Sebutkan sifat-sifat teknik dan penggunaan dari yang berikut ini:
 - (a) Besi tuang
 - (b) Besi tempa
 - (c) Baja
 - (d) Aluminium dan
 - (e) Tembaga.
2. Bedakan antara besi tuang dan baja.
3. Bedakan antara besi tempa dan baja.
4. Sebutkan perbedaan antara baja lunak, baja karbon tinggi, dan baja tarik tinggi.

BAB 5

MACAM-MACAM BAHAN BANGUNAN

Kaca, plastik, bitumen, asbes, cat, distemper, dan pernis adalah beberapa material lain yang digunakan dalam konstruksi bangunan. Sifat dan kegunaannya dijelaskan secara singkat dalam bab ini.

5.1 KACA

Silika merupakan komponen utama kaca. Namun, kaca harus ditambahkan dengan natrium kalium karbonat untuk menurunkan titik leleh. Agar kaca lebih awet, ditambahkan juga kapur atau timbal oksida. Mangan oksida ditambahkan untuk meniadakan efek buruk zat besi yang tidak diinginkan yang terdapat dalam silika yang tidak murni. Bahan baku digiling dan diayak. Bahan-bahan tersebut dicampur dalam proporsi tertentu dan dicairkan dalam tungku. Kemudian, barang-barang kaca diproduksi dengan cara ditiup, diratakan, digulung, dan ditekan.

Sifat-sifat Penting Kaca

1. Kaca menyerap, membiaskan, atau mentransmisikan cahaya. Kaca dapat dibuat transparan atau tembus cahaya.
2. Kaca dapat dipoles dengan sangat baik.
3. Kaca merupakan isolator listrik yang sangat baik.
4. Kaca kuat dan rapuh.
5. Kaca dapat ditiup, ditarik, atau ditekan.
6. Kaca tidak terpengaruh oleh atmosfer.
7. Kaca memiliki ketahanan yang sangat baik terhadap bahan kimia.
8. Kaca tersedia dalam berbagai warna yang indah.
9. Dengan kemajuan teknologi, kaca dapat dibuat lebih ringan dari gabus atau lebih kuat dari baja.
10. Kaca dapat dibersihkan dengan mudah.

Jenis Kaca

Kaca dapat diklasifikasikan secara luas sebagai:

1. **Kaca soda kapur:** Kaca ini terutama merupakan campuran natrium silikat dan kalsium silikat. Kaca ini dapat melebur pada suhu rendah. Dalam kondisi peleburan, kaca ini dapat ditiup atau dilas dengan mudah. Kaca ini tidak berwarna. Kaca ini digunakan sebagai kaca jendela dan untuk tabung dan peralatan laboratorium.
2. **Kaca kalium kapur:** Kaca ini terutama merupakan campuran kalium silikat dan kalsium silikat. Kaca ini juga dikenal sebagai kaca keras. Kaca ini dapat melebur pada suhu tinggi. Kaca ini digunakan dalam pembuatan barang-barang kaca yang harus tahan terhadap suhu tinggi.

3. **Kaca kalium timbal:** Kaca ini terutama merupakan campuran kalium silikat dan timbal silikat. Kaca ini memiliki kilau yang terang dan daya bias yang besar. Kaca ini digunakan dalam pembuatan permata buatan, bola lampu listrik, lensa, prisma, dll.
4. **Kaca biasa:** Kaca ini terutama merupakan campuran natrium silikat, kalsium silikat, dan besi silikat. Kaca ini berwarna cokelat, hijau, atau kuning. Kaca ini terutama digunakan dalam pembuatan botol obat.
5. **Kaca Khusus:** Sifat kaca dapat diubah dengan mengubah bahan dasar dan menambahkan beberapa bahan lagi. Kaca ini kini telah muncul sebagai bahan serbaguna untuk memenuhi banyak persyaratan khusus dalam bidang teknik. Berikut ini adalah daftar beberapa kaca khusus:
 - a. Kaca serat
 - b. Kaca busa
 - c. Kaca antipeluru
 - d. Kaca struktural
 - e. Kaca hitam
 - f. Kaca kawat
 - g. Kaca sinar ultraviolet
 - h. Kaca berlubang.

5.2 PLASTIK

Plastik adalah bahan organik yang dibuat dari resin. Plastik dapat mengandung atau tidak mengandung bahan pengisi, pelunak, dan pelarut. Plastik dapat didefinisikan sebagai bahan organik alami atau sintesis yang memiliki sifat plastik pada tahap pembuatannya ketika dapat dibentuk sesuai ukuran dan bentuk yang diinginkan.

Shelak dan bitumen adalah resin alami yang telah lama digunakan sebagai plastik. Pada tahun 1907, Blackland memproduksi resin sintesis dari reaksi fenol dan formaldehida. Resin tersebut dikeraskan di bawah tekanan dan panas untuk menghasilkan barang-barang plastik yang bermanfaat.

Jenis-jenis Plastik

Terutama ada dua jenis plastik:

1. **Plastik Termoset:** Plastik ini memerlukan kondisi pemanasan sesaat dan tekanan besar selama pembentukan. Ketika dipanaskan, ikatan silang terbentuk antara molekul dan reaksi kimia terjadi. Selama tahap ini, bentuk dapat diubah dengan tekanan. Perubahan ini tidak dapat dikembalikan ke bentuk semula. Sisa plastik tersebut tidak dapat digunakan kembali. Bakelite adalah salah satu contoh plastik tersebut.
2. **Termoplastik:** Pada jenis ini, ikatan antar molekul sangat longgar. Mereka dapat dilunakkan dengan pemanasan berulang kali. Properti ini membantu penggunaan kembali plastik bekas. Plastik ini memerlukan waktu untuk mendingin dan mengeras. Plastik ini harus disimpan dalam cetakan hingga benar-benar dingin. Bitumen, selulosa, dan lak adalah contoh dari jenis plastik ini.

Properti Plastik

1. **Warna:** Beberapa plastik benar-benar transparan. Menggunakan pigmen, plastik dengan warna apa pun yang menarik dapat diproduksi.
2. **Stabilitas Dimensi:** Secara dimensi, plastik ini sangat stabil.
3. **Daya Tahan:** Plastik menawarkan ketahanan yang baik terhadap kelembapan dan bahan kimia, sehingga lebih tahan lama.
4. **Isolasi Listrik:** Plastik memiliki properti isolasi listrik yang sangat baik.
5. **Tahan Api:** Plastik fenol-formaldehida dan urea-formaldehida sangat tahan api, sehingga digunakan sebagai bahan tahan api.
6. **Kekuatan:** Plastik ini cukup kuat. Kekuatannya dapat ditingkatkan dengan memperkuatnya dengan berbagai bahan berserat. Berbagai upaya dilakukan untuk menghasilkan plastik yang kokoh secara struktural.
7. **Berat Jenis:** Berat jenis plastik sangat rendah dan karenanya mudah ditangani.
8. **Keuletan:** Plastik tidak lentur dan karenanya akan rusak tanpa peringatan.
9. **Pemasangan:** Plastik dapat dibaut, dibor, direkatkan, dijepit, atau cukup didorong agar pas pada posisinya.
10. **Perawatan:** Tidak ada biaya perawatan untuk barang-barang plastik, yaitu tidak perlu dicat dan dipoles.

Pemanfaatan Plastik

Ada berbagai macam plastik yang dibuat sesuai dengan berbagai kegunaannya. Pemanfaatan plastik yang umum pada bangunan tercantum di bawah ini:

1. Lembaran bergelombang dan polos untuk atap.
2. Untuk membuat lantai tanpa sambungan.
3. Ubin lantai.
4. Tangki air di atas kepala.
5. Unit bak mandi dan wastafel.
6. Pelampung aula tangki.
7. Laminasi dan cetakan dekoratif.
8. Rangka jendela dan pintu serta penutup untuk pintu kamar mandi.
9. Perlengkapan penerangan.
10. Saluran listrik.
11. Isolator listrik.
12. Pipa untuk mengalirkan air dingin.

5.3 BITUMEN

Aspal, bitumen, dan tar disebut sebagai material bitumen, yang pada dasarnya merupakan material hidrokarbon. Aspal merupakan campuran dari bahan mineral inert kapur alumina, kapur, silika, dll. dan hidrokarbon yang dikenal sebagai bitumen aspal. Di beberapa tempat seperti Trinidad dan Bermudez, aspal tersedia di alam pada kedalaman 3 hingga 60 meter. Aspal dikenal sebagai aspal alam. Jenis aspal yang umum digunakan di seluruh dunia adalah aspal residu, yang diperoleh melalui distilasi fraksional minyak bumi mentah. Bitumen

merupakan material pengikat yang terdapat dalam aspal. Bitumen merupakan hidrokarbon. Bitumen diperoleh melalui distilasi parsial minyak mentah. Bitumen mengandung 87 persen karbon, 11 persen hidrogen, dan 2 persen oksigen.

Tar diperoleh melalui distilasi destruktif batu bara, kayu, atau material organik lainnya. Ketika batu bara atau kayu dipanaskan hingga berwarna merah di ruang tertutup, akan menghasilkan produk volatil dan residu kokas. Setelah dipisahkan dan didinginkan, produk volatil akan menghasilkan tar. Perbandingan antara aspal, bitumen dan tar disajikan pada Tabel 5.1.

Tabel 5.1. Perbandingan antara aspal, bitumen dan tar

No.	Properti	Aspal	Bitumen	Tar
1.	Warna	Coklat kehitaman	Warna gelap dengan sedikit semburat kemerahan	Gelap pekat
2.	Kandungan karbon	Rendah	Sedang	Tinggi
3.	Kondisi	Padat atau setengah padat	Padat	Cairan kental
4.	Efek pada pemanasan	Terbakar dengan api asap dan menjadi plastis	Mencair	Menjadi lebih cair.
5.	Waktu pengerasan	Kurang	Kurang	Lebih banyak
6.	Daya rekat	Kurang	Lebih	Paling banyak
7.	Ketahanan terhadap asam	Lebih	Lebih	Kurang
8.	Penggunaan	Sebagai lapisan kedap lembap, untuk cat, sebagai pelapis atap dan untuk pekerjaan jalan.	Sebagai lapisan kedap lembap dan sebagai lapisan atap.	Untuk mengawetkan kayu.

5.4 ASBES

Asbes adalah nama umum untuk beberapa jenis mineral berserat yang tersedia di alam. Namun saat ini, sebagian besar asbes komersial yang diproduksi adalah 'kriotil' $[Mg_6SiO_{11}(OH)_6.H_2O]$.

Sifat-sifat Asbes

1. Fleksibel, lunak, dan tidak berpori.
2. Tahan api dan tahan asam.
3. Tahan panas dan listrik.
4. Bila dicampur dengan semen dan air, bentuknya akan tetap kuat.
5. Warnanya coklat atau abu-abu.
6. Dapat dipotong-potong atau dibor.
7. Memiliki kekuatan tarik tinggi ke arah seratnya.

8. Berat jenisnya 3,10.

Pemanfaatan Asbes

1. Lembaran semen asbes merupakan bahan atap yang paling murah.
2. Pipa semen asbes digunakan sebagai pipa pembuangan air hujan dari atap.
3. Dengan aspal akan membentuk lapisan kedap air yang baik.
4. Digunakan untuk membuat tali dan pakaian tahan api.
5. Digunakan sebagai bahan penutup untuk kotak sekering dan sakelar listrik.
6. Berguna untuk mengisolasi ketel uap, tungku, dll.

5.5 CAT

Cat diaplikasikan pada permukaan kayu, logam, dan permukaan yang diplesir sebagai lapisan pelindung dan sekaligus untuk mendapatkan tampilan yang menarik. Cat diaplikasikan dalam bentuk cair dan setelah beberapa saat, unsur yang mudah menguap menguap dan lapisan yang mengeras bertindak sebagai lapisan pelindung.

Komponen Cat

Komponen penting cat adalah:

1. **Basis:** Ini adalah komponen utama cat. Ini juga memiliki sifat mengikat. Ini membentuk lapisan buram. Basis yang umum digunakan untuk cat adalah timbal putih, timbal merah, seng oksida, oksida besi, titanium putih, bubuk aluminium, dan litofon. Cat timbal cocok untuk mengecat besi dan baja, karena dapat menempel dengan baik. Namun, cat ini terpengaruh oleh aksi atmosfer dan karenanya tidak boleh digunakan sebagai lapisan akhir. Sementara seng membentuk basis yang baik tetapi mahal. Litofon, yang merupakan campuran seng sulfat dan barit, murah. Memberikan tampilan yang bagus tetapi terpengaruh oleh cahaya matahari. Oleh karena itu, hanya digunakan untuk pekerjaan interior.
2. **Kendaraan:** Kendaraan adalah zat cair yang menahan bahan-bahan cat dalam suspensi cair dan memungkinkannya diaplikasikan pada permukaan yang akan dicat. Minyak biji rami, minyak tung, dan minyak kacang digunakan sebagai kendaraan dalam cat. Dari keempat minyak di atas, minyak biji rami sangat umum digunakan untuk kendaraan. Perebusan membuat minyak lebih kental dan lebih gelap. Minyak biji rami bereaksi dengan oksigen dan mengeras dengan membentuk lapisan tipis.
3. **Pigmen:** Pigmen memberikan warna yang dibutuhkan untuk cat. Pigmen adalah partikel halus dan memiliki efek penguat pada lapisan tipis cat. Pigmen umum untuk berbagai warna adalah: Hitam—Hitam lampu, jas, dan hitam arang. Merah—merah venedion, timbal merah, dan merah India. Cokelat—kayu bakar, siena mentah dan bakar. Hijau—hijau krom, tembaga sulfat. Biru—biru prusia dan ultra marine. Kuning—oker dan kuning krom.
4. **Pengering:** Ini adalah senyawa logam seperti timbal, mangan, kobalt. Fungsi pengering adalah untuk menyerap oksigen dari udara dan menyalurkannya ke kendaraan untuk pengerasan. Pengering tidak boleh ditambahkan sampai cat akan digunakan.

Pengering yang berlebih berbahaya karena merusak elastisitas dan menyebabkan pengelupasan.

5. **Pengencer:** Dikenal juga sebagai pelarut. Ini membuat cat lebih encer dan karenanya meningkatkan cakupan. Ini membantu menyebarkan cat secara merata di permukaan. Terpentin dan nepta adalah pengencer yang umum digunakan. Setelah cat diaplikasikan, pengencer menguap dan cat mengering.

Sifat-sifat Cat yang Ideal

1. Harus dapat diaplikasikan dengan mudah dan bebas.
2. Harus kering dalam waktu yang wajar.
3. Harus membentuk permukaan yang keras dan tahan lama.
4. Tidak boleh membahayakan kesehatan pekerja.
5. Tidak boleh mudah terpengaruh oleh atmosfer.
6. Harus memiliki tampilan yang menarik dan menyenangkan.
7. Harus membentuk lapisan tipis yang seragam, yaitu tidak retak.
8. Harus memiliki daya sebar yang baik.
9. Harus murah.

Jenis-jenis Cat

Tergantung pada bahan penyusunnya, ada berbagai jenis cat. Berikut ini adalah uraian singkat beberapa cat yang umum digunakan:

1. **Cat Minyak:** Cat ini diaplikasikan dalam tiga lapisan: cat dasar, cat dasar, dan cat akhir. Adanya kelembapan saat mengaplikasikan cat dasar akan memengaruhi masa pakai cat minyak. Cat ini murah dan mudah diaplikasikan.
2. **Cat Enamel:** Cat ini mengandung timbal putih, minyak, terpentin, dan bahan resin. Permukaan yang dihasilkannya sangat tahan terhadap asam, alkali, dan air. Sebaiknya lapisan titanium putih diaplikasikan sebelum lapisan enamel diaplikasikan. Cat ini dapat digunakan untuk dinding luar dan dalam.
3. **Cat Emulsi:** Mengandung bahan pengikat seperti polivinil asetat, resin sintesis, dan lain-lain. Ini mengering di $1\frac{1}{2}$ hingga 2 jam dan mudah diaplikasikan. Lebih tahan lama dan dapat dibersihkan dengan air. Untuk permukaan yang diplesir, pertama-tama lapisan cat semen harus diaplikasikan dan kemudian titik emulsi. Cat emulsi membutuhkan permukaan yang baik.
4. **Cat Semen:** Tersedia dalam bentuk bubuk. Terdiri dari semen putih, pigmen, dan aditif lainnya. Tahan lama dan menunjukkan tampilan dekoratif yang sangat baik. Cat ini harus diaplikasikan pada permukaan yang kasar daripada pada permukaan yang halus. Cat ini diaplikasikan dalam dua lapisan. Lapisan pertama diaplikasikan pada permukaan yang basah tetapi bebas dari kelebihan air dan dibiarkan kering selama 24 jam. Lapisan kedua kemudian diaplikasikan yang memberikan tampilan yang baik.
5. **Cat Bitumen:** Jenis cat ini diproduksi dengan melarutkan aspal atau bitumen nabati dalam minyak atau minyak bumi. Warnanya hitam. Cat ini digunakan untuk mengecat besi di bawah air.

6. **Cat Karet Sintetis:** Cat ini dibuat dari resin. Cat ini cepat kering dan sedikit terpengaruh oleh cuaca dan sinar matahari. Cat ini tahan terhadap serangan kimia dengan baik. Cat ini dapat diaplikasikan bahkan pada beton segar. Biayanya terjangkau dan mudah diaplikasikan.
7. **Cat Aluminium:** Mengandung aluminium yang digiling halus dalam bentuk spiritus atau pernis minyak. Cat ini juga terlihat dalam gelap. Permukaan besi dan baja terlindungi dengan baik dengan cat ini. Cat ini banyak digunakan untuk mengecat tangki gas, pipa air, dan tangki minyak.
8. **Cat Anti-korosi:** Cat ini pada dasarnya terdiri dari minyak, dier yang kuat, timbal atau seng krom, dan pasir yang digiling halus. Cat ini murah dan tahan korosi. Warnanya hitam.

Penggunaan Cat

Persiapan permukaan untuk aplikasi cat merupakan bagian terpenting dalam pengecatan. Permukaan yang akan dicat tidak boleh berminyak dan harus dari serpihan cat lama. Retakan pada permukaan harus diisi dengan dempul lalu dengan amplas. Kemudian cat dasar diaplikasikan. Pekerjaan pengecatan harus dilakukan dalam cuaca kering. Lapisan bawah dan lapisan pertama harus dibiarkan kering sebelum lapisan akhir diaplikasikan.

5.6 DISTEMPER

Distemper adalah jenis cat yang lebih murah, yang menggunakan kapur sebagai dasar dan air sebagai pembawa. Zat pengemulsi yang umum digunakan adalah lem atau kasein. Distemper tersedia dalam bentuk bubuk atau pasta. Distemper harus dicampur dengan air panas sebelum digunakan.

Permukaan yang akan didistemper harus digosok dan dibersihkan secara menyeluruh. Retakan, jika ada, harus diisi dengan dempul kapur. Permukaan harus dijaga tetap kering selama sekitar dua bulan sebelum menerapkan distemper. Dengan demikian, lapisan primer diterapkan dan dibiarkan kering. Distemper biasanya diterapkan dalam dua lapisan.

Sifat-sifat Distemper

1. Umumnya berwarna terang.
2. Pelapisnya umumnya tebal.
3. Memberikan lapisan reflektif.
4. Kurang tahan lama dibandingkan cat minyak tetapi lebih murah.

5.7 PERNIS

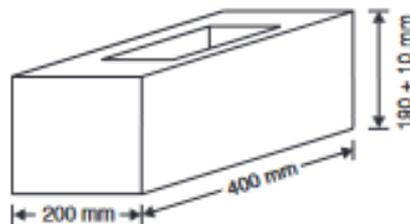
Pernis minyak, pernis terpentil, pernis spiritus, dan pernis air. Karakteristik yang diinginkan dari pernis yang ideal adalah

1. Memberikan permukaan yang mengilap.
2. Tahan lama.
3. Cepat kering setelah diaplikasikan.
4. Tidak retak setelah kering. Umumnya digunakan pada permukaan kayu.

5.8 BLOK BETON PADAT DAN BERONGGA

Blok beton padat dan berongga diproduksi di pabrik untuk memenuhi persyaratan blok bangunan di kota-kota besar. Blok-blok ini dapat disebut sebagai batu buatan, karena menggantikan batu-batuan dalam konstruksi pasangan batu. Blok-blok ini diproduksi dengan campuran semen, pasir, dan agregat ramping berukuran kurang dari 12 mm. Alih-alih agregat tajam, agregat bundar digunakan dalam pembuatan blok-blok ini. Properti dan penggunaan blok-blok ini diberikan dalam artikel ini.

1. **Blok Beton Padat:** Blok beton padat berukuran 400 mm × 200 mm × 150 mm umumnya diproduksi. Untuk mengurangi berat blok, tidak ada beton halus yang disukai. Beton tidak halus adalah beton yang tidak menggunakan agregat halus, tetapi agregat bundar berukuran kurang dari 12 mm digunakan. IS:2185 (bagian I) 1983 mencakup persyaratan untuk blok tersebut. Blok harus memenuhi persyaratan kekuatan 4 N/mm². Kepadatannya harus serendah mungkin, sehingga penanganannya tidak sulit. Balok-balok tersebut harus memiliki tepi tajam yang tegak lurus satu sama lain. Blok-blok ini juga digunakan untuk konstruksi dinding yang mendekati beban.
2. **Blok Beton Berongga:** Untuk mengurangi berat blok beton, blok-blok tersebut dapat dibuat berongga seperti yang ditunjukkan pada Gambar 5.1. Blok-blok berongga berukuran 400 mm × 200 mm × 190 mm (ukuran nominal 400 × 200 × 200 mm) dan juga berukuran 400 mm × 300 mm × 190 mm (ukuran nominal 400 × 300 × 200 mm) diproduksi. IS:2185 (bagian I) 1983 mencakup spesifikasi untuk blok-blok ini. Blok-blok ini membutuhkan campuran yang lebih kaya. Agregat halus hingga 60% dan agregat kasar hingga 40% digunakan.



Gambar 5.1. Blok beton berongga

Blok-blok ini juga harus memenuhi persyaratan kekuatan 4 N/mm². Blok-blok tersebut harus memiliki sudut yang benar-benar siku-siku.

Keuntungan menggunakan blok beton adalah bahwa aktivitas konstruksi berlangsung cepat. Kebutuhan mortar untuk menyelesaikan permukaan lebih sedikit. Penunjukan saja sudah cukup, dengan kata lain plesteran tidak diperlukan. Tabel 5.2 memberikan perbedaan antara blok beton padat dan berongga.

Tabel 5.2. Perbedaan antara blok beton padat dan berongga

No	Blok Beton Padat	Blok Beton Berongga
1.	Bersifat padat	Bersifat berongga
2.	Berat lebih banyak	Beratnya lebih ringan

3.	Konduktivitas panas tinggi (insulasi termal lebih sedikit)	Konduktivitas panas rendah (lebih banyak isolasi termal)
4.	Tidak menyediakan fasilitas untuk menyembunyikan saluran dll.	Memberikan kemudahan untuk menyembunyikan saluran, dsb.
5.	Tidak ada beton halus yang disukai.	Agregat halus lebih banyak (hingga 60%)
6.	Campuran ramping digunakan	Membutuhkan campuran yang lebih kaya.

Baik blok padat maupun blok berongga dapat digunakan untuk konstruksi dinding penahan beban maupun dinding pemisah. Blok-blok ini sangat cocok untuk konstruksi dinding majemuk.

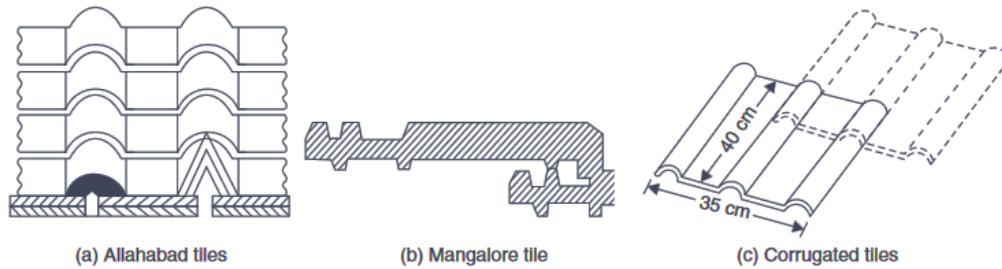
5.9 GENERATOR ATAP DAN LANTAI

Genteng ini juga merupakan produk tanah liat seperti batu bata tetapi tipis. Bergantung pada penggunaannya, genteng bangunan dapat diklasifikasikan lebih lanjut sebagai

1. **Genteng Atap:** Genteng atap digunakan untuk menutupi atap miring. Genteng ini disangga oleh penuai kayu. Terkadang baja ringan atau batang baja juga digunakan sebagai penuai. Setelah disangga oleh penuai, genteng ini harus cukup kuat untuk menahan beban manusia dengan aman. Genteng ini harus antibocor. Biasanya genteng ini memiliki permukaan melengkung yang memiliki bagian bergaris, sehingga dengan bagian yang tipis, genteng ini cukup kuat untuk menahan beban. Namun, sering kali genteng datar digunakan di bawah genteng melengkung/bergaris. Genteng ini tidak terkena beban secara langsung. Genteng ini berfungsi untuk mengurangi efek termal yang merugikan. Genteng Mangalore, Allahabad, dan genteng bergelombang adalah genteng atap yang umum digunakan [Gambar 5.2]. Genteng Allahabad umumnya diletakkan berdampingan dan sambungannya ditutupi dengan genteng setengah lingkaran. Genteng Mangalore berwarna merah dan berjenis saling mengunci. Genteng ini diproduksi di Mangalore, Calicut, Cochin, dan Gujarat. Genteng bergelombang memenuhi persyaratan tampilan dan antibocor, tetapi mudah tertiup angin.

Sifat genteng atap yang diinginkan adalah:

- a. genteng tidak boleh menyerap air lebih dari 20 persen beratnya.
- b. genteng harus tampak menarik.
- c. genteng harus mampu menahan beban manusia dengan aman, setelah disangga oleh mesin pemanen.
- d. genteng harus tahan lama.
- e. genteng harus seragam dalam bentuk dan ukuran.
- f. kelengkungan tidak boleh melebihi 2% di sepanjang tepi dan 1,5% di sepanjang diagonal.



Gambar 5.2 Genteng atap yang umum digunakan

2. **Genteng Lantai dan Genteng Dinding:** Genteng ini diproduksi dengan membakar genteng hijau yang dipres sebanyak dua kali. Pertama, genteng dibakar pada suhu 700°C. Kemudian, genteng dicelupkan ke dalam larutan glasir dan dibakar lagi pada suhu 1250°C agar menyatu dengan glasir. Ketebalan ubin ini bervariasi dari 15 hingga 20 mm. Ubin ini datar dan memiliki tampilan yang menarik. Ada dua jenis ubin lantai:
- Ubin Berlapis Kaca: Ubin ini digunakan sebagai permukaan akhir untuk lantai dan dinding di dapur dan kamar mandi. Ubin ini berlapis kaca dan memiliki warna serta desain yang menarik.
 - Ubin Mosaik: Ubin ini adalah ubin beton pracetak dengan serpihan marmer di permukaan atasnya. Setelah ubin ini dipasang, dilakukan pemolesan.

Sifat yang diinginkan dari ubin lantai dan atap adalah:

- Toleransi panjang = ± 5 mm.
- Toleransi ketebalan = ± 2 mm.
- Bentuk dan warnanya harus seragam.
- Ubin harus kuat, keras, dan tahan lama.
- Persentase penyerapan airnya harus sangat rendah.
- Ubin harus mengeluarkan suara dering yang jelas saat dibenturkan satu sama lain.
- Ubin harus menunjukkan ketahanan yang baik terhadap abrasi.

LATIHAN SOAL

- Sebutkan sifat-sifat penting kaca.
- Tulis catatan singkat tentang empat jenis kaca.
- Definisikan 'Plastik'. Bedakan antara termoseting dan termoplastik.
- Sebutkan penggunaan plastik sebagai bahan bangunan.
- Jelaskan istilah bitumen dan sebutkan sifat dan kegunaannya.
- Bedakan antara plastik dan bitumen.
- Apa itu asbes? Sebutkan sifat dan kegunaannya.
- Jelaskan secara singkat fungsi dari unsur-unsur penting cat.
- Apa saja persyaratan cat yang ideal?
- Sebutkan perbedaan antara cat minyak, cat enamel, dan cat emulsi.
- Bedakan antara cat dan pernis.
- Tulis catatan singkat tentang:

- (a) distemper
 - (b) blok beton padat dan berongga
 - (c) genteng lantai dan atap.
13. Bedakan antara blok beton padat dan berongga.
 14. Buat sketsa ubin Allahabad dan Mangalore dengan rapi. Sebutkan sifat-sifat yang diinginkan.
 15. Apa saja persyaratan ubin lantai yang bagus?
 16. Bedakan antara ubin berglasir dan ubin berlumut.

BAB 6

PERENCANAAN BANGUNAN

Setiap keluarga membutuhkan bangunan untuk tempat tinggal. Selain untuk keperluan tempat tinggal, bangunan juga dibutuhkan untuk keperluan pendidikan, kelembagaan, bisnis, perakitan, dan industri. Bangunan juga dibutuhkan untuk penyimpanan material. Dalam bab ini, persyaratan dasar bangunan disajikan dan kemudian perencanaan bangunan terkait orientasi, utilitas ruang, efisiensi energi, dan persyaratan lainnya dijelaskan.

6.1 ELEMEN BANGUNAN

Fungsi elemen-elemen ini dan persyaratan utamanya disajikan dalam buku ini.

1. **Fondasi:** Fondasi adalah bagian terpenting dari bangunan. Aktivitas pembangunan dimulai dengan menggali tanah untuk pondasi dan kemudian membangunnya. Pondasi merupakan bagian paling bawah dari bangunan. Pondasi memindahkan beban bangunan ke tanah. Fungsi dan persyaratan utamanya adalah:
 - a. Mendistribusikan beban dari struktur ke tanah secara merata dan aman.
 - b. Menambatkan bangunan ke tanah sehingga bangunan tidak akan bergerak karena beban lateral.
 - c. Mencegah bangunan terbalik karena gaya lateral.
 - d. Memberikan permukaan yang rata untuk konstruksi bangunan atas.
2. **Plinth:** Bagian dinding antara permukaan tanah dan lantai dasar disebut plinth. Biasanya terbuat dari pasangan batu. Jika pondasinya menggunakan tiang pancang, balok plinth dicor untuk menopang dinding di atas permukaan lantai. Di bagian atas plinth disediakan lapisan kedap lembap. Biasanya berupa lapisan beton polos setebal 75 mm.
Fungsi plinth adalah untuk menjaga lantai dasar tetap di atas permukaan tanah, bebas dari lembap. Tingginya tidak kurang dari 450 mm. Diperlukan bahwa permukaan plinth setidaknya 150 mm di atas permukaan jalan, sehingga sambungan ke sistem drainase bawah tanah dapat dibuat.
3. **Dinding dan Kolom:** Fungsi dinding dan kolom adalah untuk mentransfer beban struktur secara vertikal ke bawah untuk mentransfernya ke pondasi. Selain itu, dinding juga memiliki fungsi-fungsi berikut:
 - a. Membagi area bangunan menjadi beberapa bagian dan memberikan privasi.
 - b. Memberikan keamanan dari pencurian dan serangan.
 - c. Menjaga bangunan tetap hangat di musim dingin dan sejuk di musim panas.
4. **Kusen, Lintel, dan Chejja:** Rangka jendela tidak boleh diletakkan langsung di atas pasangan bata. Kusen diletakkan di atas lapisan beton polos setebal 50 mm hingga 75 mm yang disediakan di atas pasangan bata. Lapisan ini disebut sebagai kusen. Lintel adalah balok beton bertulang atau balok batu yang disediakan di atas bukaan pintu dan jendela untuk menyalurkan beban secara melintang sehingga kusen pintu atau

jendela tidak tertekan secara berlebihan. Lebar ambang sama dengan lebar dinding, sedangkan ketebalan yang disediakan tergantung pada ukuran bukaan. Chejja adalah tonjolan yang diberikan di luar dinding untuk melindungi pintu dan jendela dari hujan. Biasanya dibuat dengan beton bertulang. Di rumah-rumah berbiaya rendah, lempengan batu disediakan sebagai chejja. Proyeksi chejja bervariasi dari 600 mm hingga 800 mm. Terkadang chejja juga diberi penutup untuk meningkatkan tampilan estetika dan juga untuk mendapatkan perlindungan tambahan dari sinar matahari dan hujan.

5. **Pintu dan Jendela:** Fungsi pintu adalah untuk memberikan akses ke berbagai ruangan di dalam gedung dan untuk menolak akses bila diperlukan. Jumlah pintu harus seminimal mungkin. Ukuran pintu harus berdimensi sedemikian rupa sehingga memudahkan pergerakan benda terbesar yang mungkin menggunakan pintu. Jendela disediakan untuk mendapatkan cahaya dan ventilasi di dalam gedung. Jendela terletak pada ketinggian 0,75 m hingga 0,9 m dari permukaan lantai. Di daerah yang panas dan lembap, luas jendela harus 15 hingga 20 persen dari luas lantai. Aturan praktis lain yang digunakan untuk menentukan ukuran dan jumlah jendela adalah untuk setiap 30 m³ volume bagian dalam harus ada bukaan jendela 1 m².
6. **Lantai:** Lantai adalah komponen penting dari sebuah gedung. Lantai menyediakan area kerja/berguna bagi penghuninya. Lantai dasar disiapkan dengan mengisi batu bata, batu sisa, kerikil dan dipadatkan dengan baik dengan lapisan pasir minimal 100 mm di atasnya. Beton tipis dengan perbandingan 1 : 4 : 8, setebal 100 mm diletakkan. Di atasnya dapat disediakan lapisan kedap air. Kemudian, pelapisan lantai dilakukan sesuai dengan kebutuhan pemilik. Pelapisan lantai termurah untuk rumah sedang adalah dengan lapisan mortar tebal 20 hingga 25 mm yang dilapisi oksida merah. Pelapisan lantai yang paling mahal adalah pelapisan berlumut atau marmer. Lantai lainnya biasanya dilapisi R.C.C. sesuai dengan kebutuhan pemilik.
7. **Atap:** Atap adalah bagian paling atas bangunan yang menyediakan penutup atas bangunan. Atap harus antibocor. Atap miring seperti genteng dan lembaran AC memberikan penutup antibocor dengan mudah. Namun, atap tersebut tidak menyediakan lantai tambahan. Atap genteng memberikan perlindungan termal yang baik. Atap datar menyediakan lantai tambahan. Teras menambah kenyamanan penghuni. Tangki air dapat dengan mudah ditempatkan di atas atap datar.
8. **Tangga, Tangga Angkat:** Tangga menyediakan akses mudah dari permukaan tanah ke lantai dasar. Tangga tersebut diperlukan di pintu di dinding luar. Lebar 250 hingga 300 mm dan tinggi 150 mm merupakan ukuran ideal untuk tangga. Dalam kasus apa pun ukuran dua anak tangga yang berurutan tidak boleh berbeda. Jumlah anak tangga yang diperlukan bergantung pada perbedaan ketinggian tanah dan lantai. Tangga menyediakan akses dari lantai ke lantai. Tangga harus terdiri dari anak tangga dengan ukuran yang seragam.

Di semua gedung umum, lift harus disediakan untuk kenyamanan orang tua dan penyandang cacat. Di asrama, lantai G + 3 dapat dibangun tanpa lift, tetapi di flat hunian, lantai maksimum yang diizinkan tanpa lift hanya G + 2. Lift harus ditempatkan di dekat pintu masuk. Ukuran lift ditentukan oleh jumlah pengguna pada jam sibuk. Lift tersedia dengan kapasitas 4 hingga 20 orang.

9. **Finishing:** Bagian bawah pelat (langit-langit), dinding, dan bagian atas lantai perlu dihaluskan dengan plester. Kemudian diberi cat putih, distemper, atau cat atau ubin. Fungsi pekerjaan finishing adalah:
 - a. Memberikan lapisan pelindung
 - b. Memperbaiki tampilan estetika
 - c. Memperbaiki pengerjaan yang cacat
 - d. Pekerjaan finishing untuk alas tiang terdiri dari pemberian titik sementara untuk lantai terdiri dari pemolesan.
10. **Layanan Bangunan:** Pekerjaan penyediaan air, sanitasi dan drainase, pekerjaan penyediaan listrik, dan konstruksi lemari dan etalase merupakan layanan bangunan utama. Untuk menyimpan air dari pasokan kota atau dari tangki, bak penampung dibangun di properti rumah dekat jalan. Dari bak penampung, air dipompa ke tangki penampung yang ditempatkan di atas atau di atas permukaan atap untuk mendapatkan air selama 24 jam. Pekerjaan perpipaan dilakukan untuk mendapatkan air di dapur, kamar mandi, kloset, wastafel, dan keran taman. Untuk mengalirkan air hujan dari atap, pipa pembuangan dengan diameter minimal 100 mm harus digunakan. Kemiringan yang tepat harus dibuat di atap menuju pipa pembuangan. Pipa-pipa ini harus dipasang pada kedalaman 10 hingga 15 mm di bawah permukaan atap sehingga air hujan diarahkan ke pipa pembuangan dengan mudah. Perlengkapan sanitasi harus dihubungkan ke pipa keramik dengan perangkap dan bilik yang sesuai. Pipa keramik kemudian dihubungkan ke drainase bawah tanah dari saluran kota atau ke tangki septik.

Banyak pekerjaan pertukangan yang diperlukan untuk layanan bangunan. Pekerjaan tersebut berupa etalase, lemari, rak, dll. Pasokan listrik merupakan bagian penting dari layanan bangunan. Bangunan harus dilengkapi dengan titik yang cukup untuk pasokan lampu, kipas angin, dan peralatan listrik lainnya.

6.2 PERSYARATAN DASAR BANGUNAN

Perencanaan dan konstruksi bangunan harus ditujukan untuk memenuhi persyaratan berikut:

1. **Kekuatan dan Stabilitas:** Bangunan harus mampu mentransfer beban yang diharapkan selama masa pakainya dengan aman ke tanah. Desain berbagai komponen struktural seperti pelat, balok, dinding, kolom, dan pondasi harus memastikan keamanan. Tidak ada komponen struktural yang boleh tertekuk, terbalik, dan runtuh.
2. **Stabilitas Dimensi:** Deformasi berlebihan pada komponen struktural memberikan kesan ketidakstabilan dan mengakibatkan retakan pada dinding, lantai, dll. Semua

komponen struktural harus dirancang sedemikian rupa sehingga lendutan tidak melebihi nilai yang diizinkan yang ditentukan dalam kode.

3. **Tahan terhadap Kelembapan:** Kelembapan di dalam bangunan merupakan gangguan besar dan dapat memperpendek umur bangunan. Perencanaan dan konstruksi bangunan harus sangat diperhatikan untuk menghindari kelembapan.
4. **Tahan terhadap Api:** Mengenai upaya mencapai ketahanan terhadap api, persyaratan dasar yang ditetapkan dalam kode adalah:
 - a. struktur bangunan tidak boleh mudah terbakar.
 - b. orientasi bangunan harus sedemikian rupa sehingga penyebaran api lambat.
 - c. Jika terjadi kebakaran, harus ada sarana akses mudah untuk mengosongkan bangunan dengan cepat.
5. **Isolasi Panas:** Bangunan harus berorientasi dan dirancang sedemikian rupa sehingga dapat mengisolasi bagian dalam dari panas.
6. **Isolasi Suara:** Bangunan harus direncanakan agar tidak menimbulkan kebisingan dari dalam dan luar ruangan.
7. **Perlindungan dari Rayap:** Bangunan harus dilindungi dari rayap.
8. **Daya Tahan:** Setiap komponen bangunan harus tahan lama.
9. **Keamanan terhadap Pencurian:** Ini adalah kebutuhan dasar yang diharapkan oleh pemilik bangunan.
10. **Pencahayaan dan Ventilasi:** Untuk kehidupan yang sehat dan bahagia, diperlukan cahaya alami dan ventilasi. Cahaya yang menyebar dan ventilasi silang yang baik harus tersedia di dalam gedung.
11. **Kenyamanan dan Kemudahan:** Berbagai unit di dalam gedung harus dikelompokkan dan diintegrasikan dengan baik dengan mempertimbangkan kenyamanan dan kemudahan pengguna.
12. **Ekonomi:** Ekonomi tanpa mengorbankan kenyamanan, kemudahan, dan daya tahan merupakan persyaratan dasar lain dari sebuah gedung.

6.3 PERENCANAAN

Semua bangunan harus direncanakan dengan baik, dengan mempertimbangkan berbagai persyaratan bangunan yang baik. Kecuali persyaratan kekuatan, semua persyaratan lain bangunan yang baik diperhatikan pada tahap perencanaan. Persyaratan kekuatan diperhatikan selama desain struktural komponen bangunan. Namun dalam perencanaan, peraturan bangunan dari otoritas resmi tidak boleh dilanggar. Perencanaan bangunan adalah seni yang dipadukan dengan ilmu pengetahuan.

Prinsip perencanaan bangunan dapat dikelompokkan menjadi:

1. Orientasi
2. Efisiensi energi
3. Utilitas
4. Persyaratan lain bangunan.

Prinsip-prinsip ini dijelaskan secara singkat dalam sub bab 6.4 hingga 6.7.

6.4 PERENCANAAN ORIENTASI YANG TEPAT

Orientasi berarti menetapkan rencana bangunan sehubungan dengan arah utara-selatan dan timur-barat untuk memberikan kesempatan kepada pengguna untuk menikmati sinar matahari dan angin sepoi-sepoi saat dibutuhkan dan untuk menghindarinya saat tidak dibutuhkan. Ini juga dikenal sebagai perencanaan aspek bangunan. Aspek berarti penataan pintu, jendela di dinding luar untuk memanfaatkan alam dengan baik. Istilah ini tidak ada hubungannya dengan aspek arsitektur dari tampilan bangunan. Dapur harus memiliki aspek timur untuk menikmati sinar matahari pagi, artinya, dapur harus terletak di sisi timur bangunan untuk memanfaatkan sinar matahari pagi. Berikut ini adalah aspek yang diperlukan untuk berbagai bagian bangunan di belahan bumi utara:

1. Dapur—aspek timur.
2. Ruang makan—aspek selatan untuk menikmati matahari musim dingin.
3. Ruang tamu dan ruang keluarga—aspek selatan atau tenggara untuk menikmati matahari musim dingin.
4. Kamar tidur—aspek barat atau barat daya untuk menikmati angin sepoi-sepoi di musim panas.
5. Ruang baca, ruang kelas, tangga, menghadap ke utara untuk menikmati cahaya yang menyebar.

Saran-saran berikut harus diperhatikan dalam orientasi bangunan:

1. Tempatkan dinding panjang ke arah utara-selatan dan dinding pendek ke arah timur-barat untuk mengurangi area yang terpapar sinar matahari langsung.
2. Sediakan beranda dan balkon di timur dan barat.
3. Sediakan chejja pada pintu dan jendela di sisi selatan untuk melindunginya dari sinar matahari.

6.5 PERENCANAAN UNTUK EFISIENSI ENERGI

Sebuah bangunan harus direncanakan sedemikian rupa sehingga memberikan pencahayaan siang hari, ventilasi, dan insulasi panas yang maksimal. Jika persyaratan ini terpenuhi, kebutuhan energi listrik akan berkurang.

1. **Cahaya:** Cahaya alami memberikan suasana yang higienis. Cahaya tidak boleh menyilaukan tetapi harus didistribusikan secara merata. Menyediakan jendela dan ventilasi dengan ukuran yang sesuai pada posisi yang tepat sangat berkontribusi terhadap pencahayaan alami. Untuk bangunan tempat tinggal, luas jendela terhadap luas lantai tidak boleh kurang dari 1/10 sedangkan untuk bangunan sekolah tidak boleh kurang dari 1/5 luas lantai. Untuk bangunan pabrik, rangka lampu utara harus disediakan untuk mendapatkan cahaya yang menyebar secara maksimal.
2. **Ventilasi:** Ventilasi adalah sirkulasi udara di dalam bangunan. Ventilasi alami dapat dicapai dengan memilih dan menempatkan pintu, jendela, dan ventilasi di tempat yang tepat. Ventilasi silang harus selalu direncanakan dengan tepat. Penyediaan ventilasi di tingkat atap membantu mengeluarkan udara panas. Jika ventilasi alami tidak

memungkinkan untuk bagian mana pun dari bangunan, gunakan kipas angin biasa atau kipas angin buang.

3. **Isolasi Panas:** Dinding eksterior yang lebih tebal memberikan isolasi terhadap panas. Ventilasi yang tepat juga membantu dalam mencapai isolasi panas. Penutup jendela, pintu, dan ventilasi membantu dalam mencapai isolasi panas. Di pabrik dan aula perakitan, ketinggian harus lebih tinggi untuk mengurangi suhu di dalam gedung. Posisi tungku di pabrik harus ditempatkan jauh dari bagian lain pabrik. Bukaannya harus disediakan pada tingkat yang lebih tinggi di dinding untuk membuang udara panas.

6.6 PERENCANAAN UNTUK UTILITAS YANG SESUAI

Prinsip perencanaan untuk utilitas yang sesuai adalah:

1. **Luas:** Ini mengacu pada proporsi panjang, lebar, dan tinggi ruangan yang sesuai di dalam bangunan untuk mendapatkan manfaat maksimal dari dimensi minimum. Rasio panjang terhadap lebar harus 1,2 hingga 1,5. Jika tanahnya hampir persegi, area tersebut terbuang untuk pergerakan, sedangkan jika lebih dari 1,5, maka akan memberikan efek 'terowongan'. Pintu untuk ruangan harus ditempatkan dengan tepat sehingga utilitas dan privasi menjadi maksimal. Lemari dan loteng harus disediakan untuk menambah luas. Warna yang tepat untuk dinding dan lantai juga memberikan efek luas. Warna terang memberikan efek lebih banyak ruang.
2. **Persyaratan Perabotan:** Dalam merencanakan bangunan tempat tinggal, kantor, laboratorium, rumah sakit, posisi perabotan yang dibutuhkan harus digambar dan kemudian dimensi ruangan, posisi pintu, jendela, bangsal, dll. direncanakan. Dalam hal merencanakan kamar asrama untuk dua siswa, pintu mungkin perlu ditempatkan di tengah, sedangkan jika untuk tiga siswa, pintu harus ditempatkan di dekat ujung dinding depan. Posisi ranjang bayi, meja belajar, dan lemari harus digambar dan ruangan harus direncanakan. Dalam mendesain ruang tamu, posisi sofa, kursi, lemari pajangan TV, dll. harus digambar dan ukuran ruangan serta posisi pintu harus ditetapkan. Ketersediaan area sirkulasi harus diperiksa. Dengan demikian, kebutuhan furnitur sangat memengaruhi perencanaan bangunan.
3. **Pengelompokan:** Pengelompokan berarti penempatan berbagai ruangan di dalam bangunan untuk kenyamanan pengguna dan kegunaannya. Ruang makan harus dekat dengan dapur, blok sanitasi putih harus jauh dari dapur, tetapi dekat dengan kamar tidur. Dalam hal kantor, departemen administrasi terletak di tengah. Di pabrik, berbagai bagian ditempatkan sedemikian rupa sehingga produk bergerak ke satu arah untuk akhirnya dirakit setelah gerakan paling sedikit. Dalam bangunan tempat tinggal, pengelompokan dilakukan untuk mencapai kenyamanan, privasi, dan efisiensi, sedangkan dalam kasus bangunan lain, pengelompokan dilakukan untuk mencapai layanan yang ekonomis.
4. **Sirkulasi:** Sirkulasi berarti ruang yang disediakan untuk pergerakan dari satu ruangan ke ruangan lain atau dari satu lantai ke lantai lain. Lorong, lobi, aula disediakan untuk sirkulasi horizontal sementara tangga dan lift untuk sirkulasi vertikal. Di dalam

ruangan, sebagian juga berfungsi untuk sirkulasi sementara sebagian lainnya berfungsi untuk utilitas. Hal-hal berikut harus dipertimbangkan dalam merencanakan sirkulasi:

- a. Sirkulasi harus lurus.
- b. Sirkulasi harus memadai.
- c. Sirkulasi harus cukup terang dan berventilasi.
- d. Tangga harus mudah diakses oleh semua pengguna.
- e. Layanan sanitasi harus memiliki akses untuk setiap pengguna melalui lobi lorong.

6.7 PERENCANAAN UNTUK MEMENUHI PERSYARATAN LAINNYA

Prinsip perencanaan juga mencakup perencanaan untuk memenuhi persyaratan berikut:

1. **Kemudahan Sanitasi:** Kemudahan sanitasi meliputi penyediaan kamar mandi, toilet, urinoir, dll. Penyediaan fasilitas ini bukan hanya kebutuhan pokok, tetapi juga persyaratan hukum. Fasilitas-fasilitas ini harus ditempatkan dengan akses bebas bagi semua pengguna. Di blok-blok ini, kemiringan yang sesuai harus diberikan ke lantai untuk mengalirkan air dengan mudah.
2. **Prospek:** Ini tentang menemukan dan memilih jenis pintu dan jendela sehingga dapat memperlihatkan fitur-fitur yang menyenangkan dan menyembunyikan fitur-fitur bangunan yang tidak diinginkan dari orang yang melihat dari luar.
3. **Keanggunan:** Keanggunan berarti efek umum yang dihasilkan bagi pengamat dari luar. Itu tergantung pada posisi pintu, jendela, ventilasi, chejja, balkon, dll. yang tepat. Elevasi harus menarik. Lebar, tinggi, dan proyeksi di dalam bangunan berkontribusi banyak untuk keanggunan. Taj Mahal adalah contoh yang terkenal dengan keanggunannya.
4. **Fleksibilitas:** Aspek perencanaan ini berarti ruangan yang dirancang untuk tujuan tertentu harus dapat digunakan untuk tujuan lain, jika perlu. Ruang belajar dapat direncanakan untuk digunakan sebagai kamar tamu. Jika disediakan sekat antara ruang keluarga dan ruang makan, sekat tersebut dapat dihilangkan dan ruang keluarga serta ruang makan dapat digunakan untuk keperluan keluarga. Jika akses independen diberikan ke halaman belakang dari dapur, halaman belakang dapat digunakan untuk keperluan makan malam. Oleh karena itu, fleksibilitas juga harus dipertimbangkan dalam perencanaan.
5. **Privasi:** Perencanaan harus memperhatikan privasi satu ruangan dari ruangan lain di dalam gedung serta beberapa bagian gedung dari gedung-gedung tetangga dan dari jalan. Privasi dipastikan dengan pengelompokan ruangan yang tepat dan penyediaan pintu, jendela, dan ventilasi yang sesuai. Perencanaan pintu masuk pada posisi yang tepat juga sangat berperan dalam penyediaan privasi.
6. **Tahan Api:** Perlu dicatat bahwa beton dan pasangan bata (batu atau bata) memiliki ketahanan yang lebih baik terhadap api, sedangkan baja dan kayu memiliki ketahanan yang lebih rendah. Oleh karena itu, kurangi penggunaan baja dan kayu di dapur dan kamar mandi dengan pemanas listrik. Dapur harus ditempatkan sedemikian rupa sehingga jika terjadi kebakaran, api diarahkan menjauh dari gedung oleh angin

- daripada ke arah gedung. Di gedung-gedung publik dan aula pertemuan, tangga harus mudah diakses dan selalu disediakan lebih dari satu.
7. **Isolasi Suara:** Polusi suara dapat dikurangi dengan perencanaan bangunan yang tepat. Beberapa di antaranya adalah:
 - a. Menata bangunan dengan tepat sehingga ruangan tidak berada di pinggir jalan.
 - b. Menggunakan blok berongga untuk dinding.
 - c. Menutup rapat lubang pintu dan jendela.
 - d. Menggunakan langit-langit palsu.
 - e. Dengan memasang tangki kloset di dinding luar, bukan di dinding yang sama dengan ruangan.
 - f. Dengan memasang panci kloset di atas alas tipis.
 - g. Menahan pipa yang melewati dinding dan lantai dengan klip yang terisolasi.
 8. **Perlindungan dari Rayap:** Bangunan harus dilindungi dari serangan rayap dengan
 - a. Mengolah fondasi dengan bahan kimia pada saat konstruksi.
 - b. Menggunakan kayu yang sudah dikeringkan dan dirawat dengan baik di dalam bangunan.
 9. **Keamanan terhadap Pembobolan:** Dengan menyediakan dinding yang lebih tebal, menggunakan pintu dan jendela yang lebih kuat di dinding luar, keamanan terhadap pembobolan dapat ditingkatkan. Menyediakan teralis pada jendela dan penutup tambahan pada pintu adalah beberapa metode untuk meningkatkan keamanan. Alarm yang dipasang di dinding dan atap juga meningkatkan keamanan bangunan.
 10. **Ekonomi:** Ekonomi tanpa mengorbankan kenyamanan, kemudahan, dan daya tahan adalah prinsip dasar lain dalam merencanakan bangunan. Untuk ini, area sirkulasi harus diminimalkan. Material harus dipilih sedemikian rupa sehingga biaya perawatan diminimalkan.
 11. **Penyediaan untuk Perluasan di Masa Depan:** Bangunan harus direncanakan dengan mempertimbangkan perluasan di masa mendatang. Beberapa langkah yang diperlukan untuk itu adalah:
 - a. Memperbaiki elevasi tanpa membongkar bagian mana pun selama perluasan di masa mendatang.
 - b. Memperluas bangunan secara horizontal atau vertikal tanpa merusak bangunan yang sudah ada.
 - c. Memperbaiki lantai.

LATIHAN SOAL

1. Apa saja komponen dasar sebuah bangunan? Bahas persyaratan utama setiap bagian untuk memenuhi fungsi utamanya.
2. Jelaskan secara singkat prinsip-prinsip perencanaan bangunan.
3. Definisikan orientasi bangunan. Jelaskan berbagai aspek orientasi.
4. Uraikan prinsip-prinsip perencanaan berkenaan dengan utilitas.
5. Tulis catatan singkat tentang efisiensi energi dalam perencanaan bangunan.

BAB 7 PONDASI

Pengertian dan fungsi pondasi telah dijelaskan pada bab 6. Dalam bab ini diberikan panduan umum untuk menentukan dimensi pondasi dan berbagai jenis pondasi dijelaskan.

7.1 DIMENSI PONDASI

Pedoman untuk dimensi minimum diberikan di bawah ini:

1. **Kedalaman Pondasi:** Untuk semua jenis pondasi, kedalaman minimum yang dibutuhkan dihitung menggunakan Rumus Rankine:

$$H = \frac{p}{w} \left(\frac{1 - \sin \varphi}{1 + \sin \varphi} \right)^2$$

di mana

p = daya dukung tanah yang aman

w = berat satuan tanah

φ = sudut diam tanah.

Namun, dalam hal apa pun, sudut diam tanah tidak boleh kurang dari 0,9 m. Menemukan daya dukung tanah yang aman adalah pekerjaan seorang ahli, dan hal itu ditemukan setelah melakukan pengujian di lapangan atau di Laboratorium. Namun, nilai umum untuk tanah umum tercantum dalam Tabel 7.1.

Tabel 7.1 Hasil Pengujian Tanah

No	Jenis Tanah	SBC dalam kN /m ²
1.	Batuan beku (granit, troy, dll.)	3300
2.	Batuan sedimen (pasir, batu, dll.)	1650
3.	Deposit sisa, serpih keras, material semen	900
4.	Batuan lunak, pasir kasar	450
5.	Pasir sedang	250
6.	Pasir halus	150
7.	Kerikil lepas atau kerikil pasir	250
8.	Serpih lunak, tanah liat keras	450
9.	Tanah liat sedang, mudah dilubangi dengan kuku ibu jari	250
10.	Campuran tanah liat basah, tanah liat dan pasir	150
11.	Tanah liat lunak	100
12.	Tanah kapas hitam, gambut dan terdiri dari tanah	akan ditemukan setelah penyelidikan

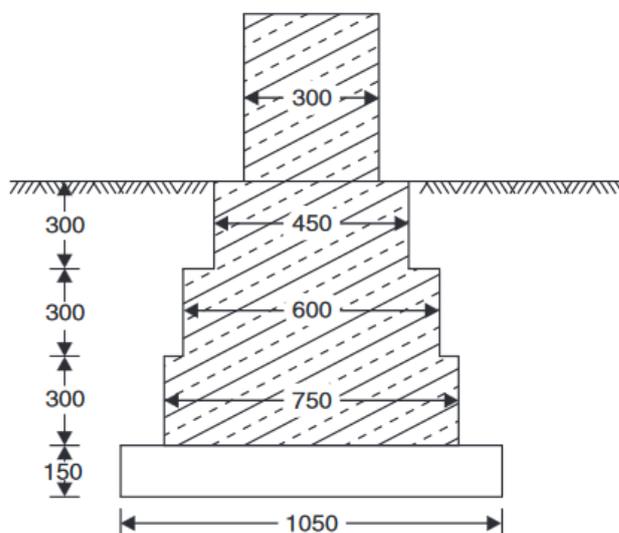
2. **Lebar Pondasi:** Lebar pondasi dinding atau ukuran tapak kolom ditentukan dengan terlebih dahulu menghitung beban yang diharapkan dan kemudian membaginya dengan SBC. Dengan demikian,

$$\text{Lebar pondasi dinding} = \frac{\text{Beban persatuan panjang dinding}}{\text{S. B. C Tanah}}$$

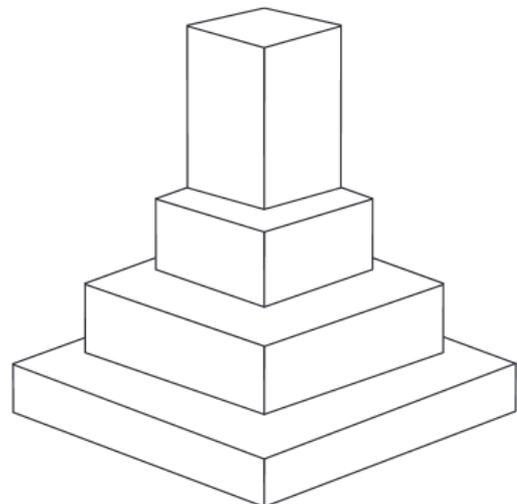
$$\text{Luas tapak kolom} = \frac{\text{Beban yang ditanggung oleh kolom}}{\text{S. B. C Tanah}}$$

7.2 PONDASI TANAH SEBAR KONVENSIONAL

Jenis pondasi ini umumnya digunakan untuk dinding dan kolom pasangan bata. Pondasi ini dibangun setelah parit dibuka hingga kedalaman yang dibutuhkan. Pondasi seperti ini ekonomis hingga kedalaman maksimum 3 m. Karena pondasi ini memiliki kedalaman yang sesuai, pondasi ini dikelompokkan ke dalam pondasi dangkal. Gambar 7.1 menunjukkan pondasi tanah sebar konvensional untuk dinding dan Gambar 7.2 menunjukkan pondasi untuk kolom pasangan bata.



Gambar 7.1. Pondasi dinding



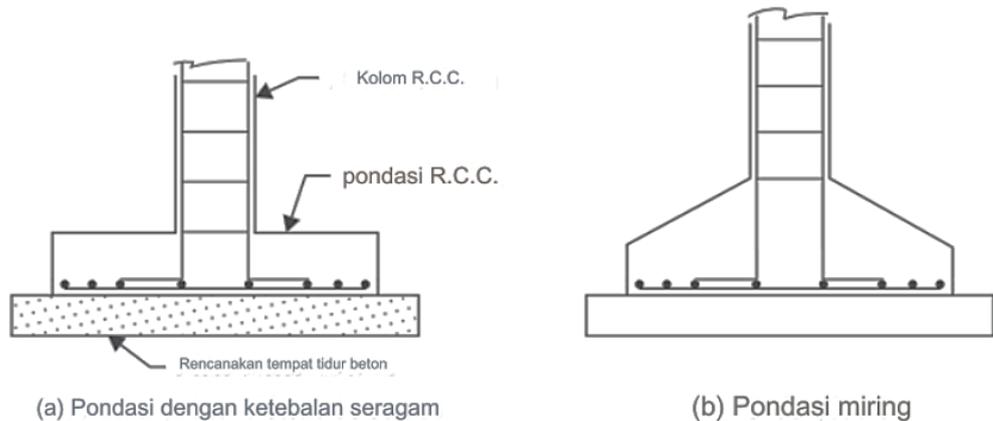
Gambar 7.2. Pondasi untuk tiang tembok

Sebelum membangun pondasi ini, parit dibuka hingga kedalaman yang dibutuhkan dan tanah dipadatkan dengan baik. Kemudian beton polos dengan campuran 1 : 4 : 8 disediakan. Ketebalannya bervariasi dari 150 hingga 200 mm. Di atas dasar ini, pondasi pasangan batu dibangun. Pondasi dibangun dalam beberapa jalur, setiap jalur menjorok 50 hingga 75 mm dari jalur teratas dan tinggi setiap jalur 150 hingga 200 mm. Dalam kasus pondasi dinding, proyeksi hanya satu arah, sedangkan dalam kasus kolom, proyeksi berada di kedua arah. Proyeksi beton dasar dari jalur terendah pasangan batu pondasi biasanya 150 mm.

7.3 PONDOK R.C.C.

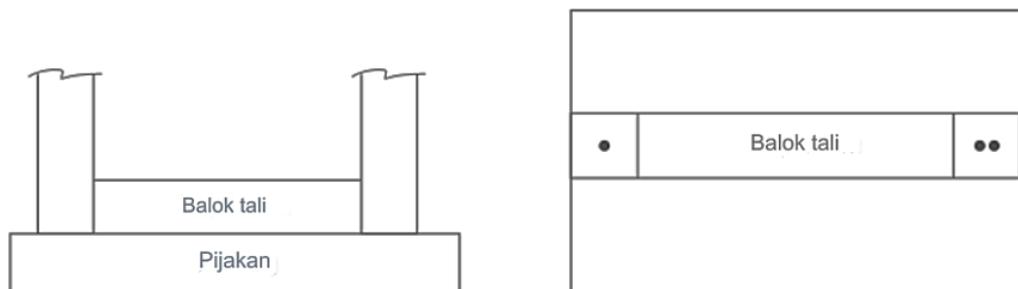
Terdapat dua jenis pondasi R.C.C. utama:

1. **Pondasi Bertulang Satu Arah:** Pondasi ini untuk dinding. Pada pondasi ini tulangan utama berada pada arah melintang dinding. Pada arah membujur hanya akan ada tulangan nominal.
2. **Pondasi Bertulang Dua Arah:** Untuk kolom disediakan pondasi bertulang dua arah. Jenis pondasi berikut ini umum digunakan:
 - a. **Pondasi Kolom Terisolasi:** Jika pondasi terpisah disediakan untuk setiap kolom, maka disebut pondasi kolom terisolasi. Gambar 7.3 menunjukkan pondasi kolom terisolasi yang umum. Ukuran pondasi didasarkan pada area yang dibutuhkan untuk mendistribusikan beban kolom dengan aman di atas tanah. Pondasi ini disediakan di atas beton dasar setebal 100 hingga 150 mm. Tulangan yang dibutuhkan dan ketebalan pondasi ditentukan oleh teknisi desain. Ketebalannya mungkin seragam atau bervariasi.



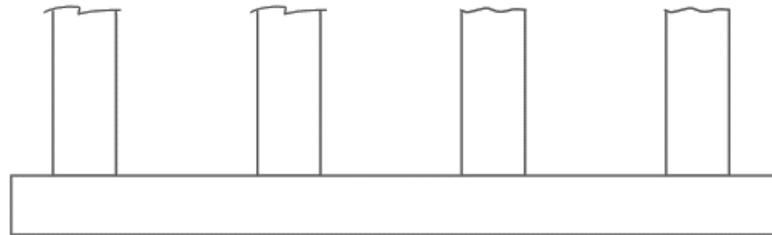
Gambar 7.3. Pondasi R.C.C. Terisolasi

- b. **Pondasi Gabungan:** Pondasi umum dapat disediakan untuk dua kolom. Jenis pondasi ini diperlukan ketika kolom sangat dekat dengan batas properti dan karenanya tidak ada ruang untuk memproyeksikan pondasi jauh melampaui muka kolom. Gambar 7.4 menunjukkan pondasi gabungan yang umum. Pondasi dirancang untuk mentransfer beban dari kedua kolom dengan aman ke tanah. Kedua kolom mungkin atau mungkin tidak dihubungkan oleh balok pengikat.



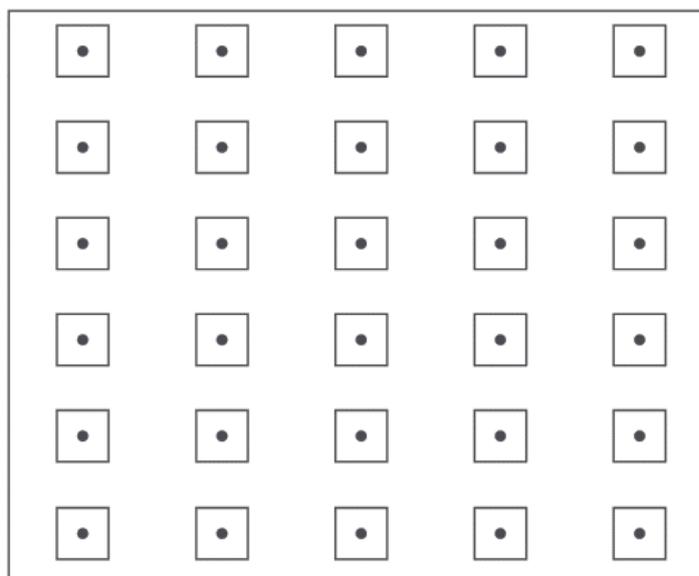
Gambar 7.4. Pondasi gabungan [Balok pengikat boleh atau tidak boleh disediakan]

- c. **Pondasi Berkelanjutan:** Jika pondasi umum untuk lebih dari dua kolom dalam satu baris, maka disebut pondasi berkelanjutan. Jenis pondasi ini diperlukan jika kolom-kolom dalam satu baris lebih rapat atau jika SBC tanah rendah. Gambar 7.5 menunjukkan jenis pondasi ini.



Gambar 7.5. Pondasi kontinyu

- d. **Pondasi Mat/Pondasi Rakit:** Jika beban pada kolom cukup tinggi (kolom bertingkat) atau ketika SBC tanah rendah, ukuran kolom yang terisolasi dapat sedemikian rupa sehingga saling tumpang tindih. Dalam situasi seperti itu, pondasi umum dapat disediakan untuk beberapa kolom seperti yang ditunjukkan pada Gambar 7.6. Pondasi seperti itu dikenal sebagai pondasi rakit. Jika balok disediakan di kedua arah di atas pelat pondasi untuk menghubungkan kolom, pondasi rakit juga dapat disebut sebagai pondasi grid. Keuntungan tambahan dari pondasi seperti itu adalah, penurunannya seragam dan karenanya tidak terjadi tegangan yang tidak perlu.

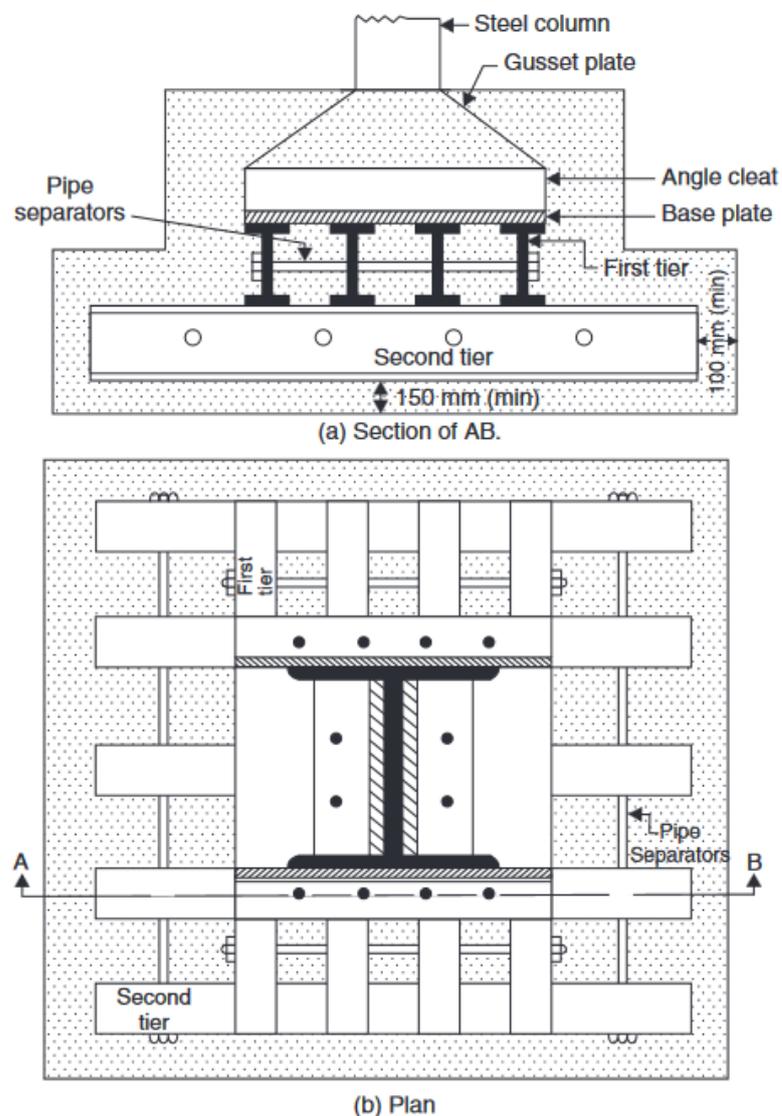


Gambar 7.6. Pondasi rakit

7.4 PANTUAN GRILLAGE

Bangunan bertingkat tinggi dibangun dengan kolom baja yang dilapisi beton. Kolom tersebut menahan beban yang sangat berat dan karenanya memerlukan fondasi khusus untuk

menyebarkan beban ke area tanah yang lebih luas. Fondasi grillage adalah salah satu fondasi khusus tersebut. Fondasi ini terdiri dari satu tingkat atau lebih tingkat balok baja berpenampang I. Gambar 7.7 menunjukkan fondasi grillage dua tingkat yang umum. Tingkat atas terdiri dari bagian baja yang lebih sedikit tetapi berukuran besar sementara tingkat bawah terdiri dari bagian baja yang lebih banyak tetapi berukuran lebih kecil. Beban kolom disalurkan ke tingkat atas melalui pelat dasar. Balok grillage tidak dicat dan dilapisi beton dengan penutup minimal 100 mm di luar tepi bagian baja. Ruang kosong minimal 75 mm harus dijaga di antara flensa balok grillage yang berdekatan sehingga pengecoran beton dapat dilakukan dengan benar. Untuk menjaga jarak, pemisah pipa digunakan.

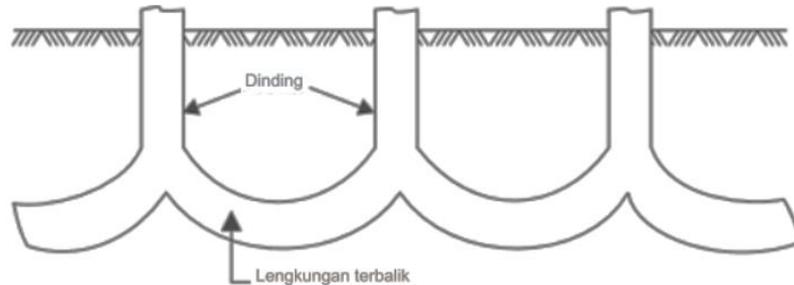


Gambar 7.7. Pondasi Grillage

7.5 PONDASI LENGKUNG

Pondasi lengkung terbalik disediakan di tempat-tempat yang SBC tanahnya sangat buruk dan beban strukturnya menembus dinding. Dalam kasus seperti itu lengkung terbalik dibangun di antara dinding. Dinding ujung harus cukup tebal dan kuat untuk menahan gaya

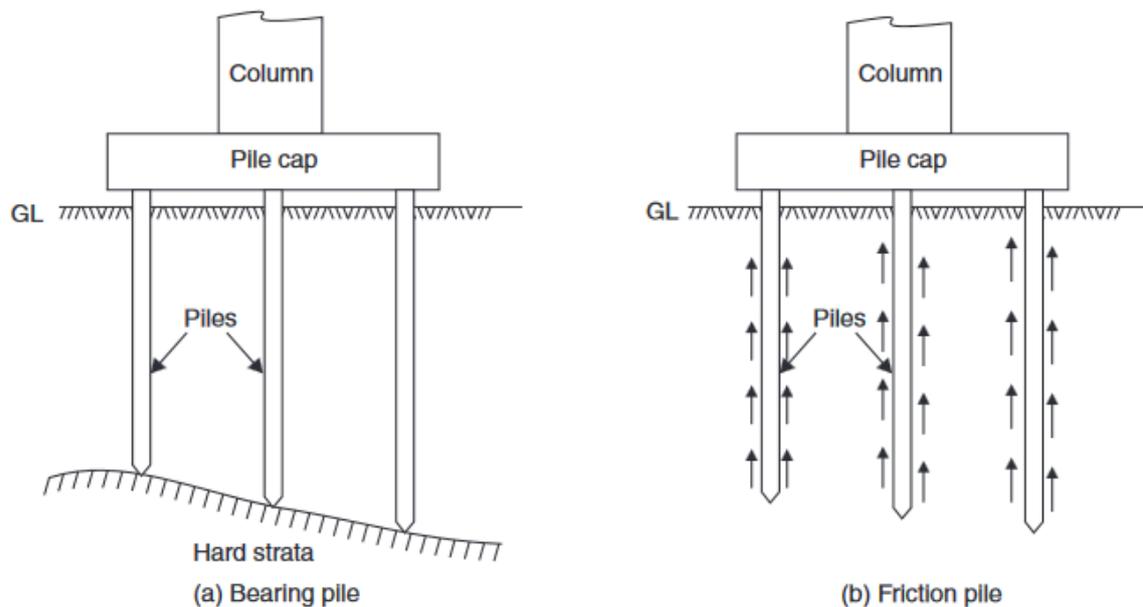
dorong horizontal ke luar akibat aksi lengkung. Dinding luar dapat dilengkapi dengan dinding penopang untuk memperkuatnya. Gambar 7.8 menunjukkan pondasi lengkung terbalik yang umum.



Gambar 7.8. Pondasi lengkung terbalik

7.6 PONDASI TIANG PANJANG

Pondasi ini dikenal sebagai pondasi dalam. Tiang pancang adalah kolom ramping yang terbuat dari kayu, beton, atau baja. Tiang pancang ditancapkan ke dalam tanah atau dibentuk di tempat dengan menggali lubang dan kemudian mengisinya dengan beton. Sekelompok tiang pancang ditancapkan ke kedalaman yang dibutuhkan dan ditutup dengan pelat beton bertulang, yang di atasnya dibangun struktur atas. Tiang pancang memindahkan beban ke tanah melalui gesekan atau dengan tumpuan langsung, dalam kasus terakhir, tiang pancang diangkat ke lapisan tanah keras. Jenis pondasi ini digunakan ketika tanah bagian atas tidak mampu menahan beban struktur bahkan pada kedalaman 3–4 m.



Gambar 7.9. Pondasi tiang pancang

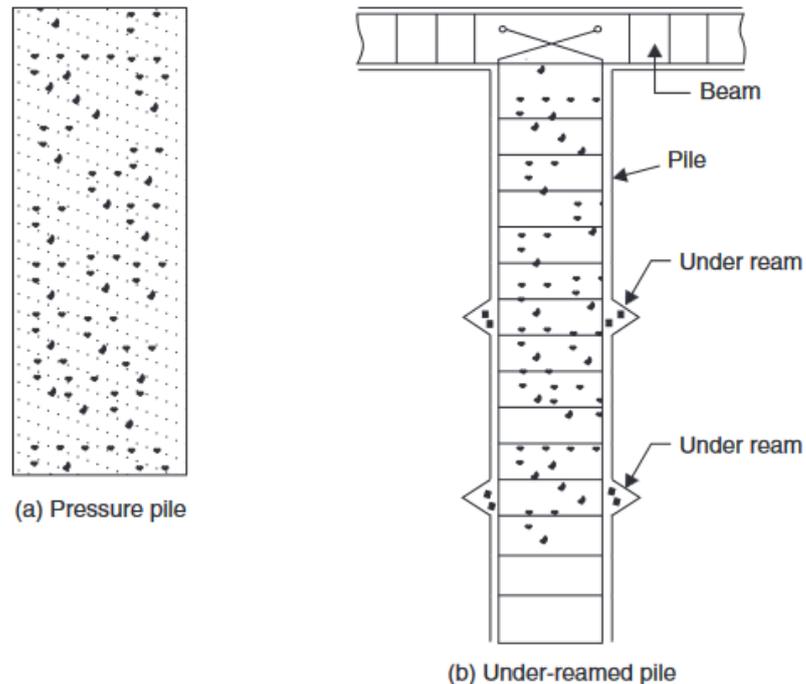
Pondasi tiang pancang diklasifikasikan menurut bahan yang digunakan dan juga berdasarkan sifat pemindahan beban.

Klasifikasi Berdasarkan Bahan yang Digunakan:

Tiang pancang dapat diklasifikasikan sebagai:

1. **Tiang pancang kayu:** Kayu kering berbentuk lingkaran dapat digunakan sebagai tiang pancang. Diameternya dapat bervariasi dari 200 mm hingga 400 mm. Demikian pula tiang pancang persegi dengan ukuran 200 mm hingga 400 mm juga digunakan. Panjang tiang pancang kayu tidak boleh lebih dari 20 kali dimensi lateralnya. Bagian bawah tiang pancang diasah dan diberi alas besi, sehingga dapat ditancapkan ke tanah dengan mudah dengan cara dipalu. Tiang pancang ini harus selalu berada di bawah muka air tanah; jika tidak, kondisi basah dan kering yang bergantian dapat menyebabkan pembusukan. Tiang pancang ini murah dan dapat ditancapkan dengan mudah dan cepat. Kerugian utamanya adalah daya dukung bebannya rendah dan cenderung rusak selama ditancapkan ke tanah.
2. **Tiang pancang beton:** Tiang pancang ini dapat diklasifikasikan lebih lanjut sebagai tiang pancang pracetak dan tiang pancang cor di tempat. Tiang pancang pracetak diperkuat dengan baja dan diproduksi di pabrik. Diameter/dimensi penampang bervariasi dari 200 mm hingga 500 mm. Penampang persegi, lingkaran, dan segi delapan umumnya digunakan. Panjang tiang pancang dapat mencapai 20 m. Tiang pancang dilengkapi dengan sepatu baja di ujung terendah. Tiang pancang ini dapat menahan beban yang cukup besar. Tiang pancang ini sangat tahan terhadap aksi biologis dan kimia tanah. Kerugian dari tiang pancang ini adalah membutuhkan waktu lebih lama untuk diproduksi dan berat untuk ditangani.
 Tiang beton cor di tempat dibentuk terlebih dahulu dengan mengebor lubang di tanah dan kemudian mengecornya. Pengecoran biasanya dilakukan dengan menggunakan pipa selubung. Jika lubang hanya diisi dengan beton biasa, itu adalah tiang bertekanan. Kapasitas beban tiang dapat ditingkatkan dengan menyediakan alas yang diperbesar. Kandang tulangan dapat dimasukkan ke dalam lubang yang dibor dan untuk meningkatkan kapasitas beban, satu atau dua lapisan bawah dapat dibentuk. Setelah itu, pengecoran dapat dilakukan. Tiang seperti itu dikenal sebagai tiang yang dilapis bawah. Tiang ini dipasang pada interval teratur 2 hingga 4 m dan balok penutup disediakan di atasnya.
3. **Tiang Baja:** Tiang baja dapat berupa baja canai I bagian, tabung atau dibuat dalam bentuk kotak. Tiang ini sebagian besar digunakan sebagai tiang penyangga karena permukaan yang tersedia untuk gesekan lebih sedikit dan juga koefisien gesekannya lebih sedikit. Jika tabung digunakan, tanah di dalam tabung didorong keluar oleh udara terkompresi dan beton diisi. Tiang ini sangat berguna untuk ditancapkan di dekat struktur yang sudah ada karena paling sedikit mengganggu tanah.
4. **Tiang Pancang Komposit:** Tiang pancang komposit dapat terbuat dari beton dan kayu atau beton dan baja. Tiang pancang kayu tidak boleh mengalami kondisi basah dan kering secara bergantian. Oleh karena itu, tiang pancang ini lebih disukai untuk bagian di bawah muka air tanah. Bagian di atas muka air tanah dibangun dengan tiang pancang beton cor di tempat. Jika panjang tiang pancang baja yang dibutuhkan kurang

dari kedalaman tiang pancang, sering kali bagian atas dibangun dengan beton. Oleh karena itu, tiang pancang komposit baja dan beton terkadang digunakan. Gambar 7.10 (a) dan (b) menunjukkan tiang pancang beton.



Gambar 7.10. Tiang pancang beton cor di tempat

Klasifikasi Tiang Pancang Berdasarkan Pemindahan Beban:

Berdasarkan pemindahan beban ke tanah, tiang pancang dapat diklasifikasikan sebagai

- (a) Tiang pancang tumpuan dan
- (b) Tiang pancang gesek.

Tiang pancang tumpuan bertumpu pada lapisan tanah keras dan memindahkan beban dengan cara menahan beban. Tiang pancang seperti itu lebih disukai. Tiang pancang ini digunakan jika lapisan tanah keras tersedia pada kedalaman yang wajar.

Tiang pancang gesek memindahkan beban ke tanah melalui gesekan antara tanah dan tiang pancang. Tiang pancang seperti itu digunakan jika lapisan tanah keras tidak tersedia pada kedalaman yang cukup. Gesekan yang terjadi harus dinilai dengan tepat sebelum menentukan panjang tiang pancang. Permukaan tumpukan tersebut dibuat kasar untuk meningkatkan gesekan kulit, sehingga panjang tumpukan yang dibutuhkan berkurang.

7.7 PONDASI DARI TANAH KAPAS HITAM

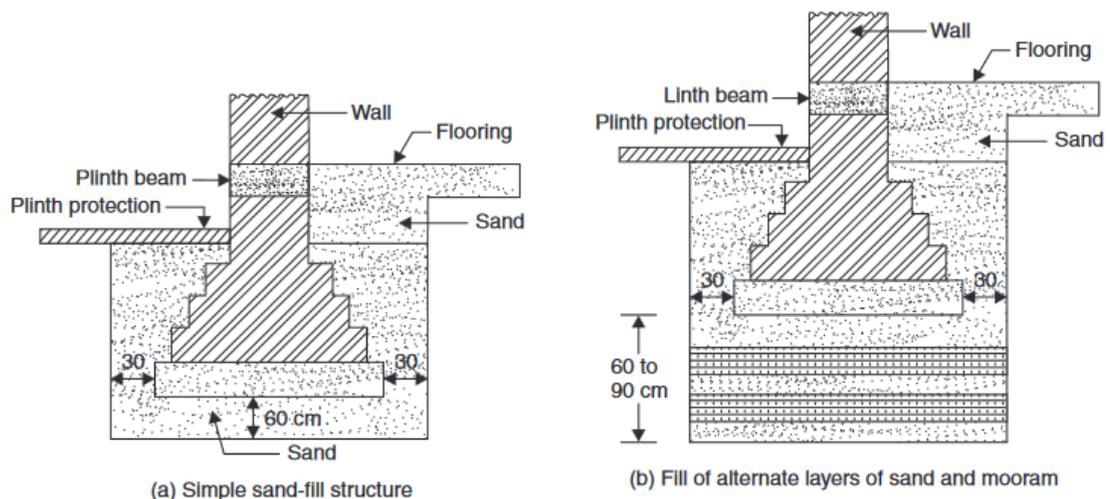
Tanah kapas hitam mengembang selama musim hujan dan retak di musim panas karena penyusutan. Retakan penyusutan ini berukuran lebar 100 mm hingga 150 mm dan kedalaman 0,5 m hingga 2 m. Pembengkakan menciptakan tekanan ke atas pada struktur dan penyusutan menciptakan tarikan ke bawah. Hal ini mengakibatkan retakan pada dinding dan

atap pondasi. Oleh karena itu pondasi pada tanah kapas hitam memerlukan perawatan khusus.

Jika tanah kapas hitam hanya memiliki kedalaman 1,0 m dan 2,0 m, maka lebih ekonomis untuk membuang seluruh tanah kapas hitam dari lokasi dan membangun pondasi di atas tanah merah. Selain itu, tanah kapas hitam harus dibuang dari sisi pondasi dan diisi dengan pasir dan kerikil.

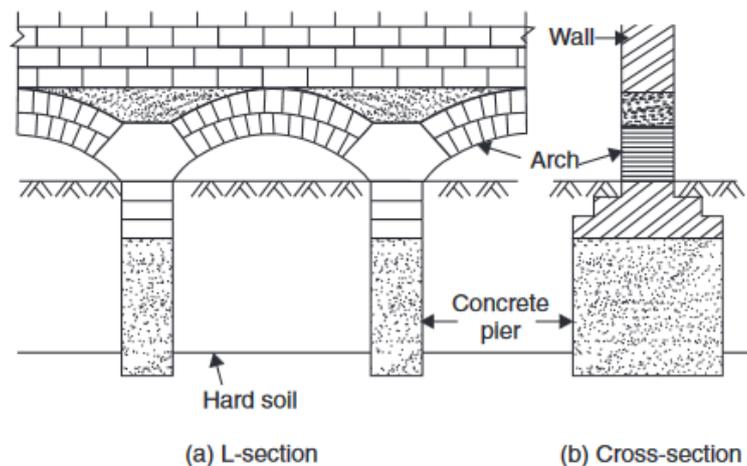
Jika kedalaman tanah kapas hitam lebih dalam, jenis pondasi berikut dapat disediakan

1. **Pondasi Strip atau Pad:** Pondasi strip untuk dinding sedangkan pondasi pad untuk kolom. Dalam pondasi ini, upaya yang dilakukan adalah menjaga tanah kapas hitam dari pondasi dengan menyisipkan lapisan pasir dan kerikil. Pondasi ini harus dibangun selama musim kemarau. Pelindung alas tiang yang sesuai harus dibuat di sekitar dinding luar dengan kemiringannya menjauh dari dinding, sehingga kelembaban tidak menembus pondasi selama musim hujan. Gambar 7.11 menunjukkan pondasi tersebut.



Gambar 7.11. Pondasi Strip atau Pad

2. **Pondasi Dermaga dengan Lengkungan:** Dermaga adalah kolom vertikal dengan penampang melintang yang relatif lebih besar daripada tiang pancang. Untuk dinding yang menahan beban berat, pilar digali secara berkala dan diisi dengan beton polos. Pilar-pilar ini diangkat ke lapisan tanah yang mampu menahan beban dengan baik. Kemudian pilar-pilar tersebut dihubungkan dengan lengkungan beton atau pasangan bata. Di atas lengkungan ini pasangan bata biasa dibangun. Gambar 7.12 menunjukkan fondasi pilar dengan lengkungan yang umum.



Gambar 7.12. Pondasi tiang pancang dengan lengkungan

3. **Fondasi Bawah Tanah yang Digali:** Tiang pancang yang digali dibor dan kemudian dibeton di lokasi. Panjangnya dapat bervariasi dari 3 hingga 6 m. Tiang pancang dilengkapi dengan alur dan tulangan. Jarak antar tiang pancang bervariasi dari 2 hingga 4 m. Bagian atas tiang pancang dilengkapi dengan balok penutup yang di atasnya dibangun dinding. [Gambar 7.10 (b)].

LATIHAN SOAL

1. Jelaskan secara singkat bagaimana kedalaman dan lebar pondasi ditetapkan.
2. Jelaskan pondasi sebar konvensional dengan sketsa yang rapi.
3. Buat sketsa dengan rapi jenis pondasi R.C.C. berikut dan jelaskan situasi penggunaannya
 - (a) Pondasi kolom terisolasi
 - (b) Pondasi gabungan
 - (c) Pondasi tika.
4. Apa itu pondasi kisi-kisi? Kapan Anda menggunakan pondasi semacam itu? Buat sketsa dengan rapi pondasi kisi-kisi yang umum.
5. Tulis catatan singkat tentang
 - (a) Pondasi lengkung
 - (b) Pondasi di tanah kapas hitam
 - (c) Pondasi tiang pancang.

BAB 8

STRUKTUR SUPER

Bagian di atas permukaan tanah dan di bawah permukaan lantai dasar dikenal sebagai alas. Bagian di atas permukaan lantai dasar dikenal sebagai struktur atas. Struktur ini meliputi dinding, kolom, balok, lantai, atap, pintu, jendela, ambang pintu, tangga, dll. Dalam bab ini, jenis-jenis struktur atas berdasarkan metode pemindahan beban pertama-tama disajikan dan kemudian berbagai komponen dibahas dengan menyebutkan fungsi dan jenisnya.

8.1 JENIS-JENIS STRUKTUR ATAS BERDASARKAN METODE PEMINDAHAN BEBAN

Berdasarkan hal ini, ada dua jenis:

1. **Struktur Penahan Beban:** Dalam jenis struktur ini, beban pada struktur dipindahkan secara vertikal ke bawah melalui dinding. Beban dari atap dan lantai dipindahkan ke dinding dan kemudian dinding harus memindahkan beban-beban ini serta beratnya sendiri. Konstruksi semacam itu digunakan pada bangunan tempat tinggal yang dimensi ruangnya lebih sedikit. Bangunan tempat tinggal hingga lantai dasar + 2 lantai dapat dibangun secara ekonomis dengan struktur semacam itu.
2. **Struktur Berbingkai:** Pada jenis struktur ini, rangka kolom, balok, dan lantai dibangun terlebih dahulu. Kemudian dinding dibangun untuk membagi ruang hunian. Dinding hanya menerima beban sendiri. Jenis struktur atas ini diperlukan ketika jumlah lantai dalam sebuah bangunan lebih banyak dan juga ketika area yang lebih luas harus ditutup tanpa dinding.

Tabel 8.1 menunjukkan perbandingan antara struktur rangka beton bertulang dan struktur penahan beban.

Tabel 8.1. Perbandingan antara struktur penahan beban dan struktur rangka

No	Struktur Penahan Beban	Struktur Berbingkai
1.	Biaya lebih murah.	Biaya lebih mahal.
2.	Cocok untuk bangunan hingga tiga lantai.	Cocok untuk sejumlah lantai.
3.	Dinding lebih tebal sehingga luas lantai berkurang.	Dinding lebih tipis dan karenanya lebih banyak area lantai yang tersedia untuk digunakan.
4.	Konstruksi lambat.	Konstruksi cepat.
5.	Tidak mungkin mengubah posisi dinding setelah konstruksi.	Posisi dinding dapat diubah, kapan pun diperlukan.
6.	Ketahanan terhadap gempa bumi buruk.	Ketahanan terhadap gaya gempa cukup baik.

Dinding dibangun untuk membagi ruang hunian menjadi beberapa bagian. Dinding memberikan privasi dan perlindungan terhadap suhu, hujan, dan pencurian. Dinding dapat diklasifikasikan sebagai:

1. **Dinding Penahan Beban:** Jika balok dan kolom tidak digunakan, beban dari atap dan lantai dipindahkan ke pondasi oleh dinding. Dinding seperti itu disebut dinding penahan beban. Dinding harus dirancang untuk memindahkan beban dengan aman. Bagian penting dinding berada di dekat bukaan pintu dan jendela serta posisi tempat balok beton berada. Ketebalan dinding minimum yang digunakan adalah 200 mm. Direkomendasikan juga bahwa rasio kelangsingan dinding yang didefinisikan sebagai rasio panjang efektif atau tinggi efektif terhadap ketebalan tidak boleh lebih dari 27. Tinggi efektif dan panjang efektif dinding dapat diambil seperti yang ditunjukkan pada tabel 8.2 dan 8.3.

Tabel 8.2. Tinggi efektif dinding dalam hal tinggi aktual H

No	Kondisi Akhir	Tinggi Efektif
1.	Pengekangan lateral dan rotasional	0,75 T
2.	Pengekangan lateral dan rotasional di satu ujung dan hanya pengekangan lateral di ujung lainnya	0,85 T
3.	Pengekangan lateral tetapi tidak ada pengekangan rotasional di kedua ujung	1,0 T
4.	Pengekangan lateral dan rotasional di satu ujung dan tidak ada pengekangan di ujung lainnya (dinding kompleks, dinding parapet, dll.).	1,5 T

Tabel 8.3. Panjang efektif dinding dengan panjang L

No	Kondisi Ujung	Panjang Efektif
1.	Terus menerus dan ditopang oleh dinding silang	0,8 L
2.	Terus menerus di satu ujung dan ditopang oleh dinding silang di ujung lainnya	0,9 L
3.	Dinding ditopang oleh dinding silang di setiap ujung	1,0 L
4.	Bebas di satu ujung dan terus menerus di ujung lainnya	1,5 L
5.	Bebas di satu ujung dan ditopang oleh dinding silang di ujung lainnya	2,0 L

2. **Dinding Partisi:** Pada struktur berbingkai, dinding partisi dibangun untuk membagi area lantai untuk berbagai keperluan. Dinding ini berada di atas lantai. Dinding ini tidak menahan beban dari lantai dan atap. Dinding ini hanya menahan bebannya sendiri. Oleh karena itu, dinding partisi biasanya tipis. Tabel 8.4 menunjukkan perbedaan antara dinding penahan beban dan dinding partisi. Bergantung pada kebutuhan, dinding ini dapat berupa partisi bata, partisi blok tanah liat, partisi kaca, partisi kayu, dan partisi aluminium dan kaca.

Tabel 8.4. Perbedaan antara dinding penahan beban dan dinding partisi

No.	Dinding Penahan Beban	Dinding Partisi
1.	Dinding ini menahan beban dari atap, lantai, berat sendiri, dll.	Dinding ini hanya menahan bebannya sendiri.
2.	Dinding ini tebal dan karenanya menempati lebih banyak area lantai.	Dinding ini tipis dan karenanya menempati area lantai yang lebih sedikit.
3.	Karena material yang dibutuhkan lebih banyak, biaya konstruksinya lebih mahal.	Karena material yang dibutuhkan lebih sedikit, biaya konstruksinya pun lebih murah.
4.	Batu atau bata digunakan untuk konstruksi.	Batu tidak digunakan untuk konstruksi dinding partisi.

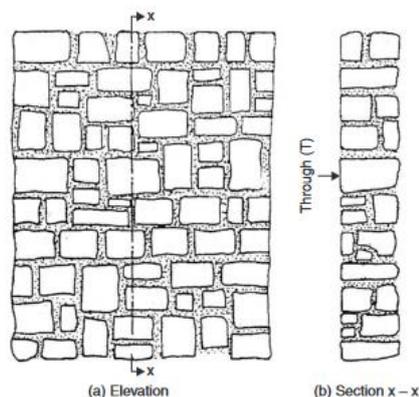
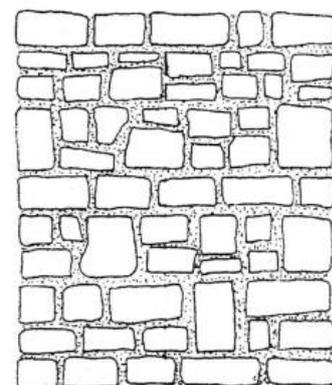
8.2 BATU PASANGAN

Batu pajangan berarti konstruksi bangunan menggunakan blok bangunan seperti batu, bata, blok beton, dll. Batu pajangan digunakan untuk konstruksi pondasi, alas, dinding, dan kolom. Mortar adalah bahan pengikat untuk blok bangunan. Dalam artikel ini dijelaskan berbagai jenis batu pajangan yang digunakan dan hal-hal yang perlu diperhatikan saat mengawasi pekerjaan batu pajangan.

Jenis Batu Pajangan

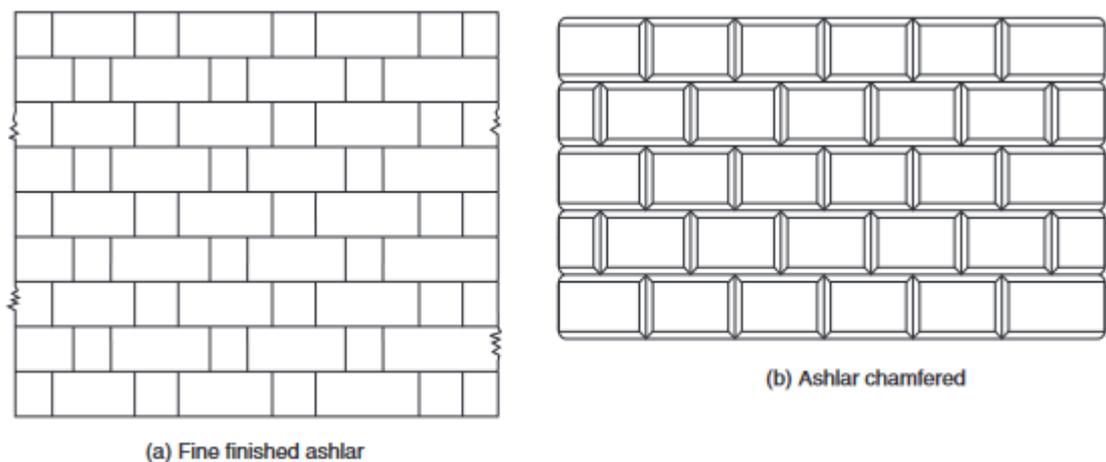
Secara umum ada dua jenis batu pajangan:

1. **Batu Pajangan Puing:** Dalam jenis konstruksi ini, batu dengan ukuran dan bentuk yang tidak beraturan digunakan. Untuk menghilangkan bentuk yang tajam, batu tersebut dapat dipukul. Batu pajangan puing dapat dibuat beralur atau tidak beralur [Gambar 8.1 dan 8.2]. Pada batu pajangan puing yang tidak beralur, dinding diratakan setiap 300 mm hingga 500 mm. Mortar yang digunakan dalam konstruksi ini lebih banyak. Batu pajangan puing digunakan untuk konstruksi bangunan umum dan perumahan. Batu-batuan yang tidak beraturan digunakan untuk konstruksi pondasi, dinding majemuk, garasi, tempat tinggal pekerja, dan sebagainya. Seorang tukang batu yang terampil dapat menyusun batu-batuan yang menghadap dalam bentuk poligonal untuk meningkatkan estetika dinding.

**Gambar 8.1.** Batu bata yang tidak beraturan**Gambar 8.2.** Batu bata yang beraturan

2. **Batu Bata Ashlar:** Pada jenis batu bata ini, batu-batu dipahat untuk mendapatkan bentuk dan ukuran yang sesuai. Tinggi batu bervariasi dari 250 mm hingga 300 mm. Panjangnya tidak boleh melebihi tiga kali tinggi. Pelapisan batu tidak perlu terlalu akurat di semua sisi. Biasanya pelapisan yang baik dilakukan pada sisi yang berhadapan. Pada konstruksi seperti itu, konsumsi mortar lebih sedikit dibandingkan dengan pasangan batu bata.

Terdapat berbagai jenis pasangan batu ashlar tergantung pada jenis pengolahannya, seperti pasangan batu ashlar halus, pasangan batu ashlar kasar, pasangan batu ashlar dengan permukaan batu atau batu galian, pasangan batu ashlar dengan permukaan datar, pasangan batu ashlar dengan permukaan miring, dan sebagainya. Gambar 8.3 menunjukkan beberapa pasangan batu ashlar tersebut.



Gambar 8.3 Pasangan batu ashlar

Pengawasan Konstruksi Pasangan Batu

Hal-hal berikut harus diperhatikan dalam pengawasan pekerjaan pasangan batu:

1. Batu yang keras dan tahan lama, bebas dari cacat seperti cacat, rongga, urat, dll. harus digunakan.
2. Pembalutan batu harus sesuai dengan kebutuhan.
3. Batu harus dibasahi dengan benar sebelum digunakan untuk menghindari tersedotnya air dari mortar.
4. Batu harus diletakkan di atas alas alaminya.
5. Permukaan yang menghadap dan menyangga harus diletakkan dengan rapi dan diratakan serta diperiksa dengan pola kayu.
6. Inti pasangan batu harus diisi dengan serpihan batu dan mortar. Sambungan mortar yang terlalu tebal harus dihindari.
7. Vertikalitas dinding harus sering diperiksa dengan menggunakan plumb-bob.
8. Mortar dengan proporsi pasir dan semen yang benar harus digunakan.
9. Sambungan vertikal yang berkesinambungan harus dihindari.
10. Batu tembus harus digunakan dalam jarak 1,5 m.
11. Ketinggian pasangan batu harus dinaikkan secara merata.

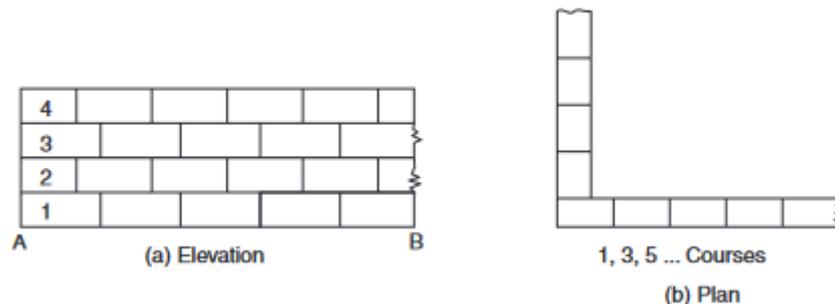
12. Di bawah balok, rangka, ambang, dsb., sebaiknya digunakan batu pipih berukuran besar.
13. Sebelum melanjutkan pekerjaan, pasangan batu yang dibangun pada hari sebelumnya harus dibersihkan dengan baik dan bebas dari partikel lepas.
14. Perawatan harus dilakukan dengan benar selama 2 hingga 3 minggu.

8.3 PASANGAN BATA

Pasangan bata dibangun dengan bata yang direkatkan dengan mortar. Untuk gudang sementara, mortar lumpur dapat digunakan, tetapi untuk semua bangunan permanen, mortar kapur atau semen digunakan.

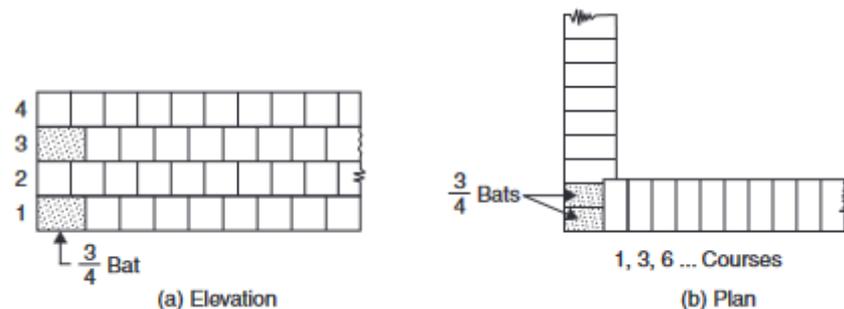
Berbagai jenis perekat yang umumnya digunakan dalam pasangan bata adalah

1. **Perekat Tandu:** Tandu adalah permukaan bata yang lebih panjang seperti yang terlihat pada gambar. Pada bata berukuran 190 mm × 90 mm × 90 mm, permukaan 190 mm × 90 mm adalah tandu. Pada pasangan bata perekat tandu, semua bata disusun dalam jalur tandu seperti yang ditunjukkan pada Gambar 8.4. Namun, harus diperhatikan untuk memutuskan sambungan vertikal. Jenis konstruksi ini berguna untuk konstruksi dinding partisi setebal setengah bata.



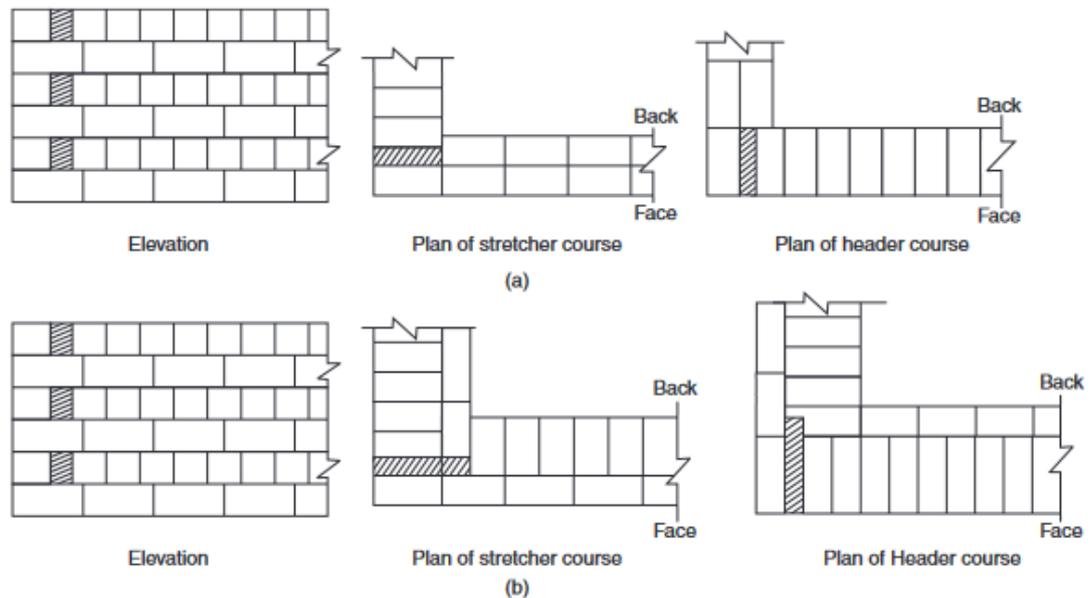
Gambar 8.4. Ikatan tandu

2. **Ikatan Header:** Header adalah sisi bata yang lebih pendek seperti yang terlihat pada gambar. Pada bata standar, header berukuran 90 mm x 90 mm. Pada pasangan bata dengan ikatan header, semua bata disusun dalam jalur header seperti yang ditunjukkan pada Gambar 8.5. Jenis ikatan ini berguna untuk konstruksi dinding setebal satu bata.



Gambar 8.5. Header bond

3. **English Bond:** Dalam rangkaian alternatif ini terdiri dari header dan stretcher. Ini dianggap sebagai ikatan terkuat. Oleh karena itu, ikatan ini umumnya digunakan untuk dinding dengan semua ketebalan. Untuk memutus kontinuitas sambungan vertikal, batu bata dipotong memanjang menjadi dua bagian dan digunakan di awal dan akhir dinding setelah header pertama. Ini disebut queen closer. [Gambar. 8.6]. Gambar 8.6 menunjukkan dinding setebal satu bata dan satu setengah bata dengan English bond.



Gambar 8.6. Ikatan Inggris

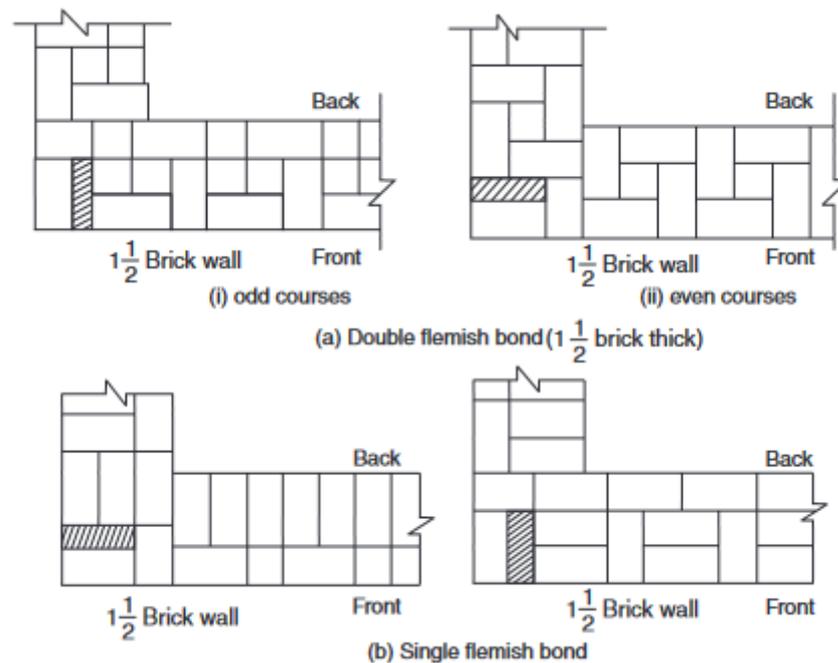
4. **Ikatan Flemish:** Pada jenis ikatan ini, setiap lapisan terdiri dari header dan stretcher alternatif [Gambar 8.7]. Lapisan alternatif dimulai dengan stretcher dan header. Untuk memecah sambungan vertikal, diperlukan queen closer, jika lapisan dimulai dengan header. Setiap header ditopang secara terpusat pada stretcher di bawahnya.

Ikatan Flemish dapat diklasifikasikan lebih lanjut sebagai

- a. Ikatan Flemish Ganda
- b. Ikatan Flemish Tunggal.

Dalam kasus ikatan Flemish ganda, kedua sisi dinding memiliki tampilan Flemish, yaitu setiap lapisan terdiri dari header dan stretcher alternatif, sedangkan sisi luar dinding ikatan Flemish tunggal memiliki tampilan Flemish sedangkan sisi dalam memiliki tampilan Ikatan Inggris [Gambar 8.7 (a), (b)].

Konstruksi ikatan Flemish membutuhkan keterampilan yang lebih tinggi. Ini memberikan tampilan yang lebih menarik. Namun, tidak sekuat ikatan Inggris. Jika hanya pointing yang akan digunakan untuk dinding yang sudah jadi, ikatan Flemish dapat digunakan untuk mendapatkan tampilan estetika yang bagus. Jika hendak menggunakan plesteran, sebaiknya menggunakan English bond.



Gambar 8.7. Flemish bond

Hal-hal yang Perlu Diperhatikan dalam Pengawasan Konstruksi Pasangan Bata

Hal-hal berikut harus diperhatikan dalam konstruksi pasangan bata:

1. Gunakan bata berkualitas baik dengan warna yang seragam, terbakar dengan baik, dengan bentuk dan ukuran yang tepat.
2. Sebelum menggunakan bata untuk pasangan bata, bata harus direndam dalam air selama 2 jam agar bata tidak menyerap air dari mortar.
3. Bata harus diletakkan dengan posisi katak mengarah ke atas.
4. Konstruksi dinding bata harus dimulai dari ujung atau sudut.
5. Lapisan bata harus benar-benar horizontal.
6. Vertikalitas dinding harus dipastikan dengan sering memeriksa dengan menggunakan plumb-bob.
7. Mortar yang digunakan harus sesuai dengan spesifikasi.
8. Setiap kali pekerjaan dihentikan, pasangan bata harus dibiarkan dengan ujung bergerigi.
9. Penggunaan bata batangan harus dihindari.
10. Dinding harus ditinggikan secara merata. Dalam hal apa pun perbedaan antara dinding yang berdampingan tidak boleh lebih dari 1 m. Dalam sehari, tidak ada dinding yang boleh ditinggikan lebih dari 1,5 m.
11. Untuk mendapatkan kunci yang tepat untuk plesteran atau penunjuk, sambungan muka harus dinaikkan hingga kedalaman 12 hingga 20 mm, saat mortar masih hijau. Jika plesteran atau penunjuk tidak akan dilakukan, sambungan muka harus direkatkan dengan rata dan diselesaikan dengan rapi.
12. Penahan untuk pintu dan jendela harus ditanamkan pada pasangan bata dengan mortar semen atau beton, pada saat membangun dinding itu sendiri.

13. Pasangan bata harus diawetkan secara teratur selama 2 minggu.
14. Untuk melakukan pekerjaan bata pada tingkat yang lebih tinggi, hanya perancah tunggal yang boleh digunakan.

Keuntungan dan Kerugian Pasangan Bata Dibandingkan Pasangan Batu

Keuntungan:

1. Karena bentuk dan ukuran bata seragam, tidak memerlukan tenaga kerja terampil untuk konstruksi.
2. Bata ringan dan karenanya mudah ditangani.
3. Bata mudah tersedia di sekitar kota dan biaya transportasinya lebih murah karena beratnya lebih ringan. Batu-batu harus didatangkan dari tambang yang hanya terletak di beberapa tempat.
4. Semua jenis mortar dapat digunakan pada pasangan bata. Untuk bangunan yang tidak penting, mortar lumpur pun dapat digunakan.
5. Dinding yang lebih tipis dapat dibangun dengan batu bata, tetapi tidak demikian halnya dengan batu.
6. Mudah untuk membuat bukaan untuk pintu dan jendela.
7. Beban mati pasangan bata lebih sedikit.
8. Pada pasangan bata, sambungan mortar tipis dan karenanya biaya konstruksi berkurang drastis.
9. Pasangan bata memiliki ketahanan api dan cuaca yang lebih baik dibandingkan dengan pasangan batu.

Kekurangan:

1. Kekuatan pasangan bata lebih rendah daripada pasangan batu.
2. Daya tahan pasangan bata lebih rendah.
3. Pasangan bata perlu diplester dan permukaan yang diplester perlu dicat ulang. Pasangan batu tidak memerlukannya dan karenanya biaya perawatan lebih tinggi pada pasangan bata.
4. Pasangan bata menyerap air dan ada kemungkinan lembap. Tidak ada masalah seperti itu pada pasangan batu.
5. Efek arsitektur yang lebih banyak dapat diberikan pada pasangan batu dibandingkan dengan pasangan bata.
6. Pasangan batu memberikan tampilan yang masif dan karenanya bangunan monumental dibangun dengan pasangan batu.

8.4 PLESTERING

Pengaplikasian lapisan mortar pada permukaan dinding, kolom, langit-langit, dll. untuk mendapatkan hasil akhir yang halus disebut sebagai plesteran. Mortar yang digunakan untuk plesteran dapat berupa mortar kapur, mortar semen, atau mortar kapur-semen. Mortar kapur yang digunakan harus memiliki rasio kapur gemuk terhadap pasir sebesar 1 : 3 atau 1 : 4. Jika kapur hidrolik digunakan, proporsi campuran (kapur: pasir) adalah 1 : 2. Mortar semen dengan campuran 1 : 4 atau 1 : 6 sangat umum digunakan untuk plesteran, campuran yang lebih kaya

digunakan untuk dinding luar. Untuk menggabungkan efektivitas biaya mortar kapur dan kualitas mortar semen yang baik, banyak yang menggunakan mortar kapur-semen dengan proporsi (semen : kapur : pasir) sebesar 1 : 1 : 6 atau 1 : 1 : 8 atau 1 : 2 : 8.

Tujuan plesteran adalah:

1. untuk menyembunyikan pengerjaan yang cacat
2. untuk memberikan permukaan yang halus agar tidak terkena debu.
3. untuk memberikan tampilan yang bagus.
4. untuk melindungi dinding dari air hujan dan unsur atmosfer lainnya.
5. untuk melindungi permukaan dari hama.

Persyaratan plester yang baik adalah:

1. Harus melekat dengan mudah pada latar belakang.
2. Harus keras dan tahan lama.
3. Harus mencegah penetrasi kelembapan
4. Harus murah.

Mortar kapur biasanya diaplikasikan dalam 3 lapisan sedangkan mortar semen diaplikasikan dalam dua atau tiga lapisan untuk pasangan batu dan bata. Untuk permukaan beton, mortar semen dapat diaplikasikan dalam dua atau tiga lapisan. Untuk blok bangunan beton, sering kali hanya satu lapisan mortar semen yang diaplikasikan.

Lapisan pertama memberikan permukaan yang rata. Lapisan terakhir memberikan permukaan yang halus. Jika tiga lapisan digunakan, lapisan kedua dikenal sebagai lapisan mengambang. Ketebalan rata-rata lapisan pertama adalah 10 hingga 15 mm. Ketebalan lapisan tengah adalah 6–8 mm. Lapisan terakhir hanya setebal 2 hingga 3 mm. Jika satu lapisan digunakan, ketebalannya dijaga antara 6 hingga 12 mm. Lapisan seperti itu digunakan pada permukaan beton yang tidak terkena hujan.

8.5 POINTING

Alih-alih memplester seluruh permukaan pasangan bata, pekerjaan finishing mortar khusus dilakukan pada sambungan yang terbuka. Ini disebut pointing. Ini terdiri dari penggarukan sambungan hingga kedalaman 10 mm hingga 20 mm dan mengisinya dengan campuran mortar yang lebih kaya. Dalam kasus mortar kapur, campuran pointing yang digunakan adalah 1 : 2 dan dalam kasus mortar semen, campuran pointing yang digunakan adalah 1 : 3. Pointing sangat cocok untuk pasangan bata batu karena batu memiliki warna yang menarik dan ketahanan yang baik terhadap penetrasi air. Pointing memberikan kesempurnaan pada bagian pasangan bata yang lebih lemah (yaitu pada sambungan) dan menambah tampilan estetika pasangan bata. Tabel 8.5 memberikan perbandingan antara plesteran dan pointing.

Tabel 8.5. Perbandingan antara plesteran dan pointing

No	Plesteran	Pointing
1.	Diterapkan pada seluruh permukaan.	Hanya digunakan pada sambungan yang terbuka.
2.	Menyediakan permukaan yang halus.	Tidak menghasilkan permukaan yang halus.

3.	Menyembunyikan cacat pengerjaan pada konstruksi pasangan batu.	Digunakan untuk memperlihatkan keindahan pekerjaan pasangan batu yang dibangun dengan baik.
4.	Menyediakan dasar untuk mengaplikasikan cat putih/warna.	Tidak diperbolehkan menggunakan cat putih atau cat warna.

8.6 LANTAI

Tujuan pemasangan lantai adalah untuk mendapatkan permukaan yang keras, rata, dan indah untuk tempat tinggal. Lantai yang langsung menyentuh tanah dikenal sebagai lantai dasar, sedangkan lantai di setiap lantai dikenal sebagai lantai atas.

Lantai Dasar

Selain memberikan permukaan akhir yang baik, lantai ini harus memiliki ketahanan lembap yang baik. Permukaan tanah dipadatkan dengan baik dan lapisan tanah merah atau pasir ditempatkan yang dipadatkan. Lapisan batu bata, batu, dll. yang pecah disediakan hingga 150 mm di bawah permukaan akhir lantai dan dipadatkan. Selama pemadatan, permukaan dijaga tetap lembap untuk mendapatkan pemadatan yang baik. Kemudian beton 1 : 4 : 8 dengan ketebalan 100 hingga 150 mm disediakan sebagai lapisan dasar. Di atas lapisan ini, lapisan akhir lantai diletakkan. Jenis lantai yang digunakan adalah:

1. **Lantai Lumpur dan Tanah Liat:** Lantai ini digunakan di perumahan murah, khususnya di desa-desa. Di atas lapisan tanah keras, disediakan lapisan lumpur atau tanah liat. Lantai perlu disiram sedikit kotoran sapi setidaknya sekali sehari.
2. **Lantai Bata:** Ini juga merupakan konstruksi lantai yang murah. Umumnya digunakan di gudang dan pabrik. Bata diletakkan datar atau di tepi. Bata berkualitas baik harus digunakan untuk konstruksi. Lapisan bata disediakan di atas hamparan pasir atau di atas hamparan beton ramping (1 : 8 : 16). Dalam kedua kasus sambungan dibuat rata dan diselesaikan dengan mortar semen.
3. **Lantai Batu Bendera:** Batu pasir laminasi atau batu tulis setebal 20 mm hingga 40 mm dalam bentuk lempengan berukuran 300 mm × 300 mm atau 450 mm × 450 mm atau dalam bentuk persegi panjang berukuran 450 mm × 600 mm digunakan sebagai pelapis lantai. Lempengan batu diletakkan di atas mortar setebal 20 hingga 25 mm yang disebar di atas dasar beton. Sambungan harus diselesaikan dengan mortar yang kaya.
4. **Lantai Beton Semen:** Ini adalah lantai yang cukup murah dan tahan lama dan karenanya umum digunakan di bangunan perumahan, komersial, dan industri. Ini terdiri dari dua lapisan-lapisan dasar dan lapisan aus. Lapisan dasar diletakkan di atas tanah yang dipadatkan dengan baik. Ketebalannya biasanya 75 mm hingga 100 mm. Ini terdiri dari campuran beton semen ramping (1: 4: 8) atau beton kapur yang mengandung 40% mortar kapur 1: 2 dan 60% agregat kasar berukuran 40 mm. Setelah lapisan dasar mengeras, lapisan aus setebal 40 mm dipasang. Lapisan ini terdiri dari panel berukuran 1 m × 1 m, 2 m × 2 m atau 1 m × 2 m. Panel-panel alternatif dipasang dengan beton 1 : 2 : 4 menggunakan pemisah kayu, kaca atau strip asbes dengan ketebalan 1,5 mm hingga 2,0 mm. Untuk mendapatkan ikatan yang baik antara lapisan

dasar dan lapisan aus, bubur semen diberikan sebelum memasang panel lapisan aus. Setelah 3–4 hari pemasangan satu set panel, panel alternatif lainnya dipasang. Bagian atas panel ini diselesaikan dengan memadatkan permukaan dengan pelampung kayu dan mengetuk dengan sekop, hingga bubur semen muncul di atasnya. Lapisan ini perlu dikeringkan selama 7 hingga 14 hari. Untuk mendapatkan tampilan yang bagus, lapisan akhir oksida merah diberikan berkali-kali.

5. **Lantai Teraso:** Lapisan akhir teraso diaplikasikan di atas lantai beton untuk mendapatkan tampilan yang menarik. Lapisan akhir teraso terdiri dari 75 hingga 80% serpihan marmer permukaan yang tertanam dalam mortar semen.

Keripik marmer dicampur dengan semen dengan perbandingan 1 : 1,25 hingga 1 : 2 dan sekitar 6 mm lapisan atas teraso diletakkan. Bagian atas dipadatkan dan digilas. Keripik marmer tambahan disebarkan selama pemadatan untuk mendapatkan distribusi keping marmer yang tepat di permukaan. Setelah dikeringkan selama 12 hingga 20 jam, marmer diawetkan selama 2–3 hari.

Kemudian penggilingan dilakukan dalam tiga langkah berikut:

Penggilingan pertama—Menggunakan batu karborundum kelas kasar (No. 60).

Penggilingan kedua—Menggunakan batu karborundum kelas sedang (No. 120).

Penggilingan ketiga—Menggunakan batu karborundum kelas halus (No. 320).

Banyak air digunakan selama penggilingan. Setelah setiap penggilingan, nat semen dengan konsistensi seperti krim diaplikasikan dan diawetkan selama 6–7 hari. Setelah penggilingan dan pengawetan akhir, lantai dicuci dengan banyak air dan kemudian dengan larutan asam oksalat encer. Kemudian lantai diselesaikan dengan pemolesan menggunakan mesin dan poles lilin.

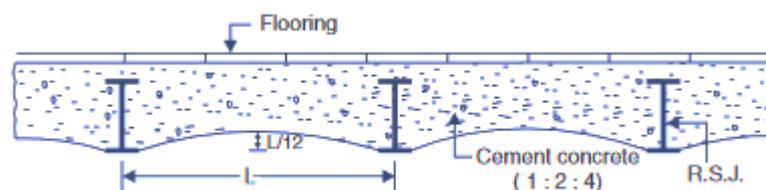
6. **Lantai Mosaik:** Terdiri dari lapisan akhir berupa pecahan kecil ubin Cina yang diglasir atau marmer yang disusun dalam berbagai pola yang dipasang di atas mortar kapur-surkhi atau semen. Bagian dasar lantai beton dan di atasnya disediakan lapisan mortar setebal 30 hingga 40 mm. Di atas lapisan mortar ini pecahan ubin Cina yang diglasir atau marmer dipasang untuk mendapatkan berbagai pola yang menarik. Setelah 20 hingga 24 jam pengeringan, bagian atas digosok dengan batu karborundum untuk mendapatkan permukaan yang halus dan mengilap.
7. **Lantai Marmer:** Lembaran marmer dipotong untuk mendapatkan ubin marmer dengan ketebalan 20 hingga 25 mm. Mereka diletakkan di lantai yang mirip dengan ubin lainnya. Dengan mesin yang digerakkan dengan tenaga, permukaan dipoles untuk mendapatkan permukaan yang rata dan mengilap. Jenis lantai ini banyak digunakan di rumah sakit dan kuil.
8. **Lantai Ubin:** Ini adalah alternatif lantai teraso, yang umum digunakan di bangunan perumahan, kantor, dan komersial. Ubin dari tanah liat, semen, atau teraso dengan ukuran standar diproduksi di pabrik dalam kondisi yang terkendali. Pada dasar beton, mortar setebal 25 mm hingga 30 mm diletakkan dan ubin-ubin ini ditempatkan dan ditekan dengan sekop atau palu kayu. Sebelum menempatkan ubin, perhatikan bahwa bubur semen murni dioleskan ke sisi bawah dan sisi-sisi ubin untuk mendapatkan

ikatan yang baik. Keesokan harinya sambungan dibersihkan dari mortar yang lepas dan digaruk hingga kedalaman 5 mm. Kemudian diisi dengan bubur semen berwarna untuk mendapatkan warna yang seragam di permukaan atas. Setelah dikeringkan selama 7 hari, dilakukan penggilingan dan pemolesan seperti pada lantai teraso.

9. **Lantai Kayu:** Lantai kayu digunakan di aula dansa dan di auditorium. Pelat kayu dapat langsung diletakkan di atas alas beton atau dapat disediakan di atas rangka kayu. Dalam kasus terakhir, perlu untuk menyediakan ventilasi yang tepat di bawah lantai. Lantai ini mahal.
10. **Lantai Karet:** Ubin atau lembaran karet dengan pengisi seperti serat kapas, serat asbes atau gabus granular diproduksi dalam berbagai pola dan warna. Lembaran atau ubin ini dapat dipasang pada lantai beton atau kayu. Lantai ini menarik dan kedap suara. Namun harganya mahal.
11. **Lantai PVC:** Polivinil Klorida (PVC) adalah plastik yang tersedia dalam berbagai warna dan corak. Saat ini ubin dari bahan ini digunakan secara luas. Perekat diaplikasikan pada dasar beton serta pada bagian bawah ubin PVC. Kemudian ubin ditekan perlahan dengan rol kayu 5 kg hingga terlihat rembesan perekat. Perekat yang keluar dibersihkan dan lantai dicuci dengan air sabun hangat. Hasil akhir lantai halus, menarik, dan mudah dibersihkan. Namun licin dan mahal.

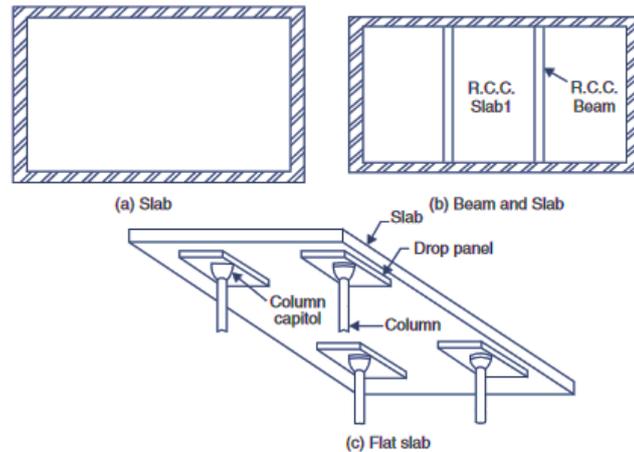
Lantai Atas

Dahulu kala lantai atas terbuat dari lantai kayu atau balok baja dan lempengan batu. Untuk bentang yang lebih besar digunakan lantai lengkung jack. Lantai lengkung jack terdiri dari balok baja berpenampang I yang ditopang pada dinding dan celah antara balok berpenampang I diisi dengan lengkung beton. Gambar 8.8 menunjukkan lantai lengkung jack yang umum.



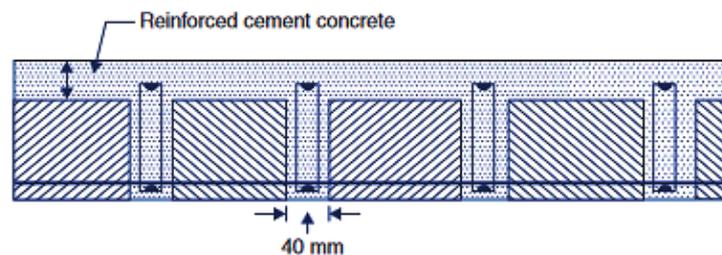
Gambar 8.8. Lantai lengkung Jack

Saat ini, lantai R.C.C. umum digunakan. Lantai ini dapat terdiri dari pelat saja, jika bentangnya lebih pendek atau dapat berupa lantai balok dan pelat. Di aula hotel dan gedung pertemuan, banyak yang menyediakan pelat datar, yaitu pelat yang disangga langsung di atas kolom. Kolom dilengkapi dengan bagian yang diperlebar yang disebut kepala kolom. Pelat ini memberikan tampilan yang elegan pada aula, terutama jika ruang kepala kolom tinggi. Lantai R.C.C. membutuhkan ketebalan dan tulangan yang tepat. Pelat ini dibuat oleh insinyur desain struktur. Gambar 8.9 menunjukkan pelat R.C.C. yang umum.



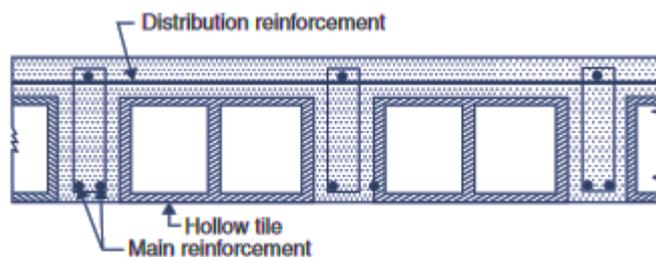
Gambar 8.9. Lantai beton bertulang

Pada beton bertulang, beton digunakan untuk menahan kompresi dan baja untuk menahan tegangan. Oleh karena itu, beton di zona tegangan tidak berkontribusi dalam menahan beban. Beton hanya menjaga baja pada posisi yang dibutuhkan. Pada pelat bata bertulang, upaya dilakukan untuk mengganti beton di zona tegangan dengan bata. Bata lebih efisien secara termal daripada lantai beton padat. Gambar 8.10 menunjukkan pelat bata bertulang yang umum.



Gambar 8.10. Pelat bata bertulang

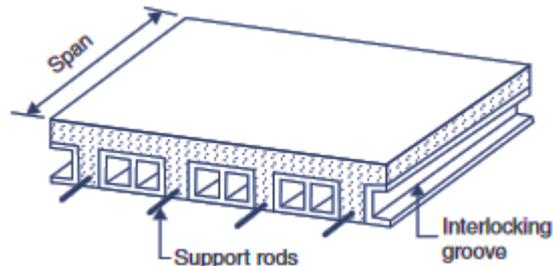
Pada lantai ubin bergaris atau berongga, beton pada bagian tarik diganti dengan ubin berongga. Gambar 8.11 menunjukkan lantai tipikal jenis ini.



Gambar 8.11. Lantai ubin bergaris atau berongga

Panel lantai beton pracetak dapat digunakan untuk menghindari pekerjaan bekisting, penyimpanan pasir, agregat kasar, dll. di lokasi, dan juga proses pengerasan. Pabrik-pabrik memproduksi unit-unit ini yang akan ditempatkan di atas penyangga dalam struktur. Gambar

8.12 menunjukkan penampang melintang unit lantai pracetak yang umum. Unit-unit ini tersedia dalam lebar 0,25 m dan dalam berbagai bentang. Alur yang saling mengunci disediakan di sisi-sisi untuk mendapatkan sambungan yang rapat dengan unit-unit yang berdampingan.



Gambar 8.12. Unit lantai pracetak

8.7 ATAP

Atap merupakan bagian paling atas bangunan yang melindungi bangunan dari hujan, angin, dan matahari. Berbagai jenis atap yang digunakan dapat dibagi secara garis besar menjadi tiga jenis:

1. Atap datar
2. Atap pelana
3. Atap cangkang dan pelat lipat.

Atap datar digunakan di dataran yang curah hujannya lebih sedikit dan iklimnya sedang. Atap bernada lebih disukai di mana pun curah hujannya lebih banyak. Atap cangkang dan pelat lipat digunakan untuk menutupi area bebas kolom yang luas yang dibutuhkan untuk auditorium, pabrik, dll. Uraian singkat tentang atap ini disajikan di bawah ini:

1. **Atap Datar:** Atap ini hampir datar. Namun, sedikit kemiringan (tidak lebih dari 10°) diberikan untuk mengalirkan air hujan. Semua jenis lantai atas dapat berfungsi sebagai atap datar. Sering kali bagian atas atap ini diberi bahan kedap air, seperti mencampur bahan kimia kedap air dalam beton, menghasilkan beton koba. Dengan munculnya teknik kedap air yang andal, atap seperti itu dibangun bahkan di daerah dengan curah hujan tinggi.

Keuntungan atap datar adalah:

- a. Atap dapat digunakan sebagai teras untuk bermain dan merayakan acara.
- b. Pada tahap selanjutnya, atap dapat diubah menjadi lantai dengan menambahkan lantai lain.
- c. Dapat disesuaikan dengan bentuk bangunan apa pun.
- d. Tangki air di atas kepala dan layanan lainnya dapat ditemukan dengan mudah.
- e. Atap datar dapat dibuat tahan api dengan mudah dibandingkan dengan atap pelana.

Kerugian atap datar adalah:

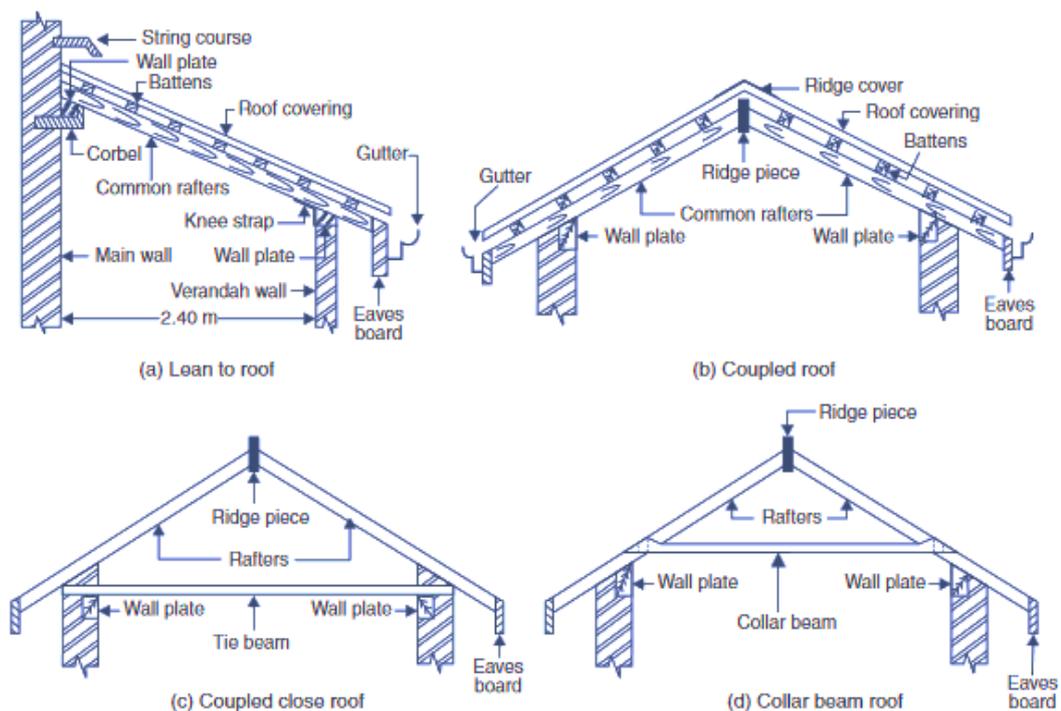
- a. Atap datar tidak dapat menutupi area bebas kolom yang luas.

- b. Masalah kebocoran dapat terjadi di kemudian hari juga karena perkembangan retakan. Setelah masalah kebocoran dimulai, diperlukan penanganan yang mahal.
- c. Berat mati atap datar lebih banyak.
- d. Di tempat-tempat yang bersalju, atap datar harus dihindari untuk mengurangi beban salju.
- e. Biaya awal konstruksi lebih mahal.
- f. Kecepatan konstruksi atap datar lebih rendah.

Jenis Atap Datar: Semua jenis yang tercantum untuk lantai atas dapat digunakan sebagai atap datar.

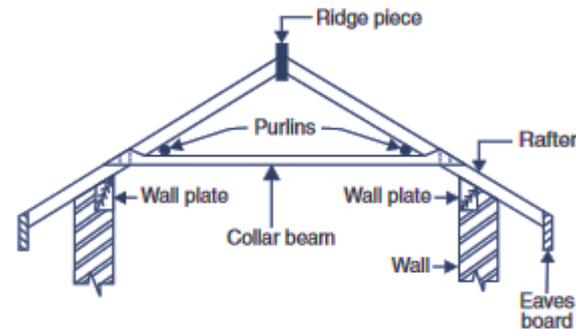
2. **Atap pelana:** Di daerah dengan curah hujan lebat dan curah salju, atap miring digunakan. Kemiringan atap harus lebih dari 10° . Kemiringannya dapat mencapai 45° hingga 60° juga. Atap miring dikenal sebagai atap pelana. Atap miring lebih disukai pada bangunan bentang besar seperti bengkel, bangunan pabrik, dan gudang. Pada semua atap ini, lembaran penutup seperti lembaran A.C., lembaran G.I., genteng, batu tulis, dll. ditopang pada struktur yang sesuai. Atap bernada diklasifikasikan menjadi:
 - (a) Atap tunggal (b) Atap ganda atau gording (c) Atap rangka.

- a) **Atap tunggal:** Jika bentang atap kurang dari 5 m, jenis atap tunggal berikut digunakan. (i) Atap miring (ii) Atap gandeng (iii) Atap gandeng-tutup (iv) Atap balok kerah Pada semua atap ini, kasau yang ditempatkan pada jarak 600 mm hingga 800 mm merupakan anggota utama yang menahan beban atap. Reng dipasang di atas kasau untuk menopang genteng. Gambar 8.13 menunjukkan berbagai jenis atap tunggal.



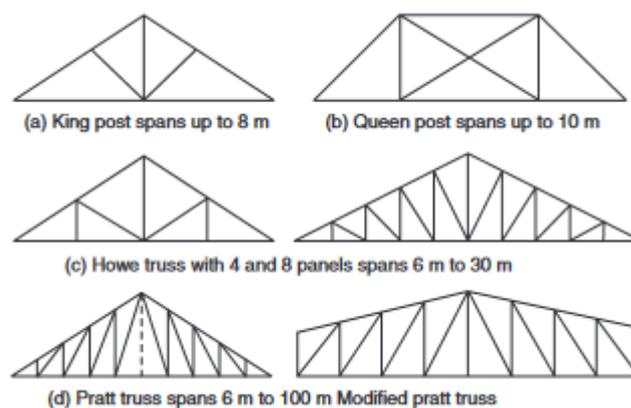
Gambar 8.13. Atap tunggal

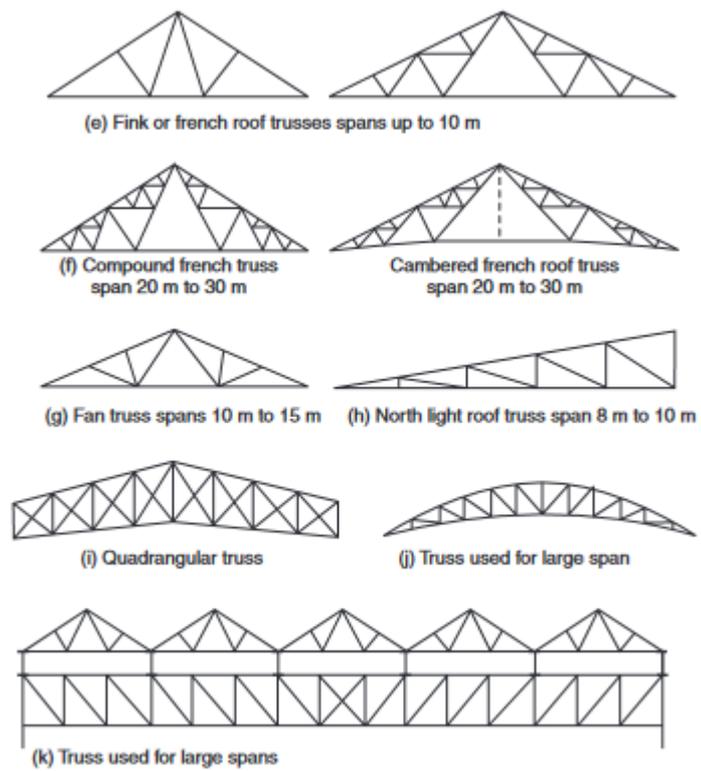
- b) *Atap Ganda atau Purlin*: Jika bentang melebihi, biaya kasau meningkat dan atap tunggal menjadi tidak ekonomis. Untuk bentang lebih dari 5 m, atap purlin ganda lebih disukai. Dukungan antara diberikan kepada kasau oleh purlin yang disangga di atas balok kerah. Gambar 8.14 menunjukkan atap ganda atau purlin yang umum.



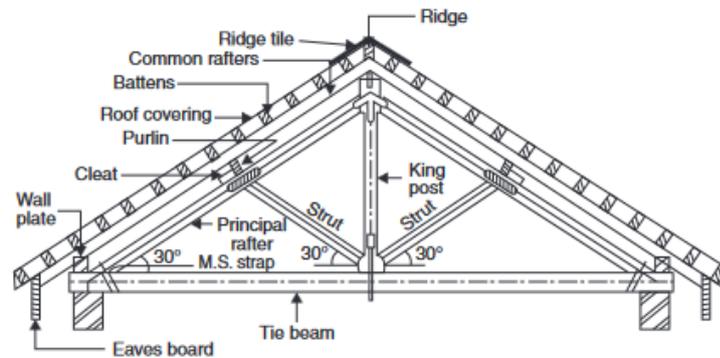
Gambar 8.14. Atap rangka ganda atau gording

- c) *Atap rangka*: Jika bentang lebih panjang, rangka yang terbuat dari anggota ramping digunakan untuk menyangga atap miring. Rangka ini dikenal sebagai rangka atap. Sejumlah rangka atap dapat ditempatkan memanjang untuk mendapatkan lorong yang lebih panjang tanpa dinding. Gording disediakan di atas rangka atap yang pada gilirannya menyangga lembaran atap. Untuk bentang hingga 9 m rangka atap kayu dapat digunakan, tetapi untuk bentang yang lebih besar rangka atap baja adalah suatu keharusan. Dalam kasus rangka atap kayu, sambungan pertukangan yang sesuai dibuat untuk menghubungkan berbagai anggota pada suatu sambungan. Baut dan tali juga digunakan. Dalam kasus rangka atap baja, sambungan dibuat menggunakan pelat gusset dan dengan menyediakan baut atau paku keling atau pengelasan. Tergantung pada bentang, rangka atap dengan berbagai bentuk digunakan. Ujung rangka atap disangga pada dinding atau kolom. Gambar 8.15 menunjukkan berbagai bentuk rangka atap yang digunakan. Gambar 8.16 memperlihatkan detail rangka kayu pada umumnya dan Gambar 8.17 memperlihatkan detail rangka baja pada umumnya.

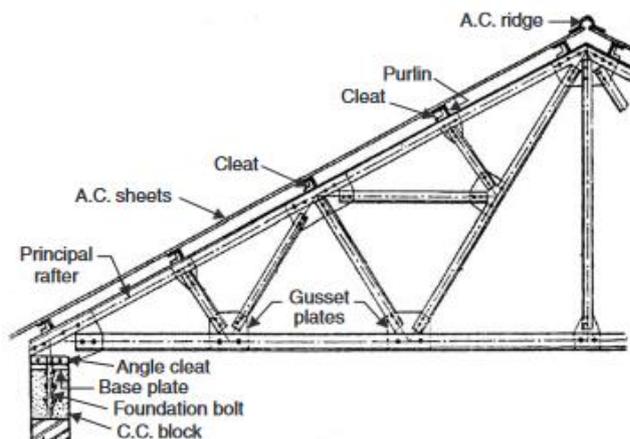




Gambar 8.15. Jenis rangka atap

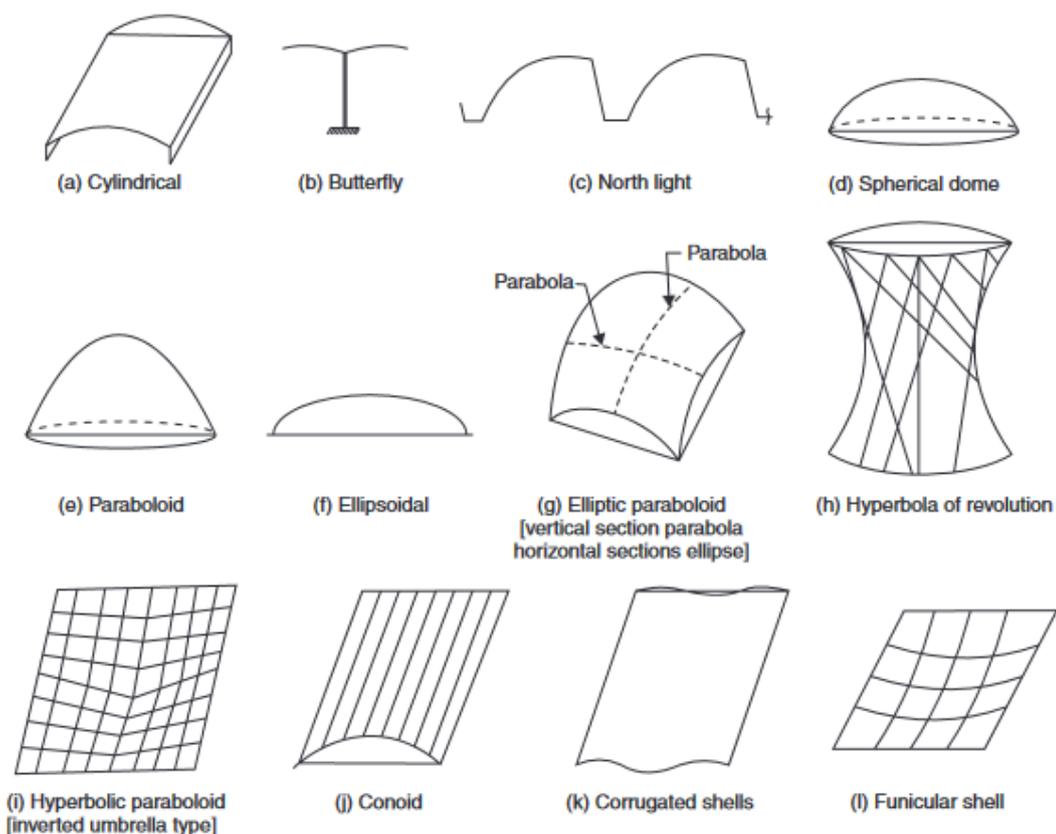


Gambar 8.16. Rangka kayu khas (raja masa lalu)



Gambar 8.17. Rangka atap baja

3. **Atap Kerang dan Pelat Lipat:** Atap kerang dapat didefinisikan sebagai permukaan lengkung, yang ketebalannya kecil dibandingkan dengan dimensi lainnya. Pada atap ini, banyak beban yang ditransfer melalui kompresi membran, bukan melalui pembengkokan seperti pada kasus konstruksi pelat dan balok konvensional. Gua-gua memiliki atap kerang alami. Pemeriksaan tempat-tempat ibadah yang dibangun di India, Eropa, dan negara-negara Islam menunjukkan bahwa struktur kerang telah digunakan selama 800 hingga 1000 tahun terakhir. Namun, kerang pada abad pertengahan merupakan struktur batu besar, tetapi saat ini atap kerang R.C.C. yang tipis dibangun untuk menutupi area bebas kolom yang luas. Gambar 8.18 menunjukkan atap kerang yang umum digunakan.



Gambar 8.18. Jenis atap cangkang

Kelebihan dan Kekurangan Atap Cangkang

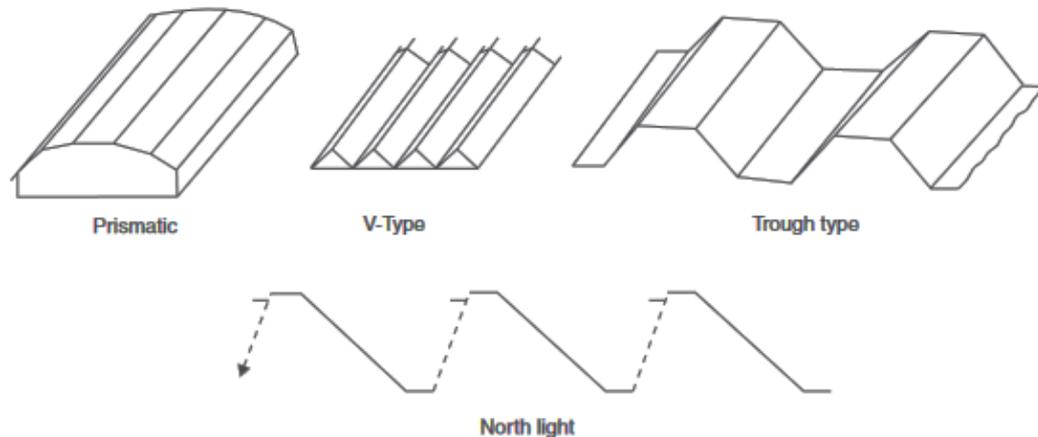
Kelebihan atap cangkang adalah:

- Baik dari sudut pandang estetika
- Konsumsi material cukup sedikit
- Bekisting dapat dilepas lebih awal
- Area bebas kolom yang luas dapat ditutup

Kekurangannya adalah:

- Permukaan atas melengkung dan karenanya keuntungan teras hilang.
- Bekisting mahal.

Atap pelat lipat dapat dilihat sebagai pelat dengan sejumlah lipatan. Atap ini juga dikenal sebagai pelat berpinggul, cangkang prismatic, dan faltwerke. Dalam struktur ini, tekukan juga berkurang dan banyak beban yang ditransfer sebagai kompresi membran. Namun, pelat lipat tidak seefisien cangkang. Gambar 8.19 menunjukkan atap pelat lipat yang umum.



Gambar 8.19. Jenis atap pelat lipat

Kelebihan dan Kekurangan Atap Pelat Lipat Dibandingkan Atap Cangkang

Kelebihannya adalah:

- Bekisting yang dibutuhkan relatif lebih sederhana.
- Bekisting yang dapat dipindah dapat digunakan.
- Desain memerlukan perhitungan yang lebih sederhana.

Kekurangannya adalah:

- Pelat lipat mengonsumsi lebih banyak material daripada cangkang.
- Bekisting dapat dilepas setelah 7 hari, sedangkan untuk cangkang, bekisting dapat dilepas sedikit lebih awal.

Penutup Atap untuk Atap Miring

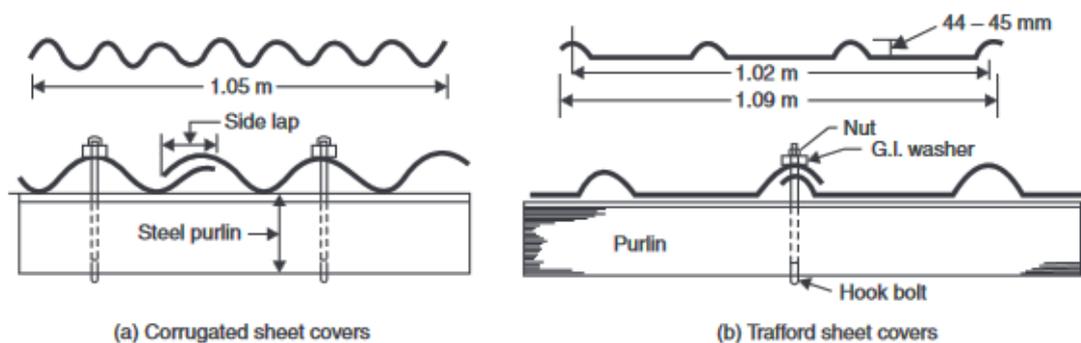
Berbagai jenis material penutup tersedia untuk atap miring dan pemilihannya bergantung pada kondisi iklim, fasilitas fabrikasi, ketersediaan material, dan keterjangkauan pemilik.

Bahan penutup atap miring yang umum digunakan adalah:

- Penutup Jerami:* Penutup ini disediakan untuk bentang kecil, terutama untuk bangunan tempat tinggal di desa. Jerami adalah penutup atap dari jerami, alang-alang atau bahan serupa. Jerami direndam dengan baik dalam air atau larutan tahan api dan bundel yang dikemas diletakkan dengan ujung pantatnya mengarah ke atap. Ketebalannya bervariasi dari 150 mm hingga 300 mm. Mereka diikat dengan tali atau benang ke struktur pendukung. Struktur pendukung terdiri dari kasau bambu bundar dengan jarak 200 mm hingga 300 mm yang di atasnya diletakkan bambu yang dibelah tegak lurus dengan jarak yang rapat. Diklaim bahwa jerami alang-alang dapat bertahan 50 hingga 60 tahun sedangkan jerami jerami dapat bertahan selama 20–25 tahun. Keuntungan atap jerami adalah harganya murah dan tidak memerlukan pekerja

terampil untuk membuatnya. Kerugiannya adalah atap ini sangat tidak tahan api dan menjadi tempat berkembang biaknya tikus dan serangga lainnya.

- (b) *Sirap*: Sirap kayu tidak lain hanyalah potongan kayu tipis yang dibelah atau digergaji. Ukurannya bervariasi dari 300 mm hingga 400 mm dan panjangnya dari 60 mm hingga 250 mm. Ketebalannya bervariasi dari 10 mm di satu ujung hingga 3 mm di ujung lainnya. Sirap dipaku ke struktur pendukung. Sirap umumnya digunakan di daerah perbukitan untuk perumahan berbiaya rendah. Sirap memiliki ketahanan api dan rayap yang sangat buruk.
- (c) *Genteng*: Berbagai genteng tanah liat diproduksi di berbagai daerah. Genteng berfungsi sebagai bahan penutup yang baik. Genteng disangga oleh reng yang pada gilirannya disangga oleh kasau/rangka, dll. Genteng Allahabad, genteng Mangalore adalah genteng yang saling mengunci dengan sangat baik. Genteng ini juga memberikan tampilan yang bagus.
- (d) *Batu tulis*: Batu tulis adalah batuan sedimen. Warnanya abu-abu. Batu tulis dapat dengan mudah dipecah menjadi lembaran tipis. Batu tulis berukuran lebar 450 mm hingga 600 mm, panjang 300 mm, dan tebal 4 hingga 8 mm digunakan sebagai bahan penutup atap bernada di area tempat tambang batu tulis berada di dekatnya. Batu tulis yang baik bersifat keras, ulet, dan tahan lama. Teksturnya kasar dan mengeluarkan suara seperti lonceng saat dipukul. Batu tulis tidak menyerap air.
- (e) *Lembaran A.C.*: Semen asbes adalah bahan yang terdiri dari 15 persen serat asbes yang didistribusikan secara merata dan ditekan dengan semen. Batu tulis diproduksi dalam ukuran yang cukup besar. Lebar lembaran A.C. bervariasi dari 1,0 hingga 1,2 m dan panjang dari 1,75 hingga 3,0 m. Untuk mendapatkan kekuatan yang cukup dengan bagian yang tipis, batu tulis diproduksi dengan gelombang atau trafford [Gambar 8.20]. Batu tulis dipasang pada gording baja menggunakan baut J. Atapnya cukup ekonomis, kedap air. Namun, ketahanan termalnya tidak terlalu baik. Umumnya digunakan sebagai bahan penutup di gudang, ruang bawah tanah, atau aula yang lebih besar. Di auditorium, dsb., jika lembaran ini digunakan, langit-langit palsu disediakan untuk mendapatkan ketahanan termal yang baik.



Gambar 8.20. Atap lembaran A.C.

- (f) Lembaran G.I.: Lembaran bergelombang besi galvanis diproduksi dalam ukuran lebar 1,0 hingga 1,2 m dan panjang 1,65 m. Seng galvanis membuatnya antikorosi. Lembaran ini dipasang pada rangka baja menggunakan baut J dan ring. Lembaran ini tahan lama, tahan api, ringan, dan tidak memerlukan perawatan. Lembaran ini umumnya digunakan sebagai bahan penutup untuk gudang, gudang bawah tanah, dan lain-lain. Tabel 8.6 memberikan perbandingan antara lembaran GI dan AC untuk penutup atap.

Tabel 8.6. Perbandingan antara lembaran GI dan AC

No.	Lembaran GI	Lembaran A.C.
1.	Lembaran tipis.	Tidak setipis lembaran GI.
2.	Ringan.	Sedikit lebih berat.
3.	Tidak pecah saat dipegang.	Ada kemungkinan pecah saat penanganan.
4.	Kemungkinan korosi tidak dapat dikesampingkan	Tidak ada masalah korosi.
5.	Lebih berisik, jika ada yang jatuh menyimpannya.	Tidak berisik, jika ada yang jatuh menyimpannya.
6.	Kurang tahan api.	Lebih tahan api.
7.	Kurang tahan terhadap asam dan asap.	Lebih tahan terhadap asam dan asap.
8.	Harga lebih mahal.	Lebih murah.

8.8 PINTU DAN JENDELA

Fungsi pintu adalah untuk memberikan akses ke dalam bangunan dan ke berbagai bagian bangunan dan untuk menolak akses bila diperlukan. Jumlah pintu harus seminimal mungkin. Ukuran pintu harus sedemikian rupa sehingga memudahkan pergerakan benda terbesar yang mungkin menggunakan pintu.

Untuk bangunan tempat tinggal, ukuran pintu tidak boleh kurang dari 0,9 m × 2,0 m. Pintu yang lebih besar dapat disediakan di pintu masuk utama bangunan untuk meningkatkan tampilan estetika. Pintu berukuran minimum digunakan untuk kamar mandi dan kloset. Ukuran yang disarankan adalah 0,75 m × 1,9 m. Sebagai aturan praktis, tinggi pintu harus 1 m lebih dari lebarnya.

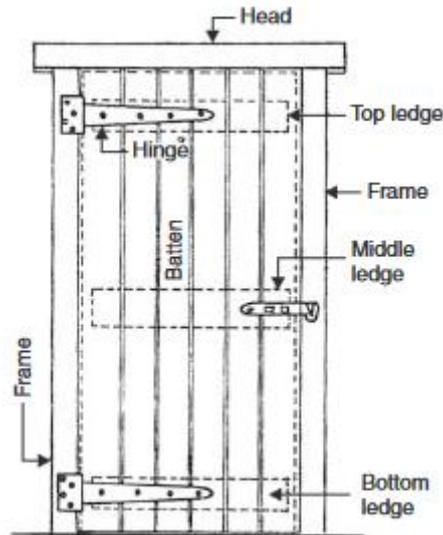
Jendela disediakan untuk memberikan cahaya dan ventilasi. Jendela terletak pada ketinggian 0,75 m hingga 0,90 m dari permukaan lantai. Di daerah yang panas dan lembap, luas jendela harus 15 hingga 20 persen dari luas lantai. Sebaiknya ada setidaknya dua bukaan di dua dinding yang berbeda. Aturan praktis lain yang digunakan untuk menentukan ukuran bukaan jendela adalah untuk setiap volume dalam 30 m³ harus ada setidaknya 1 m² bukaan jendela.

Jenis Pintu

Berbagai jenis pintu digunakan yang dapat diklasifikasikan berdasarkan susunan daun jendela, metode konstruksi, prinsip operasi kerja, dan bahan yang digunakan. Pintu yang umum digunakan dijelaskan secara singkat di bawah ini:

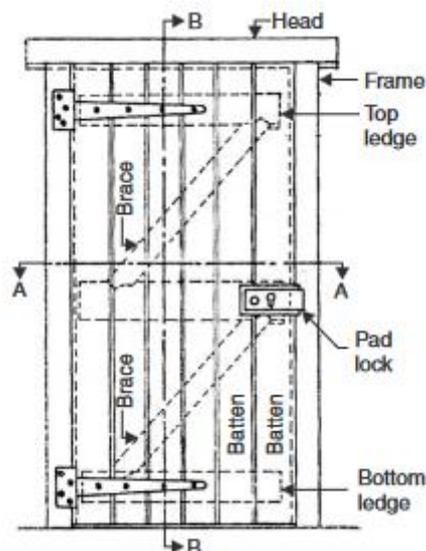
1. *Pintu dengan Balok dan Papan*: Balok adalah papan kayu dengan lebar 100 mm hingga 150 mm dan tebal 20 mm. Panjangnya sama dengan panjang bukaan pintu. Balok

dihubungkan dengan papan horizontal, yang dikenal sebagai papan berukuran lebar 100 hingga 200 mm dan tebal 30 mm. Biasanya tiga papan digunakan, satu di atas, satu di bawah, dan yang ketiga di tengah tinggi. Ini adalah bentuk pintu yang paling sederhana dan juga yang termurah. Balok diamankan dengan sambungan beralur dan berlidah.



Gambar 8.21. Pintu berpaling dan bertiang

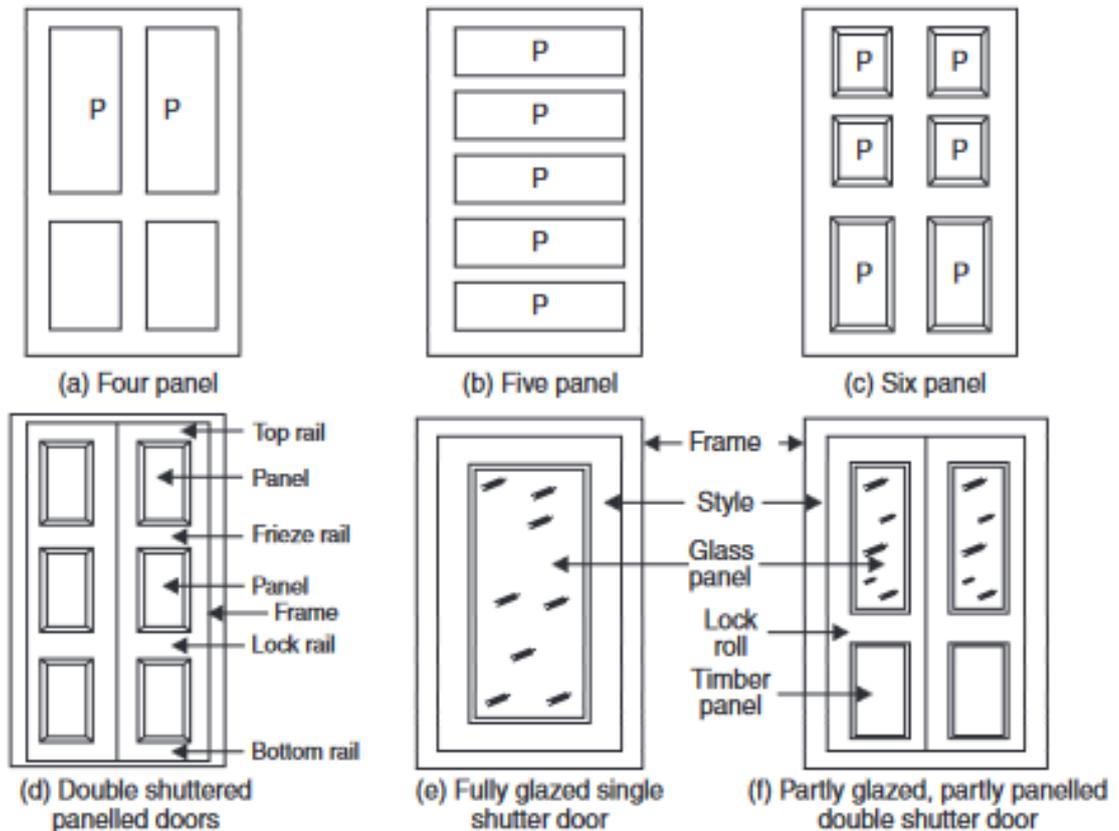
2. *Pintu berpaling, bertiang, dan berpenguat*: Jika pintu tidak menggunakan reng dan langkan, maka disediakan anggota diagonal yang disebut penyangga untuk memperkuat pintu. Gambar 8.22 menunjukkan pintu berpaling, bertiang, dan berpenguat yang umum.



Gambar 8.22. Pintu berpaling, bertiang, dan berpenguat

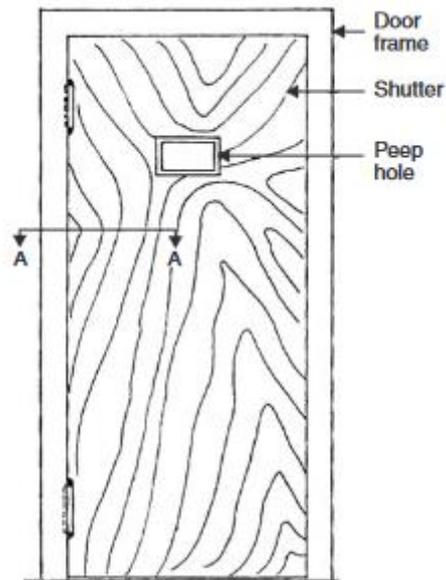
Kadang-kadang dua jenis daun jendela di atas disediakan dalam rangka kayu dan dalam kasus tersebut dapat disebut sebagai pintu berpaling, bertiang, dan berbingkai.

3. *Pintu Berbingkai dan Berpanel*: Jenis pintu ini terdiri dari anggota vertikal, yang disebut gaya dan anggota horizontal yang disebut rel. Gaya dan rel diberi alur yang sesuai untuk menerima panel. Panel dapat terbuat dari kayu, lembaran A.C., kaca, dll. Panel dapat datar atau bertipe timbul untuk mendapatkan tampilan yang bagus. Ini adalah pintu yang sangat umum digunakan. Pintu dapat berupa daun jendela tunggal atau daun jendela ganda. Gambar 8.23 menunjukkan beberapa jenis pintu berpanel. Jika panel kaca digunakan, pintu dapat disebut sebagai pintu berkaca.



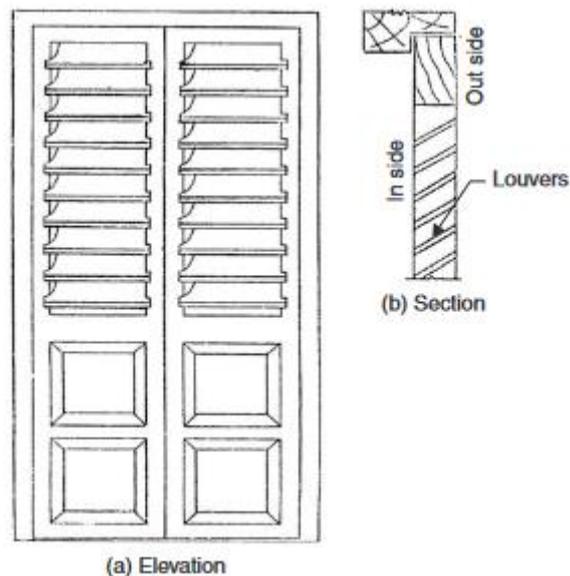
Gambar 8.23. Pintu berpanel dan berlapis

4. *Pintu Rata*: Daun jendela pintu ini terbuat dari tripleks atau papan blok. Ketebalannya seragam. Daun jendela ini tersedia dengan berbagai lapisan akhir yang menarik. Waktu yang dihabiskan untuk membuat pintu seperti itu di lokasi cukup singkat. Pintu ini cocok untuk bagian dalam bangunan. Saat ini pintu rata umumnya digunakan di gedung perumahan dan kantor. Gambar 8.24 menunjukkan pintu rata yang umum.



Gambar. 8.24. Pintu rata

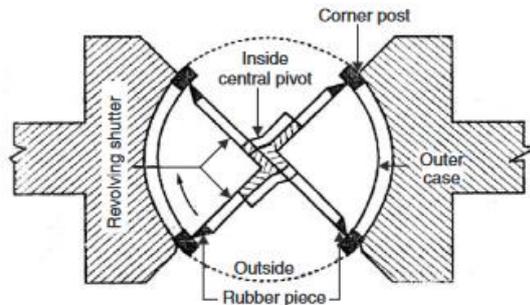
5. *Pintu Berkisi*: Bila privasi dan ventilasi dibutuhkan, pintu seperti ini dapat digunakan. Kisi-kisi adalah lembaran kaca, kayu, atau AC yang dipasang pada rangka penutup sehingga menghalangi pandangan tetapi memungkinkan udara masuk dengan bebas. Pintu dapat berkisi penuh atau sebagian. Pintu seperti ini biasanya digunakan untuk kamar mandi umum dan kakus. [Gambar 8.25]



Gambar 8.25. Pintu berjeruji

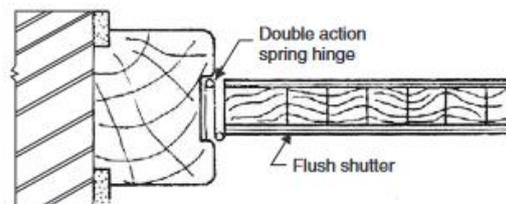
6. *Pintu putar*: Terdiri dari poros yang ditempatkan di tengah tempat empat daun jendela yang memancar dipasang. Poros tengah ditopang oleh bantalan bola di bagian bawah dan memiliki bantalan semak di bagian atas. Daun jendela dapat sebagian atau seluruhnya terbuat dari kaca. Ruang masuk melingkar disediakan di mana daun jendela

berputar. Saat daun jendela berputar, mereka memberikan pintu masuk di satu sisi dan pintu keluar di sisi lain. Pintu-pintu ini lebih disukai di gedung-gedung publik seperti toko, bank, hotel, teater di mana penggunaan pintu terus-menerus diperlukan. Pintu-pintu ini sangat dibutuhkan di pintu masuk gedung-gedung publik ber-AC. Gambar 8.26 menunjukkan pintu putar yang umum.



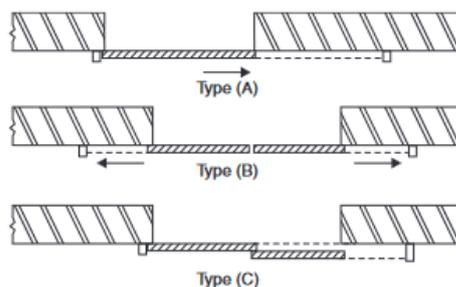
Gambar 8.26. Pintu putar

7. *Pintu ayun*: Pintu ayun memiliki penutup yang terpasang pada rangka dengan menggunakan pegas aksi ganda. Oleh karena itu, penutup dapat bergerak ke dalam dan ke luar. Pintu ini dapat memiliki penutup tunggal atau penutup ganda. Pintu seperti ini lebih disukai di kantor dan bank. Karena pintu ini dapat dibuka di kedua sisi, sebaiknya disediakan panel kaca atau lubang intip agar pengguna dapat melihat orang dari sisi lain. [Gambar 8.27]



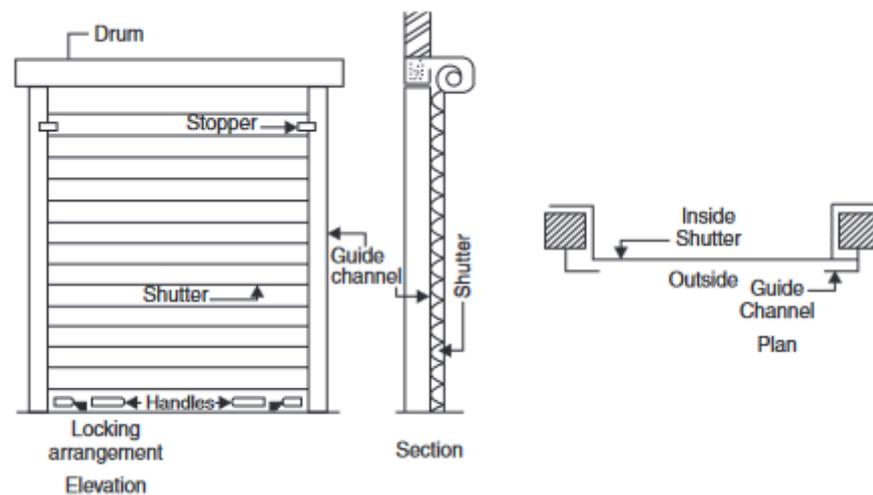
Gambar 8.27 Pintu Ayun

8. *Pintu Geser*: Pada pintu jenis ini, daun pintu dapat digeser pada bagian samping. Untuk tujuan ini disediakan rel dan rel pemandu. Daun pintu geser dapat terdiri dari satu, dua, atau bahkan tiga. Pintu seperti itu digunakan di bank, kantor, dll. Susunan daun pintu seperti itu dalam denah ditunjukkan pada Gambar 8.28



Gambar 8.28. Denah pintu geser

9. *Pintu yang Dapat Dilipat*: Saluran baja selebar 16 hingga 20 mm digunakan sebagai pintu vertikal. Pintu-pintu tersebut ditempatkan dengan celah 12 hingga 20 mm. Pelat baja selebar 16 mm hingga 20 mm dan tebal 5 mm disambungkan ke pintu tersebut seperti yang ditunjukkan pada Gambar 8.29. Rol disediakan di bagian atas dan bawah pintu sehingga penutup dapat ditarik atau didorong ke samping dengan sedikit tenaga. Mungkin ada penutup tunggal atau ganda. Biasanya pintu-pintu ini digunakan untuk keamanan tambahan. Pintu-pintu ini umumnya digunakan untuk pintu depan, ruang ganti bank, pintu masuk sekolah dan perguruan tinggi.
10. *Penutup Gulung*: Gambar 8.30 menunjukkan pintu penutup gulung yang umum. Pintu ini terdiri dari rangka, drum, dan penutup yang terbuat dari pelat baja tipis. Lebar pintu dapat bervariasi dari 2 hingga 3 m. Penutup bergerak pada pemandu baja yang disediakan di bagian samping dan dapat dengan mudah digulung. Untuk ini, penyeimbang dibuat dengan pegas heliks pada drum. Pintu ini dapat dengan mudah ditarik ke bawah. Jenis pintu ini umumnya digunakan sebagai pintu tambahan pada toko, kantor, bank, pabrik, gedung dari sisi keamanan.



Gambar 8.30. Rolling shutter

Tabel 8.7 menunjukkan perbedaan antara pintu lipat dan pintu putar.

Tabel 8.7. Perbedaan antara pintu lipat dan pintu putar

No.	Pintu Lipat	Pintu Putar
1.	Pintu ini tidak memberikan privasi di dalam ruangan.	Memberikan privasi di dalam ruangan.
2.	Pintu ini beroperasi dari samping.	Pintu ini berputar
3.	Pintu ini menyediakan akses keluar dan masuk dari sisi yang sama.	Pintu ini menyediakan akses keluar dari satu sisi dan akses masuk dari sisi lainnya
4.	Pintu ini tidak cocok untuk masuk ke ruang ber-AC.	Pintu ini cocok untuk ruang ber-AC.

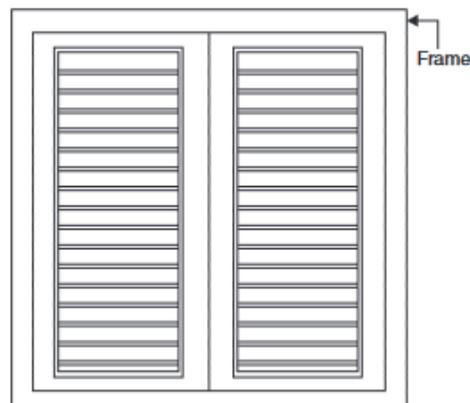
5.	Pintu ini tidak menutup secara otomatis saat tidak digunakan.	Pintu ini menutup bukaan secara otomatis saat tidak digunakan.
----	---	--

Jenis-jenis Jendela

Berbagai jendela yang digunakan dapat diklasifikasikan berdasarkan bahan yang digunakan, jenis daun jendela, jenis bukaan daun jendela, dan posisi jendela.

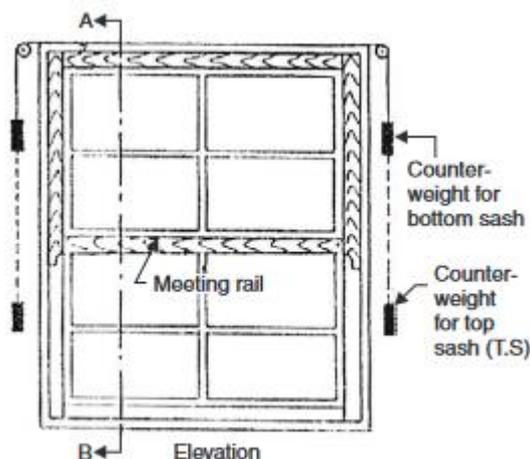
Kayu, baja, dan aluminium umumnya digunakan untuk membuat rangka jendela. Kayu dapat diserang rayap, baja dapat berkarat, tetapi aluminium tidak memiliki cacat seperti itu. Akan tetapi, harganya mahal.

Daun jendela dapat berupa panel, kaca, atau kisi-kisi. Jendela kisi-kisi umumnya digunakan untuk kamar mandi dan toilet yang tidak memungkinkan adanya pandangan tetapi memerlukan ventilasi. Bagian bawah jendela berpanel dan bagian atas jendela berkaca umumnya digunakan. Alih-alih berpanel, orang dapat mempertimbangkan untuk menggunakan kaca tembus cahaya. Gambar 8.31 menunjukkan jendela kisi-kisi.



Gambar 8.31. Jendela berjeruji

Jendela penutup dapat berupa jendela tetap, berporos di tengah, tipe geser atau berengsel ganda. Gambar 8.32 menunjukkan jendela berengsel ganda yang umum.



Gambar 8.32. Jendela gantung ganda

Bergantung pada posisi jendela, jendela dapat diklasifikasikan sebagai:

- a. Jendela tingkap
- b. Jendela ceruk
- c. Jendela sudut
- d. Jendela bertingkat bening
- e. Jendela pelana
- f. Jendela skylight
- g. Jendela atap
- h. Ventilator

Jendela tingkap adalah jenis jendela umum, yang tersedia di dinding luar. Jendela ini tersedia di atas ambang 50 hingga 75 mm pada ketinggian 750 hingga 900 mm dari permukaan lantai.

Jendela ceruk tersedia di bagian dinding yang menonjol.

Jendela sudut tersedia di sudut ruangan. Jendela ini membutuhkan ambang pintu yang berat. Tiang sudut jendela harus cukup kuat untuk menahan beban akibat defleksi ambang pintu dan beban benturan dari penutup jendela.

Jendela bertingkat bening tersedia ketika ketinggian ruangan jauh lebih tinggi daripada ruangan/varandah yang bersebelahan. Jendela ini tersedia di antara celah ruangan dengan ketinggian rendah dan bagian atas ruangan dengan ketinggian lebih tinggi.

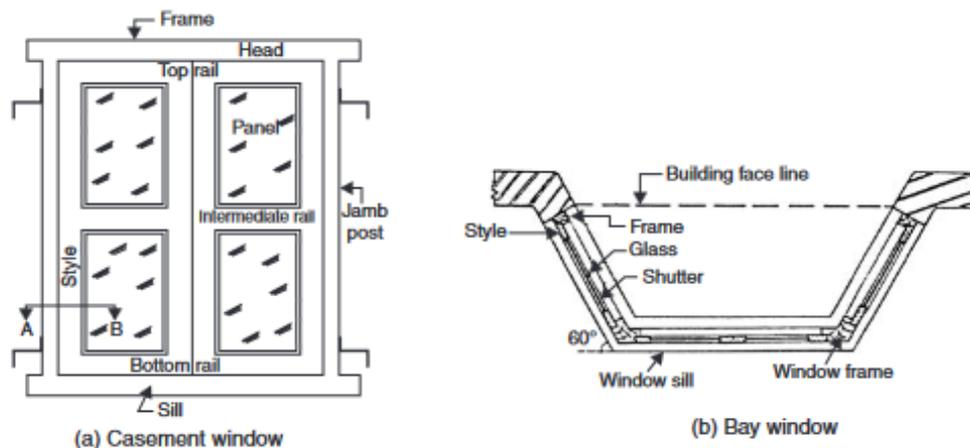
Jendela atap pelana disediakan di bagian atap pelana bangunan. Jendela ini diperlukan di tangga atau di lorong dengan dinding atap pelana.

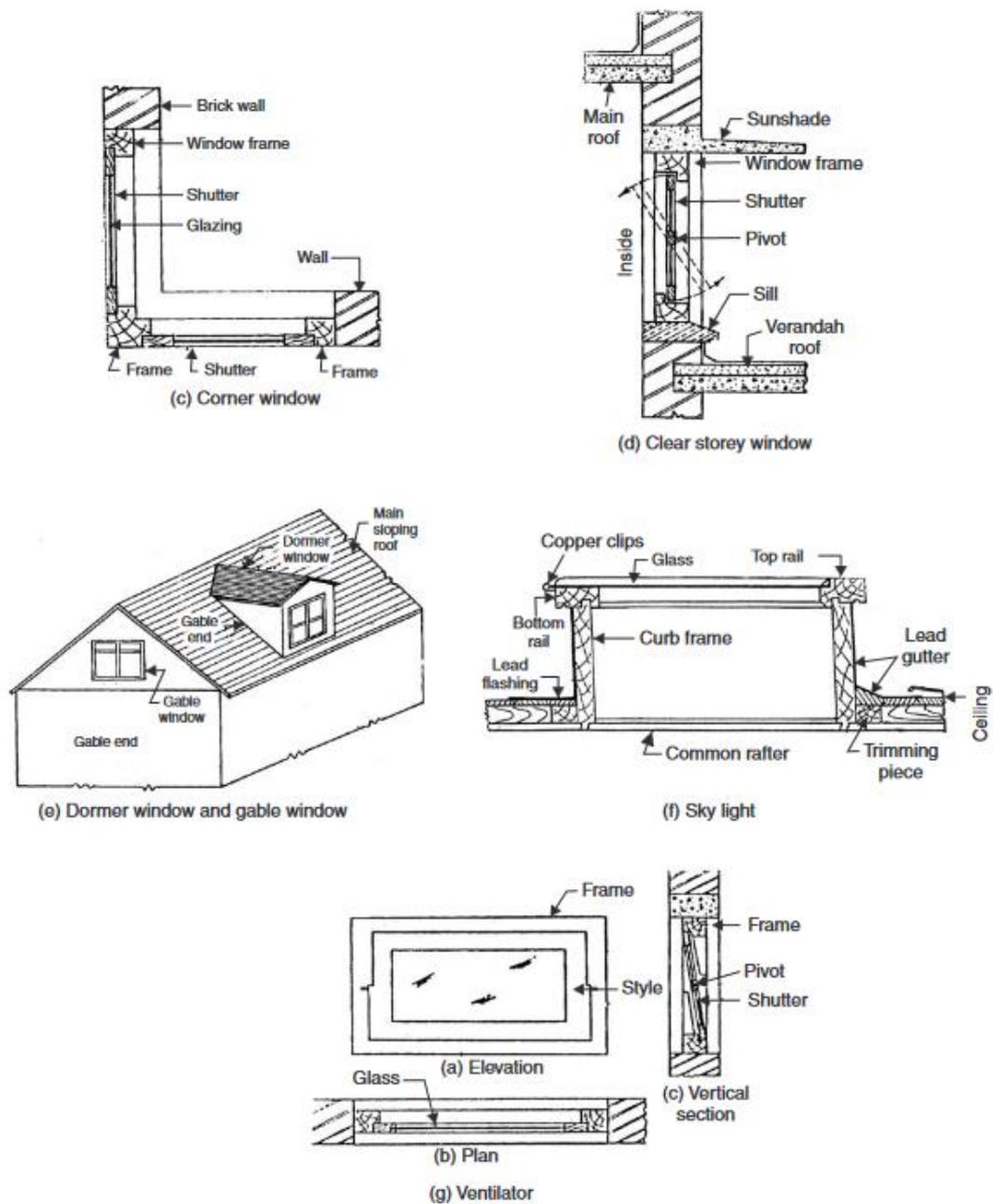
Jendela skylight disediakan di atap miring. Jendela ini menjorok di atas permukaan miring bagian atas. Kasau umum harus dipangkas dengan tepat.

Jendela atap pelana adalah jendela vertikal di atap miring.

Ventilator disediakan dekat dengan permukaan atap atau di atas kusen pintu. Ventilasi membantu mengeluarkan udara buangan. Ventilasi dapat dilengkapi dengan dua kaca yang terbagi dan terpisah atau dengan penutup jendela yang digantung.

Berbagai jenis jendela berdasarkan posisinya ditunjukkan pada Gambar 8.33





Gambar 8.33. Jenis jendela berdasarkan posisinya

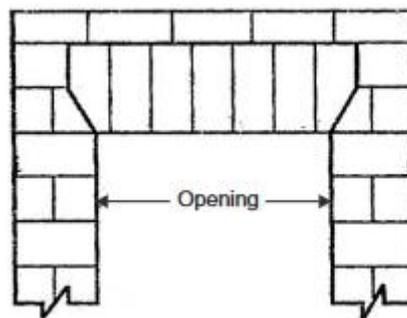
8.9 LINTEL

Lintel adalah anggota lentur horizontal yang membentang di atas bukaan di dinding untuk pintu, jendela, ventilasi, lemari, dll. Beban pasangan bata di atas bukaan dipindahkan ke dinding oleh aksi lentur lintel sehingga rangka pintu, jendela, dll. tidak terbebani secara berlebihan. Bantalan ujung untuk lintel harus setidaknya 200 mm. Lebar lintel sama dengan lebar dinding.

Lintel dari berbagai bahan digunakan. Yaitu:

1. **Lintel Kayu:** Bisa berupa satu bagian atau bisa dirakit dengan menyambung 2 hingga 3 bagian. Terkadang lintel kayu diperkuat dengan pelat baja di bagian atas dan bawah. Lintel seperti itu disebut balok berulir.

2. **Lintel Batu:** Di mana pun batu tersedia, balok batu digunakan sebagai lintel. Karena batu lemah terhadap tegangan, batu hanya dapat digunakan untuk bentang kecil. Kedalamannya dijaga sekitar bentang ke $\frac{1}{10}$. Batu dipotong sesuai lebar dinding dan dirapikan sebelum digunakan sebagai ambang pintu.
3. **Ambang Pintu Bata:** Ambang pintu yang dibakar dengan baik dan berkualitas baik diletakkan di ujung atau tepi untuk membentuk ambang pintu seperti yang ditunjukkan pada Gambar 8.34. Ambang pintu ini memerlukan bekisting sementara pada saat konstruksi. Ambang pintu harus diawetkan selama 7–14 hari sebelum bekisting dilepas. Ambang pintu seperti itu berguna untuk membentangi pada bukaan kecil.



Gambar 8.34. Ambang dinding bata

4. **Ambang Dinding Beton Bertulang:** Ambang dinding beton bertulang dapat disediakan dengan bentang berapa pun yang dibutuhkan dalam bangunan. Ambang dinding ini dapat diisolasi atau disambungkan di atas bukaan. Ambang dinding ini dilengkapi dengan tulangan yang sesuai—tulangan utama berada di sisi bawah bukaan. Saat ini, ambang dinding ini sangat umum digunakan dalam bangunan.
5. **Ambang Dinding Baja:** Sudut baja atau baja canai berbentuk I digunakan sebagai ambang dinding. Pemisah tabung dapat disediakan untuk menjaga jarak antar bagian. Jika bagian-bagian tersebut terbuka terhadap paparan atmosfer, pengecatan rutin diperlukan. Sering kali, ambang dinding ini dilapisi beton untuk menghindari masalah perawatan. Ambang dinding ini dapat digunakan untuk bukaan yang besar.

8.10 TANGGA

Tangga merupakan akses dari lantai ke lantai. Ruang yang menaungi tangga disebut tangga biasa. Tangga terdiri dari sejumlah anak tangga yang disusun dalam satu anak tangga atau lebih.

Persyaratan tangga yang baik adalah

1. **Lebar:** 0,9 m pada bangunan tempat tinggal dan 1,5 m hingga 2,5 m pada bangunan umum.
2. **Jumlah Anak Tangga dalam Satu Anak Tangga:** Jumlah anak tangga maksimum dalam satu anak tangga harus dibatasi hingga 12 hingga 14, sedangkan jumlah minimumnya adalah 3.

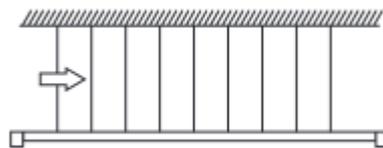
3. *Ketinggian*: Ketinggian yang disediakan harus seragam. Ketinggian biasanya 150 mm hingga 175 mm pada bangunan tempat tinggal, sedangkan pada bangunan umum berkisar antara 120 mm hingga 150 mm. Namun, pada bangunan komersial, ketinggian yang disediakan lebih banyak dengan mempertimbangkan luas lantai yang ekonomis.
4. *Tapak*: Proyeksi horizontal anak tangga pada tangga disebut tapak. Disebut juga dengan istilah berjalan. Pada bangunan tempat tinggal, tapak yang disediakan adalah 250 mm, sedangkan pada bangunan umum adalah 270 mm hingga 300 mm.
5. *Rumus empiris berikut digunakan untuk menentukan tinggi dan tapak*: $2R + T > 550$ mm tetapi < 700 hingga 600 mm di mana R adalah tinggi dalam mm dan T adalah tapak dalam mm.
6. *Ruang Kepala*: Ruang kepala yang tersedia di tangga tidak boleh kurang dari 2,1 m.
7. *Pegangan Tangan*: Pegangan tangan harus disediakan pada ketinggian yang nyaman bagi orang normal yaitu dari 850 mm hingga 900 mm.

Jenis Tangga

Tangga dapat dibuat dengan kayu, pasangan bata beton, atau besi cor. Tangga kayu tidak aman, karena bahaya kebakaran. Namun, tangga ini digunakan pada bangunan yang tidak penting untuk mengakses area kecil di lantai atas. Tangga besi cor atau baja dalam bentuk spiral umumnya digunakan untuk mengurangi area tangga. Di banyak bangunan tempat tinggal, tangga pasangan bata juga digunakan. Tangga beton bertulang sangat umum digunakan di semua jenis bangunan.

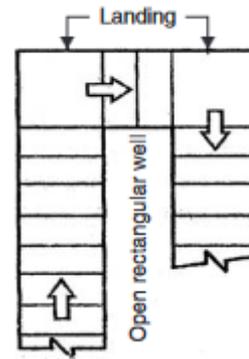
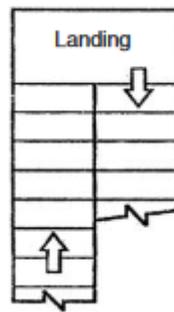
Berdasarkan bentuknya, tangga dapat diklasifikasikan sebagai:

1. **Tangga lurus**: Jika ruang yang tersedia untuk tangga sempit dan panjang, tangga lurus dapat disediakan. Tangga seperti itu umumnya digunakan untuk memberikan akses ke teras atau sebagai pintu keluar darurat ke gedung bioskop. Pada tipe ini semua anak tangga berada dalam satu arah. Anak tangga dapat disediakan dalam satu anak tangga atau dalam dua anak tangga dengan pendaratan di antara kedua anak tangga [Gambar 8.35].



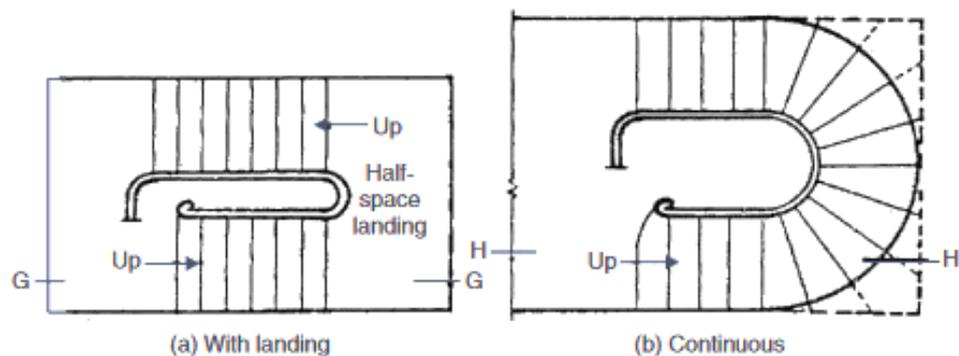
Gambar 8.35. Tangga lurus

2. **Tangga berkaki anjing**: Terdiri dari dua anak tangga lurus dengan putaran 180° di antara keduanya. Tangga ini sangat umum digunakan untuk memberikan akses dari satu lantai ke lantai lainnya. Gambar 8.36 menunjukkan susunan anak tangga pada tangga tersebut.



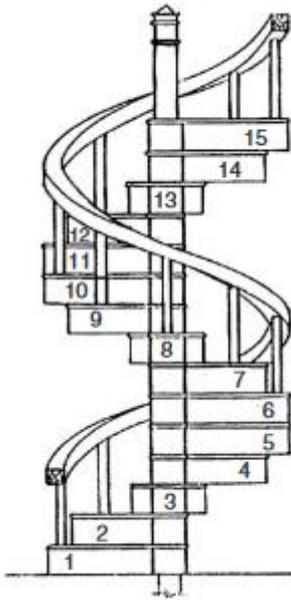
Gambar 8.36. Tangga berkaki anjing **Gambar 8.37.** Tangga sumur terbuka (newel)

3. **Tangga sumur atau tangga newel terbuka:** Tangga ini berbeda dari tangga berkaki anjing karena dalam kasus ini terdapat celah 0,15 m hingga 1,0 m di antara dua anak tangga yang berdekatan. Gambar 8.37 menunjukkan tangga newel terbuka yang umum.
4. **Tangga geometris:** Jenis tangga ini mirip dengan tangga newel terbuka, kecuali bahwa sumur yang terbentuk di antara dua anak tangga yang berdekatan berbentuk lengkung. Pegangan tangan yang disediakan bersifat kontinu. [Gambar 8.38]

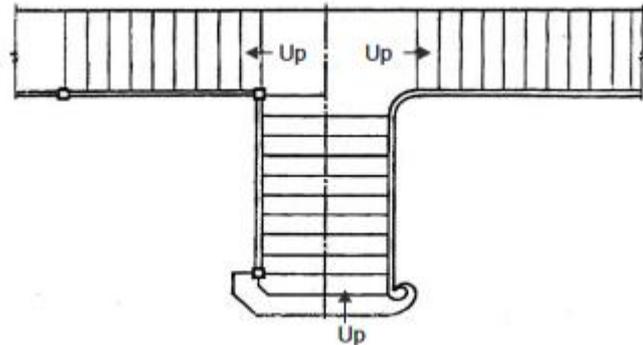


Gambar 8.38. Tangga geometris

5. **Tangga Spiral:** Tangga ini umumnya digunakan sebagai pintu darurat. Tangga ini terdiri dari tiang tengah yang menopang serangkaian anak tangga yang disusun dalam bentuk spiral. Di ujung anak tangga disediakan pegangan tangan yang berkesinambungan. Tangga seperti ini disediakan di tempat yang ruang yang tersedia untuk tangga sangat terbatas. Gambar 8.39 menunjukkan tangga spiral yang umum. Besi cor, baja atau baja karbon digunakan untuk membangun tangga ini.
6. **Tangga putar:** Selain tangga putar berkaki anjing dan tangga lengkung terbuka, tangga dapat berputar dalam berbagai bentuk. Bentuknya bergantung pada ruang yang tersedia untuk tangga. Tangga putar seperempat putaran, setengah putaran dengan beberapa anak tangga di antaranya, dan tangga bercabang adalah beberapa di antaranya. Gambar 8.40 menunjukkan tangga bercabang.



Gambar 8.39. Tangga spiral



Gambar 8.40. Tangga bercabang

Hal-hal Penting yang Perlu Dipertimbangkan dalam Menempatkan Tangga

Hal-hal berikut harus dipertimbangkan dalam menempatkan tangga di sebuah gedung:

1. Tangga harus terletak di dekat pintu masuk utama gedung.
2. Tangga harus mudah diakses dari semua ruangan tanpa mengganggu privasi ruangan.
3. Tangga harus memiliki akses yang luas.
4. Tangga harus memiliki pencahayaan dan ventilasi yang baik.

LATIHAN SOAL

1. Apa yang dimaksud dengan struktur atas? Bedakan antara struktur yang menahan beban dan struktur rangka.
2. Bedakan antara dinding yang menahan beban dan dinding pemisah.
3. Tulis catatan singkat tentang
 - a. dinding pemisah
 - b. pasangan batu pecah dan pasangan batu ashlar.
4. Sebutkan berbagai hal yang perlu diperhatikan dalam mengawasi
 - a. pasangan batu
 - b. pasangan batu bata
5. Bedakan antara
 - a. ikatan tandu dan ikatan header
 - b. ikatan Inggris dan Flemish
 - c. ikatan Flemish ganda dan ikatan Flemish tunggal.
6. Jelaskan berbagai jenis ikatan yang digunakan dalam pasangan batu bata beserta sketsanya.
7. Sebutkan kelebihan dan kekurangan pasangan batu bata dibandingkan pasangan batu.

8. Apa yang dimaksud dengan plester? Sebutkan proporsi umum yang digunakan dalam plester. Sebutkan tujuan plester.
9. Apa saja persyaratan plester yang baik? Sebutkan jumlah lapisan dan ketebalannya yang digunakan dalam berbagai jenis plester.
10. Tulis catatan singkat tentang penunjuk.
11. Bedakan antara plesteran dan pointing.
12. Apa saja jenis lantai yang berbeda? Jelaskan secara singkat empat di antaranya.
13. Bedakan antara lantai teraso dan lantai mosaik.
14. Jelaskan dengan sketsa pelat bata bertulang dan lantai ubin berongga.
15. Sebutkan keuntungan dan kerugian atap datar.
16. Sebutkan berbagai jenis atap tunggal dan berikan sketsanya.
17. Apa itu rangka atap? Apa saja bahan yang digunakan untuk membuat rangka atap? Berikan sketsa dari empat jenis rangka atap.
18. Tulis catatan singkat tentang
 - a. Atap cangkang
 - b. Atap pelat lipat.
19. Jelaskan keuntungan dan kerugian
 - a. Atap cangkang dibandingkan konstruksi balok-pelat
 - b. Atap pelat lipat dibandingkan atap cangkang.
20. Tulis catatan singkat tentang penutup atap berikut ini
 - a. jerami
 - b. sirap
 - c. genteng
 - d. batu tulis.
21. Bandingkan antara penutup lembaran A.C. dan G.I.
22. Tulis catatan singkat tentang ukuran pintu dan jendela.
23. Buat sketsa jenis pintu berikut ini
 - a. Pintu berpalang dan bertiang
 - b. Pintu berpalang, bertiang, dan berpenguat
 - c. Berkisi-kisi.
24. Tulis catatan singkat tentang
 - a. pintu putar
 - b. pintu ayun
 - c. pintu geser
25. Bedakan antara
 - a. Jendela lipat dan pintu gulung
 - b. Pintu lipat dan pintu putar.
26. Jelaskan empat jenis jendela yang diklasifikasikan berdasarkan posisinya.
27. Buat sketsa jendela pelana, jendela atap, jendela atap, dan jendela bening.
28. Apa yang dimaksud dengan ambang pintu? Di mana Anda menggunakan ambang pintu? Jelaskan secara singkat berbagai jenis ambang pintu yang digunakan.

29. Jelaskan istilah anak tangga dan tapak tangga. Berikan hubungan yang diinginkan di antara keduanya.
30. Buat sketsa tangga berkaki anjing, tangga terbuka, dan tangga geometris.
31. Tulis catatan singkat tentang tangga lurus dan tangga spiral.
32. Apa saja hal penting yang perlu diperhatikan dalam menentukan lokasi tangga?

BAB 9

KELEMBAPAN DAN PENCEGAHANNYA

Kelembapan dalam suatu bangunan adalah adanya uap air di berbagai bagian bangunan seperti lantai, dinding, atap, dll. Kelembapan yang terus-menerus pada suatu bangunan dapat menyebabkan kondisi yang tidak higienis, oleh karena itu perlu dilakukan tindakan pencegahan. Dalam bab ini, penyebab dan dampak kelembapan akan dibahas. Bahan-bahan ideal yang diperlukan untuk pencegahan kelembapan akan dibahas dan berbagai metode pencegahan kelembapan akan dijelaskan.

9.1 PENYEBAB KELEMBAPAN

Kelembapan dapat disebabkan oleh:

1. **Kelembapan karena Air Tanah:** Semua bangunan dibangun di atas tanah. Tanah menahan air dalam waktu yang lama. Terkadang permukaan air dapat naik dan bersentuhan dengan pondasi. Karena adanya kapiler, uap air dari tanah naik ke pondasi, lantai, dan bahkan ke dalam dinding.
2. **Air Hujan:** Dapat masuk ke dalam komponen bangunan karena berbagai alasan.
 - a. *Dari atas dinding:* Jika bagian atas dinding tidak dilindungi dengan lapisan kedap air seperti beton, air dapat masuk ke dalam dinding dan membuatnya lembap untuk waktu yang lama.
 - b. *Dari permukaan dinding luar:* Percikan air hujan ke dinding luar menyebabkan air masuk ke dalam dinding. Lapisan plester yang buruk merupakan sumber utama kelembapan jenis ini.
 - c. *Pemasangan pipa pembuangan yang tidak tepat:* Jika pipa pembuangan dari atap tidak terpasang dengan benar, lapisan tipis air menggenang di dekat mulut pipa pembuangan. Hal ini menyebabkan masuknya air hujan ke atap dan dinding.
 - d. *Kemiringan atap yang tidak tepat:* Pada atap datar, sering kali hal ini menjadi penyebab lembapnya atap. Jika kemiringan tidak diberikan dengan benar, genangan air terbentuk di atap datar, yang menyebabkan masuknya air ke dalam pelat. Setelah air masuk ke dalam pelat, air akan bertahan lama sehingga menciptakan kelembapan.
 - e. *Konstruksi yang cacat:* Sambungan dinding yang tidak sempurna, kemiringan yang tidak tepat ke chejja, sambungan konstruksi di atap, dll. menyebabkan kelembapan pada bangunan.
3. **Kebocoran dari Pipa:** Dari tangki air, pipa-pipa dialirkan melalui atap dan sepanjang dinding. Dari kamar mandi, toilet, dan dapur, air dialirkan keluar dengan berbagai jenis pipa. Pipa-pipa tersebut disambung untuk mendapatkan panjang dan putaran yang dibutuhkan. Sering kali air bocor melalui sambungan yang mengakibatkan kelembapan pada komponen bangunan.

9.2 DAMPAK BURUK DARI KELEMBAPAN

Dampak buruk dari kelembapan adalah sebagai berikut:

1. Bercak-bercak terbentuk dan merusak tampilan bangunan.
2. Cat, cat putih, dan lukisan rusak.
3. Plester hancur.
4. Batu bata dan batu hancur sehingga membahayakan bangunan.
5. Baja pada pelat dan balok mulai berkarat. Ini mengurangi umur bangunan.
6. Hubungan arus pendek listrik dapat terjadi.
7. Lantai dapat mengendap.
8. Penutup lantai rusak.
9. Komponen kayu bangunan seperti kusen pintu, lemari melengkung.
10. Kayu membusuk kering.
11. Rayap menjadi aktif dan menyerang barang-barang dari kayu.
12. Nyamuk berkembang biak.
13. Kegelepan bersama dengan kelembapan dan kegelapan menghasilkan kuman yang menimbulkan banyak penyakit.

9.3 PERSYARATAN BAHAN YANG IDEAL UNTUK ANTI-LEMBUT

Persyaratan bahan yang ideal untuk anti-lembap adalah:

1. Harus kedap air.
2. Harus fleksibel.
3. Harus mudah untuk melakukan sambungan anti-bocor.
4. Harus stabil.
5. Harus tahan lama. Umur pakainya harus sama dengan umur bangunan itu sendiri.
6. Harus menahan beban dengan aman.
7. Tidak boleh mengandung sulfat, klorida, dan nitrat.
8. Harus murah.

9.4 BAHAN UNTUK ANTI-LEMBAP

Bahan-bahan yang digunakan untuk anti-lembap adalah:

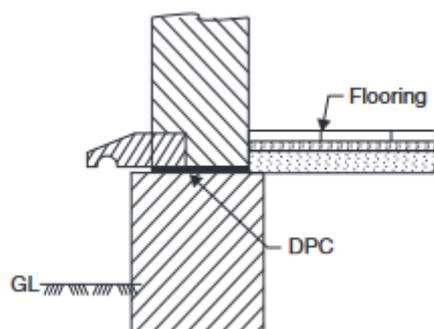
1. *Bitumen*: Dalam kondisi panas, aspal sangat fleksibel dan dapat diaplikasikan dengan kuas pada alas beton atau mortar. Ketebalan lapisan yang diberikan sekitar 3 mm.
2. *Aspal mastik*: Ini adalah bahan semi-kaku. Aspal ini diperoleh dengan memanaskan aspal dengan pasir dan pengisi mineral. Aspal ini benar-benar kedap air. Aspal ini harus dipasang dengan sangat hati-hati.
3. *Bitumen atau aspal felt*: Ini adalah bahan fleksibel yang tersedia dalam bentuk gulungan. Aspal ini tersedia pada pelat atap dan dinding parapet dengan tumpang tindih 100 mm di sisi-sisinya. Tumpang tindih disegel dengan bitumen. Aspal ini tidak menahan gerakan berat.

4. *Batu bata*: Batu bata yang baik dengan daya serap air kurang dari 5 persen terkadang digunakan untuk membuat lapisan anti-lembap. Batu bata dipasang dalam dua hingga empat lapisan dalam mortar semen.
5. *Batu*: Batu seperti granit, trap dan batu tulis dapat diletakkan di atas dinding hingga lebar penuh sebagai lapisan kedap air.
6. *Mortar*: Mortar semen dengan perbandingan 1 : 3 dengan sedikit kapur dan bahan anti-air digunakan untuk membuat lapisan kedap air pada fondasi, pelat lantai dasar, bagian atas dinding tembok pembatas, dll. Dapat digunakan untuk memplester dinding luar.
7. *Beton*: Untuk memeriksa naiknya air ke dalam dinding, lapisan beton semen setebal 75 mm hingga 100 mm dengan perbandingan $1 : 1\frac{1}{2} : 3$ atau $1 : 2 : 4$ disediakan sebelum memulai pembangunan dinding. Lapisan ini dapat dilengkapi dengan cat aspal panas sebagai tindakan pencegahan tambahan.
8. *Lembaran logam*: Lembaran aluminium, tembaga atau timah disediakan untuk menutup sambungan konstruksi. Di atas lembaran ini disediakan lapisan aspal.
9. *Lembaran plastik*: Lembaran plastik merupakan lapisan yang sangat baik untuk antilembap. Lembaran ini terbuat dari polietilen hitam setebal 1 mm.

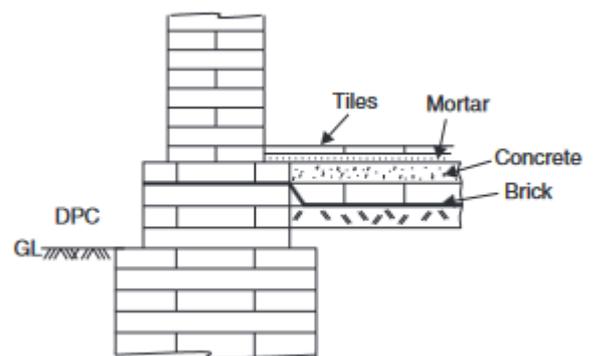
9.5 METODE PEMBUATAN ANTI LEMBAB

Berbagai metode pembuatan kedap air diberikan di bawah ini:

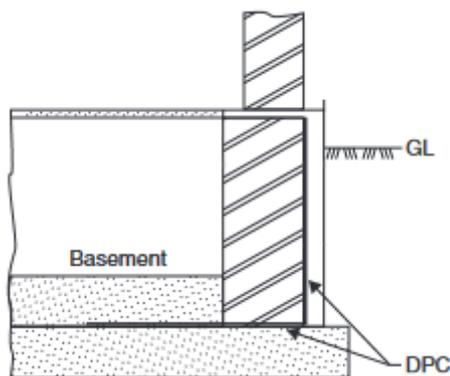
1. **Menyediakan lapisan kedap air**: Terdiri dari penyediaan lapisan kedap air antara sumber kelembapan dan komponen bangunan. DPC dapat berupa bahan anti-air seperti bitumen, aspal mastik, beton semen, lembaran logam atau plastik. DPC harus menutupi seluruh lebar dinding. DPC harus diletakkan di permukaan mortar yang rata. Sambungan harus seminimal mungkin dan tidak boleh berada di titik kritis. Ketika DPC horizontal di atap dilanjutkan pada permukaan vertikal dinding parapet, sambungan harus diisi dengan fillet beton semen setebal sekitar 75 mm. Gambar 9.1 menunjukkan detail penyediaan lapisan kedap air di tingkat alas. Sedangkan Gambar 9.2 menunjukkan detail lapisan kedap air untuk dinding dan lantai. Gambar 9.3 menunjukkan rincian kursus pelapisan kedap air untuk ruang bawah tanah.



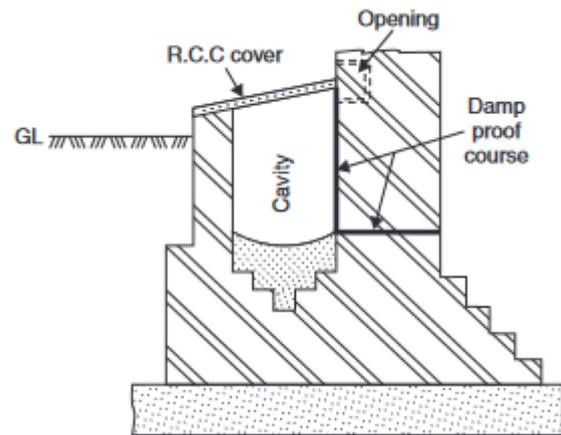
Gambar 9.1. DPC pada tingkat alas



Gambar 9.2. DPC pada tingkat lantai



Gambar 9.3. DPC untuk ruang bawah tanah



Gambar 9.4. Menyediakan dinding rongga

2. **Menyediakan dinding rongga:** Dinding rongga dapat dibangun untuk melindungi pasangan bata pondasi dan dinding seperti yang ditunjukkan pada Gambar 9.4. Rongga tersebut mencegah kelembaban berpindah dari dinding luar ke dalam.
3. **Perawatan permukaan:** Jika kelembaban hanya di permukaan dan tidak di bawah tekanan, metode ini berguna. Metode ini terdiri dari penerapan lapisan senyawa anti air di permukaan. Beberapa bahan anti air yang digunakan untuk perawatan tersebut adalah silikat natrium atau kalium dan sulfat aluminium, seng, dan magnesium.
4. **Perlakuan integral:** Terdiri dari pencampuran senyawa yang tersedia secara komersial dalam air sebelum beton dicampur basah. Senyawa ini terbuat dari kapur, bedak, tanah liat, atau senyawa kimia seperti kalsium klorida, aluminium sulfat, kalsium klorida, dll. Beberapa senyawa mengandung senyawa seperti sabun, minyak bumi, asam lemak, dll.
5. **Guniting:** Dalam metode ini campuran semen dan air dipaksa oleh senapan semen pada permukaan agar kedap air. Kemudian mortar semen 1 : 3 atau 1 : 4 diaplikasikan ke permukaan dengan tekanan menggunakan udara bertekanan. Dengan demikian, lapisan mortar kedap air terbentuk.
6. **Grouting bertekanan:** Ini adalah metode yang digunakan untuk menutup retakan pada permukaan beton. Dalam metode ini, grouting semen dipaksa di bawah tekanan.

LATIHAN SOAL

1. Apa itu kelembapan? Berikan berbagai alasan untuk kelembapan.
2. Sebutkan berbagai efek buruk dari kelembapan.
3. Apa saja persyaratan material yang ideal untuk kedap air?
4. Tulis catatan singkat tentang material yang digunakan untuk kursus kedap air.
5. Dengan sketsa yang rapi jelaskan berbagai metode pekerjaan kedap air yang dilakukan di gedung.

BAB 10

TEKNIK KONSTRUKSI HEMAT BIAYA DALAM SKEMA PERUMAHAN

Sebagian besar penduduk India tinggal di rumah sementara dari lumpur, bambu, beratap jerami, atau dibangun dari produk limbah dalam bentuk yang sangat kasar. Rumah sementara tidak hanya tidak aman tetapi juga tidak higienis untuk ditinggali. Pemerintah India dan semua pemerintah negara bagian di India menyadari masalah besar ini dan karenanya telah membentuk dewan perumahan untuk pengembangan lokasi perumahan dan pembangunan rumah massal. Kebijakan perumahan nasional menekankan pada hal-hal berikut:

1. Pengaturan untuk pemilihan dan promosi teknologi yang telah terbukti.
2. Promosi pembuatan bahan bangunan dan komponen melalui bantuan keuangan, bantuan teknis, konsesi fiskal.
3. Mendukung jaringan pusat bangunan yang luas.
4. Mendirikan organisasi khusus untuk teknologi, penelitian, aplikasi, dan promosi yang berkaitan dengan bidang-bidang berikut:
 - a. Bahan bangunan dan komponen.
 - b. Pendekatan selektif terhadap teknologi.
 - c. Pemasaran melalui pusat bangunan.
 - d. Waralaba pusat bangunan.
 - e. Pengembangan standar yang sesuai.

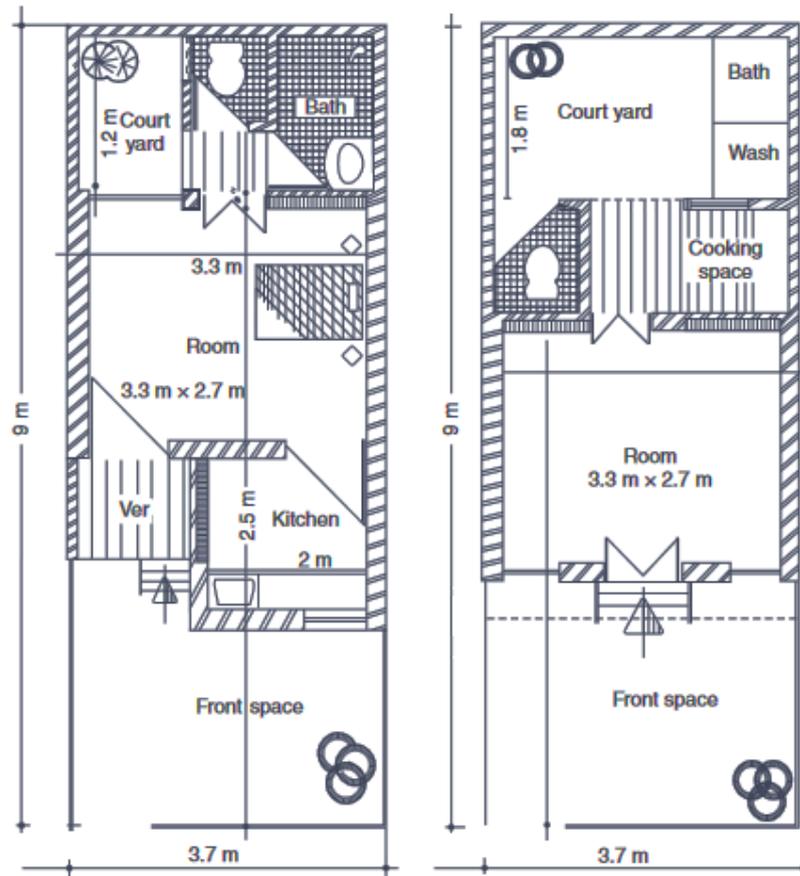
Sebagai hasil dari kebijakan perumahan ini, banyak dana mengalir ke lembaga pendidikan dan pusat penelitian untuk mengembangkan teknologi perumahan berbiaya rendah, pembangunan Nirmithi Kendras dan sejumlah besar pekerjaan perumahan massal yang termasuk dalam Ashraya Yojana.

10.1 STANDAR MINIMUM

Jelas bahwa biaya konstruksi berbanding lurus dengan luas area yang dicakup. Dalam perumahan berbiaya rendah, ekonomi dalam konstruksi merupakan faktor penting, tetapi orang tidak boleh melupakan fakta bahwa penghematan yang dilakukan tidak ada gunanya, jika persyaratan minimum kenyamanan fisik dasar di tempat tinggal tidak terpenuhi. Untuk memenuhi persyaratan ganda ekonomi dan kenyamanan ini, orang harus bergantung pada teknologi konstruksi yang hemat biaya untuk menyediakan akomodasi berstandar minimum. Berdasarkan rekomendasi komisi perencanaan, Pemerintah India telah mengadopsi standar minimum berikut:

- | | |
|--------------------|---------------------|
| 1. Ruang tamu | 11,1 m ² |
| 2. Teras dan dapur | 6,5 m ² |
| 3. Kamar mandi | 1,3 m ² |

4. Toilet $\frac{1,1 \text{ m}^2}{20,0 \text{ m}^2}$



Gambar 10.1 menunjukkan rencana tipikal untuk lintasan berbiaya rendah.

10.2 PENDEKATAN TERHADAP SKEMA PERUMAHAN MASSAL YANG HEMAT BIAYA

Langkah-langkah berikut diperlukan untuk mengatasi kekurangan akut rumah murah yang layak:

1. **Pengembangan Lokasi:** Pemerintah dan lembaga pemerintah harus mengidentifikasi lokasi yang sesuai untuk mengembangkan lokasi rumah murah. Lokasi tersebut harus dilengkapi dengan pasokan air, sanitasi, jalan, penerangan jalan, dan fasilitas transportasi umum. Area tersebut harus dilengkapi dengan layanan perbelanjaan, pendidikan, dan kesehatan yang sesuai dengan kondisi sosial-ekonomi, budaya, dan lingkungan.
2. **Bantuan Keuangan:** Orang miskin harus diberikan bantuan keuangan dalam bentuk hibah dan pinjaman murah untuk membangun rumah murah.
3. **Bangun Rumah Murah Model:** Beberapa rumah murah model harus dibangun untuk menunjukkan teknologi pembangunan rumah murah.
4. **Skema Swadaya:** Orang berpenghasilan rendah mampu membantu diri mereka sendiri dalam membangun tempat tinggal dengan biaya yang dapat diterima. Program

perumahan swadaya terdiri dari memotivasi penerima manfaat, memperluas pengetahuan teknis dan pekerja terampil yang dibutuhkan untuk beberapa pekerjaan.

5. **Perumahan Kerangka:** Pengetahuan teknis untuk membangun kerangka perumahan harus diketahui oleh penerima manfaat. Mereka harus diizinkan untuk membuat perubahan dan perbaikan tertentu dalam penyelesaian akhir agar sesuai dengan posisi keuangan dan selera mereka.

10.3 TEKNIK KONSTRUKSI YANG HEMAT BIAYA

Penelitian dan pengembangan yang ekstensif telah dilakukan di berbagai pusat penelitian untuk menggunakan bahan lokal, bahan limbah, dan komponen struktural prefabrikasi guna mengurangi biaya konstruksi. Beberapa teknologi hemat biaya yang telah ditingkatkan tercantum di bawah ini:

1. **Pondasi:** Tiang pancang yang dibor di bawah pondasi telah dikembangkan untuk perumahan di daerah tanah kapas hitam.
2. **Lapisan Tahan Lembap:** Penggunaan polietilena, bahan bitumen, dan mortar semen dengan agen kedap air telah disarankan untuk lapisan tahan lembap.
3. **Dinding:** Bata abu terbang, blok beton berongga pracetak (tanpa plester), panel bata, dan panel dinding pracetak dapat digunakan untuk mendapatkan kenyamanan yang cukup baik dengan biaya yang murah.
4. **Pintu dan Jendela:** Rangka R.C.C. pracetak dapat menghemat biaya 25 hingga 30 persen jika dibuat dengan rangka kayu. Alih-alih daun jendela kayu, daun jendela papan partikel dapat digunakan.
5. **Ambang Pintu dan Chejja:** Batu dan batu tulis yang tersedia secara lokal dapat berfungsi sebagai ambang pintu dan chejja.
6. **Elemen Struktural Pracetak:** Dalam pekerjaan konstruksi massal, anggota pracetak dapat digunakan untuk kolom, balok, penuhi, dan tangga. Kita juga dapat mempertimbangkan untuk menggunakan panel dinding.
7. **Unit Atap:** Lembaran AC, lembaran serat berikat semen, lembaran kertas bergelombang, lempengan seluler kapur dan abu terbang, papan padat, batu tulis, unit atap ferosemen, dll. dapat digunakan untuk atap perumahan berbiaya rendah.
8. **Lantai:** Lantai perumahan berbiaya rendah dapat dibuat dari dasar tanah semen, ubin tanah liat tipis, batu bata di tepinya, atau dengan batu-batuan.

Jika perumahan kelompok diambil secara otomatis, ada pengurangan biaya, karena mobilisasi manusia, biaya material berkurang, dan kontinuitas pekerjaan buruh tetap terjaga.

LATIHAN SOAL

1. Tuliskan catatan penjelasan tentang teknik konstruksi yang hemat biaya.
2. Apa standar minimum yang direkomendasikan untuk perumahan murah?
3. Apa pendekatan yang tepat untuk pekerjaan perumahan massal yang hemat biaya?

BAB 11

PENDAHULUAN TENTANG SURVEI

Survei adalah seni melakukan pengukuran objek di atas, di bawah, atau di atas tanah untuk menunjukkan posisi relatifnya di atas kertas. Posisi relatif yang dibutuhkan adalah horizontal, vertikal, atau keduanya. Secara kurang tepat, istilah Survei digunakan untuk mengukur objek pada posisi horizontal. Pengukuran untuk menentukan posisi vertikal relatifnya dikenal sebagai perataan.

11.1 TUJUAN DAN KEGUNAAN SURVEI

Sebagaimana dinyatakan dalam definisi, tujuan survei adalah untuk menunjukkan posisi relatif berbagai objek di suatu area di atas kertas dan menghasilkan rencana atau peta area tersebut. Berbagai kegunaan survei tercantum di bawah ini:

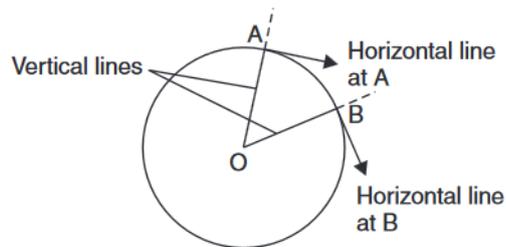
1. Rencana yang disiapkan untuk mencatat batas-batas properti milik pribadi, publik, dan pemerintah membantu menghindari kontroversi yang tidak perlu.
2. Peta yang disiapkan untuk menandai batas-batas negara, negara bagian, distrik, dll., menghindari perselisihan.
3. Rencana lokasi membantu mengidentifikasi lokasi rumah dan kantor di area tersebut.
4. Peta jalan membantu pelancong dan wisatawan.
5. Peta topografi yang menunjukkan fitur-fitur alam seperti sungai, anak sungai, bukit, hutan membantu dalam merencanakan proyek irigasi dan tindakan pengendalian banjir.
6. Untuk merencanakan dan memperkirakan pekerjaan proyek seperti jalan, jembatan, rel kereta api, bandara, penyediaan air, dan pembuangan air limbah, diperlukan survei.
7. Survei kelautan dan hidrografi membantu dalam merencanakan rute navigasi dan pelabuhan.
8. Survei militer diperlukan untuk perencanaan strategis. (ix) Survei tambang diperlukan untuk mengeksplorasi kekayaan mineral.
9. Survei geologi diperlukan untuk menentukan strata yang berbeda di kerak bumi sehingga lokasi yang tepat untuk reservoir ditemukan.
10. Survei arkeologi berguna untuk menggali peninggalan zaman kuno.
11. Survei astronomi membantu dalam studi pergerakan planet dan untuk menghitung waktu lokal dan standar.

11.2 BAGIAN UTAMA DALAM SURVEI

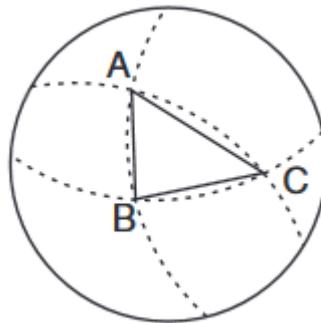
Bumi berbentuk bulat pepat, dengan panjang sumbu ekuator 12.756,75 km dan sumbu kutub 12.713,80 km. Karena perbedaan antara kedua sumbu ini dan ketidakteraturan di permukaan bumi sangat kecil (Catatan: Ketinggian Gunung Everest adalah 8,79 km) dibandingkan dengan kedua sumbu ini, bumi dapat dianggap sebagai bola. Gambar 11.1

menunjukkan bidang melingkar yang melalui titik A di permukaan bumi. Gaya gravitasi selalu mengarah ke pusat bumi.

Oleh karena itu, garis tegak lurus yang ditunjukkan pada Gambar 11.1 adalah garis vertikal. Garis yang tegak lurus terhadap garis vertikal (bersinggungan dengan permukaan bumi) dikenal sebagai garis horizontal. Dalam survei, semua pengukuran di titik mana pun searah dengan kedua garis ini.



Gambar 11.1. Garis vertikal dan horizontal



Gambar 11.2. Segitiga bidang dan segitiga bola

Jelas, garis vertikal dan horizontal di titik B lainnya tidak sejajar dengan garis masing-masing di A. Perlu dicatat bahwa semua garis yang terletak di permukaan bumi adalah garis lengkung dan semua segitiga adalah segitiga bola seperti yang ditunjukkan pada Gambar 11.2. Oleh karena itu, survei melibatkan trigonometri bola.

Jika area yang akan disurvei kecil, kelengkungan bumi dapat diabaikan dan semua garis tegak lurus diperlakukan sebagai vertikal yang sama. Oleh karena itu, garis yang tegak lurus terhadap garis tegak lurus di titik mana pun di area tersebut diperlakukan sebagai horizontal yang sama. Semua segitiga di area tersebut dapat diperlakukan sebagai segitiga bidang.

Survei yang mengabaikan kelengkungan bumi disebut Survei Bidang dan survei yang mempertimbangkan kelengkungan bumi dikenal sebagai Survei Geodetik. Tidak ada nilai pasti yang dapat ditetapkan untuk area yang surveinya dapat diperlakukan sebagai bidang, karena tingkat akurasi yang diperlukan membentuk faktor pengendali. Akan tetapi, poin-poin berikut perlu diperhatikan:

- a. Panjang busur sepanjang 1,2 km di permukaan bumi rata-rata hanya 1 mm lebih panjang dari garis lurus yang menghubungkan kedua titik tersebut.

- b. Jumlah sudut dalam suatu bangun geometri yang diletakkan di permukaan bumi berbeda dari sudut dalam bangun yang sesuai hanya sejauh satu detik untuk area seluas sekitar 200 kilometer persegi.

Oleh karena itu, survei bidang digunakan dalam sebagian besar proyek teknik. Survei geodetik digunakan untuk menentukan posisi stasiun kontrol yang tepat di permukaan bumi yang dihubungkan dengan detail survei bidang dalam pekerjaan yang lebih besar seperti menyiapkan peta negara. Dengan demikian, dalam survei ada dua divisi utama yaitu Survei Geodetik dan Survei Bidang.

11.3 PRINSIP DASAR SURVEI

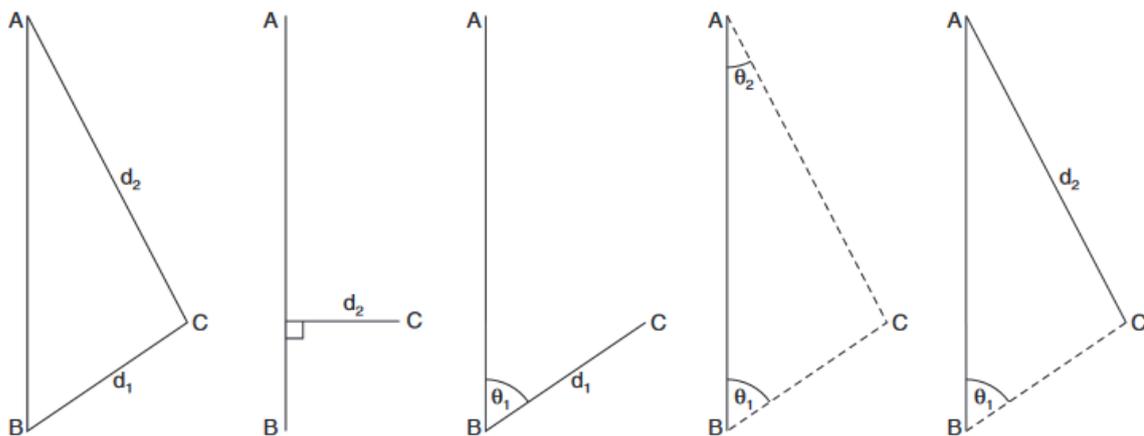
Untuk mendapatkan hasil survei yang akurat, seseorang harus mengikuti prinsip-prinsip dasar berikut:

- a. Bekerja dari keseluruhan ke bagian
- b. Berhati-hatilah saat menentukan titik kontrol baru.

Bekerja dari Keseluruhan ke Bagian

Dalam survei area yang luas, sistem titik kontrol diidentifikasi dan ditempatkan dengan presisi tinggi. Kemudian titik kontrol sekunder ditempatkan menggunakan metode yang kurang presisi. Rincian area lokal diukur dan diplot sehubungan dengan titik kontrol sekunder. Ini disebut bekerja dari keseluruhan ke bagian. Prinsip dalam survei ini membantu dalam melokalisasi kesalahan. Jika survei dilakukan dengan menambahkan area lokal, kesalahan terakumulasi dan dapat menjadi tidak dapat diterima saat area yang luas dicakup.

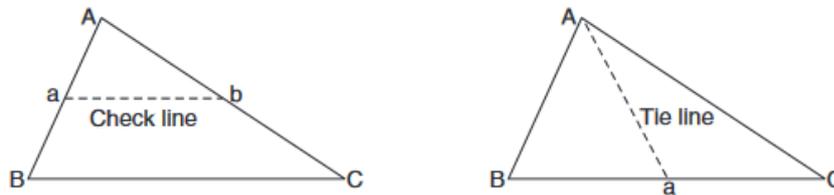
Kehati-hatian Ekstra dalam Menetapkan Titik Kontrol Baru



Gambar 11.3. Menentukan titik C sehubungan dengan titik A dan B

Gambar 11.3 menunjukkan berbagai metode untuk menentukan titik C sehubungan dengan titik A dan B yang telah ditetapkan dengan mengukur sisi, sudut, atau menetapkan garis tegak lurus. Untuk menentukan titik kontrol (stasiun) baru sehubungan dengan titik yang telah ditetapkan, setidaknya dua proses independen harus diikuti. Jika A dan B telah menjadi titik kontrol yang telah ditetapkan dan sehubungan dengan titik tersebut, titik kontrol C yang baru akan ditetapkan, selain dari pengukuran minimum yang diperlukan seperti yang

ditunjukkan pada Gambar 11.3, satu pengukuran lagi harus dilakukan. Mengukur panjang garis pemeriksaan dan garis pengikat juga akan memenuhi tujuan ini (Gambar 11.4).



Gambar 11.4. Garis periksa dan garis ikat

11.4 KLASIFIKASI SURVEI

Survei dapat diklasifikasikan berdasarkan hal-hal berikut:

- Sifat bidang survei
- Objek survei
- Instrumen yang digunakan dan
- Metode yang digunakan.

Klasifikasi Berdasarkan Sifat Bidang Survei

Berdasarkan hal ini, survei dapat diklasifikasikan sebagai survei darat, survei laut atau hidrolik, dan survei astronomi.

Survei Darat.

Survei ini melibatkan pengukuran berbagai objek di darat. Jenis survei ini dapat diklasifikasikan lebih lanjut seperti yang diberikan di bawah ini:

- a. *Survei Topografi:* Survei ini dimaksudkan untuk memetakan fitur alam seperti sungai, danau, hutan, dan bukit serta fitur buatan manusia seperti jalan raya, rel kereta api, kota, desa, dan kanal.
- b. *Survei Kadestral:* Survei ini digunakan untuk menandai batas-batas kotamadya, desa, taluka, distrik, negara bagian, dll. Survei yang dilakukan untuk menandai properti individu juga termasuk dalam kategori ini.
- c. *Survei Kota:* Survei yang dilakukan sehubungan dengan pembangunan jalan, pasokan air, dan saluran pembuangan limbah termasuk dalam kategori ini.

Survei Kelautan atau Hidrografi.

Survei yang dilakukan untuk menemukan kedalaman air di berbagai titik di badan air seperti laut, sungai, dan danau termasuk dalam kategori ini. Menemukan kedalaman air di titik-titik tertentu dikenal sebagai pengukuran kedalaman.

Survei Astronomi.

Pengamatan yang dilakukan terhadap benda-benda langit seperti matahari, bintang, dll., untuk menemukan posisi absolut titik-titik di bumi dan untuk tujuan menghitung waktu setempat dikenal sebagai survei astronomi.

Klasifikasi Berdasarkan Objek Survei

Berdasarkan objek survei, klasifikasi dapat berupa survei teknik, survei militer, survei tambang, survei geologi, dan survei arkeologi.

- Survei Teknik*: Tujuan dari jenis survei ini adalah untuk mengumpulkan data untuk merancang proyek teknik sipil seperti jalan, rel kereta api, irigasi, pasokan air, dan pembuangan limbah. Survei ini selanjutnya dibagi lagi menjadi: Survei Pengintaian untuk menentukan kelayakan dan estimasi skema. Survei Pendahuluan untuk mengumpulkan informasi lebih lanjut guna memperkirakan biaya proyek, dan Survei Lokasi untuk memulai pekerjaan di lapangan.
- Survei Militer*: Survei ini dimaksudkan untuk menyusun rencana yang penting secara strategis.
- Survei Tambang*: Survei ini digunakan untuk mengeksplorasi kekayaan mineral.
- Survei Geologi*: Survei ini untuk menemukan berbagai lapisan di kerak bumi.
- Survei Arkeologi*: Survei ini untuk menggali peninggalan zaman kuno.

Klasifikasi Berdasarkan Instrumen yang Digunakan

Berdasarkan instrumen yang digunakan, survei dapat diklasifikasikan sebagai:

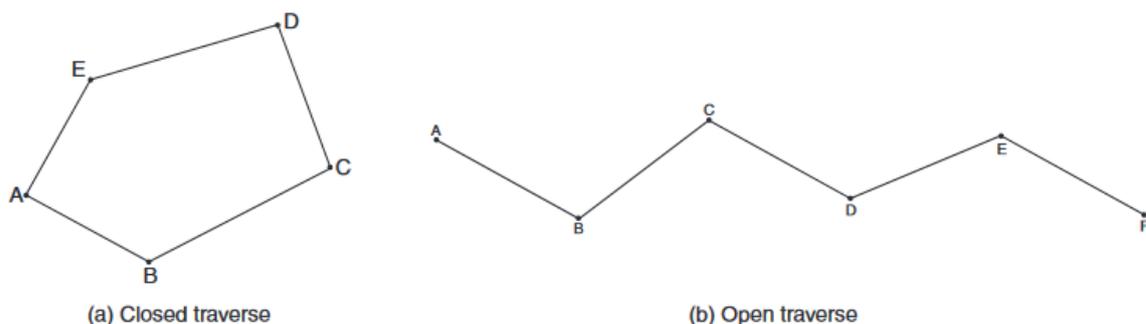
- Survei rantai
- Survei kompas
- Survei bidang datar
- Survei teodolit
- Survei takometrik
- Survei modern menggunakan pengukur jarak elektronik dan stasiun total
- Survei fotografi dan udara

Survei diajarkan kepada siswa terutama berdasarkan klasifikasi ini.

Klasifikasi Berdasarkan Metode yang Digunakan

Atas dasar ini, survei diklasifikasikan menjadi triangulasi dan traversing.

- Triangulasi: Dalam metode ini, titik kontrol ditetapkan melalui jaringan segitiga.
- Traversing: Dalam skema penetapan titik kontrol ini, terdiri dari serangkaian titik terhubung yang ditetapkan melalui pengukuran linier dan sudut. Jika garis terakhir bertemu dengan titik awal, maka disebut traverse tertutup. Jika tidak bertemu, maka disebut traverse terbuka [Gambar 11.5].



Gambar 11.5. Traverse

11.5 RENCANA DAN PETA

Sebagaimana dinyatakan dalam definisi survei, tujuan pengukuran adalah untuk menunjukkan posisi relatif berbagai objek di atas kertas. Representasi seperti itu di atas kertas disebut rencana atau peta. Rencana dapat didefinisikan sebagai representasi grafis dari fitur-fitur di atas, dekat, atau di bawah permukaan bumi sebagaimana diproyeksikan pada bidang horizontal dengan skala yang sesuai.

Namun, karena permukaan bumi melengkung dan permukaan kertas datar, tidak ada bagian bumi yang dapat direpresentasikan pada peta tersebut tanpa distorsi. Jika area yang akan direpresentasikan kecil, distorsinya lebih sedikit dan skala besar dapat digunakan. Representasi seperti itu disebut rencana. Jika area yang akan direpresentasikan besar, kecil, skala harus digunakan dan distorsinya besar. Representasi area yang lebih besar disebut peta. Representasi lokalitas tertentu di area kotamadya adalah rencana sementara representasi negara bagian/negara adalah peta. Tidak ada batasan yang pasti antara rencana dan peta.

11.6 SKALA

Tidak mungkin dan juga tidak diinginkan untuk membuat peta dengan skala satu banding satu. Saat membuat peta, semua jarak dikurangi dengan proporsi yang tetap. Proporsi tetap itu disebut skala peta. Jadi, jika 1 mm di atas kertas mewakili 1 meter di lapangan, maka skala peta adalah $1 \text{ mm} = 1 \text{ m}$ atau $1 \text{ mm} = 1000 \text{ mm}$ atau $1 : 1000$. Untuk membuat skala tidak bergantung pada satuan, sebaiknya gunakan faktor representatif yang dapat didefinisikan sebagai rasio satuan di atas kertas dengan jumlah satuan yang diwakilinya di lapangan. Jadi, $1 \text{ mm} = 1 \text{ m}$ setara dengan

$$RF = \frac{1}{1000}$$

Selain menuliskan skala pada peta, sebaiknya skala tersebut ditampilkan secara grafis. Alasannya, seiring berjalannya waktu, kertas dapat menyusut dan pengurangan jarak dari peta dapat menyesatkan. Skala grafis harus cukup panjang (180 mm hingga 270 mm) dan pembagian skala utama harus mewakili satu, sepuluh, atau seratus unit sehingga dapat dibaca dengan mudah.

Skala peta dianggap

- a. besar jika lebih besar dari $1 \text{ cm} = 10 \text{ m}$, yaitu:

$$RF > \frac{1}{1000}$$

- b. antara jika berada di antara

$$RF = \frac{1}{1000} \text{ dan } \frac{1}{10.000}$$

- c. kecil jika

$$RF < \frac{1}{10.000}$$

Secara umum, skala yang dipilih harus sebesar mungkin, karena mata manusia tidak dapat membedakan dua titik jika jarak antara keduanya kurang dari 0,25 mm. Skala yang direkomendasikan untuk berbagai jenis survei ditunjukkan pada Tabel 11.1.

Tabel 11.1. Skala yang direkomendasikan untuk berbagai jenis survei

<i>Type of Survey</i>	<i>Scale</i>	<i>RF</i>
1. Building sites	1 cm = 10 m or less (1 : 1000 or less)	$\frac{1}{1000}$ or less
2. Town planning schemes and reservoirs	1 cm = 50 m to 100 m (1 : 5000 to 1 : 10000)	$\frac{1}{5000}$ to $\frac{1}{10000}$
3. Cadastral maps	1 cm = 5 m to 500 m (1 : 5000 to 1 : 50000)	$\frac{1}{500}$ to $\frac{1}{50000}$
4. Location surveys	1 cm = 50 m to 200 m (1 : 5000 to 1 : 20000)	$\frac{1}{5000}$ to $\frac{1}{20000}$
5. Topographic surveys	1 cm = 250 m to 2500 m (1 : 25000 to 1 : 250000)	$\frac{1}{25000}$ to $\frac{1}{250000}$
6. Geographic maps	1 cm = 5000 m to 160000 m (1 : 500000 to 1 : 16000000)	$\frac{1}{500000}$ to $\frac{1}{16000000}$
7. Route surveys	1 cm = 100 m (1 : 10000)	$\frac{1}{10000}$
8. Longitudinal sections		
(i) Horizontal scale	1 cm = 10 m to 200 m (1 : 1000 to 1 : 20000)	$\frac{1}{1000}$ to $\frac{1}{20000}$
(ii) Vertical scale	1 cm = 1 m to 2 m (1 : 100 to 1 : 200)	$\frac{1}{100}$ to $\frac{1}{200}$
9. Cross-sections (Both horizontal and vertical scales same)	1 cm = 1 m to 2 m (1 : 100 to 1 : 200)	$\frac{1}{100}$ to $\frac{1}{200}$

11.7 JENIS SKALA GRAFIS

Dua jenis skala berikut digunakan dalam survei:

- a. Skala Biasa
- b. Skala Diagonal.

Skala Biasa

Pada skala biasa, dua dimensi dapat dibaca secara langsung, seperti satuan dan persepuluh. Skala ini tidak digambar seperti penggaris biasa (skala 30 cm). Jika skala 1 : 40 akan digambar, penandaannya tidak seperti 4 m, 8 m, 12 m, dst. pada setiap jarak 1 cm. Konstruksi skala semacam itu diilustrasikan dengan contoh yang diberikan di bawah ini:

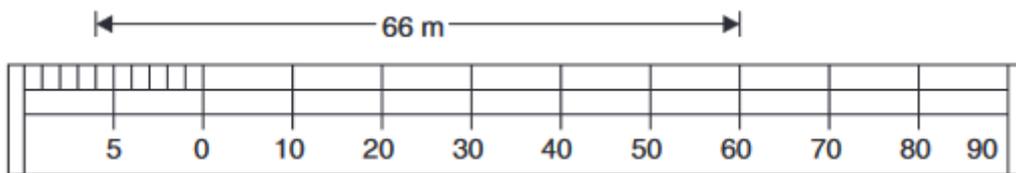
Contoh 11.1: Buatlah skala sederhana

$$RF = \frac{1}{500}$$

dan menunjukkan 66 m di atasnya.

Solusi. Jika panjang total skala dipilih sebagai 20 cm, maka itu mewakili panjang total $500 \times 20 = 10000 \text{ cm} = 100 \text{ m}$. Jadi, buatlah garis sepanjang 20 cm dan bagilah menjadi 10 bagian yang sama.

Jadi, setiap bagian sesuai dengan 10 m di lapangan. Bagian pertama di paling kiri dibagi lagi menjadi 10 bagian, setiap subdivisi mewakili 1 m di lapangan. Kemudian diberi nomor 1 hingga 10 dari kanan ke kiri seperti yang ditunjukkan pada Gambar 11.6. Jika jarak di lapangan antara 60 dan 70 m, jarak tersebut diambil dengan pembagi dengan menempatkan satu kaki pada tanda 60 m dan kaki lainnya pada subdivisi di bagian pertama. Jadi jarak lapangan mudah diubah menjadi jarak peta.



Gambar 11.6 Jarak lapangan dalam peta

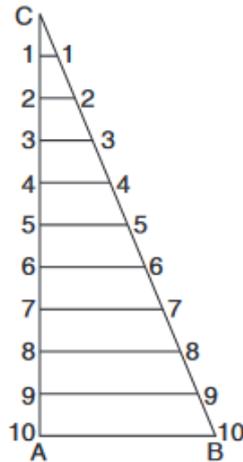
IS 1491—1959 merekomendasikan persyaratan skala polos metrik yang diberi nama A, B, C, D, E, dan F seperti yang ditunjukkan pada Tabel 11.2. Skala semacam itu umumnya tersedia di pasaran. Skala tersebut terbuat dari karton yang dipernis atau bahan plastik. Skala semacam itu umumnya digunakan oleh surveyor dan arsitek.

Tabel 11.2. Skala polos yang direkomendasikan

<i>Designation</i>	<i>Scale</i>	<i>RF</i>
A	Full size	1/1 (1:1)
	50 cm to a metre	1/2 (1:2)
B	40 cm to a metre	1/2.5 (1:25)
	20 cm to a metre	1/5 (1:5)
C	10 cm to a metre	1/10 (1:10)
	5 cm to a metre	1/20 (1:20)
D	2 cm to a metre	1/50 (1:50)
	1 cm to a metre	1/100 (1:100)
E	5 mm to a metre	1/200 (1:200)
	2 mm to a metre	1/500 (1:500)
F	1 mm to a metre	1/1000 (1:1000)
	0.5 mm to a metre	1/2000 (1:2000)

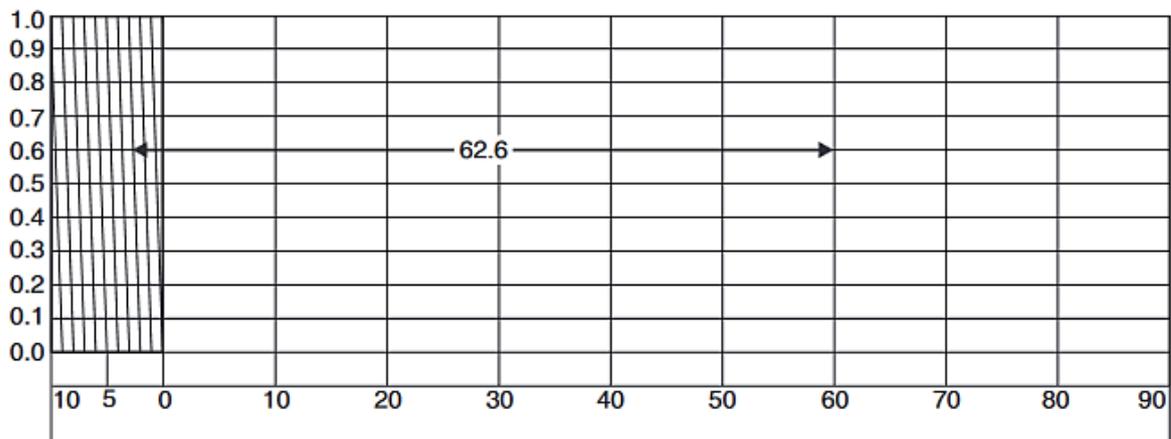
Skala Diagonal

Pada skala biasa, hanya satuan dan sepersepuluh yang dapat ditampilkan, sedangkan pada skala diagonal, satuan, sepersepuluh, dan seperseratus dapat ditampilkan. Satuan dan sepersepuluh ditampilkan dengan cara yang sama seperti pada skala biasa. Untuk menampilkan seperseratus, digunakan prinsip segitiga sebangun. Jika AB memiliki panjang yang kecil dan sepersepuluhnya harus ditampilkan, maka dapat ditampilkan seperti yang dijelaskan pada Gambar 11.7 di bawah ini.



Gambar 11.7 Skala Diagonal

Gambarkan garis AC dengan panjang yang sesuai pada sudut siku-siku terhadap skala AB. Bagilah menjadi 10 bagian yang sama. Hubungkan BC. Dari setiap titik kesepuluh pada garis AC, gambarlah garis yang sejajar dengan AB hingga bertemu dengan garis BC. Kemudian garis 1–1 mewakili 1/10 dari AB, 6–6 mewakili 6/10 dari AB, dan seterusnya. Gambar 11.8 menunjukkan konstruksi skala diagonal dengan RF = 1/500 dan menunjukkan 62,6 m.



Gambar 11.8. Skala diagonal

IS 1562—1962 merekomendasikan skala diagonal A, B, C, dan D seperti yang ditunjukkan pada Tabel 11.3.

Tabel 11.3. Skala diagonal standar India (disarankan)

Designation	RF	Total Gradiated Length
A	$\frac{1}{1}$	150 cm
B	$\frac{1}{\frac{100000}{1}}$ $\frac{1}{\frac{50000}{1}}$ $\frac{1}{\frac{25000}{1}}$	100 cm
C	$\frac{1}{\frac{100000}{1}}$ $\frac{1}{\frac{50000}{1}}$ $\frac{1}{\frac{25000}{1}}$	50 cm
D	$\frac{1}{\frac{100000}{1}}$ $\frac{1}{\frac{8000}{1}}$ $\frac{1}{\frac{4000}{1}}$	150 cm

11.8 SATUAN PENGUKURAN

Menurut Undang-Undang Standar Berat dan Ukuran, India memutuskan untuk meninggalkan sistem FPS yang digunakan sebelumnya dan beralih ke MKS pada tahun 1956. Pada tahun 1960, satuan Sistem Internasional (satuan SI) disetujui oleh konferensi berat dan ukuran. Ini adalah organisasi internasional yang sebagian besar negaranya menjadi anggota. Dalam sistem ini, satuan pengukuran linier juga adalah meter. Namun, dalam sistem ini penggunaan sentimeter dan dekameter tidak dianjurkan. Tentu saja, perbedaan utama antara MKS dan SI adalah dalam penggunaan satuan gaya. Dalam MKS, satuan gaya adalah kg-wt (yang umumnya disebut sebagai kg saja) sedangkan dalam SI adalah newton. Pengali yang direkomendasikan dalam satuan SI diberikan di bawah ini

Satuan giga = 1×10^9 satuan

Satuan mega = 1×10^6 satuan

Satuan kilo = 1×10^3 satuan

Satuan = 1×10^0 satuan

Satuan mili = 1×10^{-3} satuan

Satuan mikro = 1×10^{-6} satuan

Satuan linear yang umum digunakan dalam survei adalah kilometer, meter, dan milimeter. Namun, sentimeter belum sepenuhnya ditinggalkan.

Untuk mengukur sudut, sistem seksagesimal digunakan. Dalam sistem ini:

1 keliling = 360°

1 derajat = $60'$ (menit busur)

1 menit = 60'' (detik busur)

LATIHAN SOAL

1. Apa itu survei? Sebutkan tujuan dan kegunaannya.
2. Bedakan antara survei geodesi dan survei dataran.
3. Jelaskan istilah survei topografi dan survei kadaster.
4. Apa saja prinsip dasar survei? Jelaskan secara singkat.
5. Bahas klasifikasi survei berdasarkan
 - a. instrumen yang digunakan
 - b. tujuan survei dan
 - c. metode yang digunakan.
6. Bedakan antara denah dan peta.
7. Jelaskan dengan sketsa yang rapi konstruksi skala diagonal untuk mewakili 1 cm = 5 m dan menunjukkan 53,6 m di atasnya.

BAB 12

PENGUKURAN LINIER DAN SURVEI RANTAI

Semua jarak yang diperlukan untuk membuat denah adalah jarak horizontal. Oleh karena itu, di lapangan jarak horizontal diukur atau pembacaan yang cukup dilakukan untuk menghitung jarak horizontal. Dalam bab ini dijelaskan metode yang digunakan untuk pengukuran linier. Metode penyusunan denah hanya menggunakan pengukuran linier adalah dengan melakukan survei rantai. Metode ini juga dijelaskan dalam bab ini dan Konvensi Standar India untuk menunjukkan objek pada peta disajikan di akhir bab.

12.1 METODE PENGUKURAN LINIER

Berbagai metode yang digunakan untuk pengukuran linier dapat dikelompokkan sebagai:

- a. Perkiraan
- b. Menggunakan rantai atau pita
- c. Dengan cara optik dan
- d. Menggunakan instrumen pengukuran jarak elektromagnetik.

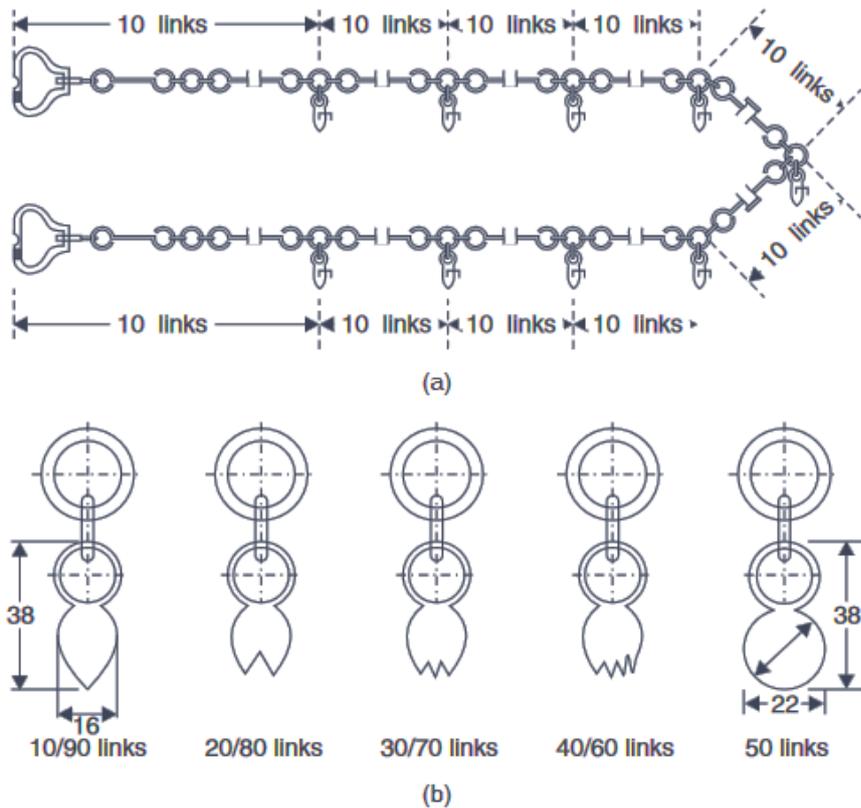
Metode Perkiraan Pengukuran Linier

Metode ini digunakan dalam survei pengintaian atau untuk mendeteksi kesalahan besar yang dilakukan saat mengukur dengan metode yang lebih baik. Di jalan yang mulus, metode ini dapat memberikan hasil dengan kesalahan 1 persen. Pengukuran perkiraan ini dapat dilakukan dengan:

- a. **Langkah:** Dalam metode ini, surveyor berjalan di sepanjang garis yang akan diukur dan menghitung jumlah langkah. Kemudian jarak yang diukur sama dengan jumlah langkah \times panjang rata-rata langkah. Panjang rata-rata langkah dapat ditemukan dengan berjalan di sepanjang panjang yang diketahui. Seorang pria normal mengambil langkah sepanjang 0,75 m hingga 0,8 m.
- b. **Menggunakan Passometer:** Passometer adalah instrumen seperti jam tangan yang dibawa secara vertikal di saku baju atau diikatkan di kaki. Alat ini mencatat jumlah langkah yang diambil. Dengan demikian, masalah penghitungan jumlah langkah dihilangkan dalam metode perkiraan pengukuran linier ini.
- c. **Menggunakan Pedometer:** Instrumen ini mirip dengan passometer tetapi dapat mencatat jarak, bukan jumlah langkah. Dalam hal ini, pengaturan nol dan pengaturan panjang langkah dilakukan sebelum berjalan.
- d. **Odometer:** Instrumen ini dipasang pada roda sepeda atau kendaraan lain. Alat ini mencatat jumlah putaran yang dilakukan oleh roda. Dengan mengetahui keliling roda, jarak yang ditempuh dapat diketahui.
- e. **Speedometer:** Odometer yang dikalibrasi untuk memberikan jarak secara langsung disebut speedometer. Alat ini hanya digunakan untuk kendaraan tertentu. Semua mobil dilengkapi dengan speedometer. Dengan menjalankan kendaraan di sepanjang garis yang akan diukur, jarak dapat diketahui.

Pengukuran dengan Rantai atau Pita

Pengukuran jarak menggunakan rantai atau pita disebut dengan chaining. Ini adalah metode yang akurat dan umum digunakan dalam survei: Instrumen ini dapat diklasifikasikan sebagai (i) rantai (ii) pita baja dan (iii) pita pengukur. (i) Rantai: Rantai terdiri dari 100 lembar kawat baja galvanis berdiameter 4 mm yang ditebuk menjadi cincin di ujungnya dan disambungkan satu sama lain oleh tiga cincin berbentuk lingkaran atau oval. Cincin ini memberikan fleksibilitas pada rantai. Ujung rantai dilengkapi dengan sambungan putar (Ref. Gambar 12.1(a)), sehingga rantai dapat diputar tanpa terpuntir. Untuk memudahkan pembacaan rantai, disediakan talley kuningan. Ujung mata rantai ke-10 dari setiap ujung dilengkapi dengan talley satu gigi, mata rantai ke-20 dilengkapi dengan talley dua gigi; mata rantai ke-30 dengan talley tiga gigi; mata rantai ke-40 dengan talley 4 gigi dan bagian tengah rantai dilengkapi dengan talley berbentuk lingkaran [Gambar 12.1(b)].

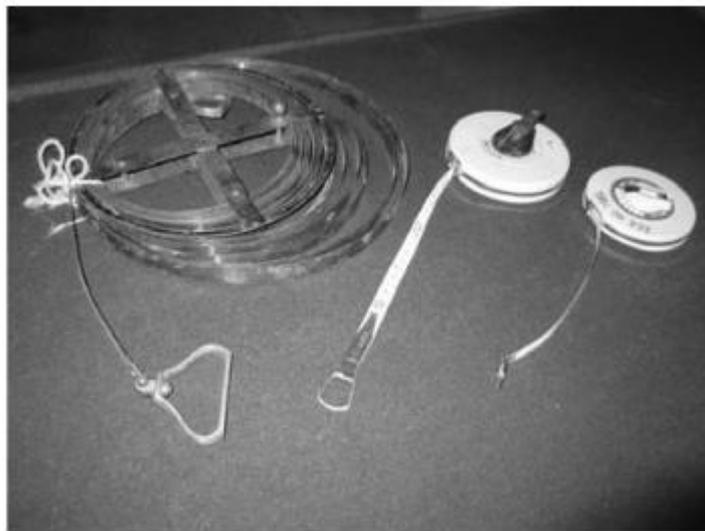


Gambar 12.1. Rantai

Perlu dicatat bahwa (i) panjang mata rantai adalah jarak antara pusat dua cincin tengah yang berurutan. (ii) panjang rantai adalah dari luar satu pegangan ke luar pegangan lainnya. Rantai metrik yang umum digunakan adalah sepanjang 20 m. Rantai ini memiliki 100 mata rantai dengan talley setiap 2 m. Setiap mata rantai memiliki panjang 0,2 m. Cincin sederhana disediakan pada setiap panjang satu meter kecuali di tempat talley disediakan. Panjang total rantai ditandai pada pegangan kuningan. Namun, rantai 30 m juga digunakan. Panjang setiap mata rantai adalah 0,3 m. Tidak semudah rantai 20 m untuk dibaca, karena tidak ada cincin

yang dapat disediakan pada jarak satu meter dan setiap mata rantai perlu dikalikan dengan 0,3 untuk mendapatkan satuan meter. Namun, sebagai akibat pengaruh penggunaan rantai 100 kaki di masa lalu, jenis rantai ini juga ada di pasaran. Steel Band: Rantai ini juga dikenal sebagai rantai pita. Terdiri dari baja dengan lebar 12 hingga 16 mm dan ketebalan 0,3 hingga 0,6 mm. Pita baja dililitkan di sekitar palang baja terbuka atau dalam gulungan logam (Gambar 12.2). Pita baja metrik tersedia dalam panjang 20 m dan 30 m. Salah satu dari dua metode penandaan berikut digunakan:

- a. Menyediakan kancing kuningan setiap 0,2 m dan penomoran di setiap meter. Mata rantai terakhir dari kedua ujung dibagi lagi dalam cm dan mm.
- b. Mengukir gradasi sebagai meter, desimeter, dan sentimeter di satu sisi pita dan mata rantai 0,2 m di sisi lainnya.

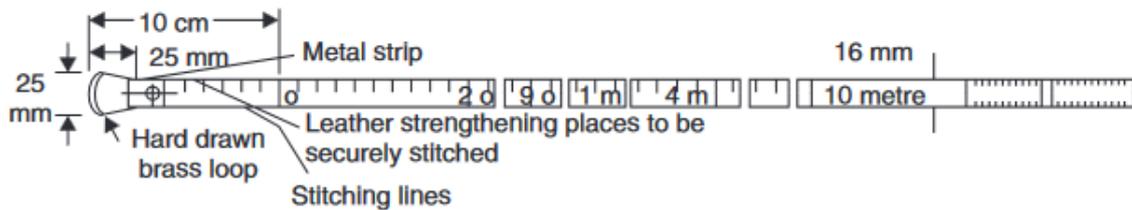


Gambar 12.2 Pita pengukur

Pita: Bergantung pada bahan yang digunakan, pita diklasifikasikan sebagai:

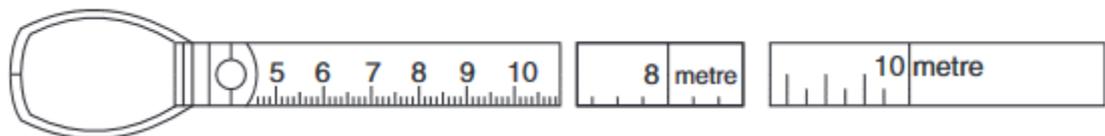
1. **Pita Kain atau Linen:** Kain atau linen selebar 12 hingga 15 mm dipernis dan diberi tanda gradasi. Pita ini dilengkapi dengan pegangan kuningan di ujungnya. Pita ini tersedia dalam panjang 10 m, 20 m, 25 m, dan 30 m. Pita ini ringan dan fleksibel. Akan tetapi, pita ini tidak populer karena beberapa kekurangan berikut:
 - a. Pita ini menyusut karena lembap.
 - b. Pita ini melar karena meregang.
 - c. Pita ini tidak kuat.
 - d. Pita ini mudah terpinil.
2. **Pita Metalik:** Pita ini terbuat dari potongan kain linen tahan air yang dipernis yang dijalin dengan kawat kecil dari kuningan, tembaga, atau perunggu. Ujung pita sepanjang 100 mm terbuat dari bahan kulit atau plastik kuat yang sesuai. Pita dengan panjang 10 m, 20 m, 30 m, dan 50 m tersedia dalam kotak dari kulit atau logam tahan korosi yang dilengkapi dengan alat pemutar. Tanda berwarna merah dan hitam digunakan untuk menunjukkan meter penuh dan pecahannya dalam sentimeter. Pita

logam yang umum ditunjukkan pada Gambar 12.3. Pita ini ringan, fleksibel, dan tidak mudah putus. Pita ini umumnya digunakan dalam survei.



Gambar 12.3. Pita logam

3. **Pita Baja:** Pita baja terdiri dari strip selebar 6 hingga 10 mm dengan cincin logam di ujung bebas dan dililitkan dalam wadah logam yang tahan korosi atau berbahan kulit. Pita baja dilengkapi dengan alat penggulung yang sesuai. Pita diberi tanda yang menunjukkan panjang 5 mm, sentimeter, desimeter, dan meter. Panjang ujung 10 cm juga ditandai dengan milimeter. Pita sepanjang 10 m, 20 m, 30 m, atau 50 m digunakan dalam survei. Gambar 12.4 menunjukkan pita baja yang umum (Lihat juga gambar 12.2). Pita baja lebih unggul daripada pita logam dalam hal akurasi. Namun, pita baja bersifat rapuh. Harus dibersihkan dengan hati-hati sebelum dililitkan. Pita baja harus diminyaki secara teratur untuk mencegah korosi.

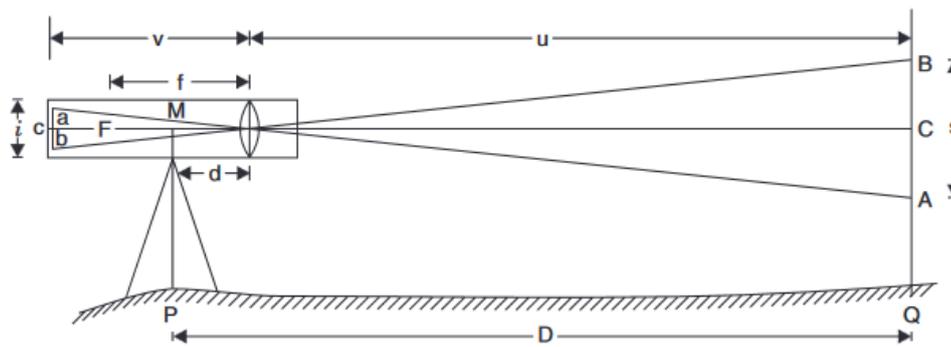


Gambar 12.4 Pita baja

4. **Pita Invar:** Invar adalah paduan nikel (36%) dan baja. Koefisien ekspansi termalnya rendah. Oleh karena itu, kesalahan akibat variasi suhu tidak terlalu memengaruhi pengukuran. Lebar pita adalah 6 mm. Tersedia dalam panjang 30 m, 50 m, dan 100 m. Pita ini akurat tetapi mahal.

Pengukuran dengan Alat Optik

Dalam sistem ini, teleskop alat ukur sudut yang disebut teodolit (akan dijelaskan dalam Bab 16) dilengkapi dengan dua garis bidik tambahan di a dan b yang berada pada jarak 'i' [Gambar 12.5]. Untuk mengukur jarak 'D' antara dua titik P dan Q, instrumen diatur di P dan tongkat pengukur dipegang secara vertikal di Q dan intersep vertikal AB dicatat. Kemudian jarak D dapat dihitung seperti yang dijelaskan di bawah ini:



Gambar 12.5. Prinsip optik pengukuran linier

$$\frac{v}{u} = \frac{i}{s} \quad \text{or} \quad u = v \frac{s}{i}$$

Namun dari hukum optik,

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{u} + \frac{1}{v}$$

Dengan mengalikan dengan jika, kita memperoleh

$$u = f + \frac{u}{v} f = f + \frac{s}{i} f = f + \frac{f}{i} s$$

Jika jarak antara lensa objektif di O dan pusat teleskop adalah 'd' maka

$$\begin{aligned} D &= u + d \\ &= f + \frac{f}{i} s + d \\ &= ks + c \end{aligned}$$

Dimana

$$k = \frac{f}{i} \quad \text{and} \quad c = f + d$$

k dan c adalah konstanta untuk instrumen tertentu dan karenanya dapat ditemukan sekali untuk selamanya. Dengan demikian jarak antara P dan Q dapat ditemukan dengan mengukur titik potong vertikal. Dengan demikian jarak diukur dengan cara optik dengan mudah. Ini disebut pengukuran Takometrik. Namun, pengukuran ini tidak seakurat yang diperoleh dengan mengukur dengan rantai atau pita. Untuk perincian metode survei ini, pembaca harus merujuk buku-buku khusus tentang 'survei dan perataan'.

Pengukuran Linier dengan Instrumen Pengukuran Jarak Elektromagnetik

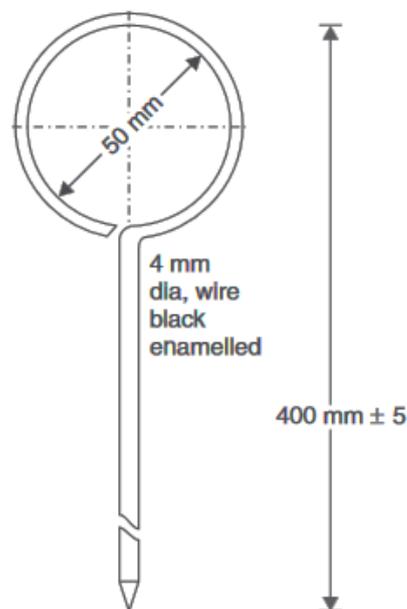
Saat ini untuk mengukur jarak, peralatan elektronik yang disebut instrumen pengukuran jarak elektromagnetik (EDM) telah hadir di pasaran. Instrumen ini mengandalkan pengukuran gelombang elektromagnetik dan mengukur bahkan sebagian kecil panjang gelombang dengan teknik perbedaan fase. Instrumen ini bahkan menampilkan jarak yang diukur. Instrumen ini mahal dan rumit. Oleh karena itu, instrumen ini tidak umum digunakan untuk survei biasa. Rincian pengukuran tersebut dianggap berada di luar cakupan kursus ini.

12.2 ALAT YANG DIGUNAKAN UNTUK MERAKIT

Alat-alat berikut diperlukan untuk pengukuran dengan rantai dan pita:

1. Anak panah

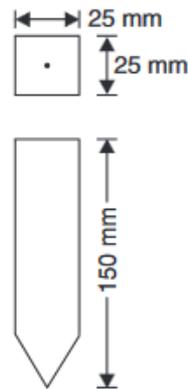
Jika panjang tali yang akan diukur lebih panjang dari panjang rantai, perlu untuk menandai ujung rantai. Anak panah digunakan untuk tujuan ini. Anak panah yang umum ditunjukkan pada Gambar 12.5. Anak panah terbuat dari kawat baja berdiameter 4 mm dengan satu ujung diruncingkan dan ujung lainnya ditekuk menjadi lingkaran. Panjang anak panah sekitar 400 mm.



Gambar 12.5. Anak panah

2. Pasak Kayu

Pasak kayu digunakan untuk mengukur panjang garis guna menandai titik akhir garis. Pasak terbuat dari kayu keras dengan penampang 25 mm × 25 mm, panjang 150 mm dengan salah satu ujungnya meruncing seperti yang ditunjukkan pada Gambar. 12.6. Saat ditancapkan ke tanah untuk menandai titik stasiun, patok tersebut menjorok sekitar 40 mm.



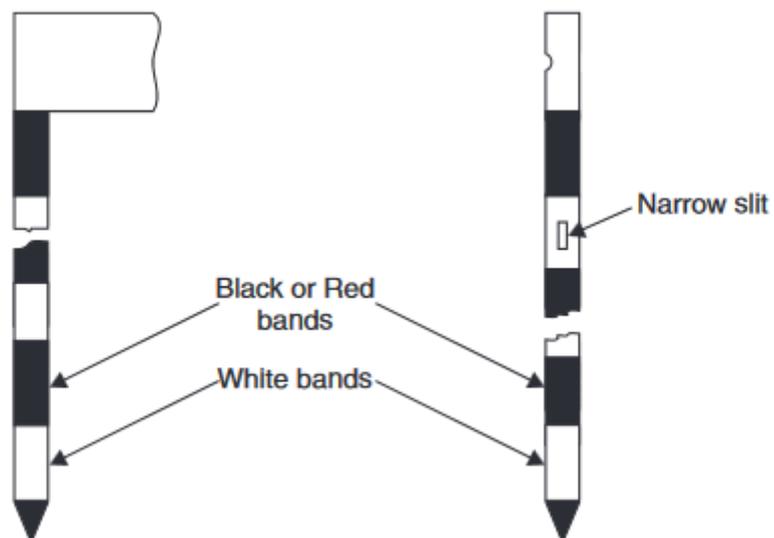
Gambar 12.6. Pasak

3. Batang Pengukur dan Tiang Pengukur

Untuk mengukur titik tengah sepanjang garis yang akan diukur, digunakan batang pengukur dan tiang pengukur. Batang pengukur memiliki panjang 2 hingga 3 m dan terbuat dari kayu keras. Batang ini dilengkapi dengan sepatu besi di salah satu ujungnya seperti yang ditunjukkan pada Gambar 12.7.

Batang ini biasanya berbentuk lingkaran dengan diameter 30 mm dan dicat dengan pita warna merah dan putih sepanjang 200 mm atau hitam dan putih. Jika jaraknya lebih dari 200 m, agar dapat terlihat jelas, batang ini dapat dilengkapi dengan bendera warna-warni di bagian atasnya. Batang pengukur terkadang digunakan untuk mengukur jarak pendek karena dicat dengan warna pita 200 mm secara bergantian.

Tiang pengukur mirip dengan batang pengukur, kecuali lebih panjang. Panjangnya bervariasi dari 4 m hingga 8 m dan diameternya dari 60 mm hingga 100 mm. Batang ini terbuat dari kayu keras atau baja. Mereka dipasang di tanah dengan membuat lubang sedalam 0,5 m dan kemudian dikemas agar tetap vertikal.



Gambar 12.7 Batang pengukur jarak

Gambar 12.8. Batang offset

4. Batang offset

Batang ini juga mirip dengan batang pengukur jarak dan panjangnya 3 m. Batang ini terbuat dari kayu keras dan dilengkapi dengan sepatu besi di salah satu ujungnya. Sebuah kait atau takik disediakan di ujung lainnya. Pada ketinggian mata, dua celah sempit pada sudut siku-siku juga disediakan untuk menggunakannya untuk mengatur sudut siku-siku. Batang offset yang umum ditunjukkan pada Gambar 12.8.

5. Laths

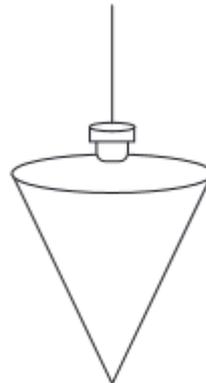
Laths adalah batang kayu lunak sepanjang 0,5 hingga 1,0 m. Batang ini diruncingkan di salah satu ujungnya dan dicat dengan warna putih atau terang. Batang ini digunakan sebagai titik tengah saat mengukur jarak atau saat melintasi cekungan.

6. Whites

Whites adalah potongan batang tebal yang diruncingkan dan dipotong dari tempat terdekat di lapangan. Salah satu ujung batang diruncingkan dan ujung lainnya dibelah. Kertas putih disisipkan di belahan untuk meningkatkan visibilitas. Kertas putih juga digunakan untuk tujuan yang sama seperti laths.

7. Plumb Bob

Plumb bob yang umum ditunjukkan pada Gambar 12.9. Dalam mengukur jarak horizontal di sepanjang tanah miring, plumb bob digunakan untuk mentransfer posisi ke tanah. Plumb bob juga digunakan untuk memeriksa vertikalitas tiang pengukur jarak.



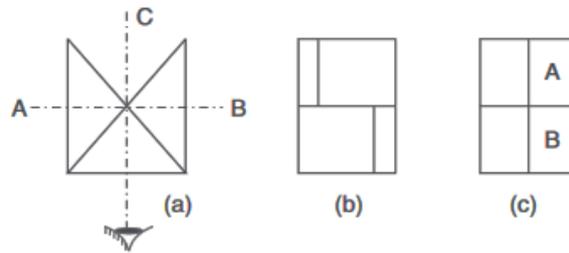
Gambar 12.9. Garis tegak lurus

8. Pengukur Garis

Ini adalah instrumen optik yang digunakan untuk menentukan lokasi titik pada garis dan karenanya berguna untuk pengukuran jarak. Ini terdiri dari dua prisma sama sisi yang diletakkan satu di atas yang lain dan dipasang pada instrumen dengan pegangan. Diagonal prisma dilapisi perak untuk memantulkan sinar.

Untuk menentukan lokasi titik C pada garis AB (Gambar 12.10) surveyor memegang instrumen di tangan dan berdiri di dekat posisi perkiraan C. Jika dia tidak tepat pada garis AB, batang pengukur jarak di A dan B tampak terpisah seperti yang ditunjukkan pada Gambar 12.10 (b). Surveyor bergerak maju mundur tegak lurus terhadap garis AB

hingga bayangan batang pengukur jarak di A dan B muncul dalam satu garis seperti yang ditunjukkan pada Gambar 12.10 (c). Ini terjadi hanya ketika persegi optik tepat pada garis AB. Dengan demikian, titik C yang diinginkan terletak pada garis AB.



Gambar 12.10. Pengintai garis

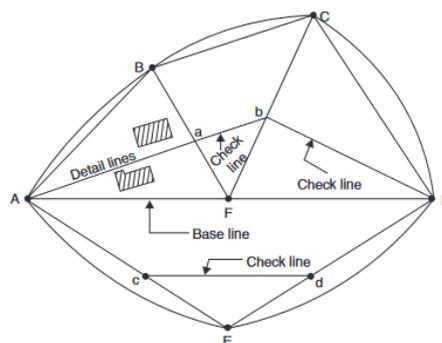
Keuntungannya adalah hanya membutuhkan satu orang untuk mengukur jarak. Instrumen ini harus diuji secara berkala dengan menandai tiga titik dalam satu garis dan berdiri di titik tengah sambil mengamati titik yang sejajar. Jika bayangan kedua batang pengukur tidak muncul dalam garis yang sama, salah satu prisma disesuaikan dengan mengoperasikan sekrup yang disediakan untuknya.

12.3 SURVEI BERANTAI

Survei berantai cocok untuk kasus-kasus berikut:

1. Area yang akan disurvei relatif kecil
2. Tanah cukup datar
3. Area terbuka dan
4. Rincian yang akan diisi sederhana dan kurang.

Dalam survei berantai, hanya pengukuran linier yang dilakukan, yaitu tidak ada pengukuran sudut. Karena segitiga adalah satu-satunya gambar yang dapat diplot dengan pengukuran sisi saja, dalam survei berantai, area yang akan disurvei harus ditutupi dengan jaringan segitiga. Gambar 12.11 menunjukkan skema khas untuk menutupi area dengan jaringan segitiga. Tidak ada sudut jaringan segitiga yang boleh kurang dari 30° untuk mendapatkan posisi stasiun yang diplot secara tepat sehubungan dengan posisi stasiun lain yang telah diplot. Se jauh mungkin, sudut harus mendekati 60° . Namun, pengaturan segitiga yang akan diadopsi bergantung pada bentuk, topografi, hambatan alami dan buatan di lapangan.



Gambar 12.11. Jaringan segitiga

Istilah Teknis

Berbagai istilah teknis yang digunakan sehubungan dengan jaringan segitiga dalam survei dijelaskan di bawah ini:

Stasiun: Stasiun adalah titik penting di awal atau di akhir garis survei.

Stasiun utama: Ini adalah stasiun di awal atau di akhir garis yang membentuk kerangka utama. Mereka dilambangkan sebagai A, B, C, dst.

Stasiun tambahan atau stasiun penghubung: Ini adalah stasiun yang dipilih pada garis utama untuk menjalankan garis bantu/sekunder untuk tujuan menemukan detail interior. Stasiun ini dilambangkan sebagai a, b, c, , dst., atau sebagai 1, 2, 3, dst.

Garis dasar: Ini adalah garis yang paling penting dan terpanjang. Biasanya ini adalah garis yang diplot terlebih dahulu dan kemudian kerangka segitiga dibangun di atasnya.

Garis detail: Jika objek penting berada jauh dari garis utama, offset terlalu panjang, sehingga menghasilkan ketidakakuratan dan membutuhkan lebih banyak waktu untuk pengukuran. Dalam kasus seperti itu, jalur sekunder dijalankan dengan memilih stasiun sekunder pada jalur utama. Jalur seperti itu disebut jalur detail.

Garis periksa: Ini adalah garis yang menghubungkan gardu induk dan gardu induk di sisi yang berlawanan atau garis yang menghubungkan ke gardu induk di sisi garis utama. Tujuan pengukuran garis tersebut adalah untuk memeriksa keakuratan lokasi gardu induk.

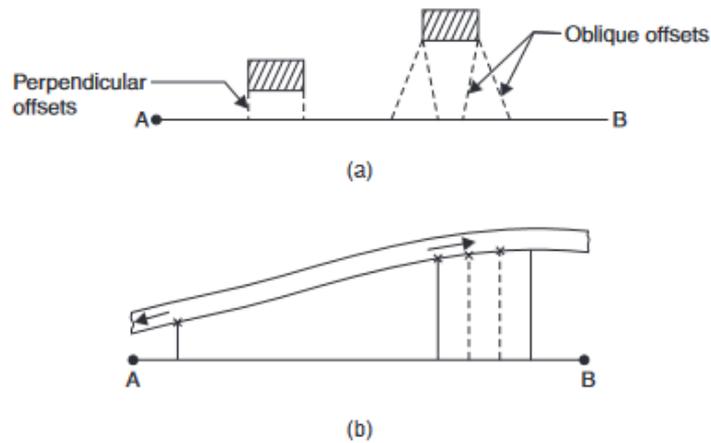
Pemilihan Gardu

Hal-hal berikut harus dipertimbangkan dalam memilih titik gardu:

1. Harus terlihat dari setidaknya dua gardu induk atau lebih.
2. Sebisa mungkin garis utama harus berada di tanah yang rata.
3. Semua segitiga harus berkondisi baik (Tidak ada sudut kurang dari 30°).
4. Jaringan utama harus memiliki garis sesedikit mungkin.
5. Setiap segitiga utama harus memiliki setidaknya satu garis periksa.
6. Hambatan untuk pemasangan dan pemasangan rantai harus dihindari.
7. Sisi-sisi segitiga yang lebih besar harus melewati garis batas sedekat mungkin.
8. Pelanggaran dan penyeberangan jalan yang sering harus dihindari.

Offset

Pengukuran lateral pada garis rantai untuk menemukan fitur tanah dikenal sebagai offset. Untuk tujuan ini, offset tegak lurus atau miring dapat diambil (Gambar 12.12). Jika objek yang akan ditemukan (misalnya jalan) melengkung, jumlah offset yang lebih banyak harus diambil. Untuk mengukur offset, pita pengukur biasanya digunakan.

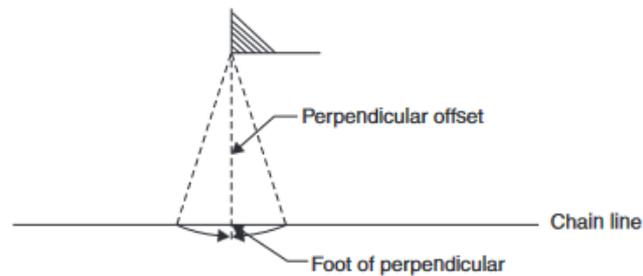


Gambar 12.12. Offset

Untuk mengatur offset tegak lurus, salah satu metode berikut digunakan:

- Berayun
- Menggunakan tongkat silang
- Menggunakan persegi optik atau prisma.

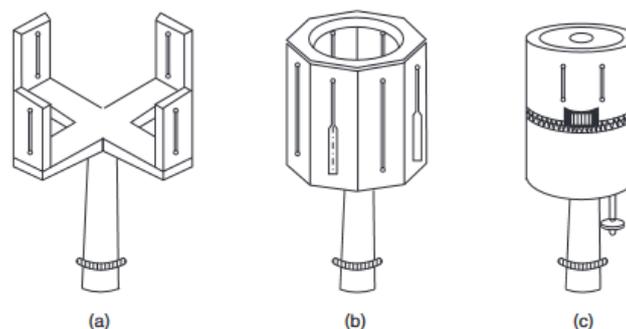
Offset Tegak Lurus dengan Berayun



Gambar 12.13 Offset Tegak Lurus dengan Berayun

Rantai direntangkan sepanjang garis survei. Seorang asisten memegang ujung pita pengukur pada objek. Surveyor mengayunkan pita pengukur pada garis rantai dan memilih titik pada rantai dengan jarak offset paling kecil (Gambar 12.13) dan mencatat pembacaan rantai serta pembacaan offset pada buku lapangan pada sketsa objek yang rapi.

Offset Tegak Lurus Menggunakan Parabola Silang

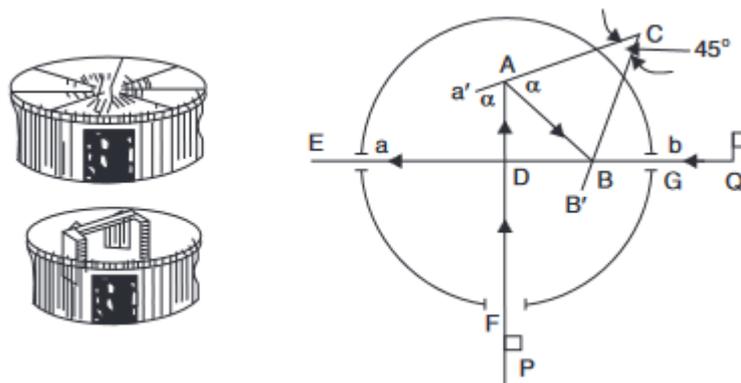


Gambar 12.14. Tongkat silang

Gambar 12.14 memperlihatkan tiga jenis tongkat silang yang digunakan untuk mengatur offset tegak lurus. Semua tongkat silang memiliki dua garis bidik tegak lurus. Tongkat silang dipasang padaudukan. Garis bidik pertama diatur sepanjang garis rantai dan tanpa mengganggu pengaturan, garis bidik sudut siku-siku diperiksa untuk menemukan objek. Dengan tongkat silang terbuka (Gambar 12.14 (a)) dimungkinkan untuk mengatur hanya tegak lurus, sedangkan dengan tongkat silang Prancis (Gambar 12.14 (b)), bahkan sudut 45° dapat diatur. Tongkat silang yang dapat disesuaikan dapat digunakan untuk mengatur sudut apa pun juga, karena ada gradasi dan drum atas dapat diputar di atas drum bawah.

Offset Tegak Lurus Menggunakan Persegi Optik dan Persegi Prisma

Instrumen ini didasarkan pada prinsip optik bahwa jika dua cermin berada pada sudut ' θ ' satu sama lain, mereka memantulkan sinar pada sudut ' 2θ '. Gambar 12.15 memperlihatkan persegi optik yang umum.



Gambar 12.15. Kotak optik

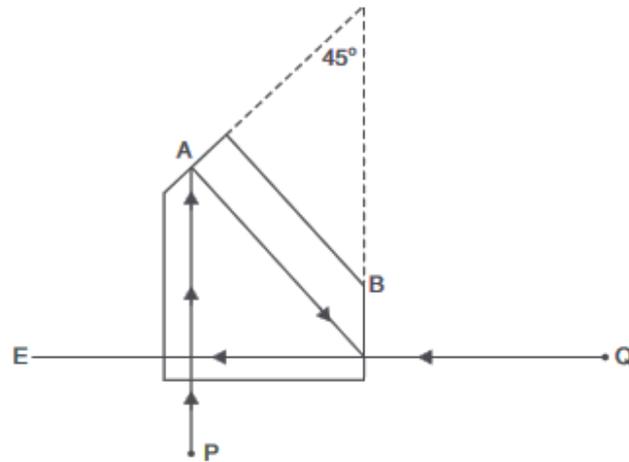
Kotak optik terdiri dari kotak logam berdiameter sekitar 50 mm dan kedalaman 125 mm. Di tepi kotak terdapat tiga lubang:

- lubang jarum di E
- celah persegi panjang kecil di G, dan
- celah persegi panjang besar di F.

A dan B adalah dua cermin yang ditempatkan pada sudut 45° satu sama lain. Oleh karena itu, bayangan benda di F yang jatuh di A dipantulkan dan muncul di E yang tegak lurus dengan garis FA. Cermin A yang berseberangan dengan lubang di F sepenuhnya berlapis perak. Cermin ini dipasang pada rangka yang terpasang pada pelat bawah. Jika perlu, cermin ini dapat disetel dengan memasukkan kunci di bagian atas penutup. Cermin B yang sejajar dengan EG berlapis perak di bagian atas dan polos di bagian bawah. Cermin ini terpasang erat pada pelat bawah kotak.

Batang pengukur jarak di Q langsung terlihat oleh mata di E di bagian bawah B yang merupakan kaca polos. Pada saat yang sama di bagian atas B, sinar pantul objek di P terlihat. Ketika bayangan P berada pada garis vertikal yang sama dengan objek di Q, maka garis PA tegak lurus terhadap garis EB.

Instrumen ini dapat digunakan untuk mencari kaki garis tegak lurus atau untuk menentukan sudut siku-siku. Pada prisma persegi, alih-alih dua cermin pada sudut 45° satu sama lain, digunakan prisma yang memiliki dua sisi pada sudut 45° satu sama lain [Gambar 12.16.]. Keuntungannya adalah tidak akan keluar dari penyetulan bahkan setelah penggunaan yang lama.

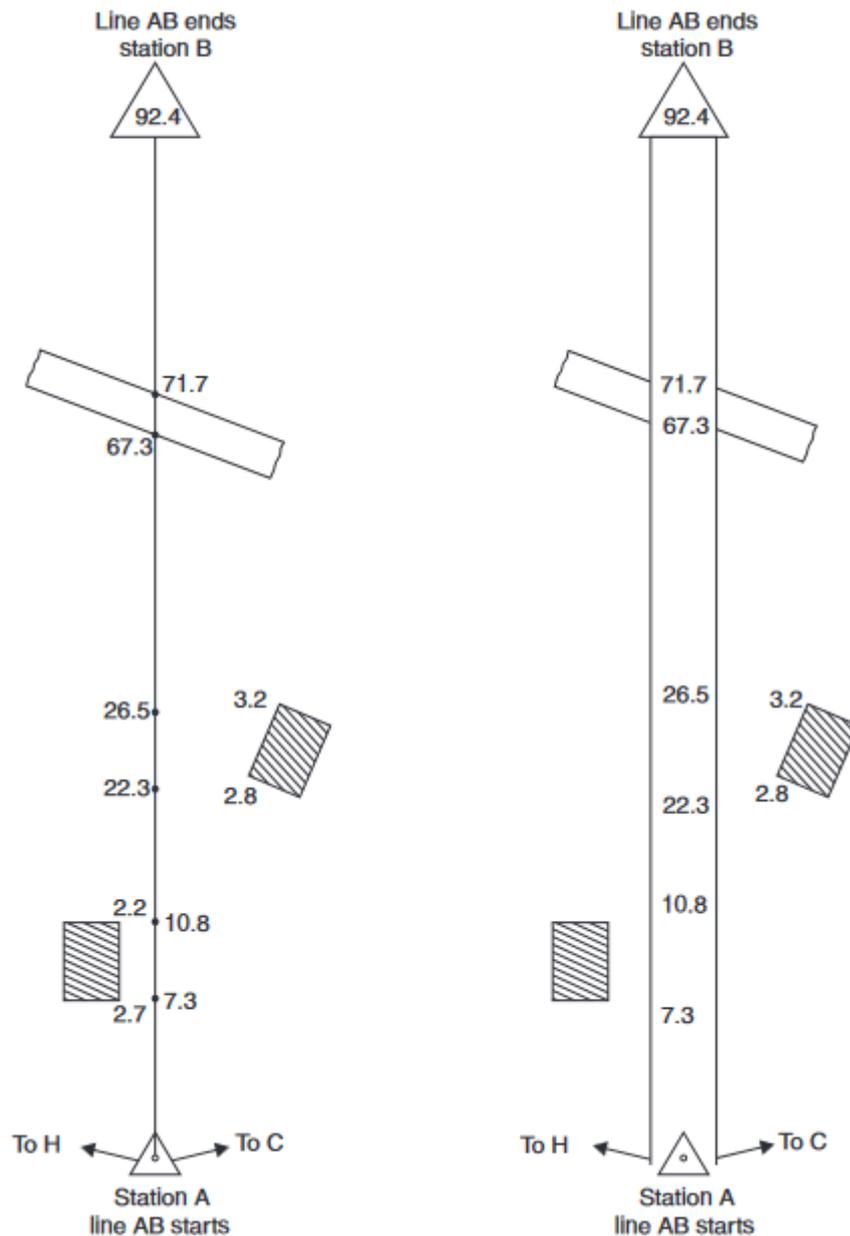


Gambar 12.16. Prisma persegi

Buku Lapangan

Semua pengamatan dan pengukuran yang dilakukan selama survei rantai harus dicatat dalam buku lapangan standar. Buku ini berbentuk persegi panjang dengan ukuran $200 \text{ mm} \times 120 \text{ mm}$, yang dapat dibawa di saku.

Ada dua bentuk buku (i) garis tunggal dan (ii) garis ganda. Halaman-halaman buku tunggal memiliki garis merah di sepanjang kertas di tengah lebarnya. Garis ini menunjukkan garis rantai. Semua rantai ditulis di sepanjang garis tersebut. Ruang di kedua sisi garis digunakan untuk membuat sketsa objek dan untuk mencatat jarak offset. Dalam buku garis ganda, ada dua garis biru dengan ruang 15 hingga 20 mm di tengah setiap buku. Ruang di antara kedua garis tersebut digunakan untuk mencatat rantai. Gambar 12.17 menunjukkan halaman-halaman khas buku lapangan.



Gambar 12.17 halaman-halaman khas buku lapangan.

Pekerjaan Lapangan

Begitu tim survei tiba di lapangan, rincian berikut dicatat dalam buku lapangan:

- Judul pekerjaan survei
- Tanggal survei
- Nama-nama anggota tim.

Pekerjaan lapangan dapat dibagi menjadi berikut ini:

- Survei pengintaian.
- Penandaan stasiun, pembuatan sketsa referensi.
- Survei garis demi garis.

Survei pengintaian dilakukan dengan berkeliling lapangan dan mengidentifikasi stasiun yang sesuai untuk jaringan segitiga. Sketsa jaringan yang rapi dibuat dan ditetapkan. Rencana utama yang dibuat mirip dengan yang ditunjukkan pada Gambar 12.11.

Semua stasiun utama harus ditandai di tanah. Beberapa metode yang digunakan untuk penandaan adalah:

- (a) Memasang tiang pengukur jarak
- (b) Menancapkan pasak
- (c) Menandai dengan tanda silang jika tanahnya keras
- (d) Menggali dan memasang batu.

Kemudian sketsa referensi dibuat di buku lapangan untuk mengidentifikasi stasiun saat pekerjaan pembangunan dimulai. Untuk ini, pengukuran terhadap tiga titik permanen dicatat. Titik permanen tersebut dapat berupa:

- (a) Sudut bangunan
- (b) Tiang gerbang
- (c) Sudut dinding kompleks
- (d) Tiang listrik
- (e) Pohon.

Setelah itu, survei garis demi garis dilakukan untuk menemukan berbagai objek terhadap garis rantai.

Pekerjaan Kantor

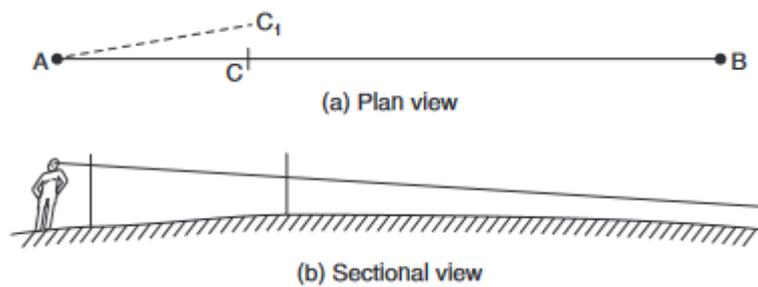
Pekerjaan ini terdiri dari persiapan rencana area dengan skala yang sesuai dengan menggunakan pengukuran dan sketsa yang dicatat di buku lapangan.

12.4 PENENTUAN JARAK

Jika garis survei lebih panjang dari panjang rantai, maka perlu untuk menyelaraskan titik-titik tengah pada garis rantai sehingga pengukuran berada di sepanjang garis tersebut. Proses penentuan titik-titik tengah pada garis survei dikenal sebagai penentuan jarak. Ada dua metode penentuan jarak yaitu penentuan jarak langsung dan penentuan jarak timbal balik.

Pengukuran Jarak Langsung

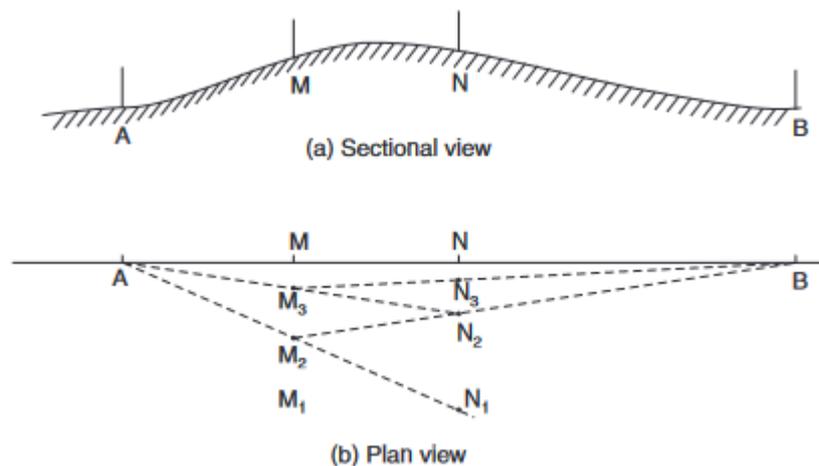
Jika titik pertama dan terakhir dapat dilihat secara kasat mata, metode ini memungkinkan. Gambar 12.18 menunjukkan stasiun A dan B yang dapat dilihat secara kasat mata, di mana titik tengah C akan ditempatkan. Titik C dipilih pada jarak yang sedikit kurang dari panjang rantai. Pada titik A dan B, batang pengukur jarak dipasang. Asisten memegang batang pengukur jarak lain di dekat C. Surveyor memosisikan dirinya sekitar 2 m di belakang stasiun A dan melihat sepanjang garis AB, mengarahkan asisten untuk bergerak tegak lurus dengan garis AB hingga ia menyelaraskan batang pengukur jarak di sepanjang AB. Kemudian surveyor menginstruksikan asisten untuk menandai titik tersebut dan merentangkan rantai di sepanjang AC.



Gambar 12.18. Pengukuran jarak langsung

Pengukuran jarak tidak langsung atau timbal balik

Karena adanya tanah di antaranya, jika batang pengukur jarak di B tidak terlihat dari stasiun A, pengukuran jarak timbal balik dapat digunakan. Gambar 12.19 menunjukkan skema pengukuran jarak ini. Skema ini memerlukan dua asisten, satu di titik M dan satu lagi di titik N, di mana dari titik-titik tersebut stasiun A dan stasiun B dapat terlihat. Skema ini memerlukan satu surveyor di A dan satu lagi di B. Untuk memulai, M dan N dipilih secara perkiraan, misalnya M_1 dan N_1 . Kemudian surveyor di dekat ujung A mengukur jarak orang di dekat M untuk memposisikan M_2 sehingga AM_2N_1 berada dalam satu garis. Kemudian surveyor di B mengarahkan orang di N untuk bergerak ke N_2 sehingga BN_2M_2 berada dalam satu garis. Proses ini diulang hingga $AMNB$ berada dalam satu garis.



Gambar 12.19. Pengukuran jarak timbal balik

12.5 HAMBATAN DALAM PERANTARAAN

Meskipun diinginkan untuk memilih stasiun yang dapat menghindari rintangan, terkadang rintangan tidak dapat dihindari.

Berbagai rintangan untuk pemasangan rantai dapat dikelompokkan menjadi:

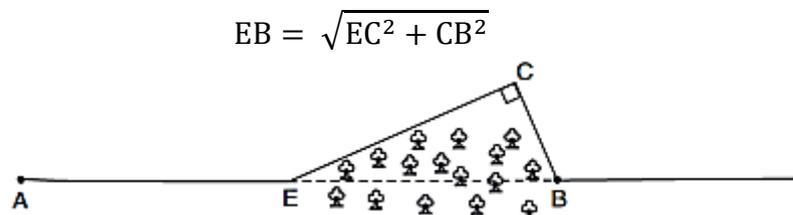
- Rintangan untuk pemasangan rantai (pemasangan rantai bebas-penglihatan terhalang)
- Rintangan untuk pemasangan rantai (pemasangan rantai terhalang-penglihatan bebas)
- Rintangan untuk pemasangan rantai dan pemasangan rantai.

Berbagai metode untuk mengatasi rintangan ini dijelaskan dalam artikel ini.

Rintangan untuk Pemasangan Rantai

Rintangan-rintangan ini dapat diklasifikasikan lebih lanjut ke dalam kategori berikut:

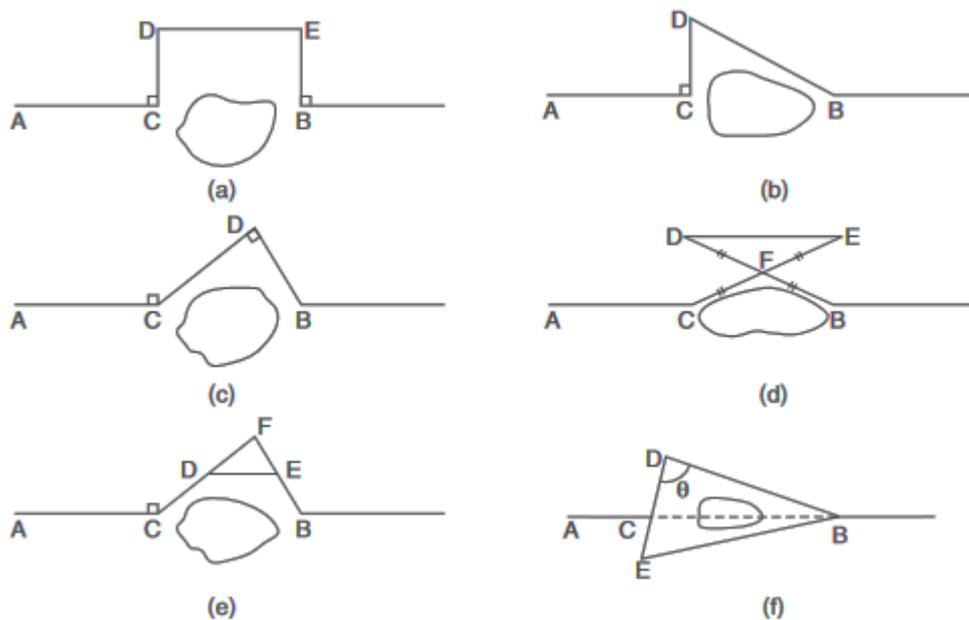
- Kedua ujung garis terlihat dari beberapa titik tengah. Tanah di antaranya adalah contoh rintangan tersebut. Dengan menggunakan pemasangan rantai timbal balik, kesulitan ini dapat diatasi.
- Kedua ujung garis mungkin tidak terlihat dari titik tengah garis, tetapi mungkin terlihat dari titik yang sedikit jauh dari garis. Pohon dan semak di antaranya adalah contoh rintangan tersebut. Rintangan untuk pemasangan rantai ini dapat diatasi dengan mengukur sepanjang garis acak seperti yang ditunjukkan pada Gambar 12.20. Dalam kasus ini panjang yang dibutuhkan



Gambar 12.20. Kendala untuk pengukuran jarak

Kendala untuk Pengikatan Rantai

Pada tipe ini, ujung garis terlihat tetapi pengikatan rantai terhalang. Contoh kendala tersebut adalah kolam, danau, tanah berawa, dll. Berbagai sifat geometris dapat digunakan untuk menemukan panjang kendala CB seperti yang ditunjukkan pada Gambar 12.21.



Gambar 12.21. Kendala pada chaining

(a) Atur CD dan BE tegak lurus terhadap AB, sehingga $CD = BE$. Maka

$$CB = DE$$

(b) Atur tegak lurus CD ke AB. Ukur CD dan DB. Kemudian

$$CB = \sqrt{BD^2 - CD^2}$$

(c) Atur CD dan DB sehingga $DB \perp CD$. Ukurlah keduanya. Kemudian

$$EB = \sqrt{CD^2 + BD^2}$$

(d) Pilih titik F yang sesuai. Tetapkan $FE = CF$ dan $FD = BF$. Kemudian

$$CB = DE$$

(e) Pilih titik F yang sesuai. Tentukan D dan E sedemikian rupa sehingga $CF = n DF$ dan $BF = n EF$. Ukur DE. Kemudian,

$$\frac{CF}{DF} = \frac{BF}{EF} = n = \frac{CB}{DE}$$

$$CB = n DE$$

(f) Pilih titik D dan E pada garis yang melalui C [Persamaan b]. Ukur CD, CE, DB dan EB.

Kemudian, dari $\triangle BDE$,

$$\cos \theta = \frac{BD^2 + DE^2 - EB^2}{2BD \cdot DE}$$

dan dari $\triangle BDC$,

$$\cos \theta = \frac{CD^2 + BD^2 - CB^2}{2CD \cdot BD}$$

ditemukan.

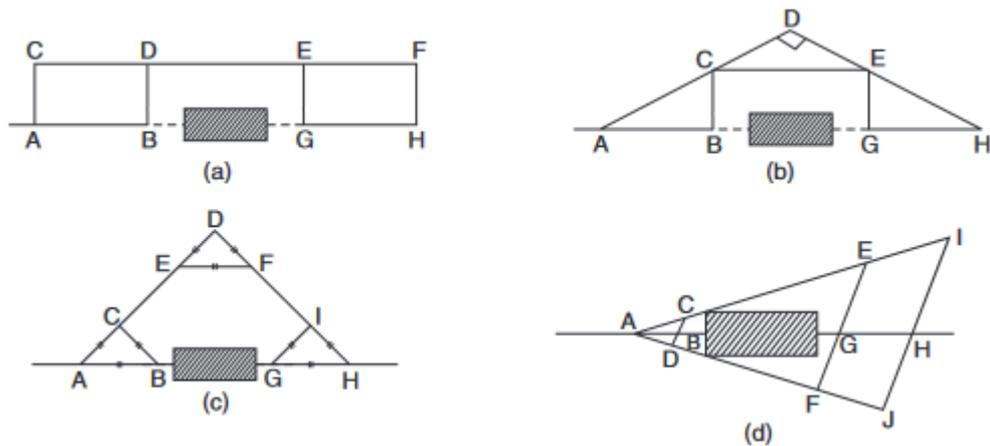
Dari persamaan (a), $\cos \theta$ dapat ditemukan dan dengan mensubstitusikannya ke persamaan (b), panjang hambatan CB dapat

Hambatan untuk Merangkai dan Mengukur

Membangun adalah contoh umum dari hambatan ini. Mengacu pada Gambar 12.22, garis AB harus dilanjutkan melewati hambatan, katakanlah sebagai GH. Empat metode yang mungkin disajikan di bawah ini:

- Tetapkan garis tegak lurus AC, BD sedemikian rupa sehingga $AC = BD$ [Gambar 12.22 (a)]. Perpanjang garis CD ke F. Jatuhkan garis tegak lurus EG dan FH ke garis CF sedemikian rupa sehingga $EG = FH = AC$. GH adalah kelanjutan dari garis AB dan $DE = BG$.
- Mengacu pada Gambar 12.22 (b), tetapkan $BC \perp AB$. Pilih D pada garis AC yang diperpanjang. Tetapkan garis tegak lurus DH sedemikian rupa sehingga $AD = DH$. Pilih titik E pada DH sedemikian rupa sehingga $DE = DC$. Kemudian busur dengan panjang $EG = BC$ dan busur dengan panjang $HG = AB$ digambar dari E dan H secara berurutan dan G berada di lokasi tersebut. GH merupakan kelanjutan dari AB dan $BG = CE$. (c) Merujuk pada Gambar 12.22
- C berada sedemikian rupa sehingga $AC = BC = AB$. Perluas AC ke D dan buat segitiga sama sisi DEF. Perluas DF ke H sedemikian rupa sehingga $DH = DA$. Cari titik I yang sesuai pada HD dan buat segitiga sama sisi untuk menemukan G. Maka GH merupakan kelanjutan dari garis AB dan panjang BG diberikan oleh

$$BG = AH - AB - GH = AD - AB - GH$$



Gambar 12.22. Kendala untuk penentuan jarak dan rantai

- d. Dalam metode yang ditunjukkan pada Gambar 12.22 (d), titik C dan D dipilih sedemikian rupa sehingga CBD berada dalam satu garis. Perluas AC ke E dan I sedemikian rupa sehingga $AE = n \times AC$ dan $AI = m \times AC$. Demikian pula Perluas AD ke F dan J sedemikian rupa sehingga, $AF = n \times AD$ dan $AJ = m \times AD$. Cari G dan H pada garis EF dan IJ sedemikian rupa sehingga, $EG = n \times BC$ dan $IH = m \times BC$. Maka GH adalah kelanjutan dari garis AB. Sekarang,

$$AG = n \times AB$$

$$BG = n \times AB - AB = (n - 1)AB$$

Contoh 12.1: Dalam pelacakan melewati kolam, stasiun C dan B diambil pada sisi berlawanan dari kolam. Garis DCE ditetapkan dengan memilih $CD = 220$ m dan $CE = 280$ m. Garis DB dan ED yang berada pada sisi berlawanan dari kolam diukur. Jika $DB = 500$ m dan $EB = 600$ m, cari panjang terhalang CD.

Solusi: Mengacu pada Gambar 12.21 (f),

$$CD = 220 \text{ m} \qquad CE = 280 \text{ m}$$

$$DB = 500 \text{ m} \qquad EB = 600 \text{ m}$$

$$DE = DC + CE = 220 + 280 = 500 \text{ m}$$

Dari $\triangle BDE$,

$$\cos \theta = \frac{DE^2 + BD^2 - EB^2}{2DE \cdot BD} = \frac{500^2 + 500^2 - 600^2}{2 \times 500 \times 500} = 0.28$$

Dari $\triangle BDC$,

$$\cos \theta = \frac{CD^2 + BD^2 - BC^2}{2CD \cdot BD}$$

$$0.28 = \frac{220^2 + 500^2 - BC^2}{2 \times 220 \times 500}$$

$$61600 = 220^2 + 500^2 - BC^2$$

$$\therefore BC = 486.62 \text{ m}$$

12.6 KESALAHAN DALAM PERANTARAAN

Kesalahan dalam perangkaian dapat diklasifikasikan sebagai:

Kesalahan Pribadi

Pembacaan yang salah, pencatatan yang salah, pembacaan dari ujung rantai yang salah, dll., adalah kesalahan pribadi. Kesalahan ini adalah kesalahan serius dan tidak dapat dideteksi dengan mudah. Harus berhati-hati untuk menghindari kesalahan tersebut.

Kesalahan Kompensasi

Kesalahan ini terkadang positif dan terkadang negatif. Oleh karena itu, kesalahan tersebut cenderung terkompensasi ketika sejumlah besar pembacaan diambil. Besarnya kesalahan tersebut dapat diperkirakan dengan teori probabilitas. Berikut ini adalah contoh kesalahan tersebut:

- a. Penandaan ujung rantai yang salah.
- b. Bagian pecahan rantai mungkin tidak benar meskipun panjang totalnya dikoreksi.
- c. Gradasi pada pita mungkin tidak sama persis.
- d. Dalam metode melangkah saat mengukur tanah miring, perpetaan mungkin kasar.

Kesalahan Kumulatif

Kesalahan yang selalu terjadi dalam arah yang sama disebut kesalahan kumulatif. Dalam setiap pembacaan, kesalahan mungkin kecil, tetapi ketika sejumlah besar pengukuran dilakukan, kesalahan tersebut mungkin cukup besar, karena kesalahan selalu berada di satu sisi. Contoh kesalahan tersebut adalah:

- a. Pengukuran jarak yang buruk
- b. Pelurusan yang buruk
- c. Panjang rantai yang salah
- d. Variasi suhu
- e. Variasi tarikan yang diberikan
- f. Tidak horizontal
- g. Rantai kendur,

jika digantung untuk mengukur jarak horizontal di tanah miring. Kesalahan (i), (ii), (vi) dan (vii) selalu bernilai +ve karena membuat panjang yang diukur lebih besar dari yang sebenarnya. Kesalahan (iii), (iv) dan (v) mungkin bernilai +ve atau -ve.

12.7 KOREKSI PITA

Lima koreksi berikut dapat ditemukan untuk panjang pita yang diukur:

- a. Koreksi untuk panjang absolut
- b. Koreksi untuk tarikan
- c. Koreksi untuk suhu
- d. Koreksi untuk kemiringan dan
- e. Koreksi untuk kendur.

Koreksi untuk Panjang Absolut

Misalkan, l = panjang pita yang ditentukan, l_a = panjang pita yang sebenarnya.

Maka koreksi untuk panjang rantai

$$c = l_a - l$$

Oleh karena itu, jika panjang total yang diukur adalah L, maka koreksi totalnya

$$C_a = \frac{c}{l} L$$

$$\therefore \text{Corrected length} = L + C_a$$

Jika A adalah area yang diukur dengan pita yang salah, area yang benar

$$= \left(1 + \frac{c}{l}\right)^2 A = \left(1 + \frac{2c}{l}\right) A, \text{ since } C \text{ is small.}$$

Koreksi untuk Tarikan

Jika tarikan yang diterapkan saat menstandarisasi panjang pita dan tarikan yang diterapkan di lapangan berbeda, koreksi ini diperlukan.

Misalnya,

P_0 = Tarikan standar

P = Tarikan yang diterapkan di lapangan

A = Luas penampang pita

L = Panjang tali yang diukur.

E = Modulus Young dari bahan pita, maka

$$C_p = \frac{(P - P_0)L}{AE}$$

Ekspresi di atas juga memperhatikan tanda koreksi.

Koreksi untuk Suhu

Misalkan

T_0 = Suhu saat pita distandarkan

T_m = Suhu rata-rata selama pengukuran

α = Koefisien ekspansi termal bahan pita dan

L = Panjang yang diukur,

Maka koreksi suhu C_t diberikan oleh,

$$C_t = L\alpha(T_m - T_0)$$

Ekspresi di atas juga memperhatikan tanda koreksi.

Koreksi untuk Kemiringan

Jika panjang yang diukur adalah 'L' dan perbedaan level titik pertama dan terakhir adalah 'h', maka koreksi kemiringan

$$\begin{aligned} C_{sl} &= L - \sqrt{L^2 - h^2} \\ &= L \left[1 - \sqrt{1 - (h/L)^2} \right] \\ &= L \left[1 - \left(1 - \frac{h^2}{2L^2} - \frac{h^4}{8L^4} \dots \right) \right] \\ &= \frac{h^2}{2L} \end{aligned}$$

Jika panjang yang diukur adalah L dan kemiringannya adalah ' θ ', maka

$$C_{sl} = L - L \cos \theta = L (1 - \cos \theta)$$

Koreksi ini selalu bernilai $-ve$.

Koreksi untuk Sag

Saat mengukur di tanah yang tidak rata, pita digantung pada panjang yang lebih pendek dan jarak horizontal diukur. Teknik ini menghilangkan kesalahan karena pengukuran di sepanjang lereng, tetapi memerlukan koreksi untuk sag [Gambar 12.23]. Oleh karena itu, panjang yang diukur lebih besar dari panjang sebenarnya. Jadi koreksinya bernilai $-ve$. Koreksi, yang merupakan selisih antara panjang katenari dan panjang sebenarnya diberikan oleh

$$C_s = \frac{1}{24} \left(\frac{W}{P} \right)^2 L$$

di mana, W = berat pita sepanjang bentangan

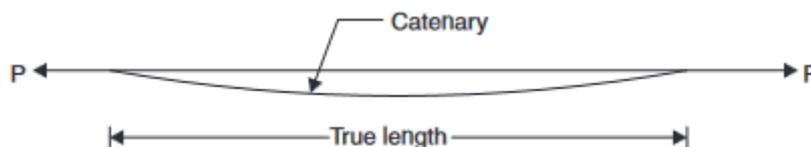
P = tarikan yang diberikan

dan

L = panjang yang diukur

Perlu dicatat bahwa jika tarikan lebih besar dari tarikan standar, koreksi untuk tarikan adalah $+ve$, sedangkan koreksi untuk kendur selalu $-ve$. Tarikan yang kedua koreksi ini saling menetralkan disebut 'tegangan normal'. Oleh karena itu, tegangan normal P_n dapat ditemukan sebagai,

$$C_p = C_s$$



Gamabar 12.23 Katenari

$$\frac{(P_n - P_0) L}{AE} = \frac{1}{24} \left(\frac{W}{P_n} \right)^2 L$$

$$(P_n - P_0) P_n^2 = \frac{1}{24} W^2 AE$$

Atau

$$P_n = \frac{0.204 W \sqrt{AE}}{\sqrt{P_n - P_0}}$$

Nilai P_n ditentukan dengan metode coba-coba.

Contoh 12.2: Jarak 1500 m diukur dengan rantai sepanjang 20 m. Setelah diukur, ternyata rantainya lebih panjang 80 mm. Jika panjang rantai sudah benar saat pengukuran awal, berapa panjang sebenarnya tali yang diukur?

Solusi: Koreksi rata-rata per panjang rantai

$$c = \frac{0 + 80}{2} = 40 \text{ mm} = 0.04 \text{ m}$$

Chain length = 20 m

∴ Correction for measured length

$$C_a = L \frac{c}{l} = 1500 \frac{0.04}{20} \\ = 3.0 \text{ m}$$

∴ **True length** = 1500 + 3.0 = **1503 m** **Ans.**

Contoh 12.3: Survei dilakukan dengan rantai sepanjang 20 m dan denah lapangan dibuat dengan skala 1 cm = 5 m. Luas denah tersebut diketahui 62,8 cm². Namun, saat rantai diuji di akhir pekerjaan, panjangnya menjadi 20,10 m. Dengan asumsi panjangnya tepat 20,0 m di awal pekerjaan survei, tentukan luas lapangan yang sebenarnya.

Solusi: Panjang awal rantai = 20 m

Panjang di akhir pekerjaan = 20,1 m

$$\therefore \text{Average length of chain} = \frac{20 + 20.1}{2} = 20.05 \text{ m}$$

$$\therefore \text{Average correction per chain length} = 20.05 - 20.00 = 0.05 \text{ m}$$

Measured area on plan = 62.8 cm²

Scale 1 cm = 5 m

$$\therefore \text{Measured area on field} = 62.8 \times 5^2 \\ = 1570 \text{ m}^2$$

$$\therefore \text{Corrected area on the ground} = A \left(\frac{l^1}{l} \right)^2 = 1570 \left(\frac{20.05}{20.00} \right)^2 = 1577.860 \text{ m}^2$$

Contoh 12.4: Pita sepanjang 20 m digunakan untuk mengukur garis pada suhu rata-rata 65° F.

Jarak yang diukur di tanah dan kemiringan tanah adalah sebagai berikut:

2° 18' for 125 m
3° 30' for 250 m
1° 42' for a distance of 170 m

Jika suhu pada saat pita distandarkan adalah 80° F, carilah panjang garis yang sebenarnya.

Ambil $\alpha = 6.2 \times 10^{-6} / ^\circ\text{F}$.

Solusi: Jarak horizontal yang diukur = $\sum L \cos \theta$

$$= 125 \cos 2^\circ 18' + 250 \cos 3^\circ 30' + 170 \cos 1^\circ 42' \\ = 544.367 \text{ m}$$

Koreksi suhu

$$C_t = L\alpha (T_m - T_0) \\ = 544.367 \times 6.2 \times 10^{-6} (65 - 80) \\ = -0.051 \text{ m}$$

Panjang horizontal yang benar

$$= 544.367 - 0.051 = 544.316 \text{ m Ans.}$$

Contoh 12.5: Untuk mengukur garis dasar, digunakan pita baja sepanjang 30 m, yang distandarkan pada suhu 15° C dengan tarikan 80 N. Carilah koreksi per panjang pita, jika suhu pada saat pengukuran adalah 25° C dan tarikan yang diberikan adalah 150 N.

Ambil modulus Young $E = 2 \times 10^5 \text{ N/mm}^2$ dan koefisien ekspansi termal $\alpha = 11,2 \times 10^{-6}/^\circ\text{C}$. Luas penampang pita adalah 8 mm^2 .

Solution: $l = 30 \text{ m}$, $\alpha = 11.2 \times 10^{-6}/^\circ\text{C}$, $T_0 = 15^\circ\text{C}$, $P_0 = 80 \text{ N}$
 $T_m = 25^\circ\text{C}$, $P = 150 \text{ N}$

\therefore Correction for temperature

$$\begin{aligned} C_t &= l \alpha (T_m - T_0) \\ &= 30 \times 11.2 \times 10^{-6} (25 - 15) \\ &= 3.360 \times 10^{-3} \text{ m} \end{aligned}$$

Correction for pull

$$\begin{aligned} C_p &= \frac{(P - P_0) l}{AE} \\ &= \frac{(150 - 80) \times 30}{2 \times 10^5 \times 8} \\ &= 1.3125 \times 10^{-3} \text{ m} \end{aligned}$$

[Catatan: Satuan AE hanya Newton, jika A dalam cm^2 atau mm^2 dan E dalam N/cm^2 atau N/mm^2].

\therefore Total correction for temperature and pull

$$\begin{aligned} &= C_t + C_p = 3.360 \times 10^{-3} + 1.3125 \times 10^{-3} \\ &= 4.6725 \times 10^{-3} \text{ m per chain length} \end{aligned}$$

Contoh 12.6: Hitung koreksi kendur untuk pita baja sepanjang 30 m di bawah tarikan 80 N, jika digantung dalam tiga bentang yang sama. Berat satuan baja adalah $78,6 \text{ kN/m}^3$. Luas penampang pita adalah 8 mm^2 .

Solusi: Panjang setiap bentang = 10 m

$$\begin{aligned} W &= \text{wt. of taper per span length} \\ &= 78.6 \times 10 \times (8 \times 10^{-6}) \\ &= 6288 \times 10^{-6} \text{ kN} = 6.288 \text{ N} \end{aligned}$$

[Note: $1 \text{ mm}^2 = (0.001)^2 \text{ m}^2 = 1 \times 10^{-6} \text{ m}^2$]

$$P = 80 \text{ N} \quad L = 10 \text{ m}$$

\therefore Correction for each span

$$\begin{aligned} &= \frac{1}{24} \left(\frac{6.288}{80} \right)^2 \times 10 \\ &= 2.574 \times 10^{-3} \text{ m} \end{aligned}$$

∴ **Correction for three spans**

$$= 3 \times 2.574 \times 10^{-3} \text{ m}$$

$$= 7.722 \times 10^{-3} \text{ m Ans.}$$

Contoh 12.7: Pita baja sepanjang 30 m distandarisasi dengan tarikan 60 N pada suhu 65° F. Pita tersebut digantung dalam 5 bentangan yang sama selama pengukuran. Suhu rata-rata selama pengukuran adalah 90° F dan tarikan yang diberikan adalah 100 N. Luas penampang pita tersebut adalah 8 mm². Carilah panjang pita yang sebenarnya, jika, $\alpha = 6.3 \times 10^{-6} / ^\circ\text{F}$, $E = 2 \times 10^5 \text{ N/mm}^2$ and unit weight of steel = 78.6 kN/m³.

Solution: Correction for temperature:

$$C_t = l \alpha (T_m - T_0)$$

$$= 30 \times 6.3 \times 10^{-6} (90 - 65)$$

$$= 4.725 \times 10^{-3} \text{ m}$$

Correction for pull:

$$C_p = \frac{(P - P_0) l}{AE} = \frac{(100 - 60) \times 30}{8 \times 2 \times 10^5} = 0.75 \times 10^{-3} \text{ m}$$

Correction for sag:

$$\text{Each span length} = \frac{30}{5} = 6 \text{ m}$$

$$\text{Weight of tape per span, } W = 78.6 \times 6 \times 8 \times 10^{-6}$$

$$= 3772.8 \times 10^{-6} \text{ kN}$$

$$= 3.7728 \text{ N}$$

∴ Correction for sag per span

$$= \frac{1}{24} \left(\frac{3.7728}{100} \right)^2 \times 6$$

$$= 0.3559 \times 10^{-3} \text{ m}$$

∴ Corrections for 5 spans

$$C_s = 5 \times 0.3559 \times 10^{-3}$$

$$= 1.779 \times 10^{-3} \text{ m (-ve)}$$

Noting that correction C_t and C_p are +ve, while correction C_s is -ve, we get

$$\text{Total correction} = 4.725 \times 10^{-3} + 0.75 \times 10^{-3} - 1.779 \times 10^{-3}$$

$$= 3.696 \times 10^{-3} \text{ m}$$

$$= 3.696 \text{ mm}$$

∴ **True length of tape**

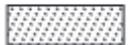
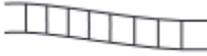
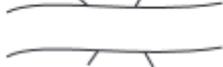
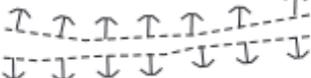
$$= 30 + 3.696 \times 10^{-3}$$

$$= 30.003696 \text{ m Ans.}$$

12.8 SIMBOL KONVENSIONAL

IS 962—1989, 'kode praktik untuk gambar arsitektur dan bangunan' telah menetapkan simbol standar untuk berbagai objek seperti yang ditunjukkan pada Tabel 12.1 di halaman berikutnya.

Tabel 12.1 Simbol konvensional

Chain line		Road under railway	
Triangulation station		Boundaries without pillars	
Traverse station		Boundaries with pillars	
Building		Township or taluka boundaries	
Shed with open side		River	
Shed with closed side		Pond	
Temple, mosque and church		Electric line	
Path		Tree	
Unfenced road		Orchard	
Fenced road		Woods	
Railway line: Single		Grass	
Railway line: Double		Cutting	
Road bridge		Embankment	
Level crossing		North line	
Road over railway			

Jika rencana berwarna akan dibuat, kode tersebut merekomendasikan sapuan warna terang dengan corak berikut:

Untuk jalan – Sienna gosong

Untuk bangunan – Abu-abu muda

Untuk dinding majemuk – Nila

Untuk air – Batas tepi dengan biru Prusia

Untuk pohon – Hijau.

LATIHAN SOAL

1. Jelaskan secara singkat berbagai metode perkiraan pengukuran jarak.
2. Jelaskan secara singkat fitur rantai metrik.
3. Bedakan antara pita logam dan pita baja.
4. Tulis catatan singkat tentang
 - a. Pita baja
 - b. Pita invar
 - c. Batang pengukur jarak
 - d. Pengukur jarak.
5. Jelaskan istilah-istilah
 - a. Garis periksa dan garis ikat
 - b. Sketsa referensi.
6. Buat daftar berbagai poin yang perlu dipertimbangkan dalam memilih stasiun untuk survei.
7. Jelaskan penggunaan dan cara kerja
 - a. Tongkat silang terbuka
 - b. Kotak prisma.
8. Jelaskan metode perataan timbal balik. Kapan Anda membutuhkannya?
9. Jelaskan dua metode untuk mengatasi masalah rantai dalam kasus berikut:
 - a. Penghalangnya berupa kolam.
 - b. Penghalangnya berupa bangunan.
10. Ada penghalang berupa kolam pada garis rantai utama AB. Dua titik C dan D diambil pada sisi berlawanan dari kolam. Di sebelah kiri CD, garis CE dibuat sepanjang 65 m dan garis kedua CF sepanjang 85 dibuat di sebelah kanan CD sehingga ECF berada dalam satu garis. Tentukan panjang terhalang CD. Diberikan ED = 110 m dan DF = 120 m. [Jawab. CD = 87,015 m]
11. Bedakan antara kesalahan kumulatif dan kesalahan kompensasi. Berikan contoh untuk setiap kasus.
12. Pita sepanjang 30 m yang digunakan untuk mengukur garis ditemukan sepanjang 30,01 m di awal dan 30,026 m di akhir pekerjaan. Luas denah yang digambar dengan skala 1:1000 ditemukan sebesar 5625 mm². Hitunglah luas lapangan yang benar. [Jawab. 5631.752 m²]
13. Sebuah pita baja sepanjang 30 m, distandarkan pada suhu 18°C dengan tarikan 100 N, digunakan. Carilah koreksi per panjang pita, jika suhu pada saat pengukuran adalah 24°C dan tarikan yang diberikan adalah 140 N. Luas penampang pita adalah 8 mm². Ambil $E = 2 \times 10^5 \text{ N/mm}^2$ dan $\alpha = 11,2 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$. Pita direntangkan pada 4 bentang yang sama. Jika panjang yang diukur adalah 200 m, berapakah panjang sebenarnya? Ambil berat satuan baja = 78,6 kN/m³. [Jawab. L = 199,979 m]

14. Dengan sketsa yang rapi, tunjukkan simbol konvensional yang digunakan untuk objek-objek berikut dalam survei:
- a. Bangunan
 - b. Rel kereta api jalur ganda
 - c. Lahan pertanian
 - d. Candi, masjid, dan gereja
 - e. Sungai.

BAB 13

KOMPAS

Kerugian survei rantai adalah, di dalamnya hanya jarak yang diukur dan karenanya area harus dicakup dengan jaringan segitiga. Jika panjang serta sudut garis dapat diukur terhadap arah yang diketahui maka dimungkinkan untuk memplot garis, terlepas dari panjang garis lainnya. Oleh karena itu, dalam kasus seperti itu tidak ada keharusan untuk menggunakan jaringan segitiga saja.

Kompas adalah instrumen yang dapat digunakan untuk mengukur arah garis survei terhadap utara-selatan magnetik. Arah utara-selatan magnetik yang merupakan arah referensi disebut meridian (arah referensi) dan sudut antara garis dan meridian disebut bearing. Penggunaan kompas untuk mengukur arah garis menyederhanakan survei hingga tingkat yang lebih tinggi.

Dalam bab ini dijelaskan konstruksi berbagai jenis kompas, sistem pencatatan bearing garis, beberapa masalah yang terkait dengan pengukuran dengan kompas, kemudian disajikan kerja lapangan yang terlibat dalam survei kompas.

13.1 JENIS-JENIS KOMPAS

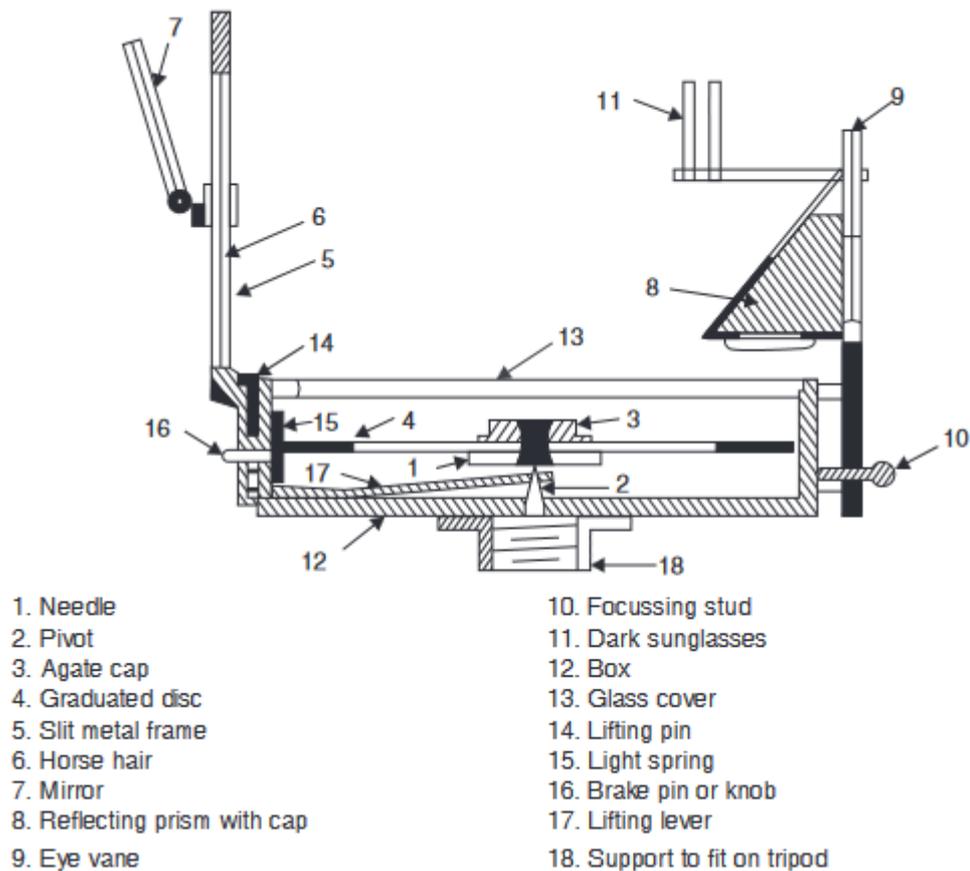
Jenis-jenis kompas yang umum digunakan adalah: (i) kompas prismatic; dan (ii) kompas surveyor. Bagian-bagian penting dari kedua jenis tersebut adalah:

1. Jarum magnet,
2. Lingkaran bertingkat,
3. Garis bidik, dan
4. Kotak untuk menyimpannya.

Ada beberapa perbedaan pada bagian-bagian penting dari kedua jenis kompas tersebut. Konstruksi kedua jenis kompas tersebut dijelaskan dan perbedaannya ditunjukkan dalam artikel ini.

Kompas Prismatic

Gambar 13.1 menunjukkan penampang lintang kompas prismatic yang umum [Gambar 13.1]. Jarum magnet berbentuk lebar (1) diseimbangkan pada poros baja yang keras dan runcing (2). Bagian atas poros runcing tersebut dilindungi dengan tutup batu akik (3).

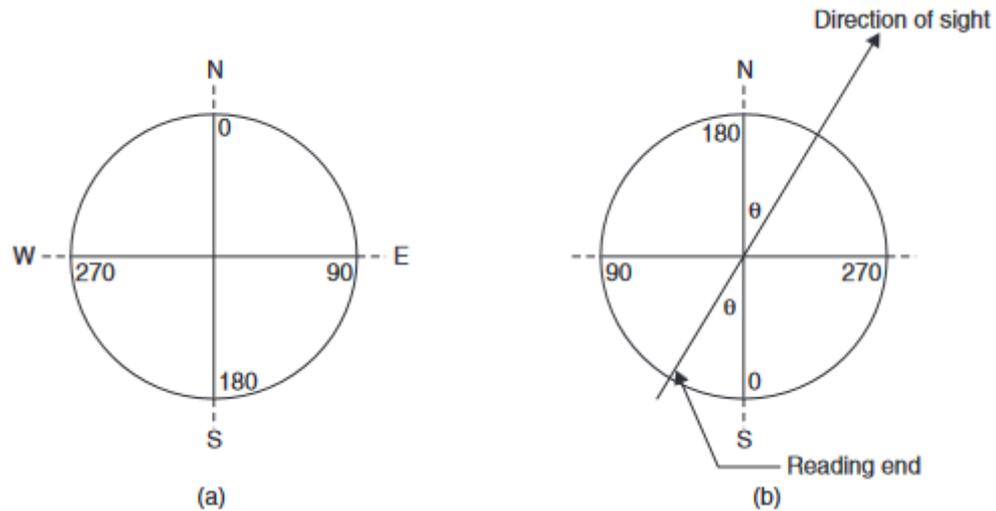


Gambar 13.1 Kompas Prismatik



Gambar 13.2 Plat Kompas Prismatik

Sebuah cakram aluminium bergradasi (4) dipasang pada bagian atas jarum. Gradasinya adalah dari nol hingga 360° searah jarum jam saat dibaca dari atas. Arah utara dianggap sebagai nol derajat, timur sebagai 90°, selatan sebagai 180°, dan barat sebagai 270°. Akan tetapi, saat melakukan pembacaan, pengamatan berada di ujung lain garis pandang. Oleh karena itu, pembacaan digeser 180° dan gradasi ditandai seperti yang ditunjukkan pada Gambar 13.2. Gradasi ditandai terbalik karena dibaca melalui prisma.



Gambar 13.3 Diagram Kompas dan Arah Pengamatan Dalam Pengukuran

Garis pandang terdiri dari unit objek dan unit pembacaan. Unit objek terdiri dari rangka logam bercelah yang disambungkan ke kotak. Di bagian tengah celah tersebut disediakan sehelai rambut kuda atau kawat atau benang halus. Rangka logam tersebut dilengkapi dengan cermin berengsel, yang dapat diletakkan ke atas atau ke bawah pada rangka. Cermin tersebut dapat digeser sepanjang rangka. Cermin tersebut dapat disesuaikan untuk melihat objek yang terlalu tinggi atau terlalu rendah dari posisi kompas. Unit pembacaan disediakan pada tepi yang berlawanan secara diametris. Unit tersebut terdiri dari prisma dengan bilah bidik. Prisma tersebut memperbesar pembacaan pada cakram ukur tepat di bawahnya.

Untuk pemfokusan, prisma diturunkan atau dinaikkan pada rangka yang menopangnya dan kemudian dipasang dengan kancing. Kacamata hitam yang disediakan di dekat garis pandang dapat disisipkan jika objek yang akan dibidik terang (misalnya, matahari). Bagian bawah kotak yang berukuran sekitar 85 mm hingga 110 mm menyangga poros jarum dengan kuat di bagian tengahnya. Baling-baling objek dan prisma disangga di sisi kotak. Kotak dilengkapi dengan tutup kaca yang melindungi cakram pengukur sekaligus memungkinkan pembacaan langsung dari atas.

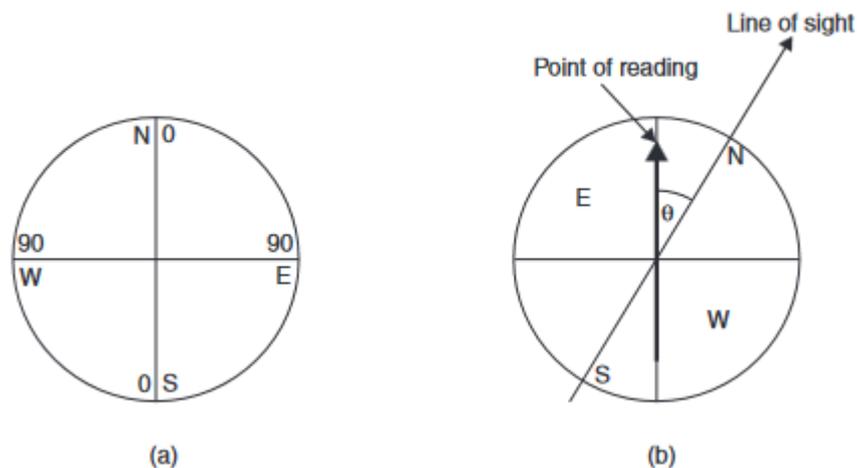
Saat baling-baling objek dilipat di atas kaca, ia menekan pin pengangkat yang mengaktifkan tuas pengangkat yang mengangkat jarum dari poros. Dengan demikian, ia mencegah keausan yang tidak semestinya pada titik poros. Saat melakukan pembacaan, jika cakram pengukur bergetar, ia dapat diredam dengan pegas. Untuk menekan pegas, kenop atau pin rem disediakan pada kotak. Saat tidak digunakan, prisma dapat dilipat di tepi kotak. Kotak dilengkapi dengan tutup untuk menutupnya saat kompas tidak digunakan. Kotak dilengkapi dengan soket untuk memasangnya di atas tripod.

Kompas Surveyor

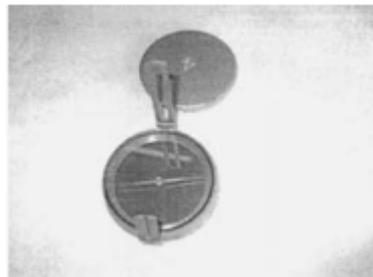
Pada jenis kompas ini, cakram ukur dipasang pada kotak dan jarum magnet bebas berputar di atasnya. Tidak ada prisma yang disediakan di ujung pandang, tetapi memiliki celah sempit. Setelah menentukan garis pandang, pembacaan langsung diambil dari atas penutup

kaca. Oleh karena itu, ukur ditulis secara langsung (tidak terbalik). Pada kompas ini, ukurnya adalah dari nol hingga 90°, nol berarti utara atau selatan dan 90° berarti timur dan barat.

Sudut 20° ke arah utara ke timur ditulis sebagai N 20° E, dan sudut 40° ke timur dari selatan ditulis sebagai S 40° E. Arah pertama yang ditunjukkan selalu utara atau selatan dan huruf terakhir menunjukkan arah timur atau barat. Dalam sistem ini lingkaran ukur berputar dengan garis pandang dan jarum magnet selalu ke arah utara. Pembacaan dilakukan di ujung jarum. Oleh karena itu, pada kompas timur dan barat ditandai secara bergantian dan ditandai [Gambar 13.3] Plat 13.2 menunjukkan foto kompas surveyor.



Gambar 13.4 Kompas Timur dan Barat



Gambar 13.5 Plat Kompas Surveyor

Tabel 13.1. Perbedaan Antara Kompas Prismatik Dan Kompas Surveyor

Nomor Urut	Kompas Prismatik	Kompas Surveyor
1.	Lingkaran gradasi dipasang pada jarum tipe lebar. Oleh karena itu, tidak akan berputar mengikuti garis pandang.	Lingkaran gradasi dipasang pada kotak. Oleh karena itu, lingkaran tersebut berputar mengikuti garis pandang.
2.	Terdapat prisma di ujung pengamatan.	Di ujung pengamatan tidak ada prisma. Hanya ada celah.

3.	Pembidikkan dan pembacaan dapat dilakukan secara bersamaan.	Pembidikan dan pengamatan tidak dapat dilakukan secara bersamaan.
4.	Jarum magnet tidak berfungsi sebagai indeks.	Jarum magnet berfungsi sebagai indeks saat membaca.
5.	Gradiasi berada pada bantalan lingkaran penuh.	Gradiasi berada dalam sistem kuadran.
6.	Gradiasi ditandai terbalik karena pantulannya dibaca melalui prisma.	Gradiasi ditandai secara langsung. Tidak terbalik.
7.	Pembacaan dilakukan melalui prisma.	Pembacaan dilakukan dengan melihat langsung dari kaca atas.
8.	Tripod dapat digunakan atau tidak. Tripod juga dapat dipegang dengan tangan yang direntangkan.	Tripod sangat penting untuk menggunakannya.

13.2 METODE PENGGUNAAN KOMPAS

Untuk mengambil bacaan dari kompas, diperlukan penyesuaian sementara berikut:

- 1. Pemusatan:** Kompas harus dipasang pada dudukan dan diletakkan di atas dudukan. Untuk memusatkan kompas, kaki dudukan tripod harus digerakkan ke dalam-keluar atau ke arah melingkar. Untuk memeriksa pemusatan, dapat digunakan garis tegak lurus atau kerikil dijatuhkan dari tengah kompas.
- 2. Perataan:** Dalam survei kompas, perataan yang sempurna tidak diperlukan, tetapi harus cukup untuk memungkinkan jarum magnet menggantung bebas. Untuk memeriksa perataan, level gelembung disediakan di banyak kompas. Setelah pemusatan, gelembung harus dipastikan berada di tengah lingkaran yang disediakan untuknya di level. Jika tidak berada di dalam lingkaran itu, gerakan melingkar dapat dilakukan pada kaki tripod sehingga perataan tercapai tanpa mengganggu pemusatan.
- 3. Pemfokusan prisma:** Dalam kompas prismatik, untuk memfokuskan prisma pada lingkaran bertingkat, pemasangannya digeser ke atas atau ke bawah hingga bacaan terlihat jelas. Tidak ada persyaratan seperti itu dalam kompas surveyor.

Langkah-langkah berikut diperlukan untuk mengamati bearing garis, misalnya, AB:

1. Pusatkan kompas di A.
2. Ratakan kompas.
3. Fokuskan prisma, jika kompas prismatik digunakan.
4. Putar kotak hingga batang pengukur di B terlihat melalui garis pandang.
5. Letakkan jarum dengan menggunakan kenop.
6. Ambil bacaan dan catat di buku lapangan.

Perhatikan agar garis pandang tidak terganggu antara garis bidik objek dan waktu pembacaan bearing.

13.3 BEARING

Seperti yang dinyatakan sebelumnya, bearing suatu garis adalah sudut yang dibentuk oleh garis terhadap arah acuan, arah acuan tersebut dikenal sebagai meridian. Arah yang ditunjukkan oleh jarum magnet yang tergantung bebas dan seimbang disebut meridian magnet dan sudut horizontal yang dibentuk oleh garis dengan meridian ini dikenal sebagai bearing magnet.

Titik-titik perpotongan sumbu bumi dengan permukaan bumi dikenal sebagai kutub utara dan selatan geografis. Garis yang melalui utara, selatan geografis dan titik di bumi disebut meridian sejati pada titik tersebut dan sudut yang dibentuk oleh garis yang melalui titik tersebut disebut bearing sejati. Saat melintasi sepanjang garis A, B, C, D ..., bearing pada garis AB disebut bearing depan AB dan bearing BA disebut bearing belakang. Bearing depan dan bearing belakang berbeda 180° .

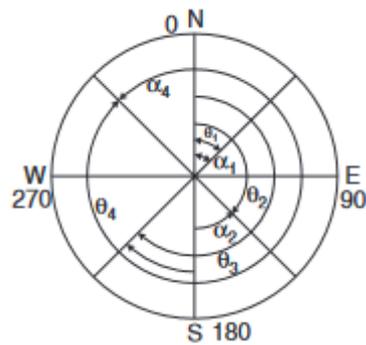
13.4 SELURUH LINGKARAN BEARING DAN REDUCED BEARING

Dalam whole circle bearing (WCB), bearing garis pada titik mana pun diukur terhadap meridian. Nilainya bervariasi dari nol hingga 360° , meningkat searah jarum jam. Nol adalah arah utara, 90° adalah timur, 180° adalah selatan, dan 270° adalah barat (13.2). Jenis bearing ini digunakan dalam kompas prismatik.

Dalam sistem reduced bearing (RB), bearing diukur dari arah utara atau selatan ke arah timur atau barat. Oleh karena itu, sudutnya adalah dari 0 hingga 90° seperti yang ditunjukkan pada Gambar 13.3. Sistem pengukuran bearing ini digunakan dalam kompas Surveyor dan juga dikenal sebagai Quadrantal Bearing (QB). Bearing yang diukur ditandai dengan huruf N atau S di awal untuk menunjukkan apakah dari utara atau selatan.

Huruf E atau W yang ditulis setelah sudut menunjukkan apakah bearing yang dibaca masing-masing ke arah timur atau barat. Konversi bantalan dari satu sistem ke sistem lainnya dapat dilakukan dengan mudah dengan menggambar sketsa untuk menunjukkan WCB atau RB seperti yang ditunjukkan pada Gambar 13.4. Dapat diamati bahwa tabel konversi diberikan seperti di bawah ini:

Kuadran Dimana Arah Berada	Relasi Konversi
NE	$\alpha = \theta$
SE	$\alpha = 180^\circ - \theta$
SW	$\alpha = \theta - 180^\circ$
NW	$\alpha = 360^\circ - \theta$



Gambar 13.6 Arah Sistem Koordinat Kompas

Contoh 13.1: Ubah bantalan tereduksi berikut menjadi bantalan lingkaran utuh:

- a. N 65° E
- b. S 43° 15' E
- c. S 52° 30' W
- d. N 32° 42' W

Solusi: Misalkan 'θ' adalah lingkaran utuh dengan bantalan.

- a. Karena berada di kuadran NE,
 $\theta = \alpha = 65^\circ$
- b. Karena berada di kuadran tenggara
 $43^\circ 15' = 180^\circ - \theta$
 Atau
 $\theta = 180^\circ - 43^\circ 15' = \mathbf{136^\circ 45'}$
- c. Karena berada di kuadran SW
 $52^\circ 30' = \theta - 180^\circ$
 Atau
 $\theta = 180^\circ + 52^\circ 30' = 232^\circ 30'$
- d. Karena berada di kuadran barat laut,
 $32^\circ 42' = 360^\circ - \theta$
 Atau
 $\theta = 360^\circ - 32^\circ 42' = \mathbf{327^\circ 18'}$

Contoh 13.2: Bantalan depan berikut diamati untuk garis, AB, BC, CD, DE, EF dan FG secara berurutan. Tentukan bantalan belakangnya:

1. 148°
2. 65°
3. 285°
4. 215°
5. N 36° W
6. S 40° E

Solusi: Selisih antara fore bearing dan back bearing dari sebuah tali haruslah 180° . Dengan memperhatikan bahwa dalam sudut WCB adalah dari 0° hingga 360° , kita temukan arah balik = arah awal θ 180°

+ 180° digunakan jika θ kurang dari 180° dan

- 180° digunakan jika θ lebih dari 180° . Maka:

1. BB dari AB = $145^\circ + 180^\circ = 325^\circ$
2. BB dari BC = $65^\circ + 180^\circ = 245^\circ$
3. BB dari CD = $285^\circ - 180^\circ = 105^\circ$
4. BB dari DE = $215^\circ - 180^\circ = 35^\circ$

Dalam kasus RB, haluan belakang tali dapat diperoleh dengan menukar N dan S pada saat yang sama E dan W. Maka:

5. BB dari EF = S 36° E
6. BB dari FG = N 40° W.

13.5 PERHITUNGAN SUDUT

Pada titik mana pun, jika bantalan dari dua garis diketahui, sudut antara kedua garis ini dapat dengan mudah ditemukan dengan menggambar sketsa yang rapi, lalu mencatat perbedaannya. Prosedur ini diilustrasikan dengan contoh-contoh yang diberikan di bawah ini. Contoh 13.3: Dalam lintasan tertutup, bantalan berikut diamati dengan kompas. Hitung sudut-sudut interiornya.

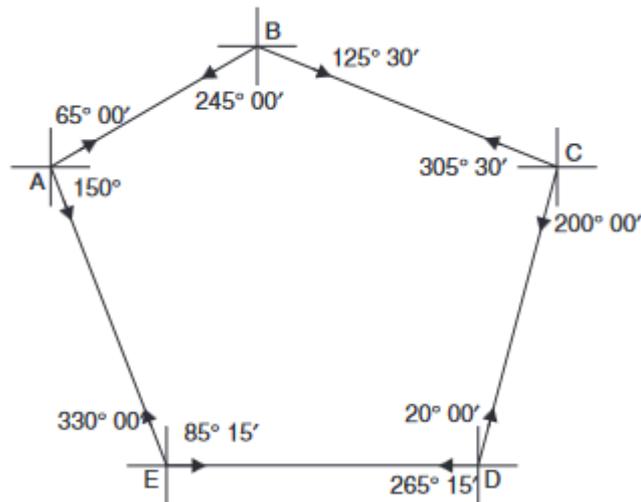
Tabel 13.2 Sudut Sudut Yang Diamati

Garis	Arah Awal
AB	$65^\circ 00'$
BC	$125^\circ 30'$
CD	$200^\circ 00'$
DE	$265^\circ 15'$
EA	$330^\circ 00'$

Gambar 13.7 menunjukkan sudut-sudut yang diamati. Arah tumpu semua garis dapat dihitung dan dicatat pada gambar. Dengan demikian, perhitungan sudut-sudut dalam dapat dilakukan dengan mudah.

Tabel 13.3 Perhitungan Sudut Sudut

Garis	Arah Awal	Arah Balik
AB	$65^\circ 00'$	$245^\circ 00'$
BC	$125^\circ 30'$	$305^\circ 30'$
CD	$200^\circ 00'$	$20^\circ 00'$
DE	$265^\circ 15'$	$85^\circ 15'$
EA	$330^\circ 00'$	$150^\circ 00'$



Gambar 13.7 Sudut Sudut Yang Diamati

Mengacu pada gambar:

$$\angle A = 150^\circ 00' - 65^\circ 00' = \mathbf{85^\circ 00'}$$

$$\angle B = 245^\circ 00' - 125^\circ 30' = \mathbf{119^\circ 30'}$$

$$\angle C = 305^\circ 30' - 200^\circ 00' = \mathbf{105^\circ 30'}$$

$$\angle D = (360^\circ - 265^\circ 15') + 20^\circ 00' = \mathbf{114^\circ 45'}$$

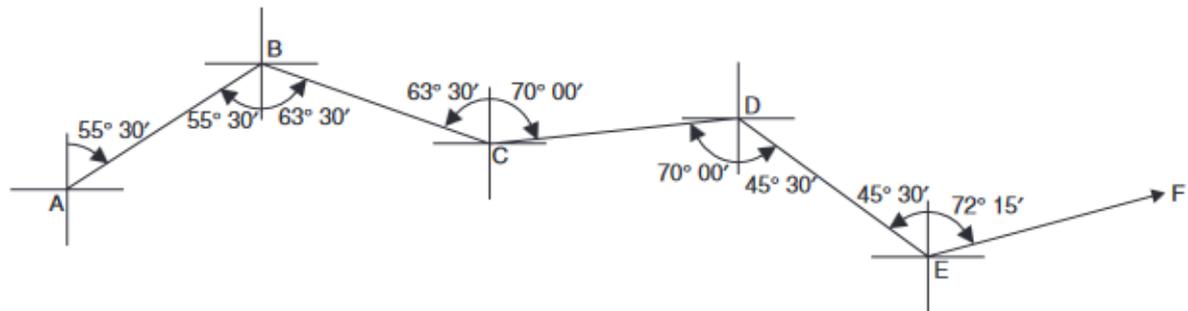
$$\angle E = (360^\circ - 330^\circ 00') + 85^\circ 15' = \mathbf{115^\circ 15'}$$

Contoh 13.4. Sudut-sudut yang diamati dengan kompas surveyor saat melintasi garis AB, BC, CD, DE, dan EF adalah seperti yang diberikan di bawah ini. Hitunglah sudut-sudut yang disertakan dan tunjukkan dalam sketsa yang rapi.

Garis	Arah Awal
AB	N 55° 30' E
BC	S 63° 30' E
CD	N 70° 00' E
DE	S 45° 30' E
EF	N 72° 15' E

Gambar 13.8 menunjukkan lintasan ini. Bearing belakang pertama dari semua garis dihitung dan dicatat dalam tabel yang ditunjukkan di bawah ini:

Garis	Arah Awal	Arah Balik
AB	N 55° 30' E	S 55° 30' W
BC	S 63° 30' E	N 63° 30' W
CD	N 70° 00' E	S 70° 00' W
DE	S 45° 30' E	N 45° 30' W
EF	N 72° 15' E	S 72° 15' W



Gambar 13.8 Lintasan Garis

Mengacu pada gambar tersebut, kita menemukan

$$\angle B = 55^\circ 30' + 63^\circ 30' = \mathbf{119^\circ 00'}$$

$$\angle C = 63^\circ 30' + 70^\circ 00' = \mathbf{133^\circ 30'}$$

$$\angle D = 70^\circ 00' + 45^\circ 30' = \mathbf{115^\circ 30'}$$

$$\angle E = 45^\circ 30' + 72^\circ 15' = \mathbf{117^\circ 45'}$$

13.6 DEKLINASI DAN DIP

Meridian magnetik dan meridian sejati mungkin tidak berimpit satu sama lain di suatu tempat. Sudut horizontal antara kedua meridian ini dikenal sebagai deklinasi magnetik. Kutub utara magnetik di suatu tempat mungkin mengarah ke timur atau barat dari kutub utara sejati (Gambar. 13.7). Jika mengarah ke timur, maka dikenal sebagai deklinasi timur atau deklinasi +ve. Deklinasi barat dikenal sebagai deklinasi -ve. Deklinasi timur harus ditambahkan ke bearing magnetik yang diamati untuk mendapatkan meridian sejati. Untuk menemukan deklinasi magnetik di suatu titik, meridian sejati harus ditetapkan dari pengamatan astronomi dan meridian magnetik dengan kompas. Peta dibuat sehubungan dengan meridian sejati.



Gambar 13.9 Deklinasi Magnetik

Deklinasi magnetik bervariasi dari waktu ke waktu dan juga dari tempat ke tempat. Pada siang hari, matahari berada tepat di meridian geografis. Di India, departemen 'Survei India' melakukan survei astronomi dan menerbitkan Peta Isogonik yang dapat digunakan untuk mengetahui deklinasi magnetik di titik mana pun. Garis yang menghubungkan titik-titik

dengan deklinasi yang sama pada waktu tertentu disebut 'Garis Isogonik'. Garis yang menghubungkan titik-titik dengan deklinasi nol disebut 'Garis Agonik'. Garis isogonik cukup tidak teratur di dekat kutub geografis. Peta isogonik menunjukkan garis dengan perubahan deklinasi tahunan yang sama. Jenis variasi berikut diamati dalam deklinasi:

1. Variasi sekuler,
2. Variasi tahunan,
3. Variasi harian, dan
4. Variasi tidak teratur.

Variasi Sekuler

Meridian magnetik berayun seperti pendulum ke kiri dan ke kanan meridian sejati. Periode variasinya sekitar 250 tahun.

Variasi Tahunan

Teramati bahwa dalam setahun deklinasi bervariasi dari 1° hingga 2° .

Variasi Harian

Variasi harian deklinasi magnetik sebanyak $10''$. Variasi ini juga dikenal sebagai 'Variasi Dirunal'. Faktor-faktor berikut memengaruhi besarnya:

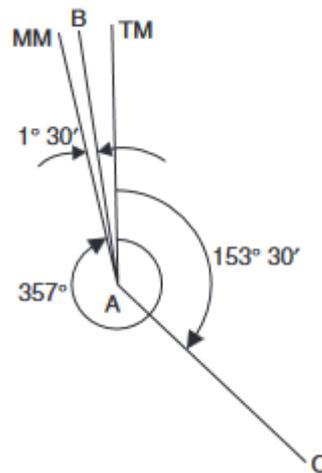
1. Lebih banyak di siang hari dan lebih sedikit di malam hari.
2. Lebih banyak di musim panas dan lebih sedikit di musim dingin.
3. Jumlah variasi berubah dari tahun ke tahun.
4. Lebih banyak di dekat kutub magnet dan lebih sedikit di dekat khatulistiwa.

Variasi Tidak Beraturan

Karena gempa bumi dan letusan gunung berapi, badai magnetik terjadi, yang mengakibatkan perubahan meridian magnetik. Perubahan tersebut berkisar dari 1° hingga 2° . Jarum magnet yang seimbang sempurna dan tergantung bebas menukik ke arah ujung utaranya di belahan bumi utara dan ke arah ujung selatannya di belahan bumi selatan. Jika berada di kutub utara, jarum berada pada posisi vertikal. Sudut vertikal antara horizontal dan arah yang ditunjukkan oleh jarum yang seimbang sempurna dan tergantung bebas dikenal sebagai kemiringan magnetik di tempat tersebut. Nilainya adalah 0° di ekuator dan 90° di kutub magnet. Untuk mengatasi kemiringan tersebut, disediakan bantalan geser (beban) pada jarum.

Contoh 13.5: Bearing sebenarnya dari garis AB adalah 357° dan bearing magnetiknya adalah $1^\circ 30'$. Tentukan deklinasinya. Temukan juga bearing sebenarnya dari AC yang memiliki bearing magnetik sama dengan $153^\circ 30'$.

Deklinasi Magnetik = $1^\circ 30' + (360^\circ - 357^\circ) = 4^\circ 30'$, barat. Bearing magnetik AC = $153^\circ 30'$.

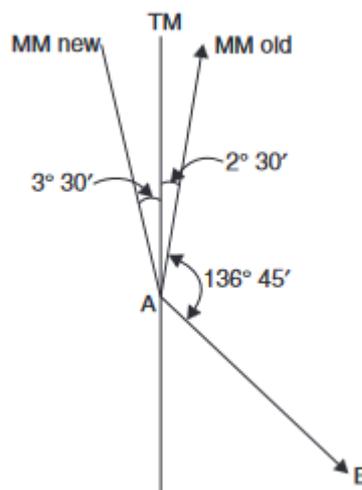


Gambar 13.10 Diagram Sudut Magnetik, Sudut Sejati, dan Arah Pengukuran Dari Titik Bawah

$$\begin{aligned} \therefore \text{Arah sejati AC} &= 153^\circ 30' - 4^\circ 30' \\ &= \mathbf{149^\circ} \end{aligned}$$

Contoh 13.6: Pada peta lama, garis AB digambar dengan bearing magnetik $136^\circ 45'$ ketika deklinasi magnetik adalah $2^\circ 30'$ timur. Pada bearing magnetik manakah garis tersebut harus ditetapkan sekarang, jika deklinasi magnetik adalah $3^\circ 30'$ barat?

Solusi: Mengacu pada Gambar 13.10, jelas bahwa

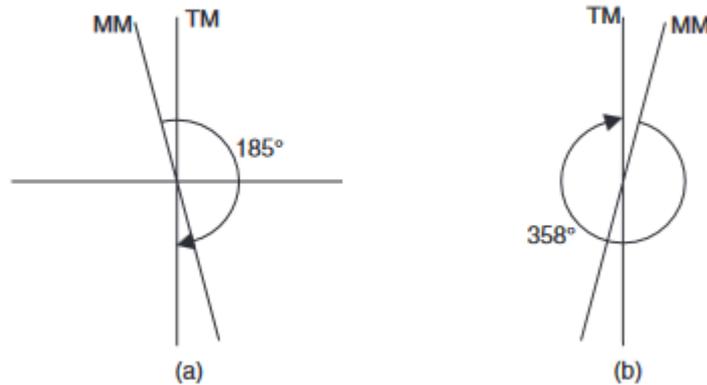


Gambar 13.11 Diagram Perubahan Maridian Magnetis

$$\begin{aligned} \text{Sekarang arah magnetik garis AB} \\ &= 3^\circ 30' + 2^\circ 30' + 136^\circ 45' \\ &= \mathbf{142^\circ 45'} \end{aligned}$$

Contoh 13.7: Carilah deklinasi di suatu tempat, jika bearing magnetik ke matahari pada siang hari adalah (a) 185° (b) 358° .

Solusi: (a) Mengacu pada Gambar 13.11 (a), karena bearing magnetik ke matahari pada siang hari adalah 185° , maka bearing tersebut berada di kutub selatan geografis. Oleh karena itu, bearing magnetik ke kutub utara adalah 5° , yaitu, deklinasinya adalah 5° . Jawaban.



Gambar 13.12 Diagram Sudut Magnetik

(b) Mengacu pada Gambar 13.11 (b),
 Deklinasi = $360^\circ - 358^\circ = 2^\circ$ BT.

13.7 DAYA TARIK LOKAL

Jarum magnet yang tergantung bebas dan seimbang diharapkan menunjukkan meridian magnet. Namun, objek lokal seperti kabel listrik dan objek baja menarik jarum magnet ke arah dirinya sendiri. Dengan demikian, jarum dipaksa untuk menunjukkan arah yang sedikit berbeda. Gangguan ini disebut daya tarik lokal. Daftar material yang menyebabkan daya tarik lokal adalah:

1. Batuan magnet atau bijih besi,
2. Struktur baja, tiang besi, rel, tiang dan kabel listrik,
3. Kunci, pisau, kancing besi, kacamata berbingkai baja, dan
4. Rantai, anak panah, palu, kapak pembersih, dll.

Surveyor diharapkan berhati-hati untuk menghindari daya tarik lokal yang tercantum dalam (iii) dan (iv) di atas.

Mendeteksi Daya Tarik Lokal

Untuk mendeteksi daya tarik lokal, perlu untuk mengambil kedua arah depan dan belakang untuk setiap garis. Jika perbedaannya tepat 180° , kedua stasiun dapat dianggap tidak terpengaruh oleh daya tarik lokal. Jika perbedaannya tidak 180° , lebih baik kembali ke stasiun sebelumnya dan periksa haluan depan. Jika pembacaannya sama dengan sebelumnya, dapat disimpulkan bahwa ada tarikan lokal di satu atau kedua stasiun.

Memperbaiki Bearing yang Diamati

Jika tarikan lokal terdeteksi dalam survei kompas, bearing yang diamati dapat diperbaiki dengan salah satu dari dua metode berikut:

1. Metode I: Perlu dicatat bahwa sudut yang disertakan tidak dipengaruhi oleh tarikan lokal karena kedua pembacaan sama-sama terpengaruh. Oleh karena itu, pertamanya hitung sudut yang disertakan di setiap stasiun, mulai dari garis yang tidak terpengaruh dan menggunakan sudut yang disertakan, bearing yang dikoreksi dari semua garis dapat dihitung.
2. Metode II: Dalam metode ini, kesalahan karena tarikan lokal di setiap stasiun yang terpengaruh ditemukan mulai dari bearing dari tarikan lokal yang tidak terpengaruh, bearing dari garis-garis berikutnya disesuaikan.

Metode-metode ini diilustrasikan dengan contoh-contoh di bawah ini:

Contoh 13.8: Dalam lintasan tertutup, bearing berikut diamati, dengan kompas. Hitung sudut interiornya dan kemudian hitung bearing magnetik yang dikoreksi:

Garis	Arah Awal	Arah Balik
AB	46° 30'	226° 30'
BC	118° 30'	300° 15'
CD	210° 00'	28° 00'
DE	271° 15'	93° 15'
EA	313° 45'	132° 00'

Solusi: Gambar 13.11 menunjukkan lintasan. Selisih antara FB dan BB pada garis AB adalah tepat 180°. Oleh karena itu, stasiun A dan B tidak terpengaruh oleh gaya tarik lokal. Oleh karena itu, semua arah yang diambil dari stasiun A dan B adalah arah magnet yang benar.

Arah AB yang benar = 46° 30' Arah BA yang benar = 226° 30' Dari gambar,

$$\angle A = 132^\circ 00' - 46^\circ 30' = 85^\circ 30'$$

$$\angle B = 226^\circ 30' - 118^\circ 30' = 108^\circ 00'$$

$$\angle C = 300^\circ 15' - 210^\circ 00' = 90^\circ 15'$$

$$\angle D = (360^\circ - 271^\circ 15') + 28^\circ 00' = 116^\circ 45'$$

$$\angle E = (360^\circ 00' - 313^\circ 45') = 93^\circ 15' = 139^\circ 30'$$

Sudut Interior Total

$$= \angle A + \angle B + \angle C + \angle D + \angle E$$

$$= 540^\circ 00'$$

Oleh karena itu tidak ada kesalahan pengamatan.

[Catatan: Dalam segi lima, jumlah sudut dalam = $(2n - 4) \times 90 = (2 \times 5 - 4) \times 90 = 540^\circ$. Jika ada kesalahan pengamatan, kesalahan tersebut harus didistribusikan secara merata ke semua sudut dalam].

Karena stasiun A dan B tidak terpengaruh oleh gaya tarik lokal, maka posisi yang benar adalah:

$$\text{Arah AB} = 46^\circ 30'$$

$$\text{Arah BA} = 46^\circ 30' + 180^\circ 00' = 226^\circ 30'$$

$$\text{Arah BC} = 226^\circ 30' - \angle B = 226^\circ 30' - 108^\circ 00' = 118^\circ 30'$$

$$\text{Arah CB} = 118^\circ 30' + 180^\circ 00' = 298^\circ 30'$$

$$\text{Arah CD} = 298^\circ 30' - \angle C = 298^\circ 30' - 90^\circ 15' = 208^\circ 15'$$

$$\text{Arah DC} = 208^\circ 15' - 180^\circ 00' = 28^\circ 15'$$

$$\begin{aligned} \text{Arah DE} &= 28^\circ 15' - \angle D = 28^\circ 15' - 116^\circ 45' \\ &= -89^\circ 30' = -88^\circ 30' + 360^\circ 00' = 271^\circ 30' \end{aligned}$$

$$\text{Arah ED} = 271^\circ 30' - 180^\circ 00' = 91^\circ 30'$$

$$\begin{aligned} \text{Arah EA} &= 91^\circ 30' - \angle E = 90^\circ 30' - 139^\circ 30' \\ &= -48^\circ 00' = -48^\circ 00' + 360^\circ = 312^\circ 00' \end{aligned}$$

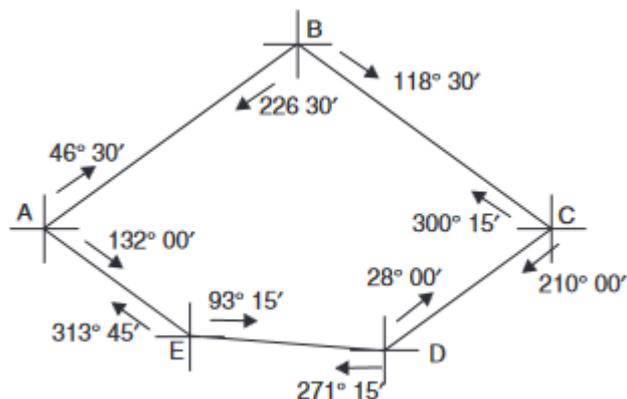
$$\begin{aligned} \text{Arah EA} &= 91^\circ 30' - \angle E = 90^\circ 30' - 139^\circ 30' \\ &= -48^\circ 00' = -48^\circ 00' + 360^\circ = 312^\circ 00' \end{aligned}$$

$$\text{Arah AE} = 312^\circ 00' - 180^\circ 00' = 132^\circ 00'$$

[Telah diperiksa. Nilainya harus sama dengan bearing yang diamati, karena stasiun E tidak terpengaruh].

Contoh 13.9: Selesaikan soal no. 13.8 dengan metode koreksi terhadap gaya tarik lokal.

Solusi: [Gambar 13.11]



Karena perbedaan antara FB dan BB pada garis AB adalah tepat 180° , stasiun A dan B tidak terpengaruh oleh tarikan lokal. Oleh karena itu, koreksi terhadap bearing yang diamati di A dan B adalah nol.

$$\begin{aligned} \therefore \text{Arah CB yang benar} &= 118^\circ 30' + 180^\circ 00' = 298^\circ 30' \\ \text{Arah yang diamati} &= 300^\circ 15' \end{aligned}$$

Koreksi stasiun C	$= 298^{\circ} 30' - 300^{\circ} 15' = -1^{\circ} 45'$
\therefore Arah CD yang benar	$= 210^{\circ} 00' - 1^{\circ} 45' = 208^{\circ} 15'$
Arah DC yang benar	$= 208^{\circ} 15' - 108^{\circ} 00' = 28^{\circ} 15'$
Arah yang diamati dari DC	$= 28^{\circ} 00'$
\therefore Koreksi yang diperlukan di D	$= 28^{\circ} 15' - 28^{\circ} 00' = 0^{\circ} 15'$
\therefore Arah DE yang benar	$= 271^{\circ} 15' + 0^{\circ} 15' = 271^{\circ} 30'$
Arah ED yang benar	$= 271^{\circ} 30' - 180^{\circ} 00' = 91^{\circ} 30'$
Arah yang diamati dari ED	$= 93^{\circ} 15'$
\therefore Koreksi pengamatan di E	$= 91^{\circ} 30' - 93^{\circ} 15' = -1^{\circ} 45'$
\therefore Arah EA yang benar	$= 313^{\circ} 45' - 1^{\circ} 45' = 312^{\circ} 00'$
\therefore Arah AE yang benar	$= 312^{\circ} 00' - 180^{\circ} 00' = 132^{\circ} 00'$

Perhitungan dapat dilakukan dalam bentuk tabel seperti yang ditunjukkan pada Tabel 13.2.

Tabel 13.2 Hasil Perhitungan

Station	Garis	Arah Yang Diamati	Koreksi	Arah Yang Dikoreksi
A	AE	132° 00'	0	132° 00'
	AB	46° 30'		46° 30'
B	BA	226° 30'	0	226° 30'
	BC	118° 30'		118° 30'
C	CB	300° 15'	-1° 45'	298° 30'
	CD	210° 00'		208° 15'
D	DC	28° 00'	0° 15'	28° 15'
	DE	271° 15'		271° 30'
E	ED	93° 15'	-1° 45'	91° 30'
	EA	313° 45'		312° 00'

[Catatan: Koreksi = Bacaan yang benar – Bacaan yang diamati]

13.8 PEKERJAAN LAPANGAN SURVEI RANTAI DAN KOMPAS

Dalam survei kompas, rantai atau pita digunakan untuk pengukuran linier. Jika survei dimulai dari suatu stasiun, berputar mengelilingi suatu area dan berakhir di stasiun awal, maka survei tersebut disebut lintasan tertutup. Jika survei dimulai dari suatu titik, berjalan sepanjang sejumlah garis yang saling berhubungan dan berakhir di suatu titik lain, maka survei tersebut disebut lintasan terbuka. Lintasan tertutup digunakan untuk menyiapkan rencana suatu area, sedangkan lintasan terbuka berguna dalam proyek jalan raya, rel kereta api atau kanal. Berikut ini adalah hal-hal yang diperlukan untuk survei rantai dan kompas:

1. Kompas dan penyangga
2. Rantai dan pita
3. 10 anak panah
4. 5 hingga 6 batang pengukur jarak

5. Tiang pengukur jarak
6. Pasak dan palu
7. Bom tegak lurus
8. Pengukur jarak, tongkat silang, dll.

Pekerjaan Lapangan

Pekerjaan lapangan meliputi:

1. Survei pengintaian
2. Persiapan sketsa lokasi stasiun
3. Pengukuran arah
4. Pengukuran panjang dan offset, dan
5. Pencatatan pengukuran.
6. Survei pengintaian: seluruh area yang akan disurvei diperiksa untuk memilih stasiun survei.

Hal-hal penting yang perlu dipertimbangkan dalam memilih stasiun adalah:

1. Stasiun yang berdekatan harus dapat dilihat.
2. Garis yang akan dirantai harus bebas dari halangan.
3. Jumlah garis survei harus minimum.
4. Garis survei harus dekat dengan objek penting, sehingga panjang offsetnya kecil.

Peta indeks disiapkan dengan pensil dan stasiun ditandai. Jika perlu, perubahan dapat dilakukan pada garis survei dan perubahan yang sesuai pada rencana indeks.

Sketsa Lokasi

Sebelum memulai survei garis, sketsa lokasi stasiun garis tersebut harus disiapkan. Di awal buku lapangan, beberapa halaman harus disediakan untuk menggambar sketsa lokasi.

Pengukuran Arah

Tindakan pencegahan berikut harus dilakukan dalam mengukur arah garis survei dengan kompas.

1. Pusatkan kompas pada stasiun dengan benar.
2. Ratakan kompas dan pastikan jarum bebas bergerak.
3. Ukurlah hasil pengukuran hanya setelah getaran lingkaran/jarum pengukur berhenti. Gunakan kenop, jika perlu.
4. Ketuk bagian atas kaca kompas dengan lembut untuk menghilangkan kelambatan jarum dan ukurlah hasil pengukuran setelah getaran berhenti.
5. Paralaks harus dihindari saat mengukur arah.
6. Harus berhati-hati untuk menjauhkan benda-benda dari baja dan besi seperti gantungan kunci, kacamata berbingkai logam, kancing besi, rantai, anak panah, dll.
7. Jika sapu tangan digunakan untuk membersihkan bagian atas kaca kompas, kaca tersebut akan terisi listrik. Akibatnya, akan terjadi tarik-menarik lokal. Untuk menghindari masalah ini, gunakan jari-jari yang basah untuk membersihkan kaca.
8. Jika kompas tidak digunakan, lipat prisma dan bilah objek di atas pelat kaca, sehingga jarum terangkat dari poros untuk menghindari keausan poros yang tidak perlu.

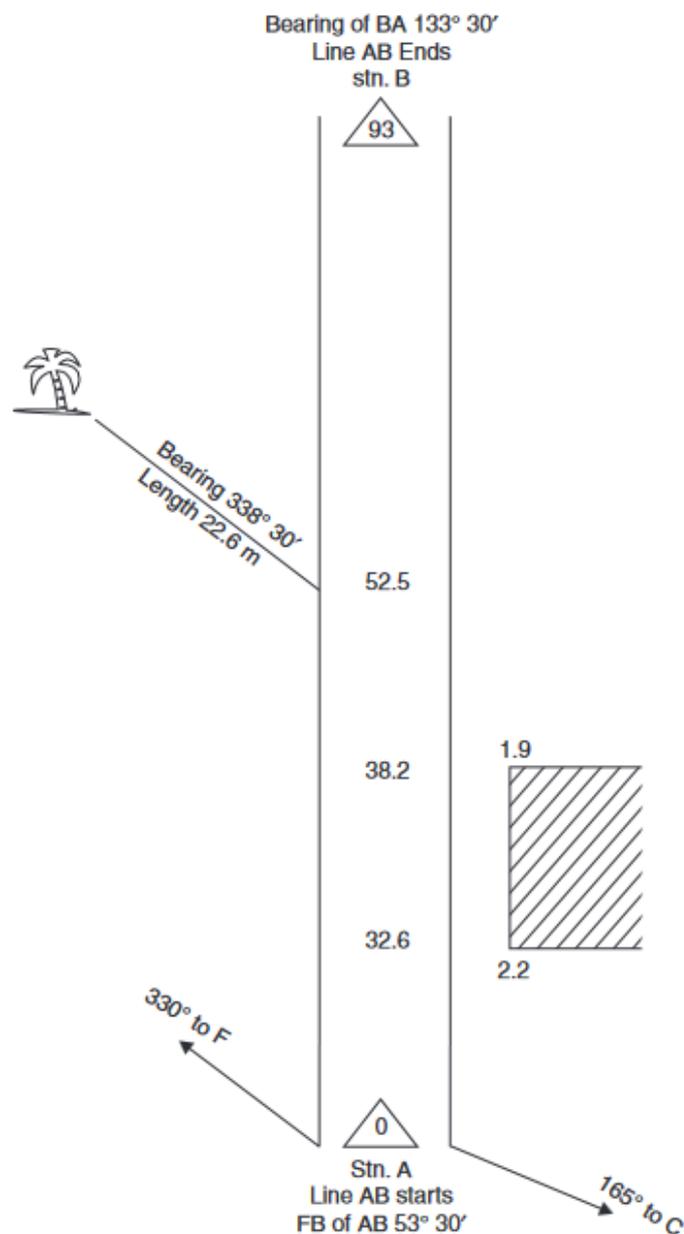
9. Untuk semua garis survei, bantalan depan dan bantalan belakang harus diambil. Jika ada stasiun survei lain yang terlihat, bantalan juga harus dibawa ke stasiun itu, yang membantu dalam memeriksa pekerjaan survei.

Pengukuran Panjang dan Offset

Ini mirip dengan yang digunakan dalam survei rantai. Namun, perlu dicatat bahwa untuk objek yang kurang penting, seseorang dapat mengukur bantalan offset dan panjangnya.

Pencatatan Pengukuran Rantai dan Kompas

Jenis buku lapangan yang digunakan dalam survei rantai juga digunakan dalam survei ini. Selain mencatat pengukuran linier dalam survei ini, bantalan yang diambil juga harus dicatat. Gambar 13.12 menunjukkan halaman catatan lapangan yang umum.



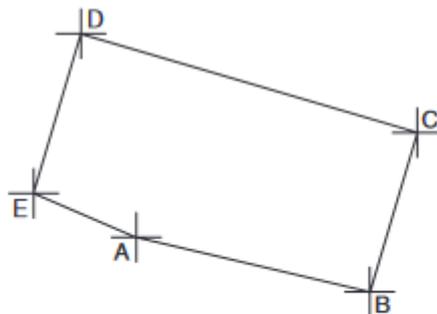
Gambar 13.12 halaman catatan lapangan yang umum.

LATIHAN SOAL

1. Jelaskan dengan sketsa yang rapi konstruksi kompas prismatic.
2. Jelaskan perbedaan antara kompas prismatic dan kompas surveyor.
3. Bedakan antara
 - a. Meridian magnetik dan meridian sejati.
 - b. Bearing lingkaran penuh dan bearing kuadran.
 - c. Deklinasi dan dip.
 - d. Bearing depan dan bearing belakang.
 - e. Garis isogonik dan agonik.
4. Apa yang dimaksud dengan deklinasi magnetik? Sebutkan berbagai jenis variasinya.
5. Apa yang dimaksud dengan atraksi lokal? Bagaimana cara mendeteksinya di lapangan?
6. Apa saja tindakan pencegahan yang harus diambil saat mengukur bearing garis dengan kompas.
7. Saat melintasi arah berlawanan arah jarum jam, pembacaan berikut diamati:

Garis	AB	BC	CD	DE	EA
FB	105° 15'	20° 00'	316° 30'	187° 15'	122° 45'

Gambar sketsa lintasan yang rapi. Tentukan sudut-sudut bagian dalam lintasan dan terapkan pemeriksaan.



$$\angle A = 162^{\circ} 30'$$

$$\angle C = 116^{\circ} 30'$$

$$\angle E = 115^{\circ} 30'$$

$$\angle B = 94^{\circ} 45'$$

$$\angle D = 50^{\circ} 45'$$

$$\Sigma \theta = 540^{\circ} \text{ Checked. } \text{Ans.}$$

8. Posisi-posisi berikut diambil saat menjalankan lintasan kompas:

Garis	FB	BB
AB	124° 30'	304° 30'
BC	68° 15'	246° 00'
CD	310° 30'	135° 15'
DA	200° 15'	17° 45'

Di stasiun mana Anda menduga adanya tarikan lokal? Temukan arah garis yang benar dan hitung juga sudut yang termasuk.

Jawaban: Stasiun C dan D dipengaruhi oleh tarikan lokal. Arah garis yang benar ditunjukkan di bawah ini:

Garis	FB	BB
AB	124° 30'	304° 30'
BC	68° 15'	246° 00'
CD	310° 30'	135° 15'
DA	200° 15'	17° 45'

$$\angle A = 106^\circ 45'$$

$$\angle B = 123^\circ 45'$$

$$\angle C = 64^\circ 30'$$

$$\angle D = 65^\circ$$

$$\sum \theta = 360^\circ$$

BAB 14

SURVEI MEJA DATAR

Dalam metode survei ini, bagian atas meja, mirip dengan papan gambar yang dipasang pada tripod, merupakan instrumen utama. Lembar gambar dipasang pada bagian atas meja, pengamatan dilakukan pada objek, jarak diperkecil, dan objek diplot di lapangan itu sendiri. Karena pembuatan plot dilakukan di lapangan itu sendiri, tidak ada kemungkinan untuk menghilangkan pengukuran yang diperlukan dalam survei ini.

Namun, akurasi yang dicapai dalam jenis survei ini lebih rendah. Oleh karena itu, jenis survei ini digunakan untuk mengisi rincian antara stasiun survei yang sebelumnya ditetapkan dengan metode lain. Dalam bab ini, dijelaskan aksesoris yang diperlukan, operasi kerja, dan metode survei meja datar. Di bagian akhir, keuntungan dan keterbatasan metode ini dicantumkan.

14.1 MEJA BIDANG DAN PERLENGKAPANNYA

Meja bidang yang paling umum digunakan ditunjukkan pada Gambar 14.1. Meja ini terdiri dari bagian atas meja kayu yang sudah dipoles dengan baik yang dipasang pada tripod. Bagian atas meja dapat berputar bebas pada sumbu vertikal. Bila diperlukan, meja dapat dijepit pada posisi yang diinginkan. Meja dapat diratakan dengan menyesuaikan kaki tripod.



Gambar 14.1. Meja Datar Dengan Dudukan

Aksesoris berikut diperlukan untuk melakukan survei meja datar:

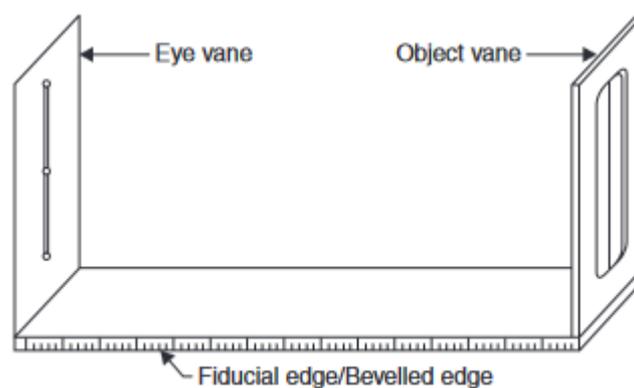
1. Alidade
2. Garpu perpipaan dengan plumb bob.
3. Waterpass
4. Kompas palung
5. Lembar gambar dan aksesoris untuk menggambar.

Alidade

Ini adalah penggaris tepi lurus yang memiliki beberapa bentuk alat bidik. Salah satu tepi penggaris miring dan bergradasi. Tepi ini selalu digunakan untuk menggambar garis pandang. Bergantung pada jenis garis pandang, ada dua jenis alidade:

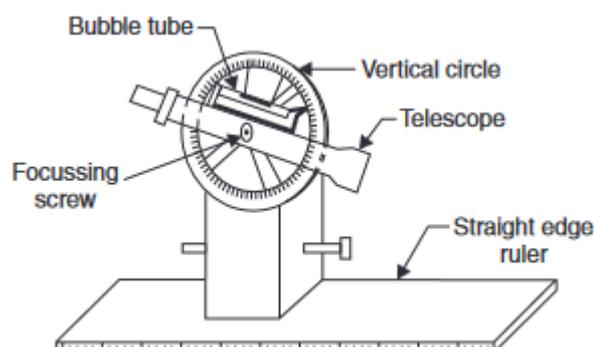
- a. Alidade Polos
- b. Alidade Teleskopik

Alidade polos: Gambar 14.2 menunjukkan alidade polos yang umum. Bilah bidik disediakan di setiap ujung penggaris. Bilah dengan celah sempit berfungsi sebagai bilah mata dan yang lainnya dengan celah lebar dan memiliki kawat tipis di tengahnya berfungsi sebagai bilah objek. Kedua bilah dilengkapi dengan engsel di ujung penggaris sehingga saat tidak digunakan, keduanya dapat dilipat pada penggaris. Alidade polos tidak cocok untuk survei daerah perbukitan karena kemiringan garis pandang dalam kasus ini terbatas.



Gambar 14.2. Alidade Bidang Datar

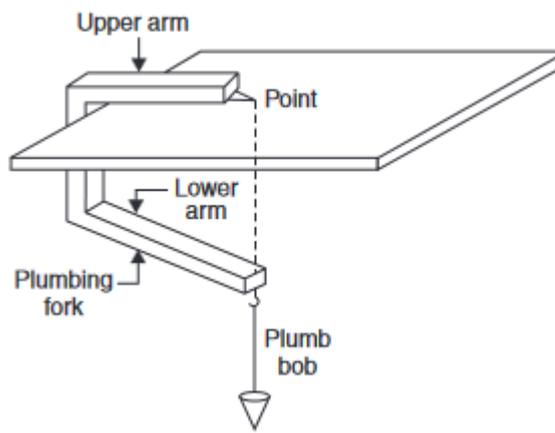
Alidade teleskopik: Terdiri dari teleskop yang dipasang pada kolom yang dipasang pada penggaris [Gambar. 14.3]. Garis pandang melalui teleskop dijaga sejajar dengan tepi miring penggaris. Teleskop dilengkapi dengan tabung datar dan busur gradasi vertikal. Jika diperlukan penglihatan horizontal, gelembung dalam tabung datar dijaga di bagian tengah. Jika diperlukan penglihatan miring, gradasi vertikal membantu dalam mencatat kemiringan garis pandang. Dengan menyediakan teleskop, jangkauan dan akurasi garis pandang meningkat.



Gambar 14.3. Alidade Teleskopik

Garpu Perpipaan dan Penahan Tegak Lurus

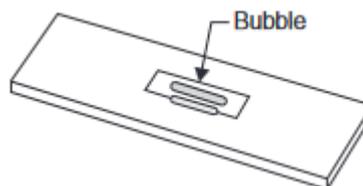
Gambar 14.4 menunjukkan garpu perpipaan yang umum dengan penahan tegak lurus. Garpu perpipaan adalah rangka logam berbentuk U dengan lengan horizontal atas dan lengan miring bawah. Lengan atas dilengkapi dengan penunjuk di ujungnya sementara lengan bawah dilengkapi dengan pengait untuk menggantung penahan tegak lurus. Ketika garpu perpipaan diletakkan di atas meja datar, garis vertikal (garis penahan tegak lurus) melewati tepi lengan atas yang runcing. Penahan tegak lurus membantu memindahkan titik dasar ke lembar gambar dan sebaliknya.



Gambar 14.4. Garpu Perpipaan Dan Jangka Tegak Lurus.

Waterpass

Waterpass dengan alas datar digunakan untuk meratakan meja datar selama survei (Gambar. 14.5). Untuk mendapatkan level yang sempurna, waterpass harus menunjukkan posisi tengah tabung gelembung saat diperiksa dengan posisinya dalam dua arah yang saling tegak lurus.

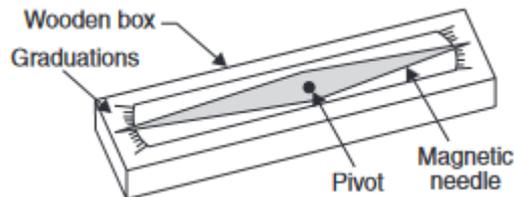


Gambar 14.5 Waterpass

Kompas Palung

Kompas ini terdiri dari kotak dengan panjang 80 hingga 150 mm dan lebar 30 mm yang memiliki jarum yang tergantung bebas di bagian tengahnya (Ref. Gambar. 14.6). Di ujung-ujung jarum, terdapat tanda ukur pada kotak untuk menunjukkan nol hingga lima derajat di kedua sisi bagian tengah. Kotak dilengkapi dengan kaca penutup untuk mencegah jarum

berosilasi akibat angin. Saat jarum berada di tengah (terbaca 0–0), garis jarum sejajar dengan tepi kotak. Oleh karena itu, tanda pada tepi dalam kondisi ini menunjukkan arah utara-selatan magnetis.



Gambar 14.6. Kompas Palung

Lembar Gambar dan Aksesori untuk Menggambar

Lembar gambar yang berkualitas baik dan sudah usang harus digunakan untuk survei meja bidang. Lembar gambar dapat digulung saat tidak digunakan, tetapi tidak boleh dilipat. Untuk pekerjaan penting, lembaran serat kaca atau kertas yang dilapisi lembaran aluminium tipis digunakan.

Klip, klem, pita perekat dapat digunakan untuk memasang lembar gambar ke meja bidang. Pensil keras yang tajam, penghapus berkualitas baik, pemotong pensil, dan amplas untuk menjaga ujung pensil tetap tajam adalah aksesori lain yang diperlukan untuk pekerjaan menggambar. Jika perlu, lembaran plastik harus dibawa untuk melindungi lembar gambar dari hujan dan debu.

14.2 OPERASI KERJA

Setelah memasang bagian atas meja ke dudukan dan lembar gambar ke meja, operasi berikut harus dilakukan sebelum pembuatan peta:

1. Pemusatan
2. Perataan
3. Orientasi.

Pemusatan

Pemusatan adalah proses pengaturan meja bidang pada titik sehingga posisi yang diplot tepat berada di atas posisi di tanah. Ini dicapai dengan menggerakkan kaki tripod dan memeriksa posisi titik di tanah dan di atas kertas dengan bantuan garpu perpipaan dan plumb bob.

Perataan

Ketinggian meja bidang harus dipastikan pada dua posisi waterpas yang tegak lurus satu sama lain. Kaki tripod digerakkan secara radial atau sepanjang keliling untuk menyesuaikan meja bidang dan mendapatkan permukaan yang rata.

Orientasi

Orientasi adalah proses pengaturan meja bidang di atas stasiun sehingga semua garis yang telah diplot sejajar dengan garis yang sesuai di tanah. Ketepatan survei tabel bidang

terutama bergantung pada ketepatan orientasi tabel bidang di setiap titik stasiun. Ketepatan ini dapat dicapai dengan salah satu metode berikut:

- a. Menggunakan kompas palung
- b. Dengan melihat ke belakang
- c. Dengan memecahkan masalah dua titik atau tiga titik.

Dua metode pertama umumnya digunakan sedangkan metode ketiga digunakan sesekali. Metode ketiga dijelaskan dalam artikel metode pembuatan tabel bidang dengan reseksi.

a. Orientasi Menggunakan Kompas Palung: Saat pekerjaan survei dimulai, meja bidang diletakkan di stasiun pertama dan meja diorientasikan dengan perkiraan kasar sehingga posisi area yang diplot berada di bagian tengah kertas. Kemudian meja dijepit dan arah utara ditandai di sudut kanan atas lembar gambar. Kompas palung digunakan untuk mengidentifikasi arah utara. Orientasi ini harus dipertahankan di semua stasiun berikutnya. Setelah memusatkan dan meratakan meja, kompas palung dijaga sepanjang arah utara yang ditandai dan meja diputar untuk mendapatkan jarum magnet yang tergantung bebas di tengah. Setelah mencapainya, meja dijepit. Metode orientasi ini dianggap kasar, karena daya tarik lokal terhadap jarum magnet memengaruhi orientasi. Metode ini digunakan sebagai orientasi awal dan penyempurnaan dilakukan dengan mengamati titik-titik yang telah diplot.

b. Orientasi dengan Back Sighting: Ini adalah metode yang umum digunakan dalam survei meja bidang. Setelah menyelesaikan survei dari meja bidang yang dipasang di A, jika meja akan digeser ke stasiun berikutnya B, garis ditarik dari posisi stasiun A yang diplot ke arah stasiun B. Kemudian jarak AB diukur, diperkecil dan posisi stasiun B yang diplot diperoleh. Kemudian meja digeser ke stasiun B, dipusatkan, diratakan. Kemudian dengan menjaga alidade di sepanjang BA, stasiun A dibidik dan meja dijepit. Dengan demikian orientasi meja dicapai dengan pembidik balik. Orientasi dapat diperiksa dengan mengamati objek yang telah diplot.

14.3 METODE PENETAPAN BIDANG

Empat metode berikut tersedia untuk melaksanakan survei tabel bidang:

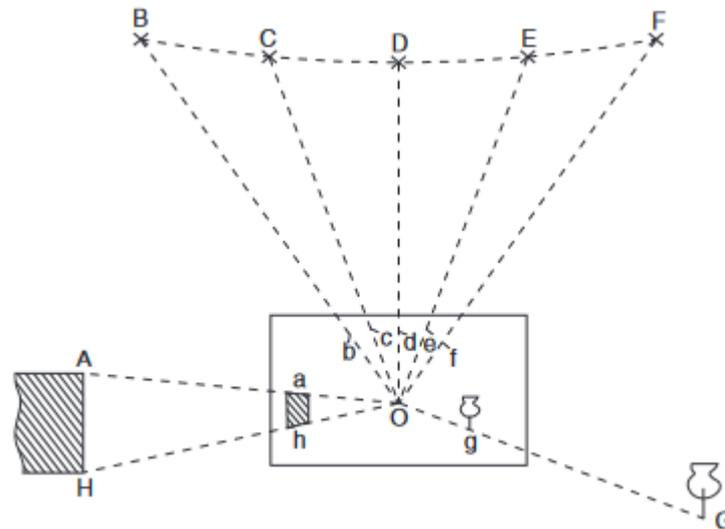
1. Radiasi
2. Perpotongan
3. Melintasi
4. Reseksi.

Dua metode pertama digunakan untuk menentukan lokasi detail sementara dua metode lainnya digunakan untuk menentukan lokasi stasiun tabel bidang pada lembar gambar.

Radiasi

Setelah mengatur tabel bidang pada stasiun, katakanlah O, diperlukan untuk menemukan posisi yang diplot dari berbagai objek A, B, C, D. Untuk mendapatkan posisi ini, sinar OA, OB, OC digambar dengan pensil lunak (Gambar. 14.7). Kemudian jarak OA, OB, OC, diukur dengan skala yang diperkecil dan posisi A, B, C, ditemukan pada lembar gambar.

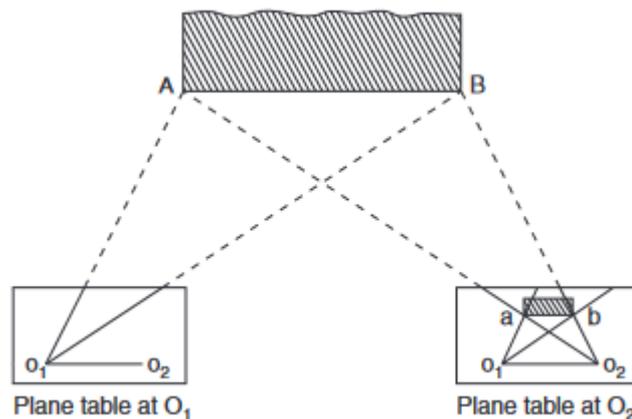
Metode ini cocok untuk survei area kecil dan nyaman jika jarak yang akan diukur kecil. Untuk wilayah yang lebih luas, metode ini memiliki cakupan lebih luas, jika alidade teleskopik digunakan, di mana jarak diukur secara teknometrik.



Gambar 14.7. Metode Radiasi Dari Tabel Bidang

Perpotongan

Dalam metode ini, posisi objek yang diplot diperoleh dengan memplot sinar ke objek dari dua stasiun. Perpotongan tersebut memberikan posisi yang diplot. Jadi, metode ini hanya memerlukan pengukuran linier antara titik-titik stasiun dan tidak memerlukan pengukuran ke objek. Gambar 14.8 menunjukkan metode untuk menemukan objek A dan B dari posisi tabel bidang O_1 dan O_2 .



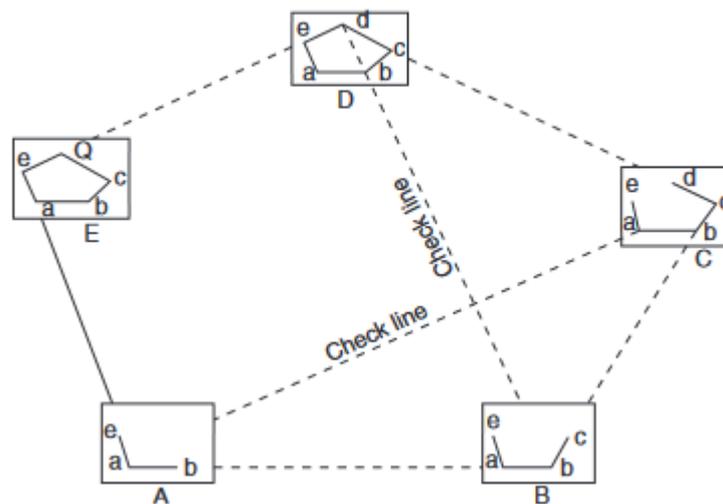
Gambar 14.8. Metode Persimpangan Tabel Bidang

Metode ini umumnya digunakan untuk menemukan:

1. Detail
2. Titik-titik yang jauh dan tidak dapat diakses
3. Stasiun-stasiun yang dapat digunakan kemudian.

Melintasi

Ini adalah metode yang digunakan untuk menemukan stasiun survei tabel bidang. Dalam metode ini, sinar ditarik ke stasiun berikutnya sebelum menggeser tabel dan jarak antara stasiun diukur. Jarak diperkecil dan stasiun berikutnya ditemukan. Setelah mengatur tabel bidang pada stasiun baru, orientasi dicapai dengan melihat ke belakang. Untuk memastikan pemeriksaan tambahan, sinar juga dibawa ke stasiun lain, bila memungkinkan. Gambar 14.9 menunjukkan skema survei tabel bidang pada area tertutup. Metode ini juga dapat digunakan untuk lintasan terbuka.



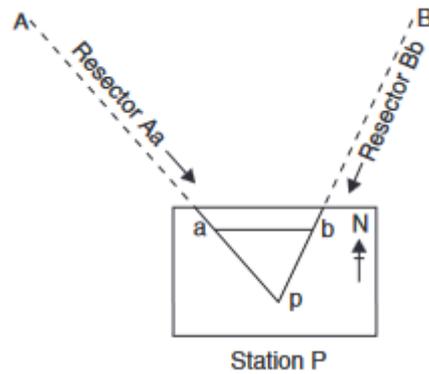
Gambar 14.9. Melintasi Tabel Bidang

Reseksi

Metode ini merupakan kebalikan dari metode irisan. Dalam metode irisan, posisi stasiun yang diplot diketahui dan posisi objek yang diplot diperoleh melalui irisan. Dalam metode ini, posisi objek yang diplot diketahui dan posisi stasiun yang diplot diperoleh. Jika a, b, dan c masing-masing adalah posisi objek A, B, dan C yang diplot, untuk menemukan stasiun instrumen P di atas kertas, orientasi tabel dicapai dengan bantuan a, b, c, lalu resektor Aa, Bb, Cc digambar untuk mendapatkan 'p', posisi P yang diplot. Oleh karena itu, dalam metode reseksi, pekerjaan utama adalah memastikan orientasi yang sesuai dengan salah satu metode. Metode berikut digunakan dalam metode reseksi:

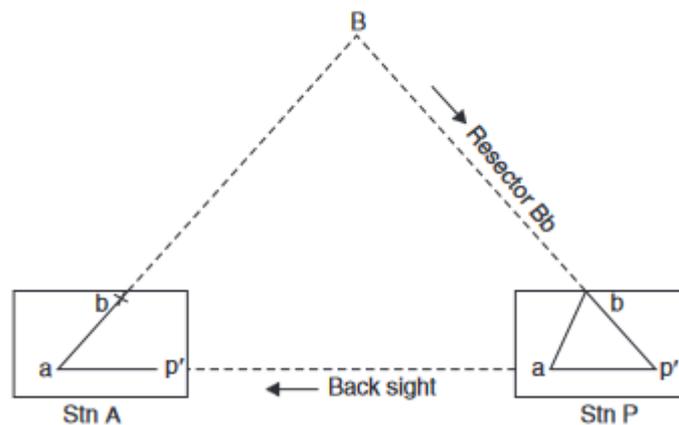
- a. Reseksi setelah Orientasi dengan Kompas: Misalkan a dan b adalah posisi A dan B yang diplot dari dua titik yang terdefinisi dengan baik di lapangan. Dengan tetap mengarahkan kompas sepanjang arah utara yang ditandai pada tabel lembar gambar, diorientasikan pada stasiun P, yang posisinya dapat ditemukan di atas kertas. Reseksi Aa dan Bb [Gambar. 14.10] digambar untuk menemukan 'p' posisi titik stasiun P yang diplot.

Metode ini memberikan hasil yang memuaskan, jika area tersebut tidak dipengaruhi oleh atraksi lokal. Metode ini hanya digunakan untuk pemetaan skala kecil.



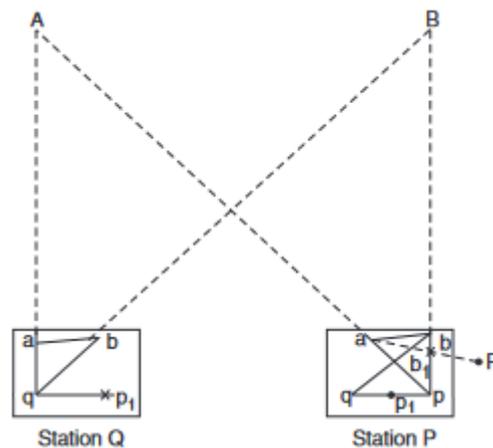
Gambar 14.10. Reseksi Setelah Orientasi Dengan Kompas

- b. Reseksi setelah Orientasi dengan Back Sighting: Gambar 14.11 menunjukkan skema reseksi setelah orientasi dengan back sighting. Dari stasiun A, posisi B diplot sebagai 'b' dan sinar telah diambil ke stasiun P sebagai ap'. Kemudian tabel bidang diatur pada P dan diorientasikan dengan back sighting A, garis AP tidak diukur tetapi posisi P diperoleh di atas kertas dengan mengambil reseksi Bb.



Gambar 14.11. Reseksi Setelah Pengamatan Balik

- c. Reseksi setelah Memecahkan Masalah Dua Titik: Masalah menemukan posisi titik stasiun yang diplot yang ditempati oleh tabel bidang dengan bantuan posisi dua titik yang terdefinisi dengan baik dikenal sebagai pemecahan masalah dua titik. Gambar 14.12 menunjukkan skema pemecahan ini.

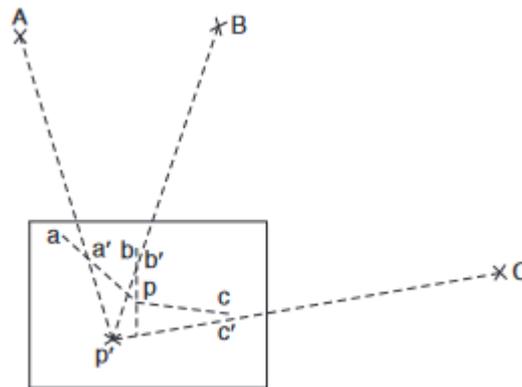


Gambar 14.12. Masalah Dua Titik

Misalkan A dan B adalah dua titik yang terdefinisi dengan baik seperti penangkal petir atau puncak menara gereja, posisi yang diplot a dan b sudah diketahui. Sekarang masalahnya adalah mengarahkan meja di P sehingga dengan reseksi posisi yang diplot p dapat diperoleh. Langkah-langkah berikut dapat diikuti untuk menyelesaikan masalah ini:

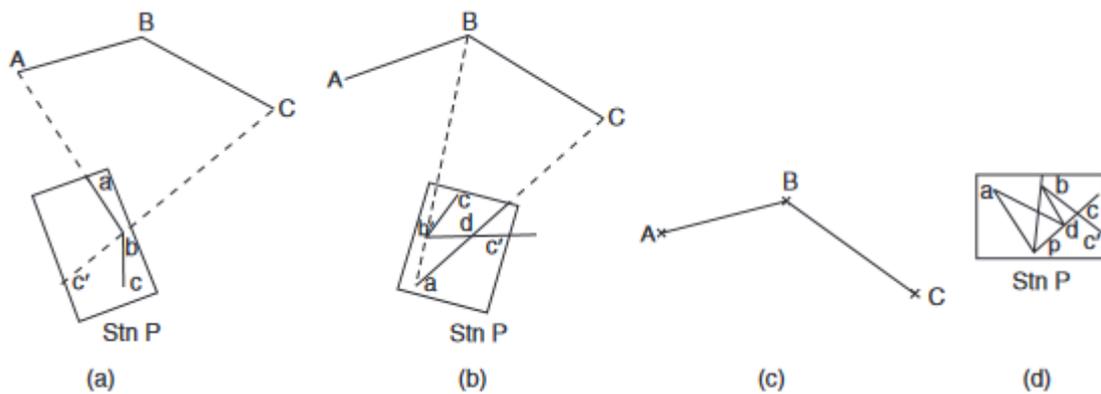
- Pilih titik Q yang sesuai di dekat P sehingga sudut PAQ dan PBQ tidak lancip.
 - Secara kasar arahkan meja di Q dan gambarkan resektor Aa dan Bb untuk mendapatkan titik 'q'.
 - Gambarkan sinar qp dan tentukan p1 dengan perkiraan jarak QP.
 - Geser meja bidang ke P dan arahkan meja dengan melihat ke belakang ke Q.
 - Gambarkan resektor Aa untuk mendapatkan 'p'.
 - Gambarkan sinar pB. Biarkan memotong garis bq di b₁.
 - Titik b dan b₁ tidak bertepatan karena kesalahan sudut dalam orientasi meja. Sudut bab, adalah kesalahan sudut dalam orientasi. Ada dua cara untuk memperbaikinya, cara cara tersebut adalah pasang batang pengukur jarak pada R sepanjang ab kemudian lepaskan penjepit meja dan putar hingga garis ab membidik batang pengukur jarak pada R. Kemudian jepit meja. Ini memberikan orientasi meja yang benar yang digunakan dalam memplot titik A dan B.
 - Resektor Aa dan Bb digambar untuk mendapatkan posisi plot yang benar 'p' dari stasiun P.
- d. Reseksi setelah Memecahkan Masalah Tiga Titik: Menemukan posisi plot titik stasiun menggunakan pengamatan ke tiga titik yang terdefinisi dengan baik yang posisi plotnya diketahui, disebut memecahkan masalah tiga titik. Misalkan A, B, C menjadi tiga objek yang terdefinisi dengan baik di lapangan yang posisi plotnya a, b dan c diketahui. Sekarang masalahnya adalah menemukan posisi plot titik stasiun P. Salah satu dari metode berikut dapat digunakan.
- a. Metode mekanis (Kertas kalkir),
 - b. Metode grafis, atau
 - c. Metode coba-coba (metode Lehman).

1. Metode Mekanik: Metode ini dikenal sebagai metode kertas kalkir karena memerlukan kertas kalkir. Metode ini melibatkan langkah-langkah berikut [Gambar 14.13.]



Gambar 14.13 Langkah Langkah Metode Mekanik

- Letakkan meja di atas stasiun P dan dengan pengamatan, tentukan orientasi meja secara kira-kira.
 - Pasang kertas kalkir pada meja bidang dan pilih P secara kira-kira, katakanlah sebagai p' . Dari p' , gambar $p' A$, $p' B$, dan $p' C$. Garis-garis ini mungkin tidak melewati posisi yang diplot a , b , dan c karena orientasinya tidak tepat.
 - Kendurkan kertas kalkir dan putar sehingga sinar melewati titik a , b dan c masing-masing. Sekarang tusuk titik p' untuk mendapatkan posisi yang diplot ' p ' dari stasiun P.
 - Pertahankan alidade di sepanjang pa dan bidik A. Kemudian jepit meja. Ini adalah orientasi yang benar. Periksa orientasi dengan mengamati sepanjang pb dan pc .
2. Metode Grafis: Dua metode grafis berikut tersedia untuk menyelesaikan masalah tiga titik:
- Solusi Bessel
 - Metode tegak lurus. Solusi Bessels: Melibatkan langkah-langkah berikut:
 - a. Pertahankan tepi miring alidade di sepanjang ba dan objek bidik di A. Jepit meja dan gambar bc' di sepanjang garis bc [Gambar. 14.14 (a)].
 - b. Pertahankan tepi miring alidade di sepanjang ab , lepaskan jepit meja dan objek bidik B. Jepit meja. Gambar garis ac yang memotong bc' di d [Gambar. 14.14(b)].
 - c. Pertahankan alidade di sepanjang dc dan bagi dua C. Jepit meja [Gambar. 14.14(c)]. Ini memberikan orientasi yang benar.
 - d. Gambarkan resektor untuk mendapatkan ' p '.

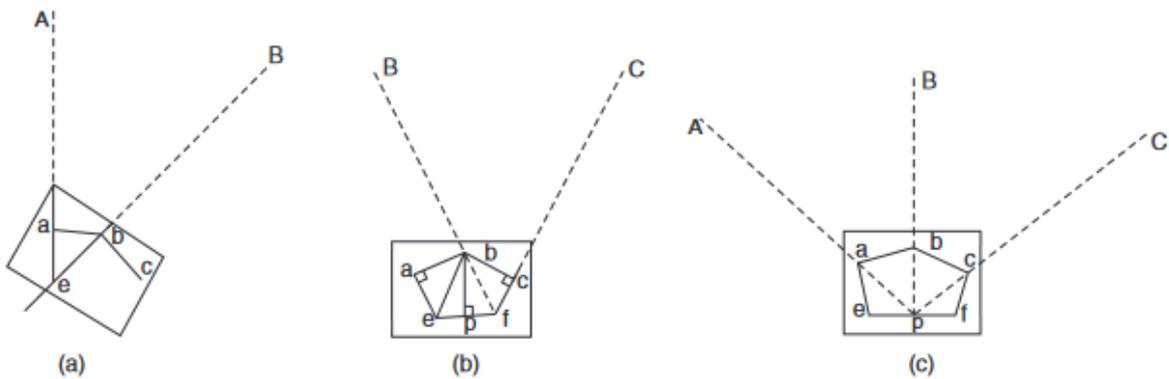


Gambar 14.14. Solusi Grafis (Metode Bessel)

Metode Tegak Lurus

Ini adalah metode grafis lainnya. Metode ini melibatkan langkah-langkah berikut [Ref. Gambar. 14.15].

1. Gambar garis ae tegak lurus terhadap ab. Pertahankan alidade sepanjang ea dan putar meja hingga A terlihat. Jepit meja dan gambar sinar Bb untuk memotong sinar Aac di e [Gambar. 14.15(a)].
2. Gambar cf tegak lurus terhadap bc dan jepit meja saat fcC berada dalam satu garis. Gambar Bb untuk memotong Ccf di F [Gambar. 14.15(b)].



Gambar 14.15. Metode Tegak Lurus Untuk Menyelesaikan Masalah Tiga Titik

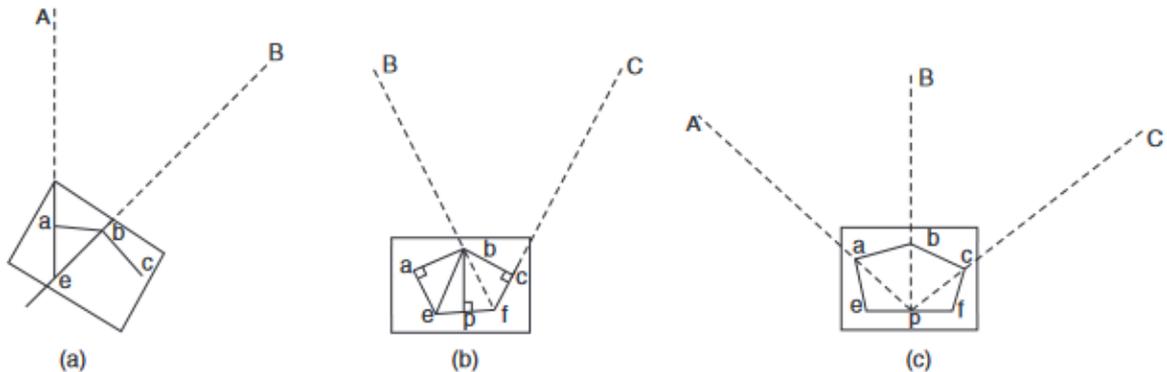
3. Gabungkan cf drop bp tegak lurus ke ef untuk mendapatkan posisi yang diplot 'p'.
4. Arahkan tabel sedemikian rupa sehingga pbB berada dalam satu garis. Jepit tabel untuk menempatkannya dalam orientasi yang benar. Reseksi Aa dan Cc dapat digunakan untuk memeriksa orientasi.

Metode Coba-coba

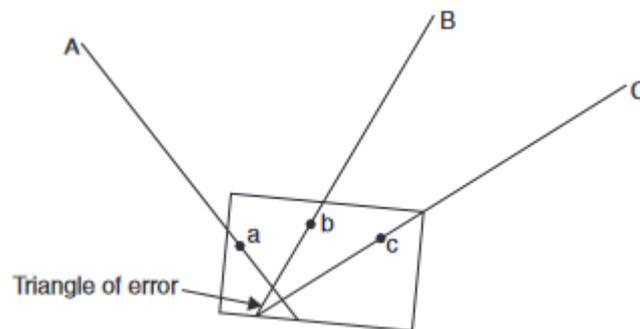
Metode ini juga dikenal sebagai 'metode segitiga kesalahan' dan 'Metode Lehman'. Metode ini melibatkan langkah-langkah berikut:

1. Letakkan tabel di atas titik P dan arahkan tabel secara kira-kira, hanya dengan pengamatan.

2. Gambarkan sinar aA , bB , dan cC [Gambar. 14.16]. Jika orientasinya sempurna, ketiga sinar akan berpotongan pada satu titik, yaitu di titik 'p'. Jika tidak, segitiga kesalahan akan terbentuk.
3. Untuk menghilangkan segitiga kesalahan, posisi perkiraan, sinar p' , dipilih di dekat segitiga kesalahan. Kemudian, jaga alidade sepanjang $p'a$ objek A terlihat dan meja dijepit. Gambarkan resektor cC dan bB untuk memeriksa orientasinya.
4. Langkah di atas diulang hingga segitiga kesalahan dihilangkan.



Lehman memberikan panduan berikut untuk memilih 'p' sehingga segitiga kesalahan dapat dihilangkan dengan cepat.

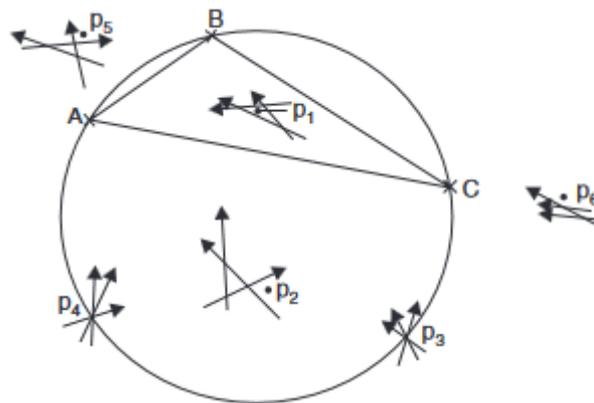


Gambar 14.16 Setiga Kesalahan

Lehman memberikan panduan berikut untuk memilih 'p' sehingga segitiga kesalahan dapat dihilangkan dengan cepat.

- a. Aturan 1: Jarak titik yang dicari 'p' berada dalam proporsi yang sama dari sinar yang sesuai dengan jarak titik tersebut dari stasiun tabel bidang.
- b. Aturan 2: Titik yang dicari 'p' berada pada sisi yang sama dari ketiga garis potong.

Dengan mendefinisikan segitiga ABC pada bidang tersebut sebagai segitiga besar dan lingkaran yang melaluinya sebagai lingkaran besar, dari dua aturan Lehman di atas, sub-aturan berikut dapat ditarik [Gambar 14.17].



Gambar. 14.17

- Jika 'P' terletak di dalam segitiga besar, titik 'p' berada di dalam segitiga galat (p_1 pada Gambar. 14.17).
- Jika stasiun tabel bidang P terletak di luar segitiga besar, titik yang dicari 'p' berada di luar segitiga galat (p_2).
- Jika 'P' berada di lingkaran besar, solusi yang benar tidak mungkin (p_3 dan p_4).
- Jika 'P' berada di luar lingkaran besar, 'p' lebih dekat ke perpotongan sinar ke dua titik terdekat (P_5).
- Jika titik P berada di luar lingkaran besar dan dua sinar yang ditarik sejajar satu sama lain, titik yang dicari berada di luar garis paralel dan di sisi yang sama dari tiga sinar (P_6).

14.4 KESALAHAN DALAM PENGUKURAN MEJA BIDANG

Kesalahan dapat dikelompokkan menjadi kesalahan instrumental dan kesalahan pribadi.

Kesalahan Instrumental

- Permukaan meja bidang tidak sepenuhnya datar.
- Tepi alidade yang miring tidak lurus.
- Bilah bidik alidade tidak tegak lurus sempurna dengan alasnya.
- Penjepit meja bidang longgar.
- Kompas magnetik lamban.
- Lembar gambar berkualitas buruk.

Kesalahan Pribadi

- Kesalahan pemusatan
- Kesalahan perataan
- Kesalahan orientasi
- Kesalahan bidik
- Kesalahan pengukuran
- Kesalahan plotting
- Kesalahan akibat ketidakstabilan tripod.

14.5 KELEBIHAN DAN KETERBATASAN SURVEI MEJA BIDANG

Kelebihannya adalah:

1. Tidak ada kemungkinan untuk tidak melakukan pengukuran.
2. Surveyor dapat membandingkan pekerjaan yang diplot di lapangan saat itu juga.
3. Objek yang tidak beraturan diplot dengan lebih akurat, karena objek tersebut terlihat saat melakukan pemetaan.
4. Tidak ada kesalahan pemesanan.
5. Daya tarik lokal tidak memengaruhi pemetaan.
6. Tidak diperlukan keterampilan yang hebat untuk menghasilkan peta yang memuaskan.
7. Metodenya cepat.
8. Tidak diperlukan instrumen yang mahal.

Keterbatasannya adalah:

1. Survei tidak dapat dilakukan pada cuaca basah dan hari hujan.
2. Meja bidang tidak praktis dan berat untuk dibawa.
3. Membutuhkan banyak aksesoris.
4. Kurang akurat.
5. Sulit untuk mereproduksi peta dengan skala yang berbeda.

LATIHAN SOAL

1. Apa saja aksesoris yang dibutuhkan untuk survei meja bidang?
2. Jelaskan secara singkat tentang pengaturan dan orientasi meja bidang di stasiun pertama
3. Jelaskan dua metode orientasi meja bidang di stasiun berikutnya.
4. Jelaskan dua metode menggambar detail pada peta survei meja bidang.
5. Bagaimana cara mencari jarak antara dua titik yang tidak dapat diakses dengan survei meja bidang? Jelaskan.
6. Jelaskan istilah-istilah berikut yang digunakan dalam survei meja bidang:
 - a. Radiasi
 - b. Irisan
 - c. Reseksi.
7. Jelaskan masalah dua titik dan solusinya.
8. Nyatakan masalah tiga titik dalam survei meja bidang dan jelaskan salah satu metode untuk menyelesaikannya.
9. Buat daftar berbagai kemungkinan kesalahan dalam survei meja bidang.
10. Apa keuntungan dan keterbatasan survei meja bidang?

BAB 15

LEVEL DAN PERATAAN

Pengukuran elevasi melibatkan pengukuran pada bidang vertikal. Pengukuran ini juga dikenal sebagai perataan. Pengukuran ini dapat didefinisikan sebagai seni menentukan elevasi titik-titik tertentu di atas atau di bawah garis datum atau menetapkan titik-titik tertentu dengan ketinggian yang diperlukan di atas atau di bawah garis datum.

15.1 TUJUAN DAN KEGUNAAN PEMERATAAN

Sebagaimana dinyatakan dalam definisi perataan, tujuannya adalah

- a. untuk menentukan elevasi titik-titik tertentu terhadap suatu datum
- b. untuk menetapkan titik-titik dengan ketinggian yang diperlukan di atas atau di bawah garis datum.

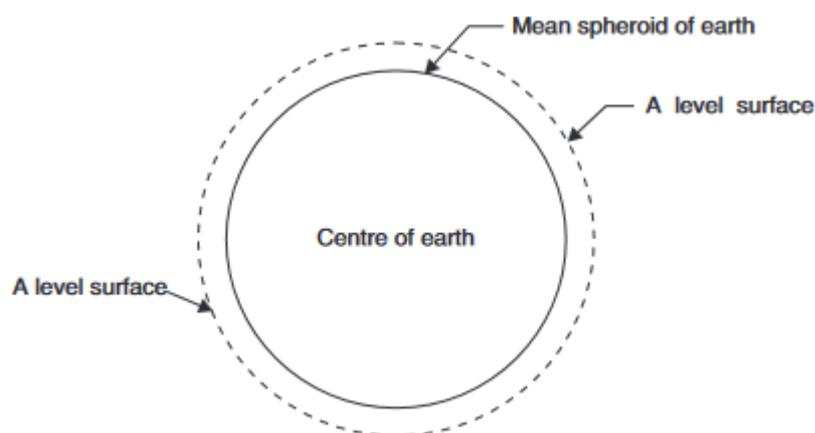
Kegunaan perataan adalah:

- a. untuk menentukan atau mengatur level alas bangunan.
- b. untuk memutuskan atau mengatur alinyemen jalan, rel kereta api, kanal atau saluran pembuangan.
- c. untuk menentukan atau mengatur berbagai level bendungan, menara, dll.
- d. untuk menentukan kapasitas waduk.

15.2 ISTILAH-ISTILAH YANG DIGUNAKAN DALAM PEMERATAAN

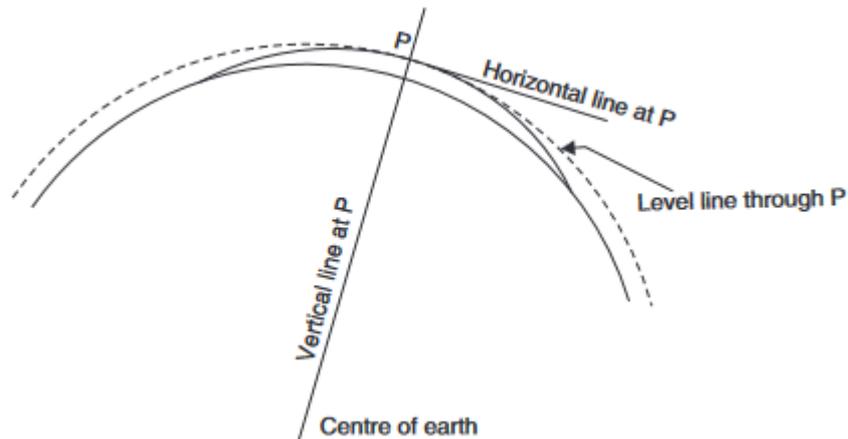
Sebelum mempelajari seni perataan, perlu dipahami dengan jelas istilah-istilah berikut yang digunakan dalam perataan:

1. *Permukaan Datar*: Permukaan yang sejajar dengan bola bumi disebut permukaan datar dan garis yang ditarik pada permukaan datar dikenal sebagai garis datar. Oleh karena itu, semua titik yang terletak pada permukaan datar berjarak sama dari pusat bumi. Gambar 15.1 menunjukkan permukaan datar yang umum.



Gambar 15.1. Permukaan Datar

2. *Permukaan Horizontal*: Permukaan yang bersinggungan dengan permukaan datar pada suatu titik tertentu disebut permukaan horizontal pada titik tersebut. Oleh karena itu, garis horizontal tegak lurus dengan garis tegak lurus pada titik tersebut [Gambar 15.2].



Gambar 15.2. Garis Vertikal Dan Horizontal

3. *Garis vertikal*: Garis vertikal pada suatu titik adalah garis yang menghubungkan titik tersebut dengan pusat bumi. Garis tersebut adalah garis tegak lurus pada titik tersebut. Garis vertikal dan horizontal pada suatu titik tegak lurus satu sama lain [Gambar. 15.2].
4. *Titik acuan*: Ketinggian suatu titik atau permukaan yang menjadi acuan penghitungan ketinggian titik atau bidang lainnya, disebut titik acuan atau permukaan titik acuan.
5. *Muka Air Laut Rata-rata (MSL)*: MSL adalah tinggi rata-rata permukaan laut untuk semua tahap pasang surut. Di tempat tertentu, MSL ditetapkan dengan mencari muka air laut rata-rata (bebas pasang surut) setelah merata-ratakan tinggi pasang surut selama jangka waktu yang panjang, minimal 19 tahun. Di India, MSL yang digunakan adalah yang ditetapkan di Karachi, yang sekarang berada di Pakistan. Dalam semua survei penting, titik acuan ini digunakan sebagai titik acuan.
6. *Muka Air yang Dikurangi (RL)*: Ketinggian suatu titik yang diambil sebagai ketinggian di atas permukaan titik acuan dikenal sebagai RL titik tersebut.
7. *Patokan*: Patokan adalah titik referensi yang relatif permanen, yang elevasinya diketahui (diasumsikan atau diketahui sehubungan dengan MSL). Patokan ini digunakan sebagai titik awal untuk meratakan atau sebagai titik untuk menutup guna pemeriksaan. Berikut ini adalah berbagai jenis patokan yang digunakan dalam survei:
- **Patokan GTS**: Bentuk panjang dari patokan GTS adalah patokan Survei Trigonometri Besar. Patokan ini ditetapkan oleh badan nasional. Di India, departemen Survei India dipercayakan untuk melakukan pekerjaan tersebut. Patokan GTS ditetapkan di seluruh negeri dengan survei presisi tertinggi, dengan titik acuan sebagai permukaan laut rata-rata. Pelat perunggu yang disediakan di atas alas beton dengan elevasi terukir di atasnya berfungsi sebagai patokan.

Patokan ini dilindungi dengan baik dengan struktur batu yang dibangun di sekitarnya sehingga posisinya tidak terganggu oleh hewan atau oleh orang yang tidak berwenang. Posisi patokan GTS ditunjukkan dalam lembar topografi yang diterbitkan.

- **Patokan Permanen:** Ini adalah patokan yang ditetapkan oleh badan pemerintah negara bagian seperti PWD. Patokan ini ditetapkan dengan mengacu pada patokan GTS. Patokan ini biasanya berada di sudut alas bangunan umum.
- **Patokan Sembarangan:** Dalam banyak proyek rekayasa, perbedaan ketinggian titik-titik yang berdekatan lebih penting daripada penurunan levelnya terhadap permukaan laut rata-rata. Dalam kasus seperti itu, titik yang relatif permanen, seperti alas bangunan atau sudut gorong-gorong, diambil sebagai patokan, levelnya diasumsikan secara sembarangan seperti 100,0 m, 300,0 m, dst.
- **Patokan Sementara:** Jenis patokan ini ditetapkan pada akhir pekerjaan hari itu, sehingga pekerjaan hari berikutnya dapat dilanjutkan dari titik tersebut. Titik tersebut harus berada pada objek permanen sehingga mudah diidentifikasi keesokan harinya.

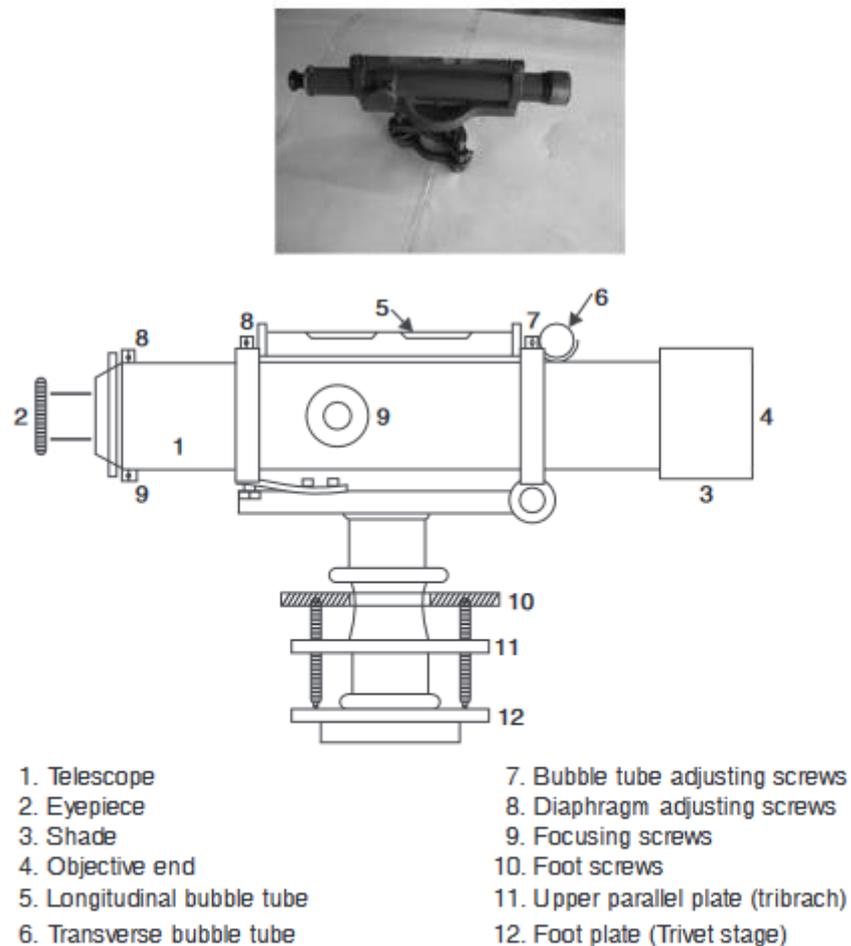
15.3 ALAT PENGUKUR KETINGGIAN

Level adalah alat yang memberikan garis pandang horizontal dan memperbesar hasil bacaan pada jarak yang jauh. Alat ini terdiri dari bagian-bagian berikut:

1. Teleskop untuk memberikan garis pandang
2. Tabung level untuk membuat garis pandang horizontal dan
3. Kepala level untuk mengukur ketinggian alat. Jenis-jenis level berikut tersedia:
 - a. Dumpy level
 - b. Wye (atau, Y) level
 - c. Cooke's reversible level
 - d. Cushing's level
 - e. Tilting level dan
 - f. Auto level.

Dumpy Level

Alat ini pendek dan kokoh dengan tabung teleskop yang terhubung secara kaku ke poros vertikal. Oleh karena itu tabung level tidak dapat bergerak dalam bidang vertikal. Alat ini tidak dapat dilepaskan dari penyangganya. Oleh karena itu alat ini dinamakan dumpy level. Teleskop berputar dalam bidang horizontal di soket kepala level. Tabung gelembung dipasang di bagian atas teleskop. Gambar 15.3 menunjukkan permukaan tanah yang datar dan datar. Gambar 15.3 menunjukkan fotonya.



Gambar 15.3. Level Datar

Teleskop adalah tabung dengan kaca objek dan lensa okuler. Kaca objek dapat disetel menggunakan sekrup pemfokus sebelum mengarahkan tongkat pengukur yang dipegang pada objek. Lensa okuler dapat disetel dengan memutarkannya untuk memastikan bahwa garis sejajar telah dihilangkan dan garis bidik tampak jelas. Lensa okuler yang telah disetel tidak perlu diganti selama orang yang sama melakukan pembacaan.

Tabung level adalah tabung kaca dengan bentuk sedikit melengkung yang disediakan di atas tabung level. Tabung diisi dengan eter atau alkohol yang menyisakan sedikit celah udara, yang berbentuk seperti gelembung. Gelembung udara selalu berada di titik tertinggi. Tabung level dipasang dengan porosnya sejajar dengan tabung teleskop, sehingga saat gelembung dipusatkan, teleskop berada dalam posisi horizontal. Tabung diberi skala pada kedua sisi pusatnya untuk memperkirakan seberapa jauh gelembung keluar dari pusat. Tabung kaca ditempatkan di dalam tabung kuning yang terbuka dari atas dan di sisi bawah dipasang ke tabung teleskop dengan menggunakan mur berkepala capston. Tabung gelembung disetel dengan mur ini, jika rusak.

Kepala leveling terdiri dari dua pelat paralel dengan tiga sekrup kaki. Pelat atas dikenal sebagai pelat tribratch dan yang lebih rendah sebagai trivet. Pelat bawah dapat disekrup keudukan tripod. Dengan menyesuaikan sekrup, instrumen dapat diratakan untuk mendapatkan garis pandang horizontal yang sempurna.

Dumpy level harus dipasang keudukan tripod untuk digunakan di lapangan. Dudukan tripod terdiri dari tiga kaki yang terhubung ke kepala tempat pelat level bawah dapat dipasang. Sisi bawah kaki dilengkapi dengan sepatu logam untuk mendapatkan pegangan yang baik dengan tanah. Gambar disamping menunjukkan dudukan level yang umum.



Wye atau Y-Level

Pada jenis level ini, teleskop ditopang dalam dua penyangga berbentuk Y dan dapat diperbaiki dengan bantuan klip melengkung. Klip dapat dibuka dan teleskop dapat dibalikkan ujung ke ujung dan dipasang. Keuntungan dari level ini adalah beberapa kesalahan dapat dihilangkan, jika pembacaan dilakukan pada kedua arah teleskop.

Cooke's Reversible Level

Pada instrumen ini, teleskop ditopang oleh dua soket kaku yang dapat dimasukkan teleskop dari kedua ujung dan kemudian disekrup. Untuk melakukan pembacaan pada posisi teleskop yang terbalik, sekrup dilonggarkan dan kemudian teleskop dikeluarkan dan dibalikkan ujung ke ujung. Dengan demikian, ia menggabungkan kekakuan level yang datar dan pembalikan level Y.

Cushings Level

Dalam hal ini, pembalikan ujung teleskop dilakukan dengan menukar lensa okuler dan lensa objektif karena kedua kerahnya sama persis.

Tilting Level

Dalam hal ini, teleskop dapat dimiringkan sekitar empat derajat dengan bantuan sekrup kemiringan. Oleh karena itu, gelembung dapat dipusatkan dengan mudah. Namun, gelembung perlu dipusatkan sebelum mengambil setiap pembacaan. Oleh karena itu, berguna jika pada setiap pengaturan instrumen jumlah pembacaan yang harus diambil sedikit.

Auto Level

Auto-level atau level otomatis adalah level yang menyelaraskan diri. Dalam rentang kemiringan tertentu, perataan otomatis dicapai dengan perangkat kompensasi kemiringan. Kenyamanan pengoperasian, kecepatan tinggi, dan presisi adalah keunggulan instrumen ini.

15.4 KABEL PENGUKUR

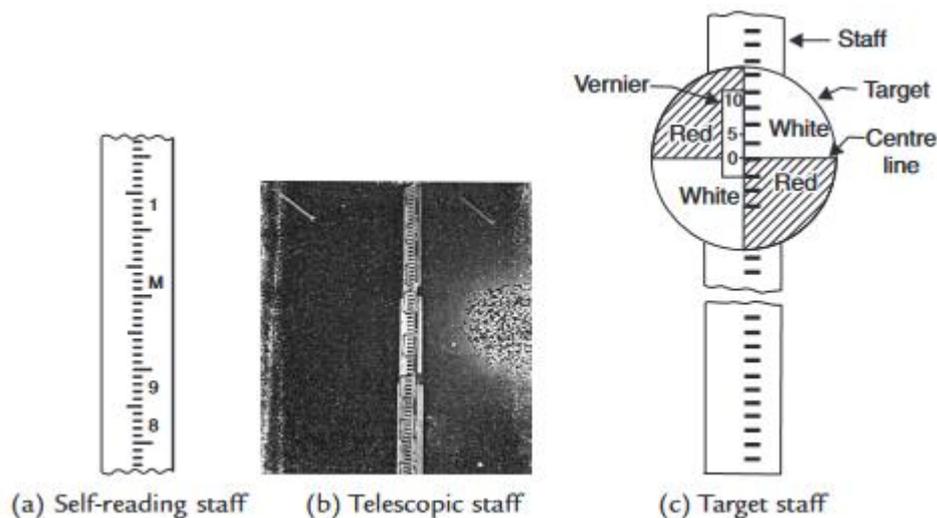
Selain level, diperlukan juga kabel pengukur untuk mengukur. Kabel pengukur adalah batang persegi panjang yang memiliki gradasi. Kabel ini dilengkapi dengan sepatu logam di bagian bawahnya untuk menahan keausan. Kaki sepatu tersebut menunjukkan pembacaan nol. Kabel pengukur dapat dibagi menjadi dua kelompok:

1. Kabel pengukur sendiri
2. Kabel target.

Kabel Pengukur Sendiri: Pembacaan kabel ini langsung dibaca oleh petugas instrumen melalui teleskop. Dalam kabel sistem metrik, panjang satu meter dibagi menjadi 200 subdivisi, masing-masing memiliki ketebalan seragam 5 mm. Semua divisi ditandai dengan warna hitam pada latar belakang putih. Meter dan desimeter ditulis dengan warna merah [Gambar. 15.4 (a)].

Tiga Jenis Kabel Pengukur Sendiri Berikut Tersedia:

- a. *Kabel padat:* Merupakan satu bagian sepanjang 3 m.
- b. *Kabel pengukur sendiri:* KABEL yang terdiri dari dua bagian sepanjang 2 m yang dapat dilipat satu di atas yang lain.
- c. *Tongkat teleskopik:* Tongkat yang terdiri dari 3 bagian, bagian atas padat dan bagian bawah berongga. Bagian atas dapat digeser ke bagian tengah dan bagian tengah dapat masuk ke bagian bawah. Setiap bagian dapat ditarik ke atas dan ditahan pada posisinya dengan pegas kuning. Panjang totalnya bisa 4 m atau 5 m [Gambar. 15.4 (b)].



Gambar. 15.4 Jenis kabel pengukur

- d. *Tongkat target:* Jika jarak bidik lebih jauh, petugas instrumen merasa sulit untuk membaca tongkat pembaca mandiri. Dalam kasus seperti itu, tongkat target yang ditunjukkan pada [Gambar. 15.4 (c)] dapat digunakan. Tongkat target mirip dengan tongkat pembaca mandiri, tetapi dilengkapi dengan target yang dapat digerakkan. Target berbentuk lingkaran atau oval, dicat merah dan putih di kuadran bergantian. Tongkat ini dilengkapi dengan vernier di bagian tengah.

Petugas instrumen mengarahkan orang yang memegang tongkat target untuk menggerakkan target, hingga bagian tengahnya berada di garis pandang horizontal. Kemudian petugas target membaca target dan mencatatnya.

15.5 METODE PENATAAN TINGKAT

Metode berikut digunakan untuk menentukan perbedaan ketinggian berbagai titik:

1. Pendataran barometrik
2. Pendataran hipsometrik
3. Pendataran langsung dan
4. Pendataran tidak langsung.

Pendataran Barometrik

Metode ini bergantung pada prinsip bahwa tekanan atmosfer bergantung pada ketinggian tempat. Barometer digunakan untuk mengukur tekanan atmosfer dan karenanya ketinggian dihitung. Namun, ini bukan metode yang akurat karena tekanan atmosfer juga bergantung pada musim dan suhu. Ini dapat digunakan dalam survei eksplorasi.

Pendataran Hipsometrik

Ini didasarkan pada prinsip bahwa titik didih air berkurang seiring dengan ketinggian tempat. Oleh karena itu, perbedaan ketinggian antara dua titik dapat ditemukan dengan memperhatikan perbedaan titik didih air di kedua tempat. Metode ini juga berguna hanya untuk survei eksplorasi.

Pendataran Langsung

Ini adalah bentuk pendataran umum dalam semua proyek teknik. Dalam metode ini, pandangan horizontal diambil pada tongkat yang bertingkat dan perbedaan elevasi garis pandang dan tanah tempat tongkat dipegang ditemukan. Dengan mengetahui ketinggian garis pandang dari stasiun instrumen, perbedaan elevasi stasiun instrumen dan tanah tempat tongkat dipegang dapat ditemukan. Metode ini dijelaskan secara menyeluruh dalam artikel berikutnya.

Metode Tidak Langsung

Dalam metode ini, instrumen digunakan untuk mengukur sudut vertikal. Jarak antara instrumen dan tongkat diukur dengan berbagai metode. Kemudian, dengan menggunakan hubungan trigonometri, perbedaan elevasi dapat dihitung. Hal ini dianggap berada di luar cakupan buku ini. Seseorang dapat menemukan rincian metode tersebut dalam buku-buku tentang survei dan perataan.

15.6 ISTILAH YANG DIGUNAKAN UNTUK MENETAPKAN TINGKAT

Istilah-istilah berikut digunakan dalam metode langsung untuk menetapkan tingkat:

1. **Bidang Kolimasi:** Ini adalah tingkat bidang pandang yang diperkecil sehubungan dengan datum yang dipilih. Ini juga dikenal sebagai 'ketinggian instrumen'. Ini tidak boleh disamakan dengan ketinggian teleskop dari tanah tempat instrumen tersebut dipasang.

2. **Back Sight (BS):** Ini adalah bidikan yang diambil pada tongkat datar yang dipegang pada titik elevasi yang diketahui dengan maksud untuk menentukan bidang kolimasi. Ini selalu merupakan pembacaan pertama setelah instrumen dipasang di suatu tempat. Ini juga dikenal sebagai plus sight, karena pembacaan ini akan ditambahkan ke RL titik (Patokan atau titik perubahan) untuk mendapatkan bidang kolimasi.
3. **Intermediate Sight (IS):** Bidikan yang diambil pada tongkat setelah back sight (bidik pertama) dan sebelum bidik terakhir (bidik depan) dikenal sebagai intermediet sight. Maksud dari pembacaan ini adalah untuk menemukan titik-titik yang lebih rendah tempat tongkat dipegang. Titik bidik ini dikenal sebagai 'titik bidik minus' karena pembacaan IS harus dikurangi dari bidang kolimasi untuk mendapatkan RL titik tempat tongkat dipegang.
4. **Titik Bidik Depan (FS):** Ini adalah pembacaan terakhir yang diambil dari stasiun instrumen sebelum menggesernya atau sebelum mengakhiri pekerjaan. Ini juga merupakan titik bidik minus.
5. **Titik Ganti (CP):** Ini juga dikenal sebagai titik balik (TP). Ini adalah titik tempat kedua titik bidik depan dan belakang diambil. Setelah mengambil titik bidik depan pada titik ini, instrumen diatur pada beberapa titik lain yang sesuai dan titik bidik belakang diambil pada tongkat yang dipegang pada titik yang sama. Kedua pembacaan membantu dalam menetapkan bidang kolimasi baru sehubungan dengan datum sebelumnya. Karena ada celah waktu antara pengambilan kedua titik bidik pada titik ganti, disarankan untuk memilih titik ganti pada titik yang ditentukan dengan baik.

15.7 PENYESUAIAN SEMENTARA LEVEL

Penyesuaian yang harus dilakukan pada setiap pengaturan instrumen disebut penyesuaian sementara. Tiga penyesuaian berikut diperlukan untuk instrumen setiap kali diatur pada titik baru sebelum melakukan pembacaan:

1. Pengaturan
2. Perataan dan
3. Pemfokusan.

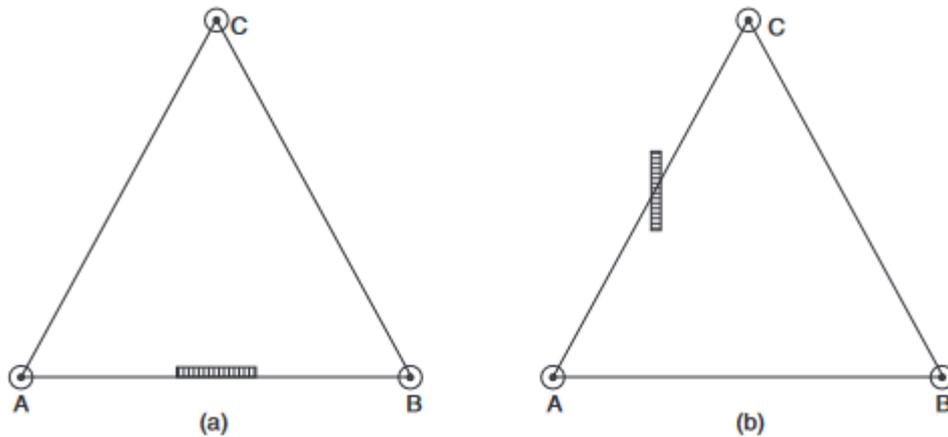
Pengaturan

Dudukan tripod diletakkan di tanah dengan kuat sehingga bagian atasnya berada pada ketinggian yang sesuai. Kemudian level dipasang di bagian atasnya. Dengan memutar kaki tripod secara radial atau melingkar, instrumen tersebut kira-kira diratakan. Beberapa instrumen dilengkapi dengan gelembung melingkar yang kurang sensitif pada tribrach untuk tujuan ini.

Perataan

Prosedur perataan yang akurat dengan tiga sekrup perataan diberikan di bawah ini:

1. Kendurkan klem dan putar teleskop hingga sumbu gelembung sejajar dengan garis yang menghubungkan dua sekrup [Gambar 15.5 (a)].



Gambar. 15.5 Posisi Klem

2. Putar kedua sekrup ke dalam atau ke luar secara merata dan bersamaan hingga gelembung berada di tengah.
3. Putar teleskop sebesar 90° sehingga terletak di atas sekrup ketiga [Gambar. 15.4 (b)] dan ratakan instrumen dengan mengoperasikan sekrup ketiga.
4. Putar kembali teleskop ke posisi semula [Gambar. 15.5 (a)] dan periksa gelembung. Ulangi langkah (ii) hingga (iv) hingga gelembung berada di tengah untuk kedua posisi teleskop.
5. Putar instrumen sebesar 180° . Periksa kesejajaran.

Pemfokusan

Pemfokusan diperlukan untuk menghilangkan paralaks saat melakukan pembacaan pada parabola. Dua langkah berikut diperlukan dalam pemfokusan:

1. Memfokuskan lensa okuler: Untuk ini, pegang selembar kertas putih di depan teleskop dan putar lensa okuler ke dalam atau ke luar hingga garis bidik terlihat tajam dan jelas.
2. Memfokuskan objektif: Untuk ini teleskop diarahkan ke tongkat dan sekrup pemfokus diputar sampai hasil bacaan tampak jelas dan tajam.

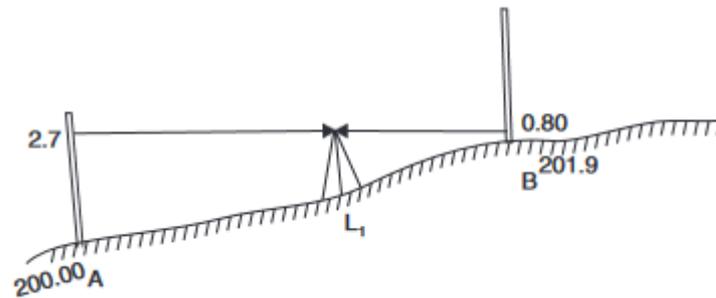
15.8 JENIS-JENIS PEMERATAAN LANGSUNG

Berikut ini adalah berbagai jenis perataan langsung:

- a. Perataan sederhana
- b. Perataan diferensial
- c. Perataan permukaan
- d. Perataan profil
- e. Penampang melintang dan
- f. Perataan timbal balik.

Perataan Sederhana

Ini adalah metode yang digunakan untuk menemukan perbedaan antara elevasi dua titik yang berdekatan. Gambar 15.6 menunjukkan salah satu kasus tersebut di mana elevasi A diasumsikan, katakanlah 200,00 m. RL B diperlukan.



Gambar 15.6

RL pada A = 200.00 m

Arah belakang pada A = 2.7 m.

$$\begin{aligned} \therefore \text{Bidang kolimasi untuk pengaturan di stasiun} &= 200 + 2.7 \\ &= 202.7 \text{ m} \end{aligned}$$

Arah depan pada B = 0.80 m

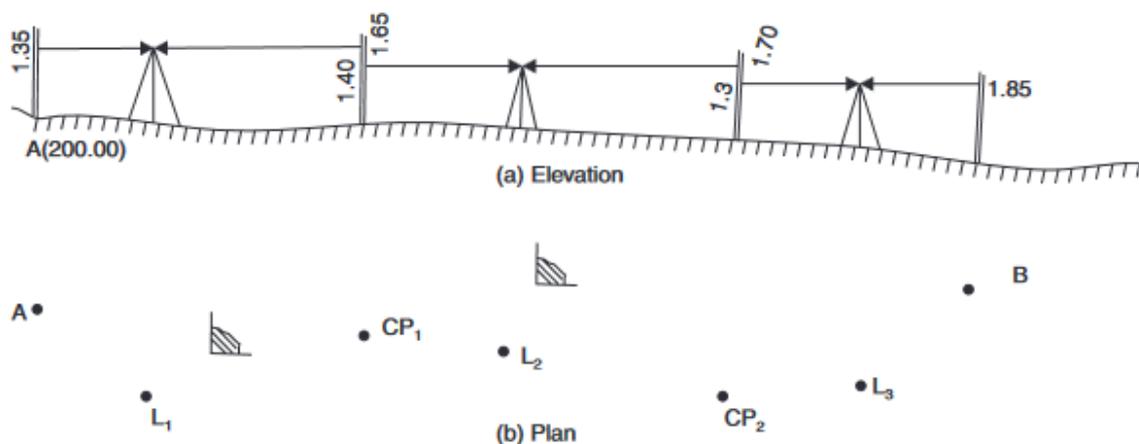
$$\begin{aligned} \therefore \text{RL pada B} &= 202.7 - 0.80 \\ &= 201.9 \text{ m} \end{aligned}$$

Perlu dicatat bahwa stasiun instrumen L1 tidak perlu berada di sepanjang garis AB (dalam denah) dan RL dari L1 tidak muncul dalam perhitungan.

Penyeimbangan Diferensial

Jika jarak antara dua titik A dan B besar, mungkin tidak mungkin untuk mengambil pembacaan pada A dan B dari satu pengaturan. Dalam situasi seperti itu, leveling diferensial digunakan.

Dalam leveling diferensial, instrumen diatur pada lebih dari satu posisi, setiap pergeseran difasilitasi oleh titik perubahan. Gambar 15.7 menunjukkan skema pengaturan tersebut.



Gambar. 15.7

RL A adalah 200,00 m. Instrumen dipasang di L1 dan jarak bidik belakang pada A adalah 1,35 m. Jarak bidik depan pada titik perubahan CP1 adalah 1,65 m. Kemudian instrumen digeser ke

L2 dan jarak bidik belakang pada CP1 adalah 1,40 m. Jarak bidik depan pada CP2 adalah 1,70 m. Setelah ini instrumen digeser ke L3 dan jarak bidik belakang pada CP2 adalah 1,3 m. Pekerjaan berakhir dengan jarak bidik depan 1,85 m pada B. RL B dapat ditemukan.

RL pada A = 200.00 m

Arah belakang pada A = 1.35 m

∴ Bidang kolimasi di L_1 , = $200 + 1.35 = 201.35$ m

Arah depan pada CP_1 , = 1.65 m

∴ RL pada CP_1 , = $201.35 - 1.65 = 199.70$ m

Arah belakang ke CP_1 , dari $L_2 = 1.40$

∴ Bidang kolimasi di L_2 , = $199.70 + 1.40 = 201.10$ m

Arah depan ke $CP_2 = 1.70$ m

∴ RL pada $CP_2 = 201.10 - 1.70 = 199.40$ m

Arah belakang ke CP_2 dari $L_3 = 1.30$ m

∴ Bidang kolimasi di $L_3 = 199.40 + 1.30 = 200.70$ m

Arah depan ke B = 1.85 m

∴ **RL pada B** = $200.70 - 1.85 = 198.85$ m

Jika ada jarak pandang antara ke titik E1 dan E2, RL dari titik-titik tersebut dapat diperoleh dengan mengurangi pembacaan untuk E1 dan E2 dari bidang kolimasi yang sesuai.

Pemesanan dan Pengurangan Level

Pemesanan pembacaan dan pengurangan level dapat dilakukan secara sistematis dalam bentuk tabel. Ada dua metode tersebut:

1. Metode bidang kolimasi
2. Metode naik dan turun.

Untuk masalah di atas, dengan jarak pandang antara ke $E_1 = 0,80$ m dan $E_2 = 0,70$ m diilustrasikan di bawah ini oleh kedua metode tersebut.

Tabel 15.1. Pemesanan dan pengurangan level dengan metode bidang kolimasi

Station	BS	Pembacaan IS	FS	Bidang Kolimasi	RL	Keterangan
A	1.35			201.35	200.00	Titik Acuan
E_1		0.80			200.55	Pondasi Bangunan
CP_1	1.40		1.65	201.10	199.70	CP_1
E_2		0.70			200.40	Pondasi Bangunan
CP_2	1.30		1.70	200.70	199.40	CP_2
B			1.85		198.85	B
Cek $\sum BS = 4.04$			$\sum FS =$		Perbedaan dalam	
$\sum BS - \sum FS = 1.15$			5.20		elevasi RL A dan B	

				=198.85 – 200.00 = - 1.15
--	--	--	--	------------------------------

Dalam metode ini perhatikan hal berikut:

1. Bidang kolimasi untuk pengaturan pertama = RL dari BM + BS
2. Kurangi IS dari bidang kolimasi untuk mendapatkan RL dari stasiun antara dan kurangi FS dari bidang kolimasi untuk mendapatkan RL dari titik perubahan.
3. Tambahkan back sight ke RL dari titik perubahan untuk mendapatkan bidang kolimasi baru.
4. Periksa: $\sum BS - \sum FS = RL$ dari titik terakhir – RL dari titik pertama. Jika –ve, maka itu adalah jatuh dan jika +ve, maka itu adalah naik.

Tabel 15.2. Penetapan dan pengurangan level dengan metode naik dan turun

Station	BS	IS	FS	Peningkatan	Penurunan	RL	Keterangan
A	1.35					200.00	Titik Acuan
		0.80		0.55		200.55	E_1
	1.40		1.65		0.85	199.70	CP_1
		0.70		0.70		200.40	E_2
	1.30		1.70		1.00	199.40	CP_2
			1.85		0.55	198.85	B
$\sum BS = 4.05$			$\sum FS = 5.20$	\sum Kenaikan = 1.25	\sum Penurunan = 2.40		
Cek $\sum BS - \sum FS = -1.15$				\sum Kenaikan - \sum Penurunan = -1.15		RL pada poin akhir – RL pada poin awal = 1.15	

Perhatikan hal berikut:

1. Dari A ke E_1 , selisih = $1,35 - 0,80 = 0,55$, naik
2. Dari E_1 ke CP_1 , selisih = $0,80 - 1,65 = -0,85$, turun
3. Dari CP_1 ke E_2 , selisih = $1,40 - 0,70 = 0,70$, naik
4. Dari E_2 ke CP_2 , selisih = $0,70 - 1,70 = -1,00$, turun
5. Dari CP_2 ke B, selisih = $1,30 - 1,85 = -0,55$, turun.

Fly Levelling

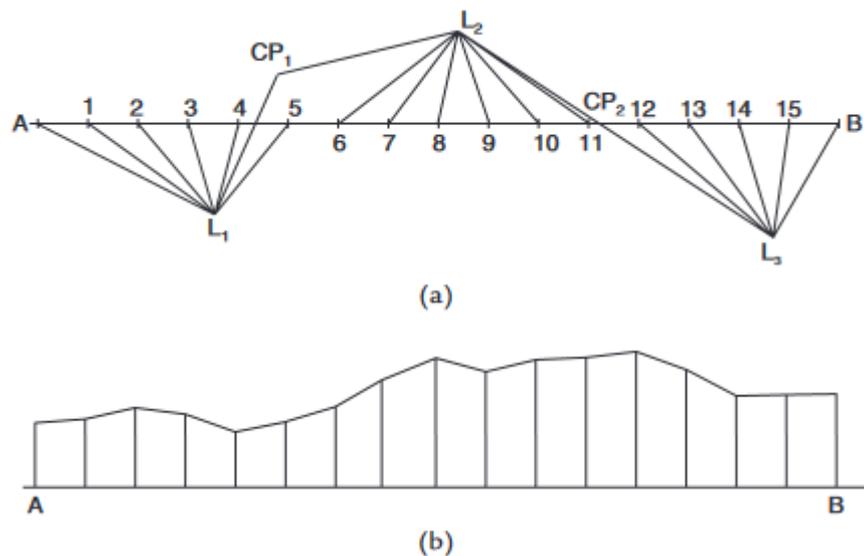
Jika lokasi kerja jauh dari patokan, surveyor memulai pekerjaan dengan melihat ke belakang pada patokan dengan meletakkan instrumen di titik yang sesuai. Kemudian ia melanjutkan ke lokasi dengan melihat ke depan dan ke belakang pada sejumlah titik perubahan hingga ia menetapkan patokan sementara di lokasi tersebut. Pekerjaan perataan lainnya dilakukan di lokasi.

Di akhir pekerjaan, perataan kembali dilakukan dengan mengambil serangkaian titik perubahan yang sesuai hingga pekerjaan bangku tercapai. Jenis perataan ini, yang hanya mengambil pandangan belakang dan pandangan depan, disebut perataan terbang, yang tujuannya adalah untuk menghubungkan patokan dengan patokan sementara atau sebaliknya. Jadi, perbedaan antara perataan terbang dan perataan diferensial hanya pada tujuan perataan.

Perataan Profil

Jenis perataan ini dikenal sebagai pemotongan memanjang. Dalam proyek jalan raya, rel kereta api, kanal, atau saluran pembuangan, diperlukan profil tanah di sepanjang rute yang dipilih. Dalam kasus seperti itu, di sepanjang rute, pembacaan dilakukan secara berkala dan RL berbagai titik ditemukan.

Kemudian, bagian rute digambar untuk mendapatkan profil. Gambar 15.8 (a) menunjukkan tampilan denah skema perataan dan Gambar 15.8 (b) menunjukkan profil rute. Untuk menggambar profil rute, skala vertikal biasanya lebih besar dibandingkan dengan skala untuk jarak horizontal. Ini memberikan gambaran yang jelas tentang profil rute.



Gambar 15.8 Perataan Profil

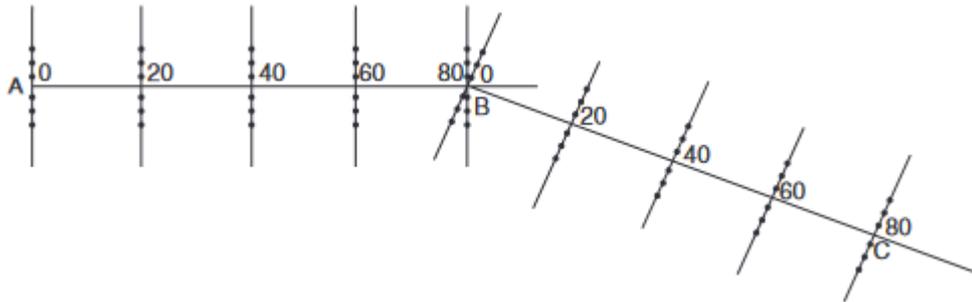
Halaman khas buku lapangan untuk pekerjaan ini akan memiliki kolom tambahan untuk mencatat jarak seperti yang ditunjukkan pada Tabel 15.3. v

Station	Jarak	BISA	IS	FS	Bidang Kolimasi	RL	Keterangan
---------	-------	------	----	----	-----------------	----	------------

Penampang Lintang

Dalam banyak proyek teknik, tidak hanya diperlukan profil memanjang tetapi juga profil penampang melintang pada interval yang teratur. Profil ini membantu dalam menghitung pekerjaan tanah yang terlibat dalam proyek. Gambar 15.9 menunjukkan skema pekerjaan tersebut di mana profil memanjang ditemukan dengan mengambil bacaan pada

interval 20 m sepanjang garis rantai AB, BC dan bacaan diambil pada interval 3 m di kedua sisi. Jarak pada penampang melintang diperlakukan sebagai kiri atau kanan garis karena ditemukan saat menghadap stasiun survei depan. Panjang penampang melintang tergantung pada sifat proyek.



Gambar. 15.9 Skema Pekerjaan

Tabel 15.4 menunjukkan halaman buku leveling yang diperlukan untuk jenis perataan ini.

Tabel 15.4. Buku halaman tipikal untuk perataan penampang

Station	Jarak di m			Pembacaan			Bidang Kolimasi	RL	Keterangan
	L	C	R	BS	IS	FS			
BM									
		0							
L_1	3								
L_2	6								
L_3	9								
R_1			3						
R_2			6						
R_3			9						
L_1	3								
L_2	6								
L_3	9								
R_1			3						
R_2			6						
R_3			9						

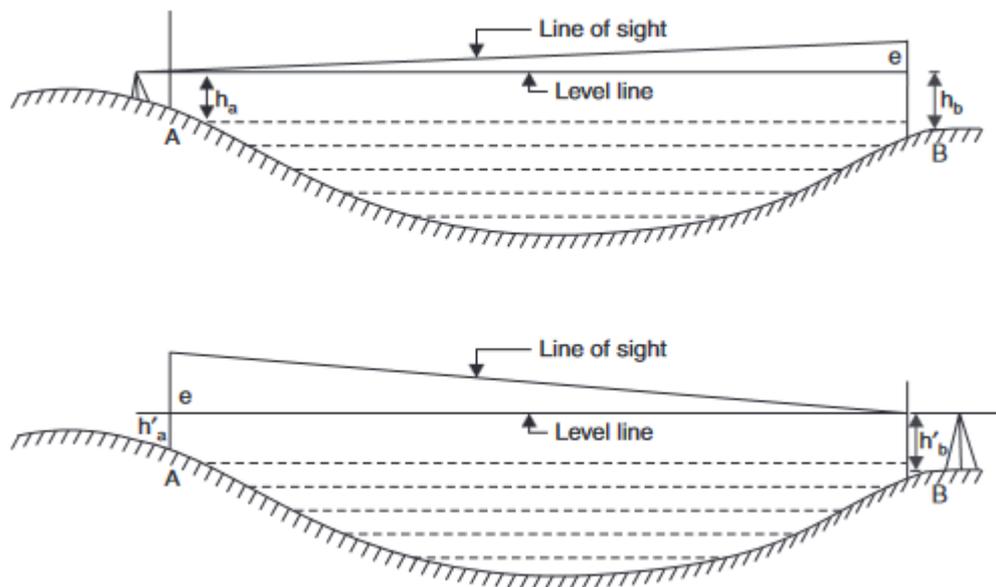
Perataan Resiprokal

Dalam perataan, lebih baik menjaga jarak pandangan belakang dan pandangan depan tetap sama. Dengan melakukan hal tersebut, kesalahan berikut dapat dihilangkan:

1. Kesalahan karena garis kolimasi dan sumbu tabung gelembung tidak sejajar.

2. Kesalahan karena kelengkungan dan refraksi.

Namun, dalam perataan melintasi rintangan seperti sungai dan jurang, tidak mungkin untuk menjaga jarak yang sama untuk pandangan depan dan pandangan belakang. Dalam situasi seperti itu, perataan resiprokal seperti yang dijelaskan di bawah ini digunakan:



Gambar 15.10 Kesalahan karena kelengkungan dan Refraksi

a. Mengacu pada Gambar 15.10 (a).

Karena A sangat dekat, kesalahan dalam pembacaan di A dapat diabaikan. Oleh karena itu h_a adalah pembacaan yang benar. Misalkan kesalahan di h_b adalah 'e', maka pembacaan yang benar pada B = $h_b - e$

Selisih elevasi = $H = h_a - (h_b - e) \dots (i)$

b. Mengacu pada Gambar 15.10 (b), karena B sangat dekat dengan instrumen, h'_b , dapat dianggap sebagai pembacaan yang benar.

Pembacaan yang benar pada A = $h'_a - e$

Selisih elevasi $H = (h'_a - e) - h'_b \dots (ii)$ Dari persamaan (i) dan (ii) kita peroleh,

$$\begin{aligned} 2H &= h_a - (h_b - e) + (h'_a - e) - h'_b \\ &= (h_a + h'_a) - (h_b + h'_b) \\ H &= \frac{(h_a + h'_a) - (h_b + h'_b)}{2} \end{aligned}$$

Dengan demikian, perbedaan sebenarnya pada elevasi kedua titik tersebut sama dengan rata-rata dari dua perbedaan elevasi yang tampak.

Contoh 15.1: Hasil pembacaan tongkat berikut diamati secara berurutan dengan level. Instrumen telah bergeser setelah pembacaan kedua dan kelima: 0,675, 1,230, 0,750, 2,565,

2,225, 1,935, 1,835, 3,220. Pembacaan pertama dilakukan dengan tongkat yang dipegang pada patokan RL 100.000 m. Masukkan hasil pembacaan pada halaman buku level dan hitung RL semua titik. Terapkan pemeriksaan aritmatika. Gunakan metode bidang kolimasi.

Solusi: Dilakukan seperti yang ditunjukkan pada Tabel 15.5.

Tabel 15.5 Hasil perhitungan Contoh 15.1

Station	BS	IS	FS	Bidang Kolimasi	RL	Keterangan
	0.675			100.675	100.00	BM of RL = 100.00
	0.750		1.230	100.195	99.445	CP_1
		2.565			97.630	
	1.935		2.225	99.905	97.970	CP_2
		1.835			98.070	
			3.220		96.685	Last Point

$$\sum BS = 3.360$$

$$\sum FS = 6.675$$

$$\text{RL terakhir} - \text{RL pertama}$$

$$\sum BS - \sum FS = 3.315 \text{ (Penurunan)}$$

$$= -3.315$$

(Penurunan)

Contoh 15.2: Kurangi level pada contoh 15.1 dengan metode naik dan turun.

Solusi: Dilakukan seperti yang ditunjukkan pada Tabel 15.6 di bawah ini:

Tabel 15.6 Hasil Perhitungan Contoh 15.2

Station	BS	IS	FS	Peningkatan	Penurunan	RL	Keterangan
	0.675					100.00	BM
	0.750		1.230		0.555	99.445	CP_1
		2.565			1.815	97.630	
	1.935		2.225	0.340		97.970	CP_2
		1.835		0.100		98.070	
			3.220		1.385	96.685	Last Point

$$\sum 3.360$$

$$6.675$$

$$0.440$$

$$3.755$$

$$\therefore \sum BS - \sum FS = -3.315 \quad \sum \text{Peningkatan} - \sum \text{Penurunan} = 3.315$$

$$\text{RL akhir} - \text{RL awal}$$

$$= -3.315$$

Contoh 15.3: Pembacaan berurutan berikut dilakukan dengan level di tanah miring pada interval umum 20 m.

0,600, 1,235, 1,860, 2,575, 0,235, 0,915, 1,935 dan 2,870.

Level tereduksi dari titik pertama adalah 192,125 m. Sisihkan satu halaman buku level dan masukkan pembacaan di atas. Hitung level tereduksi dari titik-titik. Terapkan pemeriksaan.

Solusi: Tabel 15.7 menunjukkan entri pada halaman tipikal buku level dan metode pengurangan level.

Tabel 15.7

Station	Jarak			Pembacaan			Bidang Kolimasi	RL	Keterangan
	L	C	R	BS	IS	FS			
A		0.0		0.60 0			192.725	192.125	Poin awal
		20.0			1.23 5			191.149	
		40.0			1.86 0			190.865	
		60.0			2.57 5			190.150	
		80.0			0.23 5			192.490	
		100. 0			0.91 5			191.810	
		120. 0				2870		189.855	Poin akhir

$$\sum BS = 0.600$$

$$\sum FS = 2.870$$

RL poin akhir

$$\sum BS - \sum IS = -2.270$$

-RL poin awal = -2.27

Contoh 15.4: Perataan resiprokal dilakukan dengan dumpy level dan pembacaan berikut dicatat.

Instrumen dekat	Pembacaan staff di	
	A	B
A	1.245,	1.575
B	1.050	0.700

Hitung RL pada B, jika RL pada A = 218.250 m.

Penyelesaian: $h_a = 1.245$ m $h_b = 1.575$ m
 $h'_a = 1.505$ m $h'_b = 0.700$ m

∴ Perbedaan level pada A dan B adalah

$$\frac{(h_a - h_b) + (h'_a - h'_b)}{2} = \frac{(1.245 - 1.575) + (1.050 - 0.700)}{2} = 0,01 \text{ m}$$

Bidang kolimasi di A = 218.250 + 1.245 = 219.495

∴ Elevasi B = 219.495 - 0.01 = 219.485

LATIHAN SOAL

1. Definisikan istilah-istilah berikut yang digunakan dalam perataan tanah:
 - a. Tolok ukur
 - b. Garis datar
 - c. Titik perubahan
 - d. Muka air laut rata-rata.
 2. Bedakan antara:
 - a. Tolok ukur GTS dan Tolok ukur sementara
 - b. Pandangan depan dan pandangan belakang
 - c. Bidang kolimasi dan RL suatu titik
 - d. Perataan tanah dengan gerakan cepat dan perataan profil.
 3. Apa saja penyesuaian sementara untuk permukaan tanah yang datar? Jelaskan bagaimana cara melakukannya.
 4. Tulis catatan singkat tentang perataan tanah dengan gerakan cepat dan gerakan cepat.
 5. Jelaskan perataan tanah dengan gerakan cepat.
 6. Tulis catatan singkat tentang perataan tanah dengan gerakan cepat.
 7. Pembacaan tongkat berikut dilakukan dengan level, instrumen telah dipindahkan setelah pembacaan ketiga dan keenam:
 2.200 1.620 0.980 2.250 2.840 1.280 0.600 1.960 1.450
 RL titik pertama adalah 100,00 m. Sisipkan halaman buku level dan masukkan pembacaan di atas. Hitung RL semua titik. Terapkan pemeriksaan. [Jawab: RL titik terakhir 101.34.]
- [Catatan. Pembacaan pertama, keempat dan ketujuh adalah pandangan belakang. Pembacaan ketiga, keenam dan terakhir adalah pandangan depan].

BAB 16

ALAT SURVEI MODERN

Teodolit adalah instrumen yang menggantikan kompas dan level. Alat ini dapat mengukur sudut horizontal dan vertikal. Jika teleskop berada pada posisi nol untuk pembacaan sudut vertikal, alat ini berfungsi sebagai level biasa. Di era modern peralatan elektronik ini telah muncul untuk mengukur jarak guna membebaskan surveyor dari merangkai garis panjang. Total station adalah peralatan survei modern lainnya yang menggabungkan fitur teodolit dan instrumen pengukuran jarak elektromagnetik (EDM). Sistem penentuan posisi global adalah instrumen yang menetapkan posisi global stasiun dengan menggunakan sedikitnya 4 stasiun satelit. Dalam bab ini semua alat survei modern ini dijelaskan secara singkat.

16.1 TEODOLIT

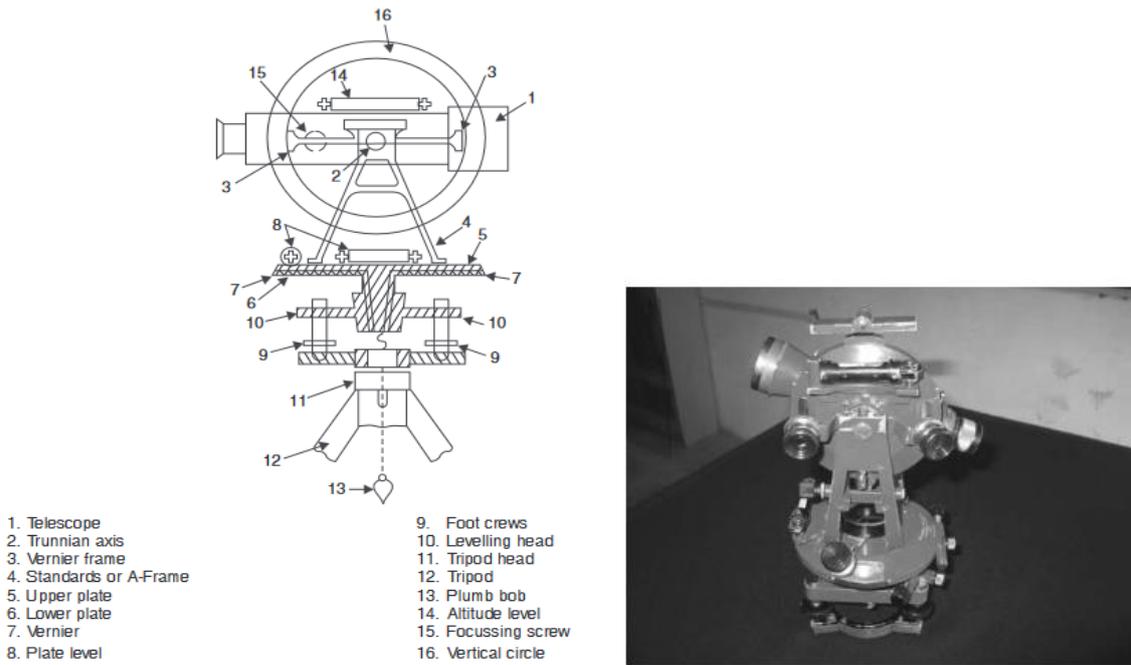
Ini adalah instrumen yang umum digunakan untuk mengukur sudut horizontal dan vertikal. Alat ini digunakan untuk memperpanjang garis, meratakan, dan bahkan untuk mengukur jarak secara tidak langsung (tekeometry). Dengan menggunakan vernier, sudut dapat dibaca secara akurat hingga 20". Tersedia teodolit presisi yang dapat membaca sudut hingga akurasi 1". Mereka menggunakan prinsip optik untuk instrumen yang lebih akurat. Saat ini, teodolit elektronik juga tersedia yang menampilkan sudut.

Dalam artikel ini, konstruksi dan penggunaan teodolit vernier dijelaskan.

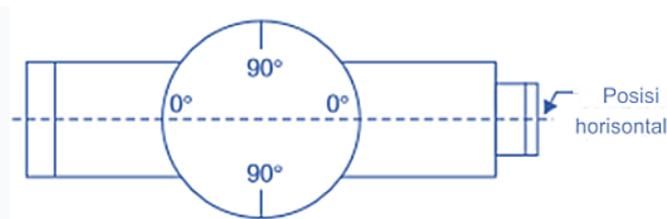
Bagian-bagian Teodolit Vernier

Gambar 16.1 menunjukkan tampilan penampang teodolit vernier yang umum dan pelat 16.1 menunjukkan foto teodolit tersebut. Bagian-bagian utama teodolit tersebut adalah:

1. **Teleskop:** Teleskop dipasang pada sumbu horizontal (sumbu trunnian) sehingga dapat berputar pada bidang vertikal. Panjangnya bervariasi dari 100 mm hingga 175 mm dan diameternya 38 mm pada ujung objektif. Fungsinya adalah untuk menyediakan garis pandang.
2. **Lingkaran Vertikal:** Lingkaran vertikal yang memiliki tingkat akurasi hingga 20" terhubung secara kaku ke teleskop dan karenanya bergerak bersamanya saat teleskop diputar dalam bidang vertikal. Tingkat gradasi berada dalam sistem kuadran, garis 0-0 merupakan garis horizontal (Gambar 16.2).
3. **Bingkai Vernier:** Bingkai berbentuk T (Gambar 16.3) yang terdiri dari lengan vertikal dan lengan horizontal. Dengan bantuan sekrup penjepit, bingkai vertikal dan karenanya teleskop dapat dijepit pada sudut yang diinginkan. Bingkai vertikal juga dikenal sebagai bingkai T atau bingkai indeks.

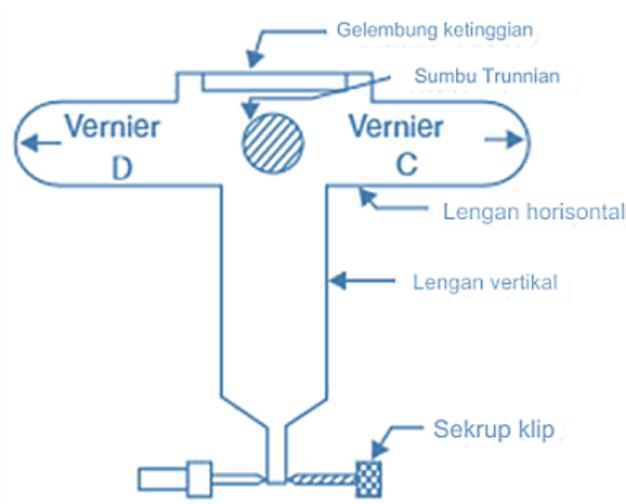


Gambar 16.1. Tampilan penampang teodolit transit



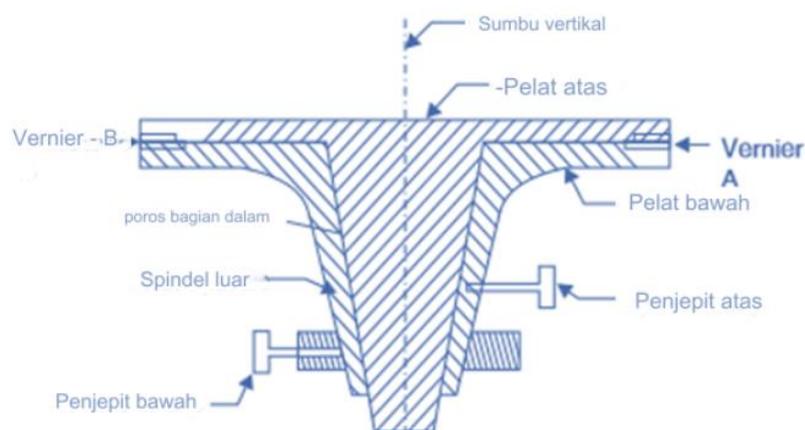
Gambar 16.2 Lingkaran Vertikal Teodolit Vernier

Lengan vernier dikenal sebagai lengan indeks. Di ujungnya terdapat vernier C dan D untuk membaca skala pada lingkaran vertikal. Lengan tersebut dilengkapi dengan kaca pembesar. Tabung gelembung ketinggian dipasang di atas lengan horizontal.



Gambar 16.3 Lengan vernier Teodolit Vernier

4. **Standar atau Rangka A:** Rangka yang menopang teleskop berbentuk huruf Inggris 'A'. Rangka ini memungkinkan teleskop berputar pada sumbu trunnionnya dalam rangka vertikal. Rangka T dan klem juga dipasang pada rangka ini.
5. **Pelat Atas [Gambar 16.4]:** Pelat atas menopang standar pada permukaan atasnya. Di sisi bawah, pelat ini dipasang pada spindel bagian dalam yang berputar di spindel luar pelat bawah. Dengan menggunakan klem atas, pelat atas dapat dijepit ke pelat bawah. Dengan menggunakan sekrup tangen, dimungkinkan untuk memberikan sedikit gerakan relatif di antara kedua pelat, bahkan setelah dijepit. Dua vernier A dan B yang berlawanan secara diametris yang dipasang pada pelat atas membantu dalam membaca skala lingkaran horizontal. Pelat ini dilengkapi dengan kaca pembesar.



Gambar 16.4 Pelat Atas Teodolit Vernier

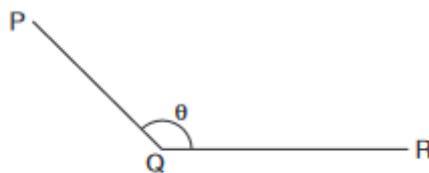
6. **Pelat Bawah:** Pelat bawah, yang terpasang pada spindel luar, memiliki lingkaran bertingkat pada tepinya yang miring. Kelulusannya mencapai akurasi 20". Pelat ini dapat dijepit pada posisi yang diinginkan menggunakan klem bawah. Jika klem atas terkunci dan klem bawah dilonggarkan, kedua pelat akan berputar bersama. Jika klem atas dilonggarkan dan klem bawah terkunci, hanya pelat atas yang berputar. Mekanisme ini digunakan untuk mengukur sudut horizontal.
7. **Level Pelat:** Satu atau dua tabung level pelat dipasang pada pelat atas. Jika kedua tabung level disediakan, keduanya akan tegak lurus satu sama lain, salah satunya sejajar dengan sumbu trunnion. Level ini membantu membuat sumbu vertikal instrumen benar-benar vertikal.
8. **Kepala Leveling:** Terdiri dari dua pelat segitiga paralel yang dikenal sebagai pelat tribratch. Pelat tribratch atas dilengkapi dengan tiga sekrup leveling masing-masing dibawa oleh lengan pelat tribratch. Dengan mengoperasikan sekrup, leveling pelat atas dan teleskop dapat dipastikan. Tribratch bawah dapat dipasang ke kepala tripod.
9. **Tripod:** Teodolit selalu digunakan dengan memasangnya pada tripod. Kaki tripod dapat berupa padat atau berbingkai. Di ujung bawah kaki dilengkapi dengan sepatu baja agar dapat mencengkeram tanah dengan baik. Bagian atas tripod dilengkapi

dengan sekrup eksternal tempat pelat tribratch bawah dapat disekrup. Saat tidak digunakan, kepala tripod dapat dilindungi dengan tutup baja yang disediakan untuk tujuan ini.

10. **Plumb Bob:** Sebuah kait disediakan di tengah pelat tribratch bawah tempat plumb bob dapat digantung. Ini memudahkan pemusatan teodolit yang tepat pada suatu stasiun.
11. **Shifting Head:** Ini disediakan di bawah pelat bawah. Dalam hal ini, satu pelat meluncur di atas pelat lain di area kecil dengan radius sekitar 10 mm. Kedua pelat dapat dikencangkan pada posisi yang diinginkan. Ini memudahkan pemusatan instrumen yang tepat.
12. **Kompas Magnetik:** Pada beberapa teodolit, kompas magnetik dipasang pada salah satu untaian. Berguna jika pembacaan akan direkam dengan utara magnet sebagai meridian.

Penggunaan Theodolite

Theodolite digunakan untuk mengukur sudut horizontal dan vertikal. Untuk ini, theodolite harus dipusatkan pada titik stasiun yang diinginkan, diratakan, dan teleskop difokuskan. Proses pemusatan, perataan, dan pemfokusan ini disebut penyesuaian sementara instrumen.

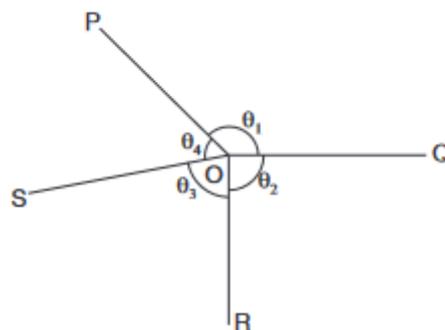


Gambar 16.5 Pengukuran Sudut Horizontal

Prosedur dijelaskan untuk mengukur sudut horizontal $\theta = \text{PQR}$ di stasiun Q (Gambar 16.5)

1. Atur teodolit di Q dengan lingkaran vertikal di sebelah kiri garis pandang dan selesaikan semua penyesuaian sementara.
2. Lepaskan klem atas dan bawah dan putar pelat atas untuk mendapatkan 0° pada skala utama. Kemudian klem sekrup utama dan gunakan sekrup tangan untuk mendapatkan pembacaan nol yang tepat. Pada tahap ini vernier A menunjukkan 0° dan vernier B menunjukkan 180° .
3. Melalui teleskop, ambil garis pandang ke sinyal di P dan kunci klem bawah. Gunakan sekrup tangan untuk membagi dua secara tepat.
4. Lepaskan klem atas dan ayunkan teleskop untuk membagi dua sinyal di R. Kunci klem atas dan gunakan layar tangan untuk mendapatkan pembagian dua yang tepat dari R.
5. Baca vernier A dan B. Pembacaan vernier A memberikan sudut PQR yang diinginkan secara langsung, sementara 180° harus dikurangi dari pembacaan vernier B untuk mendapatkan sudut PQR.
6. Transit (bergerak 180° dalam bidang vertikal) teleskop untuk membuat lingkaran vertikal di sebelah kanan teleskop. Ulangi langkah 2 hingga 5 untuk mendapatkan dua nilai lagi untuk sudut tersebut.

7. Rata-rata dari 4 nilai yang ditemukan untuk θ , memberikan sudut horizontal. Dua nilai yang diperoleh dengan sisi kiri dan dua yang diperoleh dengan posisi sisi kanan lingkaran vertikal disebut satu set pembacaan.
8. Jika diperlukan presisi yang lebih tinggi, sudut dapat diukur berulang kali. Yaitu, setelah langkah 5, lepaskan klem bawah, sinyal bidik di P, lalu kunci klem bawah, lepaskan klem atas dan ayunkan teleskop untuk memberi sinyal di Q. Pembacaan vernier A menjadi dua kali lipat. Sudut yang diukur dengan vernier B juga digandakan. Sejumlah pengulangan dapat dilakukan dan diambil rata-ratanya. Pembacaan serupa kemudian dilakukan dengan sisi kanan juga. Akhirnya sudut rata-rata ditemukan dan diambil sebagai sudut yang diinginkan 'Q'. Ini disebut metode pengulangan.
9. Ada metode lain untuk mendapatkan sudut horizontal yang tepat. Ini disebut metode pengulangan. Jika sejumlah sudut harus diukur dari suatu stasiun, teknik ini digunakan (Gambar 16.6). Dengan pembacaan vernier A nol, sinyal di P diarahkan dengan tepat dan klem bawah dan sekrup tangennya dikunci. Kemudian θ_1 diukur dengan mengarahkan Q dan dicatat. Kemudian θ_2 , θ_3 dan θ_4 diukur dengan membuka klem atas dan membagi dua sinyal di R, S dan P. Sudut-sudut dihitung dan diperiksa untuk melihat bahwa jumlahnya adalah 360° . Dalam setiap kasus, kedua vernier dibaca dan proses serupa dilakukan dengan mengubah sisi (sisi kiri dan sisi kanan).



Gambar. 16.6 Pengukuran sudut

Pengukuran Sudut Vertikal

Bidik horizontal dianggap sebagai sudut vertikal nol. Sudut elevasi dicatat sebagai sudut +ve dan sudut depresi sebagai sudut -ve.

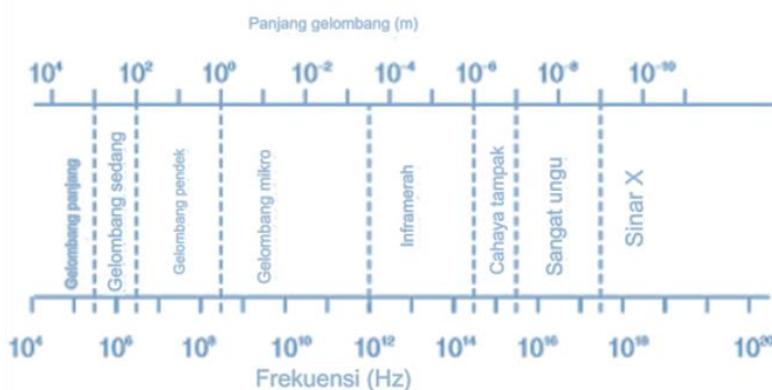
Untuk mengukur sudut vertikal, prosedur berikut dapat diikuti:

1. Selesaikan semua penyesuaian sementara di stasiun yang diperlukan.
2. Lakukan perataan instrumen terhadap level ketinggian yang disediakan pada rangka A. Proses perataan ini mirip dengan yang digunakan untuk perataan level dumpy, yaitu level ketinggian pertama dijaga sejajar dengan dua sekrup perataan dan dengan mengoperasikan kedua sekrup tersebut gelembung dibawa ke tengah. Kemudian dengan memutar teleskop, tabung level dibawa tegak lurus ke posisi semula dan diratakan dengan sekrup ketiga. Prosedur ini diulang hingga gelembung berada di tengah kedua posisi.

3. Kemudian kendurkan klem lingkaran vertikal, bagi dua P dan kunci klem. Baca vernier C dan D untuk mendapatkan sudut vertikal. Ambil rata-rata sebagai sudut vertikal sebenarnya.

16.2 ALAT PENGUKUR JARAK ELEKTROMAGNETIK

Cahaya matahari atau gelombang elektromagnetik yang dihasilkan secara buatan terdiri dari gelombang-gelombang dengan panjang yang berbeda-beda. Spektrum gelombang elektromagnetik ditunjukkan di bawah ini:



Di antara gelombang-gelombang ini, gelombang mikro, gelombang inframerah, dan gelombang cahaya tampak berguna untuk pengukuran jarak. Dalam instrumen EDM, gelombang-gelombang ini dihasilkan, dimodulasi, dan kemudian disebarkan. Gelombang-gelombang ini dipantulkan pada titik yang jaraknya akan diukur dari stasiun instrumen dan diterima lagi oleh instrumen.

Waktu yang dibutuhkan oleh gelombang untuk menempuh jarak $2x$ ini dapat diukur dan dengan mengetahui kecepatan gelombang, jarak dapat dihitung. Akan tetapi, waktu yang dibutuhkan terlalu singkat, sehingga sulit untuk mengukur waktu yang dibutuhkan. Teknik-teknik yang telah disempurnakan menggunakan metode perbedaan fase, yang mengukur jumlah gelombang yang telah selesai dan gelombang yang belum selesai. Dengan mengetahui panjang gelombang, jarak dihitung. Mikroprosesor yang terpasang di instrumen menghitung jarak dan menampilkannya melalui layar kristal cair (LCD).

Instrumen EDM dapat diklasifikasikan ke dalam tiga jenis berikut:

1. Instrumen gelombang mikro
2. Instrumen gelombang inframerah
3. Instrumen gelombang cahaya.

Instrumen Gelombang Mikro

Instrumen-instrumen ini menggunakan gelombang mikro. Instrumen semacam itu ditemukan sejak tahun 1950 di Afrika Selatan oleh Dr. T.L. Wadley dan menamakannya Tellurometer. Instrumen ini hanya membutuhkan baterai 12 hingga 24 V. Oleh karena itu, instrumen ini ringan dan sangat mudah dibawa. Tellurometer dapat digunakan pada siang maupun malam hari. Jangkauan instrumen ini mencapai 100 km. Terdiri dari dua unit yang identik. Satu unit digunakan sebagai unit utama dan unit lainnya sebagai unit jarak jauh. Hanya dengan menekan tombol, unit utama dapat diubah menjadi unit jarak jauh dan unit

jarak jauh menjadi unit utama. Diperlukan dua orang yang terampil untuk mengoperasikannya. Fasilitas bicara disediakan bagi setiap operator untuk berinteraksi selama pengukuran.

Instrumen Gelombang Inframerah

Instrumen ini menggunakan gelombang inframerah termodulasi amplitudo. Reflektor prisma digunakan di ujung garis yang akan diukur. Instrumen ini ringan dan ekonomis serta dapat dipasang pada teodolit. Dengan instrumen ini, akurasi yang dicapai adalah ± 10 mm. Jangkauan instrumen ini mencapai 3 km. Instrumen ini berguna untuk sebagian besar pekerjaan teknik sipil. Instrumen ini tersedia dengan nama dagang DISTOMAT DI 1000 dan DISTOMAT DI 55.

Instrumen Gelombang Cahaya

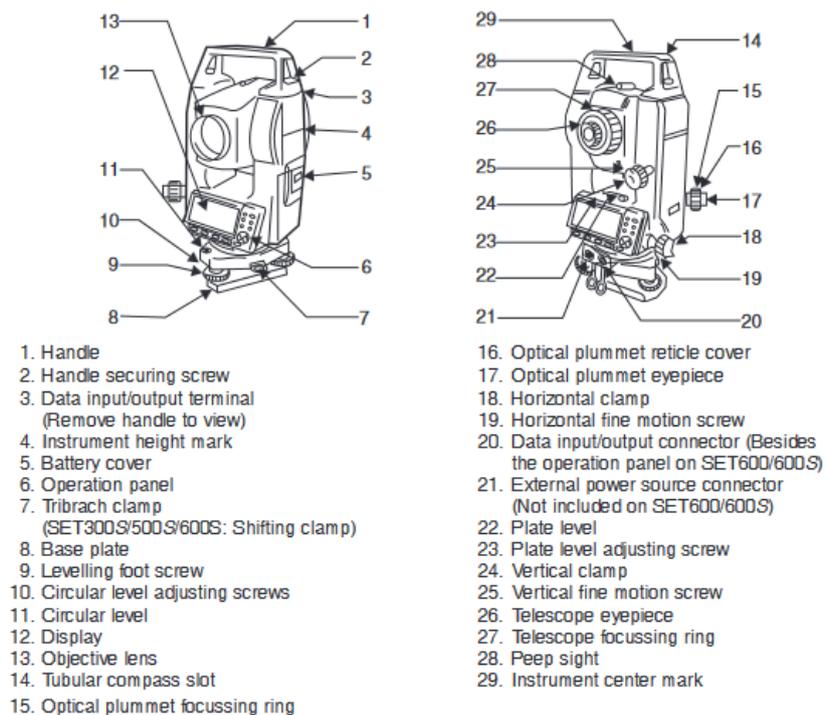
Instrumen ini mengandalkan perambatan gelombang cahaya termodulasi. Jenis instrumen ini pertama kali dikembangkan di Swedia dan diberi nama Geodimeter. Pada malam hari jangkauannya mencapai 2,5 km sedangkan pada siang hari jangkauannya mencapai 3 km. Ketepatan instrumen ini bervariasi dari jarak 0,5 mm hingga 5 mm/km. Instrumen ini juga sangat berguna untuk proyek teknik sipil. Keuntungan menggunakan instrumen EDM adalah kecepatan dan ketepatan dalam pengukuran. Beberapa kendala pada chaining secara otomatis teratasi saat instrumen ini digunakan.

16.3 TOTAL STASIUN

Merupakan gabungan dari instrumen EDM dan teodolit elektronik. Alat ini juga terintegrasi dengan mikroprosesor, pengumpul data elektronik, dan sistem penyimpanan. Instrumen ini dapat digunakan untuk mengukur sudut horizontal dan vertikal serta jarak miring objek ke instrumen. Unit mikroprosesor memproses data yang dikumpulkan untuk menghitung:

1. rata-rata beberapa sudut yang diukur
2. rata-rata beberapa jarak yang diukur
3. jarak horizontal
4. jarak antara dua titik mana pun
5. elevasi objek dan
6. ketiga koordinat titik yang diamati.

Data yang dikumpulkan dan diproses dapat diunduh ke komputer untuk diproses lebih lanjut. Total station adalah instrumen yang ringkas dan beratnya 50 hingga 55 N. Seseorang dapat dengan mudah membawanya ke lapangan. Total station dengan akurasi yang berbeda, dalam pengukuran sudut, dan rentang pengukuran yang berbeda tersedia di pasaran. Gambar 16.7 menunjukkan salah satu instrumen tersebut yang diproduksi oleh SOKKIA Co. Ltd. Tokyo, Jepang.



Gambar 16.7. Bagian-bagian stasiun total

Deskripsi Singkat tentang Pengoperasian Penting

1. **Pengukuran Jarak:** Instrumen pengukur jarak elektronik (EDM) merupakan bagian utama dari stasiun total. Jangkauannya bervariasi dari 2,8 km hingga 4,2 km. Keakuratan pengukuran bervariasi dari 5 mm hingga 10 mm per km pengukuran. Instrumen ini digunakan dengan pengenalan target otomatis. Jarak yang diukur selalu berupa jarak miring dari instrumen ke objek.
2. **Pengukuran Sudut:** Bagian teodolit elektronik dari stasiun total digunakan untuk mengukur sudut vertikal dan horizontal. Untuk pengukuran sudut horizontal, arah mana pun yang sesuai dapat diambil sebagai arah referensi. Untuk pengukuran sudut vertikal, arah vertikal ke atas (zenith) diambil sebagai arah referensi. Keakuratan pengukuran sudut bervariasi dari 2 hingga 6 detik.
3. **Pemrosesan Data:** Instrumen ini dilengkapi dengan mikroprosesor internal. Mikroprosesor menghitung rata-rata beberapa pengamatan. Dengan bantuan jarak kemiringan dan sudut vertikal dan horizontal yang diukur, saat ketinggian sumbu instrumen dan target diberikan, mikroprosesor menghitung jarak horizontal dan koordinat X, Y, Z. Prosesor mampu menerapkan koreksi suhu dan tekanan pada pengukuran, jika suhu dan tekanan atmosfer diberikan.
4. **Tampilan:** Unit tampilan elektronik mampu menampilkan berbagai nilai saat tombol yang sesuai ditekan. Sistem mampu menampilkan jarak horizontal, jarak vertikal, sudut horizontal dan vertikal, perbedaan ketinggian dua titik yang diamati dan ketiga koordinat titik yang diamati.
5. **Buku Elektronik:** Setiap data titik dapat disimpan dalam buku catatan elektronik (seperti cakram padat). Kapasitas buku catatan elektronik bervariasi dari 2000 titik

hingga 4000 data titik. Surveyor dapat mengunggah data yang disimpan dalam buku catatan ke komputer dan menggunakan kembali buku catatan tersebut.

Penggunaan Total Station

Instrumen dipasang pada tripod dan diratakan dengan mengoperasikan sekrup penyeimbang. Dalam rentang yang kecil, instrumen mampu menyesuaikan diri dengan posisi yang rata. Kemudian arah referensi vertikal dan horizontal diindeks menggunakan tombol bawaan. Dimungkinkan untuk mengatur satuan yang diperlukan untuk jarak, suhu, dan tekanan (FPS atau SI). Surveyor dapat memilih mode pengukuran seperti halus, kasar, tunggal, atau berulang. Saat target terlihat, sudut horizontal dan vertikal serta jarak miring diukur dan dengan menekan tombol yang sesuai, semuanya direkam bersama dengan nomor titik. Ketinggian instrumen dan target dapat dimasukkan setelah mengukurnya dengan pita pengukur. Kemudian prosesor menghitung berbagai informasi tentang titik dan menampilkannya di layar. Informasi ini juga disimpan dalam buku catatan elektronik. Di penghujung hari atau kapan pun buku catatan elektronik penuh, informasi yang disimpan diunduh ke komputer.

Data titik yang diunduh ke komputer dapat digunakan untuk pemrosesan lebih lanjut. Ada perangkat lunak seperti auto civil dan auto plotter yang digabungkan dengan autocad yang dapat digunakan untuk memplot kontur pada interval tertentu dan untuk memplot penampang sepanjang garis tertentu.

Keuntungan Menggunakan Total Station

Berikut ini adalah beberapa keuntungan utama menggunakan total station dibandingkan instrumen survei konvensional:

1. Pekerjaan lapangan dilakukan dengan sangat cepat.
2. Akurasi pengukuran tinggi.
3. Kesalahan manual yang terlibat dalam pembacaan dan pencatatan dihilangkan.
4. Perhitungan koordinat sangat cepat dan akurat. Bahkan koreksi suhu dan tekanan dilakukan secara otomatis.
5. Komputer dapat digunakan untuk membuat peta dan memetakan kontur dan penampang. Interval kontur dan skala dapat diubah dalam waktu singkat.

Namun, surveyor harus memeriksa kondisi kerja instrumen sebelum menggunakannya. Untuk titik standar ini dapat ditempatkan di dekat kantor survei dan sebelum mengambil instrumen untuk pekerjaan lapangan, kinerjanya diperiksa dengan mengamati titik standar tersebut dari stasiun instrumen yang ditentukan.

16.4 SISTEM POSISI GLOBAL

Titik-titik stasiun yang digunakan dalam survei harus diidentifikasi sebelum melaksanakan proyek apa pun: Untuk tujuan ini, surveyor menggunakan objek permanen sebagai titik referensi dan membuat sketsa referensi titik-titik stasiun. Navigator menggunakan matahari dan bintang sebagai referensi. Terkadang ketika proyek dijalankan, objek permanen (seperti sudut bangunan) mungkin tidak ada saat pelaksanaan pekerjaan proyek dimulai. Untuk navigasi, kondisi cuaca dapat menghalangi pengamatan. Sekarang,

masalah ini diatasi dengan menggunakan instrumen yang disebut Sistem Pemosisian Global (GPS). Ini dikembangkan oleh departemen pertahanan Amerika Serikat dan disebut sebagai Sistem Navigasi dengan Sistem Pemosisian Global Waktu dan Jangkauan (NAVSTAR) atau yang sekarang dikenal sebagai GPS.

Ada 24 satelit geostasioner yang diposisikan di sekitar bumi oleh angkatan udara AS. Satelit-satelit ini digunakan sebagai titik referensi untuk menemukan titik mana pun di bumi. Satelit-satelit ini berada pada ketinggian 20.200 km di atas bumi. Ke-24 satelit diposisikan sedemikian rupa sehingga dari titik mana pun di bumi minimal 4 satelit dapat terlihat.

Pengguna hanya memerlukan penerima GPS. Penerima mengukur waktu tempuh sinyal dari satelit dan menghitung posisi (lintang dan bujur) serta ketinggian elevasi stasiun dengan mengacu pada datum yang dipilih. Keuntungan menggunakan GPS adalah:

1. Dapat digunakan pada siang maupun malam hari.
2. Tidak diperlukan intervisibilitas kedua stasiun di bumi.
3. Waktu yang dibutuhkan untuk menentukan posisi suatu titik jauh lebih sedikit.
4. Tenaga manusia yang dibutuhkan lebih sedikit.
5. Akurasinya tinggi. GPS yang paling mahal menyediakan akurasi dalam 10 mm.

Kegunaan GPS

GPS sangat berguna dalam

1. Navigasi laut
2. Penerbangan udara
3. Survei daratan.
4. Olahraga seperti berperahu pesiar, hiking.
5. Kecanggihan GPS telah meningkat pesat sehingga pengemudi mobil dapat memperoleh petunjuk arah ke tujuan mereka dengan mudah di layar.

LATIHAN SOAL

1. Jelaskan cara mengukur sudut horizontal dengan teodolit?
2. Apa yang dimaksud dengan pembacaan sisi kiri dan sisi kanan dalam survei teodolit?
3. Apa yang dimaksud dengan metode pengulangan dan metode pengulangan dalam survei teodolit?
4. Tulis catatan singkat tentang hal-hal berikut:
 - (a) Instrumen EDM
 - (b) Total station
 - (c) Sistem penentuan posisi global.

BAB 17

PEMETAAN DAN PEMBUATAN KONTUR

Seperti yang dinyatakan sebelumnya, tujuan survei adalah membuat rencana dan peta untuk menunjukkan berbagai objek di lapangan pada posisi relatifnya dengan skala yang sesuai. Berbagai langkah yang terlibat dalam pembuatan rencana dijelaskan dalam bab ini. Pembuatan kontur adalah teknik untuk menunjukkan permukaan tanah dalam sebuah rencana. Teknik ini juga dijelaskan dalam artikel ini.

17.1 PEMETAAN

Setelah menyelesaikan pekerjaan lapangan dalam survei rantai dan survei kompas, banyak pekerjaan kantor yang terlibat untuk menyiapkan rencana area yang disurvei. Dalam survei tabel bidang, pekerjaan kantor lebih sedikit. Pekerjaan kantor yang terlibat terdiri dari

1. Menerapkan koreksi yang diperlukan pada pengukuran
2. Menggambar rencana indeks
3. Memilih skala
4. Memilih orientasi
5. Menggambar jaringan garis survei
6. Mendistribusikan kesalahan penutupan
7. Mengisi detail
8. Mewarnai peta
9. Menggambar skala grafis
10. Menulis indeks.

Menerapkan Koreksi yang Diperlukan pada Pengukuran

Koreksi pita dan rantai yang diperlukan serta koreksi untuk tarikan lokal dalam kasus survei kompas, harus diterapkan pada garis survei yang diukur.

Menggambar Rencana Indeks

Pada lembar kasar, rencana indeks yang juga dikenal sebagai rencana utama digambar. Rencana ini tidak harus berskala, tetapi jarak dan arah jaringan garis survei harus kira-kira berskala. Rencana ini diperlukan untuk mengidentifikasi bentuk area yang akan diplot.

Memilih Skala

Tergantung pada jenis survei, skala harus dipilih. Secara umum, skala yang dipilih harus sebesar mungkin, jika rentang skala direkomendasikan. Hal ini tergantung pada ukuran kertas serta pengukuran linier terbesar di lapangan.

Memilih Orientasi

Melihat rencana indeks, orientasi peta harus diputuskan sehingga peta ditempatkan di tengah lembar gambar dengan dimensi yang lebih besar kira-kira sepanjang kertas. Arah utara dipilih dan ditandai.

Menggambar Jaringan Garis Survei

Mempelajari peta indeks dan orientasi kertas, titik stasiun survei pertama ditandai. Dimulai dari sini satu per satu garis survei digambar sesuai skala arahnya. Setelah menggambar semua garis survei, terlihat jelas apakah skala dan orientasi yang dipilih sesuai. Jika perlu, garis tersebut dapat diubah dan jaringan garis survei digambar ulang.

Mendistribusikan Kesalahan Penutupan

Terkadang dalam lintasan tertutup, titik terakhir mungkin tidak bertepatan dengan posisi titik pertama yang diplot. Perbedaan antara posisi yang diplot dikenal sebagai kesalahan penutupan. Sebelum menyesuaikan kesalahan penutupan, perlu dipastikan tidak ada kesalahan plot. Jika kesalahan tersebut disebabkan oleh kesalahan kerja lapangan dan kesalahannya cukup kecil, kesalahan tersebut dapat disesuaikan di kantor. Jika kesalahannya besar, seseorang harus kembali ke lapangan dan memeriksa pengukuran yang meragukan. Di kantor, kesalahan penutupan disesuaikan dengan mendistribusikannya secara tepat ke semua garis secara grafis atau dengan perhitungan matematis dari koordinat titik stasiun yang dikoreksi. Setelah menyesuaikan kesalahan penutupan, jaringan garis survei digambar sesuai dengan konvensi.

Mengisi Rincian

Surveyor harus memeriksa rincian satu per satu garis survei. Satu per satu titik objek yang dicatat di lapangan ditandai pada lembar gambar dengan mengubah perubahan dan offset ke skala. Skala utama dan skala offset akan sangat berguna untuk pekerjaan ini. Setelah menandai titik-titik penting dari objek seperti bangunan, garis batas, jalan, ujung gorong-gorong, pohon, tiang listrik, dll., garis-garis yang sesuai disambungkan untuk menandai objek. Buku lapangan akan berguna dalam mengidentifikasi objek. Jika objeknya adalah bangunan, pengukuran mungkin hanya untuk titik-titik penting di dekat garis survei dengan melihat dimensi keseluruhan bangunan dan memperkecilnya, bangunan lengkap dapat ditunjukkan dalam rencana. Dengan demikian, dengan memperhatikan pengamatan lapangan dari setiap garis survei, semua detail dapat ditunjukkan. Konvensi standar harus digunakan dalam menunjukkan objek.

Mewarnai Peta

Jika peta berwarna akan dibuat, sapuan warna standar yang direkomendasikan seperti yang tercantum dalam IS 962-1989 (Bab 7) dapat diterapkan.

Menggambar Skala Grafis

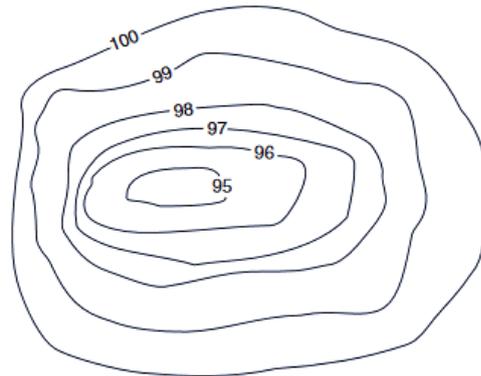
Karena lembar gambar dapat menyusut dan pengukuran yang diambil dari lembar yang menyusut dapat menyesatkan jarak antara dua objek pada peta, maka perlu untuk menggambar skala grafis sepanjang 150 hingga 270 mm tepat di atas ruang untuk pengindeksan gambar, yang berada di sudut kanan bawah lembar.

Menulis Indeks

Indeks adalah rincian yang memberikan deskripsi area yang diplot, skala yang digunakan, nama pemimpin regu survei dan orang yang menggambar rencana/peta. dll. Biasanya ditulis di sudut kanan bawah lembar gambar. Arah utara ditunjukkan dengan rapi di sudut kanan atas.

17.2 KONTUR

Garis kontur adalah garis khayal yang menghubungkan titik-titik dengan ketinggian yang sama. Garis-garis tersebut digambar pada denah suatu area setelah menetapkan elevasi yang lebih rendah dari beberapa titik di area tersebut. Garis kontur di suatu area digambar dengan tetap menjaga perbedaan ketinggian antara dua garis yang berurutan tetap konstan. Misalnya, Gambar 17.1 menunjukkan kontur di suatu area dengan interval kontur 1 m. Pada garis kontur, level garis juga ditulis.

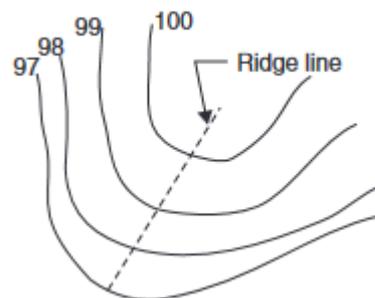


Gambar 17.1 Kontur

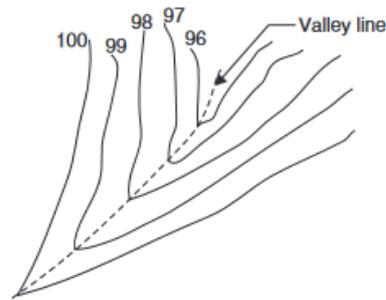
Karakteristik Kontur

Kontur memiliki karakteristik sebagai berikut:

1. Garis kontur harus tertutup, tidak harus berada di batas denah.
2. Kontur yang berjarak lebar menunjukkan permukaan datar.
3. Kontur yang berjarak rapat menunjukkan tanah curam.
4. Kontur yang berjarak sama menunjukkan kemiringan yang seragam.
5. Kontur yang tidak beraturan menunjukkan permukaan yang tidak rata.
6. Kontur tertutup yang kira-kira konsentris dengan nilai yang menurun ke arah tengah (Gambar 17.1) menunjukkan kolam.
7. Kontur tertutup yang kira-kira konsentris dengan nilai yang meningkat ke arah tengah menunjukkan perbukitan.
8. Garis kontur berbentuk U dengan konveksitas ke arah tanah yang lebih rendah menunjukkan punggung (Gambar 17.2).

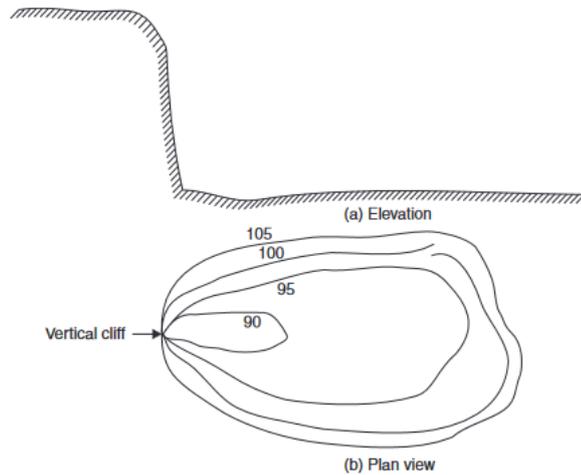


Gambar 17.2 Konektifitas Kontur



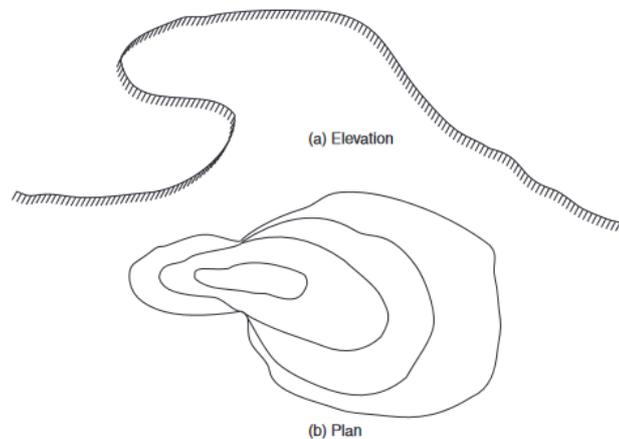
Gambar 17.3 Konektifitas Kontur V

9. Garis kontur yang berbentuk V dengan konveksitas ke arah dataran tinggi menunjukkan adanya lembah (Gambar 17.3).
10. Garis kontur umumnya tidak bertemu atau berpotongan satu sama lain.
11. Jika garis kontur bertemu di beberapa bagian, hal ini menunjukkan adanya tebing vertikal (Gambar 17.4).



Gambar 17.4 Tebing vertikal

12. Jika garis kontur saling bersilangan, hal ini menunjukkan adanya tebing yang menjorok atau gua (Gambar 17.5).



Gambar 17.5 tebing yang menjorok

Penggunaan Peta Kontur

Peta kontur sangat berguna untuk berbagai pekerjaan teknik:

1. Seorang insinyur sipil mempelajari kontur dan mencari tahu sifat tanah untuk mengidentifikasi. Lokasi yang cocok untuk pekerjaan proyek yang akan dilakukan.
2. Dengan menggambar bagian dalam denah, profil tanah di sepanjang garis tersebut dapat diketahui. Ini membantu dalam mencari kedalaman pemotongan dan penimbunan, jika tingkat pembentukan jalan/rel kereta api ditentukan.
3. Intervisibilitas dua titik mana pun dapat ditemukan dengan menggambar profil tanah di sepanjang garis tersebut.
4. Rute rel kereta api, jalan raya, kanal, atau saluran pembuangan dapat ditentukan untuk meminimalkan dan menyeimbangkan pekerjaan tanah.
5. Daerah tangkapan air dan karenanya jumlah aliran air di setiap titik nalla atau sungai dapat ditemukan. Studi ini sangat penting dalam menemukan tanggul, bendungan, dan juga untuk mengetahui tingkat banjir.
6. Dari kontur, kapasitas waduk dapat ditentukan.

17.3 METODE PEMBENTUKAN KONTUR

Pembuatan kontur memerlukan penentuan elevasi berbagai titik di tanah dan pada saat yang sama posisi horizontal titik-titik tersebut harus ditetapkan. Untuk melakukan kontrol vertikal, pekerjaan perataan dilakukan dan secara bersamaan untuk melakukan survei rantai kontrol horizontal atau survei kompas atau survei meja bidang harus dilakukan. Jika teodolit digunakan, kontrol horizontal dan vertikal dapat dicapai dari instrumen yang sama. Berdasarkan instrumen yang digunakan, seseorang dapat mengklasifikasikan pembuatan kontur dalam kelompok yang berbeda.

Namun, secara umum ada dua metode survei:

1. Metode langsung
2. Metode tidak langsung.

Metode langsung

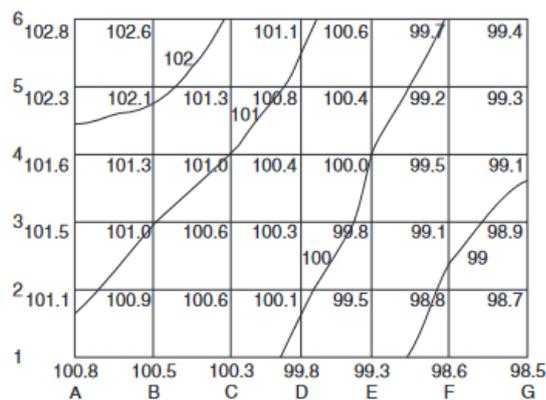
Terdiri dari pencarian titik kontrol vertikal dan horizontal yang terletak pada garis kontur yang dipilih. Untuk kontrol vertikal, biasanya digunakan alat leveling. Alat leveling dipasang pada posisi yang tepat di area tersebut setelah mengambil level terbang dari patokan terdekat. Bidang kolimasi/ketinggian alat ditemukan dan pembacaan garis kontur yang diperlukan dihitung. Petugas instrumen meminta petugas untuk bergerak ke atas dan ke bawah di area tersebut hingga pembacaan garis yang diperlukan ditemukan. Surveyor menetapkan kontrol horizontal titik tersebut menggunakan alatnya. Setelah itu, petugas instrumen mengarahkan petugas ke titik lain tempat pembacaan garis yang sama dapat ditemukan. Kemudian, dilakukan penetapan kontrol horizontal. Dengan demikian, beberapa titik ditetapkan pada garis kontur pada satu atau dua garis kontur dan dicatat dengan tepat. Survei meja bidang sangat cocok untuk pekerjaan ini. Setelah titik yang diperlukan ditetapkan dari pengaturan alat, alat digeser ke titik lain untuk mencakup lebih banyak area. Level dan instrumen survei tidak perlu digeser pada saat yang sama. Lebih baik jika keduanya berada di

dekat sehingga dapat berkomunikasi dengan mudah. Untuk mendapatkan kecepatan dalam meratakan, terkadang level tangan dan level Abney juga digunakan. Metode ini lambat, membosankan tetapi akurat. Metode ini cocok untuk area kecil.

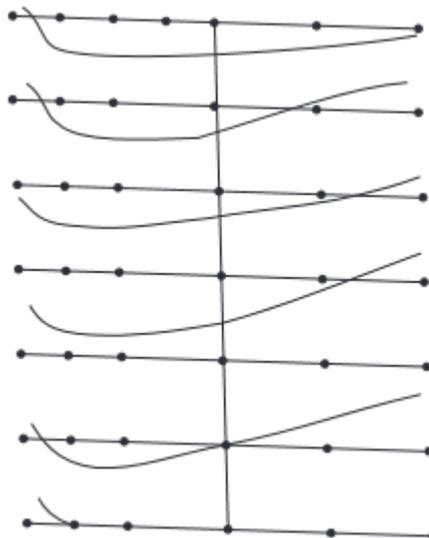
Metode Tidak Langsung

Dalam metode ini, level diambil di beberapa titik yang dipilih dan levelnya dikurangi. Jadi, dalam metode ini kontrol horizontal ditetapkan terlebih dahulu dan kemudian level titik-titik tersebut ditemukan. Setelah menemukan titik-titik pada denah, level yang dikurangi ditandai dan garis kontur disisipkan di antara titik-titik yang dipilih. Untuk memilih titik, salah satu metode berikut dapat digunakan:

1. **Metode Kotak:** Dalam metode ini area dibagi menjadi beberapa kotak dan semua titik grid ditandai (Gambar 17.6). Ukuran kotak yang umum digunakan bervariasi dari 5 m × 5 m hingga 20 m × 20 m. Ketinggian semua titik grid ditetapkan dengan cara meratakan. Kemudian kotak grid diplot pada lembar gambar. Ketinggian titik grid yang dikurangi ditandai dan garis kontur digambar dengan interpolasi [Gambar 17.6].

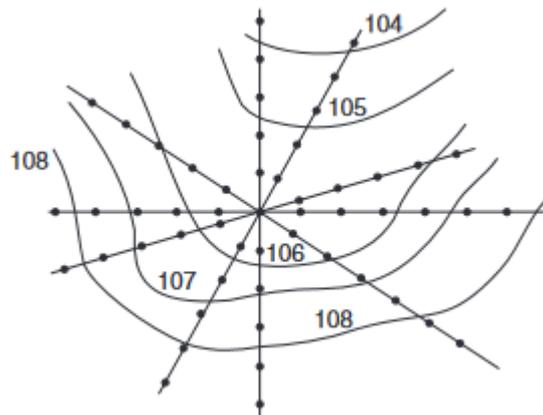


Gambar 17.6 Interpolasi Titik Grid



Gambar 17.7 Interpolasi Pola Grid

2. **Metode Penampang:** Dalam metode ini, titik-titik penampang diambil pada interval yang teratur. Dengan meratakan, semua titik tersebut akan ditentukan elevasi yang dikurangi. Titik-titik tersebut ditandai pada lembar gambar, elevasi yang dikurangi (RL) ditandai, dan garis kontur disisipkan. Gambar 17.7 menunjukkan perencanaan umum pekerjaan ini. Jarak penampang tergantung pada sifat tanah, skala peta, dan interval kontur yang diperlukan. Jaraknya bervariasi dari 20 m hingga 100 m. Interval yang lebih dekat diperlukan jika permukaan tanah berubah secara tiba-tiba. Garis penampang tidak harus selalu tegak lurus dengan garis utama. Metode ini sangat cocok untuk proyek jalan raya dan rel kereta api.
3. **Metode Garis Radial:** [Gambar. 17.8]. Dalam metode ini, beberapa garis radial diambil dari suatu titik di area tersebut. Arah setiap garis dicatat. Pada garis-garis ini, pada jarak yang dipilih, titik-titik ditandai dan elevasi ditentukan. Metode ini sangat cocok untuk daerah perbukitan. Dalam survei ini umumnya digunakan theodolite dengan fasilitas takometri.



Gambar 17.8 Metode Garis Radial

Untuk menginterpolasi titik kontur antara dua titik, salah satu metode berikut dapat digunakan:

- (a) Estimasi
- (b) Perhitungan aritmatika
- (c) Metode mekanis atau grafis.

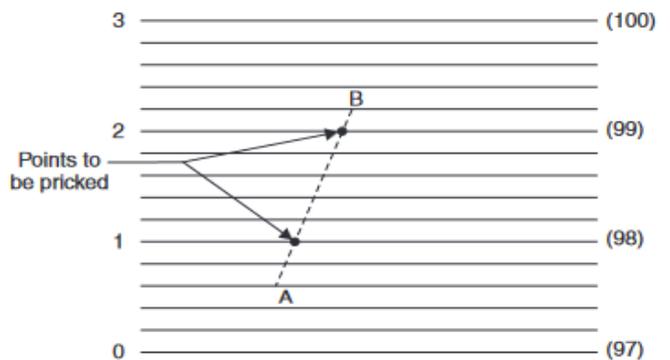
Metode interpolasi mekanis atau grafis terdiri dari interpolasi titik kontur secara linier menggunakan lembar kalkir:

Pada lembar kalkir, beberapa garis paralel digambar pada interval yang teratur. Setiap garis ke-10 atau ke-5 dibuat lebih gelap untuk memudahkan penghitungan. Jika RL A adalah 97,4 dan B adalah 99,2 m. Asumsikan garis gelap paling bawah mewakili RL 97 m dan setiap garis paralel berada pada interval 0,2 m. Kemudian, tahan garis paralel kedua pada A. Putar lembar kalkir sehingga 100,2 garis paralel melewati titik B. Kemudian perpotongan garis gelap pada AB mewakili titik-titik pada kontur 98 m dan 99 m. Demikian pula titik kontur di sepanjang garis yang menghubungkan dua titik yang berdekatan dapat diperoleh dan titik-titik

tersebut ditusuk. Metode ini mempertahankan keakuratan perhitungan aritmatika sekaligus cepat.

Menggambar Kontur

Setelah menentukan titik kontur, garis kontur halus digambar yang menghubungkan titik-titik yang sesuai pada garis kontur. Kurva Prancis dapat digunakan untuk menggambar garis halus. Seorang surveyor tidak boleh melupakan ciri khas di lapangan. Setiap garis kontur kelima dibuat lebih tebal agar mudah dibaca. Pada setiap garis kontur, ketinggiannya ditulis. Jika ukuran peta besar, ditulis juga di ujungnya.



LATIHAN SOAL

1. Jelaskan prosedur langkah demi langkah pemetaan wilayah yang disurvei.
2. Jelaskan istilah 'garis kontur' dan 'interval kontur'.
3. Sebutkan karakteristik kontur.
4. Buat sketsa kontur khas untuk yang berikut ini:
 - (a) Lembah
 - (b) Punggungan
 - (c) Tebing vertikal
 - (d) Tebing yang menjorok.
5. Sebutkan berbagai penggunaan peta kontur.

BAB 18

LUAS DAN VOLUME

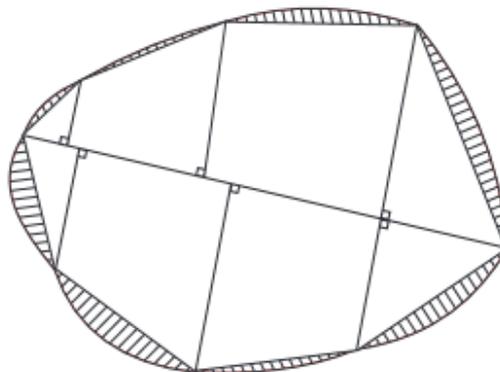
Tanah selalu dibeli dan dijual berdasarkan harga per satuan luas. Untuk jalan raya dan rel kereta api, tanah harus diperoleh berdasarkan luas. Dalam perancangan jembatan dan tanggul, diperlukan daerah tangkapan air sungai dan nalla. Oleh karena itu, pencarian luas merupakan bagian penting dari survei. Perlu dicatat bahwa luas yang harus ditemukan adalah luas yang diproyeksikan. Satuan yang digunakan untuk mencari luas adalah meter persegi, hektar, dan kilometer persegi. Hubungan di antara keduanya adalah

$$\begin{aligned} \text{hektar} &= 100 \text{ m} \times 100 \text{ m} = 1 \times 10^4 \text{ m}^2 \\ \text{kilometer persegi} &= 1000 \text{ m} \times 1000 \text{ m} = 1 \times 10^6 \text{ m}^2 \\ &= 100 \text{ hektar} \end{aligned}$$

Demikian pula volume pekerjaan tanah yang terlibat dalam proyek seperti jalan, rel kereta api, dan kanal dapat ditemukan melalui survei. Kapasitas waduk juga memerlukan perhitungan volume. Dalam bab ini dijelaskan perhitungan luas dan volume berdasarkan survei.

18.1 PERHITUNGAN LUAS DARI CATATAN LAPANGAN

Jika luas dibatasi oleh tepi lurus, luas tersebut dapat dibagi lagi dalam serangkaian gambar yang mudah dipahami dan luasnya dapat dihitung. Namun, dalam sebagian besar kasus, batasnya mungkin berbentuk tidak beraturan. Dalam kasus seperti itu, luas utama dibagi lagi menjadi bentuk yang teratur dan luasnya ditemukan. Luas yang lebih kecil di dekat batas ditemukan dengan mengambil offset dari garis survei.



Gambar 18.1 yang diarsir merupakan luas tanah dikurangi bangunan

Perhitungan Luas Bangun Datar

Persamaan berikut untuk menghitung luas bangun datar dapat diperhatikan:

(a) Segitiga:

(i) Jika lebar alasnya b dan tingginya ' h ',

$$A = \frac{1}{2}bh \quad (18.1)$$

Jika a, b dan c adalah sisi-sisi suatu segitiga,

$$A = \sqrt{s(s-a)(s-b)(s-c)}$$

Di mana

$$s = \frac{a+b+c}{2} \quad (18.2)$$

(b) Persegi Panjang: Jika b dan 'd' adalah dimensi persegi panjang,

$$A = bd \quad (18.3)$$

(c) Trapesium:

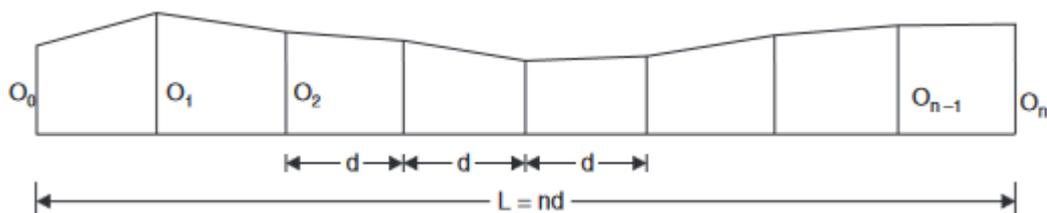
$A = d \frac{h_1+h_2}{2}$, di mana d adalah jarak antara dua sisi sejajar dan panjang sisi sejajar h_1 dan h_2 .
...(18.4)

Luas Bentuk Tidak Beraturan

Untuk tujuan ini, dari garis survei, offset diambil secara berkala dan luas dihitung dari salah satu metode berikut:

- (a) Luas dengan aturan Trapesium
- (b) Luas dengan aturan Simpson.
- (a) Luas dengan Aturan Trapesium:

Jika ada ordinat 'n + 1' pada n jarak yang sama 'd', maka panjang total garis adalah $L = nd$, Luas setiap segmen dihitung dengan menganggapnya sebagai trapesium. Merujuk pada Gambar 18.2,



Gambar 18.2 Menghitung Luas Menggunakan Aturan Trapesium

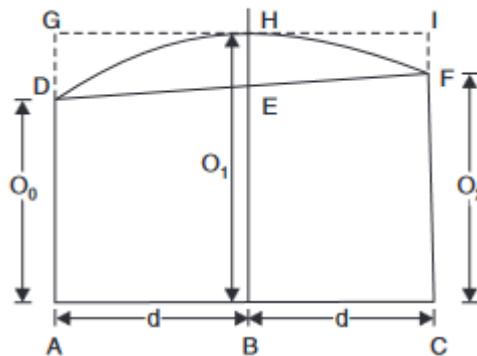
Luas segmen pertama

$$\frac{O_0 + O_1}{2} d$$

Dengan menambahkan semua area segmental tersebut, kita mendapatkan total

$$\begin{aligned}
 A &= \frac{O_0 + O_1}{2} d + \frac{O_1 + O_2}{2} d + \dots + \frac{O_{n-1} + O_n}{2} d \\
 &= \left[\frac{O_0 + O_n}{2} + O_1 + O_2 + \dots + O_{n-1} \right] d \quad \dots (18.5)
 \end{aligned}$$

(b) Luas berdasarkan Aturan Simpson



Gambar 18.3 Luas berdasarkan Aturan Simpson

Dalam metode ini, garis batas antara dua segmen diasumsikan parabola. Gambar 18.3 menunjukkan dua segmen pertama dari Gambar 18.2, di mana batas antara ordinat diasumsikan parabola.

Area dari dua segmen pertama

$$\begin{aligned}
 &= \text{luas trapesium } ACFD + \text{Luas Parabola } DEFH \\
 &= \frac{O_0 + O_2}{2} 2d + \frac{2}{3} \times 2d \times EH \\
 &= (O_0 + O_2)d + \frac{3}{4}d \left(O_1 - \frac{O_0 + O_2}{2} \right) \\
 &= \frac{d}{3} [3O_0 + 3O_2 + 4O_1 - 2O_0 - 2O_2] \\
 &= \frac{d}{3} [O_0 + 4O_1 + O_2]
 \end{aligned}$$

Area dua segmen berikutnya

$$= \frac{d}{3} [O_2 + 4O_3 + O_4]$$

Area segmen terakhir

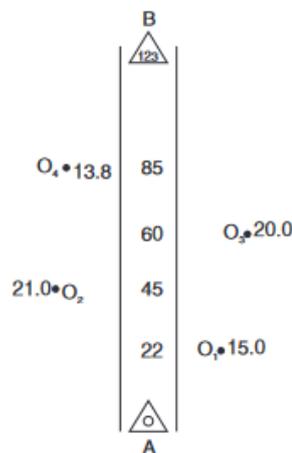
$$= \frac{d}{3} [O_{0-2} + 4O_{n-1} + O_n]$$

$$\text{Total } A = \frac{d}{3} [O_0 + O_n] + 4(O_1 + O_3 + \dots + O_{n-1}) + 2(O_2 + O_4 + \dots + O_{n-2}) \quad \dots (18.6)$$

Perlu dicatat bahwa persamaan 18.6 berlaku jika jumlah segmen (n) genap, dengan kata lain, jika jumlah total ordinatnya ganjil. Jika n ganjil, maka untuk $n - 1$ segmen luas dihitung dengan aturan Simpson dan untuk segmen terakhir aturan trapesium diterapkan. Aturan trapesium memberikan hasil yang lebih baik jika batasnya tidak terlalu tidak teratur. Aturan Simpson harus digunakan jika batasnya sangat tidak teratur. Aturan ini memberikan nilai yang sedikit lebih tinggi dibandingkan dengan aturan trapesium, jika kurvanya cekung ke arah garis survei dan memberikan nilai yang lebih rendah, jika batasnya cembung ke arah garis survei.

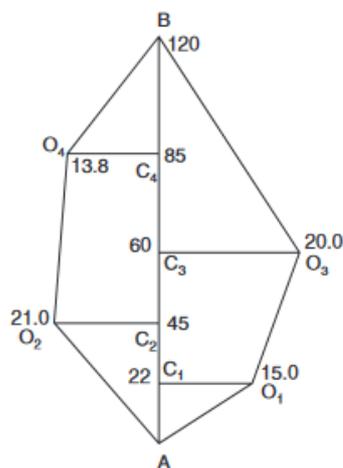
Dalam kedua metode, akurasi dapat ditingkatkan jika jumlah segmen ditingkatkan.

Contoh 18.1: Plot survei lintas bidang tanah berikut dan hitung luasnya:



Penyelesaian: Mengacu pada Gambar 18.4,

Luas total = Luas $\Delta AO_1 C_1$ + Luas segitiga $AC_2 O_2$ + Luas trapesium $C_1 O_1 O_3 C_3$ + Luas trapesium $C_2 C_4 O_4 O_2$ + Luas $\Delta C_3 O_3 B$ + Luas $\Delta C_4 O_4 B$



Gambar 18.4 Membagi Luas dengan Segitiga

$$= \frac{1}{2} \times 22 \times 15 + \frac{1}{2} \times 45 \times 21 + \frac{1}{2} (15 + 20) (60 - 22) + \frac{1}{2} (13.8 + 21.0) (85 - 45) \\ + \frac{1}{2} \times 20 (120 - 60) + \frac{1}{2} \times 13.8 (120 - 8.5)$$

$$\text{Area} = 2840 \text{ m}^2$$

Ans.

Contoh 18.2: Offset tegak lurus yang diambil pada interval 10 m dari garis survei ke batas tak beraturan adalah 2,18 m, 3,2 m, 4,26 m, 6,2 m, 4,8 m, 7,20 m, 8,8 m, 8,2 m, dan 5,2 m. Tentukan luas yang dibatasi antara batas, garis survei, offset pertama dan terakhir dengan

- ❖ Aturan trapesium
- ❖ Aturan Simpson.

Solusi: $d = 10 \text{ m}$, $n = \text{jumlah segmen} = 8$ jumlah ordinat = 9.

Panjang garis survei = $8 \times 10 = 80 \text{ m}$.

(i) Luas dengan aturan trapesium

$$A = \left(\frac{O_0 + O_8}{2} + O_1 + O_2 + \dots + O_7 \right) d \\ = \left[\frac{2.18 + 5.2}{2} + 3.2 + 4.26 + 6.2 + 4.8 + 7.2 + 8.8 + 8.2 \right] 10$$

$$\text{Area} = 463.5 \text{ m}^2$$

Ans.

(ii) Luas dengan metode Simpson

$$= \frac{d}{3} [(O_0 + O_8) + 4(O_1 + O_3 + O_5 + O_7) + 2(O_2 + O_4 + O_6)] \\ = \frac{10}{3} [2.18 + 5.2 + 4(3.2 + 6.2 + 7.2 + 8.2) + 2(4.26 + 4.8 + 8.8)] \\ = 474.333 \text{ m}^2$$

Ans.

Contoh 18.3: Offset berikut diambil ke batas lengkung dari garis survei: 0, 2,46, 3,78, 3,26, 4,40, 3,28, 4,24 dan 5,20 m.

Hitung luas antara batas lengkung, garis survei dan offset akhir, jika offset berada pada interval reguler 10 m, menggunakan aturan Simpson dan aturan trapesium. Bandingkan hasilnya.

Solusi: Jumlah offset = 8 Jumlah interval = 7

$$O_0 = 0.0, O_1 = 2.40, O_2 = 3.78, O_3 = 3.26, O_4 = 4.40, O_5 = 3.28,$$

$$O_6 = 4.27, O_7 = 5.20$$

$$d = 10.0 \text{ m}$$

(i) Dari aturan trapesium

$$A = \left[\frac{O_0 + O_7}{2} + O_1 + O_2 + O_3 + O_4 + O_5 + O_6 \right] d$$

$$= \left[\frac{0.0 + 5.20}{2} + 2.46 + 3.78 + 3.26 + 4.40 + 3.28 + 4.27 \right] 10$$

$$= 240.5 \text{ m}^2$$

Ans.

(ii) Aturan Simpson

Jumlah intervalnya ganjil (7). Oleh karena itu, untuk enam interval pertama, aturan Simpson dapat diterapkan dan untuk interval terakhir, aturan trapesium akan diterapkan.

$$A = \frac{d}{3} [O_0 + O_6 + 4(O_1 + O_3 + O_5) + 2(O_2 + O_4)] + \frac{d}{2} (O_6 + O_7)$$

$$= \frac{10}{3} [0 + 4.27 + 4(2.46 + 3.26 + 3.28) + 2(3.78 + 4.40)] + \frac{10}{2} (4.27 + 5.20)$$

$$= 236.12 \text{ m}^2$$

Ans.

\therefore Simpson's rule gave lesser area, the magnitude being $240.5 - 236.12 = 3.38 \text{ m}^2$ **Ans.**

18.2 MENGHITUNG LUAS WILAYAH DARI PETA

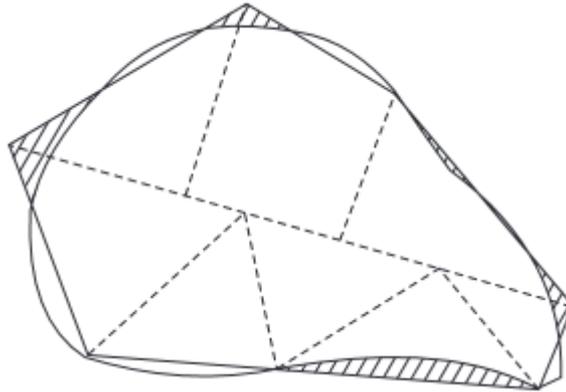
Jika peta suatu daerah tersedia, luasnya dapat ditemukan dengan metode berikut:

- (i) Metode perkiraan
- (ii) Menggunakan planimeter.

Metode Perkiraan

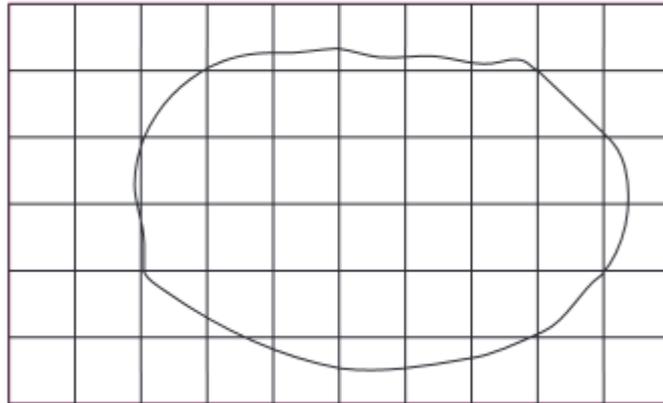
Tiga metode perkiraan berikut tersedia untuk menghitung luas dari peta:

- (a) **Metode kurang lebih:** Dalam metode ini, batas tak beraturan didekati dengan garis lurus sehingga luas yang diambil sama dengan luas yang diberikan. Ketepatan bergantung pada kemampuan menilai insinyur. Kemudian, luas dengan tepi lurus dibagi menjadi serangkaian bangun sederhana, seperti segitiga dan trapesium, dan luas peta ditemukan menggunakan ekspresi standar. Gambar 18.5 menunjukkan skema tersebut.



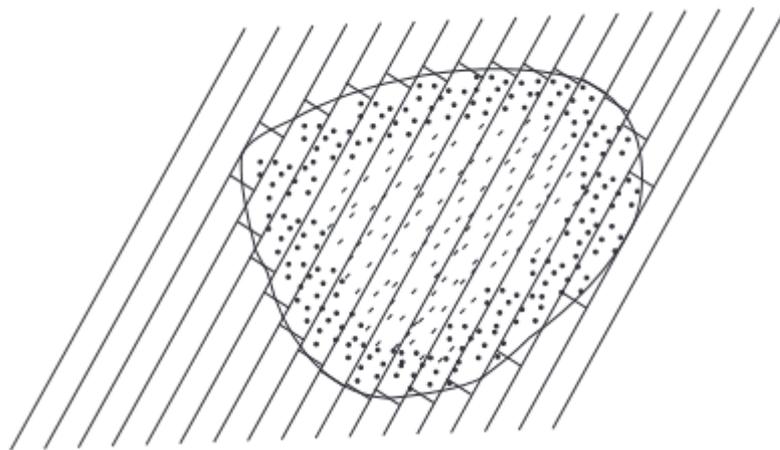
Gambar 18.5 perhitungan dengan metode kurang lebih

- (b) **Pembagian menjadi persegi:** Mirip dengan lembar grafik, persegi ditandai pada lembar penelusuran transparan, setiap persegi mewakili area yang diketahui. Persegi penuh dihitung. Persegi pecahan dihitung dengan perkiraan kurang lebih. Kemudian jumlah persegi dikalikan dengan luas setiap persegi menghasilkan area peta. Gambar 18.6 menunjukkan skema seperti itu. Semakin halus jaringnya, semakin baik akurasi.



Gambar 18.6 perhitungan dengan pembagian persegi

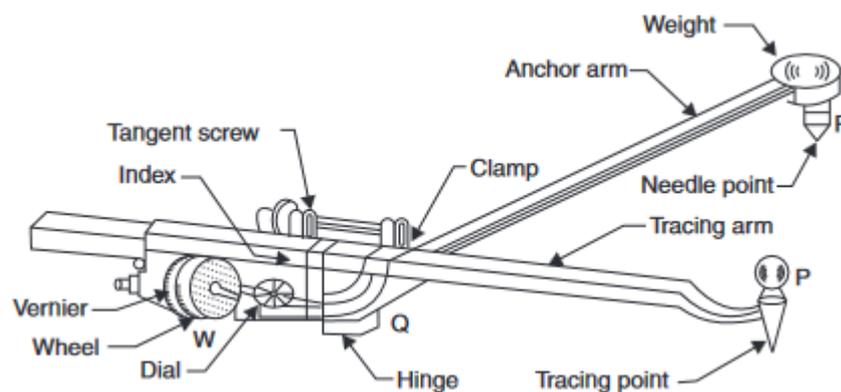
- (c) **Pembagian menjadi persegi panjang:** Dalam metode ini, serangkaian garis paralel digambar dengan jarak yang sama pada kertas transparan. Kemudian lembar itu diletakkan di atas peta dan sedikit diputar hingga dua garis paralel menyentuh tepi tap. Kemudian garis tegak lurus yang menyamakan digambar di antara garis paralel yang berurutan. Dengan demikian, area yang diberikan diubah menjadi serangkaian persegi panjang yang setara dan kemudian area dihitung.



Gambar 18.7 perhitungan dengan pembagian persegi panjang

Menghitung Luas Menggunakan Planimeter

Planimeter adalah instrumen mekanis yang digunakan untuk mengukur luas bidang. Planimeter yang umum digunakan dikenal sebagai planimeter Amsler (Gambar. 18.8). Konstruksi dan kegunaannya dijelaskan dalam artikel ini.



Gambar 18.8. Planimeter

Bagian-bagian penting dari planimeter adalah:

1. Jangkar: Blok berat dengan pin jangkar halus di atasnya. Digunakan untuk menjangkarkan instrumen pada titik yang diinginkan pada bidang.
2. Lengan jangkar: Batang dengan satu ujung terpasang pada blok jangkar dan ujung lainnya terhubung ke unit integrasi. Panjang lengannya umumnya tetap, tetapi beberapa planimeter juga dilengkapi dengan panjang lengan yang dapat diubah.
3. Lengan pelacak: Batang yang membawa titik pelacak di satu ujung yang terhubung ke unit integrasi di ujung lainnya. Lengan jangkar dan lengan pelacak dihubungkan dengan engsel. Panjang lengan ini dapat diubah dengan menggunakan sekrup tetap dan sekrup gerak lambat.
4. Titik pelacak: Ini adalah titik jarum yang terhubung ke ujung lengan pelacak, yang akan digerakkan di atas garis luar area yang akan diukur.

5. Unit integrasi: Terdiri dari rol baja keras dan cakram. Sumbu rol bertepatan dengan sumbu lengan pelacak, oleh karena itu rol hanya berputar tegak lurus dengan lengan pelacak. Rol membawa drum konsentris yang memiliki 100 pembagian dan dilengkapi dengan vernier untuk membaca sepersepuluh pembagian rol. Sistem roda gigi yang sesuai menggerakkan penunjuk pada cakram sebanyak satu pembagian untuk setiap satu putaran rol. Karena cakram dilengkapi dengan 10 pembagian yang sama, pembacaan pada unit pengintegrasian memiliki empat digit:
- (i) Satuan yang dibaca pada cakram
 - (ii) Sepersepuluh dan seperseratus satuan yang dibaca pada rol
 - (iii) Pembacaan seperseribu pada vernier.

Jadi jika pembacaan pada cakram adalah 2, pembacaan pada rol adalah 42 dan vernier membaca 6, maka total pembacaan $F = 2,426$

Metode Penggunaan Planimeter

Untuk menemukan luas bidang, titik jangkar dapat ditempatkan di luar bidang atau di dalam bidang. Titik jangkar ditempatkan di luar bidang, jika luas bidang kecil. Kemudian pada batas denah ditandai sebuah titik dan pelacak dipasang di sana. Pembacaan planimeter dilakukan. Setelah ini pelacak digerakkan dengan hati-hati di atas garis luar denah searah jarum jam sampai titik pertama tercapai. Kemudian pembacaan dicatat. Sekarang luas denah dapat ditemukan sebagai

$$\text{Area} = M (F - I + 10 N + C) \quad \dots(18.7)$$

di mana:

- M** = Konstanta perkalian
F = Pembacaan akhir
I = Pembacaan awal.
N = Jumlah putaran cakram yang telah selesai. Tanda plus digunakan jika tanda nol pada dial melewati tanda indeks searah jarum jam dan tanda minus jika melewati arah berlawanan jarum jam.
C = Konstanta instrumen, yang jika dikalikan dengan M, menghasilkan luas lingkaran nol.

Konstanta C ditambahkan hanya jika titik jangkar berada di dalam area.

Konstanta perkalian M sama dengan luas denah (peta) per putaran rol, yaitu, luas yang sesuai dengan satu pembagian cakram.

Konstanta perkalian M dan C biasanya ditulis pada planimeter. Pengguna dapat memverifikasi nilai-nilai ini dengan

- (i) Mengukur luas yang diketahui (seperti persegi panjang) dengan menjaga titik jangkar di luar area
- (ii) Mengukur lagi luas yang diketahui dengan menjaga titik jangkar di dalam area yang diketahui.

Metode ini dijelaskan dengan contoh. Pembuktian persamaan 18.7 dianggap berada di luar cakupan buku ini. Pembaca yang tertarik dapat melihat buku tentang survei dan perataan.

Contoh 18.4: Untuk menentukan konstanta planimeter, area seluas $20 \text{ cm} \times 20 \text{ cm}$ diukur dengan titik jangkar di luar area denah. Tanda nol cakram melintasi indeks searah jarum jam satu kali. Hasil pembacaan yang diamati adalah

Pembacaan awal = 7.422

Pembacaan akhir = 1.422

Tentukan konstanta perkalian M.

- Solusi :** Luas M ($F - I + 10 N$)
 Sekarang luas $20 \times 20 = 400 \text{ cm}^2$
 $F = 1.422, I = 7.422$
- $400 = M (1.422 - 7.422 + 10 \times 1)$
 - **$M = 100 \text{ cm}^2$**

Ans.

Contoh 18.5: Planimeter digunakan untuk mengukur luas peta, pertama dengan titik jangkar di luar gambar dan kedua dengan titik jangkar di dalam gambar. Hasil pengamatan adalah sebagai berikut:

- (i) Saat titik jangkar berada di luar gambar:

Hasil pembacaan awal = 1,486

Hasil pembacaan akhir = 7,058

Titik nol jarum jam tidak melewati indeks sama sekali.

- (ii) Saat titik jangkar berada di dalam peta:

Hasil pembacaan awal = 3,486

Hasil pembacaan akhir = 8,844

Tanda nol jarum jam melewati tanda indeks tetap dua kali berlawanan arah jarum jam. Carilah

- (i) luas peta
 (ii) luas lingkaran nol.

Ambil konstanta pengali $M = 100 \text{ cm}^2$.

Solusi:

- (i) Saat titik jangkar berada di luar denah

$$I = 1.486 \quad F = 7.058 \quad N = 0 \quad M = 100 \text{ cm}^2.$$

$$\therefore A = M (F - I + 10 N)$$

$$= 100 (7.058 - 1.486 + 0)$$

$$\therefore A = 557.2 \text{ cm}^2$$

Ans.

- (ii) Ketika titik jangkar berada di dalam rencana

$$I = 3.486 \quad F = 8.844 \quad N = -2 \quad M = 100 \text{ cm}^2.$$

$$A = M (F - I + 10 N + C)$$

$$557.2 = 100 (8.844 - 3.486 - 10 \times 2 + C)$$

∴

$$C = 20.214$$

Ans.

18.3 PERHITUNGAN VOLUME

Tiga metode berikut tersedia untuk penghitungan volume:

- (i) Dari penampang melintang
- (ii) Dari titik elevasi dan
- (iii) Dari kontur.

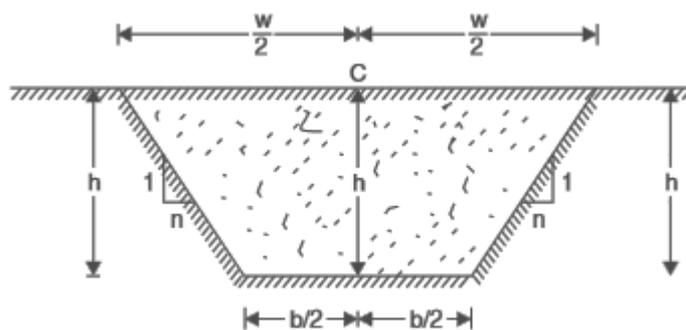
Metode pertama berguna untuk menghitung pekerjaan tanah yang terlibat dalam pekerjaan jalan/rel/kanal/saluran pembuangan air limbah. Metode kedua berguna untuk menemukan pekerjaan tanah di fondasi bangunan besar dan metode terakhir berguna untuk menemukan kapasitas waduk.

Perhitungan Volume dari Penampang Melintang

Untuk menghitung pekerjaan tanah, perataan profil dilakukan di sepanjang garis tengah alinyemen proyek dan elevasi penampang melintang diambil secara berkala. Kemudian volume pekerjaan tanah dapat ditemukan, jika penampang melintang ditentukan.

Pertama-tama, perhitungan luas penampang melintang dibahas.

(a) Jika penampang datar (Gambar 18.9)



Gambar 18.9 penampang datar

Misalkan 'h' adalah kedalaman pada garis tengah alinyemen dan 1 : n adalah lereng samping. Maka

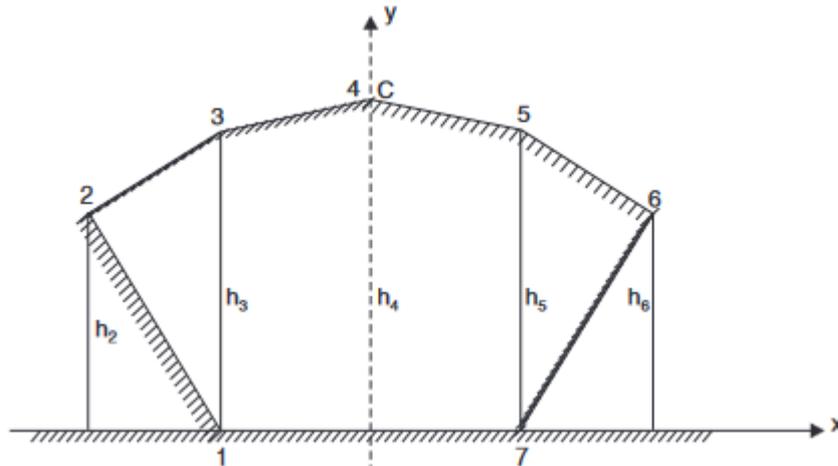
$$w = b + 2nh$$

$$\therefore A = \frac{1}{2} (w + b) h$$

$$= \frac{1}{2} (b + 2nh + b) h$$

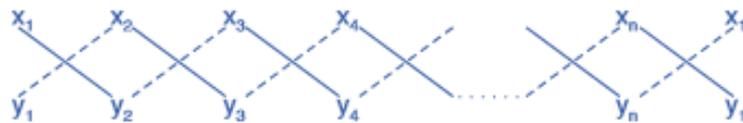
$$= (b + nh) h \quad \dots(18.8)$$

(b) Jika itu adalah bagian bertingkat [Gambar 18.10]



Gambar 18.10 Pembagian bertingkat

Misalkan koordinat titik-titik tersebut adalah $(x_1, y_1), (x_2, y_2), \dots, (x_n, y_n)$, kemudian susun koordinat-koordinat tersebut dalam urutan berikut.



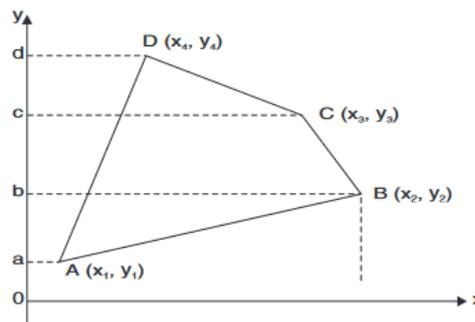
Maka luas bangun tersebut

$$= \frac{1}{2} [\Sigma \text{Hasil kali pasangan koordinat yang dihubungkan oleh garis kontinu} - \Sigma \text{Hasil kali koordinat yang dihubungkan oleh garis putus-putus}] \quad \dots(18.9)$$

Rumus di atas dapat dibuktikan dengan mudah dengan mengambil contoh sederhana dari segi empat [lihat Gambar 18.11]. Misalkan koordinat A, B, C, dan D adalah $(x_1, y_1), (x_2, y_2), (x_3, y_3)$, dan (x_4, y_4) . Maka luas ABCD

$$= \text{Luas } a \text{ AB } b + \text{Luas } b \text{ BC } c + \text{Luas } c \text{ CD } d - \text{Luas } a \text{ AD } d.$$

$$= \frac{1}{2} (x_1 + x_2) (y_2 - y_1) + \frac{1}{2} (x_2 + x_3) (y_3 - y_2) + \frac{1}{2} (x_3 + x_4) (y_4 - y_3) - \frac{1}{2} (x_1 + x_4) (y_4 - y_1)$$



Gambar 18.11 Perhitungan luas dengan metode pembagian bertingkat

$$\begin{aligned}
&= \frac{1}{2} [x_1y_2 - x_1y_1 + x_2y_2 - x_2y_1 + x_2y_3 - x_2y_2 + x_3y_3 - x_3y_2 + x_3y_4 - x_3y_3 + x_4y_4 - x_4y_3 \\
&\quad - x_1y_4 + x_1y_1 - x_4y_4 + x_4y_1] \\
&= (x_1y_2 + x_2y_3 + x_3y_4 + x_4y_1) - (x_2y_1 + x_3y_2 + x_4y_1 + x_1y_4)
\end{aligned}$$

[Perhatikan istilah dengan subskrip yang sama muncul berpasangan dan saling meniadakan]. Dengan demikian persamaan 18.9 terbukti.

Perhitungan Volume

Setelah luas penampang pada berbagai bagian diketahui, volume dapat ditemukan dari aturan trapesium atau prisma seperti yang diberikan di bawah ini:

Aturan Trapesium

$$V = d \left[\frac{A_0 + A_n}{2} + A_1 + A_2 + \dots + A_{n-1} \right] \quad \dots(18.10)$$

di mana 'n' adalah jumlah segmen pada interval 'd', Luas pada L = dan, menjadi An.

Aturan Prismoidal

$$V = \frac{d}{3} [(A_0 + A_n) + 4(A_1 + A_3 + \dots + A_{n-1}) + 2(A_2 + A_4 + \dots + A_{n-2})] \quad \dots(18.11)$$

di mana n adalah jumlah segmen genap.

Jika jumlah segmen ganjil, (n ganjil), untuk n – 1 segmen aturan prisma dapat diterapkan dan untuk yang terakhir aturan trapesium diterapkan. Atau untuk luas segmen terakhir di tengah segmen terakhir ditemukan dan rumus prisma diterapkan untuk A_{n-1} , A_m dan A_n .

Contoh 18.6: Tanggul rel kereta api dengan lebar formasi 12 m akan dibangun dengan kemiringan sisi 1 vertikal hingga 1,5 horizontal. Tanahnya horizontal dalam arah melintang ke garis tengah. Panjang tanggul adalah 200 m. Tinggi tengah tanggul pada interval 25 m adalah seperti yang diberikan di bawah ini:

1,6, 2,4, 3,4, 3,8, 4,2, 3,6, 2,8, 2,2, 1,2 m. Hitung volume timbunan tanah.

Solusi: Karena bagian tersebut datar,
 $A = (b + nh) h$ di mana $n = 1,5$

Daerah pada bagian yang berbeda adalah:

$$\begin{aligned}
 A_0 &= (12 + 1.5 \times 1.6) \times 1.6 = 23.04 \text{ m}^2 \\
 A_1 &= (12 + 1.5 \times 2.4) \times 2.4 = 37.44 \text{ m}^2 \\
 A_2 &= (12 + 1.5 \times 3.4) \times 3.4 = 58.14 \text{ m}^2 \\
 A_3 &= (12 + 1.5 \times 3.8) \times 3.8 = 67.26 \text{ m}^2 \\
 A_4 &= (12 + 1.5 \times 4.2) \times 4.2 = 76.86 \text{ m}^2 \\
 A_5 &= (12 + 1.5 \times 3.6) \times 3.6 = 62.64 \text{ m}^2 \\
 A_6 &= (12 + 1.5 \times 2.8) \times 2.8 = 45.36 \text{ m}^2 \\
 A_7 &= (12 + 1.5 \times 2.2) \times 2.2 = 33.66 \text{ m}^2 \\
 A_8 &= (12 + 1.5 \times 1.2) \times 1.2 = 16.56 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

Rumus Volume Trapesium

$$\begin{aligned}
 V &= d \left[\frac{A_0 + A_8}{2} + A_1 + A_2 + A_3 + A_4 + A_5 + A_6 + A_7 \right] \\
 &= 25 \left[\frac{23.04 + 16.56}{2} + 37.44 + 58.14 + 67.26 + 76.86 + 62.64 + 45.36 + 33.66 \right] \\
 &= 10029 \text{ m}^3 \qquad \qquad \qquad \text{Ans.}
 \end{aligned}$$

Volume dengan Rumus Prismoid

Karena jumlah segmennya genap (8), maka rumus prismoid

$$\begin{aligned}
 V &= \frac{d}{3} [A_0 + A_8 + 4(A_1 + A_3 + A_5 + A_7) + 2(A_2 + A_4 + A_6)] \\
 &= \frac{25}{3} [23.04 + 16.56 + 4(37.44 + 67.26 + 62.64 + 33.66) + 2(58.14 + 76.86 + 45.36)] \\
 &= 10036 \text{ m}^3 \qquad \qquad \qquad \text{Ans.}
 \end{aligned}$$

Contoh 18.7: Catatan berikut mengacu pada pekerjaan pemotongan tiga tingkat.

stasiun:

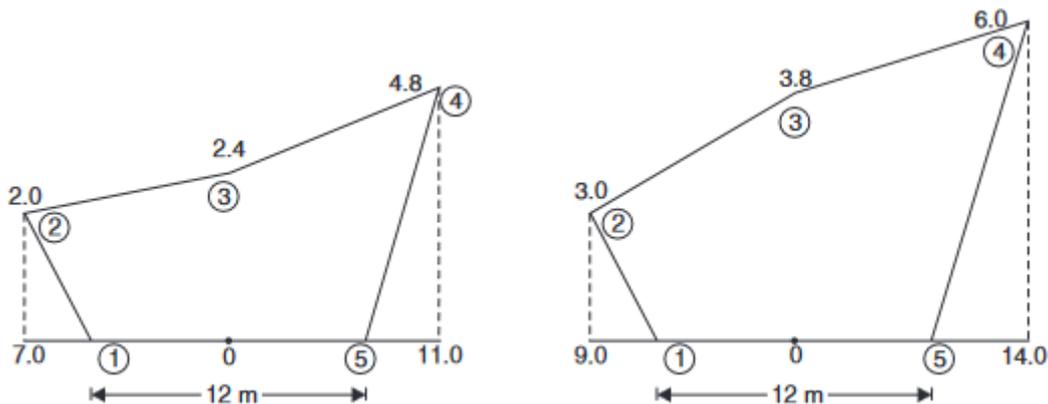
1	$\frac{2.0}{-7.0}$	$\frac{2.4}{0}$	$\frac{4.8}{11.0}$
2	$\frac{3.0}{-9.0}$	$\frac{3.8}{0}$	$\frac{6.0}{14.0}$

Tingkat formasi berada dalam pemotongan dan lebarnya 12 m. Jarak antara dua titik adalah 40 m.

Hitung volume pemotongan antara dua stasiun dengan

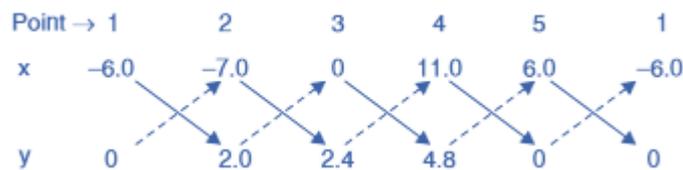
- (i) Rumus trapesium
- (ii) Rumus prismoid.

Solusi: Arti dari catatan untuk stasiun 1 adalah pada titik tengah yaitu, pada $x = 0$, kedalaman pemotongan adalah 2,4 m, pada titik akhir di sebelah kiri pada $x = 7$ m, kedalaman pemotongan adalah 2 m dan pada titik $x = 11,0$ m kedalamannya adalah 4,8 m seperti yang ditunjukkan pada Gambar 18.11. Demikian pula arti untuk stasiun 2 juga ditunjukkan pada Gambar 18.12.



Gambar 18.12 perhitungan volume dengan metode prismoid

Oleh karena itu, koordinat titik (1) hingga (5) pada penampang pertama adalah:



Catatan: Koordinat titik pertama ditulis lagi di akhir adalah metode koordinat perhitungan luas.

$$\begin{aligned}
 A &= \frac{1}{2} [\{-6 \times 2.0 + (-7.0 \times 2.4) + 0 \times 4.8 + 11.0 \times 0 + 6 \times 0\} \\
 &\quad - \{(0.0) (-7.0) + 2 \times 0 + 2.4 \times 11.0 + 4.8 \times 6 + 0 \times (-6)\}] \\
 &= -42.0 \text{ m}^2 \\
 &= 42.0 \text{ m}^2, \text{ since there is no meaning in -ve sign.}
 \end{aligned}$$

Demikian Untuk pola ke 2,

Point	1	2	3	4	5	1
x	-6.0	-9.0	0	14	6.0	-6
y	0	3.0	3.8	6.0	0	0

$$\begin{aligned}
 \therefore 2A &= \{-6 \times 3.0 - 9.0 \times 3.8 + 0 \times 6 + 14 \times 0 + 6 \times 0\} \\
 &\quad - \{0 \times (-9.0) + 3.0 \times 0 + 3.8 \times 14 + 6 \times 6.0 + 0 \times (-6)\} \\
 &= -141.4 \\
 \therefore A &= 70.7 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

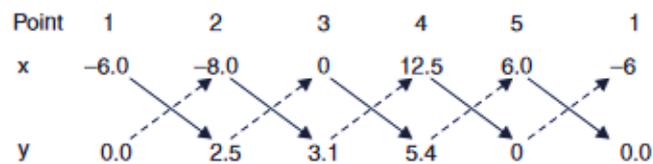
Dari Aturan Trapezium

$$V = \frac{1}{2} \times 40 (42.0 + 70.7) = 2254.0 \text{ m}^3$$

Ans.

Aturan Prismoidal

Untuk menerapkannya, kita memerlukan penampang melintang di tengah kedua penampang. Dengan asumsi kemiringan seragam, dapat ditemukan sebagai titik-titik dengan koordinat rata-rata. Oleh karena itu, di tengah penampang, koordinat titik-titikya adalah:



$$\begin{aligned} \therefore 2A_m &= (-6 \times 2.5 - 8 \times 3.1 + 0 \times 5.4 + 12.5 \times 0 + 6 \times 0.0) \\ &\quad - \{0 \times (-8) + 2.5 \times 0 + 3.1 \times 12.5 + 5.4 \times 6.0 + 0 \times (-6)\} \\ &= 110.95 \\ A_m &= 55.475 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Now $d = \frac{40}{2} = 20 \text{ m}$, between two consecutive sections.

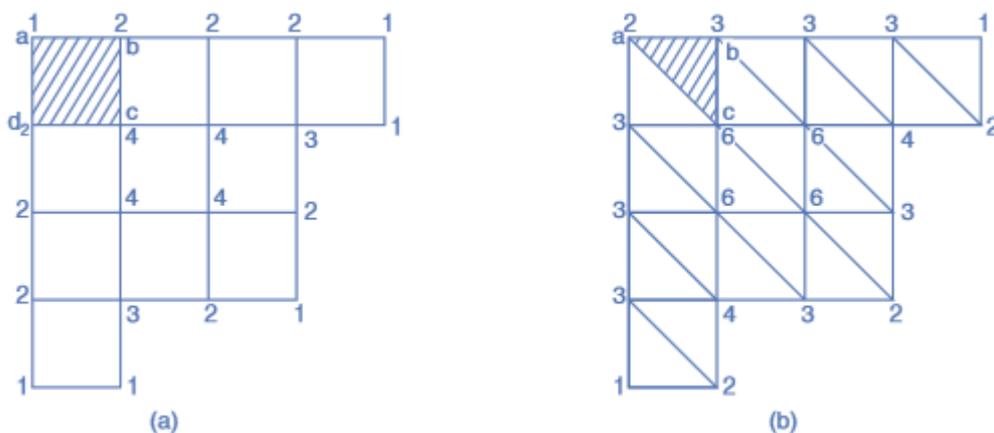
$$V = \frac{20}{3} (42.0 + 4 \times 55.475 + 70.7)$$

$$V = 2230.67 \text{ m}^3$$

Ans.

Perhitungan Pekerjaan Tanah dari Titik Ketinggian

Metode ini digunakan untuk menghitung volume pekerjaan tanah untuk elevasi ruang bawah tanah, tangki besar, dan lubang galian. Dalam metode ini, seluruh area dibagi menjadi sejumlah persegi panjang atau segitiga (Gambar 18.13). Ketinggian diambil di titik sudut sebelum dan juga setelah penggalian. Kedalaman penggalian di setiap titik sudut diukur. Kemudian untuk setiap gambar sederhana (persegi panjang atau segitiga).



Gambar 18.13 Perhitungan Pekerjaan Tanah dari Titik Ketinggian

$V = \text{Luas area gambar} \times \text{kedalaman rata-rata.}$

Jadi, untuk persegi panjang dengan kedalaman sudut h_a, h_b, h_c dan h_d ,

$$V = \text{Luas persegi panjang} \times \frac{h_a + h_b + h_c + h_d}{4}$$

Untuk sebuah segitiga,

$$V = \text{Luas Segitiga} \frac{h_a + h_b + h_c}{3}$$

Semua volume tersebut, jika ditambahkan akan menghasilkan volume total pekerjaan.

Perlu diperhatikan bahwa pada Gambar 18.13 (a), dalam perhitungan volume total, kedalaman beberapa sudut muncul satu kali, beberapa dua kali, beberapa di antaranya 3 kali, dan beberapa 4 kali. Jika

Σh_1 = beberapa kedalaman yang digunakan satu kali

Σh_2 = jumlah kedalaman yang digunakan dua kali

Σh_3 = jumlah kedalaman yang digunakan tiga kali

Σh_4 = jumlah kedalaman yang digunakan empat kali.

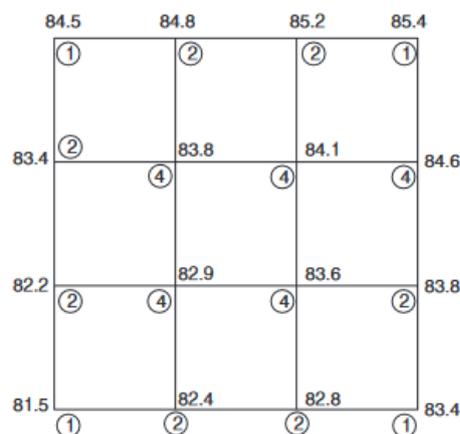
Maka

$$V = \frac{A}{4} (\Sigma h_1 + 2\Sigma h_2 + 3\Sigma h_3 + 4\Sigma h_4) \quad \dots(18.12)$$

Demikian pula pada Gambar 18.13 (b), kedalaman total digunakan sekali, beberapa 2 kali, beberapa 3 kali, dan beberapa lainnya 6 kali. Definisi hi sama seperti di atas.

$$V = \frac{A}{3} (\Sigma h_1 + 2\Sigma h_2 + 3\Sigma h_3 + 6\Sigma h_6) \quad \dots(18.13)$$

Contoh 18.8: Sebuah plot berukuran 60 m × 60 m akan digali hingga elevasi formasi 80,0 m. Elevasi saat ini pada kisi berukuran 20 m × 20 m ditunjukkan pada Gambar 18.14. Hitung volume pekerjaan tanah.



Gambar 18.14 Perhitungan luas dengan pembagian persegi

Solusi: Jumlah kali kedalaman sudut tertentu digunakan dalam perhitungan volume ditandai dalam lingkaran. Ketinggian formasi adalah 80,0 m.

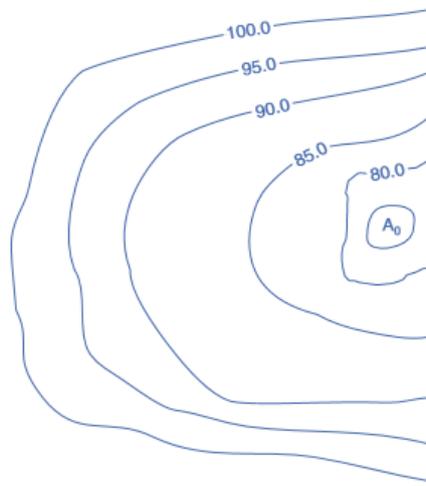
$$\begin{aligned}\therefore \quad \Sigma h_1 &= 4.5 + 5.4 + 3.4 + 1.5 = 14.8 \text{ m} \\ \Sigma h_2 &= 4.8 + 5.2 + 3.4 + 4.6 + 2.2 + 3.8 + 2.4 + 2.8 \\ &= 29.2 \text{ m} \\ \Sigma h_3 &= 0 \\ \Sigma h_4 &= 3.8 + 4.1 + 2.9 + 3.6 = 14.4 \text{ m}\end{aligned}$$

luas setiap grid $A = 20 \times 20 = 400 \text{ m}^2$

$$\begin{aligned}\therefore \quad V &= \frac{400}{4} (14.8 \times 1 + 29.2 \times 2 + 0 \times 3 + 14.4 \times 4) \\ &= 13080 \text{ m}^3.\end{aligned}$$

Perhitungan Volume dari Kontur

Gambar 18.15 menunjukkan bendungan dengan muka air penuh 100 m dan kontur di sisi hulu. Kapasitas waduk yang dapat ditemukan tidak lain adalah volume isi dengan muka air pada 100 m. Seluruh area yang terletak di dalam garis kontur ditemukan dengan planimeter. Perlu dicatat bahwa area yang akan diukur tidak berada di antara dua garis kontur yang berurutan.



Gambar 18.15 Perhitungan Volume dari Kontur

Misalkan $A_0, A_1, A_2, \dots, A_n$ adalah luas kontur dan h adalah interval kontur. Maka dari aturan trapesium:

$$V = h \left[\frac{A_0 + A_n}{2} + A_1 + A_2 + \dots + A_{n-1} \right]$$

dan dengan aturan prisma:

$$V = \frac{h}{3} [(A_0 + A_n) + 4(A_1 + A_3 + \dots + A_{n-1}) + 2(A_2 + A_4 + \dots + A_{n-2})]$$

di mana terdapat n segmen dan n adalah bilangan genap.

Contoh 18.9: Luas daerah dalam garis kontur di lokasi waduk dan sepanjang muka bendungan yang diusulkan adalah sebagai berikut:

Kontur	Luas dalam m ²
100 m	800
104 m	9600
108 m	11800
112 m	12400
116 m	14300
120 m	18400
124 m	20360

Dengan asumsi 100 m sebagai level dasar waduk, dan 124 m sebagai level penuh, hitunglah kapasitas waduk menggunakan rumus trapesium dan prisma.

Solusi:

(a) Rumus Prisma:

$$\begin{aligned}
 V &= h \left[\frac{A_0 + A_n}{2} + A_1 + A_2 + \dots + A_{n-1} \right] \\
 &= 4 \left[\frac{800 + 20360}{2} + 9600 + 11800 + 12400 + 14300 + 18400 \right] \\
 &= 308320 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

Ans.

(b) Rumus Prismoidal:

$$\begin{aligned}
 V &= \frac{h}{3} [A_0 + A_n + 4(A_1 + A_3 + \dots + A_{n-1}) + 2(A_2 + A_4 + \dots + A_{n-2})] \\
 &= \frac{4}{3} [800 + 20360 + 4(9600 + 12400 + 18400) + 2(11800 + 14300)] \\
 &= 313280 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

Ans.

LATIHAN SOAL

1. Carilah luas lapangan dari catatan survei silang berikut, semua pengukuran dalam satuan meter.



[Ans: 2419.76 m²]

2. Pengamatan berikut dilakukan pada batas dari garis rantai.

Jarak dalam m	0	10	20	30	40	50	60	70
Offset dalam m	2,4	3,6	4,2	4,8	4,4	3,8	2,8	1,2

Hitung luas yang dibatasi oleh garis rantai, garis batas, dan offset ujung dengan

(i) Aturan trapesium (ii) Aturan Simpson Jawab: (i) 254,0 m²(ii) 257,33 m²

[Petunjuk: Perhatikan enam ruas garis pertama dengan aturan Simpson dan tambahkan luas ruas garis terakhir yang ditemukan dengan aturan trapesium].

3. Sebidang tanah berbentuk segi empat. Untuk mencari luasnya, pengukuran berikut dilakukan:

$$AB = 118,6 \text{ m} \quad BC = 220,4 \text{ m} \quad CD = 158,4 \text{ m}$$

$$DA = 340,0 \text{ m} \quad \text{dan} \quad AC = 322,0 \text{ m}$$

Cari luas bidang tanah.

[Jawaban: 33384,5 m²]

[Petunjuk: Membagi segi empat menjadi dua segitiga]

4. Jelaskan planimeter dan jelaskan cara penggunaannya untuk mencari luas peta yang diberikan.

5. Planimeter digunakan untuk mengukur luas peta setelah menjaga titik jangkar di luar gambar dan kedua kalinya menjaganya di dalam gambar. Pengamatannya adalah sebagai berikut:

(i) Ketika titik jangkar berada di luar gambar:

$$\text{Pembacaan awal} = 7,364$$

$$\text{Pembacaan akhir} = 3,234$$

Nol pada jarum jam melewati tanda indeks satu kali searah jarum jam.

(ii) Saat titik jangkar berada di dalam gambar:

$$\text{Pembacaan awal} = 2,384$$

$$\text{Pembacaan akhir} = 4,443$$

Nol pada jarum jam melewati tanda indeks dua kali dalam arah berlawanan jarum jam. Ambil $M = 100 \text{ cm}^2$.

[Jawab: Luas lingkaran nol = 2381,1 cm²]

6. Bagaimana cara menentukan konstanta perkalian dan luas lingkaran nol planimeter secara eksperimental?

7. Berikut ini adalah luas penampang tanggul pada interval 30 m

Jarak dalam m	0	30	60	90	120	150	180
Luas dalam m ²	122	432	612	720	718	1020	1040

Tentukan volume pekerjaan tanah dengan (i) rumus trapesium (ii) rumus prismoid

[Jawab: Rumus trapesium, $V = 122490 \text{ m}^3$, Rumus Prismoid, $V = 125100 \text{ m}^3$]

8. Luas dalam garis kontur di lokasi waduk dan di sepanjang lokasi bendungan yang diusulkan adalah sebagai berikut:

Kontur dalam m	100	105	110	115	120	125	130
Luas dalam m ²	1250	1420	17300	20200	25200	32400	36780

Dengan asumsi 100 m sebagai level dasar waduk dan 130 m sebagai level penuh, tentukan kapasitas waduk menggunakan aturan trapesium dan prismoid.

[Jawaban: Aturan trapesium, $V = 578675 \text{ m}^3$, Aturan prismoid, $V_2 = 565850 \text{ m}^3$]

BAB 19

PENGINDERAAN JAUH DAN APLIKASINYA

Penginderaan jauh merupakan perubahan revolusioner dalam survei di mana objek di bumi diindera dari tempat-tempat terpencil seperti pesawat terbang atau satelit dan digunakan dalam pembuatan peta. Penginderaan jauh selalu disertai dengan Sistem Informasi Geografis (SIG) yang merupakan perangkat lunak yang digunakan untuk menganalisis data penginderaan jauh dengan bantuan komputer.

Dalam bab ini, pengantar diberikan tentang penginderaan jauh dan SIG. Aplikasi penginderaan jauh dijelaskan.

19.1 PENGINDERAAN JAUH

Penginderaan jauh dapat didefinisikan sebagai seni dan ilmu pengumpulan informasi tentang objek, area atau fenomena tanpa melakukan kontak fisik dengannya. Penglihatan mata dan foto adalah contoh umum penginderaan jauh di mana sinar matahari atau energi cahaya buatan dari listrik dibuat untuk mengenai objek. Energi cahaya terdiri dari gelombang elektromagnetik dari semua panjang dan intensitas. Ketika gelombang elektromagnetik jatuh pada objek, sebagiannya akan

1. diserap
2. dihamburkan
3. ditransmisikan
4. dipantulkan.

Objek yang berbeda memiliki sifat yang berbeda dalam menyerap, menyebarkan, memancarkan, dan memantulkan energi. Dengan menangkap gelombang pantulan dengan sensor, objek dapat diidentifikasi. Namun, penginderaan jarak jauh ini memiliki keterbatasannya sendiri dalam hal jarak dan cakupan area pada suatu waktu. Survei fotografi, di mana foto yang diambil dari pesawat terbang digunakan untuk pembuatan peta, termasuk dalam kategori penginderaan jarak jauh ini. Dengan menggunakan peralatan elektronik, teknik penginderaan jarak jauh dasar ini diperluas untuk mengidentifikasi dan mengukur berbagai objek di bumi dengan mengamatinya dari jarak yang lebih jauh dari luar angkasa. Untuk tujuan ini, satelit geostasioner diluncurkan ke luar angkasa, yang berputar mengelilingi bumi dengan kecepatan yang sama dengan bumi.

Oleh karena itu, kecepatan relatifnya adalah nol dan tampak diam saat diamati dari titik mana pun di bumi. Bergantung pada sifat objek, gelombang elektromagnetik yang dikirim dari satelit memantulkan energi yang berbeda. Gelombang pantulan dalam lebar pita inframerah, inframerah termal, dan gelombang mikro ditangkap oleh sensor yang dipasang di satelit. Karena setiap fitur di bumi memiliki sifat pantulan yang berbeda, fitur-fitur di bumi dapat diidentifikasi dengan gambar satelit. Data yang diperoleh dari satelit ditransfer ke stasiun bumi melalui RADAR tempat pengguna menganalisis untuk mengetahui jenis objek

dan luasnya. Ini disebut pemrosesan gambar. Untuk mengukur objek, komputer digunakan. India memiliki satelit penginderaan jauh sendiri seperti seri IRS, seri INSAT, dan seri PSLV.

Penerapan Penginderaan Jauh

Berbagai penerapan penginderaan jauh dapat dikelompokkan menjadi berikut ini:

1. **Eksplorasi Sumber Daya:** Ahli geologi menggunakan penginderaan jauh untuk mempelajari pembentukan batuan sedimen dan mengidentifikasi endapan berbagai mineral, mendeteksi ladang minyak, dan mengidentifikasi penyimpanan air bawah tanah. Penginderaan jauh digunakan untuk mengidentifikasi zona penangkapan ikan potensial, pemetaan terumbu karang, dan untuk menemukan kekayaan lain dari laut.
2. **Studi Lingkungan:** Penginderaan jauh digunakan untuk mempelajari pergerakan awan dan memprediksi hujan. Dengan data satelit, memungkinkan untuk mempelajari pembuangan air dari berbagai industri guna mengetahui penyebaran dan dampak buruknya, jika ada, pada hewan hidup. Tumpahan minyak dan tumpahan minyak dapat dipelajari menggunakan penginderaan jauh.
3. **Penggunaan Lahan:** Dengan penginderaan jauh, pemetaan area yang lebih luas dapat dilakukan dalam waktu singkat. Area hutan, area pertanian, area pemukiman, dan industri dapat diukur dan dipantau secara berkala. Area dengan berbagai tanaman dapat ditemukan.
4. **Investigasi Lokasi:** Penginderaan jauh digunakan secara luas dalam investigasi lokasi untuk bendungan, jembatan, jaringan pipa. Penginderaan jauh dapat digunakan untuk menemukan material konstruksi seperti pasir dan kerikil untuk proyek baru.
5. **Investigasi Arkeologi:** Banyak bangunan dari era lama kini terkubur di bawah tanah dan tidak diketahui. Namun, dengan mempelajari perubahan kadar air dan karakteristik lain dari objek yang terkubur dan lapisan atas baru, sensor jarak jauh dapat mengenali struktur terkubur yang penting secara arkeologis.
6. **Kajian Bahaya Alam:** Dengan menggunakan penginderaan jarak jauh, bencana alam berikut dapat diprediksi sampai batas tertentu dan diminimalkan:
 - a. Gempa bumi
 - b. Gunung berapi
 - c. Tanah longsor
 - d. Banjir dan
 - e. Badai dan siklon.

19.2 SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS (SIG)

Sifat fisik dan aktivitas manusia yang terkait dengan suatu tempat/daerah disimpan dalam bentuk tabel, grafik, dan teks. Informasi ini disebut data atribut. Mengacu pada peta/rencana dan kemudian ke data atribut yang disimpan dalam bentuk salinan keras seperti buku sangat memakan waktu; pembaruan dan pengelolaan data menjadi sulit. Masalah ini diatasi dengan menggabungkan data spasial dan data atribut lokasi melalui manajemen basis data yang tepat di komputer. Informasi lokasi (data spasial) didigitalkan dari peta yang

tersedia dan disimpan di komputer. Struktur data yang digunakan adalah format data raster atau data vektor.

Dalam struktur data raster, piksel terkait dengan informasi spasial, sementara dalam struktur data vektor, koordinat terkait dengan setiap wilayah dan sub-wilayah. Data atribut dilampirkan di atas data spasial dan disimpan. Setelah sistem informasi geografis (SIG) ini dikembangkan, pengguna dapat mengakses data atribut dari tempat mana pun dengan mengklik data spasial dari tempat tersebut. Pengguna dapat memanfaatkan informasi tersebut untuk analisis lebih lanjut, perencanaan, atau pengelolaan.

Misalnya, jika catatan tanah suatu desa dikembangkan sebagai data SIG, pengguna dapat mengklik peta negara bagian untuk memilih peta distrik, kemudian mengakses peta taluka. Selanjutnya, mereka dapat mengakses peta desa dan mendapatkan catatan tanah desa tersebut, serta memeriksa dan mencetak peta properti milik pemilik mana pun. Semua ini dapat dicapai dalam waktu yang sangat singkat dari tempat yang nyaman.

Penginderaan jauh dan SIG berjalan beriringan, karena banyak data untuk SIG berasal dari penginderaan jauh. Penginderaan jauh membutuhkan SIG untuk analisis data. Beberapa area aplikasi SIG adalah:

1. Sistem drainase
2. Pengelolaan sungai dan cekungan sungai
3. Danau
4. Saluran irigasi
5. Jalan
6. Kereta api
7. Catatan tanah
8. Tata letak daerah pemukiman
9. Lokasi pasar, industri, budaya, dan utilitas lainnya
10. Penggunaan lahan untuk berbagai jenis tanaman, dll.

Informasi di atas membantu dalam merencanakan kegiatan pembangunan infrastruktur seperti perencanaan jalan, jalur kereta, bendungan, saluran irigasi, terowongan, dan sebagainya. Ini juga membantu dalam mengambil langkah-langkah untuk mengatasi bahaya erosi tanah dan pencemaran lingkungan. Pemantauan pola dan kondisi tanaman membantu dalam mengambil tindakan yang diperlukan menghadapi tantangan di masa depan.

LATIHAN SOAL

1. Tulis catatan singkat tentang
 - (a) Penginderaan jauh
 - (b) Sistem Informasi Geografis.
2. Sebutkan berbagai bidang penerapan penginderaan jauh.

BAB 20

BANGUNAN TAHAN BENCANA

Bencana berarti terjadinya kondisi yang tidak terkendali, menyakitkan, dan serius. Ada berbagai bencana alam seperti:

- Gempa bumi
- Letusan gunung berapi
- Siklon
- Kebakaran
- Tanah longsor
- Tsunami (gelombang laut tinggi yang disebabkan oleh gempa bumi) Banjir.

Gempa bumi, siklon, dan kebakaran memerlukan pertimbangan khusus dalam desain dan konstruksi bangunan karena lebih sering terjadi, meluas, dan lebih dahsyat. Dalam bab ini, aspek desain dan konstruksi bangunan ini dibahas.

20.1 BANGUNAN TAHAN GEMPA

Gempa bumi adalah guncangan tiba-tiba dan cepat pada permukaan bumi yang disebabkan oleh pecahnya dan pergeseran batuan di bawahnya. Selama gempa bumi, gerakan tanah terjadi secara acak ke segala arah yang terpancar dari suatu titik di dalam kerak bumi, yang disebut episentrum. Hal ini menyebabkan getaran pada struktur dan menimbulkan gaya inersia pada struktur tersebut. Akibatnya, struktur dapat runtuh yang mengakibatkan hilangnya harta benda dan nyawa. Gempa bumi tidak membunuh orang, tetapi bangunan yang rentan yang melakukannya. Oleh karena itu, diperlukan perancangan bangunan tahan gempa, terutama di daerah rawan gempa.

20.2 JENIS GEMPA BUMI

Bergantung pada kemungkinan penyebabnya, gempa bumi dapat diklasifikasikan sebagai:

1. Gempa bumi alami
2. Gempa bumi akibat aktivitas yang diinduksi.

Gempa Bumi Alami

Gempa bumi alami dapat disebabkan oleh

- (i) patahan aktif
- (ii) pergerakan lempeng tektonik atau
- (iii) letusan gunung berapi.

Di kerak bumi terdapat beberapa patahan yang belum terbentuk. Pergeseran batuan di sepanjang patahan menyebabkan gempa bumi.

Tektonik berarti proses berskala besar yang memengaruhi struktur kerak bumi. Proses ini menyebabkan pergerakan material secara bertahap di dalam kerak bumi. Terkadang, proses ini mengguncang kerak bumi.

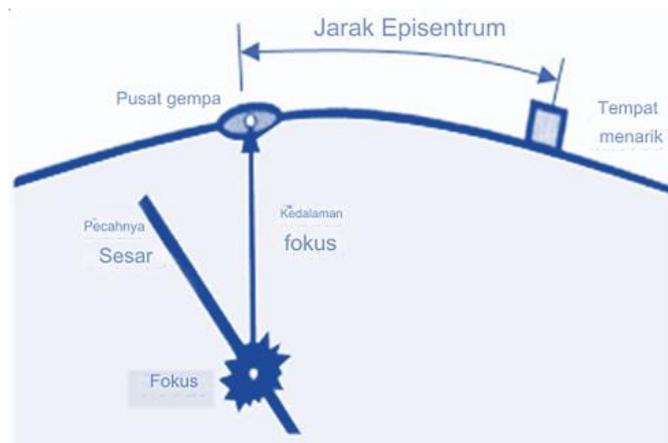
Gunung berapi adalah gunung atau bukit yang memiliki kawah tempat lava, pecahan batu, uap panas, dan gas keluar atau telah keluar dari kerak bumi. Kadang-kadang, gunung berapi menjadi aktif dan menciptakan gempa bumi di dekat kawah gunung.

Gempa Bumi Akibat Aktivitas Buatan

Gempa ini disebabkan oleh getaran yang disebabkan oleh ledakan atom dan runtuhnya tanah akibat penambangan yang salah.

20.3 TERMINOLOGI

1. Fokus: Titik pada patahan tempat pergeseran dimulai adalah fokus. Hal ini juga dikenal sebagai hiposentrum [Gambar 20.1].
2. Episentrum: Titik yang berada secara vertikal di atas fokus pada permukaan bumi adalah episentrum.
3. Kedalaman Fokus: Kedalaman fokus dari episentrum disebut kedalaman fokus.
4. Jarak Episentrum: Jarak dari episentrum ke titik mana pun yang menjadi perhatian di permukaan bumi disebut jarak episentrum.



Gambar 20.1 titik Patahan yang disebut dengan Fokus

20.4 BESAR DAN INTENSITAS

Besarnya adalah ukuran kuantitatif dari ukuran gempa bumi yang sebenarnya. Profesor Charles Richter mengusulkan skala besarnya dari 0 hingga 9. Skala ini adalah skala geometris. Sekarang skala ini dikenal sebagai skala Richter. Skala ini diperoleh dari seismograf. Skala ini bergantung pada amplitudo bentuk gelombang pada jarak episentrum.

Skala ini dilambangkan dengan huruf M diikuti oleh angka. Peningkatan besarnya sebesar 1 menyiratkan amplitudo bentuk gelombang yang 10 kali lebih tinggi dan energi yang dilepaskan sekitar 31 kali lebih tinggi. Jadi, energi yang dilepaskan dalam gempa bumi M_6 dan M_5 memiliki rasio 31, dan M_8 hingga M_5 memiliki rasio $31 \times 31 \times 31$. Ada skala besar lainnya, seperti Besarnya Gelombang Tubuh, Besarnya Gelombang Permukaan, dan Besarnya Energi Gelombang.

Intensitas adalah ukuran kualitatif dari guncangan sebenarnya di suatu lokasi selama gempa bumi. Oleh karena itu, untuk gempa bumi yang sama, nilainya berbeda di tempat yang

berbeda, nilai tertinggi berada di episentrum. Ini adalah skala linier. Ditetapkan sebagai Angka Kapital Romawi dari I hingga XII.

Intensitas bergantung pada

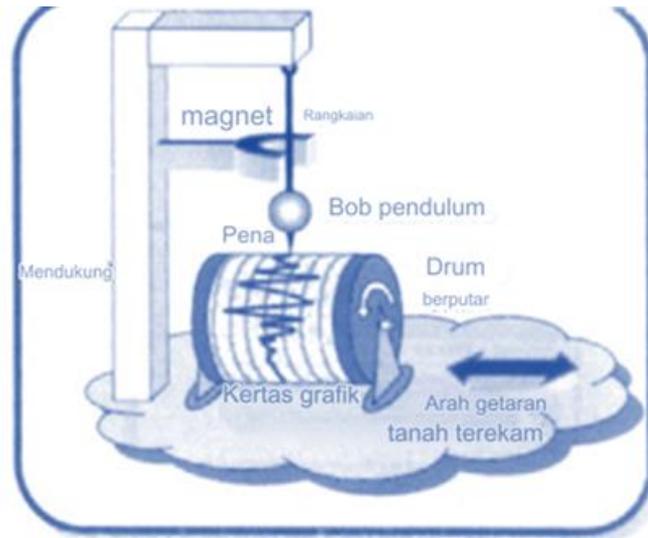
1. Jumlah energi sumber yang dilepaskan
2. Jarak antara sumber dan tempat yang dituju
3. Fitur geografis media perjalanan dan yang terpenting pada jenis bangunan.

Skala Intensitas Mercalli Termodifikasi (MMI) umumnya digunakan untuk menyatakan intensitas. Skala MMI diberikan di bawah ini:

- I. Sangat lemah, hanya dirasakan oleh instrumen
- II. Dirasakan oleh orang yang sedang beristirahat
- III. Dirasakan oleh lalu lintas yang lewat
- IV. Perabotan dan jendela bergetar
- V. Dapat dirasakan di luar ruangan, jam berhenti, pintu berayun
- VI. Perabotan bergerak, retakan muncul di dinding
- VII. Orang terguling, pasangan bata retak dan jatuh
- VIII. Cerobong asap dan monumen jatuh, bangunan bergeser di atas fondasi
- IX. Kerusakan parah pada bangunan, retakan besar terbuka di tanah
- X. Sebagian besar bangunan hancur, tanah longsor terjadi, air dibuang dari danau
- XI. Bencana, jalur kereta api bengkok parah
- XII. Bencana total, tidak ada bangunan yang tersisa. Gempa bumi Koyna, Assam Raya, Bihar dan Shillong, Kashmir berkekuatan 8 SR. Uttarakhand, Chamoli, Jabalpur, Latur, Gujarat mendekati level 5,5 hingga 6,5.

20.5 SEISMOGRAF

Seismograf adalah instrumen untuk mengukur osilasi bumi selama gempa bumi. Seismograf memiliki tiga komponen utama sensor, perekam, dan pengatur waktu. Gambar 20.2 menunjukkan seismograf yang umum. Massa bandul, tali, magnet, dan penyangga bersama-sama membentuk sensor. Drum, pena, dan kertas grafik membentuk perekam. Motor yang memutar drum dengan kecepatan konstan membentuk pengatur waktu. Pena yang dipasang pada ujung bandul sederhana yang berosilasi menandai pada kertas grafik. Magnet di sekitar tali menyediakan peredaman yang diperlukan untuk mengendalikan amplitudo osilasi.



Gambar 20.2 Seismograf

Sepasang osiloskop tersebut ditempatkan tegak lurus satu sama lain pada platform horizontal. Untuk mengukur osilasi vertikal, bandul tali diganti dengan bandul pegas, yang berosilasi di sekitar titik tumpu. Jadi, tiga osiloskop dipasang di setiap stasiun untuk mengukur osilasi dalam tiga arah yang saling tegak lurus. Saat ini, instrumen analog digantikan oleh instrumen digital untuk merekam gerakan tanah dan memprosesnya dengan mikroprosesor.

20.6 I.S: KODE DESAIN BANGUNAN TAHAN GEMPA

Setelah mengamati gempa bumi di India selama beberapa tahun, Biro Standar India telah membagi negara tersebut menjadi lima zona tergantung pada tingkat keparahan gempa bumi. IS 1893-1984 menunjukkan berbagai zona tersebut. Kode IS berikut akan sangat penting bagi para insinyur desain:

- ✓ IS 1893–2002: Kriteria untuk Desain Struktur Tahan Gempa Bumi (revisi ke-5).
- ✓ IS 4928–1993: Kode praktik untuk Desain dan Konstruksi Bangunan Tahan Gempa Bumi. (revisi ke-2).
- ✓ IS 13827–1992: Pedoman untuk Meningkatkan Ketahanan Gempa Bumi pada Bangunan Masonary Kekuatan Rendah.
- ✓ IS: 13920–1997: Kode praktik untuk Perincian Ductile pada Struktur Beton Bertulang yang Dikenakan Gaya Seismik.
- ✓ IS: 13935–1993: Pedoman untuk Perbaikan dan Penguatan Bangunan dari Seismik.

20.7 MENINGKATKAN KETAHANAN BANGUNAN KECIL TERHADAP GEMPA

Ketahanan gempa pada bangunan kecil dapat ditingkatkan dengan mengambil beberapa tindakan pencegahan dan langkah-langkah dalam pemilihan lokasi, perencanaan bangunan, dan konstruksi seperti yang dijelaskan di bawah ini:

1. Pemilihan Lokasi: Konstruksi bangunan harus dihindari pada

- (a) Dekat tanggul yang tidak stabil
- (b) Di tanah miring dengan kolom dengan ketinggian yang berbeda

- (c) Daerah yang terkena banjir
- (d) Di tanah dasar dengan diskontinuitas yang jelas seperti batu di beberapa bagian dan tanah di beberapa bagian.

2. Perencanaan Bangunan: Denah simetris lebih aman dibandingkan dengan denah yang tidak simetris. Oleh karena itu, pilihlah denah persegi atau persegi panjang daripada yang berbentuk L, E, H, T. Denah persegi panjang tidak boleh memiliki panjang lebih dari dua kali lebarnya.

3. Pondasi: Lebar pondasi tidak boleh kurang dari 750 mm untuk bangunan satu lantai dan tidak kurang dari 900 mm untuk bangunan bertingkat. Kedalaman pondasi tidak boleh kurang dari 1,0 m untuk tanah lunak dan 0,45 m untuk tanah berbatu. Sebelum pondasi dipasang, singkirkan semua material lepas termasuk air dari parit dan padatkan bagian bawahnya. Setelah pondasi dipasang, timbun kembali pondasi dengan benar dan padatkan.

4. Pasangan batu:

Untuk pasangan batu:

- Letakkan setiap batu rata pada permukaan terlebarnya.
- Letakkan batu-batuan panjang ke dalam ketebalan dinding untuk memastikan saling terkait di bagian dalam dan luar permukaan dinding.
- Isi rongga menggunakan serpihan batu kecil dengan mortar seminimal mungkin.
- Pecahkan batu untuk membuatnya bersudut sehingga tidak memiliki permukaan yang membulat.
- Pada setiap jarak 600 hingga 750 mm gunakan batu tembus.

Untuk pasangan batu bata:

- Gunakan batu bata yang dibakar dengan benar saja.
- Letakkan batu bata dengan alur menghadap ke atas untuk memastikan ikatan yang lebih baik dengan lapisan berikutnya.

Untuk blok beton:

- Letakkan permukaan kasar di bagian atas dan bawah untuk mendapatkan ikatan yang baik.
- Blok harus kuat.
- Sikat permukaan atas dan bawah sebelum dipasang.

Secara umum, dinding dengan lebar lebih dari 450 mm harus dihindari. Panjang dinding harus dibatasi hingga 6 m. Dinding melintang membuat pasangan bata lebih kuat. Lebih baik membangun dinding pemisah di sepanjang dinding utama yang menghubungkan keduanya.

5. Pintu dan Bukaan Jendela:

- Dinding dengan terlalu banyak pintu dan jendela yang berdekatan akan runtuh lebih cepat.
- Jendela harus dijaga pada ketinggian yang sama.
- Lebar total semua bukaan di dinding tidak boleh melebihi $\frac{1}{3}$ kali panjang dinding.
- Pintu tidak boleh ditempatkan di ujung dinding. Pintu harus berjarak setidaknya 500 mm dari dinding melintang.

- Lebar bersih antara dua bukaan tidak boleh kurang dari 600 mm.

6. Atap:

- Pada atap miring dengan bentang lebih dari 6 m gunakan rangka atap sebagai pengganti kasau.
- Bangunan dengan atap miring 4 sisi lebih kuat daripada bangunan dengan atap miring dua sisi, karena dinding pelana akan cepat runtuh.

7. Chejja:

- Batasi tonjolan chejja atau balkon hingga 0,9 m. Untuk tonjolan yang lebih besar gunakan balok dan kolom.

8. Parapet: Dinding parapet dari batu bata dapat runtuh dengan mudah. Lebih baik membangun parapet dengan batu bata hingga 300 mm diikuti dengan pagar besi.

9. Beton dan Mortar: Gunakan pasir sungai untuk membuat mortar dan beton. Pasir harus diayak untuk menghilangkan kerikil. Lumpur harus dihilangkan dengan menahannya terhadap angin. Agregat kasar berukuran lebih dari 30 mm tidak boleh digunakan. Agregat harus bergradasi baik dan bersudut. Sebelum menambahkan air, semen dan agregat harus dicampur kering secara menyeluruh.

10. Pita: Pita R.C. berikut harus disediakan

- (a) Pita alas
- (b) Pita ambang pintu
- (c) Pita atap
- (d) Pita atap pelana.

Untuk membuat pita R.C., ketebalan minimum adalah 75 mm dan setidaknya diperlukan dua batang berdiameter 8 mm. Pita tersebut harus diikat dengan rangka baja berdiameter 6 mm dengan jarak 150 mm. Jika ukuran dinding besar, pita diagonal dan vertikal juga dapat disediakan.

11. Perkuatan: Perkuatan berarti menyiapkan struktur secara ilmiah sehingga semua elemen bangunan berfungsi sebagai unit integral. Ini umumnya merupakan cara yang paling ekonomis dan tercepat untuk mencapai keamanan bangunan. Berikut ini adalah beberapa metode dalam perkuatan:

- Jangkar rangka atap ke dinding dengan braket.
- Sediakan penahan pada tingkat gording dan anggota kord bawah rangka.
- Perkuat dinding pelana dengan memasukkan sabuk miring pada dinding pelana.
- Perkuat sudut-sudut dengan sabuk seismik.
- Jangkar balok lantai ke dinding dengan braket.
- Perbaiki sambungan antar lantai dengan menyediakan tulangan vertikal.
- Dorong kekuatan tarik terhadap pembengkokan vertikal dinding dengan menyediakan tulangan vertikal di semua sudut dalam dan luar.
- Bungkus bukaan dinding dengan tulangan.

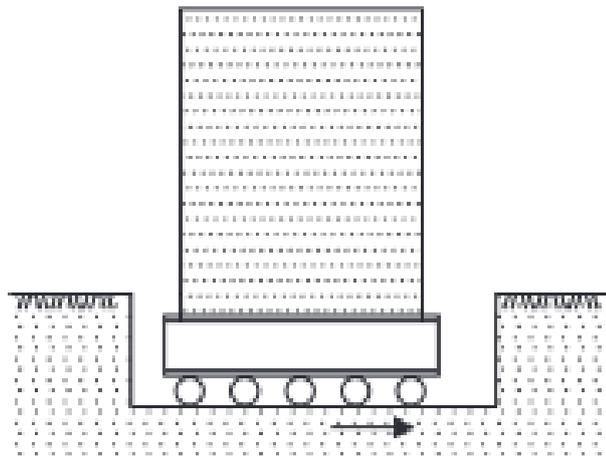
20.8 MENINGKATKAN KETAHANAN GEMPA BUMI PADA GEDUNG TINGGI

Gedung tinggi mengalami gaya horizontal yang besar akibat inersia selama gempa bumi. Oleh karena itu, diperlukan dinding geser. Dinding geser adalah penutup beton bertulang di dalam bangunan yang dibangun untuk menahan gaya geser. Dinding geser biasanya dibangun di sekitar ruang angkat. Dinding geser ini harus disediakan secara merata di seluruh bangunan di kedua arah serta dari bawah ke atas. Selain menyediakan dinding geser, teknik berikut juga digunakan untuk membuat bangunan tinggi tahan gempa:

1. Isolasi Dasar
2. Menggunakan Peredam Seismik.

Isolasi Dasar

Ide di balik isolasi dasar adalah untuk melepaskan (mengisolasi) bangunan dari tanah sedemikian rupa sehingga gerakan gempa tidak ditransmisikan ke atas melalui bangunan, atau setidaknya sangat berkurang. Konsep isolasi dasar dijelaskan melalui contoh bangunan yang bertumpu pada rol [Gambar 20.3]. Saat tanah berguncang, rol bebas menggelinding tetapi bangunan di atasnya tidak bergerak. Apabila celah antara bangunan dengan dinding vertikal lubang pondasi kecil, maka dinding vertikal lubang pondasi dapat membentur dinding tersebut.



Gambar 20.3 Bangunan hipotetis

Oleh karena itu, rol 100% tanpa gesekan tidak disediakan dalam praktik. Bangunan ditopang oleh bantalan fleksibel yang memberikan ketahanan terhadap gerakan lateral [Gambar 20.4]. Hal ini mengurangi sebagian dampak guncangan tanah pada bangunan. Bantalan fleksibel disebut isolator dasar, sedangkan struktur yang dilindungi oleh perangkat ini disebut bangunan terisolasi dasar.

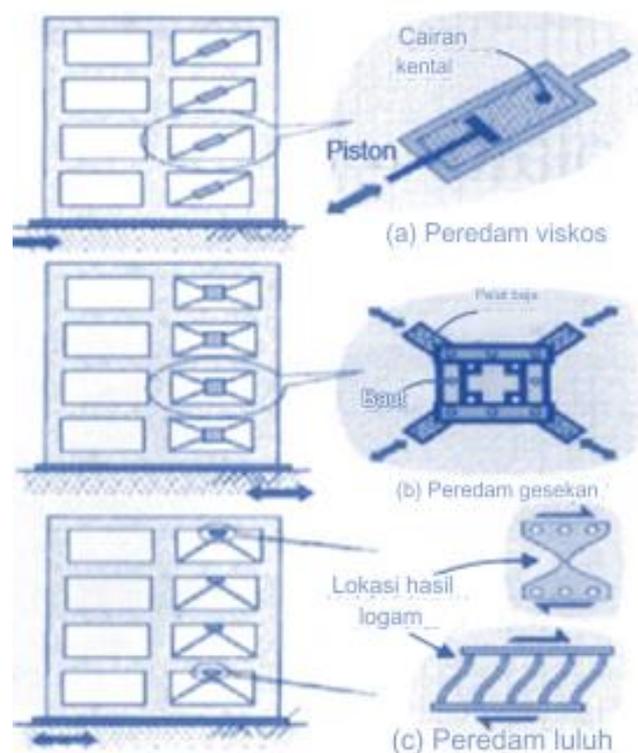


Gambar 20.4. Bangunan dengan isolasi dasar

Peredam Seismik

Pendekatan lain untuk mengendalikan kerusakan akibat gempa pada bangunan adalah dengan memasang peredam seismik sebagai pengganti elemen struktural, seperti penyangga diagonal. Ketika energi seismik disalurkan melalui elemen tersebut, peredam menyerap sebagian energi tersebut, dan dengan demikian meredam gerakan bangunan. Gambar 20.4 menunjukkan jenis bantalan isolasi seismik berikut:

- Bantalan karet kepadatan tinggi
- Bantalan karet laminasi dan
- Bantalan pendulum gesekan.



Gambar 20.5 Peredam seismik

20.9 BANGUNAN YANG TAHAN TERHADAP SIKLON

Siklon adalah badai yang disertai angin kencang dan menderu. Badai ini membawa hujan lebat. Badai siklon berkembang di atas lautan tropis dan bertiup dengan kecepatan hingga 200–240 km/jam. Badai ini biasanya disertai dengan kilat, guntur, dan hujan deras yang terus-menerus. Siklon meluas dari 150 km hingga 1200 km ke arah lateral dengan angin kencang yang berputar di sekitar area bertekanan rendah di bagian tengah. Wilayah tengah angin sepoi-sepoi dan tekanan rendah, yang dikenal sebagai 'mata' siklon memiliki diameter rata-rata 20 hingga 30 km. Mata pusat ini dikelilingi oleh cincin angin yang sangat kencang yang meluas hingga 40 hingga 50 km di luar pusat. Wilayah ini disebut 'awan dinding'. Di wilayah ini terjadi angin kencang dan hujan lebat. Di luar wilayah ini, angin yang berputar-putar meluas ke luar hingga jarak yang jauh, yang terus berkurang seiring dengan jarak dari pusat siklon.

Hal-hal berikut harus diperhatikan dalam mendesain bangunan di daerah rawan siklon:

1. Pondasi harus lebih dalam
2. Struktur rangka baja tahan karat lebih disukai daripada struktur yang menahan beban
3. Atap miring harus dihindari.
4. Tonjolan kantilever harus dihindari.
5. Atap dan dinding parapet harus ditambatkan dengan benar ke kolom dan dinding.
6. Ketinggian bangunan harus dibatasi.
7. Beban angin yang sesuai harus dipertimbangkan dalam desain bangunan.
8. Bukaannya di dinding harus lebih sedikit.
9. Struktur tidak boleh bertumpu pada tanah yang gembur.

20.10 BANGUNAN TAHAN API

Dilaporkan bahwa di Amerika Serikat kebakaran membunuh lebih banyak orang setiap tahunnya dibandingkan semua bencana alam lainnya yang digabungkan termasuk lantai, siklon, dan gempa bumi. Beban kebakaran di sebuah bangunan harus dijaga seminimal mungkin. Istilah beban kebakaran menunjukkan jumlah panas yang dilepaskan dalam kilo joule per meter persegi (kJ/m^2) dari luas lantai setiap kompartemen akibat pembakaran isi bangunan termasuk bagian yang mudah terbakar. Beban kebakaran ditentukan dengan mengalikan berat semua bahan yang mudah terbakar dengan nilai kalor masing-masing dan membaginya dengan luas lantai.

Sebuah bangunan dapat dibuat lebih tahan api dengan

1. Menggunakan bahan yang sesuai
2. Mengambil tindakan pencegahan dalam konstruksi bangunan
3. Dengan menyediakan sistem alarm kebakaran dan alat pemadam kebakaran.

Menggunakan Material yang Sesuai

Material tahan api harus memiliki karakteristik berikut:

- (a) Tidak hancur karena pengaruh panas
- (b) Tidak memuai karena panas sehingga menimbulkan tekanan yang tidak perlu pada bangunan

- (c) Material tidak mudah terbakar
- (d) Tidak kehilangan kekuatannya saat terkena api.

Karakteristik tahan api dari beberapa material bangunan yang umum digunakan adalah sebagai berikut:

- ❖ **Batu:** Batu merupakan konduktor panas yang buruk. Batu pasir dengan butiran api dapat menahan api dengan cukup baik. Granit hancur karena api. Batu kapur mudah hancur. Sebagian besar batu hancur selama periode pendinginan setelah dipanaskan oleh api.
- ❖ **Batu bata:** Batu bata dapat menahan panas hingga 1200°C. Pada saat konstruksi, jika mortar berkualitas baik digunakan, ketahanan apinya sangat baik.
- ❖ **Kayu:** Setiap struktur yang terbuat dari kayu akan cepat hancur jika terbakar. Kayu meningkatkan intensitas api. Penggunaan kayu yang berat pada bangunan tidak diinginkan. Untuk membuat kayu lebih tahan api, permukaan kayu dilapisi dengan bahan kimia seperti amonium fosfat dan sulfat, asam borat, dan boraks. Terkadang cat tahan api diaplikasikan pada kayu yang digunakan dalam bangunan.
- ❖ **Beton:** Beton memiliki ketahanan api yang sangat baik. Perilaku beton yang sebenarnya jika terjadi kebakaran bergantung pada kualitas semen dan agregat yang digunakan. Dalam kasus beton bertulang dan beton prategang, hal itu juga bergantung pada posisi baja. Semakin besar penutup beton, semakin baik ketahanan api anggota tersebut. Tidak ada kehilangan kekuatan pada beton saat dipanaskan hingga 250°C. Pengurangan kekuatan dimulai jika suhu melampaui 250°C. Biasanya struktur beton bertulang dapat menahan api selama sekitar satu jam pada suhu 1000°C. Oleh karena itu, beton semen idealnya digunakan sebagai material tahan api.
- ❖ **Baja:** Beton merupakan konduktor panas yang baik. Batang baja kehilangan kekuatan tarik. Baja meleleh pada suhu 600°C. Baja meleleh pada suhu 1400°C. Kolom baja menjadi tidak aman selama kebakaran. Tulangan baja melemahkan struktur beton bertulang. Oleh karena itu, kolom baja biasanya dilindungi dengan bata atau dengan selubung beton. Tulangan beton dilindungi oleh penutup beton. Kisi-kisi dan balok baja diaplikasikan dengan cat tahan api.
- ❖ **Kaca:** Kaca merupakan konduktor panas yang buruk. Kaca memuai sedikit saat dipanaskan. Setelah dipanaskan saat dingin, retakan terbentuk di kaca. Kaca yang diperkuat dengan kawat baja lebih tahan terhadap api dan selama proses pendinginan, bahkan jika pecah, kaca yang retak akan berada di posisi semula.
- ❖ **Aluminium:** Kaca merupakan konduktor panas yang baik. Kaca memiliki ketahanan yang lebih tinggi terhadap api.
- ❖ **Semen Asbes:** Kaca merupakan material yang tidak mudah terbakar. Kaca memiliki ketahanan api yang tinggi.

Proteksi Kebakaran dengan Mengambil Tindakan Pencegahan dalam Konstruksi Bangunan

Sebuah bangunan dapat dibuat lebih tahan api dengan meminimalkan penggunaan material yang mudah terbakar, melindungi baja dengan cat tahan api, dan menyediakan

tangga pada posisi yang sesuai serta melindunginya dari api. Berbagai bagian bangunan dapat dibuat tahan api sebagai berikut:

- ❖ **Dinding:** Dinding bata dengan plester semen memberikan ketahanan api yang lebih baik. Atap: Atap datar R.C.C. memiliki ketahanan api yang baik. Oleh karena itu, atap ini sebaiknya dipilih.
- ❖ **Plafon:** Plafon harus terbuat dari plester semen, papan semen asbes, atau papan serat.
- ❖ **Lantai:** Lantai R.C.C. merupakan lantai yang sangat tahan api.
- ❖ **Bukaan Pintu dan Jendela:** Semua bukaan ini harus dilindungi dari api dengan mengambil tindakan pencegahan berikut:
 - (a) Ketebalan daun jendela tidak boleh kurang dari 40 mm.
 - (b) Alih-alih kayu, daun jendela aluminium atau baja sebaiknya dipilih.
 - (c) Daun jendela harus diberi cat tahan api.
- ❖ **Tangga:** Kayu harus dihindari di tangga. Untuk meminimalkan bahaya kebakaran, tangga harus ditempatkan di tengah bangunan sehingga orang dapat mendekatinya dengan cepat. Lebih dari satu tangga selalu lebih disukai. Tangga darurat harus disediakan di dalam bangunan.
- ❖ **Desain Struktural:** Harus sedemikian rupa sehingga dalam situasi terburuk, bahkan jika sebagian struktur runtuh, tangga harus dilokalisasi dan tersedia rute alternatif untuk melarikan diri.

Sistem Alarm Kebakaran dan Alat Pemadam Kebakaran

Semua bangunan penting harus dilengkapi dengan sistem alarm kebakaran. Alarm dapat berupa alarm manual atau otomatis. Alarm otomatis mendeteksi asap dan mengaktifkan bel.

Alat pemadam kebakaran harus disediakan di semua titik strategis di dalam bangunan. Alat pemadam kebakaran yang umum digunakan adalah sebagai berikut:

- (a) **Manual:** Alat pemadam kebakaran portabel jenis karbon dioksida umumnya digunakan. Terkadang ember berisi air, pasir, dan selimut asbes disiapkan di semua tempat yang memungkinkan terjadinya kebakaran.
- (b) **Hidran Internal:** Hidran harus ditempatkan di dalam dan di sekitar bangunan sehingga air tersedia dengan mudah untuk memadamkan kebakaran.
- (c) **Sprinkler Air Otomatis:** Di bangunan yang rentan terhadap kebakaran seperti pabrik tekstil, pabrik kertas, dipasang sprinkler air otomatis. Saat kebakaran terjadi, percikan air secara otomatis diaktifkan dari sistem perpipaan yang berisi air bertekanan.

LATIHAN SOAL

1. Apa yang Anda pahami dengan istilah gempa bumi? Apa penyebabnya? Sebutkan berbagai jenis gempa bumi.
2. Definisikan dan jelaskan istilah-istilah berikut dengan sketsa yang rapi:
 - (a) Fokus
 - (b) Episentrum
 - (c) Panjang fokus dan

- (d) Jarak episentrum gempa bumi.
- 3. Tulis catatan singkat tentang
 - (a) Besaran
 - (b) Intensitas gempa bumi dan
 - (c) Seismograf.
- 4. Jelaskan berbagai ketentuan yang harus dibuat untuk membuat bangunan berukuran sedang tahan gempa.
- 5. Jelaskan berbagai pita yang harus diberikan pada bangunan agar tahan gempa.
- 6. Tulis catatan singkat tentang
 - (a) Isolator dasar
 - (b) Peredam seismik.
- 7. Perhatikan khusus apa yang harus diberikan untuk membuat bangunan tahan siklon?
- 8. Tulis catatan singkat tentang siklon.
- 9. Jelaskan karakteristik bahan tahan api yang ideal dan bahas sifat tahan api dari empat bahan bangunan.
- 10. Bagaimana sebuah bangunan dapat dibuat tahan api? Jelaskan secara singkat.
- 11. Tulis catatan singkat tentang
 - (a) Sistem alarm kebakaran
 - (b) Alat pemadam kebakaran
 - (c) Beban kebakaran.

BAB 21

MANAJEMEN DAN PERENCANAAN BENCANA

Bencana adalah bencana alam yang dapat berupa:

- Kekeringan
- Banjir
- Siklon
- Kebakaran hutan
- Tanah longsor
- Gempa bumi
- Letusan gunung berapi, dll.

India merupakan salah satu negara berkembang yang paling rentan karena alasan-alasan berikut:

- ❖ Bentuk lahan yang tidak stabil
- ❖ Kepadatan penduduk yang tinggi
- ❖ Kemiskinan
- ❖ Buta huruf dan
- ❖ Kurangnya infrastruktur yang memadai.

Di India, sekitar 60 persen daratannya rawan gempa bumi. Lebih dari 40 juta hektare rawan banjir. 8 persen rawan siklon dan 68 persen rawan kekeringan. Dari tahun 1990-2000, rata-rata setiap tahun 4344 orang kehilangan nyawa dan 30 juta orang terdampak bencana. Oleh karena itu, perlu diadopsi pendekatan multidimensi yang melibatkan berbagai proses ilmiah, teknik, keuangan, dan sosial. Selain dampak yang menghancurkan bagi kehidupan manusia, dampaknya juga merugikan ekonomi dan lingkungan.

Dalam bab ini, strategi pencegahan bencana, sistem peringatan dini, mitigasi dan perlindungan bencana, penyelamatan dan pemulihan pascabencana, pemukiman kembali pascabencana, rehabilitasi, rekonstruksi, dan teknik manajemen bencana telah disajikan.

21.1 STRATEGI PENCEGAHAN BENCANA

Pembangunan bendungan dapat mencegah malapetaka banjir. Identifikasi sungai dan bangun bendungan untuk mengatur aliran air selama hujan deras. Banjir di banyak daerah seperti Punjab, dataran tinggi Gangga, Assam, dan Benggala telah dikendalikan secara luas. Menyebarkan kesadaran untuk membangun bangunan tahan gempa, siklon, dan api dapat mencegah bencana. Proyek irigasi besar dan kecil bertujuan untuk mengendalikan kekeringan.

21.2 SISTEM PERINGATAN DINI

Teknologi antariksa memainkan peran penting dalam mitigasi bencana yang efisien. Departemen Meteorologi India telah mengembangkan sistem peringatan empat tahap untuk

siklon. Sistem ini bekerja berdasarkan pengamatan perkembangan tekanan rendah di lautan 48 jam sebelum waktu siklon yang diperkirakan akan menghantam daratan, peringatan peringatan diberikan. 24 jam sebelum waktu kedatangan siklon yang diantisipasi, peringatan diberikan. Kemudian 12 jam sebelum waktu kedatangan siklon diberikan. Peringatan tentang badai, intensitasnya, dan kemungkinan jalurnya diberikan secara berkala melalui radio dan televisi hingga badai berlalu.

21.3 KESIAPAN BENCANA

Di semua tingkatan administrasi sipil, komite dibentuk dan tanggung jawab serta keuangan yang sangat dibutuhkan dipercayakan. Di tingkat nasional, Kementerian Dalam Negeri, Pemerintah India, dibentuk divisi penanggulangan bencana nasional. Divisi ini telah menyiapkan pedoman untuk penanggulangan bencana. Otoritas penanggulangan bencana nasional bertanggung jawab untuk

- Memberikan dukungan dan bantuan yang diperlukan kepada Pemerintah negara bagian.
- Mengkoordinasikan dan mengelola kebijakan Pemerintah untuk mitigasi bencana.
- Memastikan kesiapan yang memadai di semua tingkatan.
- Mengkoordinasikan respons terhadap bencana saat terjadi.
- Membantu Pemerintah sementara dalam mengkoordinasikan bantuan dan rehabilitasi pascabencana.
- Memantau dan memperkenalkan budaya membangun fitur-fitur yang diperlukan untuk mitigasi bencana dalam semua rencana dan program pembangunan.

Di India, semua negara bagian telah diminta untuk mendirikan Otoritas Manajemen Bencana. Kepala Menteri mengepalai otoritas ini. Ia dibantu oleh pejabat senior dari berbagai departemen seperti Sumber Daya Air, Pertanian, Pasokan Air, Lingkungan Hidup, Kehutanan, Pembangunan Perkotaan dan Pedesaan.

Di tingkat distrik, hakim distrik/wakil komisaris mengepalai komite. Ia dibantu oleh pejabat dari berbagai departemen di distrik tersebut. Di tingkat blok, komite manajemen bencana juga telah dibentuk. Setiap orang yang terkait diberi tahu tentang tugas dan tanggung jawabnya dalam manajemen bencana. Komite tersebut memiliki peran utama dalam

- Keterlibatan masyarakat dan peningkatan kesadaran.
- Interaksi yang erat dengan sektor korporat, Organisasi Non-Pemerintah (LSM), dan media.
- Melatih para manajer bencana.

Melatih orang-orang yang peduli dalam menghadapi bencana nasional merupakan bagian yang sangat penting dari kesiapsiagaan terhadap gangguan. Program pelatihan diselenggarakan di Lembaga Pelatihan Administratif dan di berbagai tempat untuk kelompok sasaran yang berbeda. Dalam kurikulum CBSE juga ditambahkan pelajaran tentang mitigasi bencana.

Para tukang batu dan insinyur harus dilatih untuk membangun gedung yang tahan gempa, angin topan, dan api. Staf rumah sakit harus dilatih untuk menghadapi tantangan

manajemen bencana. Daerah rawan bencana harus diidentifikasi dan di tempat-tempat yang sesuai harus dibangun rumah sakit yang baik, fasilitas komunikasi disediakan termasuk pendaratan helikopter. Obat-obatan yang cukup harus disimpan.

21.4 MITIGASI BENCANA

Mitigasi bencana berarti meminimalkan penderitaan yang terjadi akibat bencana. Setelah bencana, masyarakat menghadapi masalah-masalah berikut:

1. Tempat perlindungan rusak sebagian atau seluruhnya
2. Makanan tidak tersedia saat dibutuhkan
3. Kekurangan air minum dirasakan.
4. Penyakit menyebar.
5. Sistem komunikasi terpengaruh.

Untuk mengurangi penderitaan masyarakat yang terkena dampak, langkah-langkah berikut harus diambil:

1. Menyediakan tempat tinggal sementara dengan pasokan air, fasilitas sanitasi, dan listrik.
2. Memberikan bantuan tenaga kerja, material, dan keuangan untuk memperbaiki/membangun rumah mereka.
3. Selama periode yang diperkirakan terjadi badai dan banjir, simpanlah persediaan bahan makanan pokok, obat-obatan, dan pasokan air setidaknya untuk tujuh hari.
4. Tetap dengarkan peringatan dan tetap berhubungan dengan pejabat setempat.
5. Bersiaplah untuk mengevakuasi masyarakat ke tempat yang aman jika diminta.
6. Buang bagian pohon yang rusak dan lapuk agar dapat menahan angin dan mengurangi potensi kerusakan.
7. Sebelum musim siklon dimulai, lakukan semua perbaikan yang diperlukan pada bangunan.
8. Simpan barang berharga dan dokumen dalam wadah yang tidak dapat rusak oleh air.
9. Bicaralah kepada anak-anak dan jelaskan tentang siklon/lantai. Tetap tenang.
10. Nelayan diimbau untuk tidak melaut selama periode peringatan siklon.
11. Hindari berlindung di dekat bangunan tua dan rusak atau di dekat pohon.
12. Jangan menyentuh kabel listrik.

21.5 TINDAKAN PENYELAMATAN DAN BANTUAN KARENA BENCANA

Penyelamatan dan bantuan bencana berarti mengambil langkah-langkah untuk menghadapi situasi darurat setelah bencana terjadi. Kelompok relawan, kepolisian, atau tim militer dibentuk untuk:

- ❖ Menyelamatkan orang-orang yang terjebak.
- ❖ Memberikan pertolongan pertama kepada yang terluka.
- ❖ Mendonorkan darah.
- ❖ Mengorganisir pembersihan sehingga keadaan kembali normal.
- ❖ Menemukan tempat-tempat di mana mayat dapat disimpan sampai mereka dibuang.

Kelompok-kelompok tersebut harus mengetahui bahwa para korban mengalami demoralisasi, kecemasan, dan depresi. Para relawan harus memenangkan kepercayaan para korban dan melaksanakan operasi penyelamatan.

Petugas yang melaksanakan tindakan penyelamatan dan bantuan harus memiliki kualitas kepemimpinan yang baik dan kemampuan mengambil keputusan yang cepat. Pengumuman darurat harus dibuat. Tim penyelamat yang diperlukan harus dibentuk dan dipandu. Otoritas yang lebih tinggi diberi tahu tentang situasi tersebut secara terus-menerus. Memobilisasi sumber daya nasional, jika perlu. Mereka harus mengambil langkah-langkah untuk kompensasi dan pemeliharaan operasi penyelamatan.

21.6 PEMUKIMAN KEMBALI, REHABILITASI DAN REKONSTRUKSI KARENA BENCANA

Pemukiman kembali, rehabilitasi dan rekonstruksi akibat bencana berarti mengambil langkah-langkah untuk mengurangi masalah korban setelah bencana berakhir. Korban membutuhkan bantuan dan pendampingan untuk kembali ke rumah mereka setelah masa bencana berakhir. Mereka dapat dibantu untuk membangun kembali rumah mereka yang rusak. Jika daerah tersebut rawan banjir, mereka dapat diberikan lokasi di daerah pemukiman baru yang aman. Bantuan keuangan dapat dimobilisasi untuk membangun rumah. Daerah baru harus dikembangkan dengan menyediakan jalan akses, pasokan air dan listrik.

Kehilangan nyawa dan tanaman harus diberi kompensasi. Permukiman baru harus memiliki fasilitas sekolah dan rumah sakit. Semua upaya harus dilakukan untuk memulihkan keadaan normal.

LATIHAN SOAL

1. Definisikan istilah 'bencana'. Sebutkan berbagai bencana. Sebutkan berbagai faktor yang berkontribusi terhadap masalah manajemen bencana.
2. Tuliskan catatan singkat tentang
 - (a) Sistem peringatan dini bencana
 - (b) Kesiapsiagaan bencana
 - (c) Mitigasi bencana
 - (d) Metode penyelamatan dan bantuan bencana
 - (e) Pemukiman kembali, rehabilitasi dan rekonstruksi pascabencana.

BAB 22

KODE STANDAR

Semua negara besar seperti India, AS, Inggris, Australia memiliki standar mereka sendiri untuk standar material, standar pengujian, prosedur desain, dan untuk produk jadi. Sebelum kemerdekaan, India mengikuti standar Inggris, tetapi setelah kemerdekaan, dirasakan perlunya menyiapkan standar untuk memenuhi lingkungan India. Oleh karena itu, Lembaga Standar India didirikan, yang sekarang dikenal sebagai Biro Standar India. Lembaga ini telah menyiapkan lebih dari 4000 standar dan kadang-kadang kode standar baru dikeluarkan. Dalam bab ini beberapa kode IS penting untuk desain dan konstruksi bangunan dicantumkan dan dijelaskan secara singkat.

22.1 KODE IS UNTUK DESAIN BANGUNAN

Kode-kode berikut membantu para insinyur untuk merancang bangunan:

- (i) **IS 456–2000:** Ini adalah kode praktik untuk desain beton polos dan beton bertulang. Pertama kali diterbitkan pada tahun 1953. Direvisi pada tahun 1957, 1984 dan revisi terakhir pada tahun 2000. Memberikan spesifikasi atau menetapkan kode lain untuk persyaratan berbagai bahan yang digunakan dalam pembuatan beton. Mengelompokkan beton ke dalam berbagai tingkatan berdasarkan kekuatan kubus beton 28 hari. Menentukan metode dan perhatian yang harus diambil dalam pengangkutan, penempatan, pemadatan dan penggunaan beton. Memberikan pertimbangan desain umum, persyaratan desain khusus dan memberikan prosedur desain untuk berbagai elemen struktural dengan pendekatan metode batas keadaan. Persyaratan kekuatan dan kemudahan servis harus dipenuhi dalam desain.
- (ii) **IS 800–2007:** Berjudul Konstruksi Umum dalam kode dan praktik baja. Untuk mencapai standar yang efisien dan optimal untuk produk baja struktural, Lembaga Standar India memulai tindakan pada tahun 1950 dan mampu mengeluarkan kode pada tahun 1956. Kode tersebut direvisi pada tahun 1962, 1984 dan revisi terakhir pada tahun 2007. Kode tersebut memberikan pedoman untuk berbagai kelas baja, beban yang harus dipertimbangkan dalam desain dan metode mendesain anggota baja dengan metode keadaan batas. Kode tersebut memberikan persyaratan kemudahan servis yang harus dipenuhi dalam desain.
- (iii) **IS 875–1984:** Ini adalah Kode praktik India untuk Beban Desain untuk Bangunan dan Struktur. Kode tersebut tersedia dalam lima bagian. Spesifikasi tersedia untuk menerima beban seperti beban mati, beban hidup, beban angin, beban salju, beban derek, dll. Beban mati bergantung pada jenis struktur dan juga pada bagian struktur. Beban angin dan beban salju bergantung pada wilayah, lokasi tapak, kemiringan atap bangunan, ketinggian bangunan, dll. Kode tersebut memberikan pedoman untuk menentukan beban-beban ini pada bangunan yang akan dirancang. Kode tersebut juga memberikan kombinasi beban yang harus dipertimbangkan dalam desain bangunan.

- (iv) **IS 1343–1980**: Kode praktik untuk beton prategang. Kode ini memberikan panduan untuk memilih material, menentukan pengerjaan, inspeksi, dan pengujian. Persyaratan desain umum dan metode batas kondisi untuk desain struktural disajikan. Persyaratan untuk ketahanan juga ditentukan.
- (v) **IS 1893–2002**: Kode ini memberikan kriteria untuk Desain Struktur Tahan Gempa.
- (vi) **IS 4928–1993**: adalah kode praktik untuk Desain dan Konstruksi Bangunan Tahan Gempa.
- (vii) **IS 13827–1992**: memberikan panduan untuk Meningkatkan Ketahanan Gempa pada Bangunan Masonry Berkekuatan Biaya Rendah.
- (viii) **IS 13920–1997**: Kode praktik untuk Perincian Daktil pada Struktur Beton Bertulang yang Dikenakan Gaya Seismik.
- (ix) **IS 13935–1993**: memberikan panduan untuk Perbaikan dan Penguatan Bangunan Seismik.

22.2 KODE IS UNTUK BAHAN BANGUNAN DAN KONSTRUKSI

Berikut ini adalah daftar beberapa kode IS yang memberikan persyaratan untuk bahan bangunan:

- (a) **IS 455–1989**: Spesifikasi untuk semen terak portland. IS 516–1959. Metode pengujian untuk kekuatan beton.
- (b) **IS 269–1989**: Spesifikasi untuk semen portland biasa.
- (c) **IS 1123–1975**: Metode identifikasi batu bangunan alami. IS 383–1970. Spesifikasi untuk agregat kasar dan halus.
- (d) **IS 432–1982**: Spesifikasi untuk baja lunak.
- (e) **IS 3495–1976**: Memberikan spesifikasi untuk batu bata bangunan.
- (f) **IS 287–1973**: Memberikan kadar air maksimum yang diizinkan dalam kayu untuk zona yang berbeda dan untuk penggunaan yang berbeda.

LATIHAN SOAL

1. Apa itu kode IS? Jelaskan pentingnya kode tersebut.
2. Tuliskan nama empat kode IS yang digunakan untuk desain dan konstruksi bangunan. Jelaskan secara singkat.

DAFTAR PUSTAKA

- Akbarnezhad, A. (2017). *Innovative concrete materials: Properties and applications*. Springer.
- Alhozaimy, A. (2016). *Smart materials for sustainable construction*. Wiley.
- Arnaud, L. (2016). *Building materials in sustainable architecture*. Routledge.
- Ashby, M. F. (2013). *Materials: Engineering, science, processing, and design*. Butterworth-Heinemann.
- Barritt, A. (2017). *Sustainable building materials: The essentials*. Green Books.
- Bhatia, A. (2016). *Concrete technology*. New Age International.
- Bhattacharjee, S. (2017). *Concrete and construction engineering*. CRC Press.
- Borkowski, R. (2019). *Materials science in construction*. Wiley.
- Burch, M. (2018). *The complete guide to building materials*. Taunton Press.
- Campanella, A. (2019). *Building materials and their environmental impact*. Springer.
- Cerny, R. (2018). *Advanced construction techniques and materials*. CRC Press.
- Chappat, M. (2015). *Modern building materials: Properties and applications*. Wiley.
- Chinchore, P. (2018). *Sustainable construction: Materials and methods*. Wiley.
- Choudhary, A. (2017). *Materials for resilient infrastructure*. Springer.
- Cruz, M. (2015). *Green materials for construction and energy*. Wiley.
- De Silva, M. (2019). *Building materials: A comprehensive guide*. Springer.
- Durmisevic, E. (2016). *Adaptive building structures and materials*. Elsevier.
- Eberhard, M. (2015). *Steel construction manual*. American Institute of Steel Construction.
- Fard, M. (2018). *Sustainable materials for modern construction*. Woodhead Publishing.
- Fawzy, A. (2017). *Sustainable construction materials*. Wiley.
- Filippone, G. (2017). *Composite materials in construction*. Woodhead Publishing.
- Ganesan, K., & Rajagopal, K. (2015). *Cement and concrete: A comprehensive guide*. CRC Press.
- Gibbons, J. (2018). *Understanding building materials*. Routledge.
- Gokhale, S. (2016). *Building materials for sustainable development*. Springer.
- Gransberg, D. (2017). *Construction materials: An introduction*. Springer.

- Gupta, R. (2018). *Innovative building materials*. Materials Today.
- Gupta, S. (2019). *Building materials: Properties and testing methods*. CRC Press.
- Hawkes, D. (2016). *Materials for a sustainable future*. Wiley.
- Horne, R. (2019). *The future of construction materials*. Wiley.
- Hossain, K. (2018). *Building material science*. Wiley.
- Hossain, M. (2018). *Natural materials in construction*. Routledge.
- Khanna, A. (2019). *Emerging trends in building materials*. Springer.
- Klemencic, R. (2017). *Structural materials in construction*. American Society of Civil Engineers.
- Kumar, A., & Singh, R. (2015). *Advanced construction materials*. Elsevier.
- Kumar, S. (2015). *Reinforced concrete materials and design*. Wiley.
- Lam, M. (2018). *Green building materials: A comprehensive guide*. CRC Press.
- Le, D. (2016). *Sustainable building and construction materials*. CRC Press.
- Lee, J. (2020). *Materials for sustainable development*. Cambridge University Press.
- Li, V. C. (2016). *Engineered cementitious composites: Materials and applications*. Springer.
- Malhotra, V. (2014). *High-performance concrete*. McGraw-Hill.
- Mavrogianni, A. (2018). *Building materials for energy efficiency*. Springer.
- Mehta, P. K., & Monteiro, P. J. (2014). *Concrete: Microstructure, properties, and materials*. McGraw-Hill.
- Miao, X. (2018). *Materials for energy-efficient buildings*. Wiley.
- Moller, H. (2017). *Construction materials: Principles and applications*. Routledge.
- Murty, B. (2019). *Advanced building materials and technologies*. Springer.
- Nanda, R. (2015). *The science of building materials*. Prentice Hall.
- Nascimento, A. (2016). *Materials for modern architecture*. Wiley.
- Nunes, A. (2017). *Advanced construction materials: Innovations and solutions*. Elsevier.
- O'Connor, T. (2019). *Smart materials in civil engineering*. Wiley.
- O'Neill, M. (2019). *Natural building materials: A guide to sustainable construction*. Green Books.
- Odigure, J. (2014). *Sustainable construction materials and technologies*. Springer.
- Pacheco-Torgal, F. (2017). *Eco-efficient construction and building materials*. Woodhead Publishing.

- Pava, J. (2015). *Innovative materials for construction*. Routledge.
- Poon, C. S. (2016). *Recycling concrete and sustainable development*. Springer.
- Prakash, R. (2016). *Material selection for sustainable construction*. Springer.
- Reddy, K. (2015). *Smart construction materials: Properties and applications*. CRC Press.
- RILEM. (2018). *Materials for sustainable construction: Proceedings of the RILEM International Conference*. RILEM Publications.
- Saha, S. (2018). *Advanced materials in construction: Innovations and applications*. Elsevier.
- Schmidt, H. (2015). *Building materials and construction techniques*. Wiley.
- Singh, P. (2018). *Biomaterials in construction: Properties and applications*. CRC Press.
- Smith, S. (2019). *Building materials for the 21st century*. Springer.
- Subramanian, K. (2017). *Building materials and sustainable design*. CRC Press.
- Tam, V. W. Y., & Tam, C. M. (2015). *Material reuse in construction*. Elsevier.
- Torgal, F. P. (2016). *Building with earth: Materials and techniques for sustainable construction*. Springer.
- Totten, G. E. (2014). *Materials and process in manufacturing*. Wiley.
- Wang, H. (2017). *Advanced building materials and systems*. Springer.
- Wong, P. (2016). *Eco-friendly building materials: Properties and applications*. CRC Press.
- Yoon, S. (2019). *Modern construction materials: A global perspective*. Wiley.
- Zhang, Y. (2018). *Smart building materials and technologies*. Springer.
- Zuo, J. (2015). *Building materials and their impact on sustainability*. Routledge.

BAHAN BANGUNAN

Dr. Agus Wibowo, M.Kom, M.Si, MM.

BIO DATA PENULIS



Penulis memiliki berbagai disiplin ilmu yang diperoleh dari Universitas Diponegoro (UNDIP) Semarang. dan dari Universitas Kristen Satya Wacana (UKSW) Salatiga. Disiplin ilmu itu antara lain teknik elektro, komputer, manajemen, ilmu sosiologi dan ilmu hukum. Penulis memiliki pengalaman kerja pada industri elektronik dan sertifikasi keahlian dalam bidang Jaringan Internet, Telekomunikasi, Artificial Intelligence, Internet Of Things (IoT), Augmented Reality (AR), Technopreneurship, Internet Marketing dan bidang pengolahan dan analisa data (komputer statistik), Ilmu Perpajakan.

Penulis adalah pendiri dari Universitas Sains dan Teknologi Komputer (Universitas STEKOM) dan juga seorang dosen yang memiliki Jabatan Fungsional Akademik Lektor Kepala (Associate Professor) yang telah menghasilkan puluhan Buku Ajar ber ISBN, HAKI dari beberapa karya cipta dan Hak Paten pada produk IPTEK. Sejak tahun 2023 penulis tercatat sebagai Dosen luar biasa di Fakultas Ekonomi & Bisnis (FEB) Universitas Diponegoro Semarang. Penulis juga terlibat dalam berbagai organisasi profesi dan industri yang terkait dengan dunia usaha dan industri, khususnya dalam pengembangan sumber daya manusia yang unggul untuk memenuhi kebutuhan dunia kerja secara nyata.



YAYASAN PRIMA AGUS TEKNIK

PENERBIT :

YAYASAN PRIMA AGUS TEKNIK
Jl. Majapahit No. 605 Semarang
Telp. (024) 6723456. Fax. 024-6710144
Email : penerbit_ypat@stekom.ac.id

ISBN 978-623-8642-42-7 (PDF)

