



DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

PPPPTK BMTI

GAMBAR KONSTRUKSI BANGUNAN

SEMESTER 4



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, DAN KEMASYARAKATAN

REPUBLIC OF INDONESIA

PUSAT PENGEMBANGAN DAN PEMBERDAYAAN

PENDIDIKAN TENAGA KEPENDIDIKAN

BIDANG MESIN DAN TEKNIK INDUSTRI

2013

KATA PENGANTAR

Salah satu upaya yang dapat langsung dimanfaatkan di Sekolah Menengah Kejuruan adalah adanya bahan pelajaran sebagai pegangan, pembuka pikiran ataupun bekal dalam mempelajari sesuatu yang dapat berguna bila terjun ke dunia industri sesuai dengan keahliannya. Dengan strategi ini diharapkan bertambah minat baca bagi kalangan pelajar sehingga wawasannya menjadi berkembang.

Dengan adanya dorongan dari masyarakat dan pemerintah yang ikut berperan aktif dalam pengembangan pendidikan, diharapkan dapat diwujudkan secara terus-menerus. Buku Gambar Konstruksi Bangunan Semester 4 ini, merupakan salah satu pengetahuan bagaimana menggambar secara baik dan benar sesuai dengan kaidah konstruksi bangunan. Di samping itu kebenaran konstruksi dalam gambar teknik akan banyak membantu dalam menentukan kualitas bangunan.

Dalam buku ini dibahas tentang bagaimana menggambar suatu konstruksi bangunan sesuai kaidah perencanaan standar perencanaan bangunan yang berlaku saat ini. Kiranya apa yang dituangkan dalam buku ini sudah berpedoman pada standar kompetensi dan kompetensi dasar dan apabila ada suatu yang kurang berkenan baik isi maupun kalimat, mohon saran untuk perbaikan berikutnya.

Terima Kasih

, Desember 2013

Penyusun,

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	1
DAFTAR ISI	3
DAFTAR GAMBAR	4
BAB 6 MENGGAMBAR KONSTRUKSI TANGGA	11
A. Macam – macam Tangga	11
B. Dasar Perhitungan Tangga	16
C. Tangga Kayu	29
D. Tangga Beton BERTULANG	40
E. Tangga Baja	46
BAB 7 MENGGAMBAR KONSTRUKSI ATAP DAN LANGIT-LANGIT	62
A. Dasar Perhitungan Kuda-Kuda	62
BAB 8 MENGGAMBAR UTILITAS BANGUNAN GEDUNG	191
BAB 10 PENUTUP	230
DAFTAR PUSTAKA	231
DAFTAR ISTILAH/ GLOSARI	233

DAFTAR GAMBAR

Gambar 6. 1 Tangga lurus 1	11
Gambar 6. 2 Tangga Berbelok arah model L.....	12
Gambar 6. 3 Tangga Berbalik Arah - Model U	13
Gambar 6. 4 Tangga Bercabang - Model Y	14
Gambar 6. 5 Tangga Putar - Model Spiral	15
Gambar 6. 6 Tangga Melingkar	16
Gambar 6. 7 Ukuran lebar tangga	17
Gambar 6. 8 Tangga.....	23
Gambar 6. 9 Tangga melingkar.....	25
Gambar 6. 10 Rencana dan potongan tangga beton.....	26
Gambar 6. 11 Tangga beton prefab.....	27
Gambar 6. 12 Penyelesaian anak tangga.....	28
Gambar 6. 13 Konstruksi Tangga	31
Gambar 6. 14 Konstruksi Penulangan Tangga.....	32
Gambar 6. 15 Ditail tangga a	33
Gambar 6. 16 Ditail tangga b	34
Gambar 6. 17 Ditail tangga c	35
Gambar 6. 18 Ditail tangga d.....	36
Gambar 6. 19 Ditail Tangga e.....	36
Gambar 6. 20 Tangga kayu	37
Gambar 6. 21 Detail railing tangga.....	38
Gambar 6. 22 Tangga baja	39

Gambar 6. 23 Konstruksi Tangga Beton.....	42
Gambar 6. 24 Konstruksi Penulangan Tangga.....	43
Gambar 6. 25 Tangga Bordes Dua Lengan.....	44
Gambar 6. 26 Tangga Bordes Tiga Lengan	44
Gambar 6. 27 Tangga Dua Perempatan	45
Gambar 6. 28 Tangga Dengan Permulaan Perempatan	45
Gambar 6. 29 Tangga Dengan Penghabisan Perempatan	46
Gambar 6. 30 Tangga baja	51
Gambar 6. 31 ilustrasi Tangga baja	53
Gambar 6. 32 Tangga melingkar.....	55
Gambar 6. 33 Rencana dan potongan tangga prefab	57
Gambar 6. 34 Penyelesaian anak tangga.....	58
Gambar 6. 35 Denah rencana tangga kayu	59
Gambar 6. 36 detail railing tangga.....	60
Gambar 6. 37 Tangga baja	61
Gambar 7. 1 Pembebananbebanmatidanbebanhiduppadakuda-kuda	69
Gambar 7. 2 Koefisienanginbangunantertutup	71
Gambar 7. 3 Koefisienanginbangunanterbukasebelah	72
Gambar 7. 4 Koefisienanginbangunantanpadinding.....	74
Gambar 7. 5 Pembebananbebananginbpadakuda-kuda	75
Gambar 7. 6 Detailsambungankuda- kudakayu(<i>Sumber.AnalisaTimdanPedomanteknispebangunanrumahtahangempa</i>).....	78
Gambar 7. 7 Potonganmemanjang	79
Gambar 7. 8 JembatanKayu	79
Gambar 7. 9 Papanlantaijembatan.....	80

Gambar 7. 10 Balokjembatan	82
Gambar 7. 11 JembatanKayuSungaiRenadiNorwegia,bentang45m	84
Gambar 7. 12 Ereccionjembatankayulaminasi.	86
GambarGambar 7. 13 ProsesereccionjembatankayusungaiRena.....	87
Gambar 7. 14 Pemasanganlantaiprecastdiatasjembatankayu.	88
Gambar 7. 15 Detailsambunganprecastdeckdankayulaminasiatas.....	89
Gambar 7. 16 JembatankayusungaiRena,Norwegia	90
Gambar 7. 17 .Denahbekisting	90
Gambar 7. 18 Pembebananpadabekisting	91
Gambar 7. 19 Pembebanandinjauuntuksebuahjalurselebar1meter.....	92
Gambar 7. 20 Pembebananpadapapan	92
Gambar 7. 21 Pembebananpadabalok	94
Gambar 7. 22 Reaksi padabalok.....	95
Gambar 7. 23 Pembebananpadakayupenyangguh	96
Gambar 7. 24 Pembebananpadagordingcontohsoal1	102
Gambar 7. 25 Jembatankayucontohsoal2.....	105
Gambar 7. 26 Denahbekisitingcontohsoal3.	110
Gambar 7. 27 Fungsi peredam panas	122
Gambar 7. 28 Peredam suara dan akustik	123
Gambar 7. 29 menimbulkan kesan ruang.....	124
Gambar 7. 30 Susunan plafond 1	131
Gambar 7. 31 Susunan Plafond 2.....	132
Gambar 7. 32 Contoh gambar rencana plafond	134
Gambar 7. 33 Gambar rencana plafond	135

Gambar 7. 34 Gambar rencana atap.....	137
Gambar 7. 35 PotonganKuda-kudadanSetengahKuda-kuda.....	138
Gambar 7. 36 Kuda-kudaPelana	139
Gambar 7. 37 DitailKonstruksiKuda-kudaa.....	139
Gambar 7. 38 DitailKonstruksiKuda-kudab	140
Gambar 7. 39 DitailKonstruksiKuda-kudac.....	141
Gambar 7. 40 DitailKonstruksiKuda-kudad	142
Gambar 7. 41 Detail kuda-kuda	143
Gambar 7. 42 Kuda-kudaJoglo	144
Gambar 7. 43 DitailKonstruksiKuda-kudaJoglo.....	145
Gambar 7. 44 DitailKonstruksiKuda-kudaJogloc	146
Gambar 7. 45 Kuda-kudaGergajidanDetail.....	147
Gambar 7. 46 DitailKonstruksiKuda-kudaGergaji	148
Gambar 7. 47 MacamBentukKuda-kudaBaja	149
Gambar 7. 48 Bentukatap.....	151
Gambar 7. 49 BentukAtapb	152
Gambar 7. 50 BentukAtapc.....	153
Gambar 7. 51 GentengBiasa	155
Gambar 7. 52 Gentengyangdisempurnakan	156
Gambar 7. 53 GentengSilang	157
Gambar 7. 54 GentengBubungan.....	158
Gambar 7. 55 Sirap	159
Gambar 7. 56 AtapSemenAsbesgelombang.....	161
Gambar 7. 57 DitailAtapSemenAsbesgelombang	162

Gambar 7. 58 PemasanganGording	163
Gambar 7. 59 PemasanganPakuPancin	165
Gambar 7. 60 Ditail–detailatapsederhana	166
Gambar 7. 61 NokStelGelombang	167
Gambar 7. 62 CaraPemasanganNokStelGelombang	Error! Bookmark not defined.
Gambar 7. 63 NokStelRata	Error! Bookmark not defined.
Gambar 7. 64NokPatentGelombang	Error! Bookmark not defined.
Gambar 7. 65 PenutupUjungGergaji.....	170
Gambar 7. 66 PenutupSaluranBergelombang.....	171
Gambar 7. 67 PenutupUjungAtasBergelombang.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 7. 68 PenutupSisi.....	173
Gambar 7. 69 LisplangSiku-siku	174
Gambar 7. 70 LisplangLengkung.....	175
Gambar 7. 71 ProyeksiBalokJurai	177
Gambar 7. 72 HubungandanSambunganpadaJurai	178
Gambar 7. 73 Kuda-KudaGantungDenganBukaanJurai	179
Gambar 7. 74 PerletakanJuraiDalam,PapanTalangdanGording.....	181
Gambar 7. 75 DenahPerletakanKuda-Kuda.....	182
Gambar 7. 76.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 7. 77 KonstruksiTalangHorisontalA	183
Gambar 7. 78 KonstruksiTalangHorisontalB.....	184
Gambar 7. 79 KonstruksiTalangHorisontalC`	185
Gambar 7. 80 Rencana Plafon Rumah Tinggal.....	186
Gambar 7. 81 Konstruksi Langit-langit	187

Gambar 7. 82.....	188
Gambar 7. 83.....	188
Gambar 7. 84 Gantungan Langit-langit	189
Gambar 7. 85 Ditail Konstruksi Langit-langit A	189
Gambar 7. 86 Ditail Konstruksi Langit-langit B.....	190
Gambar 8. 1 Denah sanitasi/plumbing.....	192
Gambar 8. 2 Sistem tidak langsung pada distribusi air bersih	194
Gambar 8. 3 Sistem langsung pada distribusi air bersih.....	194
Gambar 8. 4 Sprinkler Head Tipe Quatzoid Bulb	197
Gambar 8. 5 Sprinkler Head Tipe Side Wall.....	197
Gambar 8. 6 (a) (b) (c) (d) Metode Distribusi Untuk Sprinkler.....	202
Gambar 8. 7 Indoor Hydrant Box	203
Gambar 8. 8 Outdoor Hydrant Box.....	203
Gambar 8. 9 Hose Reel	204
Gambar 8. 10 Suplai Air untuk Hydrant Pillar	204
Gambar 8. 11 Hydrant Pillar	205
Gambar 8. 12 Siamese Connection	205
Gambar 8. 13 Tetrahedron Api	209
Gambar 8. 14 Kurva Suhu Api	210
Gambar 8. 15 Penjalaran Kebakaran secara Konduksi	215
Gambar 8. 16 Penjalaran Kebakaran secara Radiasi	216
Gambar 8. 17 Diagram Sistem Kerja Perlengkapan Kebakaran	219
Gambar 8. 18 Pemasangan Bath tub	224
Gambar 8. 19 Pemasangan bak cuci piring.....	225

Gambar 8. 20 Pipavertikalantarantai(atas),Instalasiatasplafond(tengah) danpipaairkotordi bawahlantai(bawah)	227
Gambar 8. 21 Pemipaan/plumbing instalasi air dalam rumah tinggal	228
Gambar 8. 22 Perlengkapan sanitasi	229

BAB 6 MENGGAMBAR KONSTRUKSI TANGGA

A.MACAM – MACAM TANGGA

1. Tangga Lurus Model I

Tangga ini sering juga disebut atau dikenal dengan nama One Wall Stair. Tangga ini menerus dari bawah ke atas tanpa adanya belokan. Tapi terkadang ada juga yang berisi bordes atau tempat istirahat sementara. Tangga jenis ini sangat banyak memerlukan lahan dan cocok untuk rumah yang luas. Selain itu bagian yang berada dibawah tangga bisa dimanfaatkan menjadi ruangan tertentu.



Gambar 6. 1 Tangga lurus 1

2. Tangga Berbelok Arah - Model L

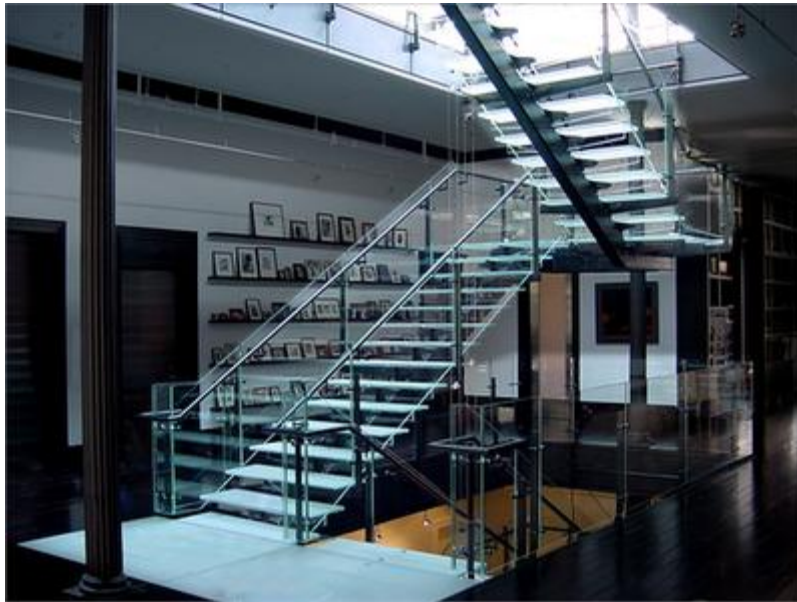
Disebut dengan Tangga Model L karena tangga ini berbentuk seperti huruf L yang pada bagian tertentu berbelok arah. Tangga Jenis ini banyak digunakan pada hunian minimalis modern karena hemat tempat dan pas.



Gambar 6. 2 Tangga Berbelok arah model L

3. Tangga Berbalik Arah - Model U

Tangga paling umum digunakan oleh masyarakat kita. Hampir sama dengan tangga model L, hanya saja tangga model ini pada ketinggian tertentu tidak hanya berbelok arah tapi berbalik arah dari arah datang. Tidak terlalu membutuhkan ruang seluas tangga model I ataupun U. Sangat umum digunakan di unit-unit perumahan yang rata-rata tidak terlalu luas. Ruang bawah tangga lebih luas dibandingkan dengan model I dan L, bahkan bisa digunakan untuk kamar mandi atau gudang.



Gambar 6. 3Tangga Berbalik Arah - Model U

4. Tangga Bercabang - Model Y

Adalah tangga yang bercabang. Bentuknya mirip huruf 'Y' dengan bordes sebagai pusat tangga. Biasanya pada rumah-rumah besar. Tangga jenis ini memakan ruang yang cukup luas bahkan sangat luas untuk menampilkan kesan megah dan mewah. Alurnya, naik dari bawah kemudian pada area peralihan atau bordes, arah tangga berikutnya akan bercabang ke kiri dan kekanan. Biasanya dari lantai 1 ke lantai 2. Jarang ada yang menggunakan untuk step tangga berikutnya karena tangga bentuk ini fungsi estetisnya lebih ditonjolkan. Selain dirumahrumah mewah biasanya dibangun di gedung-gedung penting.



Gambar 6. 4 Tangga Bercabang - Model Y

5. Tangga Putar - Model Spiral

Tak memiliki lahan yang luas untuk menempatkan tangga? Gunakan tangga putar. Tangga putar ini kadang ada yang menyebutnya tangga spiral. Tangga ini adalah tangga yang paling hemat tempat. Biasanya hanya membutuhkan area tidak lebih dari 1,5mx1,5m. Sering digunakan sebagai tangga menuju loteng atau tempat jemuran. Penempatannya kadang-kadang di luar ruangan. Bahan material pembuat tangga ini biasanya dari besi karena relatif mudah untuk dibuat melengkung atau spiral. Lebar rata-rata anak tangga horizontal adalah 60 cm. sedang tinggi injakan anak tangga biasanya lebih tinggi dari tangga lain yaitu rata-rata 25 cm. Hanya untuk dilewati satu orang. Tangga ini lebih menekankan fungsi dari pada keindahan meskipun ada juga yang membuatnya tampil menarik.



Gambar 6. 5Tangga Putar - Model Spiral

6. Tangga Melingkar

Bisa jadi inilah tangga yang paling mewah, karena bentuknya yang sangat artistik karena melengkung dimana lengkungannya menciptakan keindahan ruang. Biasanya digunakan pada rumah yang luas dan memiliki atap yang tinggi. Jika memilih mempunyai tangga melingkar, sebaiknya jangan gunakan ruang bawah tangga untuk fungsi apapun karena bisa mengurangi tampilan tangga. Lebih cocok untuk model rumah type klasik, meskipun tidak menutup kemungkinan untuk yang diterapkan pada rumah minimalis.



Gambar 6. 6Tangga Melingkar

B. DASAR PERHITUNGAN TANGGA

Pada bangunan lebih dari satu lantai (bertingkat), keberadaan tangga menjadi sebuah komponen penting dan paling sering/biasa digunakan sebagai alat Bantu transportasi vertikal. Dalam bangunan (rumah tinggal) posisi/letak tangga haruslah diusahakan pada daerah yang mudah dijangkau dari segala ruangan. Dianjurkan dalam satu bangunan terdapat minimal dua buah tangga untuk mengantisipasi keadaan darurat (kebakaran).

Tangga dapat terbuat dari pasangan batu, kayu, besi, baja dan beton. Selanjutnya dalam materi ini hanya akan dibahas konstruksi tangga dari bahan kayu.

Adapun sebuah tangga harus memenuhi syarat-syarat sebagai berikut:

Lebar Tangga

Lebar tangga yang biasa digunakan (dan diijinkan) dalam bangunan rumah tinggal adalah minimal 80 cm (tangga utama, bukan tangga service). Sedangkan untuk tangga service minimal lebarnya 60cm.

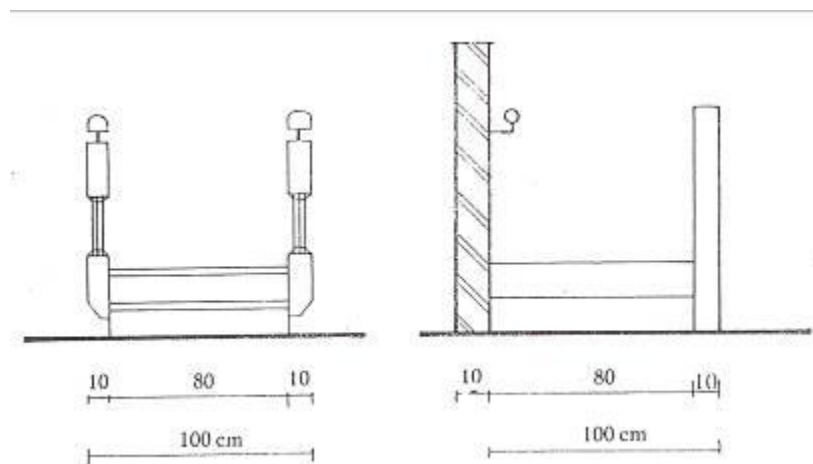
Tangga dalam bangunan rumah tinggal tidak diharuskan memiliki bordes (space datar pada ketinggian tertentu untuk beristirahat), karena biasanya hanya terdiri dari 2 atau 3 lantai saja. Apabila terdapat bordes, maka lebarnya biasanya minimal adalah sama lebar dengan lebar tangga. Dalam satu tangga dimungkinkan untuk terdapat lebih dari satu bordes (lihat bagian pembahasan bordes).

Lebar tangga minimal untuk 1 orang adalah 60 cm. Maka untuk desain tangga:

Untuk 1 orang = 60 cm

Untuk 2 orang $2 \times 60 = 120$ cm

Untuk 3 orang $3 \times 60 = 180$ cm



Gambar 6. 7 Ukuran lebar tangga

Lebar tangga tersebut adalah lebar tangga bersih. Tidak termasuk railing dan atau batas dinding.

Perhitungan kebutuhan tangga untuk bangunan umum dihitung 60cm lebar tangga untuk tiap 100 orang. Misalnya bangunan teater dengan kapasitas 1.000 orang membutuhkan lebar tangga $1.000/100 \times 60\text{cm} = 6\text{m}$. Untuk itu dapat dipakai 1 tangga dengan lebar 6m atau dua buah tangga dengan lebar masing-masing 3m.

Namun demikian apabila masih dimungkinkan sebaiknya menggunakan lebar minimal 1.20 m, yang merupakan lebar tangga standart keamanan/keadaan darurat (emergency stairs).

Kemiringan Tangga

Pada dasarnya kemiringan tangga dibuat tidak terlalu curam agar memudahkan orang naik tanpa mengeluarkan banyak energi, tetapi juga tidak terlalu landai sehingga tidak akan menjemukan dan memerlukan banyak tempat karena akan terlalu panjang.

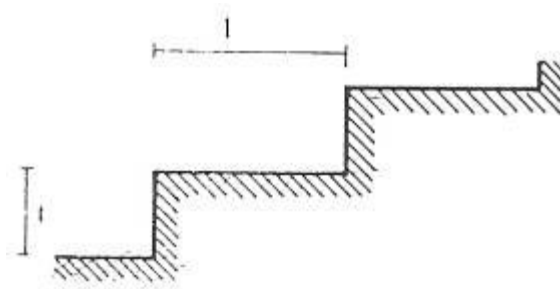
Kemiringan tangga yang wajar dan biasa digunakan adalah berkisar antara 25° - 42° . Untuk bangunan **ruah tinggal** biasa digunakan kemiringan 38° .

Lebar dan Tinggi Anak Tangga

Satu langkah manusia arah datar adalah 60 - 65 cm, sedangkan untuk melangkah naik perlu tenaga 2 kali lebih besar daripada melangkah datar. Oleh karena itu, perbandingan yang baik adalah

$$(L + 2T) = 60 \text{ s/d } 65 \text{ cm}$$

L = lebar anak tangga (lebar injakan = aantrede)



T = tinggi anak tangga (tinggi tanjakan = oprade)

Biasanya,

T berkisar antara 14 – 20 cm agar masih terasa mudah di daki

L berkisar antara 22,5 – 30 cm agar tapak sepatu dapat berpijak dengan baik.

Jumlah Anak Tangga

Jumlah anak tangga dalam satu tangga diusahakan **tidak lebih dari 12 buah** apabila lebih dianjurkan untuk menggunakan bordes. Hal ini untuk mencapai kenyamanan pengguna terutama penyandang cacat dan orang tua.

Kalau keadaan memaksa, misalnya karena keterbatasan ruangan yang ada, maka dimungkinkan **jumlahnya maksimal 16** anak tangga, hal ini mengacu kondisi maksimal kemampuan (kelelahan) tubuh manusia.

$$\text{Jumlah anak tangga} = \underline{\text{tinggi floor to floor}} - 1 \text{ cm}$$

Untuk menghindari kecelakaan, apabila dimungkinkan sebaiknya anak tangga dibuat seragam ukurannya, baik tinggi ataupun lebarnya. Apabila tidak dimungkinkan, anak tangga yang berbeda ukurannya diletakkan pada bagian paling bawah (antisipasi keamanan).

Contoh Perhitungan Tangga

Misalkan tinggi lantai (floor to floor) = 320 cm

Ukuran Anak Tangga

Dicoba : $t = 16 \text{ cm}$, $l = 26 \text{ cm}$

Maka : $2t + l = (2 \times 16) + 26 = 58 < 60$.

tangga terlalu landai, melelahkan.

Dicoba : $t = 20 \text{ cm}$, $l = 28 \text{ cm}$

Maka : $2t + l = (2 \times 20) + 28 = 68 > 60$.

tangga terlalu curam, cepat lelah.

Dicoba : $t = 18 \text{ cm}$, $l = 28 \text{ cm}$

Maka : $2t + l = (2 \times 18) + 28 = 64 \text{ cm}$

boleh dipakai.

Jumlah Anak Tangga

Jumlah anak tangga = $320/18 - 1 = 16,78$ buah

Maka jumlah yang dipakai:

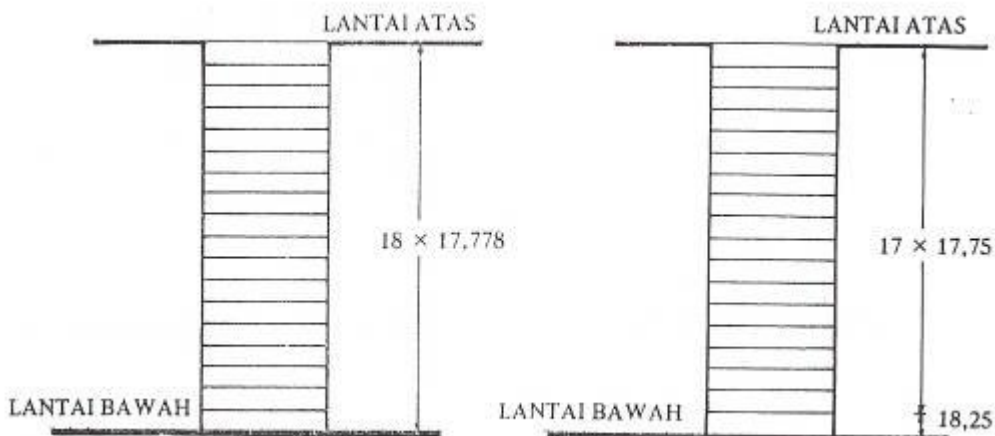
Alternatif 1:

Jumlahnya dibulatkan ke atas (17 buah), selisihnya dibagi rata.

$320/t - 1 = 17$, maka t dibuat 17,8 cm

Alternatif 2:

Tinggi seluruh anak tangga dibuat sama, kecuali anak tangga terbawah dengan ukuran yang berbeda.



Karena jumlahnya lebih dari 12 anak tangga (17 anak tangga), maka anak tangga ke 9 dapat menjadi bordes.

Bordes

Bordes adalah bagian datar (anak tangga yang dilebarkan) pada ketinggian tertentu yang berfungsi untuk beristirahat. Bordes tangga dapat dibagi menjadi 3 model dengan aturan ukuran yang berbeda, yaitu: bordes tangga lurus, bordes tangga L dan bordes tangga U.

Sandaran Tangan

Sandaran tangan (Railling) tangga perlu dibuat untuk kenyamanan dan keselamatan pengguna tangga, terutama tangga bebas, yang tidak diapit oleh dinding. Tinggi yang biasa digunakan adalah antara 80 – 100 cm. Railing harus dibuat dari bahan yang halus/licin, sehingga nyaman dan tidak melukai tangan. Railing biasanya bertumpu pada baluster (tiang penyangga).

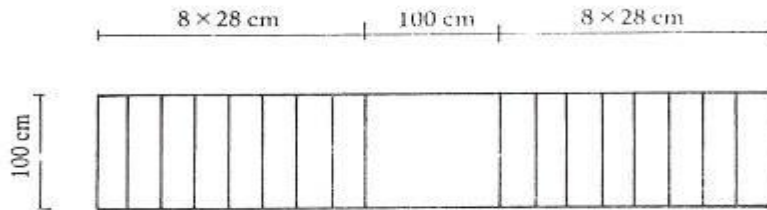
Ruang Tangga dan Konstruksi Tangga

Ruang tangga adalah ukuran modul ruang yang dibutuhkan untuk perletakan tangga. Ruang tangga harus cukup cahaya dan ventilasi.

Ukuran ruang tangga ditentukan oleh jumlah anak-tangga dan bentuk tangganya.

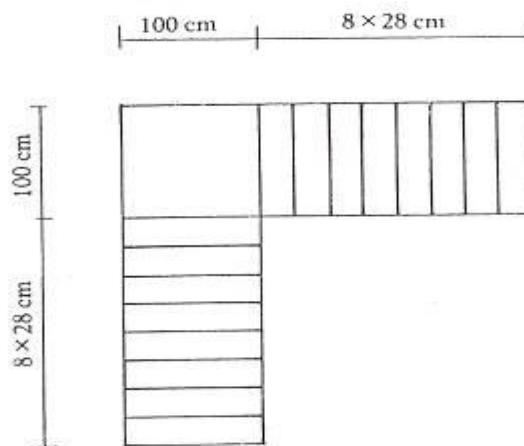
Sebagai contoh dari hasil hitungan di atas. dengan 3 macam bentuk tangga, dipakai untuk bangunan rumah tinggal. dengan lebar 100 cm, jumlah anak-tangga 17 buah dan dengan memakai bordes, maka ukuran ruang tangganya adalah:

— Tangga Lurus :



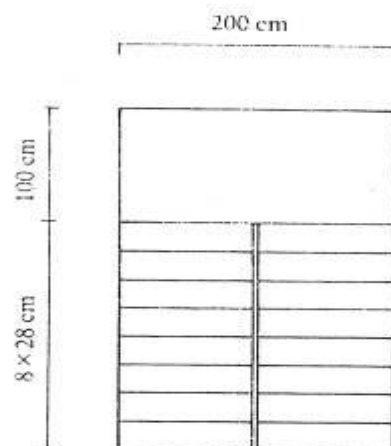
$$\text{Luas ruang tangga} = 100 \text{ cm} \times 548 \text{ cm} = 1 \text{ m} \times 5.48 \text{ m} = 5.48 \text{ m}^2.$$

— Tangga Siku :



$$\text{Luas ruang tangga} = (1 \text{ m} \times 2.24 \text{ m}) + (1 \text{ m} \times 1 \text{ m}) + (1 \text{ m} \times 2.24 \text{ m}) = 5.48 \text{ m}^2$$

— Tangga Balik :



$$\text{Luas ruang tangga} = 2 \text{ m} \times 3.24 \text{ m} = 6.48 \text{ m}^2.$$

Gambar 6. 8 Tangga

Konstruksi tangga dapat dibuat menjadi satu dengan rangka bangunan ataupun dibuat terpisah. Apabila dibuat menjadi satu, maka kerugiannya adalah apabila bangunan mengalami penurunan, sudut kemiringan tangga akan berubah.

Apabila strukturnya dibuat terpisah, maka hal tersebut tidak akan terjadi, namun membutuhkan ruang yang lebih besar. Terpisah keseluruhan, termasuk pondasi tersendiri dan ranga tidak bergabung dengan rangka bangunan, diberi sela ± 5 cm.

Lubang Tangga

Lubang tangga adalah lubang pada plat lantai atas dimana terdapat perletakan tangga. Lubang tangga harus sedemikian rupa sehingga tidak mengganggu kenyamanan pengguna tangga. Ukuran tinggi bebas (tinggi plat lantai/plafond/balok/lisplank sampai dengan anak tangga yang tepat dibawahnya) adalah berkisar 190-200 cm.

Ukuran panjang lubang tangga adalah:

$$P = P_{\text{tangga}} - nL$$

$$P_{\text{tangga}} = \text{jumlah } L + \text{lebar bordes}$$

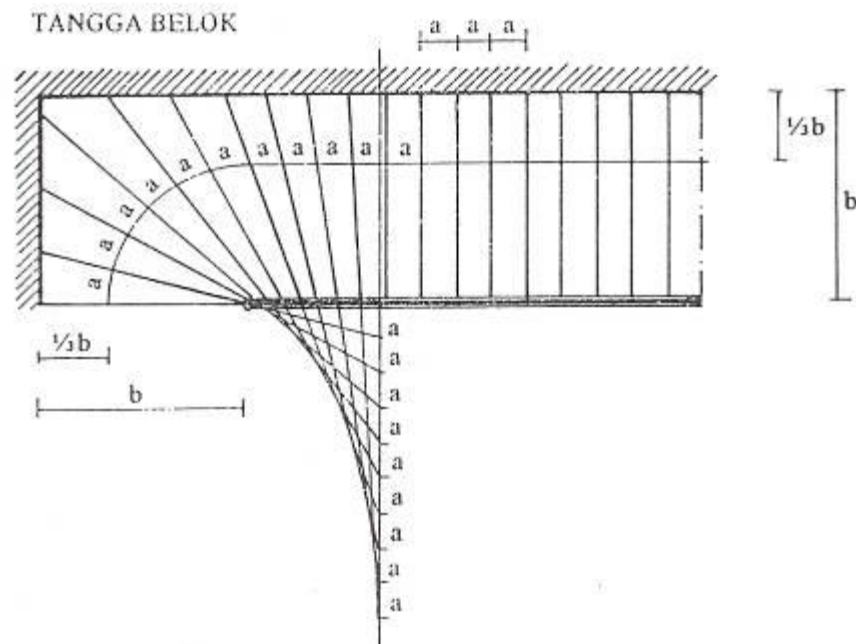
P = Panjang lubang tangga

P_{tangga} = Panjang tangga

L = Lebar tangga

nL = Jumlah lebar tangga sampai dengan tinggi bebas

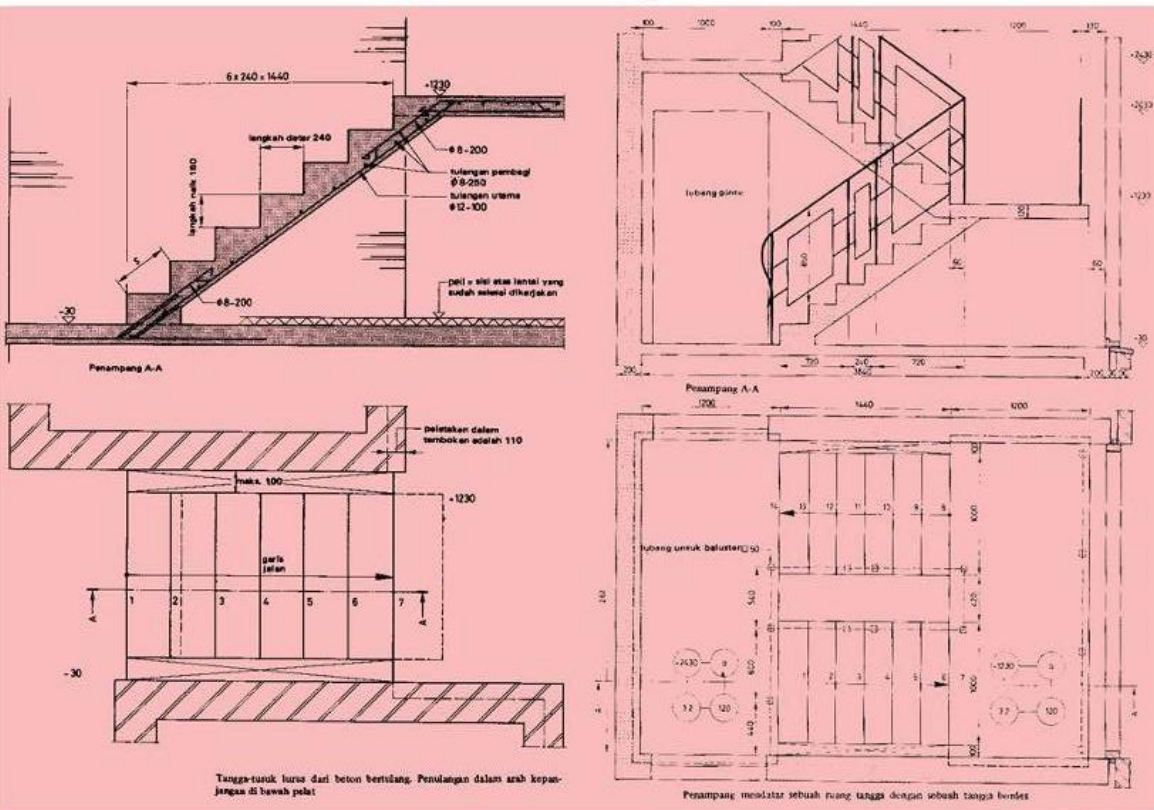
Tangga Melingkar



Gambar 6. 9 Tangga melingkar

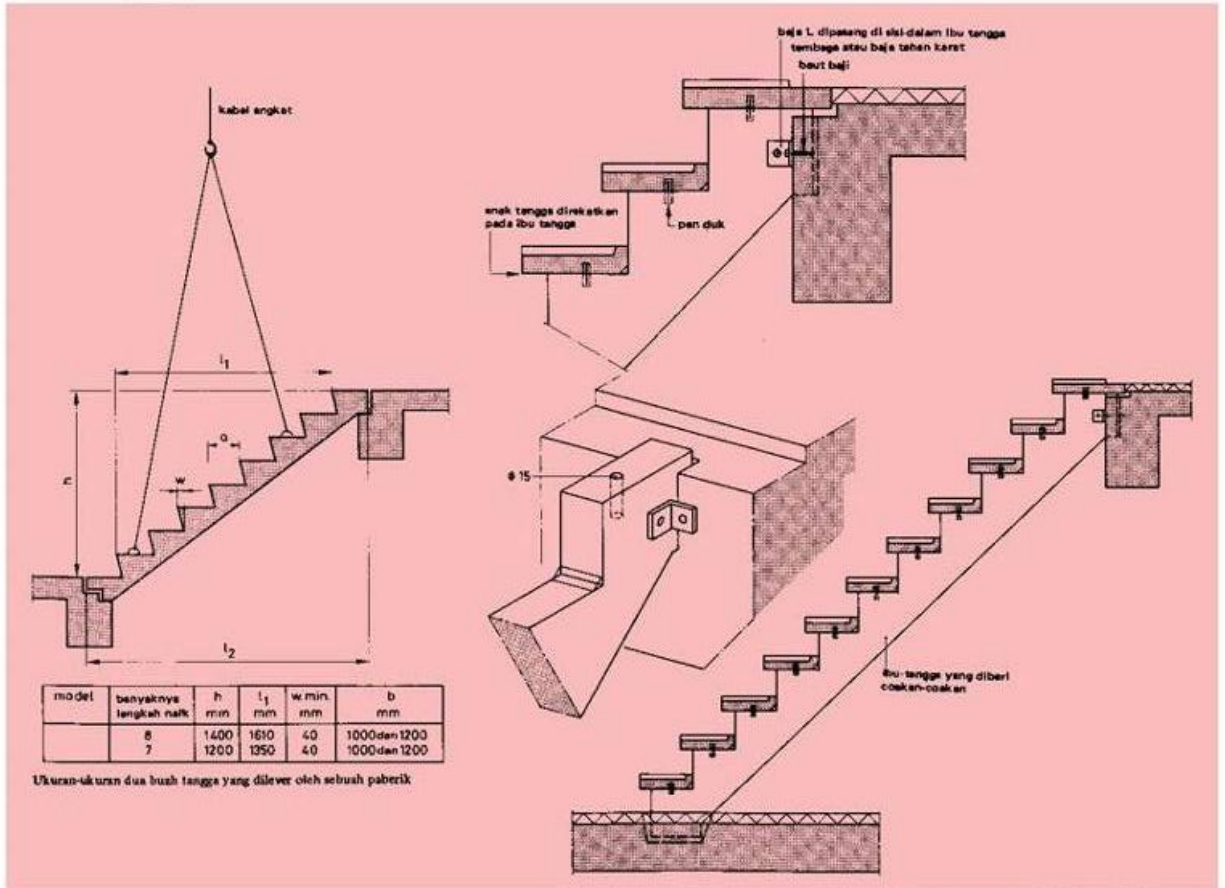
Tangga lingkaran dapat berupa tangga lingkaran murni atau dikombinasikan dengan tangga lurus. Cara membuatnya dapat dipakai metode sebagai berikut:

Rencana dan potongan tangga beton



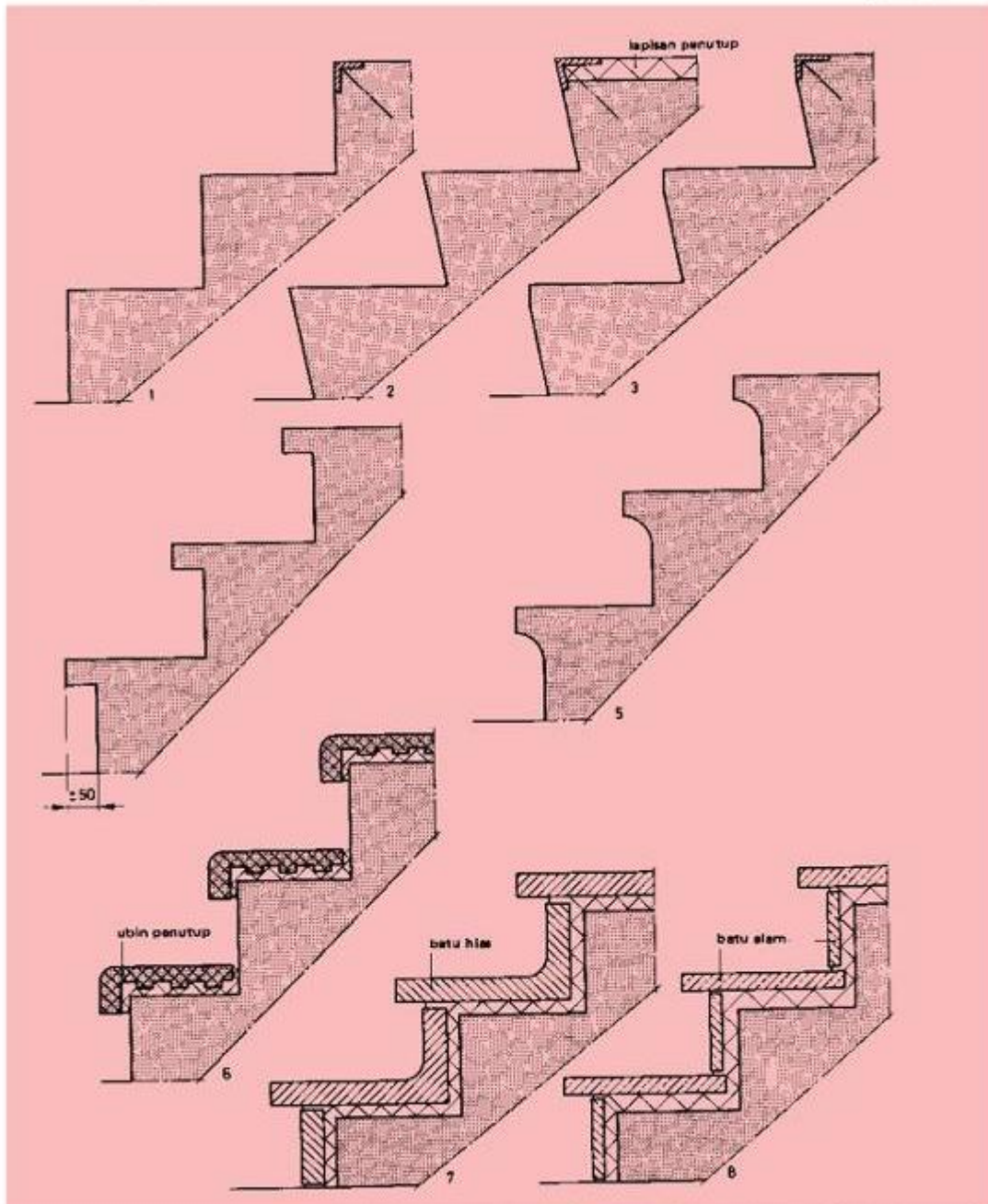
Sumber: Membangun, Ilmu Bangunan, Jilid 3, Erlangga

Gambar 6. 10 Rencana dan potongan tangga beton



Sumber: Membangun, Ilmu Bangunan, Jilid 3, Erlangga

Gambar 6. 11Tangga beton prefab



Sumber: Membangun, Ilmu Bangunan, Jilid 3, Erlangga

Gambar 6. 12Penyelesaian anak tangga

C. TANGGA KAYU

Tangga pada masa lampau mempunyai kedudukan sangat penting karena membawa prestise bagi penghuni bangunan tersebut. Tetapi sekarang bila membuat bangunan disertai tangga sudah bukan barang kemewahan lagi. Ini tidak lain karena tanah yang dipunyai tidak luas maka pengembangannya harus ke atas dan pasti memerlukan tangga.

Tangga harus memenuhi syarat-syarat antara lain:

- Dipasang pada daerah yang mudah dijangkau dan setiap orang pasti memerlukan
- Mendapat penerangan yang cukup terutama siang hari
- Mudah dijalani
- Berbentuk sederhana dan layak dipakai

Tangga berfungsi sebagai penghubung antara lantai tingkat satu dengan lainnya pada suatu bangunan.

Sudut tangga yang mudah dijalani dan efisien sebaiknya mempunyai kemiringan $\pm 40^\circ$. dan jika mempunyai kemiringan lebih dari 45° pada waktu menjalani akan berbahaya terutama dalam arah turun.

Agar supaya tangga tersebut menyenangkan dijalani, ukuran Optrade (tegak) dan Aantrede (mendatar) harus sebanding.

Rumus Tangga

$$1 \text{ Aantrade} + 2 \text{ Optrade} = 57 \text{ s.d } 60 \text{ cm}$$

Pertimbangan

Panjang langkah orang dewasa dengan tinggi badan normal itu rata-rata 57 – 60 cm. Menurut penelitian pada saat mengangkat kaki dalam arah vertikal untuk tinggi tertentu dibutuhkan tenaga 2 kali lipat pada saat melangkah dalam arah horisontal.

Misal sebuah bangunan bertingkat dengan tinggi lantai 3.50 m anak tangga tegak (optrade) ditaksir 18 cm.

Jadi jumlah optrade = $350 : 18 = 18,4$ buah dibulatkan = 19 buah sehingga opradenya menjadi = $350 : 19 = 18.4$ cm. Ukuran ini harus diteliti benar sampai ukuran dalam milimeter.

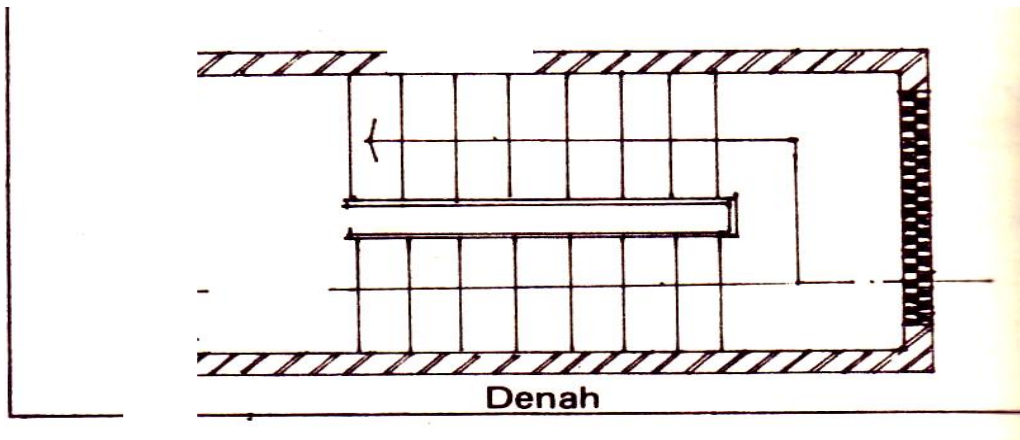
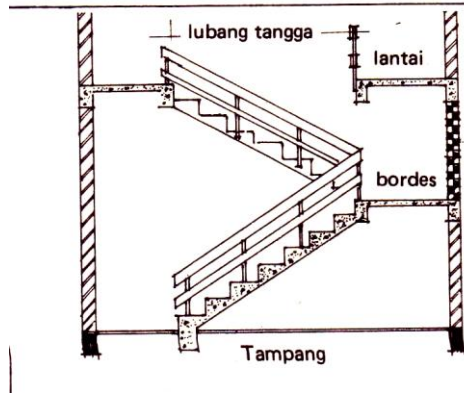
Menurut rumus tangga :

$$1 \text{ aantrade} + 2 \text{ optrade} = 57 - 60 \text{ cm}$$

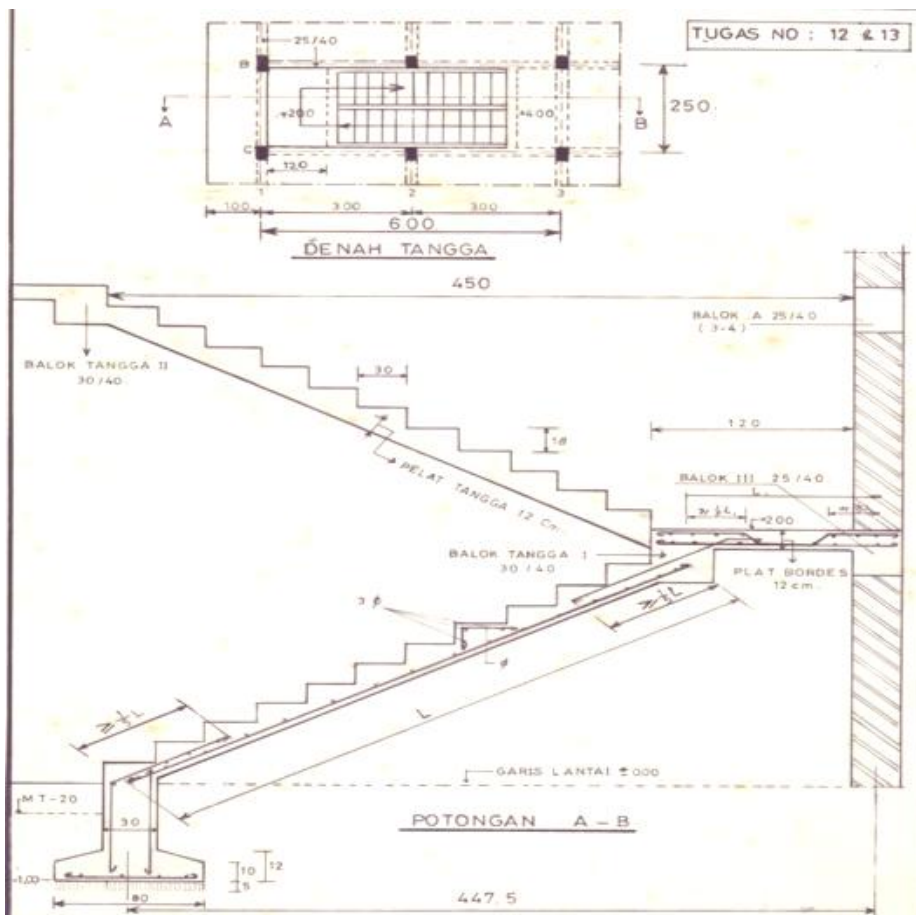
Lebar aantrade $(57 \text{ a' } 60) - 2 \times 18.4 = 20.2 \text{ a' } 23.2$ cm dalam ini ukurannya boleh dibulatkan menjadi antara 20 dan 23 cm

Sebuah tangga yang memungkinkan:

- Dilalui 1 orang lebar ± 80 cm
- Dilalui 2 orang lebar ± 120 cm
- Dilalui 3 orang lebar ± 160 cm



Gambar 6. 13Konstruksi Tangga



Gambar 6. 14Konstruksi Penulangan Tangga

Menggambar Konstruksi Tangga dan Railing Kayu

Tangga pada masa lampau mempunyai kedudukan sangat penting karena membawa pretise bagi penghuni bangunan tersebut. Maka kalau bahan yang digunakan menggunakan bahan kayu akan membawa dampak penghuni rumah, karena makain lama bahan kayu mahal harganya.

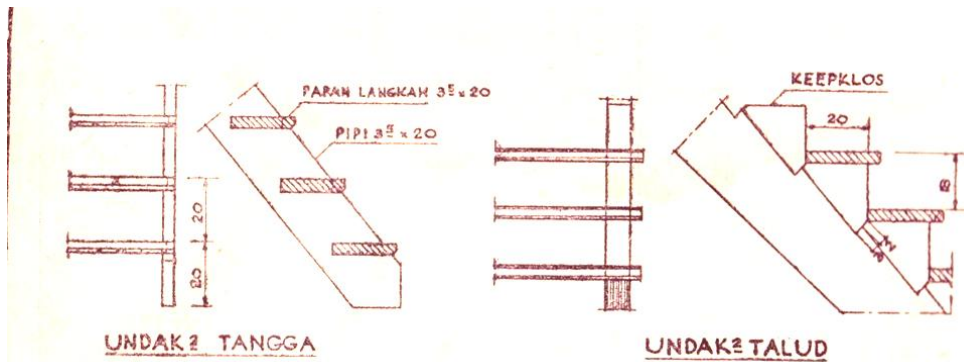
Hal-hal yang perlu mendapatkan perhatian dalam pembuatan tangga antara lain:

- Bahan yang berkualitas

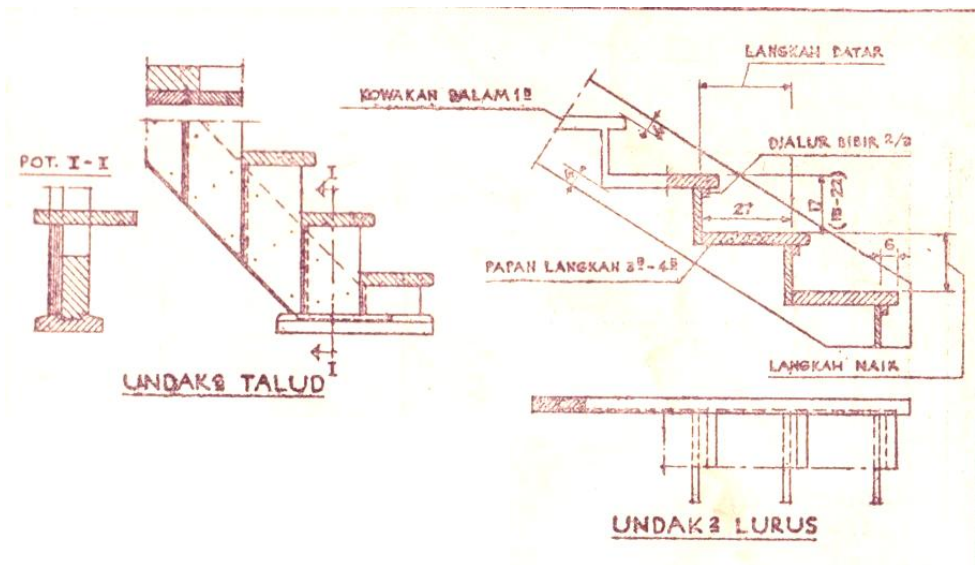
- Sambuangan harus baik
- Mendapat penerangan yang cukup
- Finishing

Untuk memahami bentuk konstruksinya tangga dari bahan kayu, kita lihat gambar berikut.

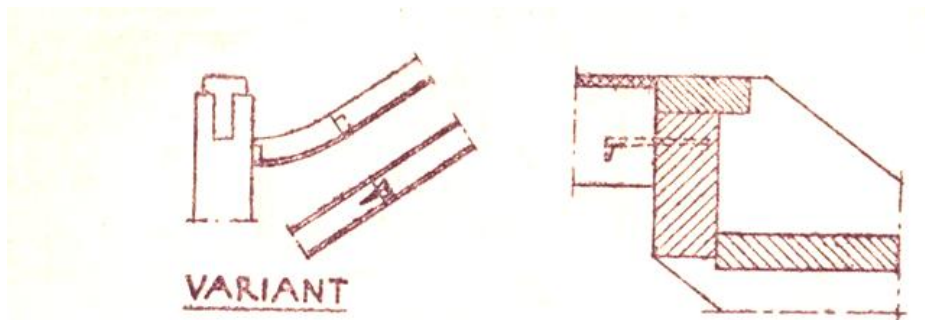
Detail-Detail Tangga

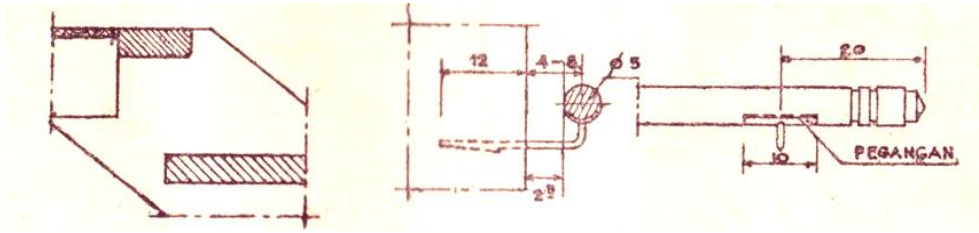


Gambar 6. 15 Detail tangga a

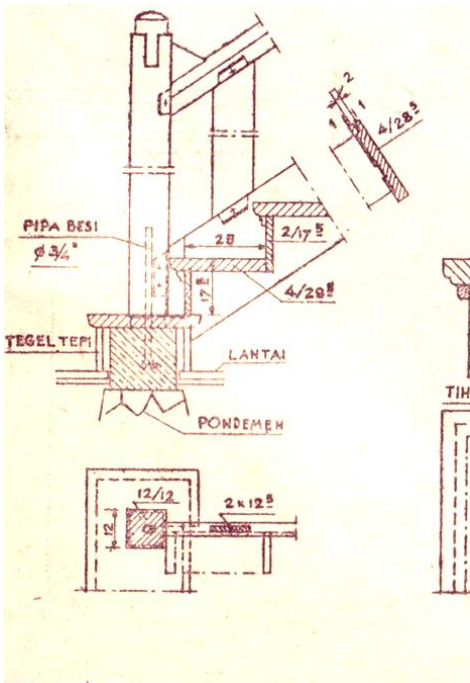


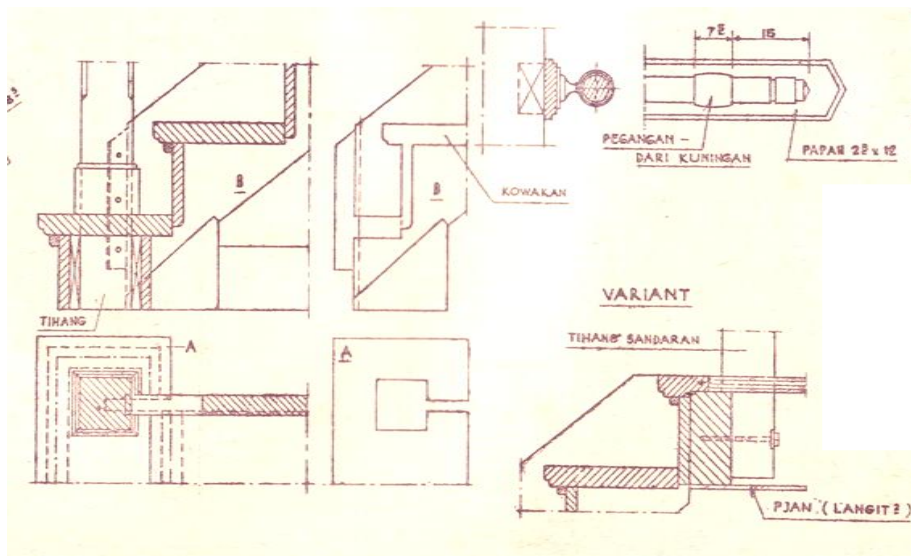
Gambar 6. 16 Ditail tangga b



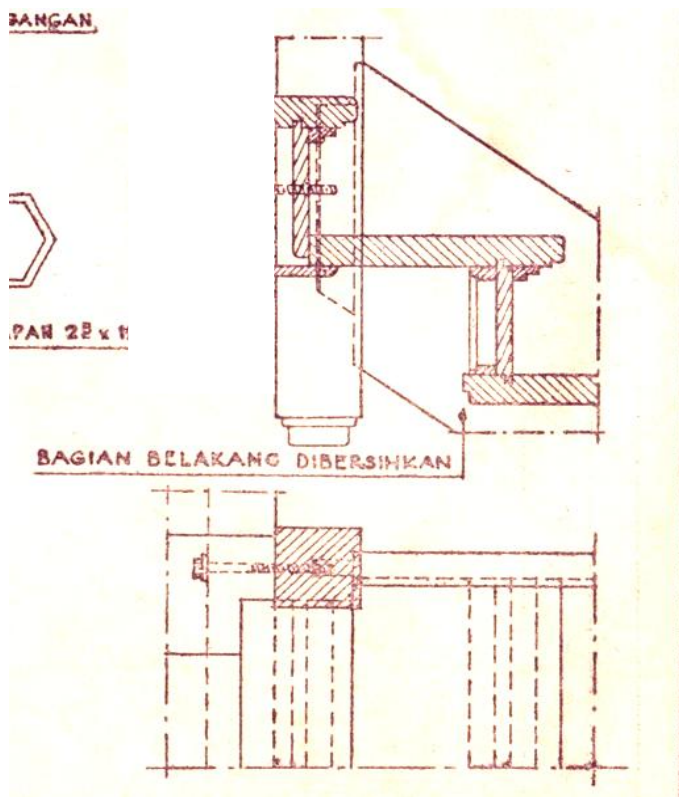


Gambar 6. 17 Ditail tangga c



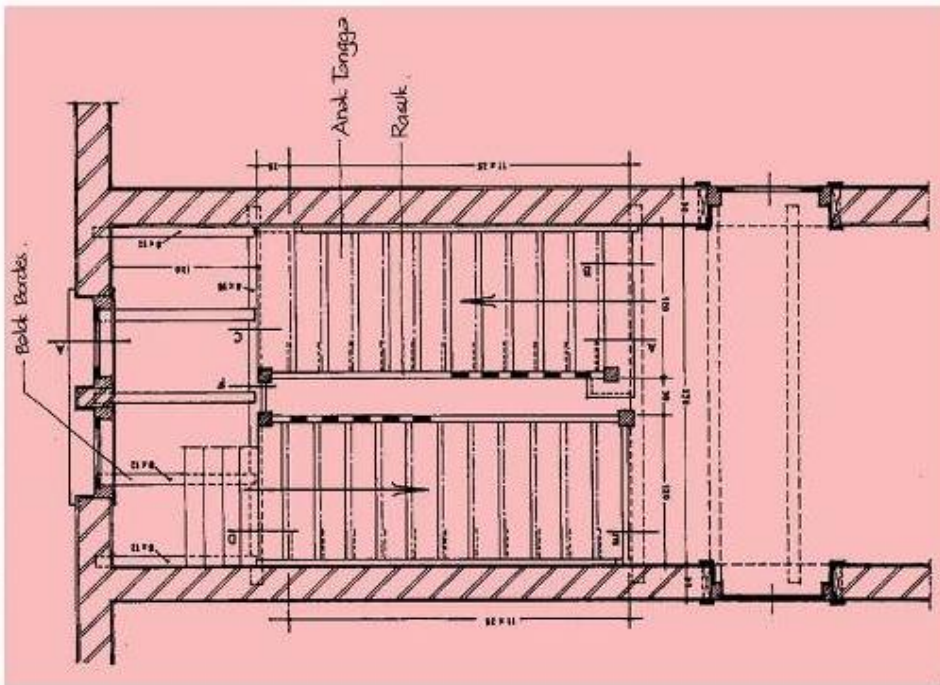


Gambar 6.18 Detail tangga d

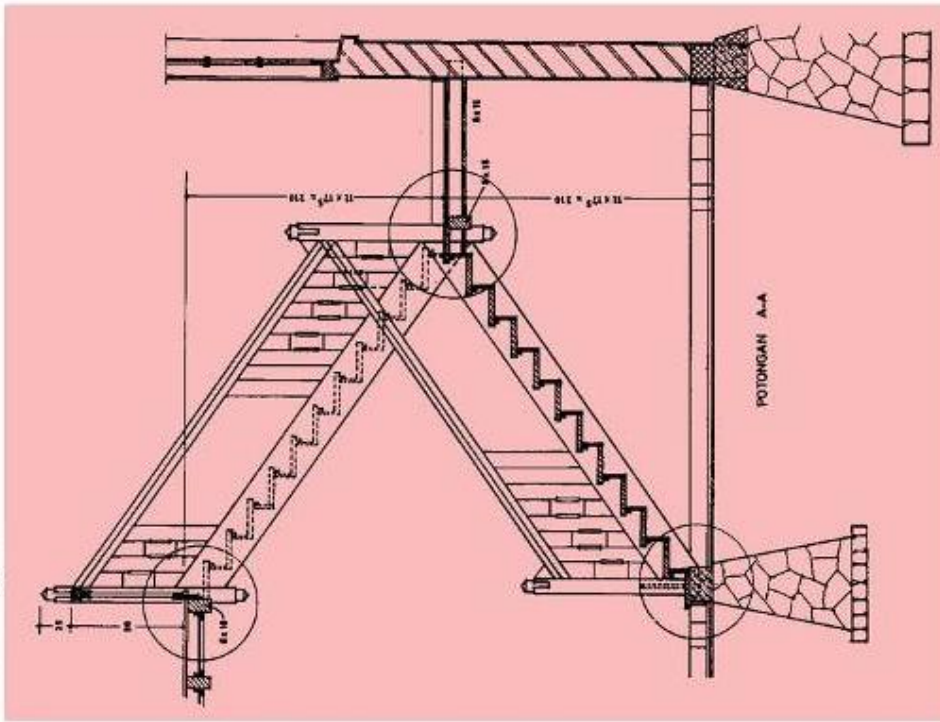


Gambar 6.19 Detail Tangga e

Denah Rencana



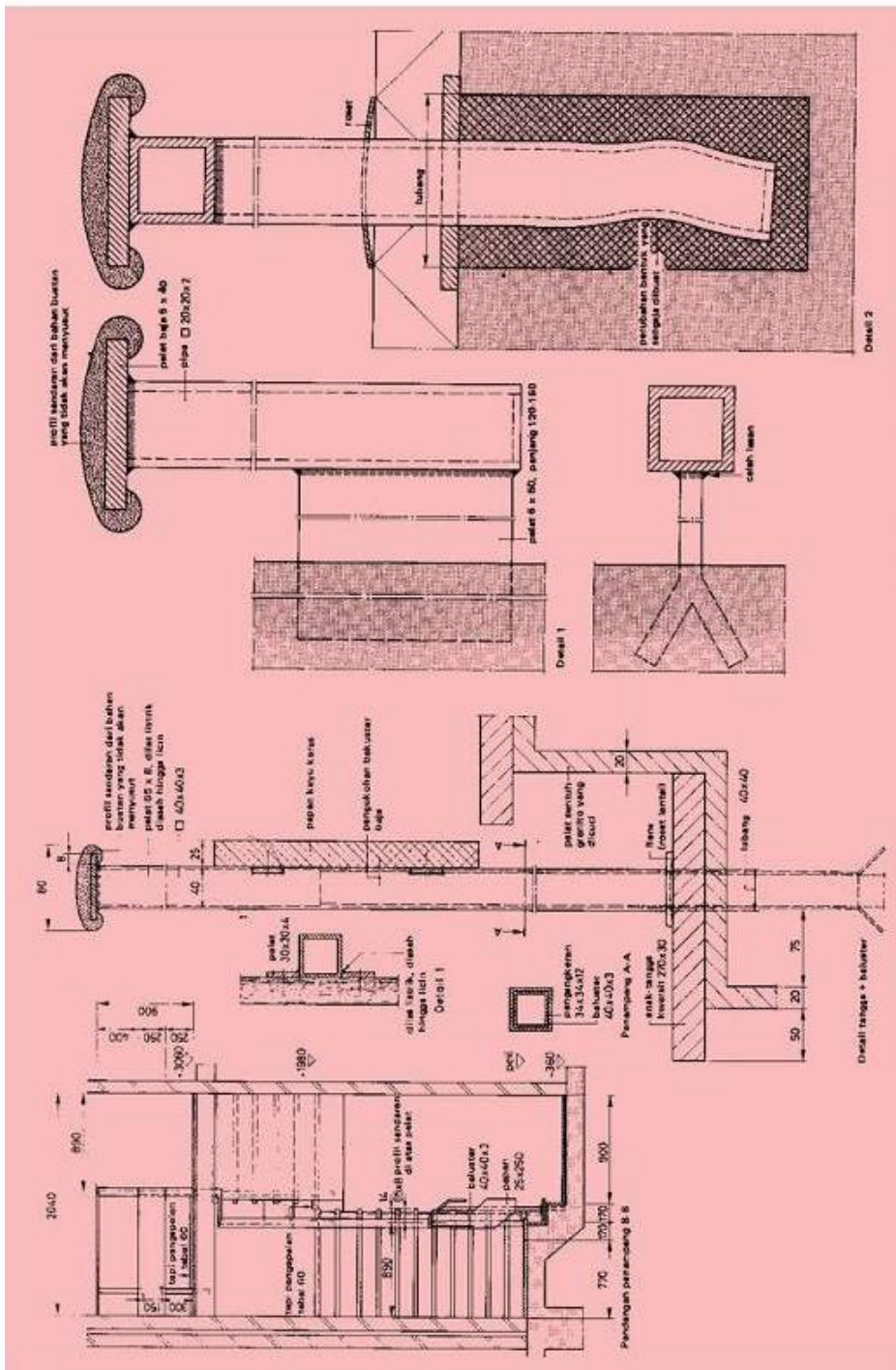
Potongan



Sumber: Ir. Iman Subarkah, Konstruksi Bangunan Gedung, Idea Dharma

Gambar 6. 20 Tangga kayu

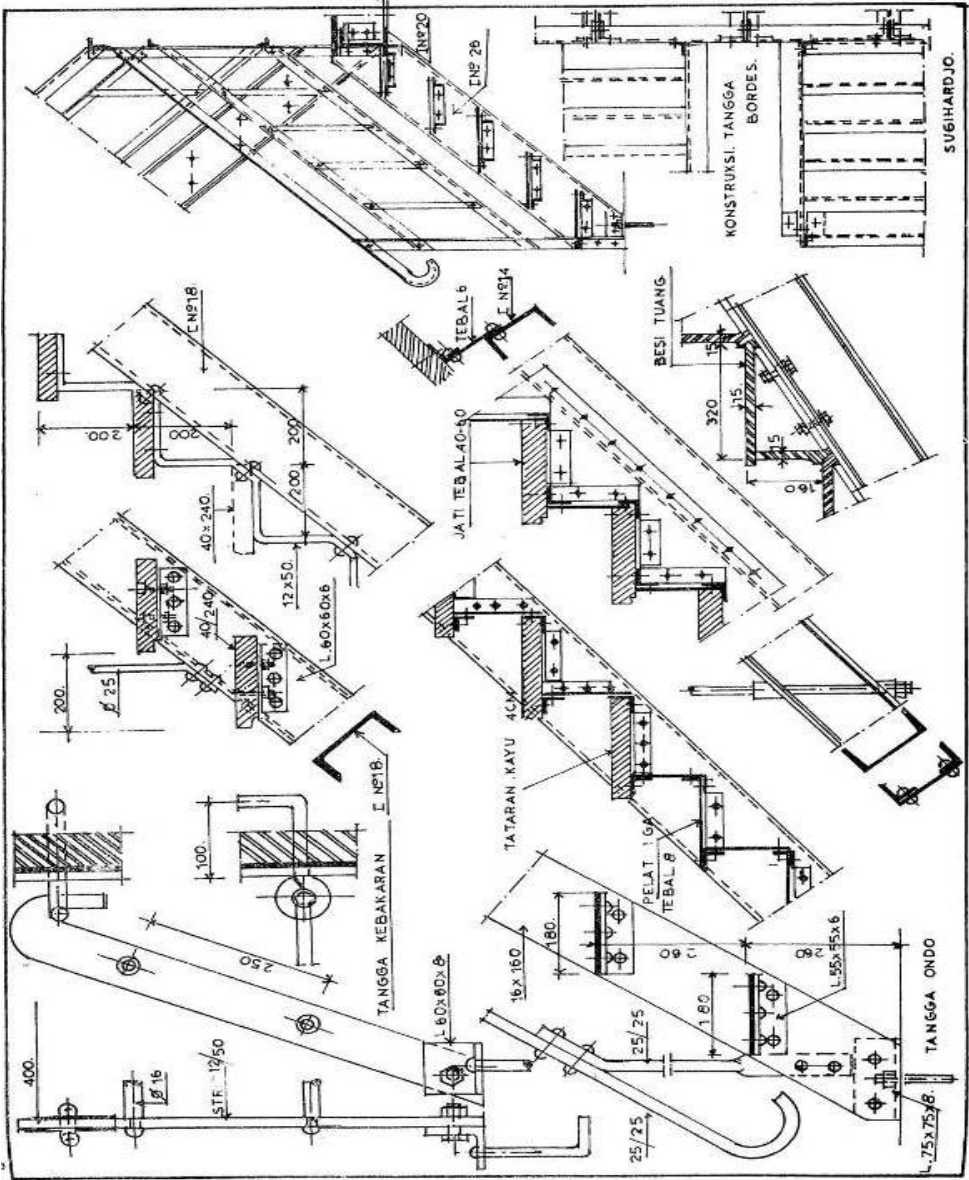
Detail railing tangga



Sumber: Membangun, Ilmu Bangunan, Jilid 3, Erlangga

Gambar 6. 21 Detail railing tangga

Tangga Baja



Gambar 6. 22 Tangga baja

D.TANGGA BETON BERTULANG

Tangga pada masa lampau mempunyai kedudukan sangat penting karena membawa pretise bagi penghuni bangunan tersebut. Tetapi sekarang bila membuat bangunan disertai tangga sudah bukan barang kemewahan lagi. Ini tidak lain karena tanah yang dipunyai tidak luas maka pengembangannya harus ke atas dan pasti memerlukan tangga.

Tangga harus memenuhi syarat-syarat antara lain:

- Dipasang pada daerah yang mudah dijangkau dan setiap orang pasti memerlukan
- Mendapat penerangan yang cukup terutama siang hari
- Mudah dijalani
- Berbentuk sederhana dan layak dipakai

Tangga berfungsi sebagai penghubung antara lantai tingkat satu dengan lainnya pada suatu bangunan.

Sudut tangga yang mudah dijalani dan efisien sebaiknya mempunyai kemiringan $\pm 40^\circ$. dan jika mempunyai kemiringan lebih dari 45° pada waktu menjalani akan berbahaya terutama dalam arah turun.

Agar supaya tangga tersebut menyenangkan dijalani, ukuran Optrade (tegak) dan Aantrede (mendatar) harus sebanding.

Rumus Tangga

$$1 \text{ Aantrade} + 2 \text{ Optrade} = 57 \text{ s.d } 60 \text{ cm}$$

Pertimbangan

Panjang langkah orang dewasa dengan tinggi badan normal itu rata-rata 57 – 60 cm. Menurut penelitian pada saat mengangkat kaki dalam arah vertikal untuk tinggi tertentu dibutuhkan tenaga 2 kali lipat pada saat melangkah dalam arah horisontal.

Misal sebuah bangunan bertingkat dengan tinggi lantai 3.50 m anak tangga tegak (optrade) ditaksir 18 cm.

Jadi jumlah optrade = $350 : 18 = 18,4$ buah dibulatkan = 19 buah sehingga opradenya menjadi = $350 : 19 = 18.4$ cm. Ukuran ini harus diteliti benar sampai ukuran dalam milimeter.

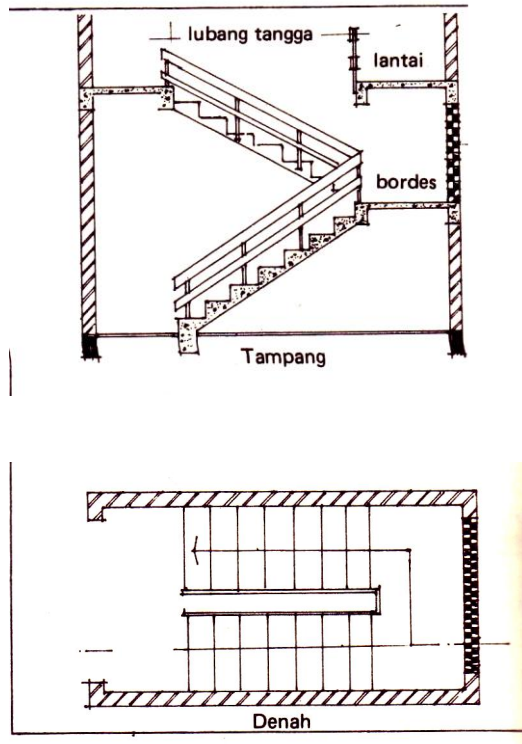
Menurut rumus tangga :

$$1 \text{ aantrade} + 2 \text{ optrade} = 57 - 60 \text{ cm}$$

Lebar aantrade (57 a' 60) – 2 x 18.4 = 20.2 a' 23.2 cm dalam ini ukurannya boleh dibulatkan menjadi antara 20 dan 23 cm

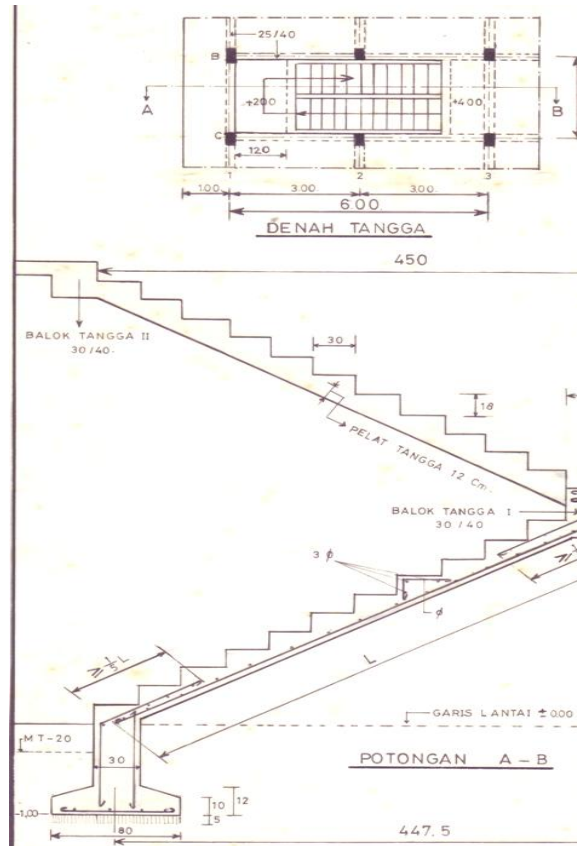
Sebuah tangga yang memungkinkan:

- Dilalui 1 orang lebar \pm 80 cm
- Dilalui 2 orang lebar \pm 120 cm
- Dilalui 3 orang lebar \pm 160 cm



Gambar 6. 23Konstruksi Tangga Beton

Menggambar Rencana Penulangan Tangga Beton



Gambar 6. 24Konstruksi Penulangan Tangga

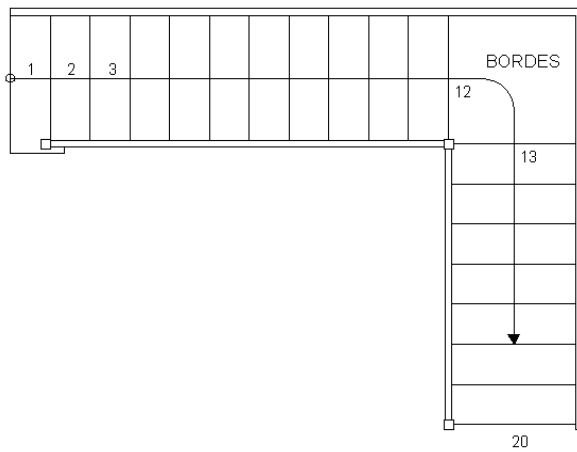
Menggambar Bentuk-bentuk Struktur Tangga

Macam-macam bentuk tangga:

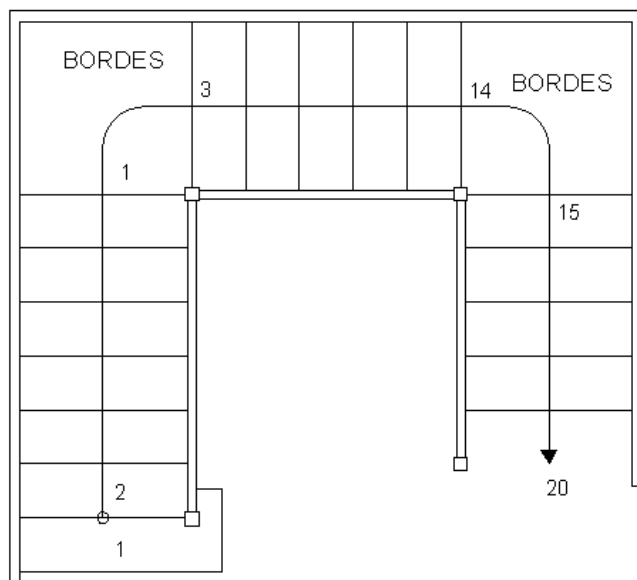
- Tangga Lurus, penginjaknya tegak lurus ibu tangga
- Tangga Serong, penginjaknya sama lebar tidak tegak lurus ibu tangga

- Tangga Baling, Penginjaknya tak sama lebar tak tegak lurus ibu tangga
- Tangga putar, anak tangga berputar mengikuti kolom penguat
- Tangga perempatan
- Tangga dengan bordes

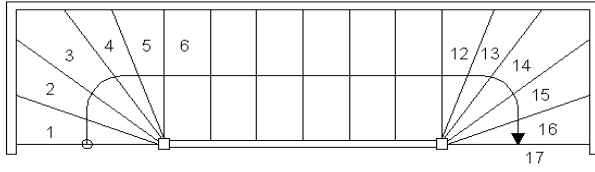
Macam-Macam Bentuk Tangga



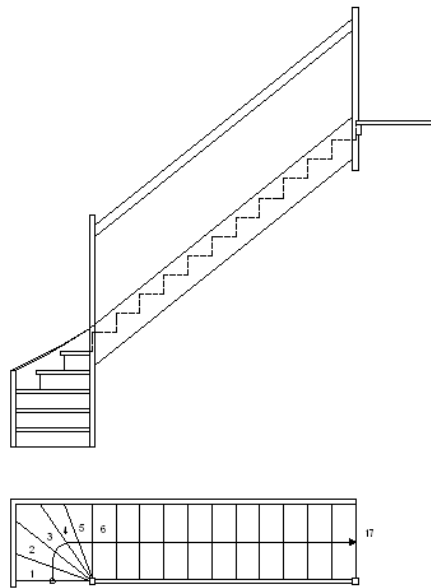
Gambar 6. 25Tangga Bordes Dua Lengan



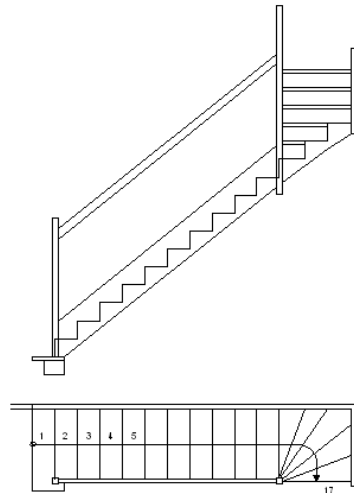
Gambar 6. 26Tangga Bordes Tiga Lengan



Gambar 6. 27Tangga Dua Perempatan



Gambar 6. 28Tangga Dengan Permulaan Perempatan



Gambar 6. 29Tangga Dengan Penghabisan Perempatan

E. TANGGA BAJA

Pada bangunan lebih dari satu lantai (bertingkat), keberadaan tangga menjadi sebuah komponen penting dan paling sering/biasa digunakan sebagai alat Bantu transportasi vertikal. Dalam bangunan (rumah tinggal) posisi/letak tangga haruslah diusahakan pada daerah yang mudah dijangkau dari segala ruangan. Dianjurkan dalam satu bangunan terdapat minimal dua buah tangga untuk mengantisipasi keadaan darurat (kebakaran).

Tangga dapat terbuat dari pasangan batu, kayu, besi, baja dan beton. Selanjutnya dalam materi ini hanya akan dibahas konstruksi tangga dari bahan kayu.

Adapun sebuah tangga harus memenuhi syarat-syarat sebagai berikut:

Lebar Tangga

Lebar tangga yang biasa digunakan (dan diijinkan) dalam bangunan rumah tinggal adalah minimal 80 cm (tangga utama, bukan tangga service). Sedangkan untuk tangga service minimal lebarnya 60cm.

Tangga dalam bangunan rumah tinggal tidak diharuskan memiliki bordes (space datar pada ketinggian tertentu untuk beristirahat), karena biasanya hanya terdiri dari 2 atau 3 lantai saja. Apabila terdapat bordes, maka lebarnya biasanya minimal adalah sama lebar dengan lebar tangga. Dalam satu tangga dimungkinkan untuk terdapat lebih dari satu bordes (lihat bagian pembahasan bordes).

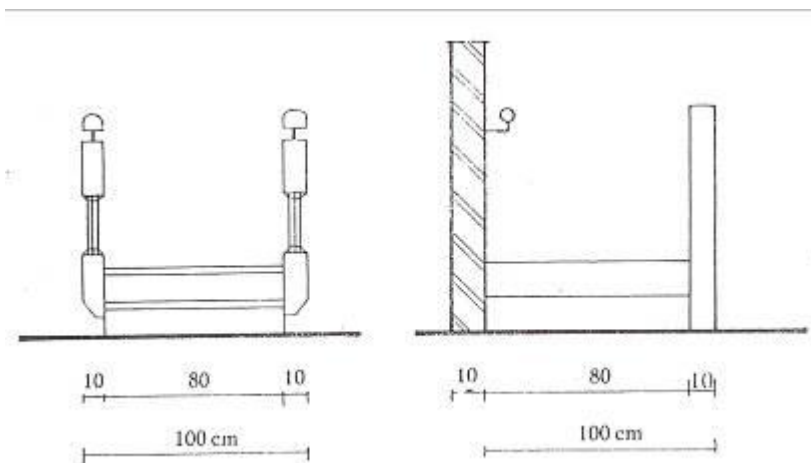
Lebar tangga minimal untuk 1 orang adalah 60 cm. Maka untuk desain tangga:

Untuk 1 orang = 60 cm

Untuk 2 orang $2 \times 60 = 120$ cm

Untuk 3 orang $3 \times 60 = 180$ cm

Lebar tangga tersebut adalah lebar tangga bersih. Tidak termasuk railing dan atau batas dinding.



Perhitungan kebutuhan tangga untuk bangunan umum dihitung 60cm lebar tangga untuk tiap 100 orang. Misalnya bangunan teater dengan kapasitas 1.000 orang membutuhkan lebar tangga $1.000/100 \times 60\text{cm} = 6\text{m}$. Untuk itu dapat dipakai 1 tangga dengan lebar 6m atau dua buah tangga dengan lebar masing-masing 3m.

Namun demikian apabila masih dimungkinkan sebaiknya menggunakan lebar minimal 1.20 m, yang merupakan lebar tangga standart keamanan/keadaan darurat (emergency stairs).

Kemiringan Tangga

Pada dasarnya kemiringan tangga dibuat tidak terlalu curam agar memudahkan orang naik tanpa mengeluarkan banyak energi, tetapi juga tidak terlalu landai sehingga tidak akan menjemukan dan memerlukan banyak tempat karena akan terlalu panjang.

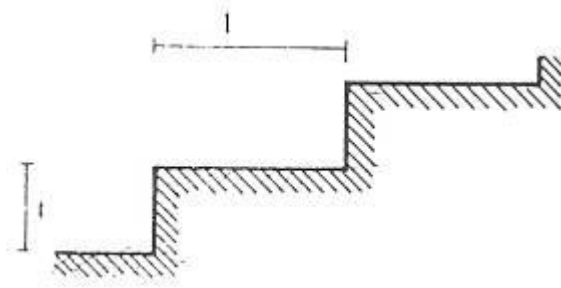
Kemiringan tangga yang wajar dan biasa digunakan adalah berkisar antara $25^\circ - 42^\circ$. untuk bangunan **ruah tinggal** biasa digunakan kemiringan 38° .

Lebar dan Tinggi Anak Tangga

Satu langkah manusia arah datar adalah 60 - 65 cm, sedangkan untuk melangkah naik perlu tenaga 2 kali lebih besar daripada melangkah datar. Oleh karena itu, perbandingan yang baik adalah

$$(L + 2T) = 60 \text{ s/d } 65 \text{ cm}$$

L = lebar anak tangga (lebar injakan = aantrede)



T = tinggi anak tangga (tinggi tanjakan = oprade)

Biasanya,

T berkisar antara 14 – 20 cm agar masih terasa mudah di daki

L berkisar antara 22,5 – 30 cm agar tapak sepatu dapat berpijak dengan baik.

Jumlah Anak Tangga

Jumlah anak tangga dalam satu tangga diusahakan **tidak lebih dari 12 buah** apabila lebih dianjurkan untuk menggunakan bordes. Hal ini untuk mencapai kenyamanan pengguna terutama penyandang cacat dan orang tua.

Kalau keadaan memaksa, misalnya karena keterbatasan ruangan yang ada, maka dimungkinkan **jumlahnya maksimal 16** anak tangga, hal ini mengacu kondisi maksimal kemampuan (kelelahan) tubuh manusia.

$$\text{Jumlah anak tangga} = \text{tinggi floor to floor} - 1 \text{ cm}$$

T

Untuk menghindari kecelakaan, apabila dimungkinkan sebaiknya anak tangga dibuat seragam ukurannya, baik tinggi ataupun lebarnya. Apabila tidak dimungkinkan, anak tangga yang berbeda ukurannya diletakkan pada bagian paling bawah (antisipasi keamanan).

Contoh Perhitungan Tangga

Misalkan tinggi lantai (floor to floor) = 320 cm

Ukuran Anak Tangga

Dicoba : $t = 16 \text{ cm}$, $l = 26 \text{ cm}$

Maka : $2t + l = (2 \times 16) + 26 = 58 < 60$.

tangga terlalu landai, melelahkan.

Dicoba : $t = 20 \text{ cm}$, $l = 28 \text{ cm}$

Maka : $2t + l = (2 \times 20) + 28 = 68 > 65$.

tangga terlalu curam, cepat lelah.

Dicoba : $t = 18 \text{ cm}, l = 28 \text{ cm}$

Maka : $2t + l = (2 \times 18) + 28 = 64 \text{ cm}$

boleh dipakai.

Jumlah Anak Tangga

Jumlah anak tangga = $320/18 - 1 = 16,78$ buah

Maka jumlah yang dipakai:

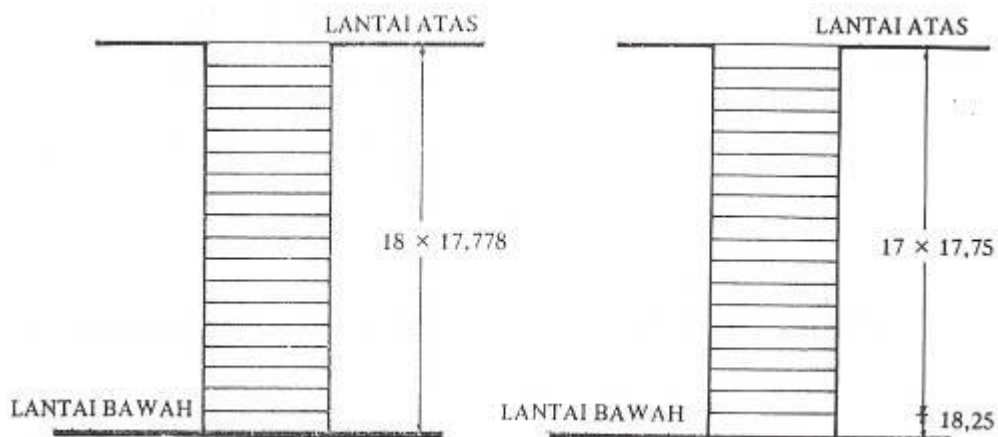
Alternatif 1:

Jumlahnya dibulatkan ke atas (17 buah), selisihnya dibagi rata.

$320/t - 1 = 17$, maka t dibuat $17,8 \text{ cm}$

Alternatif 2:

Tinggi seluruh anak tangga dibuat sama, kecuali anak tangga terbawah dengan ukuran yang berbeda.



Gambar 6. 30 Tangga baja

Karena jumlahnya lebih dari 12 anak tangga (17 anak tangga), maka anak tangga ke 9 dapat menjadi bordes.

Bordes

Bordes adalah bagian datar (anak tangga yang dilebarkan) pada ketinggian tertentu yang berfungsi untuk beristirahat. Bordes tangga dapat dibagi menjadi 3 model dengan aturan ukuran yang berbeda, yaitu: bordes tangga lurus, bordes tangga L dan bordes tangga U.

Sandaran Tangan

Sandaran tangan (Railling) tangga perlu dibuat untuk kenyamanan dan keselamatan pengguna tangga, terutama tangga bebas, yang tidak diapit oleh dinding. Tinggi yang biasa digunakan adalah antara 80 – 100 cm. Railing harus dibuat dari bahan yang halus/licin, sehingga nyaman dan tidak melukai tangan. Railing biasanya bertumpu pada baluster (tiang penyangga).

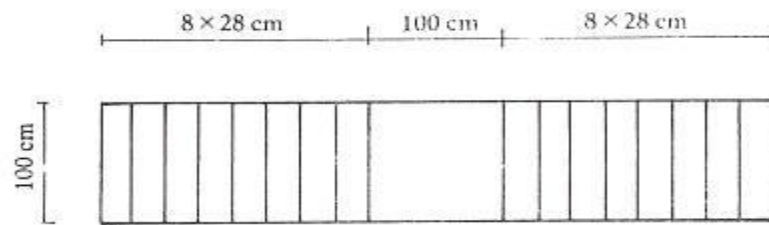
Ruang Tangga dan Konstruksi Tangga

Ruang tangga adalah ukuran modul ruang yang dibutuhkan untuk perletakan tangga. Ruang tangga harus cukup cahaya dan ventilasi.

Ukuran ruang tangga ditentukan oleh jumlah anak-tangga dan bentuk tangganya.

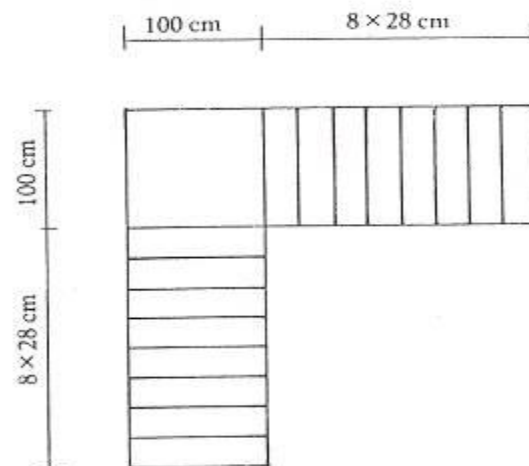
Sebagai contoh dari hasil hitungan di atas. dengan 3 macam bentuk tangga, dipakai untuk bangunan rumah tinggal. dengan lebar 100 cm, jumlah anak-tangga 17 buah dan dengan memakai bordes, maka ukuran ruang tangganya adalah:

— Tangga Lurus :



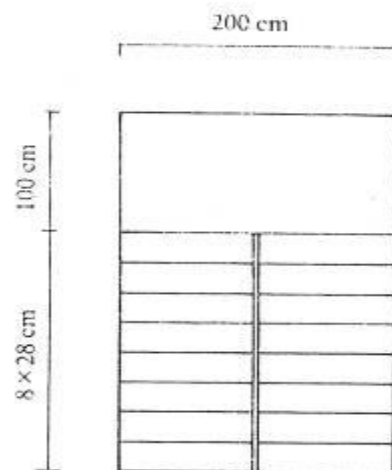
$$\text{Luas ruang tangga} = 100 \text{ cm} \times 548 \text{ cm} = 1 \text{ m} \times 5.48 \text{ m} = 5.48 \text{ m}^2.$$

— Tangga Siku :



$$\text{Luas ruang tangga} = (1 \text{ m} \times 2.24 \text{ m}) + (1 \text{ m} \times 1 \text{ m}) + (1 \text{ m} \times 2.24 \text{ m}) = 5.48 \text{ m}^2$$

— Tangga Balik :



$$\text{Luas ruang tangga} = 2 \text{ m} \times 3.24 \text{ m} = 6.48 \text{ m}^2.$$

Gambar 6. 31 ilustrasi Tangga baja

Konstruksi tangga dapat dibuat menjadi satu dengan rangka bangunan ataupun dibuat terpisah. Apabila dibuat menjadi satu, maka kerugiannya adalah apabila bangunan mengalami penurunan, sudut kemiringan tangga akan berubah.

Apabila strukturnya dibuat terpisah, maka hal tersebut tidak akan terjadi, namun membutuhkan ruang yang lebih besar. Terpisah keseluruhan, termasuk pondasi tersendiri dan ranga tidak bergabung dengan rangka bangunan, diberi sela ± 5 cm.

Lubang Tangga

Lubang tangga adalah lubang pada plat lantai atas dimana terdapat perletakan tangga. Lubang tangga harus sedemikian rupa sehingga tidak mengganggu kenyamanan pengguna tangga. Ukuran tinggi bebas (tinggi plat lantai/plafond/balok/lisplank sampai dengan anak tangga yang tepat dibawahnya) adalah berkisar 190-200 cm.

Ukuran panjang lubang tangga adalah:

$$P = P_{\text{tangga}} - nL$$

$$P_{\text{tangga}} = \text{jumlah } L + \text{lebar bordes}$$

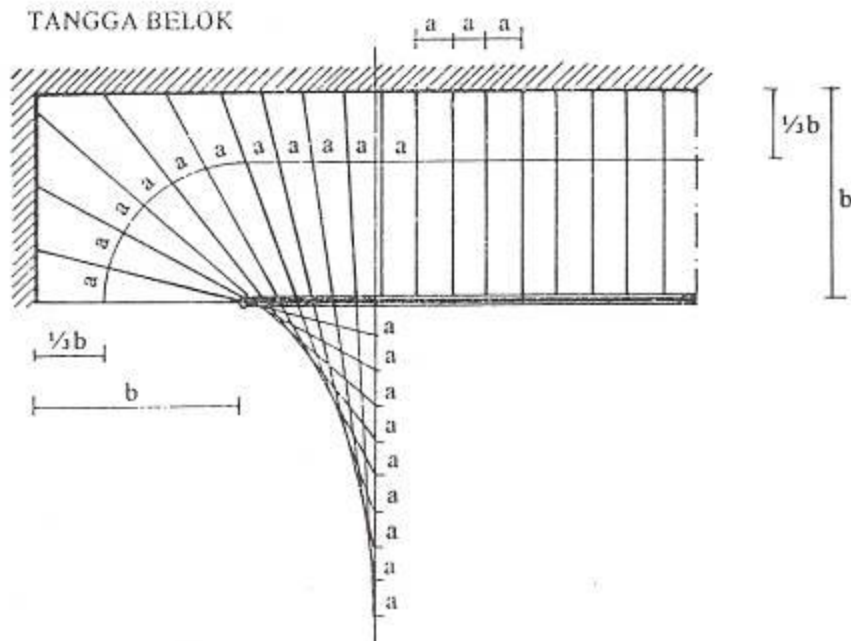
P = Panjang lubang tangga

P_{tangga} = Panjang tangga

L = Lebar tangga

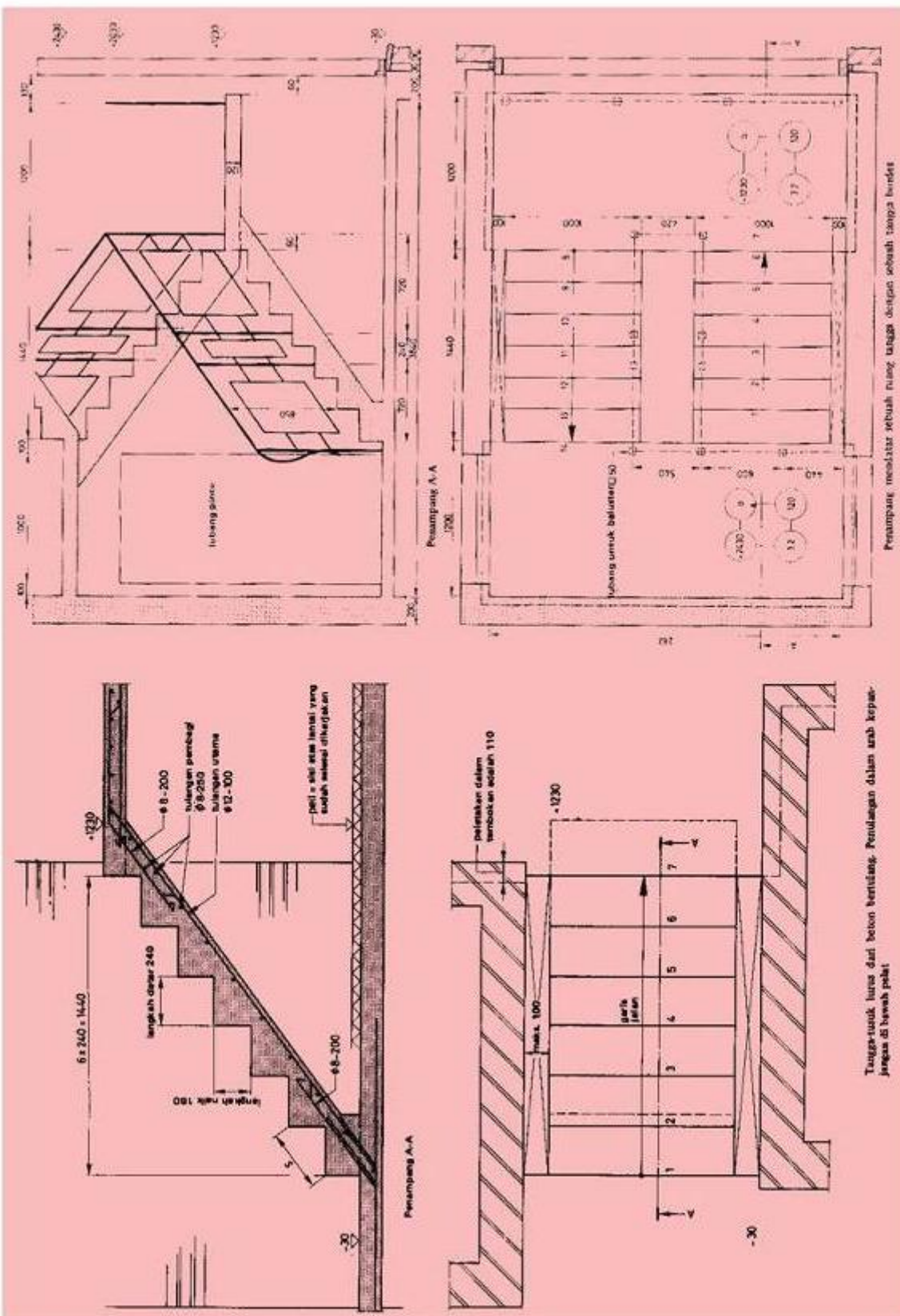
nL = Jumlah lebar tangga sampai dengan tinggi bebas

Tangga Melingkar



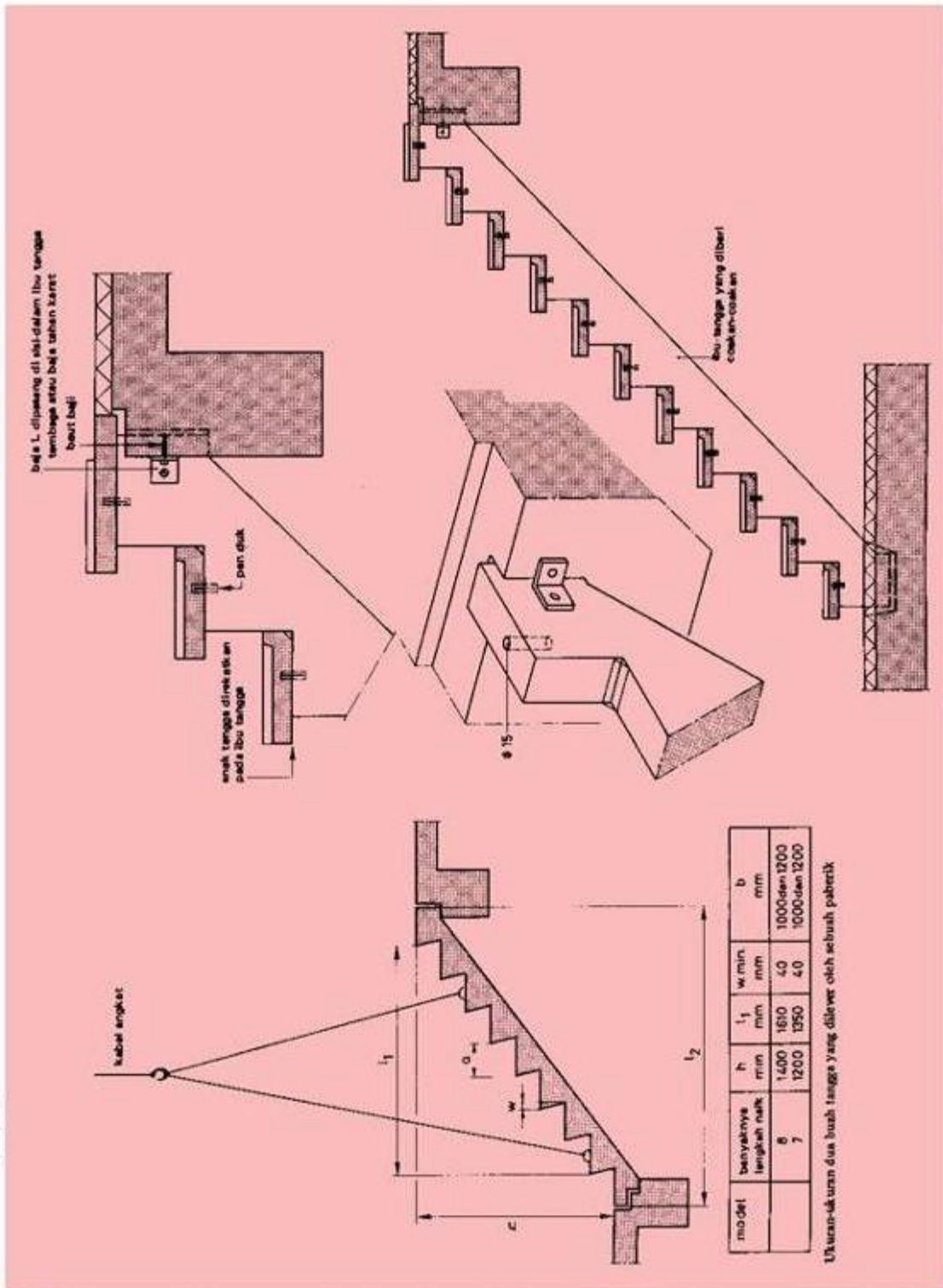
Gambar 6. 32 Tangga melingkar

Tangga lingkaran dapat berupa tangga lingkaran murni atau dikombinasikan dengan tangga lurus. Cara membuatnya dapat dipakai metode sebagai berikut:



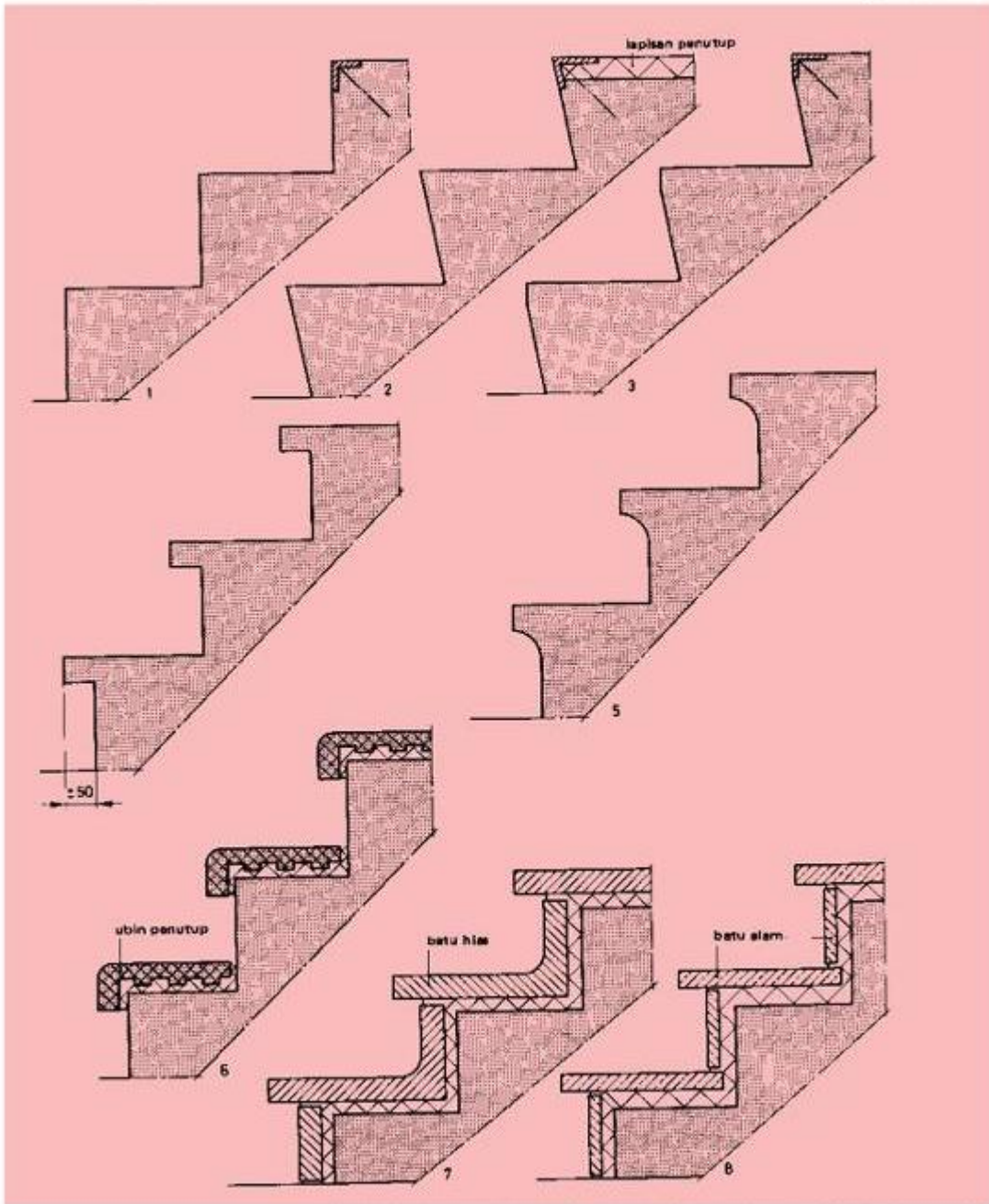
Tangga-tiang lurus dari beton bertulang. Penulangan dalam arah lebar-jangca di bawah pelat

Sumber: Membangun, Ilmu Bangunan, Jilid 3, Erlangga



Sumber: Membangun, Ilmu Bangunan, Jilid 3, Erlangga

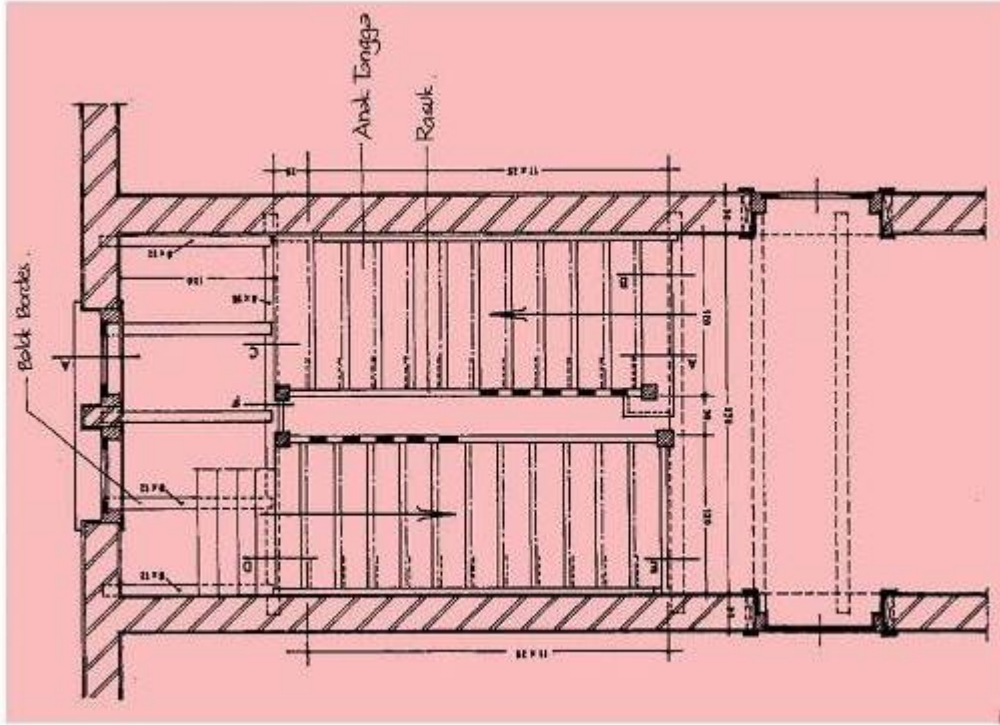
Gambar 6. 33 Rencana dan potongan tangga prefab



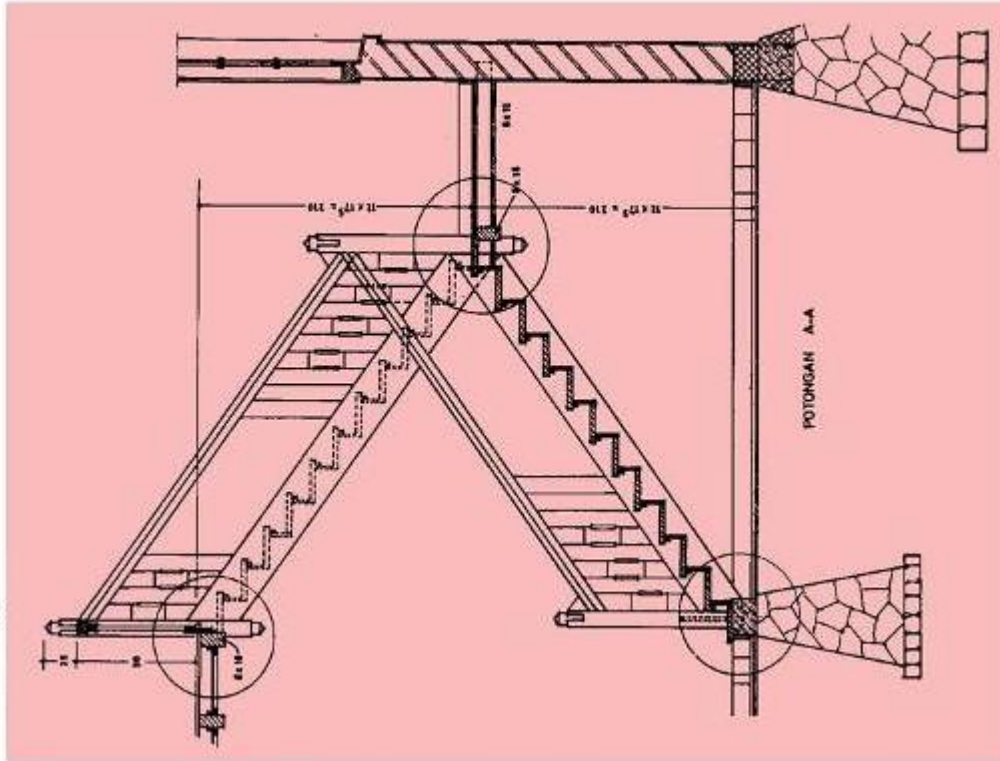
Sumber: Membangun, Ilmu Bangunan, Jilid 3, Erlangga

Gambar 6. 34 Penyelesaian anak tangga

Denah Rencana

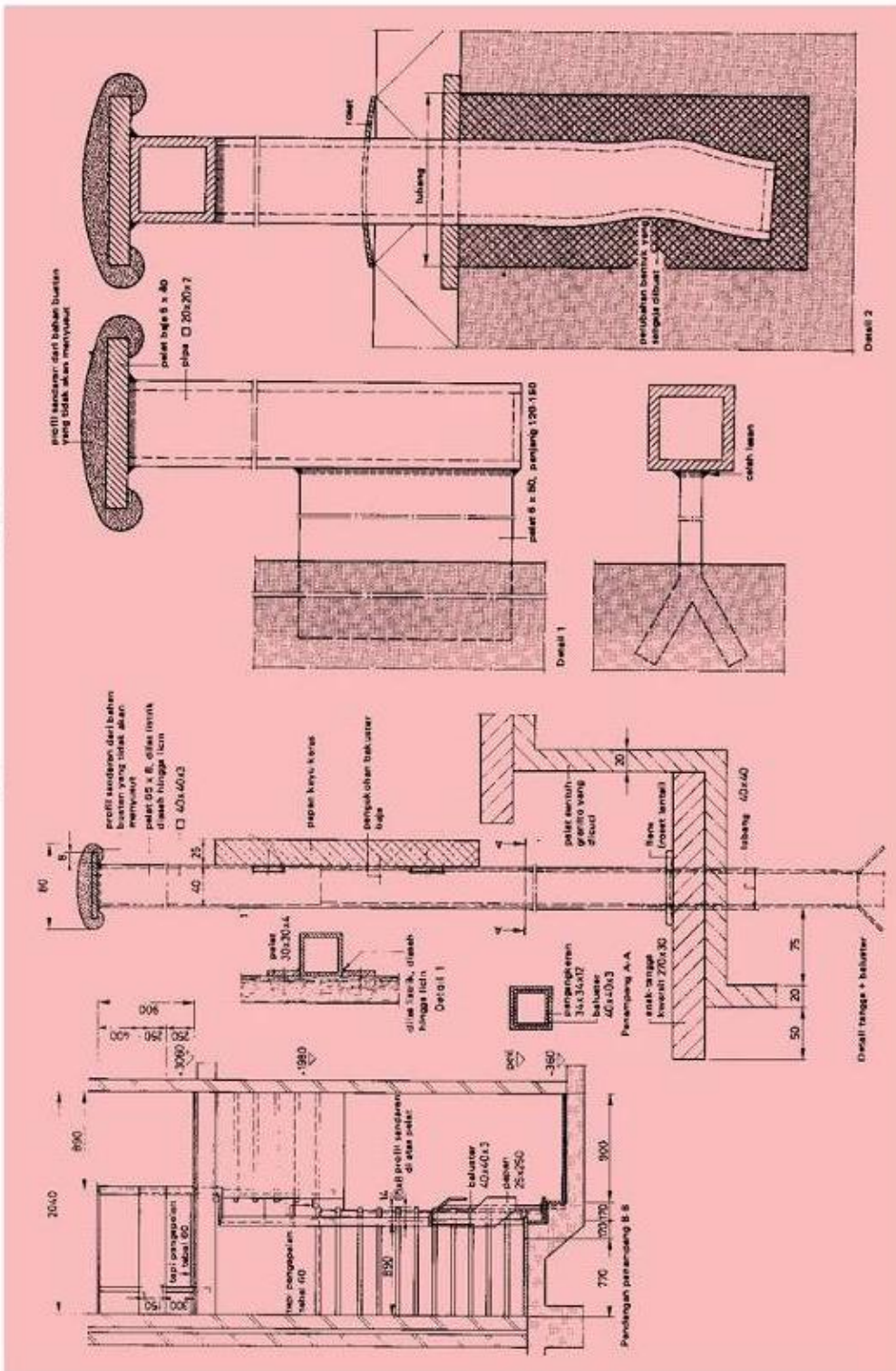


Potongan



Gambar 6. 35 Denah rencana tangga kayu

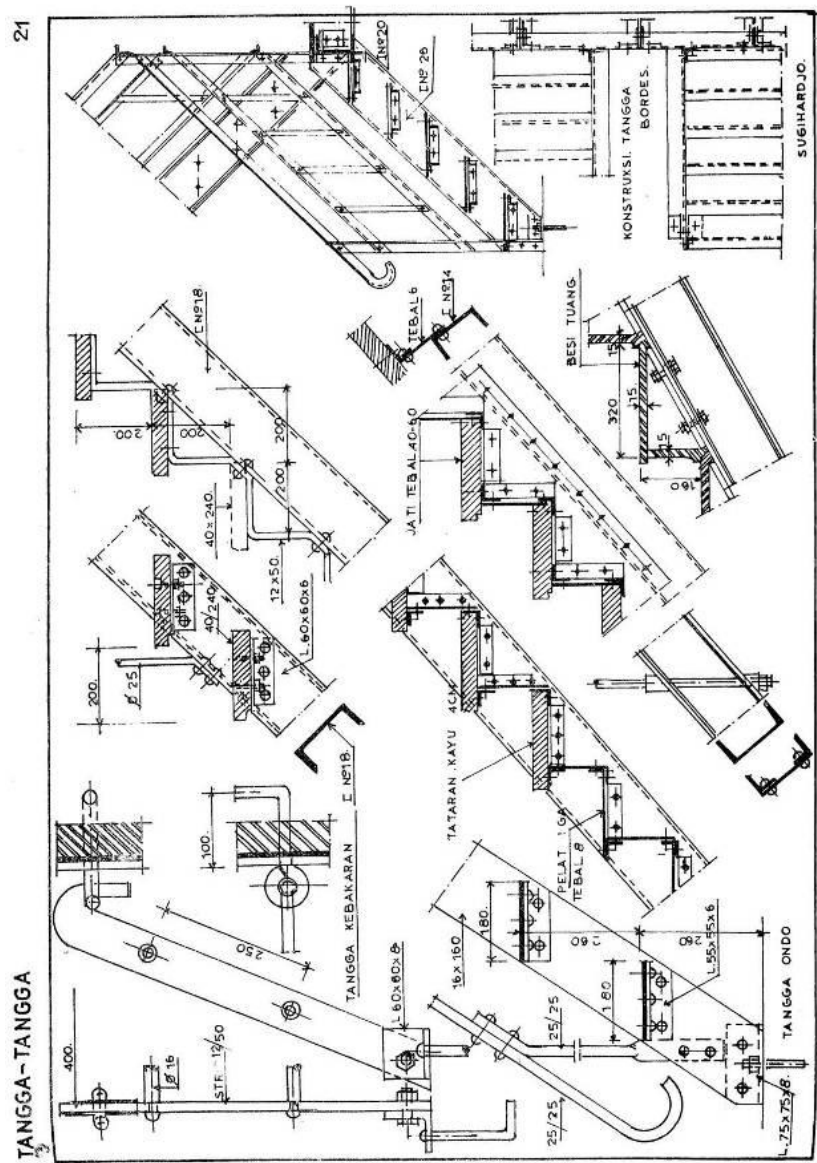
Sumber: Ir. Iman Subarkah, Konstruksi Bangunan Gedung, Idea Dharma



Gambar 6. 36 detail railing tangga

Sumber: Membangun, Ilmu Bangunan, Jilid 3, Erlangga

Tangga Baja



Gambar 6. 37 Tangga baja

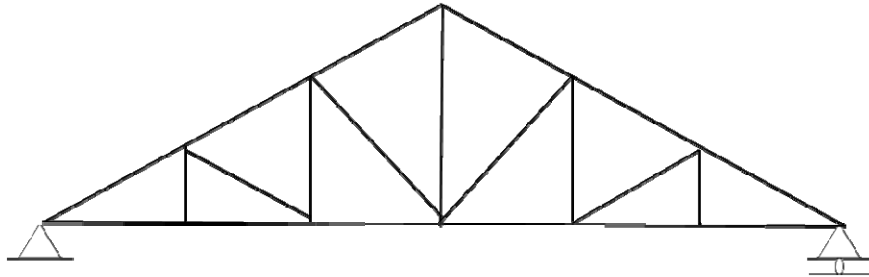
A. DASAR PERHITUNGAN KUDA-KUDA

Kuda-kuda atap adalah konstruksi yang terdiri dari balok melintang (yang menerima gaya tarik), balok sebagai penopang atau tiang (yang menerima gaya tekan) guna menyanggah dari gording dan kasau serta pelapis atap. Walaupun atap itu ringan, pengaruh luar terhadap konstruksi dan penutupnya baik terhadap suhu (sinar matahari), cuaca (air hujan dan kelembaban udara), serta keamanan terhadap gaya horizontal (angin kencang) dan kebakaran harus tetap dijamin.

Pada konstruksi atap terdapat bahan bangunan utama seperti salah satu contohnya; kuda-kuda kayu. Sedangkan sebagai bahan penutup adalah genteng flam, genteng pres, sirap, seng gelombang, serta genteng atau pelat semen berserat.

Konstruksi yang dipilih maupun bahan penutup akan mempengaruhi atau

menentukan kemiringan atap.



Bab 8. 1RangkaKuda-Kuda

Untuk perhitungan perencanaan kuda-kuda diperlukan data-data sebagai

berikut:

-Panjang bentang

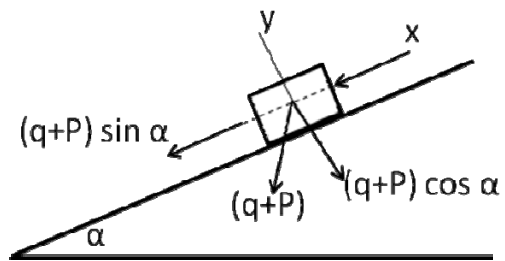
-Jarak kuda-kuda

-Jarak gording

-Jenis atap

-Jenis kayu

Perencanaan Gording



Gambar 5.2 Pembebanan pada gording

Pada perhitungan gording, diperhitungkan beban-beban sebagai berikut:

a. Beban mati (q):

- Berat atap

- Berat sendiri gording

b. Beban hidup (P):

$P = 100 \text{ kg}$

Akibat beban-beban yang bekerja, timbul momen-momen sebagai berikut:

Akibat beban mati:

$$M_x = 1/8 \cdot q \cdot \sin \alpha \cdot L^2 \dots\dots\dots 5.1a) M_y$$

$$= 1/8 \cdot q \cdot \cos \alpha \cdot L^2 \dots\dots\dots 5.1b)$$

Akibat beban hidup.

$$M_x = 1/4 \cdot P \cdot \sin \alpha \cdot L^2 \dots\dots\dots 5.2a) M_y =$$

$$1/4 \cdot P \cdot \cos \alpha \cdot L^2 \dots\dots\dots 5.2b)$$

Dimana M_x adalah momen arah x , M_y adalah momen arah y , dan L adalah jarak kuda-kuda.

Kontrol tegangan lentur:

$$\sigma_{lt} = \frac{M_x}{W_x} \leq \frac{M_y}{W_y} \leq F_b \quad \dots\dots\dots 5.3)$$

Dimana σ_{lt} adalah tegangan lentur yang terjadi akibat beban, M adalah momen

lentur, dan W adalah momentahanan.

$$W_x = \frac{I}{h^3} \rightarrow I_x = \frac{1}{12} b \cdot h^3 \quad \dots\dots\dots 5.4a)$$

$$W_y = \frac{I}{b^3} \rightarrow I_x = \frac{1}{12} h \cdot b^3 \quad \dots\dots\dots 5.4b)$$

2

F_b adalah kuat lentur terkoreksi (tergantung jenis kayu)

Kontrollendutan:

$$f_x = \frac{4}{384 E I_x} \frac{P L^3}{200} + \frac{3}{48 E I_x} f_{izin} \frac{L^3}{200} \dots\dots\dots 4.5a)$$

L

$$\delta f L^y = \frac{4}{384 E I_y} P L^4 + \frac{3}{48 E I_y} f_{izin} L^3 \dots\dots\dots 5.5b)$$

$$f \leq \sqrt{f_x^2 + f_y^2} \leq f_{izin} \dots\dots\dots 5.5c)$$

Dimana f adalah lendutan yang terjadi akibat beban, q adalah beban terbagirata

(beban mati), P adalah beban terpusat (beban hidup), L adalah jarak kuda-kuda, E

adalah modulus elastisitas lentur kayu, I adalah momen inersia penampang.

P erencanaan Kuda-Kuda

Padaperhitungan batang kuda-kuda, diperhitungkan beban-beban sebagai

berikut:

a. Beban mati (q).

- Berat atap

- Berat gording

- Beratsendirikuda-kuda(dapatditaksir)

Totalbebanmatidijadikansebagai bebanterpusatbekerjaverdikalpadati titik

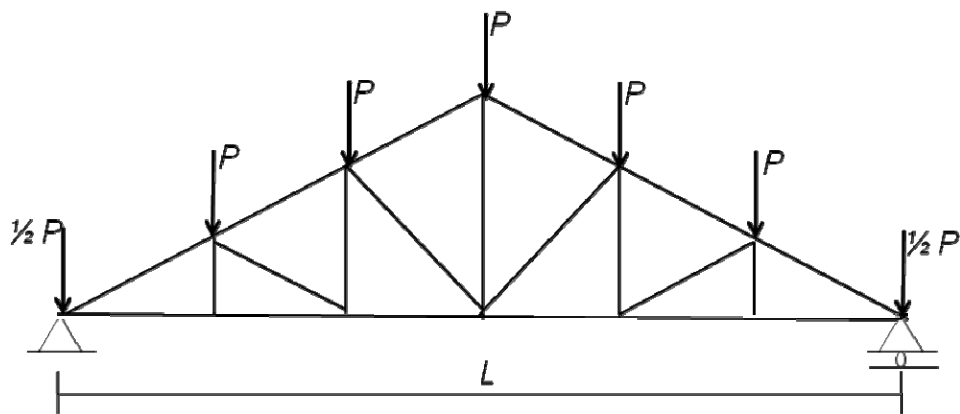
buhul.

b.Bebanhidup(P):

$P=100\text{kg}$, untuktiap titikbuhul(PMI, 1987)

Bebanmatidanbebanhidupyangbekerjapadakuda-kudadalambentuk

bebanterpusatvertikalpadatiap-tiap titikbuhuldiperlihatkanpadaGambar5.3.



Gambar 7.1 Pembebananbebanmatidanbebanhiduppadakuda-kuda

c. Beban angin (W)

Tekanan angin, p besarnya tergantung jarak letak tempat dari pantai. Pada

umumnya tekanan tiup angin harus diambil minimum 25 kg/m^2 . Tekanan tiup di

laut dan tepi pantai sampai sejauh 5 km dari pantai harus diambil minimum 40 kg/m^2 (P

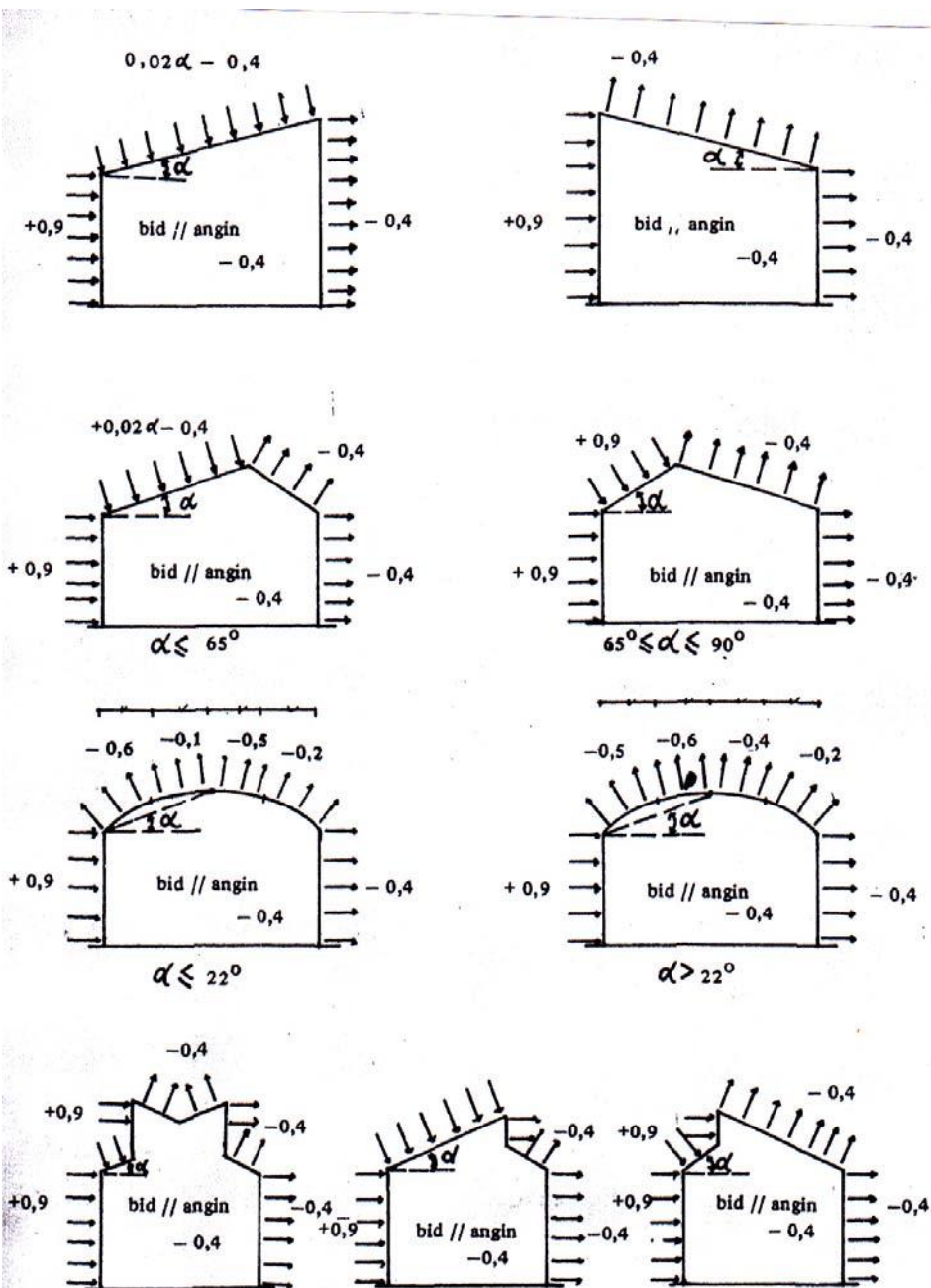
MI, 1987).

Koefisien angin tiup C_1 dan angin tekan C_2 ,

besarnya tergantung pada sudut kemiringan atap α

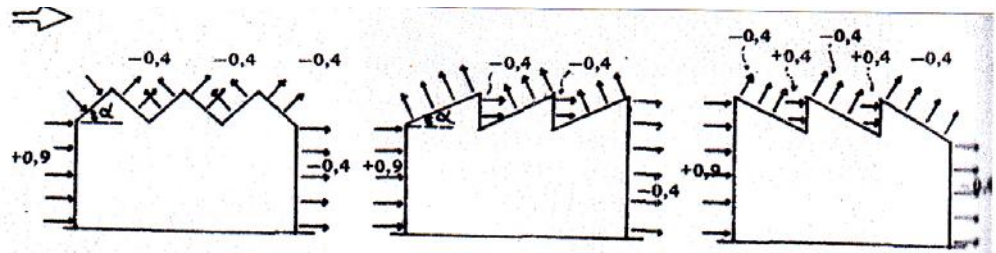
dan bentuk bukaan atap yang

diperlihatkan pada Gambar 7.2, Gambar 7.3, dan Gambar 7.4.



Untuk bidang-bidang atap dipihak angin :
 $\alpha < 65^\circ$ ---) $(+0,2\alpha - 0,4)$; $65^\circ < \alpha < 90^\circ$ ---) $+ 0,9$

Gambar 7.2 Koefisien angin bangunan tertutup

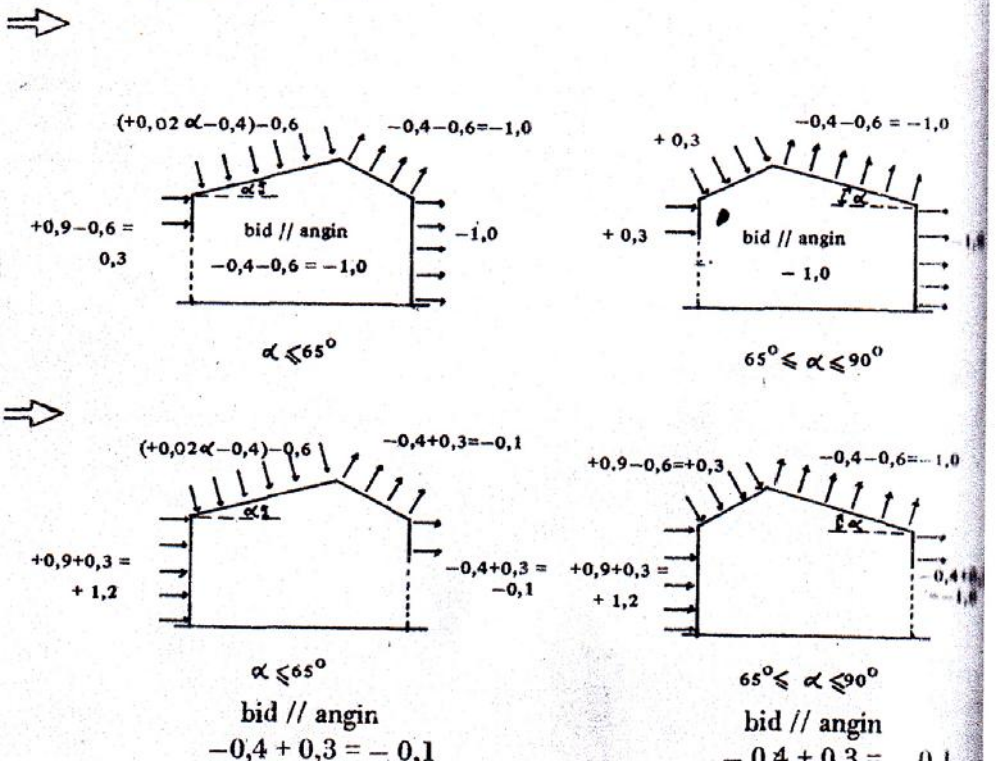


bid // angin - 0,4

untuk bidang-bidang atap dipihak angin :

$$\alpha < 65^\circ \text{ --- } (+0,2\alpha - 0,4) \quad ; \quad 65^\circ < \alpha < 90^\circ \text{ --- } +0,9$$

Bangunan terbuka sebelah :



Gambar 7.3 Koefisien angin bangunan terbuka sebelah

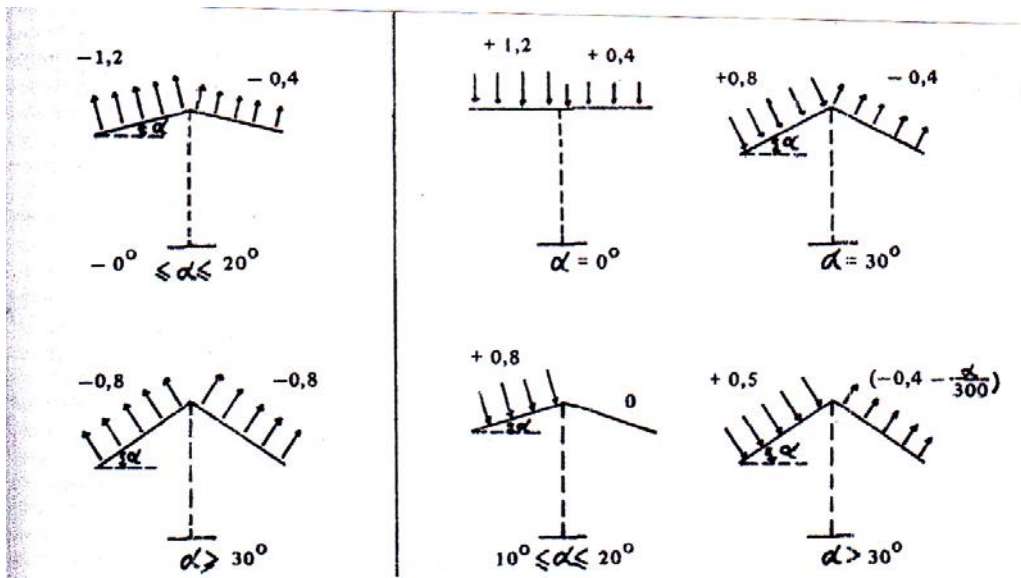
Besarnya beban angin untuk tiang titik buhul:

$$W_1 = C_1 \cdot p \cdot F(\text{angintiuap}) \dots \dots \dots 4.6a) W$$

$$W_2 = C_2 \cdot p \cdot F(\text{angintekan}) \dots \dots \dots 4.6b) Di$$

mana F adalah luas bidang atap antar kuda-kuda

Bentuk karakter beban angin pada kuda-kuda diperlihatkan pada Gambar 7.1.

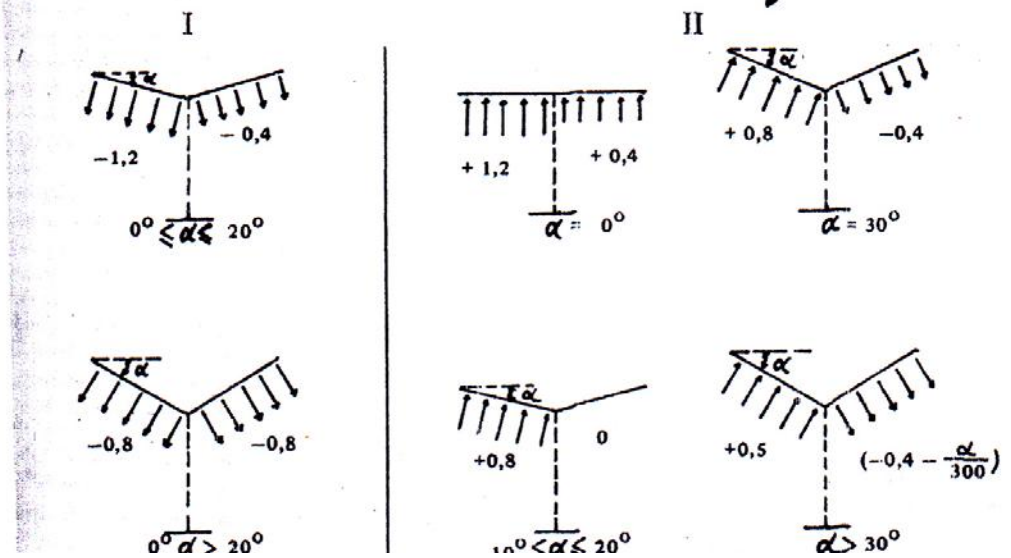


(untuk α yang terdapat diantaranya, diadakan interpolasi linier)

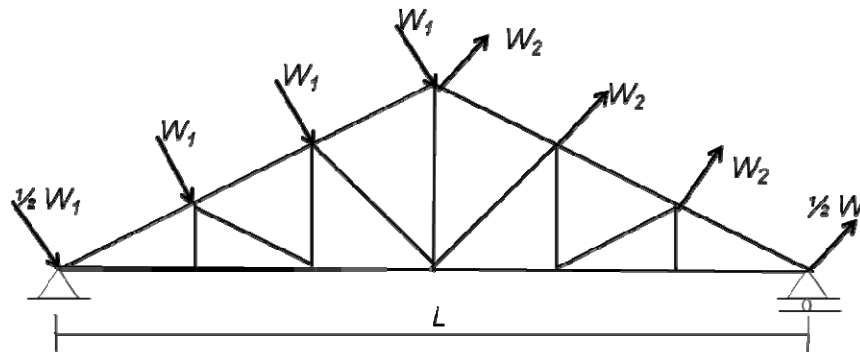
pelana terbalik tanpa dinding :

diperhitungkan menurut keadaan yang paling berbahaya diantara 2 cara

(cara I dan II)



Gambar 7.4 Koefisien angin bangunan tanpa dinding



Gambar 7.5 Pembebanan beban angin pada kuda-kuda

Gaya-gaya batang akibat beban mati dan beban hidup (P), serta akibat

beban angin (W) dihitung dengan menggunakan cara mekanik teknik cara analitis atau grafis.

Dalam menghitung perencanaan dimensi batang pada konstruksi kuda-

kuda, jika konstruksinya simetris, maka cukup dihitung separo saja. Untuk perhitungan perencanaan batang tarik dan batang tekan, juga dapat digunakan gaya batang terbesar berdasarkan persyaratan tarik dan tekan.

Sambungan batang kuda-kuda yang disebut buhul, alat sambung yang

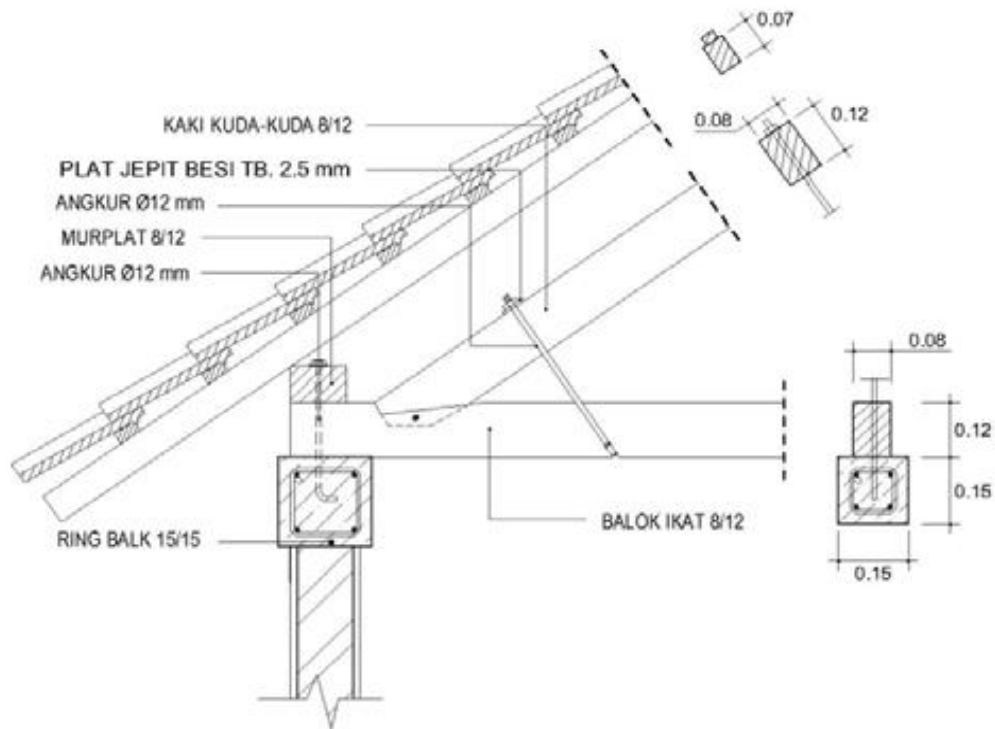
digunakan dapat berupa paku taut baut, dan untuk kuda-kuda digunakan hubungan gigi. Untuk perhitungan sambungan disesuaikan dengan jenis alat sambungnya.

V.1.3 Metode Teknis Struktur Atap Tahan Gempa

Dalam hal ini yang perlu diperhatikan untuk membuat struktur atap yang tahan gempa adalah membuat seluruh elemen rumah menjadi satu kesatuan yang utuh, yang tidak lepas satu sama lain akibat gempa. Terutama pada sambungan konstruksi pondasi, konstruksi dinding dan konstruksi atapnya.

Dalam hal ini pada konstruksi rangka atapnya harus diikat ke balok dan kolom sehingga mengurangi gesekan dan geseran apabila terjadi gempa. Selain itu pada konstruksi atapnya diberi balok penopang sehingga beban atap dapat ditopang secara merata. Pada titik sambungan kayu diberi baut dan tulangan yang dikaitkan.

Untuk menjaga kestabilan pada konstruksi atap bangunan tetap tinggal sebaiknya menggunakan plat pengikat dan sambung kayu yang diberi baut sehingga menjaga keseimbangan pada kuda-kudanya. Diameter baut dan jangkar yang digunakan minimal 12mm. Penutup atap yang digunakan hendaknya dari bahan yang ringan namun layak digunakan.



Gambar 7.6 Detailsambungkuda-kudakayu(Sumber.AnalisaTimdanPedomanteknispebangunanrumahhangempa)

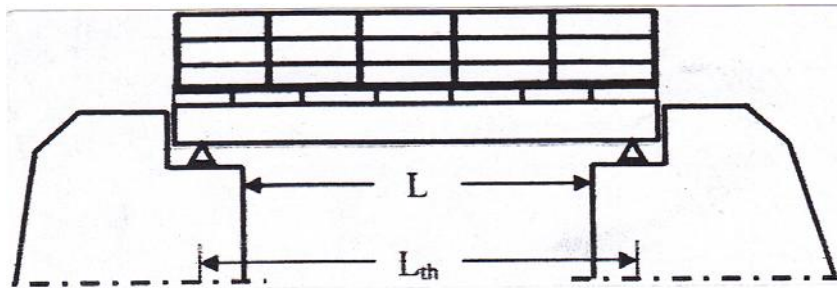
V.2JembatanKayu

Keuntunganpenggunaanbahankayuuntukkonstruksijembatan:

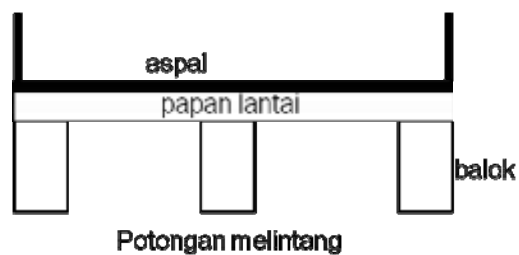
- a.Ringan
- b.Murah,terutamadaerah-daerahhutan
- c.Mudakdikerjakan,sehinggabiayapembangunanrendah
- d.Penggantiannyamudah
- e.Pelaksanaancepatdandapatdikerjakanolehtenagayangterdapatdimana saja.

Dalam perhitungan jembatan kayu harus diperhatikan beberapa hal, antara lain supaya dihindarkan lengas tinggi (kelembaban) yang berlangsung lama, pemeliharaan dan penggantian bagian-bagiannya dapat mungkin dilaksanakan tanpa biaya tinggi serta tanpa mengganggu lalu lintas.

Bagian-Bagian Konstruksi Jembatan Kayu

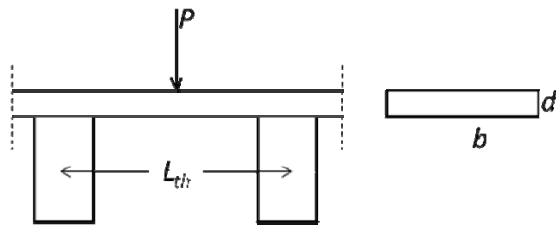


Gambar 7.7 Potongan memanjang



Gambar 7.8 Jembatan Kayu

V.2.1 Perhitungan Papan Lantai



Gambar 7.9 Papan lantai jembatan

Tebal papan lantai jembatan ditentukan dengan persamaan:

$$d \geq \frac{3 \cdot P \cdot L_h}{(5.7)^2 \cdot b \cdot F'} \dots\dots\dots$$

b

Dimana *d* adalah tebal papan, ϕ adalah faktor kejut = $1 + (20 / (50 + L_{th}))$, nilainya (1,4–1,5), *P* adalah muatan titik terbesar dari tekanan rod kendaraan, *L_{th}* adalah jarak teori tisan antar balok, *b* adalah lebar papan, dan *F_b* ' adalah kuat lentur terkoreksi (tergantung jenis kayu).

Apabila ada lapisan aspal dan berats sendiri papan dipertimbangkan, maka:

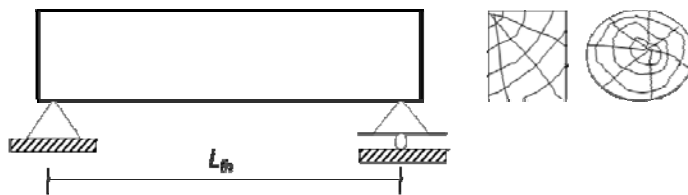
$$d \geq \frac{6 \cdot M_u \cdot b}{F'} \dots\dots\dots 5.8)$$

b

Dimana *d* adalah tebal papan, $M_u = M_q + M_p$ adalah momen faktor akibat bebanyan

g bekerja, M_Q adalah momen akibat beban mati (b. saspal + b. sapan), M_P adalah momen akibat muatan titik terbesar dari tekanan kendaraan, b adalah lebar papan, dan F_b adalah kuat lentur terkoreksi (tergantung jenis kayu).

V.2.2 Perhitungan Balok/Gelagar



Gambar 7.10 Balok jembatan

Balok/gelagar jembatan kayu harus memenuhi ketentuan berikut:

Berdasarkan kekuatan:

$$M_u \leq \phi_b \cdot M' \dots\dots\dots 5.9)$$

Dimana M_u adalah momen faktor, λ adalah faktor waktu, ϕ_b adalah faktor tah

ananlentu, dan M' adalah tahanan lenu ter koreksi.

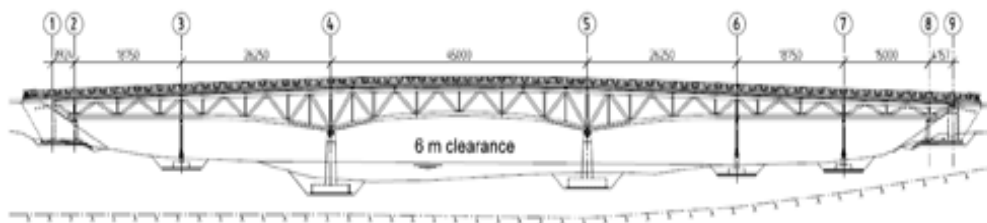
Berdasarkan kekakuan:

$$f \approx \frac{5}{384} \cdot \frac{q \cdot h^4 L_t}{EI} \approx \frac{L_t}{300} \dots \dots \dots 5.10)$$

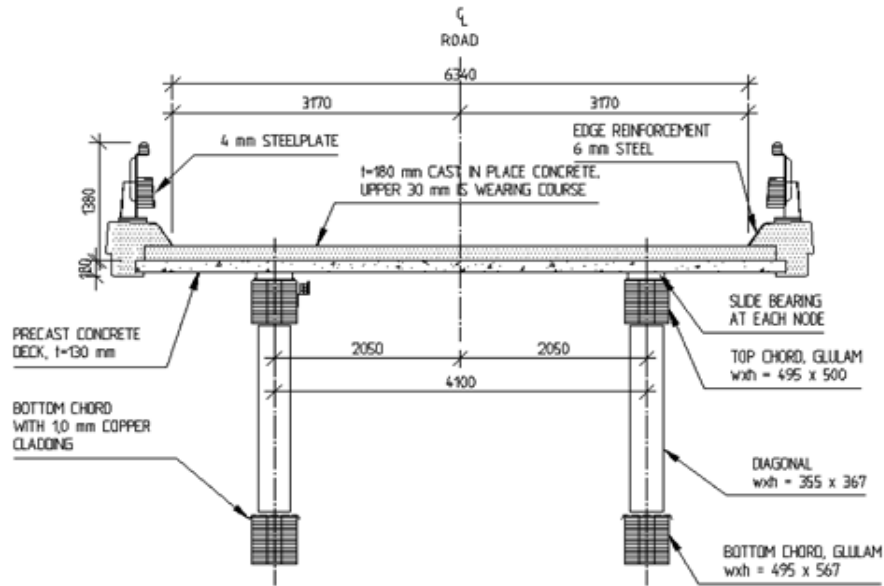
Dimana f adalah lendutan yang terjadi akibat beban yang bekerja, q adalah beban terbagirata, L_t adalah panjang bentang teoritis, E adalah modulus elastisitas kayu, I adalah momen inersia penampang.

V.2.3 Jembatan Kayu Balok Laminasi

Ternyata konstruksi kayu dengan teknik laminasi tidak terbatas pada bangunan gedung seperti gambar di atas. Di Norwegia telah digunakan untuk bangunan jembatan, bahkan telah didesain dapat dilalui kendaraan tempur. Bayangkan itu, mereka menyebutnya sebagai jembatan kayu terkuat di dunia.



Gambar 7.11 Jembatan Kayu Sungai Renadi Norwegia, bentang 45m



Gambar 5.11. Penampang tengah jembatan kayu sungai Rena

Struktur kayu di Swedia adalah seperti halnya struktur dari material yang lain, jadi peralatan yang digunakan untuk proses konstruksinya juga tidak main-main seperti yang dipakai pada struktur baja juga.



Gambar 7.12Erectionjembatankayulaminasi.

Carapenyambungantiap-tiapelemenmemakaiinsert-steel,yahsepertisambunganbaja,hanyasajatentubagianyangterlemahadalahbagiankayu,sehinggadimensinyaditentukanolehkekuatankayu.Untukkonstruksisepertiini,penggunaanteknologiadhesivesudahbukanesuatuyangasinglagi.



Gambar 7.13 Proses erection jembatan kayu sungai Rena

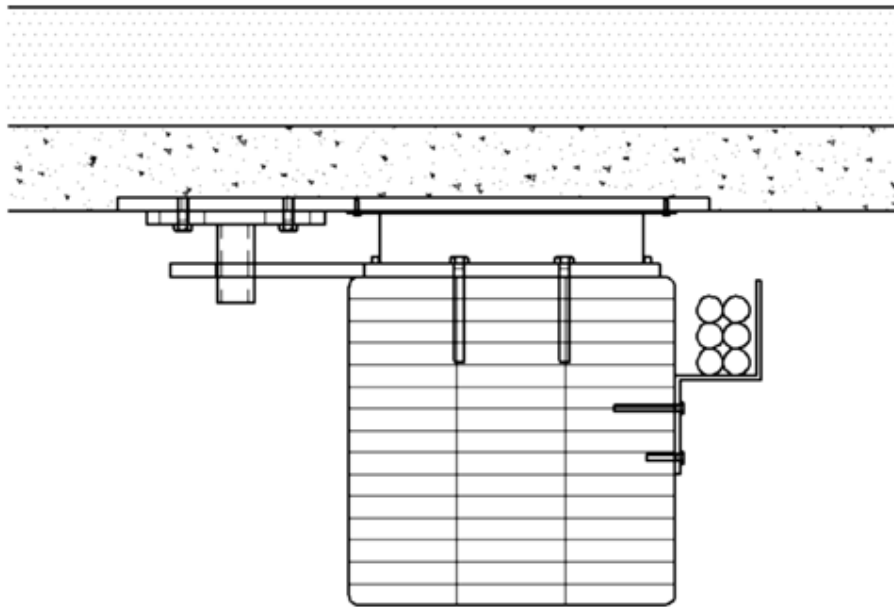
Ternyata untuk deck-nya atas digunakan pelat beton precast (tebal 130 mm). Memangnya untuk lantai material yang paling cocok saat ini adalah beton, mantap dan cukup kuat. Menarik juga kan ada struktur gabungan kayu dan beton, di mana kayu dijadikan struktur utama. Perhatikan cara pemasangan lantai precastnya sebagai berikut.



Gambar 7.14Pemasanganlantai precast diatas jembatan kayu.

Jika melihat tulang di atas deck precast tersebut, maka itu mestinya tulang geser yang di atasnya akan dicor beton lagi, semacam topping begitu. Jadi total tebal beton precast dan cast-in-situ adalah sebesar 310 mm. Maklum beban rencana kendaraan tank tempur milik tentara Norwegia.

Hal menarik yang perlu dilihat adalah detail sambungan precast deck ke elemen kayu laminasi bagian atas. Dari gambar 7 di atas dapat diketahui bahwa sistem sambungan precast deck dan kayu adalah tidak menyatu, mereka bisa bergeser. Ini penting untukantisipasi kembang susut kedua bahan yang berbeda. Ini hebatnya perancangan struktural yang mereka buat. Mau lihat detail hubungan deck dan kayu, adalah sbb:



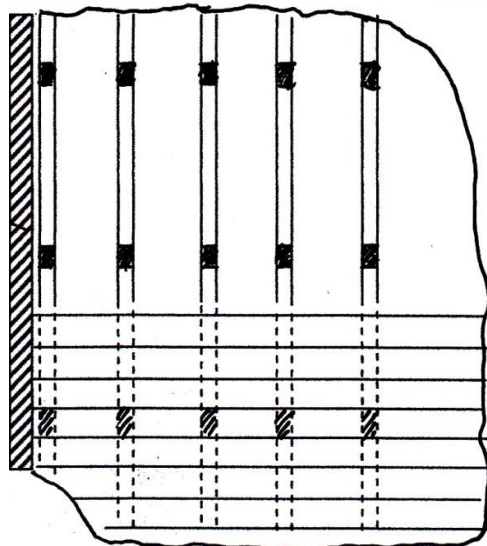
Gambar 7.15 Detailsambunganprecastdeckdankayulaminasiatas.

Perhatikanadabagianyangdapatmenyebabkanprecastdeckberdeformasitidak samadengankayunya.Jadiketikerjadikembangsusutpadadeck,tidak menyebabkantimbulnyateganganakibatefectrestraintpadarangkakayu.Yah miripsepertistrukturstatistertentubegitu,yaitutidakdipengaruhiolehterjadinya deformasi.



Gambar 7.16JembatankayusungaiRena,Norwegia

V.3Bekisting



Gambar 7.17.Denahbekisting

Untuk perhitungan perencanaan bekisting diperlukan data-data sebagai

berikut:

- Tebal plat beton
- Berat jenis beton
- Jenis kayu yang digunakan

Pada perhitungan bekisting, diperhitungkan beban-beban sebagai berikut::

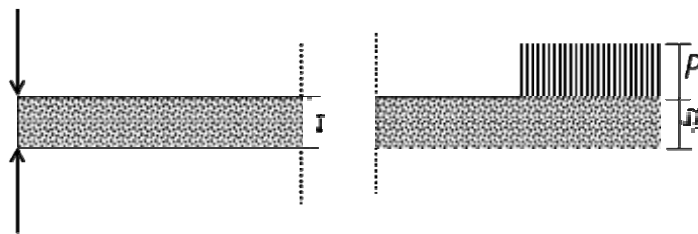
a. Beban mati, yaitu berat sendiri beton (q)

b. Beban hidup, yaitu beban orang-

orang yang bekerja di atas plat serta tumpukan adukan beton dan gerobak ($P = 500 \text{ kg/m}^2$).

Beban total di atas perancah adalah beban tetap ditambah beban sementara

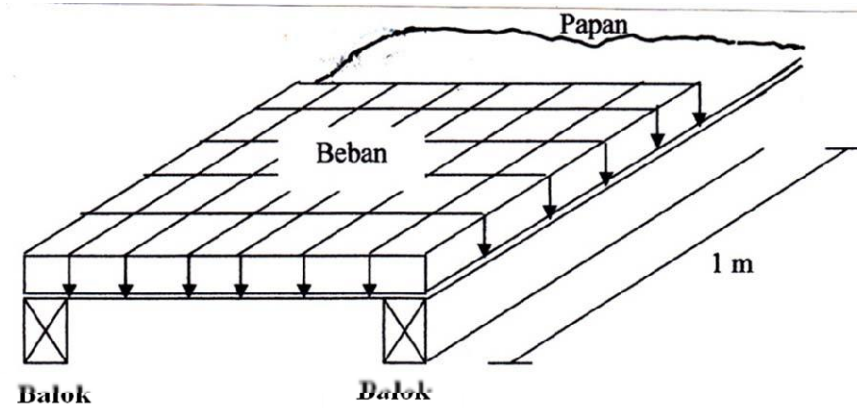
($q + P$).



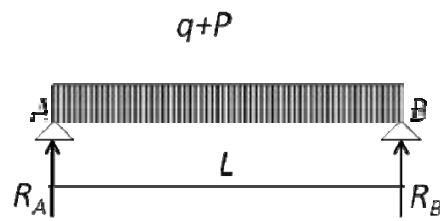
Gambar 7.18 Pembebanan pada bekisting

Beratsendiri perancah diabaikan.

V.3.1 Perhitungan Papan Perancah



Gambar 7.19 Pembebanan ditinjau untuk sebuah jalur selebar 1 meter



Gambar 7.20 Pembebanan pada papan

Reaksi perletakan:

$$R_A = R_B = \frac{1}{2} \cdot (1,2 \cdot q + 1,6 \cdot P) \cdot L \dots\dots\dots 5.11)$$

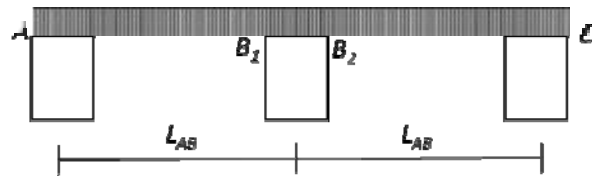
Momen faktor:

$$M_U = \frac{1}{8} \cdot (1,2 \cdot q + 1,6 \cdot P) \cdot L^2 \dots\dots\dots 5.12)$$

Perhitungandimensipapan, untuk lebar 1 meter, memenuhi ketentuan perhitungan balok lentur. Faktor layan basah untuk papan kayu, $C_M = 0,85$.

V.3.2 Perhitungan Balok

Balok harus mendukung papan. Beban di atas balok diperoleh dari jumlah gaya-gaya reaksi dari dua bentang yang berdekatan.



Gambar 7.21 Pembebanan pada balok

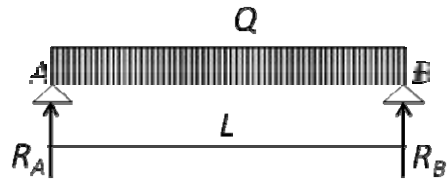
Reaksi perletakan:

$$R_{B1} = R_{B2} = \frac{1}{2} \cdot (q+P) \cdot L \dots \dots \dots 5.13)$$

$$Q = (1,2 \cdot q + 1,6 \cdot P) \dots \dots \dots 5.14)$$

Q sama dengan beban dari tengah-tengah bentang dari dua bentang yang

bedekatan.



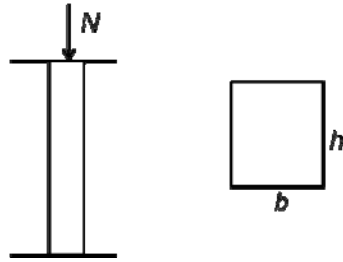
Gambar 7.22Reaksi pada balok

$$R_A = R_B = \frac{1}{2} \cdot Q \cdot L \dots\dots\dots 5.15)$$

Momenterfaktor:

$$M_U = \frac{1}{8} \cdot Q \cdot L^2 \dots\dots\dots 5.16)$$

V.3.3 Perhitungan Kayu Penyangga



Gambar 7.23 Pembebanan pada kayu penyangga

Gayanormal yangdiperhitungkanadalah:

$$N = q \cdot A \cdot \text{pengaruh} \dots \dots \dots 5.17)$$

Dimana q adalah beban mati akibat berat beton + beban hidup akibat berat orang,

Adalah luas pengaruh pada tiang penyangga.

Perhitungandimensitiang,memenuhiketentuanperhitunganbatangtekan.

$$u \leq P_c \cdot P' \dots\dots\dots 5.18)$$

Jari-jarigirasi;

$$i_x = \sqrt{\frac{I_x}{A}} \dots\dots\dots .5.19)_A$$

dani_x=0,289.h(untukpenampangempatpersegi)

Nilai kelangsingan batang:

$$K_e \cdot L \leq \frac{175}{i} \dots\dots\dots 5.20)$$

x

Tahanantekanbatangterkoreksi:

$$P' \leq C_p \cdot P' \leq C_p \cdot A E_c' \dots\dots\dots 5.21)$$

Faktorkestabilanbatangtekan

$$C_p \leq 1 - \frac{c}{2c} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2c}{c}} \right) \dots\dots\dots 5.22)$$

$$c \leq \frac{s \cdot e}{c} \cdot P' \dots\dots\dots 5.23)$$

o

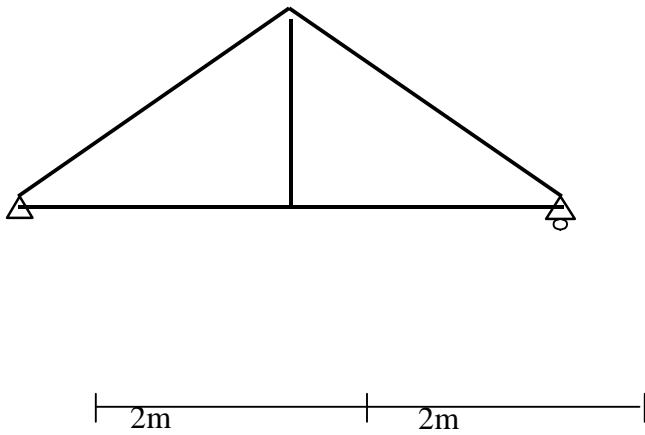
Tahanan tekuk kritis (Euler):

$$P_{cr} = \frac{\pi^2 EI}{(K_e L)^2} \quad \dots \dots \dots 5.24)$$

V.4 Contoh-Contoh Soal dan Pembahasan

Soal 1. Tentukan kekuatan gording kuda-kuda kayu untuk bangunan rumah

sederhana seperti pada gambar. Kayu yang digunakan kode mutu E25 dengan BJ. 0,9 dan anukuran kayu 5/7. Jarak gording 1 m dan jarak kuda-kuda 2 m. Penutup atap seng gelombang BWG. 24.



Gambar 5.24 Rangka kuda-kuda contoh soal 1.

Penyelesaian:

Pembebanan gording.

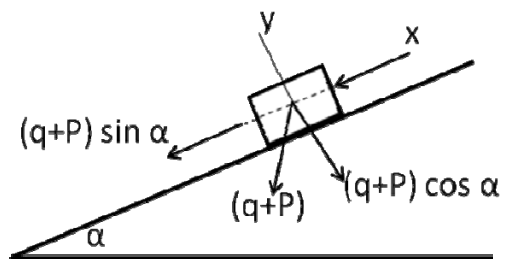
- Beban mati.

$$\text{Berat penutup atap} : 10 \times 1 = 10 \text{ kg/m}$$

$$\text{Berat gording} : 0,05 \times 0,07 \times 900 = 3,15 \text{ kg/m}$$

$$q=13,15\text{kg/m}$$

- Bebanhidup(P) : =100 kg



Gambar 7.24 Pembebanan pada gording contoh soal 1

Momen-momen yang terjadi:

Akibat beban mati:

$$M_x = 1/8 \cdot q \cdot \sin \alpha \cdot L^2 = 1/8 \cdot 13,15 \cdot \sin 30 \cdot 2^2 = 3,2875 \text{kgm}$$

$$M_y = 1/8 \cdot q \cdot \cos \alpha \cdot L^2 = 1/8 \cdot 13,15 \cdot \cos 30 \cdot 2^2 = 5,6941 \text{kgm}$$

Akibat beban hidup.

$$M_x = 1/4 \cdot P \sin \alpha \cdot L^2 = 1/4 \cdot 100 \cdot \sin 30 \cdot 2^2 = 50$$

kgmM

$$y = 1/4 \cdot P \cos \alpha \cdot L^2 = 1/4 \cdot 100 \cdot \cos 30 \cdot 2^2 = 86,6025 \text{ kgm}$$

Kontroltegangantentur:

$$\sigma_{lx} = \frac{M_x}{W_x} \leq \sigma_{fy}$$

$$\sigma_{lx} = \frac{532875}{40833,33} = 1299,296 \text{ kg/cm}^2 < 1429166,67 \text{ kg/cm}^2 \rightarrow \text{ok}$$

Kontrollendutan:

$$\delta f_1 = \frac{1}{384 E I_x} \cdot P \cdot L^3 \cdot \sin 30 \cdot \frac{L}{2} = \frac{11000 \cdot \sin 30 \cdot 2000^3}{384 \cdot 29166,67 \cdot 1429166,67} = 2,7 \text{ mm} < 10 \text{ mm} \text{ ok}$$

$$\delta f_1 = \frac{11000 \cdot \sin 30 \cdot 2000^3}{384 \cdot 29166,67 \cdot 1429166,67} = 2,7 \text{ mm} < 10 \text{ mm} \text{ ok}$$

$$54 qL \quad 13 P.L \quad L$$

$$f_y \leq \frac{384 \cdot E.I_y}{48 \cdot E.I_y} \leq f_{izin} = 200$$

$$f = \frac{0,1315 \cdot \cos 30 \cdot 2000^4}{384 \cdot 25000 \cdot 729166,67} + \frac{11000 \cdot \cos 30 \cdot 2000^3}{48 \cdot 25000 \cdot 729199,67}$$

$$= 9,22 \text{ mm} < 10 \text{ mm} \quad \text{ok}$$

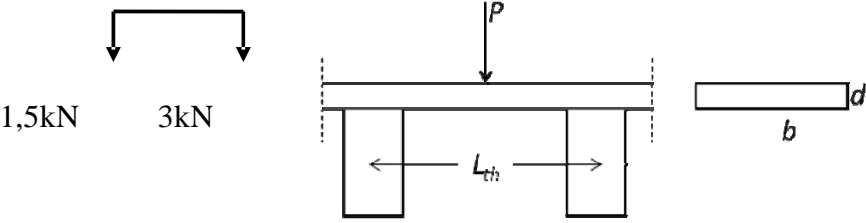
$$f \leq \sqrt{f_x^2 + f_y^2} \leq f_{izin}$$

$$f \leq \sqrt{2,7^2 + 9,22^2} = 9,61 \text{ mm} < 10 \text{ mm} \rightarrow \text{ok}$$

Soal2. Suatu konstruksi jembatan kayu dengan panjang bentang 5 m dengan

beban kendaraan seperti pada gambar, lebar papan 30 cm dan jarak antar balok

50cm. Kayu yang digunakan mutu Adarikodemutu E25 dengan berat jenis 0,9. Tentukan tebal papan lantai dan dimensi balok/gelagar.



Gambar 7.25 Jembatan kayu contoh soal 2

Penyelesaian:

Tebalpapanlantai.

$$L_{th} = 50 + 0,05 \cdot 50 = 52,5 \text{ cm}$$

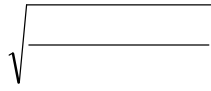
$$\Phi = 1 + (20 / (50 + 5,25)) = 1,36 \approx 1,4$$

KayumuAdarikodemutuE25: $F_b = 67 \text{ MPa}$ Faktor la
yanbasah: $CM = 0,85$ (lantaipapankayu)

Kuatlenturterkoreksi: $F_b' = 67 \cdot 0,85 = 45,56 \text{ MPa}$

$$\sqrt{\frac{P \cdot L_{th}}{F_b'}}$$

$$d \square \begin{matrix} 3..P. \\ L_{th} \\ 2.b. \\ F_b' \end{matrix}$$
$$d \square \begin{matrix} 3.1,4.3000.525 \\ 2.300.45,56 \end{matrix}$$



Tebal papan lantai dalam prakteknya adalah $16+1=17$ mm atau 1,7 cm

Dimensi balok/gelagar.

Berat sendiri papan lantai: $q=0,017 \cdot 0,3 \cdot 900=4,59$ kg/m = 45,9 N/m

Berat sendiri balok diabaikan

Beban terpusat akibat tekanan rod kendaraan maksimum $P=3$ kN

Bentang rencana: $L_{th}=5+0,05 \cdot 5=5,25$ m

Moment faktor:

$$M' = F_b' \cdot W \cdot C_f = 45,56 \cdot W \cdot 1,4 = 63,78 W$$

$$M_u = 1,2(1/8 \cdot 45,9 \cdot 5,25^2) + 1,6(1/4 \cdot 3000 \cdot 5,25)$$

Tahanan lentur terkoreksi:

Penampang empat persegi: $C_f=1,4$

=6489,77Nm

=6489770Nmm

Momenlentur:

$$M_u \leq \lambda \cdot \phi_b \cdot M'$$

Faktorwaktu: $\lambda = 0,8$

Faktortahananlentur: $\phi_b = 0,85648977$

$$0 \leq 0,8 \cdot 0,85 \cdot 63,78 W$$

$$W \geq 6489770 / (0,8 \cdot 0,85 \cdot 63,78) W \geq$$

$$149636 \text{ mm}^3$$

Penampangempatpersegi, asumsi: $h = 2b$ $W \geq$

$$1/6 \cdot b \cdot h^2$$

$$W \geq 1/6 \cdot b \cdot (2b)^2 W \geq 2$$

$$/3b^3$$

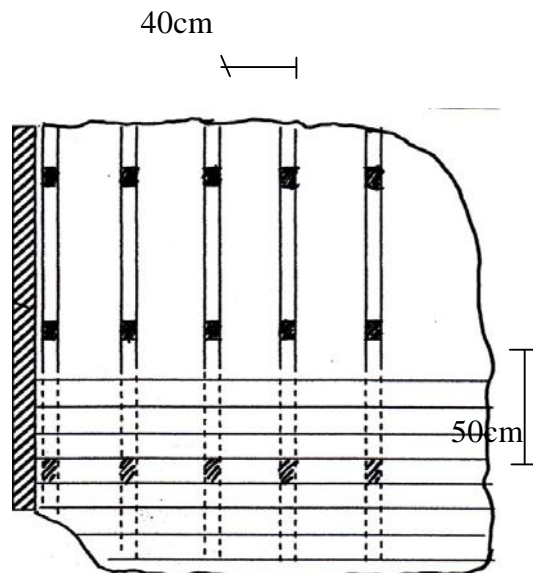
$$2/3b^3 \geq 149636$$

$$b = 60,77 \approx 70 \text{ mm}$$

$$h = 70 \cdot 2 = 140 \text{ mm}$$

Jadi ukuran balok/gelagarkayu yang dipakai adalah 7/14

Soal 3. Pengecoran suatu plat lantai beton dengan tebal 12 cm, berat jenis beton $2,5 \text{ t/m}^3$. Untuk bekisting digunakan kayu dari kode mutu E15, dengan denah seperti pada gambar. Tentukan ukuran papan balok, dan tiang penyangga untuk tinggi 3 m.



Gambar 7.26 Denah bekisting contoh soal 3.

Penyelesaian:

$$\text{Beratsendiriplat: } q = 0,12 \cdot 2,5 = 0,3 \text{ t/m}^2 = 300 \text{ kg/m}^2$$

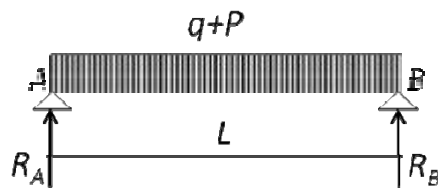
$$\text{Tumpukkanadukanbetondangerobak: } P = 500 \text{ kg/m}^2$$

Beratsendiribekistingdiabaikan.

$$\text{KayukodemutuE15: } E_w = 15000 \text{ MPa}, F_b = 35 \text{ MPa}, F_c = 36 \text{ MPa}, F_v = 5,3 \text{ MPa}$$

Perhitunganpapanperancah, untuk selebar 1 m

Reaksi perletakan:



$$R_A = R_B = \frac{1}{2}((1,2 \cdot 300) + (1,6 \cdot 500)) \cdot 0,4 = 232 \text{ kg}$$

Moment faktor:

$$M_u = \frac{1}{8} \cdot ((1,2 \cdot 300) + (1,6 \cdot 500)) \cdot 0,4^2 = 23,2 \text{ kgm} = 232000 \text{ Nmm}$$

Tahanan lentur terkoreksi:

Faktorlayananbasah: $CM=0,85$ (papankayu)

Penampangempatpersegi: $Cf=1,4$

$$M' = F_b' \cdot W \cdot Cf = (35 \cdot 0,85) \cdot W \cdot 1,4 = 41,65 W$$

Momenlatur:

$$M_u \leq \lambda \cdot \phi_b \cdot M' Fa$$

ktorwaktu: $\lambda=0,8$

Faktortahananlatur: $\phi_b=0,8523$

$$2000 \leq 0,8 \cdot 0,85 \cdot 41,65 W$$

$$W \geq 232000 / (0,8 \cdot 0,85 \cdot 41,65)$$

$$W \geq 8192 \text{ mm}^3$$

Penampangempatpersegi, asumsi: $b=1 \text{ m}$

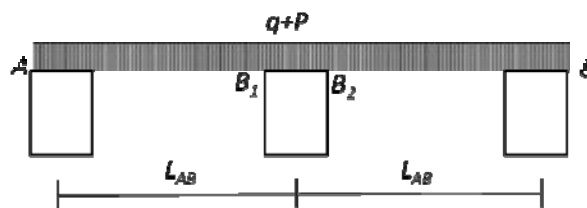
$$W \geq 1/6 \cdot b \cdot h^2$$

$$8192 \geq 1/6 \cdot 300 \cdot (h^2)$$

$$h \geq 12,8 \approx 13 \text{ mm}$$

Jaditebalpapankayuuntukselebar1madalah1,3cm

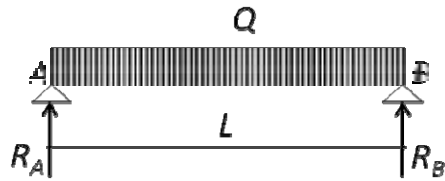
Perhitunganbalok



Reaksiperletakan:

$$R_{B1} = R_{B2} = 1/2 \cdot (q+P) \cdot L = 1/2 \cdot (300+500) \cdot 0,4 = 400 \text{ kg/m}$$

$$Q = (1,2 \cdot q + 1,6 \cdot P) \cdot L = (1,2 \cdot 300 + 1,6 \cdot 500) \cdot 0,4 = 464 \text{ kg/m}$$



$$R_A = R_B = \frac{1}{2} \cdot Q \cdot L = \frac{1}{2} \cdot 464 \cdot 0,4 = 92,8 \text{ kg}$$

Momentenfaktor:

$$M_U = \frac{1}{8} \cdot Q \cdot L^2 = \frac{1}{8} \cdot 464 \cdot 0,4^2 = 9,28 \text{ kgm} = 92800 \text{ Nmm}$$

Tahananlenturterkoreksi:

Faktorlayanbasah: $CM = 0,85$ (balokkayu)

Kuatlenturterkoreksi: $F_b' = 35 \cdot 0,85 = 29,75 \text{ MPa}$

Penampangempatpersegi: $C_f = 1,4$

$$M' = F_b' \cdot W \cdot C_f = 29,75 \cdot W \cdot 1,4 = 41,65 W$$

Momenlentur:

$$M_U \leq \lambda \cdot \phi_b \cdot M' F_a$$

ktorwaktu: $\lambda = 0,8$

Faktortahananlentur: $\phi_b = 0,859$

$$2800 \leq 0,8 \cdot 0,85 \cdot 41,65 W$$

$$W \geq 92800 / (0,8 \cdot 0,85 \cdot 41,65)$$

$$W \geq 3277 \text{ mm}^3$$

Penampang empat persegi, asumsi: $h=2b$

$$W \geq 1/6 \cdot b \cdot h^2$$

$$W \geq 1/6 \cdot b \cdot (2b)^2$$

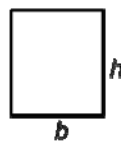
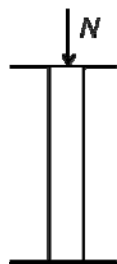
$$W \geq 2/3 b^3$$

$$2/3 b^3 \geq 3277$$

$$b = 17 \approx 20 \text{ mm}$$

$$h = 20 \cdot 2 = 40 \text{ mm}$$

Perhitungan Kayu Penyangga



asumsi ukuran kayu 5/7

Gayanormal:

$$N = q \cdot A \cdot \text{pengaru} = 464 \cdot (0,4 \cdot 0,5) = 92,8 \text{ kg} = 928 \text{ N}$$

Perhitungandimensitiang,memenuhiketentuanperhitunganbatangtekan.

$$\text{Luas, } A = 5 \times 7 = 35 \text{ cm}^2$$

$$\text{Momen inersia, } I = 1/12 \cdot b \cdot h^3$$

$$= 1/12 \cdot 5 \cdot 7^3$$

$$= 143 \text{ cm}^4$$

Jari-jari girasi:

$$i_x = \sqrt{\frac{I}{A}} = \sqrt{\frac{143}{35}} = 2,02 \text{ cm}$$

Kelangsingan batang tekan, untuk K_e teoritis = 0,7

$$(0,7) \cdot \left(\frac{300}{2,02} \right) \leq 175$$

$$103,96 \leq 175 \rightarrow \text{memenuhi}$$

Kelangsingan batang tekan, untuk K_e diil = 0,8

$$(0,8) \cdot \left(\frac{300}{2,02} \right) \leq 175$$

$$118,81 \leq 175 \rightarrow \text{memenuhi}$$

Modulus elastisitas lentur presentil kelima

$$: E_{05} = 0,67 \cdot (15000) = 10050 \text{ MPa}$$

Faktor koreksi: layan basah, $C_m = 0,67$, temperatur, $C_t = 0,8$

$$E_{05}' = 10050 \cdot 0,67 \cdot 0,8 = 5386,8 \text{ MPa}$$

Tahan antekuk kritis (Euler)

:

$$P_{\text{kritis}} = \frac{E_{05}' \cdot I}{L^2} \cdot \left(\frac{\pi}{K} \right)^2$$

$$= \frac{5386,8 \cdot (3500)^2}{2,0^2} \cdot \left(\frac{\pi}{0,7} \right)^2$$

$$= 3836,29 \text{ N}$$

Tahan antekuk aksial terkoraksi sejajar pada kealangan batang:

$$P'_o = (3500) \cdot (29,75) \cdot (0,67) \cdot (0,8) \cdot (0,63) = 35160,93 \text{ N}$$

Faktor kestabilan batang:

$$\left\langle \frac{(0,8) \cdot (3836,29)}{2} \right\rangle = 0,1$$

^c (0,8).(0,9).(35169,93)



$$\begin{aligned}
 & \left(1 - 0,12 \right)^2 \\
 & \frac{1 - 0,12^2}{2 \cdot (0,8)} \quad \frac{0}{,12 \cdot 2 \cdot (0,8)} \\
 & \square \square \square \square \square \square \square \\
 & \square 0,8
 \end{aligned}$$

□ □

Gayatekanterfaktor:

$$P \leq (0,8) \cdot (0,9) \cdot (0,117) \cdot (3500) \cdot (29,75) P \leq 8771N$$

Jadigayatekanyangmampudipikulbatangtekantersebutadalahsebesar8771N

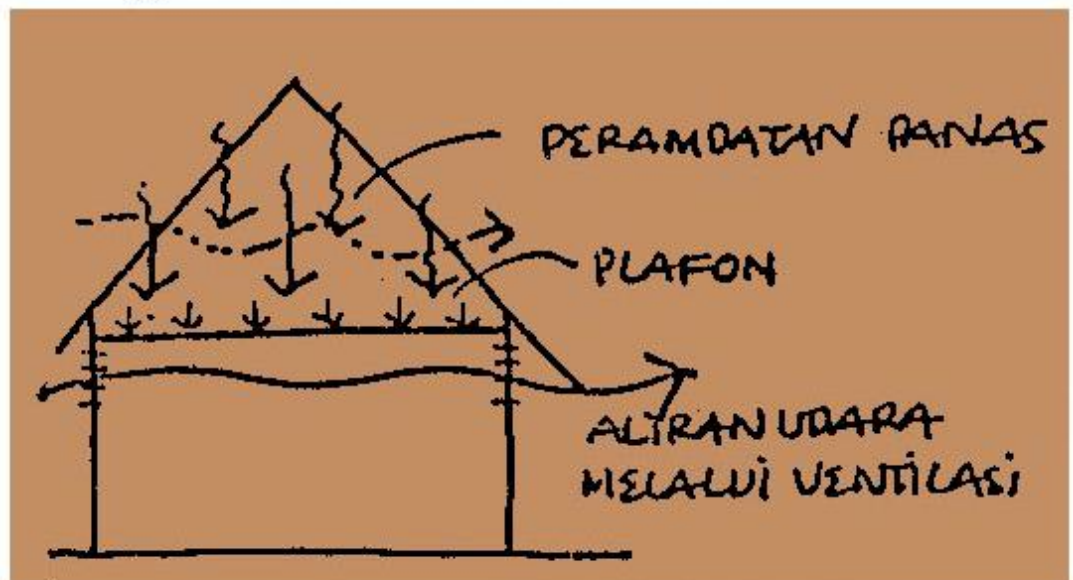
<928N(bebanyangbekerja),berartiukurankayu5/7dapatdipakaiuntuktiang

penyanggah.

C. Plafon (Langit-langit)

Plafond atau langit-langit adalah bagian dari bangunan yang merupakan pelengkap dari konstruksi atap (pembatas dari bangunan dengan konstruksi atap). Fungsi utama dari plafond adalah sebagai penahan perambatan panas dari atap.

Fungsi utama plafon



Sumber: Modul KB-1, Jurusan Arsitektur UMB, Oleh: Ir. Susilo, MM.

Padabangunandenganpenutupatapgenteng,masihterdapatbanyak celahyang dapatmengurangi panas.

Padapenutupatapasbes,ronggaatapakan menyerappanas.

Fungsi Plafond

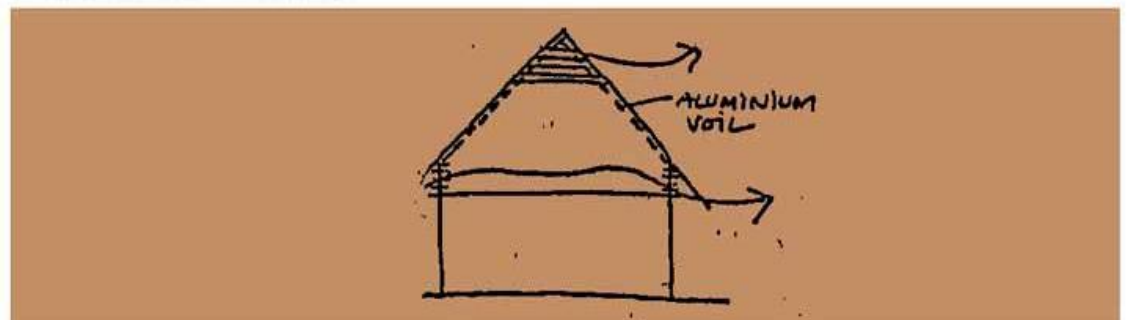
1. Sebagai Peredam Panas

Penggunaan plafond untuk mengurangi panas pada bangunan dapat dilakukan dengan cara:

- Menggunakan ventilasi (bukaan) pada atap di atas langit-langit dengan menggunakan atap bertingkat, lubang dan atau jendela pada sofi-sofi atau bagian atap lainnya.
- Dengan melapisi bagian bawah penutup atap dengan bahan isolasi panas

(misalnya: alumunium foil).

Peredam panas



Gambar 7.27 Fungsi peredam panas

2. Sebagai Akustik (Penahan Suara)

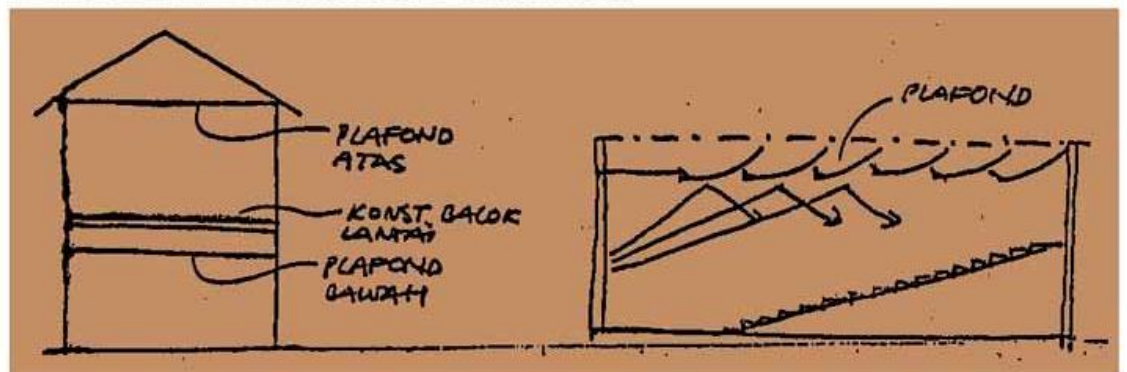
Fungsi langit-langit/plafond sebagai akustik atau penahan suara yang dimaksudkan adalah sebagai pengatur kondisi suara, penyerapan dan pemantulannya.

-

Penahan suara pada bang
unan bertingkat

-Sebagai akustik pada bangunan gedung pertunjukan (teater, bioskop, dll).

Peredam suara dan akustik



Gambar 7.28 Peredam suara dan akustik

3. Sebagai Finishing (Elemen Keindahan)

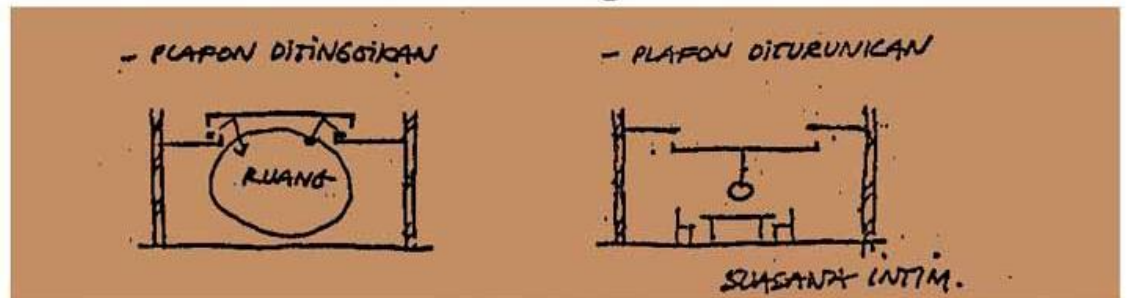
Plafond sebagai elemen keindahan dan finishing antara lain:

-Elemen dekorasi dan pembentuk ruang

-Untuk penempatan titik lampu

-Penutup Instalasi listrik, AC dan utilitas lainnya.

Menimbulkan kesan ruang



Sumber: Modul KB-1, Jurusan Arsitektur UMB, Oleh: Ir. Susilo, MM.

Gambar 7.29 menimbulkan kesan ruang

Dalam desain interior, selain pola lantai atau dinding, maka pola atau garis-garis yang terbentuk pada plafond dapat dipergunakan sebagai pengarah (penunjuk arah). Misalnya pada bangunan museum yaitu pada sirkulasi ruang utamanya. Peninggian dan penurunan plafond dapat dipergunakan untuk mendapatkan kesan ruang yang diinginkan.

Cara Pemasangan/ Penempatan Plafond

Plafond dapat ditempatkan atau dipasang dengan cara:

1. Mengikuti kemiringan atau menempel pada dinding
2. Digantung atau diturunkan sesuai dengan kebutuhan (misalnya untuk:

memenuhi volume
ruang atau pembentukan ruang)

Tinggi plafon berkisar antara 2.80 sampai 3.00 meter. Pada bangunan rumah tinggal tingginya minimal 2.40 meter.

Tinggi plafon perlu memperhatikan keberadaan lubang ventilasi dan pencahayaan alami yang masuk serta intensitas dan jarak pencahayaan (lampu) interior yang ada.

Tinggi plafon berkaitan dengan volume ruangan, yaitu dengan standar kebutuhan udara tiap orang. Kebutuhan per orang mencapai $\pm 15-20 \text{ m}^3$ ruang.

Contoh:

Ukuran kamar tidur minimal
yang baik untuk satu orang adalah:

$$P \times L \times T = 3 \times 2 \times 2.80 = 16.80 \text{ m}^3$$

Ukuran untuk dua orang adalah

$$P \times L \times T = 3 \times 4 \times 2.80 = 33.60 \text{ m}^3$$

Konstruksi Plafond

Konstruksi plafond terdiri dari:

1. Rangka Plafond
2. Penganntun rangkaplafond
3. Bahan penutup plafond

Adalah rangka langit-langit tempat dimana menempelnya penutup plafond. Biasanya menggunakan bahan rangka kayu atau logam. Ukurannya disesuaikan dengan:

1. Jarak/dimensi tempat penggantungnya (rangka atap, balok, plat lantai)

- 2.

Ukuran bahan penutup plafond yang di

gunakan.

Rangkaplafond dapat terbuat dari

bahan:

1. Rangkakayu (kaso 4/6 atau 5/7)

2. Rangka profil aluminium

3. Rangka profil baja (hollow)

Untuk lebih lanjutnya dalam materi mata kuliah ini kita akan lebih memperdalam pada penggunaan rangkaplafond kaso.

Bahan Penutup Plafond

Bahan penutup plafond adalah bahan yang digunakan untuk menutup rangka plafond. Ada berbagai macam bahan untuk penutup plafond, antara lain:

1. papan tripleks, tebal 4–6 mm, ukuran 240x120 cm

2. asbes 3 mm

3. akustik tile/softboard 15 mm

4. gypsum board, tebal 10–12 mm, 240x120 cm

5. aluminium

6. papan/kayu, biasanya digunakan kayu berwarna terang (ramin, dsb.) tebal

10–14 mm, panjang maksimal 4m

7. hardboard

8. Anyaman Bambu

Penggantung Rangka Plafond

Berupa balok penggantung yang berfungsi memperkuat rangka plafond agar tidak melendut atau jatuh. Rangka plafond dapat bertumpu atau menggantung pada:

1. Gording

2. Kuda-kuda

3. Balok utama rangka plafond 6/12 (dipasang pada bentang terpendek)

4. Balok konstruksi dan atap lantai
(bangunan bertingkat)

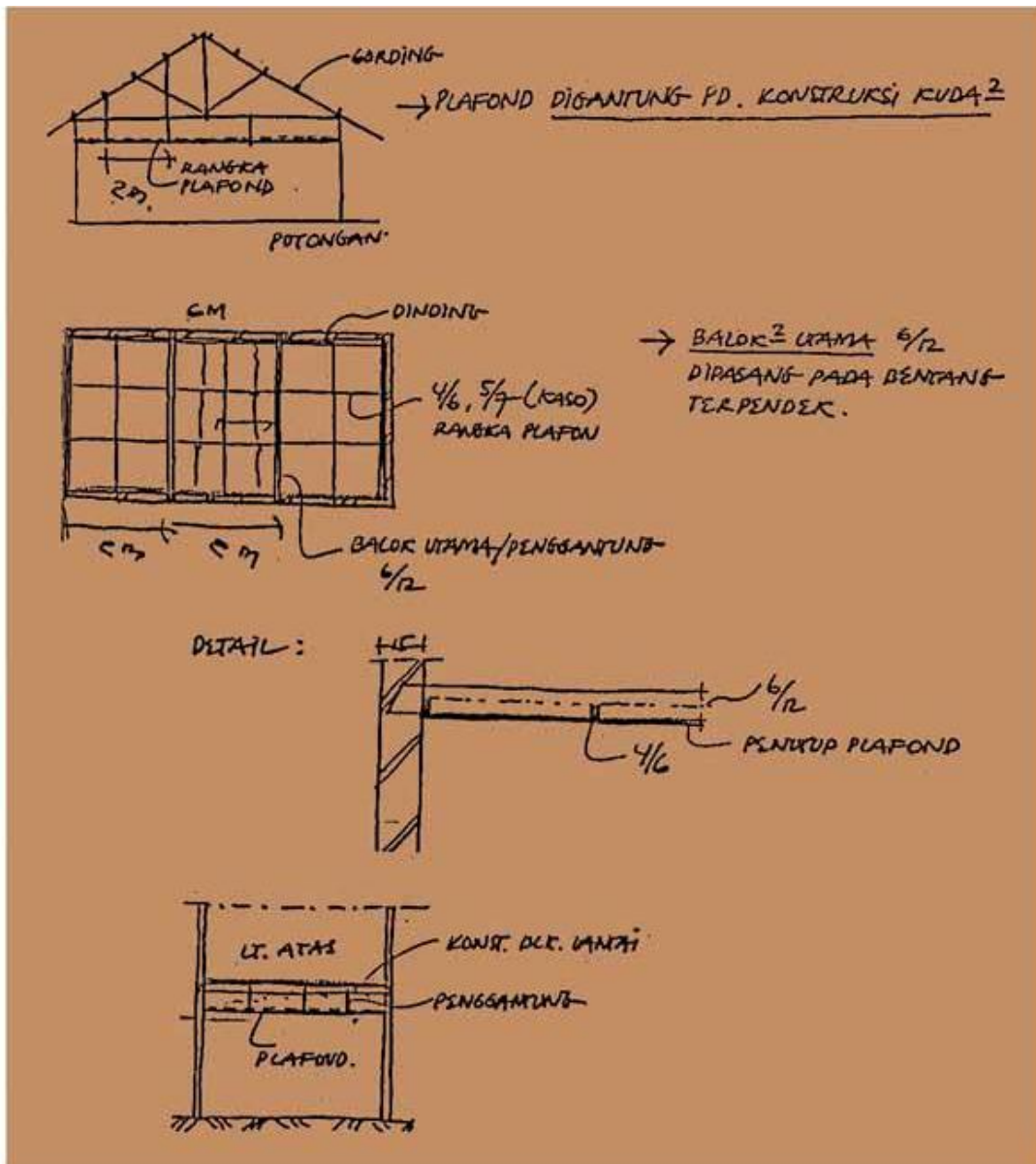
Balok pengantung dapat berupa:

1. Kayu kelas 5/7 atau 3/5

2. kawat baja

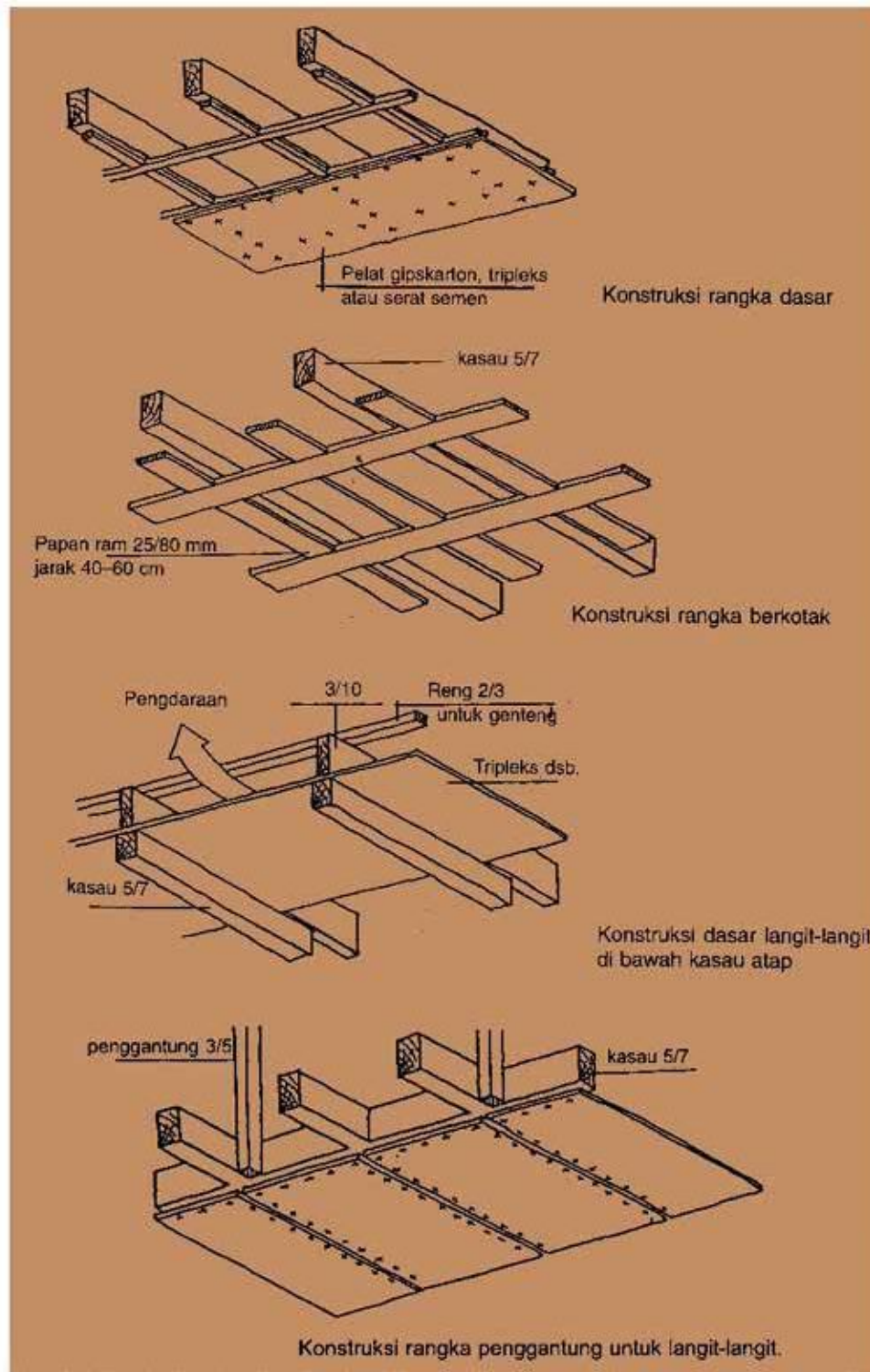
3. Profil baja/aluminium (hollow, profil L, T)

Susunan plafond 1



Sumber: Modul KB-1, Jurusan Arsitektur, Oleh: Ir. Susilo, MM.

Gambar 7.30 Susunan plafond 1



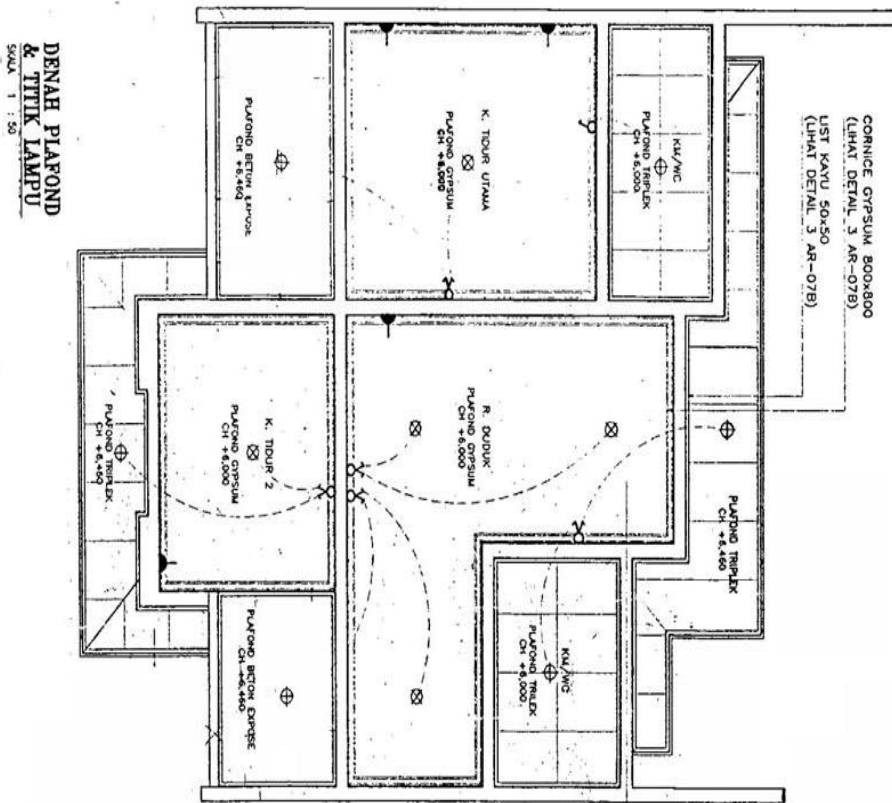
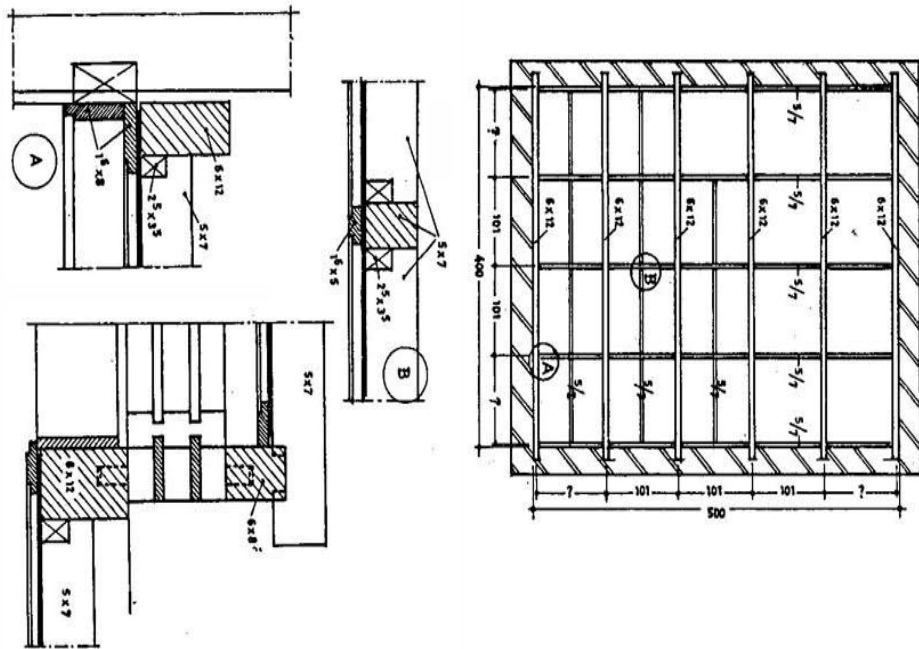
Sumber: Heinz Frick & Pujo L.S., Ilmu Konstruksi Struktur Bangunan, Kanisius - Univ. Soegijapranata

Susunan Plafond 2

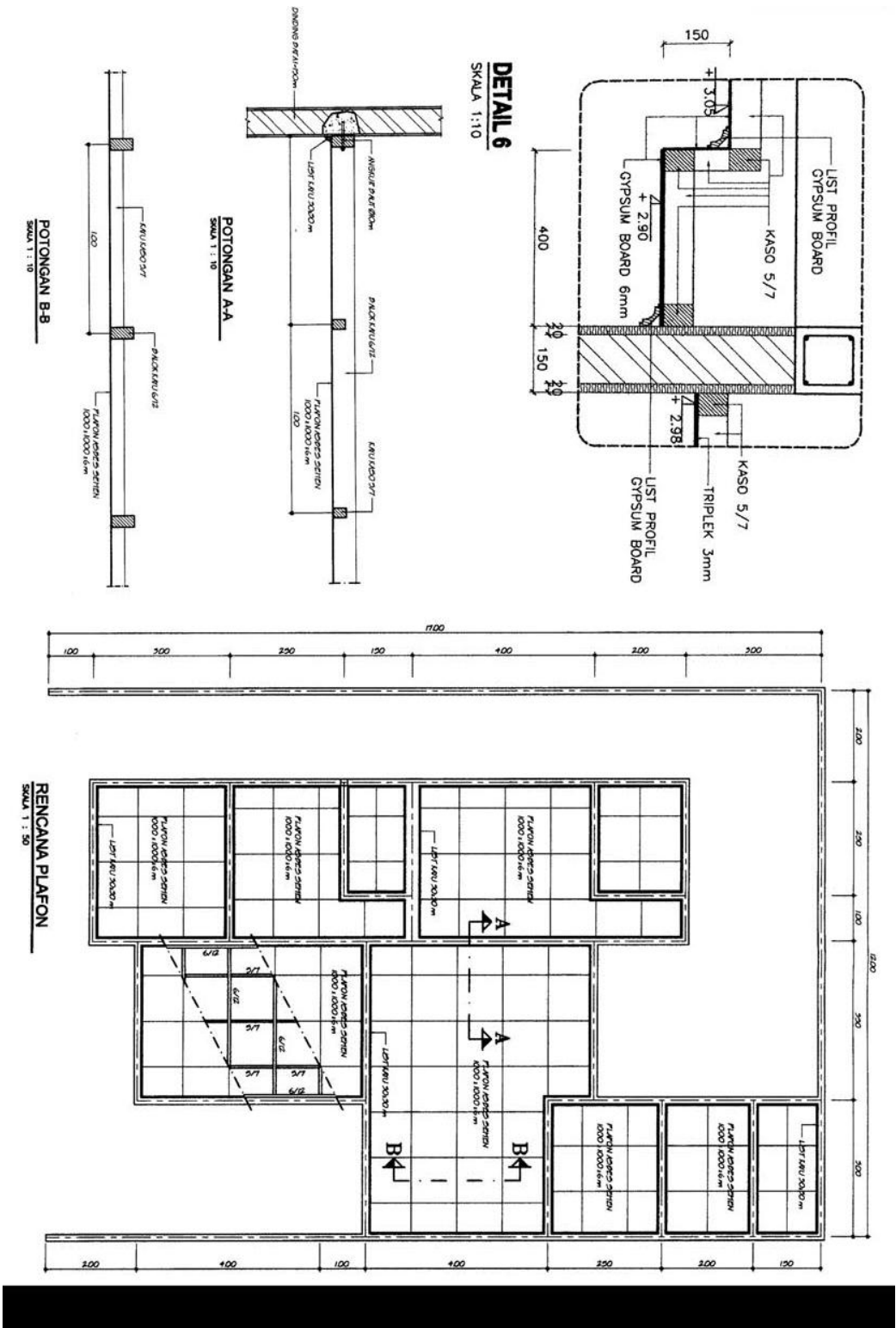
Gambar 7.31 Susunan Plafond 2

PerencanaandanDetailPlafond

Penggambaranrencana(gambarkerja)plafondmeliputigambarrenc
anaplafond dandetail plafond.



Gambar 7.32 Contoh gambar rencana plafond



Gambar 7.33 Gambar rencana plafond

Rencana Plafon

Dalam pembuatan rencana plafond (atau terkadang disebut sebagai rencana rangkaplafond atau denah plafond) hal-hal yang harus diperhatikan adalah: ukuran bahan yang dipergunakannya terhadap luasan ruangnya.

1. Untuk bahan penutup dengan tripleks, sebaiknya menggunakan ukuran dengankelipatan 30 cm agar dapat efisien dalam penggunaan bahan. Misalnya: 1.20 x 1.20
2. Untuk bahan penutup dengan asbes, untuk efisiensi bahan menggunakan ukuran 1.00 x 1.00 atau 1.00 x 0.50

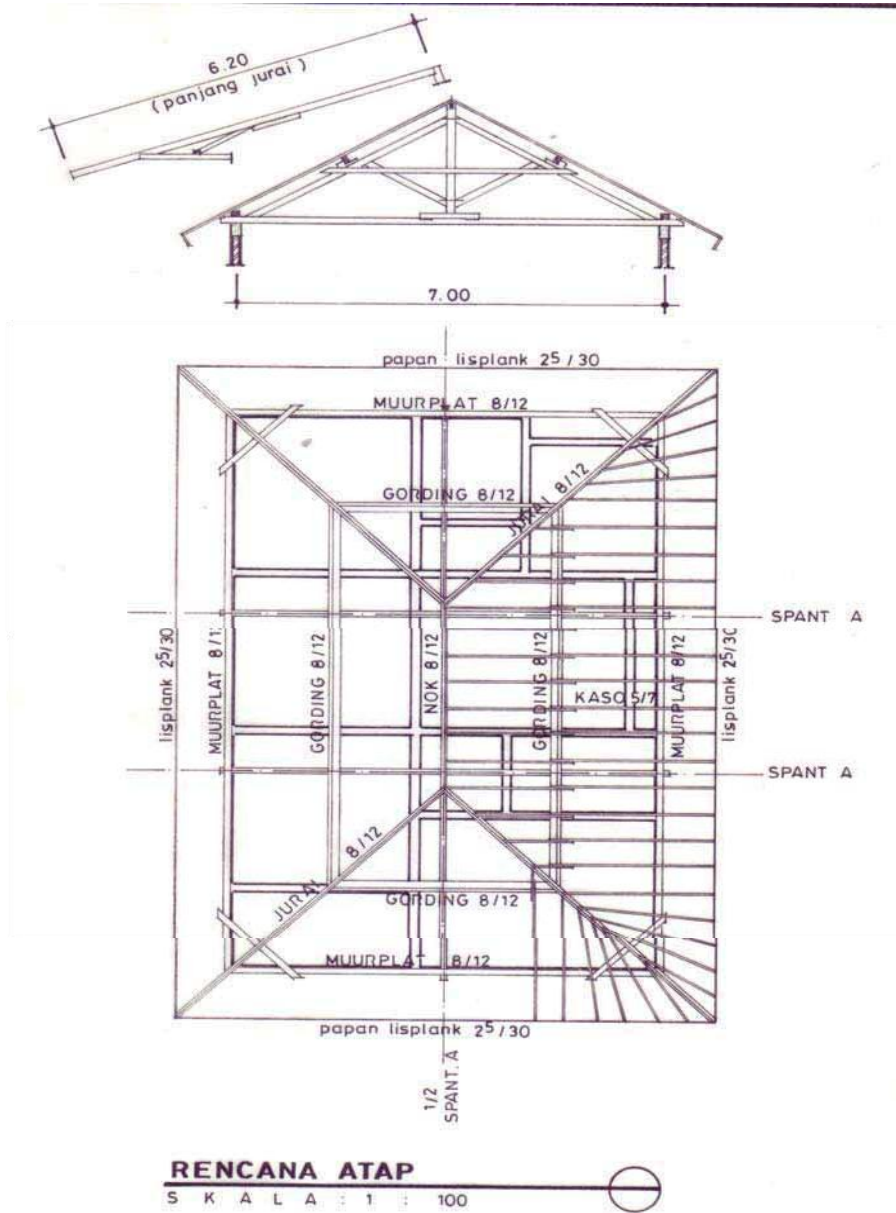
Padagambar berikut ditunjukkan contoh pembuatan gambar rencana plafond.

Detail Plafond

Gambar detail plafond meliputi pertemuan Plafond dengan dinding dan plafond dengan plafond, serta dengan rangkap penggantungnya.

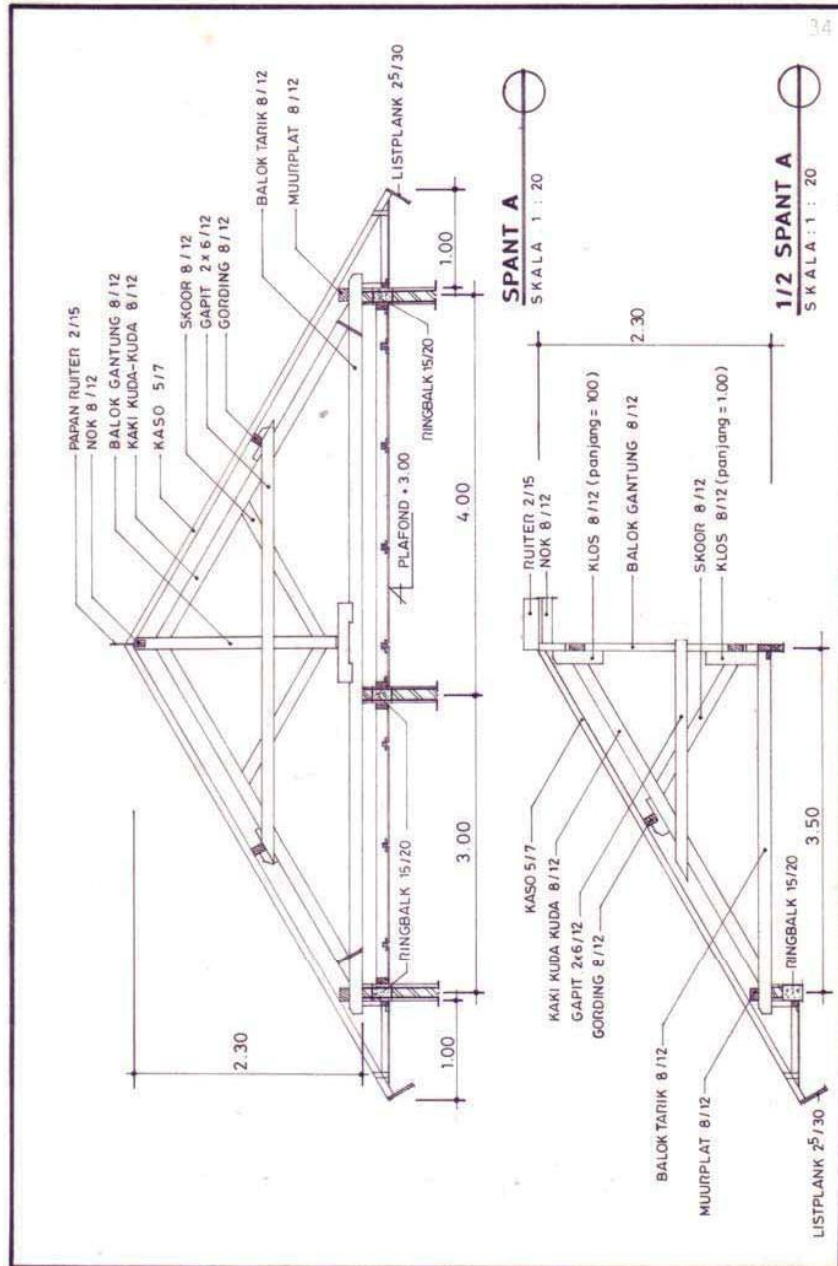
D. PENUTUP ATAP

Menggambar Denah dan Rencana Rangka atap



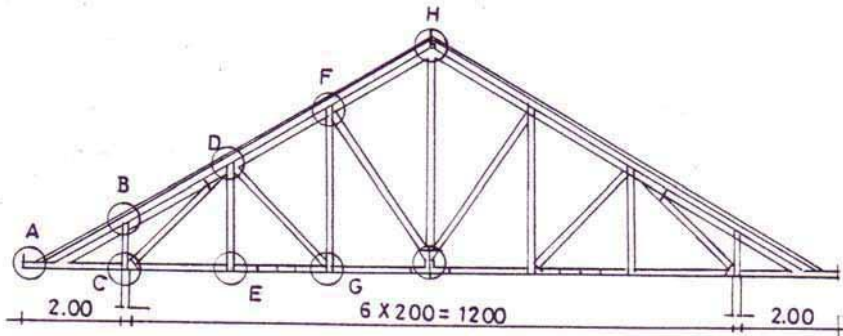
Gambar 7.34 Gambar rencana atap

MenggambarDetailPotonganKuda-kudadanSetengahKuda- Kuda

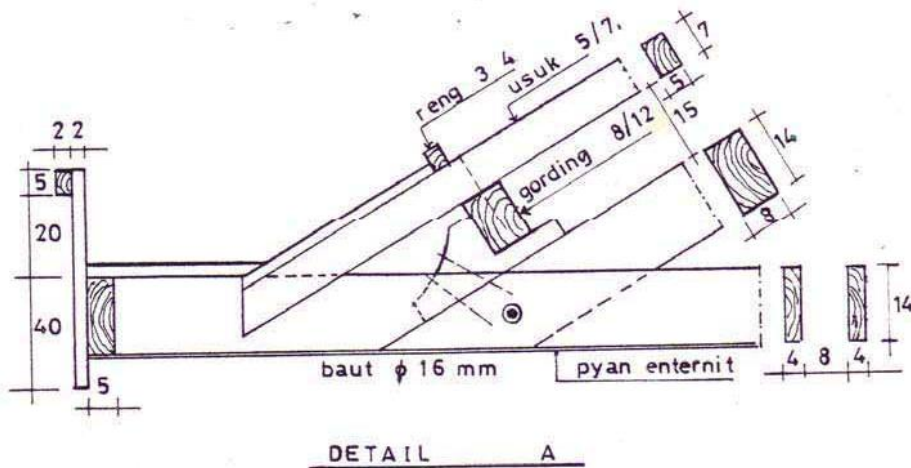


Gambar 7.35 Potongan Kuda-kudadan Setengah Kuda-kuda

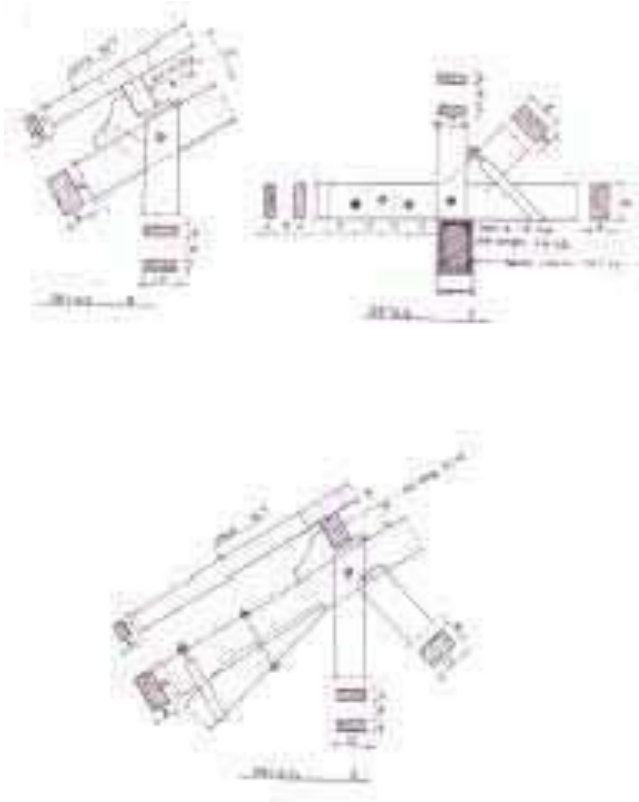
Menggambar Ditail Sambungan



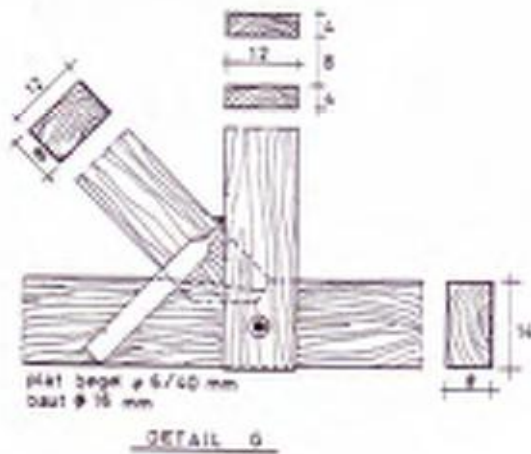
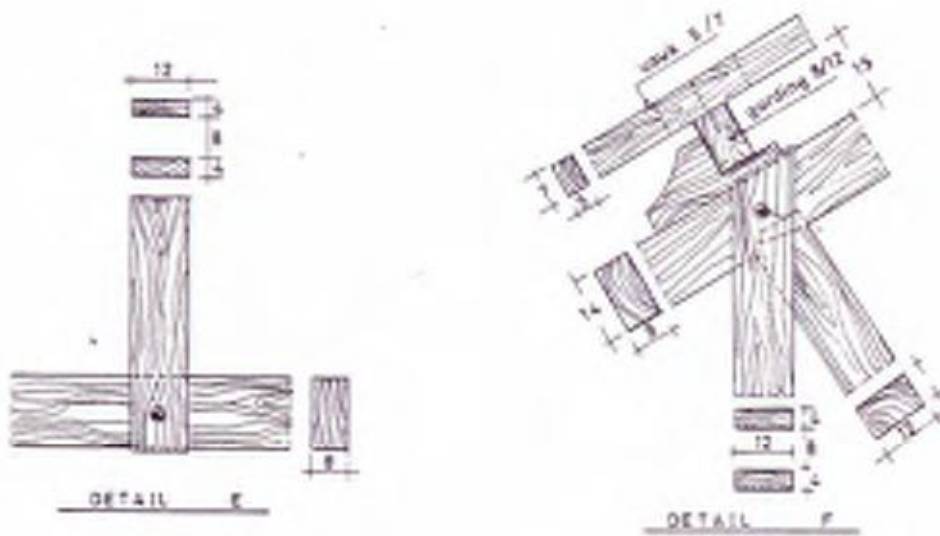
Gambar 7.36 Kuda-kuda Pelana



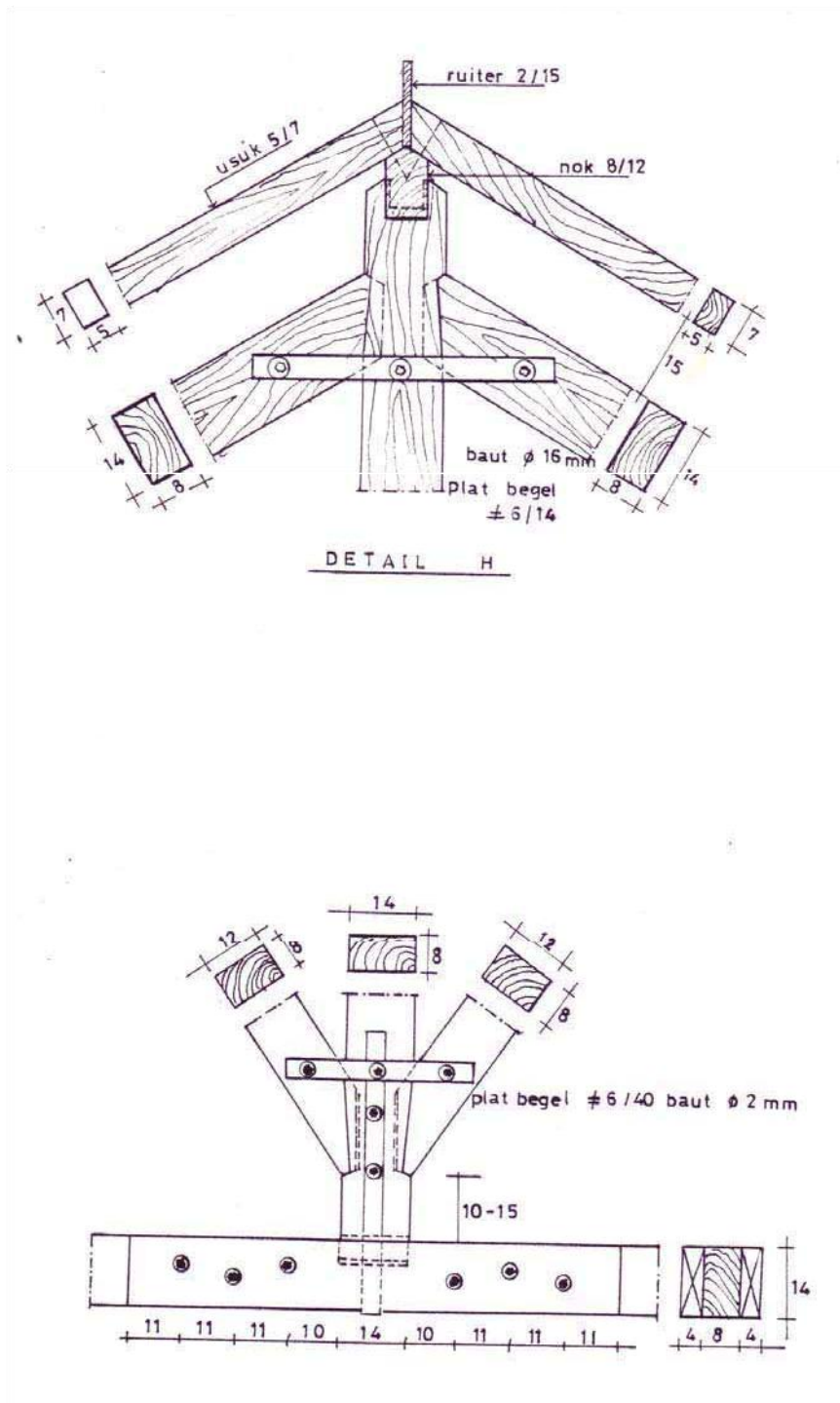
Gambar 7.37 Ditail Konstruksi Kuda-kudaa



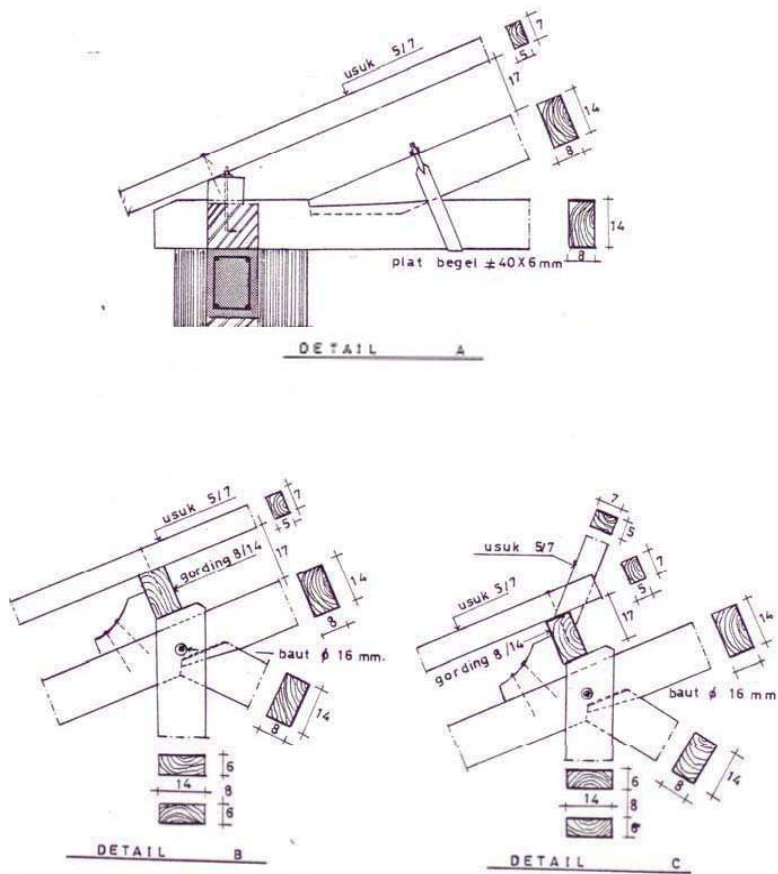
Gambar 7.38DetailKonstruksiKuda-kudab



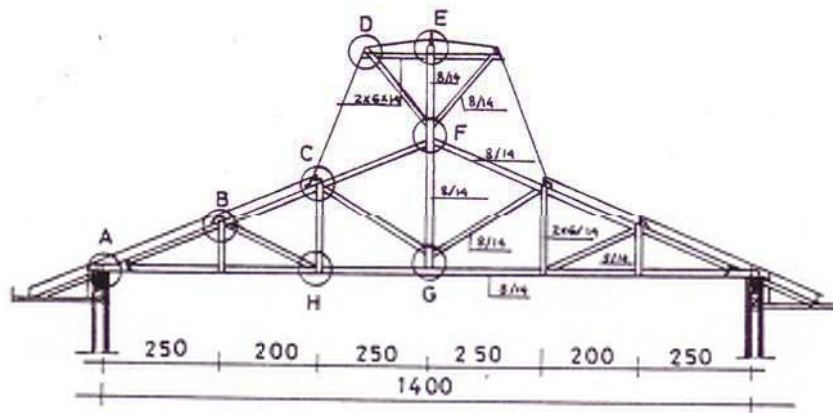
Gambar 7.39 Ditail Konstruksi Kuda-kudac



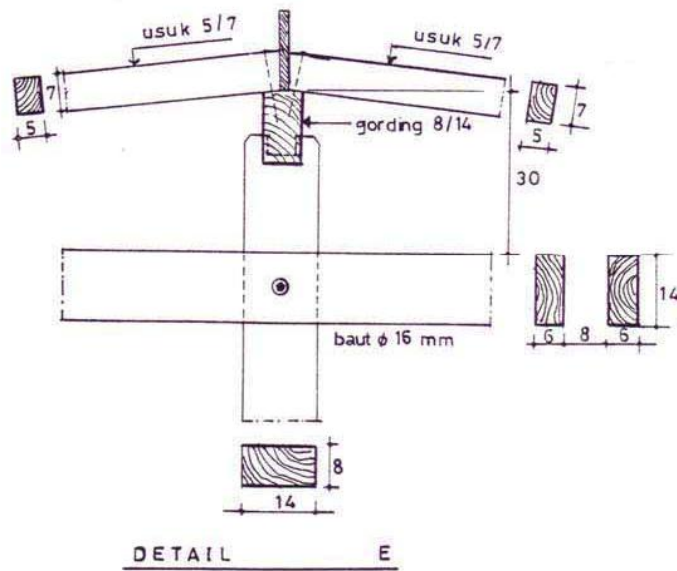
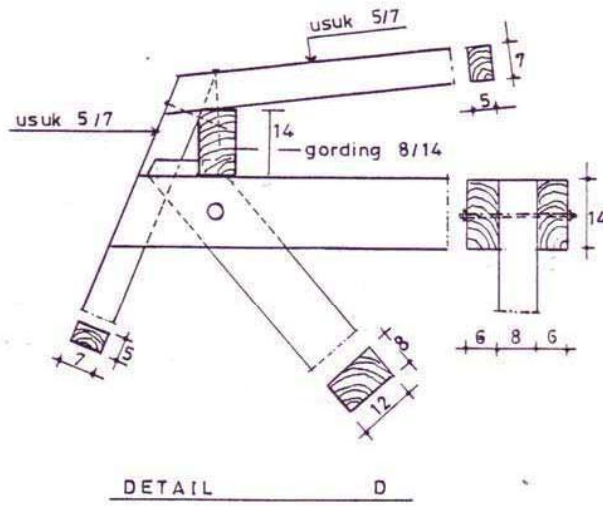
Gambar 7.40 Detail Konstruksi Kuda-kudad



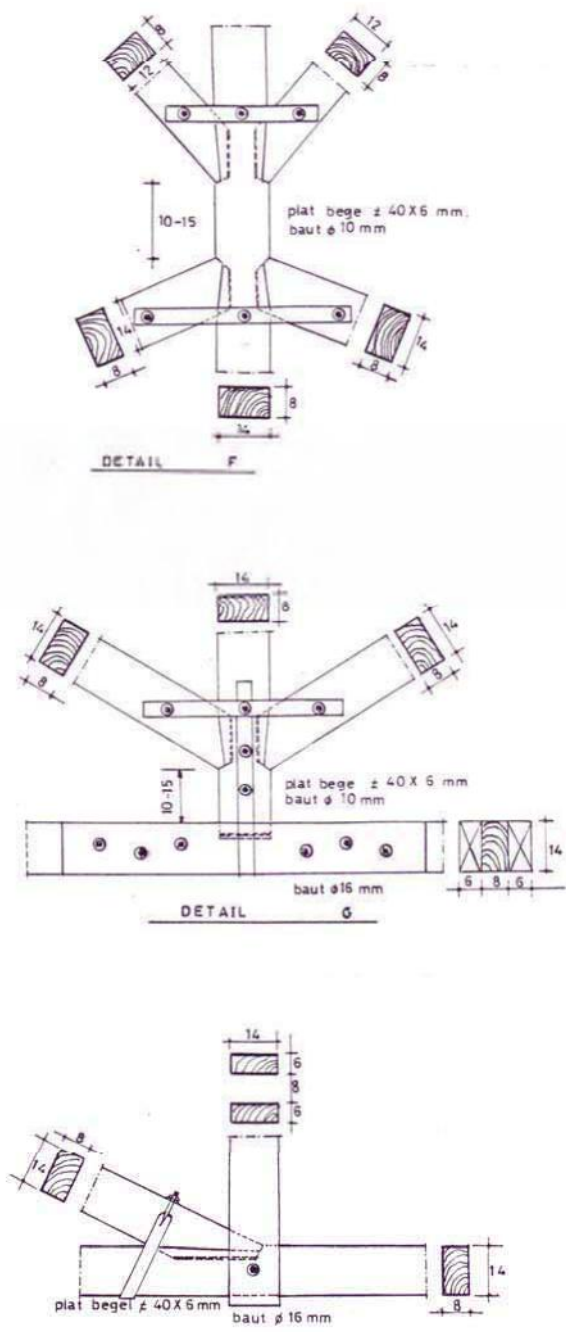
Gambar 7.41 Detail kuda-kuda



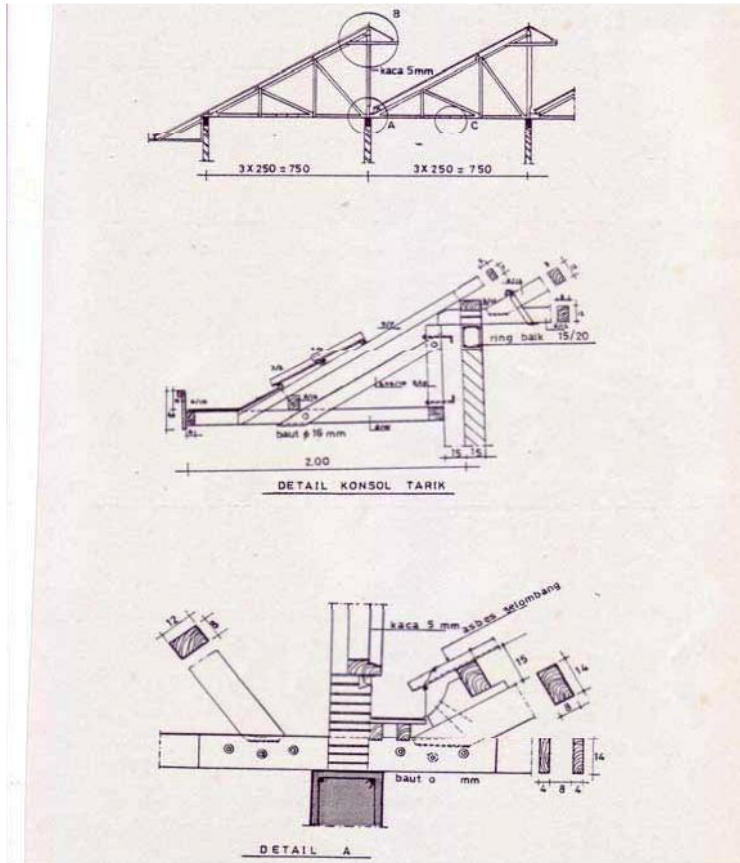
Gambar 7.42 Kuda-kuda Joglo



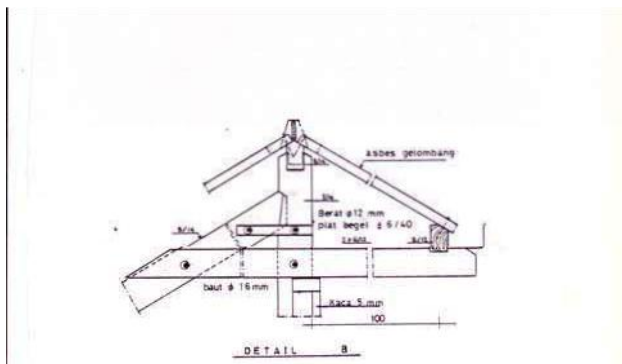
Gambar 7.43 Detail Konstruksi Kuda-kuda Joglo

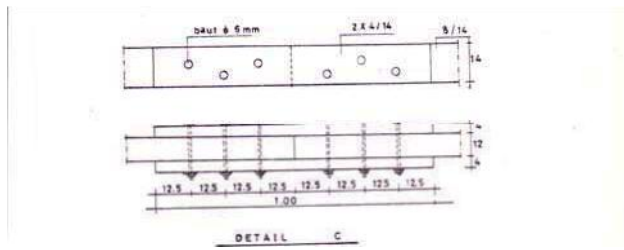


Gambar 7.44 Ditail Konstruksi Kuda-kuda Jogloc

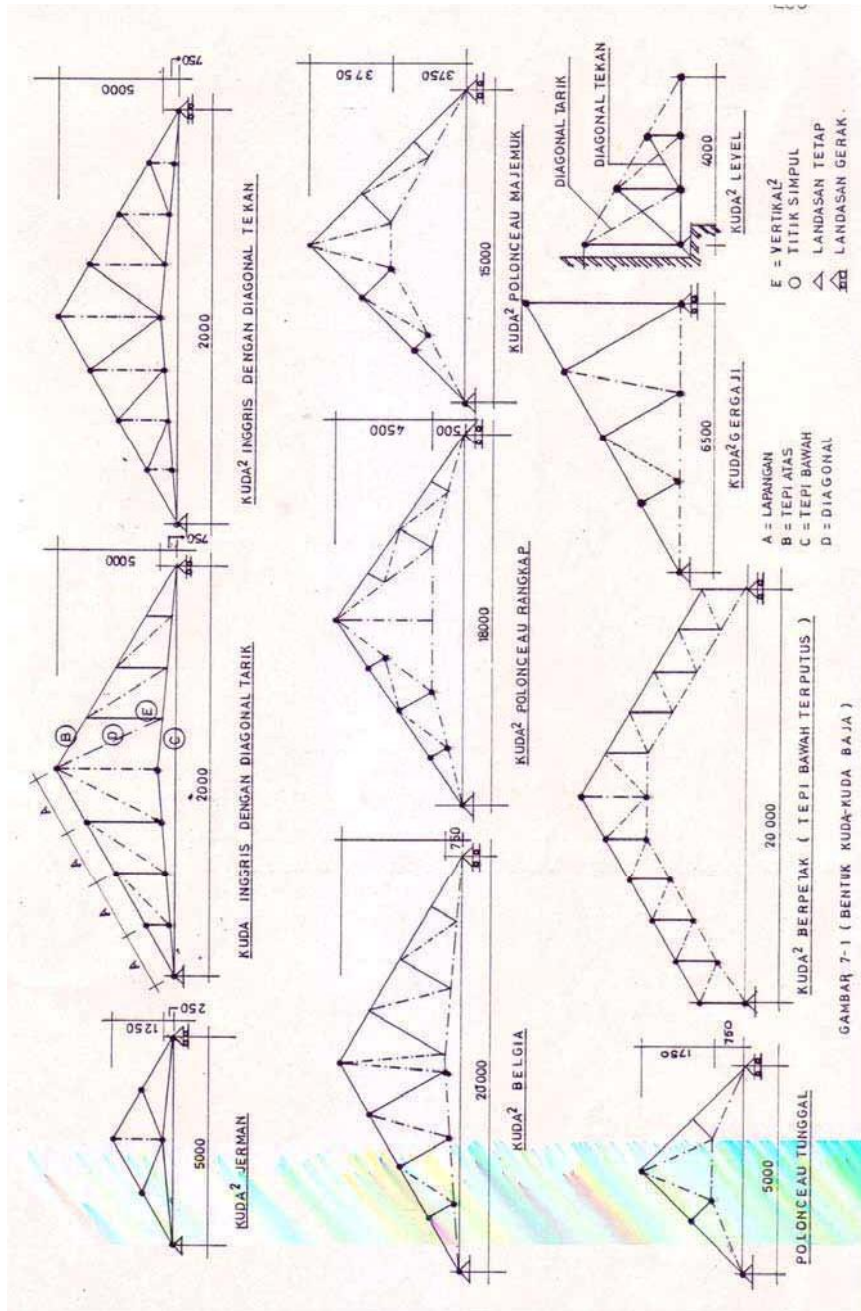


Gambar 7.45 Kuda-kuda Gergajian Detail





Gambar 7.46DetailKonstruksiKuda-kudaGergaji



Gambar 7.47 Macam Bentuk Kuda-kuda Baja

Menggambar Konstruksi Penutup Atap

Atap merupakan perlindungan terhadap ruang yang ada di bawahnya, yaitu terhadap panas, hujan, angin, binatang buas dan keamanan lainnya.

Bentuk dan macamnya tergantung dari pada sejarah peradabannya serta perkembangan segi arsitekturnya maupun teknologinya.

Besarnya kemiringan atap tergantung dari pada bahan yang dipakainya misalnya

- Genteng biasa miring 30° - 35°
- Genteng istimewa miring 25° - 30°
- Sirap miring 25° - 40°
- Alang-alang atau umbia miring 40° miring 20° - 25°
- Seng 25°
- Semen asbes gelombang miring 15° - 25°
- Beton miring 1° - 2°
- Kaca miring 10° - 20°

Adapun syarat-syarat yang harus dipenuhi oleh bahan penutup atap adalah:

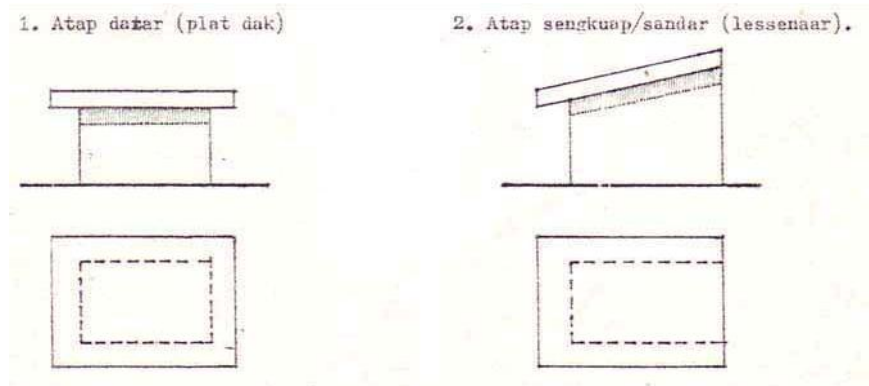
- rata-rata rapat
- letaknya mantap tak mudah terguling-guling

-tahanlama(awet)

-bobotringan

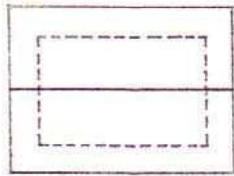
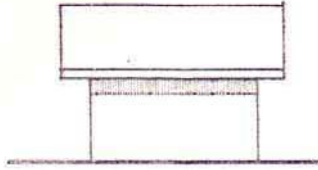
-tidakmudahterbakar

Bentuk-bentukatap:

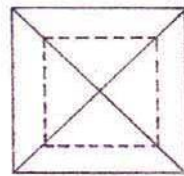
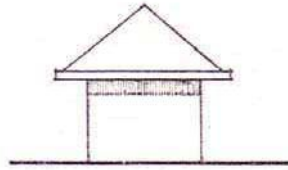


Gambar 7.48Bentukatap

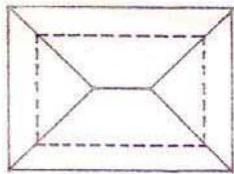
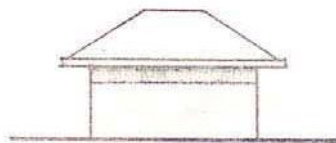
3. Atap pelana (Zadeldak)



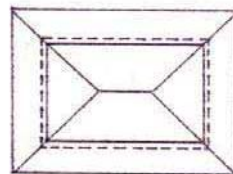
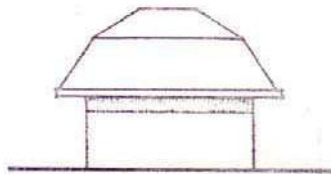
4. Atap tenda (tentdak)



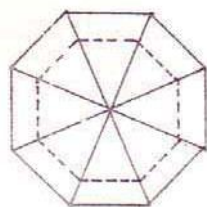
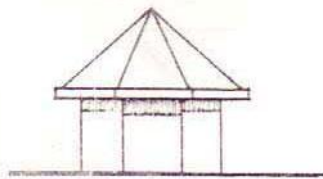
5. Atap perisai (sehildak)



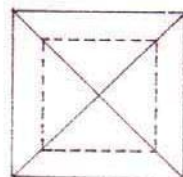
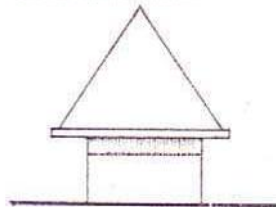
6. Atap Mansard



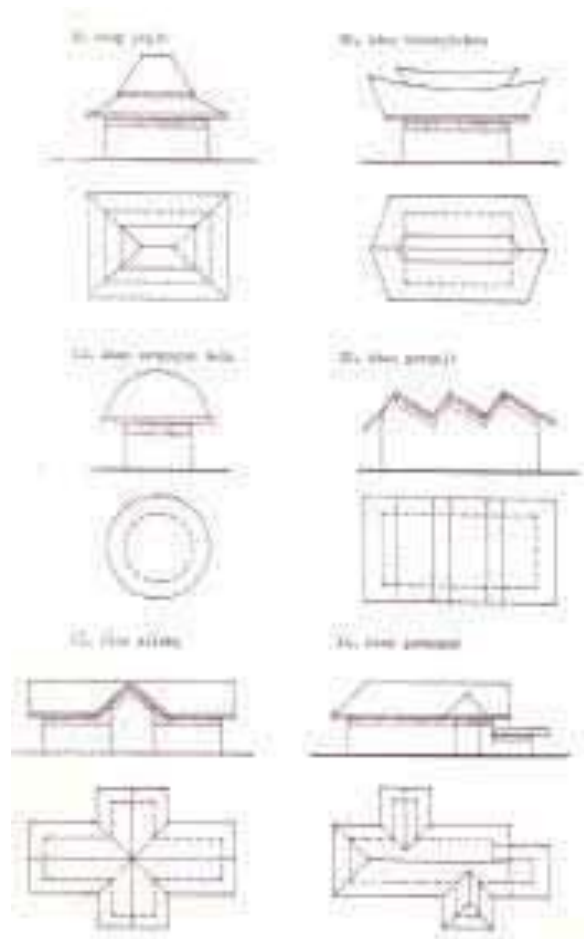
7. Atap piramida



8. Atap menara.



Gambar 7.49 Bentuk Atap



Gambar 12.44 Bentuk Atap c

Gambar 7.50 Bentuk Atap c

AtapGenteng

Atap genteng ini banyak digunakan diseluruh Indonesia, karena relatif murah, awet, memenuhi syarat terhadap daya tolak bunyi, panas maupun dingin disamping tidak banyak perawatannya.

Yang banyak dipakai adalah genteng yang berbentuk S, karena genteng ini berpenampang cekung dalam nya 4-5 cm dan tepi kanan menekuk cembung. Tebal genteng 8-12 mm. Pada bagian bawah tepi atas dibuatkan hubungan (tonjolan) sebagai kait untuk reng yang berjarak 21-25 cm tergantung ukuran genteng.

Pada sudut bawah kiri serta sudut kanan atas dipotong serong untuk mendapatkan kerapatan dalam pemasangan dan sebagai tanda batas saling tumpang tindihnya genteng.

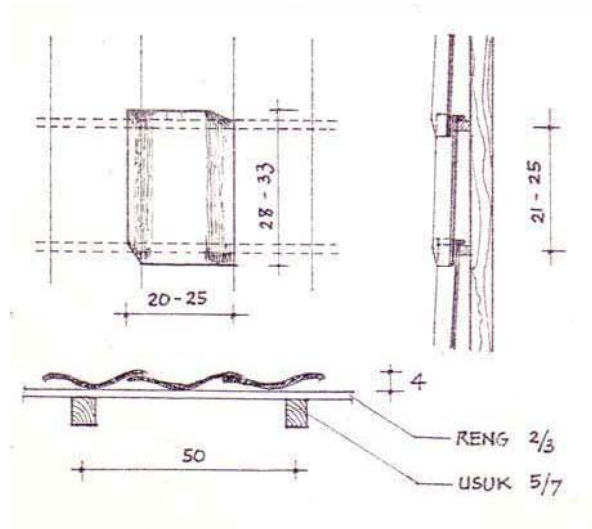
Lebar tutup genteng adalah lebar genteng dikurangi serongan. Begitu juga panjang tutup sehingga mendapatkan luas tutup.

Ukuran genteng

Tabel 9.1

JENIS	UKURA	LUAS	JUMLA	BOBO
Biasa	20 x 28	16 x 23	28	30 kg

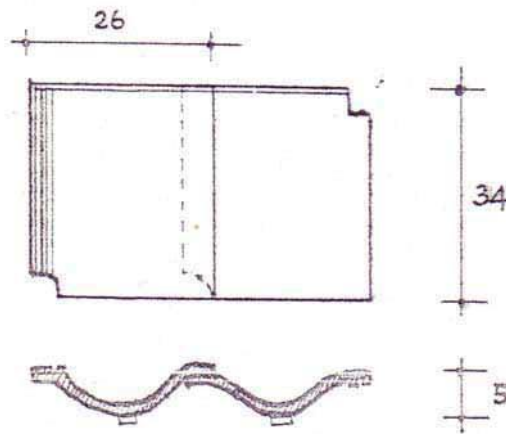
Dasar 25 x 22 20 x 28 20 26 kg



Gambar 7.51 Genteng Biasa

Padagentengyangdisempurnakan, penampanggentengseperti gentengbiasahanyahubungannyasehinggalebihrapat.

Ukurannya lebihbesardarigentengbiasa.Ukurannya ialah26x34 cm,luastutup22x28cm,tiapluas1m² dibutuhkangenteng±18 buah.Jarakreng28cmbobot1m²38kg.

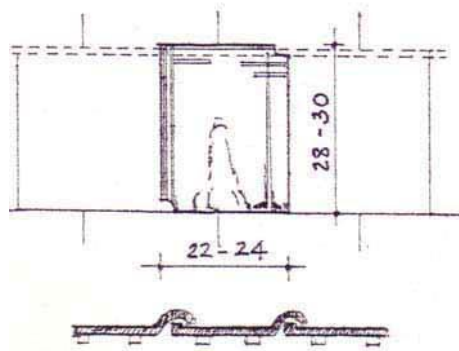


Gambar 7.52Gentengyangdisempurnakan

GentengSilang

Genteng silangdisebutjugagenteng kodokkarenatepibawahnya ada yang menonjol melengkung bundar. Genteng ini berbentuk

datar tetapi tidak secara keseluruhan bermaksud untuk mendapatkan hubungan yang lebih rapat. Cara meletakkannya diatas reng tidak lurus tetapi berselang-seling seolah-olah menyilang.Jarakreng22–25cm.



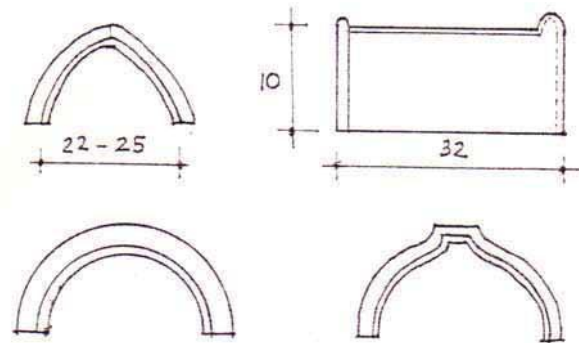
Gambar 7.53 Genteng Silang

Genteng Bubungan

Genteng bubungan sering disebut juga genteng kerpus. Genteng ini adayangberpenampang bundar, trapesium, segitiga tebal ± 1 cm.

Tiap 1 m dibutuhkan 3–4 buah.

Lebar genteng bubungan 22–25 cm tinggi ± 10 cm.



Gambar 7.54 Genteng Bubungan

Sirap

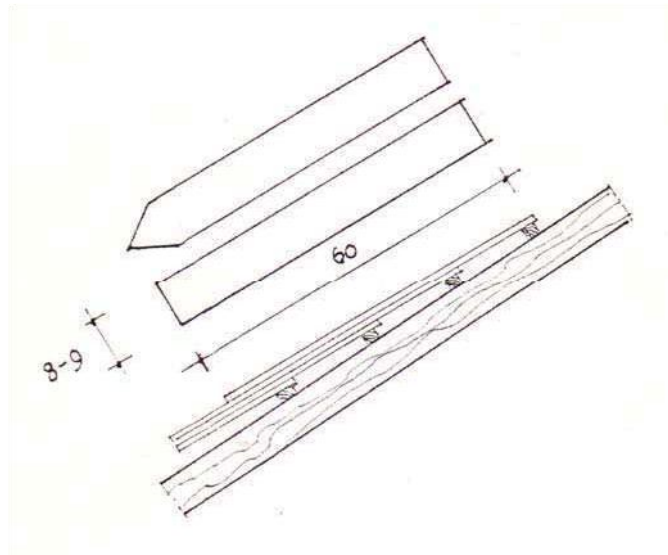
Penutup sirap dibuat dari kayu belian dari Sumatra dan Kalimantan kayu englen, jati. Jawatan kehutanan juga membuat sirap dari kayu jati berukuran panjang 35 cm, lebar 14,5 cm, tebal tepi atas 0,4 cm tepibawah 2 cm, bobot 28 kg/m^2 . Sirap ini tidak baik karena mudah membulut dan cekung.

Sedangkan untuk ukuran sirap dari kayu belian, englen ialah lebar papan 8–9 cm, panjang 60 cm, tebal 4–5 mm.

Pemasangannya di atas reng dengan paku kecil jarak reng-reng lebih kecil dari $\frac{1}{3}$ panjang sirap. Perletakkannya harus sedemikian sehingga di mana-mana terbentuk 3 lapis atau pada/di atas reng terdapat 4 lapis. Deretan sirap yang satu harus menggeser setengah lebar sirap dari deretan dibawahnya.

Warna sirap coklat kemudian beralih menjadi tua, lambat laun menjadi hitam, dapat tahan 30–40 tahun.

Bubungannya ditutup dengan besi plat disepuh putih (digalvaniseer) menumpang di atas papan tebal ± 2 cm. Sedangkan bentuk dari pada bubungannya sesuai dengan kehendak kita atau di perencana.



Gambar 7.55 Sirap

Atap Semen Asbes Gelombang

Bahan ini banyak digunakan baik pada bangunan pabrik, bangunan pemerintah ataupun perumahan.

Kebaikan dari jenis ini sebagai isolasi panas sehingga di dalam ruangan tak terasa panas dan juga sebaliknya bila udara diluar

dingin didalam tidak terasa dingin, dan dapat mengisolasi dengan baik, tahan terhadap pengaruh cuaca.

bunyi

Bila dibandingkan dengan seng gelombang, maka seng mudah

berkarat, tidak awet dan menimbulkan suara yang kurang menyenangkan waktu hujan.

Disini kita ambil kan sebagai contoh atap semen asbes gelombang.

Ukurannya adalah sebagai berikut:

- ukuran panjang standard

300, 2.700, 2.400, 2.100, 1.800mm

- Panjang yang dibuat atas pesanan

1.500, 1.200, 1.000mm

- Lebar efektif 1.000mm

- Lebar keseluruhan 1080mm

- Tebal

6mm

- Jarak gelombang

145mm

- Tumpangansamping

80mm

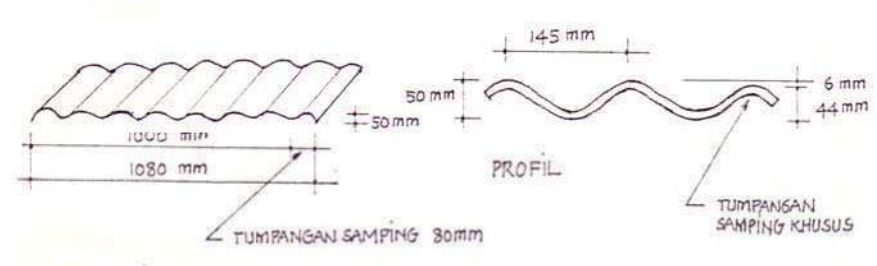
- Tinggi gelombang

50mm

Berat rata-rata:

- Lembaran pada kelembaban normal 13 kg/m

- Lembaran yang dijenuhkan 15,5 kg/m



Gambar 7.56 Atap Semen Asbes gelombang

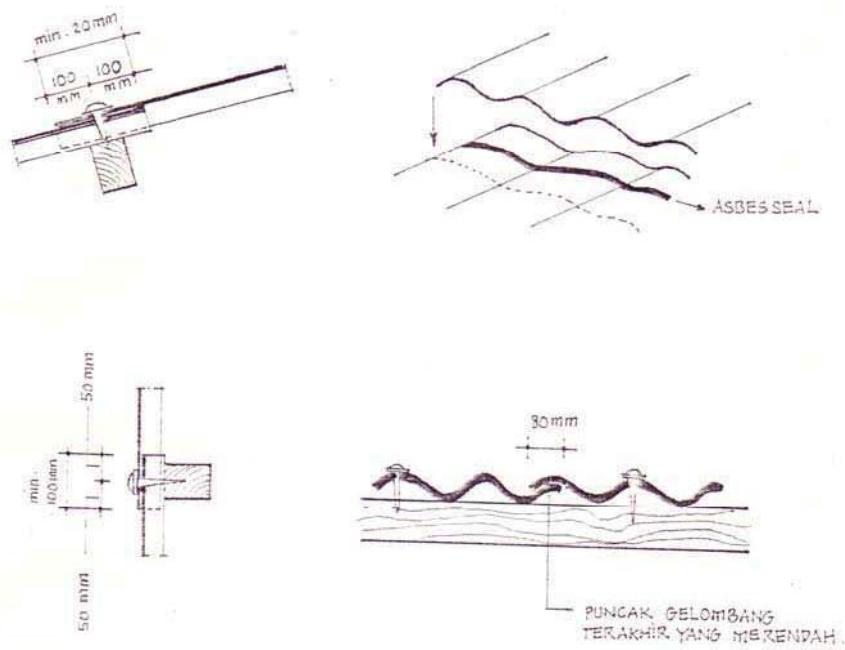
Semua lubang untuk pemasangan pakupancing atau sekrup harus dibordeng dan bertangan atau bormesin.

Tumpangan akhir untuk atap tergantung dari padakemiringannya, tetapi tidak boleh kurang dari $7\frac{1}{2}^{\circ}$.

Untuk penutup dinding tumpangan akhir 100 mm.

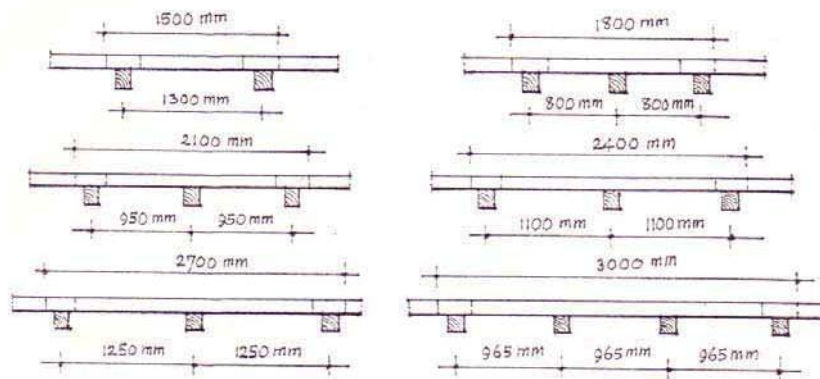
Semua tumpangan akhir harus terletak di atas gording atau kayuan pakupancing/sekrup terletak pada tumpangan.

Sedangkan tumpangan samping 80 mm (1 gelombang).

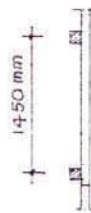


Gambar 7.57Detail Atap Semen Asbes gelombang

Jarak maksimum antar gording dengan gording 1250 mm, tetapi jarak yang sebenarnya tergantung panjang lebar dan tumpangan akhirnya yang dikehendaki.

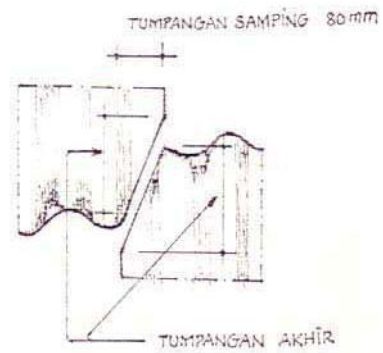
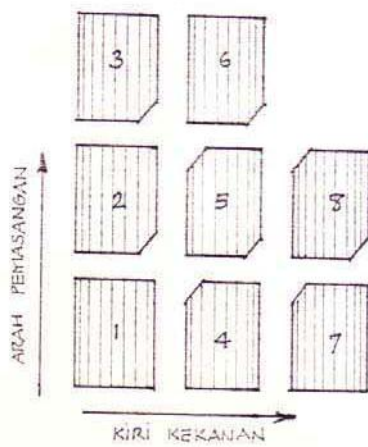


UNTUK JARAK RANGKA PADA DINDING MAKSIMUM 1450 mm



TUMPANGAN AKHIR MINIMAL 100 mm.

SKEMA ARAH PEMASANGAN.

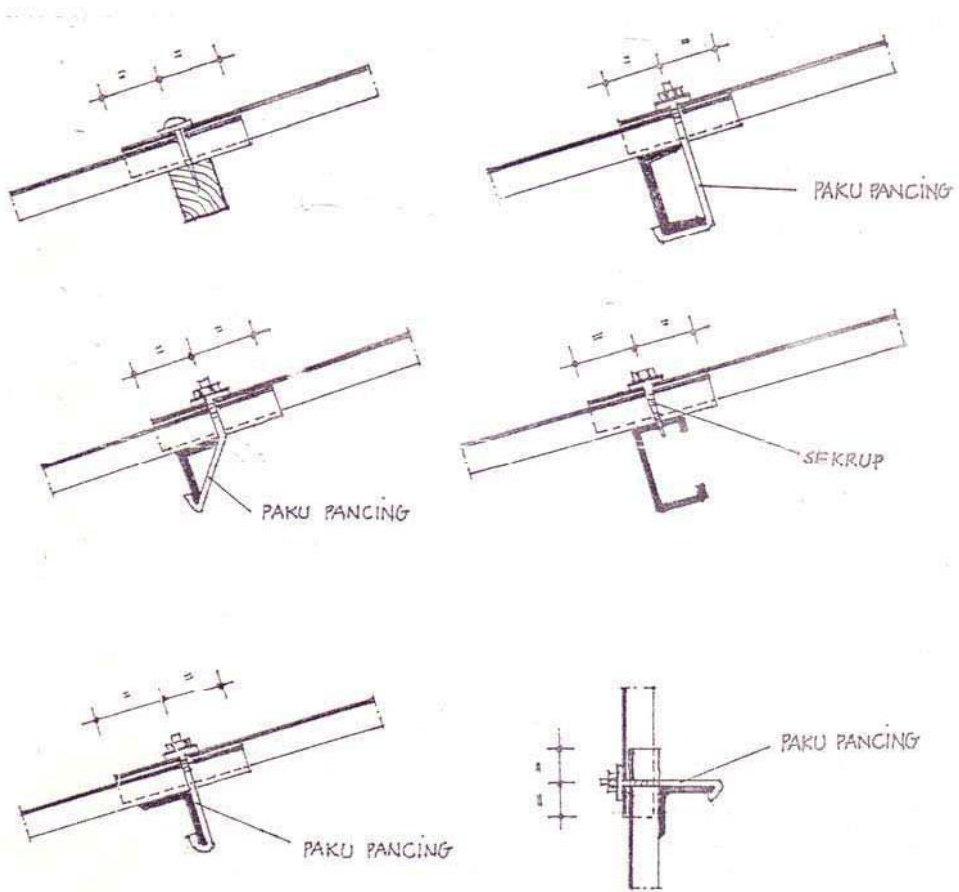


Gambar 7.58 Pemasangan Gording

Pemasangan pada gording kayu untuk lembaran yang tidak rangkap digunakan sekrup galvanis 90x6mm dengan ring metal yang digalvanisir berbentuk segi empat jua ring karet. Bila lembaran rangkap digunakan sekrup 100x6mm dengan ring metal dan ring karet sebaiknya ring karet disekat dengan asbes seal.

Pada waktu pengeboran lubang untuk pemasangan sekrup lebih besar 2mm daripada diameter sekrup.

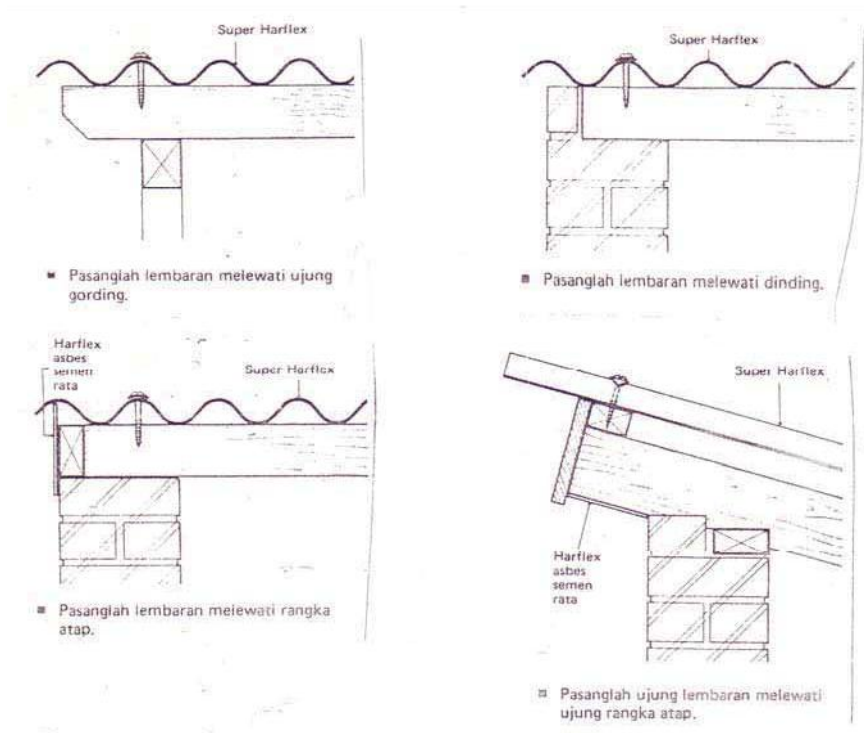
Pemasangan pada gording besi menggunakan pakupancing diameter 6mm. Panjang pakupancing 90mm lebih panjang daripada tingginya profil gording dan panjang ulir minimum 40mm untuk menerimaring dan mur. Disamping itu juga harus menggunakan ring metal segi empat yang digalvanisir dengan ring karet dan asbes seal.



Gambar 7.59PemasanganPakuPancin

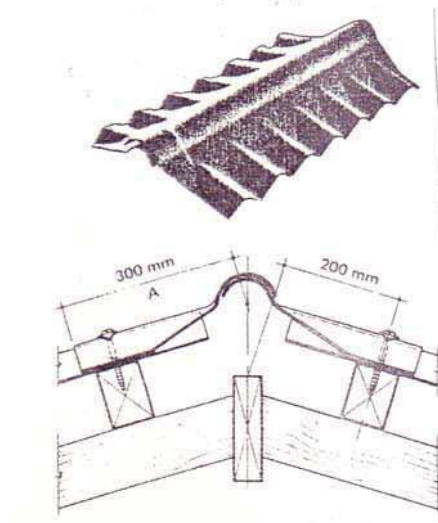
DETAIL-DETAIL ATAP SEDERHANA

Detail disini dibuat agar dalam pembiayaannya dapat lebih menghemat.



Gambar 7.60Detail-detail atap sederhana

NOKSTELGELOMBANG



Gambar 7.61NokStelGelombang

Nokinidapatdisetelcocokuntuksemuaatapdengankemiringan palingbesarsampai30°.

Jangandipakaiuntukjuraipadaatappiramida.

Panjangefektif.....1.000mm

Lebarsayap..... 300mm

Tebal..... 6 mm

CARAPEMASANGANNYA

-Pasang semua rol dalam dahulu dengan susunan dari kanan kekiri barukemudian disusun rolluadengansayapmenghadap kebelahanataplain.

- Padatumpangannoktakperludipotong(mitre cut).

- Roldalamharusterpasangbaik,sebelumrolluar.

- Kencangkansekrupmelalui puncakgelombangke2 dan6.

NOKSTELRATA

Nokinidapatdistelsudutnya dengansayapyangratacocokuntuk semuaatapdengankemiringansampai30°.Sangatcocokuntuk juraipadaatappiramida.

Panjangefektif.....1000mm

Lebarsayap.....225mm

Tebal..... 6 mm

Carapemasanganmodelnokiniharusdisekatdengan adukan semen dan pasir, pada jarak 50 mm dari tepi sayap rata nok. Pasangdahuluoldalambaik-baikbaruolluarkencangkansekrup melalupuncakgelombangke2 dankelebaranatap.

NOKPATENTGELOMBANGHanyaada

persediaanpada sudut10°dan15°untukyangl ain

haruspesan.Tidakcocokuntukjuraipadaatap piramida.

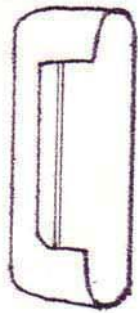
Panjang efektif.....1000mm
Lebar sayap.....300mm
Tebal..... 6 mm

Carapemasangannya, bahwa pada gelombang-gelombang lembaran atas dan bawah pada kedua belah pihak harus tepat pada satu jalur.

Baris atas harus dimatikan dalam hubungannya dengan nok patent gelombang. Selanjutnya seperti pada nok yang lain pemasangannya. Nok gergaji ini dapat disteldengan sayap gelombang, sayap vertikal ratadan penutup ujung. Ini dapat dipakai untuk atap gigi gergaji kemiringan terbesar 30°. Pemakaian ini atas pesanan.

- Panjang efektif sayap gelombang.....1000mm
- Panjang efektif sayap rata.....1700mm
- Lebar sayap gelombang.....,300mm
- Lebar sayap rata.....300– 450mm
- Tebal.....6mm

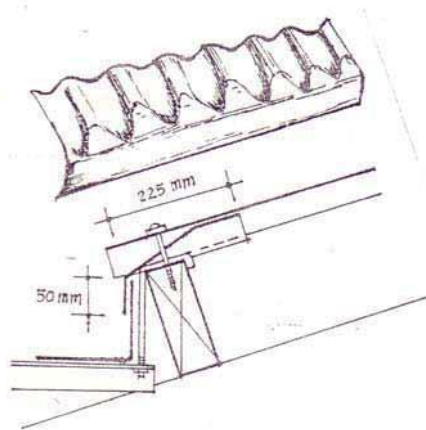
Memasangnyaharus dari sayap yang bergelombang dan harus diskrup ke gording paling sedikit 3 buah per lembar.



Gambar 7.62 Penutup Ujung Gergaji

Penutup ujung gergaji ini dibuat disesuaikan terhadap panjangnya sayapratadarinokgigigerigi. Dan harus melaluipesanan.

PENUTUP SALURAN BERGELOMBANG (atas pesanan)



Gambar 7.63 Penutup Saluran Bergelombang

Suatu penutup yang menghubungkan ujung bawah lembar atap dengan talang yang berfungsi juga untuk mencegah masuknya burung ke longatap.

Panjang efektif.....1000mm

Lebar sayap.....225mm

Dalam..... 50mm

Tebal..... 6 mm

Pemasangan

Letak nyapenutup saluran dibawah deretan atap sehingga tidak menyentuh bagian dalam dinding talang.

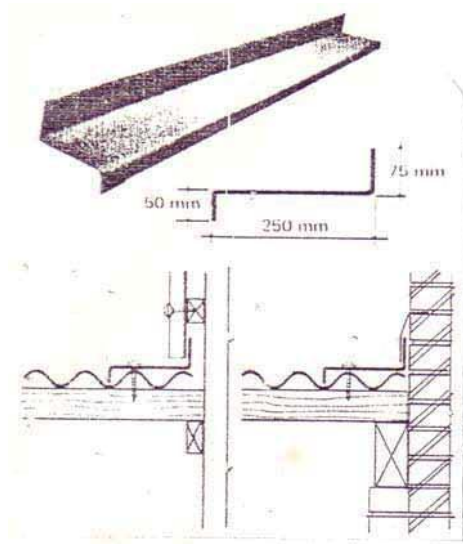
Ini khusus antar sudut 10° dan 15° yang lain harus pesan.

Panjang efektif.....1000mm

Lebarsayap.....225mm
Lebarsayaprata.....100mm
Tebal..... 6 mm

Pemasangan:

- Sekrupdipasangmelalui puncakgelombangke2danke6
- Sambunganpadapenutupujungmundur1 gelombanguntuk
menghindaripenumpukanketebalanlebaran.

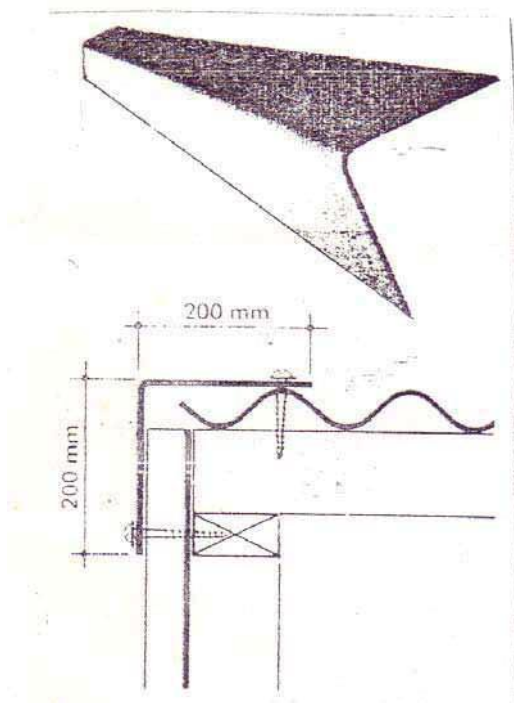


Gambar 7.64 Penutup Sisi

Ini digunakan sebagai penghubung dinding vertikal dengan lembaran atap yang arah puncaknya gelombang sejajar dengan dinding vertikal. (atas pesanan).

Panjang efektif.....2400mm Ukuran luas
75x250x50mm
 Tebal..... 6 mm

Bila sisi yang 50 mm tidak dapat menyentuh gelombang (lekok) atap misalnya mengganggu lebih baik dipotong/dikurangi.



Gambar 7.65 Lisplang Siku-siku

Lisplang untuk penghubung sudut atap dan dinding.

Panjang efektif.....2400mm

Sayap rata.....200x200mm

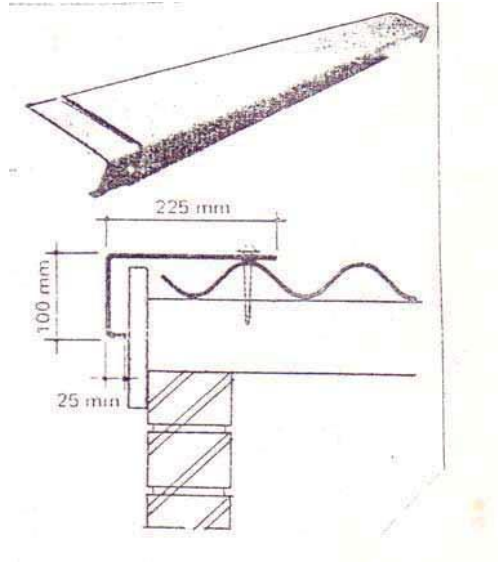
Tebal.....250x250mm

Tebal..... 6 mm

Penyekrapan lihat gambar.

Sekatlah setiap tumpang dengan asbes seal.

LISPLANLENGKUNG(ataspesanan)



Gambar 7.66 Lisplang Lengkung

Panjang efektif..... 2400mm

Ukuran bagian 225x 100x 25mm

Tebal.....4 mm

Penyekapan lihat gambar.

Sekaligus setiap tumpang dengan asbes seal.

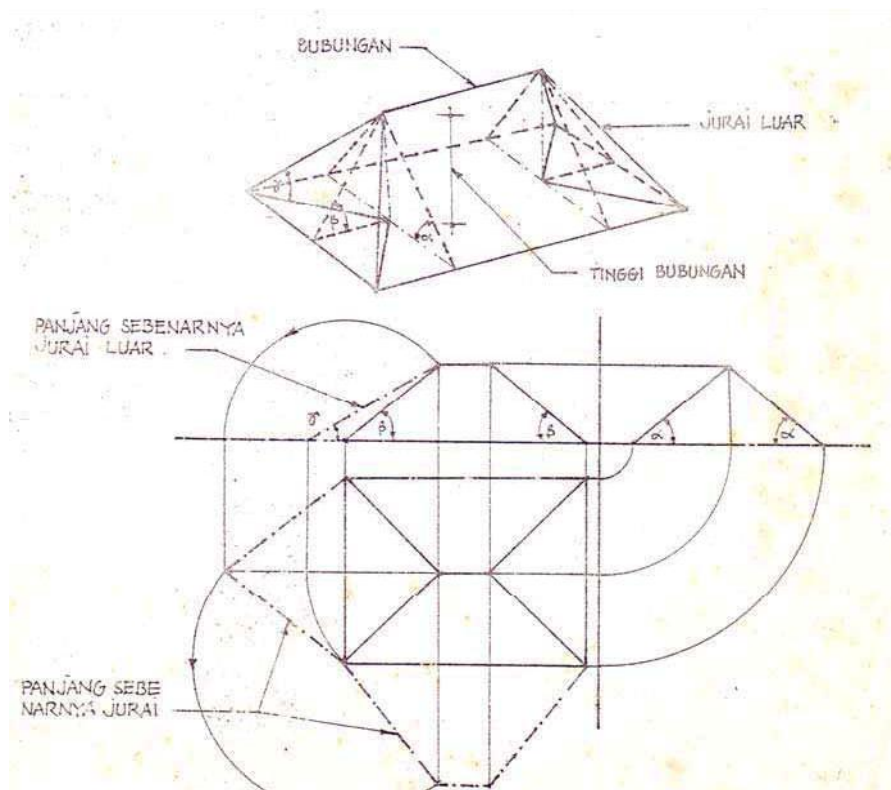
Pada atap perisai, pertemuan antar bidang atap yang merupakan garis miring menyudut disebut jurai (bubungan miring).

Pertemuan dari kedua bidang yang menjorok kedalam disebut dengan jurai dalam atau jurai talang.

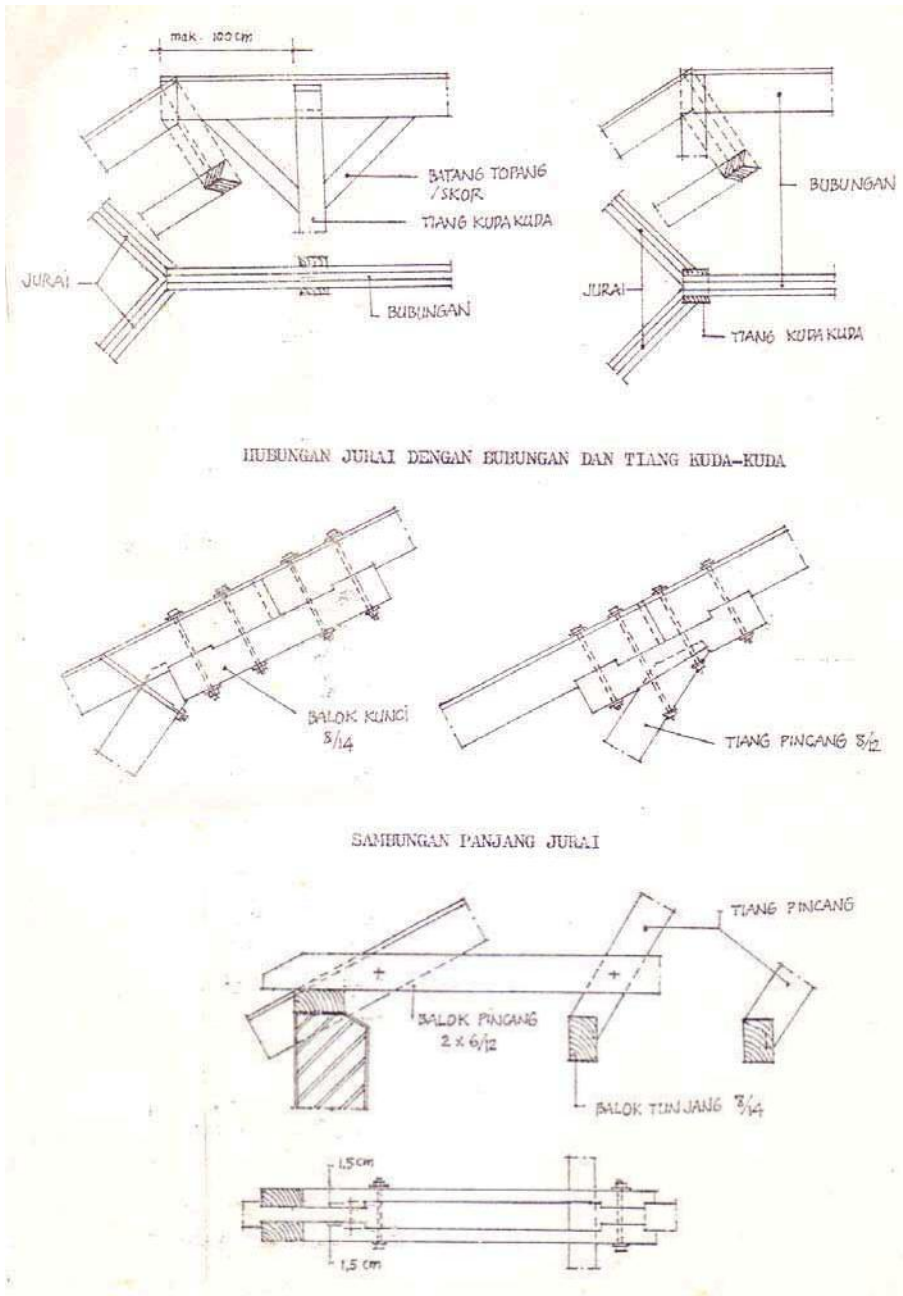
Apabila kita melihat suatu gambar tampak atas dari suatu rencana atap, maka panjang jurai luar atau pun dalam belum merupakan suatu garis atau panjang yang sebenarnya di sini sangat penting sekali, untuk memesan kayu yang diperlukan untuk jurai tersebut.

Untuk mencari panjang sebenarnya dari balok jurai pada prinsipnya digunakan dengan cara rebanan atau pun putaran seperti dalam pelajaran "ilmu proyeksi".

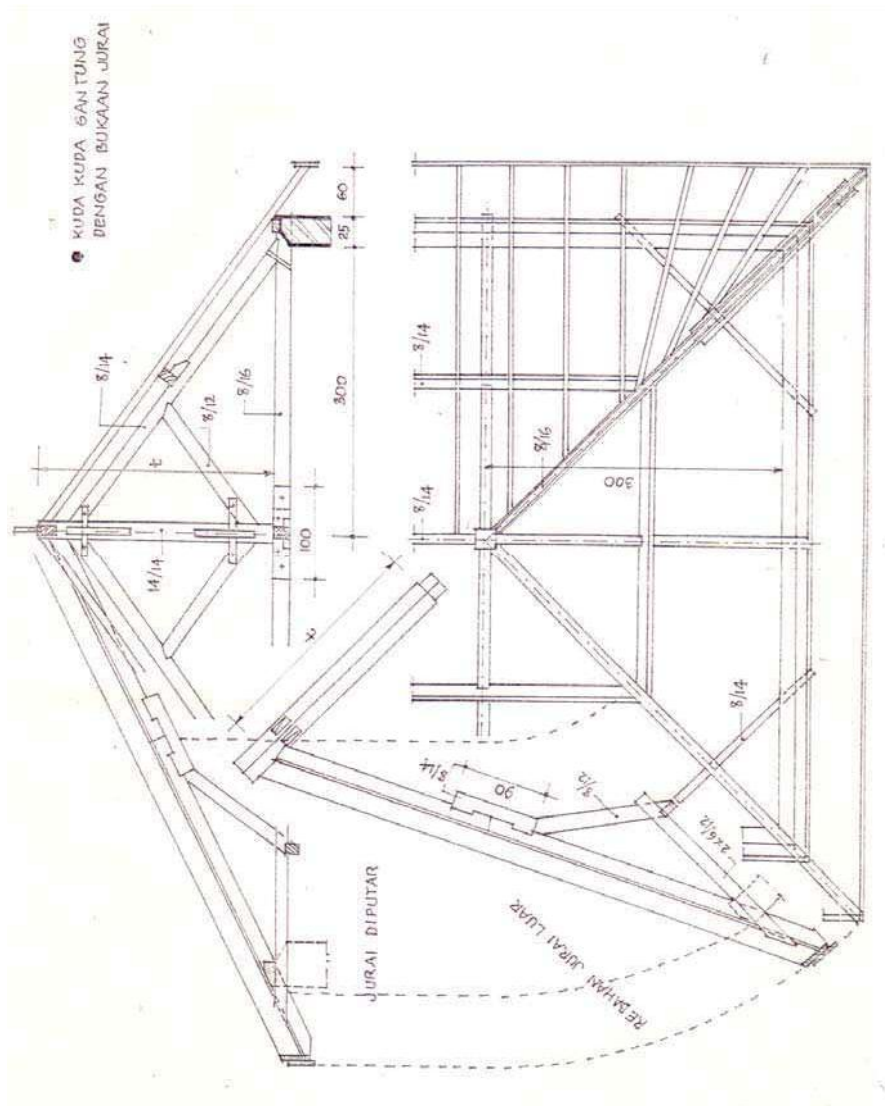
Secara skematis dapat dilihat pada gambar bawah ini:



Gambar 7.67ProyeksiBalokJurai



Gambar 7.68 Hubungan dan Sambungan pada Jurai



Gambar 7.69 Kuda-Kuda Gantung Dengan Buka-an Jurai

JURAI DALAM

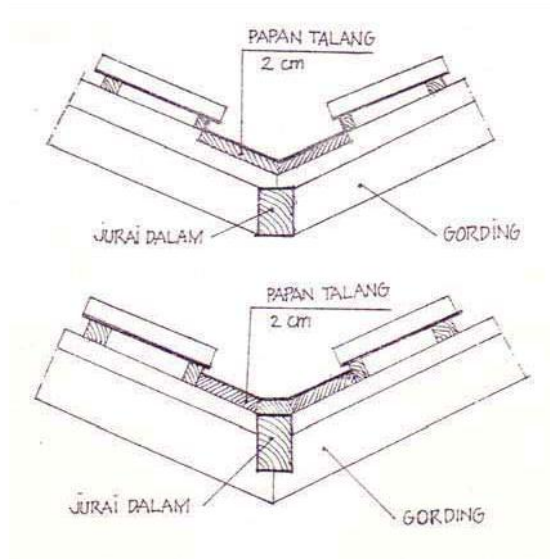
Jurai dalam keadaannya berlawanan dengan jurai luar. Pada jurai luar air mengalir dari jurainya (meninggalkan) tetapi pada jurai dalam air justru mengalir ke jurainya untuk itulah pada jurai dalam harus dipasang talang.

Konstruksi jurai dalam prinsipnya sama dengan jurai luar. Pemasangan balok diagonal (balok pincang) agak sulit sebab untuk mendapat tumpuan kedua ujung balok pincang tidak mudah, jalan satu-satunya disatukan/dihubungkan dengan balok atap yang terdekat. Sedangkan untuk menghindari kesulitan pertemuan antara kuda-kuda dan bagian bawah balok jurai dalam, maka letak kuda-kuda digeser 20–25 cm dari sudut tembok.

Pada jurai dalam bobot penutup atap menekan gording-gording serta berusaha untuk memisahkan, maka disini diperlukan tumpuan untuk mencegah hal tersebut. Pada ujung gording dibuatkan perpendek

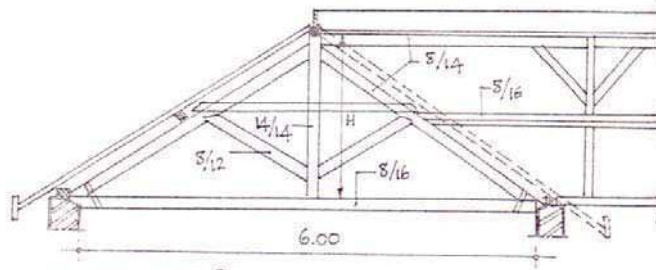
1–1,5 cm setebal gording dan lebarnya $\frac{1}{2}$ lebar gording, kedua sisi samping jurai dibuatkan berbentuk jajaranjang, penyesuaian bentuk ini.

Diatas balok jurai dalam dipasang papan tebal 2 cm untuk alas seng yang pada kedua sisinya dibatasi reng. Seng biasanya digunakan ialah jenis BWG 32. Papan talang dapat dipasang padat titik susuk atau rata atau pun di atas susuk atau pun di atas susukan patak.

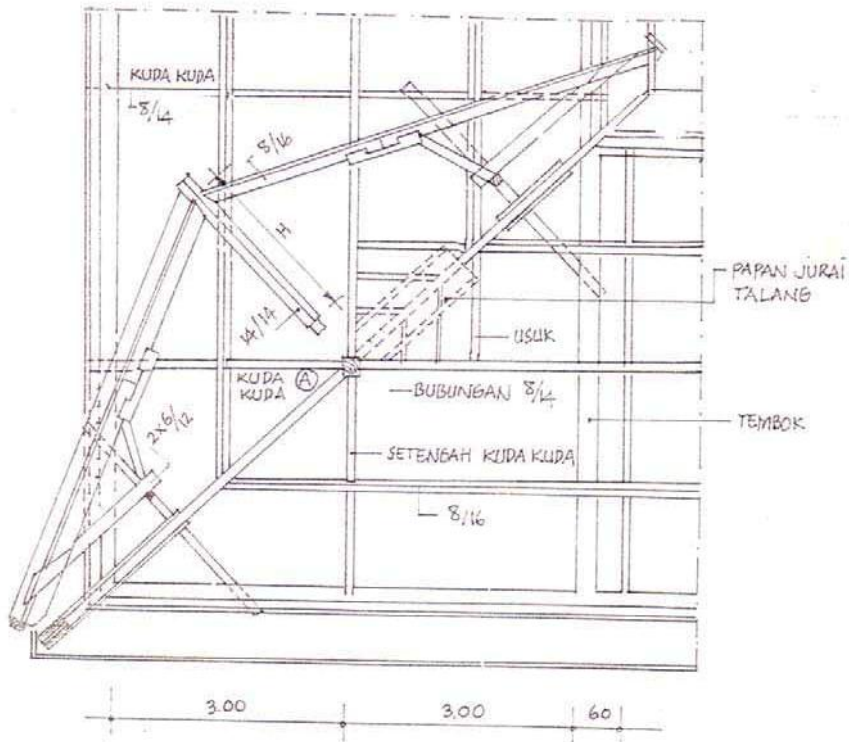


Gambar 7.70PerletakanJuraiDalam,PapanTalangdanGording

• KUDA KUDA DENGAN JURAI LUAR DAN DALAM

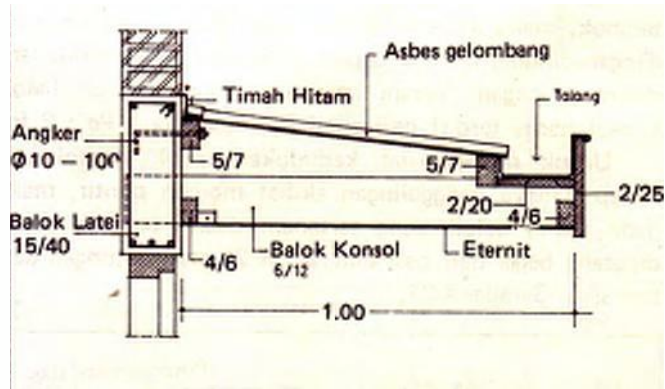


• KUDA KUDA (A)



Gambar 7.71 Denah Perletakan Kuda-Kuda

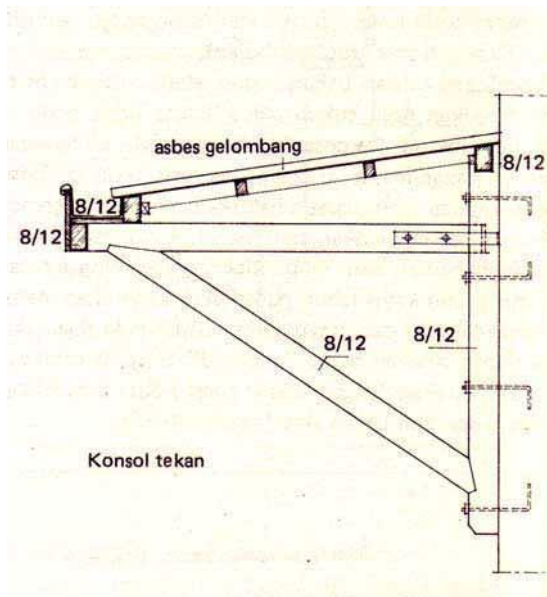
MenggambarKonstruksiTalangHorisontal



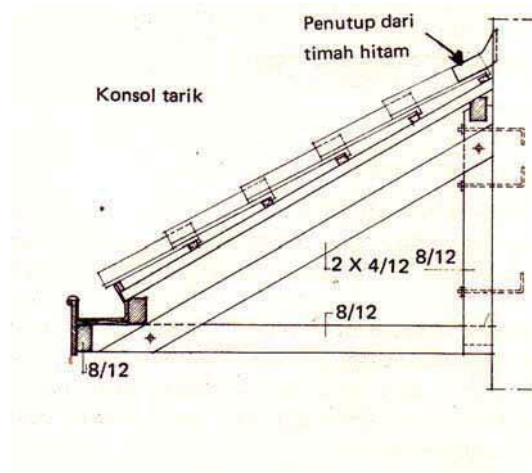
Gambar 7. 72KonstruksiTalangHorisontalA

Yangperlumendapatkan perhatiandalampembuatantalang horisontaladalahbanyakyaairyangdapatditampung sementara sebelumdialirkankesaluranmelaluitalangvertikal.

Kalauterjaditidakdapatmenampung volumeairakan mengakibatkanpelimpahanairkedalambangunan.

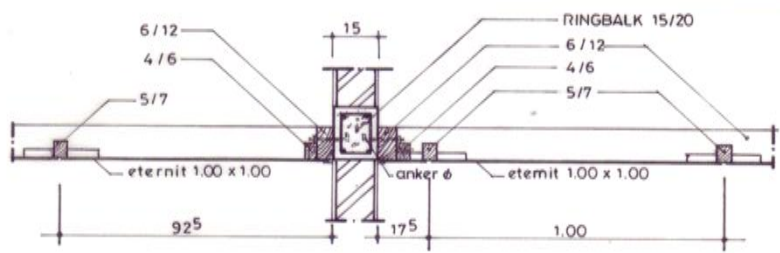


Gambar 7.73 Konstruksi Talang Horizontal B



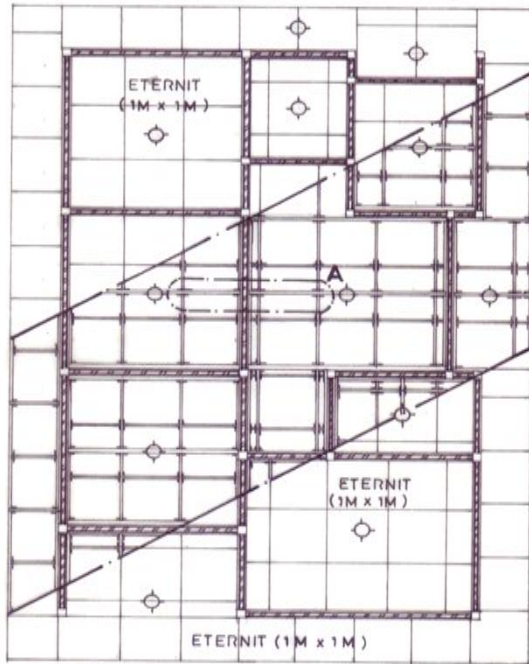
Gambar 7.74 Konstruksi Talangan Horizontal C

E. Gambar Detail



DETAIL A

SKALA 1 : 20



KETERANGAN :

- - TITIK LAMPU
- - SETIAP TITIK LAMPU SATU SAKELAR
- - STOP KONTAK :
 - R. TIDUR UTAMA (1 BH)
 - R. MAKAN (1 BH)
 - R. TAMU (1 BH)

RENCANA PLAFOND & TITIK LAMPU

SKALA 1 : 100

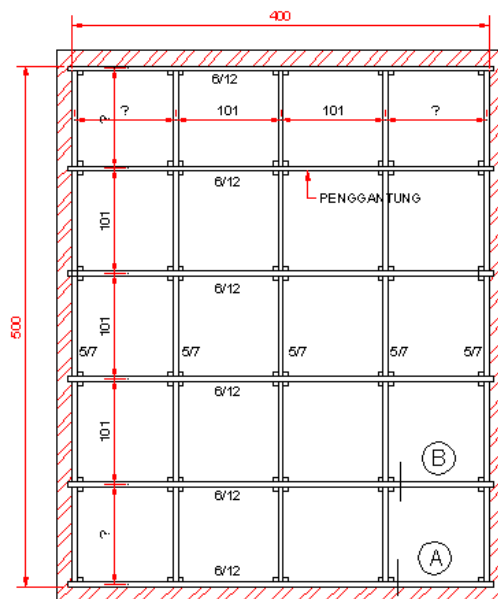
Gambar 7.75 Rencana Plafon Rumah Tinggal

Untuk dapat menetapkan pola dari langit-langit maka perlu memperhatikan:

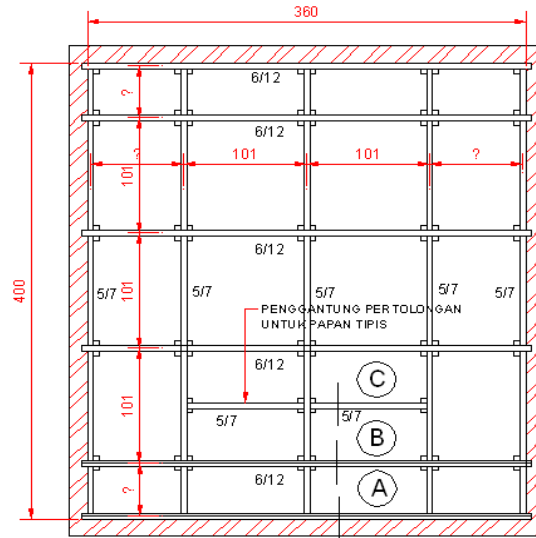
- Bentuk dari ruangnya akan mempengaruhi pola yang di-gunakan
- Bahan yang digunakan sebagai penutup dapat asbes, triplek ataupun jenis lainnya
- Tinggi rendahnya penutup

- Menggunakan lis atau tidak
- Pembagian jalur penutup langit-langit menggunakan modul 100 x 100 cm , 60 x 60 cm atau 60 x 80 cm

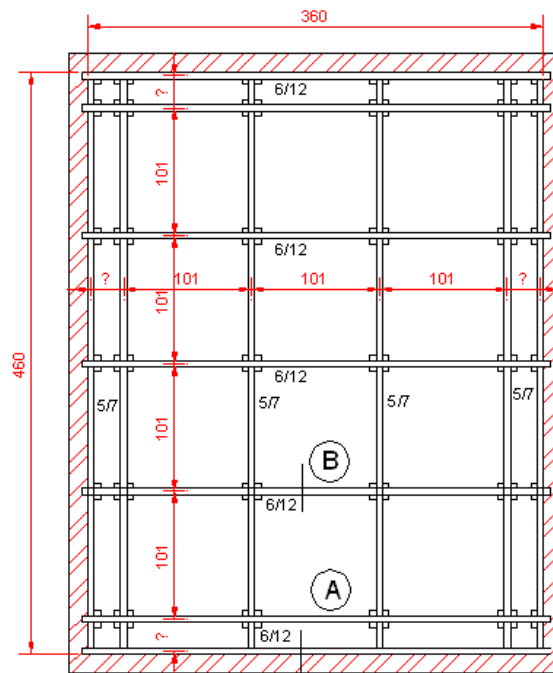
Menggambar Ditail Konstruksi Langit-langit



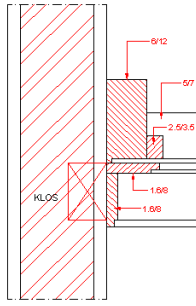
Gambar 7.76 Konstruksi Langit-langit



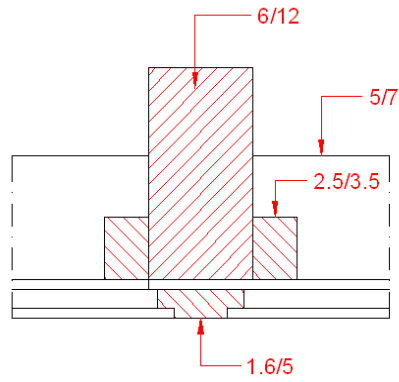
Gambar 7.77 Pembagian langit-langit (tak menguntungkan)



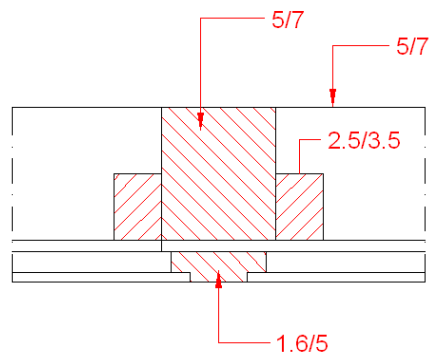
Gambar 7.78 Pembagian langit-langit (menguntungkan)



Gambar 7.79 Gantungan Langit-langit



Gambar 7.80 Ditail Konstruksi Langit-langit A



Gambar 7.81Ditail Konstruksi Langit-langit B

A. Instalasi Listrik

Instalasi listrik terdiri dari instalasi untuk penerangan dan kebutuhan rumah tangga lainnya (TV, Setrika, Radio, AC, dll).

Komponen instalasi listrik yang utama pada bangunan rumah tinggal meliputi:

1. Jaringan kabel instalasi (dapat diekspose, atau ditanam dalam dinding atau diatas plafond pada bagian dalam bangunan dan ditanam didalam tanah pada bagian luar bangunan
2. Titik lampu
3. Titik saklar dan titik stop kontak.
4. Sumber (meter PLN)
5. Panel penerangan

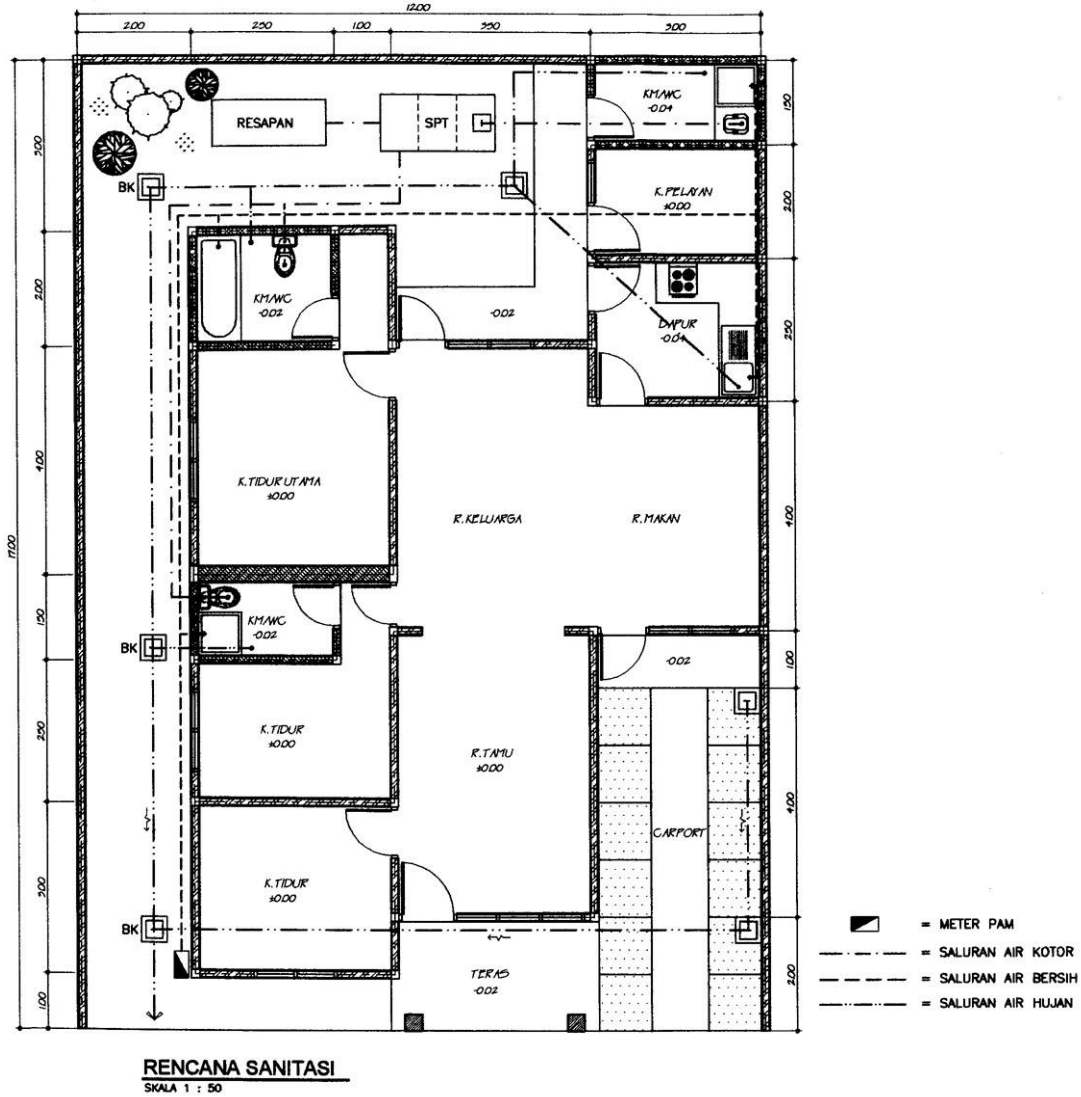
Untuk lebih jelasnya dapat melihat pada contoh gambar jaringan inslasi listrik.

Persyaratan dan Prinsip Instalasi Listrik

Secara garis besar persyaratannya hampir sama dengan persyaratan pada jarian air, yang menitik beratkan pada aspek ekonomis dan kemudahan dalam perbaikan.

1. jaringan/instalasi listrik dipikirkan untuk jarak yang terdekat/terpendek agar dapat lebih ekonomis.
2. Bagian yang tertanam di dinding perlu disediakan saluran dengan diameter yang agak besar agar dimudahkan dalam pengurutan dan perbaikan.
3. pada instalasi yang terletak diatas plafond, sebaiknya juga dibungkus dengan pipa PVC untuk menghindari kerusakan kabel.
4. penempatan meter PLN dan panel-panel serta titik-titik lainnya sebaiknya pada posisi yang mudah dijangkau namun cukup aman dari jangkauan anak-anak.

B. Dasar-Dasar Menggambar Instalasi Plumbing



Gambar 8.1 Denah sanitasi/plumbing

Jenis Perencanaan Instalasi Pipa

Secara umum perencanaan instalasi pipa bila ditinjau dari segi lokasi perencanaan maka akan kita dapatkan dua jenis perencanaan, yaitu :

1. Perencanaan Instalasi Pipa di Luar Gedung
2. Perencanaan Instalasi Pipa di Dalam Gedung

Kedua jenis perencanaan tersebut memiliki banyak perbedaan yang cukup jelas diantaranya sebagai berikut :

Perencanaan Instalasi Pipa di Luar Gedung

Perencanaan instalasi pipa di luar gedung ini berbeda bila kita bandingkan dengan perencanaan instalasi pipa di dalam gedung karena adakalanya fluida yang dialirkan tidak hanya berupa air dan gas tetapi dapat pula berupa minyak atau cairan – cairan kimia.

Sistem perencanaan instalasi pipa ini dapat dibagi menjadi :

- Perencanaan instalasi pipa dibidang Perminyakan dan Gas
- Perencanaan instalasi pipa dinas PDAM
- Perencanaan instalasi pipa dibidang industri kimia

Perencanaan Instalasi Pipa di Dalam Gedung

Sistem instalasi pipa ini lebih sering kita kenal karena lebih sering terlihat pada kehidupan sehari – hari.

Sistem perencanaan instalasi ini dapat dibagi menjadi :

- Perencanaan instalasi pipa *Plumbing System*
- Perencanaan instalasi pipa *Fire Protection System*

- Perencanaan instalasi pipa *Air Condition System*

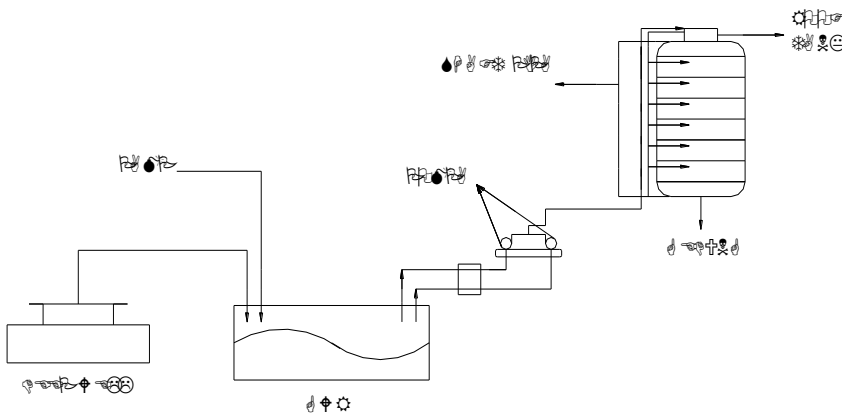
Sistem Pendistribusian Air di Dalam Gedung

Sistem Pendistribusian Air Bersih

Untuk instalasi pipa *Plumbing System* terdapat dua jenis cara pendistribusian air bersih, yaitu :

- Sistem tidak langsung

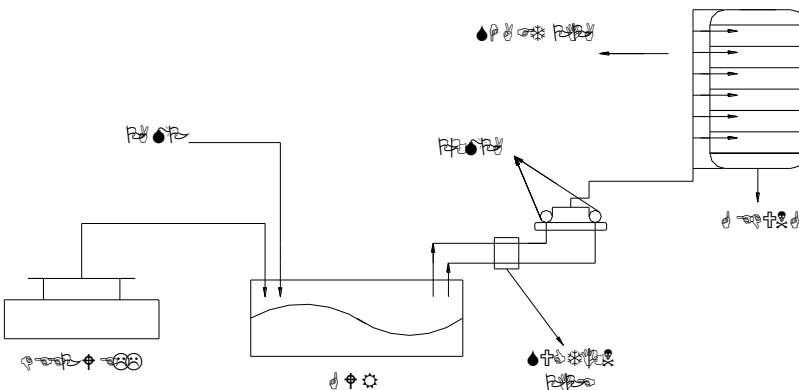
Dapat dilihat secara skematis pada gambar di bawah ini :



Gambar 8.2 Sistem tidak langsung pada distribusi air bersih

- Sistem langsung

Dapat dilihat secara skematis pada gambar di bawah ini.



Gambar 8.3 Sistem langsung pada distribusi air bersih

Perbedaan antara kedua sistem ini adalah pada pemakaian *roof tank*, pada sistem tidak langsung digunakan, sedangkan pada sistem tidak langsung tidak digunakan *roof tank*.

Instalasi Pipa untuk *Plumbing System*

Pada instalasi ini sistem dibagi lagi menjadi tiga sub – sistem, yaitu :

1. Instalasi pipa untuk distribusi air bersih

Pada instalasi pipa air bersih (dibidang *Plumbing*) ini kita mengenal yang dinamakan *Plumbing Fixtures* dimana semua alat ini mendapat suplai berupa air bersih dari tangki. Di bawah ini terdapat table yang menerangkan jenis – jenis *Plumbing Fixtures* beserta standar peletakannya.

Tabel

Plumbing Fixtures dan standar peletakannya

<i>Plumbing Fixtures</i>	Standar peletakan (dihitung dari lantai)
Water Closet	0.3 – 0.4 m
Urinal	0.6 – 1 m
Shower	1.6 – 1.8 m
Lavatori Basin	1.2 – 1.4 m
Kitchen Sink	1.2 – 1.4 m
Bath Cup	0.4 – 0.5 m
Keran	0.4 – 0.5 m

Ref : *Deputi Urusan Tata Bangunan dan Lingkungan Departement Permukiman dan Prasarana Wilayah.*

Semua standar peletakan untuk *Plumbing Fixtures* tersebut tidak mutlak tetapi peletakan tersebut disesuaikan dengan kebutuhan pengguna gedung.

2. Instalasi pipa untuk air buangan

Instalasi ini hanya mengalir air yang telah dipakai dari dapur, air dari *wastafel*(*Lavatory Basin*), air buangan dari keran serta air buangan dari talang yang kesemuanya itu selanjutnya dialirkan kesaluran lingkungan gedung.

3. Instalasi pipa untuk air kotor

Pada instalasi ini yang tergolong air kotor adalah kotoran, baik yang cair maupun padat yang dibuang melalui *urinal* atau *water closet* yang semua itu umumnya langsung disalurkan ke *septic tank* atau (*Sewage Treatment Plant*).

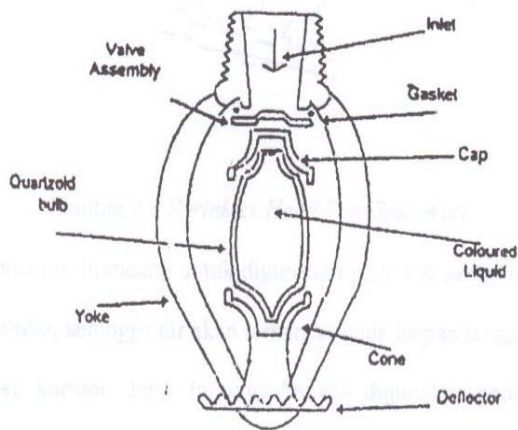
8. 2. 3 Instalasi Pipa untuk *Fire Protection System*

Pada instalasi ini sistem dapat dibagi menjadi beberapa sub – sistem, yaitu :

- *Sprinkler System*

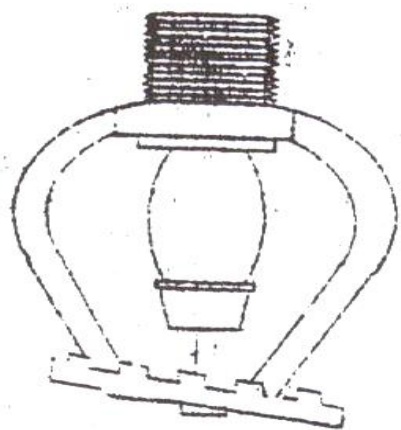
Sistem ini merupakan suatu sistem pencegahan pertama yang sangat baik yang mana pada pemakaiannya dilengkapi dengan *Heat Detector*.

Di bawah ini terdapat beberapa jenis *sprinklerhead* dan *drencher* yang umum digunakan :



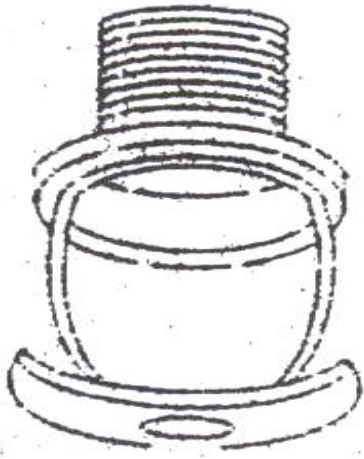
Gambar 8.4 *Sprinkler Head Tipe Quartzoid Bulb*

Gambar Tipe ini berupa tabung yang terbuat dari kaca special (*special glass*) yang mana digunakan menahan air pada tempatnya. Tabung tersebut berisi cairan kimia berwarna yang mana bila dipanaskan (terkena panas) sampai suhu tertentu maka cairan kimia akan mengembang dan gelas akan tertekan sampai suatu batas tertentu yang akhirnya gelas tersebut akan pecah sehingga katup terbuka dan air akan mengalir menuju *deflector* kemudian air akan menyembur keluar untuk memadamkan api.

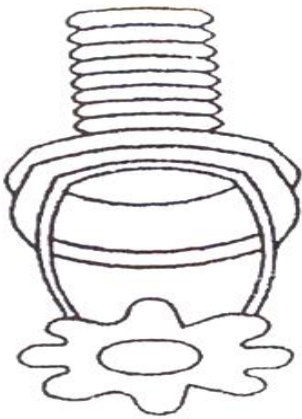


Gambar 8.5 *Sprinkler Head Tipe Side Wall*

Gambar Jenis ini dirancang untuk digunakan pada sisi samping ruangan atau koridor, sehingga air akan terpancar pada bagian tengah dari ruangan atau koridor. Jenis ini juga banyak digunakan pada terowongan – terowongan.



a. Window Drancher



b. Roof Drancher

Gambar

a) (b) Tipe – tipe Drancher

Gambar (a) Tipe ini digunakan untuk memancarkan air tipe ini biasa dipakai di atas jendela untuk mencegah meluasnya api ke luar dari gedung.

Gambar (b) Tipe ini tidak jauh dengan tipe pada gambar *Gambar 2. 2. 5 (a)*, tetapi pada pemasangannya tipe ini pada atap (*rof*) untuk mencegah meluasnya api.

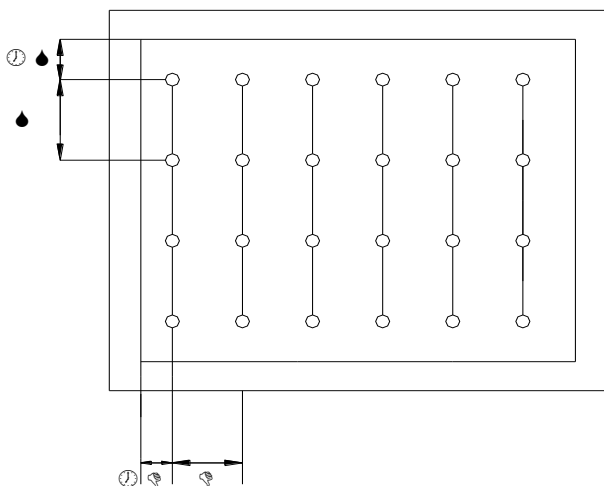
Tabel

Warna Cairan dan Temperatur *Sprinkler*

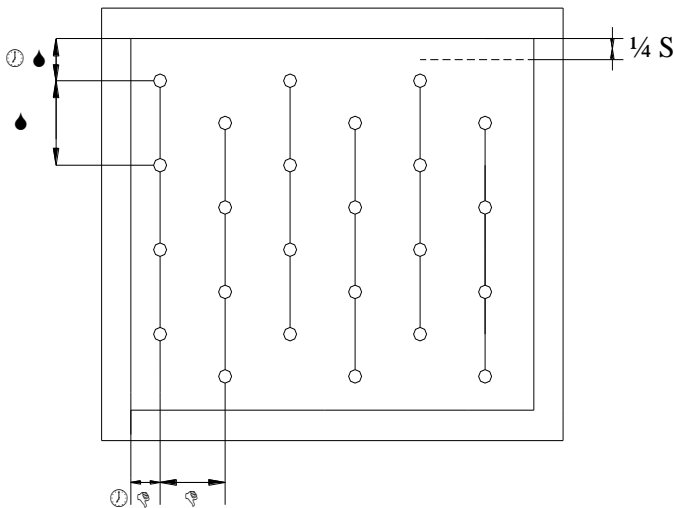
Rata – rata Temperatur	Warna dari cairan bola
57	Jingga
68	Merah
79	Kuning
93	Hijau
141	Biru
182	Ungu (Mauve)
204 – 260	Hitam

Ref : “ *Panduan Pemasangan Sistem Sprinkler untuk Pencegahan Bahaya Kebakaran pada Bangunan Rumah dan Gedung* “, 1987, Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.

Untuk penempatan *sprinkler head*, terdapat 2 jenis sistem pengaturan penempatan, yaitu :



(a) Metode $\frac{1}{2} S$ dan $\frac{1}{2} D$



(b) Metode $\frac{1}{4} S$ dan $\frac{1}{2} D$

a) (b) Jenis – jenis Pengaturan Penempatan

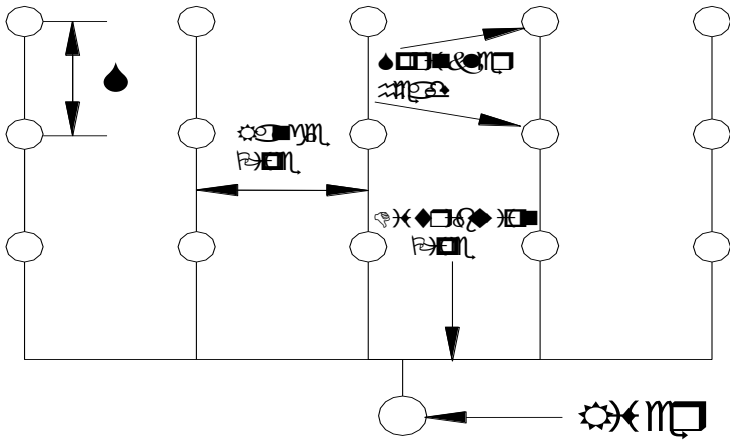
S = Jarak antara 2 kepala *sprinkler* dan jarak kepala *sprinkler* ke dinding

D = Jarak antara 2 jalur pipa dan jalur pipa ke dinding

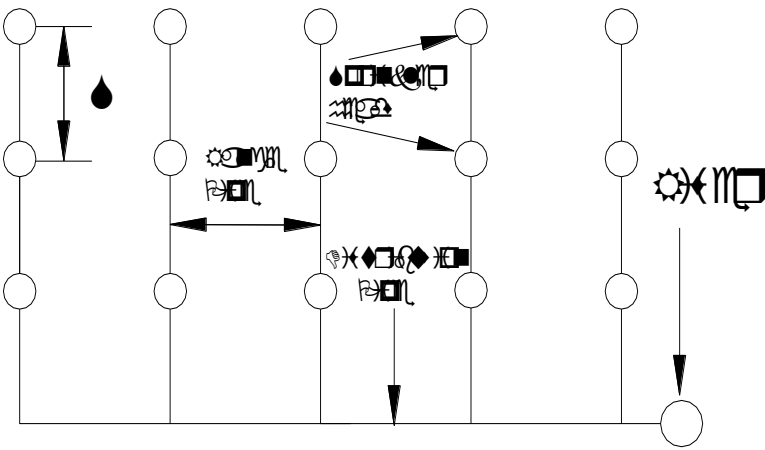
Dari hasil perkalian antara S dengan D kita dapat menentukan klasifikasi kebakaran sebagai berikut :

- Untuk kebakaran ringan : $S \times D \leq 21 \text{ m}^2$
- Untuk kebakaran sedang : $S \times D = (9 \sim 21) \text{ m}^2$
- Untuk kebakaran ringan : $S \times D \leq 9 \text{ m}^2$

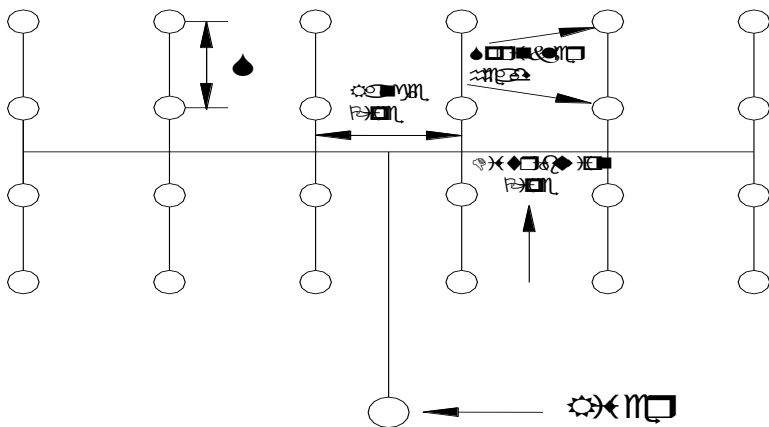
Disamping dua jenis penempatan tersebut, terdapat pula beberapa metode distribusi untuk *sprinkler* bila melihat posisi dari pipa distribusi.



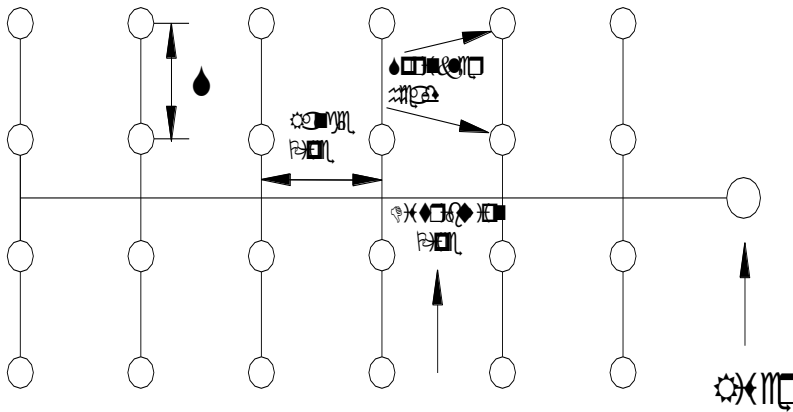
(a) End Side With Centre Feed Pipe



(b) End Side With Feed Pipe



(c) End Centre With Centre Feed Pipe



(d) End Centre With End Feed Pipe

Gambar 8.6(a) (b) (c) (d) Metode Distribusi Untuk Sprinkler

- *Hallon Sprinkler*

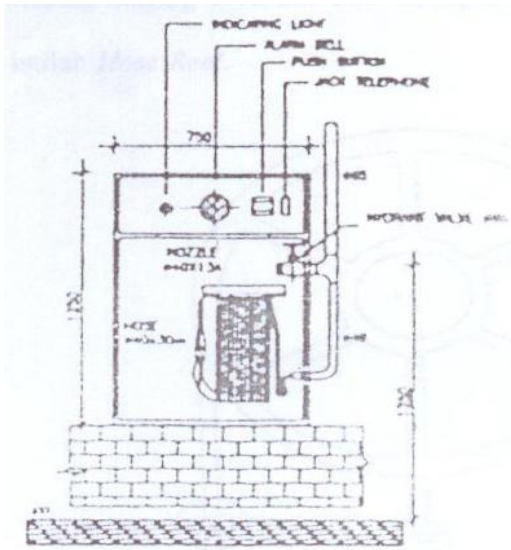
Sistem ini pada peletakkannya dan instalasinya tidak begitu berbeda jauh dengan *sprinkler system*, hanya saja pada sistem ini fluida yang digunakan berupa gas atau serbuk. Sistem ini biasa digunakan pada ruang perpustakaan, ruang komputer atau ruang kontrol listrik yang mana pada ruangan tersebut tidak memungkinkan menggunakan air.

- *Hydrant System*

Pada sistem ini dapat dibagi lagi menjadi tiga bagian :

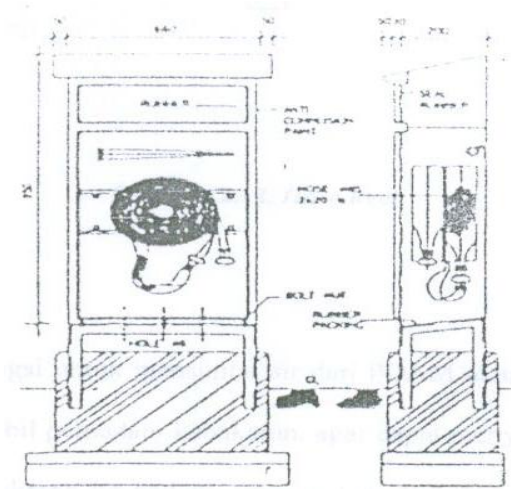
- Hydrant Box*

Hydrant Box ini dapat dibagi menjadi dua yaitu berupa *Indoor Hydrant* (terletak di dalam gedung) atau *Outdoor Hydrant* (terletak di luar gedung). Pemasangan *Hydrant Box* ini biasanya disesuaikan dengan kebutuhan dan luas ukuran ruangan serta luas gedung. Tetapi untuk ukuran minimalnya diharuskan pada tiap lantai terdapat minimal satu buah dan begitu pula untuk yang di luar gedung. Untuk pemasangan *Hydrant Box* di dalam ruangan pada bagian atasnya (menempel pada dinding) harus disertai pemasangan alarm bel. Pada *Hydrant Box* terdapat gulungan selang atau lebih dikenal dengan istilah *Hose Reel*.



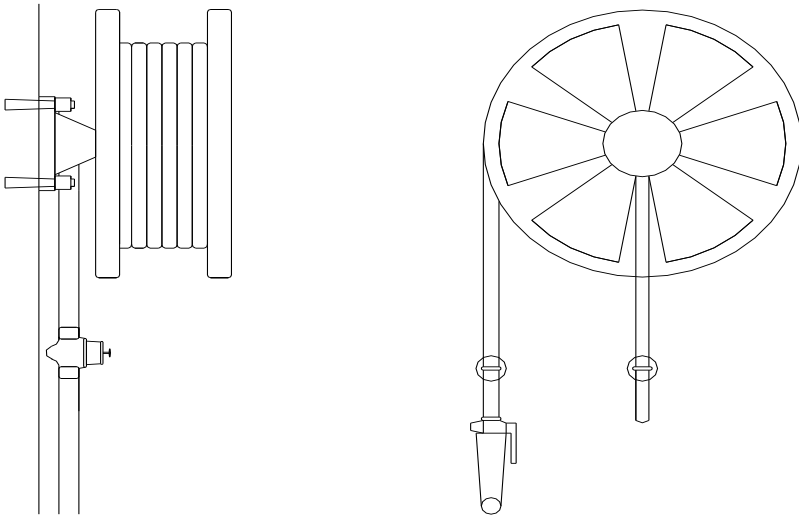
L x W x H : 750 x 180 x 1250

Gambar 8.7 Indoor Hydrant Box



L x W x H : 660 x 200 x 950

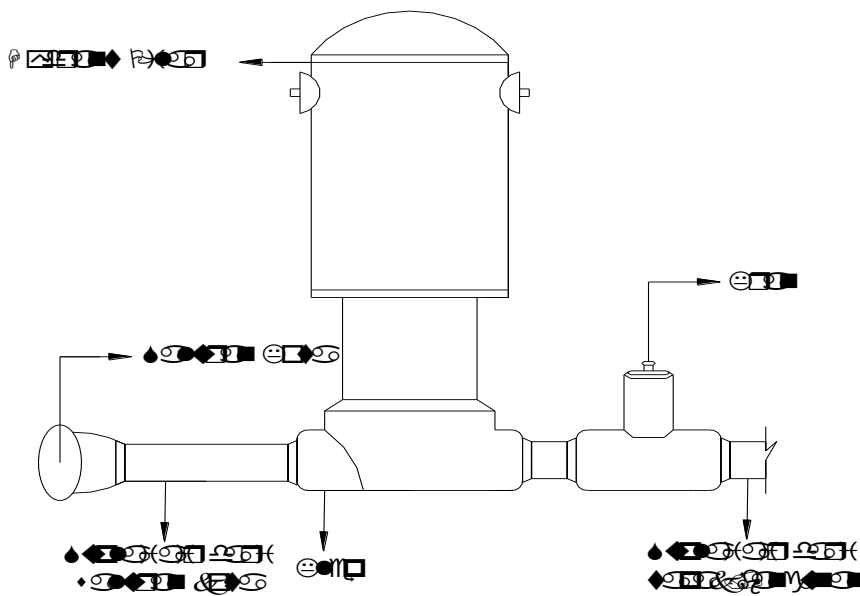
Gambar 8.8 Outdoor Hydrant Box



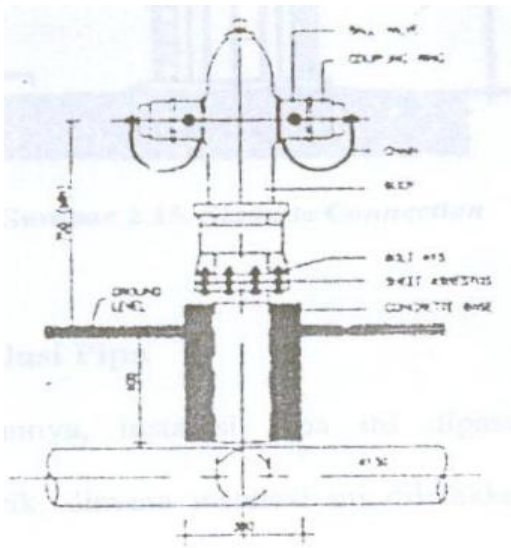
Gambar 8.9*Hose Reel*

b). *Hydrant Pillar*

Alat ini memiliki fungsi untuk menyuplai air dari PAM dan GWR gedung disalurkan ke mobil Pemadam Kebakaran agar Pemadam Kebakaran dapat menyiram air mobil ke gedung yang sedang terbakar. Alat ini diletakan dibagian luar gedung yang jumlahnya serta peletakannya disesuaikan dengan luas gedung.



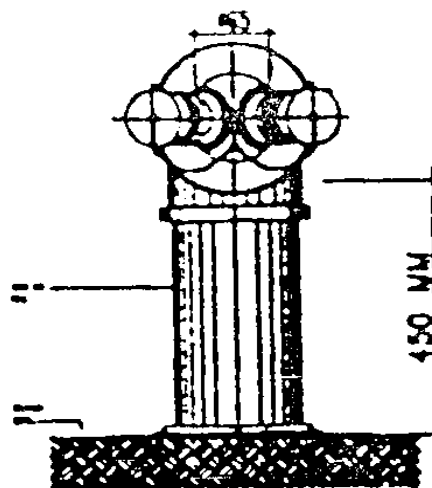
Gambar 8.10*Suplai Air untuk Hydrant Pillar*



Gambar 8.11 *Hydrant Pillar*

c) *Siamese Connection*

Alat ini memiliki fungsi untuk menyuplai air dari mobil Pemadam Kebakaran untuk disalurkan ke dalam sistem instalasi pipa pencegahan dan penanggulangan kebakaran yang terpasang di dalam gedung selanjutnya dipancarkan melalui *sprinkler – sprinkler* dan *hydrant box* di dalam gedung. Alat ini diletakan pada bagian luar gedung yang jumlahnya serta peletakkannya disesuaikan dengan luas dan kebutuhan gedung itu sendiri.



Gambar 8.12 *Siamese Connection*

Pemasangan Instalasi Pipa

Dalam pelaksanaannya, instalasi pipa ini dipasang bersamaan dengan pemasangan instalasi listrik, dimana instalasi pipa ini diletakan diantara plafond dan plat lantai yang berjarak min 0,4 – 0,5 m dan mak 0,5 – 1 m.

Hal tersebut menjadi alasan untuk memudahkan apabila terjadi kerusakan dan juga untuk memudahkan pelaksanaan perawatan rutin.

Sistem Penyediaan Air

Jaringan Kota

Pada setiap gedung yang direncanakan, sistem penyediaan airnya berasal dari jaringan kota yang kemudian ditampung pada *Ground Tank*. Sambungan pada sistem jaringan kota dapat diterima kembali apabila kapasitas dan tekanannya mencukupi. Kapasitas dan tekanan sistem jaringan kota dapat diketahui dengan mengadakan pengukuran langsung pada jaringan distribusi ditempat penyambungan yang dilaksanakan, dan ukuran pipa distribusi sekurang – kurangnya harus sama dengan pipa tegak yang berfungsi sebagai shaft pipa. Berikut ini adalah ketentuan untuk sistem Pemadam Kebakaran :

- a. Sesuai dengan peraturan *NFPA (National Fire Protection Association)* dan Menteri Pekerjaan Umum bahwa untuk setiap lantai yang memiliki *sprinkler* 14 – 45 buah pada gedung dengan jenis kebakaran ringan harus memiliki debit air (*Q*) sekurang – kurangnya $0,001 \text{ m}^3/\text{s}$ (untuk satu *Sprinkler Head*).
- b. Sesuai dengan keputusan Gubernur DKI Jakarta No. 887 Tahun 1981 tentang Persyaratan dan Standar debit Aliran *Hydrant Box* untuk gedung dengan jenis kebakaran ringan harus memiliki debit aliran (*Q*) sekurang – kurangnya $0,006 \text{ m}^3/\text{s}$ (untuk satu *hydrant box* pada tiap lantai).
- c. Sesuai dengan keputusan Gubernur DKI Jakarta No. 887 Tahun 1981 tentang Persyaratan dan Standar debit Aliran *Hydrant Box* untuk gedung dengan jenis kebakaran

ringan harus memiliki debit aliran (Q) sekurang – kurangnya $0,019 \text{ m}^3/\text{s}$ (untuk satu *hydrantpillar* pada satu halaman gedung).

Tangki Gravitasi

Tangki Gravitasi diletakan pada ketinggian tertentu dan direncanakan dengan baik dan dapat diterima sebagai sistem penyediaan air Tangki Gravitasi yang melayani keperluan rumah tangga, *hydrant* kebakaran dan sistem *sprinkler* otomatis harus :

- Direncanakan dan dipasang sedemikian rupa sehingga dapat menyalurkan air dalam kuantitas dan ketentuan yang cukup untuk sistem tersebut.
- Mempunyai lubang aliran keluaran untuk keluaran rumah tangga pada ketinggian tertentu dari dasar tangki, sehingga persediaan minimum untuk memadamkan kebakaran dapat direncanakan.
- Mempunyai lubang aliran keluaran untuk kebakaran pada ketinggian tertentu dari dasar tangki, sehingga persediaan minimum yang diperlukan untuk sistem *sprinkler* otomatis dapat dipertahankan.

Tangki Bertekanan

Tangki bertekanan harus dilengkapi dengan suatu cara yang dibenarkan agar tekanan udara dapat diatur secara otomatis. Sistem tersebut dilengkapi dengan alat tanda bahaya yang memberikan peralatan apabila tekanan atau permukaan tinggi air dalam tangki turun melalui batas yang ditentukan.

Tangki bertekanan harus selalu berisi air $\frac{2}{3}$ penuh dan diberi tekanan udara sedikitnya 49 N/cm^2 , kecuali ditentukan lain oleh pejabat yang berwenang. Apabila dasar tangki bertekanan terletak sedemikian rupa di bawah sistem *sprinkler* yang tertinggi, maka tekanan udara yang harus diberikan minimum 49 N/cm^2 ditambah 3 X tekanan yang disebabkan oleh berat air pada perpipaan sistem *sprinkler* di atas tangki.

Mobil Pemadam Kebakaran

Apabila disyaratkan harus disediakan sebuah sambungan yang memungkinkan mobil Pemadam Kebakaran memompakan air ke dalam sistem *sprinkler*, ukuran pipa minimum adalah 100 mm. Pipa ukuran 75 mm dapat digunakan apabila dihubungkan dengan pipa tegak dan ditempatkan pada bagian dekat katup balik.

Pada sistem dengan pipa tegak tunggal, sambungan dilakukan pada bagian dekat katup kendali yang dipasang pada pipa tegak, kecuali sambungan untuk mobil Pemadam Kebakaran.

Pengertian Kebakaran

Sejak dahulu api merupakan kebutuhan hidup manusia, dari hal kecil hingga hal besar. Sebagai salah satu contoh, api digunakan untuk memasak atau untuk pemakaian skala besar dalam industri dalam peleburan logam. Tetapi sudah tidak dapat dikendalikan lagi, api menjadi musuh manusia yang merupakan malapetaka dan dapat menimbulkan kerugian baik materi maupun jiwa manusia. Hal tersebut yang biasa disebut kebakaran.

Proses Kebakaran

Kebakaran berawal dari proses reaksi oksidasi antara unsur Oksigen (O_2), Panas dan Material yang mudah terbakar (bahan bakar). Keseimbangan unsur – unsur tersebutlah yang menyebabkan kebakaran. Berikut ini adalah definisi singkat mengenai unsur – unsur tersebut :

a. Oksigen

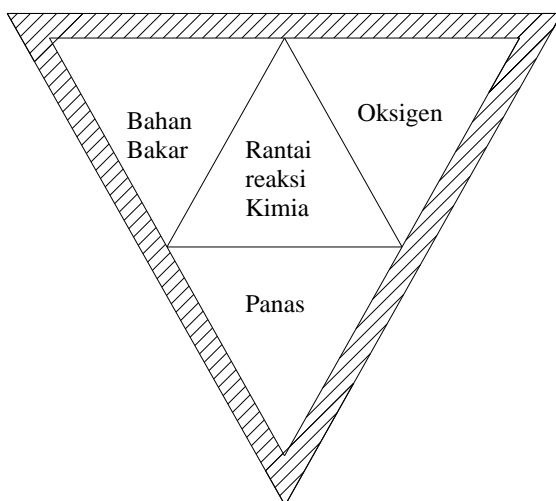
Oksigen atau gas O_2 yang terdapat diudara bebas adalah unsur penting dalam pembakaran. Jumlah oksigen sangat menentukan kadar atau keaktifan pembakaran suatu benda. Kadar oksigen yang kurang dari 12 % tidak akan menimbulkan pembakaran.

b. Panas

Panas menyebabkan suatu bahan mengalami perubahan suhu / temperatur, sehingga akhirnya mencapai titik nyala dan menjadi terbakar. Sumber – sumber panas tersebut dapat berupa sinar matahari, listrik, pusat energi mekanik, pusat reaksi kimia dan sebagainya.

c. Bahan yang mudah terbakar (Bahan bakar)

Bahan tersebut memiliki titik nyala rendah yang merupakan temperatur terendah suatu bahan untuk dapat berubah menjadi uap dan akan menyala bila tersentuh api. Bahan makin mudah terbakar bila memiliki titik nyala yang makin rendah. Dari ketiga unsur – unsur di atas dapat digambarkan pada segitiga api.

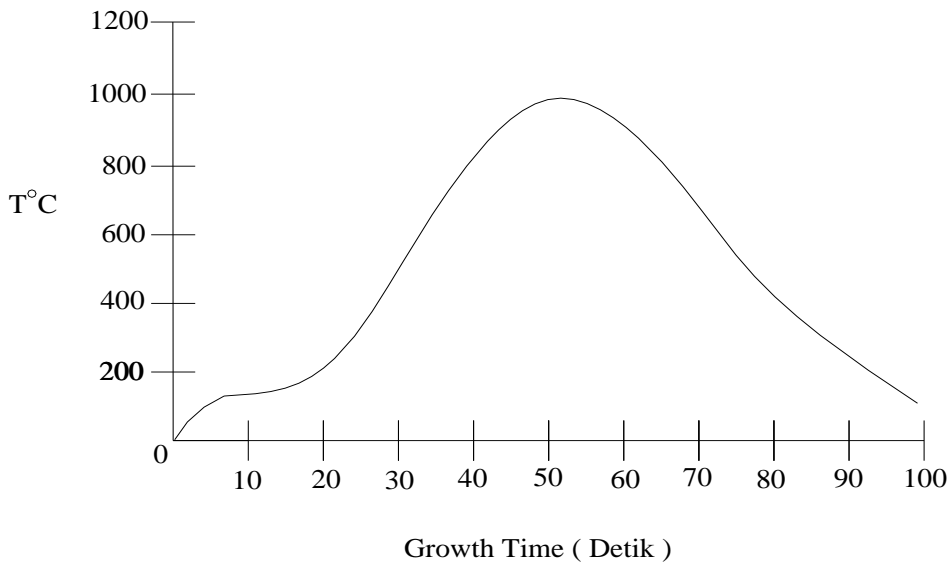


Gambar 8.13 Tetrahedron Api

Proses kebakaran berlangsung melalui beberapa tahapan, yang masing – masing tahapan terjadi peningkatan suhu, yaitu perkembangan dari suatu rendah kemudian meningkat hingga mencapai puncaknya dan pada akhirnya berangsur – angsur menurun sampai saat bahan yang terbakar tersebut habis dan api menjadi mati atau padam. Pada umumnya kebakaran melalui dua tahapan, yaitu :

- a. Tahap Pertumbuhan (Growth Period)
- b. Tahap Pembakaran (Steady Combustion)

Tahap tersebut dapat dilihat pada kurva suhu api di bawah ini.



Gambar 8.14*Kurva Suhu Api*

Pada suatu peristiwa kebakaran, terjadi perjalanan yang arahnya dipengaruhi oleh lidah api dan materi yang menjalarkan panas. Sifat penjarannya biasanya kearah vertikal sampai batas tertentu yang tidak memungkinkan lagi penjarannya, maka akan menjalar kearah horizontal. Karena sifat itu, maka kebakaran pada gedung – gedung bertingkat tinggi, api menjalar ketinggian yang lebih tinggi dari asal api tersebut.

Saat yang paling mudah dalam memadamkan api adalah pada tahap pertumbuhan. Bila sudah mencapai tahap pembakaran, api akan sulit dipadamkan atau dikendalikan.

Tabel
Laju Pertumbuhan Kebakaran

Klasifikasi Pertumbuhan	Waktu Pertumbuhan / Growth Time (detik)
Tumbuh Lambat (Slow Growth)	> 300
Tumbuh Sedang (Moderete Growth)	150 – 300
Tumbuh Cepat (Fast Growth)	80 – 150
Tumbuh Sangat Cepat (Very Fast Growth)	< 80

Ref : “ Teori Dasar Penanggulangan Bahaya Kebakaran “, 2006 , Dinas Pemadam Kebakaran , Jakarta.

Klasifikasi Kebakaran

Klasifikasi Kebakaran, Material dan Media Pemadam Kebakaran di Indonesia dapat dilihat dari tabel di bawah ini.

Tabel 8. 5. 2 Klasifikasi Kebakaran

RESIKO	MATERIAL	ALAT PEMADAM
Class A	Kayu, kertas, kain	Dry Chemichal Multiporse dan ABC soda acid
Class B	Bensin, Minyak tanah,	Dry Chemichal foam (serbuk bubuk),

	varnish	BCF (Bromoclorodiflour Methane), CO2, dan gas Hallon
Class C	Bahan – bahan seperti asetelin, methane, propane dan gas alam	Dry Chemichal, CO2, gas Hallon dan BCF
Class D	Uranium, magnesium dan titanium	Metal x, metal guard, dry sand dan bubuk pryme

Ref : “ Teori Dasar Penanggulangan Bahaya Kebakaran “, 2006 , Dinas Pemadam Kebakaran , Jakarta.

Dari keempat jenis kebakaran tersebut yang jarang ditemui adalah kelas D, biasanya untuk kelas A, B dan C alat pemadamnya dapat digunakan dalam satu tabunng / alat, kecuali bila diperlukan jenis khusus.

Penyebab Kebakaran

Berikut ini adalah penyebab kebakaran :

1. **Manusia**, kesalahan manusia dapat berupa kurang hati – hati dalam menggunakan alat yang dapat menimbulkan api atau kurangnya pengertian tentang bahaya kebakaran. Sebagai salah satu contoh merokok atau memasak.
2. **Alat**, disebabkan karena kualitas alat yang rendah, cara penggunaan yang salah, pemasangan instalasi yang kurang memenuhi syarat. Sebagai contoh : pemakaian daya listrik yang berlebihan atau kebocoran.
3. **Alam**, sebagai contoh adalah panasnya matahari yang amat kuat dan terus menerus memancarkan panasnya sehingga dapat menimbulkan kebakaran.
4. **Penyalan sendiri**, sebagai contoh adalah kebakaran gudang kimia akibat reaksi kimia yang disebabkan oleh kebocoran atau hubungan pendek listrik.
5. **Kebakaran disengaja**, seperti huru – hara, sabotase dan untuk mendapatkan asuransi ganti rugi.

Penggolongan penyebab kebakaran dapat dilihat pada tabel berikut ini :

Tabel 8. 5. 3 Penyebab Kebakaran

Alam	Kemajuan Teknologi	Perkembangan Penduduk
Matahari	Listrik	Ulah manusia :
Gempa bumi	Biologis	– sengaja
Petir	Kimia	– tidak sengaja
Gunug merapi		– awam (ketidakpahaman)

Ref : “ Teori Dasar Penanggulangan Bahaya Kebakaran “, 2003 , Dinas Pemadam Kebakaran , Jakarta.

Penyebab kebakaran dapat dilihat secara mendalam dari beberapa faktor berikut di bawah ini :

a. Faktor Non Fisik

- Lemahnya peraturan perundang – undangan yang ada, serta kurangnya pengawasan terhadap pelaksanaannya (Perda No. 3 Tahun 1992).
- Adanya kepentingan yang berbeda antar berbagai instansi yang berkaitan dengan usaha – usaha pencegahan dan penanggulangan terhadap bahaya kebakaran.
- Kondisi masyarakat yang kurang mematuhi peraturan perundang – undangan yang berlaku sebagai usaha pencegahan terhadap bahaya kebakaran.
- Lemahnya usaha pencegahan terhadap bahaya kebakaran pada bangunan yang dikaitkan dengan faktor ekonomi, dimana pemilik bangunan terlalu mengejar keuntungan dengan cara melanggar peraturan yang berlaku.

- Dana yang cukup besar untuk menanggulangi bahaya kebakaran pada bangunan terutama bangunan tinggi.

b. Faktor Fisik

- Keterbatasan jumlah personil dan unit pemadam kebakaran serta peralatan.
- Kondisi gedung, terutama gedung tinggi yang tidak teratur.
- Kondisi lalu lintas yang tidak menunjang pelayanan penanggulangan bahaya kebakaran.

Pola Meluasnya Kebakaran

Dari segi cara api meluas dan menyala, yang menentukan ialah meluasnya kebakaran. Bedanya antara kebakaran besar dan kebakaran kecil sebetulnya hanya terletak pada cara meluasnya api tersebut.

Perhitungan secara kuantitatif tentang cara meluasnya kebakaran sukar untuk ditentukan. Tetapi berdasarkan penyelidikan – penyelidikan, kiranya dapat diperkirakan pola cara meluasnya kebakaran itu sebagai berikut :

a. **Konveksi (*Convection*)** atau perpindahan panas karena pengaruh aliran, disebabkan karena molekul tinggi mengalir ke tempat yang bertemperatur lebih rendah dan menyerahkan panasnya pada molekul yang bertemperatur lebih rendah.

- » Panas dan gas akan bergerak dengan cepat ke atas (langit – langit atau bagian dinding sebelah atas yang menambah terjadinya sumber nyala yang baru).
- » Panas dan gas akan bergerak dengan cepat melalui dan mencari lubang – lubang vertikal seperti cerobong, pipa – pipa, ruang tangga lubang lift, dsb.
- » Bila jalan arah vertikal terkekang, api akan menjalar kearah horizontal melalui ruang bebas, ruang langit – langit, saluran pipa atau lubang – lubang lain di dinding.

- » Udara panas yang mengembang, dapat mengakibatkan tekanan kepada pintu, jendela atau bahan – bahan yang kurang kuat dan mencari lubang lainnya untuk ditembus.



Gambar 7. 5. 3 Penjalaran Kebakaran secara Konveksi

b. **Konduksi (Conduction)** atau perpindahan panas karena pengaruh sentuhan langsung dari bagian temperatur tinggi ke temperatur rendah di dalam suatu medium.

- » Panas akan disalurkan melalui pipa – pipa besi, saluran atau melalui unsur konstruksi lainnya diseluruh bangunan.
- » Karena sifatnya meluas, maka perluasan tersebut dapat mengakibatkan keretakan di dalam konstruksi yang akan memberikan peluang baru untuk penjalaran kebakaran.



Gambar 8.15 Penjalaran Kebakaran secara Konduksi

c. **Radiasi (Radiation)** atau perpindahan panas yang bertemperatur tinggi kebenda yang bertemperatur rendah bila benda dipisahkan dalam ruang karena pancaran sinar dan gelombang elektromagnetik. Permukaan suatu bangunan tidak mustahil terbuat dari bahan – bahan bangunan yang bila terkena panas akan menimbulkan api.

- » Karena udara itu mengembang ke atas, maka langit – langit dan dinding bagian atas akan terkena panas terlebih dahulu dan paling kritis. Bahan bangunan yang digunakan untuk itu sebaiknya ialah yang angka penigkatan perluasan apinya (*fleme-spread ratings*) rendah.
- » Nyala mendadak (*flash-over*) yang disebabkan oleh permukaan dan sifat bahan bangunan yang sangat mudah termakan api, adalah gejala yang umum di dalam suatu kebakaran. Kalau suhu meningkat sampai $\pm 425^0$ C atau gas – gas yang sudah kehausan zat asam tiba – tiba dapat tambahan zat asam, maka akan menjadi nyala api yang mendadak, dan membesarnya bukan saja secara setempat tetapi meliputi beberapa tempat.
- » Sama halnya dengan cerobong sebagai penyalur ke luar dari gas – gas panas yang mengakibatkan adanya bagian kosong udara di dalam ruangan (yang berarti pula menarik zat asam), semua bagian – bagian yang sempit atau lorong – lorong vertikal di dalam bangunan bersifat sebagai cerobong, dan dapat memperbesar nyala api, terutama kalau ada kesempatan zat asam membantu pula perluasan api tersebut.



Gambar 8.16 *Penjalaran Kebakaran secara Radiasi*

Penanggulangan Kebakaran

Karena kebakaran adalah suatu malapetaka, maka perlu diperhatikan penaggulangnya, yaitu segala upaya yang dilakukan untuk menyelamatkan dan memadamkan api serta memperkecil kerugian akibat kebakaran. Penanggulangan dapat dilakukan sebelum, pada saat dan sudah terjadi kebakaran. Usaha – usaha yang dilakukan yaitu :

Usaha Pencegahan

Pencegahan dalam hal ini adalah suatu usaha secara bersama untuk menghindari kebakaran dalam arti meniadakan kemungkinan terjadinya kebakaran. Usaha ini pada mulanya dilakukan oleh pihak yang berwenang dan menuntut peran serta dari masyarakat. Sedangkan usaha – usaha yang dilakukan Pemerintah adalah :

- a. Mengadakan dan menjalankan undang – undang / peraturan daerah seperti :
 - Undang – undang gangguan yang mengatur segala sesuatu yang berhubungan dengan tempat tinggal atau tempat mendirikan bangunan.
 - Keputusan Menteri Pekerjaan Umum No. 02/KPTS/1985 tentang ketentuan pencegahan dan penanggulangan bahaya kebakaran pada gedung bertingkat.
 - Peraturan Daerah Khusus Ibukota Jakarta No. 3 tahun 1992 tentang ketentuan penanggulangan bahaya kebakaran dalam wilayah DKI Jakarta.
- b. Mengadakan perbaikan kampung yang meliputi sarana sarana fisik berupa pembuatan jaringan jalan dan sarana sanitasi, serta meningkatkan kesejahteraan sosial penduduk.
- c. Mengadakan penyuluhan kepada masyarakat yang berkaitan dengan masalah kebakaran, perlu ditekankan bahwa undang – undang / peraturan daerah yang ada serta penyuluhan – penyuluhan yang diadakan sama sekali tidak berguna bila tidak dijalankan dengan baik.

Cara Pemadaman

Dari pengertian tentang penyebab kebakaran maka dapat ditemukan sistem pemadaman api, yaitu :

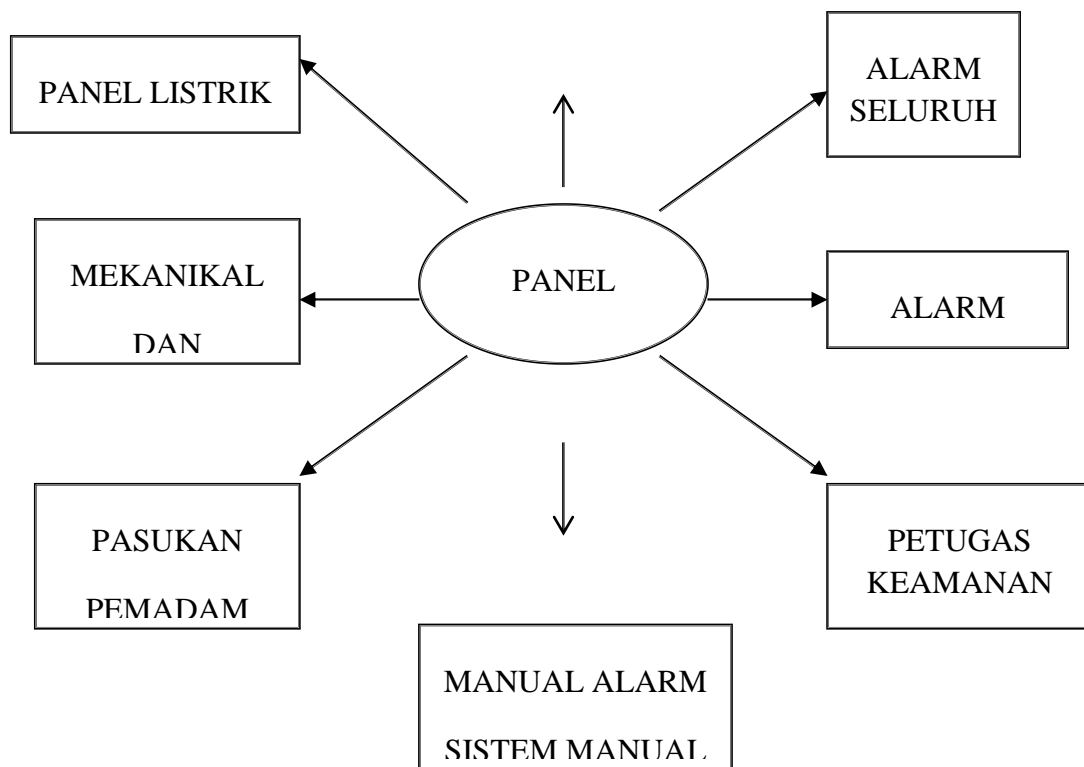
- a. **Cara penguraian**, adalah sistem pemadaman dengan cara memisahkan / menjauhkan benda – benda yang dapat terbakar. Contohnya, bila terjadi kebakaran dalam gudang tekstil, yang terdekat dengan sumber api harus segera dibongkar / dimatikan.
- b. **Cara pendinginan**, adalah sistem pemadaman dengan cara menurunkan panas. Contoh, penyemprotan air (bahan pokok pemadam) pada benda yang terbakar.
- c. **Cara isolasi**, adalah sistem pemadaman dengan cara mengurangi kadar O₂ pada lokasi sekitar benda- benda terbakar. Sistem ini disebut juga dengan sistem lokalisasi, yaitu dengan

membatasi / menutupi benda – benda yang terbakar agar tidak bereaksi dengan O₂, contohnya :

- Menutup benda – benda yang terbakar dengan karung yang dibasahi air, misalnya pada kebakaran yang bermula dari kompor.
- Menimbun benda – benda yang terbakar dengan pasir atau tanah.
- Menyemprotkan bahan kimia yaitu dengan alat pemadam jenis CO₂

Pemilihan dan Penempatan Alat Pemadam

Untuk menunjang bekerjanya alat, diperlukan suatu sistem koordinasi melalui suatu panel kontrol atau tidak melalui suatu panel kontrol, seperti *hydrant*. Di bawah ini akan digambarkan diagram sistem kerja perlengkapan kebakaran yang bekerja secara elektrik dan dikontrol oleh petugas panel.



Gambar 8.17Diagram Sistem Kerja Perlengkapan Kebakaran

Pemeriksaan dan Pengujian Instalasi Pemadam Kebakaran

Pemeriksaan Sistem Pemadam Kebakaran

Pada tahapan ini ada 2 macam pemeriksaan yang perlu dilakukan, yaitu :

a. **Pemeriksaan Sebagian – sebagian**

Pemeriksaan ini perlu dilakukan sebelum sesuatu bagian dari sistem pemadam kebakaran ditanam dalam tanah atau sebelum diletakan diantara plafond dengan plat lantai. Kesemua ini harus dilakukan disaat proses pembangunan agar pemeriksaan dapat dilakukan lebih baik.

b. **Pemeriksaan Keseluruhan**

Pemeriksaan ini dilaksanakan apabila seluruh sistem telah terpasang dan gedung telah mencapai penyelesaian sebesar 75 % dari rencana keseluruhan.

Pengujian Sistem Pemadam Kebakaran

Pengujian umumnya dilakukan atas masing – masing jenis alat dan fungsi dari seluruh sistem setelah selesai pemasangan.

a. Pengujian Tekanan

Pada pengujian tekanan ini perlu diketahui apakah pengujian sampai kesemua bagian dari sistem instalasi pipa pemadam kebakaran tersebut.

Cara pelaksanaannya yaitu dengan : menjalankan pompa penguji untuk menghantarkan tekanan air kesemua pipa cabang dan membuka semua katup untuk sementara agar dapat diketahui apakah tekanan air yang masuk pada tiap – tiap pipa cabang sesuai dengan yang diinginkan dan selama pengujian berlangsung tidak boleh terjadi perubahan / penurunan tekanan.

b. Pengujian Tangki

Setelah selesai dibangun atau dipasang, tangki harus dibersihkan secara baik dan kemudian diisi dengan air untuk memeriksa adanya kebocoran, dan pada pengujian ini tangki harus tidak menunjukkan gejala – gejala adanya kebocoran sekurang – kurangnya selama 24 jam.

c. Pengujian Pipa dan Aliran

Pada pengujian ini aliran harus benar – benar lancar sehingga debit aliran masuk mendekati / sama dengan debit aliran keluar. Jika hal tersebut tidak terpenuhi maka sistem instalasi harus diperiksa ulang untuk menjamin bahwa sistem yang dipasang dapat berfungsi dengan baik.

d. Pengujian Sistem *Automatisasi Sprinkler*

Cara ini dapat dilakukan hanya pada bagian dari beberapa *sprinkler*, yaitu dengan cara memanaskan *sprinkler head*, pada temperatur tertentu tabung kaca *sprinkler head* akan pecah dan katup akan terbuka sehingga air akan terpancar keluar melalui lubang – lubang *sprinkler head*.

e. Pengujian Katup

Pengujian katup secara khusus dilaksanakan, walaupun pengujian pada katup sudah tercakup pada pengujian aliran pada pipa.

C.DRAINASE

Drainase Air hujan dan Sumur Resapan

Penangananyangpalingbaikuntukairhujan adalah membiarkannya meresap kedalamtanah.Apabila hal tersebuttidakdimungkinkan, maka dapatmenggunakansumurresapanataumembuatsaluranke saluran kota. Pada saluran, sedapat mungkin harus dipisahkankemungkinan percampuranairhujandengan airkotor(sistimnganda).Hal ini perlu diperhatikan terutama untuk kawasan dengan curah hujan yang tinggi, dimanaapabilaterjadihujan deras,maka saluran pembuangan airkotortidak akan terganggu. Penggabungan antara saluran air hujan dan air kotor disebut dengansistimpengurasan.

Sumursrsapan dibuat pada lokasi sedekatmungkin air hujan tersebutturun. Ukurannyatergantungpadadayaresaptenah dan jumlah air yang ingin kita resapkan. Untuk rumah tinggal biasanya dengan kedalaman 3m dan diameter 80-100cm.

Drainase Air Kotor

Yang termasuk dalam air kotor adalah air limbah kotoran manusia, air kotor dari dapur, kamar mandi dan tempat cuci. Salurannya harus berupa saluran tertutup

Pemipaan

Pemipaan, baik untuk saluran air hujan atau air kotor dapat berupa saluran beton, keramik/tembikar, besicor, baja, plastik/PVC, asbes dan timah. Pipa saluran harus dibangun sependek mungkin. Sambungan dengan pipa saluran dan samping sebaiknya menggunakan sudut 45° dengan arah pipa saluran utama. Sambungan dengan saluran kota, selain dibuat 45° , juga dibuat menurun (lebih tinggi).

Sambungan pipa merupakan bagian utama dari saluran drainase. Sambungan harus benar-benar tahan/kedap air. Dikelompokkan berdasarkan bahannya, maka penyambungan saluran yang baik adalah:

1. Saluran dengan pipa bahan keramik, pada bagian sambungannya diberikan lapisan tali goni, siresapi dengan ter dan ditumbuk. Kemudian dilapisi dengan semen portland.
2. Sambungan pada pipa beton, pada bagian sambungannya biasanya bersponing. Sambungannya digunakan adukan semen portland.
3. sambungan pipa plastik/PVC atau logam biasanya telah disediakan petunjuk penyambungan dan bahan sambungan yang digunakan dari pabrik yang membuat.

Bak Kontrol

Dapat dibuat sebanyak mungkin, terutama pada bagian persilangan atau belokan saluran yang cukup panjang. Jarak minimal bak kontrol untuk saluran lurus adalah minimal 15m. Kedalamannya sampai dengan 1m, dengan garis tengah 60-80cm.

Kamar Mandi dan Dapur



Gambar 8.18 Pemasangan Bath tub



Gambar 8.19 Pemasangan bak cuci piring

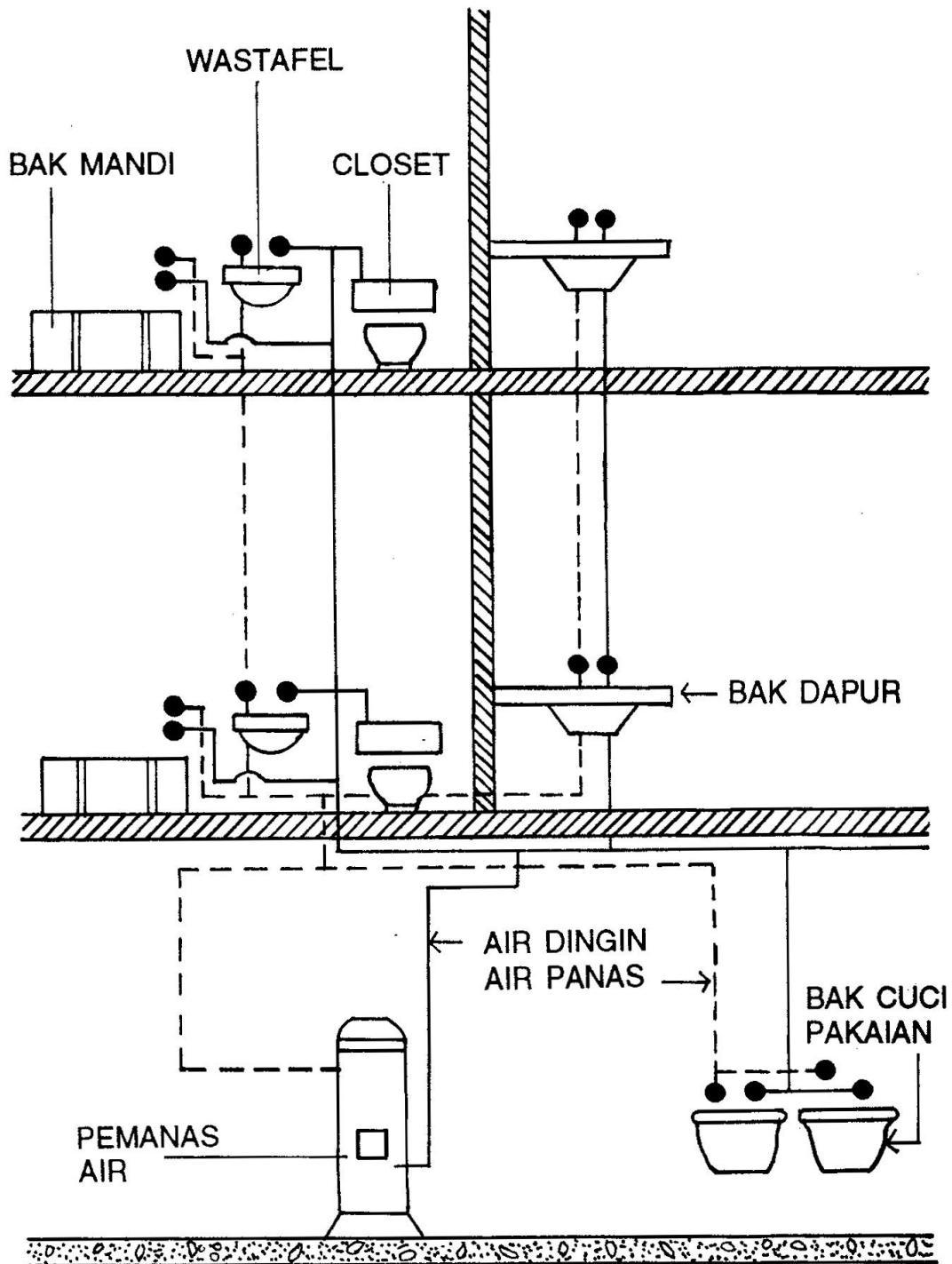
Instalasi Pada Plafon dan Lantai





Gambar 8.20 Pipa vertikal antar lantai (atas), Instalasi di atas plafond (tengah) dan pipa air kotor di bawah lantai (bawah)

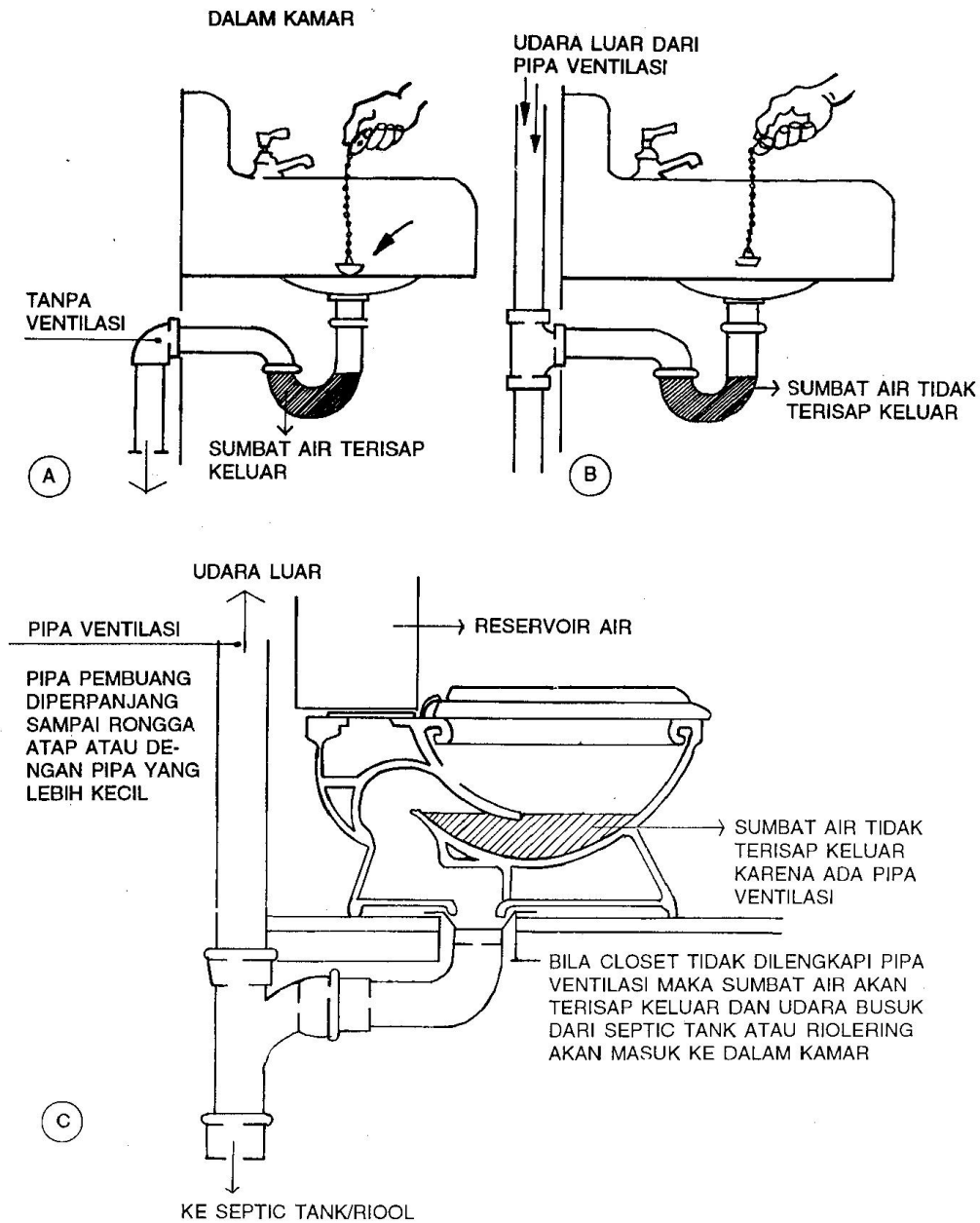
Pemipaan/plumbing instalasi air dalam rumah tinggal



Sumber: Ir. Hartono Poerbo, M.arch; Utilitas Bangunan

Gambar 8.21 Pemipaan/plumbing instalasi air dalam rumah tinggal

Perlengkapan sanitasi



Sumber: Ir. Hartono Poerbo, M.arch; Utilitas Bangunan

Gambar 8.22 Perlengkapan sanitasi

Setelah menyelesaikan modul ini, maka Anda berhak untuk mengikuti tes praktik sebagai uji kompetensi yang telah dipelajari. Apabila Anda dinyatakan memenuhi syarat kelulusan dari hasil evaluasi dalam modul ini, maka Anda berhak untuk melanjutkan ke topik/modul berikutnya. Mintalah pada pengajar/instruktur untuk melakukan uji kompetensi dengan sistem penilaiannya dilakukan langsung apabila Anda telah menyelesaikan suatu kompetensi tertentu. Apabila Anda telah menyelesaikan seluruh evaluasi dari setiap modul, maka hasil yang berupa nilai dari instruktur atau berupa porto folio dapat dijadikan sebagai bahan verifikasi. Hasil portofolio tersebut dapat dijadikan sebagai penentu standard pemenuhan kompetensi tertentu dan bila memenuhi syarat Anda berhak mendapatkan sertifikat kompetensi.

DAFTAR PUSTAKA

- C. Leslie Martin, *Architectural Graphics (Second Edition)*, Macmillan Publishing Co. Inc. New York. 1970.
- Djoko Darmawan, Ir, MT. *Teknik Rendering Rendering dengan AutoCAD 2004*. PT Alex Media Komputindo. Jakarta. 2005.
- E. Jackson, M.Soll H, *Advanced Kevek Technical Drawing (Metric Edition)*. Longman Group Ltd. London. 1971
- Fajar Hadi, Ir. M.Nasroen Rivai, Ir. *Ilmu Teknik Kesehatan 2*. Direktorat Pendidikan Menengah Kejuruan. Jakarta. 1980.
- Handi Chandra, *Belajar Sendiri Menggambar 3 D dengan AutoCAD 2000*, PT Alex Media Komputindo, Jakarta, 2000.
- Handi Chandra. *Interior Ruang Keluarga dengan AsutoCAD & 3 ds max*. Maksikom. Palembang. 2006.
- Hari Aria Soma, Ir, *Mahir Menggunakan AutoCAD Release 14*, PT. Alex Media Komputindo, Jakarta, 1999.
- Jubilee Enterprise. *Desain Denah Rumah dengan AutoCAD 2007*. PT Alex Media Komputindo. Jakarta. 2007
- Pr. Soedibyso, Soeratman, drs. *Ilmu Bangunan Gedung 3*. Direktorat Pendidikan Menengah Kejuruan. Jakarta. 1980.
- Ronald Green. *Pedoman Arsitek Dalam Menjalankan Tugas*. Intermatra. Bandung. 1984
- Soegihardjo BAE, *Gambar-gambar Ilmu Bangunan*, Yogyakarta
- Soeparno. *Gambar Teknik*. PPPG Teknologi Bandung. 2005.
- Soeparno. Kusmana. *AutoCAD Dasar*. PPPG Teknologi Bandung. 2006
- Soeparno. Kusmana. *AutoCAD Lanjut*. PPPG Teknologi. Bandung. 2006

- Soeratman, Soekarto. *Menggambar Teknik Bangunan 1*. Direktorat Pendidikan Menengah Kejuruan. Jakarta. 1980
- Soeratman, Pr Sudiby. *Petunjuk Praktek Bangunan Gedung 2*. Direktorat Pendidikan Menengah Kejuruan. Jakarta. 1982
- Suparno Sastra M. *AutoCAD 2006 Untuk Pemodelan dan Desain Arsitektur*. PT Alex Media Komputindo. Jakarta. 2006
- Sulanjohadi. *Gambar Konstruksi Perspektif*. Widjaya. Jakarta. 1984.
- Sumadi, *Konstruksi bangunan Gedung*. ITB. Bandung
- Timbul Purwoko, Bedjo. *Petunjuk Praktek Batu dan Beton*. Direktorat Pendidikan Menengah Kejuruan. Jakarta. 1980.
- Yan Sudianto. *Dasar-dasar Arsitektur 1*. M2S. Bandung. 1985
- Yap Wie, Ir, *Memahami AutoCAD*, Andi Offset, Yogyakarta, 1994.
- Zulkifli, Ir, Sutrisno, Ir. *Fisika*. Pustaka Ganesha. Bandung. 1994
- Z.S. Makowski. *Konstruksi Ruang Baja*. ITB. Bandung. 1988.
- *Panduan Praktis Menggambar Bangunan Gedung dengan AutoCAD 2002*, Andi Offset Yogyakarta dan Wahana Komputer Semarang, 2003
- *Membuat Desain Animasi 3D dengan AutoCAD 2005 dan 3D Studio Max 6*, Andi dan Madcoms, Yogyakarta, 2004
- *Ringkasan Ilmu Bangunan bagian B*. Erlangga. Jakarta. 1983

DAFTAR ISTILAH/ GLOSARI

Istilah	Penjelasan	Halaman
Aantrade	Tempat berpijaknya kaki pada anak tangga	
Arc	Membuat busur	
Array	Menggandakan obyek menjadi beberapa buah dalam bentuk mendatar atau melingkar	
Break	Memotong atau memutus garis	
Circle	Membuat lingkaran	
Copy	Menggandakan garis, benda sesuai dengan keinginan tetapi benda aslinya masih ada	
Champer	Memotong pada sudut pertemuan	
Color	Membuat warna	
Dist	Mencari panjang garis dari titik satu ke titik lain	
Dimension	Menentukan setting ukuran dan jarak obyek	
Divide	Membagi garis menjadi beberapa bagian sama	
Ellips	Membuat gambar bentuk ellips	
	Menghapus garis atau obyek	

Erase	Untuk memecahkan garis yang satu entiti	
Explode	(kesatuan) menjadi beberapa garis	
Extend	Memperpanjang garis sampai batas tertentu	
Fillet	Membuat garis yang menyudut menjadi siku atau melengkung tergantung radius	
Layer	Membuat layar sesuai dengan warna dan tebal garis	
Limits	Menentukan besaran ruang untuk tampilan Gambar	
Line	Membuat garis lurus	
Line Type	Membuat jenis garis, strip-strip, strip titik	
Mirror	Mencerminkan obyek sehingga sama dan sebangun	
Move	Memindahkan garis, benda sesuai dengan keinginan tetapi benda aslinya ikut pindah	
Offset	Membuat garis sejajar	
Optrade	Ketinggian tingkat pada anak tangga	
Osnap	Menetapkan ketepatan garis hubung End Point, Mid Point, Centre, Quadrant, dll.	
Polyline	Membuat garis menjadi satu kesatuan	
Properties	Identifikasi garis, warna, jenis garis dan skala, tinggi huruf untuk mengatur perubahan	
	Memutar benda	

	Membuat benda menjadi blok penuh panjang	
Rotate	Membuat huruf	
Solid	Menampilkan icon perintah gambar	
	Memotong garis	
Text	Mengulang kembali hasil gambar semula	
Toolbar	Membesarkan dan mengecilkan obyek	
Trim		
Undo		
Zoom		