



DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

PPPPTK BMTI

GAMBAR KONSTRUKSI BANGUNAN

SEMESTER 4



**KEMENTERIAN PENDIDIKAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
REPUBLIK INDONESIA**
**PUSAT PENGEMBANGAN DAN PEMBERDAYAAN
PENDIDIKAN DAN 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 Koefisienanginbangunanantanpadinding.....	74
Gambar 7. 5 Pembebananbebananginbpadakuda-kuda	75
Gambar 7. 6 Detailsambungankuda-kudakayu(<i>Sumber.AnalisaTimdanPedoman teknis pembangunanrumah tanggempa</i>)	78
Gambar 7. 7 Potonganmemanjangan	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 Erectionjembatankayulaminasi.	86
GambarGambar 7. 13 ProseserectionjembatankayusungaiRena	87
Gambar 7. 14 Pemasanganlantai precast diatas jembatankayu.	88
Gambar 7. 15 Detailsambungan precast deckdankayulaminasi atas.....	89
Gambar 7. 16 JembatankayusungaiRena,Norwegia	90
Gambar 7. 17 .Denahbekisting	90
Gambar 7. 18 Pembebanan pada bekisting	91
Gambar 7. 19 Pembebanandan tinjau untuk sebuah jalur selebar 1 meter.....	92
Gambar 7. 20 Pembebanan pada papan	92
Gambar 7. 21 Pembebanan pada balok	94
Gambar 7. 22 Reaksi pada balok	95
Gambar 7. 23 Pembebanan pada kayu yang gah	96
Gambar 7. 24 Pembebanan pada garis contoh soal 1	102
Gambar 7. 25 Jembatankayu contoh soal 2.....	105
Gambar 7. 26 Denah bekisiting contoh soal 3	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 Bentukatapa.....	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 <i>Sistem langsung pada distribusi air bersih</i>	194
Gambar 8. 4 <i>Sprinkler Head Tipe Quatzoid Bulb</i>	197
Gambar 8. 5 <i>Sprinkler Head Tipe Side Wall</i>	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 <i>Hose Reel</i>	204
Gambar 8. 10 <i>Suplai Air untuk Hydrant Pillar</i>	204
Gambar 8. 11 <i>Hydrant Pillar</i>	205
Gambar 8. 12 <i>Siamese Connection</i>	205
Gambar 8. 13 Tetrahedron Api	209
Gambar 8. 14 <i>Kurva Suhu Api</i>	210
Gambar 8. 15 <i>Penjalaran Kebakaran secara Konduksi</i>	215
Gambar 8. 16 <i>Penjalaran Kebakaran secara Radiasi</i>	216
Gambar 8. 17 Diagaram Sistem Kerja Perlengkapan Kebakaran	219
Gambar 8. 18 Pemasangan Bath tub	224
Gambar 8. 19 Pemasangan bak cuci piring.....	225

Gambar 8. 20 Pipavertikalantarlantai(atas),Instalasidiatasplafond(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

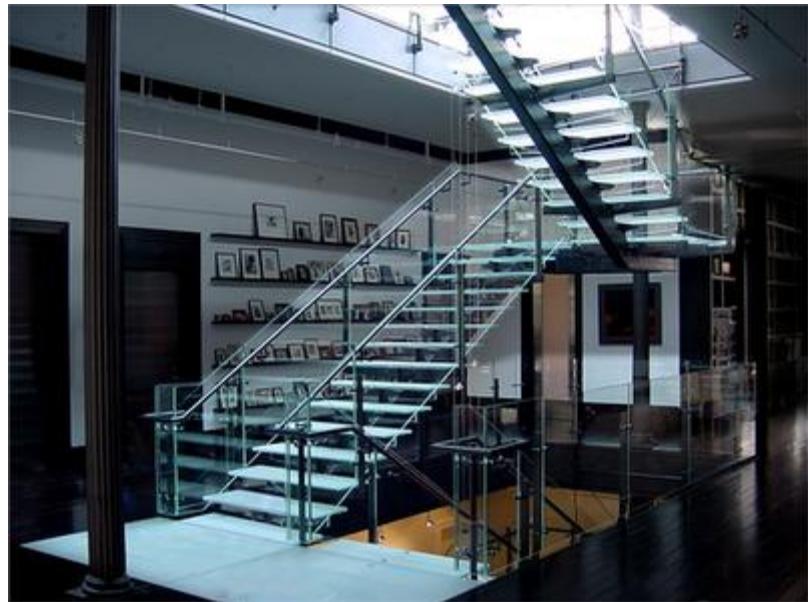
Disebut dengan Tangga Model L karena tangga ini berbentuk seperti huruf L yang pada bagian tertentu berbelok arah. Tangga Jenis ini banyak digunakan pada hunian minimalis modern karena hemat tempat dan pas.



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.

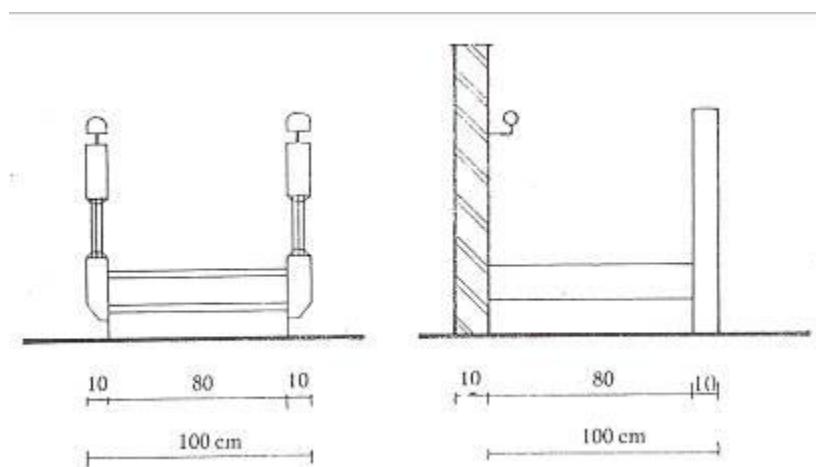
Tangga dalam bangunan rumah tinggal tidak diharuskan memiliki bordes (space datar pada ketinggian tertentu untuk beristirahat), karena biasanya hanya terdiri dari 2 atau 3 lantai saja. Apabila terdapat bordes, maka lebarnya biasanya minimal adalah sama lebar dengan lebar tangga. Dalam satu tangga dimungkinkan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

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

$$\text{Untuk 1 orang} \quad = \quad 60 \text{ cm}$$

$$\text{Untuk 2 orang } 2 \times 60 = 120 \text{ cm}$$

$$\text{Untuk 3 orang } 3 \times 60 = 180 \text{ cm}$$



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 cm, 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 menjemu dan memerlukan banyak tempat karena akan terlalu panjang.

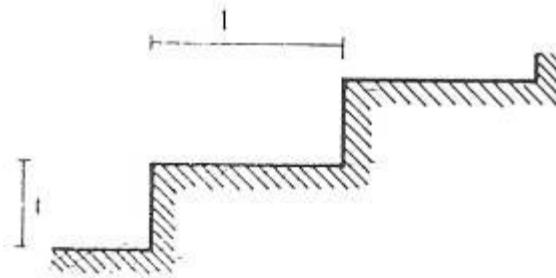
Kemiringan tangga yang wajar dan biasa digunakan adalah berkisar antara 25° - 42° . untuk bangunan **ruah tinggal** biasa digunakan kemiringan 38° .

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 = optrade)

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.

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

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

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

tangga terlalu landai, melelahkan.

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

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

tangga terlalu curam, cepat lelah.

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

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

boleh dipakai.

Jumlah Anak Tangga

$$\text{Jumlah anak tangga} = 320/18 - 1 = 16,78 \text{ buah}$$

Maka jumlah yang dipakai:

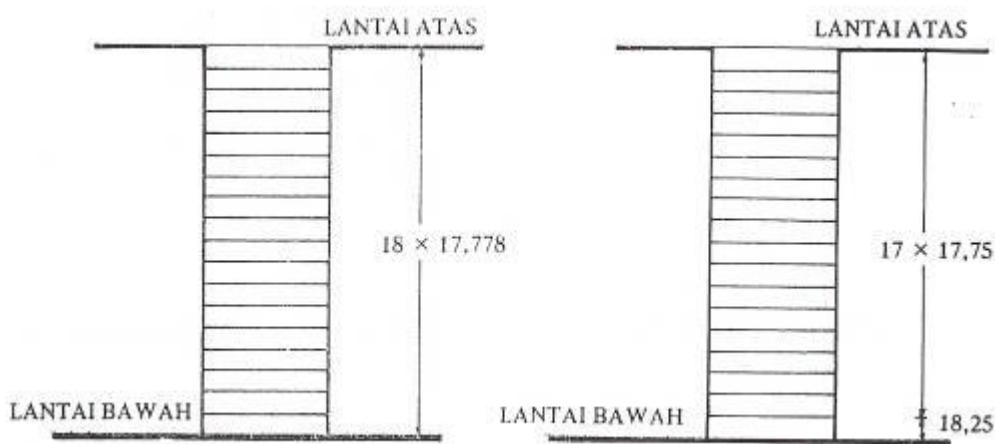
Alternatif 1:

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

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

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).

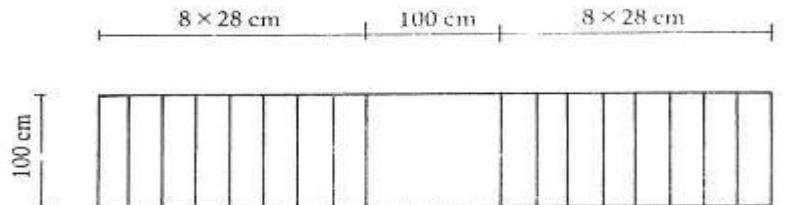
Ruang Tangga dan Konstruksi Tangga

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.

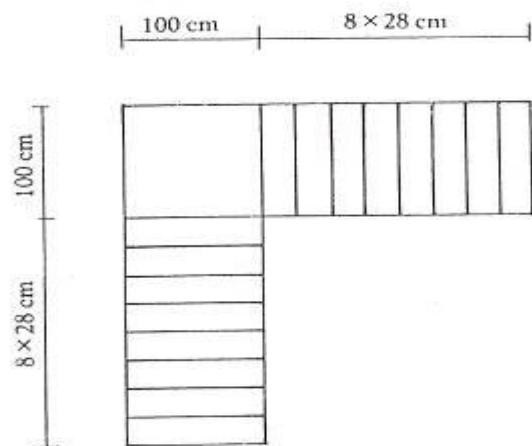
Sebagai contoh dari hasil hitungan di atas. dengan 3 macam bentuk tangga, dipakai untuk bangunan rumah tinggal. dengan lebar 100 cm, jumlah anak-tangga 17 buah dan dengan memakai bordes, maka ukuran ruang tangganya adalah:

— Tangga Lurus :



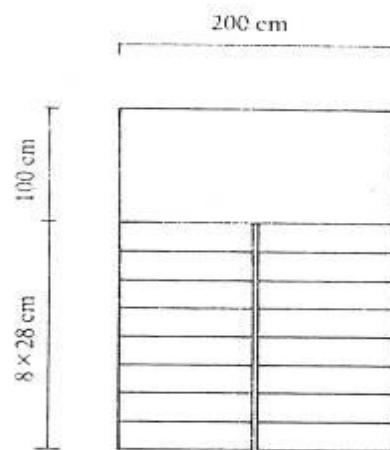
$$\text{Luas ruang tangga} = 100 \text{ cm} \times 548 \text{ cm} = 1 \text{ m} \times 5.48 \text{ m} = 5.48 \text{ m}^2.$$

— 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 \pm 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:

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

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

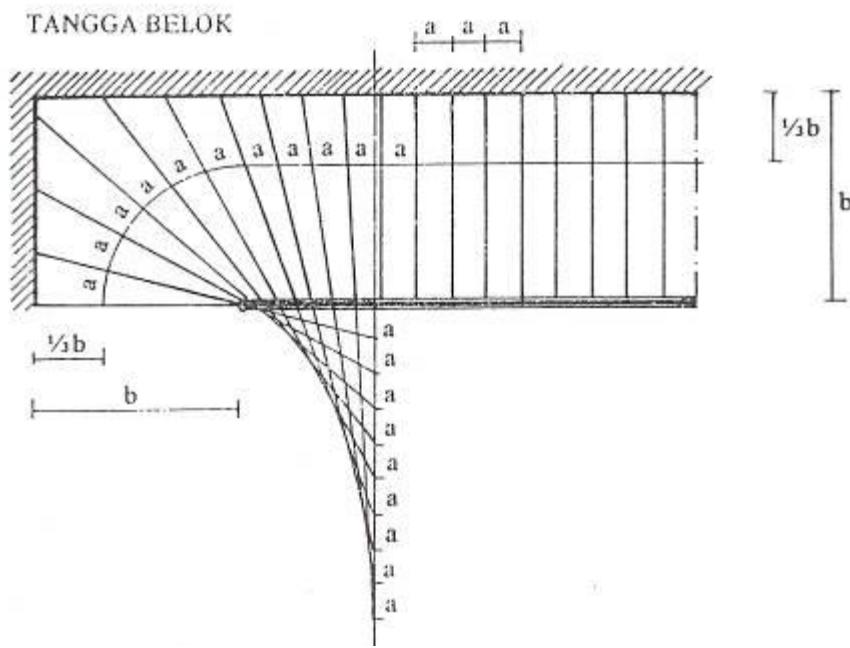
P = Panjang lubang tangga

P_{tangga} = Panjang tangga

L = Lebar tangga

nL = Jumlah lebar tangga sampai dengan tinggi bebas

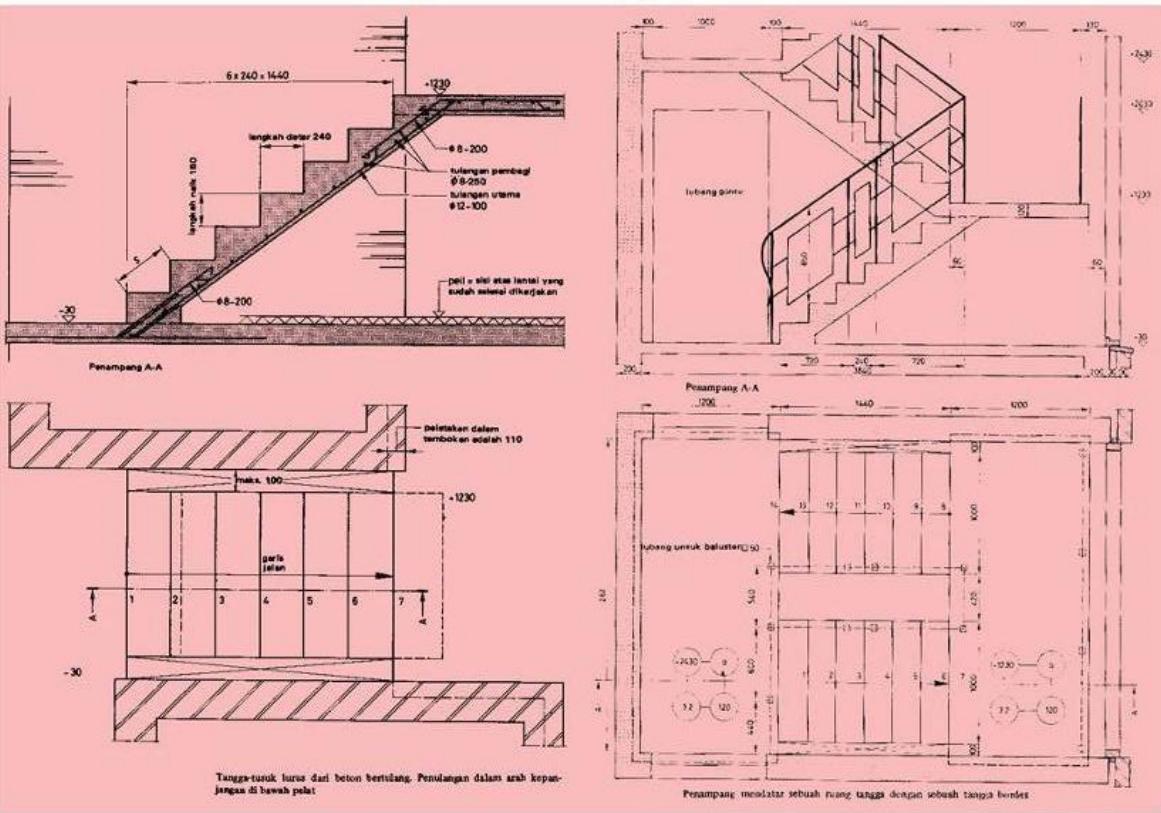
Tangga Melingkar



Gambar 6.9 Tangga melingkar

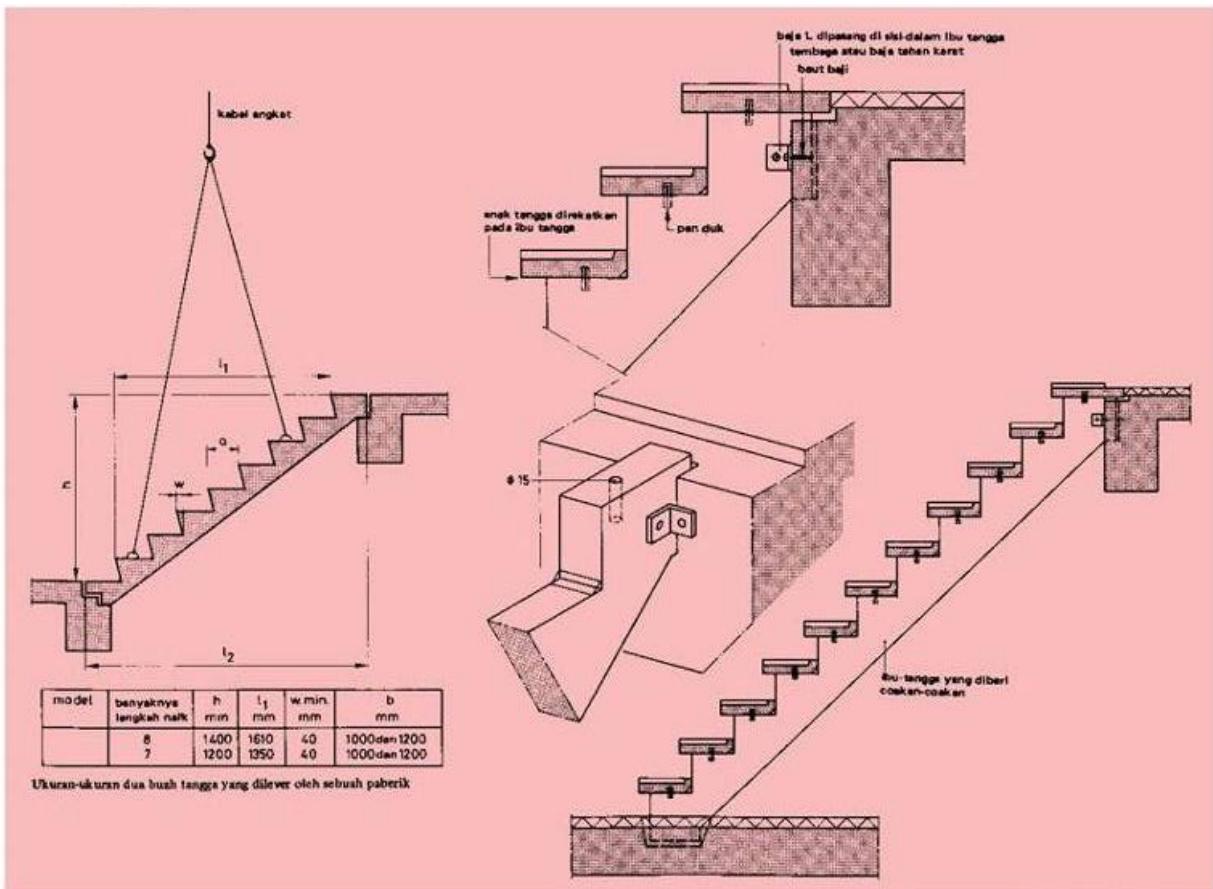
Tangga lingkar dapat berupa tangga lingkar murni atau dikombinasikan dengan tangga lurus. Cara membuatnya dapat dipakai metode sebagai berikut:

Rencana dan potongan tangga beton



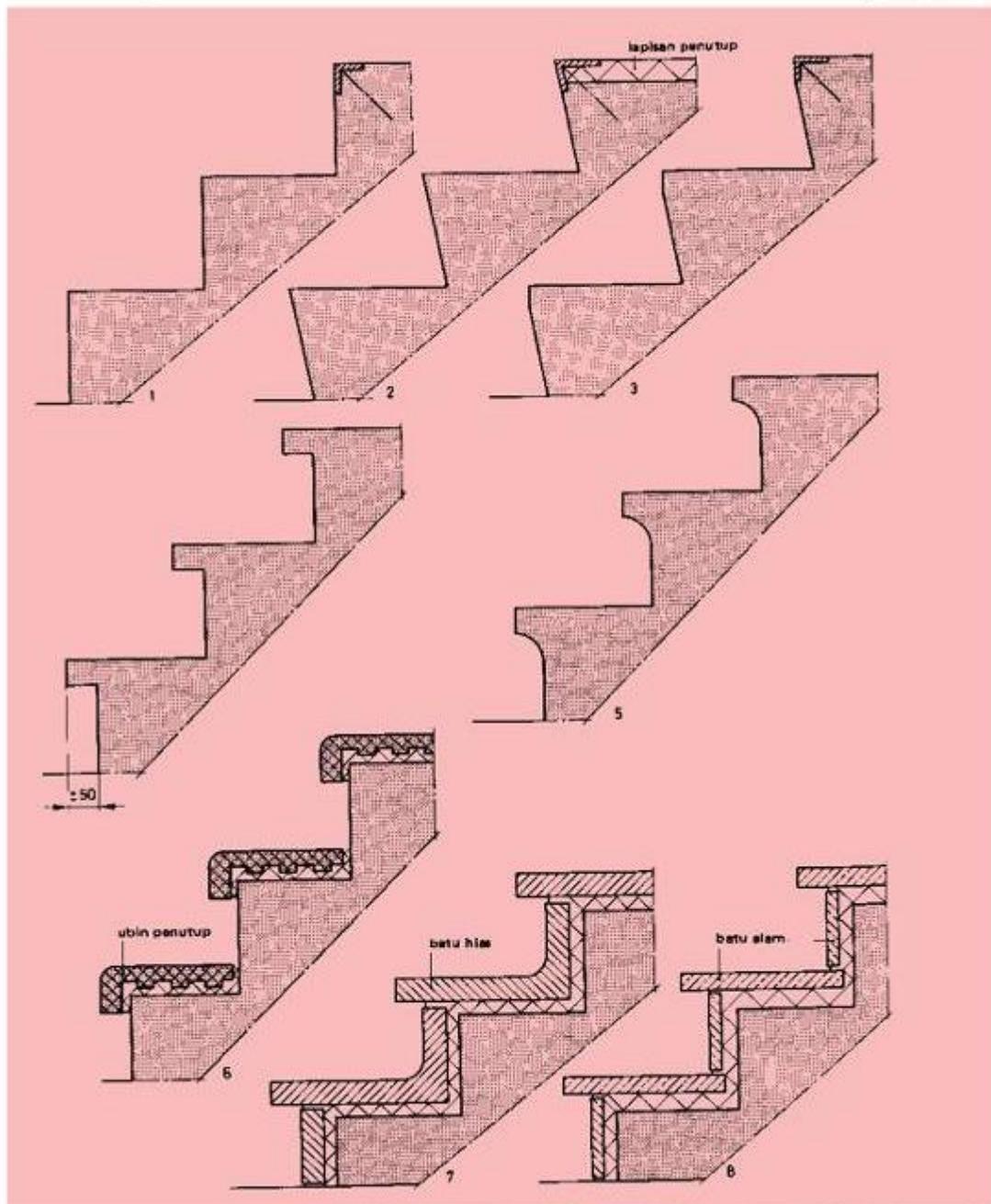
Sumber: Membangun, Ilmu Bangunan, Jilid 3, Erlangga

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 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.

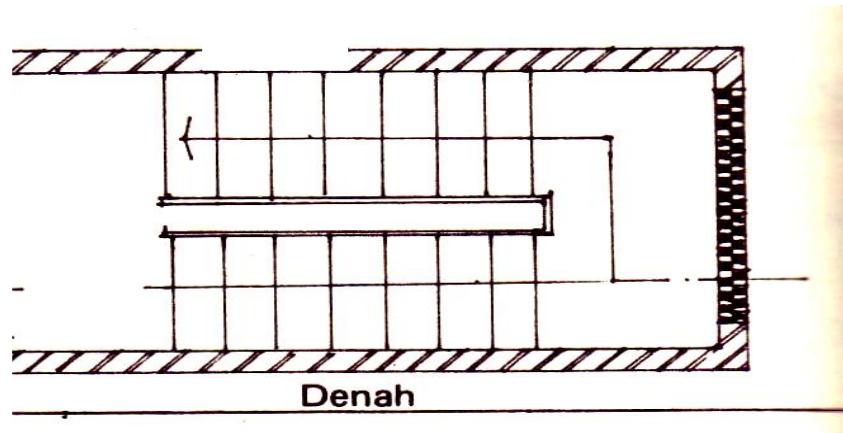
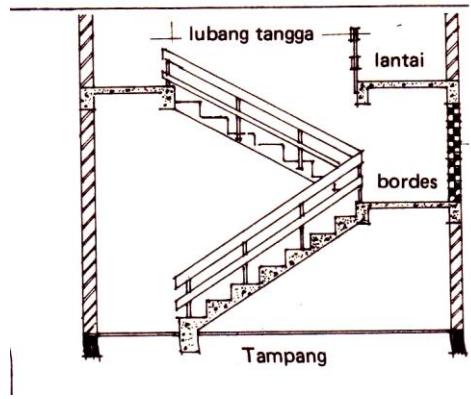
Menurut rumus tangga :

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

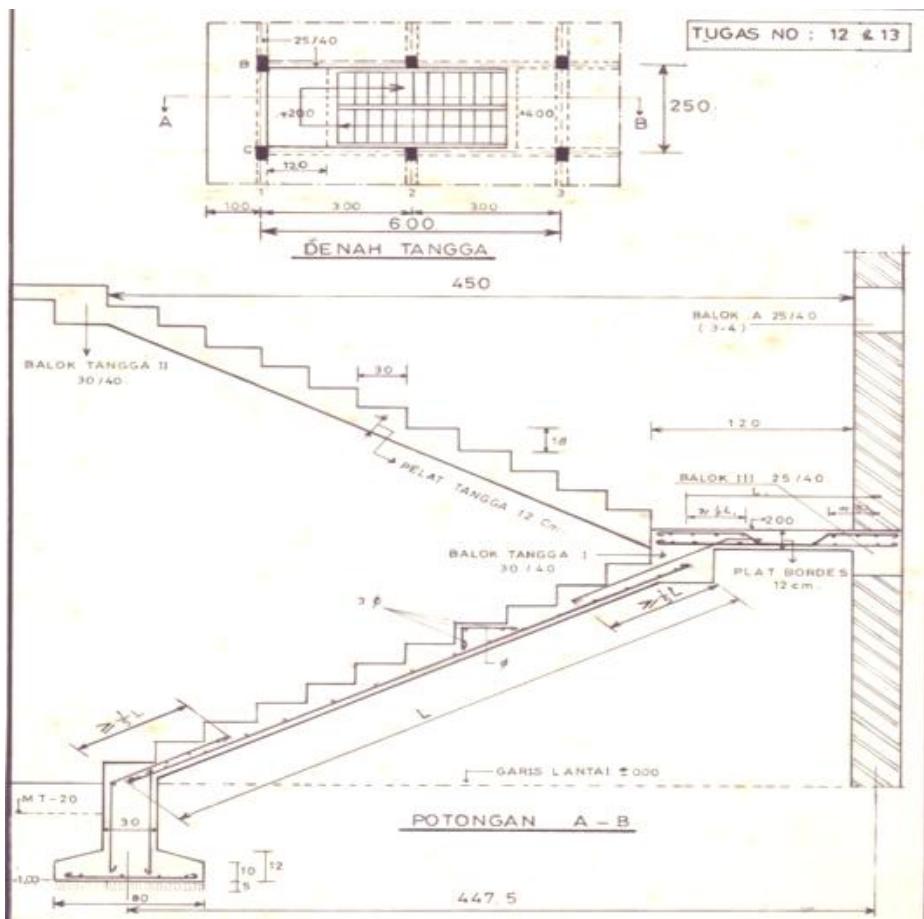
Lebar aantrade $(57 \text{ a' } 60) - 2 \times 18.4 = 20.2 \text{ a' } 23.2$ cm dalam ini ukurannya boleh dibulatkan menjadi antara 20 dan 23 cm

Sebuah tangga yang memungkinkan:

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

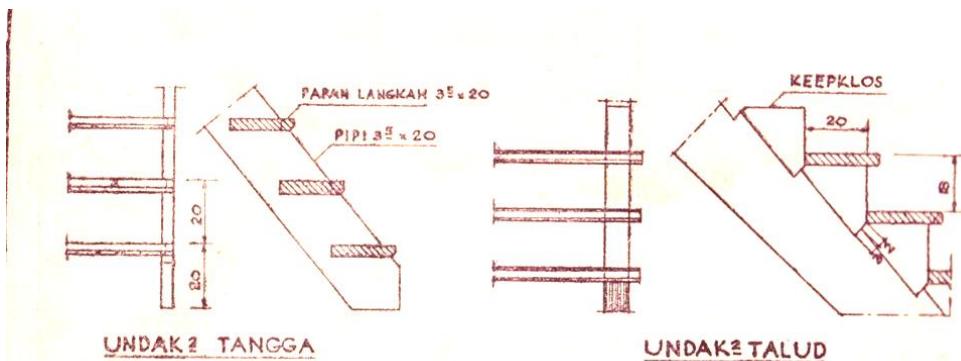
Hal-hal yang perlu mendapatkan perhatian dalam pembuatan tangga antara lain:

- Bahan yang berkualitas

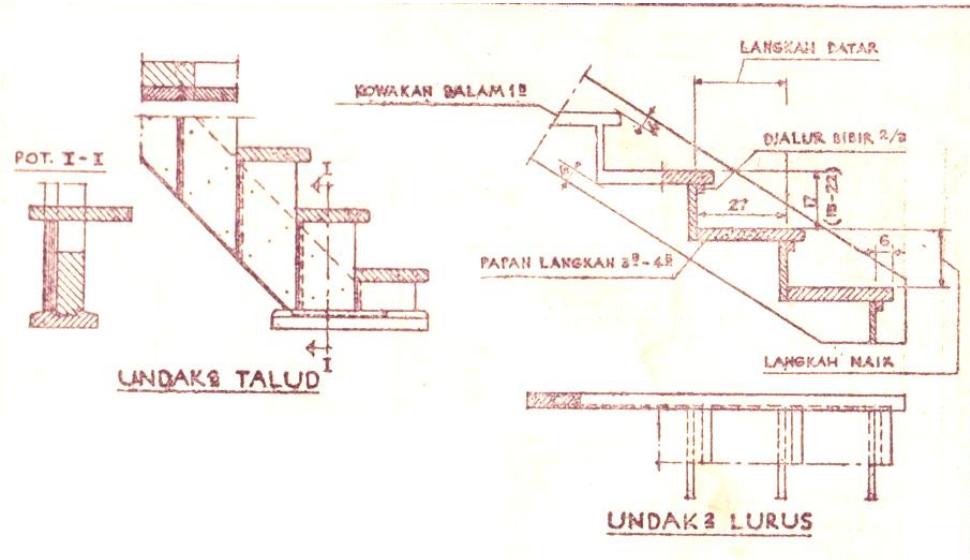
- Sambuangan harus baik
- Mendapat penerangan yang cukup
- Finishing

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

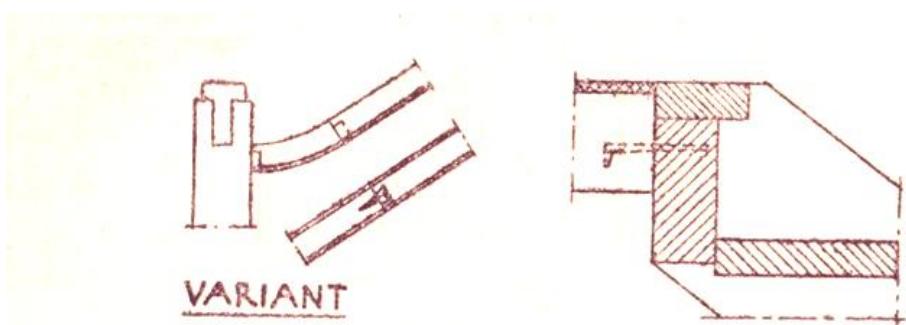
Ditail-Ditail Tangga

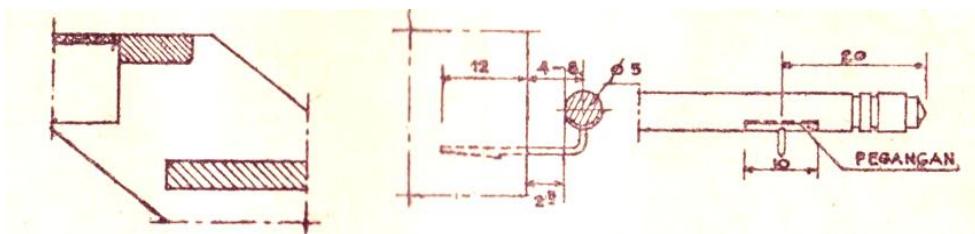


Gambar 6. 15 Ditail tangga a

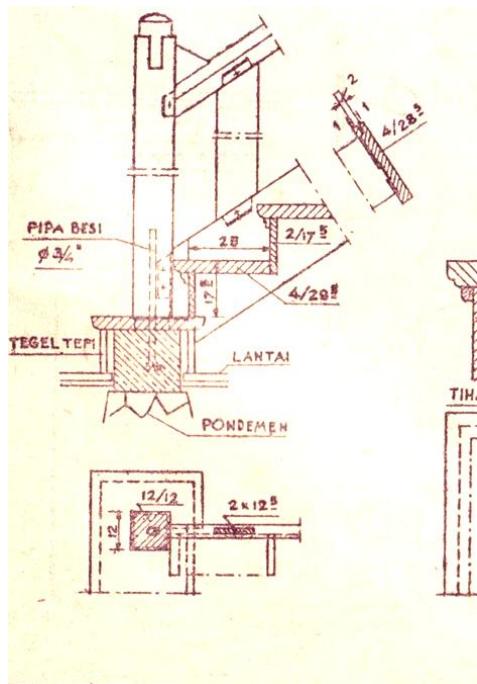


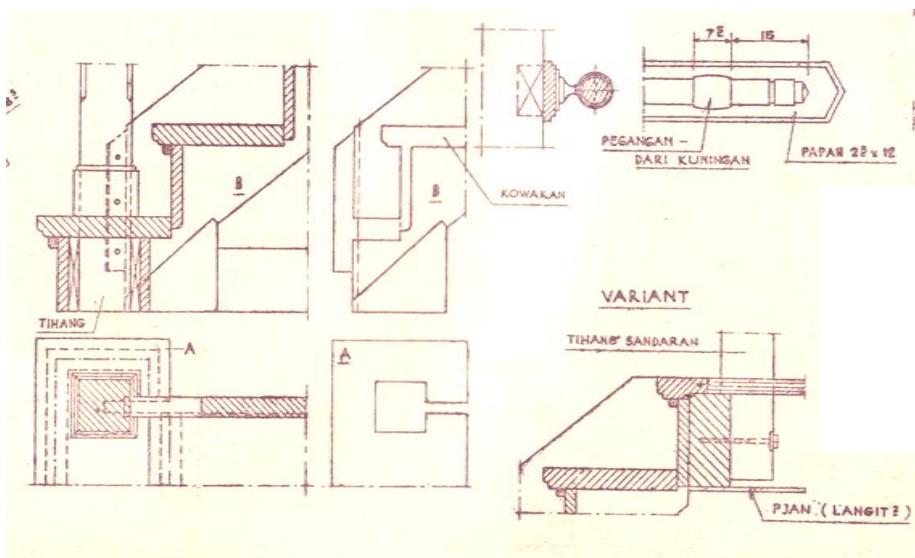
Gambar 6. 16Ditail tangga b



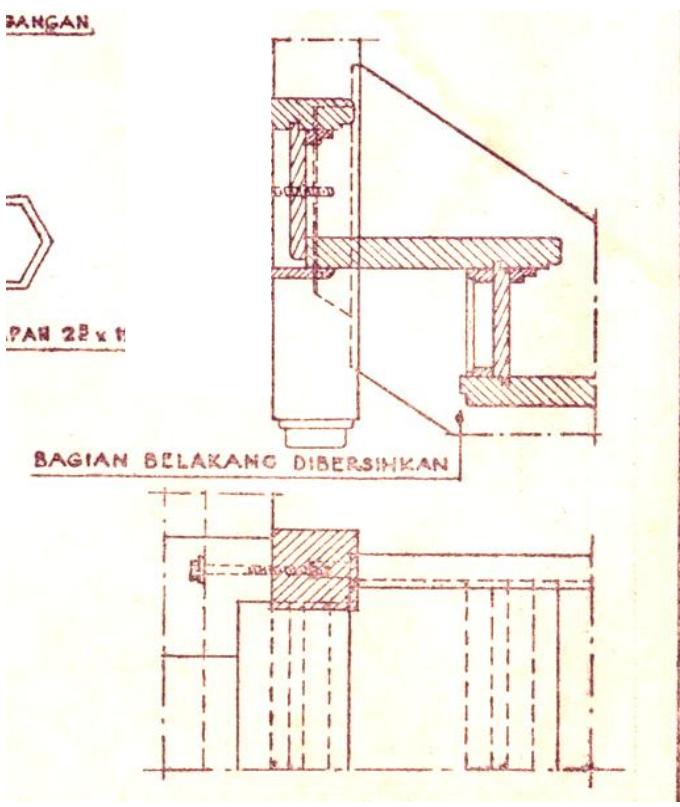


Gambar 6. 17 Ditail tangga c

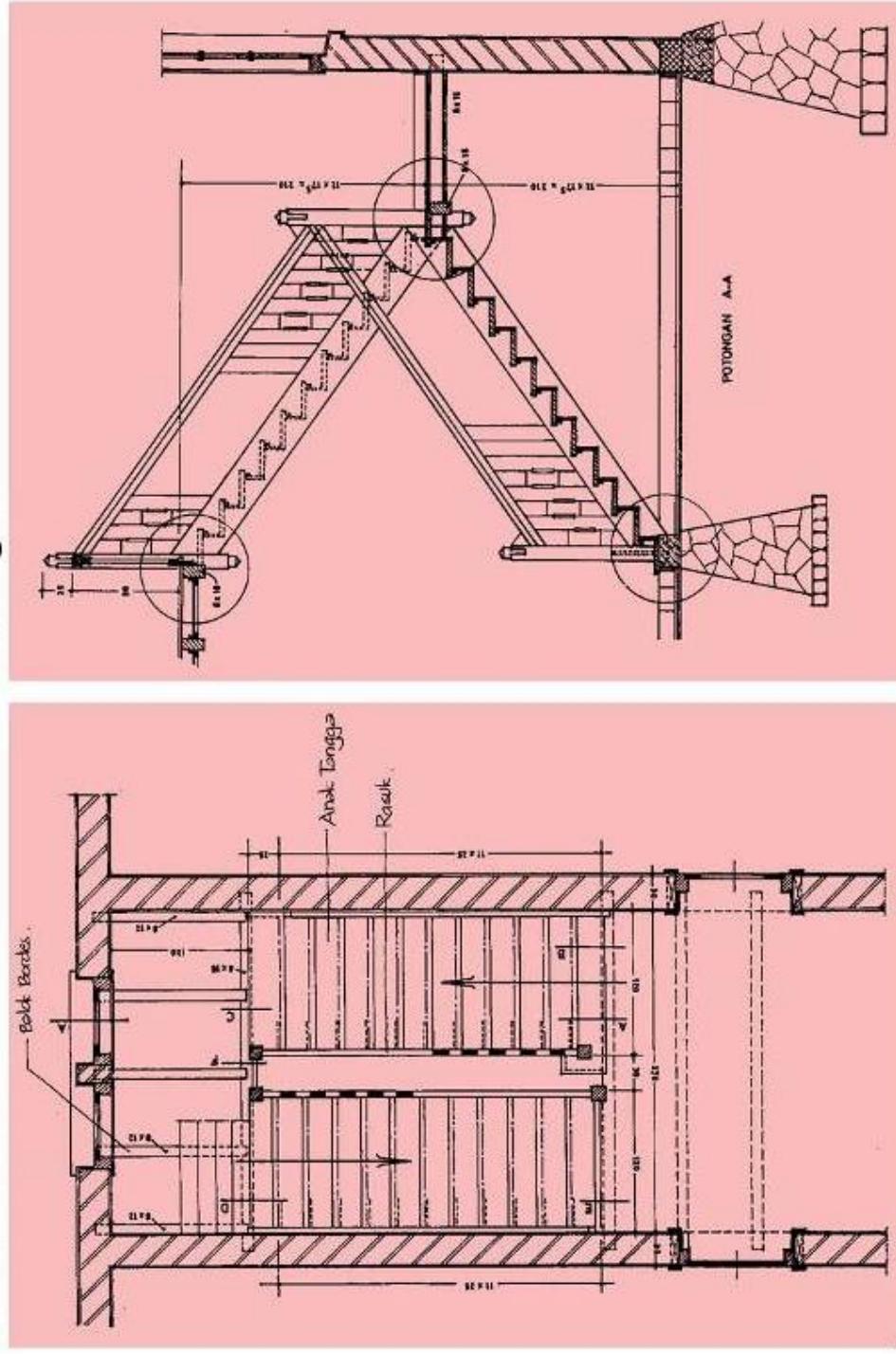




Gambar 6. 18Ditail tangga d



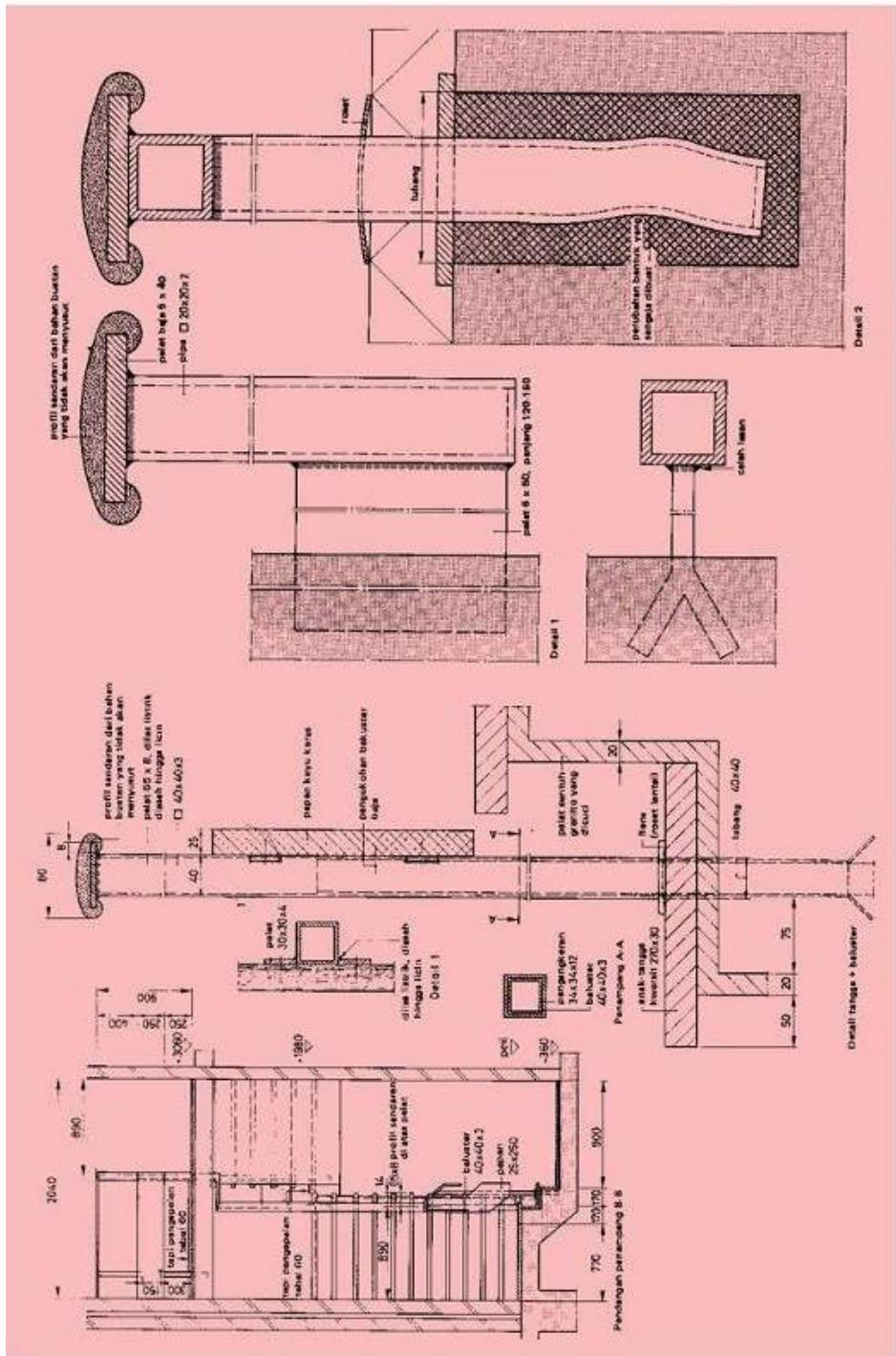
Gambar 6. 19Ditail Tangga e



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

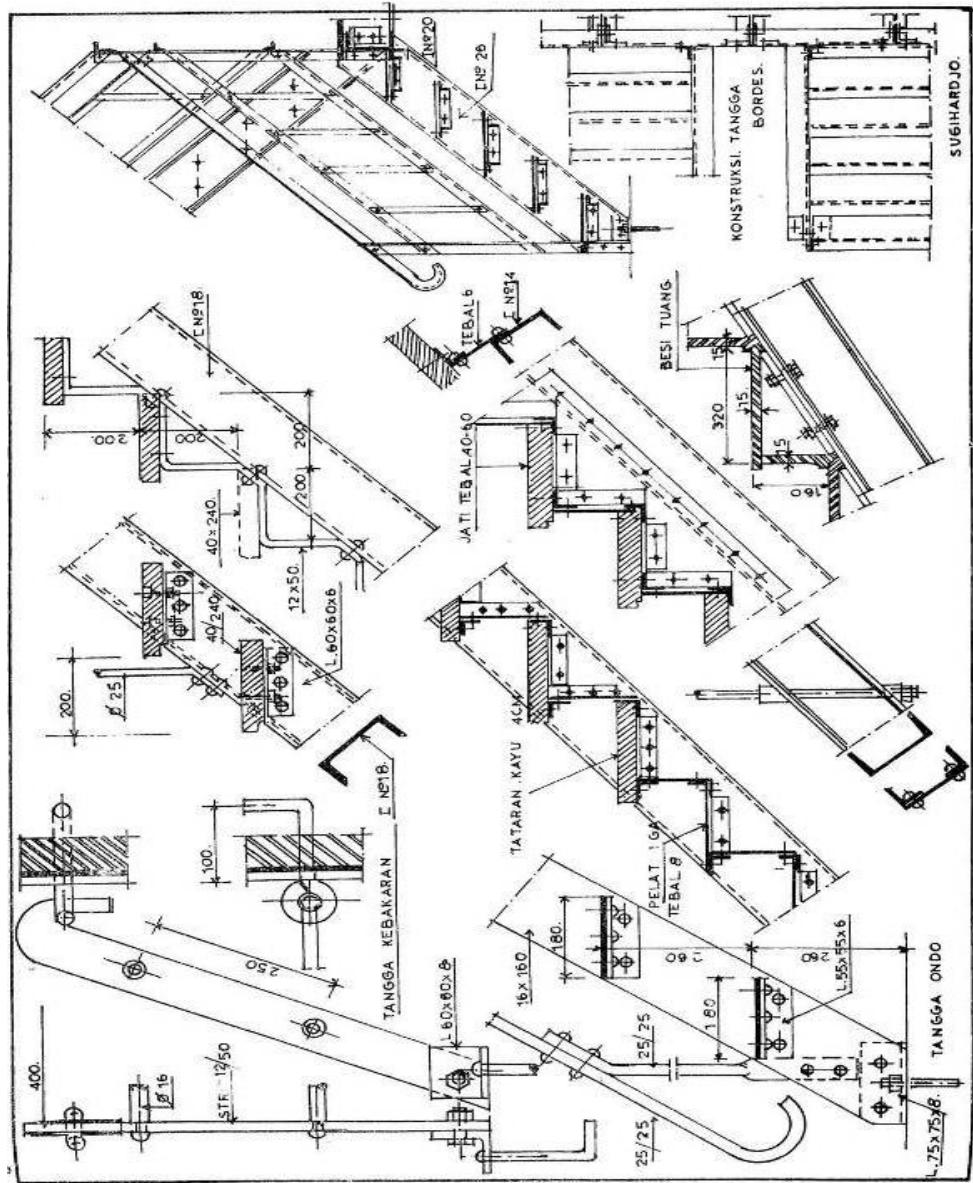
Gambar 6. 20 Tangga kayu

Detail railing tangga



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 optradanya menjadi = $350 : 19 = 18.4$ cm. Ukuran ini harus diteliti benar sampai ukuran dalam milimeter.

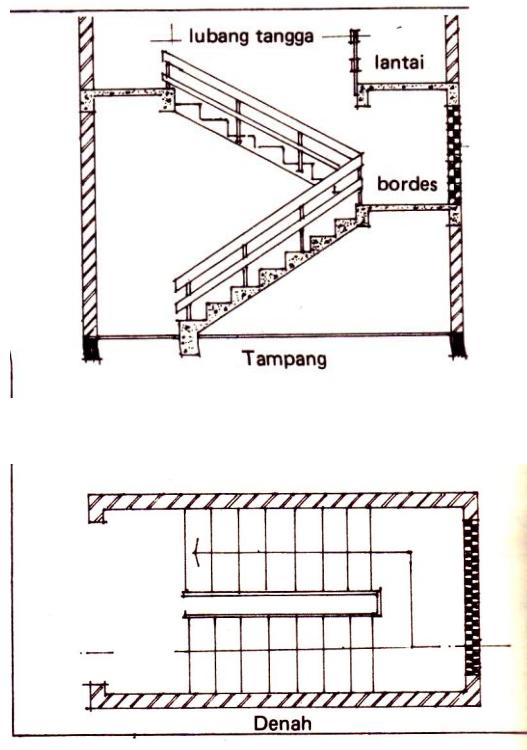
Menurut rumus tangga :

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

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

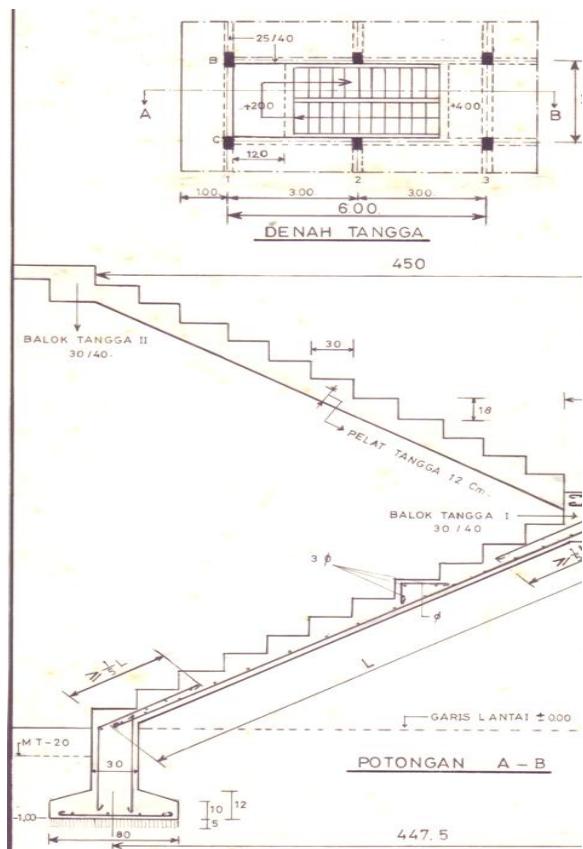
Sebuah tangga yang memungkinkan:

- Dilalui 1 orang lebar \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

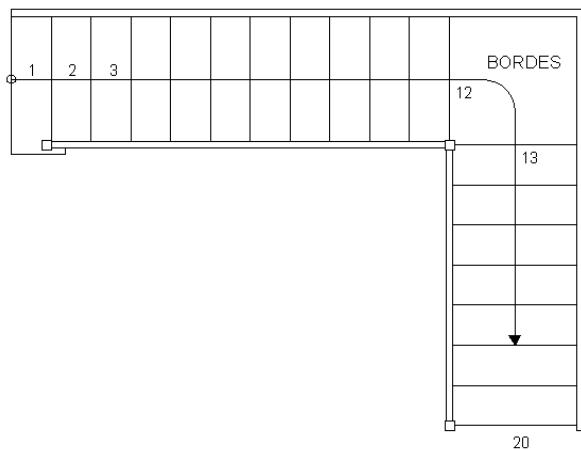
Menggambar Bentuk-bentuk Struktur Tangga

Macam-macam bentuk tangga:

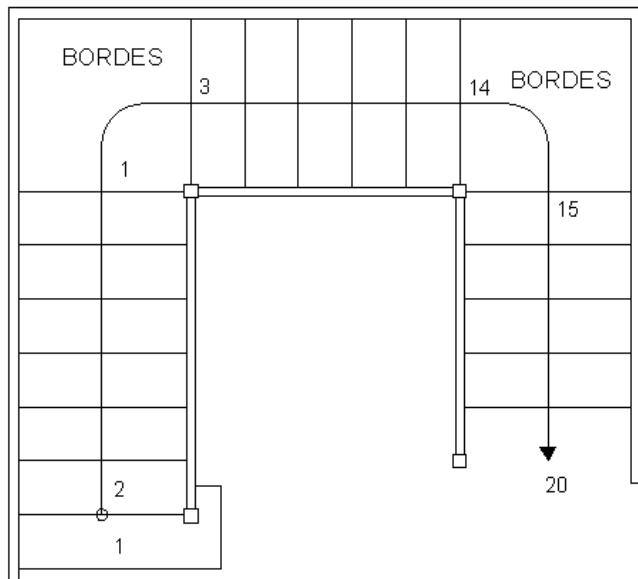
- Tangga Lurus, penginjaknya tegak lurus ibu tangga
 - Tangga Serong, penginjaknya sama lebar tidak tegak lurus ibu tangga

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

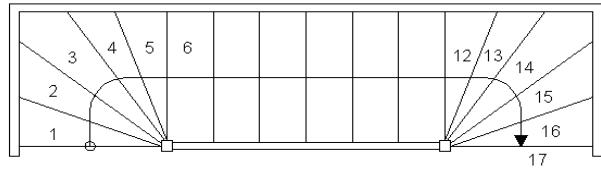
Macam-Macam Bentuk Tangga



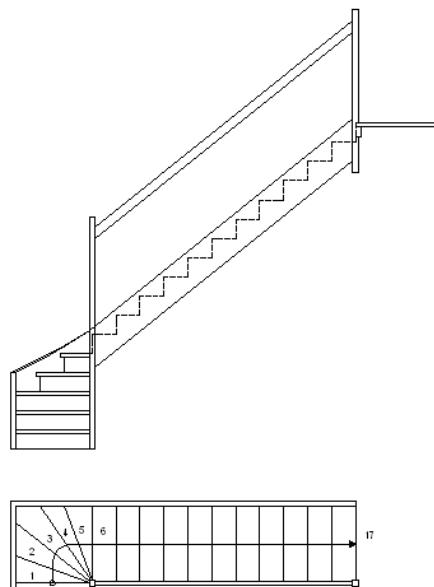
Gambar 6. 25Tangga Bordes Dua Lengan



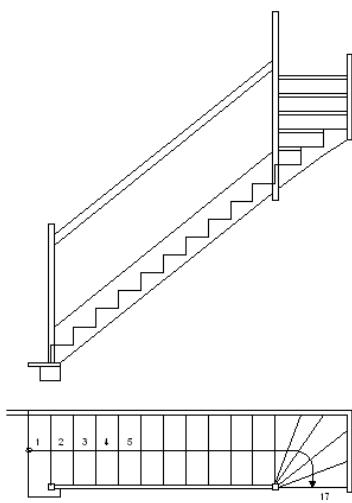
Gambar 6. 26Tangga Bordes Tiga Lengan



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).

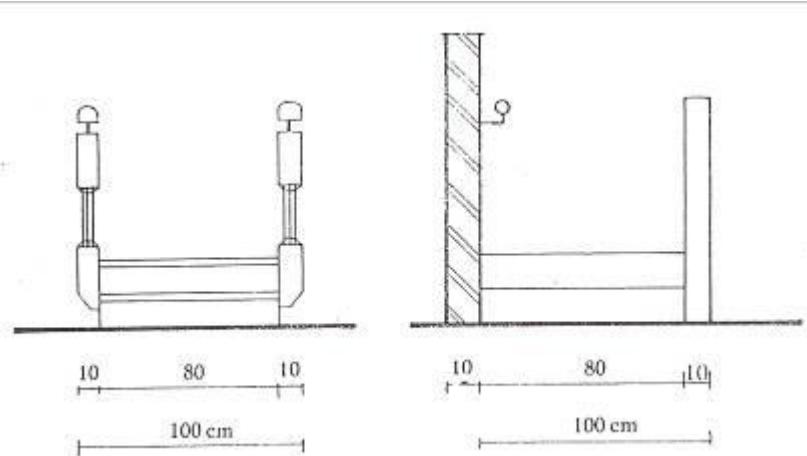
Lebar tangga minimal untuk 1 orang adalah 60 cm. Maka untuk desain tangga:

$$\text{Untuk 1 orang} \quad = \quad 60 \text{ cm}$$

$$\text{Untuk 2 orang } 2 \times 60 = 120 \text{ cm}$$

$$\text{Untuk 3 orang } 3 \times 60 = 180 \text{ cm}$$

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 cm, 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 menjemu dan memerlukan banyak tempat karena akan terlalu panjang.

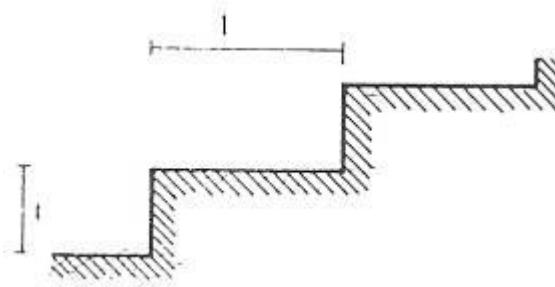
Kemiringan tangga yang wajar dan biasa digunakan adalah berkisar antara $25^\circ - 42^\circ$. untuk bangunan **ruah tinggal** biasa digunakan kemiringan 38° .

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 = optrade)

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.

Jumlah anak tangga = tinggi floor to floor – 1 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 : $t = 16 \text{ cm}$, $I = 26 \text{ cm}$

Maka : $2t + 1 = (2 \times 16) + 26 = 58 < 60$.

tangga terlalu landai, melelahkan.

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

Maka : $2t + 1 = (2 \times 20) + 28 = 68 > 65$.

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:

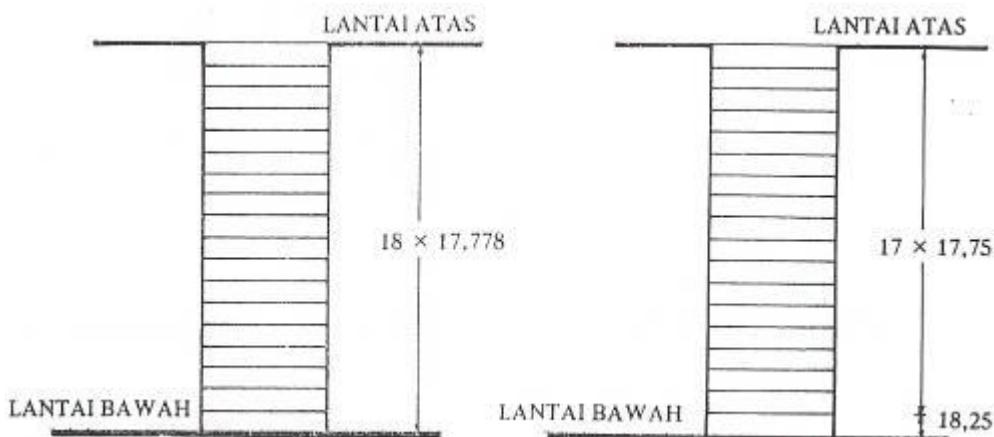
Alternatif 1:

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).

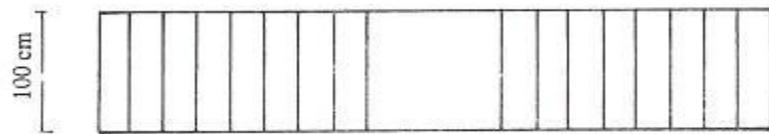
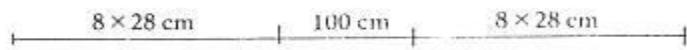
Ruang Tangga dan Konstruksi Tangga

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.

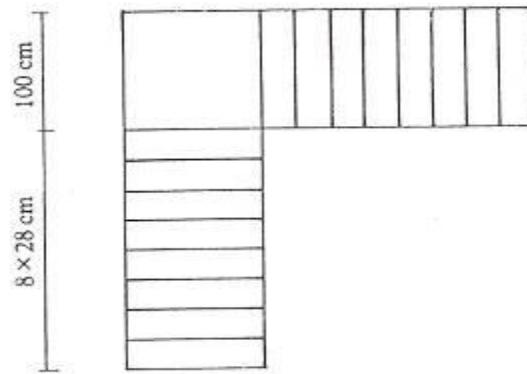
Sebagai contoh dari hasil hitungan di atas. dengan 3 macam bentuk tangga, dipakai untuk bangunan rumah tinggal. dengan lebar 100 cm, jumlah anak-tangga 17 buah dan dengan memakai bordes, maka ukuran ruang tangganya adalah:

— Tangga Lurus :



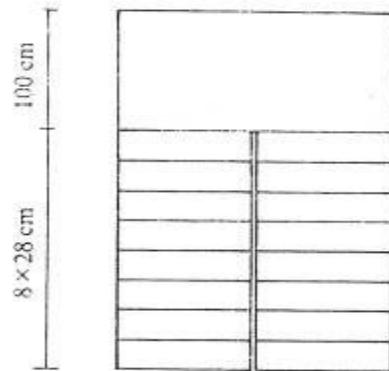
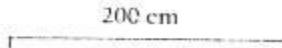
$$\text{Luas ruang tangga} = 100 \text{ cm} \times 548 \text{ cm} = 1 \text{ m} \times 5,48 \text{ m} = 5,48 \text{ m}^2.$$

— 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 \pm 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:

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

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

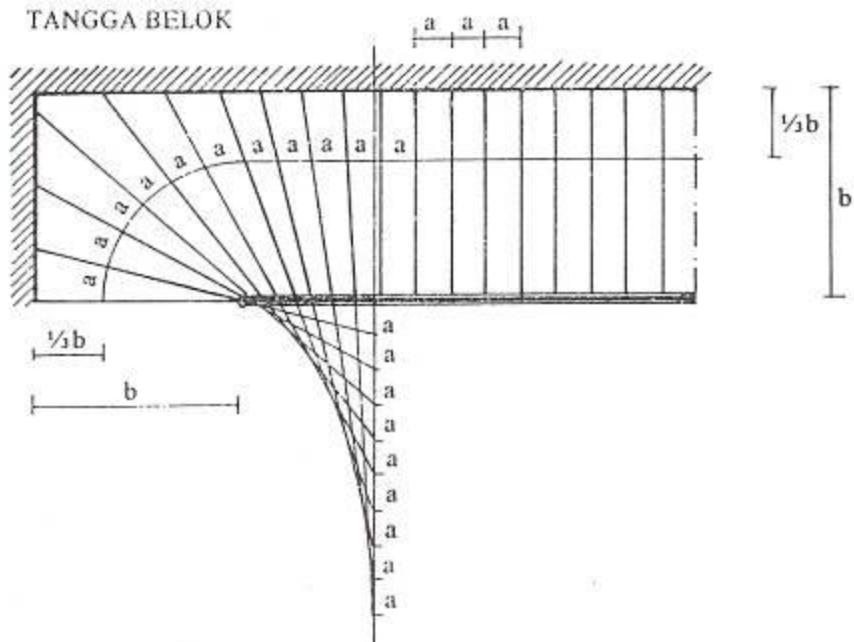
P = Panjang lubang tangga

P_{tangga} = Panjang tangga

L = Lebar tangga

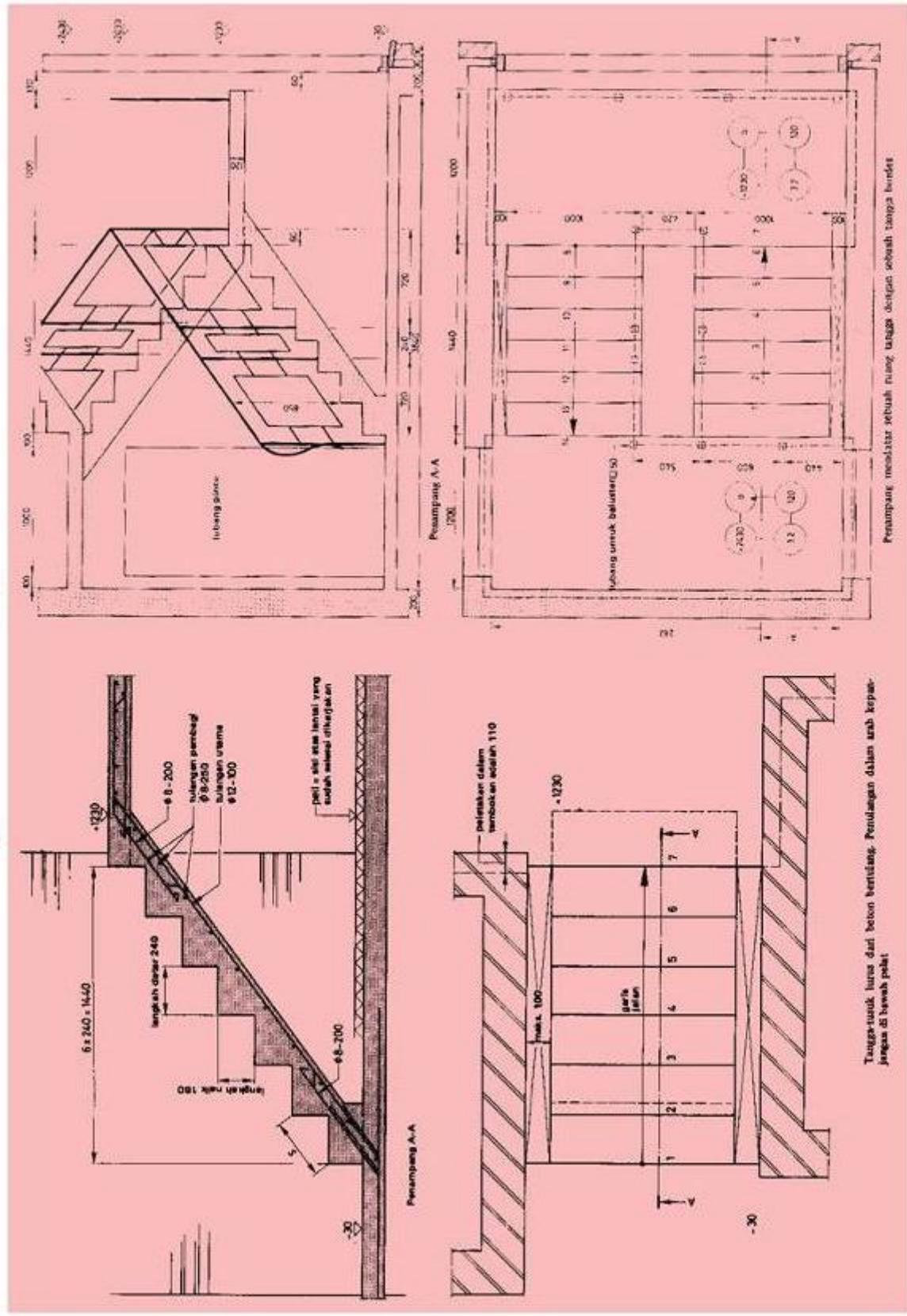
nL = Jumlah lebar tangga sampai dengan tinggi bebas

Tangga Melingkar



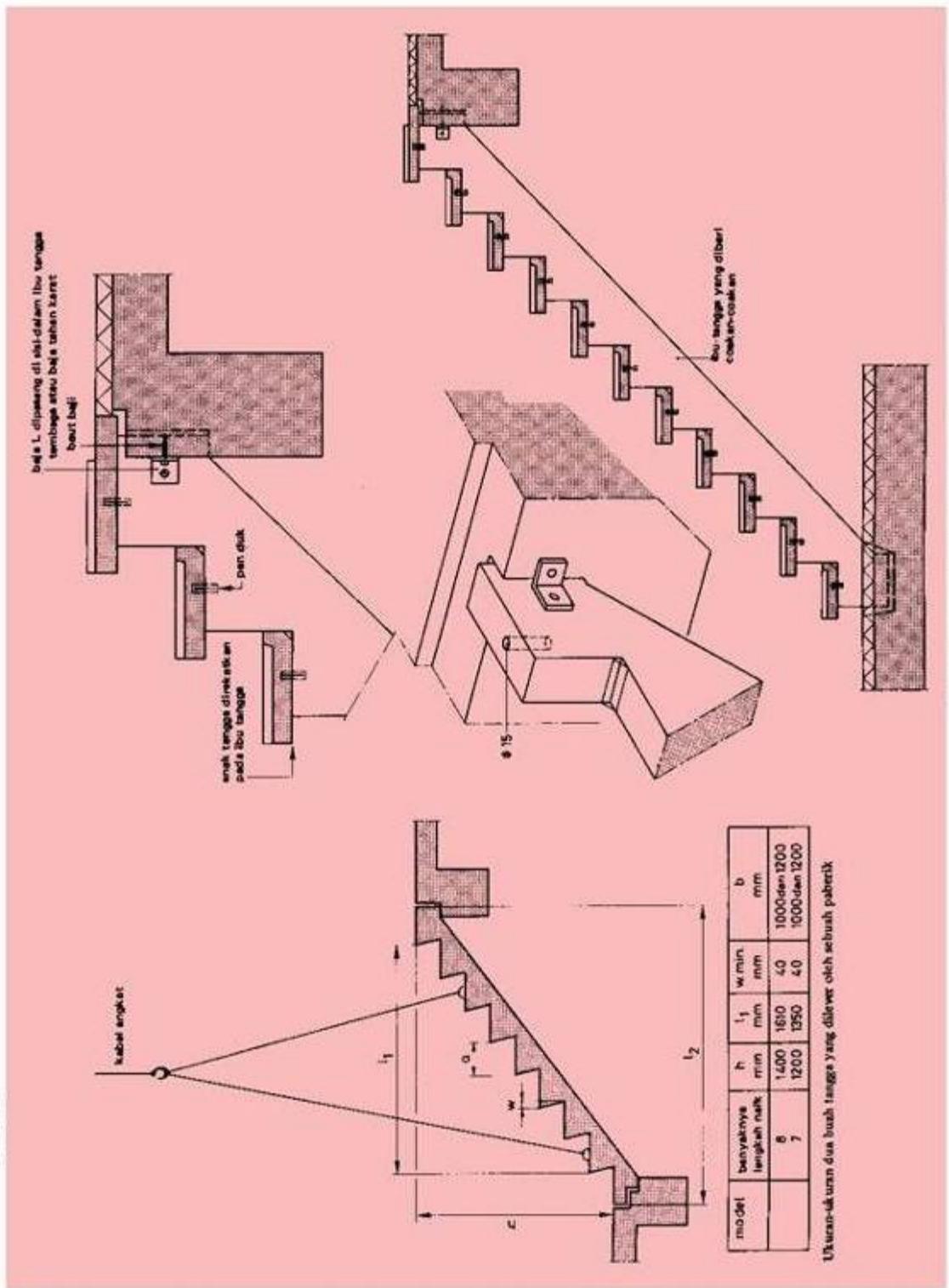
Gambar 6. 32 Tangga melingkar

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



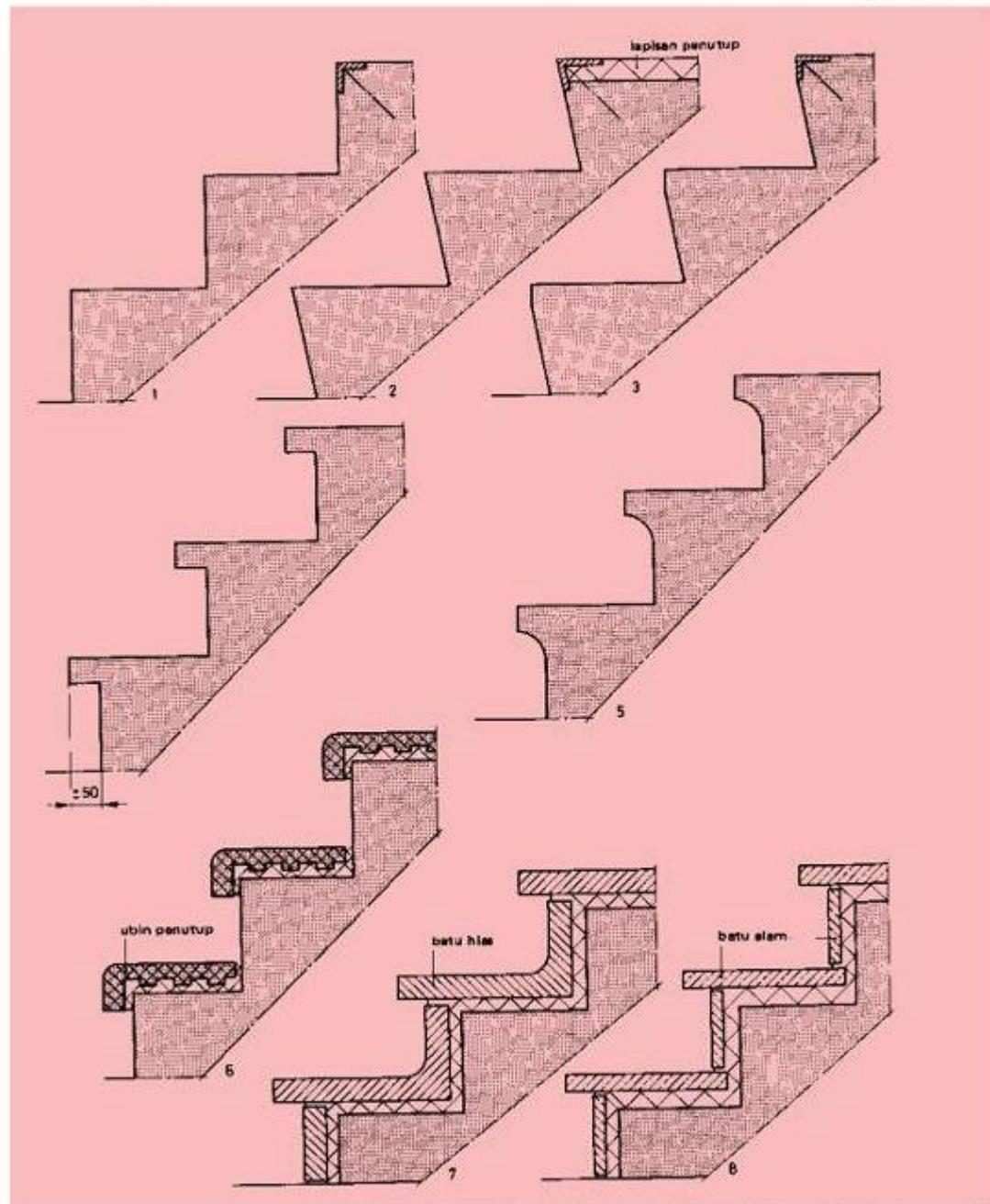
Sumber: Membangun, Ilmu Bangunan, Jilid 3, Erlangga

KINETICS OF POLYMERIZATION



Sumber: Membangun, Ilmu Bangunan, Jilid 3, Erlangga

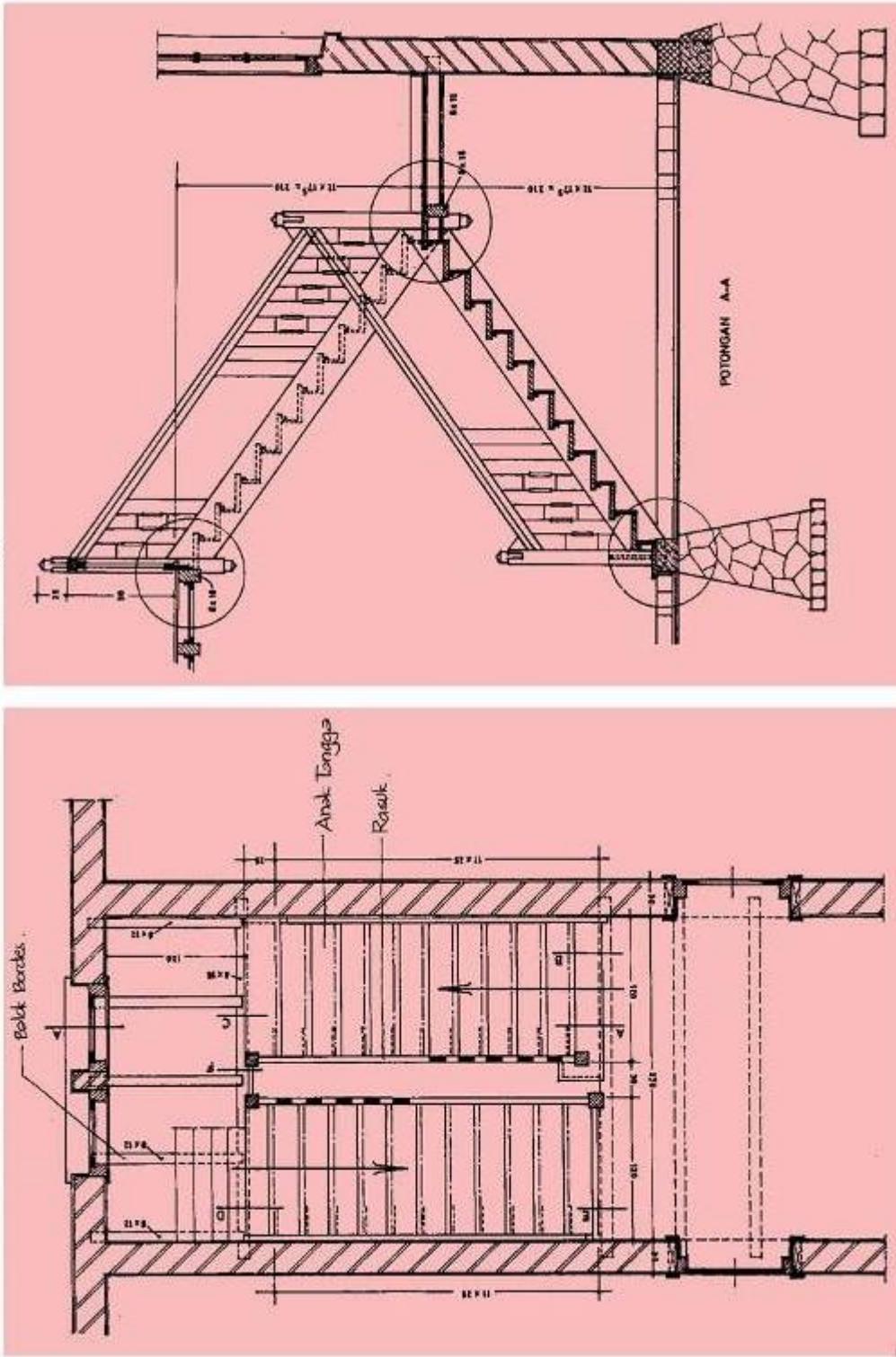
Gambar 6.33 Rencana dan potongan tangga prefab



Sumber: Membangun, Ilmu Bangunan, Jilid 3, Erlangga

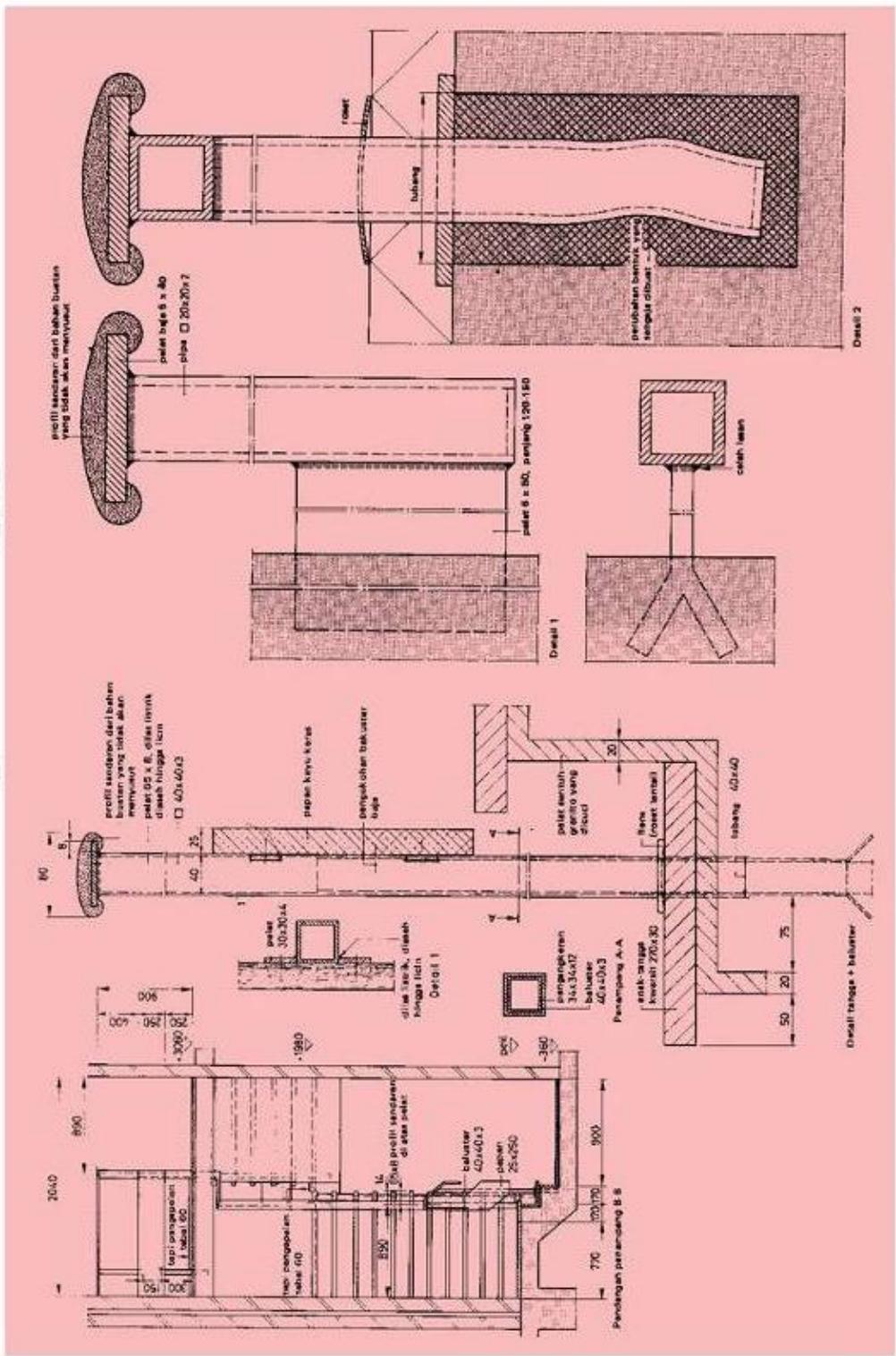
Gambar 6. 34 Penyelesaian anak tangga

Denah Rencana



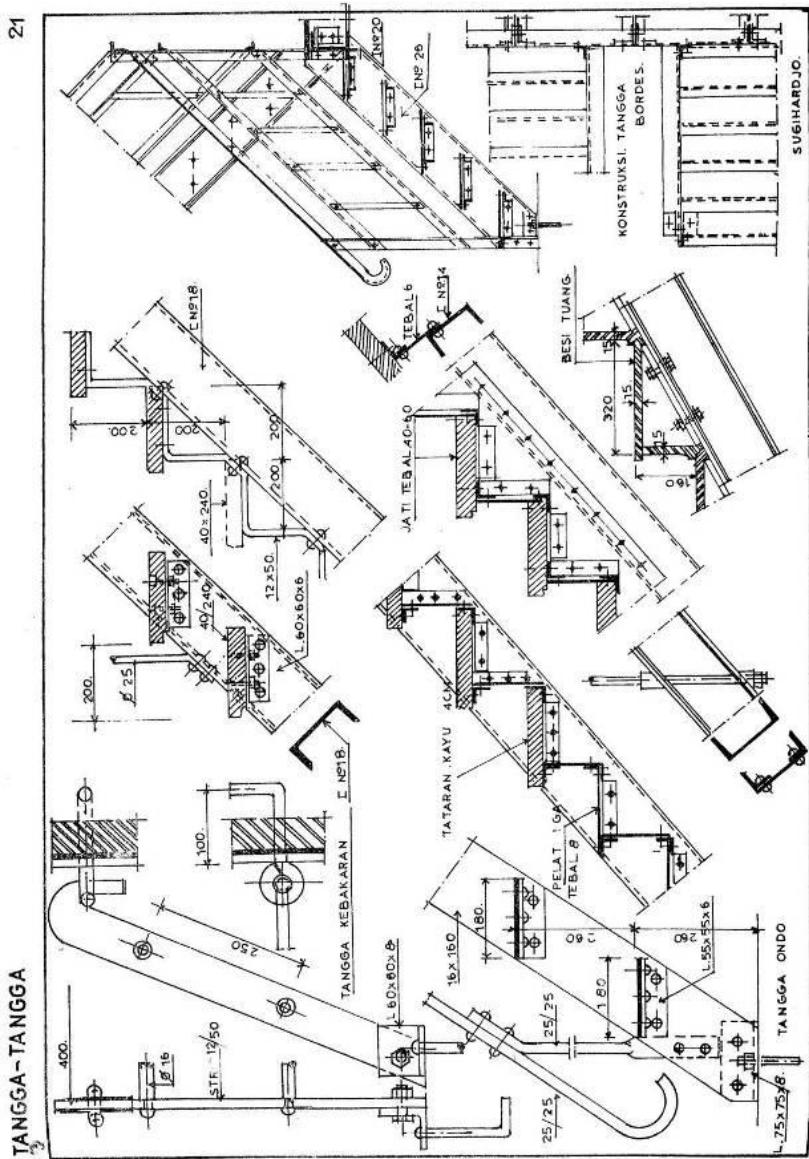
Gambar 6. 35 Denah rencana tangga kayu

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



Gambar 6. 36 detail railing tangga

Tangga Baja



Gambar 6.37 Tangga baja

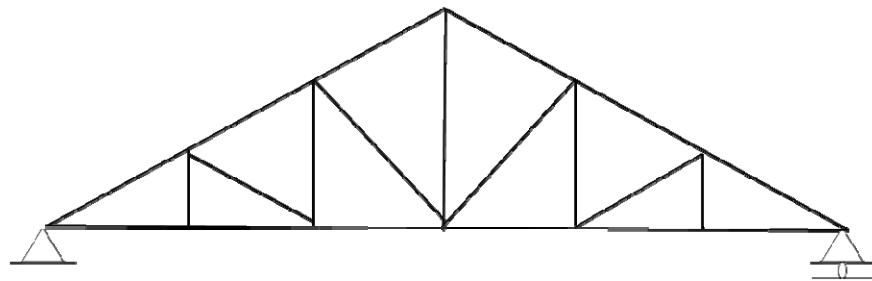
BAB 7 MENGGAMBAR KONSTRUKSI ATAP DAN LANGIT-LANGIT

A. DASAR PERHITUNGAN KUDA-KUDA

Kuda-kuda atau adalah konstruksi yang terdiri dari balok melintang (yang menerima gaya tarik), balok sebagai penopang atau tiang (yang menerima gaya tekan) guna menyambungkan tiang dan kasing atau lapisan atap. Walaupun atap itungan, pengaruh lingkungan terhadap konstruksi dan penutupnya baik terhadap suhu (sinarmatahari), cuaca (air hujan dan kelembaban udara), serta keamanan terhadap gaya horizontal (angin dan gempa) dan kebakaran harus tetap dijamin.

Pada konstruksi atap dapat 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 plat semen berserat.

Konstruksi yang dipilih maupun bahan penutup akan mempengaruhi atau menentukan kemiringan ataupun



Bab 8. 1 Rangka Kuda-Kuda

Untuk perhitungan perencanaan kuda-kuda diperlukan data-data sebagai berikut:

-Panjang bentang

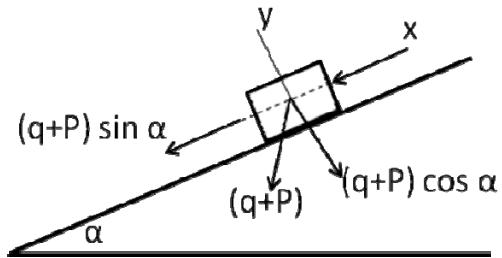
-Jarak kuda-kuda

-Jarak gording

-Jenis satap

-Jenis kayu

Perencanaan Gording



Gambar 5.2 Pembebanan pada gording

Pada perhitungan gording, diperhitungkan beban-beban sebagai berikut:

a. Beban mati (q):

- Berat statik
- Berat sendiri gording

b. Beban hidup (P):

$$P=100\text{kg}$$

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

Akibatbebanmati:

Akibatbebanhidup.

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

Kontrolleganganlentur:

Dimana σ adalah tegangan lentur yang terjadi akibat beban, M adalah momen

lentur, dan *Wadalah momentahan*.

$$W_x \square \square \xrightarrow[\cdot h]{I} \square I_x \square \square 1_{12}.b. \\ h^3 \hspace{10em} \dots \dots \dots \hspace{1.5em} 5.4a)$$

$$W_y \xrightarrow[\substack{I \\ b}]{} I_x \not\vdash 1_{12.h.} \quad \dots \quad 5.4b)$$

F_b adalah kuat lentur terkoreksi (tergantung jenis kayu)

Kontrollendutan:

$$f_x \cdot \frac{4}{384} \cdot \frac{1}{E.I_x} \cdot \frac{48}{48} \cdot \frac{\leq}{E.I_x} f_{izin} \cdot \frac{1}{200} \cdot \dots \quad \dots \quad 4.5a)$$

L

$$\oint \frac{dq_y}{y} \cdot L \cdot \frac{1}{1P} \cdot \frac{4}{48} \cdot \frac{1}{E.I_y} \cdot \frac{3}{izin} \cdot \frac{1}{200} \cdot \dots \quad \dots \quad 5.5b)$$

Dimanakahlahlendutanyangterjadiakibatbeban,*qadalahbebantebagirata*

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

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

Perencanaan Kuda-Kuda

Padaperhitunganbatangkuda-kuda,diperhitungkanbeban-bebansebagai

berikut:

a. Bebanmati(q).

- Beratatap

- Beratgording

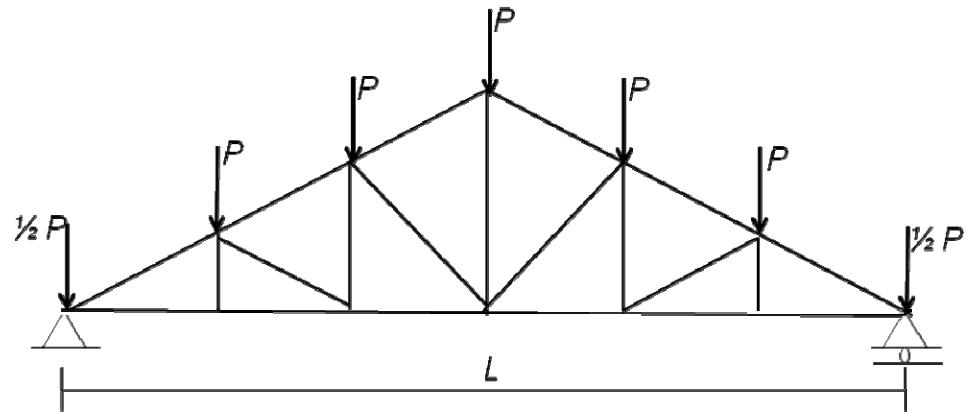
- Berat sendiri kuda-kuda (dapat ditaksir)

Total beban mati dijadikan sebagai beban terpusat bekerja vertikal pada tiap titik buhul.

b. Beban hidup (P):

$P = 100\text{ kg}$, untuk tiap titik buhul (PMI, 1987)

Beban mati dan beban hidup yang bekerja pada kuda-kuda dalam bentuk beban terpusat vertikal pada tiap-tiap titik buhul diperlihatkan pada Gambar 5.3.



Gambar 7.1 Pembeban beban mati dan beban hidup pada kuda-kuda

c.Bebanangin(W)

Tekananangin, p besarnyatergantungjarakletaktempatdaripantai.Pada

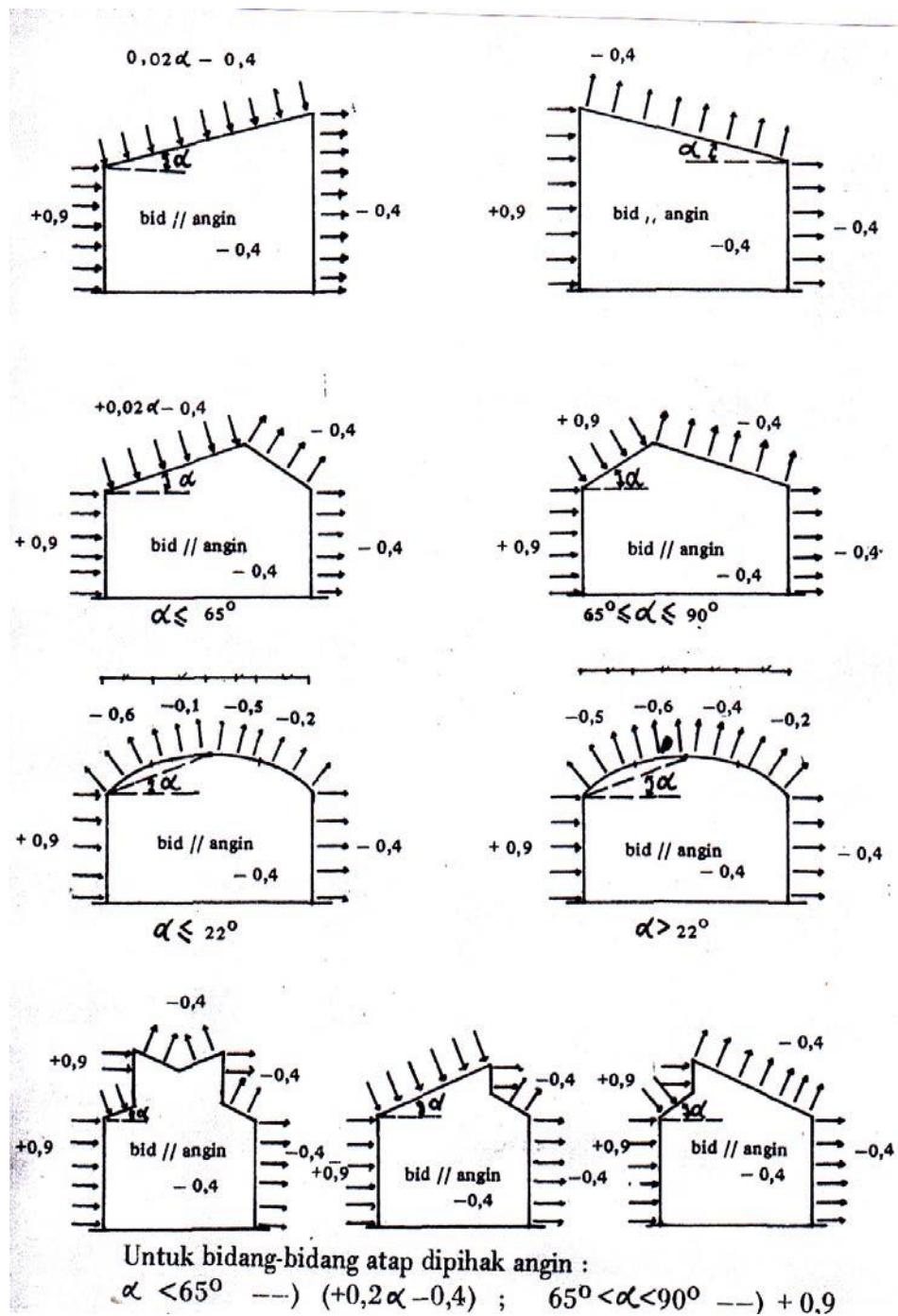
umumnyatekanantiupanginharusdiambilminimum25kg/m².Tekanantiupdi

lautdantepipantaisampaisejauh5kmdaripantaiharusdiambilminimum40kg/m²(P
MI,1987).

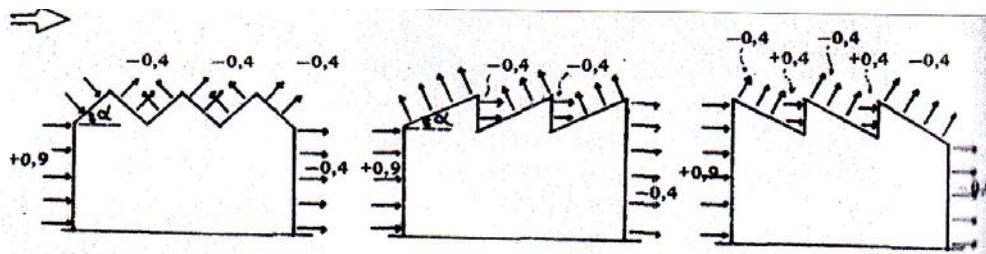
Koefisienangintiup C_1 danangintekan C_2 ,

besarnyatergantungpadasudutkemiringanata
danbentukbukaanata yang

diperlihatkanpadaGambar 7.2,Gambar 7.3,danGambar 7.4.



Gambar 7.2 Koefisien angin bangunan tertutup

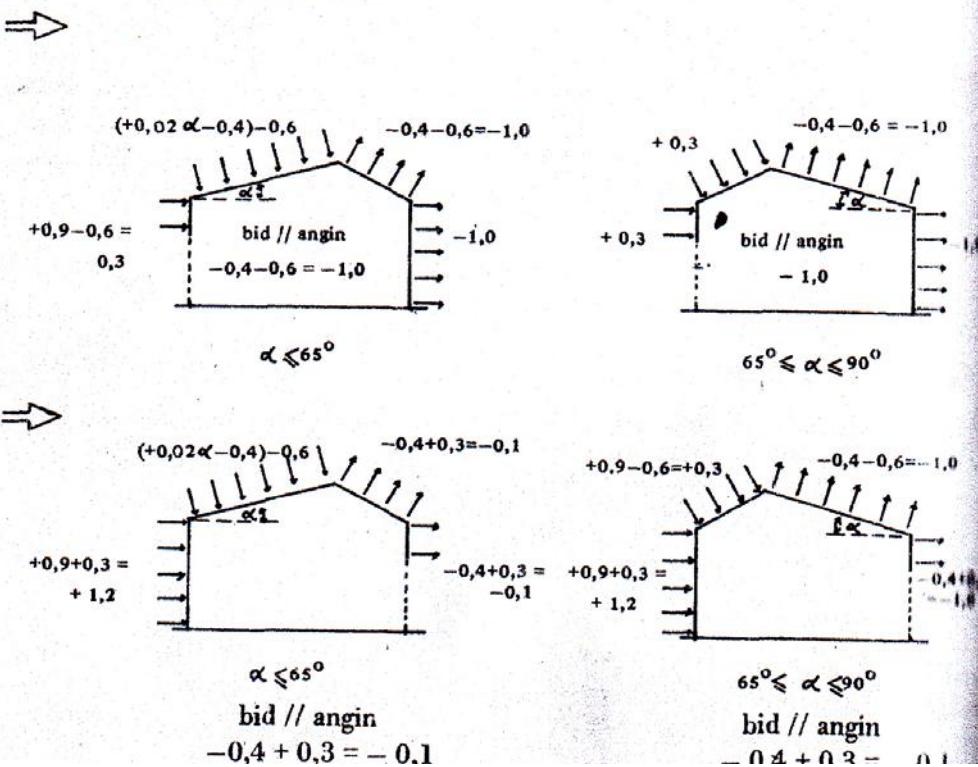


bid // angin = 0,4

untuk bidang-bidang atap dipilih angin :

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

Bangunan terbuka sebelah :



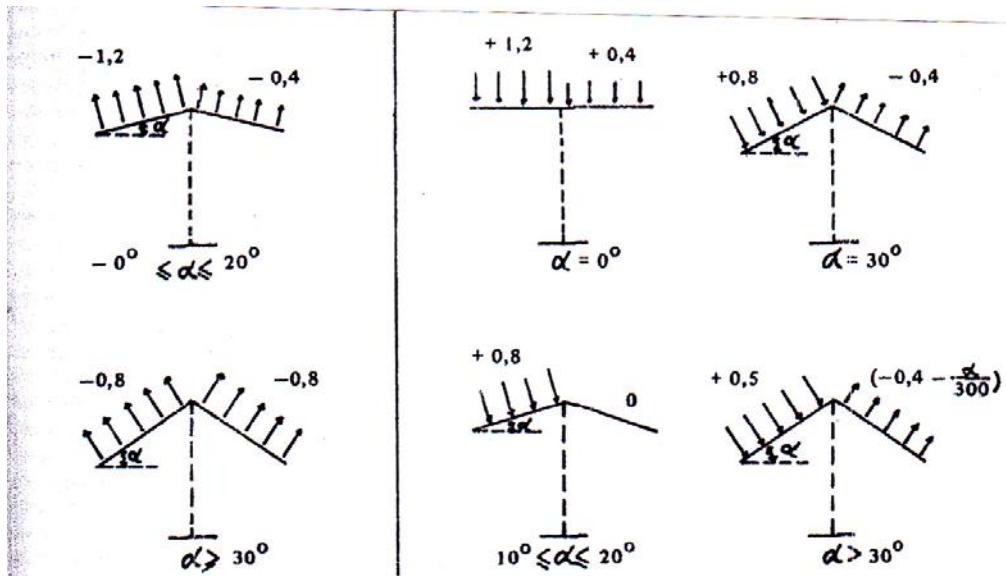
Gambar 7.3 Koefisien angin bangunan terbuka sebelah

Besarnyabebananginuntuktiaptitikbuhul:

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

manakahluasbidangatapantarakuda-kuda

Bentuk carakerjabebanangin padakuda-kuda diperlihatkan pada Gambar 7.1.

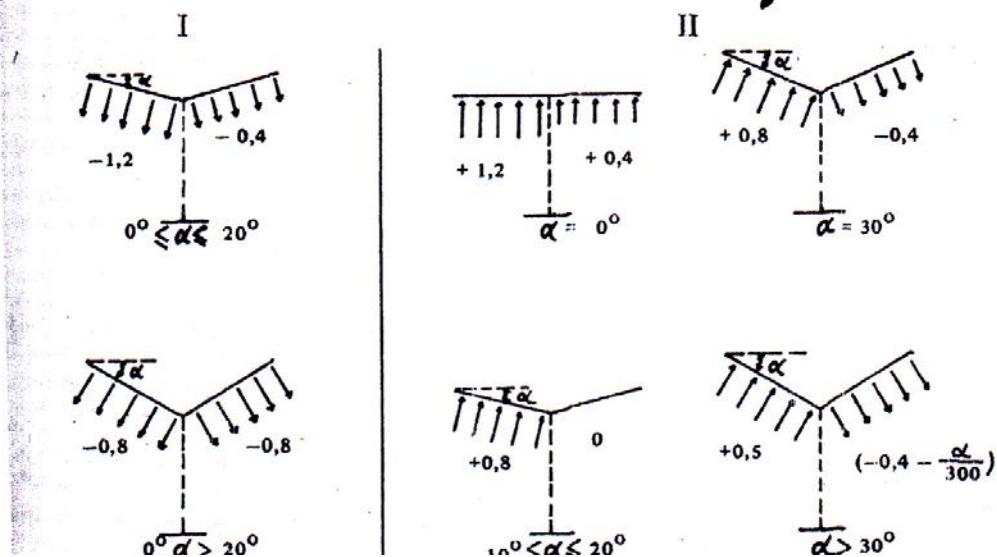


(untuk α yang terdapat diantaranya, diadakan interpolasi linier)

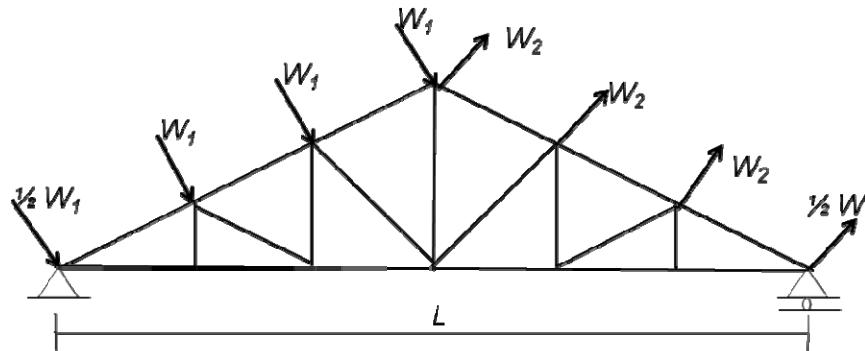
p pelana terbalik tanpa dinding :

diperhitungkan menurut keadaan yang paling berbahaya diantara 2 cara

(cara I dan II)



Gambar 7.4 Koefisien angin bangunan tanpa dinding



Gambar 7.5Pembebananbebananginbpadakuda-kuda

Gaya-gaya batang akibat beban mati dan beban hidup (P), serta akibat beban angin (W) dihitung dengan menggunakan cara mekanika teknik cara analitis atau grafis.

Dalam menghitung perencanaan dimensi batang pada konstruksi kuda-kuda, jika konstruksinya tersebut simetris, maka cukup dihitung sebagian saja. Untuk perhitungan perencanaan batang tarik dan batang tekan, juga dapat digunakan gaya batang terbesar berdasarkan persyaratan tarik dan tekan.

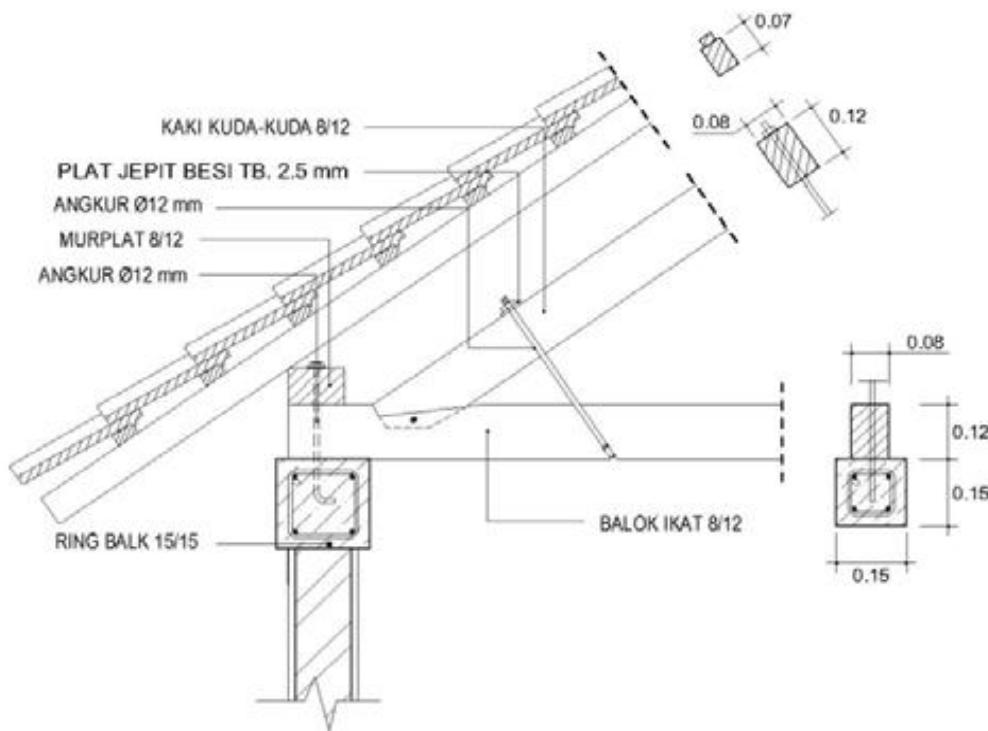
Sambungan batang kuda-kuda yang disebut buhul, alat sambung yang digunakan dapat berupa paku atau baut, dan untuk dikakai kuda-kuda digunakan hubungang gigi. Untuk perhitungan sambung dan sesuaikan dengan jenis alat sambungnya.

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 atau runtuh 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 resiko patah geseran apabila terjadi gempa. Selain itu pada konstruksi atapnya diberi balok penopang sehingga beban pada atap dapat ditopang secara merata. Padatitik simpul sambungankayu diberi baut dan tulang yang dikaitkan.

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



Gambar 7.6 Detailsambungankuda-kudakayu(*Sumber.Analisa Tim dan Pedoman teknis pembangunan rumah tanggapem*)

V.2 Jembatan Kayu

Keuntungan penggunaan bahan kayu untuk konstruksi jembatan:

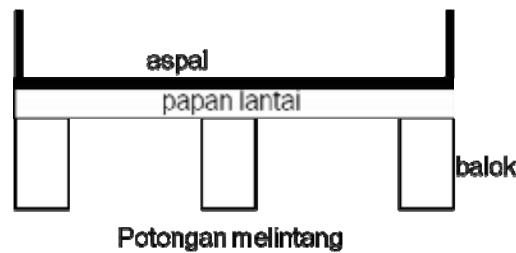
- a. Ringan
- b. Murah, terutama di daerah-daerah hutan
- c. Mudah dikerjakan, sehingga biaya pembangunan rendah
- d. Penggantian yang mudah
- e. Pelaksanaan cepat dan dapat dikerjakan oleh tenaga yang terdapat dimana saja.

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

Bagian-Bagian Konstruksi Jembatan Kayu

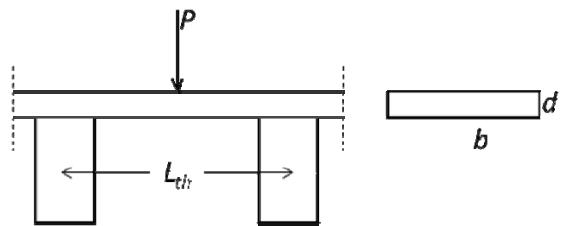


Gambar 7.7 Potongan memanjang



Gambar 7.8 Jembatan Kayu

V.2.1 Perhitungan Papan Lantai



Gambar 7.9 Papan lantai jembatan

Tebal papan lantai jembat dan ditentukan dengan persamaan:

✓

3..P.Lh

$d\Box$
.....5.7) $^{2.b.F}$

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 daritekanan rodakendaraan, L_{th} adalah jarak teori tis antarabalaok, b adalah lebar papan, dan F_b adalah kuat lentur terkoreksi (tergantung jenis kayu).

Apabila adalah pisaan aspal dan berat sendiri pada pandangan hitungan, maka:

1

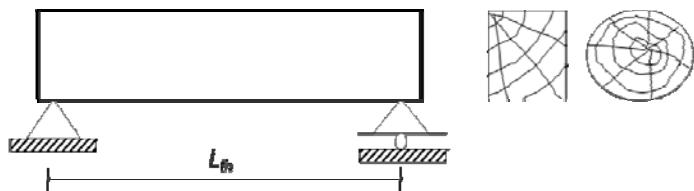
$d\Box$ F	$u^b.$ \dots	$6.M$ $5.8)$
----------------	-------------------	-----------------

b

Dimana d adalah tebal papan, $M_u = M_q + M_p$ adalah momen ter faktor akibat beban

gbekerja, M_q adalahmomenakibatbebanmati(b.saspal+b.spapan), M_p adalahmome
nakibatmuantitikterbesardaritekananrodakendaraan,ba adalahlebarpapan,dan F_b
'adalahkuatlenturterkoreksi(tergantungjeniskayu).

V.2.2 Perhitungan Balok/Gelagar



Gambar 7.10 Balok jembatan

Balok/gelagar jembatan kayu harus memenuhi ketentuan berikut:

Berdasarkan kekuatan:

Dimana M_μ adalah momenter faktor, λ adalah faktor waktu, ϕ adalah faktor tahanan.

an an lentur, dan M' adalah tahanan lentur terkoreksi.

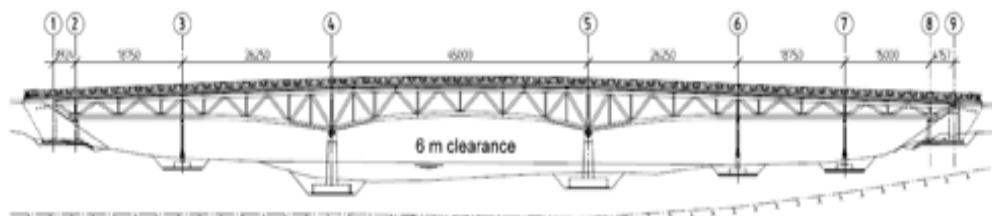
Berdasarkan kekakuan:

Dimana fadalah lenda yang terjadi akibat beban yang berat, qadalah beban

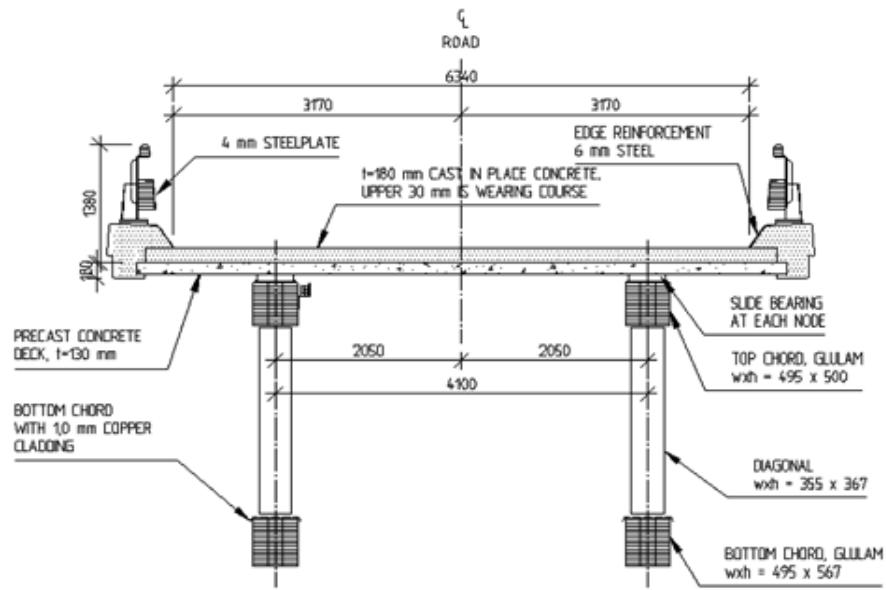
terbagirata, L_1 adalah panjang bentang teoris, E adalah modulus elastisitas kayu, I_d adalah momen inersia penampang.

V.2.3 Jembatan Kayu Balok Laminasi

Ternyata konstruksi kayu dengan teknik lamineasi tidak berbatas pada bangunan gedung seperti gembardia tas. Di Norwegia telah digunakan untuk bangunan jembatan, bahkan telah didesain dapat dilalu kendaraan tank tempur. Bayangkantu, 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, jika peralatan yang digunakan untuk proses konstruksinya juga tidak mainstream seperti yang dipakai pada struktur bahan juga.



Gambar 7.12Erection jembatan kayu laminasi.

Carapenyambungantiap-tiapelemenmemakaiinsert-steel,yahsepertisambungan baja,hanyasajatentubagian yang terlemahadalahbagian kayu,sehingga dimensi yang ditentukanoleh kekuatan kayu.Untuk konstruksi seperti ini,penggunaanteknologi adhesivesudah bukan sesuatuyang a sing lagi.



Gambar 7.13 Proses erection jembatan kayu sungai Rena

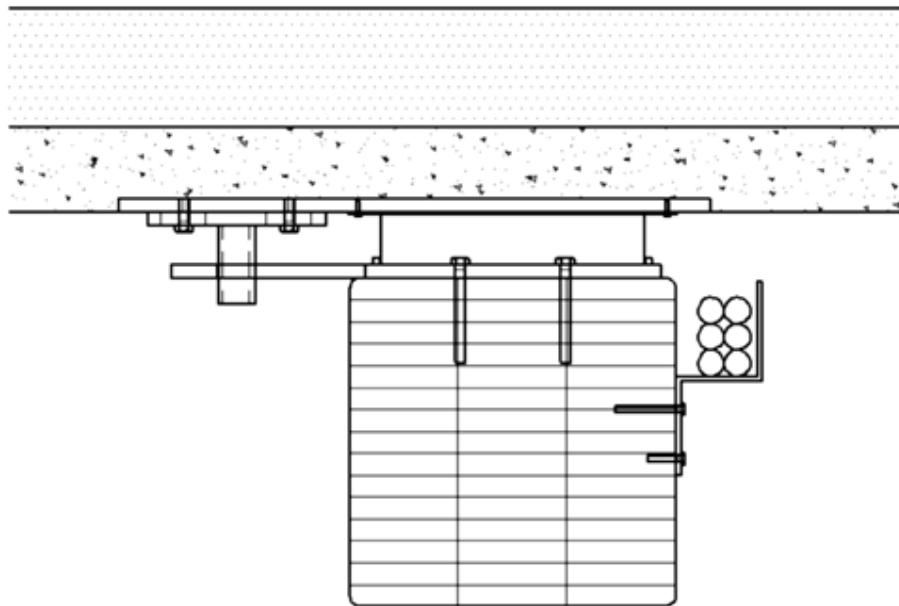
Ternyata untuk deck-nya atas digunakan pelat beton precast (tebal 130 mm). Memang sih untuk lantai ini makanya bahan material yang paling cocok saat ini adalah beton, mantap dan cukup kuat. Menarik juga khanada struktur gabungan kayu dan beton, dimana kayu disini menjadi struktur utama. Perhatikan cara pemasangan lantai precastnya sebagai berikut.



Gambar 7.14 Pemasangan lantai precast di atas jembatan kayu.

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

Hal menarik yang perlu dilihat adalah detail sambungan precast deck ke elemen kayu laminasi bagian atas. Dari gambar 7 diatas dapat diketahui bahwa sistem sambungan precast deck dan kayu adalah tidak menyatu, mereka bisa bergeser. Ini penting untuk antisipasi kembangsusut keduanya yang berbeda. Ini hebatnya perancangan struktur yang mereka buat. Maulihat detail hubungan deck dan kayu, adalah sbb:



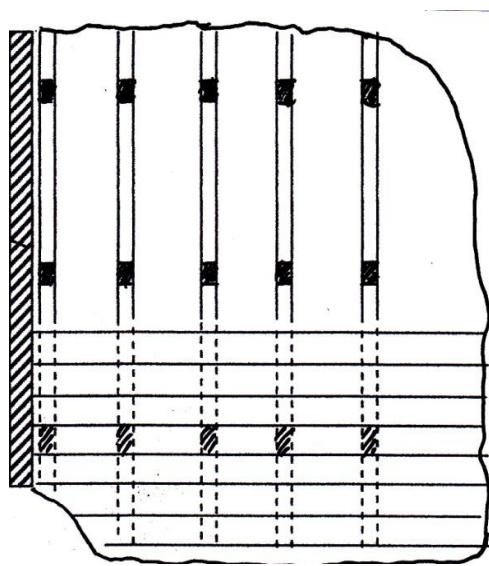
Gambar 7.15 Detailsambunganprecastdeckdankayulaminasiatas.

Perhatikanadabagianyangdapatmenyebabkanprecastdeckberdeformasitidak samadengankayunya.Jadiketikaterjadikembangsusutpadadeck,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

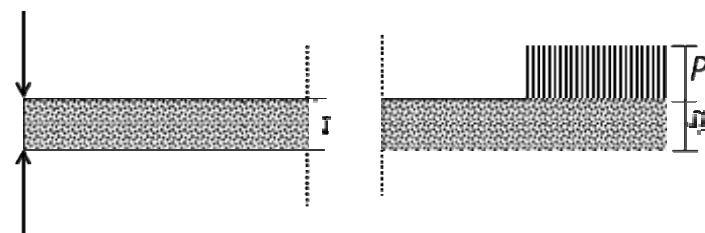
Pada perhitungan bekisting, diperhitungkan beban-beban sebagai berikut::

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

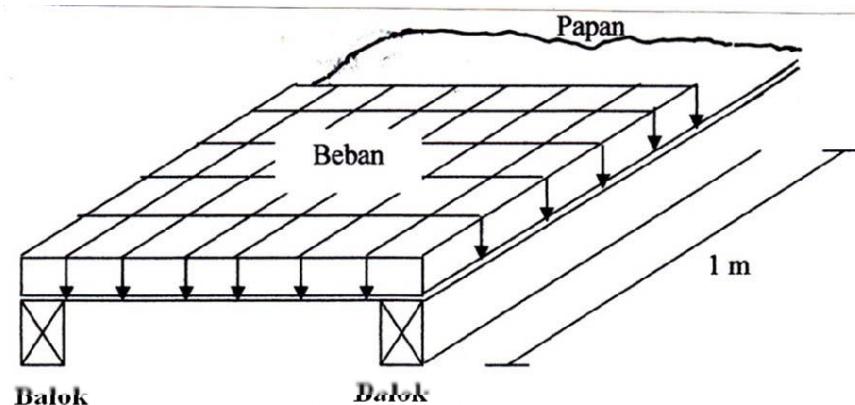
$(q+P)$.



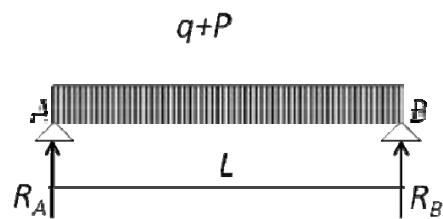
Gambar 7.18 Pembebanan pada bekisting

Berat sendiri perancah dia baikan.

V.3.1 Perhitungan Papan Perancah



Gambar 7.19 Pembebaan ditinjau untuk sebuah jalur selebar 1 meter



Gambar 7.20 Pembebaan pada papan

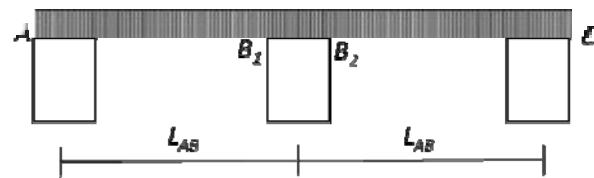
Reaksiperletakan:

Momenterfaktor:

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

V.3.2 Perhitungan Balok

Balokharusmendukungpapan.Bebandiatasbalokdiperolehdarijumlah gaya-gayareaksidasiduabentangyangberdekatan.

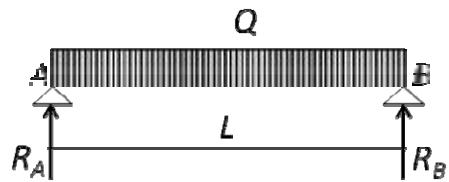


Gambar 7.21Pembebanan pada balok

Reaksiperletakan:

Qsamadenganbebandaritengah-tengahbentangdariduabentangyang

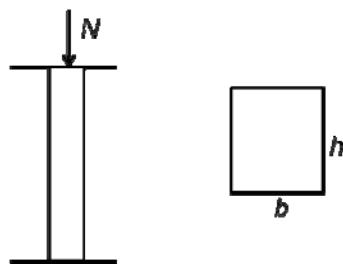
bedekatan.



Gambar 7.22 Reaksipadabalok

Momenterfaktor:

V.3.3 Perhitungan Kayu Penyanggah



Gambar 7.23Pembebananpadakayupenyanggah

Gayanormalyangdiperhitungkanadalah:

Dimanaqadalahbebanmatiakibatberatbeton+bebanhidupakibatberatorang,

Aadalahluaspengaruhpadatiangpenyanggah.

Perhitungan dimensi tiang, memenuhi ketentuan perhitungan batang tekan.

Jari-jarigirasi;

$$i_x \square \sqrt{-} \dots \dots \dots$$

.5.19) $_A$

dari $x=0,289.h$ (untuk penampang empat persegi)

Nilai kelangsungan batang:

x

Tahanan tekan batang terkoreksi:

Faktorkestabilanbatangtekan

$$C_p = \frac{1}{2c} \sqrt{\frac{1}{c} - \frac{2}{c^2}} \dots \quad 5.22$$

$$c \quad \frac{\Box s \cdot e}{\Box \cdot c. P} \quad 5.23)$$

o

Tahanan tekuk kritis (Euler):

$$\frac{\pi^2 \cdot E \cdot I}{L^2} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot A}{(K_e \cdot L)^2} \quad \dots \dots \dots \quad 5.24)$$

$$e \quad \overline{(K_e \cdot L)^2} \quad | \quad \overline{K_e} \cdot \overline{L}$$

$L^2 | \quad \square$

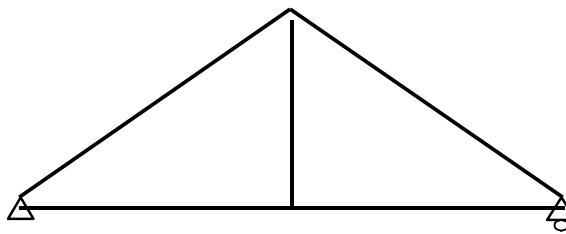
$e |$

x

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 kodenya E25 dengan $BJ.0,9d$
anukurankayu 5/7. Jarak gording 1 m dan jarak kuda-kuda 2 m. Penutupat seng gelombang BWG 24.



| 2m | 2m |

Gambar 5.24 Rangkakuda-kuda contoh soal 1.

Penyelesaian:

Pembebanangording.

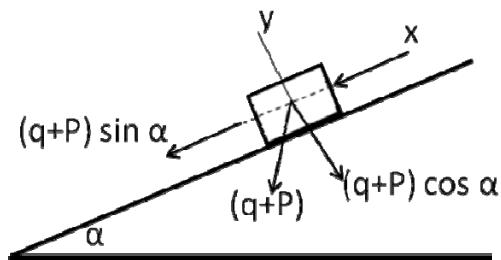
- Bebanmati.

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

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

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

- Beban hidup (P) : $= 100 \text{ kg}$



Gambar 7.24 Pembebanan pada garis contoh soal 1

Momen-momen yang terjadi:

Akibat beban mati:

$$\begin{aligned}
 M_x &= 1/8 \cdot q \sin \alpha \cdot L^2 = 1/8 \cdot 13,15 \cdot \sin 30,2^2 = 3,2875 \text{ kgm} \\
 M_y &= 1/8 \cdot q \cos \alpha \cdot L^2 = 1/8 \cdot 13,15 \cdot \cos 30,2^2 = 5,6941 \text{ kgm}
 \end{aligned}$$

Akibat beban hidup.

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

kgm M

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

Kontrol tegangan lentur:

$$\Delta t \quad M_x \quad \overline{M_y} \quad F \\ W \quad W \\ b^x \quad y$$

$$\Delta t \quad \frac{-532875}{40833,33} \quad \overline{\frac{29966,67}{29966,67}} \quad 44,69 \quad 67 \rightarrow \text{ok}$$

Kontrollendutan:

$$\delta = \frac{q_x \cdot L^4}{384EI_x} - \frac{1}{48EI_x} \cdot \frac{izin}{200} \cdot L$$

$$\delta = \frac{0,1315 \cdot \sin 30 \cdot 2000^4}{38425000 \cdot 1429166,674825000} - \frac{11000 \cdot \sin 30 \cdot 2000^3 \cdot x}{1429166,674825000^2} \leq 10 \mu\text{m} \rightarrow \text{ok}$$

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

$$f_y \leq \frac{384}{E.I_y} \cdot \frac{\sqrt{3}}{48} \cdot \frac{\sqrt{2}}{E.I_y} f_{izin} \leq \frac{200}{200}$$

$$\bar{f} = \frac{0,1315 \cdot \cos 30 \cdot 2000^4 \cdot 11000 \cdot \cos 30 \cdot 2000^3 y}{38425000 \cdot 729166,674825000 \cdot 729199,67} \\ - 9,22 \mu m < 10 \mu m \rightarrow ok$$

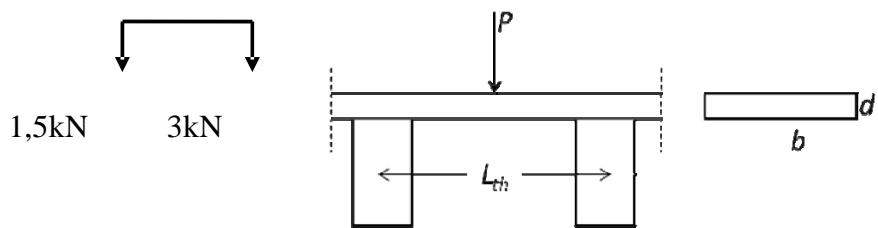
$$f_x \leq \sqrt{f_y^2 + f_{izin}^2}$$

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

Soal 2. Suatu konstruksi jembatan kayu dengan panjang bentang 5 m dengan

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

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



Gambar 7.25 Jembatan kayu contoh soal 2

Penyelesaian:

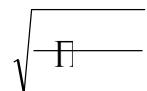
Tebal papan lantai.

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

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

Kayumu tu Adarikode mutu E25: $F_b = 67 \text{ MPa}$ Faktor la
yan basah: $CM = 0,85$ (lantaipapankayu)

Kuat lentur terkoreksi: $F_b' = 67 \cdot 0,8 \cdot 0,85 = 45,56 \text{ MPa}$



3..P.

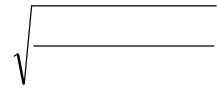
$d \square$ L_{th}

2.b.

F_b'

$d \square$ 3.1,4.3000.525

2.300.45,56



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

Dimensi balok/gelagar.

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

Berat sendiri balok diabaikan

Beban terpusat kibat tekanan rodakendaraan maksimum $P=3\text{ kN}$

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

Momen terfaktor:

$$\begin{aligned}M' &= F_b \cdot W \cdot C_f = \\45,56 \cdot W \cdot 1,4 &= 6 \\3,78W\end{aligned}$$

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

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: $\phi_b = 0,85648977$

$$0 \leq 0,8 \cdot 0,85648977 \cdot M \leq$$

$$W \geq 6489770 / (0,8 \cdot 0,85648977) W \geq$$

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

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

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

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

$$/3b^3$$

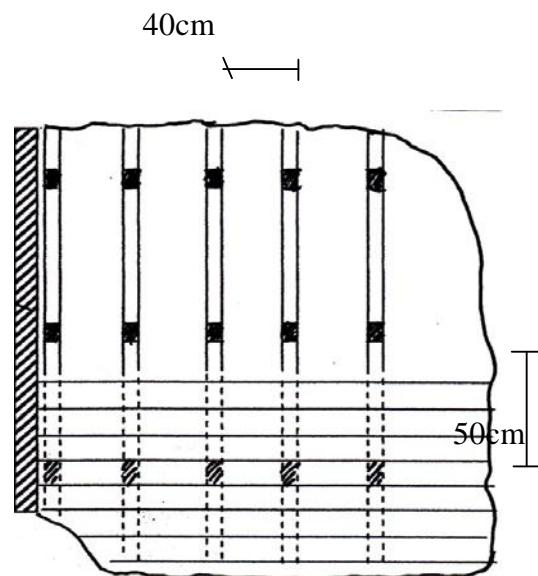
$$2/3b^3 \geq 149636$$

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

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

Jadi ukuran balok/gelagak kayu 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 darikode mutu E15, dengan denah seperti pada gambar. Tentukan ukuran papan Balok, dan tiang penyangga hantuk tinggi 3 m.



Gambar 7.26 Denah bekisting contoh soal 3.

Penyelesaian:

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

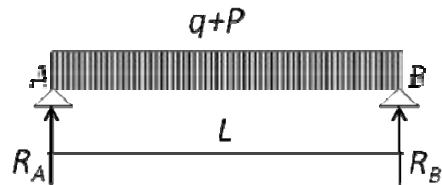
Tumpukanadukanbetondangerobak: $P=500 \text{ kg/m}^2$

Beratsendiribekistingdiabaikan.

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

Perhitungan papan perancah, untuk selebar 1 m

Reaksi per letakan:



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

Momenter faktor:

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

Tahanan lentur terkoreksi:

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

Penampangempatpersegi: $Cf=1,4$

$$M' = Fb \cdot W \cdot Cf = (35.0,85) \cdot W \cdot 1,4 = 41,65 W$$

Momenlentur:

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

ktrorwaktu: $\lambda=0,8$

Faktortahananlentur: $\phi_b=0,8523$

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

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

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

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

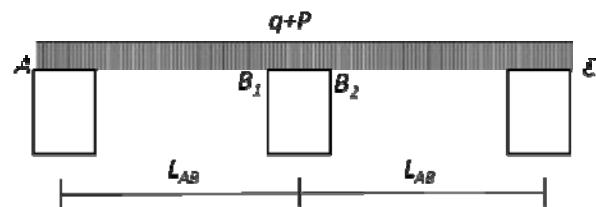
$$W \geq 1/6 \cdot b \cdot h^2$$

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

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

Jaditebalpapankayuuntukselebar1madalah1,3cm

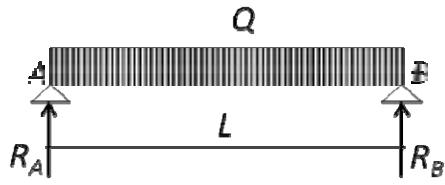
Perhitunganbalok



Reaksiperletakan:

$$RBI = RB2 = 1/2 \cdot (q + P) \cdot L = 1/2 \cdot (300 + 500) \cdot 1 = 400 \text{ kg/m}$$

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



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

Momenterfaktor:

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

Tahananlenturterkoreksi:

Faktorlayanbasah: $C_M = 0,85$ (balok kayu)

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

Penampang empat persegi: $C_f = 1,4$

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

Momen lentur:

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

ktor waktu: $\lambda = 0,8$

Faktor tahanan lentur: $\phi_b = 0,859$

$$2800 \leq 0,8 \cdot 0,859 \cdot 41,65 W$$

$$W \geq 92800 / (0,8 \cdot 0,859 \cdot 41,65)$$

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

Penampangempatpersegi,asumsi: $h=2b$

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

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

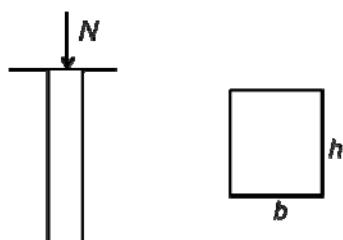
$$W \geq 2/3b^3$$

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

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

$$h = 20.2 = 40 \text{ mm}$$

Perhitungan Kayu Penyanggah



asumsi ukuran kayu 5/7

Gayalinear:

$$N = q.A \cdot pengaru = 464.(0,4.0,5) = 92,8 \text{ kg} = 928 \text{ N}$$

Perhitungan dimensi tiang, memenuhi ketentuan perhitungan batang tekan.

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

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

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

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

Jari-jarigirasi:

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

Kelangsungan batang tekan, untuk K_e teoritis = 0,7

$$(0,7) \cdot (300 - 2,02) \leq 175$$

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

Kelangsungan batang tekan, untuk K_e diil = 0,8

$$(0,8) \cdot (300 - 2,02) \leq 175$$

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

Moduluselastisitaslenturpresentilkelima

:E05□□0,67.(15000)□ 10050MPa

Faktorkoreksi: layanbasah, $C_m = 0,67$, temperatur, $C_t = 0,8$

E05' □ 10050.0,67.0,8 5386,8MPa

Tahanantekukkritis(Euler)

$$P \square \square \boxed{\square}^2 \cdot \overline{(5386, 8)}_{2,0}^2 \cdot \overline{(0, 7)}^2_{(300)} \quad \boxed{3836, 29N}$$

Tahanantekukaksialterkorekasisejajarpadakealangsinganbatang:

$P'_o \square\square(3500).(29,75).(0,67).(0,8).(0,63) \square\square 35160,93N$

Faktorkestabilanbatang:

$$\langle \begin{smallmatrix} (0,8) \\ (=,=) \end{smallmatrix} \rangle = \begin{smallmatrix} 0,1 \\ 2 \end{smallmatrix}$$

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

$$\sqrt{ }$$

$$\begin{aligned}
 & \left(\begin{smallmatrix} & \\ 1 & 0,12 \end{smallmatrix} \right)^2 \\
 & \begin{smallmatrix} \mathbf{C}^{\square} 0,12^P - & 0 \\ 2.(0,8) & ,12 | \quad 2.(0,8) | \\ & \square \square \square \square \square \square \square \\ & \square 0,8 \end{smallmatrix}
 \end{aligned}$$

□ □

Gayatekanterfaktor:

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

Jadi gayatekan yang mampu dipikul batang temberu tersebut adalah sebesar 8771 N

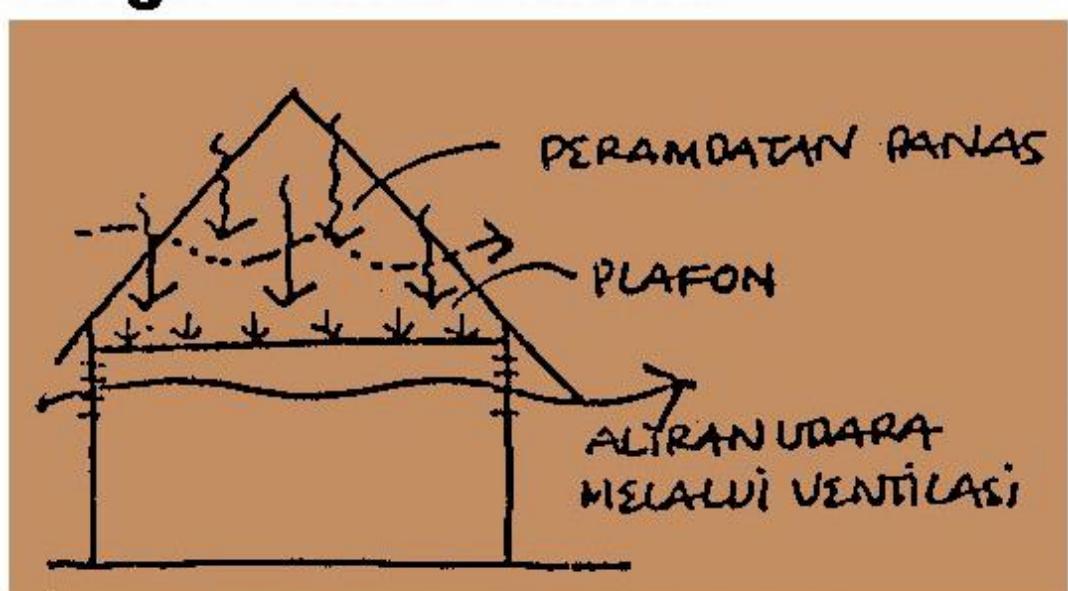
<928 N (beban yang bekerja), berarti ukuran kayu 5/7 dapat dipakai untuk tiang

penyanggah.

C. Plafon (Langit-langit)

Plafon data ulangit-langit adalah bagian dari bangunan yang merupakan pelengkap dari konstruksi atap (pembatas dari bangunan dengan konstruksi atap). Fungsi utama dari plafon adalah sebagai penahan perambatan panas dari atap.

Fungsi utama plafon



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

Pada bangunan dengan penutup atap genteng, masih terdapat banyak celah yang dapat mengurangi panas.

Pada penutup atap pasbes, rongga atau akan menyerap panas.

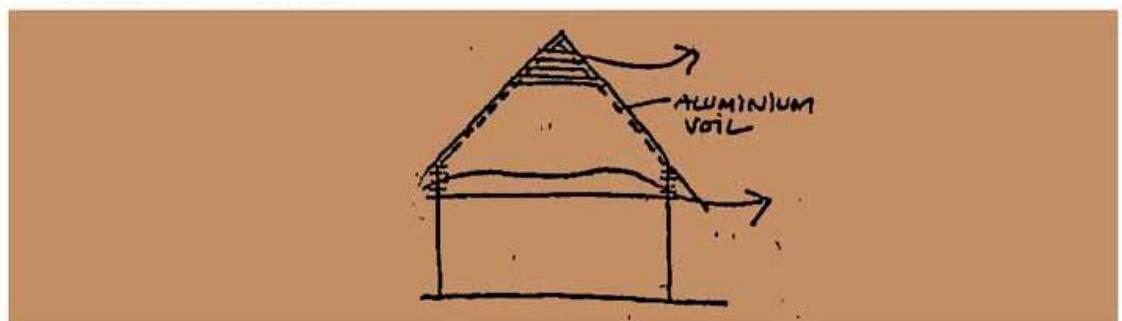
FungsiPlafond

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

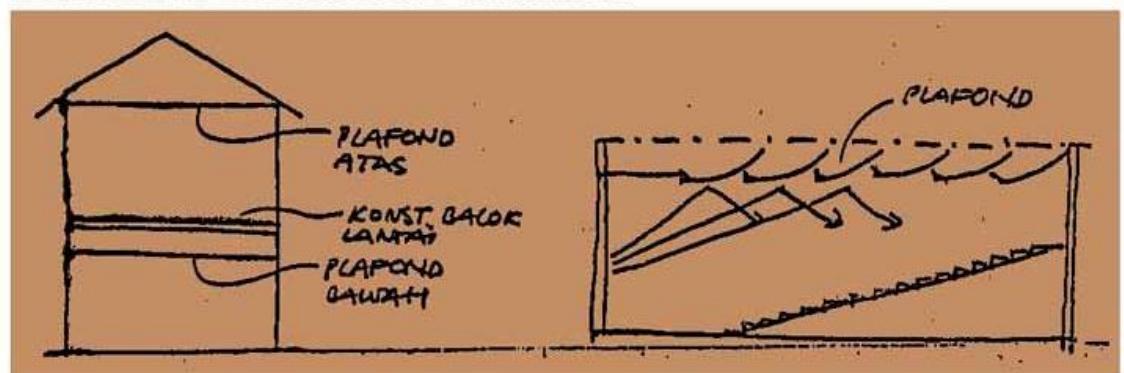
2. Sebagai Akustik(Penahan Suara)

Fungsilangit-langit/plafond sebagai akustikataupenahansuara yang dimaksudkan adalah sebagai pengatur kondisi suara, penyerapan dan pemantulannya.

-
Penahansuarapadabang unanbertingkat

-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

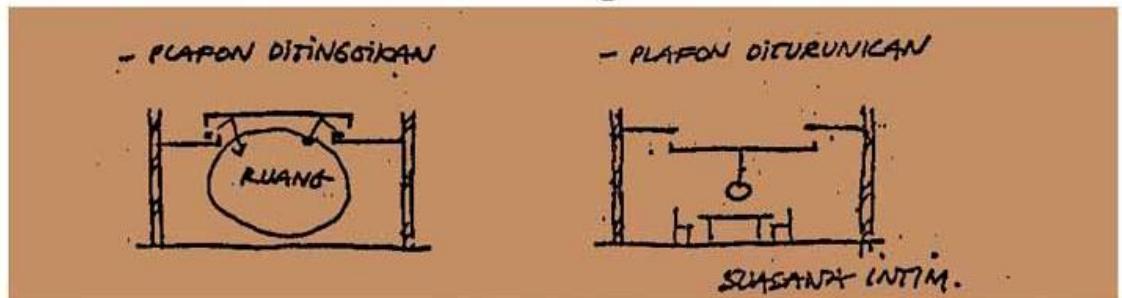
-Untuk penempatan titik lampu

-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 disain 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 pamernya. Peninggi dan penurunan plafond dapat dipergunakan untuk mendekati kesan ruang yang diinginkan.

Cara Pemasangan/Penempatan Plafond

Plafond dapat ditempatkan atau dipasang dengan cara:

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

memenuhi volume
ruangataupembentukan ruang)

Tinggiplafondberkisarantara2.80sampaи3.00meter.Padabanguna rumah tinggal tingginya minimal 2.40 meter.

Tinggiplafondperlumemperhatikankeberadaanlubangventilasi dan pencahayaan alamiyangmasuksertaintensitasdanjarakpencahayaan(lampu)intensityang ada.

Tinggiplafondberkaitandenganvolume ruangan,yaitudenganstandardkebutuhan udara tiaporang.Kebutuhanperorangmencapai $\pm 15\text{--}20 \text{ m}^3$ ruang.

Contoh:

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

Ukuran untuk dua orang adalah

$$PxLxT=3x4x2.80=33.60 \text{ m}^3$$

KonstruksiPlafond

Konstruksiplafond terdiri dari:

1. RangkaPlafond
2. Penganntungrangkaplafond
3. Bahanpenutupplafond

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 (kasos 4/6 atau 5/7)

2. Rangaprofil aluminium

3. Rangaprofil baja (hollow)

Untuk lebih lanjutnya dalam materi matakuliah ini kita akan lebih memperdalam pada penggunaan rangkaplafond kasos.

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 240x120cm

2. asbes 3mm

3. akustik tile/softboard 15mm

4. gypsum board, tebal 10–12 mm, 240x120cm

5. aluminium

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

10–14 mm, panjang maksimal 4m

7. hardboard

8. AnyamanBambu

PenggantungRangkaPlafond

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

1. Gording

2. Kuda-kuda

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

4. Balok konstruksi dan atau pada plat lantai
(bangunan bertingkat)

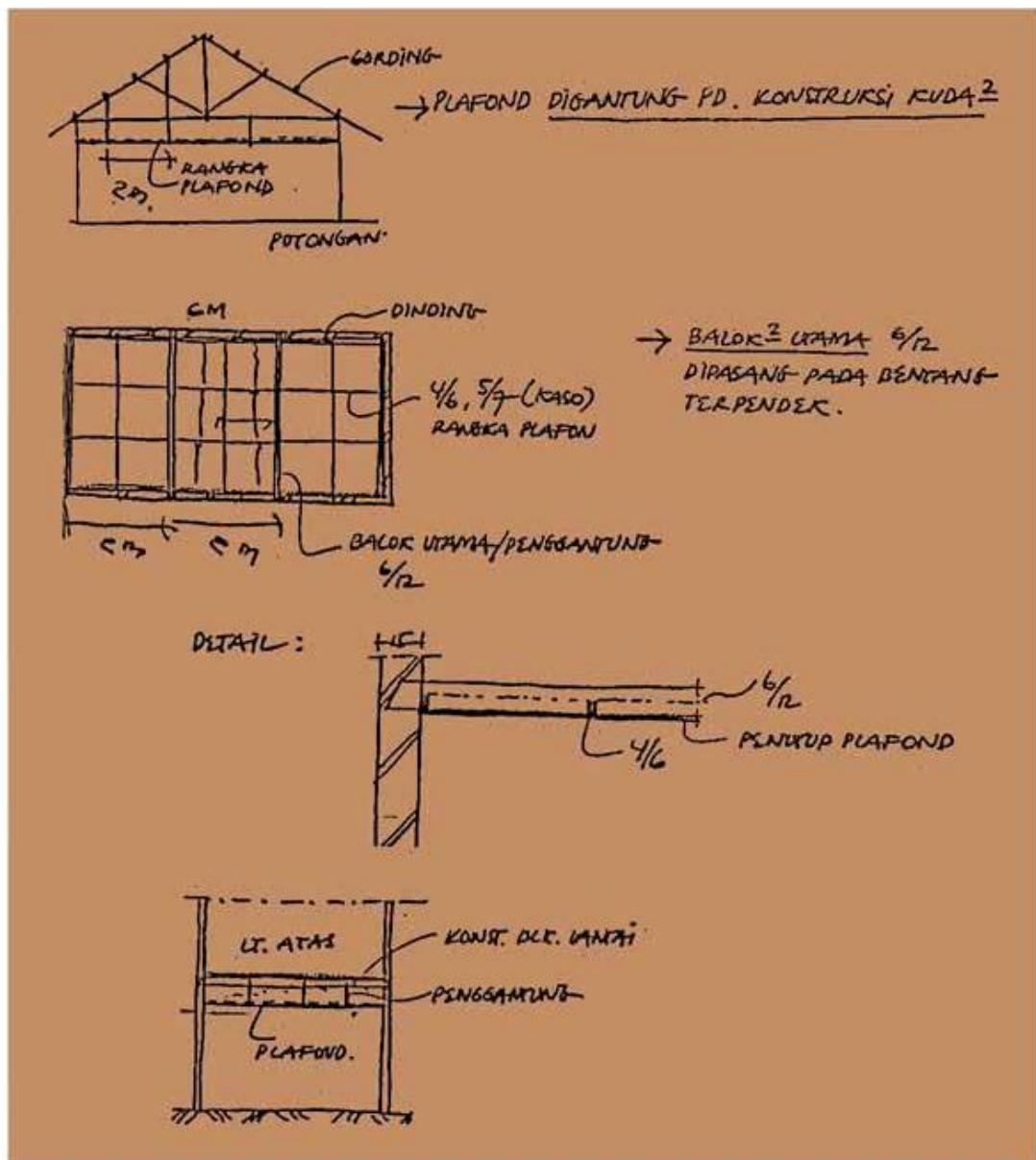
Balok pengantung dapat berupa:

1. Kayu kaso 5/7 atau 3/5

2. kawat baja

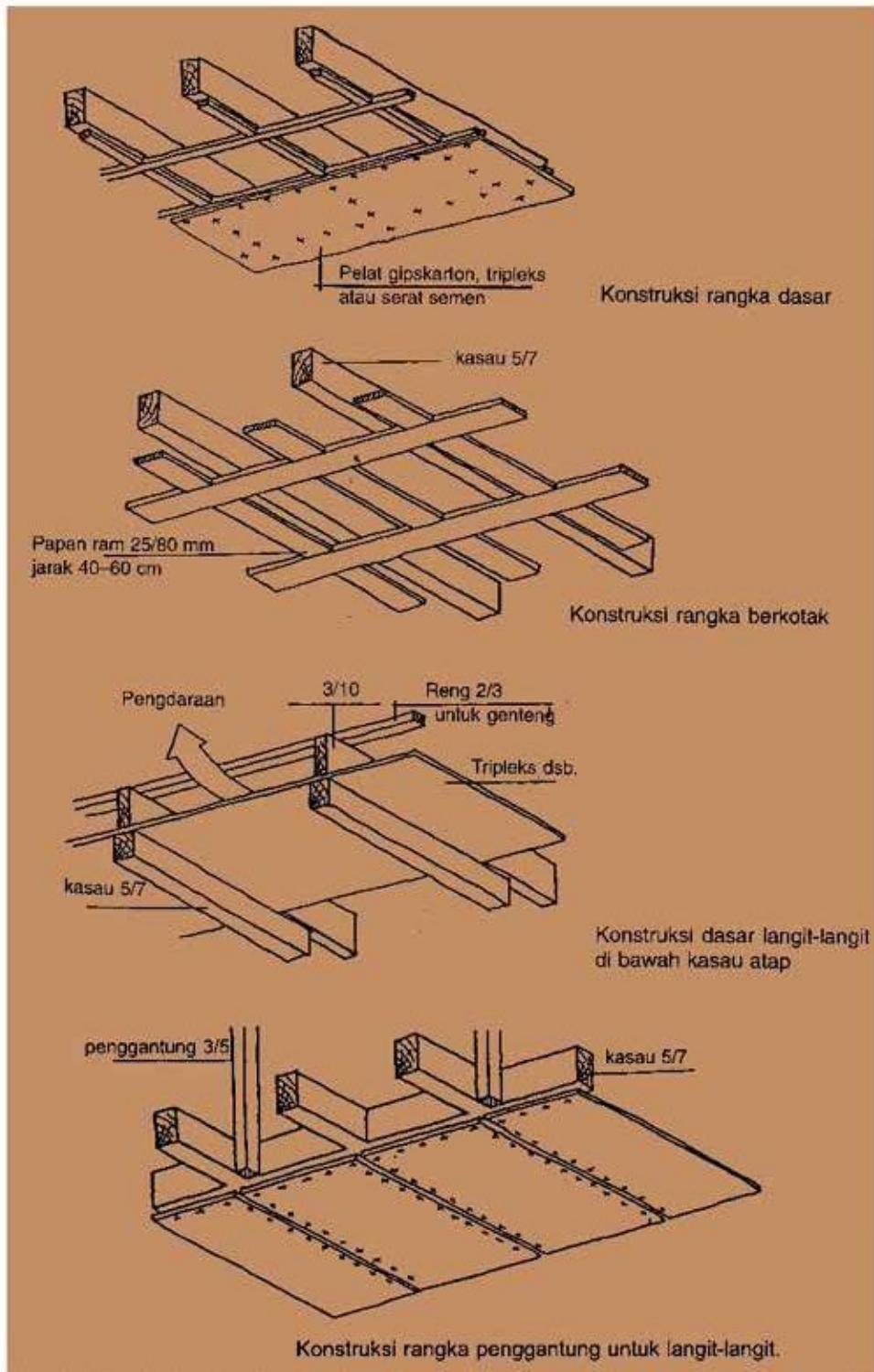
3. Profil baja/aluminium(hollow,profil L,T)

Susunan plafond 1



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

Gambar 7.30 Susunan plafond 1



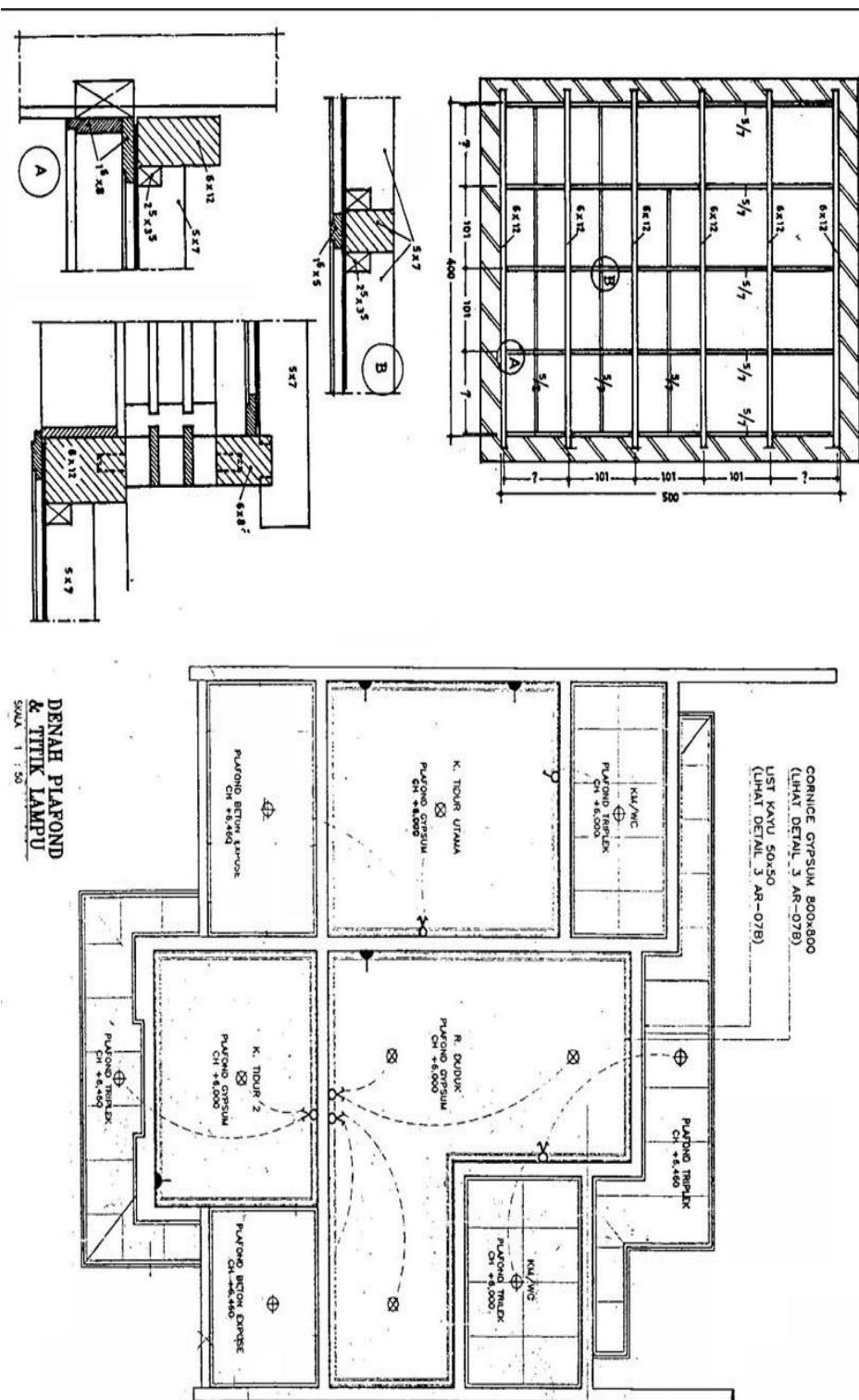
Susunan Plafond 2

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

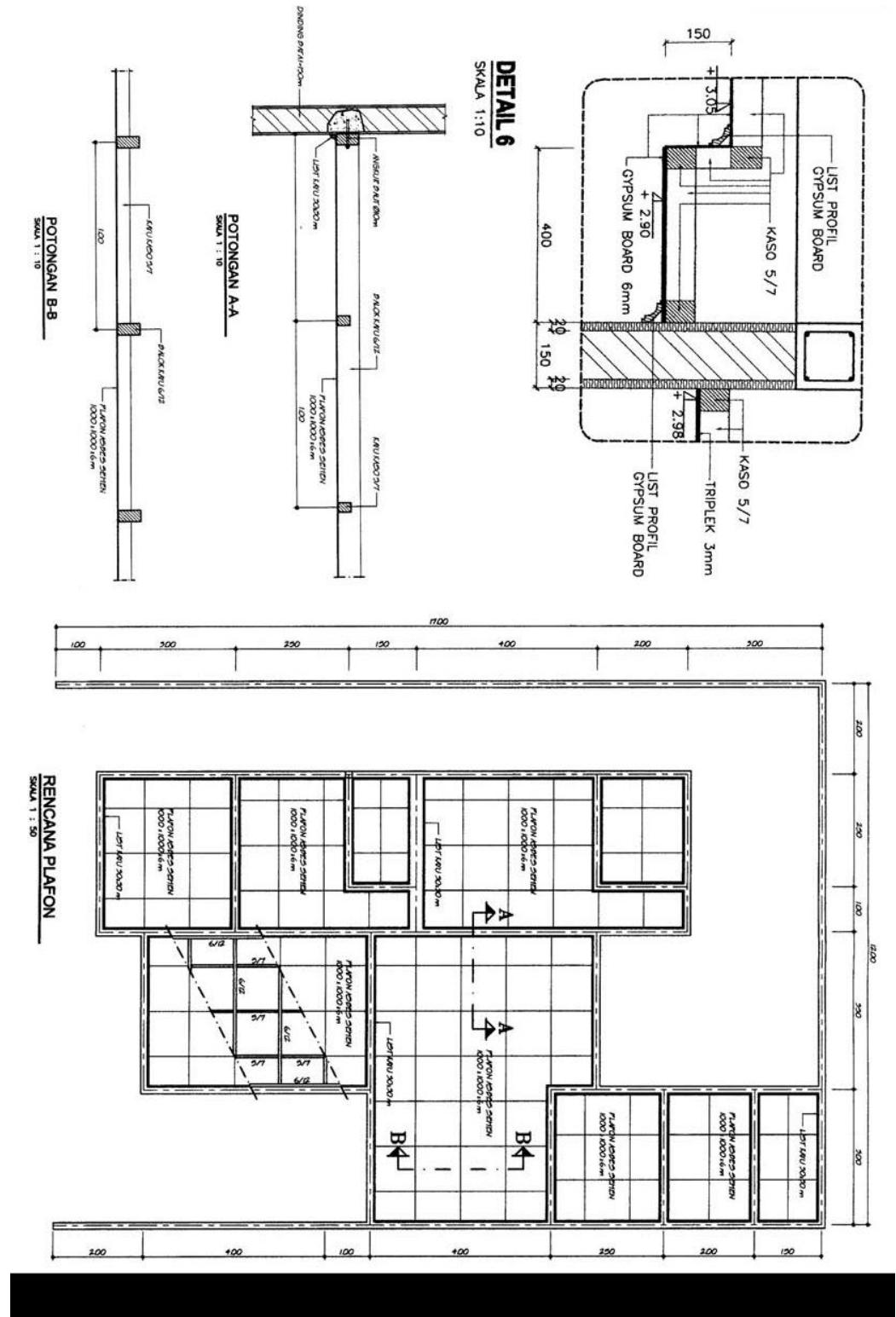
Gambar 7.31 Susunan Plafond 2

Perencanaan dan Detail Plafond

Penggambaran rencana (gambar kerja) plafond meliputi gambar rencana plafond dan detail plafond.



Gambar 7.32 Contoh gambar rencana plafond



Gambar 7.33 Gambar rencana plafond

RencanaPlafon

Dalam pembuatan rencana plafond (atau terkadang disebut sebagai rencana rangkaplafondataudenahplafond) hal-hal yang harus diperhatikan adalah:ukuranbahanyangdipergunakannya terhadapluasan ruangannya.

- 1.Untuk bahan penutup dengan tripleks, sebaiknya menggunakan ukuran dengan kelipatan 30cm agar dapat efisien dalam penggunaan bahan. Misalnya: 1.20x1.20
2. Untuk bahan penutup dengan asbes, untuk efisiensi bahan menggunakan ukuran 1.00x1.00 atau 1.00x0.50

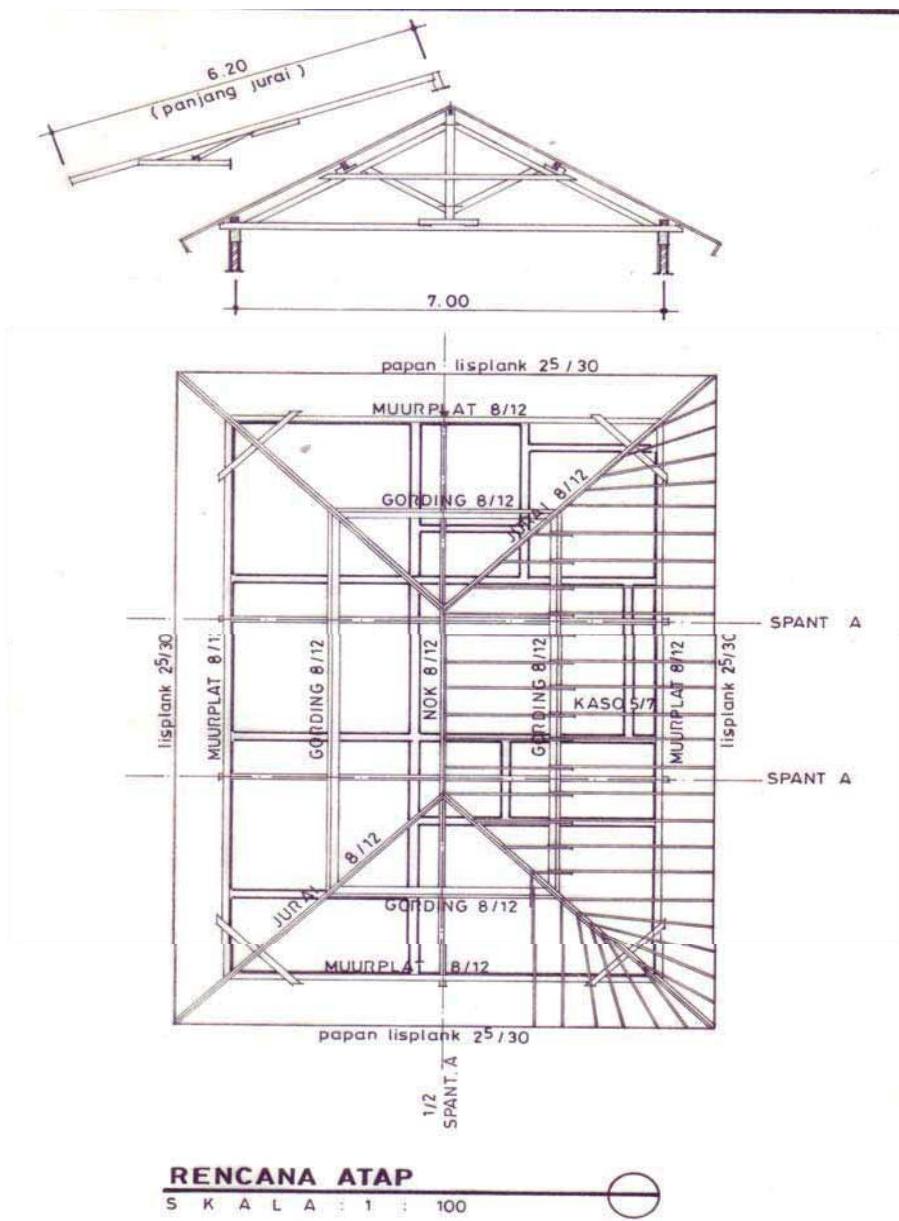
Padagambar berikut ditunjukkan contoh pembuatangambarre ncanaplafond.

Detail Plafond

GambardetailplafondmeliputipertemuanPlafonddengandinding dan plafond dengan plafond, serta dengan rangkapenggantungnya.

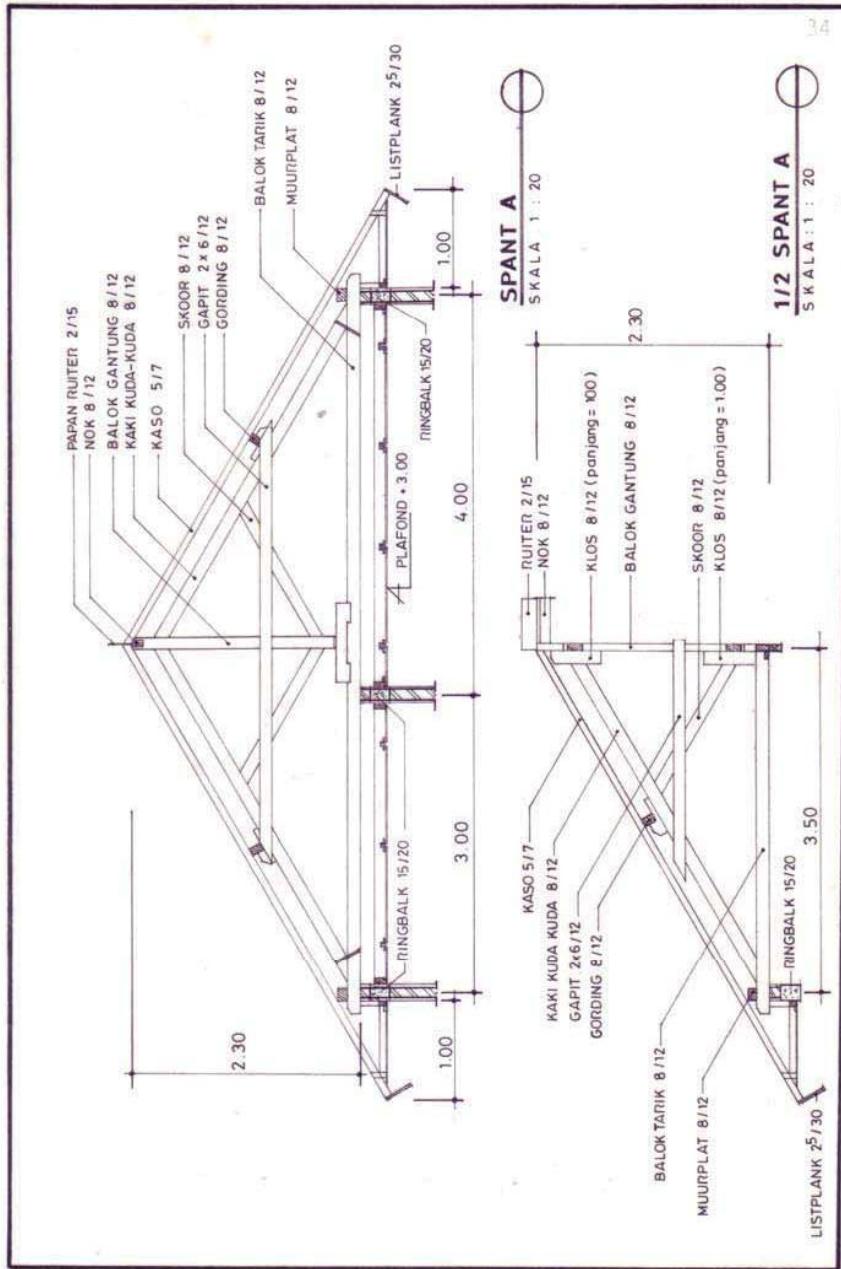
D. PENUTUP ATAP

Menggambar Denah dan Rencana Rangka atap



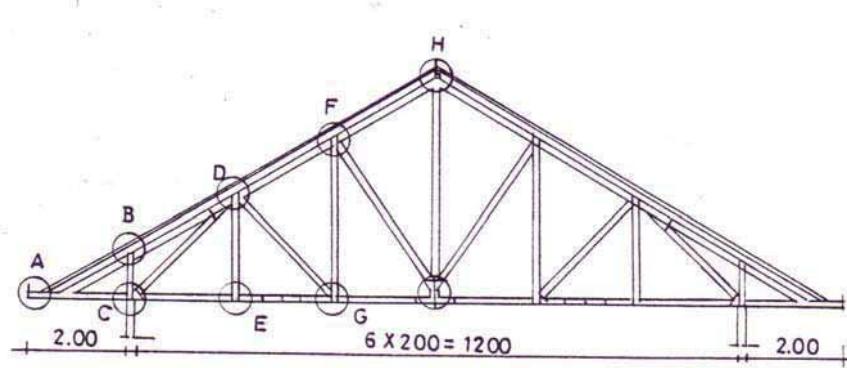
Gambar 7.34 Gambar rencana atap

Menggambar Détail Potongan Kuda-kuda dan Setengah Kuda-kuda

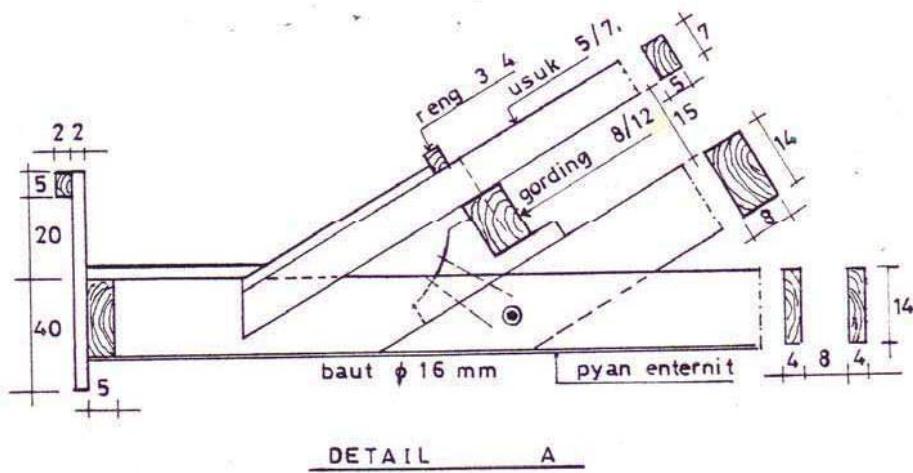


Gambar 7.35 Potongan Kuda-kuda dan Setengah Kuda-kuda

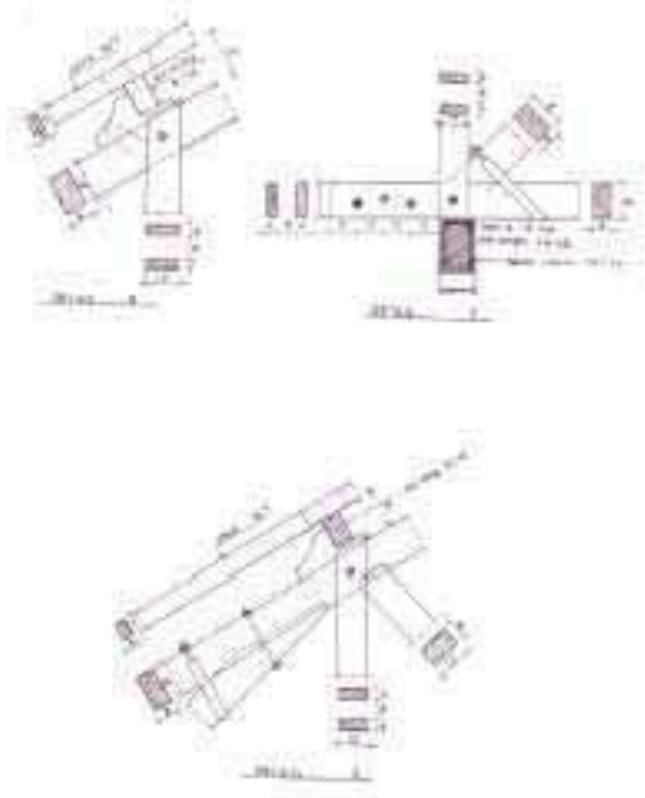
MenggambarDitailSambungan

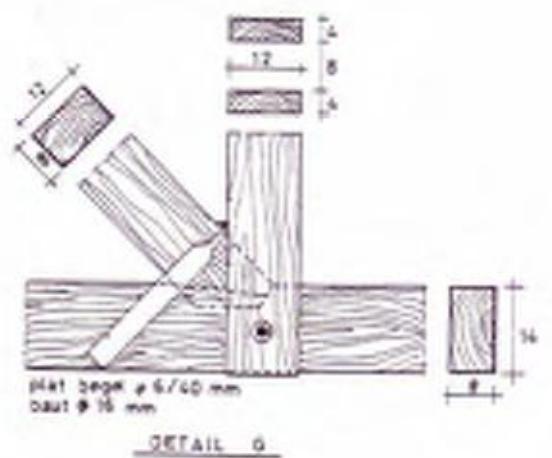
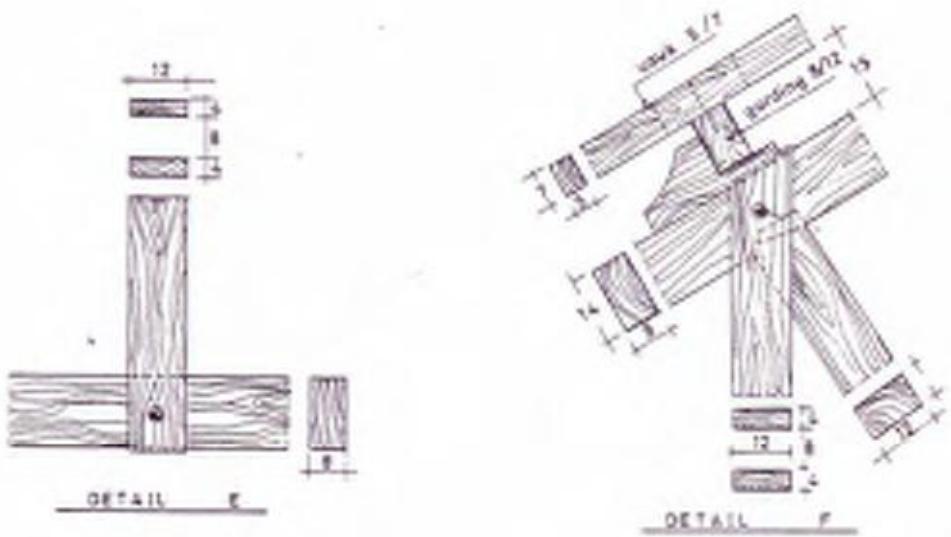


Gambar 7.36 Kuda-kuda Pelana

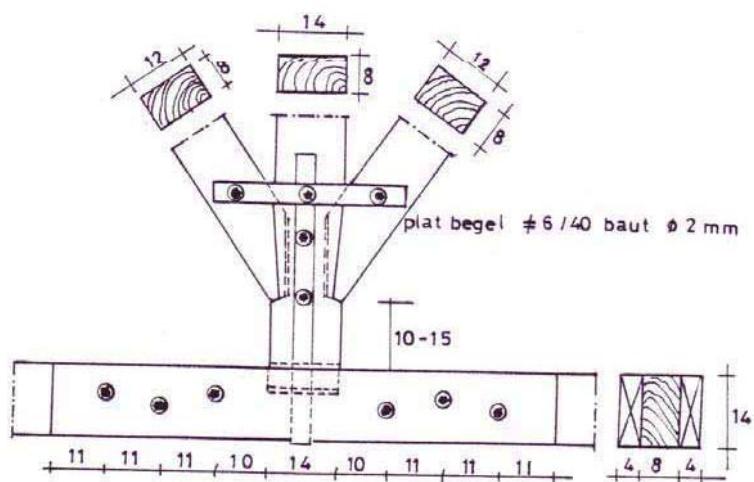
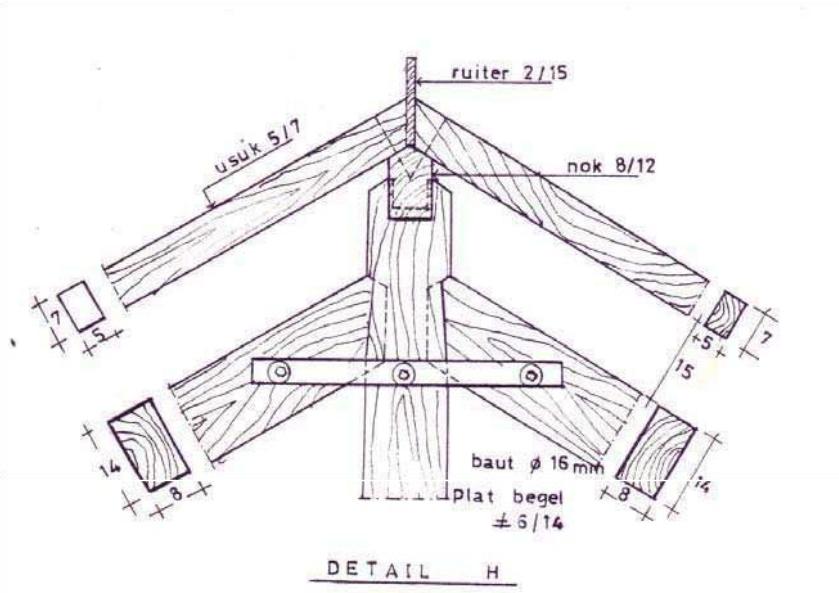


Gambar 7.37 Ditail Konstruksi Kuda-kuda

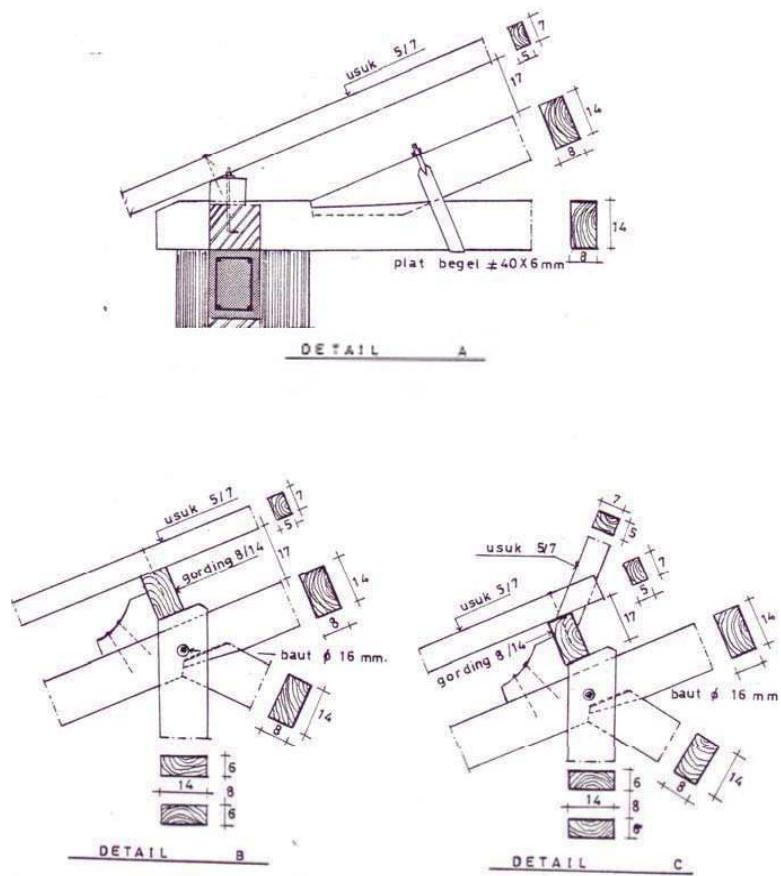




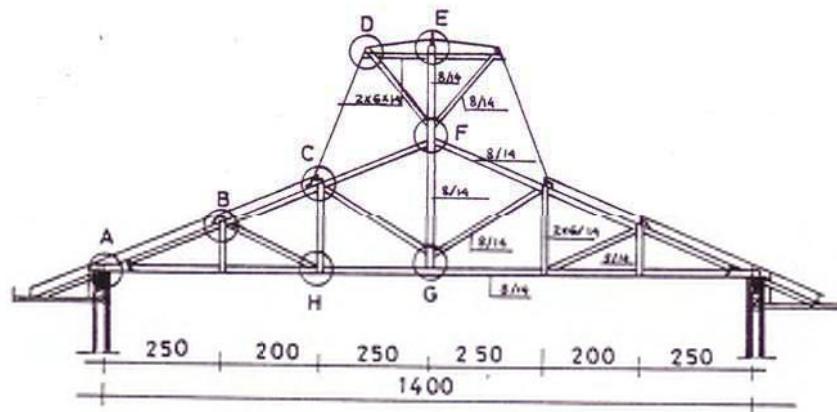
Gambar 7.39 Ditail Konstruksi Kuda-kudac



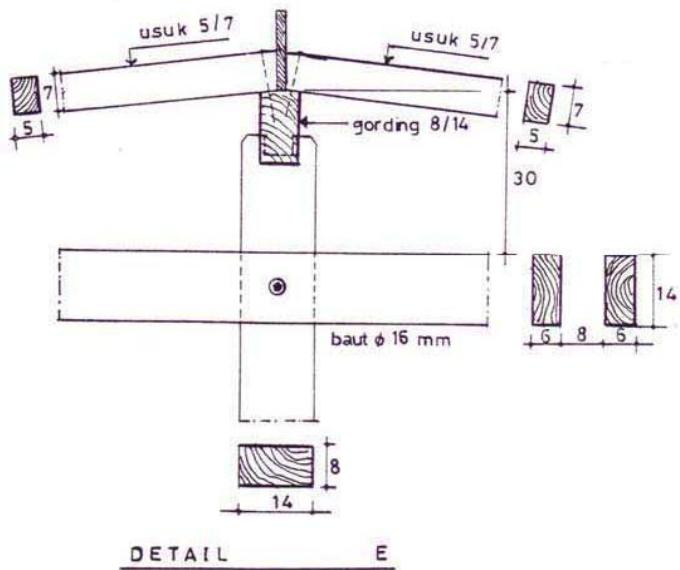
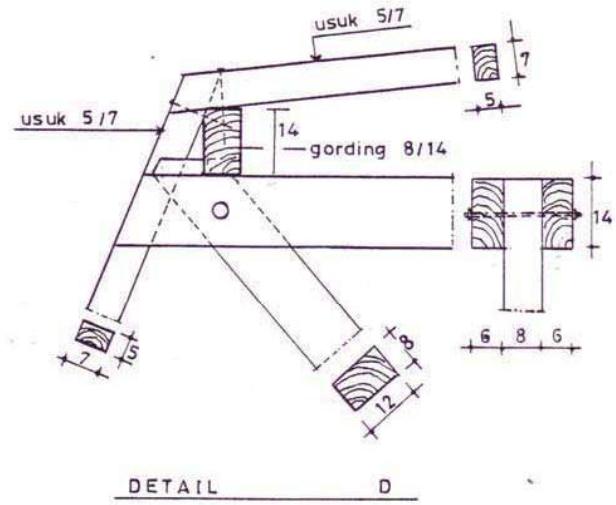
Gambar 7.40 Ditail Konstruksi Kuda-kudad



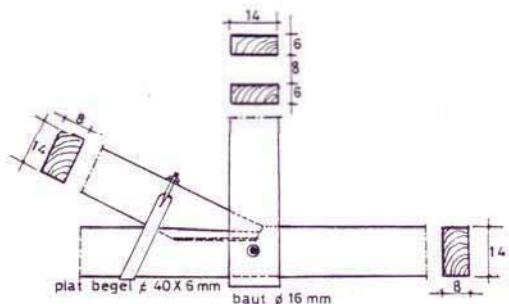
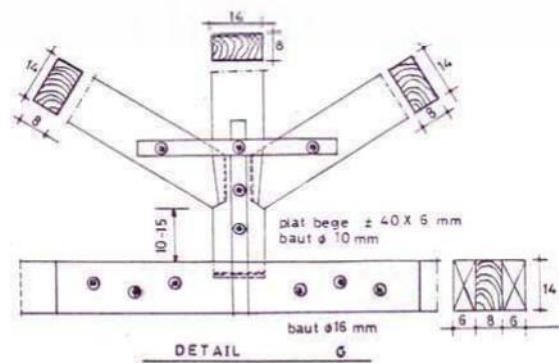
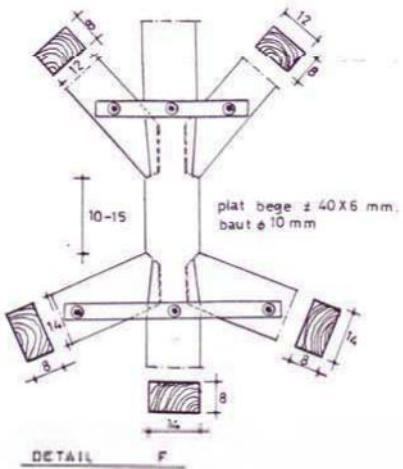
Gambar 7.41 Detail kuda-kuda



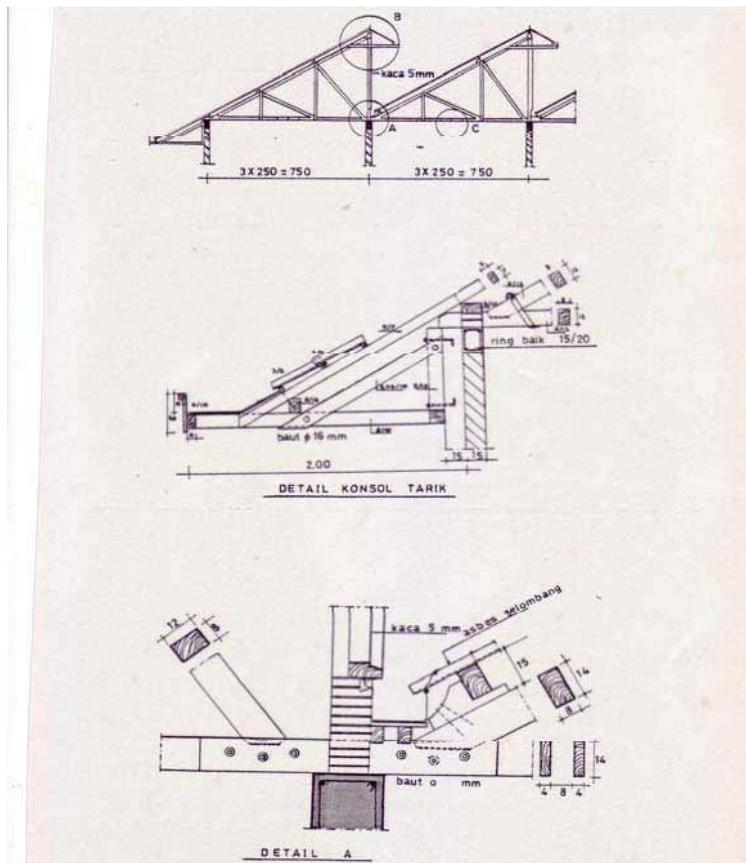
Gambar 7.42Kuda-kudaJoglo



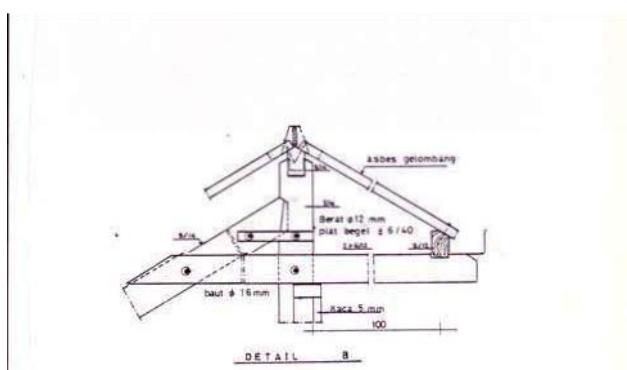
Gambar 7.43 Ditail Konstruksi Kuda-kuda Joglo

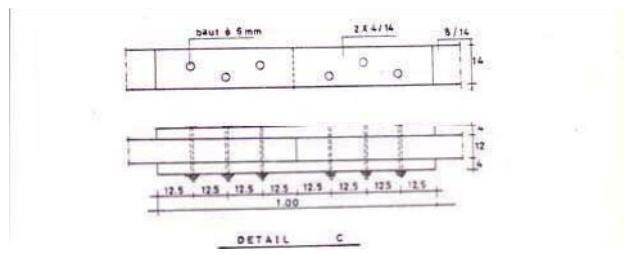


Gambar 7.44 Ditail Konstruksi Kuda-Jogloc

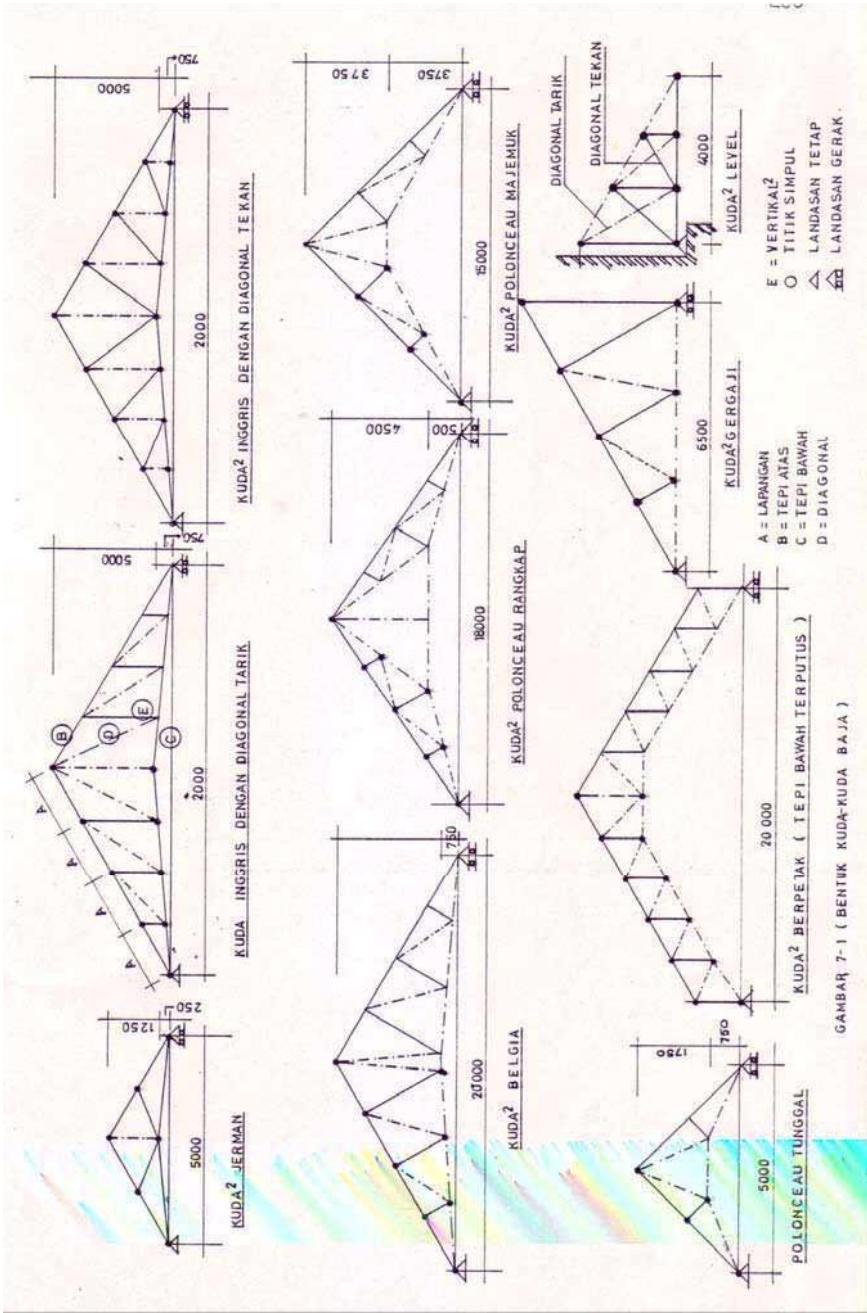


Gambar 7.45 Kuda-kuda Gergaji dan Detail





Gambar 7.46 Ditail Konstruksi Kuda-kuda Gergaji



Gambar 7.47 Macam Bentuk Kuda-kuda Baja

Menggambar Konstruksi Penutup Atap

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

Bentuk dan macamnya tergantung dari pada sejarah peradabannya serta perkembangan segi arsitektur nyamaupun teknologinya.

Besarnya kemiringan atap tergantung dari pada bahannya dipakai nyamisalnya

- Genteng biasa miring 30° - 35°
- Genteng istimewa miring 25° - 30°
- Sirap miring 25° - 40°
- Alang-alang atau umbia miring 40° miring 20 - 25°
- Seng
- 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:

- rapat air serta padat
- letaknya yang tahan mudah tergiling-guling

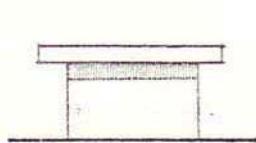
-tahanlama(awet)

-bobotringan

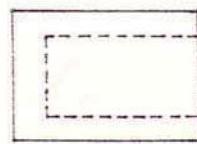
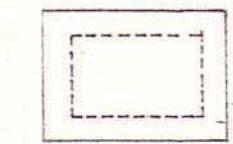
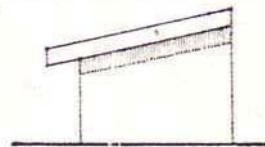
-tidakmudahterbakar

Bentuk-bentukatap:

1. Atap datar (plat dak)

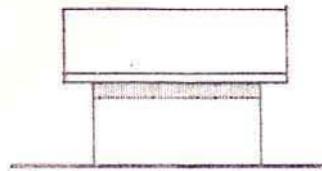


2. Atap sengkuap/sandar (lessenaar).

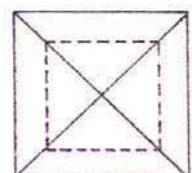
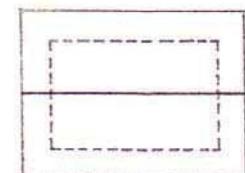
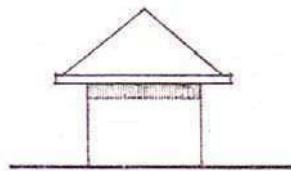


Gambar 7.48Bentukatapa

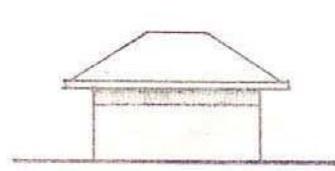
3. Atap pelana (Zadeldak)



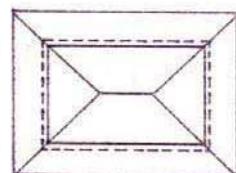
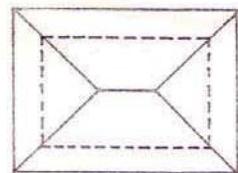
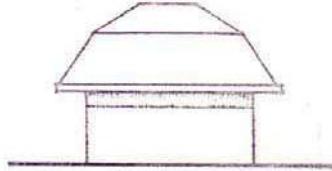
4. Atap tenda (tentdak)



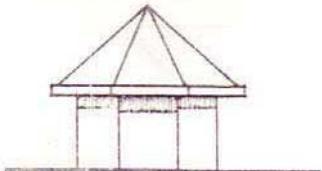
5. Atap perisai (schilddak)



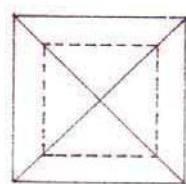
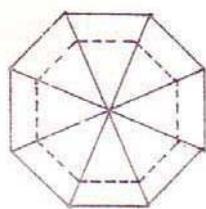
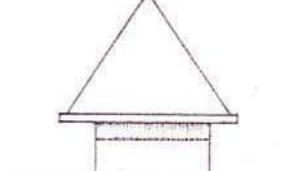
6. Atap Mansard



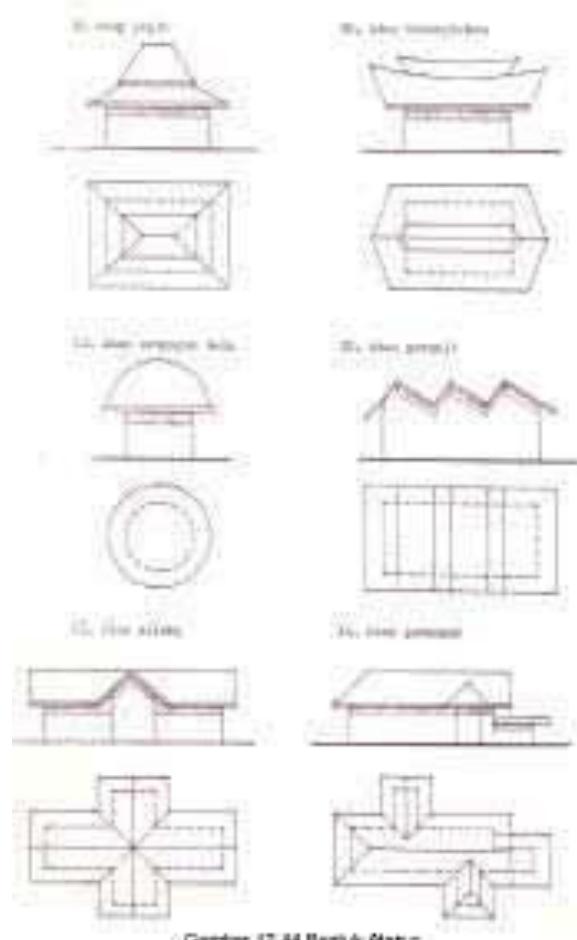
7. Atap piramida



8. Atap menara.



Gambar 7.49 Bentuk Atapb



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 tahan laku buni, panas maupun dingin disamping tidak banyak perawatannya.

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

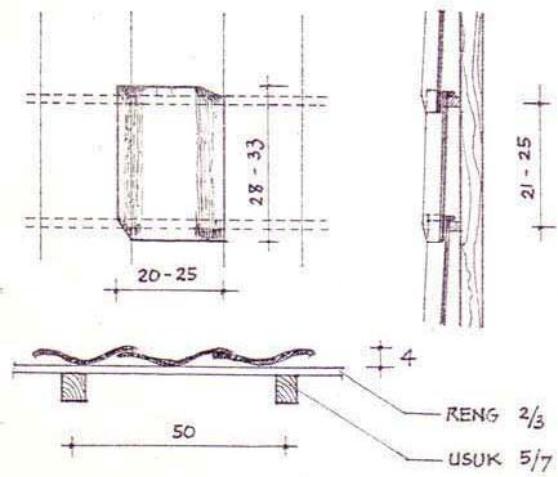
Pada sudut bawah kirinya serta sudut kanan atas dipotong serong guntuk kerapatan dalam pemasangan dan sebagai tanda batas saling tumpang tindihnya genteng.

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

Ukurangenteng

Tabel 9.1	UKURA	LUAS	JUMLA	BOBO
JENIS Biasa	20 x 28	16 x 23	28	30 kg

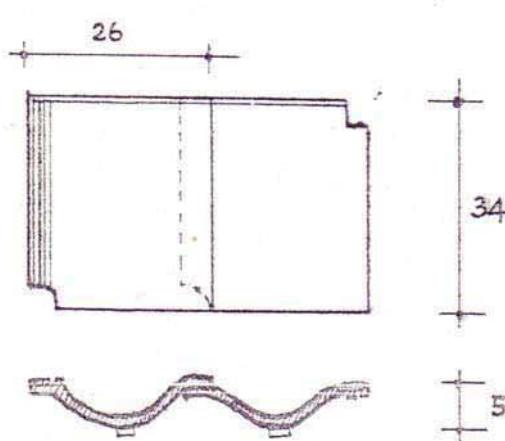
Dosen : 25 x 23 20 x 28 20 26 kg



Gambar 7.51 Genteng Biasa

Padagentengyangdisempurnakan,
gentengbiasahanyahungannyasehinggalebihrapat.

Ukurannya lebihbesardarigentengbiasa.Ukurannya
cm,luastutup $22 \times 28\text{ cm}$,tiapluas 1 m^2
buah.Jarakreng 28 cm bobot $1\text{ m}^2 38\text{ kg}$.
penampanggentengseperti
dibutuhkangenteng ± 18
ialah 26×34

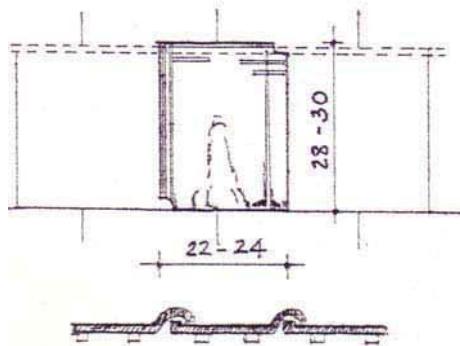


Gambar 7.52Gentengyangdisempurnakan

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 berseling-
seling seolah-olah menyilang.Jarakreng $22-25\text{ cm}$.



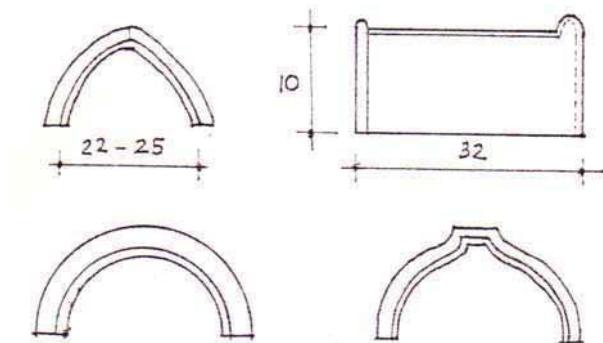
Gambar 7.53GentengSilang

GentengBubungan

Genteng bubungan sering disebut juga genteng kerpus. Genteng ini adalah yang berpenampang 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

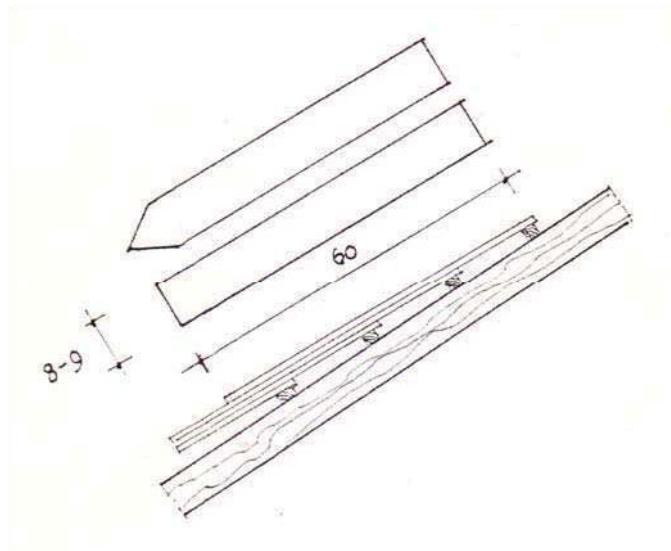
Penutup sirap dibuat dari kayu belian dari Sumatra dan Kalimantan kayu jonglen, jati. Jawatan kehutanan juga membuat sirap dari kayu jati berukuran panjang 35 cm, lebar 14,5 cm, tebal tepi atas 0,4 cm tepi bawah 2 cm, bobot 28 kg/m^2 . Sirap ini tidak baik karena mudah membilut dan cekung.

Sedangkan untuk ukuran sirap dari kayu belian, onglenialah lebar 9 cm, panjang 60 cm, tebal 4–5 mm.

Pemasangannya diatas reng dengan paku kecil jarak reng-reng lebih kecil dari 1/3 panjang sirap. Per letakannya harus sedemikian sehingga dimana-mana terbentuk 3 lapis ataupada/di atas reng terdapat 4 lapis. Dengan tansirap yang satu harus menggeser setengah lebar sirap daridari bawahnya.

Warna sirap coklat kemudian berubah menjadi tua, lambat laun menjadi hitam, dalam jangka waktu 30–40 tahun.

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



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 didalam ruangan tak terasa panas dan juga sebaliknya bisa udara diluar

dingin didalam tidak teras dingin, dan dapat mengisolasi bunyi dengan baik, tanpa terhadap pengaruh cuaca.

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 tipe semen asbes gelombang.

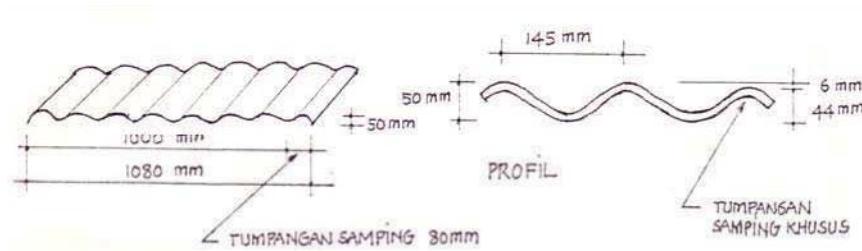
Ukurannya adalah sebagai berikut:

- ukuran panjang standart
300, 2.700, 2.400, 2.100, 1.800 mm
- Panjang yang dibuat atas pesanan
1.500, 1.200, 1.000 mm
- Lebar efektif 1.000 mm
- Lebar keseluruhan 1080 mm
- Tebal
6 mm
- Jarak gelombang
145 mm
- Tumpangan samping
80 mm
- Tinggi gelombang
50 mm

Berat rata-rata:

- Lembaran pada kelembaban normal 13 kg/m

- Lembaran yang dijenuhkan 15,5 kg/m



Gambar 7.56 Atap Semen Asbes gelombang

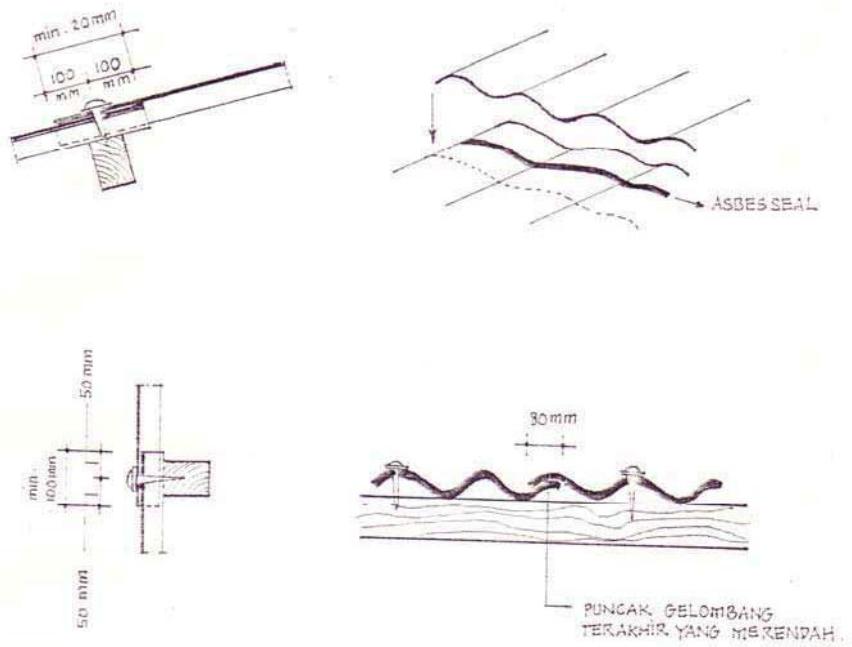
Semua lubang untuk pemasangan pakupancing atau sekrup harus dibordeng dengan bantalan atau bormesin.

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

Untuk penutup dinding tumpangan akhir 100 mm.

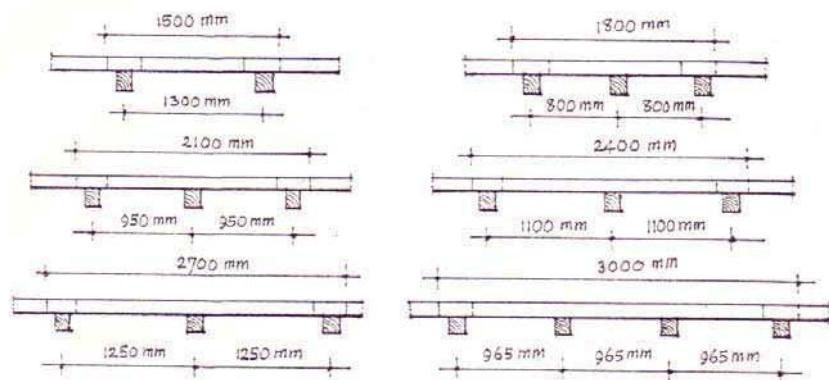
Semuanya tumpangan akhir harus terletak di atas gording atau kayu dan pakupancing/sekrup terletak pada astumpangan.

Sedangkantumpangansamping 80mm(1 gelombang).

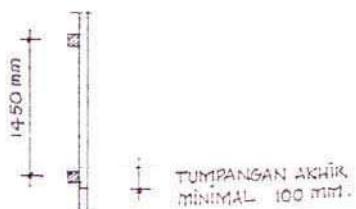


Gambar 7.57 Ditail Atap Semen Asbes gelombang

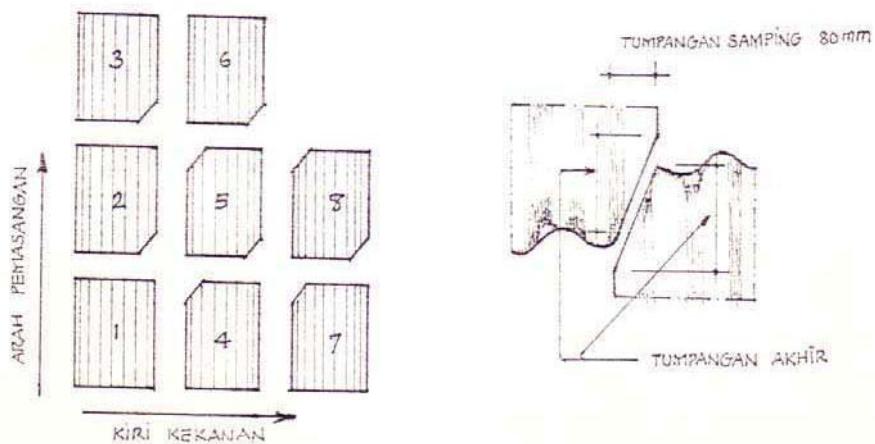
Jarak maksimum taraf gording dengan gording 1250 mm, tetapi jarak yang sebenarnya tergantung panjang lembar dan tumpangan akhir yang dikehendaki.



UNTUK JARAK RANGKA PADA DINDING MAXIMUM 1450 mm



SKEMA ARAH PEMASANGAN.

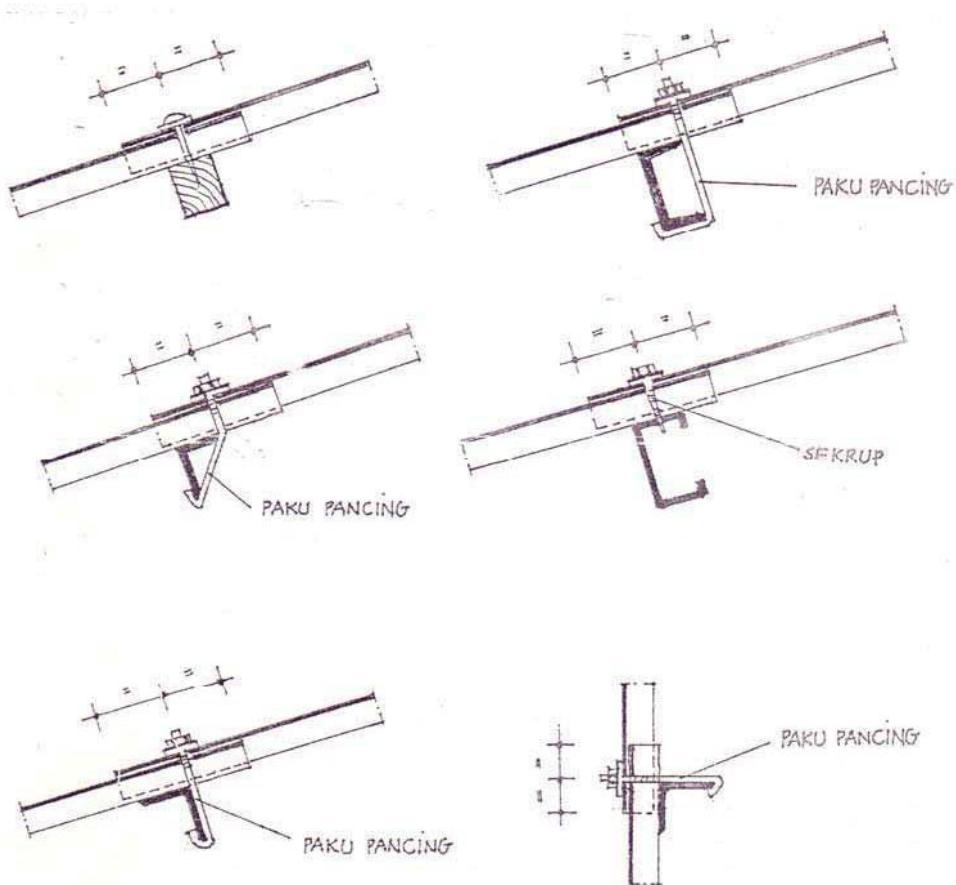


Gambar 7.58 Pemasangan Gording

Pemasangan pada gording kayuuntuk lembaran yang tidak rangkapdigunakankansekrupgalvanisir90x6mmdenganringmetalyangdigalvanisir berbentuksegiempatjugaringkaret.Bilalembaran rangkapdigunakan sekrup100x6mmdenganringmetaldanring karetsebaiknyaringkaretdisekatdenganasbesseal.

Pada waktu pengeboran lubang untuk pemasangan sekrup lebih besar2mmdaripadadiametersekrup.

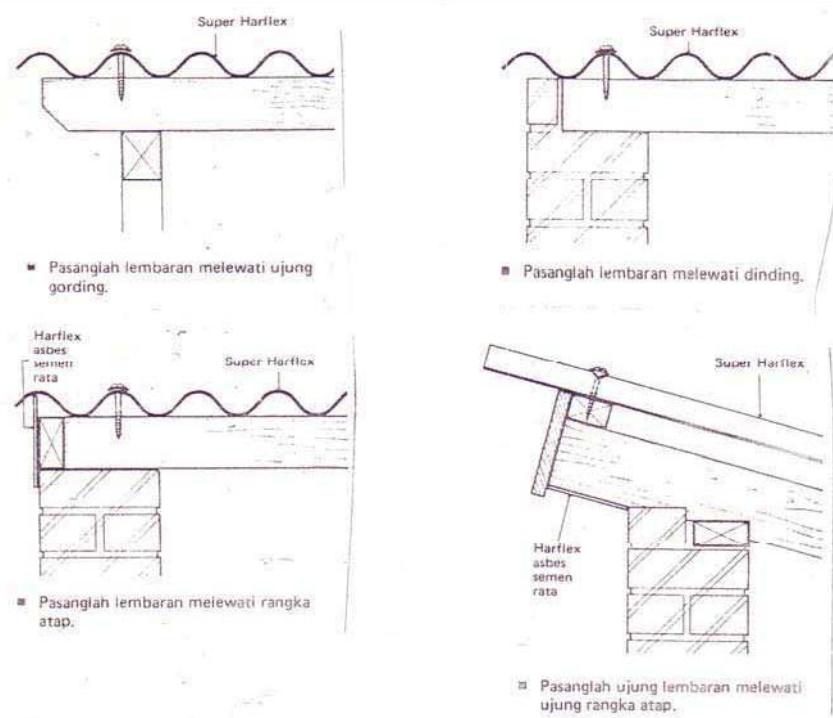
Pemasanganpadagordingbesimenggunakan pakupancing diameter6mm.Panjangpakupancing90mmlebihpanjangdaripada tingginya profilgordingdanpanjangulirminimum 40mmuntuk menerimaingdanmur.Disampingitujugaharusmenggunakan ring metalsegiempatyangdigalvanisirdenganringkaretdanasbesseal.



Gambar 7.59 Pemasangan Paku Pancin

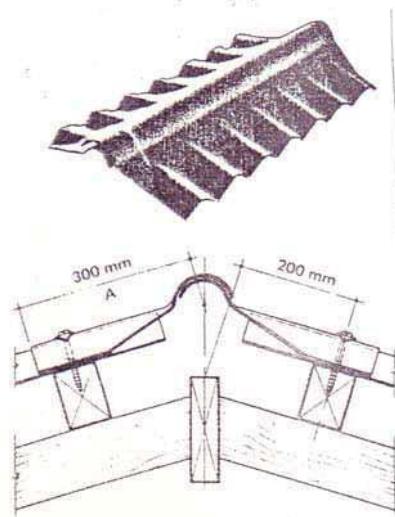
DETAIL-DETAIL ATAP SEDERHANA

Detail disini dibuat agar dalam pembuatannya dapat lebih menghemat.



Gambar 7.60Ditail–detailatapsederhana

NOKSTELGELOMBANG



Gambar 7.61NokStelGelombang

Nokinidapatdisetelcocokuntuksemuaatapdengankemiringan palingbesarsampai 30° .

Jangandipakaiuntukjuraipadaatappiramida.

Panjangefektif.....1.000mm

Lebarsayap..... 300mm

Tebal..... 6 mm

CARA PEMASANGANNYA

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

- Padatumpangannoktakperludipotong(mitrecut).
 - Roldalamharusterpasangbaik,sebelumrolluar.
 - Kencangkansekrupmelaluipuncakgelombangke2 dan6.

NOKSTELRATA

Nokinidapatdistelsudutnya dengansayapyangratacocokuntuk semuaatpdengankemiringansampai 30° . Sangatcocokuntuk juraipadaatappiramida.

Panjangefektif.....1000mm
Lebarsayap.....225mm
Tebal..... 6 mm

Carapemasanganmodelnokiniharusdisekatdengan adukan semen dan pasir, pada jarak 50 mm dari tepi sayap rata nok. Pasang dahulu roll dalam baik-baik baru lalu kencangkan sekrup melalui puncak gelombang ke 2 dan kelembaran atas.

NOKPATENTGELOMBANGHanyaada

persediaan pada sudut 10° dan 15° untuk yang lain harus pesan. Tidak cocok untuk juri jika pada atas piramida.

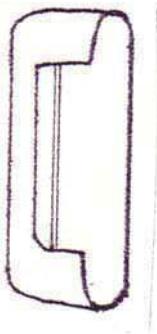
Panjangefektif.....1000mm
Lebarsayap.....300mm
Tebal..... 6 mm

Carapemasangannya, bahwapadagelombang-gelombang lembaranataappadakeduabelahanharustepatpadasatujalur.

Barisatasharusdimitrecutdalamhubungannyadengannokpatent gelombang. Selanjutnya seperti pada nok yang lain pemasangannya.Nok gergajiiniidapatdisteldengansayapgelombang,sayapvertikal ratadanpenutup ujung.Inidapatdipakaiuntukatapgigergaji kemiringanterbesar 30° .Pemakaianiniataspesanan.

- Panjangefektifsayapbergelombang.....1000mm
- Panjangefektifsayaprata.....1700mm
- Lebarsayapbergelombang.....,300mm
- Lebarsayaprata.....300– 450mm
- Tebal.....6mm

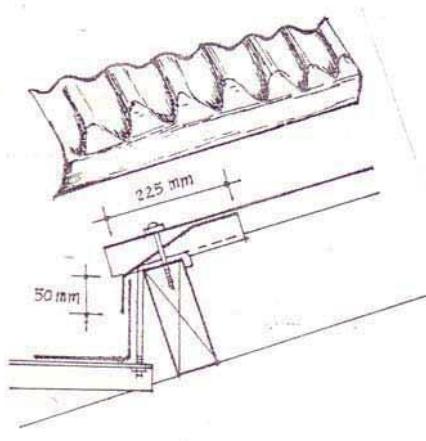
Memasangnyaharus dari sayap yang bergelombang dan harus diskrupkegordingpalingsedikit3 buahperlembar.



Gambar 7.62PenutupUjungGergaji

Penutupujunggergajiini dibuat disesuaikan terhadap panjangnya sayapratadarinok gigigerigi. Dan harus melalui pesanan.

PENUTUP SALURAN BERGELOMBANG(atas pesanan)



Gambar 7.63PenutupSaluranBergelombang

Suatupenutupyangmenghubungkandanujungbawahlembaranatapdengantalangyangberfungsijugauntukmencegahmasuknyaburungkekolongata.

Panjangefektif.....1000mm

Lebarsayap.....225mm

Dalam.....50mm

Tebal..... 6 mm

Pemasangan

Letaknyapenutupsalurandibawahderetanatapsehinggalidahmenyentuhbagiandalamdindingtalang.

Inikhususantarasdut 10° dan 15° yanglainharuspesan.

Panjangefektif.....1000mm

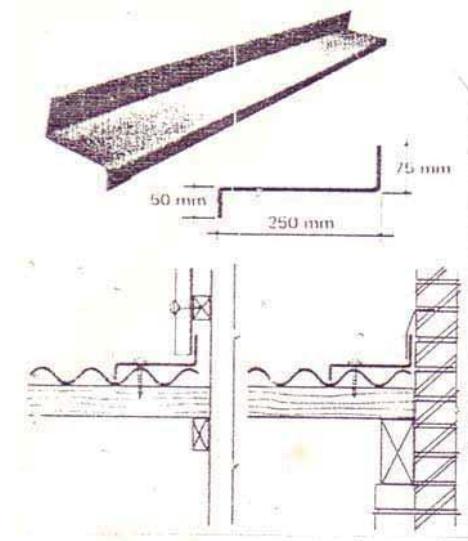
Lebarsayap.....225mm

Lebarsayaprata.....100mm

Tebal..... 6 mm

Pemasangan:

- Sekrup dipasang melalui puncak gelombang ke 2 dan ke 6
- Sambungan pada penutup jung mundur 1 gelombang untuk menghindari penumpukan ketebalan lembaran.



Gambar 7.64PenutupSisi

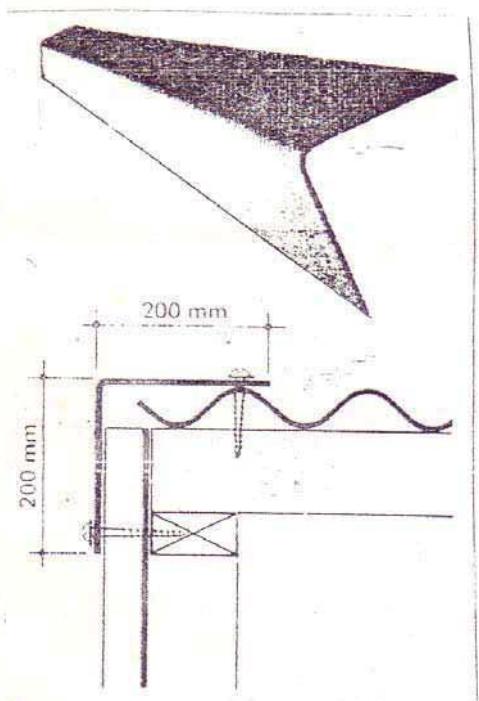
Ini digunakan sebagai penghubung dinding vertikal dengan lembaran ataupap yangarah puncak gelombangnya sejajar dengan dinding vertikal.(atas pesanan).

Panjang efektif.....2400mm Ukuran luas

.....75x250x50mm

Tebal..... 6 mm

Bilasi siyang 50mm tak dapat menyentuh gelombang(lekuk)ataup misalnya mengganggu lebih baik dipotong/dikurangi.



Gambar 7.65 LisplangSiku-siku

Lisplang untuk penghubung sudut tap dan dinding.

Panjang efektif 2400mm

Sayaprata 200x200mm

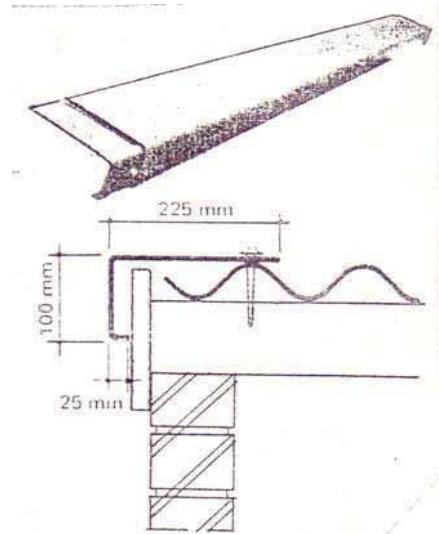
Tebal 250x250mm

Tebal 6 mm

Penekrulan lihat gambar.

Sekatlah setiap tumpang dan engan asbes seal.

LISPLANGLENGKUNG(ataspesanan)



Gambar 7.66LisplangLengkung

Panjangefektif..... 2400mm

Ukuranbagian 225x 100x 25mm

Tebal.....4 mm

Penyekapanlihatgambar.

Sekatlahsetiaptumpangandenganasbesseal.

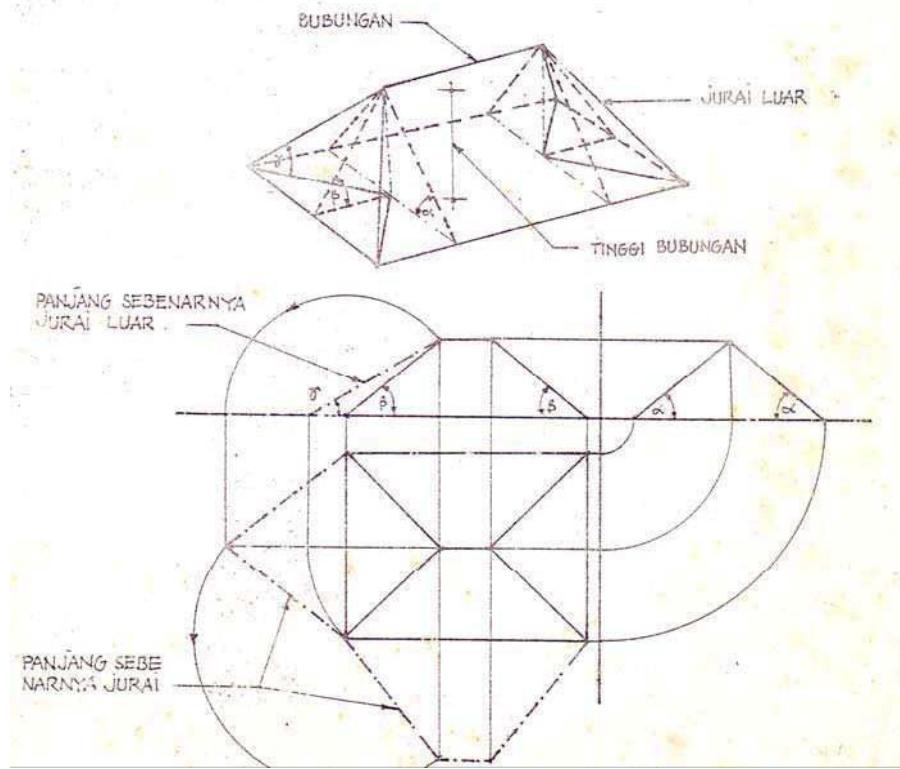
Pada saat perpisai, pertemuan antara bidang yang merupakan garis miring menyudut disebut jurai (bubungan miring).

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

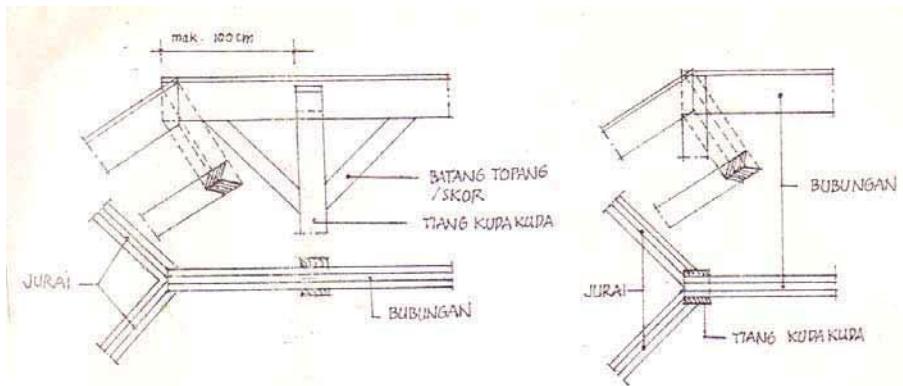
Apabila kita melihat suatu tugas barat tampak atas dasar itu rencana, atau, maka panjang jurai luar atau pada dalam belum merupakan suatu garis atau panjang yang sebenarnya di sini sangat penting sekali, untuk mempersiapkan yang diperlukan untuk jurai tersebut.

Untuk mencari panjang sebenarnya dari lokasi jurai pada prinsipnya digunakan dengan cara rebahan atau pun putaran seperti dalam pelajaran “ilmu proyeksi”.

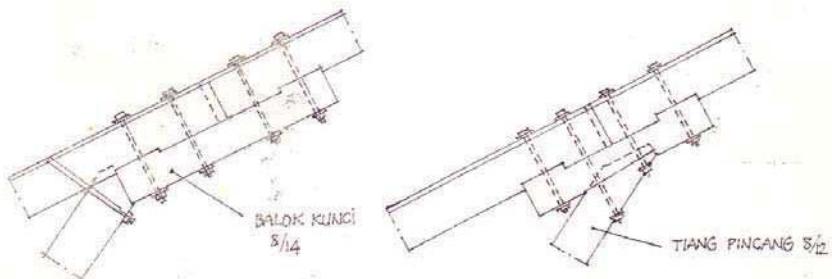
Secara kematis dapat dilihat pada gambar bawah ini:



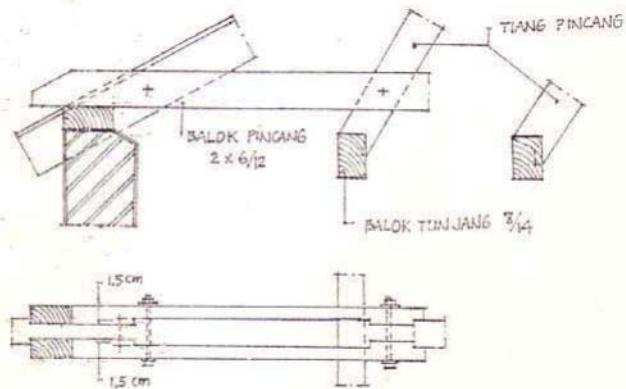
Gambar 7.67 Proyeksi Balok Jurai



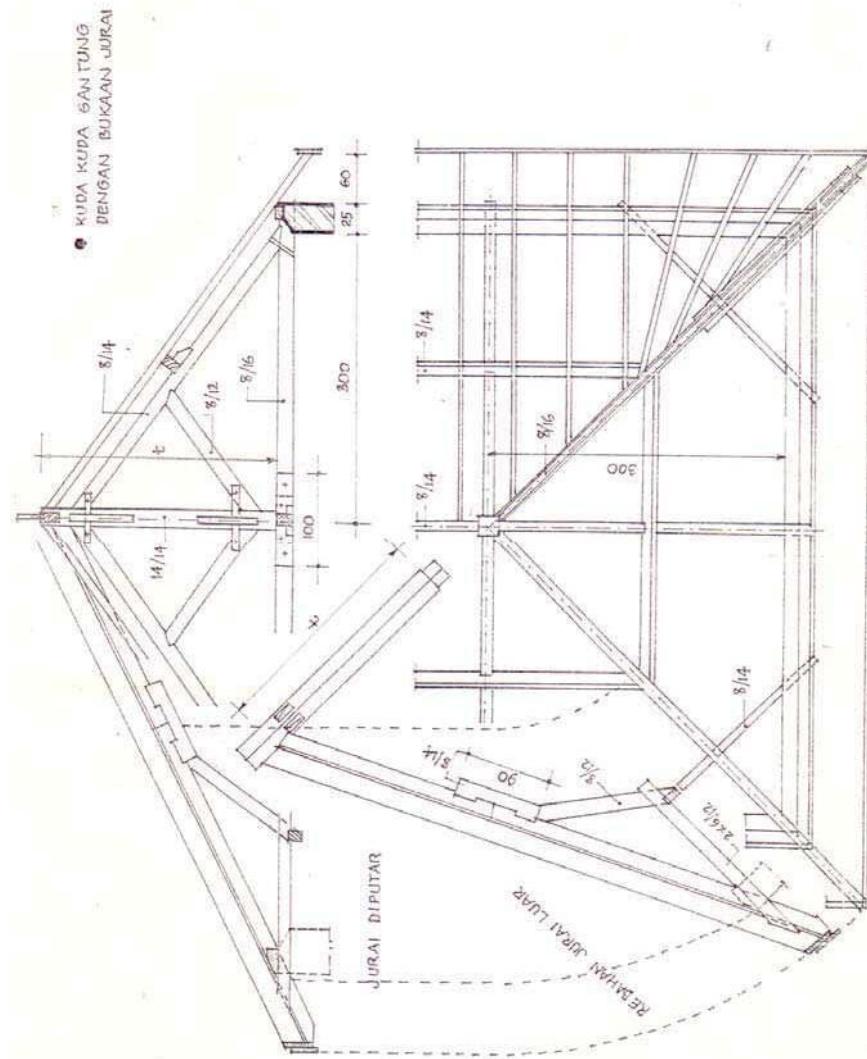
HUBUNGAN JURAI DENGAN BUBUNGAN DAN TIANG KUDA-KUDA



SAMBUNGAN PANJANG JURAI



Gambar 7.68 Hubungan dan Sambungan pada Jurai



Gambar 7.69 Kuda-Kuda Gantung Dengan Bukaan Jurai

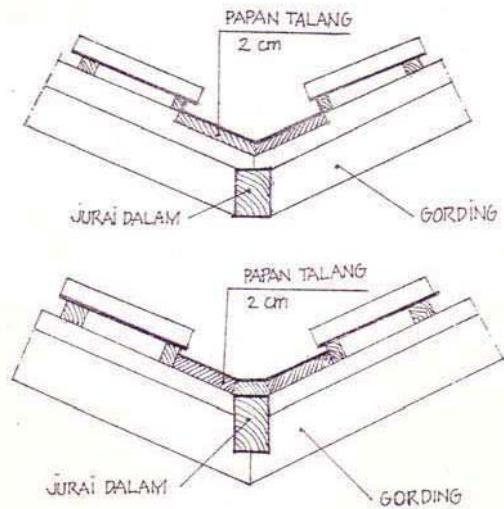
JURAIDALAM

Juraidalamkeadaannya berlawanandenganjurailuar.Padajurai luarairmengalirdarijurainya(meninggalkan)tetapipadajurai dalamairjustrumengalir kejurainyauntukitulahpadajuraidalam harusdipasangitalang.

Konstruksi jurai dalam prinsipnya sama dengan jurai luar. Pemasanganbalokdiagonal(balokpincang)agaksulitsebabuntuk mendapattumpuankeduaujungbalokpincangtidakmudah, jalan satu-satunya disunatkan/dihubungkan dengan balok atap yang terdekat.Sedanguntuk menghindarikesulitanpertemuanantara kuda-kudadanbagianbawahbalokjuraidalam,makaletakkuda- kudadigeser20– 25cmdarisuduttembok.

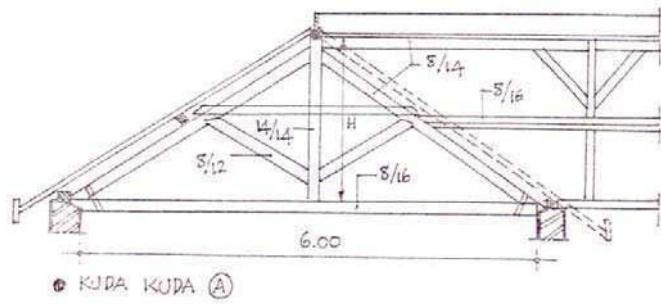
Pada jurai dalam bobot penutup atap menekan gording-gording sertaberusahauntukmemisahkan,makadisiniperluttumpuanuntuk mencegahhaltersebut.Padaujunggordingdibuatkanpernpendek 1–1,5cmsetebalgordingdanlebarnya $\frac{1}{2}$ lebar gording,keduasisi sampingjuraidibuatkanberbentuk jajarangenjang,pen menyesuaikanbentukini.

Diatasbalokjuraidalamdipasangpapantebal2cmuntukalasseng yangpadakeduasisinyadibatasireng.Sengbiasadigunakan ialah jenisBWG32.Papantalangdapatdipasangpadatitikusukatau rataataupundiatususukataupundiatususuktanpatakik.

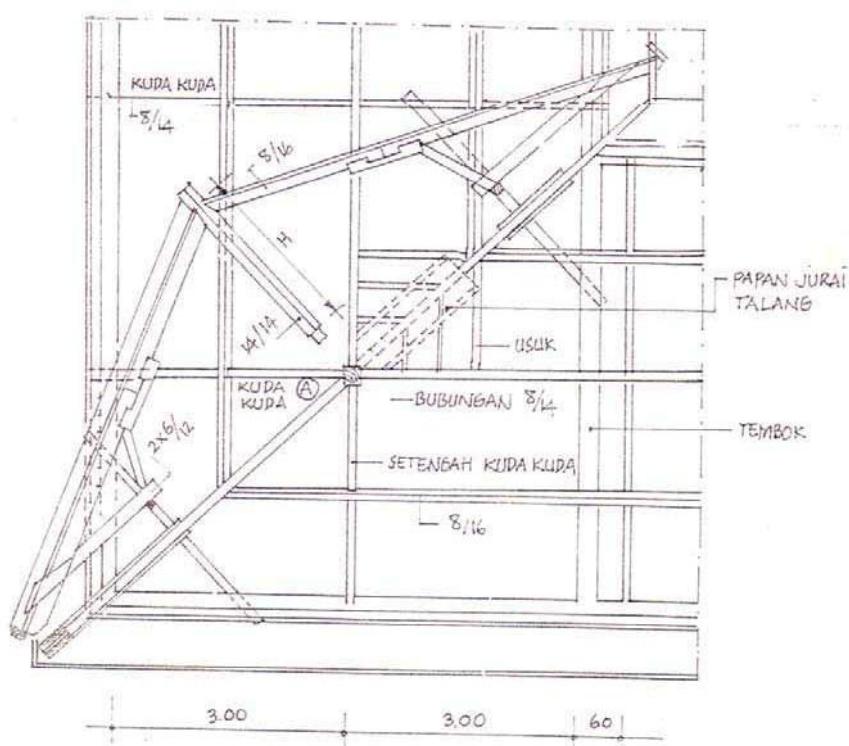


Gambar 7.70 Perletakan Jurai Dalam, Papan Talang dan Gording

© KUDA KUDA DENGAN JURAI LUAR DAN DALAM

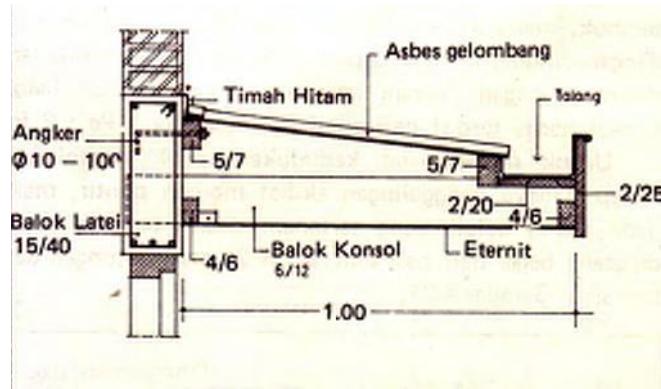


© KUDA KUDA A



Gambar 7.71 Denah Perletakan Kuda-Kuda

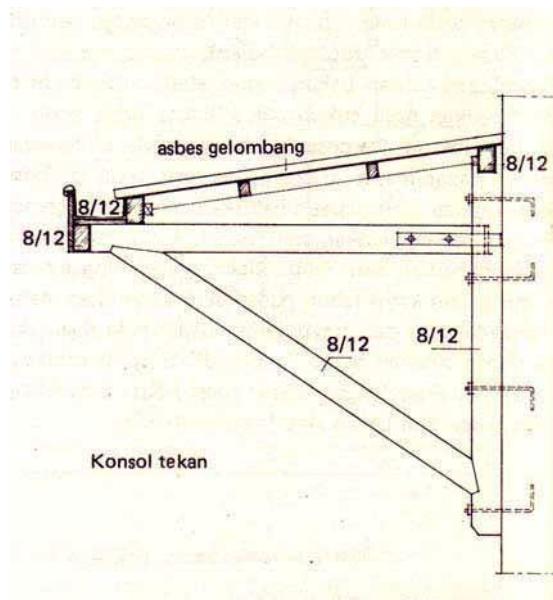
Menggambar Konstruksi Talang Horisontal



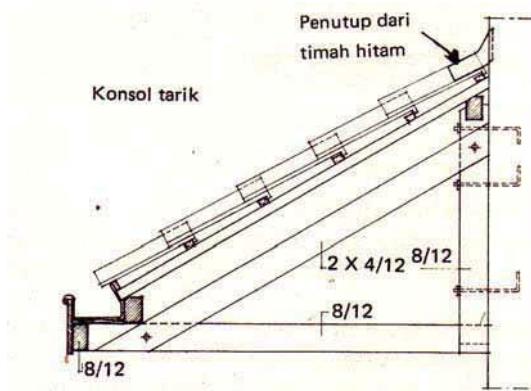
Gambar 7. 72 Konstruksi Talang Horisontal A

Yang perlumendapatkan perhatiandalam pembuatantalang horisontaladalahbanyaknya air yang dapat ditampung sementara sebelum dialirkankanesuranmelalui talang vertikal.

Kala terjadididakdapatmenampung volumeairakan mengakibatkan pelimpahan air kedalam bangunan.

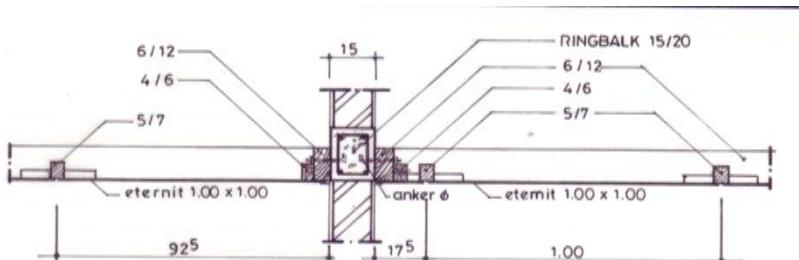


Gambar 7.73 Konstruksi Talang Horisontal B



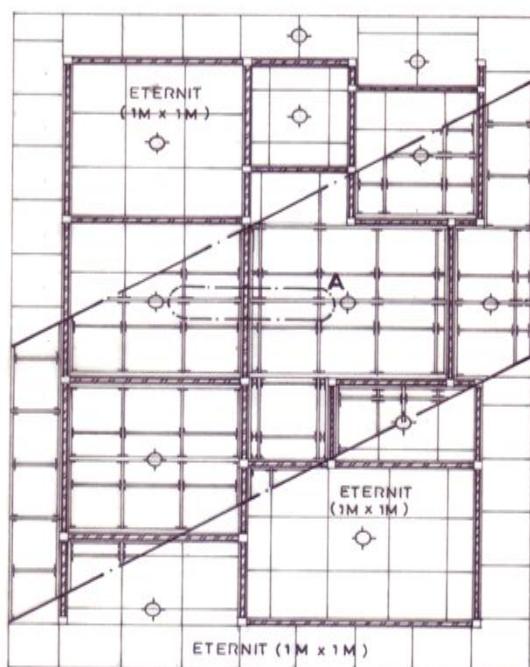
Gambar 7.74 Konstruksi Talang Horisontal C

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

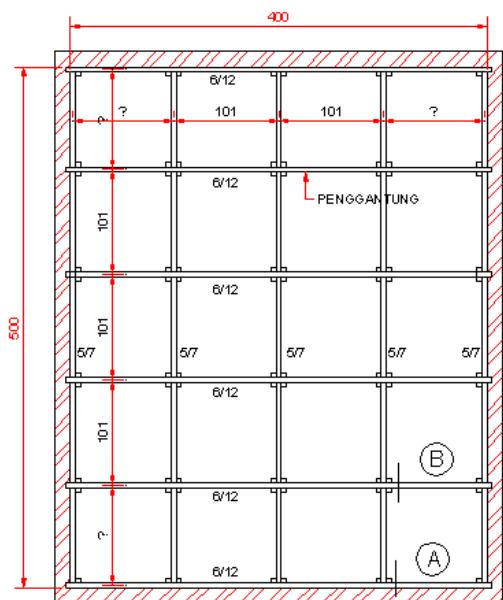
Gambar 7.75Rencana Plafon Rumah Tinggal

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

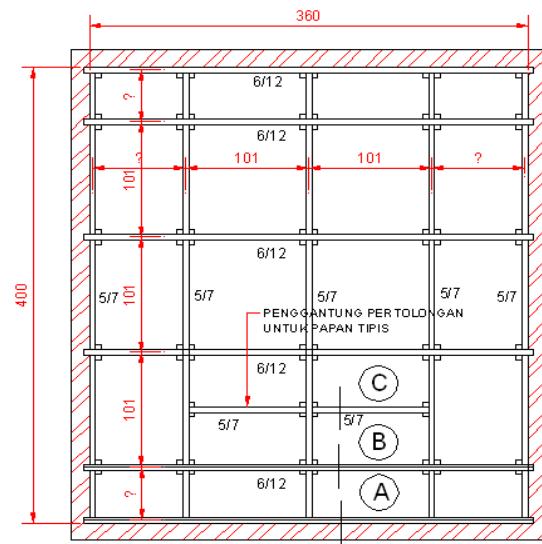
- Bentuk dari ruangannya akan mempengaruhi pola yang di-gunakan
- Bahan yang digunakan sebagai penutup dapat asbes, triplek ataupun jenis lainnya
- Tinggi rendahnya penutup

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

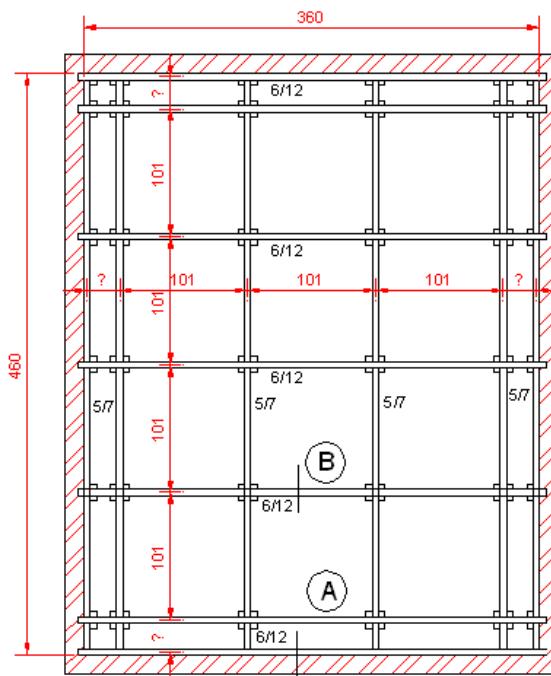
Menggambar Detai Konstruksi Langit-langit



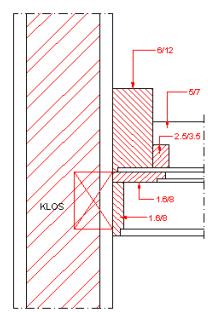
Gambar 7.76Konstruksi Langit-langit



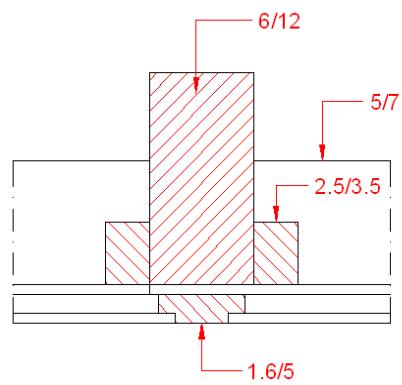
Gambar 7.77Pembagian langit-langit (tak menguntungkan)



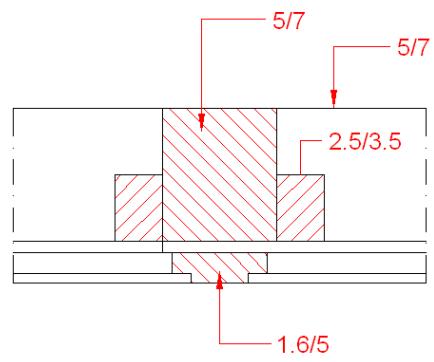
Gambar 7.78Pembagian langit-langit (menguntungkan)



Gambar 7.79 Gantungan Langit-langit



Gambar 7.80 Ditail Konstruksi Langit-langit A



Gambar 7.81Ditail Konstruksi Langit-langit B

BAB 8 MENGGAMBAR UTILITAS BANGUNAN GEDUNG

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

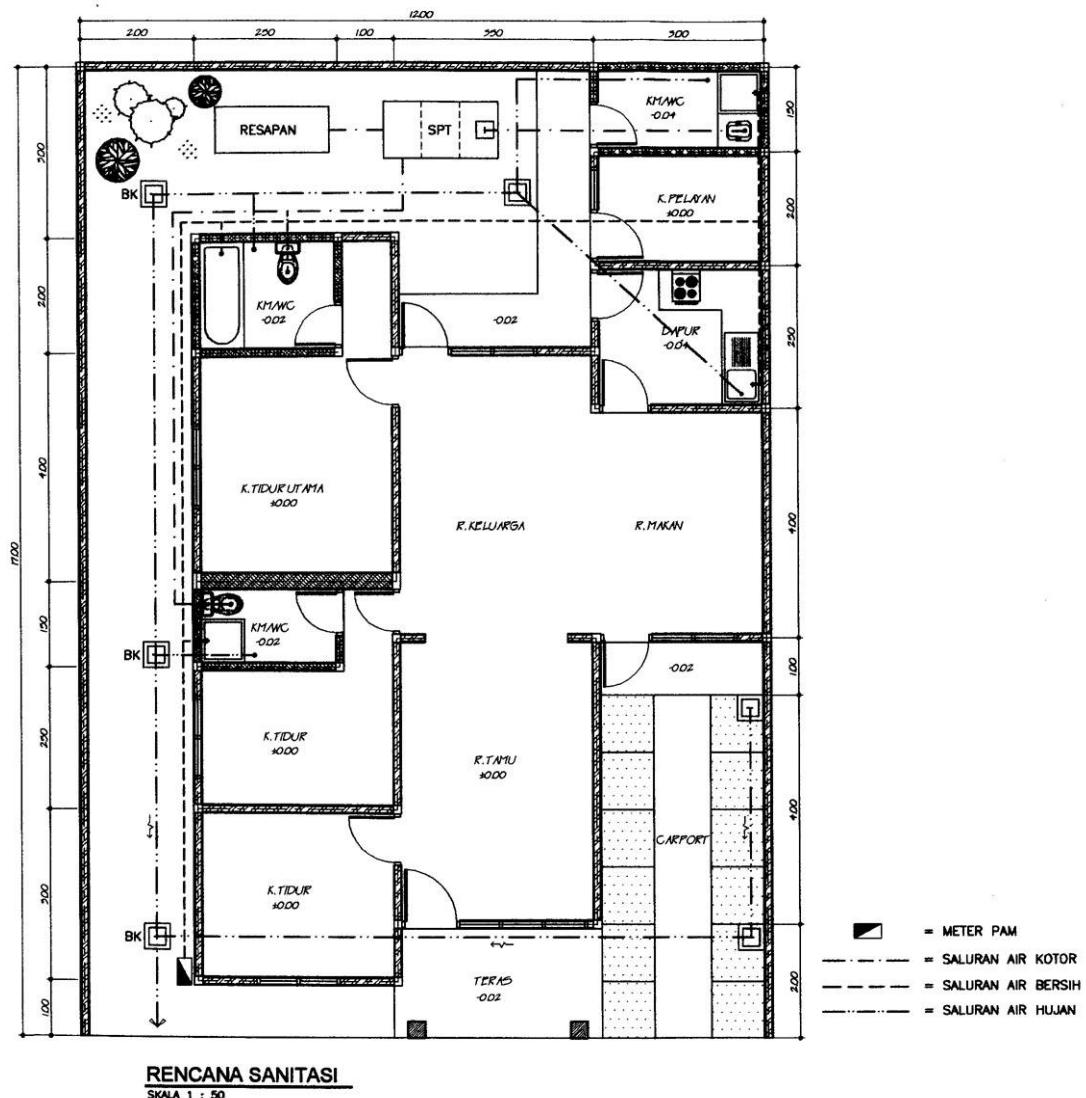
Untuk lebih jelasnya dapat melihat pada contoh gambar jaringan instalasi listrik.

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*

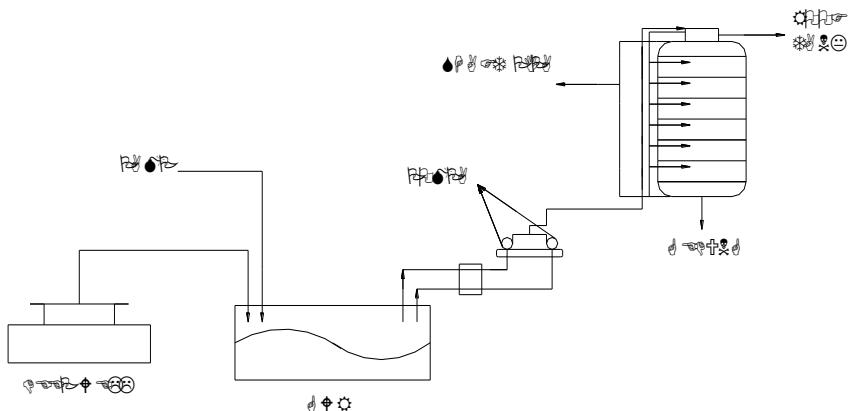
Sistem Pendistribusian Air di Dalam Gedung

Sistem Pendistribusian Air Bersih

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

- a. Sistem tidak langsung

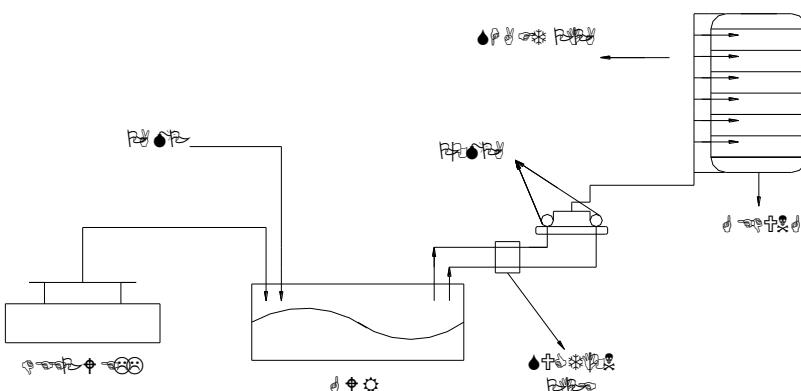
Dapat dilihat secara skematis pada gambar di bawah ini :



Gambar 8.2 Sistem tidak langsung pada distribusi air bersih

- b. 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*).

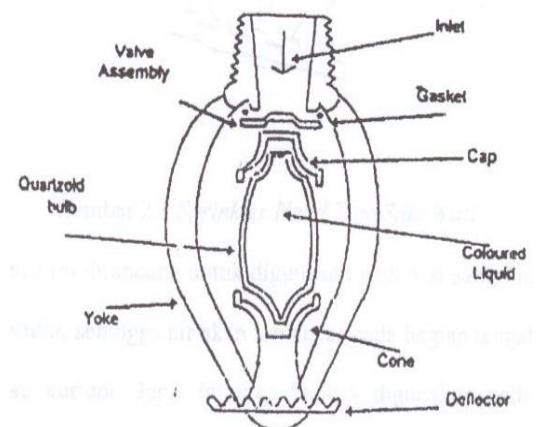
8. 2. 3 Instalasi Pipa untuk *Fire Protection System*

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

- *Sprinkler System*

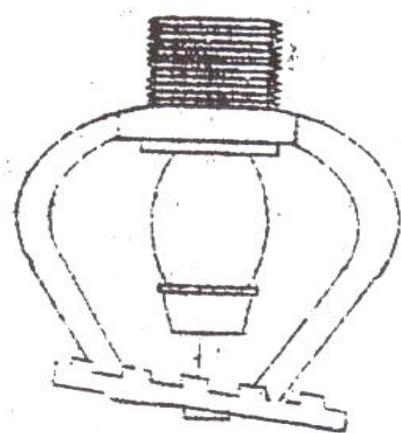
Sistem ini merupakan suatu sistem pencegahan pertama yang sangat baik yang mana pada pemakaianya dilengkapi dengan *Heat Detector*.

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



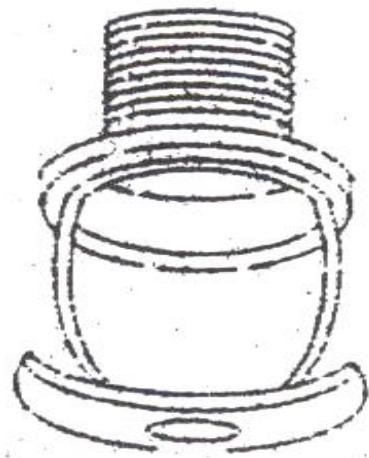
Gambar 8.4 Sprinkler Head Tipe Quatzoid Bulb

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.

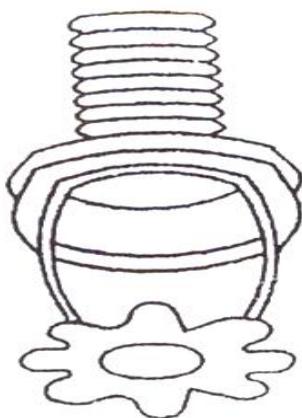


Gambar 8.5 Sprinkler Head Tipe Side Wall

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.

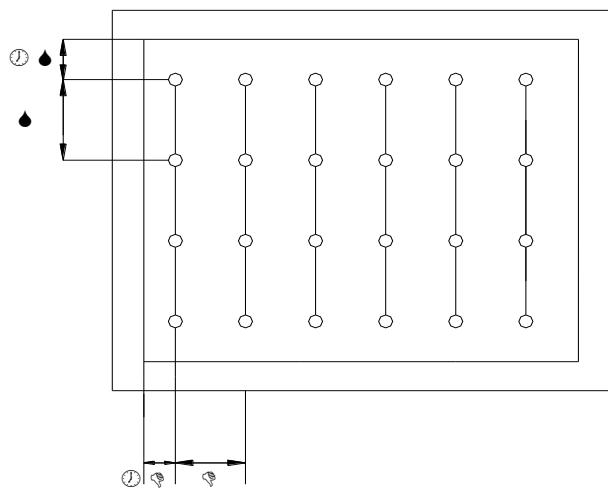
Tabel

Warna Cairan dan Temperatur *Sprinkler*

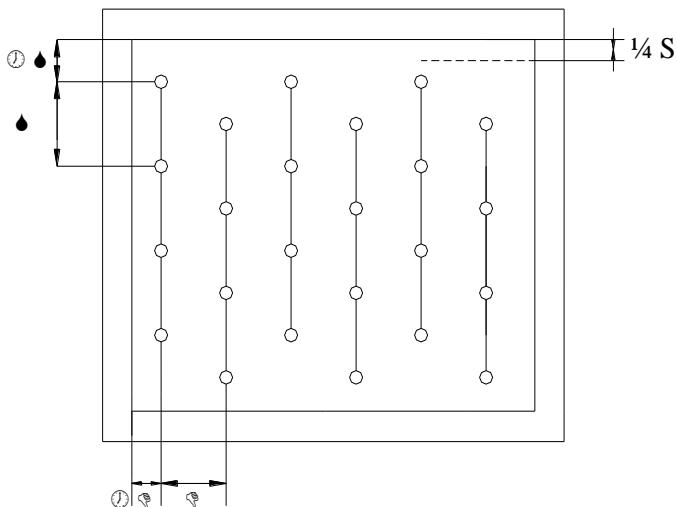
Rata – rata Temperatur	Warna dari cairan bola
57	Jingga
68	Merah
79	Kuning
93	Hijau
141	Biru
182	Ungu (Mauve)
204 – 260	Hitam

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

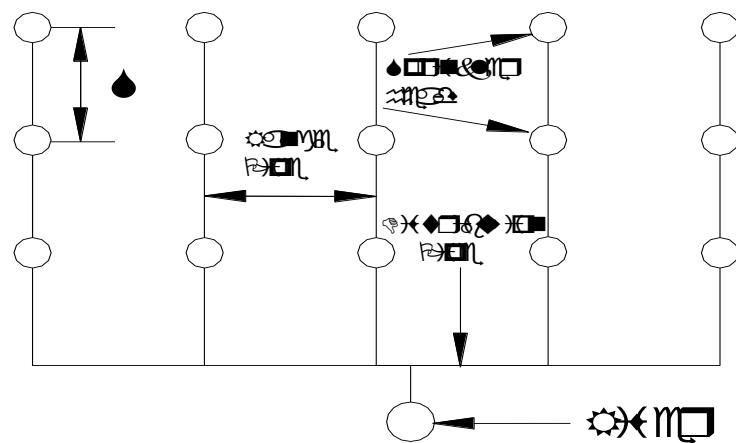
S = Jarak antara 2 kepala *sprinkler* dan jarak kepala *sprinkler* ke dinding

D = Jarak antara 2 jalur pipa dan jalur pipa kedinding

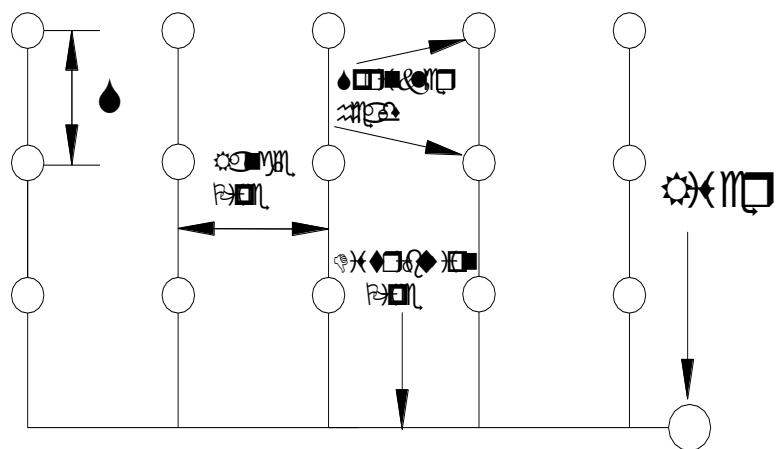
Dari hasil perkalian antara S dengan D kita dapat menentukan klasifikasi kebakaran sebagai berikut :

- 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 : $S \times D \leq 9 \text{ m}^2$

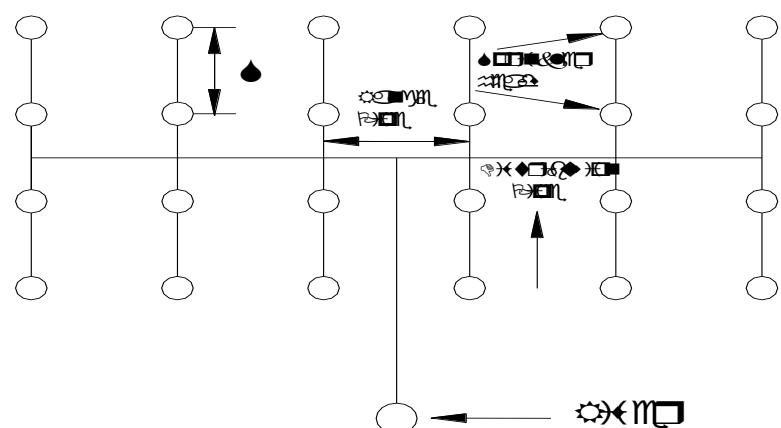
Disamping dua jenis penempatan tersebut, terdapat pula beberapa metode distribusi untuk *sprinkler* bila melihat posisi dari pipa distribusi.



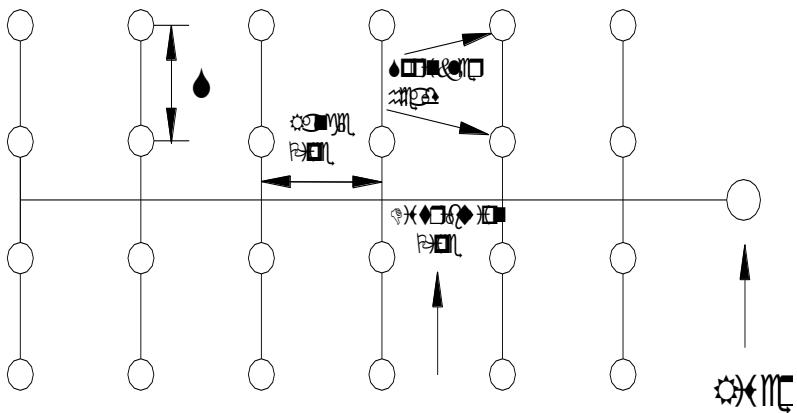
(a) End Side With Centre Feed Pipe



(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

- *Halon Sprinkler*

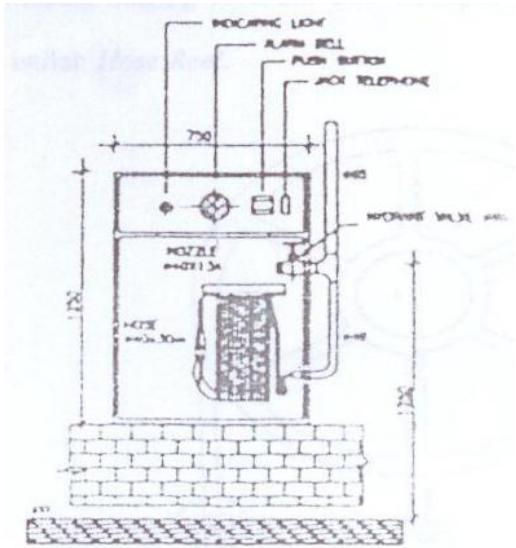
Sistem ini pada peletakannya dan instalasinya tidak begitu berbeda jauh dengan *sprinkler system*, hanya saja pada sistem ini fluida yang digunakan berupa gas atau serbuk. Sistem ini biasa digunakan pada ruang perpustakaan, ruang komputer atau ruang kontrol listrik yang mana pada ruangan tersebut tidak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

- *Hydrant System*

Pada sistem ini dapat dibagi lagi menjadi tiga bagian :

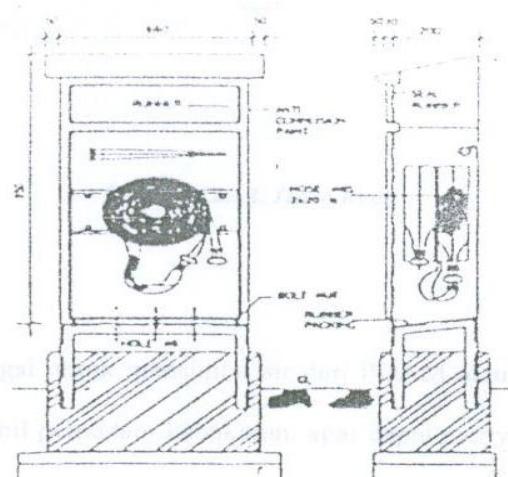
- a). *Hydrant Box*

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*.



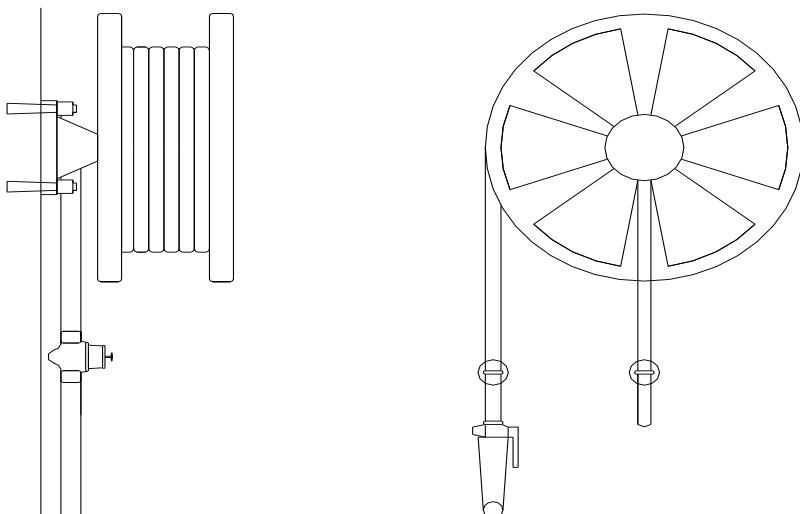
L x W x H : 750 x 180 x 1250

Gambar 8.7 Indoor Hydrant Box



L x W x H : 660 x 200 x 950

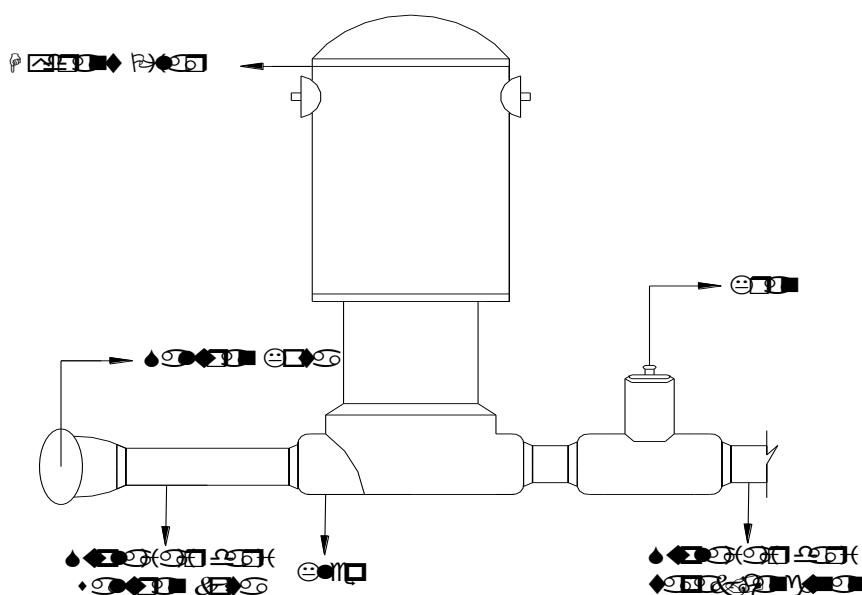
Gambar 8.8 Outdoor Hydrant Box



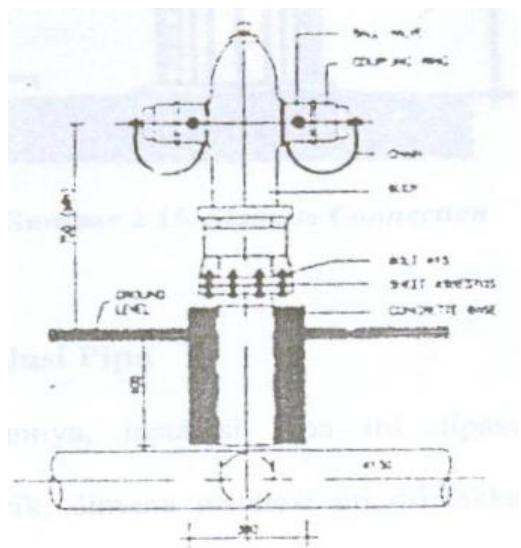
Gambar 8.9Hose Reel

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.



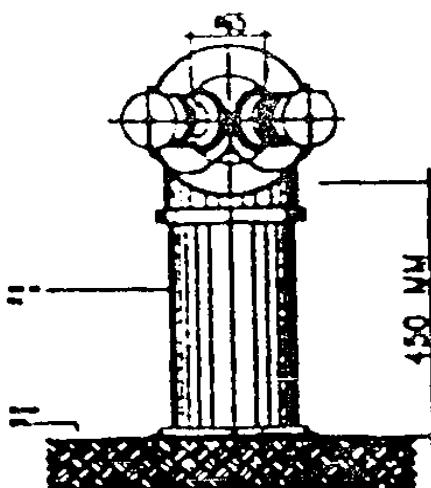
Gambar 8.10Suplai Air untuk Hydrant Pillar



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 peletakannya 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 Gravitası

Tangki Gravitası diletakan pada ketinggian tertentu dan direncanakan dengan baik dan dapat diterima sebagai sistem penyediaan air Tangki Gravitası 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 $3 \times$ 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

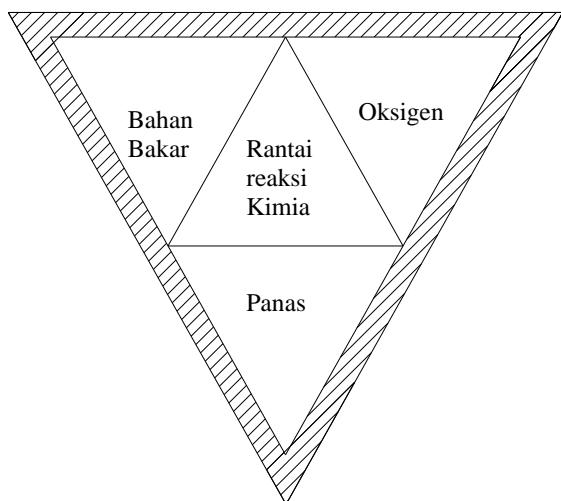
Oksigen atau gas O^2 yang terdapat diudara bebas adalah unsur penting dalam pembakaran. Jumlah oksigen sangat menentukan kadar atau keaktifan pembakaran suatu benda. Kadar oksigen yang kurang dari 12 % tidak akan menimbulkan pembakaran.

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.

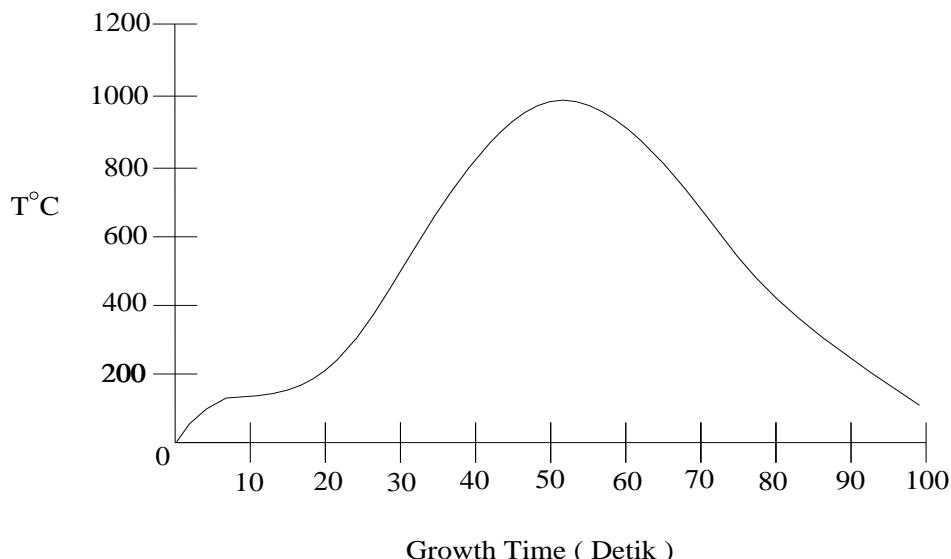


Gambar 8.13Tetrahedron Api

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 8.14Kurva Suhu Api

Pada suatu peristiwa kebakaran, terjadi perjalanan yang arahnya dipengaruhi oleh lidah api dan materi yang menjalar kan panas. Sifat penjalarannya biasanya kearah vertikal sampai batas tertentu yang tidak memungkinkan lagi penjalarannya, maka akan menjalar kearah horizontal. Karena sifat itu, maka kebakaran pada gedung – gedung bertingkat tinggi, api menjalar ketingkat 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 (Moderate 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 Chemical Multiporse dan ABC soda acid
Class B	Bensin, Minyak tanah,	Dry Chemical foam (serbuk bubuk),

	varnish	BCF (Bromoclorodiflour Methane), CO2, dan gas Hallon
Class C	Bahan – bahan seperti asetelin, methane, propane dan gas alam	Dry Chemical, 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 tabung / 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. **Penyalakan 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	<ul style="list-style-type: none">– sengaja
Petir	Kimia	<ul style="list-style-type: none">– tidak sengaja
Gunug merapi		<ul style="list-style-type: none">– 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.

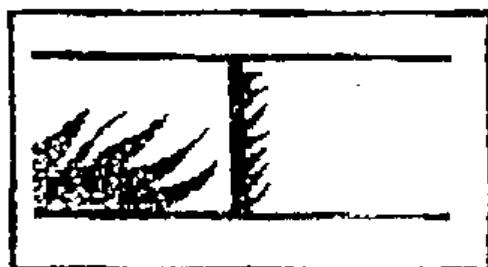
- » Udara panas yang mengembang, dapat mengakibatkan tekanan kepada pintu, jendela atau bahan – bahan yang kurang kuat dan mencari lubang lainnya untuk ditembus.



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 kontruksi lainnya diseluruh bangunan.
- » Karena sifatnya meluas, maka perluasan tersebut dapat mengakibatkan keretakan di dalam kontruksi yang akan memberikan peluang baru untuk penjalaran kebakaran.



Gambar 8.15Penjalaran 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 $\pm 425^0\text{C}$ 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 8.16Penjalaran Kebakaran secara Radiasi

Penanggulangan Kebakaran

Karena kebakaran adalah suatu malapetaka, maka perlu diperhatikan penanggulangannya, 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 :

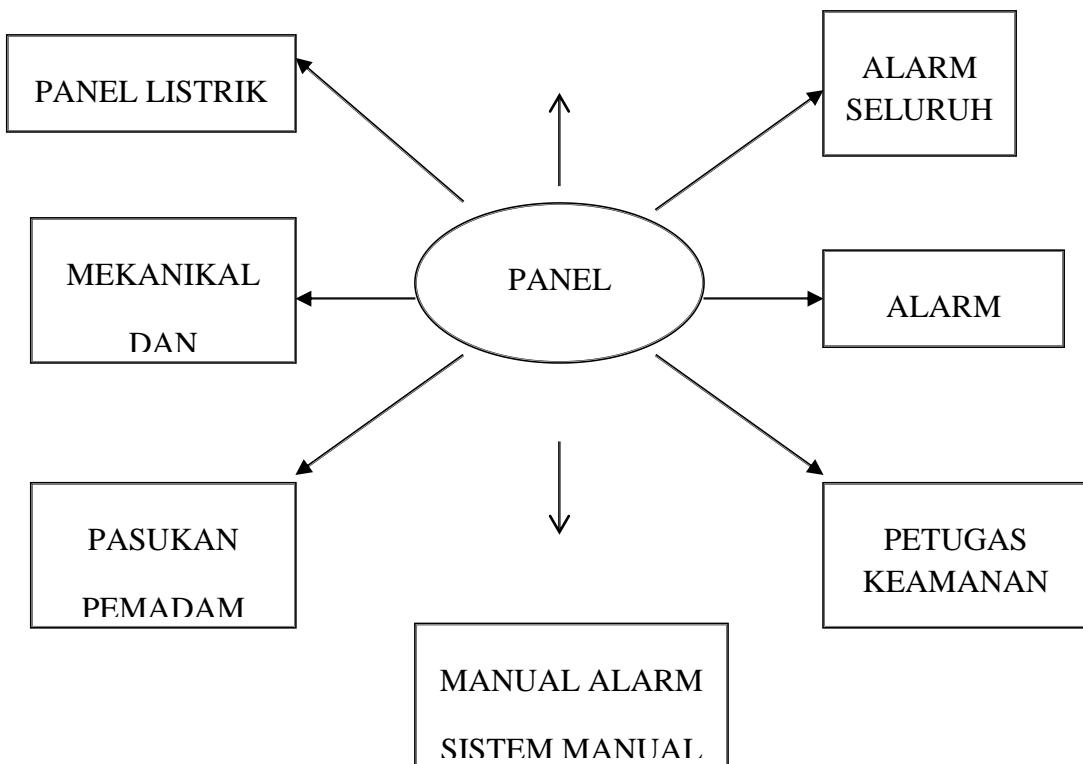
- a. **Cara penguraian**, adalah sistem pemadaman dengan cara memisahkan / menjauhkan benda – benda yang dapat terbakar. Contohnya, bila terjadi kebakaran dalam gudang tekstil, yang terdekat dengan sumber api harus segera dibongkar / dimatikan.
- b. **Cara pendinginan**, adalah sistem pemadaman dengan 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 8.17 Diagaram 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 :

- 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.

- 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

DrainaseAirhujandanSumurResapan

Penangananyangpalingbaikuntukairhujan adalah membiarkannya meresap kedalamtanah.Apabila hal tersebuttidakdimungkinkan, maka dapatmenggunakansumurresapanataumembuat saluran ke saluran kota. Pada saluran, sedapat mungkin harus dipisahkankemungkinan percampuranairhujandengan airkotor(sistimganda).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.

DrainaseAirKotor

Yang termasuk dalam air kotor adalah air limbah kotoran manusia, air kotor daridapur,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, besi cor, 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, si resapi dengan ter dan ditumbuk. Kemudian dilapisi dengan semen portland.
2. Sambungan pada pipa beton, pada bagian sambungannya biasanya bersponging. 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 dan 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

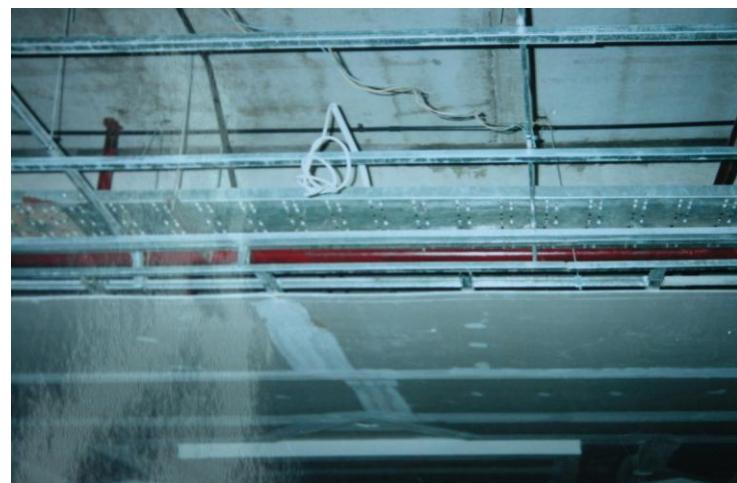


Gambar 8.18 Pemasangan Bath tub



Gambar 8.19 Pemasangan bak cuci piring

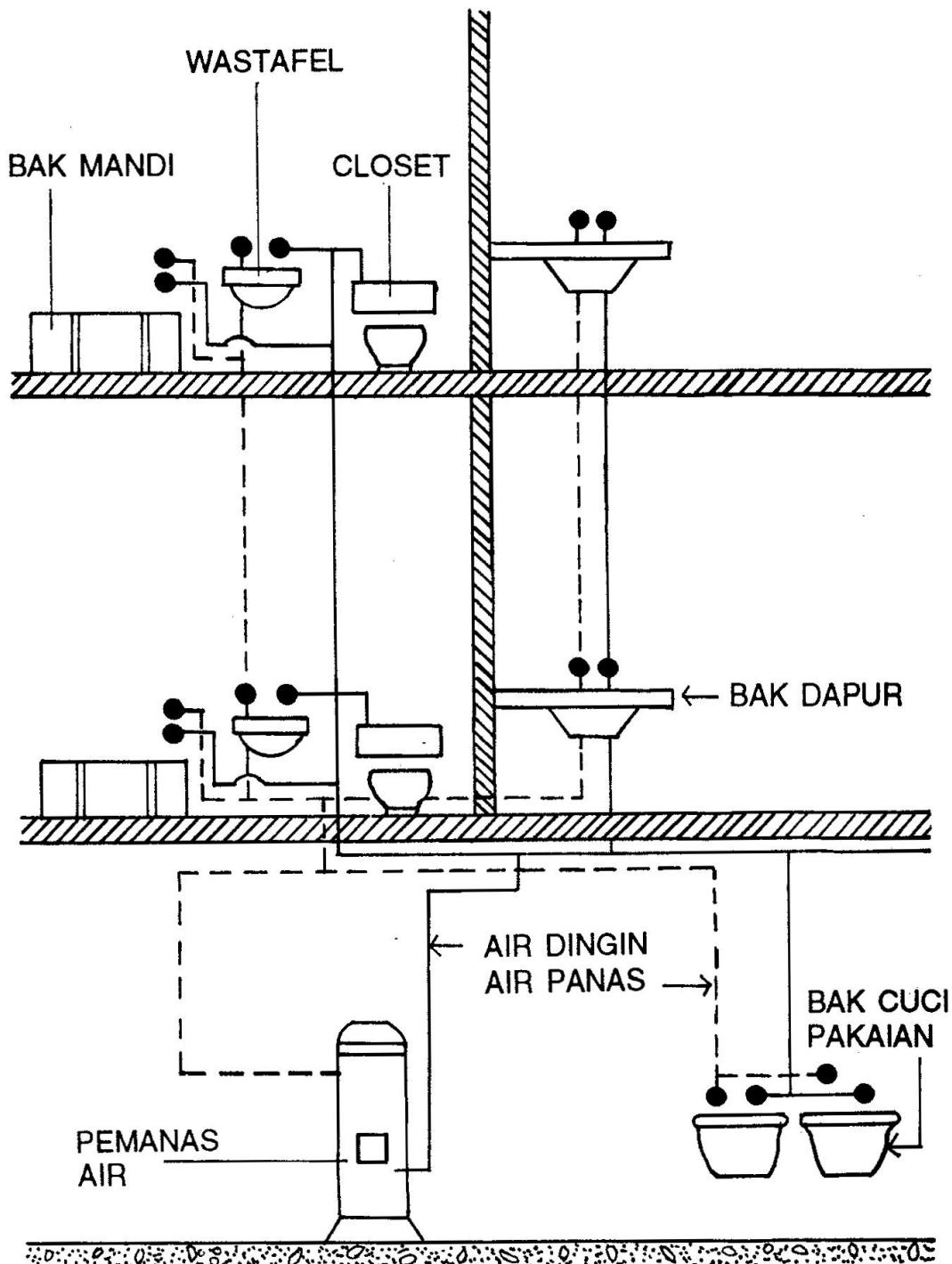
Instalasi Pada Plafon dan Lantai





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

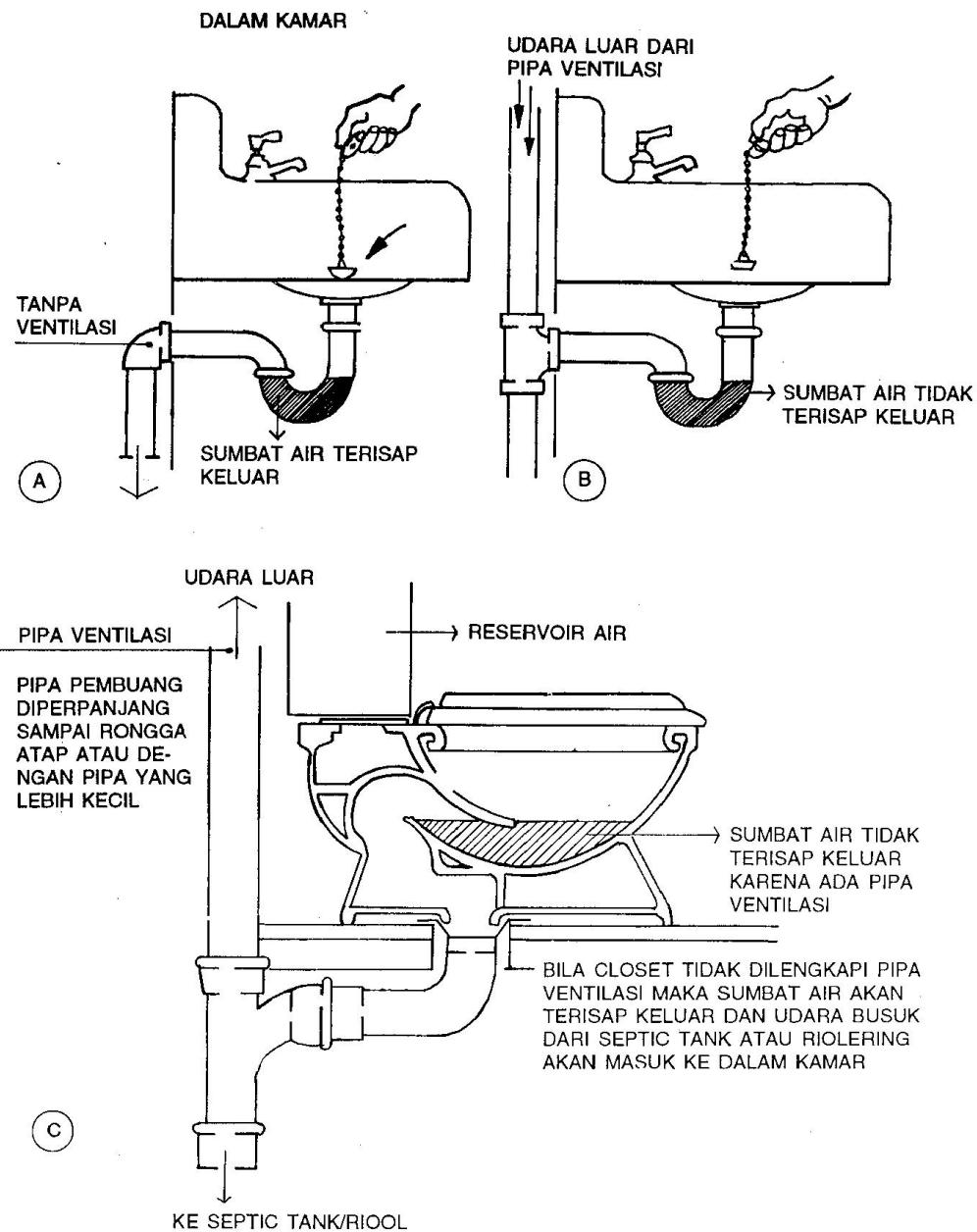
Pemipaan/plumbing instalasi air dalam rumah tinggal



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

Gambar 8.21Pemipaan/plumbing instalasi air dalam rumah tinggal

Perlengkapan sanitasi



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

Gambar 8.22 Perlengkapan sanitasi

BAB 10 PENUTUP

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 penilaianya 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 portofolio dapat dijadikan sebagai bahan verifikasi. Hasil portofolio tersebut dapat dijadikan sebagai penentu standar 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. Soedibyo, 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 Sudibyo. 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 Memperpanjang garis sampai batas tertentu	
Extend	Membuat garis yang menyudut menjadi siku atau melengkung tergantung radius	
Fillet	Membuat layar sesuai dengan warna dan tebal garis	
Layer	Menentukan besaran ruang untuk tampilan Gambar	
Limits	Membuat garis lurus	
Line	Membuat jenis garis, strip-strip, strip titik	
Line Type	Mencerminkan obyek sehingga sama dan sebangun	
Mirror	Memindahkan garis, benda sesuai dengan keinginan tetapi benda aslinya ikut pindah	
Move	Membuat garis sejajar Ketinggian tingkat pada anak tangga	
Offset	Menetapkan ketepatan garis hubung End Point, Mid Point, Centre, Quadrant, dll.	
Optrade		
Osnap	Membuat garis menjadi satu kesatuan	
Polyline	Identifikasi garis, warna, jenis garis dan skala, tinggi huruf untuk mengatur perubahan	
Properties	Memutar benda	

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