

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Uraian Umum

Perencanaan merupakan sebuah langkah untuk menyusun, mengatur, atau mengorganisasikan suatu hal/topik sehingga menghasilkan *output* (hasil) yang sesuai dengan rencana. Perencanaan suatu konstruksi bangunan gedung diperlukan beberapa landasan teori berupa analisa struktur, ilmu tentang kekuatan bahan serta hal lain yang berpedoman pada peraturan-peraturan yang berlaku di Indonesia.

Perencanaan suatu konstruksi harus memenuhi berbagai syarat konstruksi yang telah ditentukan, yaitu:

a. Kuat

Struktur gedung harus memikul beban dengan aman.

b. Kokoh

Struktur gedung tidak boleh mengalami perubahan melebihi batas izin.

c. Ekonomis

Setiap konstruksi yang dibangun harus disesuaikan dengan biaya yang ada tanpa mengurangi mutu dan kekuatan bangunan.

d. Mudah diperoleh

Dalam arti tidak memerlukan biaya mobilisasibahan yang demikian tinggi.

Adapun tingkat perencanaan dibagi menjadi dua, yaitu:

a. Pra Rencana (*Preliminary Design*)

Tahap pra rencana terdiri dari gambar-gambar yang merupakan outline dari bagan dan perkiraan biaya bangunan.

b. Rencana

Tahap rencana terdiri dari gambar perencanaan bentuk arsitek bangunan dan perencanaan konstruksi bangunan.

2.2 Ruang Lingkup Perencanaan

Konstruksi suatu bangunan adalah suatu kesatuan dan rangkaian dari beberapa elemen yang direncanakan agar mampu menerima beban dari luar

maupun berat sendiri tanpa mengalami perubahan bentuk yang melampaui batas persyaratan.

Pada perencanaan suatu konstruksi bangunan gedung diperlukan beberapa landasan teori berupa analisa struktur, ilmu tentang kekuatan bahan serta hal lain yang berpedoman pada peraturan-peraturan yang berlaku di Indonesia. Ilmu teoritis di atas tidaklah cukup karena analisa secara teoritis tersebut hanya berlaku pada kondisi struktur ideal sedangkan gaya-gaya yang dihitung hanya merupakan pendekatan dari keadaan yang sebenarnya atau yang diharapkan terjadi.

Perencanaan dari konstruksi bangunan juga harus memenuhi berbagai syarat konstruksi yang telah ditentukan yaitu kuat, kaku, bentuk yang serasi dan dapat dilaksanakan dengan biaya yang ekonomis tapi tidak mengurangi mutu bangunan tersebut, sehingga dapat digunakan sesuai dengan fungsi utama yang diinginkan oleh perencana.

2.2.1 Dasar-dasar Perencanaan

Dalam perencanaan struktur Gedung Perkantoran Dinas Kelautan dan Perikanan Provinsi Sumatera Selatan, pedoman yang digunakan sebagai acuan adalah sebagai berikut.

- a. Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung (SNI 03-2847-2002 dan SNI 03-2847-2013). Pedoman ini digunakan sebagai acuan bagi perencanaan dan pelaksanaan dalam melakukan pekerjaan perencanaan dan pelaksanaan struktur beton dengan ketentuan minimum untuk hasil struktur yang aman dan ekonomis.
- b. Pedoman Perencanaan Pembebanan untuk Rumah dan Gedung (PPPRG) 1987 oleh Departemen Pekerjaan Umum. Pedoman ini digunakan untuk menentukan beban yang diizinkan untuk merencanakan bangunan rumah serta gedung.
- c. Peraturan Pembebanan Indonesia untuk Gedung (PPIG) 1983.
- d. Perencanaan Dasar Struktur Beton Bertulang oleh Iswandi Imran dan Ediansjah Zulkifli. Buku ini membahas dasar-dasar perencanaan beton bertulang.

- e. Struktur Beton Bertulang oleh Istimawan Dipohusodo. Buku ini berisi dasar-dasar sistem struktur beton bertulang dan perilaku serta kekuatan komponen struktur beton bertulang pada khususnya.
- f. Perancangan Struktur Beton Bertulang Berdasarkan SNI 2847:2013 oleh Agus Setiawan.
- g. Dasar-dasar Perencanaan Beton Bertulang Jilid I oleh W. C. Vis dan Gideon Kusuma. Buku ini membahas mengenai dasar perencanaan beton bertulang.
- h. Pondasi Tiang Pancang oleh Ir. Sardjono HS. Buku ini membahas tentang masalah-masalah dan cara perhitungan pada pondasi tiang pancang.
- i. Analisis dan Desain Pondasi oleh Joseph E. Bowles. Buku ini berisi pengertian-pengertian umum dan cara perhitungan pondasi.

2.2.2 Klasifikasi Pembebanan

Dalam merencanakan suatu struktur bangunan terutama bangunan gedung bertingkat, haruslah dipertimbangkan terhadap beban-beban yang diterima terhadap elemen-elemen struktur tersebut. Tujuan pertimbangan akan beban yang bekerja adalah untuk mengetahui tingkat keamanan gedung dalam menopang beban yang bekerja ataupun yang mempengaruhi kestabilan gedung saat gedung tersebut telah selesai. Adapun jenis beban yang perlu diperhitungkan dalam merencanakan bangunan bertingkat antara lain :

1. Beban Mati (Beban Tetap)

Beban mati adalah berat dari semua bagian dari suatu gedung yang bersifat tetap, termasuk segala unsur tambahan, mesin-mesin serta bersifat tetap yang merupakan yang tak terpisahkan dari gedung itu.

Tabel 2.1 Berat Sendiri Bahan Bangunan dan Komponen Bangunan

Bahan Bangunan			
No	Material	Berat (kg/cm ³)	Keterangan
1	Baja	7850	
2	Batu Alam	2600	
3	Batu Belah, Batu Bulat, Batu Gunung	1500	Berat Tumpuk
4	Batu Karang	700	Berat Tumpuk

5	Batu Pecah	1450	
6	Besi Tuang	7250	
7	Beton	2200	
8	Beton Bertulang	2400	
9	Kayu	1000	Kelas I
10	Kerikil, Koral	1650	Kering Udara sampai Lembap, tanpa diayak
11	Pasangan Bata Merah	1700	
12	Pasangan Batu Belah, Batu Bulat, Batu Gunung	2200	
13	Pasangan Batu Cetak	2200	
14	Pasangan Batu Karang	1450	
15	Pasir	1600	Kering udara sampai lembap
16	Pasir	1800	Jenuh air
17	Pasir Kerikil, Koral	1850	Kering udara sampai lembap
18	Tanah, Lempung, dan Lanau	1700	Kering udara sampai lembap
19	Tanah, Lempung, dan Lanau	2000	Basah
20	Timah Hitam/Timbel	11400	

Komponen Gedung			
No	Material	Berat (kg/cm ²)	Keterangan
1	Adukan, per cm tebal : - Dari semen - Dari kapur, Semen Merah	21 17	
2	Aspal, per cm tebal	14	
3	dinding padangan bata merah : - Satu batu - Setengah batu	450 250	
4	Dinding pasangan batako : - Berlubang : • Tb. Dinding 20 cm (HB 20) • Tb. Dinding 10 cm (HB 20) - Tanpa Lubang : • Tb. Dinding 15 cm	200 120 300	

	• Tb. Dinding 10 cm	200	
5	Langit-langit & dinding, terdiri : - Semen asbes (eternit), tb. maks 4 mm - Kaca, tb. 3-5 mm	11 10	termasuk rusuk-rusuk, tanpa pengantung atau pengaku.
6	Lantai kayu sederhana dengan balok kayu	40	langit-langit, bentang maks.5 m, beban hidup maks. 200 kg/m ²
7	Penggantung Langit-langit (Kayu)	7	Bentang maks. 5 m, jarak s.k.s min 0,8 m
8	Penutup Atap genteng	50	Dengan reng dan usuk/kaso per m ² bidang atap
9	Penutup atap sirap	40	Dengan reng dan usuk/kaso per m ² bidang atap
10	Penutup atap seng gelombang (BJLS-25)	10	Tanpa usuk
11	Penutup lantai ubin / cm tebal	24	Ubin semen portland, teraso dan beton, tanpa adukan
12	Semen asbes gelombang (5 mm)	11	

Sumber : *Perencanaan Pembebanan untuk Rumah dan Gedung, hal.5-6*

2. Beban Hidup (Beban Sementara)

Beban hidup adalah semua beban yang terjadi akibat penghunian atau penggunaan suatu gedung, dan didalamnya termasuk beban-beban pada lantai yang berasal dari barang-barang yang dapat berpindah, mesin-mesin serta peralatan yang tidak merupakan bagian yang tak terpisahkan dari gedung dan dapat diganti selama masa hidup dari gedung itu, sehingga mengakibatkan adanya perubahan dalam pembebanan lantai dan atap tersebut. Khusus pada atap terdapat beban hidup yang berasal dari air hujan, baik akibat genangan maupun akibat tekanan jatuh (energi kinetik) butiran air ke dalam beban hidup tidak termasuk beban angin, beban gempa, dan beban khusus.

Tabel 2.2 Beban Hidup pada Lantai Gedung

No.	Penggunaan	Berat (kg/cm ²)	Keterangan
1	Lantai dan tangga rumah tinggal	200	Kecuali yang disebut no.2
2	- Lantai & tangga rumah tinggal sederhana - Gudang-gudang selain untuk toko, pabrik, bengkel	125	
3	- Sekolah, ruang kuliah - Kantor - Toko, toserba - Restaurant - Hotel, asrama - Rumah sakit	250	
4	Ruang olahraga	400	
5	Ruang dansa	500	
6	Lantai dan balkon dalam dari ruang pertemuan	400	Masjid, gereja, ruang pagelaran / rapat, bioskop dengan tempat duduk tetap
7	Panggung penonton	500	Tempat duduk tidak tetap/ penonton yang berdiri
8	Tangga, bordes tangga dan gang	300	No.3
9	Tangga, bordes tangga dan gang	500	No. 4, 5, 6, 7
10	Ruang pelengkap	250	No. 3, 4, 5, 6, 7
11	- Pabrik, bengkel, gudang - Perpustakaan, r.arsip, toko buku - Ruang alat & mesin	400	minimum
12	Gedung parkir bertingkat : - Lantai bawah - Lantai tingkat lainnya	800 400	
13	Balkon menjorok bebas keluar	300	minimum

Sumber : Perencanaan Pembebanan untuk Rumah dan Gedung, Hal. 12

2.3 Metode Perhitungan

2.3.1 Perencanaan Pelat

Pelat adalah suatu lantai beton yang sistem pendukungnya (berupa balok) berada disisi kiri dan kanannya.

Untuk beton bertulang, tebal selimut beton minimum yang harus disediakan untuk tulangan harus memenuhi ketentuan berikut.

Tabel 2.3 Tebal Selimut Beton Minimum (mm)

	Tebal selimut minimum (mm)
a. Beton yang dicor langsung diatas tanah dan selalu berhubungan dengan tanah	75
b. Beton yang berhubungan dengan tanah atau cuaca: Batang D-19 hingga D-56..... Batang D-16, jaring kawat polos P16 atau ulir D-16 dan yang lebih kecil.....	50 40
c. Beton yang tidak langsung berhubungan dengan cuaca atau beton tidak langsung berhubungan dengan tanah: <u>Pelat, dinding, pelat berusuk:</u> Batang D-44 dan D-56..... Batang D-36 dan yang lebih kecil..... <u>Balok, kolom:</u> Tulangan utama, pengikat, sengkang, lilitan spiral.... <u>Komponen struktur cangkang, pelat lipat:</u> Batang D-19 dan yang lebih besar..... Batang D-16, jarring kawat polos P16 atau ulir D-16 dan yang lebih kecil.....	40 20 40 20 15

Sumber : SK-SNI-03-2847-2002, hal. 40-41

Pelat Atap

Pelat atap merupakan pelat yang hamper sama dengan pelat lantai, hanya saja perbedaannya terletak pada kerebalan pelat dan beban-beban yang dipikul oleh pelat. Struktur ini termasuk struktur yang tidak terlindungi sehingga memiliki ketebalan selimut beton yang lebih besar dibandingkan dengan struktur pelat lantai.

Beban-beban yang bekerja pada pelat atap, antara lain:

- 1) Beban Mati (W_D)
 - Berat sendiri pelat atap
 - Berat mortar
- 2) Beban Hidup (W_L)
 - Beban hidup diambil 100 kg/m^2
- 3) Beban Hujan (W_R)
 - Beban hujan diambil setinggi 10 cm

Maka akan mendapatkan persamaan pembebanan, yaitu:

$$W_u = 1,2 W_D + 1,6 W_L + 0,5 W_R$$

Pelat Lantai

Pelat adalah suatu lantai beton yang sistem pendukungnya (berupa balok) berada disisi kiri dan kanannya. Pelat berfungsi sebagai diafragma/unsur pengaku horizontal yang sangat bermanfaat untuk mendukung ketegaran balok portal.

Secara umum perhitungan pelat dapat dicari dengan dua cara, yaitu:

- 1) Pelat satu arah (*one way slab*)

Ciri-cirinya adalah:

- Pelat ditumpu pada sisi yang saling berhadapan
- Pelat persegi yang ditumpu pada dua sisinya dengan perbandingan antar sisi panjang pelat (l_y) dan sisi lebar pelat (l_x) > 2 atau secara matematis dapat ditulis

$$\frac{l_y}{l_x} > 2$$

Adapun ketentuan-ketentuan yang harus dipenuhi dalam merencanakan pelat satu arah dengan metode koefisien momen, adalah sebagai berikut. (Istimawan Dipohusodo, *Struktur Beton Bertulang*)

- Minimum harus dua bentang
- Beban harus beban terbagi rata
- Beban hidup lebih kecil dari 3 kali beban mati

- Panjang bentang bersebelahan, bentang yang paling besar tidak boleh lebih besar dari 1,2 kali bentang yang paling pendek

Langkah-langkah perencanaan pelat satu arah:

1. Perencanaan tebal pelat

Penentuan tebal pelat satu arah tergantung pada beban atau momen lentur yang bekerja, defleksi yang terjadi dan kebutuhan kuat geser yang dituntut.

2. Menghitung beban mati pelat termasuk beban sendiri pelat dan beban hidup serta menghitung momen rencana (W_u)

$$W_u = 1,2 W_{DD} + 1,6 W_{LL}$$

$$W_{DD} = \text{Jumlah beban mati pelat (KN/m)}$$

$$W_{LL} = \text{Jumlah beban hidup (KN/m)}$$

3. Menghitung Momen Rencana (M_u) baik dengan cara tabel atau analisis

4. Perkiraan tinggi efektif (d_{eff})

$$d_{eff} = h - p - \varnothing_s - \frac{1}{2}D$$

$$d_{eff} = h - p - \varnothing_s - D - \frac{1}{2}D$$

5. Menghitung k_{perlu} untuk mendapatkan rasio penulangan (ρ) dari tabel

$$k = \frac{M_u}{\varnothing \cdot b \cdot d^2} \rightarrow \text{didapat nilai } \rho$$

jika $\rho > \rho_{min} \rightarrow$ ambil nilai ρ

jika $\rho < \rho_{min} \rightarrow$ ambil nilai ρ_{min}

$$\rho = \frac{1}{2} \left(1 - \sqrt{1 - 4 \left(\frac{f_y}{1,7 \cdot f'c} \right) \left(\frac{M_u}{\varnothing \cdot b \cdot d^2 \cdot f_y} \right)} \right) \left(\frac{1,7 \cdot f'c}{f_y} \right)$$

6. Hitung A_s yang diperlukan

$$A_s = \rho \cdot b \cdot d_{eff}$$

$$A_s = \text{Luas tulangan (mm}^2\text{)}$$

ρ = rasio penulangan

d_{eff} = tinggi efektif pelat (mm)

7. Memilih tulangan pokok yang akan dipasang beserta tulangan suhu dan susut

- Tulangan susut/bagi

$$A_s = 0,0020 \cdot b \cdot h \quad (\text{untuk } f_y = 400 \text{ Mpa})$$

$$A_s = 0,0018 \cdot b \cdot h \quad (\text{untuk } f_y = 240 \text{ Mpa})$$

Dimana: b = lebar satuan pelat

h = tebal pelat

2) Pelat dua arah (*two way slab*)

Ciri-cirinya adalah:

- Tulangan pokok dipasang pada dua arah yang saling tegak lurus (bersilangan)
- Pelat persegi yang ditumpu pada keempat sisinya dengan perbandingan antar sisi panjang pelat (l_y) dan sisi lebar pelat (l_x) < 2 atau secara matematis dapat ditulis $\frac{l_y}{l_x} \leq 2$
- Tebal pelat dua arah pada SNI 03-2847-2002 hal. 65-66 adalah sebagai berikut:

$$h = \frac{l_n \left(0,8 + \frac{f_y}{1500}\right)}{36 + 5\beta \left[\alpha_m - 0,12 \left(1 + \frac{1}{\beta}\right)\right]}$$

tetapi tidak boleh kurang dari:

$$h_{min} = \frac{l_n \left(0,8 + \frac{f_y}{1500}\right)}{36 + 9\beta}$$

dan tidak boleh lebih dari:

$$h_{max} = \frac{l_n \left(0,8 + \frac{f_y}{1500}\right)}{36}$$

Dimana: l_n diambil l_{ny} (panjang netto terpanjang

$$\beta = \frac{l_n y}{l_n x}$$

Dalam segala hal tebal minimum pelat tidak boleh kurang dari harga berikut:

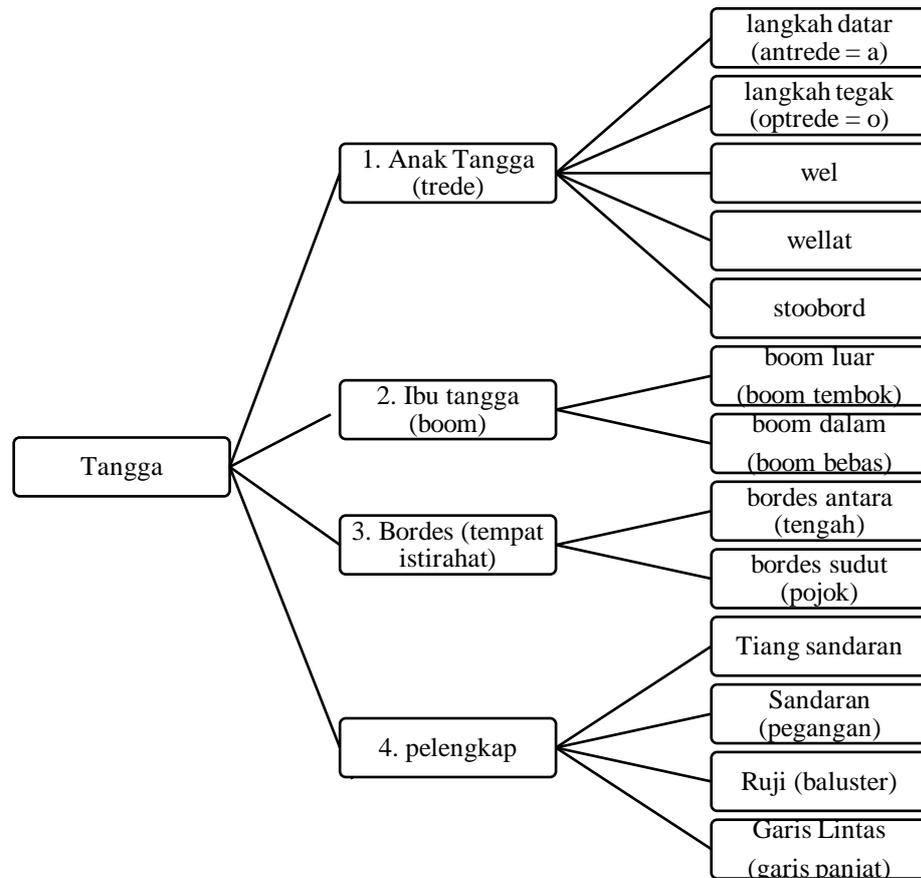
Untuk $\alpha_m < 2,0$ tebal pelat minimum adalah 120 mm

Untuk $\alpha_m > 2,0$ tebal pelat minimum adalah 90 mm

2.3.2 Tangga

Tangga adalah merupakan salah satu bagian dari suatu bangunan yang berfungsi sebagai alat penghubung lantai bawah dengan lantai yang ada di atasnya pada bangunan bertingkat dalam kegiatan tertentu.

Secara garis besarnya tangga itu terdiri dari bagian-bagian seperti berikut:



Gambar 2.1 Bagian-bagian Tangga

1. Anak Tangga (Trede)

Anak tangga (trede) adalah bagian dari tangga yang berfungsi untuk memijakkan / melangkahkan kaki ke arah vertical maupun horizontal (datar). Bidang trede datar yang merupakan tempat berpijaknya telapak kaki dinamakan *Antrede* (langkah datar), sedang bidang trede tegak yang merupakan selisih tinggi antara dua trede yang berurutan dinamakan *optrede* (langkah tegak/naik).

Lebar anak tangga untuk satu orang berjalan dibuat 60-90 cm dan untuk dua orang berjalan dibuat 80-120 cm. sedangkan untuk bangunan yang berlaku untuk umum seperti sekolah, kantor dan gedung-gedung pertunjukkan diambil lebar 150-300 cm.

2. Ibu Tangga (Boom)

Ibu tangga (Boom) adalah bagian tangga berupa dua batang atau papan miring yang berfungsi menahan kedua ujung anak tangga (trede). Salah satu batang boom yang menempel pada tembok dinamakan Boom Tembok atau Boom Luar, sedangkan batang yang lain berdiri miring bebas dinamakan Boom Bebas atau Boom Dalam.

Adapun Lebar Boom (papan miring) ditentukan oleh perencanaan panjang langkah datar dan tinggi langkah tegak ditambah dengan lebar kayu depan dan kayu belakang yang masing-masing minimal 3-4 cm.

3. Bordes

Bordes adalah bagian dari tangga yang merupakan bidang datar yang agak luas dan berfungsi sebagai tempat istirahat bila terasa lelah. Bordes dibuat apabila jarak tempuh tangga sangat panjang yang mempunyai jumlah trede lebih dari 20 buah dan atau lebar tangga cukup akan tetapi ruangan yang tersedia untuk tangga biasa / tusuk lurus tidak mencukupi.

2.3.2.1 Syarat Umum Tangga

Syarat-syarat umum tangga diantaranya dapat ditinjau dari segi, seperti berikut:

a. Penempatannya

- Penempatan tangga diusahakan sehemat mungkin menggunakan ruangan,
- Ditempatkan sedemikian rupa sehingga mudah ditemukan oleh banyak orang (bagi yang memerlukannya) dan mendapat sinar pada waktu siang hari,
- Diusahakan penempatannya tidak mengganggu/menghalangi lalu lintas orang banyak (untuk tangga di tempat-tempat yang ramai seperti tangga gedung bioskop, pasar, dan lain-lain).

b. Kekuatannya

- Bila menggunakan bahan kayu hendaknya memakai kelas I atau II, agar nantinya tidak terjadi pelenturan/goyang,

- Kokoh dan stabil bila dilalui oleh sejumlah orang + barangnya, sesuai dengan perencanaan.

c. Bentuknya

- Bentuk konstruksi tangga diusahakan sederhana, layak, sehingga dengan mudah dan cepat dikerjakan serta murah biayanya,
- Bentuknya rapih, indah dipandang dan serasi dengan keadaan di sekitar tangga itu berada.

2.3.2.2 Syarat Khusus Tangga

Kenyamanan dan keamanan menjalani tangga sangat tergantung dari besar kecilnya ukuran rata-rata langkah normal pemakai, langkah datar maupun langkah naik serta besarnya sudut miring tangga itu sendiri.

Untuk memperoleh ukuran-ukuran yang sesuai, dapat digunakan rumus/cara pendekatan seperti berikut ini.

$$A + 2.O = L_n$$

Dimana:

A = antrede (langkah datar)

O = optrede (langkah naik)

L_n = langkah normal dapat diambil antara 57 – 65 cm

2.3.2.3 Lebar Tangga dan Panjang Bordes

Ukuran lebar tangga dipengaruhi oleh fungsi tangga pada jenis bangunan tertentu. Lebar tangga dapat dibedakan menjadi 2 bagian, yaitu:

1. Lebar tangga efektif adalah lebar tangga yang dihitung mulai dari sisi dalam rambat tangan (pegangan) yang satu sampai dengan sisi dalam rambat tangan yang lainnya.
2. Lebar tangga total adalah lebar efektif tangga ditambah dua kali tebal rambat tangga (t), ditambah lagi dua kali sisa pijakan (s) diluar rambat tangan.

$$\text{Lebar Tangga Total} = \text{Lebar Efektif} + 2.t + 2.s$$

Tabel 2.4 Daftar Ukuran Lebar Tangga Ideal

No	Digunakan Untuk	Lebar Efektif (cm)	Lebar Total (cm)
1	1 orang	± 65	± 85
2	1 orang + anak	± 100	± 120
3	1 orang + bagasi	± 85	± 105
4	2 orang	120 – 130	140 – 150
5	3 orang	180 – 190	200 – 210
6	> 3 orang	> 190	> 210

Sumber : Drs. IK. Supriyadi

2.3.2.4 Pembebanan Tangga

1. Beban Mati (DL)

a. Berat sendiri bordes

$$\text{Berat Pelat Bordes} = \text{Tebal Pelat Bordes} \times \gamma_{\text{beton}} \times 1 \text{ meter}$$

b. Berat anak tangga

Beban satu anak tangga (Q) dalam per m¹

$$Q = \frac{1}{2} \text{ antrede} \times \text{optrede} \times 1 \text{ m} \times \gamma_{\text{beton}} \times \frac{\text{jlh anak tangga}}{\text{panjang tangga}} \times \cos \alpha$$

2. Beban Hidup (LL)

Beban hidup yang bekerja pada tangga yaitu 300 kg/cm² (SNI 1727-2002).

Dari hasil perhitungan akibat beban mati dan beban hidup, maka didapat:

$$W_u = 1,2 W_{DL} + 1,6 W_{LL}$$

2.3.3 Balok

Balok adalah batang horizontal dari rangka struktural yang memikul beban tegak lurus sepanjang beban tersebut (biasanya berasal dari dinding, pelat, atau atap bangunan) dan mentransfer beban menuju elemen-elemen kolom penopang. Selain itu ring balok juga berfungsi sebagai pengikat kolom-kolom agar apabila terjadi pergerakan kolom-kolom tersebut tetap bersatu padu mempertahankan bentuk dan posisinya semula. (SK SNI T-15-1991-03).

Berdasarkan Tumpuannya, balok dibagi menjadi 2 antara lain:

a. Balok Induk

Balok Induk adalah balok yang bertumpu pada kolom. Balok ini berguna untuk memperkecil tebal pelat dan mengurangi besarnya lendutan yang terjadi. Balok anak direncanakan berdasarkan gaya maksimum yang bekerja pada balok yang berdimensi sama.

Adapun Langkah-langkah untuk perencanaan balok induk adalah sebagai berikut.

1. Menentukan mutu beton serta dimensi balok
2. Menentukan gaya lintang balok maksimum
3. Menentukan momen design balok maksimum
4. Menentukan penulangan lentur lapangan dan tumpuan
5. Menentukan tulangan geser

Langkah-langkah perhitungan dan perencanaan balok:

1. Gaya lintang design balok maksimum

$$U = 1,2 D + 1,6 L + 0,5 R$$

(Imran hal. 7)

Keterangan : U = gaya geser terfaktor pada penampang

D = beban mati terfaktor per unit luas

L = beban hidup terfaktor per unit luas

R = beban hujan terfaktor per unit luas

2. Momen design balok maksimum

$$M_u = 1,2M_{DL} + 1,6 M_{LL} + M_R$$

(Dipohusodo hal.40)

Keterangan : M_u = momen terfaktor pada penampang

M_{DL} = momen akibat beban mati

M_{LL} = momen akibat beban hidup

M_R = momen akibat beban hujan

3. Penulangan lentur lapangan dan tumpuan

a) Penulangan lentur lapangan

1) Tentukan:

$$d_{eff} = h - p - \emptyset s - 1/2 D$$

2) $k = \frac{M_u}{\emptyset . b . d_{eff} f^2}$ → didapat nilai ρ dari tabel Dipohusodo

3) $A_s = \rho . b . d$

4) Pilih tulangan dengan syarat A_s terpasang $\geq A_s$ direncanakan

b) Penulangan lentur pada tumpuan

1) $k = \frac{M_u}{\emptyset . b . d_{eff} f^2}$ → didapat nilai ρ dari tabel

2) $A_s = \rho . b_{eff} . d$

3) Pilih tulangan dengan dasar A_s terpasang $\geq A_s$ direncanakan

Keterangan:

A_s = luas tulangan tarik non-prategang

ρ = rasio penulangan tarik non-prategang

b = lebar efektif balok

d_{eff} = jarak dari serat tekan terluar ke pusat tulangan tarik

c) Tulangan geser rencana

$$V_c = \frac{1}{6} \sqrt{f'_c} b_{\omega} d$$

(Imran hal. 84)

Berdasarkan peraturan SNI Beton Pasal 11.1, Persamaan dasar untuk mendesain balok beton bertulang terhadap geser adalah:

$$\emptyset V_n \geq V_u$$

(Imran hal. 83)

Kuat geser nominal ditentukan dengan memperhitungkan baik kontribusi beton maupun kontribusi tulangan sengkang, sehingga:

$$V_n = V_c + V_s$$

(Imran hal. 84)

Dimana V_c = gaya geser yang dipikul oleh beton

V_n = kuat geser nominal

V_u = gaya geser terfaktor

V_s = gaya geser yang dipikul oleh tulangan sengkang

d = jarak antar serat tekan terluar ke pusat tulangan tarik

\emptyset = faktor reduksi geser = 0,75

b. Balok Anak

Balok Anak adalah balok yang bertumpu pada balok induk atau tidak bertumpu langsung pada kolom. Balok ini berguna untuk memperkecil tebal pelat dan mengurangi besarnya lendutan terjadi. Untuk merencanakan balok anak sama halnya dengan perhitungan rencana balok induk.

2.3.4 Perencanaan Perhitungan Portal

Portal adalah suatu sistem kerangka bangunan yang terdiri dari bagian-bagian struktur yang paling berhubungan dan berfungsi menahan beban sebagai satu kesatuan. Sebelum merencanakan portal terlebih dahulu kita harus mendimensikan portal baik itu struktur balok maupun struktur kolom. Hal-hal yang harus diperhatikan dalam pendimensian portal adalah sebagai berikut :

a. Pendimensian balok

Tebal minimum balok ditentukan dalam (SK SNI 03-2847-2002hal.63) adalah untuk balok dengan dua tumpuan sederhana memiliki tebal minimum $\frac{1}{16}$, untuk balok dengan satu ujung menerus memiliki tebal minimum $\frac{1}{18,5}$, untuk balok dengan kedua ujung menerus memiliki tebal minimum $\frac{1}{21}$, sedangkan untuk balok kantilever memiliki tebal minimum $\frac{1}{8}$.

b. Pendimensian kolom

c. Analisa pembebanan

d. Menentukan gaya-gaya dalam

Dalam menghitung dan menentukan besarnya momen yang bekerja pada suatu struktur bangunan, kita mengenal berbagai macam metode perhitungan yaitu, metode cross, metode takabeya, serta metode dengan menggunakan bantuan aplikasi komputer yaitu menggunakan aplikasi program SAP 2000.

Berikut cara menghitung besarnya momen dengan menggunakan program SAP 2000:

1. Perencanaan portal

a) Perencanaan portal akibat beban mati

Untuk perencanaan portal akibat beban mati ini yang harus dilakukan adalah menentukan pembebanan pada portal, pembebanan ini terdiri dari:

- 1) Beban pelat
- 2) Beban balok
- 3) Beban penutup lantai dan adukan semen
- 4) Berat Balok
- 5) Berat pasangan dinding (jika ada)
- 6) Beban plesteran dinding

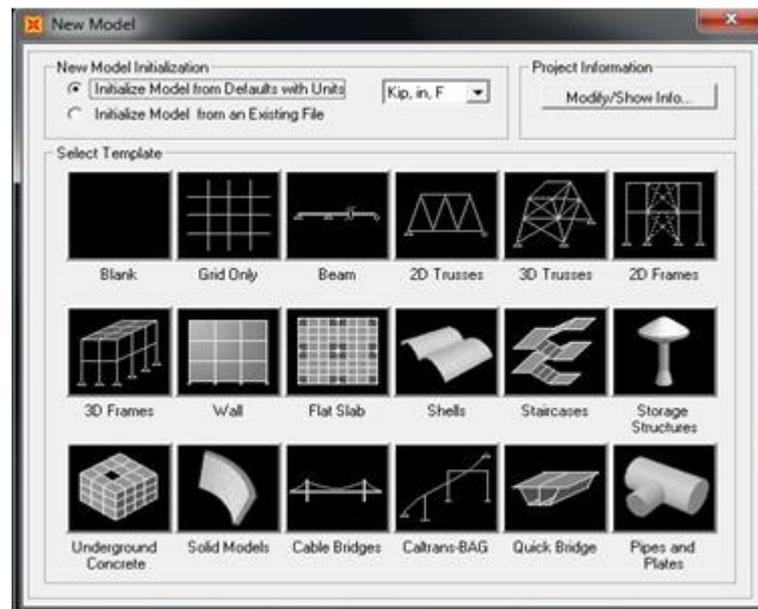
b) Perencanaan portal akibat beban hidup

Untuk perencanaan portal akibat beban hidup yang harus dilakukan adalah menentukan pembebanan pada portal serta perhitungan akibat beban hidup sama dengan perhitungan akibat beban mati.

2. Langkah-langkah Perhitungan

a) Buat model struktur portal akibat beban mati dan beban hidup

Langkah pertama yang dilakukan adalah memilih perhitungan yang akan digunakan. Dimana model yang digunakan adalah model *Grid Only*. Pilih units satuan dalam KN M C.



Gambar 2.2 Membuat Model Struktur

Kemudian dilanjutkan dengan mengatur *grid* penghubung garis atau *frame*. Dimana nilai *xz* diisi, *x* untuk arah horizontal dan *z* arah vertikal (*y* diisi 1 untuk bangunan 2 dimensi). Selanjutnya pilih *Editgrid* untuk mengatur panjang vertikal dan horizontal tiap *frame*. Setelah Selesai pilih ok, kemudian set view dalam arah *xz* dengan mengklik menu *xz* pada toolbar.



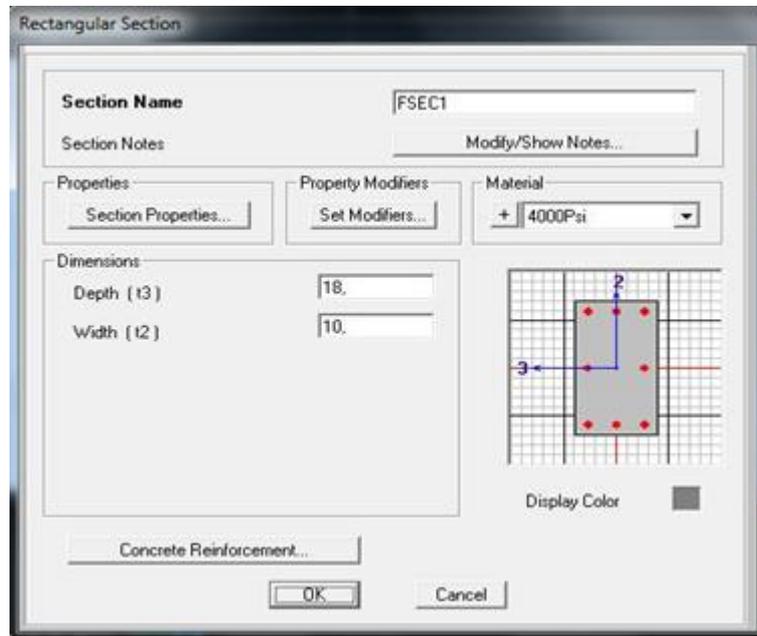
Gambar 2.3 Memilih Tampilan (Arah Tinjauan)

b) Input data perencanaan

- 1) Dimensi kolom
- 2) Dimensi balok
- 3) Mutu beton (f_c')

Cara memasukan nilai dimensi kolom dan balok pada umumnya sama, yaitu : Balok *frame* kolom atau balok, lalu pilih *Define-FrameSection* pada toolbar, setelah memilih menu diatas maka akan tampil toolbar *Frame*

Properties, Choose *Property Type to Add*, pilih *Add Rectangular* (untuk penampang berbentuk segiempat), klik *Add new Property* hingga muncul *toolbar* seperti dibawah ini:



Gambar 2.4 Memasukan Data Perencanaan.

Ganti *Section Name* dengan nama Balok (untuk balok), dan nama Kolom (untuk kolom). Ganti ukuran tinggi (*Depth*) dan lebar (*Weidh*) masing-masing pada kolom dan balok sesuai dengan ukuran yang telah direncanakan. Kemudian klik *Concrete Reinforcement*, lalu klik *Column* untuk kolom dan *Beam* untuk balok, lalu klik OK.

Untuk menentukan *frame* balok atau kolom yaitu dengan cara blok *frame* kemudian pilih *Assign – Frame – Frame Section – Modify / Show Property* pilih Balok atau Kolom.

Cara memasukan nilai F_y , F_c dan Modulus Elastis, yaitu : Blok semua *Frame*, lalu pilih *Define* pada *toolbar – Material Type–* pilih *concrete* untuk beton), lalu klik *Modify/Show Material*. Seperti padagambar dibawah ini :

The image shows a software dialog box with the following fields and values:

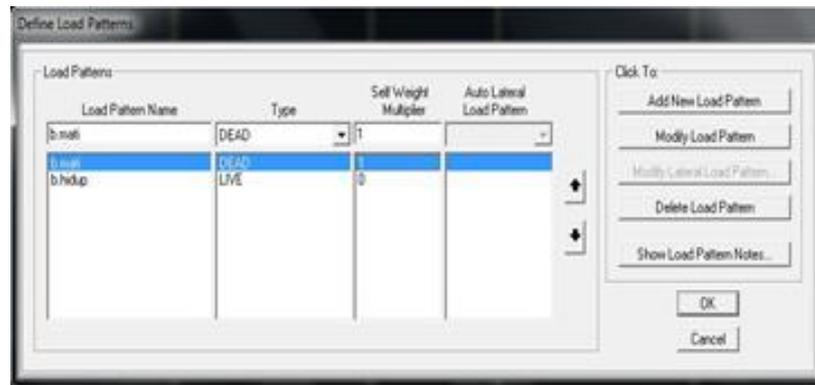
- General Data:**
 - Material Name and Display Color: 4000Psi
 - Material Type: Concrete (circled in red)
 - Material Notes: Modify/Show Notes...
- Weight and Mass:**
 - Weight per Unit Volume: 2355.122
 - Mass per Unit Volume: 2402.7696
- Units:** N, m, C
- Isotropic Property Data:**
 - Modulus of Elasticity, E: 2.486E+10
 - Poisson's Ratio, U: 0.2
 - Coefficient of Thermal Expansion, A: 9.900E-06
 - Shear Modulus, G: 1.036E+10
- Other Properties for Concrete Materials:**
 - Specified Concrete Compressive Strength, f'c: 27579032
 - Lightweight Concrete
 - Shear Strength Reduction Factor: (empty field)
- Switch To Advanced Property Display
- Buttons: OK, Cancel

Gambar 2.5 Memasukan Nilai Fy, Fc dan Modulus Elastisitas.

Ganti nilai *Weight per Unit Volume* dengan 24 yaitu nilai dari berat jenis beton. Ubah nilai *Modulus of Elasticity* dengan $4700\sqrt{f'c'} \times 1000$, serta ubah nilai Fc dan Fy sesuai dengan perencanaan masing-masing dikali 1000, lalu klik OK.

c) Menentukan patterns beban mati dan beban hidup

Pilih *Define* pada *toolbar* lalu pilih *Load Patterns*— buat nama pembebanan, tipe pembebanan dan nilai koefisien beban mati diisi dengan nilai 1, sedangkan koefisien beban hidup diisi dengan nilai 0. Seperti yang terlihat pada gambar dibawah ini :



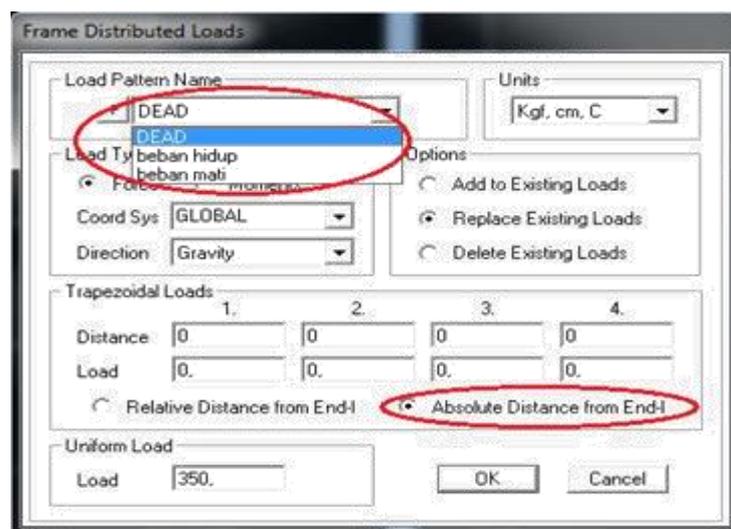
Gambar 2.6 Membuat Patterns Beban Mati dan Beban Hidup

d) Input nilai beban mati dan beban hidup

- Akibat beban Merata

Blok *frame* yang akan diinput, lalu pilih *Assing* pada *toolbar*, lalu pilih *Frame Load-Distributed-* pilih beban mati atau beban hidup untuk pembebanan tersebut pada *Load Pattern Name-* klik.

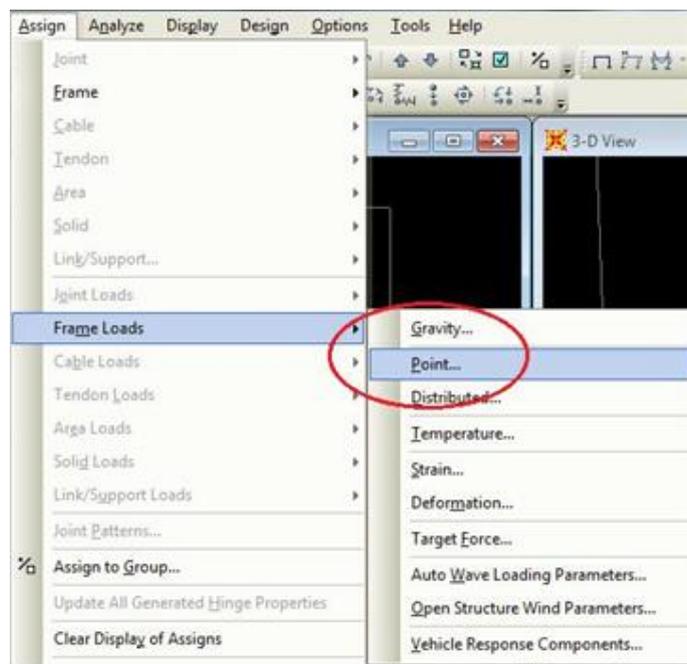
Absolute Distance from End-1 (agar dapat mengatur jarak yang diinginkan) – atur jarak *Distance* di titik 1 isi dengan 0 dan di titik 2 isi dengan panjang *frame* yang telah direncanakan, serta isi nilai bebannya pada 2 titik tersebut.



Gambar 2.7 Memasukan Nilai Beban Mati dan Beban Hidup

- Akibat beban terpusat

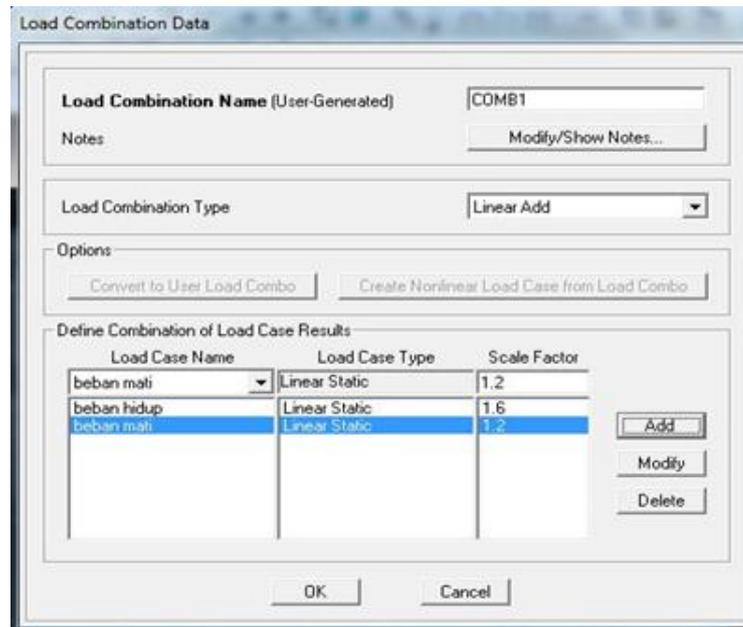
Menginput data beban terpusat sama halnya seperti menginput data pada beban merata, hanya saja setelah memilih menu *Frame Load* selanjutnya yang dipilih adalah *Point*.



Gambar 2.8 Memasukan Nilai Beban Terpusat

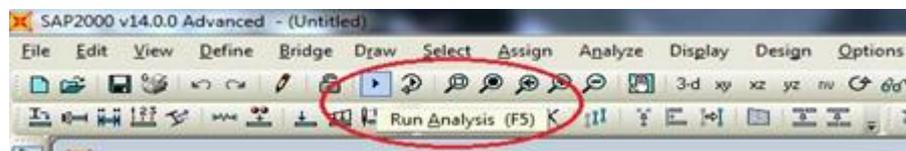
Cara memasukan nilai beban terpusat sama saja halnya dengan seperti memasukan nilai beban merata.

- Input *Load Combination* (beban kombinasi), yaitu 1,2 beban mati + 1,6 beban hidup. Langkah pertama yaitu blok seluruh frame yang akan dikombinasi, kemudian pilih *Define-Load Combination-Add New Combo*. Kemudian pada *Load Case Name* pilih masing beban, untukbeban hidup *Scale Factor* diisi dengan nilai 1,6, sedangkan beban mati diisi dengan nilai 1,2.



Gambar 2.9 Memasukan Nilai Beban Kombinasi

f) Run Analisis, seperti yang terlihat pada gambar di bawah ini:



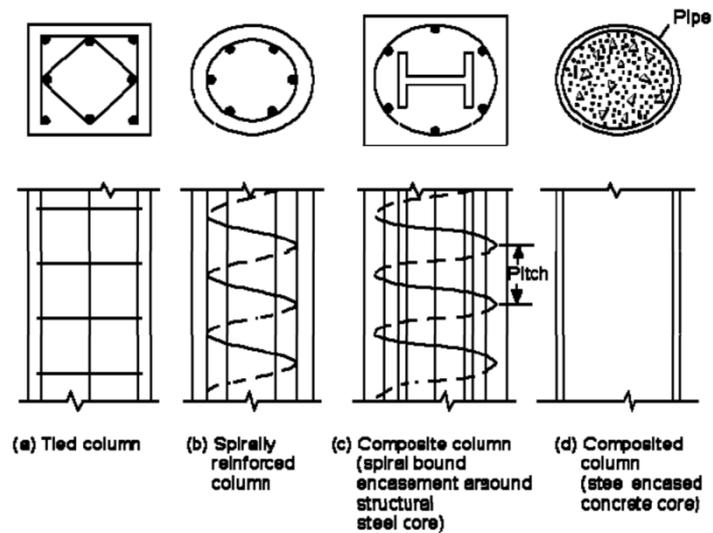
Gambar 2.10 Run Analisis

2.3.5 Perencanaan Kolom

Kolom didefinisikan sebagai elemen struktur vertikal yang berfungsi menyalurkan gaya tekan aksial, dengan atau tanpa momen, dari pelat lantai dan atap ke pondasi. (Iswandi Imran & Ediansjah Zulkifli, 2014).

Ada berbagai tipe kolom, diantaranya sebagai berikut.

1. Kolom persegi dengan tulangan longitudinal dan tulangan pengikat lateral
2. Kolom bundar dengan tulangan longitudinal, spiral, dan pengikat lateral
3. Kolom komposit dimana profil baja ditanam dalam beton.



Gambar 2.11 Tipe-tipe Kolom

Ketentuan-ketentuan yang perlu diperhatikan dalam perencanaan struktur kolom bangunan gedung adalah sebagai berikut:

- a. Dimensi batang terpendek tidak boleh $< 300 \text{ mm}$ ($b < 300 \text{ mm}$)
- b. Rasio dimensi penampang terpendek terhadap dimensi yang tegak lurus padanya tidak boleh $< 0,4$ atau $(\frac{h}{b} < 0,4)$
- c. Rasio tinggi kolom terhadap dimensi kolom terpendek adalah tidak boleh > 25 , untuk kolom yang dapat mengalami momen yang dapat berbalik tanda rasionya tidak boleh > 16 , untuk kolom kantilever rasionya tidak boleh > 10 .
- d. Jumlah ruas tulangan memanjang untuk rasio tulangan ρ adalah tidak boleh $< 0,001$ dan tidak boleh $> 0,06$ dan pada daerah sambungan tidak boleh $> 0,08$ pada perencanaan gempa
- d. Tulangan pokok memanjang berpengikat sengkang minimum 4 batang tulangan untuk bentuk segiempat dan lingkaran serta 3 buah batang tulangan segitiga dan 6 buah batang tulangan yang dikelilingi spiral
- e. Tebal minimum untuk selimut beton adalah 40 mm .

Tahapan-tahapan dalam perencanaan dan perhitungan struktur kolom adalah sebagai berikut:

- a. Menentukan pembebanan

$$W_u = 1,2W_{DL} + 1,6W_{LL}$$

- b. Menentukan momen rencana struktur kolom

$$M_u = 1,2 M_{DL} + 1,6 M_{LL}$$

- c. Menghitung nilai kekakuan kolom

$$E_k = \frac{E_c I_g}{1 + \beta_d}, \text{ dimana :}$$

E_c = modulus elastisitas beton, $4700\sqrt{f'c}$ Mpa

I_g = momen inersia penampang beton utuh dan diandaikan tak bertulang untuk kolom persegi $I_g = 1/12 b h^3$

β_d = faktor yang menunjukkan hubungan antara beban mati (berat sendiri)

$$\text{dan beban keseluruhan } \beta_d = \frac{1,2 M_d}{1,2 M_d + 1,6 M_l}$$

- d. Menghitung nilai kekakuan balok

$$E_{lb} = \frac{E_c I_g}{5}$$

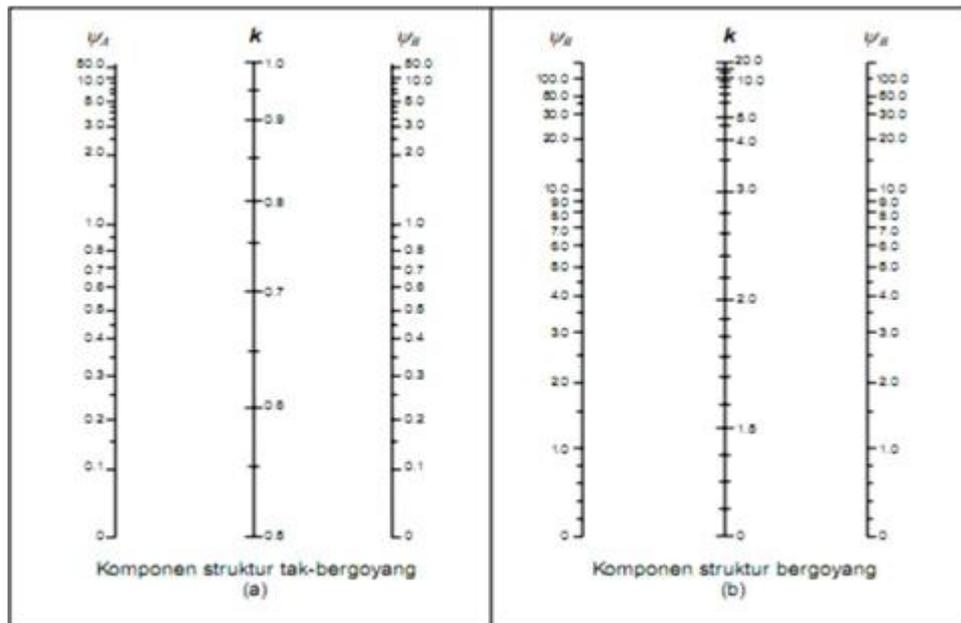
- e. cek kelangsingan kolom

$$\text{kelangsingan kolom} = \frac{\left(\frac{E_k \text{ lantai 1}}{l_k \text{ lantai 1}}\right) + \left(\frac{E_k \text{ lantai 2}}{l_k \text{ lantai 2}}\right)}{\left(\frac{E_{lb} \text{ kiri}}{l_b \text{ kiri}}\right) + \left(\frac{E_{lb} \text{ kanan}}{l_b \text{ kanan}}\right)}$$

- f. Menentukan nilai k

Menentukan nilai k dari struktur kolom dengan pengaku dengan menggunakan grafik aligment (grafik nomogram) seperti gambar 2.12. ketentuan kolom langsing adalah sebagai berikut.

- Rangka tanpa pengaku lateral = $\frac{Klu}{r} < 22$
- Rangka dengan pengaku lateral = $\frac{Klu}{r} < 34 - 12 \left(\frac{M_{1-b}}{M_{2-b}}\right)$



Gambar 2.12 Grafik Nomogram

g. Mencari nilai P_c

$$P_c = \frac{\pi^2 E I k}{k \cdot l_u^2}$$

h. Mencari nilai δ_b

$$\delta = \frac{C_m}{1 - \frac{P_u}{\phi P_c}} \geq 0$$

$$\delta = \frac{C_m}{1 - \frac{\sum P_u}{\phi \sum P_c}} \geq 0$$

$$C_m = 0,6 + 0,4 \times \frac{M_{1B}}{M_{2B}} \geq 0,4 \quad \rightarrow \text{kolom dengan pengaku}$$

$$C_m = 1,0 \quad \rightarrow \text{kolom tanpa pengaku}$$

δ_s = faktor pembesar ekstra pada struktur rangka tanpa pengaku,

δ_b = faktor pembesar pada struktur rangka dengan pengaku,

M_{1B} = momen kolom terbesar pada struktur rangka dengan pengaku

M_{2B} = momen kolom terkecil dalam 1 kolom

i. Mendesain tulangan

Hitung tulangan kolom taksir dengan jumlah tulangan 1% luas kolom

$$A_s = A_s' = \rho \cdot b \cdot d_{eff}$$

j. Menentukan tulangan yang dipakai

$$\rho = \frac{A_{s_{pakai}}}{b \cdot d}$$

$$Cb = \frac{600d}{600 + fy}$$

$$ab = \beta_1 \cdot Cb$$

$$\varepsilon_s' = \frac{Cb - d'}{Cb}$$

$$\varepsilon_y = \frac{fy}{Es}$$

$$\varepsilon_s' > \varepsilon_y \rightarrow fs' = fy ; As = As'$$

$$\phi P_n = \phi (0,85 f_c' \cdot ab \cdot b + (As' \cdot fs' - As \cdot fy))$$

$\phi P_n > \phi P_u \rightarrow$ beton belum hancur pada daerah tarik

$\phi P_n < \phi P_u \rightarrow$ beton hancur pada daerah tarik

k. Memeriksa kekuatan penampang

1. Akibat keruntuhan tekan

$$P_n = \frac{As' x fy}{\left(\frac{e}{d-d'}\right)+0,5} + \frac{bxhx f_c'}{\left(\frac{3xhx e}{d^2}\right)+1,18}$$

2. Akibat keruntuhan tarik

$$P_n = 0,85 F_c; b \cdot d \left[\frac{h-2e}{2d} + \sqrt{\left(\frac{h-2e}{sd}\right)^2 + 2m\rho\left(1 - \frac{d'}{d}\right)} \right]$$

$$\text{Dengan } e = \frac{Mu}{Pu}$$

$$E_{\min} = 15 + 0,03h$$

Diambil nilai e terbesar

$$m = \frac{fy}{0,85 \cdot f_c'}$$

nilai ϕP_n harus lebih besar daripada P_u kolom

l. Menentukan tulangan sengkang

a) Berdasarkan syarat teoritis

Adapun syarat penulangan sengkang:

1) Jarak spasi:

- 48 kali diameter tulangan sengkang, atau
- 16 kali diameter tulangan pokok, atau
- Selebar kolom

2) Untuk tulangan pokok ≤ 32 mm, digunakan sengkang $\phi 10$ mm

3) Untuk tulangan pokok > 32 mm, digunakan sengkang D12 – 16 mm.

b) Berdasarkan perhitungan V_u

Perhitungan sengkang berdasarkan nilai V_u perhitungannya sama seperti sengkang pada struktur balok.

2.3.6 Sloof

Sloof merupakan salah satu struktur bawah suatu bangunan yang menghubungkan pondasi dan berfungsi sebagai penerima beban dinding di atasnya.

Langkah-langkah yang harus dilakukan dalam perencanaan dan perhitungan sloof, antara lain:

1. Tentukan dimensi sloof
2. Tentukan pembebanan pada sloof

- Berat sendiri sloof
- Berat dinding dan plesteran

Kemudian semua beban dijumlahkan untuk mendapatkan beban total, lalu dikalikan factor untuk beban terfaktor.

$$U = 1,2 D$$

(Dipohusodo hal. 40)

Keterangan: U = beban terfaktor per unit panjang bentang balok

D = beban mati

3. Penulangan lentur lapangan dan tumpuan
 - a. Tentukan $d_{\text{eff}} = h - p - \emptyset$ sengkang - $\frac{1}{2} \emptyset$ tulangan
 - b. Menghitung nilai k

$$k = \frac{M_u}{\emptyset \cdot b \cdot d^2} \rightarrow \text{didapat nilai } \rho \text{ dari tabel}$$

Dimana: M_u = Momen terfaktor pada penampang (kN/m)

\emptyset = factor kuat rencana

$$- \rho_{\text{min}} = \frac{1,4}{f_v}$$

$$- \rho_{\text{min}} < \rho_{\text{ada}} < \rho_{\text{max}}$$

c. Menghitung nilai A_s

$$A_s = \rho \cdot b \cdot d$$

Dimana: A_s = luas tulangan (mm^2)

ρ = rasio penulangan

d = jarak dari serat tekan terluar ke pusat tulangan tarik

b = lebar penampang diambil 1 m

d. Menentukan diameter tulangan yang dipakai menggunakan tabel diameter tulangan

e. Mengontrol jarak tulangan sengkang

f. Untuk menghitung tulangan tumpuan diambil 20% dari luas tulangan atas

4. Tulangan geser rencana

$$V_c = \left[\frac{\sqrt{f_c'}}{6} \right] \times b_w \times d \dots\dots\dots(\text{Dipohusodo hal. 112})$$

- $V \leq \emptyset V_c$ (tidak perlu tulangan geser)(Dipohusodo hal.113)

- $V_u \leq \emptyset V_n$

- $V_n = V_c + V_s$

- $V_u \leq \emptyset V_c + \emptyset V_s \dots\dots\dots(\text{Dipohusodo hal.114})$

- $S_{\text{perlu}} = \frac{A_v \cdot f_y \cdot d}{V_s} \dots\dots\dots(\text{Dipohusodo hal.122})$

Keterangan:

V_c = kuat geser nominal yang disumbangkan beton

V_u = kuat geser terfaktor pada penampang

V_n = kuat geser nominal

V_s = kuat geser nominal yang disumbangkan tulangan geser

A_v = luas tulangan geser pada daerah sejarak s

d = jarak dari serat tekan terluar ke pusat tulangan tarik

f_y = mutu baja

2.3.7 Pondasi

Pondasi adalah struktur yang digunakan untuk menumpu kolom dan dinding dan memindahkan beban ke lapisan tanah. (Jack C. McCormac, 2003).

Secara umum dalam perencanaan pondasi harus memenuhi persyaratan sebagai berikut.

1. Tegangan kontak pada tanah tidak melebihi daya dukung tanah yang diizinkan
2. *Settlement* (penurunan) dari struktur masih termasuk dalam batas yang diizinkan. Jika ada kemungkinan yang melebihi dari perhitungan awal, maka ukuran pondasi dapat dibuat berbeda dan dihitung secara sendiri-sendiri sehingga penurunan yang terjadi menjadi persamaan.

Dalam perencanaan pondasi untuk suatu konstruksi dapat digunakan beberapa macam tipe pondasi. Adapun pemilihan tipe pondasi ini didasarkan atas:

- Fungsi bangunan atas (*uper structure*) yang akan dipikul oleh pondasi tersebut.
- Besarnya beban dan beratnya bangunan atas.
- Keadaan tanah dimana bangunan tersebut akan didirikan.
- Biaya pondasi dibandingkan dengan bangunan atas.

Beberapa hal dalam pemilihan bentuk pondasi sebuah bangunan berdasarkan daya dukung tanah juga perlu diperhatikan, antara lain sebagai berikut:

- a. Bila tanah keras terletak pada permukaan tanah atau 2-3 meter di bawah permukaan tanah, maka pondasi yang dipilih sebaiknya jenis pondasi dangkal (pondasi jalur atau pondasi tapak) dan pondasi strouppile.
- b. Bila tanah keras terletak pada kedalaman hingga 10 meter atau lebih di bawah permukaan tanah maka jenis pondasi yang biasanya dipakai adalah pondasi tiang minipile dan pondasi sumuran atau *borpile*.
- c. Bila tanah keras terletak pada kedalaman hingga 20 meter atau lebih di bawah permukaan tanah maka jenis pondasi yang biasanya dipakai adalah pondasi tiang pancang.

Dari beberapa macam tipe pondasi yang dapat dipergunakan, tipe pondasi yang digunakan pada Pembangunan Gedung Balai Penelitian Perikanan Perairan Umum di Palembang ini adalah pondasi tiang pancang tunggal, pondasi tiang pancang kelompok, dan pondasi menerus. Pondasi tiang pancang ini berfungsi untuk memindahkan atau mentransferkan beban-beban dari konstruksi di atasnya (*uper structure*) kelapisan tanah yang lebih dalam. (Sardjono, 1988).

Adapun urutan dalam menganalisis pondasi jenis tiang pancang adalah sebagai berikut:

- Menentukan beban – beban yang bekerja pada pondasi
- Menentukan diameter tiang pancang yang akan digunakan
- Menghitung daya dukung pondasi

$$Q_{tiang} = 0,3 \times f_c' \times A_{tiang}$$

- Menghitung daya dukung tanah

$$Q_{ijin} = \frac{NK.Ab}{Fb} + \frac{JHP.O}{Fs}$$

dimana : q_c = Nilai konus

JHP = Jumlah hambatan pelekat

A = Luas tiang

O = Keliling tiang

- Menentukan jarak antar tiang pancang (s)

$$2,5D < s < 3D$$

- Menentukan dimensi pile cap yang digunakan
- Menentukan efisiensi pondasi kelompok tiang

$$Eg = 1 - \frac{\theta}{90^\circ} \left\{ \frac{(n-1)m + (m-1)n}{mn} \right\}$$

Keterangan :

m = Jumlah baris

n = Jumlah tiang dalam satu baris

$$\theta = \arctan \frac{B}{S}$$

s = jarak antar tiang

d = dimensi tiang

- Menentukan kemampuan tiang terhadap sumbu X dan sumbu Y

$$P_{max} = \frac{\sum V}{n} \pm \frac{M_y X_{max}}{n_y \cdot \sum X^2} \pm \frac{M_x Y_{max}}{n_x \cdot \sum Y^2}$$

Dimana:

P_{max} = beban yang diterima oleh tiang pancang

$\sum V$ = jumlah total beban

M_x = momen yang bekerja pada bidang yang tegak lurus pada sumbu x

M_y = momen yang bekerja pada bidang yang tegak lurus pada sumbu y

n = jumlah tiang pancang dalam kelompok tiang pancang

x_{maks} = absis terjauh tiang pancang terhadap titik berat kelompok tiang

y_{maks} = ordinat terjauh tiang pancang terhadap titik berat kelompok tiang

n_y = banyaknya tiang pancang dalam satu baris dalam arah sumbu y

n_x = banyaknya tiang pancang dalam satu baris dalam arah sumbu x

$\sum X^2$ = jumlah kuadrat absis-absis tiang pancang

$\sum Y^2$ = jumlah kuadrat ordinat-ordinat tiang pancang

2.4 Pengelolaan Proyek

Pengelolaan proyek dibagi menjadi tiga bagian pekerjaan, diantaranya adalah sebagai berikut.

a. Rencana Kerja dan Syarat-syarat (RKS)

Rencana kerja dan syarat-syarat adalah segala ketentuan dan informasi yang diperlukan terutama hal-hal yang tidak dapat dijelaskan dengan gambar-gambar yang harus dipenuhi oleh para kontraktor pada saat akan mengikuti pelelangan maupun pada saat melaksanakan pekerjaan yang akan dilakukan nantinya.

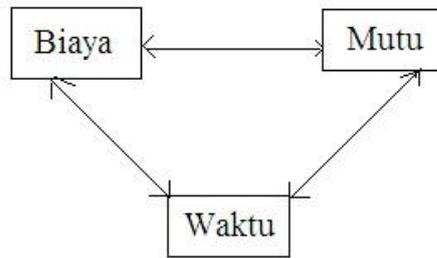
b. Rencana Anggaran Biaya (RAB)

Rencana Anggaran Biaya (RAB) adalah pekerjaan bentuk bangunan yang memenuhi syarat, menentukan biaya, dan menyusun tata cara pelaksanaan teknik dan administrasi. Tujuan RAB adalah untuk memberikan gambaran yang pasti mengenai bentuk konstruksi, besar biaya, dan pelaksanaan atau penyelesaian.

c. Rencana Pelaksanaan

- NWP (*Network Planning*)

NWP adalah suatu alat pengendalian pekerjaan dilapangan yang ditandai dengan simbol tertentu berupa urutan kegiatan dalam suatu proyek yang berfungsi untuk memperlancar kegiatan.



Gambar 2.13 Diagram NWP

- Barchart

Barchart adalah daftar urutan bagian-bagian pekerjaan dan garis-garis lurus menyerupai balok yang menunjukkan perkiraan waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan bagian-bagian pekerjaan dalam suatu proyek.

- Kurva "S"

Kurva S adalah kurva yang menggambarkan komulatif rencana waktu (*progress*) pada setiap bagian-bagian kegiatan yang dibuat berdasarkan bobot setiap pekerjaan dari tahap awal sampai tahap berakhirnya pekerjaan.