

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Umum

Perencanaan struktur dapat didefinisikan sebagai campuran antara seni dan ilmu pengetahuan yang dikombinasikan dengan intuisi seorang ahli struktur mengenai perilaku struktur dengan dasar-dasar pengetahuan dalam statika, dinamika, mekanika bahan, dan analisa struktur, untuk menghasilkan suatu struktur yang ekonomis dan aman, selama masa layannya (Setiawan, 2008). Perencanaan suatu konstruksi haru memenuhi berbagai syarat konstruksi yang telah ditentukan, yaitu:

1. Kuat

Struktur gedung harus direncanakan kekuatan batasnya terhadap pembebanan.

2. Kokoh

Struktur gedung harus direncanakan kokoh agar deformasi yang terjadi tidak melebihi deformasi yang telah ditentukan.

3. Ekonomis

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

4. Artistik (Estetika)

Konstruksi yang dibangun harus memperhatikan aspek-aspek keindahan, tata letak dan bentuk sehingga orang-orang yang menempatnya akan merasa aman dan nyaman.

2.2 Teori Dasar-Dasar Perencanaan

Pada penyelesaian perhitungan bangunan perencanaan berpedoman kepada peraturan-peraturan yang berlaku di Indonesia, diantaranya adalah:

1. SNI 03-2847-2002 tentang Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung.
2. PPPURG-1987 tentang Pedoman Perencanaan Pembebanana Untuk Rumah dan Gedung.

3. SNI-1726-2002 tentang Standar Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung.

Suatu struktur bangunan gedung juga harus direncanakan kekuatannya terhadap suatu pembebanan, adapun jenis pembebanan antara lain:

1. Beban Mati (Beban Tetap)

Beban mati adalah berat dari semua bagian dari suatu gedung yang bersifat tetap, termasuk segala unsur tambahan, penyelesaian-penyelesaian, mesin-mesin serta peralatan tetap yang merupakan bagian yang tak terpisahkan dari gedung itu. (Pedoman Perencanaan Pembebanan Untuk Rumah dan Gedung)

2. Beban Hidup (Beban Sementara)

Beban hidup adalah semua beban yang terjadi akibat penghunian atau penggunaan suatu gedung, dan kedalamnya termasuk baban-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 ke dalam beban hidup dapat termasuk beban 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. (Pedoman Perencanaan Pembebanan Untuk Rumah dan Gedung / SKBI-1.3.53.1987)

3. Beban Hujan

Dalam hitungan beban hujan diasumsikan sebagai beban yang bekerja tegak lurus terhadap bidang atap dan koefisien beban hujan ditetapkan sebesar $(40-0,8\alpha)$ kg/m² dan α sebagai sudut atap. (Pedoman Perencanaan Pembebanan Untuk Rumah dan Gedung / SKBI-1.3.53.1987)

4. Beban Angin

Semua beban yang bekerja pada gedung atau bagian gedung yang disebabkan oleh selisih dalam tekanan udara. Beban memperhitungkan adanya tekanan positif dan negatif yang bekerja tegak lurus pada bidang-bidang yang ditinjau. (Pedoman Perencanaan Pembebanan Untuk Rumah dan Gedung / SKBI-1.3.53.1987)

5. Beban Gempa

Beban gempa adalah semua beban statik ekuivalen yang bekerja pada gedung atau bagian gedung yang menirukan pengaruh dari gerakan tanah akibat gempa itu. Dalam hal ini pengaruh gempa pada struktur gedung ditentukan berdasarkan suatu analisis dinamik, maka diartikan dengan beban gempa disini adalah gaya-gaya dalam struktur tersebut yang terjadi oleh gerakan tanah akibat gempa itu. (Pedoman Perencanaan Pembebanan Untuk Rumah dan Gedung / SKBI-1.3.53.1987)

6. Beban Khusus

Beban khusus adalah semua beban yang bekerja pada gedung atau bagian gedung yang terjadi akibat selisih suhu, pengangkatan dan pemasangan, penurunan pondasi, susut, gaya-gaya tambahan yang berasal dari beban hidup seperti gaya rem yang berasal dari keran, gaya sentrifugal dan gaya dinamis yang berasal dari mesin-mesin, serta pengaruh-pengaruh khusus lainnya. (Pedoman Perencanaan Pembebanan Untuk Rumah dan Gedung / SKBI-1.3.53.1987)

2.3 Teori Perhitungan Struktur

2.3.1 Perencanaan Atap

1. Gording

Struktur gording direncanakan kekuatannya berdasarkan pembebanan dari beban mati dan beban hidup.

A. Pembebanan

Adapun beban yang bekerja pada gording sebagai berikut :

1. Beban Mati (qD)

Terdiri dari :

- Berat sendiri gording
- Berat atap

2. Beban Hidup (qL)

Terdiri dari :

- Berat air hujan
- Berat pekerja

3. Beban Angin (w)

Kombinasi Pembebanan :

1. Menurut SNI 03-1729-2002, kuat perlu (U) yang menahan beban mati (D) dan beban hidup

(L) paling tidak harus sama dengan :

$$U = 1,2 D + 1,6 L \dots\dots\dots(2.1)$$

2. Menurut SNI 03-1729-2002, kuat perlu (U) yang sama menahan beban angin (W), beban mati(D), dan beban hidup (L)

$$U = 1,2 D + 1,6 L + 0,8 W \dots\dots\dots(2.2)$$

3. Menurut SNI 03-1729-2002, kuat perlu (U) yang menahan beban angin (W), beban mati (D) dan beban hidup (L) kosong

$$U = 0,9 D + 1,3 W \dots\dots\dots(2.3)$$

B. Kontrol Kekuatan

Untuk menghitung kontrol kekuatan, menurut Tata Cara Perencanaan Struktur Baja Untuk Bangunan Gedung, berdasarkan SNI 03-1729-2002.

$$\frac{M_{ux}}{\phi_b \cdot M_{nx}} + \frac{M_{uy}}{\phi_b \cdot M_{ny}} \leq 1 \dots\dots\dots(2.4)$$

C. Kontrol Kekakuan

Untuk menghitung kontrol kekakuan beban terpusat adalah:

$$\Delta = \frac{1}{48} \left(\frac{P \cdot L^3}{E \cdot I} \right) \dots\dots\dots(2.5)$$

Untuk menghitung kontrol kekakuan beban merata adalah:

$$\Delta = \frac{5 \cdot q \cdot l^3}{348 \cdot E \cdot I} \dots \dots \dots (2.6)$$

2. Trekstang

a. Pembebanan

- Pembebanan akibat beban mati (qd)

Pembebanan akibat beban mati, antara lain : Berat sendiri gording, Berat sendiri atap, Berat pengikat, dll.

- Pembebanan akibat beban hidup (ql)

Pembebanan akibat beban hidup, antara lain : Beban pekerja, Beban air hujan, koefisien yang diambil 20 Kg/m²

b. Kombinasi Pembebanan

Kombinasikan seperti : Beban mati + Beban hidup merata + Beban hidup terpusat.

$$RA = 1,2 RD + 1,6 RL \dots \dots \dots (2.7)$$

Keterangan :

RD = Berat sendiri gording + Berat atap

RL = Beban air hujan + Beban pekerja

$$RA \text{ total} = RA \times \text{Jumlah gording} \dots \dots \dots (2.8)$$

c. Kontrol Leleh

$$Pu = \phi \cdot fy \cdot Ag \dots \dots \dots (2.9)$$

$$Ag \text{ perlu} = \frac{Pu}{\phi \cdot fy} \dots \dots \dots (2.10)$$

$$Ag \text{ perlu} = \frac{1}{4} \pi d^2 \dots \dots \dots (2.11)$$

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot Ag}{\pi}} \dots \dots \dots (2.12)$$

d. Kontrol Putus

$$Pu = \phi \cdot fu \cdot 0,75 \cdot Ag \rightarrow \phi = 0,9 \dots \dots \dots (2.13)$$

$$Ag \text{ perlu} = \frac{Pu}{0,75 \cdot \phi \cdot fu} \dots \dots \dots (2.14)$$

$$Ag \text{ perlu} = \frac{1}{4} \pi d^2 \dots \dots \dots (2.15)$$

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot Ag}{\pi}} \dots\dots\dots(2.16)$$

2.3.2 Perencanaan Pelat Beton

Pelat beton bertulang dalam suatu struktur dipakai pada lantai dan atap. Pada pelat yang ditumpu balok pada keempat sisinya, terbagi dua berdasarkan geometrinya, yaitu:

1. Pelat Satu Arah (*One Way Slab*)

Suatu pelat dikatakan pelat satu arah apabila $\frac{L_y}{L_x} \geq 2$, dimana L_y dan L_x adalah panjang pelat dari sisi – sisinya.

Dalam perencanaan struktur pelat satu arah, langkah – langkahnya adalah sebagai berikut :

A. Penentuan Tebal Pelat

Menurut Dispohusodo, penentuan tebal pelat terlentur satu arah tergantung pada beban atau momen lentur yang bekerja, defleksi yang terjadi, dan kebutuhan kuat geser yang dituntut. Tabelnya dapat dilihat pada table 2.1 dibawah ini.

Tabel 2.1. Tabel minimum pelat satu arah

Komponen	Tebal Minimum, h			
Komponen struktur	Dua tumpuan sederhana	Satu ujung menerus	Kedua ujung menerus	Kantilever
	Komponen yang tidak menahan atau tidak disatukan dengan partisi atau konstruksi lain yang mungkin akan rusak oleh lendutan yang besar			
Pelat 10risma satu arah	1/20	1/24	1/28	1/10

Balok atau pelatrusuksatu arah	1/16	1/18,5	1/21	1/8
--------------------------------	------	--------	------	-----

Catatan :

Panjang bentang dalam mm (11rismatic11)

Nilai yang diberikan harus digunakan langsung untuk komponen struktur dengan berat beton normal 24 KN/m³ dan baja tulangan BJTD mutu 40. Untuk kondisi lain, nilai di atas harus dimodifikasi sebagai berikut :

1. Untuk struktur beton ringan dengan berat jenis di antara 1500 kg/m³ sampai 2000 kg/m³, nilai harus dikalikan dengan $(1,65 - 0,00 w_c)$ tetapi tidak kurang dari 1,09, dimana w_c adalah berat jenis dalam kg/m³.

Untuk f_y selain 400 Mpa nilai nya harus dikalikan dengan : $0,4 + \frac{f_y}{700}$(2.17)

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

$$W_u = 1,2 W_{DD} + 1,6 W_{LL}.....(2.18)$$

W_{DD} = Jumlah Beban Mati Pelat (KN/m)

W_{LL} = Jumlah Beban Hidup Pelat (KN/m)

C. Menghitung Momen Rencana (M_u) Baik Dengan Cara Tabel Atau Analisis.

Sebagai 11rismatic11e, metode pendekatan berikut ini dapat digunakan untuk menentukan momen lentur dan gaya geser dalam perencanaan balok menerus dan pelat satu arah, yaitu pelat beton bertulang di mana tulangnya hanya direncanakan untuk memikul gaya-gaya dalam satu arah, selama:

1. Jumlah minimum bentang yang ada haruslah minimum dua,

2. Memiliki panjang bentang yang tidak terlalu berbeda, dengan rasio panjang bentang terbesar terhadap panjang bentang terpendek dari dua bentang yang bersebelahan tidak lebih dari 1,2,
3. Beban yang bekerja merupakan beban terbagi rata,
4. Beban hidup per satuan panjang tidak melebihi tiga kali beban mati per satuan panjang, dan
5. Komponen struktur adalah 12rismatic.

D. Perkiraan Tinggi Efektif (d_{eff})

Untuk beton bertulang, tebal selimut beton minimum yang harus disediakan untuk tulangan harus memenuhi ketentuan pada tabel 2.2 sebagai berikut :

Tabel 2.2 Tabel tebal selimut beton minimum

Tebal selimut minimum (mm)	
Beton yang dicor langsung di atas tanah dan selalu berhubungan dengan tanah	70
Beton yang berhubungan dengan tanah atau cuaca: Batang D-19 hingga D-56	50
Batang D-16, jaring kawat polos atau ulir W16 dan yang lebih kecil	40
Beton yang tidak langsung berhubungan dengan cuaca atau tanah: <u>Pelat, dinding, pelat berusuk:</u> Batang D-44 dan D-56	40
Batang D-36 dan yang lebih kecil	20
<u>Balok, kolom:</u> Tulangan utama, pengikat, sengkang, lilitan spiral	40
<u>Komponen struktur cangkang, pelat lipat:</u> Batang D-19 dan yang lebih besar	20
Batang D-16, jaring kawat polos atau ulir W16 dan yang lebih kecil	15

Sumber : SNI 03-2847-2002

E. Menghitung K_{perlu}

$$k = \frac{Mu}{\phi b d_{eff}^2} \dots \dots \dots (2.19)$$

Keterangan :

- k = faktor panjang efektif komponen struktur tekan (Mpa)
 Mu = Momen terfaktor pada penampang (KN / m)
 b = lebar penampang (mm) diambil 1 m
 d_{eff} = tinggi efektif pelat (mm)
 ϕ = faktor Kuat Rencana (SNI 2002 Pasal 11.3)

F. Menentukan rasio penulangan (ρ) dari tabel.

Jika $\rho > \rho_{max}$, maka pelat dibuat lebih tebal.

G. Hitung A_s yang diperlukan.

$$A_s = \rho b d_{eff} \dots \dots \dots (2.20)$$

A_s = Luas tulangan (mm^2)

ρ = rasio penulangan

d_{eff} = tinggi efektif pelat (mm)

H. Memilih tulangan pokok yang akan dipasang beserta tulangan suhu dan susut dengan menggunakan tabel.

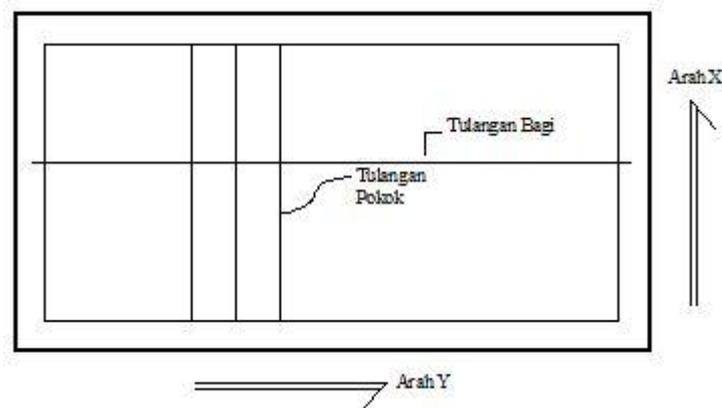
Untuk tulangan suhu dan susut dihitung berdasarkan peraturan SNI 2002 Pasal 9.12, yaitu :

1. Tulangan susut dan suhu harus paling sedikit memiliki rasio luas tulangan terhadap luas bruto penampang beton sebagai berikut, tetapi tidak kurang dari 0,0014:
2. Pelat yang menggunakan batang tulangan ulir mutu 300 yaitu **0,0020**
3. Pelat yang menggunakan batang tulangan ulir atau jaring kawat las (polos atau ulir) mutu 400.....**0,0018**
4. Pelat yang menggunakan tulangan dengan tegangan leleh melebihi 400 MP yang diukur pada regangan leleh sebesar 0,35%**0,0018x400/fy**

5. Tulangan susut dan suhu harus dipasang dengan jarak tidak lebih dari lima kali tebal pelat, atau 450 mm.

I. Penggambaran Tulangan

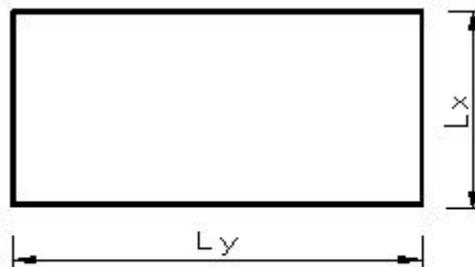
Penggambaran tulangan dapat dilihat pada Gambar 2.1 berikut ini:



Gambar 2.1 Penulangan Pelat Satu Arah

2. Pelat dua Arah (*Two Way Slab*)

Suatu pelat dikatakan pelat satu arah apabila $\frac{L_y}{L_x} \leq 2$, dimana L_y dan L_x adalah panjang pelat dari sisi – sisinya, dapat dilihat pada gambar 2.2.



Gambar 2.2 L_y , L_x pada pelat dua arah

Berikut adalah prosedur perencanaan perhitungan pelat dua arah :

A. Menghitung H minimum pelat

Tebal pelat minimum dengan balok yang menghubungkan tumpuan pada semua sisinya harus memenuhi ketentuan sebagai berikut :

1. Untuk α_m yang sama atau lebih kecil dari 0,2, harus menggunakan tabel 2.3 berikut:

Tabel 2.3 Tebal minimum pelat

Tegangan Leleh (MPa)	Tanpa penebalan			Dengan penebalan		
	Panel luar		Panel dalam	Panel luar		Panel Dalam
	Tanpa Balok Penggir	Dengan Balok Pinggir		Tanpa Balok	Dengan Balok PInggir	
300	$l_n/33$	$l_n/36$	$l_n/36$	$l_n/36$	$l_n/40$	$l_n/40$
400	$l_n/30$	$l_n/33$	$l_n/33$	$l_n/33$	$l_n/36$	$l_n/36$
500	$l_n/28$	$l_n/31$	$l_n/31$	$l_n/31$	$l_n/34$	$l_n/34$

Sumber : SNI 03-2847-2002

2. Untuk α_m lebih besar dari 0,2 tapi tidak lebih dari 2,0, ketebalan pelat minimum harus memenuhi :

$$h = \frac{\ln(0,8 + \frac{f_y}{1500})}{36 + 5\beta(\alpha_m - 0,2)} \dots\dots\dots(2.21)$$

Dan tidak boleh kurang dari 120 mm.

3. Untuk α_m lebih besar dari 2,0, ketebalan pelat minimum tidak boleh kurang dari:

$$h = \frac{\ln(0,8 + \frac{f_y}{1500})}{36 + 9\beta} \dots\dots\dots(2.22)$$

Dan tidak boleh kurang dari 90 mm.

Dimana : $\alpha m = \frac{E_{cb}I_b}{E_{cs}I_s} \dots\dots\dots(2.23)$

E_{cb} = modulus elastis balok beton

- E_{cs} = modulus elastis pelat beton
 I_b = inersia balok = $\frac{bh^3}{12}$
 I_s = inersia pelat = $\frac{I_n t^3}{12}$
 l_n = jarak bentang bersih (mm)
 h = tinggi balok
 t = tebal pelat
 β = rasio bentang panjang bersih terhadap bentang pendek bersih pelat

4. Menentukan tinggi efektif (d_{eff})

- d_x = h - tebal selimut beton - $1/2 \varnothing$ tulangan arah x
 d_y = h - tebal selimut beton - \varnothing tulangan pokok x - $1/2 \varnothing$ tulangan arah y

5. Menghitung K_{perlu}

$$k = \frac{M_u}{\varnothing b d_{eff}^2} \dots \dots \dots (2.24)$$

- k = faktor panjang efektif komponen struktur tekan (Mpa)
 M_u = Momen terfaktor pada penampang (KN / m)
 B = lebar penampang (mm) diambil 1 m
 d_{eff} = tinggi efektif pelat (mm)
 \varnothing = faktor Kuat Rencana (SNI 2002 Pasal 11.3)

6. Menentukan rasio penulangan (ρ) dari tabel.

Jika $\rho > \rho_{max}$, maka pelat dibuat lebih tebal.

Hitung A_s yang diperlukan.

- A_s = $\rho b d_{eff}$,
 A_s = Luas tulangan (mm²)
 ρ = rasio penulangan
 d_{eff} = tinggi efektif pelat (mm)

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

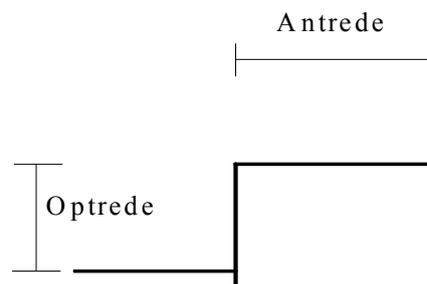
8. Menggambarkan detail penulangan pelat

2.3.3 Tangga

Tangga merupakan salah satu konstruksi yang berfungsi sebagai penghubung antara lantai pada bangunan bertingkat. (agungsantoso-tangga.blogspot.com)

Tangga terdiri dari anak tangga. Anak tangga terdiri dari dua, yaitu:

1. Antrede, adalah dari anak tangga dan pelat tangga bidang horizontal yang merupakan bidang pijak telapak kaki.
2. Optrede, selisih tinggi antara dua buah anak tangga yang berurut.



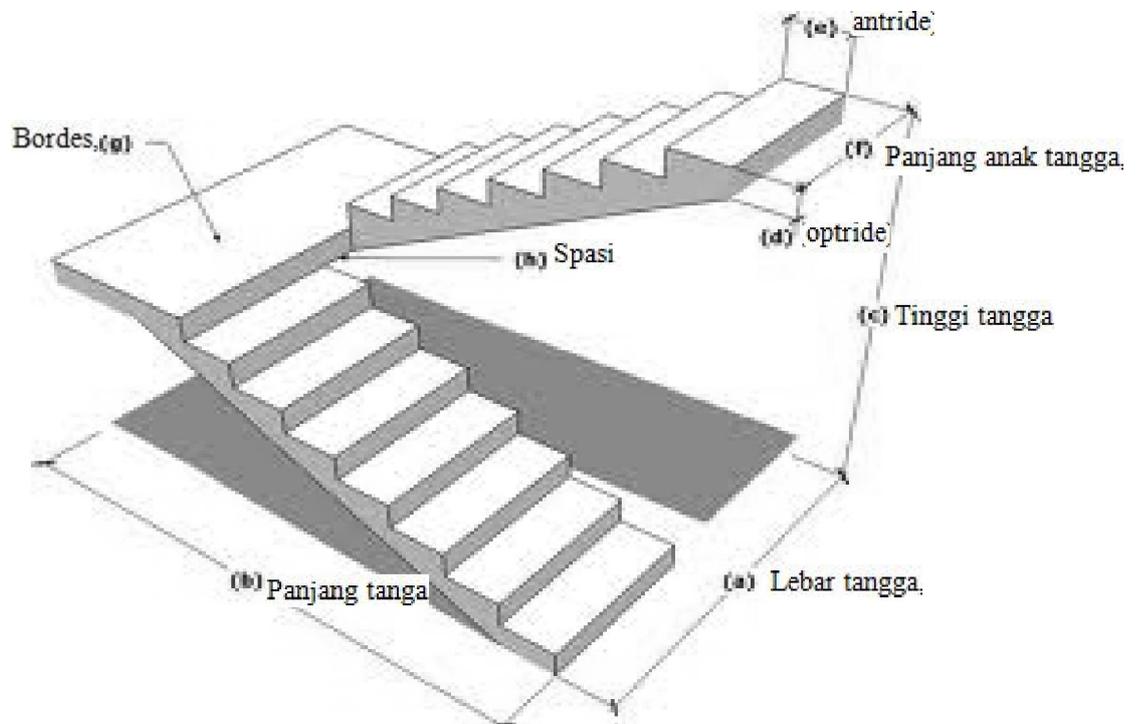
Gambar 2.3 Anak tangga (menjelaskan posisi optride antride)

Ketentuan – ketentuan konstruksi optrede dan antrede, antara lain :

1. Untuk bangunan rumah tinggal
 - Antrede = 25 cm (minimum)
 - Optrede = 20 cm (maksimum)
2. Untuk perkantoran dan lain – lain
 - Antrede = 25 cm
 - Optrede = 17 cm
3. Syarat 1 (satu) anak tangga
 - 2 optrede + 1 antrede = 1 langkah normal manusia (54-65 cm)
4. Lebar tangga

Tempat umum ≥ 120 cm

Tempat tinggal = 180 cm s/d 100 cm



Gambar 2.4 Gambar Komponen tangga

Prosedur perhitungan perencanaan tangga, yaitu :

1. Menentukan ukuran atau dimensi
2. Menentukan ukuran optrede antrede
3. Menentukan jumlah optrede antrede
4. Menghitung panjang tangga

Panjang tangga = jumlah optrede x lebar antrede

5. Menghitung sudut kemiringan tangga

$$\text{Sudut kemiringan} = \tan \left(\frac{\text{tinggitanangga}}{\text{panjangtangga}} \right) \dots \dots \dots (2.25)$$

6. Menentukan tebal pelat

7. Menghitung beban – beban pada tangga

- a. Beban mati (W_D)
- b. Berat sendiri bordes
- c. Berat pelat
- d. Beban hidup (W_L)

8. Menghitung gaya – gaya yang bekerja
9. Menghitung tulangan tangga
 - a. Penentuan momen yang bekerja
 - b. Penentuan tulangan yang diperlukan
 - c. Kontrol tulangan
 - d. Penentuan jarak tulangan

2.3.4 Balok

Balok merupakan batang horizontal dari rangka struktur yang memikul beban tegak lurus sepanjang batang tersebut biasanya terdiri dari dinding, pelat atau atap, dan menyalurkan pada tumpuan atau struktur bawahnya.

Perencanaan balok ini dilakukan untuk menentukan balok anak dan balok induk yang akan digunakan dalam suatu struktur gedung. Sistem struktur yang menggunakan balok anak dan balok induk ini bertujuan untuk memperoleh bentangan sepanjang mungkin dengan beban mati sekecil mungkin untuk pelat atap maupun lantai, dimana pelat akan bertumpu pada balok induk serta kolom sebagai penopang struktur keseluruhan.

Langkah-langkah perencanaan balok:

1. Menentukan mutu beton dan mutu baja serta dimensi balok
2. Mengambil momen-momen maksimum yang terjadi pada setiap tingkat portal
3. Menentukan d_{efektif}

$$d = h - p - \phi \text{Sengkang} - \frac{1}{2} \phi \text{Tul. Pokok} \dots \dots \dots (2.26)$$

$$d' = p + \frac{1}{2} \text{Tul. pokok} + \phi \text{Sengkang} \dots \dots \dots (2.27)$$
4. Bila momen yang terjadi pada balok yang ditinjau ditumpu akibat momen negatif, maka penulangan berdasarkan balok biasa (segi empat) dan bila momen yang terjadi dilapangan akibat momen positif maka penulangan balok berdasarkan balok T atau balok L.
5. Menentukan ρ_{syarat} untuk menentukan R_n

6. Menghitung tulangan yang dibutuhkan
7. Perencanaan tulangan geser

2.3.5 Kolom

Kolom adalah elemen struktur yang terkena beban tekan tanpa memperhatikan momen lentur juga bekerja. Kolom beton bertulang mempunyai tulangan longitudinal, yang paralel dengan arah kerja beban dan disusun menurut pola segi-empat, bujur sangkar dan lingkaran.



Gambar 2.19 Proses pembuatan kolom pada suatu proyek

Perencanaan struktur kolom pada laporan akhir ini adalah kolom berbentuk segi-empat dan beban yang bekerja merupakan beban sentris dan beban eksentris.

Prosedur perhitungan struktur kolom, yaitu :

1. Menentukan momen yang diperbesar untuk kolom

$$EI_k = \frac{\left(\frac{E_c I_g}{2,5}\right)}{1 + \beta_d} \dots \dots \dots (2.28)$$

E_c = modulus elastis beton, $E_c = 4700\sqrt{f'_c}$

I_g = momen inersia penampang beton

β_d = faktor yang menunjukkan hubungan antara beban mati dan beban keseluruhan

$$\beta_d = \frac{1,2D}{(1,2D + 1,6L)} \dots \dots \dots (2.29)$$

2. Menentukan momen yang diperbesar untuk balok

$$EI_k = \frac{\left(\frac{E_c I_g}{5}\right)}{1 + \beta_d} \dots \dots \dots (2.30)$$

3. Menghitung nilai kekakuan relatif

$$\psi = \frac{\frac{EI_k}{l_k}}{\frac{EI_b}{l_b}} \dots \dots \dots (2.31)$$

Dari grafik alignment (W.C Vis dan Kusuma, 1993) didapat nilai k.

4. Menghitung angka kelangsingan kolom

Rangka tanpa pengaku lateral, maka :

$$\frac{kl_u}{r} > 22 \dots \dots \dots (2.32)$$

Rangka dengan pengaku lateral, maka :

$$\frac{kl_u}{r} < 34 - 12 \left(\frac{M_1 b}{M_2 b} \right) \dots \dots \dots (2.33)$$

5. Menghitung momen yang dibesarkan

$$M_c = \delta_b M_{2b} + \delta_s M_{2s} \dots \dots \dots (2.34)$$

Dimana :

δ_b = faktor pembesar pada struktur rangka dengan pengaku

δ_s = faktor pembesar ekstra pada struktur rangka tanpa pengaku

M_{2b} = momen kolom terbesar pada struktur rangka dengan pengaku

M_{2s} = momen kolom terbesar akibat goyangan ke samping pada struktur rangka tanpa pengaku

Untuk struktur rangka dengan pengaku, berlaku :

$$\delta_b = \frac{C_m}{1 - \frac{P_u}{\phi P_c}} \geq 1,0 \dots \dots \dots (2.35)$$

Untuk struktur rangka tanpa pengaku, maka :

$$\delta_b = \frac{1}{1 - \frac{\sum P_u}{\sum P_c}} \geq 1,0 \dots \dots \dots (2.36)$$

6. Desain penulangan

a. Menghitung besar beban yang bekerja pada kolom (P_u)

$$P_u = 1,2 W_D + 1,6 W_L$$

b. Menghitung sumbu vertikal dan horizontal pada sisi – sisi kolom

Untuk sumbu vertikal, maka :

$$\frac{P_u}{\phi \cdot A_{gr} \cdot 0,85 \cdot f_c'} \dots \dots \dots (2.37)$$

Untuk sumbu horizontal, maka :

$$\frac{P_u}{\phi \cdot A_{gr} \cdot 0,85 \cdot f_c'} \times \left(\frac{e_1}{h} \right) \dots \dots \dots (2.38)$$

merupakan eksentrisitas dimana $e = \frac{M_u}{P_u} \dots \dots \dots (2.39)$

c. Berdasarkan grafik didapat nilai r ; β ; $\rho \dots \dots \dots (2.40)$

d. Menghitung A_{stot}

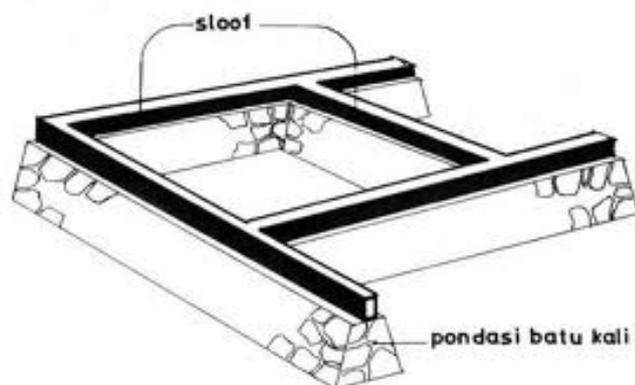
$$A_{stot} = \rho \cdot A_{gr} \dots \dots \dots (2.41)$$

A_{gr} = luas bersih kolom (mm^2)

e. Menentukan diameter tulangan yang akan dipakai dengan tabel

2.3.6 Sloof

Sloof merupakan salah satu struktur bawah suatu bangunan yang menghubungkan pondasi dan berfungsi sebagai penerima beban dinding di atasnya. Seperti yang terlihat digambar 2.20.



Gambar 2.20 Sloof Pada Suatu Bangunan

Hal – hal yang perlu diperhatikan dalam perencanaan dan perhitungan sloof, yaitu :

1. Penentuan dimensi sloof
2. Penentuan pembebanan sloof
 - a. Berat sloof
 - b. Berat dinding
 - c. Berat plesteran
3. Perhitungan momen
4. Perhitungan penulangan
 - a. Menghitung nilai k

$$k = \frac{M_u}{\phi b d^2} \dots \dots \dots (2.42)$$

M_u = Momen terfaktor pada penampang (KN / m)

b = lebar penampang (mm) diambil 1 m

d_{eff} = tinggi efektif pelat (mm)

ϕ = faktor Kuat Rencana (SNI 2002 Pasal 11.3)

$$\rho_{min} = \frac{1,4}{f_y} \dots \dots \dots (2.43)$$

$$\rho_{min} = \rho_{ada} < \rho_{maks}$$

- b. Menghitung nilai A_s

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

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

ρ = rasio penulangan

d_{eff} = tinggi efektif pelat (mm)

- c. Menentukan diameter tulangan yang dipakai (Istimawan, Tabel A-4)

- d. Mengontrol jarak tulangan sengkang

- e. Untuk menghitung tulangan tumpuan diambil 20% dari luas tulangan atas. Dengan Tabel A-4 (Istimawan) didapat diameter tulangan pakai.

5. Cek apakah tulangan geser diperlukan

$V_u < V_c$, tidak perlu tulangan geser

$V_u < \frac{1}{2} \phi V_c$, digunakan tulangan praktis

2.3.7 Pondasi

Pondasi pada umumnya berlaku sebagai bagian komponen pendukung bangunan yang terbawah dan berfungsi sebagai elemen terakhir yang meneruskan beban ke tanah.

Fungsi pondasi antara lain sebagai berikut:

1. Untuk menyebarkan atau menyalurkan beban bangunan ke tanah
2. Mencegah terjadinya penurunan pada bangunan
3. Memberikan kestabilan pada bangunan di atasnya.

Berdasarkan kedalaman pondasi ada dua macam:

1. Pondasi Dangkal

Pondasi dangkal adalah pondasi yang digunakan pada kedalaman 0.8 -2 meter, karena daya dukung tanah telah mencukupi.

2. Pondasi Dalam

Pondasi dalam adalah pondasi yang kedalamannya lebih dari 2 meter dan biasa digunakan pada bangunan – bangunan bertingkat atau untuk bangunan cukup berat sementara tanah yang keras yang mampu mendukung beban terletak cukup dalam harus menggunakan pondasi tiang.

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 perhitungan awal, maka ukuran pondasi dapat dibuat berada dan dihitung secara sendiri – sendiri sehingga penurunan menjadi persamaan.

Pemilihan bentuk pondasi yang didasarkan pada daya dukung tanah, perlu diperhatikan beberapa hal sebagai berikut:

1. 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).

2. 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*.
3. 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.

Berdasarkan data hasil pengujian tanah pada lokasi pembangunan gedung kelas SMA Negeri 6 Palembang, yang dijadikan sebagai materi dalam laporan akhir ini, maka jenis pondasi yang dipilih adalah pondasi tiang pancang.

Adapun urutan – urutan dalam menganalisis pondasi :

1. Menentukan beban – beban yang bekerja pada pondasi,
2. Menentukan diameter yang digunakan,
3. Menentukan jarak tiang yang digunakan, $1,5D < S < 3,5D$
4. Menentukan efisiensi kelompok tiang,

Persamaan dari *Uniform Building Code*:

$$Eff_{\eta} = 1 - \frac{\theta}{90} \left\{ \frac{(n-1) + (m-1)n}{m.n} \right\} \dots\dots\dots(2.44)$$

Keterangan :

m = jumlah baris

n = jumlah tiang dalam satu baris

$\theta = \text{Arc tan } \frac{d}{s}$ (derajat)

d = diameter tiang

s = jarak antar tiang (as ke as)

5. Menentukan daya dukung izin I tiang pancang,

$$Q_{\text{tiang}} = \frac{A.P}{3} + \frac{O.C}{5} \dots\dots\dots(2.45)$$

Keterangan :

Q_{tiang} = daya dukung izin tiang (kg)

A_{tiang} = luas penampang tiang (cm^2)

P = nilai konus dari hasil sondir (kg/cm^2)

O = keliling penampang tiang pancang (cm)

C = harga Cleef rata – rata (kg/cm²)

6. Menentukan kemampuan tiang terhadap sumbu x dan sumbu y

$$P_{\max} = \frac{\sum V}{n} \pm \frac{M_y \cdot X_{\max}}{n_y \cdot \sum X^2} \pm \frac{M_x \cdot Y_{\max}}{n_x \cdot \sum Y^2} \dots\dots\dots(2.46)$$

Keterangan :

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 = banyak tiang pancang dalam kelompok tiang pancang (pile group)

X_{\max} = absis terjauh tiang pancang terhadap titik berat kelompok tiang

Y_{\max} = 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

7. Menentukan tebal tapak pondasi

$$\text{Tinggi efektif (d}_{\text{eff}}) = h - p - D - \frac{1}{2}D \dots\dots\dots(2.47)$$

Untuk aksi dua arah:

Gaya geser terfaktor

$$\phi V_u = n \cdot P_u$$

Gaya geser nominal:

$$\phi V_c = \phi \left(1 + \frac{2}{\beta}\right) b_o \cdot d \sqrt{f'c'} \beta = L/B$$

$\phi V_c > \phi V_u$ (tebal pelat mencukupi untuk memikul gaya geser tanpa memerlukan tulangan geser).

Untuk aksi satu arah:

Gaya geser terfaktor

$$V_u = n \cdot P_u$$

Gaya geser nominal

$$\phi V_c = \phi \cdot 1/6 b_w \cdot d \cdot \sqrt{f_c'} ; b_w = B$$

$\phi V_c > V_u$ (tebal pelat mencukupi untuk memikul gaya geser tanpa memerlukan tulangan geser).

8. Penulangan Poer

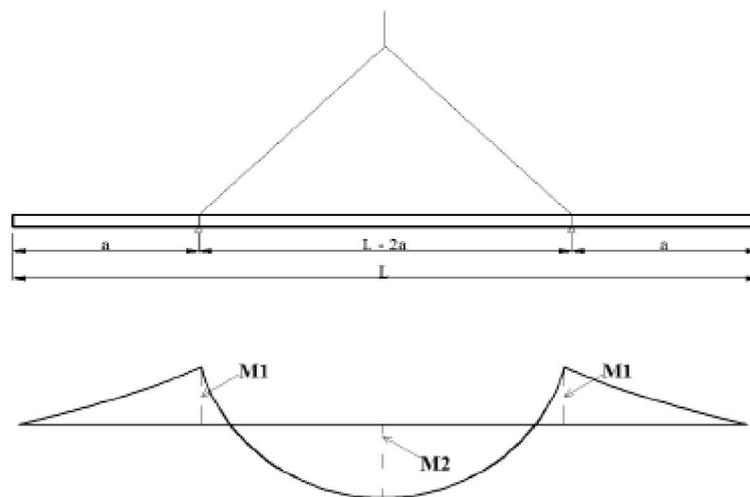
Menurut Sudarmanto dalam bukunya Beton Bertulang.

$$\rho \cdot \frac{1}{2} \cdot 1 - 1 - 4 \cdot \frac{f_y}{1,7 \cdot f_c'} \cdot \frac{M_u}{\phi \cdot b \cdot d^2 \cdot f_y} \cdot \frac{1,7 \cdot f_c'}{f_y} \dots \dots \dots (2.48)$$

$$A_s = \rho \cdot b \cdot d \dots \dots \dots (2.49)$$

9. Pengangkatan Tiang Pancang

Untuk pengangkatan tiang pancang dapat dilihat pada gambar 2.21:



Gambar 2.21 Pengangkatan Tiang Pola 1

$$M1 = \frac{1}{2} q a^2$$

$$M2 = \frac{1}{8} q (L - 2a)^2 - \frac{1}{2} q a^2$$

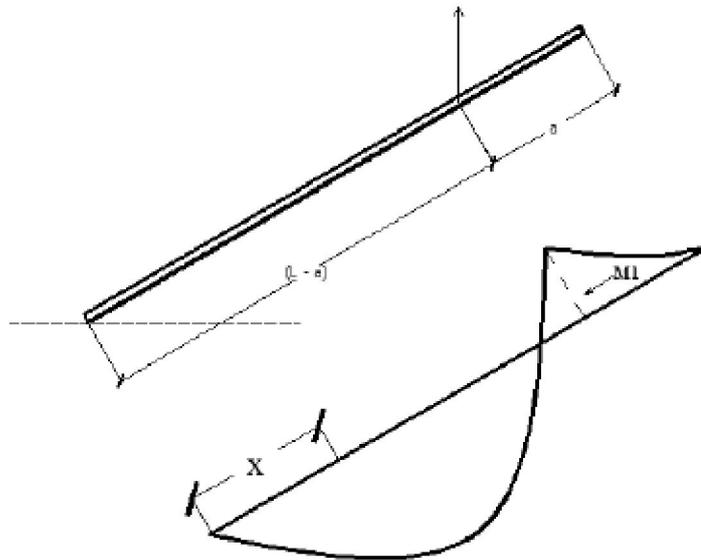
$$M1 = M2$$

$$\frac{1}{2} q a^2 = \frac{1}{8} q (L - 2a)^2 - \frac{1}{2} q a^2$$

$$4a^2 + 4aL - L^2 = 0$$

$$a = 0,207 \cdot L$$

$$M1 = M2 = \frac{1}{2} q a^2$$



Gambar 2.22 Pengangkatan Tiang Pola 2

$$M = \frac{1}{2} q a^2$$

$$R = \frac{1}{2} q L - a - \frac{\frac{1}{2} q a^2}{L-a}$$

$$R = \frac{q L^2 - 2 a q L}{2 L - a}$$

$$\text{Syarat ekstrim } \frac{dmx}{dx} = 0$$

$$R - q x = 0$$

$$x = \frac{R L^2 - 2 a L}{q 2 L - a}$$

$$M \text{ x } M_2 = R \frac{L^2 - 2 a L}{2 L - a} - \frac{1}{2} q \frac{L^2 - 2 a L}{2 L - a}$$

$$M \text{ x } \frac{1}{2} q \frac{L^2 - 2 a L}{2 L - a}$$

$$M \text{ x } M_2 = \frac{1}{2} q a^2 - \frac{1}{2} q \frac{L^2 - 2 a L}{2 L - a}$$

$$a = \frac{L^2 - 2 a L}{2 L - a}$$

$$2a^2 - 4aL - L^2 = 0$$

$$a = 0,29L$$

$$M = M_2 = \frac{1}{2} q a^2$$

10. Perhitungan Tulangan Sengkang

$$A_v = 2 \frac{1}{4} \pi d^2$$

$$A_v = \frac{1}{3} + \frac{b_w S}{f_y}$$

$$S = \frac{3 A_v f_y}{350}$$

Syarat $S_{\max} = \frac{1}{2} d$ atau 600 mm

2.4 Manajemen Proyek

Menurut Imam Soeharto, manajemen proyek adalah merencanakan, mengorganisir, memimpin, dan mengendalikan sumber daya perusahaan untuk mencapai sasaran jangka pendek yang telah ditentukan. Lebih jauh, manajemen proyek menggunakan pendekatan sistem dan hirerki (arus kegiatan) vertikal maupun horizontal.

Fungsi dasar manajemen dikelompokkan menjadi 3 kelompok kegiatan, yaitu :

1. Kegiatan Perencanaan

a. Penetapan Tujuan (*Goal Setting*)

Merupakan tahap awal yang harus dilakukan terlebih dahulu dengan menentukan tujuan utama yang ditetapkan harus spesifik, realistis, terukur, dan mempunyai durasi pencapaian.

b. Perencanaan (*Planning*)

Perencanaan ini dibuat sebagai upaya peramalan masa yang akan datang dan perumusan kegiatan – kegiatan yang akan dilakukan untuk mencapai tujuan yang ditetapkan berdasarkan peramalan tersebut. Bentuk perencanaan dapat berupa perencanaan prosedur, perencanaan metoda kerja, perencanaan standar pengukuran hasil, perencanaan anggaran biaya, perencanaan program (rencana kegiatan beserta jadwal).

c. Pengorganisasian (*Organizing*)

Kegiatan ini bertujuan melakukan pengaturan dan pengelompokan kegiatan proyek konstruksi agar kinerja yang dihasilkan sesuai dengan yang direncanakan.

2. Kegiatan Pelaksanaan

a. Pengisian Staf (*Staffing*)

Tahap ini adalah perencanaan personel yang akan ditunjuk sebagai pengelola pelaksanaan proyek. Kesuksesan proyek juga ditentukan oleh kecermatan dan ketepatan dalam memposisikan seseorang sesuai keahliannya.

b. Pengarahan (*Directing*)

Merupakan tahapan lanjutan dari pengisian staf, yaitu setelah dilakukan pengarahan berupa penjelasan tentang lingkup pekerjaan dan paparan waktu untuk memulai dan menyelesaikan pekerjaan tersebut.

3. Kegiatan Pengendalian

a. Pengawasan (*Supervising*)

Merupakan interaksi antar individu – individu yang terlibat dalam organisasi proyek, Proses ini harus dilakukan secara berkelanjutan dari waktu ke waktu guna mendapatkan keyakinan bahwa pelaksanaan kegiatan berjalan sesuai prosedur yang ditetapkan untuk mencapai hasil yang diinginkan.

b. Pengendalian (*Controlling*)

Merupakan proses penetapan atas apa yang telah dicapai, evaluasi kerja dan langkah perbaikan bila diperlukan.

c. Koordinasi (*Coordinating*)

Menurut Wulfram I. Ervianto yaitu pemantauan prestasi kegiatan dari pengendalian akan digunakan sebagai bahan untuk melakukan langkah perbaikan, baik proyek dalam keadaan terlambat maupun lebih cepat.

2.4.1 Dokumen Tender

Dokumen tender adalah suatu dokumen yang dibuat oleh konsultan perencana atas permintaan klien. Dokumen tender akan memberikan penjelasan atas peserta lelang karena terdiri dari sistem tender yaitu suatu

cara yang dilakukan dengan pemilik suatu proyek untuk pelaksanaan proyek tersebut agar dapat dilaksanakan dengan harga serendah-rendahnya dan wajar dengan waktu sesingkat-singkatnya dengan sistem kompetisi. Adapun proyek tersebut dilaksanakan dengan sistem kontrak. Syarat – syarat ketentuan yang akan memberikan informasi dengan jelas. Oleh karena itu setiap kontraktor yang akan mengikuti lelang harus memiliki dokumen tender tersebut, karena hal ini akan mempengaruhi harga penawaran. Dokumen tender terdiri dari gambar – gambar dan RKS. Gambar – gambar tersebut yaitu gambar situasi atau *layoutplan*, gambar rencana dan gambar detail. RKS terdiri dari syarat umum, syarat administrasi dan syarat teknis.

- **Gambar Bestek**

Gambar bestek adalah gambar lanjutan dari uraian gambar Pra Rencana, dan gambar detail dengan skala yang lebih besar. Gambar bestek juga sebagai acuan untuk melaksanakan pekerjaan di lapangan, gambar bestek ini harus dibuat sedemikian rupa sehingga mudah dan bisa dimengerti di dalam pelaksanaannya. Setelah paham dengan gambar bestek yang ada, baru ditentukan bahan apa yang dipakai dan macam pekerjaan serta peralatan apa yang digunakan.

2.4.2 Rencana Kerja Dan Syarat – Syarat (RKS)

Rencana Kerja Dan Syarat – Syarat (RKS) adalah segala ketentuan dan informasi yang diperlukan terutama hal – hal yang tidak dapat dijelaskan dengan gambar – gambar yang harus dipenuhi oleh kontraktor pada saat akan mengikuti pelelangan maupun pada saat melaksanakan pekerjaan yang akan dilakukan nantinya.

RKS juga sekurang – kurangnya memuat :

1. Syarat Umum :
 - a. Keterangan tentang pemberi tugas
 - b. Keterangan mengenai perencanaan
 - c. Syarat – syarat peserta lelang

d. Bentuk surat penawaran

2. Syarat Administrasi :

- a. Jangka waktu pelaksanaan pekerjaan
- b. Tanggal penyerahan pekerjaan / barang
- c. Syarat – syarat pembayaran
- d. Denda atas keterlambatan
- e. Besarnya jaminan penawaran
- f. Besarnya jaminan pelaksanaan

3. Syarat Teknis :

- a. Jenis dan uraian pekerjaan yang harus dilakukan
- b. Jenis dan mutu bahan, antara lain bahwa semaksimal mungkin harus menggunakan hasil produksi dalam negeri dengan memperlihatkan potensi nasional
- c. Gambar detail, gambar konstruksi, dan sebagainya.

Dalam penyusunan rencana kerja, perlu dipertimbangkan beberapa hal sebagai berikut :

- 1. Keadaan lapangan lokasi proyek, hal ini dilakukan untuk memperkirakan hambatan yang mungkin timbul selama pekerjaan.
- 2. Kemampuan tenaga kerja, informasi detail tentang jenis dan macam kegiatan yang berguna untuk memperkirakan jumlah dan jenis tenaga kerja yang harus disediakan.
- 3. Pengadaan material konstruksi, harus diketahui dengan pasti macam, jenis dan jumlah material yang diperlukan untuk pelaksanaan pembangunan. Pemilihan jenis material yang akan digunakan harus dilakukan diawal proyek., kemudian dipisahkan berdasarkan jenis material yang memerlukan waktu pengadaan, misalnya material pabrikasi seperti : rangka dan kolom baja biasanya tidak dapat dibeli setiap saat, tetapi memerlukan sejumlah waktu untuk kegiatan proses produksi. Hal ini penting untuk jadwal rencana pengadaan material konstruksi.

4. Pengadaan alat pembangunan, untuk kegiatan yang memerlukan peralatan pendukung pembangunan harus dapat dideteksi secara jelas. Hal ini berkaitan dengan pengadaan peralatan. Jenis kapasitas, kemampuan dan kondisi peralatan harus disesuaikan dengan kegiatannya.
5. Gambar kerja, selain gambar kerja rencana, pelaksanaan proyek konstruksi memerlukan gambar kerja untuk bagian tertentu / khusus. Untuk itu perlu dilakukan pendataan bagian – bagian yang memerlukan gambar kerja.
6. Kontinuitas pelaksanaan pekerjaan, dalam penyusunan rencana kerja, faktor penting yang harus dijamin oleh pengelola proyek adalah kelangsungan dari susunan rencana kegiatan setiap item pekerjaan.

Manfaat dan kegunaan penyusunan rencana kerja antara lain :

1. Alat koordinasi bagi pemimpin, dengan menggunakan rencana kerja, pimpinan pelaksanaan pembangunan dapat melakukan semua kegiatan yang ada dilapangan.
2. Sebagai pedoman kerja para pelaksana, rencana kerja merupakan pedoman terutama dalam kaitannya dengan batas waktu yang telah ditetapkan untuk setiap item kegiatan.
3. Sebagai penilaian kemajuan pekerjaan, ketetapan waktu dari setiap item kegiatan di lapangan dapat dipantau dari rencana pelaksanaan dengan realisasi pekerjaan dilapangan.
4. Sebagai evaluasi pekerjaan, variasi yang ditimbulkan dari perbandingan rencana dan realisasi dapat digunakan sebagai bahan evaluasi untuk menentukan rencana selanjutnya. Perencanaan merupakan bagian terpenting untuk mencapai keberhasilan proyek konstruksi. Pengaruh perencanaan terhadap proyek konstruksi akan berdampak pada pendapatan dalam proyek itu sendiri. Hal ini dikuatkan dengan berbagai kejadian dalam proyek konstruksi yang menyatakan bahwa perencanaan yang baik dapat menghemat $\pm 40\%$

dari proyek, sedangkan perencanaan yang kurang baik dapat menimbulkan kebocoran anggaran sampai $\pm 40\%$.

2.4.3 Gambar – Gambar

1. Gambar *Layout*

Gambar *Layout* merupakan sejenis peta ukur dimana dari gambar dapat dilihat keadaan proyek dan dapat dibaca banyak informasi :

- a. Prasarana yang ada, jalan, rel kereta api, bangunan, dan lain – lain.
- b. Keadaan alam seperti hutan, sungai, lembah, arah angin, dan mata angin.
- c. Gambar *layout* biasanya dituangkan dalam skala 1 : 200, 1 : 500, 1 : 1000.

2. Gambar Rencana

a. Gambar Denah

Gambar denah adalah denah – denah seperti bangunan, termasuk lantai bawah dan mungkin denah dalam ruang atau denah atap. Denah lantai digambarkan dengan melihat kebawah pada lantai yang digambarkan atau seperti bangunan yang diiris mendatar pada ketinggian lantai tersebut. Gambar denah biasanya menggunakan skala 1 : 100, 1 : 200.

b. Gambar Tampak

Gambar tampak digunakan untuk menjelaskan perataan luar bangunan, oleh karena itu gambar sketsa diperlukan untuk semua tampak – tampak bangunan. Biasanya menggunakan potongan dengan besar skala 1 : 50 atau 1 : 100 atau 1 : 200.

c. Gambar Potongan

Gambar potongan diperlukan untuk menjelaskan bagian-bagian yang merupakan pekerjaan yang baru atau perlu penjelasan pekerjaan secara detail. Skala di pakai 1 : 50, 1 : 100, 1 : 200. Gambar – gambar tersebut dipakai untuk menghitung kuantitas

setiap jenis pekerjaan untuk biaya konstruksi dan juga sebagai pedoman pelaksanaan pekerjaan di lapangan.

d. Gambar Detail

Gambar detail digunakan untuk menjelaskan bagian – bagian pekerjaan yang baru atau perlu penjelasan secara detail. Skala yang digunakan biasanya 1 : 5, 1 : 10, 1 : 20, 1 : 50.

2.5 Rencana Kerja

2.5.1 Barchart dan Kurva S

a. *Barchart*

Barchart digunakan secara luas dalam proyek konstruksi karena sederhana, mudah dalam pembuatannya dan mudah dimengerti oleh pemakainya.

Barchart adalah sekumpulan daftar kegiatan yang disusun dalam kolom arah vertikal. Kolom arah horizontal menunjukkan skala waktu. Saat mulai dan akhir sebuah kegiatan dapat terlihat dengan jelas, sedangkan durasi kegiatan digambarkan oleh panjangnya diagram batang.

Keuntungan dari penggunaan *barchart* :

1. Bentuknya sederhana
2. Mudah dibuat
3. Mudah dimengerti
4. Mudah dibaca

Kerugian dari penggunaan *barchart* :

1. Hubungan antara pekerjaan yang satu dengan yang lain kurang jelas.
2. Sukar mengadakan perbaikan.
3. Sulit digunakan untuk pekerjaan – pekerjaan yang besar.

b. Kurva S

Kurva S adalah kurva yang menggambarkan kumulatif progres pada setiap waktu dalam pelaksanaan pekerjaan. Kurva tersebut dibuat berdasarkan rencana atau pelaksanaan progres pekerjaan dari setiap

pekerjaan. Dengan kurva S kita dapat mengetahui progres pada setiap waktu. Progres tersebut dapat berubah rencana dan pelaksanaan. Untuk setiap *bar chart* yang dilengkapi dengan progres dapat dibuat kurva S. Bentuk kurva S biasanya mempunyai kemiringan yang landai pada setiap tahap permulaan dan tahap akhir dari pelaksanaan proyek. Kurva S diperlukan untuk menggambar progres pada momen tertentu.

Rencana progres yang dibuat dalam kurva S merupakan referensi / kesepakatan dari semua pihak atas progres yang dihasilkan oleh kontraktor pada setiap momen waktu tertentu. Bila kurva S dari rencana progres dan pelaksanaan dibandingkan maka dapat diketahui secara visual besarnya dan kecenderungan dari penyimpangan yang terjadi, apakah pelaksanaan lebih cepat atau lebih lambat dari rencana yang disepakati. Dengan mengetahui hal ini tentu dapat dimulai tindakan – tindakan koreksi sehingga pekerjaan dapat dilakukan sesuai dengan yang dikehendaki atau rencana.

2.5.2 *Network Planning (NWP)*

Network Planning merupakan suatu cara atau teknik dalam bidang perencanaan dan pengawasan suatu proyek. Produk yang dihasilkan dari *network Planning* ini adalah kegiatan yang ada dalam proyek. *Network Planning* digunakan untuk mengkoordinasi berbagai pekerjaan, mengetahui apakah suatu pekerjaan bebas atau tergantung dengan pekerjaan lainnya, menunjukkan waktu penyelesaian yang kritis atau tidak, dan kepastian dalam penggunaan sumber daya.

Network Planning memiliki beberapa *type*, yaitu preseden, metode jalur kritis (*Critical Path Methode*), *programevaluation* dan *review technique* (PERT), *Grafis Evaluation* dan *review technique* (GERT). Adapun kegunaan dari NWP adalah :

1. Merencanakan, *Scheduling* dan mengawasi proyek secara logis.
2. Memikirkan secara menyeluruh, tetapi juga secara detail dari proyek.
3. Mendokumentasikan dan mengkomunikasikan rencana *Scheduling*

(waktu), dan alternatif – alternatif lain penyelesaian proyek dengan tambahan biaya.

4. Mengawasi proyek dengan lebih efisien, sebab hanya jalur – jalur kritis (*Critical Path*) saja yang perlu pengawasan ketat.

Adapun data – data yang diperlukan dalam menyusun NWP adalah :

1. Urutan pekerjaan yang logis

Harus disusun pekerjaan apa yang harus diselesaikan terlebih dahulu sebelum pekerjaan lain dimulai, dan pekerjaan apa saja yang kemudian mengikutinya.

2. Taksiran waktu penyelesaian setiap pekerjaan

Biasanya memakai waktu rata – rata berdasarkan pengalaman. Kalau proyek itu baru sama sekali biasanya diberi *slack* / kelonggaran waktu.

3. Biaya untuk mempercepat pekerjaan.

Ini berguna apabila pekerjaan – pekerjaan yang berada pada jalur kritis ingin dipercepat agar seluruh proyek segera selesai, misalnya : biaya lembur, biaya penambahan tenaga kerja dan sebagainya.

2.5.3 Rencana Anggaran Biaya dan Rekapitulasi

Rencana Anggaran Biaya adalah perhitungan banyaknya biaya yang diperlukan untuk bahan dan upah, serta biaya – biaya lain yang berhubungan dengan pelaksanaan bangunan atau proyek tersebut.

Anggaran biaya merupakan harga dari bangunan yang dihitung dengan teliti, cermat dan memenuhi syarat. Anggaran biaya pada bangunan yang sama akan berbeda – beda dimasing – masing daerah, disebabkan karena perbedaan harga bahan dan upah tenaga kerja. Tujuan rencana anggaran biaya ini sendiri adalah untuk memberikan gambaran yang pasti mengenai bentuk konstruksi besar biaya dan pelaksanaan/penyelesaian.