

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1. Tinjauan Umum

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 merupakan bagian yang terpenting dari pembangunan suatu gedung atau bangunan lainnya. Perencanaan suatu konstruksi harus memenuhi berbagai syarat konstruksi yang telah ditentukan, yaitu:

a. Kuat (Kokoh)

Struktur gedung harus direncanakan kekuatan batasnya terhadap pembebanan.

b. Ekonomis

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

c. Artistik (Estetika)

Konstruksi yang dibangun harus memperhatikan aspek-aspek keindahan, tata letak dan bentuk sehingga orang-orang yang menempatnya akan merasa aman dan nyaman. (tidak dibahas pada laporan ini)

2.2. Ruang Lingkup Perencanaan

Ruang lingkup perencanaan meliputi beberapa tahapan-tahapan yaitu persiapan, studi kelayakan, mendesain bangunan, perhitungan struktur dan perhitungan biaya.

2.2.1. Perencanaan Konstruksi

Adapun tingkat perencanaan sebagai berikut

1. Pra Rencana (Preliminary Design)

Terdiri dari gambar-gambar atau sketsa dan merupakan out line dari bagian dan perkiraan biaya bangunan.

2. Rencana Konstruksi

Terdiri dari gambar perencanaan bentuk arsitek bangunan dan perencanaan struktur konstruksi bangunan

2.2.2. Dasar-Dasar Perhitungan

Penyelesaian perhitungan bangunan perencanaan berpedoman kepada peraturan-peraturan yang berlaku di Indonesia, diantaranya

1. Tata cara perhitungan struktur beton bertulang gedung, SNI 03-2847-2002. Oleh Badan Standarisasi Nasional, sebagai acuan dalam melakukan perencanaan dan pelaksanaan struktur beton dengan ketentuan minimum agar aman dan ekonomis.
2. Struktur Beton Bertulang, oleh Istimawan Dipohusodo. Buku ini menjanjikan dasar-dasar pengertian system struktur beton sederhana pada umumnya, dan perilaku serta kekuatan komponen struktur beton bertulang pada khususnya.
4. Menghitung Konstruksi Beton, Adiyono. Buku ini membahas pengertian-pengertian umum dan perhitungan gaya yang terjadi pada konstruksi beton.
5. Grafik dan Tabel Perhitungan Beton Bertulang, oleh W.C Vis dan Gideon Kusuma. Buku ini berisi penjelasan mengenai Grafik dan Tabel yang digunakan dalam perhitungan struktur beton bertulang.

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

1. Beban Mati

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 Pembebanan Untuk Rumah dan Gedung)

2. Beban Hidup

Beban hidup adalah semua beban yang terjadi akibat penghunian atau penggunaan suatu gedung, dan kedalamnya 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 ke dalam beban hidup dapat termasuk beban yang berasal dari air hujan, baik akibat genangan maupun akibat tekanan jatuh (energi kinetik) butiran air kedalam beban hidup tidak termasuk beban angin, beban gempa, dan beban khusus. (Pedoman Perencanaan Pembebanan Untuk Rumah dan Gedung / SKBI-1.3.53.1987)

1. Beban Hujan

Dalam hitungan beban hujan diasumsikan sebagai beban yang bekerja tegak lurus terhadap bidang atap dan koefisien beban hujan ditetapkan sebesar $(40-80 \alpha) \text{ kg/m}^3$ dan α sebagai sudut atap. (Pedoman Perencanaan Pembebanan Untuk Rumah dan Gedung /SKBI-I.3.53.1987)

2. 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-I.3.53.1987)

3. Beban Khusus

Beban khusus adalah semua beban yang bekerja pada gedung atau bangunan 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-I.3.53.1987)

4. Beban Konstruksi

Unsur struktur utama pada umumnya dirancang untuk beban mati dan beban hidup, akan tetapi unsur tersebut dapat dibebani oleh beban yang jauh lebih besar dari beban rencana ketika bangunan didirikan. Beban ini dinamakan beban konstruksi dan merupakan pertimbangan yang penting dalam rancangan unsur struktur.

5. Beban Tekanan Air dan Tanah

Struktur dibawah permukaan tanah cenderung mendapat beban yang berbeda dengan beban diatas tanah. Substruktur sebuah bangunan harus memikul tekanan lateral yang disebabkan oleh tanah dan air tanah. Gaya-gaya ini bekerja tegak lurus pada dinding dan lantai substruktur.

6. Kombinasi Beban

Beban tinggi dari gedung akan menghadapi beban sepanjang usia bangunan tersebut, dan banyak diantaranya yang bekerja bersamaan. Efek beban harus digabung apabila bekerja pada garis kerja yang sama dan harus dijumlahkan. Keadaan ini membuat kita harus memasang struktur yang mempertimbangkan semua kemungkinan kombinasi pembebanan.

(Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung (PPIUG)1983)

2.3. Perhitungan Struktur

2.3.1 Perencanaan Pelat Atap

Pelat atap merupakan suatu struktur yang hampir menyerupai struktur pelat lantai, namun ketebalan pada struktur pelat atap lebih kecil dibandingkan dengan struktur pelat lantai. Dan yang pasti struktur ini adalah konstruksi yang tidak terlindungi, sehingga memiliki ketebalan selimut beton yang lebih tebal dibandingkan dengan pelat lantai.

Hal yang membedakan perencanaan pelat atap dengan pelat lantai adalah beban-beban yang bekerja di atasnya lebih kecil sehingga ketebalan pelat atap lebih tipis dibandingkan pelat lantai.

Beban-beban yang bekerja pada pelat atap, yaitu:

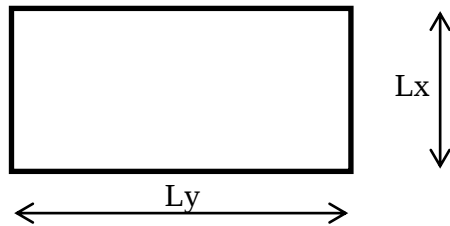
1. Beban Mati (W_D)
 - Bebat sendiri pelat atap
 - Berat mortar
2. Beban Hidup (W_L)
 - Beban hidup, diambil 100 kg/m^2 (PPURG 1987 butir 2.1.2.2 Hal 7)

2.3.2 Perencanaan Pelat Lantai

Pelat beton bertulang dalam suatu struktur dipakai pada lantai, pada pelat ruang ditumpu balok pada keempat sisinya terbagi dua berdasarkan geometrinya, yaitu:

1. Pelat Satu Arah

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



Gambar 2.1 L_y, L_x pada Pelat Satu Arah

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

a. Penentuan Tebal Pelat

Penentuan tebal pelat terlentur satu arah tergantung beban atau momenlentur yang bekerja, defleksi yang terjadi dan kebutuhan kuat geser yang dituntut. (Istimawan Dipohusodo, 1999:56)

Tabel 2.1

Tabel minimum Pelat Satu Arah

	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 masif satu arah	1/20	1/24	1/28	1/10
Balok atau pelat rusuk satu arah	1/16	1/18,5	1/21	1/8

Catatan : Panjang bentang dalam mm

Nilai yang diberikan harus langsung untuk komponen struktur dengan beton normal ($W_c = 2400 \text{ kg/m}^3$) dan tulangan BJTD 40.

Untuk kondisi lain, nilai diatas harus dimodifikasikan sebagai berikut:

1. Untuk Struktur beton ringan dengan berat jenis diantara 1500 kg/m³ sampai 2000 kg/m³, nilai tadi harus dikalikan dengan $(1,65 - 0,0003 W_c)$ tetapi tidak kurang dari 1,09 dimana W_c adalah berat jenis dalam kg/m³
 2. Untuk f_y selain 400 Mpa, nialinya harus diakalikan dengan $(0,4 + f_y/700)$
- b. Menghitung Beban Mati Pelat Termasuk Beban Sendiri Pelat Dan Beban Hidup Serta Menghitung Momen Rencana (W_u).

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

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

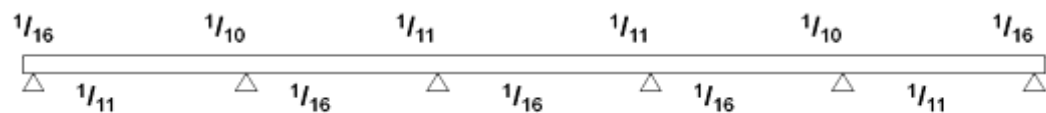
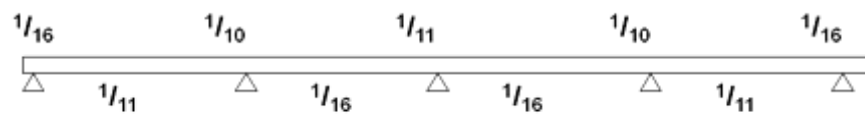
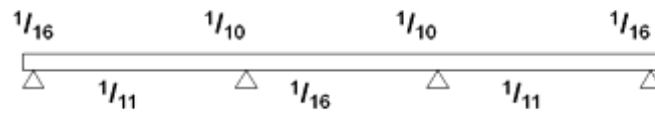
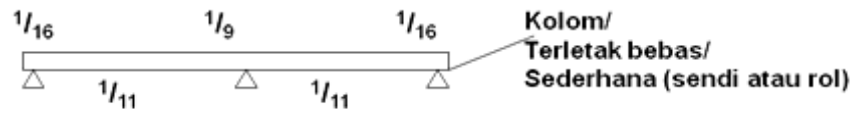
W_{LL} = Jumlah beban Hidup Pelat (KN/m)

- c. Menghitung momen rencana (M_u) baik dengan cara tabel atau analisis

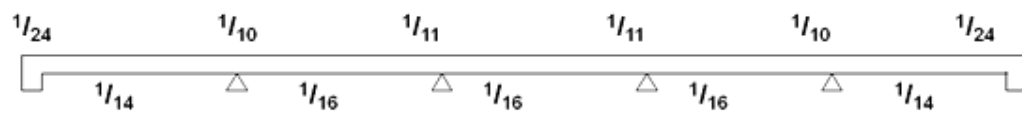
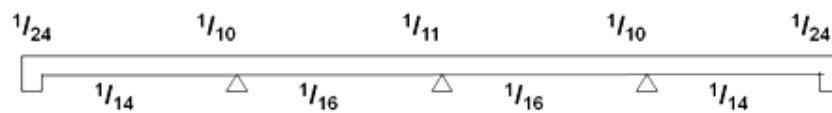
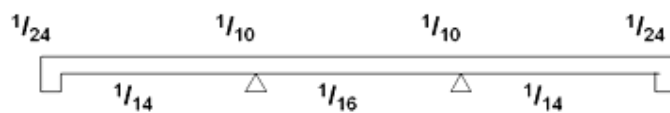
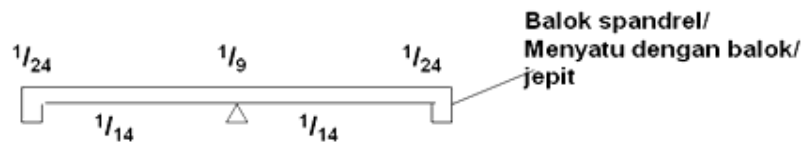
Sebagai alternatif, metode pendekatan berikut ini dapat digunakan untuk menentukan momen lentur dan gaya geser dalam perencanaan balok menerus dan pelat satu arah, yaitu pelat beton bertulang di mana tulangnya hanya direncanakan untuk memikul gaya-gaya dalam satu arah, selama:

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 prismatis.

Koefisien momen dikalikan $W_u L_n^2$



Koefisien momen dikalikan $W_u L_n^2$



d. Perkiraan Tinggi Efektif (d_{eff})

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

Tabel 2.2
Tabel tebal Selimut beton

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

e. Menghitung K_{perlu}

$$k = \frac{M_u}{\phi b d_{eff}^2}$$

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)

ϕ = faktor Kuat Rencana (SNI 2002 Pasal 11.3, hal 61 butir ke- 2)

- f. Menentukan rasio penulangan (ρ) dari tabel.

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

- g. Hitung A_s yang diperlukan.

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

A_s = Luas tulangan (mm^2)

ρ = rasio penulangan

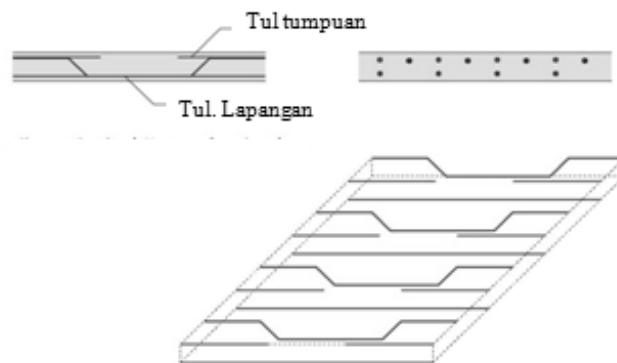
d_{eff} = tinggi efektif pelat (mm)

- 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:
 - a) Pelat yang menggunakan batang tulangan ulir mutu 300.....0,0020
 - b) Pelat yang menggunakan batang tulangan ulir atau jaring kawat las (polos atau ulir) mutu 400 0,0018
 - c) Pelat yang menggunakan tulangan dengan tegangan leleh melebihi 400 MPa yang diukur pada regangan leleh sebesar 0,35%..... $0,0018 \times 400 / f_Y$
- 2) Tulangan susut dan suhu harus dipasang dengan jarak tidak lebih dari lima kali tebal pelat, atau 450 mm.

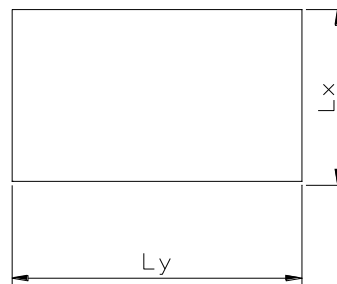
Penggambaran Tulangan



Gambar 2.2 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.



Gambar 2.3 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 berikut:

Tabel 2.3
Tebal minimum pelat

Tegangan Leleh (MPa)	Tanpa penebalan			Dengan penebalan		
	Panel luar		Panel dalam	Panel luar		Panel Dalam
	Tanpa Balok Pinggir	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	$l_n/28$	$l_n/31$	$l_n/31$	$l_n/31$	$l_n/34$	$l_n/34$

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

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

Dan tidak boleh kurang dari 120 mm.

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

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

Dan tidak boleh kurang dari 90 mm.

Dimana :

$$\alpha_m = \frac{E_{cb}I_b}{E_{cs}I_s}$$

E_{cb} = modulus elastis balok beton

E_{cs} = modulus elastis pelat beton

I_b = inersia balok

$$\frac{bh^3}{12}$$

Is = inersia pelat

$$\frac{l_n t^3}{12}$$

ln = jarak bentang bersih (mm)

h = tinggi balok

t = tebal pelat

β = rasio bentang panjang bersih terhadap bentang pendek bersih pelat

Menghitung beban rencana pelat

$$W_u = 1,2 WDD + 1,6 WLL$$

WDD = Jumlah Beban Mati Pelat (KN/m)

WLL = Jumlah Beban Hidup Pelat (KN/m)

Menghitung momen rencana (Mu)

$$M_x = 0,001 \times W_u \times L^2 \times \text{koefisien momen}$$

$$M_y = 0,001 \times W_u \times L^2 \times \text{koefisien momen}$$

(W.C Vis dan Gideon Kusuma : 1993:42)

4) Menentukan tinggi efektif (d_{eff})

$$d_x = h - \text{tebal selimut beton} - 1/2 \varnothing \text{ tulangan arah x}$$

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

5) Menghitung K_{perlu}

$$k = \frac{M_u}{\varnothing b d_{eff}^2}$$

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)

$\varnothing$ = faktor Kuat Rencana (SNI 2002 Pasal 11.3, hal 61 butir ke.2)

6) Menentukan rasio penulangan (ρ) dari tabel.

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

7) Hitung A_s yang diperlukan.

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

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

$$\rho = \text{rasio penulangan}$$

$$d_{eff} = \text{tinggi efektif pelat (mm)}$$

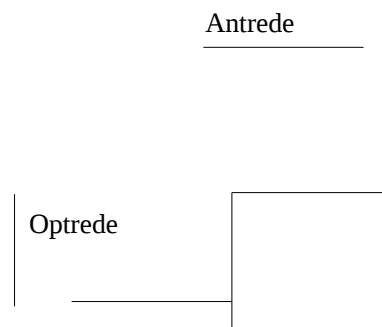
8) Memilih tulangan pokok yang akan dipasang beserta tulangan suhu dan susut dengan menggunakan tabel.

2.3.3 Perencanaan Tangga

Tangga merupakan salah satu konstruksi yang berfungsi sebagai penghubung antara lantai pada bangunan bertingkat.

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 2.4 Anak Tangga (menjelaskan posisi optride antride)

Ketentuan – ketentuan konstruksi optrede dan antrede, antara lain :

- a. Untuk bangunan rumah tinggal
 - Antrede = 25 cm (minimum)
 - Optrede = 20 cm (maksimum)
- b. Untuk perkantoran dan lain – lain

- Antrede = 25 cm
- Optrede = 17 cm
- c. Syarat 1 (satu) anak tangga
2 optrede + 1 antrede
- d. Lebar tangga
 - Tempat umum ≥ 120 cm
 - Tempat tinggal = 180 cm s/d 100 cm

Syarat – syarat umum tangga ditinjau dari :

Penempatan :

- diusahakan sehemat mungkin menggunakan ruangan
- mudah ditemukan oleh semua orang
- mendapat cahaya matahari pada waktu siang
- tidak mengganggu lalu lintas orang banyak

Kekuatan :

- kokoh dan stabil bila dilalui orang dan barang sesuai dengan perencanaan

Bentuk :

- sederhana, layak, sehingga mudah dan cepat pengerjaannya serta murah biayanya.
- Rapih, indah, serasi dengan keadaan sekitar tangga itu sendiri.

Prosedur perhitungan perencanaan tangga, yaitu :

a. Menentukan ukuran atau dimensi

- 1) Menentukan ukuran optrede antrede
- 2) Menentukan jumlah optrede antrede
- 3) Menghitung panjang tangga

Panjang tangga = jumlah optrede x lebar antrede

- 4) Menghitung sudut kemiringan tangga

Sudut kemiringan = $\text{arc tan}(\frac{\text{tinggitalangga}}{\text{panjangtangga}})$

- 5) Menentukan tebal pelat

Perhitungan tebal pelat untuk tangga sama seperti perhitungan tebal pelat satu arah,

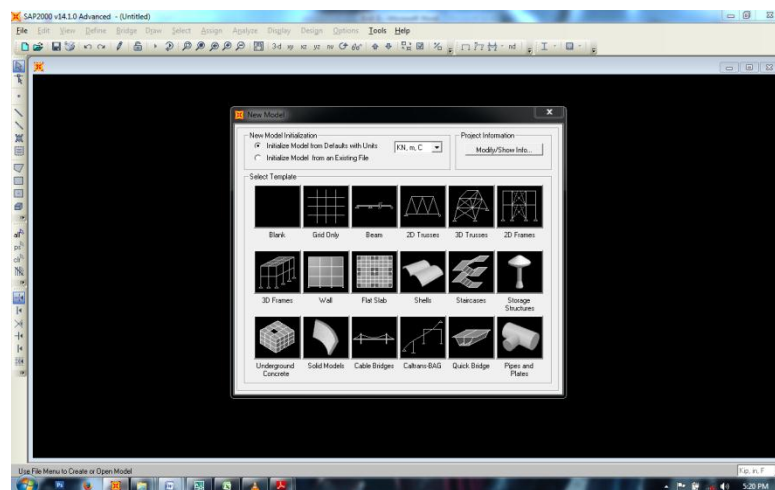
- b. Menghitung beban – beban pada tangga
 - 1) Beban mati (W_D)
 - Berat sendiri bordes
 - Berat pelat
 - 2) Beban hidup (W_L)
- c. Menghitung gaya – gaya yang bekerja dengan menggunakan metode cross
- d. Menghitung tulangan tangga
 - 1) Penentuan momen yang bekerja
 - 2) Penentuan tulangan yang diperlukan
 - 3) Kontrol tulangan
 - 4) Penentuan jarak tulangan

2.3.4 Perencanaan Portal

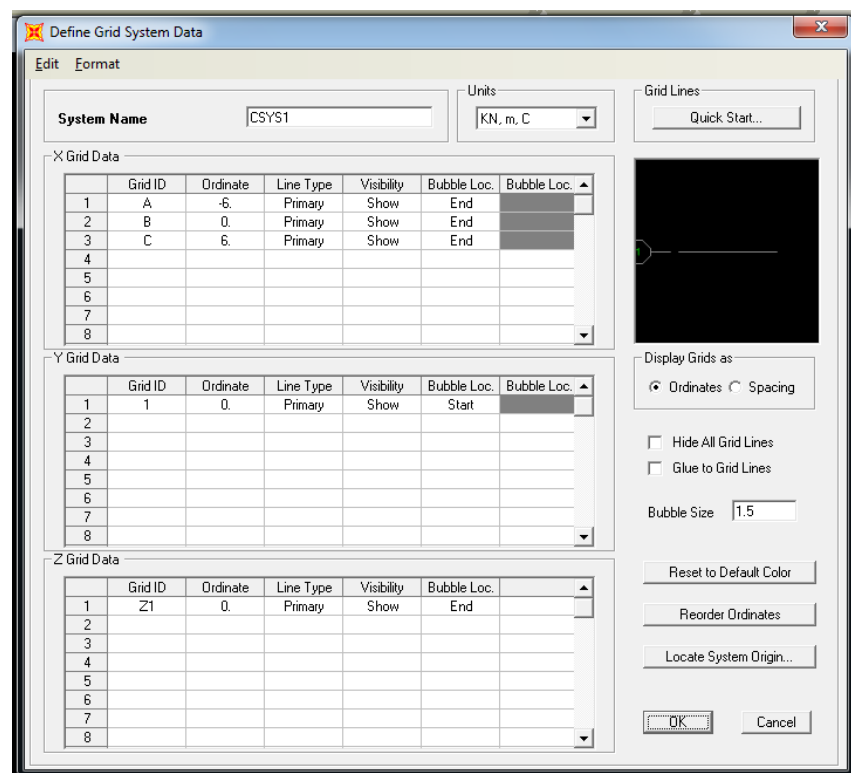
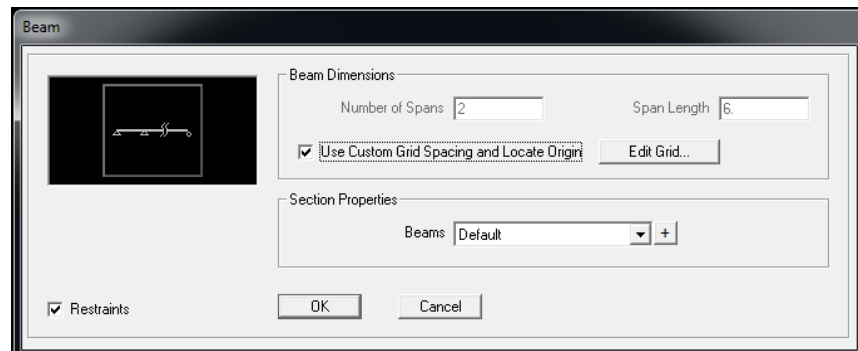
Portal adalah suatu sistem yang terdiri dari bagian-bagian struktur yang saling berhubungan dan fungsinya menahan beban sabagai satu kesatuan yang lengkap. Portal dihitung dengan menggunakan program SAP, portal yang dihitung adalah portal akibat beban yang langsung terfaktor.

Langkah-langkah perhitungan reaksi perletakan pada program SAP :

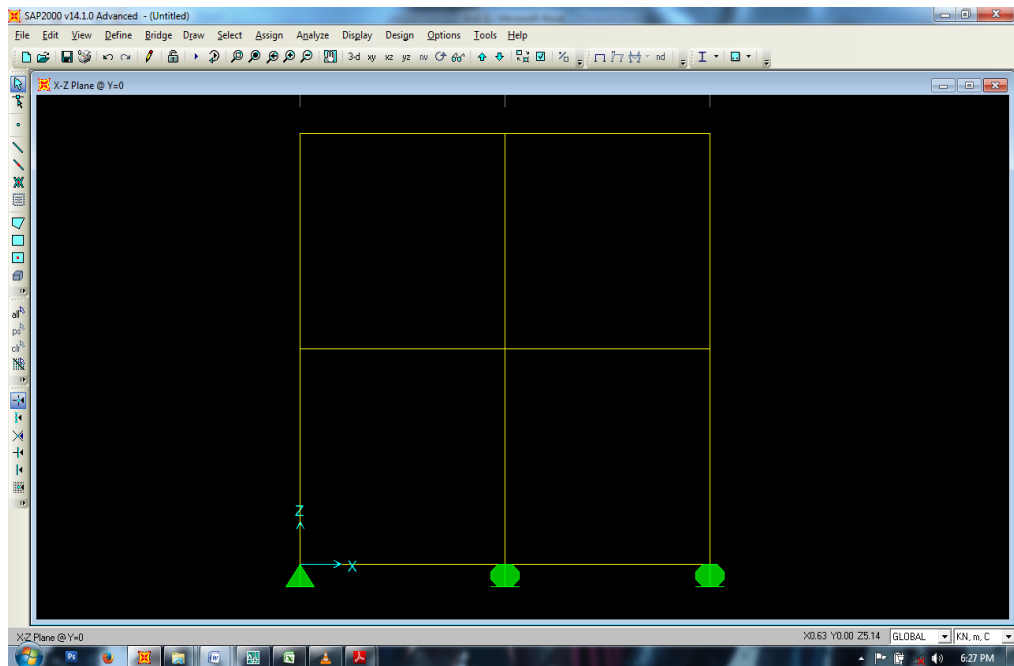
1. Buka SAP, pada kali ini akan memakai SAP 2000.14. Buka new model.



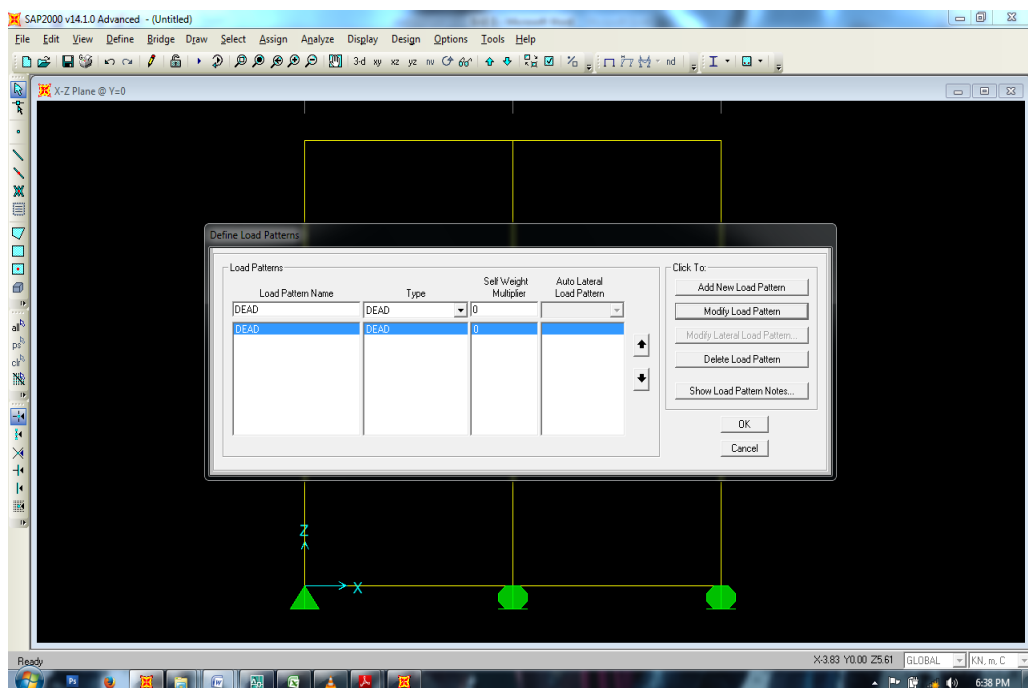
Satuan ubah menjadi satuan yang kita pakai contoh Kn.m, lalu pilih beam, beams default, kemudian pilih (use costume grid spacing and locate origin) lalu edit grid.



Isilah X grid data untuk arah X atau k samping, Y grid data = 0 untuk 2D untuk 3D baru diisi untuk arah Y atau kedepan, Z grid data untuk arah keatas atau tinggi, masing-masing sesuai ukuran yang dibutuhkan lalu OK.

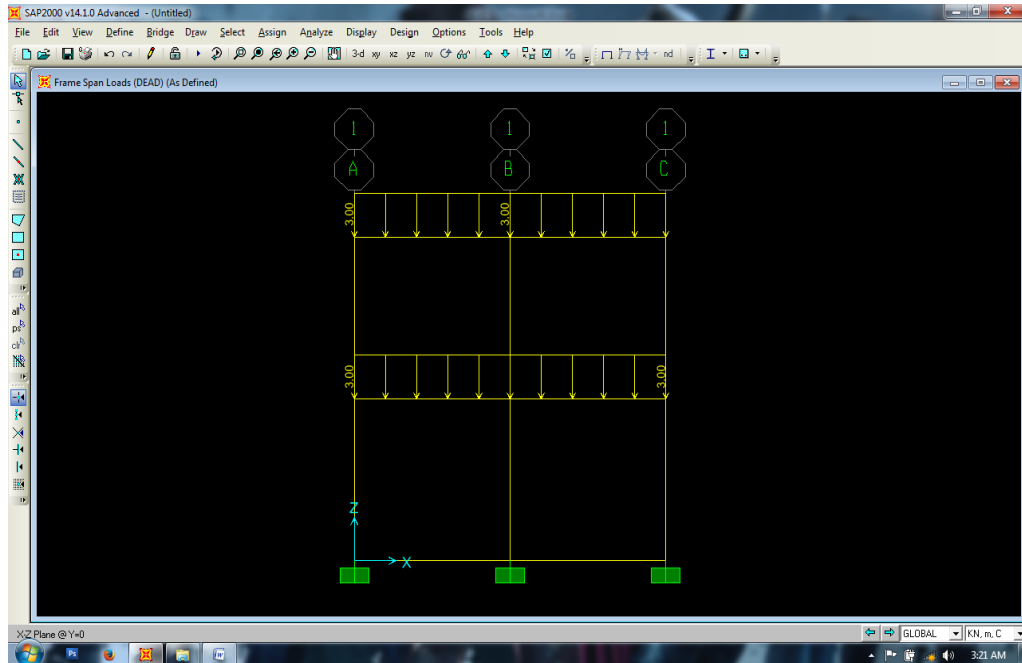


Lalu klik **define**, pilih **load patterns**, lalu ubah dead menjadi 0 dikarenakan kita sudah menghitung berat sendiri balok dipembebanan pada beban mati. Lalu klik **modify load patterns** seperti pada gambar.

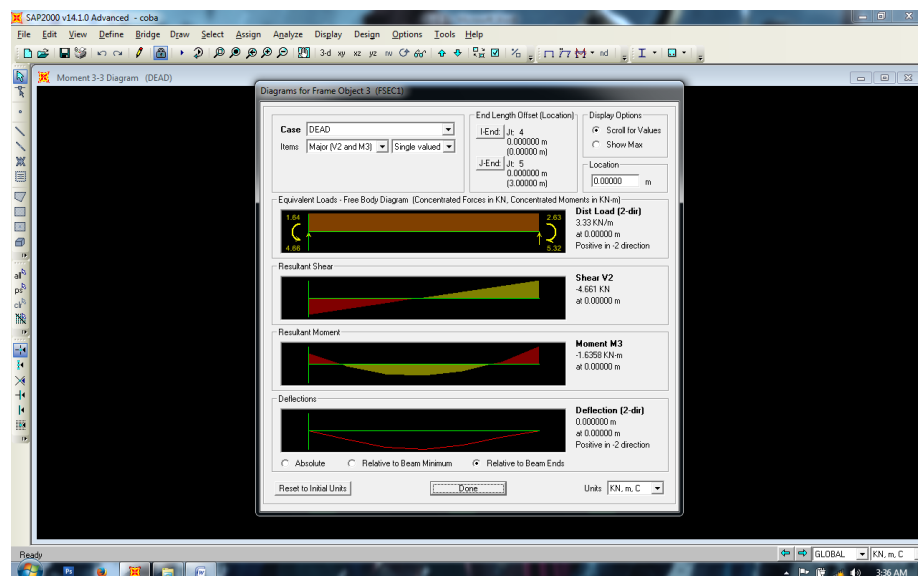


Kemudian masukan pembebanan pada masing-masing batang, beban yang dipakai adalah beban yang sudah difaktorkan atau

dikombinasikan, klik assign, pilih jenis pembebanan lalu masukan beban yang sudah di kombinasikan sebelumnya.



Jika sudah tampilan seperti pada gambar di atas maka step terakhir klik analyze, klik set analyze options, pilih XZ plane lalu ok dan klik analyze, klik run analisis, lalu ubah MODAL menjadi do not run lalu run now lalu save dan kita mendapatkan reaksi yang dibutuhkan jika kita ingin melihat reaksi yang terjadi tinggal klik kanan pada batang yang diinginkan.



Portal terdiri dari dua bagian yaitu balok dan kolom:

2.3.5 Perencanaan 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, balok pada bangunan ini terbagi menjadi balok anak dan induk.

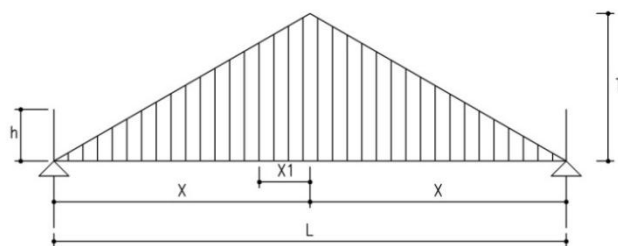
Perencanaan balok ini dilakukan untuk menentukan balok anak dan balok induk yang akan digunakan dalam suatu struktur gedung. Sistem struktur yang menggunakan balok anak dan balok induk ini bertujuan untuk memperoleh bentangan sepanjang mungkin dengan beban mati sekecil mungkin untuk pelat atap maupun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

Pada gedung ini memakai struktur baja, langkah - langkah perencanaan balok :

1. Menentukan mutu baja dan menghitung pembebanan dengan metode amplop.
2. Menghitung H pada pembebanan balok

Pembebanan Ekwivalen

a. Penurunan Rumus Segitiga



Gambar 2.4 Beban Segitiga

$$X = \frac{1}{2} \cdot L$$

$$X_1 = \frac{1}{3} \cdot \left(\frac{1}{2} \cdot L \right) = \frac{1}{6} \cdot L$$

$$V_a = \frac{1}{2} \cdot \left(\frac{1}{2} \cdot LT \right) = \frac{1}{4} \cdot LT$$

$$M_{max} = V_a \cdot X - V_a \cdot X_1 = \left(\frac{1}{4} \cdot LT \cdot \frac{1}{2} \cdot L \right) - \left(\frac{1}{4} \cdot LT \cdot \frac{1}{6} \cdot L \right)$$

$$M_{max} = \frac{L^2 \cdot T}{8} - \frac{L^2 \cdot T}{24} = \frac{3L^2T - L^2T}{24} = \frac{L^2 \cdot T}{12}$$

$$\text{momen maksimum akibat beban merata segiempat} = M_{max} = \frac{HL^2}{8}$$

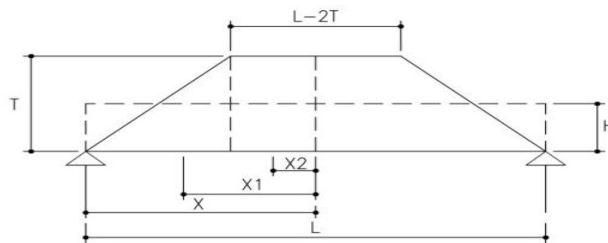
$$\text{Momen maksimum akibat beban segitiga} = M_{max} = \frac{L^2 \cdot T}{12}$$

Agar beban ekuivalen maka :

$$\frac{L^2 \cdot T}{12} = \frac{HL^2}{8}$$

$$H = \frac{8T}{12} \Rightarrow H = \frac{2}{3}T$$

b. Penurunan Rumus Trapesium



Gambar 2.5 Beban Trapesium

$$X = \frac{1}{2} \cdot L$$

$$X_1 = \frac{1}{3} \cdot T + \frac{(L - 2T)}{2}$$

$$X_2 = \frac{1}{2} \cdot \frac{(L - 2T)}{2} = \frac{(L - 2T)}{4}$$

$$R_A = \frac{1}{2}T^2 + \left(\frac{(L - 2T)}{2} \cdot T \right) = \frac{1}{2} \cdot T^2 + \frac{LT}{2} - T^2 = -\frac{T^2}{2} + \frac{LT}{2}$$

$$M_{max} = R_A \cdot x - \left(\frac{1}{2} \cdot T^2 \right) \cdot x_1 - \frac{L - 2T}{2} \cdot T \cdot x_2$$

$$= \left(-\frac{T^2}{2} + \frac{LT}{2} \right) \times \left(\frac{1}{2}L \right) - \left(\frac{1}{2} \cdot T^2 \right) \left(\frac{1}{3}T + \frac{(L - 2T)}{2} \right) - \left(\frac{(L - 2T)}{2} \cdot T \right) \cdot \left(\frac{(L - 2T)}{4} \right)$$

$$= -\frac{1}{4} \cdot T^2L + \frac{1}{4} \cdot L^2T - \frac{1}{6} \cdot T^3 - \frac{1}{4} \cdot T^2L + \frac{1}{2} \cdot T^3 - \frac{L^2T}{8} + \frac{2T^2L}{8} + \frac{2T^2L}{8} + \frac{4T^3}{8}$$

$$= \frac{1}{8}L^2T - \frac{1}{6}T^3 = \frac{3L^2 - 4T^3}{24}$$

Momen maksimum akibat beban merata segiempat: $M_{max} = \frac{HL^2}{8}$

Momen maksimum akibat beban trapesium: $M_{max} = \frac{3L^2T - 4T^3}{24}$

Agar beban ekuivalen maka $M_{max} \text{segiempat} = M_{max} \text{trapesium}$

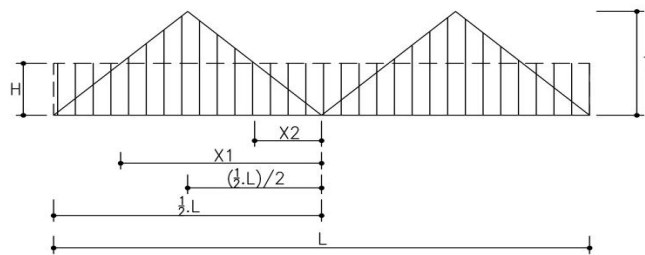
$$\frac{HL^2}{8} = \frac{3L^2T - 4T^3}{24}$$

$$H = \frac{24L^2T - 32T^3}{24L^2}$$

$$H = \frac{24L^2 \left(T - \frac{4T^3}{3L^2} \right)}{24L^2}$$

$$H = T - \frac{4T^3}{3L^2}$$

c. Penurunan Rumus Dua Segitiga



Gambar 2.6 Dua Segitiga

$$X = \frac{1}{2} \cdot L$$

$$X_1 = \frac{1}{2} \cdot L - \frac{2}{3} \cdot \frac{1}{2} \cdot L = \frac{1}{6} \cdot L$$

$$R_A = \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{4} \cdot LT + \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{4} \cdot LT = \frac{1}{8} \cdot LT + \frac{1}{8} \cdot LT = \frac{1}{4} \cdot LT$$

$$\begin{aligned} M_{max} &= R_A \cdot X = \left(\frac{1}{2} \cdot \frac{1}{4} \cdot LT \cdot X_1 \right) - \left(\frac{1}{2} \cdot \frac{1}{4} \cdot LT \cdot X_2 \right) \\ &= \left(\frac{1}{4} \cdot LT \cdot \frac{1}{2} \cdot L \right) - \left(\frac{1}{2} \cdot \frac{1}{4} \cdot LT \cdot \frac{1}{3} \cdot L \right) - \left(\frac{1}{2} \cdot \frac{1}{4} \cdot LT \cdot \frac{1}{6} \cdot L \right) \\ &= \left(\frac{1}{8} \cdot L^2T \right) - \left(\frac{1}{24} \cdot L^2T \right) - \left(\frac{1}{48} \cdot L^2T \right) \\ &= \left(\frac{1}{16} \cdot L^2T \right) \end{aligned}$$

Momen maksimum akibat beban merata segiempat: $M_{max} = \frac{HL^2}{8}$

Momen maksimum akibat beban 2 segitiga: $M_{max} = \frac{1}{16} \cdot L^2 T$

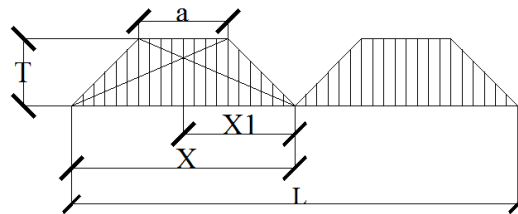
Agar beban ekuivalen, maka:

M_{max} segiempat = M_{max} segitiga

$$\frac{HL^2}{8} = \frac{1}{16} \cdot L^2 T$$

$$H = \frac{8L^2 T}{16L^2} \Rightarrow H = \frac{1}{2} \cdot T$$

d. Penurunan Rumus Dua trapesium



Gambar 2.7 Dua Trapesium

$$X = \frac{1}{2} \cdot L \qquad a = \frac{1}{2} \cdot L - 2T$$

$$X_1 = \frac{1}{4} \cdot L$$

$$R_A = \frac{a \cdot X}{2} \cdot T = \left(\frac{1}{2} \cdot L - 2T + \frac{1}{2} \cdot L \right) \cdot \frac{T}{2} = (L - 2T) \cdot \frac{T}{2}$$

$$M_{max} = (R_A \cdot X) - \left(\frac{a \cdot X}{2} \cdot T \cdot X_1 \right) = (R_A \cdot X) - (R_A \cdot X_1)$$

$$= R_A(X - X_1) = \left((L - 2T) \cdot \frac{T}{2} \right) \cdot \left(\frac{L}{2} - \frac{L}{4} \right)$$

$$= ((L - 2T) \cdot \left(\frac{L}{4} \right)) \cdot \frac{T}{2} = (L - 2T) \cdot \frac{LT}{8}$$

$$= \frac{L^2 T - 2LT^2}{8}$$

Momen maksimum akibat beban merata segiempat: $M_{max} = \frac{HL^2}{8}$

Momen maksimum akibat beban 2 trapesium: $M_{max} = \frac{L^2 T - 2LT^2}{8}$

Agar beban ekuivalen, maka:

$M_{\max}$ segiempat = $M_{\max}$ trapesium

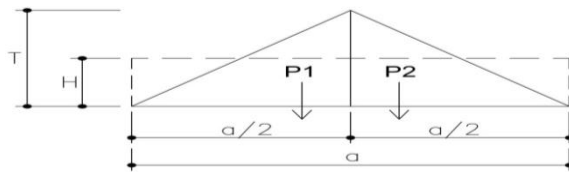
$$\frac{HL^2}{8} = \frac{L^2T - 2LT^2}{8}$$

$$H = \frac{8L^2T - 16LT^2}{8L^2}$$

$$H = \frac{8L^2(T - \frac{16LT^2}{8L^2})}{8L^2}$$

$$H = T - \frac{16LT^2}{8L^2} \Rightarrow H = T - \frac{2LT^2}{L^2}$$

e. Penurunan Rumus Segitiga Kantilever



Gambar 2.8 Segitiga Kantilever

$$P1 = T \cdot \left(\frac{a}{2}\right) \cdot \left(\frac{1}{2}\right) = \frac{(T \cdot a)}{4}$$

$$P2 = T \cdot \left(\frac{a}{2}\right) \cdot \left(\frac{1}{2}\right) = \frac{(T \cdot a)}{4}$$

$$M = P1 \cdot a1 + P2 \cdot a2 = \frac{1}{2} \cdot h \cdot a^2$$

$$\frac{T \cdot a}{4} \cdot \left(\frac{a}{2} + \frac{1 \cdot a}{3 \cdot 2}\right) = \frac{T \cdot a}{4} \cdot \left(\frac{a}{2} + \frac{a}{6}\right) = \frac{4a}{6} = \frac{2a}{3} = \frac{a2 \cdot T}{6}$$

$$\frac{T \cdot a}{4} \left(\frac{a}{2} + \frac{2 \cdot a}{3 \cdot 2}\right) = \frac{T \cdot a}{4} \cdot \left(\frac{a}{3}\right) = \frac{a2 \cdot T}{12}$$

$$\left(\frac{T \cdot a2}{12} + \frac{T \cdot a2}{6}\right) = \frac{3T \cdot a2}{12} = \frac{1T \cdot a2}{4}$$

$$\frac{1T \cdot a2}{4} = \frac{1}{2} \cdot h \cdot a^2$$

$$H = \frac{1}{2} \cdot T$$

3. Hitung beban mati dikali H dan beban sendiri balok asumsi dan juga beban hidup lalu difaktorkan dengan rumus $1,2(WD)+1,6(WL)+0,5(R)$ untuk atap dan $1,2(WD)+1,6(WL)$ untuk lantai
4. Lalu hitung Momen maximum dan reaksi perletakan lainnya
5. Masuk keperhitungan balok baja tidak komposit :

- a. Menentukan f_y dan menentukan dimensi balok dan harus sama dengan asumsi balok pada pembebanannya.

- b. Menghitung λ_c

$$\lambda_c = \frac{\lambda_x}{\pi} \cdot \sqrt{\frac{f_y}{E_s}} \quad \Rightarrow \quad \lambda_x = \frac{k \cdot L}{r_y} \quad \Rightarrow \quad \lambda_c = \frac{k \cdot L}{r_y \cdot \pi} \cdot \sqrt{\frac{f_y}{E_s}}$$

k = panjang tekuk (lihat LRFD hal 57-59)

L = panjang batang

r_y = r_i (lihat pada tabel profil baja)

E_s = 200000 mpa

- c. Menghitung ω , ditentukan dari λ_c :

Untuk $\lambda_c < 0,25$ maka $\omega = 1$

Untuk $0,25 < \lambda_c < 1,2$ maka $\omega = \frac{1,43}{1,6 - 0,67\lambda}$

Untuk $\lambda_c > 1,2$ maka $\omega = 1,25 \lambda_c^2$

- d. Menghitung f_{cr}

$f_{cr} = f_y / \omega$ (mpa)

- e. Menghitung N_n

$N_n = A_s \cdot f_{cr}$ (N)

A_s (lihat pada tabel profil baja)

- f. Hitung N_u (lihat pada reaksi pada diagram normal/aksial force)

$$\frac{N_u}{\phi \cdot N_n} < 1 \quad \phi = 0,85$$

- g. Jika Ok pada hitungan diatas maka hitung Z_x

$$Z_x = 2 \left(\{B \cdot t_2 \cdot [(0,5 \cdot A) - (0,5 \cdot t_2)]\} + \{[(0,5 \cdot A) - t_2] \cdot t_2 \cdot 0,5[(0,5 \cdot A) - t_2]\} \right)$$

$$\text{h. Hitung } M_n \quad \Rightarrow \quad M_n = f_y \cdot Z_x$$

$$\text{i. Kontrol} \Rightarrow \frac{N_u}{\phi \cdot N_n} + \frac{8}{9} \cdot \frac{M_u}{\phi \cdot M_n} < 1 \quad \text{OK}$$

2.3.6 Perencanaan Kolom

Kolom komposit dapat dibentuk dari pipa baja yang diisi dengan beton polos atau dapat pula dari profil baja hasil gilas panas yang dibungkus dengan beton dan diberi tulangan baja serta sengkang, seperti halnya pada kolom beton biasa. Analisis dari kolom komposit hampir sama dengan analisis komponen struktur tekan, namun dengan nilai f_y , E dan r yang telah dimodifikasi.

Persyaratan bagi suatu kolom komposit ditentukan dalam SNI 03-1729-2002 pasal 12.3.1. Batasan-batasan berikut harus dipenuhi oleh suatu kolom komposit:

1. Luas penampang profil baja minimal sebesar 4% dari luas total penampang melintang kolom komposit, jika kurang maka komponen struktur tekan ini akan beraksi sebagai kolom beton biasa.
2. Untuk profil baja yang diselubungi beton, persyaratan berikut harus dipenuhi:
 - a. Tulangan longitudinal dan lateral harus digunakan, jarak antar pengikat lateral tidak boleh lebih besar dari 2/3 dimensi terkecil penampang kolom komposit. Luas penampang melintang dari tulangan longitudinal dan transversal minimum 0,18 mm² per mm jarak antar tulangan longitudinal/transversal.
 - b. Selimut beton harus diberikan minimal setebal 40 mm dari tepi terluar tulangan longitudinal dan transversal.
 - c. Tulangan longitudinal harus dibuat menerus pada lantai tingkat kecuali tulangan longitudinal yang hanya berfungsi sebagai kekangan beton.

3. Kuat tekan beton, f'_c berkisar antara 21 hingga 55 MPa untuk beton normal, dan minimal 28 MPa untuk beton ringan.
4. Tegangan leleh profil baja dan tulangan longitudinal tidak boleh melebihi 380 MPa.
5. Untuk mencegah tekuk lokal pada pipa baja atau penampang baja berongga, maka ketebalan dinding minimal disyaratkan sebagai berikut:
 - a. Untuk penampang persegi dengan sisi b , maka $t \geq b\sqrt{f_y / E}$
 - b. Untuk penampang lingkaran dengan diameter D , maka $t \geq D\sqrt{f_y / 8E}$

Tata cara perhitungan kuat rencana kolom komposit diatur dalam SNI 03-1729-2002 pasal 12.3.2. Dalam pasal ini dinyatakan bahwa kuat rencana kolom komposit adalah:

$$N_u = \phi_c \cdot N_n \quad (10)$$

Dengan:

$$\phi_c = 0,85$$

$$N_n = A_s \cdot f_{cr} = \frac{f_{my}}{\omega} \quad (11)$$

Nilai dari ω ditentukan sebagai berikut:

$$\text{Untuk } \lambda_c < 0,25 \quad \text{maka } \omega = 1 \quad (12)$$

$$\text{Untuk } 0,25 < \lambda_c < 1,2 \quad \text{maka } \omega = \frac{1,43}{1,6 - 0,67 \cdot \lambda_c} \quad (13)$$

$$\text{Untuk } \lambda_c \geq 1,2 \quad \text{maka } \omega = 1,25 \cdot \lambda_c^2 \quad (14)$$

Dengan:

$$\lambda_c = \frac{k_c \cdot L}{r_m \cdot \pi} \sqrt{\frac{f_{my}}{E_m}} \quad (15)$$

$$f_{my} = f_y + c_1 \cdot f_{yr} \cdot \left(\frac{A_r}{A_s} \right) + c_2 \cdot f'_c \cdot \left(\frac{A_c}{A_s} \right) \quad (16)$$

$$E_m = E + c_3 \cdot E_c \cdot \left(\frac{A_c}{A_s} \right) \quad (17)$$

$$E_c = 0,041 \cdot w^{1,5} \cdot \sqrt{f'_c} \quad (18)$$

KETERANGAN:

A_c	adalah luas penampang beton, mm ²
A_r	adalah luas penampang tulangan longitudinal, mm ²
A_s	adalah luas penampang profil baja, mm ²
E	adalah modulus elastisitas baja, MPa
E_c	adalah modulus elastisitas beton, MPa
E_m	adalah modulus elastisitas kolom komposit, MPa
f_{cr}	adalah tegangan tekan kritis, MPa
f_{ym}	adalah tegangan leleh kolom komposit, MPa
f_y	adalah tegangan leleh profil baja, MPa
f'_c	adalah kuat tekan karakteristik beton, MPa
k_c	adalah faktor panjang efektif kolom
L	adalah panjang komponen struktur, mm
r_m	adalah jari-jari girasi kolom komposit
w	adalah berat jenis beton, kg/m ³
λ_c	adalah parameter kelangsingan
ϕ_c	adalah faktor reduksi beban aksial tekan
ω	adalah faktor tekuk

Koefisien c_1, c_2 , dan c_3 ditentukan sebagai berikut:

a. Untuk pipa baja yang diisi beton:

$$c_1 = 1,0 \quad c_2 = 0,85 \quad c_3 = 0,4$$

b. Untuk profil baja yang dibungkus beton:

$$c_1 = 0,7 \quad c_2 = 0,6 \quad c_3 = 0,2$$

Jari-jari girasi kolom komposit diambil lebih besar daripada jari-jari girasi profil baja dan kolom beton. Pendekatan yang konservatif adalah dengan

menggunakan jari-jari girasi yang terbesar antara profil baja dan kolom beton, yang dapat diambil sebesar 0,3 kali dimensi dalam bidang tekuk.

$$R_m = r > 0,3.b$$

Dengan

r adalah jari-jari girasi profil baja dalam bidang tekuk

b adalah dimensi terluar kolom beton dalam bidang tekuk

Kuat rencana maksimum yang dipikul oleh beton harus diambil sebesar $1,7.\phi_c.f'_c.A_B$, dengan $\phi_c = 0,60$ dan A_B adalah luas daerah pembebanan.

2.3.7 Perencanaan Sloof

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

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

$$k = \frac{M_u}{\phi b d^2}$$

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, hal 61 butir ke-2)

$$\rho_{\min} = \frac{1,4}{f_y}$$

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

- b. Menghitung nilai A_s

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

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

$$\rho = \text{rasio penulangan}$$

$$d_{\text{eff}} = \text{tinggi efektif pelat (mm)}$$

- 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

2.3.8 Perencanaan Pondasi

Pondasi merupakan suatu konstruksi yang berfungsi untuk mendistribusikan beban pada bangunan atau gedung ke tanah. Pada laporan akhir ini pondasi yang digunakan yaitu berupa pondasi tiang (*pile*), pondasi tiang (*pile*) digunakan untuk :

- Menopang bangunan dimana tanah pendukungnya terdiri dari tanah lunak atau mempunyai daya dukung yang rendah
- Menopang bangunan dimana lapisan tanah pendukung yang kuat letaknya cukup dalam
- Menopang bangunan yang terletak diatas air, seperti pilar jembatan, dermaga, dan bangunan air lainnya.
- Menopang bangunan yang berada diatas tanah timbunan yang tebal, yang dapat menimbulkan penurunan yang besar.

Jenis pondasi yang digunakan dalam laporan ini yaitu pondasi tiang beton pra cetak (*pre-cast concrete pile*) yang berbentuk segitiga yaitu pondasi tiang yang terbuat dari beton bertulang yang dicetak terlebih dahulu, kemudian setelah beton mengeras dan mencapai umur, lalu dipancangkan ditempat yang telah ditentukan. Oleh karena itu, pondasi tiang beton pra cetak disebut juga pondasi tiang pancang beton (*driven concrete pile*).

Perencanaan pondasi tiang pancang beton harus menentukan :

1) Beban ijin dan panjang pondasi untuk tiang pancang beton

Beban ijin tiang pancang beton sesuai dengan tipe atau spesifikasi.

2) Daya dukung pondasi tiang pancang

a. Bilatiang pancang dipancangkan masuk kedalam tanah sampai mencapai lapisan tanah keras dan daya dukungnya ditekankan pada tahanan ujung tiang maka disebut pondasi tiang pancang dengan daya dukung ujung atau *end bearing pile* atau *point bearing pile*.

b. Bila tiang pancang dipancangkan tidak mencapai lapisan tanah keras dan untuk menahan beban dipikul oleh tahanan yang ditimbulkan oleh gesekan antara tiang dengan tanah, maka disebut pondasi tiang pancang dengan daya dukung gesek atau *friction bearing pile*.

Evaluasi daya dukung pondasi tiang berdasarkan pengujian dilapangan yaitu dengan Pengujian Sondir.

Adapun urutan – urutan dalam menganalisis pondasi :

1. Menentukan beban – beban yang bekerja pada pondasi,
2. Menentukan diameter yang digunakan.
3. Menentukan daya dukung ijin tiang berdasarkan hasil pengujian sondir, daya dukung ijin pondasi tiang dapat dihitung dengan rumus :

$$Q \text{ ijin} = \frac{qc \times Ab}{Fb} + \frac{JHP \times O}{Fs}$$

Dimana :

Q ijin = daya dukung ijin tiang (kg)

Qc = nilai tahanan konus di ujung tiang (kg/cm²)

- A_b = luas penampang ujung tiang (cm^2)
 JHP = jumlah hambatan pelekat (kg/cm)
 O = keliling penampang tiang (cm)
 F_b = faktor keamanan daya dukung ujung ($F_b = 3$)
 F_s = faktor keamanan daya dukung gesek ($F_s = 5$)

4. Menentukan jarak tiang yang digunakan, $1,5D < S < 3,5D$

5. Menentukan efisiensi kelompok tiang,

Persamaan dari Uniform Building Code:

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

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)

6. Menentukan kemampuan tiang terhadap sumbu x dan sumbu y

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

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

$X_{\max}$ = 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

Tinggi efektif (d_{eff}) = $h - p - D - \frac{1}{2}D$

Untuk aksi dua arah:

Gaya geser terfaktor

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

Gaya geser nominal:

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

$\phi V_c > \phi V_u$ (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

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

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

8. Penulangan Poer

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

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

9. Perhitungan Tulangan Sengkang

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

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

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

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

2.4 Manajemen Proyek

Manajemen proyek (Pengelolaan 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 hirarki (arus kegiatan) vertikal maupun horizontal.

Fungsi dasar manajemen dikelompokkan menjadi 3 kelompok kegiatan, yaitu:

1. Kegiatan Perencanaan

- a. Penetapan Tujuan (*goal setting*)

Yaitu 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 pengelompokkan kegiatan proyek konstruksi agar kinerja yang dihasilkan sesuai dengan harapan.

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 kontinu 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*)

Yaitu pemantauan prestasi kegiatan dari pengendalian akan digunakan sebagai bahan untuk melakukan langkah perbaikan, baik proyek dalam keadaan terlambat maupun lebih cepat. (Wulfram I. Ervianto, Hal. 1-5)

2.4.1 Rencana Kerja dan Syarat-syarat

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.

2.4.2 RAB

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.

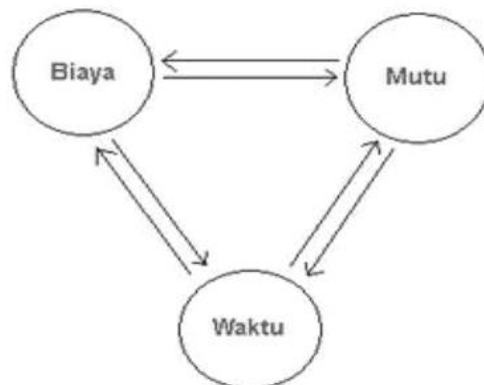
Anggaran biaya merupakan harga dari bangunan yang dihitung dengan teliti, cermat dan memenuhi syarat. Anggaran biaya pada bangunan yang sama akan berbeda-beda dimasing-masing daerah, disebabkan karena perbedaan harga bahan dan upah tenaga kerja.

2.4.3 Rencana Pelaksanaan

a. NWP (Network Planning)

Dalam menyelesaikan pekerjaan konstruksi dibutuhkan suatu perencanaan waktu yang akan diperlukan untuk menyelesaikan tiap bagian pekerjaan yang akan dilaksanakan. NWP adalah suatu alat pengendalian pekerjaan di lapangan yang ditandai dengan symbol tertentu berupa urutan kegiatan dalam suatu proyek yang berfungsi untuk memperlancar pekerjaan.

Proyek konstruksi membutuhkan perencanaan, penjadwalan dan pengendalian proyek. Tujuannya adalah menyelaraskan antara biaya proyek yang optimal mutu pekerjaan yang baik / berkualitas, dan waktu pelaksanaan yang tepat. Karena ketiganya adalah 3 elemen yang saling mempengaruhi.



Ilustrasi dari 3 circles diagram di atas adalah jika biaya proyek berkurang (atau dikurangi) sementara waktu pelaksanaan direncanakan tetap, maka secara otomatis anggaran belanja material akan dikurangi dan mutu pekerjaan akan berkurang, dengan demikian secara umum proyek Rugi. Jika waktu pelaksanaan mundur/terlambat, sementara tidak ada rencana penambahan anggaran, maka mutu pekerjaan juga akan berkurang maka secara umum proyek Rugi. Jika mutu ingin dijaga, sementara waktu pelaksanaan mundur/terlambat, maka akan terjadi peningkatan anggaran belanja dengan begini secara umum proyek juga Rugi.

Proyek dapat dikategorikan mengalami untung jika waktu pelaksanaan lebih cepat selesai dari yang direncanakan dengan mutu pekerjaan tetap terjaga, secara otomatis akan ada keuntungan pada biaya anggaran belanja.

Inti dari 3 komponen proyek konstruksi tersebut adalah bagaimana menjadwalkan dan mengendalikan pelaksanaan proyek agar berjalan sesuai dengan schedule yang telah ditetapkan, selesai tepat pada waktunya, sehingga tidak terjadi pengurangan mutu pekerjaan atau penambahan anggaran belanja.

b. Barchart

Menguraikan tentang uraian setiap pekerjaan mulai dari tahap awal sampai berakhirnya pekerjaan. Bobot pekerjaan dan waktu pelaksanaan pekerjaan.

c. Kurva “S”

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