BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Uraian Umum

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 diatas tidaklah cukup karena* analisa secara teoritis tersebut hanya berlaku pada kondisi struktur yang ideal sedangkan gaya-gaya yang dihitung hanya merupakan pendekatan dari keadaan yang sebenarnya atau yang diharapkan terjadi.

Perencanaan bangunan merupakan suatu usaha untuk menyusun dan mengorganisasikan suatu proyek konstruksi baik berupa perhitungan-perhitungan maupun tulisan- tulisan sehingga bangunan yang dihasilkan sesuai dengan yang diinginkan dan tetap memperhatikan standar ekonomis, aman, kuat, dan nyaman.

2.2. Ruang Lingkup Perencanaan

Ruang lingkup dari perencanaan bangunan gedung Terpadu PMI Kota Palembang ini meliputi beberapa tahapan yaitu persiapan, studi kelayakan, mendesain bangunan (perencanaan), dilanjutkan dengan perhitungan struktur, lalu perhitungan biaya, dan progress kerja yang diwujudkan melalui NWP dan kurva S.

2.2.1. Perencanaan Konstruksi

Struktur adalah suatu kesatuan dan rangkaian dari beberapa elemen yang direncanakan agar mampu menerima beban luar maupun berat sendiri tanpa mengalami perubahan bentuk yang melampaui batas persyaratan.

Ada dua struktur pendukung bangunan yaitu :

1. Struktur bangunan atas

Struktur bangunan atas harus sanggup mewujudkan perencanaan dari segi arsitektur dan harus mampu menjamin mutu baik dari segi keamanan maupun kenyamanan bagi penggunanya. Untuk itu, bahan bangunan yang nantinya akan digunakan sebagai bahan dasar dari konstruksi hendaknya memenuhi kriteria sebagai berikut :

a. Tahan Api.
b. Kuat dan kokoh.
c. Mudah diperoleh, dalam arti tidak memerlukan biaya mobilisasi bahan yang demikian tinggi.
d. Awet untuk jangka waktu pemakaian yang lama.
e. Ekonomis, dengan perawatan yang relatif mudah.

Dari kriteria-kriteria yang tersebut diatas, maka sebagai komposisi struktur utama dari bangunan ini menggunakan struktur beton bertulang. Perhitungan perencanaan untuk bangunan struktur atas ini meliputi :

a. Perhitungan Pelat Lantai.
b. Perhitungan Tangga.
c. Perbebanan Portal.
d. Perhitungan Balok.
e. Perhitungan Kolom.

2. Struktur bangunan bawah

Struktur bangunan bawah merupakan sistem pendukung bangunan yang menerima beban struktur atas, untuk diteruskan ke tanah dibawahnya. Perhitungan perencanaan struktur bagian bawah (*Sub Structure*) ini eliputi:

a. Perhitungan Sloof.
b. Perhitungan pondasi.

2.2.2 Dasar-dasar Perencanaan

Dalam merencanakan suatau bangunan gedung, harus berpedoman dengan peraturan-peraturan yang telah ditetapkan dan berlaku di Indonesia. Peraturan tersebut yang dapat digunakan antara lain :

1. Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung tahun 1987.
2. Persyaratan Beton Struktural Beton Untuk Bangunan Gedung (SNI 2847-2013)
3. Beban Minimum Untuk Perancangan Bangunan Gedung dan Struktur Lain (SNI 1727-2013).
4. Struktur Beton Bertulang, oleh Istimawan Dipohusodo (SK SNI T-15-1991-03).
5. Dasar-dasar Perencanaan Beton Bertulang seri I, oleh W.C. Vis dan Gideon Kusuma.
6. Grafik dan Tabel Perhitungan Beton Bertulang, oleh W.C. Vis dan Gideon Kusuma.

Suatu konstruksi bangunan gedung juga harus direncanakan kekuatannya terhadap suatu pembebanan. Adapun jenis pembebanannya antara lain :

1. Beban Mati

   Beban mati ialah 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.

2. Beban Hidup

   Beban hidup ialah 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 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 (energy kinetic) butiran air. Ke dalam beban hidup tidak termasuk beban angin, beban gempa dan beban khusus yang disebut dalam ayat (3), (4) dan (5).

3. Beban Angin

Beban angin ialah semua beban yang bekerja pada gedung atau bagian gedung yang disebabkan oleh selisih dalam tekanan udara.

2.3. Perhitungan Struktur

Berikut adalah metode perhitungan yang akan digunakan dalam perhitungan konstruksi. Metode-metode tersebut diambil berdasarkan acuan yang digunakan.

2.3.1 Perencanaan Pelat Atap dan Pelat Lantai

Struktur pelat pada gedung Terpadu PMI Kota Palembang ini terdapat dua jenis yaitu pelat atap daag dan pelat lantai. Berikut adalah pembahasan mengenai pelat:

Struktur pelat atap daag sama dengan struktur pelat lantai, hanya saja berbeda dalam hal pembebanannya. Tentunya beban yang bekerja pada pelat atap lebih kecil bila dibanding dengan pelat lantai. Strukturnya adalah struktur pelat dua arah, sama dengan pelat lantai. Sedangkan Pelat beton bertulang dalam suatu struktur dipakai pada lantai, pada pelat ruang ditumpu balok pada keempat sisinya terbagi dua berdasarkan geometrinya, yaitu:

Beban-beban yang bekerja pada pelat atap dan lantai , yaitu:

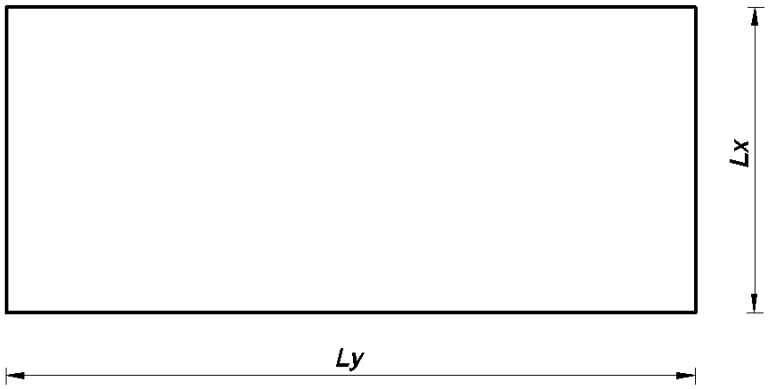
a) Beban Mati (W_D)
   - Bebat sendiri pelat atap
   - Berat mortar

b) Beban Hidup (W_L)
   - Beban hidup untuk pelat atap diambil 100 kg/m^2 dan untuk pelat lantai diambil 250 kg/m^2

   (PPPRG 1987 hal.7 Pasal 2.1.2.2 ayat (1))

- Macam-macam sistem pelat :
- Pelat Satu Arah (*One Way Slab*)

Pelat satu arah yaitu suatu pelat yang memiliki panjang lebih besar atau lebih lebar yang bertumpu menerus melalui balok – balok. Maka hampir semua beban lantai dipikul oleh balok – balok yang sejajar. Suatu pelat dikatakan pelat satu arah apabila Ly/Lx $\geq$ 2, dimana Ly dan Lx adalah panjang dari sisi-sisinya.



Gambar 2.1 Pelat Satu Arah, $\frac{Ly}{Lx} \geq 2$

Keterangan:

Ly , *Lx* = panjang pelat

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

a. Penentuan Tebal Pelat

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

Menurut SNI 2847-2013 pasal 9.5.2.2 dengan anggapan balok/pelat merupakan konstruksi satu arah, tebal minimumnya dapat ditetapkan berdasarkan tabel 2.1 dan untuk selimut beton pada tabel 2.2 berikut.

Tabel 2.1
Tabel minimum balok non-prategang atau pelat satu arah
bila lendutan tidak dihitung

Komponen struktur	Tebal Minimum, h			
	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	ℓ /20	ℓ /24	ℓ /28	ℓ /10
Balok atau pelat rusuk satu arah	ℓ /16	ℓ /18,5	ℓ /21	ℓ /8

CATATAN:
Panjang bentang dalam mm.
Nilai yang diberikan harus digunakan langsung untuk komponen struktur dengan beton normal dan tulangan tulangan Mutu 420 MPa. Untuk kondisi lain, nilai di atas harus dimodifikasikan sebagai berikut:
(a) Untuk struktur beton ringan dengan berat jenis (*equilibrium density*), w_c, di antara 1440 sampai 1840 kg/m^3, nilai tadi harus dikalikan dengan $(1{,}65 - 0{,}0003w_c)$ tetapi tidak kurang dari 1,09.
(b) Untuk f_y selain 420 MPa, nilainya harus dikalikan dengan $(0{,}4 + f_y/700)$.

*Sumber : Tata Cara Perencanaan Struktur Beton Bangunan Gedung (SNI 2847-2013 hal 70)

- Menghitung beban mati pelat termasuk beban sendiri pelat dan beban hidup serta menghitung momen rencana (Wu).

  Wu = 1,2 WDD + 1,6 WLL

WDD = Jumlah beban Mati Pelat (KN/m)

WLL= Jumlah beban Hidup Pelat (KN/m)

- Menghitung momen rencana (Mu) 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 tulangannya hanya direncanakan untuk memikul gaya-gaya dalam satu arah, selama:
- Jumlah minimum bentang yang ada haruslah minimum dua,
- 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,
- Beban yang bekerja merupakan beban terbagi rata,
- Beban hidup per satuan panjang tidak melebihi tiga kali beban mati per satuan panjang, dan
- Komponen struktur adalah prismatis.
- Perkiraan Tinggi Efektif (deff)

Untuk beton bertulang, tebal selimut beton minimum yang harus disediakan untuk tulangan harus memenuhi ketentuan sebagai berikut sesuai SNI 2847-2013 halaman 51.

Tabel 2.2

Untuk beton bertulang, tebal selimut beton minimum

:

	Tebal Selimut Minimum (mm)
(a) Beton yang dicor di atas dan selalu berhubungan dengan tanah	75
(b) Beton yang berhubungan dengan tanah	

atau cuaca: Batang D-19 hingga D-57..... Batang D-16, kawat M16 ulir atau polos dan yang lebih kecil	 50 40
c) Beton yang tidak berhubungan dengan cuaca atau berhubungan dengan tanah : Slab, dinding, balok usuk: Batang tulangan D-44 dan D-57..... Batang tulangan D-36 dan yang lebih kecil ..... Balok, kolom: Tulangan utama, pengikat, sengkang, spiral..... . Komponen struktur cangkang, sengkang spiral: Batang tulangan D-19 dan yang lebih besar ..... Batang tulangan D-16, kawat M-16 ulir atau polos, dan yang lebih kecil……	 40 20 40 20 13

*Sumber : Tata Cara Perencanaan Struktur Beton Bangunan Gedung (SNI-03-2847-2002 hal 41)

- Menghitung k_{perlu}

$$k = \frac{Mu}{\emptyset b d_{eff}^2}$$

K = faktor panjang efektif komponen struktur tekan (Mpa)

Mu = Momen terfaktor pada penampang (KN / m)

b = lebar penampang (mm) diambil 1 m

d_{ef} = tinggi efektif pelat (mm)

Ø = faktor Kuat Rencana (SNI 2847-2013 Pasal 9.3, butir ke- 2 hal 66)

- Menentukan rasio penulangan (ρ) dari tabel.

  Jika ρ, maka pelat dibuat lebih tebal.

- Hitung As yang diperlukan.

As = $\rho.b.d_{eff}$

A = Luas tulangan (mm^2)

ρ = rasio penulangan

d_{eff} = tinggi efektif pelat (mm)

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

  Untuk tulangan suhu dan susut dihitung berdasarkan peraturan SNI 2847-2013 Pasal 7.12, yaitu :

  1. Luasan tulangan susut dan suhu harus menyediakan paling sedikit memiliki rasio luas tulangan terhadap luas bruto penampang beton sebagai berikut, tetapi tidak kurang dari 0,0014;

     a. Slab yang menggunakan batang tulangan ulir Mutu 280 atau350…….0,0020

     b. Slab yang menggunakan batang tulangan ulir atau tulangan kawat las Mutu 420…….……. …….0,0018

     c. Slab yang menggunakan tulangan dengan tegangan leleh melebihi 420 MPa yang diukur pada regangan leleh sebesar 0,35 persen ……..0,0018x420/fy

- Tulangan susut dan suhu harus dipasang dengan spasi tidak lebih dari lima kali tebal slab, atau tidak lebih jauh dari 450 mm.

- Pelat dua arah (*two way slab*)

Pelat dua arah adalah pelat yang ditumpu oleh balok pada keempat sisinya dan beban-beban ditahan oleh pelat dalam arah yang tegak lurus terhadap balok-balok penunjang.

1. Mendimensi balok

Tebal minimum tanpa balok interior yang menghubungkan tumpuan-tumpuannya, harus memenuhi ketentuan dari tabel 2.3

Tabel 2.3

Tebal Minimum dari Pelat Tanpa Balok Interior

Tegangan Leleh fy Mpa	Tanpa Penebalan			Dengan Penebalan		
	Panel eksterior		Panel interior	Panel eksterior		Panel interior
	Tanpa balok pinggir	Dengan balok inggir [c]		Tanpa Balok Pinggir	Dengan Balok Pinggir	
280	Ln/33	Ln/36	Ln/36	Ln/36	Ln/40	Ln/40
420	Ln/30	Ln/33	Ln/33	Ln/33	Ln/36	Ln/36
520	Ln/28	Ln/31	Ln/31	Ln/31	Ln/34	Ln/36

a. Untuk konstruksi dua arah, ln adalah panjang bentang bersih dalam arah panjang, diukur muka ke muka tumpuan pada pelat tanpa balok dan muka ke muka balok atau tumpuan lainnya pada kasus yang lain

b. Untuk f_y antara nilai yang diberikan dalam table, tebal minimum harus ditentukan dengan interpolasi linier

c. Panel drop didefinisikan dalam 13.2.5.

d. Pelat dengan balok di antara kolom kolomnya di sepanjang tepi eksterior. Nilai α untuk balok tepi tidak bolek kurang dari 0,8.

*Sumber : Persyaratan beton struktural untuk bangunan gedung

(SNI-2847-2013 Tabel 9.5(c) hal 72)

2. Persyaratan tebal pelat dari balok

Tebal pelat minimum dengan balok yang menghubungkan tumpuan pada semua sisinya harus memenuhi ketentuan ayat 11.5.3 butir 2 tidak boleh kurang dari nilai yang didapat dari :

$$h = \frac{\ln(0{,}8+\frac{fy}{1400})}{36+5\beta(\alpha fm-0{,}2)}$$ .....SNI 2847 – 2013 hal.72 (9.5.3.3)

$$h = \frac{\ln(0{,}8+\frac{fy}{1400})}{36+9\beta}$$ .....SNI 2847 – 2013 hal.72 (9.5.3.3)

3. Mencari αm dari masing-masing panel

Mencari αm dari masing-masing panel untuk mengecek apakah pemakaian h coba-coba telah memenuhi persyaratan hmin.

Untuk αm < 2,0 tebal minimum adalah 125 mm.

Untuk αm ≥ 2,0 tebal minimum adalah 90 mm.

$$\alpha 1 = \frac{I_{balok}}{I_{pelat}}$$

$$\alpha m = \frac{\alpha 1+\alpha 2+\alpha 3+\alpha 4}{n}$$

(SNI 2847– 2013 hal.72)

4. Pembebanan pelat

Perhitungan sama seperti pada perhitungan pembebanan pelat satu arah.

5. Mencari momen yang bekerja pada arah x dan y

Mx = 0,001Wu L2 x koefisien momen

My = 0,001 Wu L2 x koefisien momen

Mtix = ½ mlx

Mtiy = ½ mly

(Grafik dan Tabel Perhitungan Beton Bertulang hal.26)

Keterangan :

Mx = momen sejauh X meter

My = momen sejauh Y meter

6. Mencari tulangan dari momen yang didapat (Dipohusodo hal.214)

Tentukan nilai $K = \frac{Mu}{\phi b.d^2}$ untuk mendapatkan nilai ρ (rasio tulangan) yang didapat dari tabel.

Syarat : ρmin ≤ ρ ≤ ρmax

$$\rho_{max} = 0,75.\frac{0,85.fc'.\beta}{fy}.\left(\frac{600}{600+fy}\right)$$

Apabial ρ < ρmin maka dipakai tulangan $\rho_{min} = \frac{1,4}{fy}$

(Dipohusodo hal. 37 & 39)

As = ρmin .b.d

Keterangan : *k* = faktor panjang efektif

Mu = momen terfaktor pada penampang

Ø = faktor reduksi kekuatan (0,8)

b = lebar daerah tekan komponen struktur

d = jarak dari serat tekan terluar ke pusat tulangan tarik

ρmin = rasio penulangan tarik non-prategang minimum

As = luas tulangan tarik non-prategang

fy = mutu baja

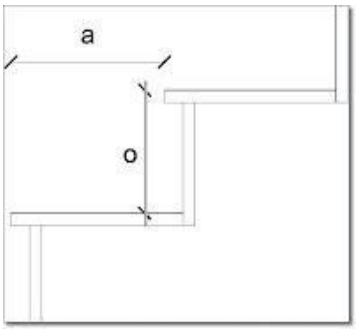
fc' = mutu beton

2.3.2 Perencanaan Tangga

Menurut Supribadi, 1986, tangga adalah suatu kontruksi yang menghubungkan antara tempat yang satu dan tempat lainnya yang mempunyai ketinggian berbeda, dan dapat dibuat dari kayu, pasangan batu bata, baja, dan beton. Untuk memperlancar hubungan antara lantai bawah dengan lantai yang ada di atasnya dalam suatu kegiatan, maka digunakan alat penghubung tangga. Tangga terdiri dari anak tangga dan pelat tangga.

Anak tangga terbagi menjadi 2 bagian, yaitu :

1. Antrede, yaitu bagian dari anak tangga pada bidang horizontal yang merupakan bidang tempat pijakan kaki.
2. Optrede, yaitu bagian dari anak tangga pada bidang vertikal yang merupakan selisih tinggi antara 2 buah anak tangga yang berurutan.



Gambar 2.2 *Antrede* dan *Optrede* anak tangga

Ibu tangga merupakan bagian tangga yang berfungsi mengikat anak tangga. Material yang digunakan untuk membuat ibu tangga misalnya antara lain, beton bertulang, kayu, baja, pelat baja, baja profil canal, juga besi.Kombinasi antara ibu tangga dan anak tangga biasanya untukv ibu tangga misalnya, beton bertulang di padukan dengan anak tangga dari bahan papan kayu, bisa juga keduanya dari bahan baja, untuk ibu tangga menggunakan profil kanal untuk menopang anak tangga yang menggunakan pelat baja.

Bordes biasa juga disebut *Landing*. Bordes merupakan bagian

dari tangga sebagai tempat beristirahat menuju arah tangga berikutnya. Bordes juga berfungsi sebagai pengubah arah tangga. Umumnya, keberadaan bordes setelah anak tangga ke 15. Kenyamanan bordes juga perlu diperhatikan, untuk lebarnya harus diusahakan sama dengan lebar tangga.

Pelengkap tangga, yaitu pegangan (*railing)* dan *baluster* . Ukuran pegangan railing tangga dengan ukuran diameter 3,8 cm merupakan ukuran yang bisa mengakomodasi sebagian besar ukuran tangan manusia. Untuk kenyamanan pegangan tangga, perlu diperhatikan juga jarak antara railing pegangan tangga dengan jarak tembok, jarak 5 cm saya rasa sudah cukup. *Baluster* merupakan penyangga pegangan tangga, biasanya bentuknya mengarah vertical. Material baluster bisa terbuat dari kayu, besi, beton, juga baja. Terkadang juga saya pernah melihat material baluster menggunakan kaca. Untuk keamanan dan kenyamanan pengguna tangga, usahakan jarak antar baluster tidak terlalu jauh, terutama untuk keamanan anak kecil.Untuk ukuran ketinggian baluster, standarnya kurang lebih antara 90-100 cm.

Tabel 2.4 Jenis-jenis Bahan Untuk Tangga

No.	Bahan	Tinjauan	
		Keuntungan	Kerugian
1	Kayu	- Bahannya mudah didapat. - Bobotnya ringan. - Relatif lebih murah. - Indah bila dipropil dan dipolitur. Untuk tangga rumah tinggal, villa, angga sementara.	- Konstruksi agak sulit dibuat kaku. - Lama pengerjaannya. - Lekas aus dan mudah. dimakan rayap. - Licin dilalui bila tanpa makai alas/karpet.
2	Baja	- Kokoh, stabil. - Tidak mudah aus. - Bila berada di dalam rumah tidak banyak perawatan. - Untuk tangga bawah tanah, tangga kebakaran, tangga untuk bengkel.	-

3	Beton Bertulang	· Mudah dibentuk sesuai selera. · Kokoh, stabil. · Tidak mudah aus maupun terbakar. · Tidak licin. · Banyak digunakan untuk tangga rumah tinggal yang permanen atau tempat keramaian lainnya.	- Bobotnya tinggi ± 2,4 ton per m3. - Harganya mahal. - Pengerjaannya lama karena memerlukan bekisting. - Proses pengikatan dan pengeringan cukup lama ± 28 hari.
4	Bata/Batu	· Biaya lebih murah dari tangga kayu, baja, beton tulang. · Konstruksinya sederhana. · Cepat pengerjaannya. · Digunakan untuk tangga rumah sederhana, undak-undak pada tanggul bangunan irigasi.	- Jumlah anak tangga terbatas. - Banyak memakan ruangan. - Cukup berat ± 1,7 ton per m3. - Konvensional/kuno.

*Sumber: Ilmu Bangunan Gedung, 1986

Secara umum, konstruksi tangga harus memenuhi syarat-syarat seperti berikut:

1. Tangga harus mudah dijalani atau dinaiki
2. Tangga harus cukup kuat dan kaku
3. Ukuran tangga harus sesuai dengan sifat dan fungsinya
4 .Material yang digunakan untuk pembuatan tangga terutama pada gedung-gedung umum harus berkualitas baik, tahan dan bebas dari bahaya kebakaran
5. Letak tangga harus strategis
6. Sudut kemiringan tidak lebih dari 45

Di samping itu ada pula syarat-syarat khusus konstruksi tangga adalah sebagai berikut:

Untuk bangunan rumah tinggal :

Antrede = 25 cm (minimum)
Optrede = 20 cm (maksimum)
Lebar tangga = 80 - 100 cm

Untuk perkantoran dan lain-lain
Antrede = 25 cm (minimum)

Optrede = 18 cm (maksimum)

Lebar tangga = 120 - 200 cm

Syarat langkah :

2 optrede + 1 antrede = 57 - 65 cm

Sudut kemiringan, maksimum = 45, minimum = 25

Berikut ini adalah langkah-langkah dalam perencanaan konstruksi tangga:

1. Perencanaan tangga
   a. Penentuan ukuran antrede dan optrede
   b. Penentuan jumlah antrede dan optrede
   c. Panjang tangga = jumlah optrede x lebar antrede
   d. Sudut kemiringan tangga = tg (tinngi tangga : panjang tangga)
   e. Penentuan tebal pelat tangga
2. Penentuan pembebenan pada anak tangga
   a. Beban mati
      - Berat sendiri bordes
      - Berat sendiri anak tangga

        Berat 1 anak tangga (Q) per m'

        Q = antrede x optrede x 1 m x γ_{beton} x jumlah anak tangga dalam 1 m
      - Berat spesi dan ubin
   b. Beban hidup
3. Perhitungan tangga dengan metode cross untuk mencari gaya-gaya yang bekerja
4. Perhitungan tulangan tangga
   - Perhitungan momen yang bekerja
   - Penentuan tulangan yang diperlukan
   - Menentukan jarak tulangan
   - Kontrol tulangan

2.3.3 Perencanaan Portal

Portal adalah suatu sistem yang terdiri dari bagian-bagian struktur yang paling berhubungan dan berfungsi menahan beban sebagai satu kesatuan lengkap. Sebelum merencanakan portal terlebih dahulu kita harus mendimensi portal.

Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam pendimensian portal adalah sebagai berikut :

a) Pendimensian balok

Tebal minimum balok ditentukan dalam SK SNI 2847-2013 hal. 70 adalah untuk balok dengan dua tumpuan sederhana memiliki tebal minimum ℓ/16, untuk balok dengan satu ujung menerus memiliki tebal minimum ℓ/18,5, untuk balok dengan kedua ujung menerus memiliki tebal minimum ℓ/21, untuk balok kantilever ℓ/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 metode perhitungan dengan metode *cross,* takabeya, ataupun metode dengan menggunakan bantuan komputer yaitu menggunakan program SAP2000 V.14.

Perhitungan portal ini menggunakan SAP 2000 V.14. Dimana langkah perhitungannya :

1. Menghitung Portal Dengan Menggunakan Program SAP 2000 V.10

- Langkah-Langkah Perhitungannya :

a. Buka Program SAP V.14

b. Buka New Model

c. Pada Bagan New Model tentukan satuan KN, m, C lalu klik 2D Frames

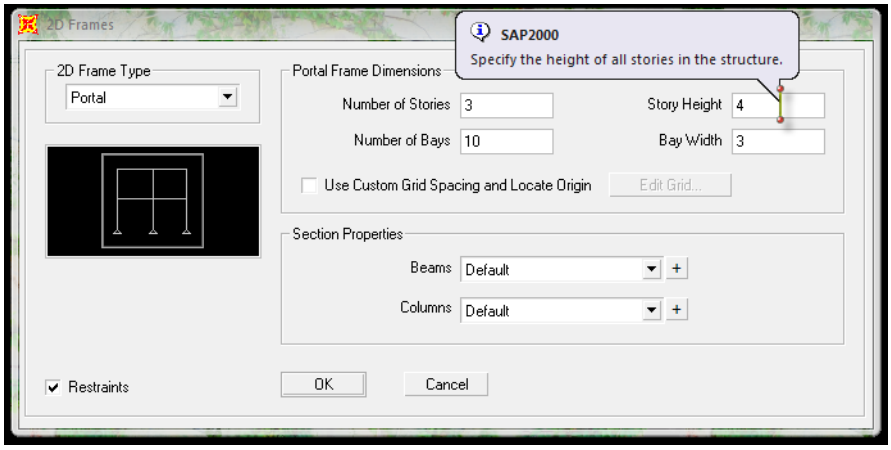
- Tentukan Number of Stories (Jumlah Tingkat) = 3 tingkat

- Tentukan Number of Bays (Jumlah Ruang Kolom) = 3 ruang

- Tentukan Story Height (Tinggi Tingkat) = 4 m

- Tentukan Bay Width (Jarak Kolom) = 3 m

- Klik Ok



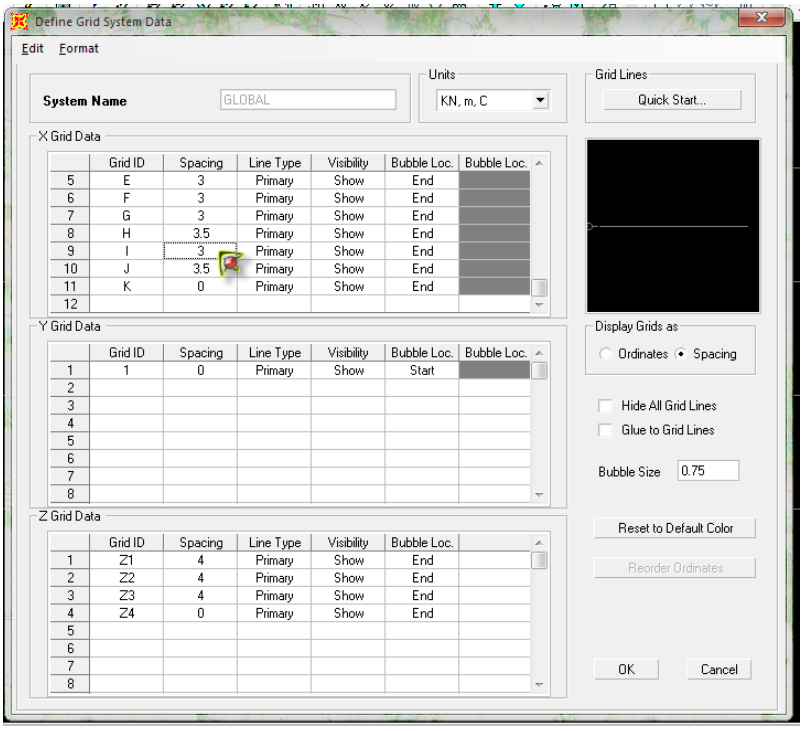
Gambar 2.3 Menentukan dimensi Portal

d. Hapus semua rangka batang, dengan cara memblock semua rangka yang tergambar lalu di delete sehingga yang tampak hanya Grid nya saja.

e. Klik Menu Define > Coordinate System/Grid > Modify/Show System

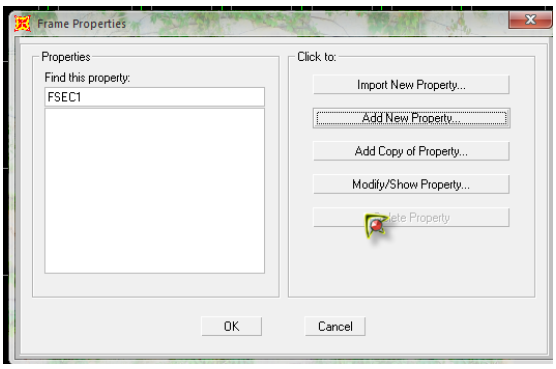
- Ubah tinggi lantai (X Grid Data) sesuai perencanaan.

- Kilk OK > OK



Gambar 2.4 Bagan Define Grid System Data

f. Klik menu Define > Section Properties > Frame Section

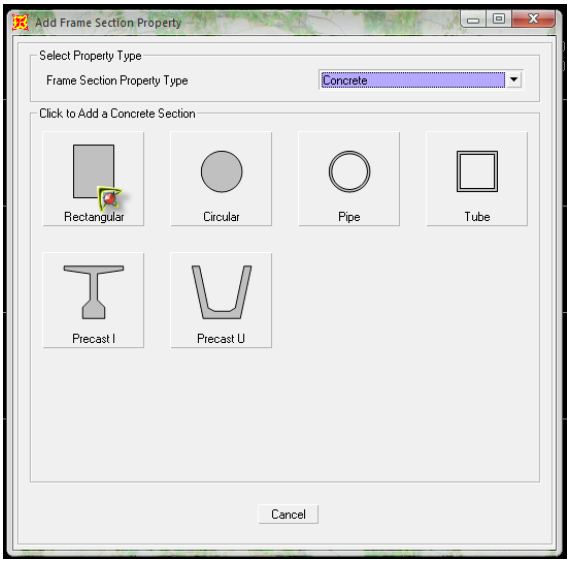


Gambar 2.5 Frame Properties

- klik Add New Property

- pada Frame Section Property Type, pilih Concrete

- Klik Rectangular



Gambar 2.6 Add Frame Section Property

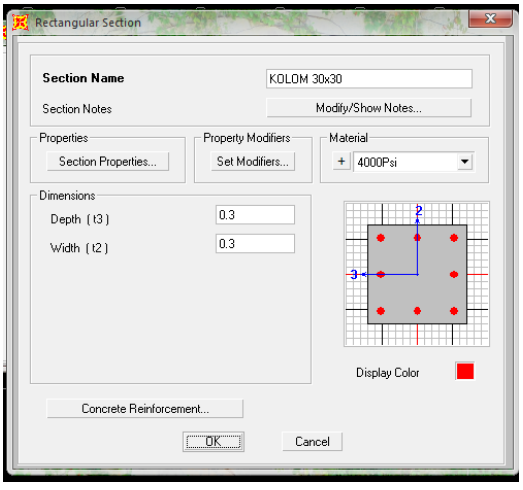
- Isi pada Section Name dengan Kolom 30x30

- Tentukan Depth (tinggi balok) = 0.30

- Tentukan Width (lebar balok) = 0.30

- Kilik OK

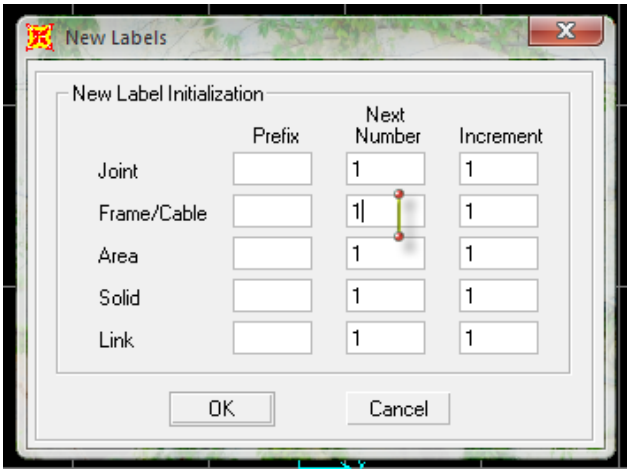
- Lakukan hal yang sama untuk membuat Property Balok Induk dan Ring Balok.



Gambar 2.7 Rectangular Section

g. Klik menu Draw > New Labels

- Ganti angka Joint dan Frame/Cable menjadi angka 1.



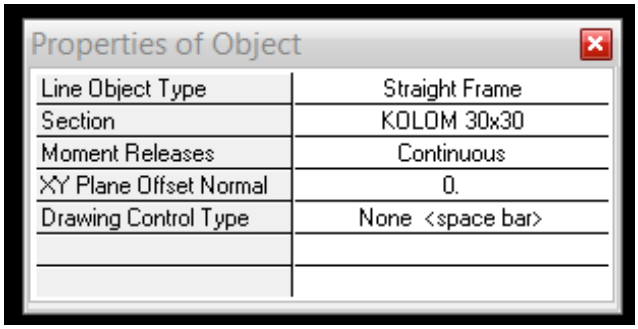
Gambar 2.8 New Labels

h. Klik menu Draw > Draw Frame/Cable/Tendon

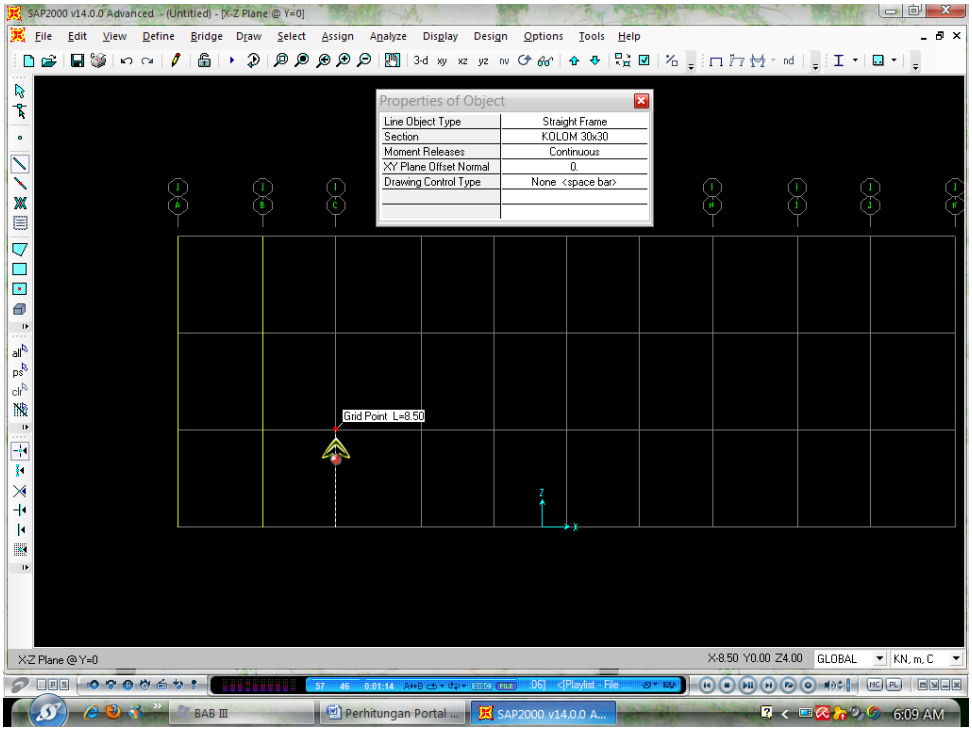
- Ubah Section menjadi Kolom

- Gambarkan Kolom sesuai dengan Grid yang telah dibuat

- Lakukan hal yang sama untuk menggambarkan Ring Balok dan Balok Induk.



Gambar 2.9 Properties of Object

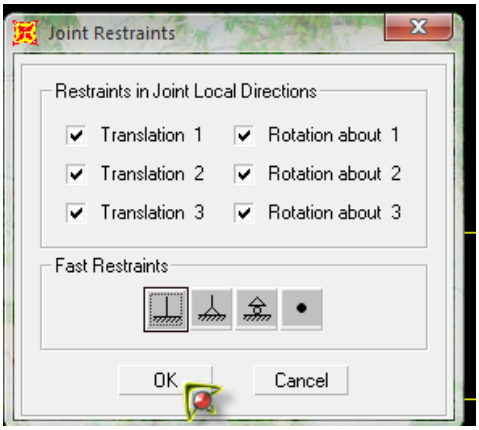


Gambar 2.10 Menggambar Rangka Portal

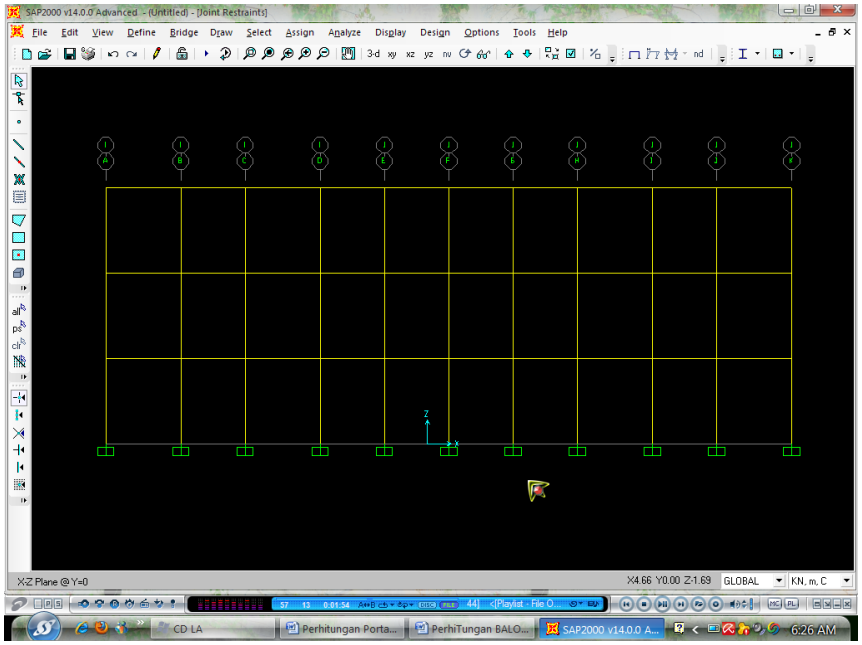
i. Klik Joint pada tiap Pondasi

- Pilih menu Assign > Joint > Restraint, lalu pili Pondasi Jepit

- Klik OK



Gambar 2.11 Joint Restraints / Pondasi



Gambar 2.12 Gambar Pondasi

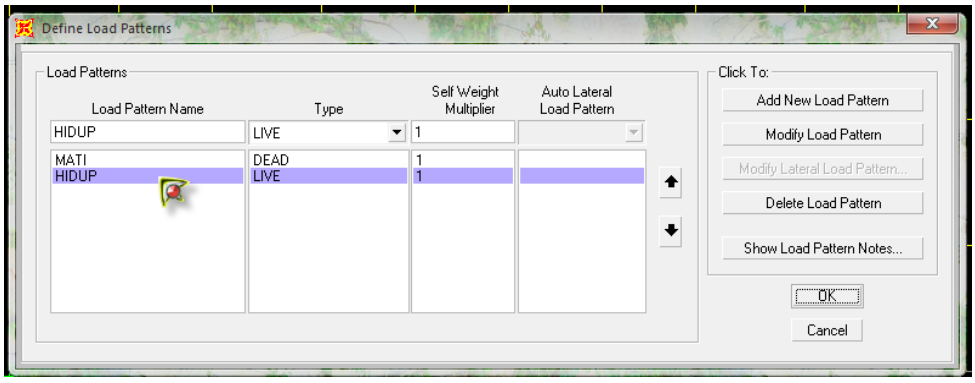
j. Pilih Menu Define > Load Patterns

- Ganti Load Pattern Name menjadi Mati,ubah Self Weight Multiplier jadi 0

- Klik Add New Load Pattern

- Lakukan hal yang sama untuk menambah Beban Hidup

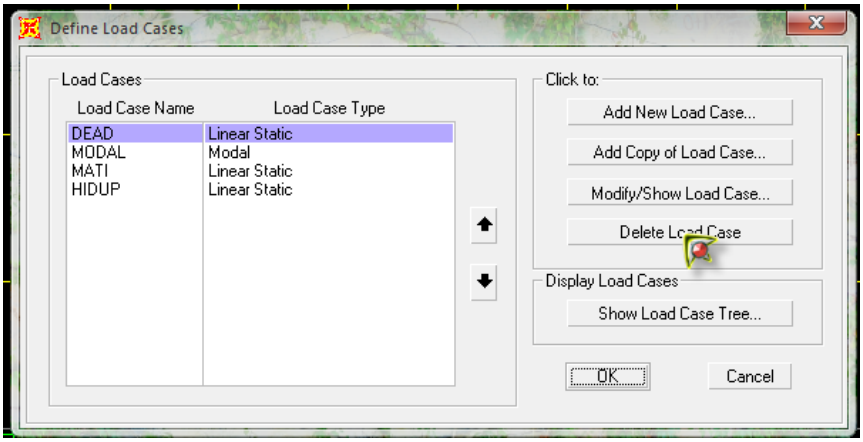
- Untuk Load Pattern DEAD bisa dihapus dengan cara klik Delete Load Pattern.



Gambar 2.13 Define Load Patterns

k. Pilih menu Define > Load Cases > hapus DEAD dan MODAL

- Klik OK



Gambar 2.14 Define Load Cases

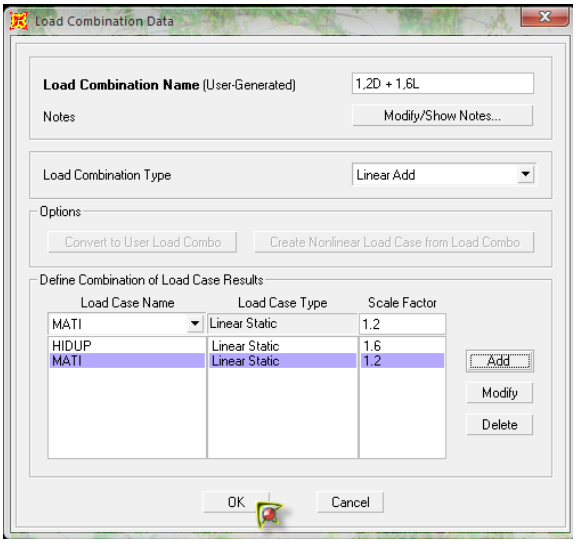
l. Pilih menu Define > Load Combination > Add New Combo

- Ubah Load Combination Name menjadi 1,2D +1,6L

- Pilih Load Case Name > HIDUP, lalu ganti Scale Factor menjadi 1,6, Add

- Pilih Load Case Name > MATI, lalu ganti Scale Factor menjadi 1,2, Add

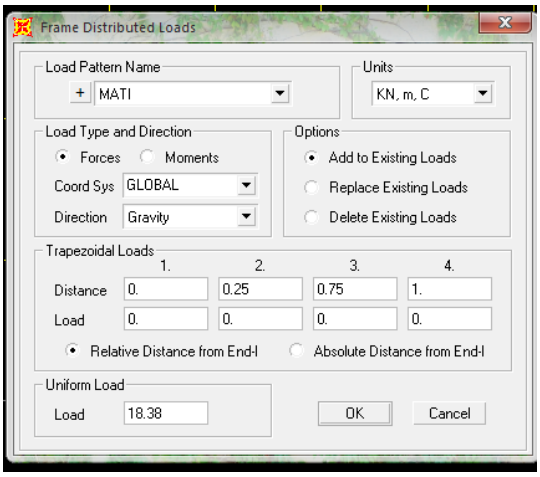
- Klik OK > OK



Gambar 2.15 Load Combination Data

m. Pilih Rangka Batang yang akan diberi beban

- Klik Assign > Frame Load > Distributed
- Ganti Load Pattern Name, jadi MATI untuk memasukkan beban MATI.
- Klik Add to Existing Load
- Masukkan beban merata pada Load, contoh 18,38 KN/m
- Klik OK

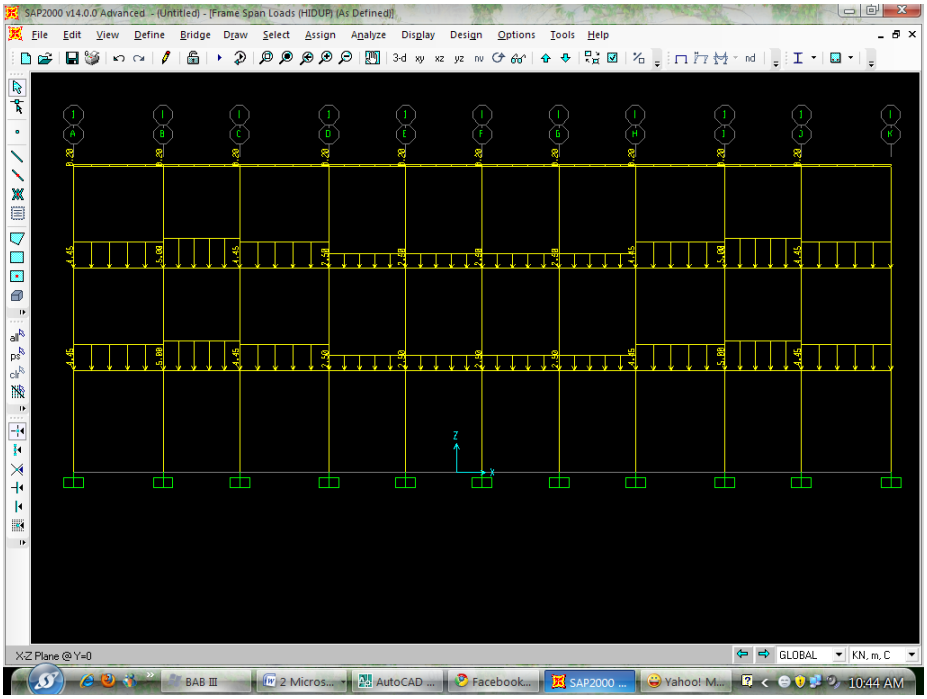


Gambar 2.16 Frame Distributed Loads

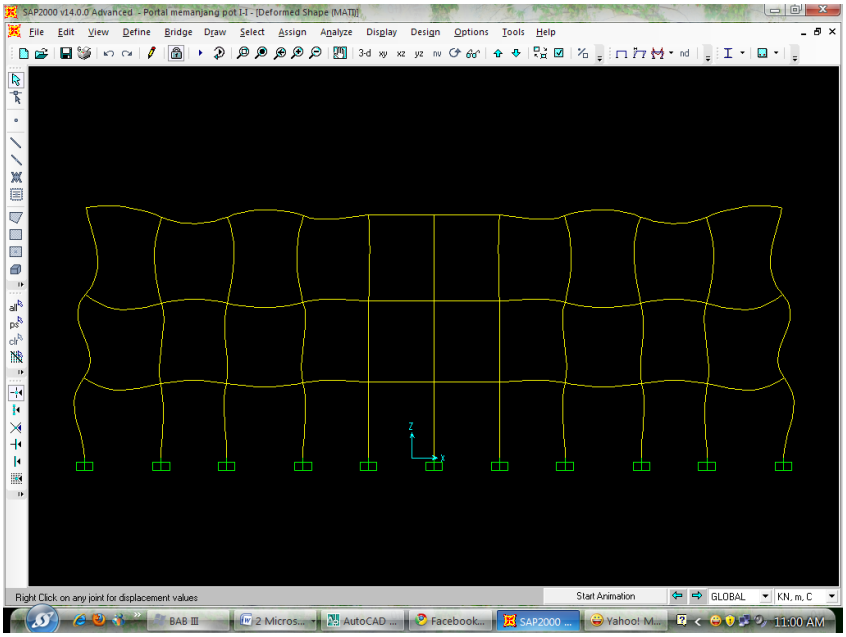
- Lakukan hal yang sama pada batang-batang yang lain

- Jika ingin memasukkan beban terpusat maka pilih Assign > Frame Load > Point, lakukan hal yang sama seperti di atas

- Untuk memasukkan beban HIDUP, maka pada Load Pattern Name ganti menjadi HIDUP, selanjutnya sama seperti di atas



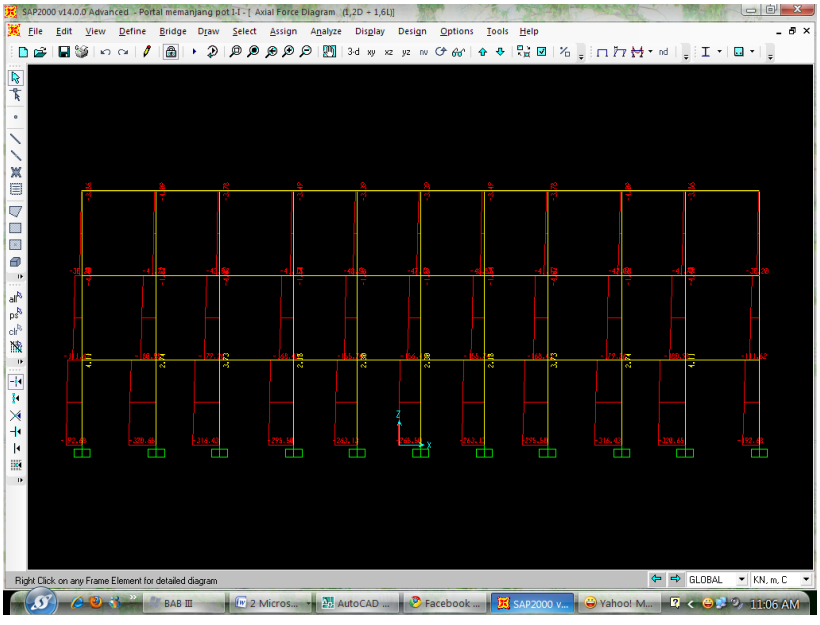
Gambar 2.17 Pembebanan Portal



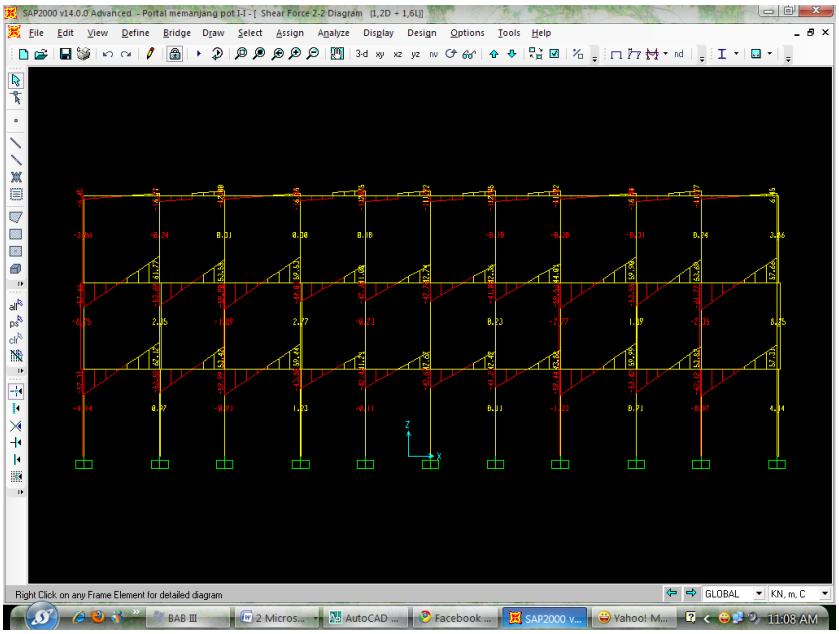
Gambat 2.18 Hasil Perhitungan Pembebanan

n. Pilih Menu Analyze > Run Analysis > Run Now, lalu simpan

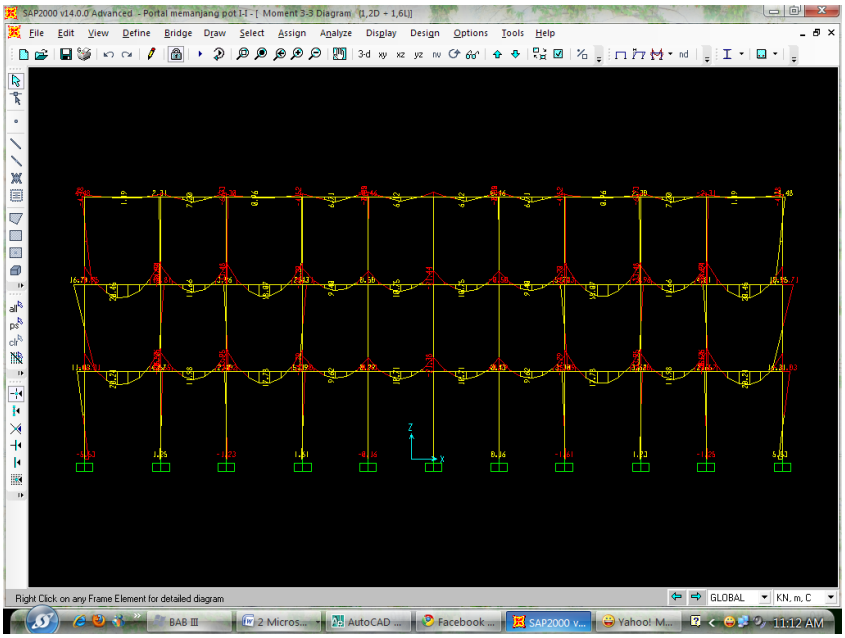
Untuk menampilkan gaya Normal, Lintang, dan Moment, pilih menu Display > Show Forces/Stresses, selesai.



Gambar 2.19 Hasil Perhitungan Diagram Normal



Gambar 2.20 Hasil Perhitungan Diagram Lintang



Gambar 2.21 Hasil Perhitungan Diagram Momen

2.3.4 Perhitungan Tulangan Balok

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

Adapun urutan-urutan dalam menganalisis balok :

1. Gaya lintang design balok maksimum

   $U = 1{,}2\ D + 1{,}6\ L$

   (Istimawan hal. 40)

   Keterangan : U = gaya geser terfaktor pada penampang

   D = beban mati terfaktor per unit luas

   L = beban hidup terfaktor per unit luas

2. Momen design balok maksimum

   $Mu = 1{,}2\ MDL + 1{,}6\ MLL$

   (Istimawan hal. 40)

   Keterangan : Mu = momen terfaktor pada penampang

   MDL = momen akibat beban mati

   MLL = momen akibat beban hidup

3. Penulangan lentur lapangan dan tumpuan

   a. Penulangan lentur lapangan

- Tentukan $deff$ = h – p – Ø sengkang - ½ Ø tulangan

$K = \dfrac{Mu}{\phi.b\ .d^2} \rightarrow$ didapat nilai ρ dari tabel

As = ρ. *b*. d (Gideon hal.54)

- Pilih tulangan dengan dasar As terpasang ≥ As direncanakan

a. Penulangan lentur pada tumpuan

- $K = \frac{Mu}{\phi.b.d^2} \rightarrow$ didapat nilai ρ dari tabel

As = ρ. *b*. d (Gideon hal.54)

- Pilih tulangan dengan dasar As terpasang ≥ As direncanakan

Keterangan :

As = luas tulangan tarik non-prategang

ρ = rasio penulangan tarik non-prategang

Beff = lebar efektif balok

d = jarak dari serat tekan terluar ke pusat tulangan Tarik

b. Tulangan geser rencana

- $V_c = 0{,}17\ \lambda \sqrt{f'c}\ b_w\ d$

(SNI 2847 – 2013 hal.89 pasal 11.2.1 butir 1)

- V ≤ Ø Vc (tidak perlu tulangan geser) (Istimawan hal.113)

- Vu ≤ Ø Vn

- Vn = Vc + Vs

- Vu ≤ Ø Vc + Ø Vs

(Istimawan hal. 114)

- $S_{perlu} = \frac{A_V . fy.d}{V_S}$

(Istimawan hal.122)

Keterangan :

Vc = kuat geser nominal yang disumbangkan beton

Vu = kuat geser terfaktor pada penampang

Vn = kuat geser nominal

Vs = kuat geser nominal yang disumbangkan tulangan geser

Av = luas tulangan geser pada daerah sejarak s

d = jarak dari serat tekan terluar ke pusat tulangan tarik

fy = mutu baja

2.3.5 Perhitungan Tulangan Kolom

Kolom adalah komponen struktur bangunan yang tugas utamanya menyangga beban aksial tekan vertical dengan bagian tinggi yang tidak ditopang paling tidak tiga kali dimensi lateral terkecil. Sedangkan komponen struktur yang menahan beban aksial vertical dengan rasio bagian tinggi dengan dimensi lateral terkecil kurang dari tiga dinamakan pedestal. (Dipohusodo, 1994:287)

Adapun urutan-urutan dalam menganalisis kolom :

1. Tulangan untuk kolom dibuat penulangan simetris berdasarkan kombinasi Pu dan Mu.

   Untuk satu batang kolom dan dua kombinasi pembebanan yaitu pada ujung atas dan ujung bawah pada setiap freebody, masing-masing dihitung tulangannya dan diambil yang terbesar.

2. Beban design kolom maksimum

   $U = 1{,}2D + 1{,}6L$

   (Istimawan hal. 40)

   Keterangan : U = beban terfaktor pada penampang

D = kuat beban aksial akibat beban mati

L = kuat beban aksial akibat beban hidup

3. Momen design kolom maksimum untuk ujung atas dan ujung bawah.

   $Mu = 1{,}2\ MDL + 1{,}6\ MLL$

   (Istimawan hal. 40)

   Keterangan : Mu = momen terfaktor pada penampang

   MDL = momen akibat beban mati

   MLL = momen akibat beban hidup

4. Nilai kontribusi tetap terhadap deformasi.

$$\beta.d = \frac{1{,}2.D}{(1{,}2.D + 1{,}6L)}$$

   (Gideon hal.186)

   Keterangan : ß = rasio bentang bersih arah memanjang

   d = jarak dari serat tekan terluar ke pusat tulangan tarik

5. Modulus Elastisitas

$E_C = 4700\sqrt{fc'}$ fc’ = kuat tekan beton

6. Nilai kekakuan kolom dan balok

   Ik = 1/12 b h³

   Ib = 1/12 b h³

$$E.I_K = \frac{E_C.I_g}{2{,}5(1+\beta.d)} \rightarrow \text{untuk kolom}$$

$$E.I_b = \frac{E_C.I_g}{5(1+\beta.d)} \qquad \rightarrow \text{untuk balok}$$

(Gideon hal.186)

7. Nilai eksentrisitas

$$e = \frac{M_U}{P_U}$$

(Istimawan hal.302)

Keterangan : e = eksentrisitas

Mu = momen terfaktor pada penampang

Pu = beban aksial terfaktor pada eksentrisitas yang diberikan

8. Menentukan Ψa dan Ψb

$$\varphi = \frac{\left(\frac{E.I_K}{I.I_K}\right)}{\left(\frac{E.I_b}{E.I_b}\right)}$$

(Gideon hal.188)

9. Angka kelangsingan kolom

Kolom langsing dengan ketentuan :

- rangka tanpa pengaku lateral = $\frac{Klu}{r} < 22$

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

(Istimawan hal.331)

Keterangan :

k = faktor panjang efektif komponen struktur tekan

lu = panjang komponen struktur tekan yang tidak ditopang

r = jari-jari putaran potongan lintang komponen struktur tekan

10. Perbesaran momen

$$Mc = \delta_b x M_{2b} + \delta_s x M_{2s}$$

$$\delta_b = \frac{Cm}{1 - \frac{Pu}{\phi Pc}} \geq 1{,}0$$

$$\delta_s = \frac{1}{1 - \frac{\sum Pu}{\phi \sum Pc}} \geq 1{,}0$$

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

Cm = 1,0 → kolom tanpa pengaku

(Istimawan hal.335 dan 336)

Keterangan : Mc = momen rencana yang diperbesar

δ = faktor pembesaran momen

Pu = beban rencana aksial terfaktor

Pc = beban tekuk Euler

11. Desain penulangan

Hitung tulangan kolom taksir dengan jumlah tulangan 2% luas kolom

$$\rho = \rho' = \frac{As}{bxd} \qquad \rightarrow \text{As} = \text{As'}$$

(Istimawan hal.325)

12. Tentukan tulangan yang dipakai

$$\rho = \rho' = \frac{As_{pakai}}{bxd}$$

13. Memeriksa Pu terhadap beban seimbang

d = h – d'

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

$$a_b = \beta_1 x Cb$$

$$fs' = \left(\frac{Cb - d}{Cb}\right) x 0{,}003$$

$$fs' = fy$$

$\varnothing$Pn = $\varnothing$ (0,85 x fc' x a_b x b + As' x fs' – As x fy)

(Istimawan hal. 324)

$\varnothing$Pn = Pu → beton belom hancur pada daerah tarik

$\varnothing$Pn < Pu → beton hancur pada daerah tarik

14. Memeriksa kekuatan penampang

- Akibat keruntuhan tarik

$$Pn = 0{,}85.fc'.b.\left[\left(\frac{h}{2} - e\right) + \sqrt{\left(\frac{h}{2} - e\right)^2 + \frac{2.As.fy.(d - d')}{0{,}85.fc'.b}}\right]$$

- Akibat keruntuhan tekan

$$Pn = \frac{As'.fy}{\left(\frac{e}{d - d'}\right) + 0{,}5} + \frac{b.h.fc'}{\left(\frac{3.h.e}{d^2}\right) + 1{,}18}$$

(Istimawan hal.320 dan 322)

Keterangan : ρ = rasio penulangan tarik non-prategang

ρ' = rasio penulangan tekan non-prategang

As = luas tulangan tarik non-prategang yang dipakai

As' = luas tulangan tekan non-prategang yang dipakai

d = jarak dari serat tekan terluar ke pusat tulangan tarik

d' = jarak dari serat tekan terluar ke pusat tulangan tekan

b = lebar daerah tekan komponen struktur

h = diameter penampang

fc' = mutu beton

fy = mutu baja

e = eksentrisitas

2.3.6 Perencanaan Pondasi

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

a. Jenis-jenis Pondasi

1. Pondasi Dangkal (*Shallow Footing*)

Bila letak lapisan tanah keras dekat dengan permukaan tanah, maka dasar pondasi dapat langsung diletakkan diatas lapisan tanah keras tersebut, pondasi seperti ini disebut dengan pondasi dangkal. Pondasi Dangkal mempunyai beberapa jenis, yaitu :

a) Pondasi Tapak Tunggal

Digunakan untuk memikul beban bangunan yang bersifat beban terpusat atau beban titik, misal beban *tower* kolom pada bangunan gedung bertingkat, beban pada menara (*tower*), beban pilar pada jembatan.

b) Pondasi Tapak Menerus

Digunakan untuk memikul beban bangunan yang memanjang, seperti bangunan dinding (tembok), konstruksi dinding penahan tanah.

c) Pondasi Tapak Gabungan

Digunakan untuk memikul beban bangunan yang relatif berat namun kondisi tanah dasarnya terdiri dari tanah lunak.

2. Pondasi Dalam (*Deep Footing*)

Bila letak lapisan tanah keras jauh dari permukaan tanah, maka diperlukan pondasi yang dapat menyalurkan beban bangunan kelapisan tanah keras tersebut, pondasi seperti ini disebut dengan pondasi dalam, contohnya pondasi tiang dan pondasi sumuran.

- Pondasi tiang pancang

Pondasi tiang pancang dipergunakan pada tanah-tanah lembek, tanah berawa, dengan kondisi daya dukung tanah (sigma tanah) kecil, kondisi air tanah tinggi dan tanah keras pada posisi sangat dalam.

Pondasi tiang pancang sendiri mempunyai beberapa jenis :

a) Pondasi Tiang Pancang Kayu

Pondasi tiang pancang kayu di Indonesia, dipergunakan pada rumah-rumah panggung di daerah Kalimantan, di Sumatera, di Nusa Tenggara, dan pada rumah-rumah nelayan di tepi pantai

b) Pondasi Tiang Pancang Beton

Pondasi tiang beton dipergunakan untuk bangunan-bangunan tinggi (*high rise building*). Pondasi tiang pancang beton, proses pelaksanaannya dilakukan sebagai berikut :

- Melakukan test "*boring"* untuk menentukan kedalaman tanah keras dan klasifikasi panjang tiang pancang, sesuai pembebanan yang telah diperhitungkan.
- Melakukan pengeboran tanah dengan mesin pengeboran tiang pancang.
- Melakukan pemancangan pondasi dengan mesin pondasi tiang pancang

Hal-hal yang perlu dipertimbangkan dalam menentukan jenis pondasi adalah sebagai berikut:

1) Keadaan tanah pondasi
2) Jenis konstruksi bangunan
3) Kondisi bangunan disekitar pondasi
4) Waktu dan biaya pengerjaan

Secara umum dalam perencanaan pondasi harus memenuhi persyaratan sebagai berikut :

a) Tegangan kontak pada tanah tak melebihi daya dukung tanah yang diizinkan.
b) *Settlement* (penurunan) dari struktur masih termasuk dalam batas yang diijinkan, jika ada kemungkinan yang melebihi dari perhitungan awal, maka ukuran pondasi dapat dibuat berbada dan dihitung secara sendiri-sendiri sehingga penurunan yang terjadi menjadi persamaan.

2.4 Pengelolaan 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 hirerki (arus kegiatan) vertikal maupun horizontal.

Fungsi dasar manajemen dikelompokkan menjadi 3 kelompok kegiatan, yaitu:

1. Kegiatan Perencanaan
   a. Penetapan Tujuan (*goal setting*)

      Penetapan tujuan 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)

2. Pengorganisasian (*organizing*)

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

3. 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*)

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

   c. Kegiatan Pengendalian

a) Pengawasan (*supervising*)

Pengawasan 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*)

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

c) Koordinasi (*coordinating*)

Koordinasi 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 Rencana Anggaran Biaya

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.

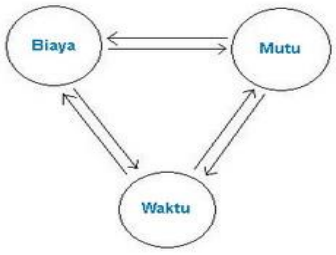
Anggaran biaya merupakan harga dari bangunan yang dihitung dengan teliti, cermat dan memenuhi syarat. Anggaran biaya pada bangunan yang sama akan berbeda-beda dimasing-masing daerah, disebabkan karena perbedaan harga bahan dan upah tenaga kerja.

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.



Gambar 2.22 Diagram NWP

Ilustrasi dari 3 circes 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 menjadwal dan mengendalikan pelaksanaan proyek agar berjalan sesuai dengan schedule yang tela 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.