

## **BAB II**

### **LANDASAN TEORI**

#### **1.1. Uraian Umum**

Pada perencanaan suatu konstruksi bangunan gedung diperlukan beberapa landasan teori berupa analisa struktur, ilmu tentang kekuatan bahan serta hal lainnya 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 yang ideal sedangkan gaya – gaya yang dihitung hanya merupakan pendekatan dari keadaan yang sebenarnya atau yang diharapkan terjadi.

#### **1.2. Ruang Lingkup Perencanaan**

Ruang lingkup dari perencanaan struktur bangunan gedung kantor otoritas jasa keuangan regional 7 Sumatera Bagian Selatan meliputi beberapa tahapan, antara lain:

##### **1.2.1. Tahapan Perencanaan (Desain) Konstruksi**

Perencanaan dapat didefinisikan sebagai sebuah langkah untuk menyusun, mengatur, atau mengorganisasikan suatu hal atau topic sehingga menghasilkan output (hasil) yang sesuai dengan rencana. Selain itu perencanaan bukanlah masalah kira – kira, manipulasi atau teoritis tanpa fakta atau data yang kongkrit melainkan persiapan perencanaan harus dinilai. Maka dari itu perencanaan menjadi sangat penting sebelum dilaksanakannya suatu proyek. Survei dan penyelidikan tanah merupakan tahap awal dari perencanaan. Perencanaan gedung bertingkat ataupun konstruksi

lainnya harus dipikirkan dengan matang karena menyangkut investasi dana jumlahnya yang banyak. Perencanaan bangunan rumah maupun gedung perlu memperhatikan kriteria - kriteria perencanaan, agar aman nyaman untuk di huni maupun indah dipandang. Kriteria perencanaan konstruksi bangunan antara lain teknis, ekonomis, fungsional, ketentuan standar.

Perencanaan sebuah konstruksi merupakan sebuah sistem yang sebaiknya dilakukan dengan tahapan tertentu agar konstruksi yang dihasilkan sesuai dengan tujuan yang ingin dicapai. Adapun tahapan yang dimaksud adalah:

#### 1. Tahap Pra-perencanaan

Pada tahap ini ahli struktur harus mampu memilih komponen – komponen struktur penting, baik dimensi maupun posisinya. Pada pertemuan pertama biasanya arsitek akan datang membawa informasi mengenai:

- a. Sketsa denah, tampak dan potongan-potongan.
- b. Penjelasan dari fungsi setiap lantai dan ruangan.
- c. Konsep awal dari sistem komponen vertikal dan horizontal dengan informasi mengenai luas tipikal dari lantai gedung dan informasi awal mengenai rencana pengaturan denah lantai tipikal, daerah entrance, function room ruang tangga dan lain-lain.
- d. Rencana dari komponen – komponen non – struktural, misalnya dinding arsitektural yang berfungsi sebagai partisi.

#### 2. Tahap Perencanaan

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

- a. Perencanaan bentuk arsitek bangunan

Dalam perencanaan arsitek bangunan ini, seorang perencana belum memperhitungkan kekuatan bangunan sepenuhnya. Dalam perencanaan arsitektur ini, perencana merealisasikan keinginan – keinginan dari pemilik bangunan sesuai desain yang diinginkannya.

b. Perencanaan konstruksi bangunan

Dalam perencanaan struktur ini, perencana mulai menghitung komponen – komponen struktur berdasarkan dari bentuk arsitektural yang telah didapat. Perencana mulai mendimensi serta menyesuaikan komponen-komponen struktur tersebut agar memenuhi syarat – syarat konstruksi yang aman, kuat dan nyaman untuk ditempati namun masih berdasarkan prinsip – prinsip yang ekonomis.

Ada dua struktur pendukung bangunan yaitu:

1. Struktur bangunan atas (Upper Structure)

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 nantinya akan digunakan sebagai bahan dasar dari konstruksi hendaknya memenuhi kriteria yaitu tahan api, kuat, mudah diperoleh, awet, dan ekonomis. Dari kriteria-kriteria tersebut, maka sebagai komposisi struktur utama dari bangunan ini menggunakan struktur beton bertulang. Perhitungan perencanaan untuk bangunan struktur atas meliputi:

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

## 2. Struktur bangunan bawah (Sub Structure)

Struktur bangunan bawah merupakan sistem pendukung bangunan yang menerima beban struktur atas, untuk diteruskan ke tanah dibawahnya. Perhitungan perencanaan struktur bagian bawah (sub structure) meliputi:

- a. Perhitungan Sloof / Tie Beam
- b. Perhitungan Pile Cap
- c. Perhitungan Pondasi

### 1.3. Dasar – Dasar Perencanaan

#### 1.3.1. Klasifikasi Pembebanan

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

##### 1. Beban Mati (beban tetap)

Beban mati adalah berat seluruh bahan konstruksi bangunan gedung yang terpasang, termasuk dinding, lantai, atap, plafon, tangga, dinding partisi tetap, finishing, klading gedung dan komponen arsitektural dan struktural lainnya serta peralatan layan terpasang lain termasuk berat derek dan sistem pengangkut material. (SNI 1727:2020)

##### 2. Beban Hidup (beban sementara)

Beban Hidup adalah beban yang diakibatkan oleh pengguna dan penghuni bangunan gedung atau struktur lain yang tidak termasuk beban konstruksi dan beban lingkungan, seperti beban angin, beban hujan, beban gempa, beban banjir. (SNI 1727:2020)

###### a. Beban Hujan

Setiap bagian dari atap harus dirancang untuk mampu menahan beban dari air hujan yang terakumulasi apabila sistem drainase primer pada bagian tersebut terhambat ditambah beban merata akibat kenaikan air

di atas lubang masuk sistem drainase sekunder pada aliran desainnya.  
(SNI 1727:2020)

- b. beban Pekerja
- c. beban Angin

Klasifikasi pembebanan diperlukan yang penulis gunakan dalam perencanaannya bersumber dari SNI 1727:2020 diantaranya ialah;

#### 1. Beban Mati

Data beban mati yang digunakan dalam perencanaan yang dilakukan ini bersumber dari Tabel C3.1-1 SNI 1727:2020.

#### 2. Beban Hidup

Beban hidup yang digunakan dalam perancangan bangunan gedung dan struktur lain harus merupakan beban maksimum yang diharapkan terjadi akibat penghunian dan penggunaan bangunan gedung, akan tetapi tidak boleh kurang dari beban merata minimum yang ditetapkan dalam Tabel 4.3-1 pada Pasal 4.3 SNI 1727:2020

### **1.4. Metode Perhitungan**

Pada Penyelesaian perhitungan untuk perencanaan struktur bangunan bertingkat menengah dengan studi kasus gedung kantor otoritas jasa keuangan regional 7 Sumatera bagian selatan, penulis mengambil acuan pada referensi yang berisi mengenai peraturan dan tata cara perencanaan bangunan gedung, seperti berikut:

#### **1.4.1. Perencanaan Pelat Atap**

Pelat atap merupakan suatu struktur yang hamper sama dengan struktur pelat lantai, namun ketebalan pada struktur ini cenderung lebih kecil dibandingkan dengan pelat lantai. Struktur ini merupakan konstruksi yang tidak terlindungi sehingga mem[unyai

tebal selimut beton yang lebih tebal dibandingkan dengan pelat lantai.

Perencanaan pelat atap inipun hampir sama dengan perencanaan pelat lantai, yang membedakannya dengan pelat lantai ialah beban-beban yang bekerja pada strukturnya cenderung lebih kecil sehingga ketebalan pelat lebih tipis dibandingkan dengan struktur pelat lantai. Adapun beberapa beban yang bekerja pada struktur pelat lantai diantaranya;

1. Beban Mati (Dd)
  - a. Beban sendiri pelat atap
  - b. Berat finishing (waterproof)
2. Beban Hidup (DI)
  - a. Beban Hidup (Kategori atap)
  - b. Beban air hujan
  - c. Beban orang bekerja

#### **1.4.2. Perencanaan Pelat Lantai**

Pelat lantai adalah suatu elemen struktur yang berfungsi sebagai tempat berpijaknya orang dan benda lainnya. Selain menopang beban yang terdapat di atasnya, pelat lantai juga berfungsi untuk memisahkan lantai di atas dan dibawahnya. Perencanaan pelat lantai dapat dibedakan menjadi dua, yaitu;

##### **A. Pelat Lantai Satu Arah (One Way Slab)**

Suatu pelat dapat dinyatakan pelat satu arah apabila  $\frac{l_y}{l_x} \geq 2$ , dimana  $l_y$  adalah terpanjang pelat dan  $l_x$  adalah bentang pendek pelat. Berikut adalah langkah-langkah perencanaan struktur pelat satu arah adalah sebagai berikut;

1. Menentukan tebal pelat lantai

Dalam menentukan ketebalan minimum pelat satu arah, perlu diperhatikan;

**Tabel 1.4.1 Ketebalan minimum pelat solid satu arah nonprategang**

Kondisi Tumpuan	$h$ Minimum
Tumpuan sederhana	$\ell/20$
Satu ujung menerus	$\ell/24$
Kedua ujung menerus	$\ell/28$
Kantilever	$\ell/10$

(Sumber : SNI 2847:2019)

- Untuk  $f_y > 420 \text{ MPa}$ , persamaan pada Tabel diatas harus dikalikan dengan  $\left(0,4 + \frac{f_y}{700}\right)$
  - Untuk pelat nonprategang yang terbuat dari beton ringan  $W_c$  berkisar antara  $1440 - 1840 \text{ kg/m}^3$ , persamaan pada Tabel diatas harus dikalikan dengan nilai terbesar antara  $1,65 - 0,0003w_c$  dan  $1,09$
2. Menghitung beban mati pelat termasuk beban sendiri pelat dan beban hidup serta menghitung momen rencana ( $W_u$ )

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

Keterangan; D = Jumlah beban mati pelat (KN/m)

L = Jumlah beban hidup Pelat (KN/m)

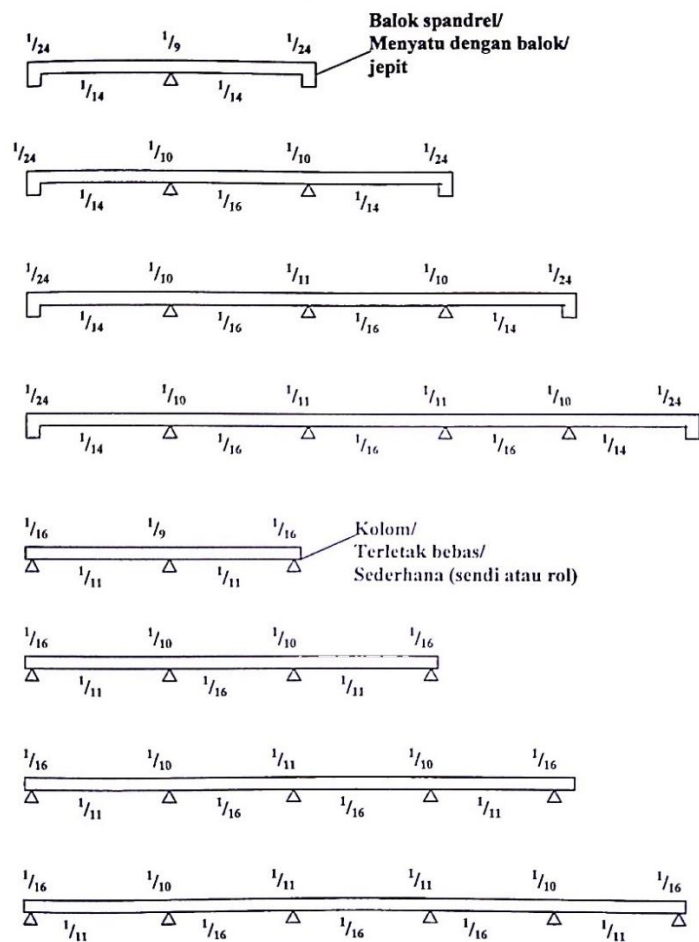
3. Menghitung momen rencana ( $M_u$ ) baik dengan cara table atau analisis

Sebagai alternatif, metode pendekatan berikut ini dapat digunakan untuk menentukan lentur dan gaya geser dalam perencanaan balok menerus dan pelat satu arah, yaitu pelat

beton bertulang dimana tulangnya hanya direncanakan untuk memikul gaya-gaya dalam satu arah, selama;

- Jumlah minimum bentang yang haruslah minimal dua
- Memiliki panjang bentang yang tidak terlalu berbeda, dengan rasio bentang terpanjang dengan 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 prismatic

Koefisien momen dikalikan  $W_u L_n^2$



Gambar 1.4.1 Koefisien momen pelat satu arah



## 4. Menentukan tinggi efektif

$$d = h - ts - \frac{D}{2}$$

Keterangan;	d	= Tinggi efektif pelat (mm)
	h	= Tebal pelat (mm)
	ts	= Tebal selimut (mm)
	D	= Diameter tulangan (mm)

## 5. Menghitung Faktor tahanan momen

$$Rn = \frac{Mu}{b * d^2}$$

Keterangan;	Rn	= Faktor tahanan / perlawanan (Mpa)
	Mn	= Momen nominal terfaktor (KN/m)
	b	= Lebar penampang (mm)
	d	= Tinggi efektif pelat (mm)

## 6. Menentukan rasio penulangan

$$\rho_{min} < \rho < \rho_{maks}$$

Dimana  $\rho_{min}$  harus memenuhi persyaratan berikut;

**Tabel 1.4.2  $\rho$  minimum untuk pelat satu arah nonprategang**

Tipe Tulangan	$f_y$ , Mpa		$A_{s,min}$
Batang	<420		0,0020 $A_g$
Ulir			
Batang	$\geq 420$	Terbesar dari;	$\frac{0,0018 * 420}{f_y} A_g$
Ulir atau			
Kawat Las			0,0014 $A_g$

(Sumber : SNI 2847:2019)

7. Menghitung As yang diperlukan

$$As = \rho * b * d$$

Keterangan; As = Luas tulangan  
 Deff = Tinggi efektif  
 B = Tebal Pelat  
 ρ = Rasio Penulangan

8. Memilih tulangan pokok dan jarak tulangan yang akan dipasang beserta tulangan suhu dan susut

Dimana spasi maksimum  $s$  untuk tulangan ulir harus kurang dari  $3h$  dan  $450mm$

B. Pelat Lantai Dua Arah (Two Way Slab)

Suatu pelat lantai dapat dikatakan Pelat dua arah apabila  $\frac{ly}{lx} \leq 2$ , dimana  $ly$  adalah bentang panjang pelat dan  $lx$  adalah bentang pendek pelat

Berikut adalah langkah-langkah perencanaan struktur pelat satu arah adalah sebagai berikut;

1. Menentukan tebal minimum pelat

Syarat ketebalan minimum pelat dua arah dijelaskan pada pasal 8.3 SNI 2847:2019, yang mana

- Untuk pelat dua arah tanpa balok, berdasarkan pada pasal 8.3.1.1 SNI 2847:2019

**Tabel 1.4.3 Ketebalan minimum pelat dua arah nonprategang tanpa balok interior (mm)**

$f_y$ MPa	Tanpa drop panel			Dengan drop panel		
	Panel eksterior		Panel interior	Panel eksterior		Panel interior
	Tanpa balok tepi	Dengan balok tepi		Tanpa balok tepi	Dengan balok tepi	
280	$\ell/33$	$\ell/36$	$\ell/36$	$\ell/36$	$\ell/40$	$\ell/40$
420	$\ell/30$	$\ell/33$	$\ell/33$	$\ell/33$	$\ell/36$	$\ell/36$
520	$\ell/28$	$\ell/31$	$\ell/31$	$\ell/31$	$\ell/34$	$\ell/34$

(Sumber : SNI 2847:2019)

- Untuk pelat dua arah dengan balok diantara tumpuan pada semua sisinya, didasarkan pada pasal 8.3.1.2 SNI 2847:2019

**Tabel 1.4.4 Ketebalan minimum pelat dua arah nonprategang dengan balok di antara tumpuan pada semua sisinya**

$\alpha_{fm}^{[1]}$	$h$ minimum, mm		
$\alpha_{fm} \leq 0,2$	8.3.1.1 berlaku		(a)
$0,2 < \alpha_{fm} \leq 2,0$	Terbesar dari:	$\frac{\ell_n \left( 0,8 + \frac{f_y}{1400} \right)}{36 + 5\beta(\alpha_{fm} - 0,2)}$	(b) <sup>[2],[3]</sup>
		125	(c)
$\alpha_{fm} > 2,0$	Terbesar dari:	$\frac{\ell_n \left( 0,8 + \frac{f_y}{1400} \right)}{36 + 9\beta}$	(d) <sup>[2],[3]</sup>
		90	(e)

(Sumber : SNI 2847:2019)

Dengan

$$\alpha_f = \frac{E_c b \cdot I_b}{E_c s \cdot I_s}$$

Keterangan	$\ell_n$	= Panjang bentang bersih arah memanjang (mm)
	$\beta$	= Rasio bentang bersih
	$\alpha_f$	= Rasio kekuatan lentur penampang
	$\alpha_{fm}$	= Rata rata rasio kekuatan lentur penampang
	$I_b$	= Inersia brutto penampang balok
	$I_s$	= Inersia brutto penampang pelat

## 2. Menghitung beban rencana pelat

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

Keterangan;	D	= Jumlah beban mati pelat (KN/m)
	L	= Jumlah beban hidup Pelat (KN/m)

## 3. Menghitung beban rencana (Mu)

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

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

## 4. Menentukan tinggi efektif

$$d = h - ts - \frac{D}{2}$$

Keterangan;	d	= Tinggi efektif pelat (mm)
	h	= Tebal pelat (mm)
	ts	= Tebal selimut (mm)
	D	= Diameter tulangan (mm)

## 5. Menentukan Faktor tahanan momen

$$R_n = \frac{M_u}{b * d^2}$$

Keterangan;	$R_n$	= Faktor tahanan / perlawanan (Mpa)
	$M_n$	= Momen nominal terfaktor (KN/m)
	b	= Lebar penampang (mm)

$d$  = Tinggi efektif pelat (mm)

6. Menentukan rasio tulangan

$$\rho_{min} < \rho < \rho_{maks}$$

Dimana  $\rho_{min}$  harus memenuhi persyaratan berikut;

**Tabel 1.4.5  $\rho$  minimum untuk pelat dua arah nonprategang**

<b>Tipe Tulangan</b>	$f_y$ , Mpa		$A_{s,min}$
Batang	<420		0,0020 $A_g$
Ulir			
Batang	$\geq 420$	Terbesar dari;	$\frac{0,0018 * 420}{f_y} A_g$
Ulir atau			
Kawat Las			0,0014 $A_g$

(Sumber : SNI 2847:2019)

7. Menghitung  $A_s$  yang diperlukan

$$A_s = \rho * b * d$$

Keterangan;  $A_s$  = Luas tulangan

$d$  = Tinggi efektif

$b$  = Tebal Pelat

$\rho$  = Rasio Penulangan

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

9. Menggambar detail penulangan pelat

### 1.4.3. Perencanaan Tangga

Tangga adalah suatu konstruksi yang menghubungkan antara tempat yang satu dan tempat lainnya yang mempunyai ketinggian berbeda, dan dapat dibuat dari kayu, pasangan batu bata, baja, dan beton.

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.

Syarat-syarat umum tangga;

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  $45^{\circ}$

Langkah-langkah perencanaan tangga :

1. Perencanaan tangga
  - a. Penentuan ukuran antrede dan optrede
  - b. Penentuan jumlah antrede dan optrede
  - c. Penentuan panjang tangga =  $Jumlah\ Optrede * Lebar\ Antrede$
  - d. Sudut kemiringan tangga =  $Tan (T\ tangga * P\ Tangga)$

- e. Penentuan tebal pelat tangga
2. Penentuan pembebanan pada anak tangga
  - a. Beban mati
    - Berat sendiri bordes
    - Berat sendiri anak tangga
    - Berat Finishing
    - Berat 1 anak tangga (Q) per meter
 
$$Q = Antrede * Optede * 1 * \gamma$$

*\* Jumlah Anak Tangga/1m*
  - b. Beban hidup
3. Perhitungan tangga dengan metode cross untuk mencari gayagaya yang bekerja
4. Perhitungan tulangan tangga
  - a. Perhitungan momen yang bekerja
  - b. Penentuan tulangan yang diperlukan
  - c. Menentukan jarak tulangan
  - d. Kontrol tulangan

#### 1.4.4. Perencanaan Portal

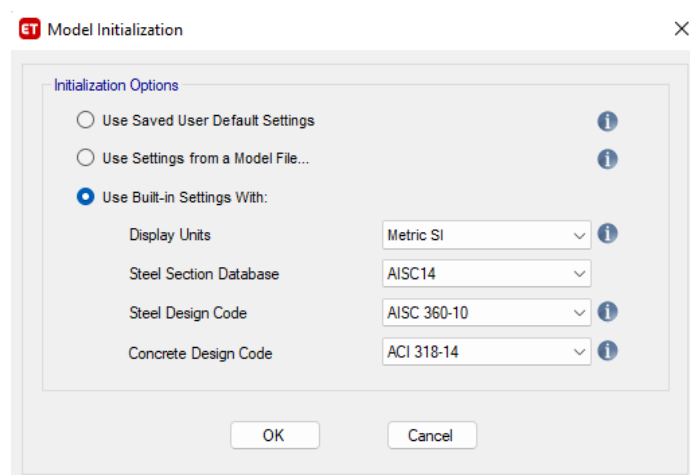
Portal adalah suatu sistem yang terdiri dari bagian-bagian struktur yang paling berhubungan dan berfungsi menahan beban sebagai satu kesatuan lengkap. Sebelum merencanakan portal terlebih dahulu kita harus mendimensi portal.

Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam perencanaan portal;

1. Penentuan dimensi balok
2. Penentuan dimensi kolom
3. Pembebanan

Dalam hal ini, perencanaan portal akan dilakukan menggunakan bantuan software CSi ETABS, penggunaan software memudahkan perencanaan portal dan perencanaan lainnya sehingga didapatkan efisiensi dan akurasi yang lebih baik. Adapun langkah langkah perencanaan perhitungan portal menggunakan software CSi ETABS sebagai berikut;

#### 1. Pembuatan model baru di ETABS

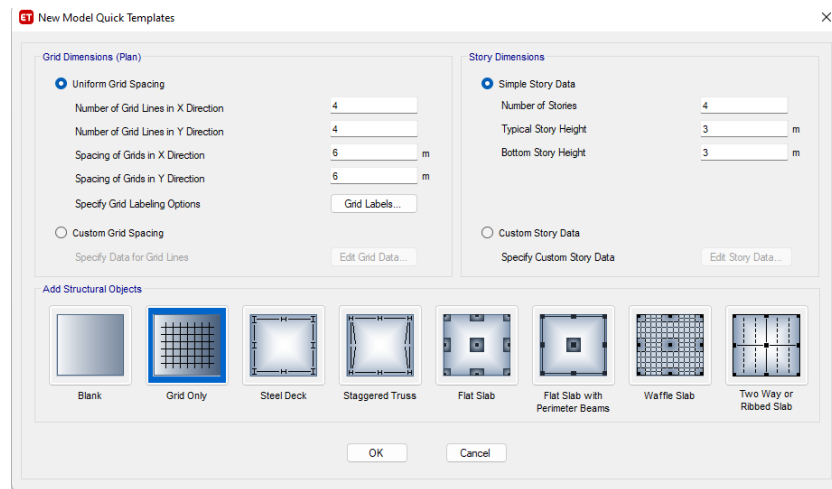


**Gambar 1.4.2 Pembuatan model baru pada ETABS**

Langkah pertama yang perlu dilakukan ialah membuat model baru, lalu ubah 'Display Units' menjadi 'Metric SI' agar satuan yang digunakan ialah satuan meter, lalu tekan 'OK' untuk melanjutkan ke langkah berikutnya.



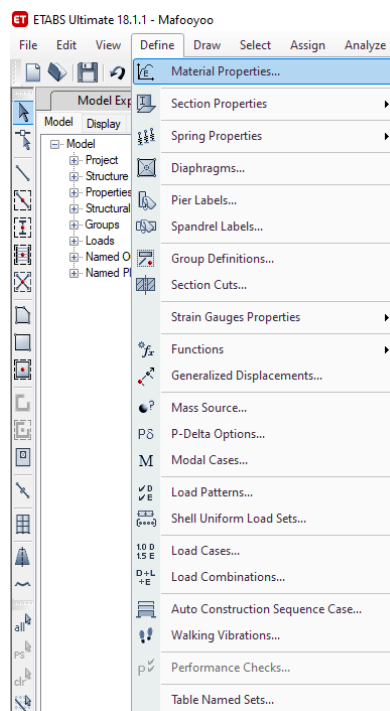
## 2. Pembuatan grid dan elevasi



**Gambar 1.4.3 Opsi pembuatan grid dan elevasi pada ETABS**

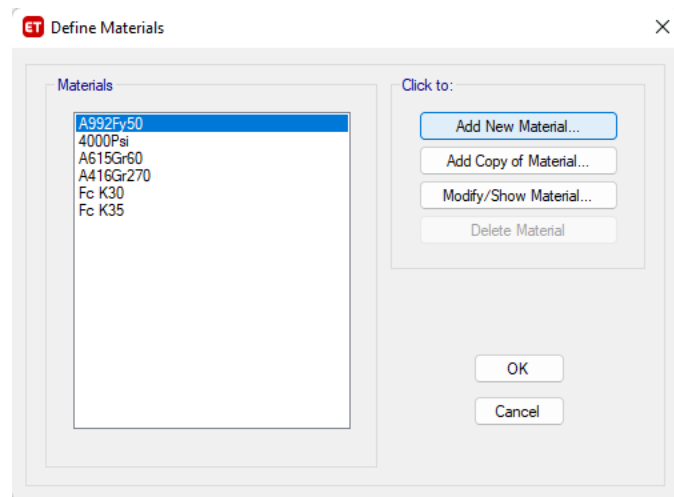
Langkah selanjutnya adalah pembuatan grid atau garis bentang dan elevasi bangunan. Setelah selesai menentukan grid dan elevasi, tekan ‘OK’ untuk melanjutkan.

## 3. Membuat data material yang digunakan



**Gambar 1.4.4 Toolbar Define**

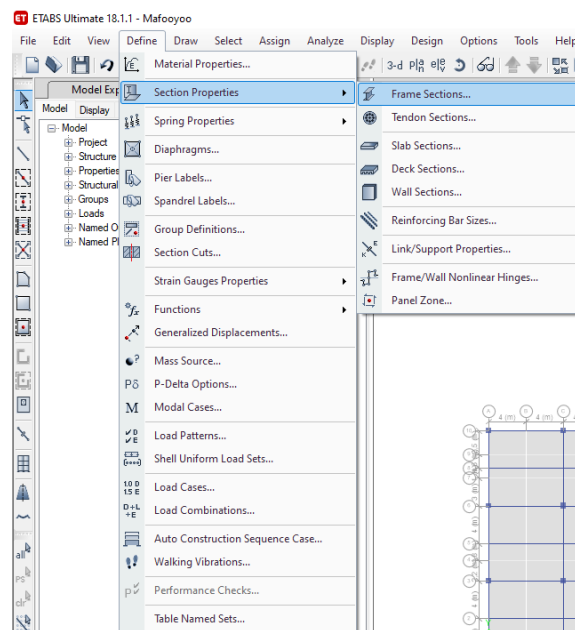
Setelah itu, kita akan dialihkan ke bagian pemodelan, lalu dilakukan pembuatan data material pada toolbar *Define - Material Properties – Add new properties*.



**Gambar 1.4.5 Tab Define Materials pada ETABS**

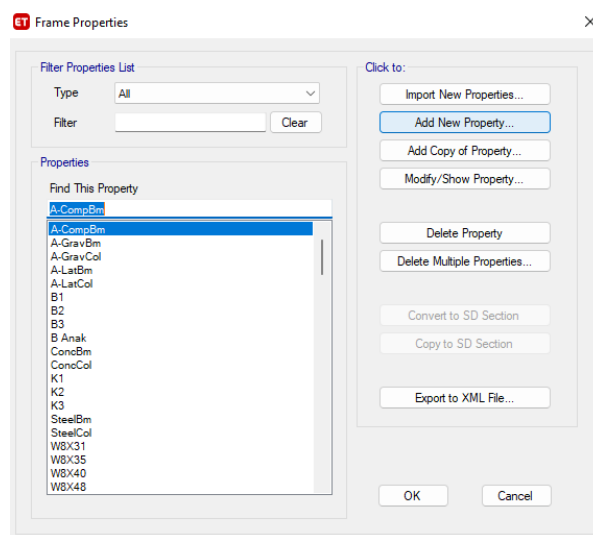
Setelah itu beri nama material dan input data sesuai spesifikasi yang digunakan, lalu tekan ‘OK’.

#### 4. Membuat data struktur yang digunakan



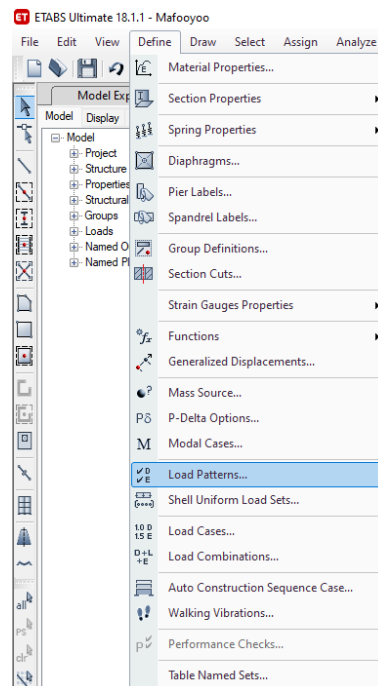
**Gambar 1.4.6 Opsi membuat data struktur**

Cara pembuatan data struktur dapat diakses pada opsi *Define – Section Properties – Frame Sections – Add new properties* Atau ...*Slab Sections – Add new properties* Untuk membuat data pelat.



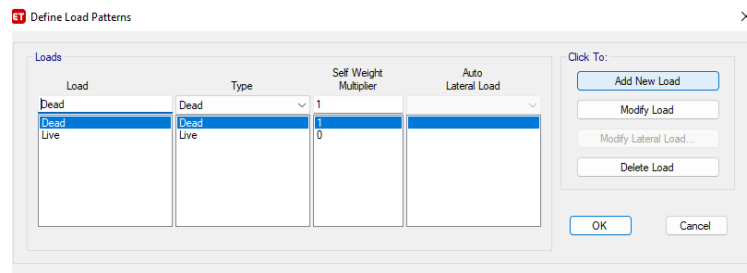
**Gambar 1.4.7** Tab pembuatan Properties pada ETABS

## 5. Membuat Load Pattern



**Gambar 1.4.8** Opsi Load Pattern

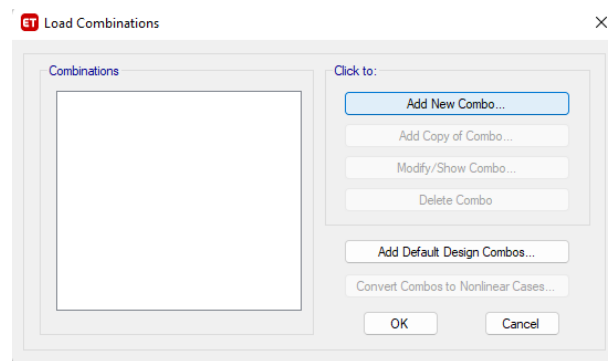
Pada menu toolbar, pilih *Define – Load Pattern*, Input nama pembebanan, tipe pembebanan dan koefisiennya menjadi 0 (Untuk beban mati sendiri, dapat digunakan koefisien 1 agar software secara otomatis menghitung beban mati sendiri).



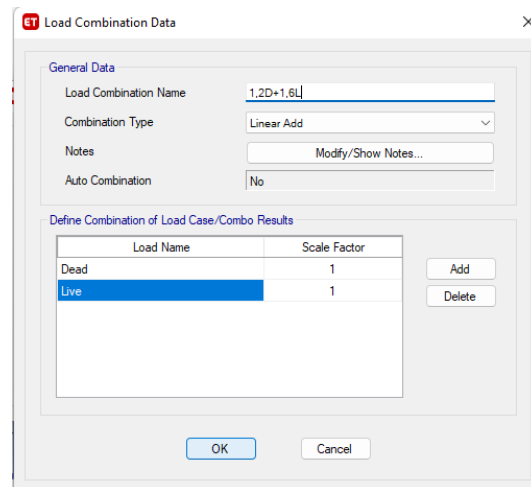
**Gambar 1.4.9 Tab Load Pattern Pada ETABS**

## 6. Pembuatan Kombinasi Beban

Pada Menu *Define – Load Combinations*, Buat Kombinasi beban sesuai dengan kombinasi yang akan digunakan serta masukan skalanya



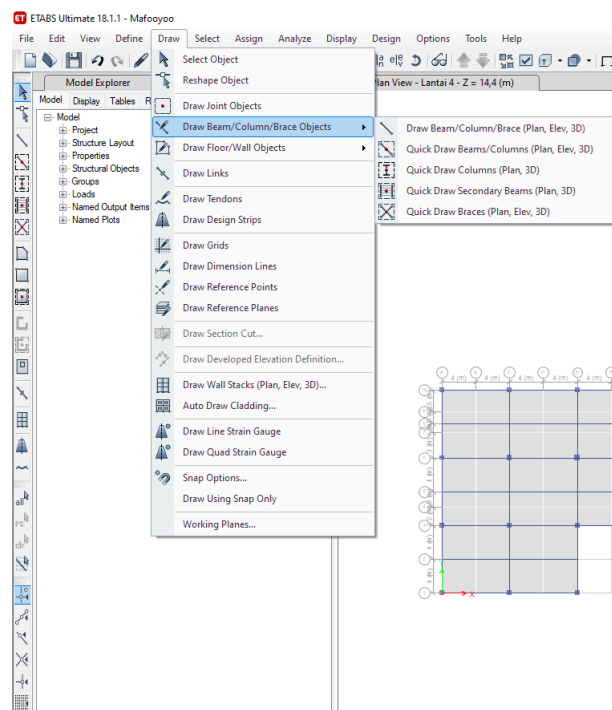
**Gambar 1.4.10 Tab Load Combinations**



**Gambar 1.4.11 Tab Pembuatan Load Combinations**

7. Meletakkan Struktur pada letak grid dan elevasi sesuai desain yang direncanakan

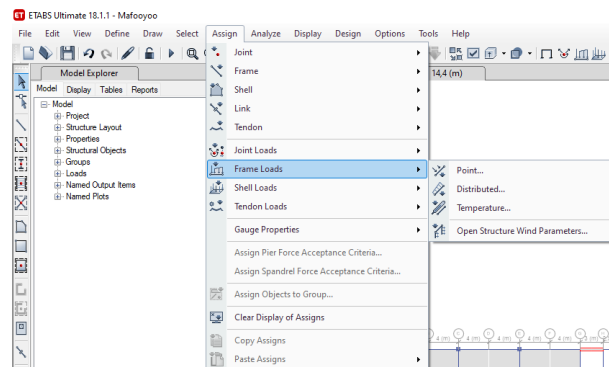
Menggunakan toolbar *Draw* atau pada shortcut yang terletak dikiri, gambarlah model struktur bangunan sesuai dengan desain yang direncanakan.



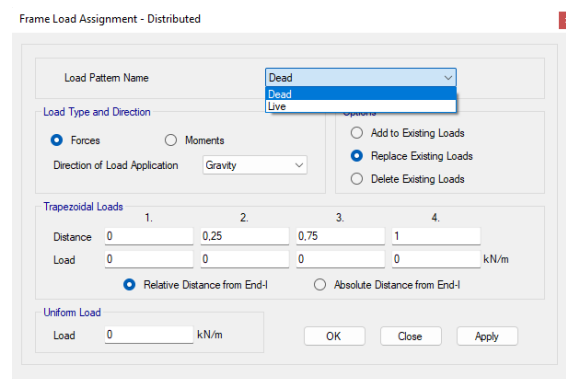
**Gambar 1.4.12 Toolbar Draw**

8. Meletakkan beban pada struktur

Masukan pembebanan pada struktur melalui toolbar *Assign – Frame Loads* atau *Shell Loads*, lalu pilih jenis beban yang akan dimasukkan dan letak pembebanannya



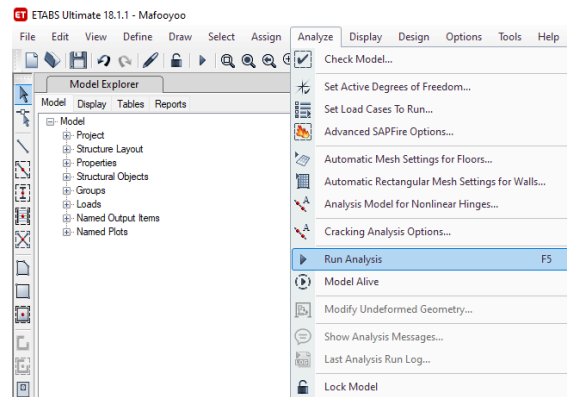
**Gambar 1.4.13 Opsi pembebanan pada ETABS**



**Gambar 1.4.14 Tab Pembebanan pada ETABS**

## 9. Run Analysis untuk menganalisa portal

Setelah selesai melakukan pemodelan, jalan kan Analisa portal pada toolbar *Analysis – Run Analysis*, tunggu beberapa saat lalu software akan menampilkan Analisa portal.



**Gambar 1.4.15 Opsi Run Analysis pada ETABS**

#### 1.4.5. Perencanaan Balok Beton

Balok (beam) — komponen struktur yang utamanya menahan lentur dan geser dengan atau tanpa gaya aksial atau torsi; balok dalam rangka momen yang merupakan bagian dari sistem penahan gaya lateral umumnya komponen horizontal; gelagar adalah balok.

Untuk merencanakan balok perlu diperhatikan hal sebagai berikut;

1. Menentukan mutu beton yang akan digunakan
2. Menghitung pembebanan yang terjadi
3. Gaya lintang desain balok maksimum

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

Keterangan; U = Gaya geser terfaktor pada penampang

DL = Beban mati terfaktor per unit luas

LL = Beban Hidup terfaktor per unit luas

4. Momen desain maksimum

$$Mu = 1,2Mdl + 1,6Mll$$

Keterangan; Mu = Momen terfaktor pada penampang

Mdl = Momen akibat beban mati

MII = Momen akibat beban hidup

## 5. Penulangan

### a. Penulangan lentur lapangan

- i. Menentukan tinggi efektif

$$Deff = h - p - \phi \text{ sengkang} - \frac{1}{2} \phi \text{ sengkang}$$

- ii.  $Rn = \frac{Mu}{\phi * b * d^2}$  Didapat Nilai p dari table

iii.  $As = \rho * b * d$

- iv. Pilih tulangan dengan dasar  $As \text{ terpasang} \geq As$

### b. Penulangan lentur tumpuan

- i.  $rN = \frac{Mu}{\phi * b * d^2}$  Didapat Nilai p dari table

ii.  $As = \rho * b * d$

- iii. Pilih tulangan dengan dasar  $As \text{ terpasang} \geq As$

### c. Tulangan geser rencana

i.  $Vc = \left( \frac{\sqrt{f_c'}}{6} \right) * bw * d$

- ii.  $V \leq Vc$  (tidak perlu tulangan geser)

iii.  $Vu \leq \phi Vn$

iv.  $Vn = Vc + Vs$

v.  $Vu \leq \phi Vc + \phi Vs$

vi.  $S \text{ perlu} = \frac{Av * fy * d}{Vs}$

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

$Av$  = Luas tulangan geser pada daerah sejarak s



$D$  = Jarak dari serat tekan terluar ke pusat tulangan

$F_y$  = Mutu baja

#### 1.4.6. Perencanaan Kolom Beton

Kolom (Column) — komponen struktur umumnya vertikal, digunakan untuk memikul beban tekan aksial, tapi dapat juga memikul momen, geser atau torsi. Kolom yang digunakan sebagai bagian sistem rangka pemikul gaya lateral menahan kombinasi beban aksial, momen dan geser. Adapun Langkah dalam menganalisis kolom yaitu;

1. Tulangan untuk kolom dibuat penulangan simetris berdasarkan kombinasi  $M_u$  dan  $P_u$  untuk suatu 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 desain kolom maksimum

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

Keterangan;  $U$  = Gaya geser terfaktor pada penampang

$D$  = Beban mati terfaktor per unit luas

$L$  = Beban Hidup terfaktor per unit luas

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

$$M_u = 1,2M_{dl} + 1,6M_{ll}$$

Keterangan;  $M_u$  = Momen terfaktor pada penampang

$M_{dl}$  = Momen akibat beban mati

$M_{ll}$  = Momen akibat beban hidup

4. Nilai konstruksi tetap terhadap deformasi

$$\beta b = \frac{1,2D}{1,2D + 1,6L}$$

Keterangan;  $\beta$  = Rasio bentang bersih arah memanjang

$d$  = jarak a=dari serat tekan terluar kepusat tulangan

5. Modulus elastisitas

$$Ec = 4700\sqrt{fc'}$$

6. Nilai kekuatan kolom

a.  $I_k = \frac{1}{12}bh^3$

b.  $I_b = \frac{1}{12}bh^3$

c.  $E * I_k = \frac{Ec * Ig}{2,5(1+\beta * d)}$  Untuk Kolom

d.  $E * I_b = \frac{\frac{1}{5}Ec * Ig}{(1+\beta * d)}$  Untuk Balok

7. Mencari eksentrisitas gaya yang terjadi dengan persamaan

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

$$emin = 15 + 0,003h$$

8. Menentukan nilai K dengan persamaan nomogram

9. Menghitung angka kelangsingan kolom dengan ketentuan

a. Rangka tanpa pengaku lateral =  $\frac{Klu}{r} < 22$

b. Rangka dengan pengaku lateral =  $\frac{Klu}{r} < 34 - 12 \left( \frac{M1-b}{M2-b} \right)$

c. Untuk semua komponen struktur tekan  $\frac{Klu}{r} > 100$

10. Menghitung pembesaran momen

a.  $M_c = \delta b * M2b + \delta s * M2s$

b.  $\delta b = \frac{Cm}{1 - \frac{Pu}{\phi Pc}} \geq 1,0$

c.  $\delta b = \frac{1}{1 - \frac{\sum Pu}{\sum \phi Pc}} \geq 1,0$

d. Dengan  $Cm = 0,6 + 0,4 \frac{M1b}{M2b} \geq 0,4$  atau  $Cm = 0,1$

## 11. Desain penulangan

Perhitungan penulangan kolom ditaksir dengan jumlah tulangan 2% dari luas penampang kolom

$$\rho = \rho' = \frac{As}{b * d}$$

## 12. Penentuan tulangan yang dipakai

$$\rho = \frac{As \text{ pakai}}{b * d}$$

## 13. Memeriksa Mu terhadap beban seimbang

a.  $d = h - d'$

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

c.  $ab = \beta_1 * Cb$

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

e.  $fs' = fy$

f.  $\phi Pn = \phi(0,85 * fc' * ab * b * As' * fs' * + As - fy)$

g.  $\phi Pn > Pu$  Beton hancur pada daerah Tarik

h.  $\phi Pn < Pu$  Beton hancur pada daerah tekan

## 14. Memeriksa kekuatan penampang

a. Akibat keruntuhan Tarik

$$Pn = 0,85 * fc' * b * d \left[ \frac{h - 2e}{2d} \sqrt{\left(\frac{h - 2e}{2d}\right)^2 + 2Mp * \left(\frac{1 - d}{d}\right)} \right]$$

b. Akibat keruntuhan tekan

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

$$\phi Pn = Pu \text{ (Daktail)}$$

### 1.4.7. Perencanaan Tie Beam (Sloof)

Tie beam merupakan struktur bangunan bawah yang digunakan untuk menghubungkan antara pile cap yang satu dengan pile cap yang lainnya. Tie beam berfungsi sebagai komponen yang meratakan beban. Tie beam juga berfungsi menopang slab atau plat lantai yang berhubungan langsung dengan permukaan tanah. Adapun hal yang perlu dilakukan dalam perencanaan Tie Beam adalah;

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

$$Rn = \frac{Mu}{\phi * b * d^2}$$

- b. Menghitung tulangan As
 
$$As = \rho * b * d_{eff}$$
  - c. Menentukan diameter tulangan yang dipakai
  - d. Mengontrol jarak tulangan Sengkang
  - e. Untuk menghitung tulangan tumpuan diambil 2% dari luas tulangan atas
5. Cek apakah tulangan geser diperlukan

$$Vu < Vc, \text{Tidak perlu tulangan geser}$$

$$Vu < \frac{1}{2} \phi Vc, \text{Digunakan tulangan praktis}$$

#### **1.4.8. Perencanaan Pile Cap**

Pile cap merupakan penggabungan satu atau beberapa pondasi tiang pancang sebelum didirikan kolom di atasnya. Konstruksi pile cap yang terdiri dari satu tiang pancang jarang digunakan. Adapun hal yang perlu diperhatikan dalam merencanakan pile cap yaitu;

1. Menentukan dimensi pile cap
2. Menentukan beban pada pile cap
3. Menghitung tulangan pile cap
4. Gambar detail penulangan

#### **1.4.9. Perencanaan Pondasi**

Pondasi merupakan bagian dari struktur bangunan yang terletak di bawah bangunan yang berfungsi memikul beban dari struktur bangunan dan mendistribusikannya ke lapisan tanah pendukung sehingga struktur bangunan dalam kondisi aman. Fungsi pondasi adalah sebagai berikut :

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

Hal-hal yang perlu dipertimbangkan dalam menentukan jenis pondasi :

1. Keadaan tanah pondasi
2. Jenis konstruksi bangunan
3. Kondisi bangunan di sekitar lokasi
4. Waktu dan biaya pekerjaan

Berdasarkan letak lapisan tanah keras, pondasi ada 2 macam, yaitu:

1. Pondasi dangkal ( Shallow footing )

Pondasi yang berada pada lapisan tanah keras yang letaknya dekat dengan permukaan tanah. Seperti pondasi telapak (setempat ) dan pondasi menerus ( Continuous footing )

2. Pondasi dalam ( Deep footing )

Pondasi yang berada pada lapisan tanah keras yang letaknya jauh dengan permukaan tanah. Seperti pondasi sumuran, pondasi tiang pancang, dan pondasi tiang bor

Dalam laporan akhir ini, pondasi yang digunakan adalah pondasi tiang pancang. Langkah-langkah untuk menghitung pondasi tiang pancang yaitu sebagai berikut :

1. Menentukan daya dukung ijin tiang pancang

$$Q_a = \frac{Q_p}{SF} + \frac{Q_s}{SF}$$

Keterangan;  $Q_a$  = Daya dukung ijin tiang

$Q_p$  = Tahanan Ujung Tiang (*End Bearing Resistance*)

$Q_s$  = Tahanan Friksi (*Friction Resistance*)

SF = Safety Factor

2. Menentukan beban-beban yang bekerja pada pondasi

3. Menghitung Efisiensi Grup Tiang

$$E_g = 1 - \frac{\text{Arc} * \tan * \frac{B}{S}}{90^\circ} \left( \frac{(n-1)m + (m-1)n}{m * n} \right)$$

Keterangan;  $E_g$  = Efisiensi Grup Tiang

B = Lebar Tiang Pancang

S = Jarak Antar Tiang

n = Jumlah Tiang

m = jumlah baris tiang

4. Perhitungan Terhadap Geser Dua Arah

## 5. Penulangan Pile Cap

### 1.5. Pengelolaan Proyek

#### 1.5.1. 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.

#### 1.5.2. Volume pekerjaan

Volume pekerjaan adalah menghitung jumlah banyaknya volume pekerjaan dalam satu satuan. Volume juga disebut sebagai kubikasi pekerjaan. Jadi volume suatu pekerjaan bukanlah merupakan volume bagian pekerjaan dalam satu kesatuan. Sementara yang dimaksud dengan uraian volume pekerjaan adalah menguraikan secara rinci besar volume masing-masing pekerjaan sesuai dengan gambar bestek dan gambar detail.

Sebelum menghitung volume masing-masing pekerjaan, lebih dahulu harus menguasai membaca gambar bestek berikut gambar detail/penjelasan. Untuk itu perhatikan gambar mulai dari denah sampai rencana saniasi, masing-masing gambar dilengkapi dengan simulasi dan gambar isometrik, guna memudahkan melihat bagian penting yang tidak terlihat pada gambar bestek.

#### 1.5.3. Analisa harga satuan pekerjaan

Harga satuan pekerjaan ialah jumlah harga bahan dan upah tenaga kerja berdasarkan perhitungan analisis. Harga bahan didapat di pasaran, dikumpulkan berdasarkan perhitungan analisis. Harga bahan didapat di pasaran, dikumpulkan dalam satu daftar yang

dinamakan daftar harga satuan bahan. Upah tenaga kerja didapatkan dilokasi dikumpulkan dan dicatat dalam satu daftar yang dinamakan daftar harga satuan upah.

Harga satuan bahan dan upah tenaga kerja di setiap daerah berbeda-beda. Jadi dalam menghitung dan menyusun anggaran biaya suatu bangunan/proyek, harus berpedoman pada harga satuan bahan dan upah tenaga kerja di pasaran dan lokasi pembangunan proyek.

#### **1.5.4. Rencana Anggaran Biaya (RAB)**

Rencana adalah himpunan rencana termasuk detail/penjelasan dan tata cara pelaksanaan (pembuatan) sebuah bangunan yang terdiri dari bestek dan gambar bestek. Anggaran adalah perkiraan atau perhitungan biaya suatu bangunan berdasarkan bestek. Biaya adalah jenis/besarnya pengeluaran yang ada hubungannya dengan pekerjaan yang tercantum dalam persyaratan yang terlampir.

Jadi, pengertian Rencana Anggaran Biaya adalah perhitungan banyaknya biaya yang berhubungan dengan pelaksanaan proyek tersebut. Anggaran biaya merupakan harga dari bangunan yang dihitung dengan teliti, cermat dan memenuhi syarat. Anggaran biaya pada bangunan yang sama akan berbeda di masing-masing daerah disebabkan karena perbedaan harga bahan upah dan tenaga kerja. Tujuan dari pembuatan Rencana Anggaran Biaya ini sendiri adalah untuk memberikan gambaran yang pasti tentang besarnya biaya yang dibutuhkan dalam suatu proyek.



### 1.5.5. Network Planning (NWP)

Dalam menyelesaikan pekerjaan konstruksi dibutuhkan suatu perencanaan waktu yang akan diperlukan untuk menyelesaikan tiap pekerjaan yang akan dilaksanakan. Network Planning merupakan suatu alat pengendalian pekerjaan di lapangan yang ditandai dengan simbol-simbol tertentu berupa urutan pekerjaan dalam suatu proyek. Kegunaan Network Planning adalah sebagai berikut:

1. Mengkoordinasi antar satu kegiatan dengan kegiatan lainnya
2. Mengetahui ketergantungan antara satu kegiatan dengan kegiatan lainnya
3. Mengetahui pekerjaan yang harus diselesaikan terlebih dahulu
4. Mengetahui berapa lama proyek tersebut dapat diselesaikan

Pengendalian proyek konstruksi ini juga diharapkan dapat menyelaraskan antara biaya proyek yang ekonomis, menghasilkan mutu pekerjaan yang baik/berkualitas dan selesai tepat waktu karena ketiganya adalah 3 elemen yang saling mempengaruhi dalam suatu proyek.

Ilustrasi siklus diatas menunjukkan bahwa apabila biaya proyek berkurang/dikurangi, sementara waktu pelaksanaan tetap maka secara otomatis anggaran belanja material akan dikurangi dan mutu pekerjaan akan berkurang. Secara umum proyek akan merugi. Akan tetapi, jika waktu pelaksanaan mundur/terlambat, sementara tidak ada rencana penambahan anggaran, maka mutu pekerjaan juga akan berkurang.

Namun, jika mutu dijaga, sementara waktu pelaksanaan mundur/terlambat, maka akan terjadi peningkatan anggaran belanja. Secara umum proyek tersebut akan merugi, sehingga dapat disimpulkan bahwa inti dari 3 komponen proyek konstruksi di atas

bagaimana menjadwalkan dan mengendalikan pelaksanaan proyek agar berjalan sesuai dengan jadwal yang telah dibuat, selesai tepat waktu dan tidak terjadi pengurangan mutu pekerjaan ataupun penambahan biaya. Pada perkembangannya yang terakhir dikenal 2 bahasa/symbol diagram network, yaitu:

1. Event on the node, yaitu peristiwa yang digambarkan dalam lingkaran
2. Activity on the node, yaitu kegiatan yang digambarkan dalam lingkaran
3. Arrow, bentuknya berupa anak panah yang berarti aktivitas/kegiatan, dimana suatu pekerjaan penyelesaiannya membutuhkan durasi waktu tertentu dan tenaga, material dan biaya tertentu
4. Node/event, bentuknya berupa lingkaran bulat yang berarti saat peristiwa atau kejadian atau akhir dari satu atau lebih kegiatan.
5. Double arrow berupa anak panah sejajar yang berarti lintasan kritis
6. Dummy berupa anak panah putus-putus yang berarti kegiatan semu atau aktivitas semu. Dummy bukan merupakan aktivitas/kegiatan tetapi dianggap kegiatan/aktivitas hanya saja membutuhkan durasi waktu tertentu dan tenaga, material dan biaya tertentu.
7. Jalur kritis, merupakan jalur yang memiliki rangkaian komponen – komponen kegiatan dengan total jumlah waktu terlama dan menunjukkan kurun waktu penyelesaian proyek tercepat.

Sebelum menggambarkan diagram Network Planning ada hal-hal yang perlu diperhatikan, antara lain:

1. Panjang, pendek maupun kemiringan anak panah sama sekali tidak mempunyai arti dalam pengertian letak pekerjaan, banyaknya durasi maupun tenaga, material dan biaya tertentu

2. Aktivitas-aktivitas yang mendahului dan aktivitas-aktivitas yang mengikuti
3. Aktivitas-aktivitas yang dapat dilakukan bersama-sama
4. Aktivitas-aktivitas yang dibatasi waktu mulai dan waktu selesainya
5. Waktu, biaya, dan resources yang dibutuhkan dari aktivitas-aktivitas tersebut
6. Kepala anak panah menjadi pedoman arah dari tiap kegiatan
7. Anak panah selalu menghubungkan dua buah nodes, arah dari anak panah menunjukkan urutan-urutan waktu.