

## **Perencanaan Struktur Atas Dan Bawah Gedung Kantor Pu Di Timor-Leste**

**Pedro Sarmento Freitas Guterres<sup>1</sup>, Prijasambada<sup>2</sup>**

Universitas Persada Indonesia Y.A.I

Jl. Pangeran Diponegoro No.74, RT.2/RW.6, Kenari, Kec. Senen, Kota Jakarta Pusat, Daerah Khusus Ibukota Jakarta 10430

E-mail: [pedroguterres15@gmail.com](mailto:pedroguterres15@gmail.com), [prijasambada@yahoo.com](mailto:prijasambada@yahoo.com)

### ***ABSTRAK***

Timor-Leste adalah negara kecil di sebelah barat laut Australia dan memiliki satu daratan sebelah timur dengan ibu kota propinsi NTT, Indonesia. Seiring dengan berkembangnya zaman, pembangunan di bidang teknik sipil juga di dilaksanakan antara lain adalah infrastruktur, jembatan dan bangunan gedung bertingkat tinggi. Semua bangunan-bangunan ini hanya bisa kokoh dengan sebuah struktur bangunan yang kuat untuk menahan gaya - gaya yang bekerja. Dalam perencanaan struktur atas diperhitungkan menggunakan program etabs 9.7.2 dengan material beton bertulang. Hasil struktur atas didapatkan 2 jenis kolom dengan dimensi: 750x550mm & dia. 650mm; 5 dimensi balok: 600x350mm, 550x300mm, 400x250mm, 500x300mm, 300x200mm; 2 dimensi pelat 125mm & 150mm; dan 1 dimensi dinding geser 250mm. Rasio beton yang didapatkan terhadap luasan bangunan sebesar 0,26. Perencanaan struktur bawah diperhitungkan dengan 3 metode (metode O'Neill & Reese (1989), Meyerhof (1976) dan Reese & Wright (1977)) untuk daya dukung tekan sedalam 16m dengan tipe fondasi tiang bor berdiameter 80cm sehingga didapatkan hasil daya dukung ijin sebesar 92 ton untuk gaya gravitasi, 119 ton untuk gaya gempa sedang dan 143 ton untuk gaya gempa kuat. Jumlah titik fondasi yang didapatkan sebanyak 394 dengan 12 jenis pile cap (PC-2, PC-3, PC-4, PC-5, PC-6, PC-7, PC-8, PC-9, PC-10, PC-15, PC-20 & PC-40). Untuk perhitungan settlement tiang tunggal digunakan metode Poulos & Davis (1980) dan untuk settlement kelompok tiang dalam kondisi tanah granuler digunakan metode Skempton et al. (1953), sehingga didapatkan penurunan maksimum sebesar 40mm.

**Kata Kunci:** Perencanaan, Gedung, Struktur atas, struktur bawah.

## **ABSTRACT**

East Timor is a small country located to the northwest of Australia and shares the mainland with the province of NTT, Indonesia. Along with the various developments of the world, developments in the field of civil engineering have also been carried out, including infrastructure, bridges and high-rise buildings. All these buildings can only be sturdy with a strong building structure to withstand the forces. In planning the superstructure, the calculations were made using the etabs 9.7.2 program with the concrete material. The results of the superstructure obtained are: 2 types of columns with the following dimensions: 750x550mm & dia. 650mm; 5 beams with these dimensions: 600x350mm, 550x300mm, 400x250mm, 500x300mm & 300x200mm; 2 slabs with these respective dimensions: 125mm & 150mm; and 1 shear wall with the dimension of 250mm. The ratio of concrete obtained to the building area is of 0,26. For the substructure planning, it was used 3 methods (O'Neill & Reese (1989), Meyerhof (1976) and Reese & Wright (1977)) for a compressive bearing capacity as deep as 16m with a foundation type bored pile with a diameter of 80cm, to obtain a permit bearing capacity amounting to 92 tons for gravity, 119 tons for moderate earthquake forces and 143 tons for strong earthquake forces. The number of foundation points was 394 with 12 types of pile caps (PC-2, PC-3, PC-4, PC-5, PC-6, PC-7, PC-8, PC-9, PC-10, PC -15, PC-20 & PC-40). For the settlement calculations for single piles, the Poulos & Davis (1980) method was used and for the settlement of pile groups in granular soil conditions, it was used the method of Skempton et al. (1953), from which the maximum settlement result was 40mm.

**Keyword:** Planning, Building, Superstructure, Substructure.

## **1. PENDAHULUAN**

### **1.1. Latar Belakang**

Timor-Leste adalah negara kecil di sebelah barat laut Australia dan memiliki satu daratan sebelah timur dengan ibu kota propinsi Nusa Tenggara Timur, Indonesia. Seiring dengan berkembangnya zaman, pembangunan di bidang teknik sipil juga di laksanakan antara lain adalah infrastruktur, jembatan dan bangunan gedung bertingkat tinggi. Semua bangunan-bangunan ini hanya bisa kokoh dengan sebuah struktur bangunan yang kuat.

### **1.2. Rumusan Masalah**

- a) Berapa dimensi struktur atas?
- b) Berapa daya dukung aksial fondasi tiang bor tunggal dan kelompok?
- c) Berapa daya dukung lateral fondasi tiang bor?
- d) Dibutuhkan berapa titik tiang bor dan berapa jenis pile cap?
- e) Berapa penurunan maksimum?

### **1.3. Maksud dan Tujuan**

Maksud dan tujuan dari penulisan ini adalah untuk memperdalam

pengetahuan tentang cara menghitung & menganalisis struktur atas beton bertulang bangunan gedung dan fondasi tiang bor, dengan mengikuti aturan – aturan SNI 2847-2013, SNI 1726-2012 dan SNI 8460-2017.

#### 1.4. Batasan Penelitian

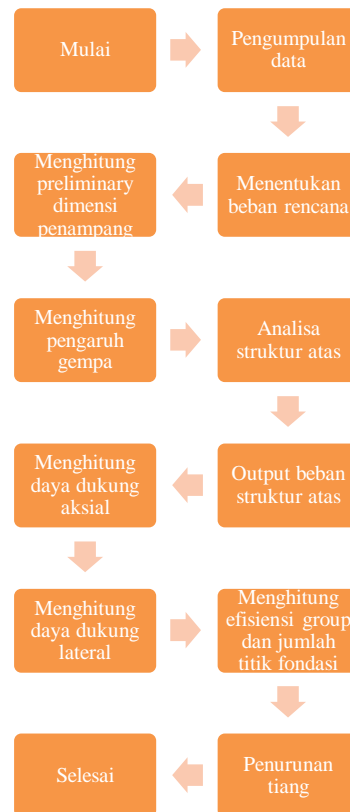
- a) Analisis tidak menghitung tulangan lentur dan geser dari struktur;
- b) Tidak menghitung pengaruh likuifaksi terhadap kondisi tanah tersebut;
- c) Tidak menganalisa dinding basement dalam perencanaan;
- d) Tidak menghitung rencana anggaran biaya dari proyek tersebut;
- e) Tidak menghitung tebal pile cap dan dimensi tie beam.

#### 1.5. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penulisan ini adalah mampu memberikan informasi terhadap bagaimana cara perencanaan struktur atas dan bawah.

#### 2. Metodologi Penelitian

Adapun metode yang digunakan dalam penelitian ini dengan mengumpulkan data berupa gambar arsitek dan laporan penyelidikan tanah. Untuk prosedur penelitian dilakukan sehubungan dengan tujuan penelitian disajikan pada gambar 1.



Gambar 1. Diagram penelitian

### 3. Tinjauan Pustaka

#### 3.1. Tinjauan Umum

##### 3.1.1. Beton Bertulang

Beton bertulang adalah kombinasi dari campuran beton dan baja tulangan, dimana baja tulangan memberikan kekuatan tarik yang sedikit dimiliki oleh beton. Sebaliknya beton memberikan kekuatan tekan yang sedikit dimiliki oleh tulangan baja. Oleh sebab itu, beton paling banyak dipakai di hampir semua konstruksi bangunan.

##### 3.1.2. Tanah

Tanah adalah himpunan mineral, bahan organik, dan endapan-endapan yang relatif lepas (*loose*), yang terletak di atas batuan dasar (*bedrock*). Pembentukan tanah dari

batuan induknya, dapat berupa proses fisik maupun kimia. Proses pembentukan tanah secara fisik yang mengubah batuan menjadi partikel-partikel yang lebih kecil, terjadi akibat pengaruh erosi, angin, air, es, manusia, atau hancurnya partikel tanah akibat perubahan suhu atau cuaca. Pelapukan tanah akibat reaksi kimia menghasilkan susunan kelompok partikel berukuran koloid dengan diameter butiran kecil dari 0,002 mm yang disebut mineral lempung (Hardiyatmo, 2017).

### 3.1.3. Fondasi

Fondasi adalah suatu konstruksi pada bagian dasar struktur/bangunan (sub structure) yang berfungsi meneruskan beban secara merata dari bagian atas struktur/bangunan (upper structure) ke lapisan tanah yang berada di bagian bawahnya tanpa mengakibatkan keruntuhan tanah, dan penurunan (settlement) tanah/fondasi yang berlebihan.

## 3.2. Tinjauan Khusus

### 2.2.1. Struktur Atas Bangunan Gedung

#### A. Kolom

Preliminary dimensi kolom digunakan persamaan menurut G. Nawy, dengan rumus sebagai berikut:

$$A_g = \frac{Pu}{0,45 (f_c' + fy \rho)}$$

Dimana:

Pu = beban ultimate yang ditahan oleh kolom

fc' = kuat tekan beton

fy = tegangan leleh baja

ρ = rasio tulangan terhadap luasan beton

#### B. Balok

Berdasarkan SNI 2847-2013 Pasal 9.5(a) tebal minimum balok adalah sebagai berikut:

Dengan perletakan tertumpu sederhana tidak boleh kurang dari

$$h = \frac{l}{16}$$

#### C. Pelat

Berdasarkan SNI 2847-2013 pasal 9.5.3.3, tebal minimum pelat dengan balok yang membentang di antara tumpuan pada semua sisinya, tebal minimum h untuk α<sub>m</sub> yang lebih besar dari 2,0 dirumuskan sebagai berikut:

$$h = \frac{Ln (0,8 + \frac{fy}{1400})}{36 + 9 \beta} > 90 \text{ mm}$$

Dimana:

h = tebal pelat (mm)

ln = panjang bentang bersih dalam arah memanjang dari konstruksi dua arah, diukur dari muka balok atau tumpuan lain pada kasus lainnya (mm)

α = rasio kekakuan lentur tampang balok terhadap kekakuan lentur pelat dengan lebar dibatasi secara laterak oleh garis-garis sumbu tengah panel-panel yang bersebelahan (bila ada) pada tiap sisi balok

α<sub>m</sub> = nilai rata-rata α untuk semua balok pada tepi-tepi suatu panel

β = rasio bentang bersih dalam arah memanjang terhadap arah memendek dari pelat dua arah

#### D. Dinding Geser (Shearwall)

Berdasarkan SNI 2847-2013 Pasal 14.5.3.1, tebal minimum dinding geser (t<sub>d</sub>) tidak boleh kurang dari 1/25 tinggi atau panjang bentang tertumpu, yang mana yang lebih pendek, atau kurang dari 100 mm.

## 2.2.2. Struktur Bawah Bangunan Gedung

### A. Daya Dukung Tiang Bor

Ditinjau dari cara mendukung beban, daya dukung tiang dapat dibagi menjadi 2 macam, yaitu daya dukung aksial dan lateral.

#### a) Daya Dukung Aksial tiang bor

(Tekan dan Tarik)

##### a1) Metode O'Neill & Reese (1989)

###### Kapasitas Dukung Ultimit

$$Q_u = Q_b + Q_s$$

Dimana:

$Q_u$  = Kapasitas dukung ultimit tiang

$Q_b$  = Tahanan ujung ultimit

$Q_s$  = Tahanan skin friksi ultimit

###### Tahanan Ujung Ultimit

$$Q_b = A_b \times f_b$$

$$f_b = 0,60 \times \sigma_r \times N_{60} \leq 4500 \text{ kPa}$$

Dimana:

$A_b$  = luas dasar tiang bor

$f_b$  = tahanan ujung neto per satuan luas (kPa)

$N_{60}$  = nilai N-SPT rata-rata antara ujung bawah tiang bor sampai 2db di bawahnya. Tidak perlu dikoreksi terhadap overburden.

$db$  = diameter ujung bawah tiang bor (m)

$\sigma_r$  = tegangan referensi = 100 kPa

###### Tahanan Skin Friksi Ultimit

Tahanan skin friksi ultimit tiang bor dalam pasir dinyatakan oleh:

$$Q_s = \sum A_s \times f_s$$

$$f_s = \beta \times \rho_o'$$

$$\beta \text{ untuk } N_{60} > 15$$

$$\beta = 1,5 - 0,135 \sqrt{\frac{z}{dr}} \quad \text{dimana}$$

$$0,25 \leq \beta \leq 1,2$$

$$\beta \text{ untuk } N_{60} \leq 15$$

$$\beta = \frac{N_{60}}{15} \times (1,5 - 0,245 \sqrt{z})$$

$$\text{dimana } 0,25 \leq \beta \leq 1,2$$

Dimana:

$A_s$  = luas selimut tiang (m<sup>2</sup>)

$f_s$  = tahanan skin friksi satuan (kN/m<sup>2</sup>)

$z$  = kedalaman di tengah-tengah lapisan tanah (m)

$dr$  = lebar referensi = 300 mm

##### a2) Metode Meyerhof (1976) berdasarkan N-SPT

###### Kapasitas Dukung Ultimit

$$Q_u = Q_b + Q_s$$

Dimana:

$Q_u$  = Kapasitas dukung ultimit tiang

$Q_b$  = Tahanan ujung ultimit

$Q_s$  = Tahanan skin friksi ultimit

###### Tahanan ujung ultimit

$$Q_b = A_b \times f_b$$

$$f_b = (38 \times \bar{N}) \times L/d \quad \text{dimana } f_b < 380 \times \bar{N}$$

Dimana:

$A_b$  = luas dasar tiang bor (m<sup>2</sup>)

$f_b$  = tahanan ujung neto per satuan luas (kN)

$\bar{N}$  = adalah nilai N rata-rata yang dihitung dari 8d di atas dasar tiang sampai 4d di bawah dasar tiang

$L$  = Kedalaman penetrasi tiang (m)

$d$  = diameter tiang (m)

###### Tahanan skin friksi ultimit

$$Q_s = \sum A_s \times f_s$$

Untuk tiang perpindahan kecil pada tanah tidak-kohesif (pasir):

$$f_s = \frac{1}{100} \times \sigma_r \times N_{60}$$

Dimana:

$A_s$  = luas selimut tiang (m<sup>2</sup>)

$f_s$  = tahanan skin friksi satuan (kN/m<sup>2</sup>)

$N_{60}$  = N-SPT yang dikoreksi terhadap pengaruh prosedur lapangan saja

$\sigma_r$  = tegangan referensi = 100 kN/m<sup>2</sup>

##### a3) Metode Reese & Wright (1977)

###### Kapasitas Dukung Ultimit

$$Q_u = Q_b + Q_s$$

Dimana:

$Q_u$  = Kapasitas dukung ultimit tiang

Qb = Tahanan ujung ultimit  
 Qs = Tahanan skin friksi ultimit

**Tahanan ujung ultimit**

Qb = Ab x fb  
 fb = 2/3 x N untuk N ≤ 60  
 fb = 40 untuk N > 60

Dimana:  
 Ab = luas dasar tiang bor (m<sup>2</sup>)  
 fb = tahanan ujung neto per satuan luas (tsf)  
 N = Nilai N-SPT

**Tahanan skin friksi ultimit**

Qs = Σ As x fs  
 $fs = \frac{N}{34}$  untuk N ≤ 53 dimana fs ≤ 1,7  
 $fs = \frac{N-53}{450} + 1,6$  untuk 53 < N ≤ 100  
 dimana fs ≤ 1,7

Dimana:  
 As = luas selimut tiang (m<sup>2</sup>)  
 fs = tahanan skin friksi satuan (tsf)  
 N = Nilai N-SPT

**a4) Metode O'Neill & Reese (1989) (Tarik)**

Metode untuk menghitung daya dukung tarik dipakai metode O'Neill & Reese (1989) dengan persamaan sebagai berikut:

Qu (tarik) = As x fs (tarik) + Wp  
 Dimana:

Qu (tarik) = Kapasitas tarik ultimit  
 As = luas selimut tiang (kN/m<sup>2</sup>)  
 fs (tarik) = tahanan skin friksi satuan (kN/m<sup>2</sup>) = 0,75 fs (tekan)  
 Wp = berat tiang (kN)

**b) Daya Dukung Lateral**

Peneliti menghitung daya dukung lateral ijin menggunakan program bantuan Lpile berdasarkan SNI 8460 – 2017 pasal 9.7.3.1, yaitu 12 mm untuk gempa rencana dan 25 mm untuk gempa kuat dalam kondisi tiang tunggal dan free-head. Untuk faktor reduksi tiang group digunakan analisa side by side, line by line berdasarkan

Reese et all (2003), dengan perhitungan sebagai berikut:

$\beta_{sbs} = 0,64 \times (s/d)^{0,34}$  untuk s/d < 3,75  
 $\beta_{lbl} = 0,7 \times (s/d)^{0,26}$  untuk < s/d < 4  
 $\beta_{lbl} = 0,48 \times (s/d)^{0,38}$  untuk < s/d < 7

**C. Faktor Aman Tiang Bor (Safety Factor)**

Berdasarkan SNI 8460 – 2017 pasal 9.2.3.1, faktor keamanan fondasi tiang untuk gedung diambil sebesar 2,5.

**D. Efisiensi Kelompok tiang**

Jarak tiang ditentukan berdasarkan SNI 8460 – 2017 pasal 9.7.1.2, yaitu jarak minimal fondasi tiang berbentuk lingkaran tidak boleh kurang dari 2,5 kali diameter tiang. Persamaan efisiensi tiang dihitung oleh *Converse-Labare formula*, sebagai berikut:

$$Eg = 1 - \theta \frac{(n'-1)m + (m-1)n'}{90 mn'}$$

Dimana:

Eg = efisiensi kelompok tiang  
 m = jumlah baris tiang  
 n' = jumlah tiang dalam satu baris  
 θ = arc tg (d/s), dalam derajat  
 s = jarak pusat ke pusat tiang (m)  
 d = diameter tiang (m)

**E. Penurunan Tiang**

**a) Penurunan Tiang Tunggal**

Penurunan kepala tiang dihitung dengan persamaan yang disarankan oleh Poulos & Davis (1980), sebagai berikut:

$$S = \frac{Q \times I}{Es \times d}$$

I = Io x Rk x Rb x Rμ

Dimana:

S = Penurunan kepala tiang  
 Q = beban yang bekerja

$I_o$  = faktor pengaruh penurunan tiang yang tidak mudah mampat (incompressible) dalam massa semi tak terhingga

$R_k$  = faktor koreksi kemudahan-mampatan (kompresibilitas) tiang untuk  $\mu = 0,5$

$R_b$  = faktor koreksi untuk kekakuan lapisan pendukung

$R_\mu$  = faktor koreksi angka Poisson  $\mu$

$h$  = kedalaman total lapisan tanah

$K = \frac{E_p \times R_A}{E_s}$  = faktor kekakuan tiang

$R_A = \frac{A_P}{\frac{1}{4} \times \pi \times d^2}$  = rasio area tiang

Dimana:

$E_p$  = modulus elastisitas tiang

$E_s$  = modulus elastisitas tanah

$A_p$  = luas penampang tiang

#### b) Penurunan Kelompok Tiang

Penurunan kelompok tiang dihitung dengan metode yang disarankan oleh *Skempton et al., 1953* untuk kelompok tiang dalam tanah granuler dengan rumus sebagai berikut:

$$\frac{S_g}{S} = \frac{(4B + 3)^2}{(B + 4)^2}$$

Sehingga rumus  $S_g$  sama dengan:

$$S_g = \frac{(4B+3)^2}{(B+4)^2} \times S$$

Dimana:

$S_g$  = Penurunan kelompok tiang (mm)

$S$  = Penurunan tiang tunggal (mm)

$B$  = Lebar kelompok tiang (mm)

## 4. Hasil dan Pembahasan

### 4.1. Hasil perhitungan struktur atas

Tabel 1. Hasil Perhitungan Balok

No.	Balok	Dimensi (mm)
1	Balok Induk – 1	600x350
2	Balok Induk – 2	550x300
3	Balok Anak – 1	500x300
4	Balok Anak – 2	400x250
5	Balok Anak – 3	300x200

Tabel 2. Hasil Perhitungan Pelat

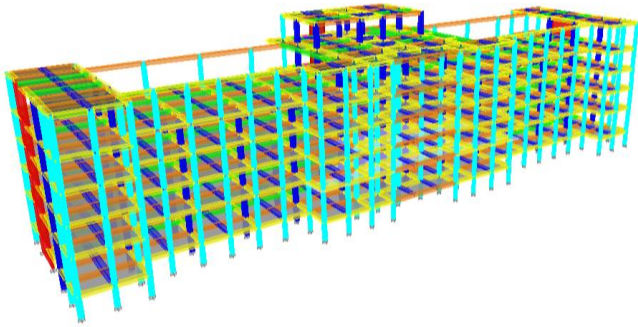
No.	Pelat	Dimensi (mm)	Lantai
1	Pelat 125	125	Lantai 1 – 5
2	Pelat 150	150	Lantai 6 - 7

Tabel 3. Hasil Perhitungan Dinding Geser

No.	Lantai	Dinding Geser	Dimensi (mm)
1	Lantai 1 & 5	SW 25	250
2	Lantai 2 – 4	SW 25	250
3	Lantai 6	SW 25	250

Tabel 4. Hasil Perhitungan Kolom

No.	Lantai	Kolom	Dimensi	
			$h$ (mm)	$b$ (mm)
1	Lantai 6	K1	750	550
2	Lantai 6	KC	Dia 650	
3	Lantai 5	K1	750	550
4	Lantai 5	KC	Dia 650	
5	Lantai 4	K1	750	550
6	Lantai 4	KC	Dia 650	
7	Lantai 3	K1	750	550
8	Lantai 3	KC	Dia 650	
9	Lantai 2	K1	750	550
10	Lantai 2	KC	Dia 650	
11	Lantai 1	K1	750	550
12	Lantai 1	KC	Dia 650	



Gambar 2. Hasil modelling Etabs

#### 4.2. Hasil perhitungan struktur bawah

Tabel 5. Resume DD Tekan

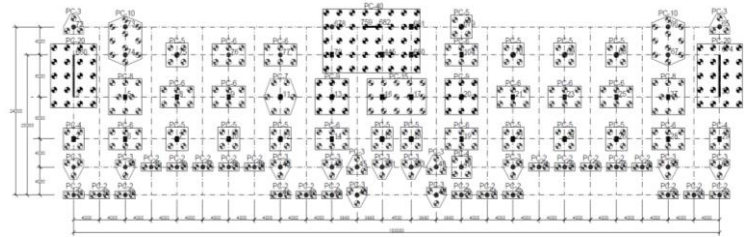
Dimensi (cm)	Daya dukung tekan(ton)			
	Panjang efektif (m)	Daya dukung gravitasi	Daya dukung gempa (sedang) x 1,3 gravitasi	Daya dukung gempa (kuat) x 1,56 gravitasi
80	16	92	119	143

Tabel 6. Resume DD Tarik

Dimensi (cm)	Daya dukung tarik (ton)			
	Panjang efektif (m)	Daya dukung gravitasi	Daya dukung gempa (sedang) x 1,3 gravitasi	Daya dukung gempa (kuat) x 1,56 gravitasi
80	16	9	11	14

Tabel 7. Resume DD Lateral

No.	Kondisi	Daya dukung lateral (ton)		
		Defleksi 6mm	Defleksi 12 mm	Defleksi 25 mm
1	Free Head	8	16	24
2	Fix Head (Reduksi)	27	44	66
3	Fix Head	31	47	74



Gambar 3. Hasil gambar titik fondasi

Tabel 8. Hasil penurunan tiang tunggal

No.	Point	Q (kN)	d (m)	I	S (mm)
1	679	2263.24	0.8	0.08	3.10
2	104	3132.90	0.8	0.08	4.29
3	20	4430.78	0.8	0.08	6.07
4	19	3077.62	0.8	0.08	4.22
5	49	1727.01	0.8	0.08	2.37
6	50	803.09	0.8	0.08	1.10

Tabel 9. Hasil penurunan kelompok tiang

No.	Point	S (mm)	Sg (mm)
1	679	3.10	13.52
2	104	4.29	20.20
3	20	6.07	40.14
4	19	4.22	20.77
5	49	2.37	10.32
6	50	1.10	4.80

#### 5. Kesimpulan

1. Diperlukan preliminary dimensi penampang struktur atas untuk gambaran awal perencanaan, agar memudahkan untuk perhitungan selanjutnya.
2. Setelah dilakukan analisa struktur atas dengan berbagai percobaan dari dimensi yang diperoleh berdasarkan perhitungan preliminary, didapatkan dimensi



akhir struktur atas sebagai berikut:

- a) Kolom 1 – 750 x 550 mm
  - b) Kolom bulat - Dia 650 mm
  - c) Balok Induk 1 - 600 x 350 mm
  - d) Balok Induk 2 - 550 x 300 mm
  - e) Balok Anak 1 - 400 x 250 mm
  - f) Balok Anak 2 - 500 x 300 mm
  - g) Balok Anak 3 - 300 x 200 mm
  - h) Pelat - 125 mm (untuk lantai 1-5)
  - i) Pelat - 150 mm (untuk lantai 6 & roof duct)
  - j) Shearwall - 250 mm
3. Rasio beton struktur terhadap luas bangunan didapatkan sebesar 0,26.
  4. Menentukan parameter tanah proyek terlebih dahulu untuk menghitung daya dukung fondasi tiang.
  5. Dari 3 metode perhitungan daya dukung tekan ijin fondasi tiang bor berdiameter 80 cm dengan panjang efektif 16 m, didapatkan hasil – hasil sebagai berikut:
    - a) Untuk BH-1: Metode O'Neill & Reese = 152,79 ton  
Metode Meyerhof = 124,73 ton  
Metode Reese & Wright = 137,48 ton
    - b) Untuk BH-2: Metode O'Neill & Reese = 171,84 ton  
Metode Meyerhof = 112,18 ton  
Metode Reese & Wright = 139,56 ton
    - c) Untuk BH-3: Metode O'Neill & Reese = 158,10 ton  
Metode Meyerhof = 92,23 ton  
Metode Reese & Wright = 128,24 ton
- Sehingga daya dukung yang dipakai diambil daya dukung terkecil yaitu dari metode Meyerhof di BH-3 sebesar 92 ton untuk gaya gravitasi, 119 ton

untuk gaya gempa sedang dan 143 ton untuk gaya gempa kuat.

6. Daya dukung tarik ijin yang digunakan sebesar 9 ton untuk gaya gravitasi, 11 ton untuk gaya gempa sedang dan 14 ton untuk gaya gempa kuat.
7. Daya dukung lateral dipakai kondisi free head untuk memudahkan cara pekerjaan di lapangan dengan daya dukung sebesar 8 ton untuk gaya gravitasi, 16 ton untuk gaya gempa sedang dan 24 ton untuk gaya gempa kuat.
8. Jumlah titik yang didapatkan sebanyak 394 titik bor diameter 80 cm dengan kedalaman 16 m, dengan mendapatkan 12 jenis pile cap.
9. Dari perhitungan settlement/penurunan tiang tunggal dengan metode Poulos & Davis (1980) dan penurunan kelompok tiang dalam kondisi tanah granuler menurut Skempton et al. (1953), didapatkan penurunan maksimum sebesar 40 mm.

### Saran

1. Agar lebih banyak membaca dan menguasai teori sebelum masuk ke perhitungan.
2. Untuk lebih banyak mencoba dimensi struktur yang berbeda, agar mendapatkan hasil akhir yang lebih efektif.
3. Sebaiknya sebelum melakukan perencanaan fondasi harus memperhatikan kondisi tanah, sehingga dapat diketahui metode dan jenis fondasi yang tepat.
4. Memperdalam study tentang software teknik sipil seperti yang dipakai oleh penulis yaitu etabs,

Pca column dan LPile, agar lebih efisien terhadap waktu pekerjaan.

Tata Cara Perhitungan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung, SNI 2847 – 2013

#### DAFTAR PUSTAKA

- Bowles, J.E, 1977, *Foundation Analysis and Design, Second Edition*, McGraw-Hill Kogakusha, LTD
- Bowles, J.E, 1988, Analisis dan Desain Pondasi, Edisi Keempat Jilid 2, Erlangga, Jakarta
- Bowles, J.E, 1988, Analisis dan Desain Pondasi, Edisi Keempat Jilid 1, Erlangga, Jakarta
- Hardiyatmo, H.C, 2018, Analisis dan Perancangan Fondasi II, Edisi Keempat, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta
- Hardiyatmo, H.C, 2018, Analisis dan Perancangan Fondasi I, Edisi Ketiga, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta
- Hardiyatmo, H.C, 2017, Mekanika Tanah I, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta
- Pedoman Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Rumah dan Gedung, SNI 1726 – 2012
- Pedoman Perencanaan Pembebanan untuk Rumah dan Gedung, PPURG 1987
- Pedoman Perencanaan Pembebanan untuk Rumah dan Gedung, SNI 1727 – 2013
- Persyaratan Perancangan Geoteknik, SNI 8460 – 2017
- Sosrodarsono, S & Nakazawa, K, 2000, Mekanika Tanah dan Teknik Pondasi, PT Pradnya Paramita, Jakarta
- Surendro, B, 2015, Rekayasa Fondasi, Graha Ilmu, Yogyakarta
- Tata Cara Perhitungan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung, SNI 2847 – 2002