

STUDI KAPASITAS KEMAMPUAN LAYAN PONDASI RAKIT (RAFT FOUNDATION) PADA PROYEK TOWER 1 GRAND DHARMAHUSADA LAGOON SURABAYA

(Studi Kasus : Tower 1 Grand Dharmahusada Lagoon– Surabaya – Jawa Barat)

Muhammad Edwin Aulawi

Dosen Pembimbing :

Arief Alihuedin,ST,MT. ; Ir.Pujo Priyono,MT.

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jember
Jln.Karimata 49, Jember 68121, Indonesia

ABSTRACT

The raft foundation is a kind of shallow foundation which is often used by economics raft foundation works to pass the load through a set of columns or walls to the subsoil. The foundation of raft becomes alternative choice seen from external factor that is implementation process which do not give impact to surrounding environment or building around it. The raft foundation is used when the base soil has a low carrying capacity or a large column load so that more than 50% of the building area is required to support the foundation if using conventional scattering pads, in the construction of the Tower 1 Grand Dharmahusada Lagoon project using the raft foundation as its underlying structure supported bore pile is very useful to forward from the top load into the ground.

The purpose of knowing the capacity of raft foundation foundation in Tower 1 Grand Dharmahusada Lagoon to know the ability of raft foundation with bore pile support with depth of 60 meter in holding upper structure. the author tries to analyze the ability of the raft foundation on the project using the 3 review approach by finding the column capacity so that the columns obtained in overinforced and underinforced conditions to be passed into the tension on the raft foundation are then analyzed in the plaxis 2D program so it can be declared safe.

The calculation results from the capacity of the raft foundation capacity on 3 views for safety factor > 2 so it is stated safe, the differential settlement occurs > 0.5 so it can be declared safe because of the small difference of the decrease. The deflection on the raft foundation is smaller than the maximum deflection limit in accordance with SNI 03-2847-2002 so that it is declared safe, and for the moment control that occurs in 3 raft foundations < 62569.23 KMM so it is declared safe.

Keywords: overinforced, underinforced, 2D plaxis, SNI 03-2847-2002

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Dengan berkembangnya jumlah penduduk di daerah perkotaan mengakibatkan lahan - lahan luas semakin sedikit sehingga dalam pembangunan gedung dan perkantoran tidak lagi dibangun secara horizontal yang membutuhkan lahan luas namun dengan cara vertikal yang dapat direalisasikan dengan keterbatasan lahan yang dimiliki. Oleh karena itu dibangun Tower 1 Grand Dharmahusada Lagoon Surabaya guna untuk memenuhi kebutuhan hunian di perkotaan dengan didukung oleh sarana dan prasarana yang baik.

Proyek Tower 1 Grand Dharmahusada Lagoon bertujuan untuk memenuhi kebutuhan hunian masyarakat Surabaya dengan keterbatasan lahan yang ada, pada pembangunan tower 1 Grand Dharmahusada Lagoon dibagi menjadi 2 yaitu struktur atas dan struktur bawah yang berupa pondasi dengan perpaduan pondasi dalam dan pondasi dangkal untuk menahan struktur atas.

Penulis menjadikan proyek tower 1 Grand Dharmahusada Lagoon sebagai bahan penelitian yang terdiri dari 46 lantai dengan rincian 43 lantai ke atas dan 3 lantai basement dengan struktur atas adalah struktur beton dan lantai dari beton. Dari hasil pengujian pengeboran tanah keras terdapat pada kedalaman 40 sampai 60 meter, pengambilan sampel menggunakan *SPT (Standar Penetration Test)*. Struktur bawah menggunakan pondasi Bored Pile dengan kedalaman 60 meter serta pelat *basement* untuk menahan tanah dibawahnya pada kedalaman 10 meter. berkaitan dengan hal tersebut penulis meneliti kemampuan layan pondasi rakit (*raft foundation*) dengan didukung bore pile pada proyek Tower 1 Grand Dharmahusada Lagoon Surabaya.

Rumusan Masalah

Dari latar belakang yang telah diuraikan diatas maka rumusan masalah yang ditinjau antara lain :

- a. Bagaimana studi kapasitas kemampuan layan pondasi rakit (*raft foundation*) pada pembangunan proyek Tower 1 (satu) Grand Dharmahusada Lagoon Surabaya?
- b. Mengevaluasi kemampuan pondasi rakit (*raft foundation*) dapat menahan struktur atas gedung pada pembangunan proyek tower 1 Grand Dharmahusada Lagoon Surabaya ?

Tujuan

Tujuan dari penulisan Tugas Akhir ini adalah :

- a. Dapat mengetahui hasil dari studi kapasitas kemampuan pondasi rakit (*raft foundation*) pada proyek tower 1 Grand Dharmahusada Lagoon Surabaya
- b. Dapat mengevaluasi kemampuan pondasi basement dalam menahan struktur atas gedung pada proyek tower 1 di Grand Dharmahusada Lagoon Surabaya.

Batasan Masalah

Adapun batasan masalah pada proposal ini, Sebagai berikut :

- a. Aspek yang ditinjau adalah struktur bawah pada pembangunan proyek tower 1 Grand Dharmahusada Lagoon yang meliputi kapasitas kolom, pondasi rakit (*raft foundation*) dan daya dukung tanah.
- b. Kondisi tanah sesuai dengan data yang telah diperoleh dari pihak PT.PP (Pembangunan Perumahan) selaku kontraktor pada

- c. Tidak menganalisa biaya.
- d. Tidak menghitung dan menganalisa manajemen proyek
- e. Tidak menganalisa dinding penahan tanah

1. Panjang Bored Pile : 60000mm
2. Diameter Bored Pile: 1000mm
3. Jumlah Titik Bored Pile: 51 titik
4. Mutu Beton Bored Pile: K-350
5. Baja : H beam 400

METODE PENELITIAN

Data Umum

Data umum dari Proyek Tower 1 Grand Dharmahusada Lagoon (Olive Tower) adalah sebagai berikut :

Nama proyek : Grand Dharmahusada lagoon, Olive Tower

Lokasi :Jl. Mulyosari Raya, Surabaya Timur

LuasLahan : ±42.142 m²

LuasBangunan : ± 57.600 m²

PemilikProyek : PT. PP (Pembangunan Perumahan)Properti

Konsultan MK :PT.Cakra Manggilingan Jaya

Peta Lokasi Dapat dilihat pada gambar dibawah

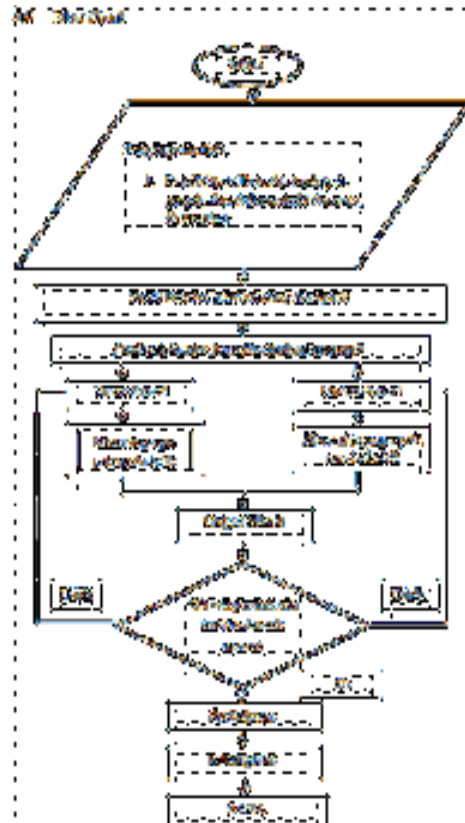


Gambar 3.1 Lokasi Penelitian

Data Teknis

Data ini diperoleh dari pihak kontraktor dengan data sebagai berikut :

Flow Chart



ANALISA DAN PEMBAHASAN

4.1 Data-Data Struktur Pondasi

Proyek Tower 1 Grand Dharmahusada Lagoon terdiri dari 46 lantai dengan rincian 43 lantai ke atas dan 3 lantai basement yang terletak pada Jl. Mulyosari Timur, proyek ini bertujuan untuk pemenuhan kebutuhan hunian terhadap masyarakat Surabaya yang memiliki keterbatasan lahan.pada gambar 4.1 merupakan denah basement pada Proyek Tower 1 grand Dharmahusada Lagoon.



Gambar Denah Basement pada Proyek Tower 1 Grand Dharmahusada Lagoon Surabaya

Data Struktur Basement

- A. Panjang Total (L): 71.68 meter
- B. Lebar total (B) : 62 meter
- C. Luas Basement : 2949 m²
- D. Tinggi basement 1 (B1) : 3 m
- E. Tinggi basement 2 (B2) : 3 m
- F. Tinggi basement 3 (B3) : 3 m
- G. Kedalaman galian : 10.3 m

Data Teknis Bore Pile

- A. Panjang (L) : 60 meter
- B. Diameter (D) : 1 meter

Data Teknis Pelat

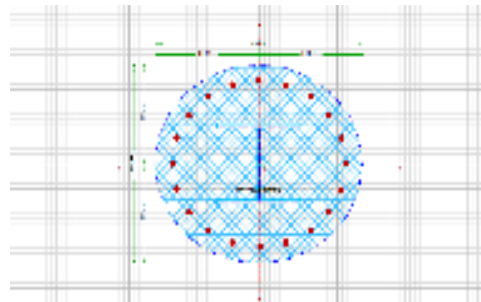
- A. Tebal Pelat : 50 centimeter

Material Bahan Kolom

- a) Material bahan beton untuk kolom
 - Mutu beton K-500
 - Kuat tekan beton (f_c') = $0.083 \times K = 41 \text{ Mpa}$
 - Modulus Elastisitas (E_c) = $4700 \times \sqrt{f_c'} = 30277.63 \text{ Mpa}$
- b) Material bahan baja untuk kolom
 - Mutu tulangan (f_y) = 400
 - Tulangan = 20Ø25
 - Modulus elastisitas = 200000 Mpa
 - Baja HWF = 400x400
- c) Material Pelat
 - Mutu beton = 450 mpa
 - F_c = 37.35 mpa
 - E_c = $4700 \times \sqrt{f_c'}$
 $4700 \times \sqrt{37.35} = 28723 \text{ mpa}$

Langkah awal dalam perhitungan pondasi rakit adalah menghitung kapasitas kolom untuk nantinya akan dianalisa menjadi tegangan tegangan yang terjadi pada pondasi rakit. Pada perhitungan kapasitas kolom menggunakan CSI Column sebagai berikut

Perhitungan kapasitas kolom menggunakan CSI column

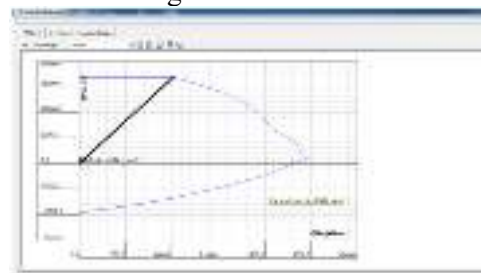


Dari permodelan diatas akan dilakukan analisa kapasitas kolom sebagai berikut

- 1) Kolom dalam keadaan *Overinforced*
- 2) Kolom dalam keadaan *Underinforced*

Analisa Kolom Keadaan Overinforced

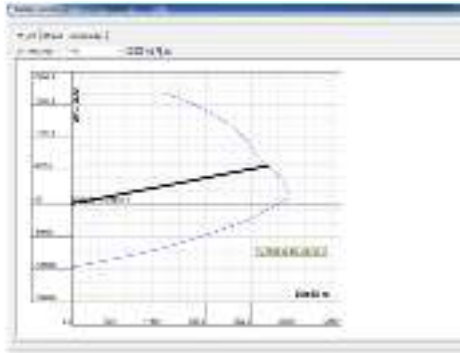
Berdasarkan hasil output dari CSI Column V.9 diperoleh diagram interaksi sebagai berikut



Dari diagram interaksi diatas ditentukan bawasanya kolom dalam keadaan *Overinforced* dengan load (kN) = 19200 dan moment (kN-m) = 1670

Analisa Kolom Keadaan Underinforced

Berdasarkan hasil output CSI Column V.9 diperoleh diagram interaksi sebagai berikut



Dari diagram interaksi diatas ditentukan bawasanya kolom dalam keadaan *Underinforced* dengan load (kN) = 8090 dan moment (kN-m) = 2913

Analisa Tegangan Terdapat Diatas Tanah

Analisa tegangan yang terdapat diatas pelat dalam keadaan kolom *Overinforced* dan *Underinforced* sesuai dengan *conventional rigid method* (*Principles of Foundation Engineering; Braja M Daas*) sebagai berikut

$$q = \frac{Q}{A} \pm \frac{M_y X}{I_y} \pm \frac{M_x Y}{I_x}$$

$$A(\text{total}) = 2949.42 \text{ m}^2$$

$$Q = \text{kapasitas kolom} \times \text{jumlah kolom} = 19200 \times 51 = 979200 \text{ kN}$$

$$I_x = (1/12)BL^3 = 1/12 \times 37.397 \times 42.615^3 = 241181$$

$$I_x(\text{total}) = 694575.15 \text{ m}^4$$

$$q = \frac{979200}{2949.42} \pm \frac{3420345.6y}{812837.77} \pm \frac{1077120x}{185734}$$

$$q = 331.997 \pm 4.207y \pm 1.5507x$$

Peninjauan pada layer q (*Overinforced*)

$$\text{At 1 : } q = Q/A - x - y$$

$$= 331.99 - (29.63 \times 1.55) - (16.463 \times 4.207)$$

$$= 216.772 \text{ kN/m}^2$$

$$= (1/12)LB^3$$

$$= 1/12 \times 42.615 \times 37.397^3$$

$$= 185734 \text{ m}^4$$

$$I_y(\text{total}) = 812837.77$$

$$M_{xy} = Qe_x$$

$$e_y = -1.1x$$

$$M_x = 979200 \times -1.1x$$

$$= 1077120x$$

$$M_y X = Qe_y$$

$$e_x = 3.493y$$

$$M_x = 979200 \times 3.493y = 3420345.6y$$

Dalam perhitungan tegangan yang terjadi di gunakan beban dan moment dalam keadaan *overinforced* dan *underinforced* sehingga diperoleh nilai tegangan yang terjadi sebagai berikut

Pondasi							
No	Dimensi	Volume	Luas	Y	X	M _x	M _y
1	30x30	27000	900	15	15	147000	147000
2	30x30	27000	900	15	15	147000	147000
3	30x30	27000	900	15	15	147000	147000
4	30x30	27000	900	15	15	147000	147000
5	30x30	27000	900	15	15	147000	147000
6	30x30	27000	900	15	15	147000	147000
7	30x30	27000	900	15	15	147000	147000
8	30x30	27000	900	15	15	147000	147000
9	30x30	27000	900	15	15	147000	147000
10	30x30	27000	900	15	15	147000	147000

Nilai-Nilai Data Tanah

Hasi dari beberapa boring log yang dilakukan demi yang bertujuan untuk mengidentifikasi tanah pada Proyek Tower 1 Grand Dharmahusada lagoon maka dapat disimpulkan sebagai berikut

No	Spesifikasi	Spesifikasi	Spesifikasi	Spesifikasi	Spesifikasi	Spesifikasi	Spesifikasi
1	10	10	10	10	10	10	10
2	10	10	10	10	10	10	10
3	10	10	10	10	10	10	10
4	10	10	10	10	10	10	10
5	10	10	10	10	10	10	10
6	10	10	10	10	10	10	10
7	10	10	10	10	10	10	10
8	10	10	10	10	10	10	10
9	10	10	10	10	10	10	10
10	10	10	10	10	10	10	10

Mencari berat tanah kering

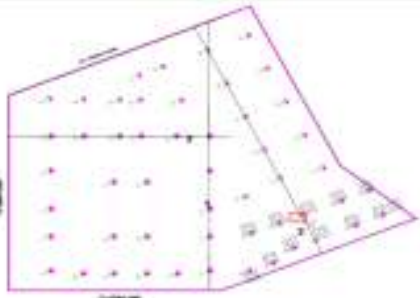
$$\gamma_d = \frac{G_s \times \gamma_w}{1 + e} = 0.791 \text{ t/m}^3$$

Mencari berat tanah jenuh

$$\gamma_{\text{sat}} = \frac{\gamma_w (G_s + e)}{1 + e} = 1.48 \text{ t/m}^3$$

Letak Tinjauan Pondasi Basement

Letak tinjauan pondasi basement ini dilakukan guna memperoleh hasil pendekatan yang lebih spesifik



Analisa Pelat

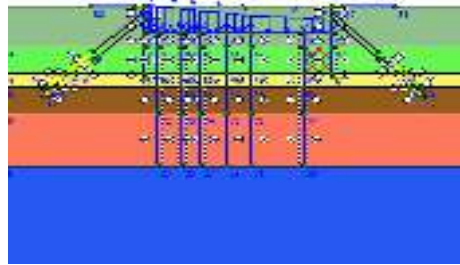
Analisa pelat sesuai dengan SNI-03-2847-2002 berfungsi untuk memasukan data pada program plaxis dalam menganalisa pondasi basement. Tinjauan pelat 1

- Jarak kolom kanan: $L/2 = 6.2/2 = 3.1$
- Jarak kolom kiri: $L/2 = 5.87/2 = 2.935$
- Jumlah jarak kolom: $3.1 + 2.935 = 6.035$
- Tebal Pelat : 50 cm = 0.5 meter
- Mutu beton : 400 mpa
- F_c : 37.35 mpa
- EC : $4700 \times \sqrt{f_c}$
= 27081.13735 mpa
- Luas pelat : $P \times L$
: 0.5×6.035
: 3.02 meter
- Inersia : $1/12 \times A^3$
: $1/12 \times (3.02^3)$
: 2.289605
- EA : $E_c \times A$
: 27081137×3.02
: 81717332 kN/m²
- EI : $E_c \times I$
: 27081137×2.289605
: 62005111 kN/m²

Analisa Struktur Pondasi Basement dengan Program Plaxis V.8.2

Analisa struktur pondasi basement yang akan dilakukan menggunakan program Plaxis V.8.2 dengan cara memasukan parameter-parameter data tanah yang dibutuhkan dan menggambar permodelan struktur sesuai dengan data teknis gambar dilapangan, analisa ini dengan pendekatan 3 (tiga) perletakan dengan

beban *overinforced* dan *underinforced*, berikut



Dimana akan dilakukan analisa secara bertahap sebagai berikut.

- Tahap 1
Kondisi dimana telah digali sedalam 10 meter diberi beban merata (q) pada tinjauan 1 dalam keadaan *overinforced*
- Tahap 2
Kondisi dimana telah digali sedalam 10 meter diberi beban merata (q) pada tinjauan 1 dalam keadaan *underinforced*
- Tahap 3
Kondisi dimana telah digali sedalam 10 meter diberi beban merata (q) pada tinjauan 2 dalam keadaan *overinforced*
- Tahap 4
Kondisi dimana telah digali sedalam 10 meter diberi beban merata (q) pada tinjauan 2 dalam keadaan *underinforced*
- Tahap 5
Kondisi dimana telah digali sedalam 10 meter diberi beban merata (q) pada tinjauan 3 dalam keadaan *overinforced*
- Tahap 6
Kondisi dimana telah digali sedalam 10 meter diberi beban merata (q) pada tinjauan 3 dalam keadaan *underinforced*

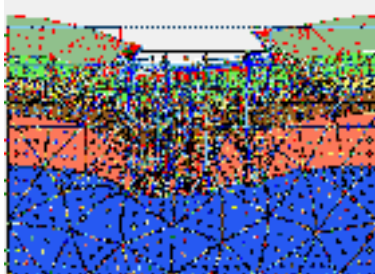
Output Analisa Tahap 1

1. Perpindahan Total

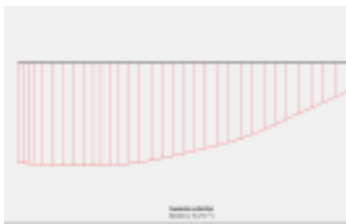
Berdasarkan hasil perhitungan tahap pertama yaitu pekerjaan galian 10 meter dan diberi beban merata dalam keadaan kolom *overinforced* pada tinjauan 1 (satu) oleh program

Plaxis mendapatkan nilai sebagai berikut.

Perpindahan total
= 117.29×10^{-3} meter
= 0.117 meter
= 11.7 cm



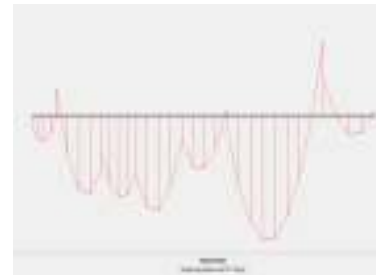
2. Perpindahan Vertikal Pelat
Hasil analisa perpindahan vertikal pada pelat basement dalam keadaan kolom overinforced pada tinjauan 1 (satu) oleh program Plaxis sebagai berikut :
- = -80.12×10^{-3}
= -0.0801 meter
= -8.02 cm



3. Perpindahan Horisontal pelat
Hasil analisa perpindahan Horisontal pada pelat basement dalam keadaan kolom overinforced pada tinjauan 1 (satu) oleh program Plaxis sebagai berikut :
- = 10.32×10^{-3} meter
= 0.01032 meter
= 1.03 cm



4. Momen Lentur Pelat
Hasil analisa momen lentur pada pelat basement dalam keadaan kolom overinforced pada tinjauan 1 (satu) oleh program Plaxis sebagai berikut
- = -6.09×10^3
= -6090 kNm/m



5. Perpindahan Vertikal Bore Pile
Hasil analisa perpindahan vertikal pada borepile basement dalam keadaan kolom overinforced pada tinjauan 1 (satu) oleh program Plaxis sebagai berikut
- = -78.97×10^{-3}
= -0.07897 meter
= -7.897 cm



6. Perpindahan Horisontal Bore Pile
Hasil analisa perpindahan Horisontal pada borepile basement dalam keadaan kolom overinforced pada tinjauan 1 (satu) oleh program Plaxis sebagai berikut
- = 20.67×10^{-3} meter
= 0.0206 meter
= 2.06 cm



7. Momen Lentur
 Hasil analisa momen lentur pada pelat basement dalam keadaan kolom *overinforced* pada tinjauan 1 (satu) oleh program Plaxis sebagai berikut =-185.08 kNm/m



8. Faktor Keamanan (SF)
 Faktor keamanan pada tinjauan 1 kolom dalam keadaan *overinforced* Sum SF = 7.085 seperti pada gambar 4.15



Hasil Output Plaxis pada tinjauan 2 dan 3 ditabelkan sebagai berikut

Tinjauan 2 kolom overinforced

	112.284				
Pergerakan total	10 ⁻²	0.11284	Maka	Pergerakan total	44.88 x 10 ⁻²
Pergerakan horizontal total	29.29 x 10 ⁻²			Pergerakan horizontal total	39.48 x 10 ⁻²
	3	0.29292	Maka		3
Pergerakan horizontal Patah	-1.04 x 10 ⁻¹	0.0104	Maka	Pergerakan horizontal Patah	-407.40
Momen lentur total	6.70 x 10 ⁻²	0.067	Maka	Momen lentur total	1.0 x 10 ⁻²
					26.0
Pergerakan vertikal Total pile	-41.78 x 10 ⁻¹	-		Pergerakan vertikal Total pile	-11.78 x 10 ⁻¹
	3	0.04178	Maka		3
Pergerakan horizontal Total pile	-14.45 x 10 ⁻¹	-		Pergerakan horizontal Total pile	-0.01174
	3	0.01445	Maka		3
Momen lentur Base Pile	229.28	229.28	Maka	Momen lentur Base Pile	-1.7 x 10 ⁻¹
					-0.07504
Faktor keamanan	1.4	1.4		Faktor keamanan	1.04
					1.04

Tinjauan 3 kolom overinforced

	112.284				
Pergerakan total	10 ⁻²	0.11284	Maka	Pergerakan total	44.88 x 10 ⁻²
Pergerakan horizontal total	29.29 x 10 ⁻²			Pergerakan horizontal total	39.48 x 10 ⁻²
	3	0.29292	Maka		3
Pergerakan horizontal Patah	-1.04 x 10 ⁻¹	0.0104	Maka	Pergerakan horizontal Patah	-407.40
Momen lentur total	6.70 x 10 ⁻²	0.067	Maka	Momen lentur total	1.0 x 10 ⁻²
					26.0
Pergerakan vertikal Total pile	-41.78 x 10 ⁻¹	-		Pergerakan vertikal Total pile	-11.78 x 10 ⁻¹
	3	0.04178	Maka		3
Pergerakan horizontal Total pile	-14.45 x 10 ⁻¹	-		Pergerakan horizontal Total pile	-0.01174
	3	0.01445	Maka		3
Momen lentur Base Pile	229.28	229.28	Maka	Momen lentur Base Pile	-1.7 x 10 ⁻¹
					-0.07504
Faktor keamanan	1.4	1.4		Faktor keamanan	1.04
					1.04

Tabel Output Plaxis pada Tinjauan 3 ditabelkan sebagai berikut

Tabel 4.10 Output plaxis 3D pada Tinjauan 3 Menggunakan Program Plaxis

Tinjauan 2 kolom overinforced

	112.284				
Pergerakan total	10 ⁻²	0.11284	Maka	Pergerakan total	44.88 x 10 ⁻²
Pergerakan horizontal total	29.29 x 10 ⁻²			Pergerakan horizontal total	39.48 x 10 ⁻²
	3	0.29292	Maka		3
Pergerakan horizontal Patah	-1.04 x 10 ⁻¹	0.0104	Maka	Pergerakan horizontal Patah	-407.40
Momen lentur total	6.70 x 10 ⁻²	0.067	Maka	Momen lentur total	1.0 x 10 ⁻²
					26.0
Pergerakan vertikal Total pile	-41.78 x 10 ⁻¹	-		Pergerakan vertikal Total pile	-11.78 x 10 ⁻¹
	3	0.04178	Maka		3
Pergerakan horizontal Total pile	-14.45 x 10 ⁻¹	-		Pergerakan horizontal Total pile	-0.01174
	3	0.01445	Maka		3
Momen lentur Base Pile	229.28	229.28	Maka	Momen lentur Base Pile	-1.7 x 10 ⁻¹
					-0.07504
Faktor keamanan	1.4	1.4		Faktor keamanan	1.04
					1.04

Tinjauan 3 kolom overinforced

	112.284				
Pergerakan total	10 ⁻²	0.11284	Maka	Pergerakan total	44.88 x 10 ⁻²
Pergerakan horizontal total	29.29 x 10 ⁻²			Pergerakan horizontal total	39.48 x 10 ⁻²
	3	0.29292	Maka		3
Pergerakan horizontal Patah	-1.04 x 10 ⁻¹	0.0104	Maka	Pergerakan horizontal Patah	-407.40
Momen lentur total	6.70 x 10 ⁻²	0.067	Maka	Momen lentur total	1.0 x 10 ⁻²
					26.0
Pergerakan vertikal Total pile	-41.78 x 10 ⁻¹	-		Pergerakan vertikal Total pile	-11.78 x 10 ⁻¹
	3	0.04178	Maka		3
Pergerakan horizontal Total pile	-14.45 x 10 ⁻¹	-		Pergerakan horizontal Total pile	-0.01174
	3	0.01445	Maka		3
Momen lentur Base Pile	229.28	229.28	Maka	Momen lentur Base Pile	-1.7 x 10 ⁻¹
					-0.07504
Faktor keamanan	1.4	1.4		Faktor keamanan	1.04
					1.04

Untuk nilai faktor reserve daya (sum) kolom SF > 2 untuk pondasi normal dan sedang (petak) (SNI 3080:2002)

Kontrol keamanan

Pada analisa layan pondasi basement tower 1 Grand Dharmahusada Lagoon memenuhi faktor-faktor keamanan yang mencakup lendutan pelat maupun differential settlement.

- Kontrol lendutan pada pelat
 - Lendutan pelat tinjauan 1 kolom dalam keadaan *overinforced* = 8.02 cm
 - Lendutan pelat Tinjauan 1 kolom dalam keadaan *underinforced* = 3.45 cm
 - Lendutan ijin pelat untuk tinjauan 1 L/28 (SNI-03-2847) = 6000 / 28 = 214 mm = 21.4 cm
 - Lendutan pelat tinjauan 2 kolom dalam keadaan *overinforced* = 9.54 cm
 - Lendutan pelat Tinjauan 2 kolom dalam keadaan *underinforced* = 2.9 cm
 - Lendutan ijin pelat untuk tinjauan 1 L/28 (SNI-03-2847) = 8000 / 28 = 285 mm = 28.5 cm
 - Lendutan pelat tinjauan 3 kolom dalam keadaan *overinforced* = 9.62 cm
 - Lendutan pelat Tinjauan 3 kolom dalam keadaan *underinforced* = 3.64 cm
 - Lendutan ijin pelat untuk tinjauan 1 L/28 (SNI-03-2847) = 6000 / 28 = 214 mm = 21.4 cm

Dari hasil analisa kontrol lendutan yang terjadi pada pondasi

rakit lebih kecil dari batas lendutan ijin maksimum pada SNI 03-2847-2002 sehingga lendutan yang terjadi diinyatakan aman.

2. Kontrol differential settlement pada pelat ((American Concrete Institute Committee 336, 1988)

- Kontrol differential settlement pada tinjauan 1 dalam keadaan overinforced $=K_r =$

$$\frac{EI_b}{E_s B^3} = \frac{82.91 \times 10^{-3}}{80.76 \times 10^{-3}} = 1.026$$

- Kontrol differential settlement pada tinjauan 1 dalam keadaan underinforced $=K_r =$

$$\frac{EI_b}{E_s B^3} = \frac{34.51 \times 10^{-3}}{34.1 \times 10^{-3}} = 1.012$$

- Kontrol differential settlement pada tinjauan 2 dalam keadaan overinforced $= K_r =$

$$\frac{EI_b}{E_s B^3} = \frac{29.48 \times 10^{-3}}{29.29 \times 10^{-3}} = 1.063$$

- Kontrol differential settlement pada tinjauan 2 dalam keadaan underinforced $=K_r =$

$$\frac{EI_b}{E_s B^3} = \frac{95.48 \times 10^{-3}}{90.54 \times 10^{-3}} = 1.0545$$

- Kontrol differential settlement pada tinjauan 3 dalam keadaan overinforced $=K_r =$

$$\frac{EI_b}{E_s B^3} = \frac{36.45 \times 10^{-3}}{34.39 \times 10^{-3}} = 1.059$$

- Kontrol differential settlement pada tinjauan 3 dalam keadaan underinforced $=K_r =$

$$\frac{EI_b}{E_s B^3} = \frac{96.25 \times 10^{-3}}{93.78 \times 10^{-3}} = 1.026$$

differential settlement dari tiga tinjauan pada proyek lebih kecil dari 0.5 maka kekuan pelat lebih besar dari pada kekuan tanah sehingga pelat sangat kaku dan kemungkinan

terjadi differential settlement kecil sekali

3. Kontrol moment yang terjadi pada pelat basement

- Tulangan atas = 2D32-140
- Tulangan bawah = 2D32 -140
- Diameter tulangan = 32 mm
- Jarak tulangan = 140 mm
- B(lebar) = 1000 mm
- Fy = 400 Mpa
- f'c = 37.35 Mpa (0.083 xK400)

Menentukan luas tulangan tarik (Asy) sedemikian sehingga tulangan tulangan tekan akan meleleh

- $\epsilon_y = \frac{400}{2 \times 10^5} = 0.002$
- (Xy-50): Xy = 0.002 : 0.003
- Xy = 150 mm
- Ay = $\beta 1 \cdot Xy = 0.85 \cdot (150) = 127.5 \text{ mm}$
- As = $2 \left(\frac{1}{4} \pi (32)^2 \right) \times \frac{1000}{140} = 11483.3 \text{ mm}^2$
- Ccy = $0.85 \cdot f'c \cdot b \cdot ay = 0.85 \cdot 37.35 \cdot 1000 \cdot 127.5 = 4047806.25 \text{ N}$
- Csy = $(fy \cdot 0.85 \cdot f'c) \cdot As' = 400 \cdot 0.85 \cdot 37.35 \cdot 11483.43 = 145828059 \text{ N}$
- Ty = $Ccy + Csy = 149875866 \text{ N}$
- Asy = $Ty / fy = 374689.664 \text{ mm}$

Sedangkan diketahui As 140D32

- As < Asy, maka tulangan tekan belum leleh maka
- Cc = $0.85 \cdot f'c \cdot x \cdot b \cdot A = 0.85 \cdot 37.35 \cdot 1000 \cdot (0.85) \cdot x = 10794.15 \cdot x$
- Cs = $(f'c - 0.85 \cdot f'c) \cdot As'$
- Dimana f's = $\epsilon' \cdot s \cdot Es$
- $\epsilon' \cdot s = 0.003 \cdot (x-50) / x$
- Sehingga f's = $200000 \cdot \frac{0.003 \cdot (x-50)}{x}$
- Dan Cs = $\frac{1000 \cdot (x-50)}{x} - 0.85 \cdot (37.35) \cdot x$
- As = 5711560.3 N
- T = $As \cdot fy = 11483.43 \cdot 400 = 4593371.4$
- = $10794.15 \cdot x + 11483.43 + (600 \cdot (x-50)) / x - 31.747$
- X = 124.92 mm
- A = $\beta 1 \cdot x = 0.85 \cdot 124.92 = 106.184 \text{ mm}$

- $C_s = 5711560.33 \text{ N}$
- $C_c = 10794.15 \cdot 124.92 = 1348437.4 \text{ N}$
- $M_n = 7059997.72 \times 886.25 = 6256922983 \text{ N-mm} = 62569.23 \text{ Kn-m}$

Dari analisa moment tersebut bahwasanya moment yang maksimum yang mencapai 62569.23 Kn-m lebih besar dari moment output program komputer plaxis 2D sehingga kontrol moment yang terjadi pada pondasi rakit dinyatakan aman.

KESIMPULAN

Berdasarkan studi yang telah dilakukan terhadap kapasitas kemampuan layan pondasi rakit pada proyek Tower 1 Grand Dharmahusada Lagoon Surabaya dapat disimpulkan.

1. Kemampuan layan pondasi rakit pada proyek Tower 1 Grand Dharmahusada Lagoon Surabaya memiliki lendutan pelat yang lebih kecil dari pada lendutan ijin sesuai *SNI 03-2847-2002* dalam menahan beban kolom dalam keadaan *overinforced* dan *underinforced* sehingga aman.
2. *Differential settlement* (perbedaan penurunan) yang terjadi pada pondasi rakit (*raft foundation*) dengan pendukung bore pile pada proyek Tower 1 Grand Dharmahusada Lagoon lebih besar dari 0.5 (*American Concrete Institute Committee 336, 1988*) sehingga pelat pondasi basement tergolong kaku (*rigid*) dan kemungkinan terjadi *differential settlement* sangatlah kecil.
3. Hasil akhir dari beberapa kontrol menunjukan bahwa kapasitas kemampuan layan pondasi rakit (*raft foundation*) dengan pendukung Bore pile kedalaman 60 meter pada Proyek Tower 1 Grand Dharmahusada Lagoon sangat mampu menjalankan fungsinya dalam menahan struktur atas dan menahan kesetabilan tanah

yang berada dibawah pondasi rakit pada Proyek Tower 1 Grand Dharmahusada Lagoon surabaya.

SARAN

Beberapa saran yang dapat diberikan pada penelitian ini adalah

1. Penggunaan perangkat lunak diperlukan dalam analisis pondasi basement yang lebih detil sehingga hasilnya lebih spesifik.
2. Untuk penilitan seharusnya ditambah dihitung manual sebagai pembanding hasil agar lebih baik.
3. Penggunaan perangkat lunak yang lebih baik agar nilai nilainya lebih mendekati pada lapangan seperti Plaxis 3D .
4. Lebih teliti dalam menginput data data dalam perangkat lunak

DAFTAR PUSTAKA

- Priyono, P. (1994). Diktat Kuliah Struktur Beton 1 (Berdasarkan SNI 03 – 2874 – 2002). Universitas Muhammadiyah Jember, Jember.
- Priyono, P. (1994). Diktat Kuliah Struktur Beton 2 (Berdasarkan SNI 03 – 2874 – 2002). Universitas Muhammadiyah Jember, Jember.
- Das, Braja M., 2007, “Principles of Foundation Engineering Civil Engineering Department” El Paso; The Unniversity of texas.
- [CSI] Computer & Structure, Inc. 2010. Introduction to CSI Column. Amerika at (US); University Avenue
- SNI (Standard Nasional Indonesia) “Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk bangunan Gedung” (SNI 03-2847-2002).
- Das, Braja M., 2001 “Principles of Foundation Engineering Sevent Edition” . Mat foundation

