

ANALISIS DAYA DUKUNG TIANG BOR (BORED PILE) PADA STRUKTUR PYLON JEMBATAN SOEKARNO DENGAN PLAXIS 3D

Christian Harsanto

Fabian J Manoppo, J R Sumampouw

Universitas Sam Ratulangi Fakultas Teknik Jurusan Sipil Manado

Email:charsanto10@gmail.com

ABSTRACT

All construction is engineered for resting on the ground should be supported by a foundation. Foundation serves as the support of the building and continue building loads on it to ground layer sufficient carrying capacity. In planning the foundation on the bridge pylon Dr. Ir. Soekarno used types of foundation pile (bored pile) because the structure of the soil at the location of the pylon is generally composed of loose sand soil or soft clay.

In analyzing the bearing capacity of the foundation pile (bored pile) used two ways namely static and PLAXIS 3D. Static way a correlation analysis calculations using formulas that already exist or that are generally often used. While PLAXIS 3D is a finite element program for geotechnical applications where land use models to simulate the behavior of soil.

Results of capacity analysis by means of static and Plaxis 3D produces the best configuration is setup in a way satis I. Analysis: $N = 17.563$ tonnes, $Q = 4.329$ tons, $M = 6.615$ ton-m, $S = 0.087$ m, $Y_o = 0.044$ m. While the analysis with Plaxis 3D: $N = 14.320$ tonnes, $Q = 25.800$ tons, $M = 5.340$ ton-m, $S = 0.025$ m, $Y_o = 0.023$ m.

Keywords : Bored Pile, Bearing Capacity, Static, Plaxis 3D.

I. PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Pondasi digunakan dalam teknik sipil untuk mendefinisikan suatu konstruksi bangunan yang berfungsi sebagai penopang bangunan dan meneruskan beban bangunan di atasnya ke lapisan tanah yang cukup daya dukungnya.

Berdasarkan kedalaman tertanam di dalam tanah, maka pondasi dibedakan menjadi pondasi dangkal (*shallow foundation*) dan pondasi dalam (*deep foundation*). Dikatakan pondasi dalam apabila perbandingan antara kedalaman pondasi (D) dengan diameternya (B) adalah lebih besar sama dengan 10 ($D/B \geq 10$). Sedangkan pondasi dangkal apabila $D/B \leq 4$.

Tiang bor (*bored pile*) merupakan salah satu jenis pondasi yang merupakan bagian dari konstruksi yang terbuat dari beton dan tulangan baja. Fungsi pondasi ini untuk mentransfer beban-beban dari atas ke lapisan tanah. Bentuk distribusi beban dapat berbentuk beban vertikal melalui dinding tiang. Dengan kata lain daya dukung tiang dapat dikatakan merupakan

kombinasi tahan selimut dengan tahanan ujung tiang.

Dalam dunia teknik sipil sendiri khususnya geoteknik, dikenal program perhitungan Soil and Rock Mechanics yaitu *Plaxis 3D*. *Plaxis* adalah program elemen hingga untuk aplikasi geoteknik dimana digunakan model-model tanah untuk melakukan simulasi terhadap perilaku dari tanah. Dengan mengacu pada fungsional dari program *Plaxis 3D* tersebut, maka akan digunakan untuk menganalisa daya dukung serta perilaku tiang bor pada struktur pylon Jembatan Soekarno.

I.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana daya dukung aksial tiang bor (*bored pile*) pada struktur pylon Jembatan Soekarno ?
2. Bagaimana daya dukung lateral tiang bor (*bored pile*) pada struktur pylon Jembatan Soekarno ?

3. Berapa besar moment yang terjadi pada pada struktur pylon Jembatan Soekarno?
4. Berapa besar penurunan yang terjadi dan pengaruhnya terhadap Jembatan Soekarno ?
5. Berapa besar defleksi yang terjadi dan pengaruhnya terhadap Jembatan Soekarno ?

I.3 Batasan Masalah

1. Program yang digunakan adalah *Plaxis 3D*.
2. Data sekunder seperti Parameter tanah dan Parameter tiang bor (*bored pile*) pada struktur pylon jembatan yang digunakan untuk menganalisis di ambil dari PT Hutama Karya selaku pelaksana proyek Jembatan Soekarno.
3. Pembebanan statis.
4. Tidak terjadi eksentrisitas.

I.4 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui konfigurasi tiang bor (*bored pile*) yang paling baik menahan beban aksial dan lateral dalam satu konfigurasi, serta aman terhadap settlement dan defleksi yang terjadi.

I.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah untuk mengetahui daya dukung tiang bor (*bored pile*) pada struktur pylon Jembatan Soekarno dalam menahan beban aksial, beban lateral, dan moment.

I.6 Metode Penelitian

1. Melakukan *study pustaka (pengumpulan referensi)* mengenai tiang bor (*bored pile*), baik daya dukung aksial maupun lateral dari tiang bor (*bored pile*) serta penurunan dan defleksi yang terjadi.
2. Pengumpulan data-data tanah yang terdiri dari data hasil uji SPT dan data hasil uji laboratorium.
3. Melakukan analisis dan perhitungan data dengan cara statis dan dengan bantuan program *Plaxis 3D*.
4. Melakukan analisis terhadap hasil perhitungan dan membuat kesimpulan.

II. LANDASAN TEORI

II.1 Pondasi Tiang Bor (*Bored Pile*)

Pondasi tiang bor (*bored pile*) adalah pondasi tiang yang pemasangannya dilakukan dengan mengebor tanah pada awal pengerjaannya. *Bored pile* dipasang ke dalam tanah dengan cara mengebor tanah terlebih dahulu, baru kemudian diisi tulangan dan dicor beton.

II.2 Rumus Utama

Rumus utama (*main formula*) merupakan rumus-rumus dasar yang digunakan dalam perhitungan analisis dalam penelitian ini.

Analisis Daya Dukung Tiang Bor (*Bored pile*)

1. Daya dukung aksial

- a. Berdasarkan data SPT Luciano Decourt (1987)

$$Q_u = (A_p \times N_p \times k) + (K_{ell} \times L \times \left(\frac{N}{3} + 1\right)) \quad (1)$$

Mayerhof (1956)

$$Q_u = (4 \times N_p \times A_p) + \frac{N \times A_s}{50} \quad (2)$$

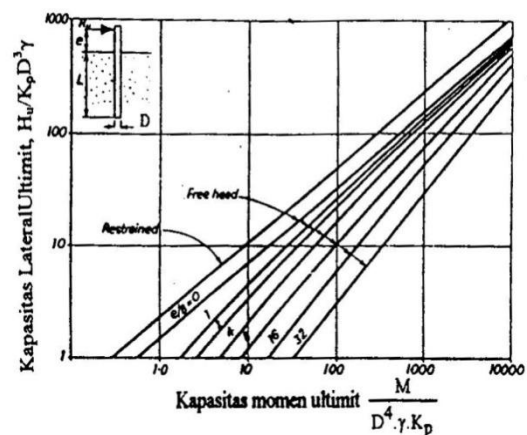
- b. Berdasarkan data laboratorium Meyerhof:

$$q_{ult} = cN_c + PoN_q + 0.5\gamma BN_\gamma \quad (3)$$

2. Daya dukung lateral

Broms

Metode perhitungan ini menggunakan teori tekanan tanah yang disederhanakan dengan menganggap bahwa sepanjang kedalaman tiang, tanah mencapai nilai ultimit.



Gambar 2.1 Kapasitas Lateral Ultimate untuk Tiang Panjang pada Tanah Pasir

Meyerhoff

Meyerhoff (1995) memberikan solusi untuk tiang kaku (rigid) dan tiang fleksibel, berdasarkan kekakuan relative Kr untuk tanah pasir :

- Tiang pendek (kaku)

$$Q_u = 0.12\gamma DL^2 K_{br} \leq 0.4 p_1 DL \quad (4)$$

- Tiang panjang (fleksibel)
Dapat dihitung dengan persamaan 4 dengan mensubstitusi panjang tiang efektif (L_e) untuk L .

$$Q_u = 0.12\gamma DL^2 K_{br} \leq 0.4 p_1 DL \quad (5)$$

$$\frac{L_e}{L} = 1.65K_r^{0.12} \leq 1 \quad (6)$$

Momen maksimumnya adalah :

$$M_{maks} = 0.3K_r Q_u L \leq 0.3Q_u L \quad (7)$$

3. Defleksi

Metode Poulus and Davis :

$$y_o = \frac{2.4H}{nh^5 EI^5} + \frac{1.6H}{nh^5 EI^5} \quad (8)$$

4. Settlement

- Menentukan penurunan batang tiang

$$S_1 = \frac{(Q_p + \alpha Q_s)L}{A_p E_p} \quad (9)$$

- Menentukan penurunan tiang akibat beban di ujung tiang

$$S_2 = \frac{q_{wp} D}{E_s} (1 - \mu_s^2) I_{wp} \quad (10)$$

- Menentukan penuruna tiang akibat beban tersalurkan sepanjang tiang

$$S_3 = \left(\frac{Q_{ws}}{pL}\right) \frac{D}{E_s} (1 - \mu_s^2) I_{ws} \quad (11)$$

Kaisson (sumuran)

1. Daya dukung axial kaisson/ sumuran

Untuk pondasi kaisson pada tanah pasir, Berezantev (1965) mengusulkan persamaan kapasitas dukung ijin untuk nilai maksimum $S/B = 0,2$ sebagai berikut :

$$q_a = \gamma B(B_k) \quad (12)$$

$$Q_s = A_s K_a p_0 t g \phi \quad (13)$$

$$Q_a = q_a A_b + \left(\frac{1}{F}\right) (Q_s - W_s) \quad (14)$$

2. Daya dukung lateral kaisson/ sumuran

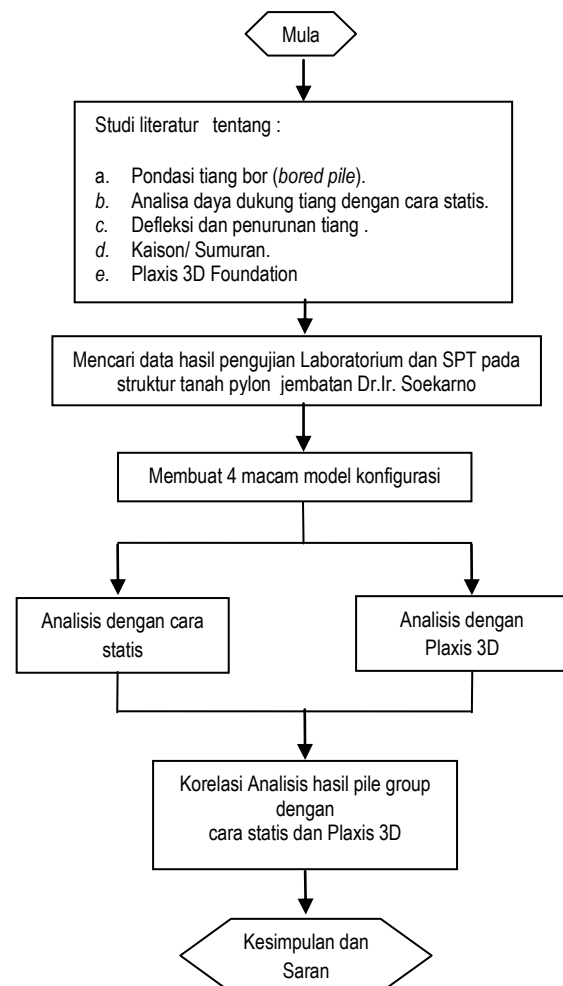
$$Q_{max} = q_{max} \times L \quad (15)$$

3. Moment kaisson/sumuran

$$M = QH + \frac{2Qx}{3} \quad (16)$$

III. METODOLOGI PENELITIAN

III.1 Bagan Alir Penulisan



Gambar 3.2 Bagan alir penulisan

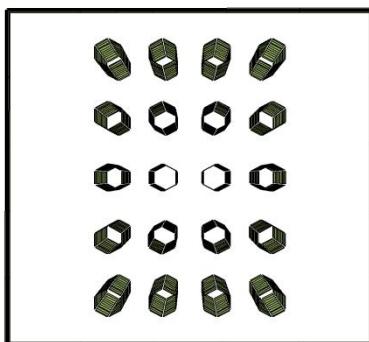
III.2 Pemodelan Plaxis 3D

Di dalam penelitian ini akan dijelaskan tahapan-tahapan pemodelan yang telah dilakukan dengan menggunakan program elemen hingga Plaxis 3D.

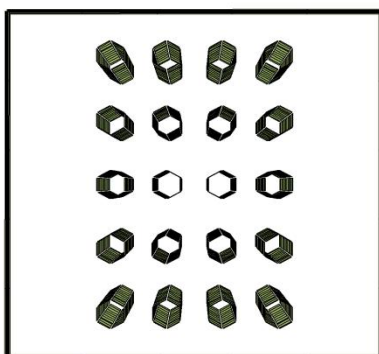
1. Membuka Program Plaxis 3D Input
2. Memasukkan General Project Properties
3. Memasukkan Data Kontur Tanah dan Data Material
4. Menentukan Workplane
5. Membuat struktur pondasi (*pile*)
6. Memasukkan beban
7. Membuat syarat-syarat batas (*Boundary Condition*)
8. Melakukan Mesh Modeling
9. Calculation
10. Melihat output perhitungan

III.3 Geometri Pemodelan Konfigurasi

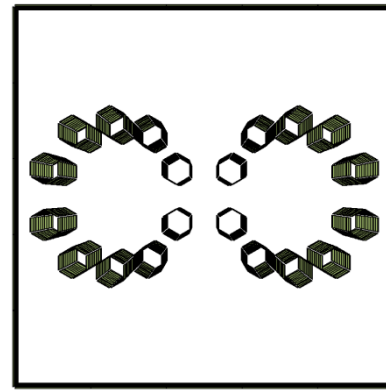
Di dalam lampiran ini akan diberikan gambar-gambar geometri pemodelan untuk setiap konfigurasi di dalam penelitian ini dengan program Plaxis 3D, yang mana terdapat 4 konfigurasi yaitu sebagai berikut:



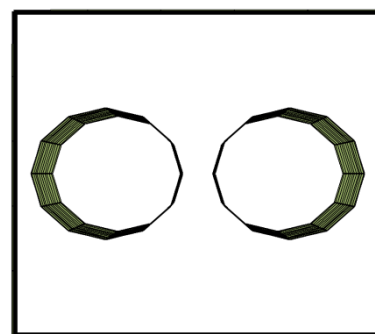
Gambar 3.3 Konfigurasi I



Gambar 3.4 Konfigurasi II



Gambar 3.5 Konfigurasi III



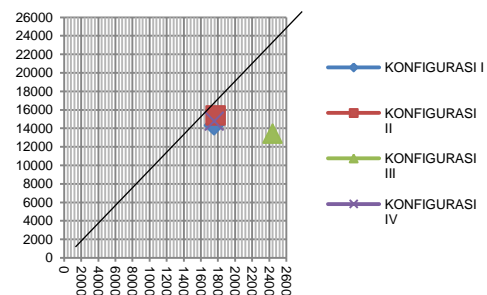
Gambar 3.5 Konfigurasi IV

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Axial group

Tabel 4.1 Analisis axial group

NO	KETERANGAN	PLAXIS	STATIS	SELISIH	PERSENTASE	PERSENTASE
		(ton)	(ton)	(ton)	(%)	RATA-RATA (%)
1	KONFIGURASI I	14320	17563	3243	10.171	13.775
2	KONFIGURASI II	15380	17723	2343	7.078	
3	KONFIGURASI III	13420	24422	11002	29.074	
4	KONFIGURASI IV	14768	17610	2842	8.777	

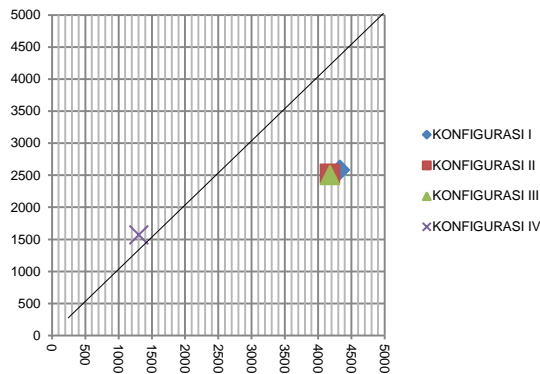


Gambar 4.1 Hubungan Qaxial-plaxis & Qaxial-statis

Lateral group

Tabel 4.2 Analisis lateral group

NO	KETERANGAN	PLAXIS	STATIS	SELISIH	PERSENTASE	PERSENTASE
		(ton)	(ton)	(ton)	(%)	RATA-RATA (%)
1	KONFIGURASI I	2580	4329	1749	25.318	21.792
2	KONFIGURASI II	2520	4181	1661	24.790	
3	KONFIGURASI III	2500	4181	1883	28.183	
4	KONFIGURASI IV	1564	1309	255	8.876	

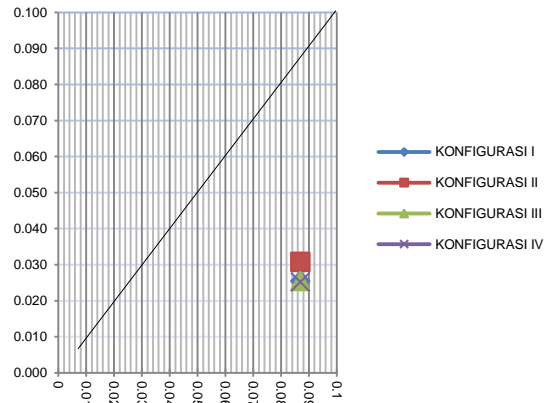


Gambar 4.2 Hubungan Qlateral-plaxis & Qlateral-statis

Settlement group

Tabel 4.4 Analisis settlement group

NO	KETERANGAN	PLAXIS	STATIS	SELISIH	PERSENTASE	PERSENTASE
		(m)	(m)	(m)	(%)	RATA-RATA (%)
1	KONFIGURASI I	0.025	0.087	0.061	6.150	6.020
2	KONFIGURASI II	0.031	0.087	0.056	5.611	
3	KONFIGURASI III	0.025	0.087	0.061	6.146	
4	KONFIGURASI IV	0.025	0.087	0.062	6.174	

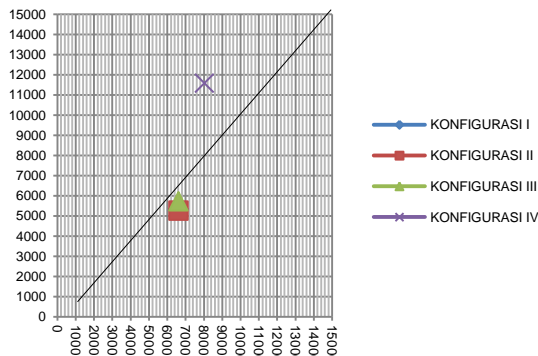


Gambar 4.4 Hubungan S-plaxis & S-statis

Moment group

Tabel 4.3 Analisis moment group

NO	KETERANGAN	PLAXIS	STATIS	SELISIH	PERSENTASE	PERSENTASE
		(ton-m)	(ton-m)	(ton-m)	(%)	RATA-RATA (%)
1	KONFIGURASI I	5340	6615	1275	10.668	11.859
2	KONFIGURASI II	5260	6615	1355	11.413	
3	KONFIGURASI III	5720	6615	895	7.259	
4	KONFIGURASI IV	11574	8027	3547	18.097	

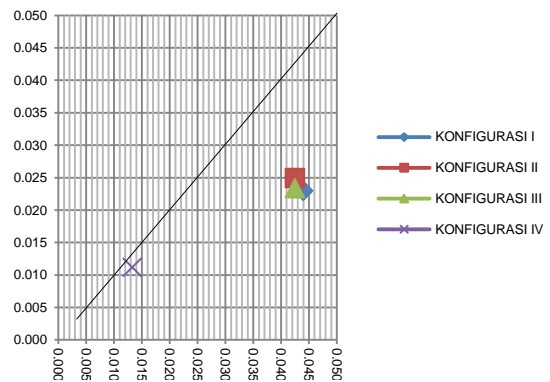


Gambar 4.3 Hubungan M-plaxis & M-statis

Defleksi group

Tabel 4.5 Analisis defleksi group

NO	KETERANGAN	PLAXIS	STATIS	SELISIH	PERSENTASE	PERSENTASE
		(m)	(m)	(m)	(%)	RATA-RATA (%)
1	KONFIGURASI I	0.023	0.044	0.021	2.107	1.516
2	KONFIGURASI II	0.024	0.042	0.018	1.828	
3	KONFIGURASI III	0.023	0.042	0.019	1.917	
4	KONFIGURASI IV	0.011	0.013	0.002	0.214	



Gambar 4.26 Hubungan Yo-plaxis & Yo-statis

V. PENUTUP

Kesimpulan

Dengan melihat hasil analisis dan perhitungan dalam bentuk tabel dan grafik, maka dapat diambil beberapa kesimpulan, yaitu :

1. Daya dukung axial plaxis 3D lebih kecil dari daya dukung axial statis ($Q_{axial-plaxis} < Q_{axial-statis}$) dengan selisih persentase sebesar 13.775 %.
2. Daya dukung lateral plaxis 3D lebih kecil dari daya dukung lateral statis ($Q_{lateral-plaxis} < Q_{lateral-statis}$) dengan selisih persentase sebesar 21.792%.
3. Moment plaxis 3D lebih kecil dari moment statis ($M-plaxis < M-statis$) dengan selisih persentase sebesar 11.859 %.
4. Settlement plaxis 3D lebih kecil dari settlement statis ($S-plaxis < S-statis$) dengan selisih persentase sebesar 6.020 %.
5. Defleksi plaxis 3D lebih kecil dari defleksi statis ($Y_o-plaxis < Y_o-statis$) dengan selisih persentase sebesar 1.516 %.
6. Dari hasil analisis dan perhitungan didapat konfigurasi terbaik yaitu konfigurasi I dengan daya dukung axial 14320 ton, daya dukung lateral 2580 ton, moment 5340 ton-m, settlement 0.025 m, dan defleksi 0.023 m.

Saran

Perlu diadakan study lebih lanjut tentang analisis daya dukung dengan Plaxis 3D, terutama tentang pemodelan-pemodelan yang dipakai untuk menghasilkan daya dukung.

DAFTAR PUSTAKA

- Bowles. Joseph. E. 1983. *Analisa dan Disain Pondasi Jilid 1 Edisi ke 3*. Jakarta : Erlangga
- Bowles. Joseph. E. 1991. *Analisa dan Disain Pondasi Jilid 2 Edisi keempat*. Jakarta : Erlangga
- Hardiyatmo, H.C., *Teknik Pondasi 2*, Beta Offset, Yogyakarta 2003
- Peck Ralph. B, Thornburn Thomas H, Hansen Walter E. *Teknik Pondasi*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press
- Eva Harianto, 02.12.0019, (2007). Analisis Daya Dukung Pondasi Tiang Bor Menggunakan Software Shaft1 dan Uji Beban Statis
- Wildan Firdaus, 3107 100 107. Studi Perilaku Tiang Pancang Kelompok Menggunakan Plaxis 2D Pada Tanah Lunak (*Very Soft Soil – Soft Soil*)
- Richard H. Lahaghari, 040 211 058. Analisa Daya Dukung *Bored Pile* Dengan *Pile Driving Analyzer* (PDA)