

# ANALISIS DAYA DUKUNG PONDASI BORED PILE RS. HERMINA BEKASI DENGAN METODE *MEYERHOFF* DAN *REESE AND WRIGHT*

Faizal Addin Achmad<sup>1</sup>, Gali Pribadi<sup>2\*</sup>, Syayyidah Salsabilah<sup>3</sup>,

<sup>1</sup>Prodi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Krisnadwipayana, Indonesia<sup>2</sup>

\*galipribadi@unkris.ac.id

## Abstrak

Pembahasan Tugas Akhir ini bertujuan untuk meninjau kembali salah satu bagian penting dalam sebuah perencanaan gedung yaitu perencanaan pondasi. Pondasi inilah yang menopang dan menahan suatu beban yang bekerja di atasnya. Suatu perencanaan pondasi dikatakan benar apabila beban yang diteruskan ke tanah tidak melampaui kekuatan tanah yang bersangkutan. Penyelidikan tanah sangat diperlukan untuk merencanakan pondasi, terutama penyelidikan bor untuk memastikan kedalaman tanah keras. Pemilihan pondasi *bored pile* bergantung pada kondisi lingkungan sekitar. Penelitian ini bertujuan untuk dapat menganalisis nilai daya dukung tiang *bored pile* dan dapat menganalisis penurunan tiang *bored pile*. Data umum diperoleh dari hasil peninjauan dan pengamatan langsung dilokasi rencana pembangunan. Data sekunder didapat dari kontraktor atau konsultan perencana serta literatur-literatur yang berlaku, yang digunakan dalam analisis. Metode analisis yang digunakan dalam Tugas Akhir ini adalah dengan menggunakan program komputer Plaxis 3D dan metode perhitungan manual untuk menghitung daya dukung, dan penurunan pondasi yang ditunjang dengan berbagai literatur dan data geoteknik yang didapat.

**Kata kunci:** Pondasi *bored pile*, daya dukung, penurunan.

## Abstract

*This final project discussion aims to review one of the important parts in a building planning, namely foundation planning. This foundation is what supports and holds a load that works on it. A foundation design is said to be correct if the load transmitted to the soil does not exceed the strength of the soil in question. Soil investigation is very necessary for planning foundations, especially drill investigations to ensure the depth of hard soil. The selection of bored pile foundations depends on the surrounding environmental conditions. This study aims to be able to analyze the value of the carrying capacity of the bored pile and to analyze the decrease in the bored pile. General data is obtained from the results of direct observation and observation at the location of the development plan. Secondary data is obtained from the contractor or planning consultant as well as the applicable literature, which is used in the analysis. The analytical method used in this final project is to use the Plaxis 3D computer program and the manual calculation method to calculate the bearing capacity and settlement of the foundation supported by various literatures and geotechnical data obtained. **Keywords:** Pile foundation, pile bearing capacity, settlement.*

## 1. PENDAHULUAN

Seiring kemajuan teknologi yang sangat pesat, maka Rumah Sakit (RS) Hermina Bekasi resmi berencana membuat gedung baru dengan interior yang lebih modern dengan sangat memperhatikan kekuatan serta ketahanan struktur. Gedung baru ini direncanakan diberi nama "RS Hermina Bekasi Gedung IV". Selain itu, gedung ini juga dibutuhkan sebagai gedung tambahan untuk penanganan Covid-19. Gedung yang mempunyai 6 lantai ini memiliki keadaan tanah yang kurang keras atau lempung sehingga harus menggunakan pondasi yang kuat supaya dapat menopang kekuatan bangunan tersebut.

Pondasi merupakan salah satu bagian penting yang perlu dilakukan sebelum melakukan kegiatan pembangunan di atas permukaan tanah. Menurut Hardiyatamo (2008), *Board Pile* merupakan jenis pondasi yang sering dipakai apabila efek dinamis dari tiang pancang

mengganggu struktur dan jenis tanah yang keras sehingga sulit untuk menggunakan tiang pancang dalam pembangunannya. *Bored Pile* dipasang ke dalam tanah dengan mengebor tanah terlebih dahulu, yang kemudian dipasang tulang yang telah dirakit terlebih dahulu dan dicor beton. Jenis pondasi ini dapat digunakan pada bangunan dengan struktur berat maupun ringan, seperti bangunan tingkat tinggi dan jembatan. Namun, Pondasi *Bored Pile* ini berbeda dengan Tiang Pancang. Perbedaan tersebut antara lain adalah *Bored Pile* dipasang dengan menggali lubang bor dan mengisinya dengan beton, sedangkan tiang pancang dimasukkan ke tanah dengan mendesak tanah sekitarnya (*displacement pile*).

Pada pondasi *Bored Pile*, beton di cor dalam keadaan basah dan mengalami masa *curing* dibawah tanah. *Casing* terkadang digunakan untuk menjaga kestabilan dinding lubang bor. *Casing* tersebut dapat tidak dicabut karena kualitas lapangan. Pada pondasi *Bored Pile*, perencana juga harus memperhatikan dan menyesuaikan kondisi tanah dalam menentukan penggalian lubang bor.

Pondasi *Bored Pile* ini memiliki kelebihan antara lain adalah aman digunakan pada daerah yang sempit dan padat bangunan karena tidak menimbulkan getaran yang terlalu keras sehingga tidak merusak bangunan sekitarnya. Saat proses pengeboran, pondasi ini juga tidak menimbulkan pergeseran tiang ataupun gelombang pada tanah. Pondasi ini juga memiliki ketahanan yang lebih besar terhadap beban lateral. Selain itu, bagian dasar pondasi dapat dibuat menjadi lebih lebar untuk meningkatkan ketahanannya dan kedalaman tiang cukup bervariasi sesuai dengan jenis yang digunakan. Kondisi dasar *Bored Pile* yang telah didirikan juga dapat diperiksa secara langsung.

Pondasi *Bored Pile* ini juga memiliki kekurangan antara lain adalah dapat terjadi *necking* yang dapat mengurangi kekuatan struktur *Bored Pile* apabila teknik pengecorannya tidak dimonitor secara bertahap setiap 2 m. Selain itu, proses pengeboran yang dilakukan juga dapat mengurangi kepadatan tanah. Proses pengeboran tanah sendiri juga sangat tergantung dengan kondisi cuaca, yakni pada kondisi cuaca tertentu, pengeboran sangat sulit dilakukan. Hal ini terjadi karena saat lubang bor memasukkan air, maka kondisi tanah terganggu sehingga mengurangi kekuatan pondasi ini. Pondasi ini juga dapat mengakibatkan tanah longsor apabila tidak menggunakan *casing* saat proses pemasangannya. Dasar lubang pada pondasi ini juga rentan terkena timbunan lumpur yang berakibat kedalamannya tidak maksimal. Pembesaran ujung pondasi juga tidak dapat dilakukan pada tanah dengan komposisi pasir tinggi.

Pembahasan dalam penelitian ini adalah analisis daya dukung pondasi *Bored Pile* pada RS Hermina Bekasi dengan Metode *Meyerhoff* dan *Resse and Wright*. Metode studi kasus yang digunakan dalam penelitian ini adalah Metode *Meyehoff* dan *Resse and Wright* dengan metode hitung yang menggunakan *software Plaxis 3D*. Selain itu penelitian ini juga menganalisis penurunan pondasi *Bored Pile* dengan menggunakan perhitungan manual maupun dengan menggunakan *software Plaxis 3D*.

Batasan dari penelitian ini adalah penelitian ini hanya dilakukan pada proyek RS Hermina Bekasi. Selain itu, hal yang ditinjau dari penelitian ini hanya tiang *Bored Pile* tunggal P4A dan tegak lurus. Penelitian ini juga hanya menghitung daya pondasi *Bored Pile* berdasarkan data NSPT. Dalam menghitung penurunan pondasi, penelitian ini juga hanya berdasarkan metode perhitungan manual dan *software Plaxis 3D*.

## 2. METODE PENELITIAN

### 2.1 Teknik Pengumpulan Data

Teknik Pengumpulan data pada penelitian ini terdiri dari metode observasi dan studi literatur. Studi literature pada penelitian ini terdiri dari referensi buku, tugas akhir peneliti terdahulu, dan jurnal – jurnal. Adapun data yang diperoleh oleh peneliti pada penelitian ini terbagi menjadi dua, yakni data primer dan data sekunder. Data primer pada penelitian ini mengacu pada data tangan pertama yang dikumpulkan oleh peneliti sendiri serta berfungsi sebagai penunjang dan perencanaan, seperti kondisi dan letak lokasi proyek. Sedangkan, data sekunder dalam penelitian ini mengacu pada data yang dikumpulkan oleh orang lain sebelumnya serta berhubungan langsung dengan perencanaan. Pertama – tama, peneliti mengumpulkan data sekunder atau data yang telah ada. Kemudian data sekunder tersebut diolah menjadi data yang siap digunakan untuk menganalisis perhitungan selanjutnya, sehingga dapat mencapai tujuan penelitian.

### 2.2 Metode Analisis

Penelitian ini terdiri dari beberapa tahap. Pertama, peneliti mengumpulkan data baik data primer maupun data sekunder sehingga peneliti mengetahui Daya Dukung Ultimate dan Daya Dukung Izin. Setelah itu, peneliti mengumpulkan data sondir dan Bor Log. Kemudian, peneliti menganalisis data yang telah dikumpulkan dan mengintepretasikan hasil analisis tersebut dengan bahasa yang mudah dipahami. Terakhir, peneliti menyimpulkan hasil penelitian tersebut dan memberikan saran perihal proyek pembangunan RS Hermina Bekasi.

Metode analisis yang digunakan peneliti dalam penelitian ini adalah melakukan perhitungan daya dukung dan penurunan (*settlement*) pondasi *Bored Piled* menggunakan *Software Plaxis 3D* dan perhitungan manual dengan menggunakan metode Meyerhoff serta Reese and Wright, yang ditunjang dengan literature dan data geoteknik yang didapat dan membandingkan hasil perhitungan daya dukung Bored Pile.

### 2.3 Lokasi Penelitian

Lokasi Proyek pembangunan Rumah Sakit Hermina Bekasi IV ini terletak di kota Bekasi Selatan, tepatnya di Jl. Kemakmuran No.39, RT.004/RW.003, Marga Jaya, Kec. Bekasi Sel., Kota Bks, Jawa Barat.



Gambar 1. Lokasi Penelitian

### **Cone Penetration Test (CPT)**

Pengujian CPT atau sering disebut dengan sondir adalah proses memasukkan suatu batang tusuk dengan ujung berbentuk kerucut bersudut  $60^\circ$  dan luasan ujung  $1,54 \text{ inch}^2$  ke dalam tanah dengan kecepatan tetap  $2 \text{ cm/detik}$ . Kita dapat mengetahui besar kekuatan tanah pada kedalaman tertentu dengan membaca manometer pada alat sondir sehingga kita dapat mengetahui perbedaan daya pikul lapisan tanah yang berbeda. Tahanan ujung konus dan hambatan lekat dibaca setiap kedalaman  $20 \text{ cm}$ . Cara pembacaan sondir dilakukan secara manual dan bertahap, yaitu dengan mengurangi hasil pengukuran (pembacaan manometer) kedua terhadap pengukuran (pembacaan manometer) pertama. Pembacaan sondir akan dihentikan apabila pembacaan manometer mencapai  $> 150 \text{ kg/cm}^2$  (untuk sondir ringan) sebanyak tiga kali berturut-turut atau penetrasi konus telah mencapai  $30 \text{ m}$ . Dari hasil test sondir ini didapatkan nilai Jumlah Perlawanan (JP) dan Jumlah Hambatan Lekat (HL).

### **Standard Penetration Test (SPT)**

*Standard Penetration Test* (SPT) merupakan salah satu jenis uji tanah untuk mengetahui daya dukung tanah. Langkah pertama dalam melakukan pengukuran daya dukung tanah menggunakan SPT adalah dengan memukul tabung SPT ke dalam tanah sedalam  $45 \text{ cm}$ . Kemudian, peneliti mencatat jumlah pukulan yang dibutuhkan untuk memasukan alat SPT setiap  $15 \text{ cm}$ . Jumlah pukulan untuk memasukkan split spoon  $15 \text{ cm}$  pertama dicatat sebagai N1. Jumlah pukulan untuk memasukkan  $15 \text{ cm}$  kedua adalah N2 dan jumlah pukulan untuk memasukkan  $15 \text{ cm}$  ketiga adalah N3. Jadi total kedalaman setelah pengujian SPT adalah  $45 \text{ cm}$  dan menghasilkan N1, N2, dan N3. Setelah itu, peneliti menetapkan angka SPT dengan menjumlahkan 2 angka pukulan terakhir (N2+N3) pada setiap interval pengujian dan dicatat pada lembaran Drilling Log. Setelah selesai pengujian, tabung SPT diangkat dari lubang bor ke permukaan tanah untuk diambil contoh tanahnya dan dimasukkan ke dalam kantong plastik untuk diamati di laboratorium.

Menurut Reese & Wright (1977), Perkiraan kapasitas daya dukung pondasi *bore pile* pada tanah pasir dan silt pada data uji lapangan SPT, ditentukan dengan perumusan sebagai berikut:

$$Q_p = A_p \cdot q_p \text{ dimana}$$

:

$A_p$  = Luas penampang bore pile,  $\text{m}^2$ .

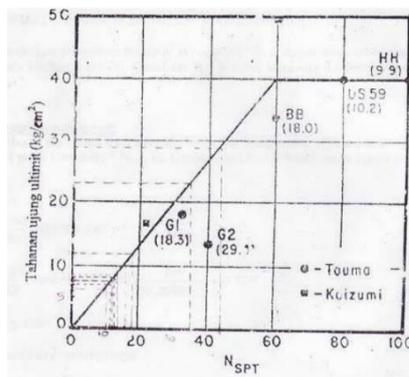
$q_p$  = Tahanan ujung per satuan luas,  $\text{ton/m}^2$ .

$Q_p$  = Daya dukung ujung Untuk tanah kohesif :

$$q_p = 9 \text{ cu}$$

Untuk tanah non kohesif :

Mereka juga berpendapat bahwa korelasi antara  $q_p$  dan NSPT seperti terlihat pada gambar berikut.



**Gambar 2. Daya Dukung Ujung Batas Bore Pile Pada Tanah Pasiran (Reese & Wright, 1977)**

dimana :

- a.  $N$  = Nilai rata – rata SPT dimana untuk  $N < 60$ , maka  $q_p = 7 N$  (t/m<sup>2</sup>) < 400 (t/m<sup>2</sup>) untuk  $N > 60$ , maka  $q_p = 400$  (t/m<sup>2</sup>)
- b. Berdasarkan penelitian *Reese & Wright* (1977)  $\alpha = 0,55$ .

Sehubungan dengan butir dari hasil banyak pengujian-pengujian beban tiang, baik tiang pancang maupun *bored pile* yang berdiameter kecil sampai sedang (600 mm), penurunan akibat beban kerja (*working load*) yang terjadi lebih kecil dari 10 mm untuk faktor aman yang tidak kurang dari 2,5 Tomlinson, 1977 (Hardiyatmo, 2011).

**Metode Meyerhoff**

- a. Koreksi nilai  $N$  rata-rata

Perkiraan satuan (*unit*) daya dukung terpusat  $q_d$  diperoleh dari hubungan antara  $L / D$  dan  $q_d / N$ .  $L$  adalah Panjang ekivalen penetrasi pada lapisan pendukung dan diperoleh  $D$  adalah diameter tiang,  $N$  adalah harga rata-rata  $N$  pada ujung tiang, yang didasarkan pada persamaan seperti dibawah.

$$N = \frac{N_1 + N_2}{2}$$

Dimana:

- $N$  = Harga  $N$  rata-rata untuk perencanaan tanah pondasi pada ujung tiang
- $N_1$  = Harga  $N$  pada ujung tiang
- $N_2$  = Harga rata-rata  $N$  pada jarak  $4D$  dari ujung tiang

- b. Daya Dukung Ujung Tiang

Pada ujung tiang yang dihitung berdasarkan pada tahanan ujung (*end bearing*) ini dipancang sampai pada lapisan tanah keras, yang mampu memikul beban yang diterima oleh tiang tersebut. Dalam hal ini daya dukung tiang akan tergantung pada kekuatan bahan tiang itu sendiri. Sehingga dapat menggunakan rumus perbandingan, sebagai berikut:

$$q_d = 2 \times (I/D) + 1$$

Dimana:

- $N$  = Nilai  $N$ -SPT
- $I$  = Panjang Penetrasi (m)
- $D$  = Diameter Tiang (m)

$q_a$  = Daya Dukung terpusat tiang (ton)

c. Daya Dukung Ultimate

Daya dukung ultimate didefinisikan sebagai beban maksimum per satuan luas dimana tanah masih dapat menopang beban tanpa mengalami keruntuhan. Berdasarkan dasar teori tersebut maka dirumuskan sebagai berikut:

$$Q_{ult} = Q_p + Q_s$$

Dimana:

$Q_{ult}$  = Daya dukung ultimate

$Q_p$  = Daya dukung tiang ujung

$Q_s$  = Daya dukung gesek dinding tiang

**Metode Reese and Wright**

Pada Metode *Reese and Wright* mencari daya dukung tiang menurut data N-SPT sebagai berikut:

$$Q_{ult} = Q_p + Q_s$$

Dimana:

$Q_{ult}$  = Kapasitas daya dukung tiang

$Q_p$  = Daya dukung ujung tiang

$Q_s$  = Daya dukung selimut tiang

Dalam mencari daya dukung terlebih dahulu mencari  $Q_p$  dan  $Q_s$  terlebih dahulu. Dalam Metode *Reese and Wright* perlu mengetahui lokasi daya dukung yang berada pada tanah kohesif atau non-kohesif.

Berdasarkan tanah non-kohesif:

$$Q_p = 40 \frac{1}{3} \times N_{spt \text{ rata-rata}} \times L_i \leq 400 \frac{1}{3} \times N_{spt \text{ rata-rata}}$$

$$Q_s = 2 \times N_{spt} \times \text{Parimeter} \times L_i$$

Berdasarkan tanah kohesif:

$$Q_p = 9 \times C_u \times A_p$$

$$Q_s = \alpha \times C_u \times \text{Parimeter} \times L_i \quad \text{Dimana:}$$

$N_{spt \text{ rata-rata}}$  = rata-rata  $N_{spt}$  dari 10D sampai 4D dibawah ujung tiang

$A_p$  = Luas Penampang (  $m^2$  )

$P$  = Keliling Penampang Tiang ( m )

$$C_u = N_{spt} \times 2.3 \times 10$$

Menurut Reese & Wright (1977) koefisien  $\alpha$  untuk bore pile yaitu 0, 55.

**Software Plaxis 3D Foundation**

Peneliti menggunakan aplikasi Plaxis untuk menganalisis pondasi *Bored Pile* pada Rumah Sakit Hermina Bekasi gedung IV. Seperti yang telah diketahui, Plaxis adalah paket elemen hingga ditujukan untuk analisis tiga dimensi deformasi dan stabilitas dalam rekayasa geoteknik. Hal ini dilengkapi dengan fitur untuk menangani berbagai aspek struktur geoteknik yang kompleks dan proses konstruksi menggunakan kuat dan secara teoritis terdengar prosedur komputasi. Program aplikasi komputer ini berdasarkan metode elemen hingga dua dimensi yang digunakan secara khusus untuk menganalisis deformasi.

Kondisi di lapangan yang disimulasikan ke dalam program Plaxis ini bertujuan untuk mengimplementasikan tahapan pelaksanaan di lapangan ke dalam tahapan pengerjaan pada program, dengan harapan pelaksanaan di lapangan dapat didekati sedekat mungkin pada program, sehingga respon yang dihasilkan dari program dapat diasumsikan sebagai cerminan dari kondisi yang sebenarnya terjadi di lapangan. Program ini menerapkan metode antarmuka grafis yang mudah digunakan sehingga pengguna dapat dengan cepat membuat model geometri dan jaring elemen berdasarkan penampang melintang dari kondisi yang ingin dianalisis. Program ini terdiri dari empat buah sub-program yaitu masukan, perhitungan, keluaran, dan kurva.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1 Data Teknis Pondasi

Data teknis ini diperoleh dari pelaksana dalam proyek sehingga dapat diperhitungkan sebagai berikut:

1. Panjang Pondasi : 24 m
2. Diameter Pondasi : 0,8 m
3. Mutu Beton : K-300 f'c 25 Mpa
4. Mutu Baja :  $f_y = 240 \text{ Mpa} < D10$

$$f_y = 400 \text{ Mpa} > D10$$

**Analisis Daya Dukung Pondasi Berdasarkan Metode Meyerhoff dan Reese Wright** Untuk menganalisis daya dukung pondasi pada penelitian ini, peneliti menggunakan metode *Meyerhoff* dan *Reese and Wright*.

##### a. Analisis dengan metode *Meyerhoff*

Dalam mencari jumlah pukulan pada SPT (N) rata – rata, peneliti menemukan N rata – rata dengan D = 0,8 m dan L = 24 m adalah:

$$N_2 = \frac{25,7+26+24+74}{4} = 41,925$$

$$N^- = \frac{74+41,925}{2} = 57,962$$

Berdasarkan hasil N rata-rata = 57,962 maka bisa didapatkan li Panjang ekuivalen sebesar 1 meter dengan nilai N = 23, 49 adalah:

$$L_i = 1$$

$$i = 1$$

$$= \frac{1}{0,8} = 1,25 \quad d$$

Dalam mencari daya dukung ujung tiang pada penelitian ini, peneliti menemukan bahwa:

$$q = 2 \times (I/d) + 1$$

$$N = 2 \times 1,25 + 1$$

$$= 3,5 \text{ Ton}$$

$$qa = 3,5 \times N^-$$

$$= 3,5 \times 57,962$$

$$= 202,868 \text{ Ton}$$

$$A_p = 0,25 \times \pi \times d^2$$

$$= 0,25 \times 3,14 \times 0,8^2 = 0,502 \text{ m}^2$$

$$Q_u = q_d \times A_b$$

$$= 202,868 \times 0,502 = 106,303 \text{ Ton}$$

Pada penelitian ini, peneliti menemukan daya dukung dinding tiang pada penelitian ini sebagaimana ditunjukkan pada tabel berikut berikut.

**Tabel 1. Daya Dukung Dinding Tiang**

Elevasi (m)	N-SPT	Lapisan Tanah		N rata-rata	Li	Fi		
1	2		lempung	6,4	5,3	3,2		
2								
3	7							
4								
5	8							
6								
7	6							
8								
9	9							
10								
11								
12	8		pasir	10,5	2	5,25		
13								
14	13							
15								
16	34	lanau		34	1	12		
17	60	pasir		60	1,5	12		
18	23		lanau	23	1,5	11,5		
19								
20	24,5	pasir		24,5	1	12		
21	26		lempung lanau	58	3	12		
22	42							
23								
24							74	
24,5							90	
		$\sum (li)$				67,955		

Menurut buku mekanika pondasi Dr. Ir. Suyono Sosrodarsono  $N_{-} \leq 12$

$$Q_s = \text{keliling Tiang} \times \sum (lifi)$$

$$\begin{aligned}
 &= (\pi \times d) 67,95 \\
 &= (3,14 \times 0,8) 67,95 \\
 &= 170,69 \text{ Ton}
 \end{aligned}$$

Dalam menghitung daya dukung Ultimate ( $Q_{ult}$ ) pada penelitian ini, Penelitian menemukan bahwa:

$$\begin{aligned}
 Q_{ult} &= Q_p + Q_s \\
 &= 106,30 + 170,69 \\
 &= 276,99 \text{ Ton}
 \end{aligned}$$

Dalam menghitung daya dukung Izin Tiang ( $P_i$ ) pada penelitian ini, peneliti menemukan bahwa:

$$\begin{aligned}
 P_i &= Q_{sult} \\
 &= \frac{276,99}{3} = 92,33 \text{ Ton}
 \end{aligned}$$

#### b. Analisis Metode Reese and Wright

Dalam menghitung daya dukung ujung tiang pada penelitian ini, peneliti menemukan bahwa :

$$\begin{aligned}
 P_u &= N\text{-SPT} \times \frac{2}{3} \times 10 \\
 &= 74 \times \frac{2}{3} \times 10 = 493,333 \text{ KN/m}^2 \\
 &= 49,3 \text{ ton/m}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 q_p &= 9 \times P_u \\
 &= 9 \times 49,3 \\
 &= 443,7 \text{ Ton}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 A_p &= 0,25 \times \pi \times 0,8^2 \\
 &= 0,25 \times 3,14 \times 0,8^2 \\
 &= 0,502 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Q_p &= q_p \times A_p \\
 &= 443,7 \times 0,502 \\
 &= 222,91 \text{ Ton}
 \end{aligned}$$

Dalam mencari daya dukung selimut tiang, peneliti mengetahui  $L_i = 1$ . Selain itu, menurut Reese and Wright, koefisien  $\alpha = 0,55$ . Berdasarkan data tersebut, maka peneliti menemukan:

$$\begin{aligned}
 \text{Parimeter} &= \pi \times d \\
 &= 3,14 \times 0,8 = 2,512 \\
 Q_s &= \alpha \times P_u \times \text{parimeter} \times l_i \\
 &= 0,55 \times 49,3 \times 2,512 \times 1 = 68,112
 \end{aligned}$$

Dalam mencari daya dukung ultimate ( $Q_{ult}$ ) pada penelitian ini, peneliti menemukan:

$$\begin{aligned}
 Q_{ult} &= Q_u + Q_s \\
 &= 222,91 + 68,112
 \end{aligned}$$

= 291,02 Ton Daya  
Dukung Ijin Tiang:

$Q_{ult}$

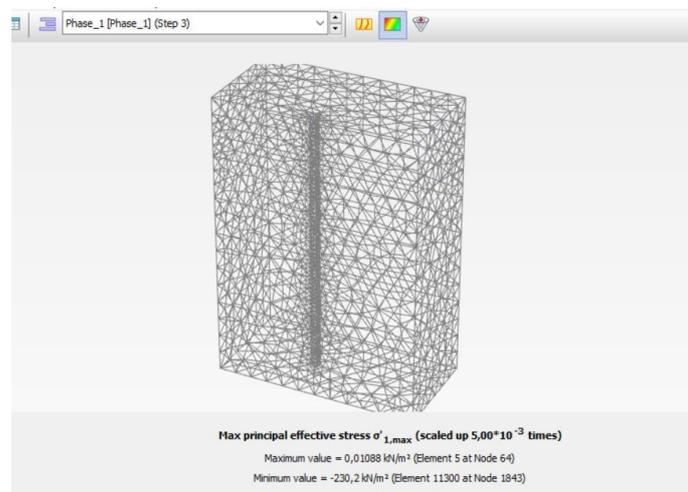
$$P_i = \frac{Q_{ult}}{sf} = \frac{291,02}{3} = 97,006$$

Ton

3

### 3.2 Perhitungan Daya Dukung Pondasi pada *Plaxis 3D*

Berdasarkan penelitian yang dilakukan peneliti dengan menggunakan software *Plaxis 3D*, peneliti dapat mengetahui bahwa besar daya dukung pondasi pada proyek pembangunan RS Hermina Bekasi adalah sebesar 230,2 Ton.



**Gambar 3. Hasil Perhitungan *Plaxis 3D***

### Perbandingan Hasil Perhitungan Daya Dukung Pondasi

**Tabel 2. Hasil Perhitungan Daya Dukung Pondasi pada Proyek Pembangunan RS Hermina Bekasi**

Perhitungan	Daya Dukung
Metode Meyerhoff	276,99 ton
Metode Reese and Wright	291,02 ton
Plaxis 3D	230,2 ton
PDA ( <i>loading test</i> )	343 ton

Berdasarkan hasil perhitungan dengan metode Meyerhoff, peneliti menemukan bahwa daya dukung pondasi sebesar 276,99 Ton. Berdasarkan hasil perhitungan dengan metode Reese and Wright, peneliti menemukan bahwa daya dukung pondasi sebesar 291,02 ton. Berdasarkan perhitungan dengan menggunakan *software Plaxis 3D*, peneliti menemukan bahwa daya dukung pondasi adalah sebesar 230,2 Ton. Berdasarkan PDA (*loading test*), peneliti menemukan bahwa daya dukung pondasi adalah sebesar 343 Ton. Perbedaan pada perhitungan yang didapatkan dari hasil daya dukung manual berdasarkan data N-SPT dan data sondir dengan menggunakan metode *meyerhoff* dan *Reese and Wright* serta didapat pula perbandingan dari program *Plaxis 3D* serta PDA (*loading test*). Hal ini disebabkan karena *dumping ratio* yang digunakan belum tentu sesuai karena tidak disebutkan/ditampilkan pada PDA test.

### Hasil Pengukuran Penurunan Pondasi Tiang Tunggal

Dalam pengukuran penurunan pondasi tiang tunggal pada penelitian ini, peneliti menemukan bahwa:

$$\begin{aligned} S_s &= \frac{(Q_p + \alpha \times Q_s) A_p E_p}{0,5024 \times 23500000} \\ &= \frac{(222,914 + (0,55 \times 74,3049)) 24}{263,781 \times 24} \\ &= \frac{11806,400}{11806,400} \\ &= 0,536 \text{ cm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} S_p &= \frac{C_d p \times q Q_{pp}}{0,8 \times 443,7} \\ &= \frac{0,18 \times 222,914}{40,124} \\ &= \frac{354,96}{354,96} \\ &= 0,113 \text{ cm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} S_{ps} &= \left(\frac{p}{2,512 \times 24}\right) \times \frac{0,8}{750} \times (1 - \mu_s^2) I_{ws} \\ &= \left(\frac{222,914}{2,512 \times 24}\right) \times \frac{0,8}{750} (1 - 0,35^2) 3,917 \\ &= 3,7011 \times 0,001 \times 0,875 \times 3,917 \\ &= 0,0127 \text{ cm} \end{aligned}$$

Jadi, penurunan pada tiang tunggal P4A adalah:

$$\begin{aligned} S &= S_s + S_p + S_{ps} \\ &= 0,536 + 0,113 + 0,012 \\ &= 0,661 \text{ cm} = 6,61 \text{ mm} \end{aligned}$$

### Hasil Pengukuran Penurunan Pondasi Tiang Kelompok:

Dalam proses pengukuran penurunan pondasi tiang kelompok pada penelitian ini, peneliti menemukan:

$$S_g = q \text{---} 2.B.g.qc.l$$

Dimana:

$$q = \frac{s}{\frac{lg \cdot bg}{302270}}$$

$$q = 400.400$$

$$q = 1,889 \text{ mm}$$

$$I = 1 - \frac{8 \cdot Bg}{2400} L$$

$$I = 1 - \frac{2400}{3200}$$

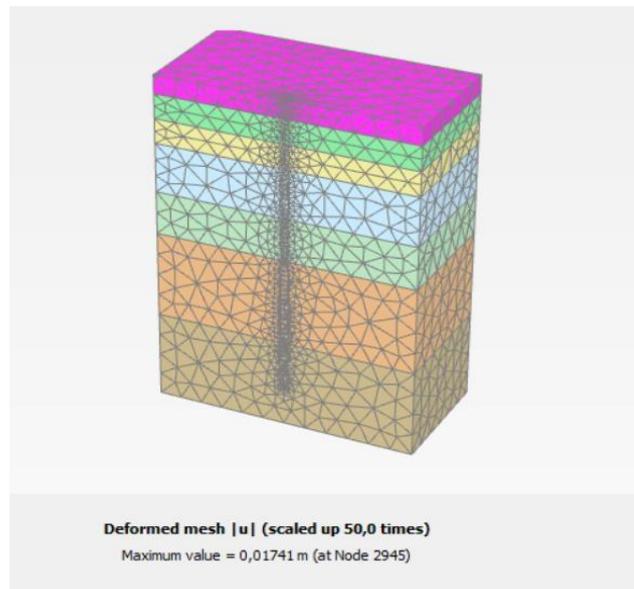
$$I = 0,25$$

$$S_g = \frac{1,8892 \cdot 400,99 \cdot 0,25}{188,955398}$$

$$= 0,34 \text{ mm}$$

### Hasil Pengukuran Penurunan Pondasi dengan Plaxis 3D

Berdasarkan penelitian yang dilakukan peneliti dengan menggunakan software Plaxis 3D, peneliti dapat mengetahui bahwa besar penurunan pada proyek pembangunan RS Hermina Bekasi adalah sebesar 8,61 mm.



**Gambar 4. Hasil Pengukuran Penurunan Pondasi dengan Plaxis 3D**

### Perbandingan Hasil Perhitungan Penurunan Tiang Tunggal P4A

Setelah di dapatkan hasil dari perhitungan penurunan tiang tunggal dengan menggunakan perhitungan manual dan menggunakan program PLAXIS 3D Foundation, maka dapat dilihat selisih presentasinya adalah sebagai berikut:

**Tabel 3. Hasil Perhitungan Penurunan (*settlement*)**

Perhitungan	Penurunan
Manual	6,61 mm
Plaxis 3D	8,61 mm
PDA ( <i>loading test</i> )	40 mm

Jadi hasil penurunan diambil dari perhitungan terbesar, yaitu 8, 61 mm yang terdapat diperhitungan Plaxis 3D. Karena perhitungan pada Plaxis 3D dinilai lebih akurat dengan fakta pelaksanaan di lapangan.

### KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis daya dukung ultimate pada tiang P4A *Bored Pile* dengan menggunakan Metode *Meyerhoff* didapat sebesar 276, 99 ton dan berdasarkan Metode *Resee and Wright* didapat sebesar 291, 02 ton. Daya dukung izin tunggal yang terjadi berdasarkan Metode *Mayerhoff* sebesar 92, 33 ton dan berdasarkan Metode *Resee and Wright* sebesar 97,006 ton. Sehingga daya dukung izin ini masih memenuhi syarat yang ditentukan berdasarkan SNI 8460:2017. Berdasarkan hasil analisis, penurunan (*settlement*) pada tiang tunggal pondasi *bored pile* dengan manual sebesar 6,61 mm dan menggunakan program plaxis 3D sebesar 8 mm. Maka dapat disimpulkan bahwa perhitungan penurunan pada RS. Hermina Bekasi aman, karena tidak melebihi penurunan pondasi yang diijinkan karena berpacu pada SNI 8460:2017, yaitu penurunan izin < 15 cm.

### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Agung, P. A. M., Djuwari, K. W., & Andanawarih, M. F. (2017). Tinjauan Ulang Daya Dukung dan Penurunan Pondasi Bored Pile pada Pembangunan Jalan Layang Kapt. Tendean-Blok M-Cileduk, Paket Santa Section P10-P11. *Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Jakarta, Vol.16(1), No.1.*
- [2] Bowles, J. E. (1992). *Analisis Dan Desain Pondasi*. Jakarta: Erlangga.
- [3] Djarwanti, N., I, R. H. D. H., & Arganata, O. F. (2015). *Korelasi Daya Dukung Pondasi Tiang Bor dengan Metode Reese and O ' neill terhadap Metode Terzaghi and Peck Berdasarkan Hasil Uji SPT. September, 775–781*
- [4] Fadilah, U. N., & Tunafiah, H. (2018). Analisa daya dukung pondasi bored pile berdasarkan datan-spt menurut rumus eese dan wright dan penurunan. *IKRA-ITH Teknologi, 2(3), 7– 13.* <https://journals.upi-yai.ac.id/index.php/ikraith-teknologi/article/view/326/217>

- [5] Hardiyatmo, h. C. (2011). *Analisis dan Perancangan Fondasi*. Yogyakarta: Gajah Mada University
- [6] Iv, T., Tiang, P., Rs, B. O. R., Bekasi, H., & Iv, T. (2015). *Jadwal pelaksanaan pekerjaan*. 120(1), 2015.
- [7] Jusi, U. (2018). Analisa Kuat Dukung Pondasi Bored Pile Berdasarkan Data Pengujian Lapangan (Cone Dan N-Standard Penetration Test). *SIKLUS: Jurnal Teknik Sipil*, 1(2), 50–82. <https://doi.org/10.31849/siklus.v1i2.136>
- [8] Kuningsih, T. W., Putri, A. P., Meiprastyo, X., & Belakang, L. (2018). Jurnal kajian Teknik Sipil Volume 3 Nomor 1 10. *Jurnal Kajian Teknik Sipil Volume 3 Nomor 1 10*, 3, 22–31.
- [9] Lubis, M. . (2019). *Analisis Daya Dukung Pondasi Bored Pile dengan Program Software Plaxis Version 8 . 6 ( Studi Kasus Jalan Layang Kereta Api Medan-Kualanamu KM 4 + 600 )*. 6, 140
- [10] Mandak, L. (2016). Perencanaan dan Metode Pelaksanaan Pondasi Bore Pile Proyek Pembangunan Butik Gunung Langit Manado. *Skripsi Teknik Politeknik Negeri Manado*.
- [11] Rahman, A., Cahyadi, H., & Fathurrahman. (2021). *Menggunakan Data Sondir Dan Spt Pada Proyek*. RS Hermina Bekasi Rumah, P., Hermina, S., Ujt, L., Konstruksi, B., & Bandung, P. I. E. (n.d.). 1 2 0 2 1.
- [12] Sosrodarsono, D. S. (1994). *Mekanika Tanah dan Teknik Pondasi*. PT. Pradnya Paramita.