

Analisis Perbandingan Daya Dukung Dan Penurunan Pondasi *Bored Pile* Berdasarkan Data SPT

Santy Tahismasari, Lydia Darmiyanti * & Achmad Pahrul Rodji
Fakultas Teknik, Universitas Krisnadwipayana, Jakarta
) lydiadarmiyanti@unkris.ac.id

Received: 10 Agustus 2024, Revised: 20 Agustus 2024, Accepted: 20 Agustus 2024

Abstract

Foundation is part of the lower structure (sub structure), which has a very important role in carrying the load of the upper structure as a result of the forces that occur in the upper structure, such as wind forces, earthquake forces and the weight of the structure self. The purpose of the analysis is to determine the bearing capacity analysis using the Reese & Wright (1977) and plaxis 2d methods, for settlement analysis using the vesic and plaxis 2d methods based on the results of SPT. Based on the SPT data, the results of manual calculations using the Reese & Wright method (1977) are 164,64 kN while calculations using plaxis 2D software are 375,42 kN. The settlement obtained by manual calculations by Vesic method is 2,873 cm, while the results of calculations in Plaxis 2D software are 0,578 cm. Based on the results of calculating the bearing capacity of drilled pile foundations when compared with the Reese & Wright (1977) method, it provides the most economical results compared to Plaxis 2D calculations. From the analysis results, these calculations are in accordance with SNI 8460 of 2017.

Keywords: *Bored Pile, Bearing Capacity, Settlement, Plaxis*

Abstrak

Pondasi merupakan bagian dari struktur bawah (sub structure), yang memiliki peran sangat penting dalam menanggung beban struktur atas sebagai akibat dari gaya yang terjadi pada struktur atas seperti gaya angin, gaya gempa bumi dan berat struktur itu sendiri. Tujuan dari analisis ini adalah menentukan analisis daya dukung menggunakan metode Reese & Wright (1977) dan Plaxis 2D, untuk penurunan menggunakan metode Vesic dan diverifikasi dengan Plaxis 2D berdasarkan hasil SPT. Berdasarkan dari nilai SPT, hasil perhitungan manual menggunakan metode Reese & Wright (1977) adalah 164,64 kN, sedangkan perhitungan menggunakan software Plaxis 2D adalah 375,42 kN. Penyelesaian yang diperoleh dengan perhitungan manual oleh metode Vesic adalah 2,873 cm, sedangkan hasil perhitungan pada software Plaxis 2D adalah 0,578 cm. Berdasarkan hasil perhitungan daya dukung pondasi bored pile jika dibandingkan metode Reese & Wright (1977) memberikan hasil yang paling ekonomis dibandingkan dengan perhitungan software Plaxis 2D. Dari hasil analisis perhitungan tersebut sesuai dengan SNI 8460 Tahun 2017.

Kata kunci: *Bored Pile, Daya Dukung, Penurunan, Plaxis*

Pendahuluan

Pondasi *bored pile* adalah sebuah pondasi yang memiliki bentuk layaknya sebuah tabung panjang yang dibuat dengan cara mengebor tanah terlebih dahulu dengan menggunakan drilling bor, lalu tanah yang sudah dilubangi diisi dengan tulangan baja dan dicor. Pondasi *bored pile* juga termasuk ke dalam bagian pondasi dalam untuk menopang konstruksi berat pada bangunan. Beban-beban yang terjadi pada bangunan akan dipikul oleh

struktur bangunan dan diteruskan ke pondasi untuk di transfer ke tanah. (Bowles, 1997; Yuliawan & Rahayu, 2018)

Bored pile memiliki daya dukung yang diperoleh dari daya dukung ujung (*end bearing capacity*) yang diperoleh dari tekanan ujung tiang dan daya dukung geser atau selimut (*friction bearing capacity*) yang diperoleh dari daya dukung gesek atau gaya adhesi antara bored pile dan tanah sekelilingnya. Ada dua metode untuk menentukan kapasitas daya dukung *bored pile*, yaitu statis dan

dinamis. (Fajri Nurul Hakim & Abdul Hadi, 2023) Pada metode statis menggunakan penyelidikan sondir dan *Standard Penetration Test* (SPT) dan untuk dinamis yaitu metode *Pile Driving Analyzer*. (Kasmana et al., 2024)

Ketika kita menggunakan pondasi *bored pile* pada suatu bangunan, tentunya kita harus membuat pondasi yang kuat dan kokoh. Sebagai seorang Teknik Sipil tentunya kita harus merencanakan dan memperhitungkan bangunan konstruksi yang sesuai dengan syarat factor keamanan pada bangunan tersebut. (Fajri Nurul Hakim & Abdul Hadi, 2023; Sanjaya & Aseanto, 2020) Untuk mengetahui apakah bored pile tersebut sudah masuk kedalam perhitungan yang tepat, kita bisa melakukan analisis pada *bored pile* tersebut. Karena dengan melakukan analisis ini kita akan mengetahui nilai daya dukung dan penurunan bored pile. Sehingga akan kita ketahui *bored pile* tersebut sudah memenuhi syarat factor keamanan pondasi atau belum serta untuk menghindari risiko kegagalan pada pondasi *bored pile*.

Metode

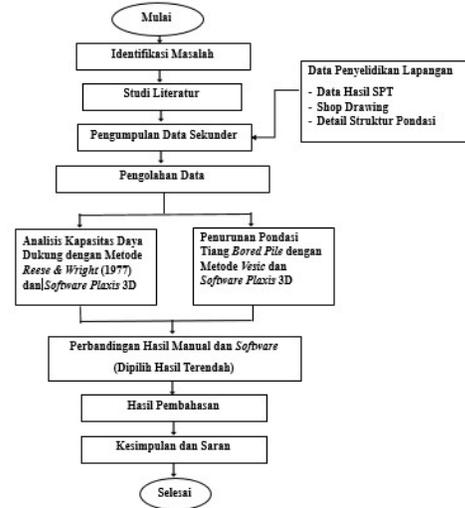
Pada penelitian ini penulis menggunakan metode kuantitatif, dengan pendekatan penelitian yang menggunakan data yang terukur secara numerik untuk menjawab pertanyaan penelitian. Fokusnya dalam metode ini adalah pada pengumpulan, analisis dan interpretasi data dalam bentuk angka, statistik, dan metrik yang dapat diukur secara objektif. Metode penelitian yang digunakan untuk menganalisis daya dukung pondasi bored pile menggunakan metode *Reese & Wright* (1977) dan program *Plaxis 2D* untuk penurunan menggunakan metode *Vesic* dan *Plaxis 2D*.

Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian berlokasi di Jl. Cideng Barat No.47D, RT.09/04, Cideng, Kec. Gambir, Kota Jakarta Pusat, DKI Jakarta 10150.

Tahapan Penelitian

Dalam melakukan analisis dibuat urutan proses analisis dari pengumpulan data, data perhitungan, sampai pembahasan tentang materi penelitian ini. Diagram alur kerja (*work flow chat*) dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1 Bagan Alur Penelitian

Data Penelitian

Perhitungan analisis daya dukung dan penurunan (*settlement*) dihitung menggunakan data hasil N-SPT pada titik *bored pile* DB1 dan DB2.

Hasil dan Pembahasan

Dari hasil penyelidikan tanah diketahui data NSP pada Tabel 1 untuk data DB1 dan Tabel 2 untuk data DB2

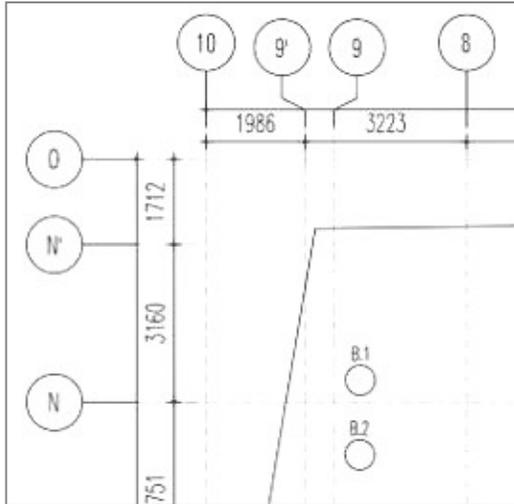
Tabel 1. Data N-SPT Pada Area DB1

Kedalaman	Jumlah Pukulan
-2	3
-4	3
-6	5
-8	17
-10	11
-12	>60
-14	>60
-16	9
-18	10

Tabel 2. Data N-SPT Pada Area DB2

Kedalaman	Jumlah Pukulan
-2	3
-4	2
-6	5
-8	3
-10	14
-12	>60
-14	>60
-16	15
-18	15

Dari keterangan hasil bor log, menunjukkan bahwa dari muka tanah hingga kedalaman -2.00 m merupakan tanah lempung (*silty clay*) dengan nilai N-SPT = 3. Kedalaman -2.00 m sampai -18 m merupakan juga tanah lempung (*silty clay*) dengan nilai N-SPT = 5-60. Tanah keras terletak pada kedalaman -12.00 m sampai -30.00 m dengan nilai N-SPT = 15-60.



Gambar 1. Denah Bored Pile DB1 Dan DB2

A. Perhitungan Daya Dukung Pondasi Bored Pile

1. Metode Reese & Wright (1977)

Perhitungan daya dukung pondasi secara manual menggunakan metode Reese & Wright (1977) pada bored pile DB1 dan DB2 dengan diameter 60cm dengan kedalaman 18m. Setelah perhitungan selesai mendapatkan hasil sebagai berikut :

1. Bored pile DB1 :

$$Q_p = 164,64 \text{ kN/m}^2$$

(End Bearing Capacity)

$$Q_s = 3.083,63 \text{ kN}$$

2. Bored pile DB2 :

$$Q_p = 221,34 \text{ kN/m}^2$$

(End Bearing Capacity)

$$Q_s = 3.125,39 \text{ kN}$$

Dari perhitungan pada titik DB1 dan DB2 kita memilih hasil pada titik DB1 yang lebih kecil untuk dibandingkan dengan hasil perhitungan software Plaxis 2D.

2. Software Plaxis 2D

Verifikasi daya dukung dilakukan dengan Plaxis 2D dengan 2 posisi analisis.

Posisi 1 :

Regangan Total = 62,05 Kn

Posisi 2 :

Regangan Total = 375,42 kN

Daya dukung yang diambil adalah yang paling besar yaitu 2.

Hasil daya dukung pondasi bored pile dengan metode Reese & Wright (1977) dan Software Plaxis 2D didapatkan $Q_p = 164,64 \text{ kN/m}^2$ dan

Regangan Total = 375,42 kN, maka hasil yang digunakan dengan ialah hasil dari metode Reese & Wright (1977) safety factor yang relatif lebih kecil yaitu 164,64 kN maka dapat disimpulkan aman.

B. Perhitungan Penurunan Pondasi Bored Pile

1. Metode Vesic

Metode Vesic mendapatkan hasil sebagai berikut:

Penurunan Total Pada Titik DB1 :

$$S = S_s + S_p + S_{ps} = 0,46 + 2,3 + 0,113 = 2,873 \text{ cm}$$

Penurunan pondasi tiang tunggal yang diizinkan:

$$S_{total} \leq S_{ijin}$$

$$S_{total} \leq 10\% \cdot d$$

$$2,873 \leq 10\% \cdot 60$$

$$2,873 \leq 6 \text{ cm (Memenuhi OK)}$$

Penurunan Total Pada Titik DB2 :

$$S = S_s + S_p + S_{ps} = 0,48 + 2,3 + 0,152 = 2,932$$

Penurunan pondasi tiang tunggal yang diizinkan:

$$S_{total} \leq S_{ijin}$$

$$S_{total} \leq 10\% \cdot d$$

$$2,932 \leq 10\% \cdot 60$$

$$2,932 \leq 6 \text{ cm (Memenuhi OK)}$$

Dari perhitungan penurunan bored pile pada titik DB1 dan DB2, hasil yang dipakai untuk dibandingkan dengan perhitungan penurunan menggunakan Plaxis 2D ialah hasil yang terkecil yaitu 2,873 cm.

2. Software Plaxis 2D

Perhitungan penurunan menggunakan plaxis 2D dilakukan juga dengan 2 tampak, yaitu tampak 1 dan tampak 2 :

Tampak 1:

1. Perpindahan Total = 0,638 cm

Tampak 2 :

2. Perpindahan Total = 0,578 cm

Hasil yang digunakan ialah hasil 0,578 cm yang terkecil, lalu akan dibandingkan dengan perhitungan manual yaitu metode Vesic.

Pada perhitungan penurunan jika dibandingkan hasil metode Vesic 2,873 cm dan *Software Plaxis 2D* 0,578 cm. Maka hasil yang digunakan ialah yang paling kecil yaitu hasil dari *Software Plaxis 2D* 0,578 cm dengan ini penurunan pondasi *bored pile* dapat dinyatakan aman dan memenuhi syarat SNI 8460 : 2017.

Perhitungan Penurunan Tiang Kelompok

Untuk penurunan tiang kelompok ini diambil dari hasil penurunan tiang tunggal yang paling terkecil dari setiap titik, maka titik yang ditinjau adalah titik DB1

Dimana :

$$S = 2,873$$

$$B_{\text{gr}} = 110 \text{ cm}$$

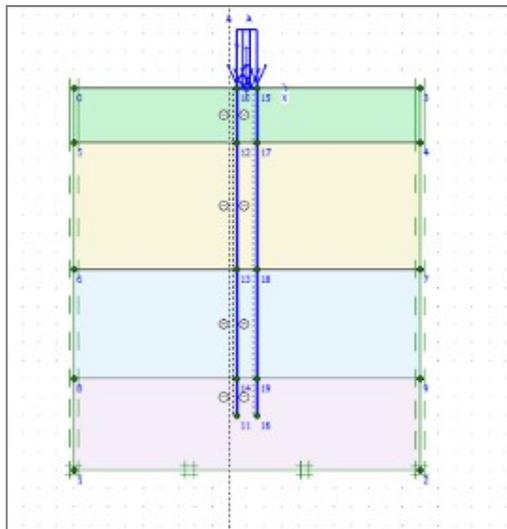
$$d = 60 \text{ cm}$$

$$S_{\text{gr}} = S \cdot \sqrt{\frac{B_{\text{gr}}}{d}} = 2,873 \cdot \sqrt{\frac{110}{60}} = 3,89 \text{ cm}$$

Analisis Pondasi Bored Pile Dengan Plaxis 2D

Analisis Posisi 2 Bored Pile

- Langkah pertama adalah membuat *modeling* tanah dan struktur tiang tunggal sesuai dengan ukuran yang diperoleh, seperti pada gambar di bawah ini.

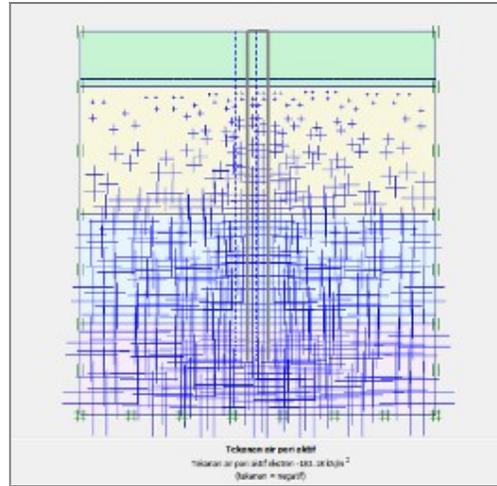


Gambar 2 Modeling Tanah serta Lapisan

Setelah memasukkan data – data ke general settings, lalu kumpulan data material di input ke dalam *software Plaxis*, dan menampilkan hasil

modeling seperti **Gambar 2** diatas, maka dari hasil analisa *Plaxis* ini sebagai berikut :

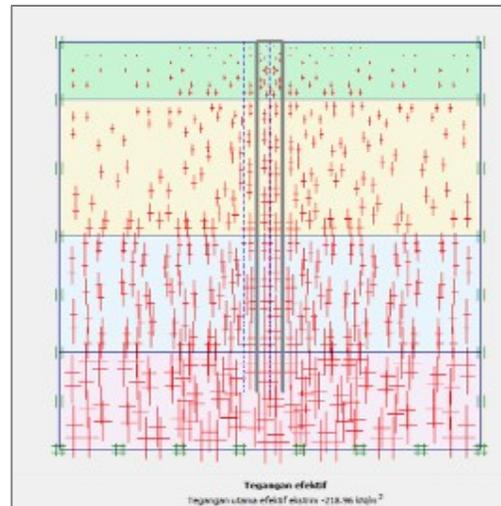
2. Tekanan Pori Aktif



Gambar 3 Tekanan Pori Aktif

Tekanan pori aktif merupakan salah satu faktor yang dapat terjadinya rembesan dan mengganggu kestabilan timbunan.

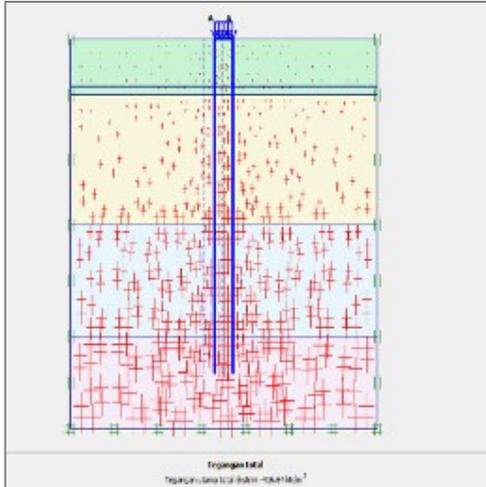
3. Tegangan Efektif



Gambar 4 Tegangan Efektif

Tegangan efektif ini merupakan tegangan yang ada dalam tanah yang dipengaruhi oleh gaya – gaya dari air yang terdapat pada dalam tanah.

4. Tegangan Total

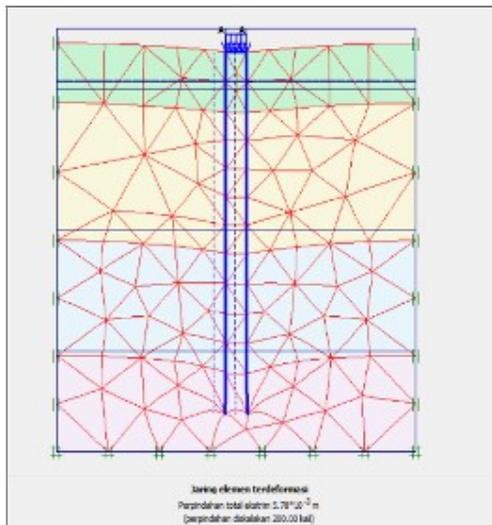


Gambar 5 Tegangan Total

Pada massa tanah ada suatu titik dihitung dari berat volume keseluruhan elemen tanah yang berada di atasnya. Jika diketahui pada tanah tersebut jenuh air, maka tegangan total dihitung dengan memasukkan pengaruh berat volume tanah jenuh air dengan berat volume air.

Pada **Gambar 5** terdapat tegangan yang dilambangkan tekanan vertical efektif dan tekanan horizontal efektif.

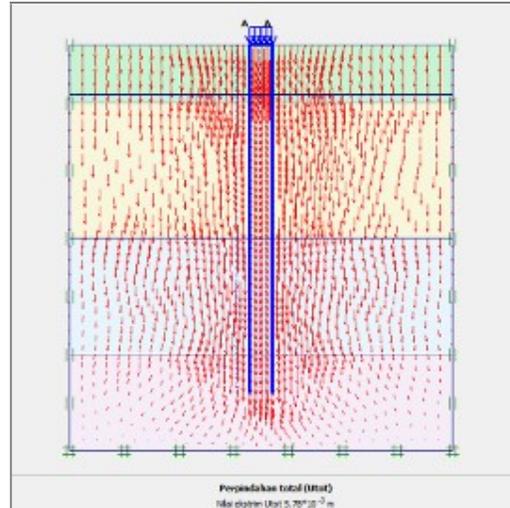
5. Jaringan Elemen Terdeformasi



Gambar 6 Jaringan Elemen Terdeformasi

Pada **Gambar 6** menjelaskan tentang hasil dari analisis jaringan elemen terdeformasi setelah diberi timbunan pertama menunjukkan bahwa perpindahan sebesar 0,06 m.

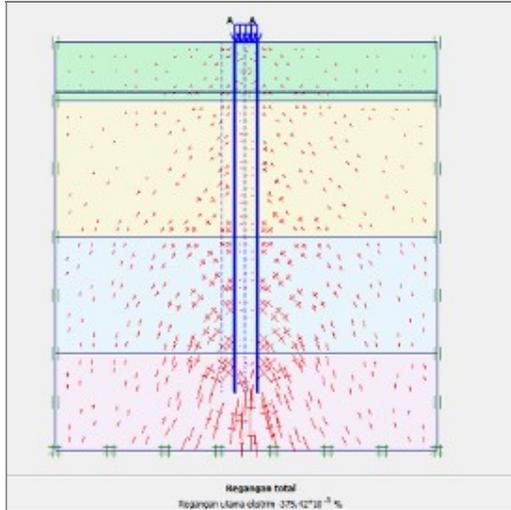
6. Perpindahan Total



Gambar 7 Perpindahan Total

Pada **Gambar 7** menjelaskan pergerakan air pori tanah ketika setelah diberi beban menunjukkan skala nilai ekstrim 0,13 m. Dari hasil analisis tersebut bahwasanya masih aman.

7. Regangan Total

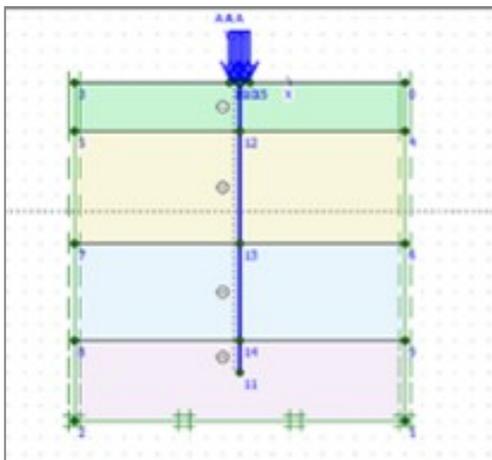


Gambar 8 Regangan Total

Regangan Total merupakan perubahan pada lapisan tanah yang terjadi akibat tegangan. Regangan Total ini digunakan untuk hasil akhir dari kapasitas daya dukung pondasi (*End Bearing*) Q_p .

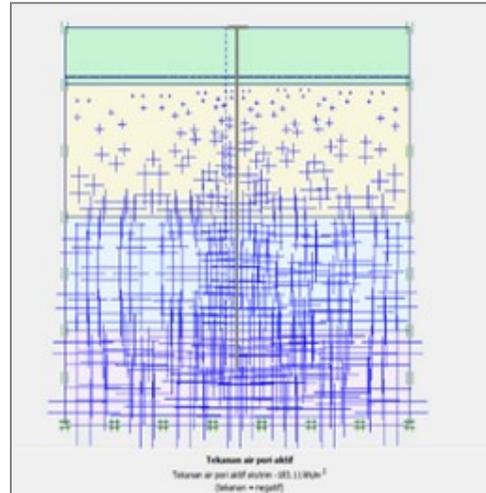
Analisis Posisi 1 Bored Pile

1. Langkah pertama adalah membuat *modeling* tanah dan struktur tiang tunggal sesuai dengan ukuran yang diperoleh, seperti pada gambar di bawah ini.



Gambar 9 Modeling Tanah serta Lapisan

Setelah memasukkan data – data ke general settings, lalu kumpulan data material di input ke dalam software Plaxis, dan menampilkan hasil modeling seperti Gambar 9 diatas, maka dari hasil analisa Plaxis ini sebagai berikut :

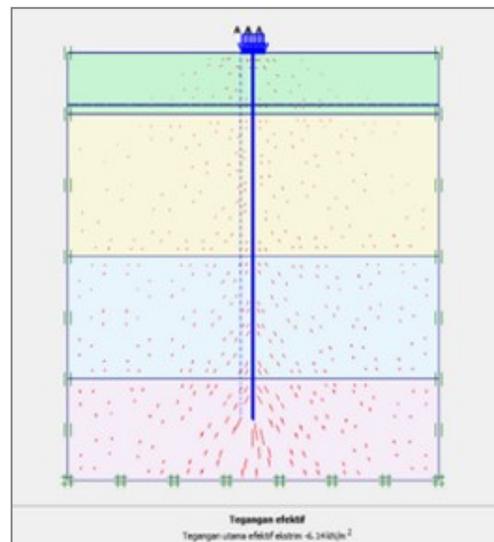


Gambar 10 Tekanan Pori Aktif

2. Tekanan Pori Aktif

Tekanan pori aktif merupakan salah satu faktor yang dapat terjadinya rembesan dan mengganggu kestabilan timbunan.

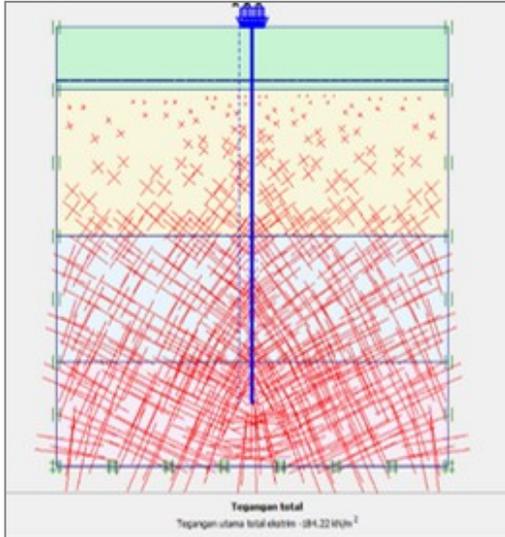
3. Tegangan Efektif



Gambar 11 Tegangan Efektif

Tegangan efektif ini merupakan tegangan yang ada dalam tanah yang dipengaruhi oleh gaya – gaya dari air yang terdapat pada dalam tanah.

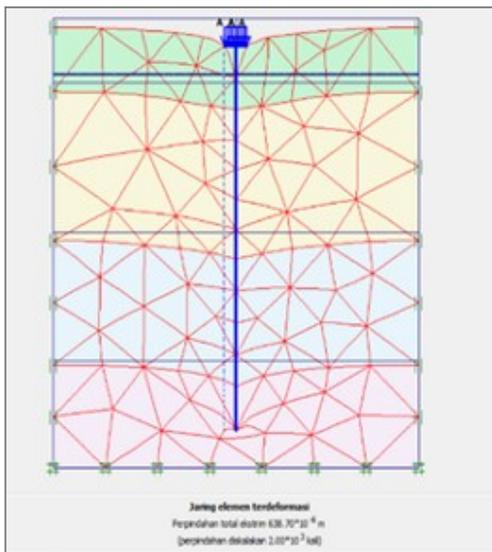
4. Tegangan Total



Gambar 12 Tegangan Total

Pada massa tanah ada suatu titik dihitung dari berat volume keseluruhan elemen tanah yang berada di atasnya. Jika diketahui pada tanah tersebut jenuh air, maka tegangan total dihitung dengan memasukkan pengaruh berat volume tanah jenuh air dengan berat volume air. Pada Gambar 12 terdapat tegangan yang dilambangkan tekanan vertical efektif dan tekanan horizontal efektif.

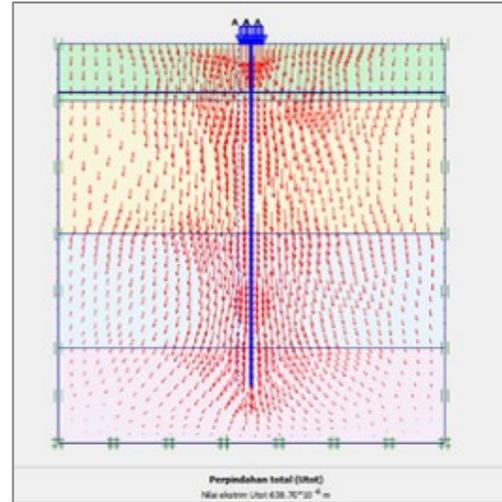
5. Jaringan Elemen Terdeformasi



Gambar 13 Jaringan Elemen Terdeformasi

Pada Gambar 13 menjelaskan tentang hasil dari analisis jaringan elemen terdeformasi setelah diberi timbunan pertama menunjukkan bahwa perpindahan sebesar 0,06 m.

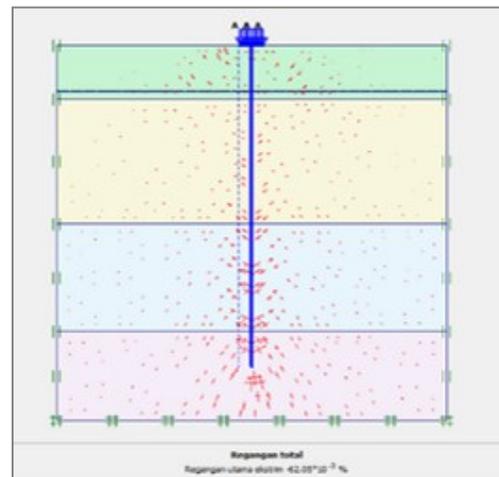
6. Perpindahan Total



Gambar 14 Perpindahan Total

Pada Gambar 14 menjelaskan pergerakan air pori tanah ketika setelah diberi beban menunjukkan skala nilai ekstrim 0,13 m. Dari hasil analisis tersebut bahwasanya masih aman.

7. Regangan Total



Gambar 15 Regangan Total

Regangan Total merupakan perubahan pada lapisan tanah yang terjadi akibat tegangan. Regangan Total ini digunakan untuk hasil akhir

dari kapasitas daya dukung pondasi (*End Bearing*) Q_p .

Tabel 2. Hasil Perbandingan Analisis Daya Dukung

Analisis	Q_p
Metode Reese & Wright (<i>End Bearing</i>) Q_p	164,64 kN
Software Plaxis 2D	375,42 kN

Pada **Tabel 2** diketahui daya dukung bored pile dengan reese & wright yang dihasilkan sangat berbeda dengan hasil plaxis. 2D. Perbedaan terjadi karena pada reese & wright perhitungan berdasarkan hubungan antara tahanan selimut tiang dengan nilai N-SPT tanpa memperhitungkan tegangan efektif vertikal. Sehingga diperoleh hasil yang lebih kecil. Hal ini sejalan dengan Penelitian Adrianto tahun 2014. (Kresnohadi & Hamdhan, 2014)

Tabel 3. Hasil Perbandingan Analisis Penurunan

Perhitungan Manual	Software
Metode Vesic	Plaxis 2D
2,873 cm	0,578 cm

Perbandingan penurunan yang terjadi dapat dilihat pada **Tabel 3**. Dimana penurunan yang dihasilkan dari metode vasic jauh lebih besar dengan hasil plaxis. Hal ini dikarenakan terdapat perbedaan asumsi perhitungan pondasi dengan dan tanpa pilecap didalam menganalisa.(Kresnohadi & Hamdhan, 2014; Ramadhan & Darmiyanti, 2021)

Kesimpulan

1. Daya dukung pondasi *bored pile* dengan metode Reese & Wright (1977) diperoleh hasil Q_p sebesar 164,64 kN. Hasil verifikasi daya dukung dengan software Plaxis 2D diperoleh hasil sebesar 375.42 kN. Maka dengan ini, hasil yang dipakai dengan *safety factor* yang relatif lebih kecil dengan menggunakan hasil manual 164,64 kN, maka dapat disimpulkan aman.
2. Penurunan (*settlement*) *bored pile* Metode Vesic diketahui terjadi penurunan sebesar 2,87 cm. Untuk perhitungan menggunakan software Plaxis 2D mendapatkan hasil sebesar 0,58 cm. Maka, hasil penurunan yang digunakan adalah yang terkecil, yaitu menggunakan hasil dari software Plaxis 2D yaitu 0,58 cm dengan ini dapat dinyatakan aman. Penurunan yang terjadi dikatakan aman karena sudah memenuhi syarat SNI 8460 : 2017.

Daftar Pustaka

- Fajri Nurul Hakim, M., & Abdul Hadi, M. (2023). *Analisis Daya Dukung dan Penurunan Pondasi Berdasarkan Data N-SPT Diverifikasi dengan Nilai PDA dan CAPWAP*. 3(1), 236–247.
- Kasmana, B. R., Artiani, G. P., & Darmiyanti, L. (2024). *Analisis Daya Dukung Pondasi Borepile pada proyek Pembangunan Fasilitas Perkeretaapian Manggarai - Jakarta Jatinegara*. 2, 117–124. <https://doi.org/https://doi.org/10.59435/gjmi.v2i8.794>
- Kresnohadi, A., & Hamdhan, I. N. (2014). *Analisis Kinerja Fondasi Kelompok Tiang Bor Gedung Museum Pendidikan Universitas Pendidikan Indonesia*. 1(x), 1–10.
- Ramadhan, M. R., & Darmiyanti, L. (2021). *Analisis Pondasi Bored Pile Dengan Metode Hitungan Dan Axial Loading Test. Konferensi Nasional Teknik Sipil*, 20–21.
- Sanjaya, A., & Aseanto, R. (2020). *Analysis of Carrying Capacity of the Bored Pile Foundation in Cibubur Transpark Project. Journal of World Conference (JWC)*, 2(3), 63–68. <https://doi.org/10.29138/prd.v2i3.226>
- Yulianan, E., & Rahayu, T. (2018). *Analisis Daya Dukung Dan Penurunan Pondasi Tiang Berdasarkan Pengujian Spt Dan Cyclic Load Test. Jurnal Konstruksia*, 9(2), 1–13.