

Analisis Daya Dukung Dan Penurunan Pondasi Bored Pile Dan Tiang Pancang Dengan Metode Manual Dan Numerik Menggunakan Software Plaxis 2D

Arya Yoga Pratama^{1*}, Yanuar Ilham Pasha², Pratikso³, Abdul Rochim⁴

¹ Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Islam Sutan Agung

² Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Islam Sutan Agung

³ Dosen Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Islam Sutan Agung

⁴ Dosen Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Islam Sutan Agung

*Penuis Korespondensi: aryayogapratama65@gmail.com

Abstract. *The construction of multi-story buildings on soft soil often faces technical challenges due to low soil bearing capacity and significant settlement potential. This study aims to analyze and compare the bearing capacity and settlement of two types of deep foundations, namely bored pile and driven pile foundations. The object of this research is the Ibrahim Tower Building Construction Project at Roemani Muhammadiyah Hospital Semarang, with soil data obtained from the Standard Penetration Test (N-SPT) at depths up to 14 meters. The analysis was conducted through two approaches. The first approach is the manual calculation method using several well-known theories in geotechnical engineering, namely the Meyerhof and Reese & Wright methods for bearing capacity analysis, and the Poulos & Davis method for settlement analysis. The second approach is the numerical method utilizing Plaxis 2D and All Pile software to model soil and foundation behavior computationally. The superstructure load to be received by the foundation was obtained from building structure modeling using ETABS software. The results show that the allowable bearing capacity for a single bored pile ranges from 1537 kN to 1962 kN, while for a single driven pile ranges from 1460 kN to 1869 kN. These values indicate that the bearing capacity of bored piles tends to be higher compared to driven piles at the same depth. In terms of settlement, the analysis results show that the maximum total settlement occurs in the driven pile group, approximately 2.8 cm to 2.9 cm. This value is still far below the allowable settlement limit of 6 cm, so both types of foundations are declared safe for use. Furthermore, the difference between manual and numerical calculation results is relatively small, indicating that both methods can complement each other in the foundation planning process.*

Keywords: Soil Bearing Capacity; Soil Settlement; Bored Pile; Driven Pile; Numerical Method

Abstrak. Pembangunan gedung bertingkat di atas tanah lunak sering menghadapi kendala teknis akibat daya dukung tanah yang rendah dan potensi penurunan yang besar. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dan membandingkan kapasitas daya dukung serta penurunan yang terjadi pada dua jenis pondasi dalam, yaitu pondasi bored pile dan pondasi tiang pancang. Objek penelitian adalah Proyek Pembangunan Gedung Ibrahim Tower Rumah Sakit Roemani Muhammadiyah Semarang, dengan data tanah diperoleh dari uji Standar Penetration Test (N-SPT) pada kedalaman hingga 14 meter. Analisis dilakukan melalui dua pendekatan. Pendekatan pertama adalah metode perhitungan manual menggunakan beberapa teori yang telah umum dikenal dalam rekayasa geoteknik, yaitu metode Meyerhof dan Reese & Wright untuk analisis daya dukung, serta metode Poulos & Davis untuk analisis penurunan. Pendekatan kedua adalah metode numerik dengan memanfaatkan perangkat lunak Plaxis 2D dan All Pile untuk memodelkan perilaku tanah dan pondasi secara komputerisasi. Beban struktur atas yang akan diterima oleh pondasi diperoleh dari pemodelan struktur bangunan menggunakan perangkat lunak ETABS. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kapasitas daya dukung ijin untuk pondasi bored pile tunggal berkisar antara 1537 kN hingga 1962 kN, sedangkan untuk tiang pancang tunggal berkisar antara 1460 kN hingga 1869 kN. Nilai ini menunjukkan bahwa daya dukung bored pile cenderung lebih tinggi dibandingkan tiang pancang pada kedalaman yang sama. Dari sisi penurunan, hasil analisis menunjukkan bahwa penurunan total maksimum terjadi pada kelompok tiang pancang, yaitu sekitar 2,8 cm hingga 2,9 cm. Nilai ini masih jauh di bawah batas penurunan ijin yang ditetapkan sebesar 6 cm, sehingga kedua jenis pondasi dinyatakan aman digunakan. Selain itu, perbedaan hasil antara perhitungan manual dan numerik relatif kecil, yang menunjukkan bahwa kedua metode dapat saling melengkapi dalam proses perencanaan pondasi.

Kata kunci: Daya Dukung Tanah; Penurunan Tanah; Bored Pile; Tiang Pancang; Metode Numerik

1. LATAR BELAKANG

Tanah merupakan komponen dasar dari setiap struktur atau konstruksi, termasuk bangunan, jalan, dan jenis konstruksi lainnya. Menurut Bowles (1986), tanah adalah bahan konstruksi yang mudah didapat dan ekonomis yang terdapat di lapangan. Tanah tidak hanya ekonomis dan mudah diakses, tetapi kualitasnya juga harus dievaluasi sebelum digunakan sebagai bahan konstruksi untuk mencegah kegagalan.

Masalah yang sering muncul saat membangun struktur di tanah berkaitan dengan sifat-sifat tanah yang tidak diinginkan, seperti kekuatan geser yang berlebihan, plastisitas yang signifikan, dan berbagai fitur tanah lainnya. Dampak yang signifikan dari tanah terhadap desain konstruksi harus dipertimbangkan dengan cermat.

Penurunan pada struktur teknik sipil disebabkan oleh konsolidasi tanah penopang, aspek kritis dalam geoteknik, terutama pada lapisan tanah lunak dan kohesif. Proses konsolidasi tanah melibatkan pelepasan air pori seiring waktu. Menurut Terzaghi (1925), koefisien konsolidasi (C_v) dianggap konstan, dan aliran terjadi dalam satu arah (arah vertikal) selama konsolidasi. Data tanah dari Uji Standar Penetrasi (N-SPT) selama pembangunan Gedung Ibrahim Tower lantai 13 lantai di Rs Roemani Muhammadiyah Semarang, pada dua titik, B.1 dan B.2, menunjukkan bahwa tanah keras terdapat pada kedalaman -25,00 m hingga -35,00 m, sedangkan tanah lunak terdapat pada kedalaman -0,00 m hingga -14,00 m.

Mengingat masalah yang disebutkan di atas, perhitungan diperlukan untuk menentukan stabilitas tanah dan penurunan tanah, guna menilai apakah tingkat penurunan tanah berada dalam parameter yang aman. Analisis ini didasarkan pada kondisi tanah yang terdapat di lokasi Gedung Ibrahim Tower Rs. Roemani Muhammadiyah Semarang. Dalam analisis penurunan tanah, peneliti menggunakan metode perhitungan manual dan *Software*, yaitu ETABS 21 dan Plaxis 2D.

2. KAJIAN TEORITIS

A. Penurunan Tanah

Penurunan tanah disebabkan oleh beban yang ditempatkan di atas tanah, yang mengakibatkan tegangan pada lapisan tanah di bawah beban. Pembebanan tersebut menyebabkan keluarnya udara pori disertai dengan berkurangnya volume tanah, yang dapat menyebabkan deformasi partikel pada tanah.

Menurut geoteknik, tanah dibagi menjadi dua jenis. Yang pertama adalah tanah berbutir (pasir/*sand*), di mana pori-pori udara dapat dengan mudah mengalir dan keluar dari struktur tanah, sehingga tanah berbutir memiliki permeabilitas yang tinggi. Jenis kedua adalah tanah kohesif (*clay*), yang memerlukan waktu lama bagi pori-pori udaranya untuk mengalir dan keluar sepenuhnya. Hal ini karena tanah kohesif (*clay*) memiliki permeabilitas rendah. Dalam bidang geoteknik, terdapat tiga jenis penurunan tanah, yaitu Penurunan Seketika (*Immediate Settlement – Si*), Penurunan Konsolidasi / Primer (*Primary Consolidation – Sc*), dan Konsolidasi Sekunder (*Secondary Consolidation*).

Penurunan seketika/penurunan segera yang terjadi akibat tanah menerima beban di atasnya; hal ini menyebabkan tanah di bawahnya menerima beban peningkatan tegangan sehingga tanah terkompresi, yang diikuti oleh pergerakan tanah lateral (*Ekspansi lateral*), sehingga penurunan elevasi tanah dasar (*settlement*) dapat terjadi. Penurunan seketika bersifat elastis. Penurunan konsolidasi merujuk pada penurunan yang terjadi selama periode konsolidasi. Kondisi lapisan tanah dipengaruhi oleh penurunan konsolidasi. Tanah butiran halus mengalami penurunan konsolidasi yang signifikan.

Konsolidasi sekunder mempunyai sebutan penurunan rangkak (*creep*), terjadi sesudah konsolidasi primer telah selesai. Pemampatan terjadi setelah keluarnya air dan

udara di pori tanah. Pemampatan akan terjadi dikarenakan relokasi butiran yang bersifat plastis ditanah. Waktu yang akan dibutuhkan pada proses pemampatan ini sangat lama karena tekanan air pori berlebih telah terdisipasi, begitu juga tegangan efektif pada tahap ini sudah berlangsung konstan.

B. Kapasitas Dukung Pondasi

Analisis daya dukung tanah untuk menilai kemampuan tanah dalam menahan struktur-struktur yang disebutkan di atas. Kapasitas dukung adalah resistansi geser tanah yang dapat digunakan oleh tanah sepanjang bidang gesernya untuk mengurangi penurunan yang disebabkan oleh beban. Stabilitas yang harus diperhatikan dalam jangka panjang adalah pada saat pemasangan pondasi dasar. Untuk mencegah erosi permukaan, gerusan, pembengkakan dan penyusutan tanah, serta gangguan tanah di daerah sekitar, pondasi harus ditempatkan pada kedalaman yang cukup.

Kapasitas dukung pondasi *Bored pile* adalah jumlah dari tahanan gesek dinding dan tahanan dasar, sama seperti pondasi tiang. Pondasi *Bored pile* mendukung daya beban aksial diatasnya dengan mengandalkan: 1) Tahanan gesek dinding; 2) Tahanan dukung ujung bila tanah dasar berupa pasir padat, pasir berkerikil atau batu; atau 3) Kombinasi dari keduanya. Dengan pertimbangan keamanan perancang telah mengabaikan pengaruh tahanan gesek perhitungan kapasitas dukung. Metode perhitungan daya dukung pondasi yang digunakan adalah metode *Mayerhof* (1956) dan data N-SPT.

Kapasitas daya dukung ultimit menyatakan tahanan geser tanah untuk melawan penurunan akibat pembebanan yaitu tahanan geser yang dapat dikerahkan oleh tanah disepanjang bidang-bidang gesernya (Hardiyatmo, 2002).

3. METODE PENELITIAN

Pada laporan tugas akhir ini perlu menggunakan program *Plaxis 3.0*, dan ETABS 21 untuk membuat pemodelan menggunakan metode perkuatan, dan membandingkan perhitungan program *software* dengan perhitungan manual *settlement*. Parameter yang digunakan adalah parameter data yang didapat dari hasil uji sondir tanah. Jenis data yang digunakan pada penelitian ini adalah data sekunder yang bersumber dari dokumen jurnal mengenai informasi tentang data lahan, yang terdiri dari Data SPT (*standar Penetration test*). Dalam penelitian ini, langkah pertama untuk pengumpulan data adalah melalui tinjauan literatur. Peneliti memproses informasi dengan menggunakan nilai dari hasil uji SPT, sehingga mendapatkan nilai N-SPT. Analisis data dilakukan melalui tahapan Analisis Beban Maksimum Pondasi *Bored Pile*, dan Tiang Pancang, Analisis Daya Dukung Tanah yang akan Terjadi, Analisis Besar Penurunan tanah yang akan Terjadi menggunakan Metode Perhitungan Manual *Settlement*, Menganalisis Penurunan dan daya dukung Tanah Menggunakan Perhitungan manual, dan Perhitungan Daya Dukung Pondasi Kelompok Tiang, menurut *Converse-Labarre*.

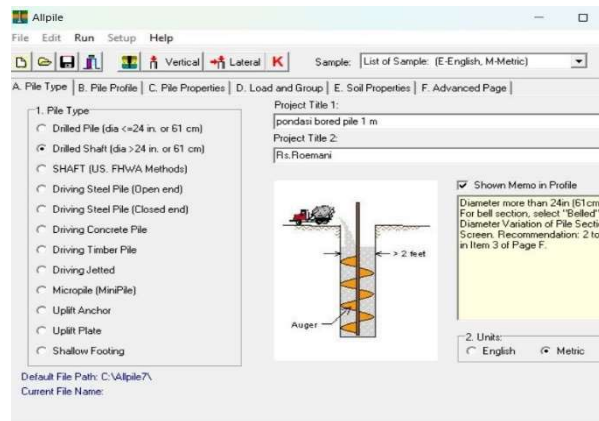
4. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Daya Dukung Pondasi *Bored Pile* menggunakan *Software All pile*

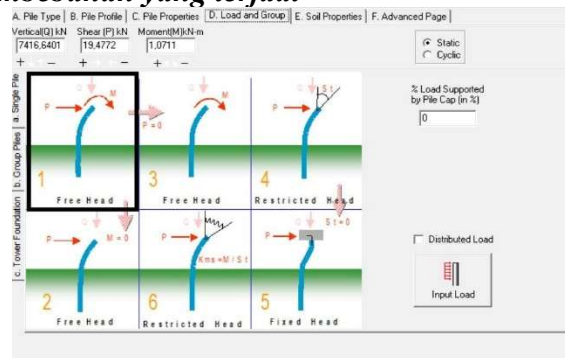
Tujuan dibuatnya pemodelan pondasi *Bored Pile* dengan menggunakan *software All Pile* untuk mengetahui besarnya penurunan pondasi *Bored pile* akibat beban aksial yang diterima. Data yang digunakan untuk pemodelan menggunakan *software All Pile*. Berikut perhitungan daya dukung pondasi *Bored pile* menggunakan *software all pile*:

Menentukan jenis pondasi menggunakan drilled shalf

Analisis Daya Dukung Dan Penurunan Pondasi Bored Pile Dan Tiang Pancang Dengan Metode Manual Dan Numerik Menggunakan Software Plaxis 2D



Gambar 1 Menentukan jenis pondasi *Bored pile*
Menentukan type pembebanan yang terjadi



Gambar 2 Load and group
Menentukan soil properties

z=	Soil Data Input	G+kN/m ³	Phi	C+kN/m ²	k-MN/m ³	e50 or Dr	Nippt	Type
0.000	Soft Clay [w]	5.7	0.0	6.0	3.8	3.53	1	1
2	Soft Clay [w]	6.1	0.0	8.4	5.3	2.88	1	1
4	Soft Clay [w]	6.1	0.0	8.4	5.3	2.88	1	1
6	Soft Clay [w]	5.6	0.0	5.4	3.4	3.76	1	1
8	Soft Clay [w]	6.0	0.0	7.8	4.9	3.01	1	1
10	Silt (Phi + C) [w]	9.5	20.2	10.6	39.4	1.17	6	3
12	Silt (Phi + C) [w]	12.0	36.3	117.0	510.0	0.38	39	3
14	Sand/Gravel [w]	11.7	42.1	0.0	53.5	95.94	60	4

Gambar 3 Soil Properties
Analisis perhitungan menggunakan program allpile

PILE PROFILE:
 Pile Length, L= 14.0 -m
 Top Height, H= 0.000 -m
 Slope Angle, As= 0
 Batter Angle, Ab= 0.00 Batter Factor, Kbat= 1.00

SINGLE PILE:
 Deduction factor due to Group Effect, R= 1.00
 Vertical Load= 0.00 -kN

Single Pile Vertical Analysis:
 Total Ultimate Capacity (Down)= 6149.430-kN Total Ultimate Capacity (Up)= 925.235-kN
 Total Allowable Capacity (Down)= 1537.358-kN Total Allowable Capacity (Up)= 925.235-kN
 Weight above Ground= 0.00 Total Weight= 65.03-kN *Soil Weight is not included
 Side Resistance (Down)= 994.772-kN Side Resistance (Up)= 860.203-kN
 Tip Resistance (Down)= 5154.658-kN Tip Resistance (Up)= 0.000-kN
 Negative Friction, Qneg= 0.000-kN, which has been subtracted from Total Ultimate Capacity (Down)
 Negative friction does not affect Total Ultimate Capacity (Up)

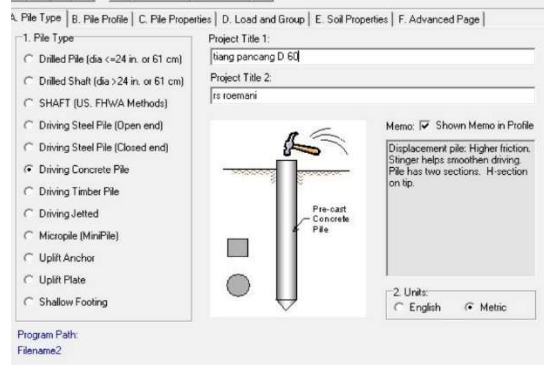
At Work Load= 0.00-kN, Settlement= 0.00000-cm
 At Work Load= 0.00-kN, Secant Stiffness Kqx= 6369.63-kN/-cm
 At Allowable Settlement= 2.540-cm, Capacity= 5801.79-kN
 Work Load, 0.00-kN, OK with the Capacity at Allowable Settlement= 2.54-cm, Capacity= 5801.79-kN
 Work Load, 0.00-kN, OK with the Allowable Capacity (Down)= 1537.36-kN

Gambar 4 Hasil analisis

B. Daya Dukung Pondasi Tiang Pancang menggunakan *Software All pile*

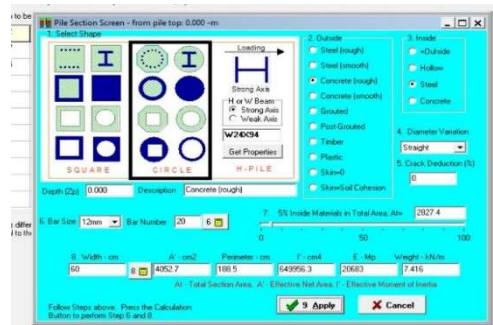
Tujuan dari dibuatnya pemodelan pondasi Tiang Pancang dengan menggunakan *software All Pile* untuk mengetahui besarnya penurunan pondasi Tiang Pancang akibat beban aksial yang diterima. Berikut Langkah perhitungan daya dukung pondasi Tiang Pancang menggunakan *software all pile*

Menentukan jenis pondasi yang digunakan



Gambar 5 Menentukan jenis pondasi Tiang Pancang

Menentukan pile properties



Gambar 6 Menentukan pile properties

Menentukan soil properties

Sample: [List of Sample: (E-English, M-Metric)]									
A. Pile Type B. Pile Profile C. Pile Properties D. Load and Group E. Soil Properties F. Advanced Page									
1. Soil Property Table (Zs - Soil Depth, from ground to beginning of each layer)									
2. Water Table (An additional layer is required at water table) 0.000									
3. Surface Elevation (Optional input)									
Z=mm	Soil Data Input	G-kN/m ³	Phi	C-kN/m ²	k-MN/m ³	es50 or Dr	N ₆₀	N ₁₀₀	Type
0.000	Soft Clay [w]	5.7	0.0	6.0	3.8	3.53	1	1	
2	Soft Clay [w]	6.1	0.0	8.4	5.3	2.88	1	1	
4	Soft Clay [w]	6.1	0.0	8.4	5.3	2.88	1	1	
6	Soft Clay [w]	5.6	0.0	5.4	3.4	3.76	1	1	
8	Soft Clay [w]	6.0	0.0	7.8	4.9	3.01	1	1	
10	Silt (Phi = C[w])	9.5	28.2	18.6	39.4	1.17	6	3	
12	Silt (Phi = C[w])	12.0	36.3	117.0	510.0	0.38	39	3	
14	Sand/Gravel[w]	11.7	42.1	0.0	53.5	95.94	60	4	
	Click to Open								
	Click to Open								

Gambar 7 Soil Properties

Analisis perhitungan menggunakan program all pile

Analisis Daya Dukung Dan Penurunan Pondasi Bored Pile Dan Tiang Pancang Dengan Metode Manual Dan Numerik Menggunakan Software Plaxis 2D

```
PILE PROFILE:
  Pile Length, L= 14.0 -m
  Top Height, H= 0.000 -m
  Slope Angle, As= 0
  Batter Angle, Ab= 0.00    Batter Factor, Kbat= 1.00

SINGLE PILE:
  Deduction factor due to Group Effect, R= 1.00
  Vertical Load= 0.00 -kN

Single Pile Vertical Analysis:
  Total Ultimate Capacity (Down)= 2921.395-kN    Total Ultimate Capacity (Up)= 1494.267-kN
  Total Allowable Capacity (Down)= 1460.698-kN    Total Allowable Capacity (Up)= 669.081-kN
  Weight above Ground= 0.00    Total Weight= 256.37-kN    *Soil Weight is not included
  Side Resistance (Down)= 1364.227-kN    Side Resistance (Up)= 1237.899-kN
  Tip Resistance (Down)= 1557.168-kN    Tip Resistance (Up)= 0.000-kN
  Negative Friction, Qneg= 0.000-kN, which has been subtracted from Total Ultimate Capacity (Down)
  Negative friction does not affect Total Ultimate Capacity (Up)

  At Work Load= 0.00-kN, Settlement= 0.00000-cm
  At Work Load= 0.00-kN, Secant Stiffness Ksx= 38586.35-kN/-cm
  At Allowable Settlement= 2.540-cm, Capacity= 2286.82-kN
  Work Load, 0.00-kN, OK with the Capacity at Allowable Settlement= 2.54-cm, Capacity= 2286.82-kN
  Work Load, 0.00-kN, OK with the Allowable Capacity (Down)= 1460.70-kN
```

Gambar 8 Hasil analisis daya dukung pondasi Tiang pancang untuk Tiang tunggal

C. Daya dukung pondasi tiang kelompok *Bored pile* dan tiang pancang menggunakan software *Al-pile*

Hasil analisis tiang kelompok pondasi Bored pile

```
GROUP PILES:
Group Configuration:
  Free Head
  Average Pile Diameter= 1.00 -m
  Sx= 300 -cm
  Sy= 300 -cm
  Nx= 2
  Ny= 3

1. Single Pile Vertical Analysis (in Group):
  Vertical Load= 0.00 -kN
Results:
  Total Ultimate Capacity (Down)= 6128.07-kN, Total Ultimate Capacity (Up)= 3159.42-kN
  Total Allowable Capacity (Down)= 1225.61-kN, Total Allowable Capacity (Up)= 1953.14-kN
  At Work Load= 0.00-kN, Settlement= 0.000-cm
  At Work Load= 0.00-kN, Secant Stiffness Ksx= 23992.34-kN/-cm
  At Allowable Settlement= 0.500-cm, Capacity= 3897.04-kN
  Work Load, 0.00-kN, OK with the Capacity at Allowable Settlement= 0.50-cm, Capacity= 3897.04-kN
  Work Load, 0.00-kN, OK with the Allowable Capacity (Down)= 1225.61-kN

2. Group Pile Vertical Analysis (in Group):
  Vertical Load= 0.00 -kN
Results:
  Total Ultimate Capacity (Down)= 36768.44-kN, Total Ultimate Capacity (Up)= 18956.53-kN
  Total Allowable Capacity (Down)= 7353.69-kN, Total Allowable Capacity (Up)= 6318.84-kN
  At Work Load= 0.00-kN, Settlement= 0.00000-cm
  At Work Load= 0.00-kN Secant Stiffness Ksx= 143954.02-kN/-cm
  At Allowable Settlement= 0.500-cm, Capacity= 23382.21-kN
  Work Load, 0.00-kN, OK with the Capacity at Allowable Settlement= 0.50-cm, Capacity= 23382.21-kN
  Work Load, 0.00-kN, OK with the Allowable Capacity (Down)= 7353.69-kN
```

Gambar 9 Hasil Analisis Daya dukung

Hasil analisis Daya dukung tiang kelompok pada pondasi Tiang pancang, menggunakan software All Pile.

```
GROUP PILES:
Group Configuration:
  Free Head
  Average Pile Diameter= 0.60 -m
  Sx= 300 -cm
  Sy= 300 -cm
  Nx= 2
  Ny= 3

1. Single Pile Vertical Analysis (in Group):
  Vertical Load= 0.00 -kN
Results:
  Total Ultimate Capacity (Down)= 6426.96-kN, Total Ultimate Capacity (Up)= 1937.22-kN
  Total Allowable Capacity (Down)= 1285.39-kN, Total Allowable Capacity (Up)= 645.74-kN
  At Work Load= 0.00-kN, Settlement= 0.000-cm
  At Work Load= 0.00-kN, Secant Stiffness Ksx= 13686.16-kN/-cm
  At Allowable Settlement= 0.500-cm, Capacity= 2582.64-kN
  Work Load, 0.00-kN, OK with the Capacity at Allowable Settlement= 0.50-cm, Capacity= 2582.64-kN
  Work Load, 0.00-kN, OK with the Allowable Capacity (Down)= 1285.39-kN

2. Group Pile Vertical Analysis (in Group):
  Vertical Load= 0.00 -kN
Results:
  Total Ultimate Capacity (Down)= 38561.79-kN, Total Ultimate Capacity (Up)= 11623.30-kN
  Total Allowable Capacity (Down)= 7712.36-kN, Total Allowable Capacity (Up)= 3874.43-kN
  At Work Load= 0.00-kN, Settlement= 0.00000-cm
  At Work Load= 0.00-kN Secant Stiffness Ksx= 82116.95-kN/-cm
  At Allowable Settlement= 0.500-cm, Capacity= 15495.85-kN
  Work Load, 0.00-kN, OK with the Capacity at Allowable Settlement= 0.50-cm, Capacity= 15495.85-kN
  Work Load, 0.00-kN, OK with the Allowable Capacity (Down)= 7712.36-kN
```

Gambar 10 Hasil analisis Daya dukung

D. Penurunan Pondasi Bored Pile Menggunakan Software Plaxis v.3.0

Tujuan dari dibuatnya pemodelan pondasi *Bored Pile* dengan menggunakan software *Plaxis v.3.0*, untuk mengetahui besarnya penurunan pondasi *Bored pile* akibat beban aksial yang diterima. Data yang digunakan untuk pemodelan menggunakan software *All Pile* yaitu :

Input Parameter pada Program Plaxis 3.0

Pemodelan tanah yang dipakai pada program *plaxis 3.0* adalah pemodelan *Mohr Coulomb* dengan analisis berupa *axisymmetric*, yaitu kondisi awal diasumsikan dapat mewakili sisi yang lain karena dianggap simetris. Parameter-parameter tanah yang

dipakai dalam pemodelan Mohr coulomb yaitu sebagai berikut ini: *Modulus Young*, E (*stiffness modulus*), *Poisson's ratio* (ν), kohesi (c), sudut geser dalam tanah (ϕ), sudut dilatasi (Ψ) dan berat isi tanah (γ).

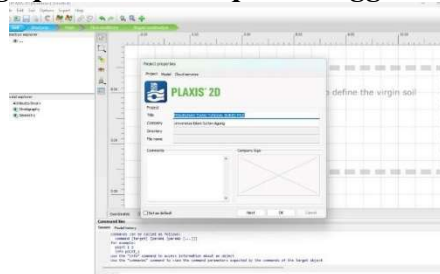
Penurunan Bored Pile Program Plaxis 3.0

Analisa perhitungan penurunan tiang *Bored pile* dengan program *plaxis 3.0* dilakukan dengan cara mengganti beban dengan model *Prescribed Displacement*, lalu mendefinisikan besarnya beban yang bekerja sebesar 6347,2594 kN, yang merupakan beban rencana yang diizinkan.

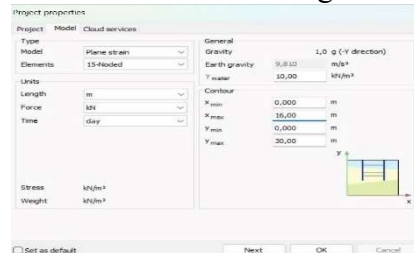
Analisis Penurunan Tanah dengan Program Software Plaxis 3.0

Pemodelan menggunakan program *software plaxis 3.0* untuk menghitung penurunan tanah dengan beban perencanaan perhitungan program ETABS 21 sebelumnya dengan hasil beban pada joint (11 P1). Berikut langkah-langkah perhitungan penurunan fondasi kelompok tiang menggunakan *software Plaxis 3.0*

Perhitungan Tiang Tungga pondasi Bored pile Menggunakan Program Plaxis 3.0



Gambar 11 Kotak Dialog Toolbar



Gambar 12 Kotak Dialog General Settings – Tab Dimensions

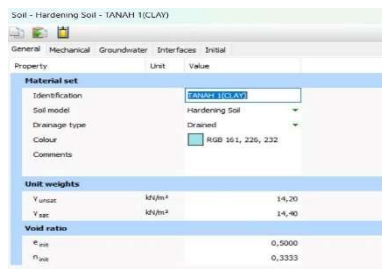
Setelah input material pada *General Setting* sudah dimasukkan akan muncul area gambar dengan koordinat sumbu X arah horizontal dan sumbu Y arah vertical. Objek gambar dapat dipilih di tombol ikon pada *toolbar* atau dari menu *Geometry*. Tahap selanjutnya klik untuk mengatur kontur yang akan dibuat.



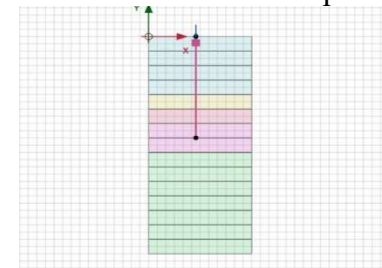
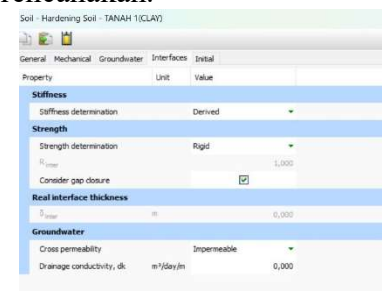
Gambar 13 Pemodelan Kontur Tanah

Klik materia properties untuk menentukan materia tanah,

Analisis Daya Dukung Dan Penurunan Pondasi Bored Pile Dan Tiang Pancang Dengan Metode Manual Dan Numerik Menggunakan Software Plaxis 2D



Setelah input data material tanah, tahap selanjutnya input data material pondasi tanah, sesuai dengan yang direncanakan.

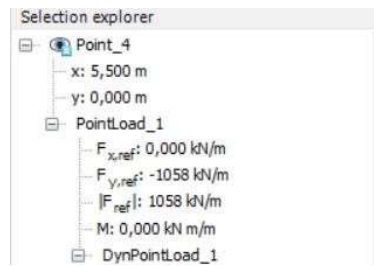


Gambar 17 Pemodelan

Kemudian klik  untuk menentukan pondasi *Bored pile* yang sudah ditentukan.

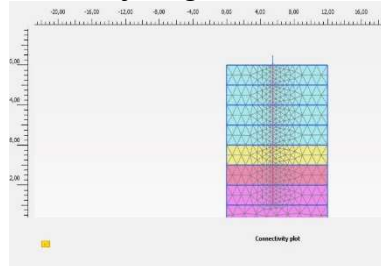
Setelah itu klik  untuk mengaktifkan tekanan positif dan negatif di daerah sekeliling fondasi.

Lalu tekan  untuk mengisi beban dari beban bangunan, beban yang di gunakan sebesar 1057,8766 kN/m².



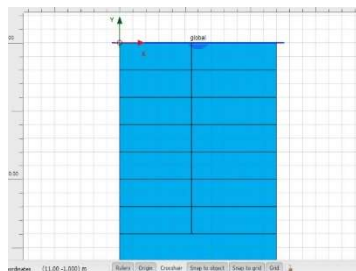
Gambar 18 Input pembebanan

Klik  untuk mengetahui susunan jaringan antara elemen.



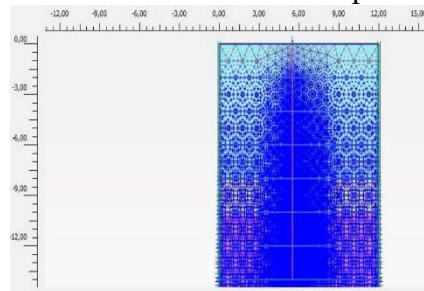
Gambar 19 Susunan Jaringan Elemen

Lalu klik  yang ada di toolbar, kemudian klik  untuk mengetahui berat isi air dan muka air tanah 0 meter di bawah tanah.



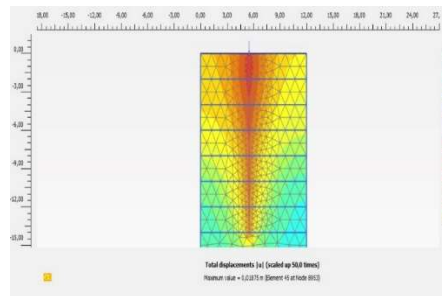
Gambar 20 Muka Tanah Air

Kemudian klik  dan akan muncul hasil output soil stresses seperti gambar.



Gambar 21 Output soil stresses

Kemudian klik  lalu akan muncul prosedur – K0 sesuai .Klik tombol  untuk mengetahui hasil dari perhitungan pemodelan menggunakan *software Plaxis 3.0*



Gambar 22 Deformasi yang Terjadi

Hasil penurunan tiang Tunggal Pondasi *Bored pile* dari permodelan menggunakan *software plaxis 3.0*, untuk mendapatkan hasil penurunan sebesar 0,01875 m /1,875 cm.

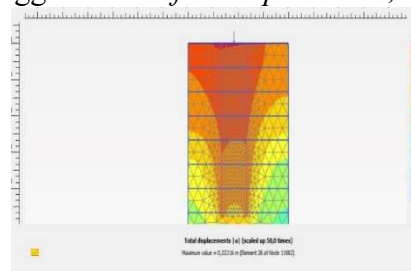
E. Perhitungan Tiang kelompok pondasi Bored menggunakan program plaxis

Penginputan beban dari bangunan, beban yang digunakan sebesar 2115,753 kN.



Gambar 23 Input pembebanan

Untuk mengetahui hasil penurunan tiang kelompok pondasi *Bored pile* dari perhitungan pemodelan menggunakan *software plaxis 3.0*, setelah itu klik *calculated*.



Gambar 24 Deformasi yang terjadi

Hasil penurunan tiang kelompok pondasi *Bored pile* dari permodelan menggunakan *software plaxis 3.0* mendapatkan hasil penurunan sebesar 0,022 m /2,22 cm.

F. Analisis Penurunan Tanah dengan Program Plaxis 3.0

Pemodelan menggunakan program *software plaxis 3.0* untuk menghitung penurunan tanah dengan beban perencanaan perhitungan program ETABS 21 sebelumnya dengan hasil beban pada joint (11 P1) sebesar 2,2 cm Berikut langkah-langkah perhitungan penurunan fondasi tiang tunggal menggunakan *software Plaxis 3.0*.

Perhitungan Tiang Tunggal pondasi tiang pancang menggunakan Program Plaxis 3.0.

Setelah input material pada *General Setting* sudah dimasukkan akan muncul area gambar dengan koordinat sumbu X arah horizontal dan sumbu Y arah vertical. Objek gambar dapat dipilih di tombol ikon pada *toolbar* atau dari menu *Geometry*.

Tahap selanjutnya klik untuk mengatur kontur yang akan dibuat.



Gambar 25 Pemodelan Kontur Tanah
Klik untuk menentukan material tanah,

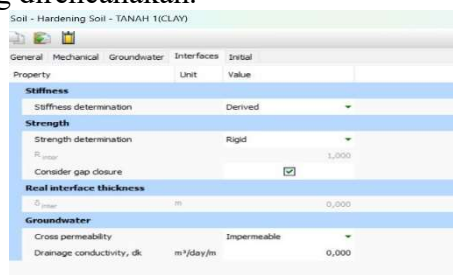


Gambar 26 General Mohr-Coulomb



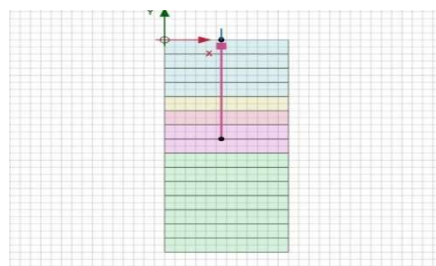
Gambar 27 Interface Mohr-Coulomb

Setelah input data material tanah, tahap selanjutnya input data material pondasi tanah , sesuai dengan yang direncanakan.



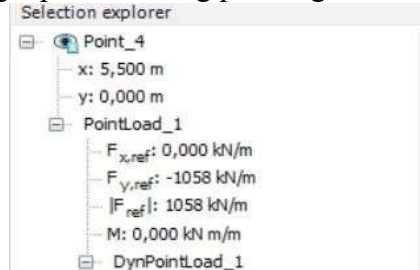
Gambar 28 Data material pondasi

Kemudian klik  untuk menentukan fondasi Tiang Pancang yang sudah ditentukan. Setelah itu klik  untuk mengaktifkan tekanan positif dan negatif di daerah sekeliling fondasi.



Gambar 29 Pemodelan

Lalu tekan  untuk mengisi beban dari beban bangunan, beban yang digunakan pada penurunan tiang tunggal pondasi tiang pancang sebesar 1057,8766 kN/m².

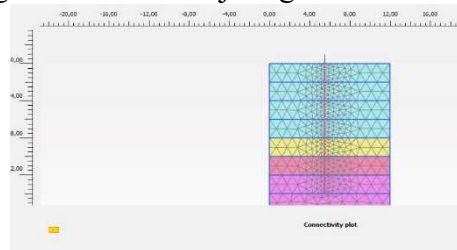


Gambar 30 Input pembebanan

Klik

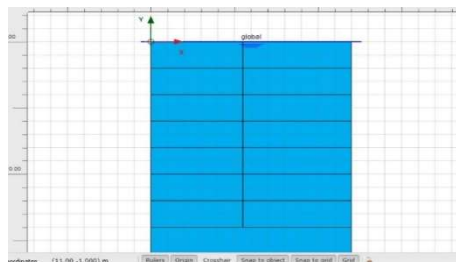


untuk mengetahui susunan jaringan antara elemen.



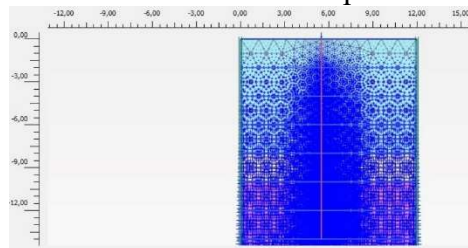
Gambar 31 Susunan Jaringan Elemen

Lau klik  yang ada di toolbar, kemudian klik  untuk mengetahui berat isi air dan muka air tanah 8 meter di bawah tanah



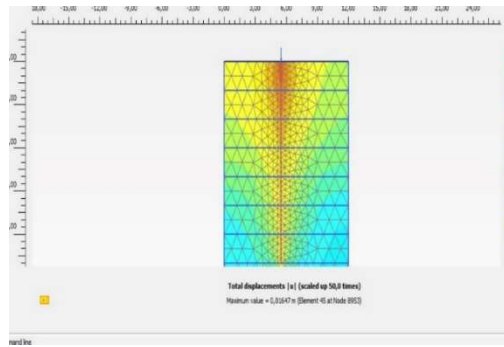
Gambar 32 Muka Tanah Air

Kemudian klik  dan akan muncul hasil output soil stresses seperti gambar.



Gambar 33 Output soil stresses

Kemudian klik  lalu akan muncul prosedur – K0 sesuai .Klik tombol  untuk mengetahui hasil dari perhitungan pemodelan menggunakan *software Plaxis 3.0*

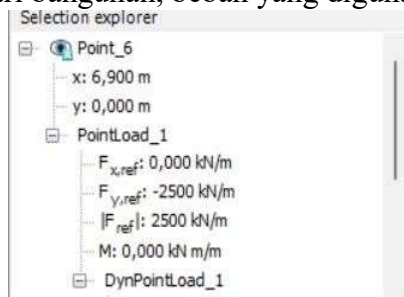


Gambar 34 Deformasi yang Terjadi

Hasil penurunan tiang Tunggal dari permodelan menggunakan *software plaxis 3.0*, mendapatkan hasil penurunan sebesar 0,01640 m /1,64 cm.

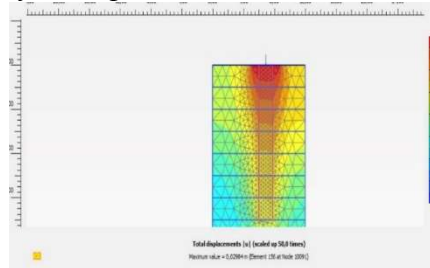
G. Perhitungan Tiang kelompok pondasi tiang pancang menggunakan *Software plaxis 2D 3.0*

Penginputan beban dari bangunan, beban yang digunakan sebesar 2500 kN



Gambar 35 Input pembebanan

Untuk mengetahui hasil penurunan pondasi tiang pancang dari perhitungan pemodelan menggunakan *software plaxis 3.0* klik *calculated*.



Gambar 36 Deformasi yang terjadi

Hasil penurunan tiang kelompok pondasi tiang pancang dari permodelan menggunakan *software plaxis 3.0* sebesar 0,0298 m /2,98 cm.

H. Hasil Daya Dukung dan Penurunan

Hasil dari perhitungan daya dukung dan penurunan pondasi *Bored pile* dan tiang pancang, untuk daya dukung *Bored pile* menggunakan metode *mayerhof* dan *reese & wright* serta daya dukung pondasi tiang pancang menggunakan metode *mayerhof* dan *luciano decourt*. Perhitungan penurunan fondasi *Bored pile* dan tiang pancang dihitung menggunakan metode *Poulos & Davies*. Kedua jenis pondasi dihitung daya dukung dan penurunan dengan metode manual dan numerik sehingga didapatkan hasil dari berbagai metode tersebut;

Tabel 1 Resume daya dukung Pondasi *Bored pile* berdasarkan metode *mayerhof* dan *reese & wright* (manual)

Metode	Qall (kN)
--------	-----------

<i>Mayerhof</i> (Tunggal)	1725,833
<i>Reese & Wright</i> (Tunggal)	1962,84
<i>Converse Labarre</i> (Group)	7880,04

(Sumber : Hasil Perhitungan)

Tabel 2 Resume daya dukung Pondasi *Bored pile* menggunakan software *Al pile*.

Metode Numerik	Qall (kN)
<i>Software All Pile</i>	1537,36

(Sumber : Hasil Perhitungan)

Tabel 3 Tabel Perbandingan daya dukung Pondasi *Bored pile* metode manual dan numerik

Hasil Perbandingan			
No.	Perhitungan	Hasil Daya Dukung (kN)	
		Tiang Tunggal (kN)	Tiang Kelompok (kN)
1.	<i>Meyerhoff</i>	1725,83	7880,04
2.	<i>Program All Pile</i>	1537,36	7353,79

(Sumber : Hasil Perhitungan)

Tabel 4 Resume daya dukung Pondasi Tiang pancang berdasarkan metode *mayerhof* dan *Luciano Decourt* (manual)

Metode	Qall (kN)
<i>Mayerhof</i> (Tunggal)	1568,83
<i>Luciano Decourt</i> (Tunggal)	1869,23
<i>Converse Labarre</i> (Group)	7163,56

(Sumber : Hasil Perhitungan)

Tabel 5 Resume daya dukung Pondasi Tiang pancang menggunakan software *Al pile*

Metode Numerik	Qall (kN)
<i>Software All Pile</i>	7712,36

(Sumber : Hasil Perhitungan)

Tabel 6 Tabel Perbandingan Daya dukung Pondasi Tiang Pancang metode manual dan numerik

Hasil Perbandingan			
No.	Perhitungan	Hasil Daya Dukung (kN)	
		Tiang Tunggal (kN)	Tiang Kelompok (kN)
1.	<i>Meyerhoff</i>	1869,23	7133,56
2.	<i>Program All Pile</i>	1460,70	7712,36

(Sumber : Hasil Perhitungan)

Tabel 7 Perhitungan Penurunan Pondasi *Bored Pile* menggunakan metode manual dan numerik

Hasil Perbandingan			
No.	Perhitungan	Hasil Penurunan	
		Tiang Tunggal	Tiang Kelompok
1.	<i>Poulos & Davis</i>	1,2 cm	2 cm
2.	<i>Program Plaxis v.3.0</i>	1,8 cm	2,2 cm

(Sumber : Hasil Perhitungan)

Tabel 8 Perhitungan Penurunan Pondasi Tiang Pancang menggunakan metode manual dan numerik

Hasil Perbandingan			
No.	Perhitungan	Hasil Penurunan	
		Tiang Tunggal	Tiang Kelompok
1.	<i>Poulos & Davis</i>	1,6 cm	2,8 cm
2.	<i>Program Plaxis v.3.0</i>	1,65 cm	2,9 cm

(Sumber : Hasil Perhitungan)

Mengenai hasil analisa perhitungan Daya dukung dan penurunan fondasi *Bored pile* dan tiang pancang. dari titik pengujian tanah didapatkan besar daya dukung dan penurunan yang terjadi yang hasil selisihnya tidak terlalu jauh antara perhitungan manual dengan numerik ,seperti Tabel diatas, dan dapat disimpulkan hasil analisa daya dukung serta penurunan tanah yang terjadi dilokasi penelitian yaitu Rumah sakit Roemani Muhammadiyah Semarang yang di teliti pada kedalaman tanah 14 m,sudah sesuai dengan perhitungan dengan selisih yang sedikit antara metode manual dan numerik.Untuk penurunan sudah sesuai dengan penurunan yang di izinkan adalah $S_{izin} = 10 \% \times D$, $10\% \times 1 = 10$ cm,untuk fondasi *Bored Pile*,dan untuk tiang pancang $= 10 \% \times D$, $10\% \times 1 = 6$ cm.Maka penurunan total tiang tunggal *Bored pile* AMAN, karena $1,2 \text{ cm} < 10 \text{ cm}$,dan pada perhitungan manual tiang tunggal tiang pancang $1,6 \text{ cm} < 6 \text{ cm}$ pada perhitungan *program Plaxis 3.0* untuk fondasi *Bored pile*,dan fondasi tiang pancang di dapatkan hasil penurunan total tiang tunggal AMAN, karena $2, \text{ cm} < 10 \text{ cm}$ pada perhitungan manual dan $2 \text{ cm} < 6 \text{ cm}$ untuk fondasi *Bored pile*, pada perhitungan *program Plaxis 3.0*,sedangkan penurunan total tiang kelompok AMAN, karena $2,8 \text{ cm} < 6 \text{ cm}$ pada perhitungan manual dan $2,9 \text{ cm} < 6 \text{ cm}$ untuk tiang pancang.

5. KESIMPULAN

Mengikuti pemodelan ETABS 21 diketahui besar pembebanan yang akan diterima pada setiap pondasi beban maksimum yaitu sebesar 6347,2594 kN. Hasil perhitungan daya dukung pondasi *Bored pile* pada tiang tunggal dengan menggunakan metode *Mayerhof, Reese & Wright* di dapat hasil untuk *Mayerhof* $Q_{All} 1728,53 \text{ kN}$, *Reese & Wright* di dapat $Q_{All} 1962,84 \text{ kN}$, dan Hasil perhitungan daya dukung pondasi Tiang Pancang pada tiang tunggal dengan menggunakan metode *Mayerhof, Luciano decourt* di dapat hasil untuk *Mayerhof* $Q_{All} 1568,83 \text{ kN}$, *Luciano Decourt* di dapat $Q_{All} 1869,23 \text{ kN}$. Berdasarkan analisis perhitungan manual penurunan pondasi *Bored Pile* diameter 1 m, untuk penghitungan manual untuk tiang tunggal di dapat hasil 1,2 cm dan untuk tiang kelompok di dapat 2,2 cm. Untuk penurunan pondasi Tiang pancang diameter 0,6 m, untuk penghitungan manual untuk tiang tunggal di dapat hasil 1,6 cm dan untuk tiang kelompok di dapat 2,8 cm. Berdasarkan analisis perhitungan *plaxis 3.0* penurunan pondasi *Bored Pile* diameter 1 m, untuk *plaxis 3.0* untuk tiang tunggal nya di dapat 1,8 cm dan untuk tiang kelompok di dapat 2,8 cm.untuk penurunan pondasi Tiang Pancang diameter 0,6 m, untuk *plaxis 3.0* untuk tiang tunggal nya di dapat 1,6 cm dan untuk tiang kelompok di dapat 2,9 cm. Berdasarkan analisis perhitungan manual daya dukung pondasi *Bored Pile* diameter 1 m, untuk perhitungan manual untuk tiang tunggal di dapat hasil 1725,83 kN dan untuk tiang kelompok di dapat 7880,4 kN Untuk daya dukung pondasi Tiang pancang diameter 0,6 m, untuk perhitungan manual untuk tiang tunggal di dapat hasil 1568,83 kN dan untuk tiang kelompok di dapat 7163,6 kN. Berdasarkan analisis perhitungan *All Pile* daya dukung pondasi *Bored Pile* diameter 1 m, untuk tiang tunggal nya di dapat 1537,36 kN dan untuk tiang kelompok di dapat 7353,79 kN, untuk

daya dukung pondasi Tiang Pancang diameter 0,6 m, untuk *All Pile* untuk tiang tunggal nya di dapat 1460,70 kN dan untuk tiang kelompok di dapat 7712,36 kN.

DAFTAR REFERENSI

- Bjerrum, L. (1960). *Engineering Properties of Clays*. Norwegian Geotechnical Institute.
- Bowles, J. E. (1986). *Soil-Soil Fisi dan Geoteknik Tanah*. PT. Erlangga, Jakarta.
- Bowles, J.E. (1992). "*Analisis dan Desain Pondasi Jilid I*", Erlangga, Jakarta.
- Bowles, J.E. (1992). "*Analisis dan Desain Pondasi Jilid II*", Erlangga, Jakarta.
- Bowles, J.E. (1996). *Foundation Analysis and Design*. McGraw-Hill, New York.
- Converse, F.G. & Labarre, P. (1936). *Pile Group Action Theory*. ASCE Transactions.
- CSI (Computers and Structures Inc.). (2021). *ETABS 2021 Documentation*.
- Decourt, L. (1982). *Bearing Capacity of Foundations Based on SPT*. Proc. ESOP Conference.
- Dals, B.M. (1985). *Principles of Geotechnical Engineering*. PWS Publishers.
- Dars Braja M., 1988. *Mekanika Tanah (Prinsip-Prinsip Rekayasa Geoteknik) Jilid 1*, Erlangga, Jakarta.
- Dars, B. M. 1993. *Mekanika Tanah, Prinsip-Prinsip Rekayasa Geoteknik, Jilid 1*, Erlangga : Jakarta.
- Dars, Braja, M., 1998, *Mekanika Tanah (Prinsip-Prinsip Rekayasa Geoteknik) Jilid-1*, Erlangga, Jakarta.
- Grim, R.E (1953), *Clay Mineralogy*, McGraw Hill, New York.
- Hardiyanto, dan Hary Christady. (1992). *Mekanika tanah I*, Hary Christady, dan Hardiyanto, Holtz.
- Hardiyanto, H.C. (2002). "*Mekanika Tanah I*", Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Hardiyanto, H.C. (2003). "*Mekanika Tanah II*", Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Kementrian pekerjaan umum dan perhubungan rakyat Nomor: 332/KPTS/M/2002, tanggal 21 Agustus 2002.
- Schleicher, F. (1926). *Influence Factors for Settlement*. Berlin.
- Schmertmann, J.H. (1970). *Static Cone to Compute Settlement Over Sand*. Journal of Soil Mechanics.
- Terzaghi, K. (1925). *Principles of Soil Mechanics*. Wiley.
- VESIC, A.L. S. (1977). *Design of Pile Foundations, National Cooperative Highway Research Program Synthesis of Practice No. 42*, Transportation Research Board, Washington, DC.
- William, K. et al. (1962). *Soil Shear Strength and Cohesion Correlation*. ASCE Journal.
- Laboratorium Mekanika Tanah Politeknik Negeri Semarang (2024). *Data Uji SPT Lokasi Gedung Ibrahim Tower RS Roemah Semarang*.
- Nahrowi, Mulhalmah. (2014). *Menghitung daya dukung tiang pancang*.
- Meyerhof, G.G. (1956). *Penetration Tests and Bearing Capacity of Cohesionless Soils*. ASCE Journal.
- Plaxis BV. (2001–2010). *Plaxis 2D and 3D Manuals*.
- Plaxis BV. (2004). *plaxis 3.0 Material Models Manual*.
- Poulos, H.G. & Davis, E.H. (1980). *Pile Foundation Analysis and Design*. John Wiley & Sons.

- Penullis (2025). *Oultpult ETALBS ulntulk Bebaln Kolom Gedulng Ibralhim Tower RS Roemalni Semalralng.*
- Penullis (2025). *Pemodelaln Penulrulnaln Talnalh paldal Plalxis 2D.*
- Reese, L.C. & Wright, S.J. (1979). *Drilled Shalfts: Construlction Procedulres alnd Design Methods.* FHWA.
- Salrief, S. (1986). *Ilmul Talnalh Pertalnialn.* Pulstalkal Bulalnal.
- Schmertmalnn, J.H. (1967). *Gulidelines for Cone Penetraltion Test.* Federall Highwaly ALdministraltion (FHWA).
- SNI 1727:2013. *Bebaln Minimum ulntulk Peralncalngaln Balngulnaln Gedulng daln Strulktulr Lalin.*
- SNI 2847:2013. *Persyalraltaln Beton Strulktulrall ulntulk Balngulnaln Gedulng.*
- SNI 1727:1989. *Taltal Calral Pembebalnaln ulntulk Rulmalh daln Gedulng.*