



BAB 4

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

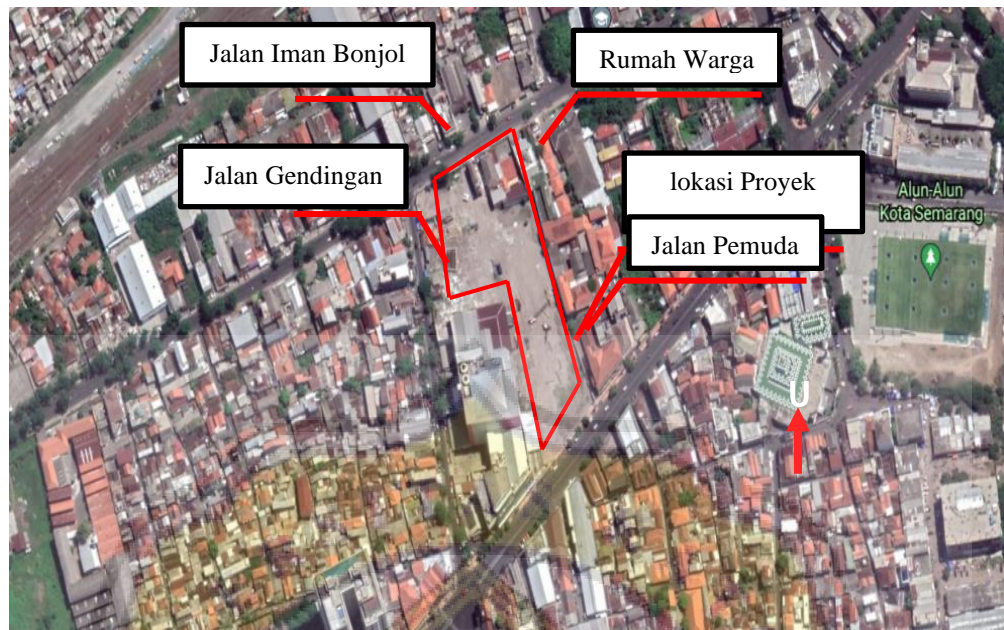
4.1 Uraian Umum

Pada bab analisa dan pembahasan ini memerlukan data yang selanjutnya digunakan dalam perhitungan. Data tersebut berupa data *bor-log* tanah, nilai N_{SPT} dan data lapangan lainnya seperti data dimensi pondasi tiang bor, hasil uji beban statis aksial, dan hasil uji beban dinamis.

Perhitungan daya dukung pondasi tiang bor umumnya dihitung dengan cara empiris apabila data uji laboratorium tidak dilakukan. Metode perhitungan dengan cara empiris dilakukan dengan dasar data N_{SPT} dan jenis tanah dari lampiran *bore-log*. Penelitian ini memilih menggunakan metode empiris dikarenakan hasil penyelidikan tanah di lapangan tidak dilanjutkan dengan pengujian di laboratorium. Analisa daya dukung pondasi tiang bor dilakukan menggunakan dua metode perhitungan, yaitu metode Meyerhof (1971) dengan Kullhawy (1998) dan metode Reese & Wright (1977).

Pada bab ini dilakukan interpretasi terhadap hasil penyelidikan tanah di lapangan untuk mengetahui kondisi lapisan tanah yang ada di lokasi penelitian. Selain interpretasi terhadap kondisi lapisan tanah di lapangan akan dilakukan kajian ulang terhadap daya dukung pondasi tiang bor tunggal. Hasil analisis daya dukung pondasi tiang bor tunggal ini dibandingkan dengan hasil dari uji beban statis aksial tekan dan hasil uji beban dinamis yang telah diolah menggunakan program *CAPWAP*. Perbandingan juga dilakukan antara hasil pengujian statis aksial tekan dan pengujian dinamis yang telah diolah juga dengan program *CAPWAP*.

Lokasi penelitian yang digunakan berada di Kota Semarang, yaitu di Proyek *Queen City*. Secara umum proyek ini memiliki fungsi bangunan sebagai apartemen, hotel, *mall*, dan perkantoran. Konstruksi yang direncanakan memiliki 19 lantai dengan 1 semi *basement* dan menggunakan pondasi tiang bor dengan beberapa macam dimensi. Proyek ini memiliki lokasi lengkap di Jalan Pemuda nomor 25 - 37 Kota Semarang. Lokasi proyek *Queen City* dapat dilihat pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1 Lokasi Proyek (sumber: <https://earth.google.com/web/search/ex+sri+ratu> diunduh pada tanggal 8 September 2021 pukul 08.00 WIB)

Batas-batas pelaksanaan proyek tersebut terdiri dari batas Utara adalah Jalan Iman Bonjol, batas Barat adalah Jalan Gendingan, batas Selatan adalah Jalan Pemuda, dan batas Timur adalah rumah makan, kantor, dan rumah warga. Pembagian area fungsi pembangunan *Queen City* secara lebih lengkap dapat dilihat pada Tabel 4.1.

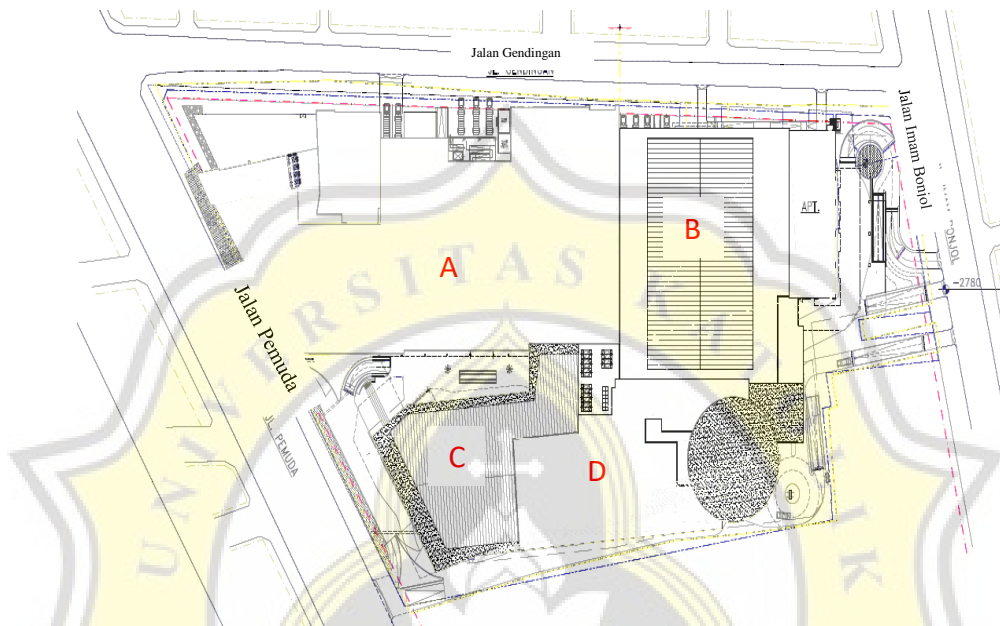
Tabel 4.1 Fungsi Area Bangunan

| Elevasi | Nama Lantai | Deskripsi Fungsi Bangunan |
|---------|----------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| -3.5 | <i>Lower Ground</i> | Area parkir, ruang pekerja, STP & <i>recycling</i> , GWT, CWT, FWT & RWT, dan tenant |
| ±0.00 | <i>Ground Floor</i> | <i>Retail</i> , lobby, dan antrium bagian belakang |
| +6.00 | <i>Upper Ground</i> | <i>Retail</i> dan <i>2nd floor apartment</i> |
| +11.5 | <i>1st Mall Floor</i> | <i>Retail F&B</i> , <i>3rd & 4th floor apartment</i> |
| +17.00 | <i>2nd Mall Floor</i> | Area parkir P1, <i>cinema</i> , <i>alfresco</i> , <i>5th floor apartment</i> |
| +20.4 | P2 | Area parkir dan <i>6th floor apartment</i> |
| +23.8 | P3 | Area parkir dan <i>7th floor apartment</i> |
| +27.2 | <i>3rd Mall Floor</i> | Area parkir P4, <i>ballroom</i> , dan <i>8th floor apartment</i> |
| +30.7 | P5 | Area parkir dan <i>9th floor apartment</i> |
| +34.2 | P6 | Area parkir dan <i>10th floor apartment</i> |
| +37.7 | <i>11th Floor Apartment</i> | <i>Unit apartment</i> dan <i>cinema</i> |

(Sumber: Data Proyek *Queen City*, 2019)



Proyek ini merupakan pengembangan fungsi bangunan *mall* yang sudah dibangun sebelumnya. Pengembangan tersebut diantaranya adalah *apartment*, penambahan area *mall*, dan *cinema*. Pembagian area pembangunan atau *site plan* dapat dilihat pada Gambar 4.2.

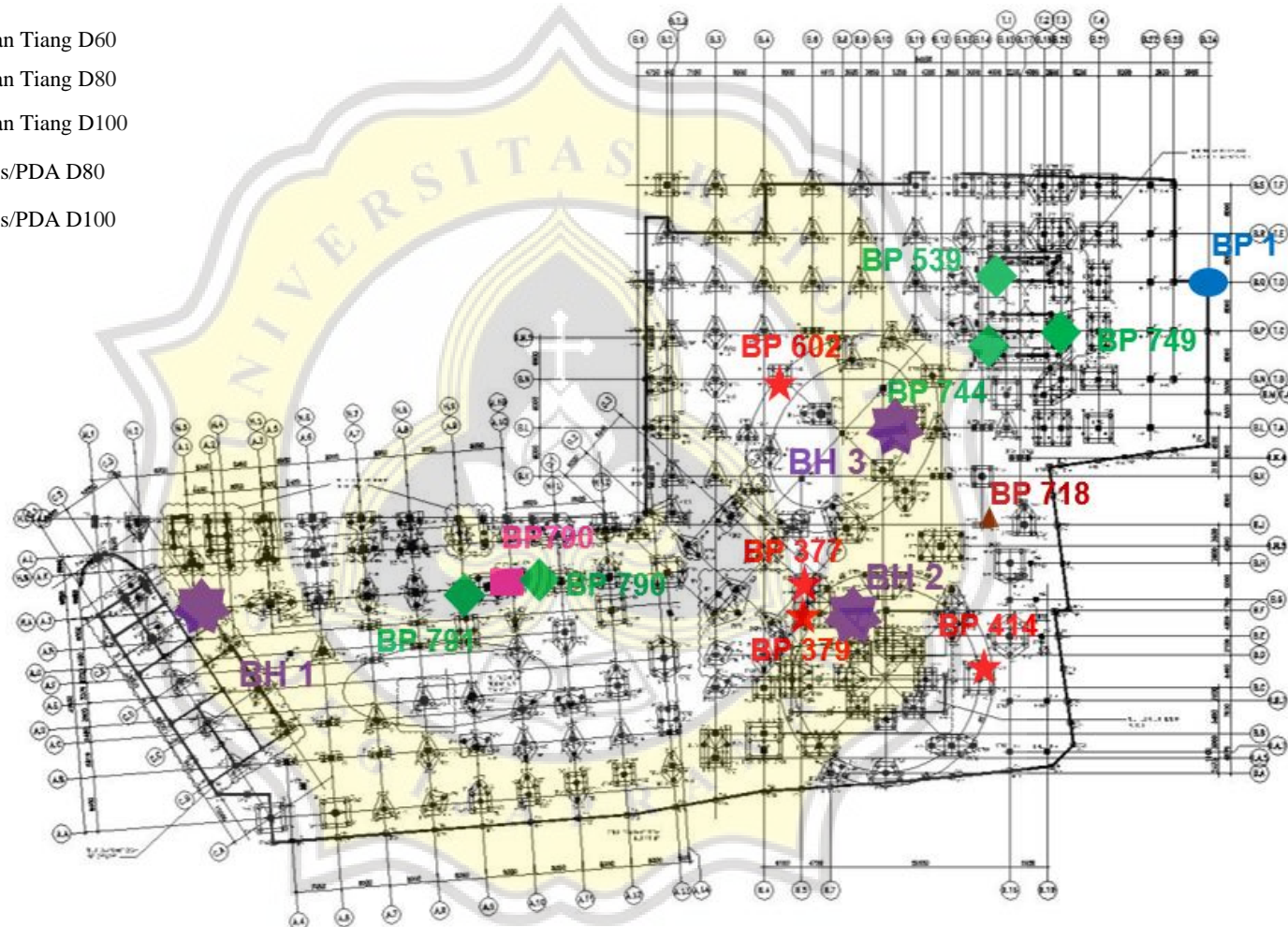


Gambar 4.2 Pembagian Area Pembangunan *Queen City*

Pada area A adalah bangunan Sri Ratu yang sudah ada sebelumnya dan area B merupakan *ballroom*, sedangkan untuk area C merupakan *cinema*, dan D merupakan bagian dari fungsi bangunan berupa *mall*. Area *ballroom*, *cinema*, dan *mall* merupakan area pelaksanaan pembangunan untuk penambahan fungsi bangunan sebelumnya, dan area tersebut merupakan studi kasus dalam penelitian ini. Perencanaan struktur bawah proyek ini memilih jenis pondasi tiang bor yang dapat dilihat pada lampiran L1 (1). Pondasi tiang bor terkecil diameter 60 cm memiliki fungsi sebagai pondasi dan *soldier pile*. Pondasi tiang bor berdiameter 80 cm dan 100 cm merupakan pondasi utama. Pondasi tiang bor yang telah melewati tahap perencanaan, selanjutnya dilakukan tahap pelaksanaan. Data dari kedua tahap tersebut digunakan dalam melakukan pengujian pondasi. Pengujian yang telah dilaksanakan sebanyak 3 pengujian aksial tekan dan 8 pengujian dinamis digunakan sebagai data yang diolah dalam penelitian ini. Denah pondasi dari proyek *Queen City* dapat dilihat pada Gambar 4.3.



- Statik Aksial Tekan Tiang D60
- ▲ Statik Aksial Tekan Tiang D80
- Statik Aksial Tekan Tiang D100
- ★ Uji Beban Dinamis/PDA D80
- ◆ Uji Beban Dinamis/PDA D100
- ★ Soil Bore-Log

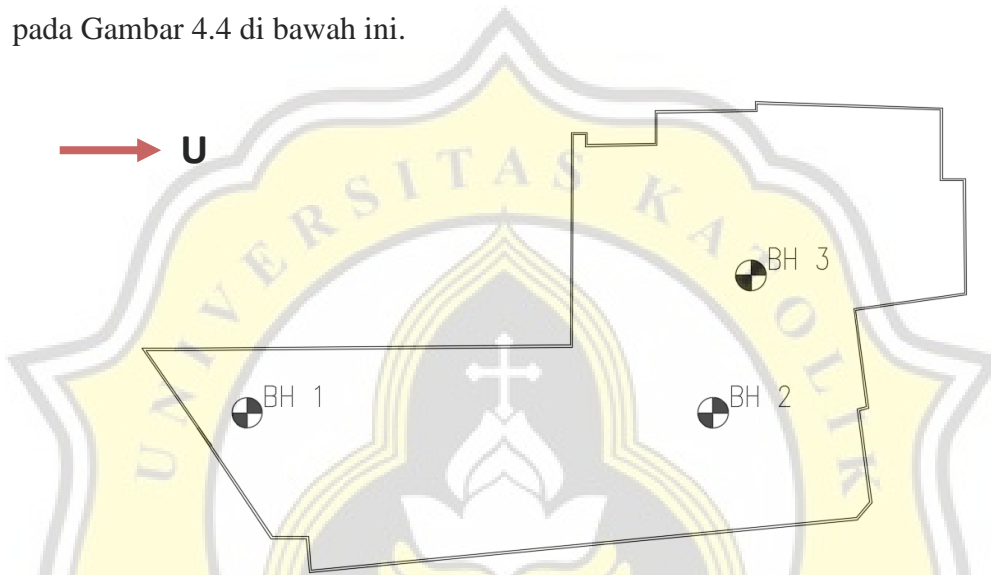


Gambar 4.3 Denah Titik Pondasi *Queen City*



4.2 Deskripsi Tanah

Penyelidikan tanah di lapangan untuk proyek *Queen City* dilakukan menggunakan bor dalam disertai dengan *Standard Penetration Test* (SPT) sebanyak tiga titik uji yaitu BH 1, BH 2, dan BH 3 yang dilakukan oleh PT CND Geoteknika. Berdasarkan asal-usul dan peta geologi jenis tanah di lokasi adalah tanah aluvial. Peta tersebut dapat dilihat pada lampiran L5 (1). Lokasi dari ketiga titik uji tersebut dapat dilihat pada Gambar 4.4 di bawah ini.

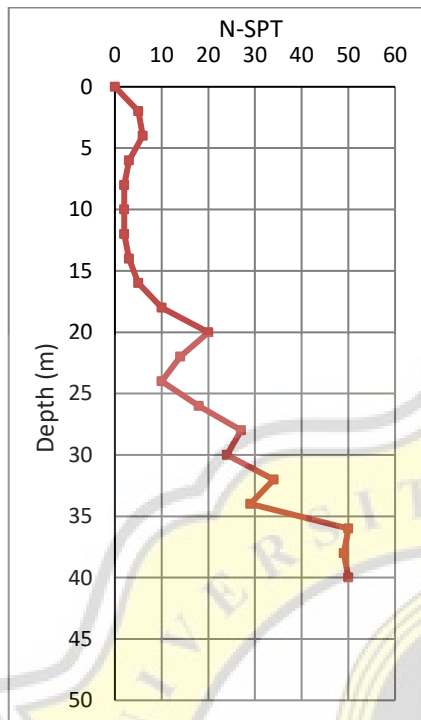


Gambar 4.4 Lokasi Titik Bor BH 1, BH 2, dan BH 3

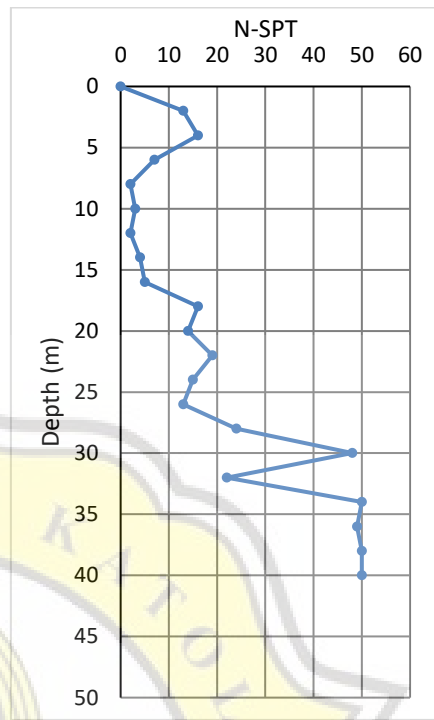
Berdasarkan hasil pelaksanaan di lapangan diketahui bahwa titik BH 1 terhadap titik BH 2 berjarak ± 61.76 meter, sedangkan titik BH 2 terhadap titik BH 3 berjarak ± 84.22 meter, dan titik BH 1 terhadap titik BH 3 berjarak ± 131.67 meter. Pengujian dari ketiga titik tersebut dilakukan hingga kedalaman 40 meter dengan interval sejarak 2 meter untuk pelaksanaan SPT. Pengujian SPT menggunakan metode *rotary core drilling*. Selain pengambilan nilai SPT dilakukan juga pengambilan sampel tanah terganggu (*disturbed sample*) untuk mengetahui jenis tanah dari masing – masing *borelog*. Pengambilan sampel tanah tidak dilakukan untuk sampel tanah tidak terganggu (*undisturbed sample*). Penyelidikan tanah di proyek ini tidak dilakukan pengujian laboratorium, jadi hasil hanya memunculkan jenis tanah, warna, dan konsistensi tanah. Konsistensi tanah dilakukan dengan mempertimbangkan nilai SPT yang didapat dari lapangan. Grafik hasil N_{SPT} dapat dilihat pada Gambar 4.5.



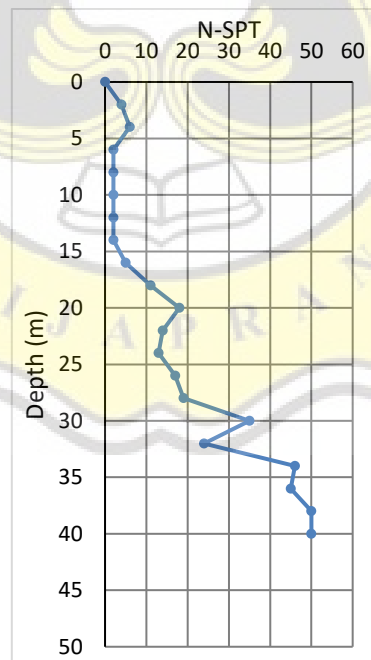
Tugas Akhir
 Kajian Interpretasi Daya Dukung Pondasi Tiang Bor Menggunakan
 Hasil Uji Beban Statis Aksial Tekan dan Uji Beban Dinamis (Studi Kasus : Proyek
 Queen City, Jalan Pemuda Semarang)



a. Bore-log BH 1



b. Bore-log BH 2

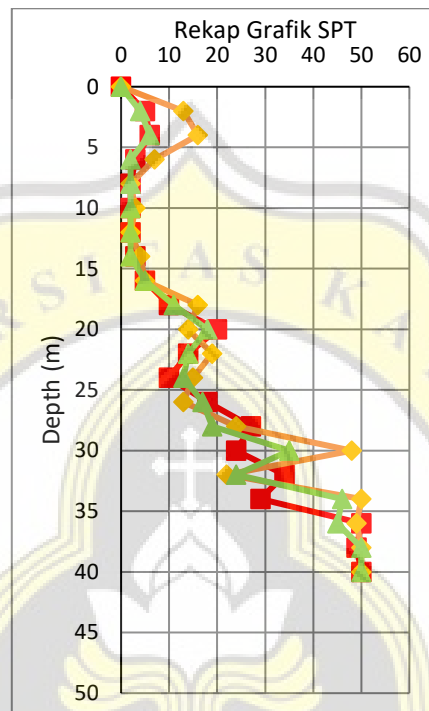


c. Bore-log BH 3

Gambar 4.5 Grafik N_{SPT}



Hasil penyelidikan tanah dapat dilihat pada lampiran L2 (1-7). Berdasarkan hasil ketiga *bor-log* tersebut apabila dilakukan superposisi/digabungkan maka grafik SPT menunjukkan hasil yang tidak jauh berbeda seperti terlihat pada Gambar 4.6 berikut ini.



Gambar 4.6 Superposisi Grafik N_{SPT}

Berikut ini hasil pembahasan ketiga grafik SPT tersebut secara umum tanpa melihat jenis tanah:

1. Grafik SPT yang terlihat berhimpit adalah grafik SPT BH 1 dan BH 3 meskipun jarak *bor-log* dari kedua titik tersebut sangat berjauhan (sekitar 131.7 m).
2. *Bor-log* BH 2 menunjukkan hasil nilai SPT yang lebih tinggi daripada *bor-log* BH 1 dan BH 3. Perbedaan nilai SPT yang cukup signifikan terlihat pada kedalaman 2.00 sampai 6.00 meter dari permukaan tanah eksisting dan dikedalaman 30.00 meter dari permukaan tanah. Hal tersebut diperkirakan akibat adanya lensa tanah yang memadat.
3. Nilai terendah N_{SPT} sebesar 2 pukulan yang didapat pada *bor-log* BH 2 dan BH 3, sementara itu nilai N_{SPT} tertinggi untuk tiap *bor-log* sebesar lebih dari 50 pukulan didapat pada ketiga *bor-log* tersebut.

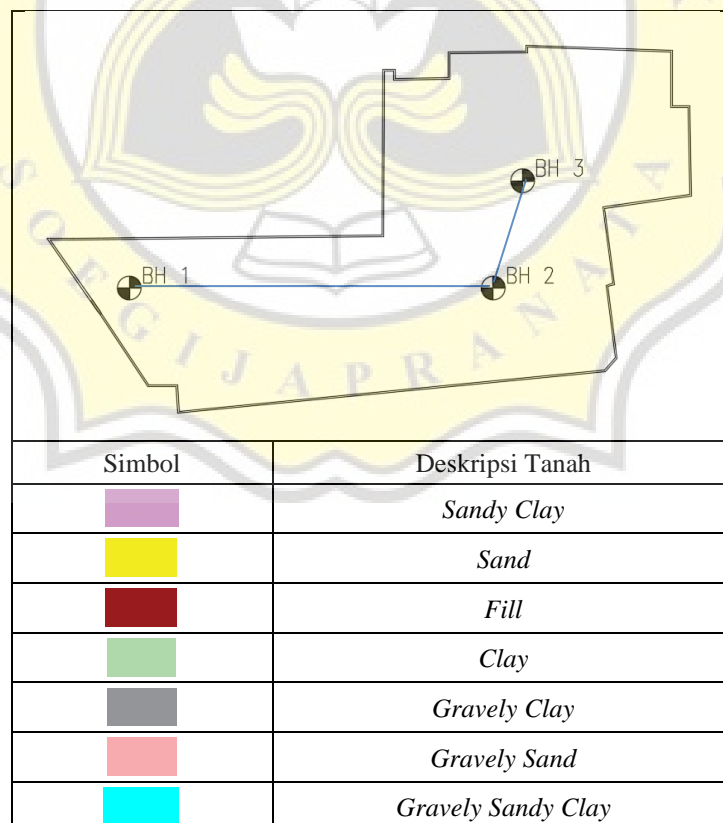


4.2.1 Stratigrafi tanah

Stratigrafi adalah pendugaan profil atau pelapisan tanah. *Stratigrafi* memiliki tujuan untuk mengetahui bentuk dan jenis lapisan tanah, hubungan tiap lapisan terhadap kedalaman, dan kekuatan tanah. *Stratigrafi* tanah memberikan informasi dalam bentuk grafis atau penggambaran pelapisan tanah.

Untuk mengetahui stratifikasi tanah di lokasi penelitian, maka perlu melakukan deskripsi tanah dari *bor-log* yang ada di lapangan. Hasil deskripsi ketiga *bor-log* tersebut menunjukkan bahwa di lokasi penelitian memiliki beberapa jenis tanah. Jenis tanah tersebut yaitu *Clay*, *Sand*, *Gravelly Clay*, *Sandy Clay*, *Gravelly Sandy Clay*, dan *Gravelly Sand*. Setelah mengetahui profil tanah dan jenis tanah, maka dilakukan *stratigrafi* untuk melihat hubungan ketiga titik *bor-log* tersebut.

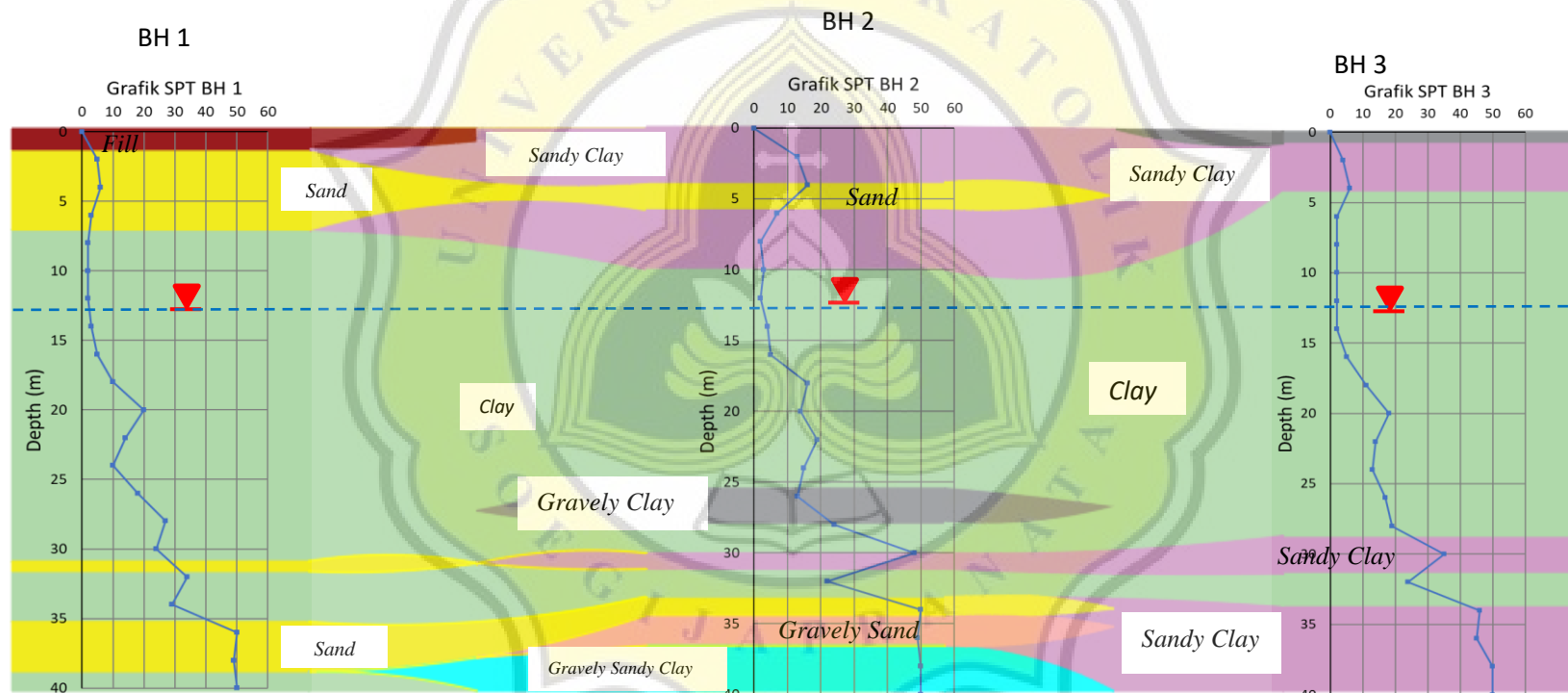
Berdasarkan hasil dari ketiga *bor-log* tersebut dapat ditentukan simbol/warna untuk jenis tanah yang berbeda seperti terlihat pada Gambar 4.7 di bawah ini, sementara itu Gambar 4.8 menunjukkan hasil stratifikasi tanah dari lokasi penelitian.



Gambar 4.7 Lokasi Bor-log dan Simbol Deskripsi Tanah



Tugas Akhir
Kajian Interpretasi Daya Dukung Pondasi Tiang Bor Menggunakan
Hasil Uji Beban Statis Aksial Tekan dan Uji Beban Dinamis (Studi Kasus : Proyek
Queen City, Jalan Pemuda Semarang)



Gambar 4.8 Stratigrafi Tanah Pada Lokasi Penelitian



Hasil penyelidikan tanah dan *stratigrafi* tanah dapat dirangkum untuk mengetahui karakteristik tanah pada lokasi proyek. Berdasarkan hasil *stratigrafi* tanah dari ketiga *bor-log* tersebut dapat diinterpretasikan bahwa kondisi lapisan tanah dipenelitian adalah sebagai berikut:

1. Muka air tanah ditemukan pada kedalaman 13.2 m pada lokasi *bor-log* pertama, 12.5 m pada lokasi *bor-log* kedua, 13 m pada lokasi *bor-log* ketiga
2. Rata-rata muka air tanah dari ketiga penyelidikan tanah yaitu pada kedalaman 12.9 m. Kenyataan di lokasi, kedalaman 4 m sudah ditemukan muka air tanah.
3. Jenis tanah yang dominan dari ketiga *bor-log* adalah tanah lempung. Jenis tanah lempung terdapat pada tiap *borelog*. Pada *bor-log* pertama terdapat pada kedalaman 8 – 30 m, pada *bor-log* kedua terdapat pada kedalaman 10 – 26 m, pada *bor-log* ketiga terdapat pada kedalaman 5 – 29 m
4. Tanah timbunan ditemukan pada kedalaman 0 – 2 m
5. Dari permukaan tanah sampai kedalaman 0 – 10 m, ketebalan minimal 10 m didominasi oleh *Sandy Clay* dengan nilai SPT bervariasi dari 0 -18
6. Lapisan kedua kedalaman 10 – 30 m, ketebalan 15 m didominasi tanah berjenis *Clay* dengan dengan nilai SPT bervariasi dari 5 -30
7. Lapisan ketiga kedalaman 30 – 40 m, ketebalan 1 m didominasi tanah berjenis *Sand* dan *Sandy Clay* dengan dengan nilai SPT bervariasi dari 40 -50
8. Tanah berjenis *Sand* ditemukan hanya pada *bor-log* pertama dan kedua
9. Tanah berjenis *Sandy Clay* ditemukan hanya pada *bor-log* kedua dan ketiga
10. Tanah berjenis *Gravelly Clay*, *Gravelly Sands* dan *Gravelly Sandy Clay* ditemukan hanya pada *bor-log* kedua
11. Pada *bor-log* kedua banyak memiliki lapisan jenis tanah, ketebalan minimal lapisan tanah adalah 0.5 m
12. Urutan dominasi jenis tanah adalah *Clay*, *Sandy Clay*, dan *Sand*.

Berdasarkan uraian analisa *stratigrafi*, disimpulkan bahwa lapisan keras dengan jenis tanah *Sand* ditemukan pada kedalaman mulai 35 m dititik BH 1, *Gravelly Sand* dan *Gavelly Sandy Clay* ditemukan pada kedalaman mulai 34 m dititik BH 2, *Sandy Clay* ditemukan pada kedalaman mulai 34 m dititik BH 3.



4.2.2 Parameter tanah

Pada setiap *bor-log* (BH) dapat dikorelasikan hingga menjadi parameter tanah untuk mengetahui sifat tanah dan dapat digunakan dalam metode perhitungan daya dukung tiang bor. Proses pertama yang dilakukan adalah pengelompokan jenis tanah yang didasarkan pada laporan penyelidikan tanah. Selanjutnya, nilai N_{SPT} yang dirata – rata tersebut dikorelasikan sehingga menjadi parameter tanah berupa *shear strength* (c_u), dan sudut geser (ϕ) tanah. Parameter tanah pada hasil korelasi dapat dilihat pada Tabel 4.2 hingga Tabel 4.4.

Tabel 4.2 Profil Tanah *Queen City* BH 1

| Elevasi kedalaman (m) | Tebal segmen (m) | Jenis tanah | \bar{N}_{SPT} | c_u (t/m^2) | ϕ ($^\circ$) |
|-----------------------|------------------|---------------------------------------|-----------------|-------------------|---------------------|
| 0.00 s/d 1.70 | 1.7 | <i>Fill Material</i> | - | - | - |
| 1.70 s/d 7.00 | 5.3 | <i>Loose Sand</i> | 5 | 1.35 | 29.17 |
| 7.00 s/d 13.20 | 6.2 | <i>Soft to Stiff Clay</i> | 2 | 3 | - |
| 13.20 s/d 18.00 | 4.8 | <i>Stiff to Verry Stiff Clay</i> | 5 | 8.8 | - |
| 18.00 s/d 24.00 | 6 | <i>Stiff to Verry Stiff Clay</i> | 15 | 11.85 | - |
| 24.00 s/d 31.00 | 7 | <i>Verry Stiff Clay</i> | 20 | 20.4 | - |
| 31.00 s/d 34.00 | 3 | <i>Verry Stiff to Hard Clay</i> | 34 | 17.4 | - |
| 34.00 s/d 36.00 | 2 | <i>Verry Stiff to Verry Hard Clay</i> | 29 | - | - |
| 36.00 s/d 39.50 | 3.5 | <i>Dense to Verry Dense Sand</i> | 50 | 30 | 41 |
| 39.50 s/d 40.00 | 0.5 | <i>Verry Hard Clay</i> | 50 | 30 | - |

Tabel 4.3 Profil Tanah *Queen City* BH 2

| Elevasi kedalaman (m) | Tebal segmen (m) | Jenis tanah | \bar{N}_{SPT} | c_u (t/m^2) | ϕ ($^\circ$) |
|-----------------------|------------------|---------------------------------|-----------------|-------------------|---------------------|
| 0.00 s/d 0.10 | 0.1 | <i>Paving</i> | - | - | - |
| 0.10 s/d 1.50 | 1.4 | <i>Clayey Sand</i> | - | - | - |
| 1.50 s/d 2.00 | 0.5 | <i>Gravelly Clay</i> | - | - | - |
| 2.00 s/d 4.00 | 2 | <i>Medium Dense Clayey Sand</i> | 13 | - | - |
| 4.00 s/d 6.00 | 2 | <i>Medium Dense Sand</i> | 16 | - | 31.8 |

Tabel 4.3 Profil Tanah *Queen City* BH 2 (Lanjutan)

| Elevasi kedalaman (m) | Tebal segmen (m) | Jenis tanah | \bar{N}_{SPT} | c_u (t/m^2) | φ (°) |
|-----------------------|------------------|--------------------------------------|-----------------|-------------------|---------------|
| 6.00 s/d 10.00 | 4 | <i>Firm Sandy Clay</i> | 4 | 2.4 | - |
| 10.00 s/d 12.50 | 2.5 | <i>Soft Sandy Clay</i> | 3 | 1.5 | - |
| 12.50 s/d 16.00 | 3.5 | <i>Soft to Firm Clay</i> | 4 | 2.4 | - |
| 16.00 s/d 18.00 | 2 | <i>Firm Clay</i> | 5 | 3 | - |
| 18.00 s/d 23.00 | 5 | <i>Sstiff to verry Stiff Clay</i> | 16 | - | - |
| 23.00 s/d 26.00 | 3 | <i>Stiff Clay</i> | 15 | 9 | - |
| 26.00 s/d 28.00 | 2 | <i>Stiff to Very Stiff Clay</i> | 13 | 7.8 | - |
| 28.00 s/d 30.00 | 2 | <i>Very Stiff to Hard Clay</i> | 24 | 14.4 | - |
| 30.00 s/d 31.50 | 1.5 | <i>Hard Sandy Clay</i> | 48 | 28.8 | - |
| 31.50 s/d 34.00 | 2.5 | <i>Very Stiff to Very Hard Clay</i> | 22 | 13.2 | - |
| 34.00 s/d 35.00 | 1 | <i>Very Dense Sand</i> | 50 | - | 41 |
| 35.00 s/d 37.50 | 2.5 | <i>Dense Gravely Sand</i> | 49 | - | 40.75 |
| 37.50 s/d 40.00 | 2.5 | <i>Verry Hard Gravely Sandy Clay</i> | 50 | 30 | - |

Tabel 4.4 Profil Tanah *Queen City* BH 3

| Elevasi kedalaman (m) | Tebal segmen (m) | Jenis tanah | \bar{N}_{SPT} | c_u (t/m^2) | φ (°) |
|-----------------------|------------------|-------------------------------------|-----------------|-------------------|---------------|
| 0.00 s/d 1.50 | 1.5 | <i>Fine Grain Gravelly Clay</i> | - | - | - |
| 1.50 s/d 5.50 | 4 | <i>Firm Sandy Clay</i> | 5 | 3.00 | - |
| 5.50 s/d 9.00 | 3.5 | <i>Soft Clay</i> | 2 | 1.20 | - |
| 9.00 s/d 13.00 | 4 | <i>Soft Clay</i> | 2 | 1.20 | - |
| 13.00 s/d 17.50 | 4.5 | <i>Soft to Frim Clay</i> | 4 | 2.10 | - |
| 17.50 s/d 22.00 | 4.5 | <i>Stiff to Very Stiff Clay</i> | 15 | 8.70 | - |
| 22.00 s/d 26.00 | 4 | <i>Stiff Clay</i> | 14 | 8.10 | - |
| 26.00 s/d 29.00 | 3 | <i>Very Stiff Clay</i> | 18 | 10.80 | - |
| 29.00 s/d 32.00 | 3 | <i>Hard Clay</i> | 35 | 21.00 | - |
| 32.00 s/d 34.50 | 2.5 | <i>Very Stiff to Hard Clay</i> | 35 | 21.00 | - |
| 34.50 s/d 40.00 | 5.5 | <i>Hard to Very Hard Sandy Clay</i> | 48 | 28.98 | - |



4.3 Data Pondasi Tiang Bor

Informasi mengenai pondasi tiang bor didapatkan dari *pilling record* yang terletak pada bab lampiran. Pada tiap *pilling record*, pondasi tiang bor memiliki informasi yaitu diameter, panjang tiang bor, panjang tiang bor efektif, dan informasi material. Material yang digunakan untuk pondasi tiang bor merupakan beton bertulang. Pemilihan mutu material beton yang digunakan adalah $f'_c = 20.75$ Mpa. Dimensi pondasi tiang bor yang dikaji berdiameter 60 cm, 80 cm, dan 100 cm. Pengujian pondasi dilakukan sebanyak 8 titik untuk pengujian dinamis dan 3 titik untuk pengujian aksial tekan. Data pondasi tiang bor beserta area lokasi *bore-log* dapat dilihat pada Tabel 4.5.

Tabel 4.5 Data Titik Tiang Bor

| No | Notasi | Area Lokasi <i>Bore-log</i> | Diameter Tiang (cm) | Panjang Tiang, L (m) | Panjang Tiang Efektif, L_{ef} (m) | Mutu Beton f'_c (Mpa) | Pengujian |
|----|--------|-----------------------------|---------------------|------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-----------|
| 1 | BP 718 | BH 3 | Ø 60 | 37.9 | 33.3 | 20.75 ($K = 250$ kg/cm^2) | SLT |
| 2 | BP 1 | BH 3 | Ø 80 | 38.4 | 34.4 | | SLT |
| 3 | BP 379 | BH 3 | Ø 80 | 38.21 | 36.02 | | HSDP |
| 4 | BP 377 | BH 3 | Ø 80 | 38.49 | 33.59 | | HSDP |
| 5 | BP 414 | BH 3 | Ø 80 | 38.04 | 34.04 | | HSPD |
| 6 | BP 790 | BH 3 | Ø 100 | 39.54 | 34.44 | | SLT&HSPD |
| 7 | BP 539 | BH 3 | Ø 100 | 41.91 | 34.61 | | HSDP |
| 8 | BP 744 | BH 3 | Ø 100 | 41.61 | 34.31 | | HSDP |
| 9 | BP 749 | BH 3 | Ø 100 | 41.59 | 34.29 | | HSDP |
| 10 | BP 791 | BH 3 | Ø 100 | 38.7 | 33.6 | | HSDP |

(Sumber: PT Cipta Prima Sejahtera, 2021)

4.4 Analisis Daya Dukung Pondasi Tiang Bor

Bor-log BH 3 digunakan sebagai contoh perhitungan daya dukung pondasi tiang bor dengan pertimbangan lokasi pengujian statik aksial tekan dan dinamik terbanyak pada lokasi penyelidikan tanah ini. Daya dukung pondasi dihitung dengan tiga metode berdasarkan nilai N_{SPT} dan parameter tanah yang didapat dari korelasi empiris. Metode perhitungan daya dukung yang digunakan adalah metode Meyerhof (1970) dengan metode Kullhawy (1991) dan metode Reese & Wright (1977).



4.4.1 Metode Meyerhof (1970) dan Metode Kullhawy (1991)

Penggunaan metode empiris yang pertama adalah metode Meyerhof (1976) untuk menghitung tahanan ujung tiang (q_p) dan tahanan selimut tiang (f_s) untuk pondasi diameter 80 cm. Berikut ini tahapan dari metode perhitungan daya dukung pondasi tiang bor:

1. Tahanan ujung tiang (q_p)

Berdasarkan hasil *bor-log* BH 3 kedalaman 37.9 m jenis tanah yang didapat adalah *Hard to Very Hard Sandy Clay* dengan nilai rata-rata *Standard Penetration Test* untuk kedalaman tersebut sebesar 48 pukulan. Berdasarkan metode Meyerhof dengan Kullhawy perhitungan tahanan ujung memperhatikan kuat geser. Hasil perhitungan yang didapat adalah sebagai berikut:

$$q_p = 9 \times c_u$$

Nilai kuat geser (c_u) didapat dari korelasi empiris menurut Terzaghi and Peck. Berdasarkan grafik korelasi tersebut besar nilai kuat geser c_u dapat sebagai berikut:

$$c_u = 0.6 \times N_{SPT} \text{ ton/m}^2$$

$$c_u = 0,6 \times 48 \text{ ton/m}^2$$

$$c_u = 28.8 \text{ ton/m}^2$$

$$q_p = 9 \times 28.8 \text{ ton/m}^2$$

$$q_p = 259.2 \text{ ton/m}^2$$

Berdasarkan hasil perhitungan tahanan ujung, maka dapat dihitung besar daya dukung ujung pondasi tiang bor untuk diameter 80 cm sebagai berikut:

$$Q_p = q_p \times A_p$$

$$Q_p = 259.2 \text{ ton/m}^2 \times 0.503 \text{ m}^2$$

$$Q_p = 130.29 \text{ ton}$$



2. Tahanan selimut tiang (f_s)

Nilai tahanan selimut diperlukan untuk mendapatkan nilai daya dukung selimut. Nilai tahanan selimut merupakan nilai yang didapat dari metode empiris atau metode α . Metode tersebut penggunaannya tergantung dengan jenis tanah yang ada di lokasi. Daya dukung selimut pondasi tiang bor diameter 80 cm diperlihatkan pada Tabel 4.6.

Tabel 4.6 Daya Dukung Selimut Dalam Ton

| Deskripsi tanah | | N _{SPT} | f _s (ton/m ²) | | L _{segmen} (m) | A _s (m ²) | Q _s (ton) | |
|-----------------|-------------------------------------|------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|-------------------------|----------------------------------|----------------------|--|
| Depth | Jenis tanah | | kohesif | | | | | |
| | | | α | C _u (ton/m ²) | | | | |
| 0.00 - 1.50 | <i>Fine Grain Gravelly Clay</i> | - | - | - | - | - | - | |
| 1.50 - 4.00 | <i>Firm Sandy Clay</i> | - | - | - | - | - | - | |
| 4.00 - 5.50 | <i>Firm Sandy Clay</i> | 5 | 1.09 | 3 | 1.50 | 3.77 | 12.31 | |
| 5.50 - 9.00 | <i>Soft Clay</i> | 2 | 1.00 | 1.2 | 3.50 | 8.80 | 10.56 | |
| 9.00 - 13.00 | <i>Soft Clay</i> | 2 | 1.00 | 1.2 | 4.00 | 10.05 | 12.06 | |
| 13.00 - 17.50 | <i>Soft to Firm Clay</i> | 4 | 1.00 | 2.4 | 4.50 | 11.31 | 27.14 | |
| 17.50 - 22.00 | <i>Stiff to Very Stiff Clay</i> | 15 | 0.50 | 9 | 4.50 | 11.31 | 51.17 | |
| 22.00 - 26.00 | <i>Stiff Clay</i> | 14 | 0.52 | 8.4 | 4.00 | 10.05 | 44.22 | |
| 26.00 - 29.00 | <i>Very Stiff Clay</i> | 18 | 0.45 | 10.8 | 3.00 | 7.54 | 36.96 | |
| 29.00 - 32.00 | <i>Hard Clay</i> | 35 | 0.34 | 21 | 3.00 | 7.54 | 53.11 | |
| 32.00 - 34.50 | <i>Very Stiff to Hard Clay</i> | 35 | 0.34 | 21 | 2.50 | 6.28 | 44.26 | |
| 34.50 - 38.40 | <i>Hard to Very Hard Sandy Clay</i> | 48 | 0.30 | 28.8 | 3.90 | 9.80 | 85.10 | |
| $\Sigma Q_s =$ | | | | | | | 376.9 | |

Setelah nilai daya dukung ujung dan daya dukung selimut diketahui, maka daya dukung ultimit dapat dihitung dengan menjumlahkan kedua nilai tersebut. Nilai daya dukung ultimit didapatkan adalah 376.9 ton. Berikut ini hasil perhitungan daya dukung ultimit ujung tiang bor:

$$Q_u = Q_p + Q_s$$

$$Q_u = 130.29 \text{ ton} + 376.9 \text{ ton}$$

$$Q_u = 507.19 \text{ ton}$$



4.4.2 Metode Reese and Wright (1977)

Metode ini menggunakan cara empiris dan metode α untuk menghitung tahanan ujung tiang (q_p) dan tahanan selimut tiang (f_s) untuk tiang bor dengan diameter 100 cm. Jenis tanah kohesif akan menggunakan cara metode α , sedangkan jenis tanah non kohesif menggunakan cara empiris. Berikut ini tahapan perhitungan daya dukung pondasi tiang bor:

1. Tahanan ujung tiang (q_p)

Berdasarkan hasil *bor-log* BH 3 kedalaman 37.9 m jenis tanah yang didapat adalah *Hard to Very Hard Sandy Clay* dengan nilai rata-rata *Standard Penetration Test* untuk kedalaman tersebut sebesar 48 pukulan. Berdasarkan metode Reese and Wright perhitungan tahanan ujung memperhatikan kuat geser. Tahapan mendapatkan tahanan ujung dihitung dengan cara sebagai berikut:

$$q_p = 9 \times c_u$$

Nilai kuat geser (c_u) didapat dari korelasi empiris menurut Terzaghi and Peck. Berdasarkan grafik korelasi tersebut besar nilai c_u dapat sebagai berikut:

$$c_u = 6 \times N_{SPT}$$

$$c_u = 0,6 \times 48$$

$$c_u = 28.8 \text{ t/m}^2$$

$$q_p = 9 \times 28.8 \text{ ton/m}^2$$

$$q_p = 259.2 \text{ ton/m}^2$$

Berdasarkan hasil perhitungan tahanan ujung, maka dapat dihitung besar daya dukung ujung pondasi tiang bor untuk diameter 100 cm sebagai berikut:

$$Q_p = q_p \times A_p$$

$$Q_p = 261 \times 0.785$$

$$Q_p = 203.58 \text{ ton}$$



2. Tahanan selimut tiang (f_s)

Nilai tahanan selimut diperlukan untuk mendapatkan nilai daya dukung selimut. Pada Tabel 4.4 jenis tanah untuk borehole ke-3 (BH 3) memiliki jenis tanah keseluruhan adalah kohesif, maka perhitungan daya dukung ultimit yang digunakan pada tiap segmen adalah metode α . Faktor adhesi (α) yang digunakan adalah sebesar 0.55. Metode tersebut digunakan bergantung pada jenis tanah di lokasi. Perhitungan daya dukung pondasi tiang bor berdiameter 100 cm selimut diperlihatkan pada Tabel 4.7.

Tabel 4.7 Daya dukung selimut

| Deskripsi tanah | | | NsPT | f _s (ton/m ²) | | L _{segmen} (m) | A _s (m ²) | Q _s (ton) | |
|-----------------|-------------|-------|-------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|-------------------------|----------------------------------|----------------------|--------|
| Depth | Jenis tanah | NsPT | | kohesif | | | | | |
| | | | | α | C _u (ton/m ²) | | | | |
| 0.00 | - | 1.50 | <i>Fine Grain Gravelly Clay</i> | - | - | - | - | - | |
| 1.50 | - | 5.21 | <i>Firm Sandy Clay</i> | - | - | - | - | - | |
| 5.21 | - | 5.50 | <i>Firm Sandy Clay</i> | 5 | 0.55 | 3 | 0.29 | 0.91 | 1.50 |
| 5.50 | - | 9.00 | <i>Soft Clay</i> | 2 | 0.55 | 1.2 | 3.50 | 11.00 | 7.26 |
| 9.00 | - | 13.00 | <i>Soft Clay</i> | 2 | 0.55 | 1.2 | 4.00 | 12.57 | 8.29 |
| 13.00 | - | 17.50 | <i>Soft to Firm Clay</i> | 4 | 0.55 | 2.4 | 4.50 | 14.14 | 18.66 |
| 17.50 | - | 22.00 | <i>Stiff to Very Stiff Clay</i> | 15 | 0.55 | 9 | 4.50 | 14.14 | 69.98 |
| 22.00 | - | 26.00 | <i>Stiff Clay</i> | 14 | 0.55 | 8.4 | 4.00 | 12.57 | 58.06 |
| 26.00 | - | 29.00 | <i>Very Stiff Clay</i> | 18 | 0.55 | 10.8 | 3.00 | 9.42 | 55.98 |
| 29.00 | - | 32.00 | <i>Hard Clay</i> | 35 | 0.55 | 21 | 3.00 | 9.42 | 108.86 |
| 32.00 | - | 34.50 | <i>Very Stiff to Hard Clay</i> | 35 | 0.55 | 21 | 2.50 | 7.85 | 90.71 |
| 34.50 | - | 39.54 | <i>Hard to Very Hard Sandy Clay</i> | 48 | 0.55 | 28.8 | 5.04 | 15.83 | 250.80 |
| 39.54 | - | 40.00 | <i>Hard to Very Hard Sandy Clay</i> | - | - | - | - | - | - |
| | | | | | | | $\Sigma Q_s =$ | 670.11 | |

Setelah nilai daya dukung ujung dan daya dukung selimut diketahui, maka daya dukung ultimit dapat dihitung dengan menjumlahkan kedua nilai tersebut. Nilai daya dukung ultimit didapatkan adalah 670.11 ton. Hasil tersebut diperoleh dengan cara sebagai berikut:

$$Q_u = Q_p + Q_s$$

$$Q_u = 203.58 + 670.11$$

$$Q_u = 873.68 \text{ ton}$$



4.5 Uji Beban Statis Aksial Tekan dan Interpretasi

Uji Beban Statis Aksial Tekan dilakukan bertujuan untuk mengetahui beban ultimit yang diterima oleh pondasi dan besar penurunan yang terjadi. Hasil pengujian tersebut dapat diinterpretasi sehingga menghasilkan daya dukung ultimit. Pengujian yang dilakukan sebanyak 3 titik dengan tiap titik mewakili dimensi pondasi tiang bor 60 cm, 80 cm dan 100 cm. Pengujian dilakukan oleh PT Pakubumi Semesta yang dilaksanakan berbeda tanggal. Sistem yang digunakan adalah *Slow Maintained Test Load Method*. Hasil pengujian terlampir pada Lampiran 3 (1-6). Beban pada pengujian pondasi tiang bor di lokasi menggunakan blok beton. Salah satu pelaksanaan pengujian di lapangan untuk pondasi tiang bor diameter 100 cm untuk area dapat dilihat pada Gambar 4.9.



Gambar 4.9 Pengujian Beban Aksial Tekan (sumber: dokumentasi pribadi)

Pengujian aksial tekan menghasilkan pembacaan penurunan pada tahap pembebanan sesuai SNI 03-6475-2000 atau ASTM D1143-07 yang selanjutnya direkap sehingga menghasilkan rata-rata penurunan dari masing-masing siklus pembebanan. Pencatatan hasil pembacaan penurunan tersebut didasarkan pada tiap siklus pembebanan. Berikut ini adalah hasil pelaksanaan uji beban untuk masing-masing diameter pondasi tiang bor:

1. Pondasi tiang bor diameter 60 cm

Pondasi tiang bor diameter 60 cm berlokasi pada As (B.14;B.J) yang merupakan area pembangunan mall. Pada tanggal 17 April 2020 PT. Pakubumi Semesta selesai melaksanakan tiang BP 718 di as tersebut. Pondasi tersebut memiliki panjang tiang sebesar 38 m dan panjang efektifnya 36.5 m. Pengujian



dilaksanakan setelah 271 hari dari selesai pelaksanaan yaitu pada tanggal 13 Januari 2021. Uji tersebut menggunakan satu *hydraulic jack* dengan kapasitas 500 ton. Pada bagian kepala tiang dipasang empat alat pengukur penurunan vertikal dan dua alat pengukur pergerakan lateral. Hasil penurunan rata-rata dapat dilihat pada Tabel 4.8.

Tabel 4.8 Hasil Rata-Rata Penurunan Uji Beban Aksial Diameter 60 cm

| Siklik | Beban (ton) | Penurunan rata-rata (mm) |
|--------|-------------|--------------------------|
| I | 0 | 0 |
| | 43.75 | 0,85 |
| | 87.5 | 2.29 |
| | 43.75 | 1.3 |
| | 0 | 0.03 |
| | 87.5 | 1.84 |
| II | 131.25 | 3.48 |
| | 175 | 5.27 |
| | 131.25 | 4.62 |
| | 87.5 | 3.47 |
| | 0 | 0.38 |
| | 87.5 | 1.84 |
| III | 87.5 | 2.38 |
| | 175 | 5.23 |
| | 218.75 | 7.88 |
| | 262.5 | 9.71 |
| | 218.75 | 9.19 |
| | 175 | 8.42 |
| IV | 87.5 | 5.93 |
| | 0 | 2.77 |
| | 87.5 | 4.5 |
| | 175 | 7.18 |
| | 262.5 | 9.83 |
| | 306.25 | 12.45 |
| | 350 | 14.98 |
| | 262.5 | 14.02 |
| | 175 | 11 |
| | 87.5 | 8.41 |
| 0 | 3.4 | |

(Sumber: PT Paku Bumi, 2021)

Pada diameter 60 cm beban yang bekerja 175 ton, dan beban maksimumnya adalah 350 ton (200%). Pelaksanaan pembebanan dilakukan dalam empat siklus. Beban maksimum pada siklus 1 adalah 87.5 ton (50% x beban kerja), pada siklus 2 adalah 175 ton (100% x beban kerja), pada siklus 3 adalah 262.5 ton (150% x beban kerja), dan pada siklus 4 adalah 350 ton (200% x beban kerja). Penurunan total (S_t) pondasi tiang bor diameter 60 cm adalah 14.98. Penurunan akibat beban (S_Q) atau penurunan yang bersifat permanen dapat diketahui dengan mencari selisih penurunan total (S_t) dengan penurunan elastis (S_e). Penurunan elastik sebesar 11.58 mm Penurunan dari hasil pengujian statik aksial tekan diameter 60 cm dijelaskan sebagai berikut:

$$S_Q = S_t - S_e$$

$$S_Q = (14.98 - 11.58) \text{ mm}$$

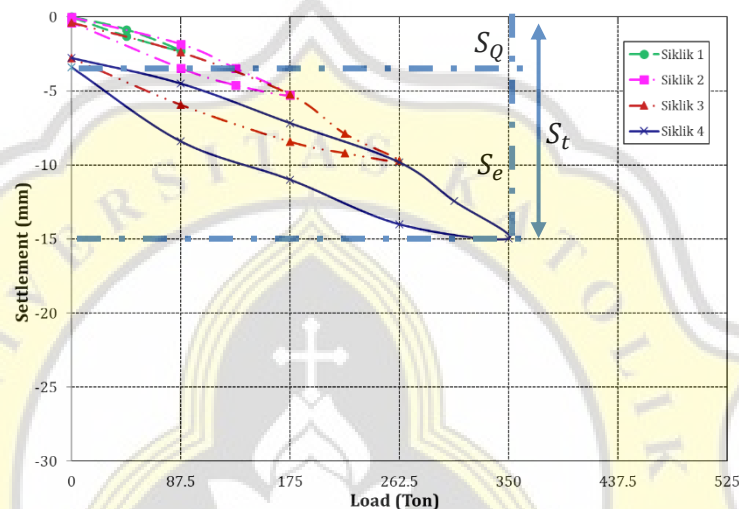
$$S_Q = 3.4 \text{ mm}$$



Tugas Akhir

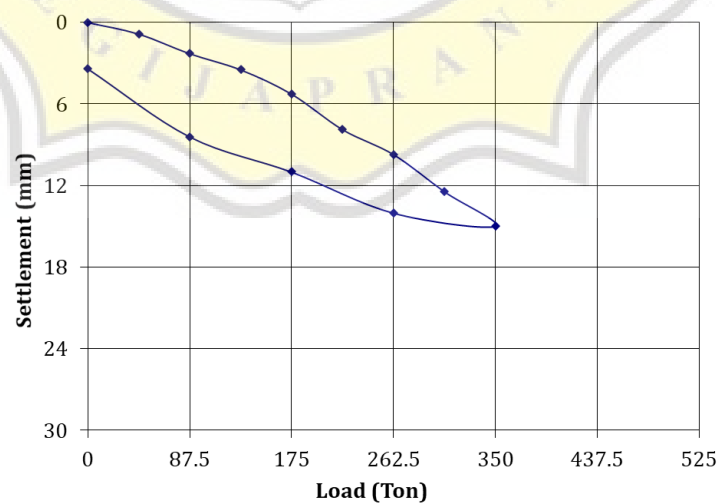
Kajian Interpretasi Daya Dukung Pondasi Tiang Bor Menggunakan Hasil Uji Beban Statis Aksial Tekan dan Uji Beban Dinamis (Studi Kasus : Proyek Queen City, Jalan Pemuda Semarang)

Penurunan akibat beban (S_Q) atau penurunan yang bersifat permanen untuk diameter 60 cm adalah 3.4 mm. Penurunan yang diukur dari kepala tiang pada pembebanan 50%, 100%, 150%, dan 200% berturut-turut sebesar Dari rekap hasil penurunan rata-rata dapat menghasilkan grafik beban terhadap penurunan. Grafik beban terhadap penurunan tiang bor diameter 60 cm dapat dilihat pada Gambar 4.10.



Gambar 4.10 Grafik Beban Terhadap Penurunan Tiap Siklus Tiang Bor Diameter 60 cm

Grafik beban terhadap penurunan tiap siklus dapat dibuat gabungan dari grafik beban terhadap penurunan tiap siklus yang ditunjukkan pada Gambar 4.11.



Gambar 4.11 Grafik Beban Terhadap Penurunan Tiang Bor Diameter 60 cm



2. Pondasi tiang bor diameter 80 cm

Pondasi tiang bor diameter 80 cm berlokasi pada As (B.14;B.J) yang merupakan area pembangunan mall. Pada tanggal 17 April 2020 PT. Pakubumi Semesta selesai melaksanakan tiang BP 1 di as tersebut. Pondasi tersebut memiliki panjang tiang sebesar 38 m dan panjang efektifnya 36.5 m. Pengujian dilaksanakan setelah 29 hari dari selesai pelaksanaan yaitu pada tanggal 16 Mei 2020. Uji tersebut menggunakan satu *hydraulic jack* dengan kapasitas 500 ton. Pada bagian kepala tiang dipasang empat alat pengukur penurunan vertikal dan dua alat pengukur pergerakan lateral. Hasil penurunan rata-rata dapat dilihat pada Tabel 4.9.

Tabel 4.9 Hasil Rata-Rata Penurunan Uji Beban Aksial Diameter 80 cm

| Siklik | Beban (ton) | Penurunan rata-rata (mm) |
|--------|-------------|--------------------------|
| I | 0 | 0 |
| | 68.75 | 0.96 |
| | 137.5 | 1.92 |
| | 68.75 | 1.54 |
| | 0 | 0.22 |
| | 137.5 | 2.24 |
| II | 206.25 | 3.26 |
| | 275 | 4.07 |
| | 206.25 | 3.82 |
| | 137.5 | 2.82 |
| | 0 | 0.08 |
| III | 137.5 | 2.25 |
| | 275 | 4.12 |
| | 343.75 | 5.23 |
| | 412.5 | 6.59 |
| | 343.75 | 6.48 |
| | 275 | 5.85 |
| | 137.5 | 3.61 |
| | 0 | 0.46 |
| | 137.5 | 2.06 |
| | 275 | 4.4 |
| IV | 412.5 | 6.77 |
| | 481.25 | 8.4 |
| | 550 | 11.1 |
| | 412.5 | 10.26 |
| | 275 | 8.1 |
| | 137.5 | 5.73 |
| 0 | 1.16 | |

(Sumber: PT Paku Bumi, 2021)

Pada diameter 80 cm beban yang bekerja 275 ton dan beban maksimumnya adalah 550 ton (200%). Pelaksanaan pembebanan dilakukan dalam empat siklus. Beban maksimum pada siklus 1 adalah 137.5 ton (50% x beban kerja), pada siklus 2 adalah 275 ton (100% x beban kerja), pada siklus 3 adalah 412.5 ton (150% x beban kerja) dan pada siklus 4 adalah 550 ton (200% x



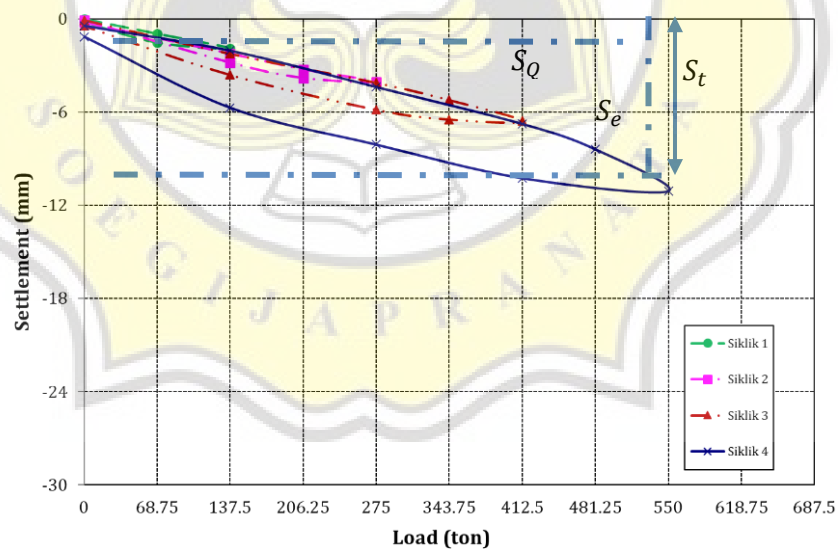
beban kerja). Penurunan total pondasi tiang bor diameter 80 cm adalah 11.1 mm. Penurunan akibat beban (S_Q) atau penurunan yang bersifat permanen dapat diketahui dengan mencari selisih penurunan total (S_t) dengan penurunan elastis (S_e). Penurunan elastis sebesar 11.58 mm. Penurunan dari hasil pengujian statik aksial tekan diameter 80 cm dijelaskan sebagai berikut:

$$S_Q = S_t - S_e$$

$$S_Q = (11.1 - 9.94) \text{ mm}$$

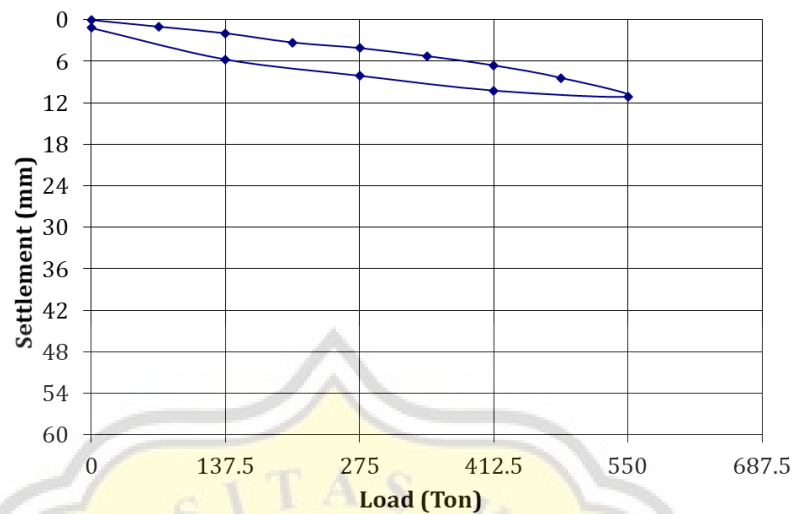
$$S_Q = 1.16 \text{ mm}$$

Penurunan akibat beban (S_Q) atau penurunan yang bersifat permanen untuk diameter 80 cm adalah 3.4 mm. Penurunan yang diukur dari kepala tiang pada saat pembebanan 50%, 100%, 150% dan 200% berturut-turut sebesar 1.92 mm; 4.07 mm; 6.59 mm dan 11.1 mm. Dari rekap hasil penurunan rata-rata dapat menghasilkan grafik beban terhadap penurunan. Grafik beban terhadap penurunan tiang bor diameter 80 cm dapat dilihat pada gambar berikut ini.



Gambar 4.12 Grafik Beban Terhadap Penurunan Tiap Siklus Tiang Bor Diameter 80 cm

Selanjutnya dari grafik beban terhadap penurunan tiap siklus dapat dibuat gabungan dari grafik beban terhadap penurunan tiap siklus yang ditunjukkan pada Gambar 4.13.



Gambar 4.13 Grafik Beban Terhadap Penurunan Tiang Bor Diameter 80 cm

3. Pondasi tiang bor diameter 100 cm

Pondasi tiang bor diameter 100 cm berlokasi pada As (H.10,A.10; H.A,A.J) yang merupakan area pembangunan mall. Pada tanggal 17 April 2021 PT. Pakubumi Semesta selesai melaksanakan tiang BP 790 di as tersebut. Pondasi tersebut memiliki panjang tiang sebesar 39.54 m dan panjang efektif 35.16 m. Pengujian dilaksanakan setelah 271 hari dari selesai pelaksanaan yaitu pada tanggal 13 Januari 2021. Uji tersebut menggunakan dua *hydraulic jack* dengan kapasitas 500 ton. Pada bagian kepala tiang dipasang empat alat pengukur penurunan vertikal dan dua alat pengukur pergerakan lateral. Hasil penurunan rata-rata dapat dilihat pada Tabel 4.10.

Tabel 4.10 Hasil Rata-Rata Penurunan Uji Beban Aksial Diameter 100 cm

| Siklik | Beban (ton) | Penurunan rata-rata (mm) |
|--------|-------------|--------------------------|
| I | 0 | 0 |
| | 100 | 0.67 |
| | 200 | 1.56 |
| | 100 | 1.08 |
| | 0 | 0.08 |
| II | 200 | 1.84 |
| | 300 | 3.28 |
| | 400 | 4.32 |
| | 300 | 3.56 |
| | 200 | 2.71 |
| | 0 | 0.46 |

(Sumber: PT Paku Bumi, 2021)



Tabel 4.10 Hasil Rata-Rata Penurunan Uji Beban Aksial Diameter 100 cm
(Lanjutan)

| Siklik | Beban (ton) | Penurunan rata-rata (mm) |
|--------|-------------|--------------------------|
| III | 200 | 2.4 |
| | 400 | 4.71 |
| | 500 | 6.82 |
| | 600 | 11.65 |
| | 500 | 10.95 |
| | 400 | 10.19 |
| | 200 | 8.02 |
| IV | 0 | 4.24 |
| | 200 | 6.83 |
| | 400 | 9.56 |
| | 600 | 24.89 |
| | 700 | 41.48 |
| | 600 | 41.34 |
| | 400 | 40.43 |
| | 200 | 37.36 |
| 0 | 34.29 | |

(Sumber: PT Paku Bumi, 2021)

Pada diameter 100 cm beban kerja sebesar 400 ton dan beban maksimumnya adalah 800 ton (200%). Pelaksanaan pembebanan dilakukan dalam empat siklus. Beban pada siklus 1 adalah 200 ton (50% x beban kerja), pada siklus 2 adalah 400 ton (100% x beban kerja), pada siklus 3 adalah 600 ton (150% x beban kerja) dan pada siklus 4 adalah 800 ton (200% x beban kerja). Tabel hasil penurunan rata-rata dapat dilihat pada Tabel 4.10. Penurunan total pondasi tiang bor diameter 100 cm adalah 41.48 mm. Penurunan akibat beban (S_Q) atau penurunan yang bersifat permanen dapat diketahui dengan mencari selisih penurunan total (S_t) dengan penurunan elastis (S_e). Penurunan elastik sebesar 34.29 mm. Penurunan dari hasil pengujian statik aksial tekan diameter 60 cm dijelaskan sebagai berikut:

$$S_Q = S_t - S_e$$

$$S_Q = (41.48 - 7.19) \text{ mm}$$

$$S_Q = 34.29 \text{ mm}$$

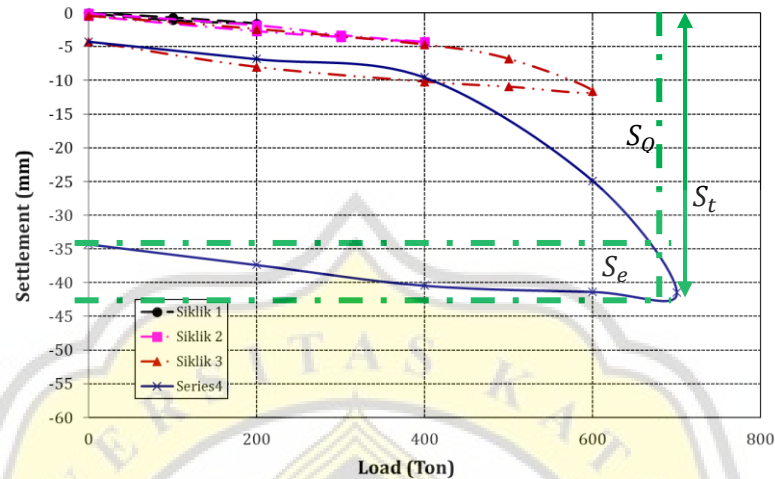
Dari rekap hasil penurunan rata-rata dapat menghasilkan grafik beban terhadap penurunan dari siklus pertama hingga empat. Grafik beban terhadap penurunan



Tugas Akhir

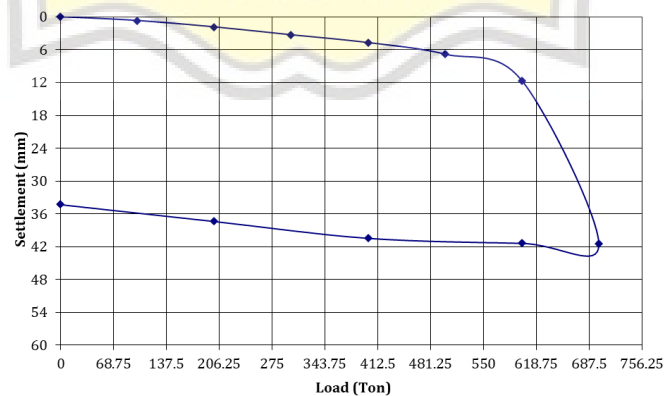
Kajian Interpretasi Daya Dukung Pondasi Tiang Bor Menggunakan Hasil Uji Beban Statis Aksial Tekan dan Uji Beban Dinamis (Studi Kasus : Proyek Queen City, Jalan Pemuda Semarang)

tiap siklus untuk pondasi tiang bor diameter 100 cm dapat dilihat pada Gambar 4.14.



Gambar 4.14 Grafik Beban Terhadap Penurunan Tiap Siklus Tiang Bor Diameter 80 cm

Penurunan akibat beban (S_Q) atau penurunan yang bersifat permanen untuk diameter 100 cm adalah 34.29 mm. Penurunan yang diukur dari kepala tiang pada pembebanan 50%, 100%, 150% dan 175% berturut-turut sebesar 1.84 mm; 4.32 mm; 11.65 mm dan 41.48 mm. Untuk pengujian pondasi tiang bor diameter 100 cm tidak dapat mencapai pembebanan sampai 200%. Penyebab dari tidak tercapainya pembebanan 200% belum diketahui. Selanjutnya dari grafik beban terhadap penurunan tiap siklus dapat dibuat gabungan dari grafik beban terhadap penurunan tiap siklus yang ditunjukkan pada Gambar 4.15.



Gambar 4.15 Grafik Beban Terhadap Penurunan Tiang Bor Diameter 100 cm



Setelah grafik uji beban terhadap penurunan didapatkan maka tahap selanjutnya dilakukan interpretasi menggunakan data uji beban statis di lapangan. Interpretasi hasil uji beban ini perlu dilakukan untuk dapat memperkirakan beban ultimit yang sebenarnya masih dapat diterima pondasi tiang bor. Penentuan daya dukung pondasi tiang bor memerlukan metode interpretasi. Metode yang digunakan dalam tugas akhir ini yaitu: metode *Chin* (1970), metode *Davisson* (1972) dan metode *Mazurkiewicz* (1972).

4.5.1 Metode *Chin* (1970)

Salah satu metode interpretasi daya dukung yang digunakan adalah metode *Chin*. Pada metode ini terlebih dahulu dilakukan perhitungan ulang sehingga diperoleh rasio perbandingan antara penurunan dan beban (s/Q). Rasio tersebut dibuat grafik terhadap penurunan (s). Hasil dan pembahasan dari interpretasi metode *Chin* untuk pondasi tiang bor diameter 60 cm, 80 cm dan 100 cm dijelaskan berikut ini:

1. Pondasi Tiang bor diameter 60 cm

Pondasi tiang bor yang diinterpretasi yang pertama dengan metode *Chin* adalah pondasi tiang bor berdiameter 60 cm. Perbandingan penurunan dan beban diameter 100 cm (s/Q) dapat dilihat pada Tabel 4.11.

Tabel 4.11 Rekap Perbandingan Penurunan dan Beban Diameter 60 cm (s/Q)

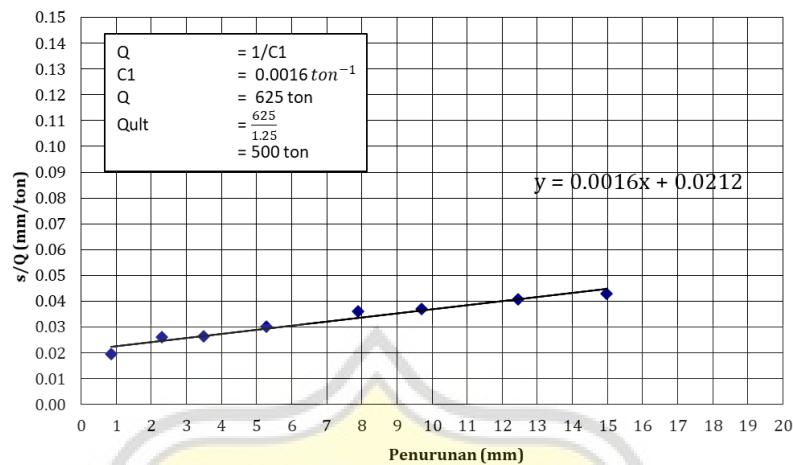
| Beban, Q (ton) | S (mm) | S/Q (mm/ton) |
|---------------------|-------------|-------------------|
| 43.75 | 0.85 | 0.0194 |
| 87.5 | 2.29 | 0.0262 |
| 131.25 | 3.48 | 0.0265 |
| 175 | 5.27 | 0.0301 |
| 218.75 | 7.88 | 0.0360 |
| 262.5 | 9.71 | 0.0370 |
| 306.25 | 12.45 | 0.0407 |
| 350 | 14.98 | 0.0428 |

Perbandingan penurunan terhadap beban dari Tabel 4.11 dibuat grafik hubungan antara penurunan terhadap rasio (s/Q) sehingga didapatkan interpretasi berdasarkan metode *Chin* seperti Gambar 4.16.



Tugas Akhir

Kajian Interpretasi Daya Dukung Pondasi Tiang Bor Menggunakan Hasil Uji Beban Statis Aksial Tekan dan Uji Beban Dinamis (Studi Kasus : Proyek Queen City, Jalan Pemuda Semarang)



Gambar 4.16 Hasil Daya Dukung Diameter 60 cm Metode *Chin*

Berdasarkan grafik yang terlihat pada Gambar 4.16 didapatkan persamaan garis linear ($y = 0.0016x + 0.0212$) yang digunakan dalam perhitungan daya dukung pondasi tiang bor menurut metode ini. Untuk mendapatkan daya dukung pondasi tiang bor berdasarkan interpretasi metode *Chin* dilakukan dengan cara sebagai berikut:

$$Q = 1/C_1$$

$$C_1 = 0.0016 \text{ ton}^{-1}$$

$$Q = 625 \text{ ton}$$

Jadi berdasarkan hasil interpretasi daya dukung menggunakan metode *Chin* untuk pondasi tiang bor diameter 60 cm adalah sebesar 625 ton. Hasil tersebut meningkat dari beban maksimal 350 ton (200%) sebesar 275 ton atau meningkat 44%. Peningkatan daya dukung memberi informasi bahwa interpretasi daya dukung metode *Chin* untuk pondasi tersebut belum mencapai daya dukung ultimit saat pengujian statis aksial tekan.

2. Pondasi tiang bor berdiameter 80 cm

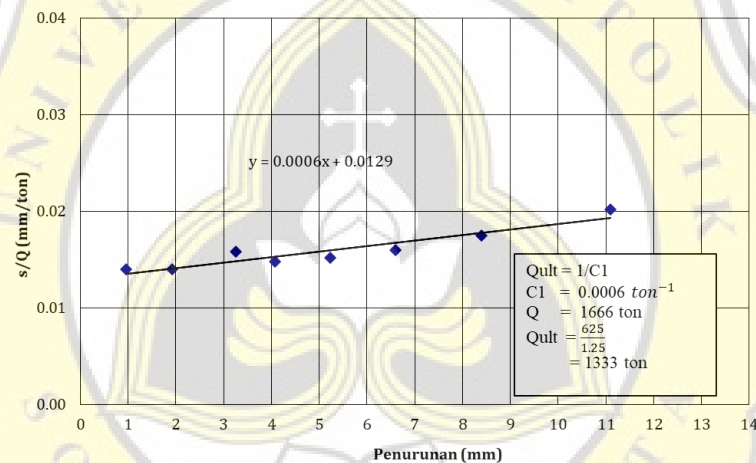
Pondasi tiang bor yang diinterpretasi yang kedua dengan metode *Chin* adalah pondasi tiang bor berdiameter 80 cm. Perbandingan penurunan dan beban diameter 100 cm (s/Q) dapat dilihat pada Tabel 4.12.



Tabel 4.12 Rekap Perbandingan Penurunan dan Beban Diameter 80 cm

| Beban, Q (ton) | S (mm) | S/Q (mm/ton) |
|---------------------|-------------|-------------------|
| 68.75 | 0.96 | 0.0140 |
| 137.5 | 1.92 | 0.0140 |
| 206.25 | 3.26 | 0.0158 |
| 275 | 4.07 | 0.0148 |
| 343.75 | 5.23 | 0.0152 |
| 412.5 | 6.59 | 0.0160 |
| 481.25 | 8.4 | 0.0175 |
| 550 | 11.1 | 0.0202 |

Dengan cara yang sama hasil dari Tabel 4.12 dapat dibuat grafik hubungan antara penurunan terhadap rasio (s/Q) seperti terlihat pada Gambar 4.17.



Gambar 4.17 Hasil Daya Dukung Diameter 80 cm Metode *Chin*

Berdasarkan grafik yang terlihat pada Gambar 4.17 didapatkan persamaan garis linear ($y = 0.0006x + 0.0212$) yang digunakan untuk menghitung besarnya daya dukung pondasi tiang bor. Untuk mendapatkan daya dukung pondasi tiang bor berdasarkan interpretasi metode ini dilakukan dengan cara sebagai berikut:

$$Q = 1/C_1$$

$$C_1 = 0.0006 \text{ ton}^{-1}$$

$$Q = 1666 \text{ ton}$$

Jadi berdasarkan metode ini hasil interpretasi daya dukung pondasi tiang bor diameter 80 cm adalah sebesar 1666 ton. Hasil interpretasi tersebut meningkat



Tugas Akhir

Kajian Interpretasi Daya Dukung Pondasi Tiang Bor Menggunakan Hasil Uji Beban Statis Aksial Tekan dan Uji Beban Dinamis (Studi Kasus : Proyek Queen City, Jalan Pemuda Semarang)

sebesar 67% dari pembebanan maksimal 550 ton (200%). Nilai peningkatan yang besar terjadi karena pada saat beban maksimal grafik belum menunjukkan daya dukung ujung bekerja. Berdasarkan grafik aksial tekan terlihat bahwa beban belum termobilisasi seluruhnya oleh selimut tiang dikarenakan grafik terlihat masih cenderung elastis.

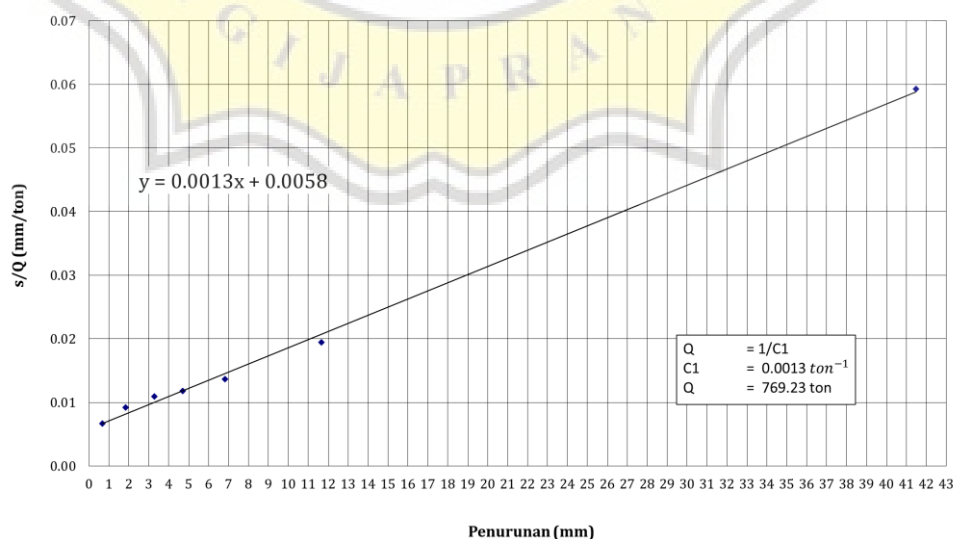
3. Pondasi tiang bor berdiameter 100 cm

Pondasi tiang bor yang diinterpretasi yang pertama dengan metode *Chin* adalah pondasi tiang bor berdiameter 100 cm. Perbandingan penurunan dan beban diameter 100 cm (s/Q) dapat dilihat pada Tabel 4.13.

Tabel 4.13 Rekap Perbandingan Penurunan dan Beban Diameter 100 cm

| Beban, Q (ton) | Penurunan, S (mm) | S/Q (mm/ton) |
|---------------------|------------------------|-------------------|
| 100 | 0.67 | 0.0067 |
| 200 | 1.84 | 0.0092 |
| 300 | 3.28 | 0.0109 |
| 400 | 4.71 | 0.0118 |
| 500 | 6.82 | 0.0136 |
| 600 | 11.65 | 0.0194 |
| 700 | 41.48 | 0.0593 |

Dengan cara yang sama hasil dari Tabel 4.13 dapat dibuat grafik hubungan antara penurunan terhadap rasio (s/Q) seperti terlihat pada Gambar 4.18.



Gambar 4.18 Hasil Daya Dukung Diameter 100 cm Metode *Chin*



Berdasarkan grafik yang terlihat pada Gambar 4.18 didapatkan persamaan garis linear ($y = 0.0013x + 0.0058$) yang digunakan untuk menghitung besarnya daya dukung pondasi tiang bor. Untuk mendapatkan daya dukung pondasi tiang bor berdasarkan interpretasi metode ini dilakukan dengan cara sebagai berikut:

$$Q = 1/C1$$

$$C1 = 0.0013 \text{ ton}^{-1}$$

$$Q = 769.23 \text{ ton}$$

Jadi berdasarkan hasil interpretasi daya dukung menggunakan metode *Chin* untuk pondasi tiang bor diameter 100 cm adalah sebesar 769.23 ton. Hasil ini menurun 4% dari pembebanan maksimal 800 ton (200%) sebesar 275 ton atau meningkat 44%. Peningkatan daya dukung memberi informasi bahwa interpretasi daya dukung metode *Chin* untuk pondasi tersebut belum mencapai daya dukung ultimit saat pengujian statis aksial tekan.

Hasil interpretasi daya dukung pondasi tiang bor menggunakan metode *Chin* dapat dilihat pada Tabel 4.14.

Tabel 4.14 Rekap Daya Dukung Ultimit Metode *Chin*

| Diameter tiang (cm) | Q_{ult} Rencana (ton) | Q_{ult} (ton) | ΔQ_{ult} (ton) |
|---------------------|-------------------------|-----------------|------------------------|
| Ø60 | 350 | 625 | 275 |
| Ø80 | 550 | 1666 | 1116 |
| Ø100 | 800 | 769.13 | 30.87 |

Berdasarkan rekap daya dukung ultimit yang dapat dilihat pada Tabel 4.14 dapat diambil kesimpulan bahwa daya dukung ultimit terbesar menurut metode *Chin* terjadi pada pondasi tiang bor diameter 80 cm dikarenakan grafik masih terlihat elastis, belum menunjukkan tanda bahwa daya dukung ujung tiang sudah bekerja. Interpretasi daya dukung menggunakan metode *Chin* berturut-turut untuk pondasi tiang bor diameter 60 cm, 80 cm dan 100 cm memiliki presentase selisih terhadap daya dukung rencana yaitu 275 ton atau naik 78.6%, 1116 ton atau naik 202.9%, dan 30.87 ton atau 3.86%.



4.5.2 Metode *Davisson* (1972)

Metode ini menggunakan perhitungan penurunan (δ) sebagai tahapan mengetahui daya dukung pondasi. Data seperti material, dimensi, mutu beton, beban pengujian dan luas penampang diperlukan untuk melakukan interpretasi daya dukung pondasi. Untuk tiang bor yang pertama menggunakan dimensi 60 cm. Luas penampang ditentukan dengan mencari luas dari lingkaran yang dijelaskan sebagai berikut:

1. Pondasi Tiang bor diameter 60 cm

Pondasi tiang bor yang diinterpretasi yang pertama dengan metode *Davisson* adalah pondasi tiang bor berdiameter 60 cm. Data teknis tiang bor BP 718 yang berdiameter 60 cm dapat dilihat pada Tabel 4.15.

Tabel 4.15 Data Teknis Diameter 60 cm

| Parameter | Keterangan | Satuan |
|--------------------|------------|-----------------|
| Material | Beton | - |
| Dimensi | 60 | cm |
| f_c' | 20.75 | Mpa |
| Beban yang bekerja | 175 | ton |
| Beban maksimal | 350 | ton |
| Panjang total | 37.9 | m |
| Luas penampang | 2827.43 | cm ² |

Setelah mengetahui data teknis yang diperlukan, maka diperlukan mencari modulus material, penurunannya dan jarak garis elastik dengan garis keruntuhan:

$$\begin{aligned} \text{Modulus Material (E)} &= 15.200 \times \sigma_r \times (f_c' / \sigma_r)^{0.5} \\ &= 15.200 \times 0.1 \times (20.75 / 0.1)^{0.5} \\ &= 218.95 \text{ Mpa} \end{aligned}$$

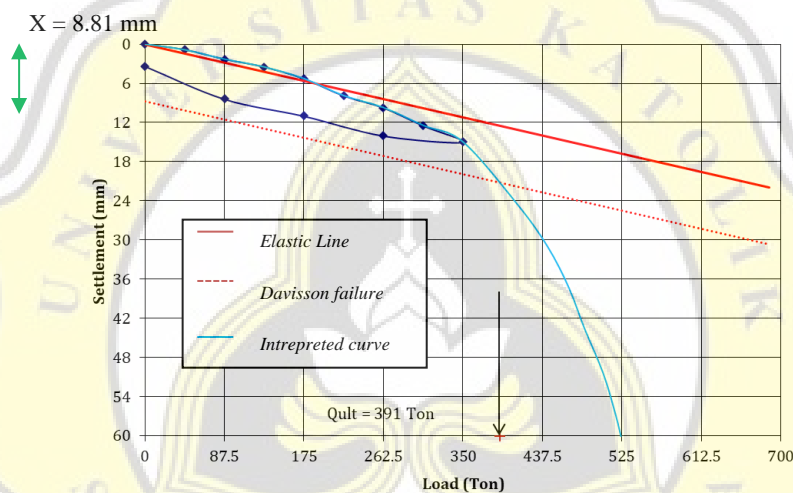
$$\begin{aligned} \text{Penurunan } (\delta) &= \frac{PL}{EA} \\ &= \frac{550 \times 37.9}{218.95 \times 2827.43} \\ &= 33.67 \text{ mm} \end{aligned}$$



Untuk mendapatkan jarak garis elastik dengan garis keruntuhan, maka dihitung dengan cara sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Jarak (X)} &= 0.15 + \frac{D}{120} (\text{in}) \\ &= 0.15 + \frac{60}{120} (\text{in}) \\ &= 8.81 \text{ mm} \end{aligned}$$

Interpretasi daya dukung dapat dilihat pada Gambar 4.19.



Gambar 4.19 Hasil Daya Dukung Diameter 60 cm Metode *Davisson*

Penurunan yang dihasilkan pada pengujian adalah sebesar 33.67 mm dengan modulus material sebesar 218.95 Mpa, sedangkan pada jarak garis elastik dan garis keruntuhan menghasilkan jarak sebesar 8.81 mm. Garis elastik terlebih dahulu digambar dengan memperhatikan penurunan. Selanjutnya garis keruntuhan digambarkan dengan memperhatikan titik awal mulai yang sebesar 8.81 mm. Daya dukung pondasi tiang diameter 60 cm sebesar 391 ton.

2. Pondasi tiang bor diameter 80 cm

Pondasi tiang bor yang diinterpretasi yang pertama dengan metode *Davisson* adalah pondasi tiang bor berdiameter 80 cm. Data teknis tiang bor BP 1 yang berdiameter 80 cm dapat dilihat pada Tabel 4.16.



Tabel 4.16 Data Teknis Diameter 80 cm

| Parameter | Keterangan | Satuan |
|--------------------|------------|-----------------|
| Material | Beton | - |
| Dimensi | 80 | cm |
| f'_c | 20.75 | Mpa |
| Beban yang bekerja | 275 | ton |
| Beban maksimal | 550 | ton |
| Panjang total | 38 | m |
| Luas penampang | 7853.98 | cm ² |

Setelah mengetahui data teknis yang diperlukan, maka diperlukan mencari modulus material, penurunannya dan jarak garis elastik dengan garis keruntuhan:

$$\begin{aligned} \text{Modulus Material (E)} &= 15.200 \times \sigma_r \times (f'_c / \sigma_r)^{0.5} \\ &= 15.200 \times 0.1 \times (20.75 / 0.1)^{0.5} \\ &= 218.95 \text{ Mpa} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Penurunan } (\delta) &= \frac{PL}{EA} \\ &= \frac{550 \times 38}{218.95 \times 7853.98} \\ &= 15.82 \text{ mm} \end{aligned}$$

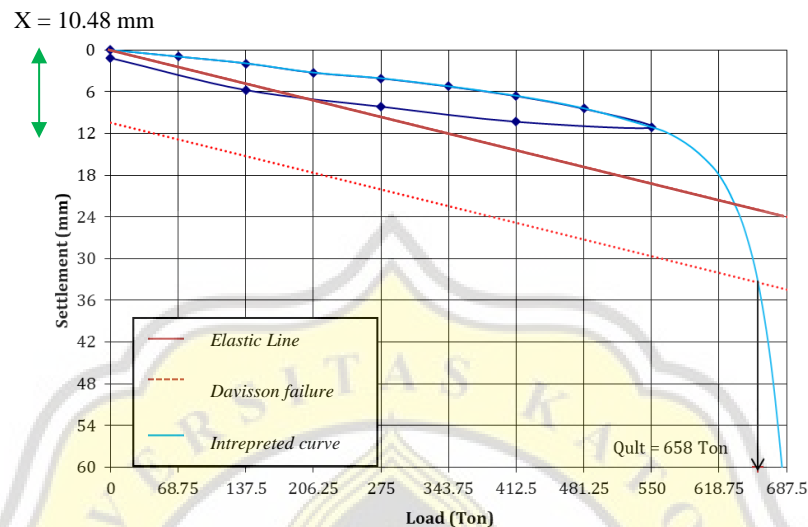
Untuk mendapatkan jarak garis elastik dengan garis keruntuhan, maka dihitung dengan cara sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Jarak (X)} &= 0.15 + \frac{D}{120} \text{ (in)} \\ &= 0.15 + \frac{80}{120} \text{ (in)} \\ &= 12.14 \text{ mm} \end{aligned}$$

Penurunan yang dihasilkan pada pengujian adalah sebesar 19.19 mm dengan modulus material sebesar 218.95 Mpa, sedangkan pada jarak garis elastic dan garis keruntuhan menghasilkan jarak sebesar 10.48 mm. Garis elastik terlebih dahulu digambar dengan memperhatikan penurunan. Selanjutnya garis keruntuhan digambarkan dengan memperhatikan titik awal mulai yang sebesar



8.81 mm. Interpretasi daya dukung pondasi tiang bor diameter 80 cm menggunakan metode *Davisson* dapat dilihat pada Gambar 4.20.



Gambar 4.20 Hasil Daya Dukung Diameter 80 cm Metode *Davisson*

Berdasarkan Gambar 4.20 daya dukung pondasi tiang bor interpretasi dari metode *Davisson* memiliki peningkatan 19.63 % dari beban maksimal yang bekerja. Peningkatan tersebut terjadi karena menurut metode *Davisson* untuk pondasi tiang bor diameter 80 cm masih pada penurunan elastis dan daya dukung masih dapat mencapai 658 ton.

3. Pondasi tiang bor diameter 100 cm

Pondasi tiang bor yang diinterpretasi yang pertama dengan metode *Davisson* adalah pondasi tiang bor berdiameter 100 cm. Data teknis tiang bor BP 790 yang berdiamter 100 cm dapat dilihat pada Tabel 4.17.

Tabel 4.17 Data Teknis Diameter 100 cm

| Parameter | Keterangan | Satuan |
|--------------------|------------|----------------|
| Material | Beton | - |
| Dimensi | 100 | cm |
| f_c' | 20.75 | Mpa |
| Beban yang bekerja | 400 | ton |
| Beban maksimal | 800 | ton |
| Panjang total | 38 | m |
| Luas penampang | 7853.98 | m ² |



Setelah mengetahui data teknis yang diperlukan, maka diperlukan mencari modulus material, penurunannya dan jarak garis elastik dengan garis keruntuhan.

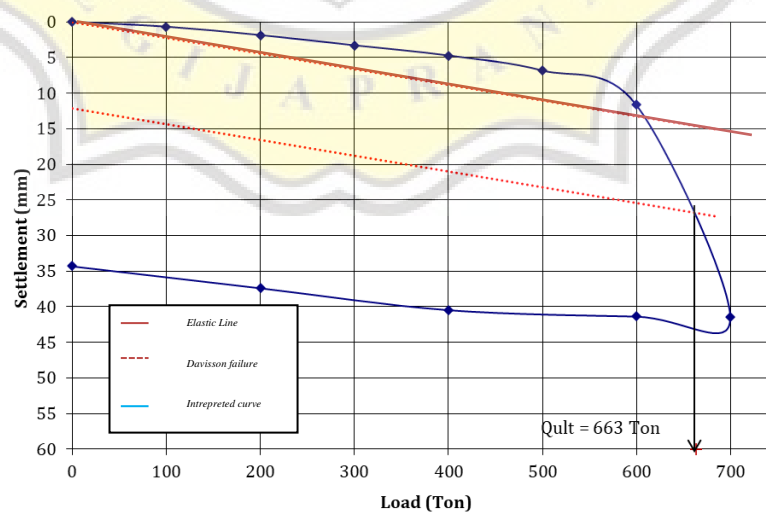
$$\begin{aligned} \text{Modulus Material (E)} &= 15.200 \times \sigma_r \times (f_c' / \sigma_r)^{0.5} \\ &= 15.200 \times 0.1 \times (20.75 / 0.1)^{0.5} \\ &= 218.95 \text{ Mpa} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Penurunan } (\delta) &= \frac{PL}{EA} \\ &= \frac{700 \times 38}{218.95 \times 7853.98} \\ &= 15.47 \text{ mm} \end{aligned}$$

Untuk mendapatkan jarak garis elastik dengan garis keruntuhan, maka dihitung dengan cara sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Jarak (X)} &= 0.15 + \frac{D}{120} \text{ (in)} \\ &= 0.15 + \frac{100}{120} \text{ (in)} \\ &= 12.14 \text{ mm} \end{aligned}$$

Hasil daya dukung metode *Davisson* dapat dilihat pada Gambar 4.21.



Gambar 4. 21 Hasil Daya Dukung Diameter 100 cm Metode *Davisson*



Penurunan yang dihasilkan pada pengujian adalah sebesar 19.19 mm dengan modulus material sebesar 218.95 Mpa, sedangkan pada jarak garis elastic dan garis keruntuhan menghasilkan jarak sebesar 10.48 mm. Garis elastik terlebih dahulu digambar dengan memperhatikan penurunan. Selanjutnya garis keruntuhan digambarkan dengan memperhatikan titik awal mulai yang sebesar 8.81 mm. Daya dukung pondasi tiang diameter 60 cm sebesar 663 ton

Interpretasi daya dukung menggunakan metode *Davisson* untuk ketiga diameter pondasi tiang bor dapat dilihat pada Tabel 4.18.

Tabel 4.18 Rekap Interpretasi Daya Dukung metode *Davisson*

| Diameter tiang | Q_{ult} Rencana (ton) | Q_{ult} (ton) | ΔQ_{ult} (ton) |
|----------------|-------------------------|-----------------|------------------------|
| Ø60 | 350 | 391 | 41 |
| Ø80 | 550 | 658 | 108 |
| Ø100 | 800 | 663 | -137 |

Berdasarkan Tabel 4.18 perbandingan antara daya dukung ultimit rencana dengan interpretasi daya dukung menggunakan metode *Davisson* berturut-turut untuk pondasi tiang bor diameter 60 cm, 80 cm dan 100 cm memiliki peesentase selisih terhadap daya dukung rencana yaitu 11.7%, 19.63% dan 17.12%.

4.5.3 Metode *Mazurkiewicz* (1972)

Metode interpretasi ini menggunakan cara grafis untuk mengetahui daya dukung pondasi tiang bor. Grafik penurunan terhadap beban gabungan dari beberapa siklus digunakan dalam proses interpretasi metode *Mazurkiewicz*.

1. Pondasi tiang bor diameter 60 cm

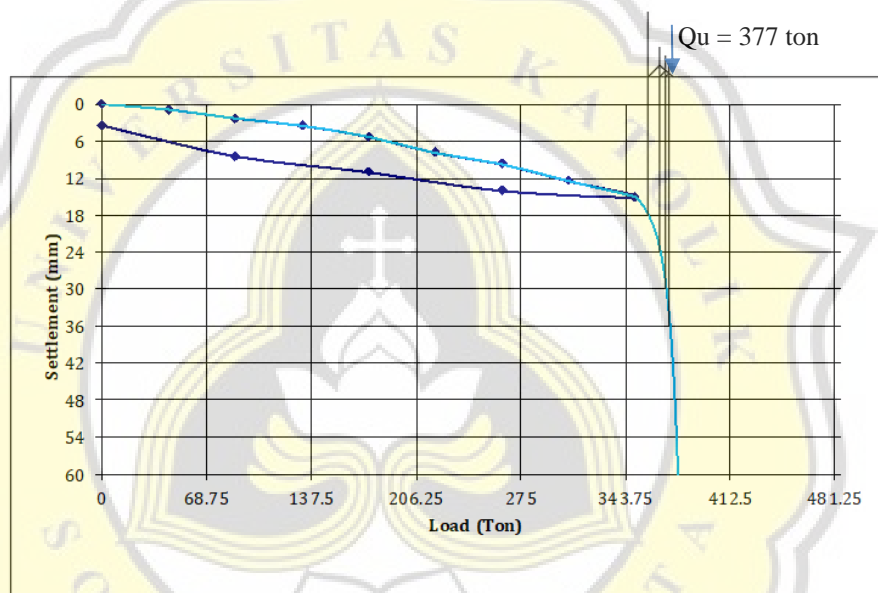
Untuk penggambaran grafik metode *Mazurkiewicz* dilakukan tahapan sebagai berikut:

- a. Grafik kurva hubungan beban terhadap penurunan dari gabungan siklus pertama hingga empat.
- b. Menentukan posisi lokasi grafik yang mulai mengalami perubahan dari elastis ke plastis.



- c. Membuat garis bagi yang sama besar pada penurunan
- d. Menarik garis bagi yang bertemu garis interpretasi atau *interpreted curve* sehingga membagi pada beban
- e. Garis yang membagi pada beban diteruskan 45° hingga pada garis bagi pada beban selanjutnya.
- f. Tarik garis untuk mendapatkan daya dukung ultimit.

Interpretasi daya dukung menggunakan metode *Mazurkiewicz* dapat dilihat pada Gambar 4.22.



Gambar 4.22 Hasil Daya Dukung Diameter 60 cm Metode *Mazurkiewicz*

Hasil daya dukung ultimit pondasi tiang bor menggunakan metode *Mazurkiewicz* untuk pondasi tiang bor diameter 60 cm sebesar 377 ton. Daya dukung tersebut didapat dengan bantuan kurva interpretasi atau *interpreted curve*.

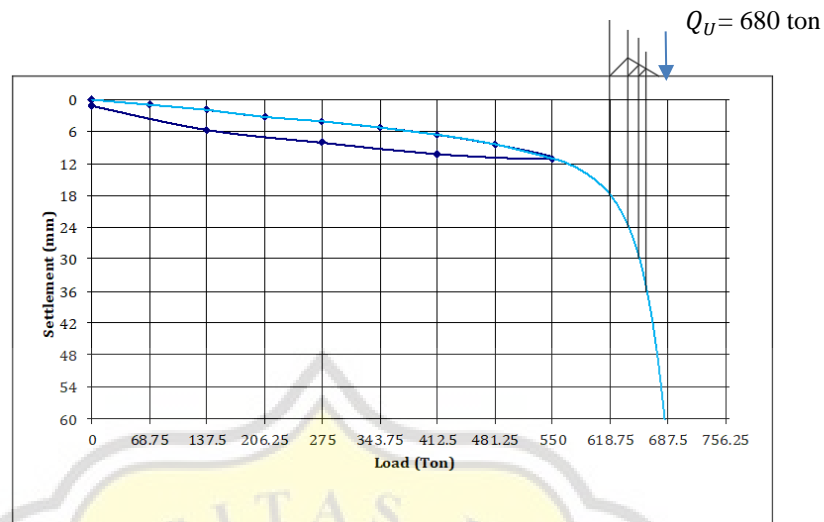
2. Pondasi tiang bor diameter 80 cm

Interpretasi daya dukung menggunakan metode *Mazurkiewicz* untuk pondasi tiang bor berdiameter 80 cm dilakukan dengan tahapan yang sama. Hasil daya dukung pondasi tiang bor diameter 80 menggunakan metode *Mazurkiewicz* dapat dilihat pada Gambar 4.23.



Tugas Akhir

Kajian Interpretasi Daya Dukung Pondasi Tiang Bor Menggunakan Hasil Uji Beban Statis Aksial Tekan dan Uji Beban Dinamis (Studi Kasus : Proyek Queen City, Jalan Pemuda Semarang)

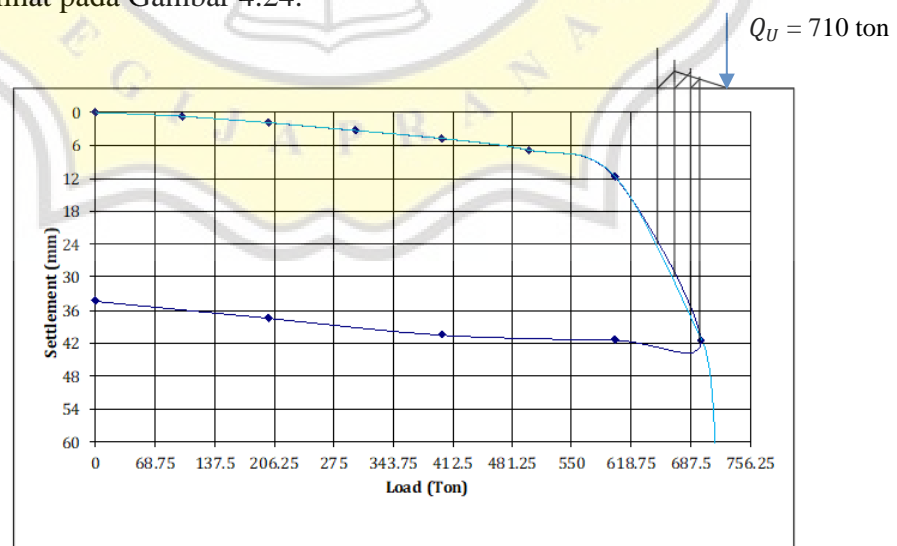


Gambar 4.23 Hasil Daya Dukung Diameter 80 cm Metode *Mazurkiewicz*

Hasil daya dukung ultimit pondasi tiang bor menggunakan metode *Mazurkiewicz* untuk pondasi tiang bor diameter 80 cm sebesar 680 ton. Daya dukung tersebut didapat dengan bantuan kurva interpretasi atau *interpreted curve*.

3. Pondasi tiang bor diameter 100 cm

Interpretasi daya dukung menggunakan metode *Mazurkiewicz* untuk pondasi tiang bor berdiameter 80 cm dilakukan dengan tahapan yang sama. Hasil daya dukung pondasi tiang bor diameter 80 menggunakan metode *Mazurkiewicz* dapat dilihat pada Gambar 4.24.



Gambar 4.24 Hasil Daya Dukung Diameter 100 cm Metode *Mazurkiewicz*



Berdasarkan Gambar 4.24 hasil daya dukung ultimit pondasi tiang bor menggunakan metode *Mazurkiewicz* untuk pondasi tiang bor diameter 100 cm sebesar 710 ton. Daya dukung tersebut didapat dengan bantuan kurva interpretasi atau *interpreted curve*.

Rekap hasil dari Interpretasi daya dukung menggunakan metode *Mazurkiewicz* dapat dilihat pada Tabel 4.19.

Tabel 4.19 Rekap Hasil Daya Dukung Metode *Mazurkiewicz*

| Diameter tiang | Q_{ult} Rencana (ton) | Q_{ult} (ton) | ΔQ_{ult} (ton) |
|----------------|-------------------------|-----------------|------------------------|
| Ø60 | 350 | 377 | 27 |
| Ø80 | 550 | 680 | 130 |
| Ø100 | 800 | 710 | -90 |

Berdasarkan Tabel 4.19 perbandingan antara daya dukung ultimit rencana dengan interpretasi daya dukung menggunakan metode *Mazurkiewicz* berturut-turut untuk pondasi tiang bor diameter 60 cm, 80 cm dan 100 cm memiliki presentase selisih terhadap daya dukung rencana yaitu 7.71%, 19.11% dan 11.25%.

4.6 Hasil Daya Dukung Uji Beban Dinamis

Pengujian beban dinamis atau *pile driving analyzer* (PDA) dilakukan untuk mengetahui daya dukung lapangan. Daya dukung ultimit bisa didapatkan jika data PDA sudah melalui proses program *Case Pile Wave Analysis Program* (CAPWAP). Hasil pengujian dapat dilihat pada Lampiran 4 (1-9). Pada pondasi tiang bor diameter 60 cm tidak dilakukan pengujian beban dinamis. Data tiang pengujian beban dinamis dapat dilihat pada Tabel 4.20.

Tabel 4.20 Data Tiang Uji Beban Dinamis

| Kode Tiang | Diameter (cm) |
|------------|---------------|
| BP 379 | Ø 80 |
| BP 377 | Ø 80 |
| BP 414 | Ø 80 |

| Kode Tiang | Diameter (cm) |
|------------|---------------|
| BP 790 | Ø 100 |
| BP 539 | Ø 100 |
| BP 744 | Ø 100 |
| BP 749 | Ø 100 |
| BP 791 | Ø 100 |



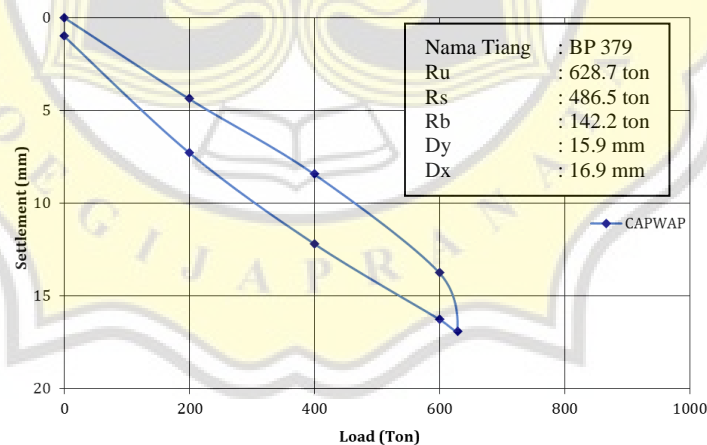
Hasil dari program *CAPWAP* menghasilkan grafik beban terhadap penurunan. grafik beban terhadap penurunan tersebut memberikan informasi daya dukung ultimit (R_u atau *Resistance Ultimit*), daya dukung selimut (R_s atau *Resistance Skin*), daya dukung ujung (R_b atau *Resistance Base*), penurunan elastis (D_y), penurunan total (D_x), penurunan permanen (SETT). Pengujian beban dinamis di lapangan dapat dilihat pada Gambar 4.25.



Gambar 4.25 Pengujian beban dinamis di lapangan

1. Pondasi tiang bor diameter 80 cm

Hasil dari program *CAPWAP* BP 379 diameter 80 cm dapat dilihat pada Gambar 4.26.



Gambar 4.26 Daya Dukung dari Program *CAPWAP* (BP 379)

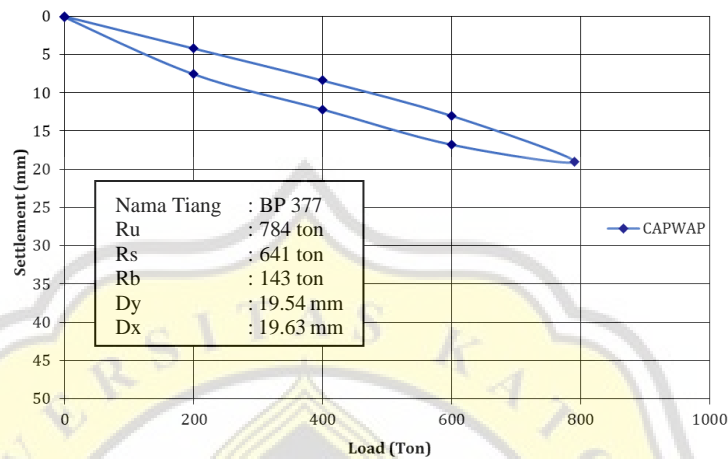
Berdasarkan Gambar 4.26 pondasi tiang bor BP 379 dengan diameter 80 cm memiliki daya dukung ultimit (R_u) sebesar 628.7 ton, daya dukung selimut (R_s) sebesar 486.5 ton, daya dukung ujung (R_b) sebesar 142.2 ton, penurunan elastis (D_y) sebesar 15.9 mm, penurunan maksimum (D_x) sebesar 16.9 mm,



Tugas Akhir

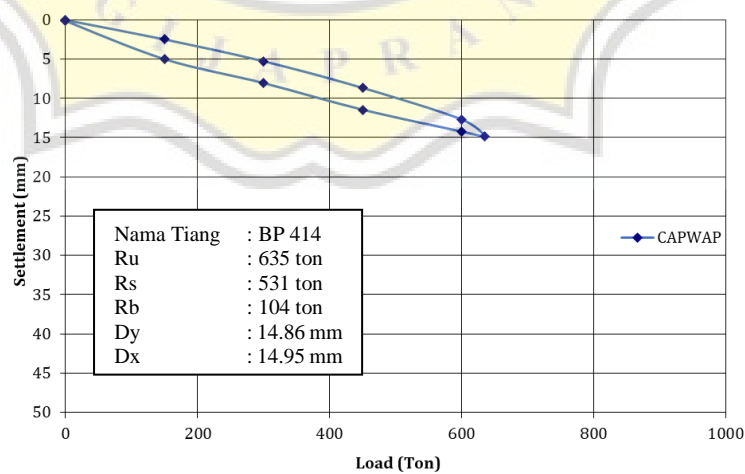
Kajian Interpretasi Daya Dukung Pondasi Tiang Bor Menggunakan Hasil Uji Beban Statis Aksial Tekan dan Uji Beban Dinamis (Studi Kasus : Proyek Queen City, Jalan Pemuda Semarang)

dan penurunan permanen (SETT) merupakan selisih penurunan total dengan penurunan elastis sebesar 1 mm. Data pondasi tiang bor BP 377 diameter 80 cm dapat dilihat pada Gambar 4.27.



Gambar 4.27 Daya Dukung dari Program CAPWAP (BP 377)

Berdasarkan Gambar 4.27 pondasi tiang bor BP 377 dengan diameter 80 cm memiliki daya dukung ultimit (R_u) sebesar 784 ton, daya dukung selimut (R_s) sebesar 641 ton, daya dukung ujung (R_b) sebesar 143 ton, penurunan elastis (D_y) sebesar 19.54 mm, penurunan maksimum (D_x) sebesar 19.63 mm dan penurunan permanen (SETT) merupakan selisih penurunan total dengan penurunan elastis sebesar 1 mm. Data pondasi tiang bor BP 414 diameter 80 cm dapat dilihat pada Gambar 4.28.



Gambar 4.28 Daya Dukung dari Program CAPWAP (BP 414)



Berdasarkan Gambar 4.28 pondasi tiang bor BP 414 dengan diameter 80 cm memiliki daya dukung ultimit (R_u) sebesar 635 ton, daya dukung selimut (R_s) sebesar 531 ton, daya dukung ujung (R_b) sebesar 104 ton, penurunan elastis (D_y) sebesar 14.86 mm, penurunan maksimum (D_x) sebesar 14.95 mm dan penurunan permanen (SETT) merupakan selisih penurunan total dengan penurunan elastis sebesar 0.1 mm.

Hasil daya dukung dari program *CAPWAP* untuk diameter 80 cm dapat dilihat pada tabel berikut ini.

Tabel 4.21 Rekap Hasil Daya Dukung Pondasi Tiang Bor Diameter 80 cm

| No | Kode tiang | Daya Dukung (Ton) | | | Penurunan (mm) | | |
|----|------------|-------------------|-------|-------|----------------|-------|------|
| | | R_b | R_s | R_u | D_y | D_x | SETT |
| 1 | BP 379 | 142.2 | 486.5 | 628.7 | 15.9 | 16.9 | 1 |
| 2 | BP 377 | 143 | 641 | 784 | 19.54 | 19.63 | 1 |
| 3 | BP 414 | 104 | 531 | 635 | 14.86 | 14.95 | 0.1 |

Berdasarkan Tabel 4.21 dapat dilihat bahwa daya dukung yang dominan adalah daya dukung selimut tiang (R_s), berkisar antara 486 ton hingga 641 ton. Sementara itu besar penurunan permanen dari pembacaan di kepala tiang berkisar antara 0.1 mm hingga 1 mm.

2. Pondasi tiang bor diameter 100 cm

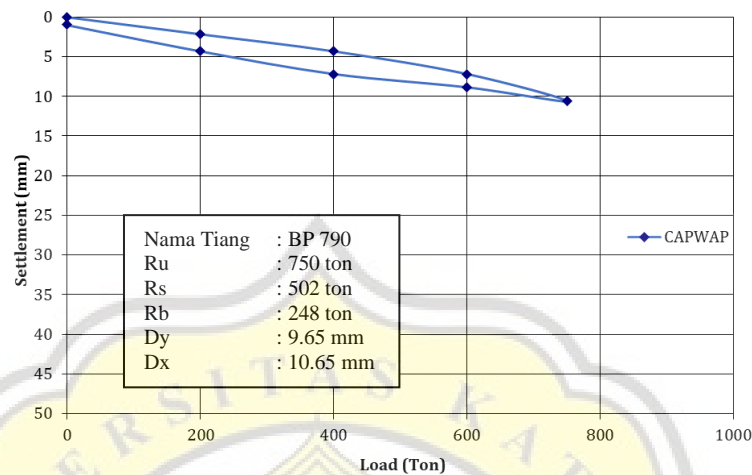
Selanjutnya hasil program *CAPWAP* pondasi tiang bor BP 790 berdiameter 100 cm. Pada titik pondasi tiang bor tersebut merupakan titik pondasi yang dilakukan 2 jenis pengujian beban (statik aksial tekan dan dinamis). Berdasarkan Gambar 4.29 untuk pondasi tiang bor BP 790 dengan diameter 100 cm memiliki daya dukung ultimit (R_u) sebesar 750 ton, daya dukung selimut (R_s) sebesar 502 ton, daya dukung ujung (R_b) sebesar 248 ton, penurunan elastis (D_y) sebesar 9.65 mm, penurunan maksimum (D_x) sebesar 10.65 mm dan penurunan permanen (SETT) merupakan selisih penurunan total



Tugas Akhir

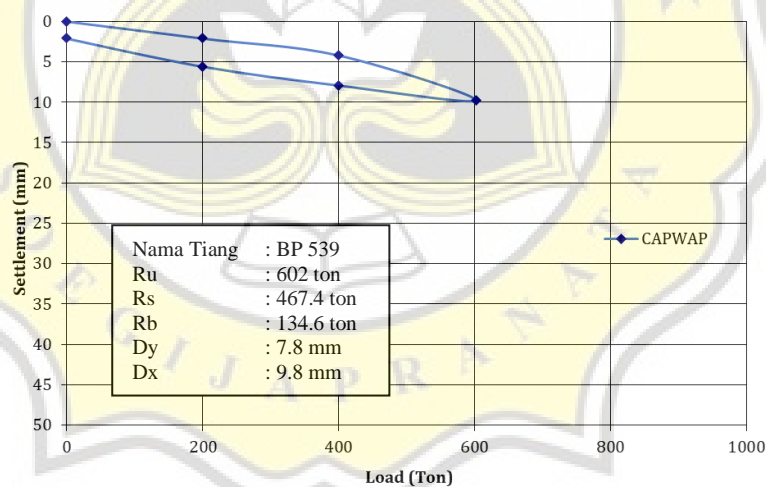
Kajian Interpretasi Daya Dukung Pondasi Tiang Bor Menggunakan Hasil Uji Beban Statis Aksial Tekan dan Uji Beban Dinamis (Studi Kasus : Proyek Queen City, Jalan Pemuda Semarang)

dengan penurunan elastis sebesar 1 mm. Hasil program *CAPWAP* pondasi tiang bor BP 790 diameter 100 cm dapat dilihat pada Gambar 4.29.



Gambar 4.29 Daya Dukung dari Program *CAPWAP* (BP 790)

Pondasi tiang bor BP 539 diameter 100 cm untuk hasil program *CAPWAP* dapat dilihat pada Gambar 4.30.



Gambar 4.30 Daya Dukung dari program *CAPWAP* (BP 539)

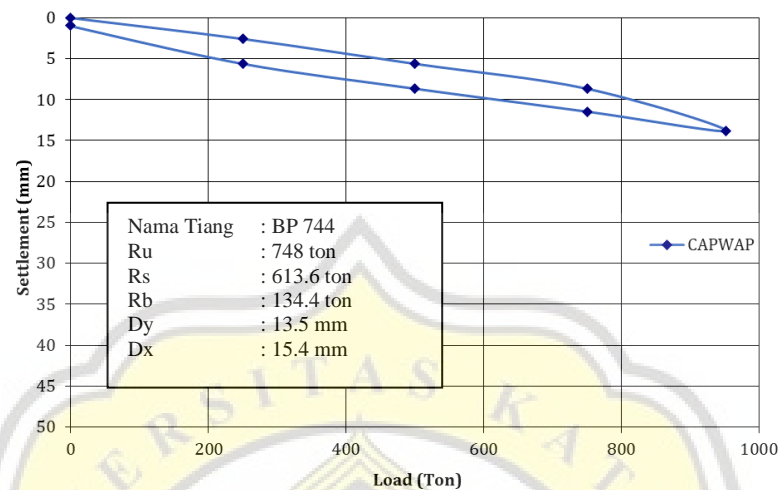
Berdasarkan Gambar 4.30 pondasi tiang bor BP 539 dengan diameter 100 cm memiliki daya dukung ultimit (R_u) sebesar 602 ton, daya dukung selimut (R_s) sebesar 467.4 ton, daya dukung ujung (R_b) sebesar 134.6 ton, penurunan elastis (D_y) sebesar 7.8 mm, penurunan maksimum (D_x) sebesar 9.8 mm dan penurunan permanen (SETT) merupakan selisih penurunan total dengan



Tugas Akhir

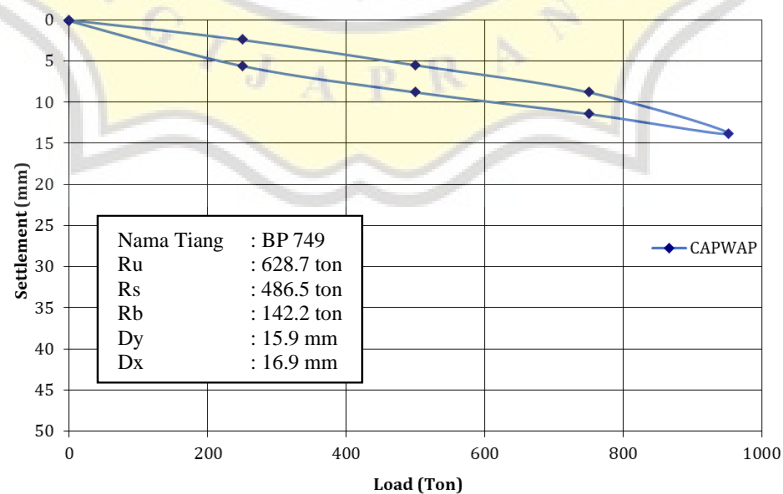
Kajian Interpretasi Daya Dukung Pondasi Tiang Bor Menggunakan Hasil Uji Beban Statis Aksial Tekan dan Uji Beban Dinamis (Studi Kasus : Proyek Queen City, Jalan Pemuda Semarang)

penurunan elastis sebesar 2 mm. Data pondasi tiang bor BP 744 diameter 100 cm dapat dilihat pada Gambar 4.31.



Gambar 4.31 Daya Dukung dari program CAPWAP (BP 744)

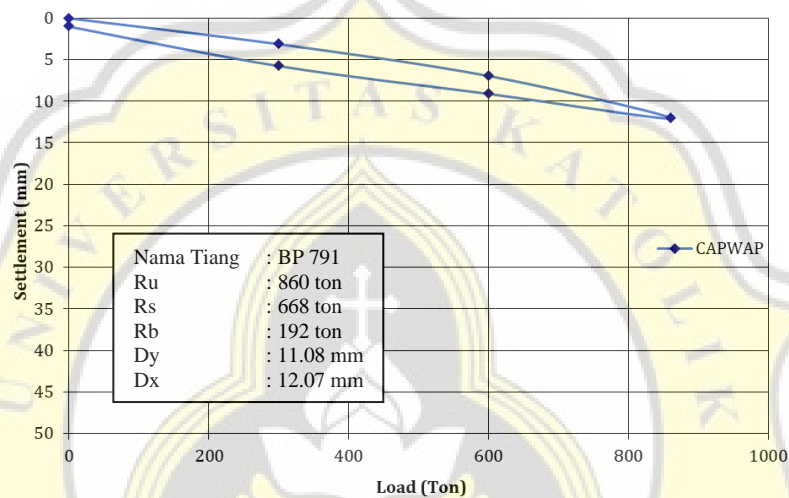
Berdasarkan Gambar 4.31 pondasi tiang bor BP 744 dengan diameter 100 cm memiliki daya dukung ultimit (R_u) sebesar 748 ton, daya dukung selimut (R_s) sebesar 613.6 ton, daya dukung ujung (R_b) sebesar 134.4 ton, penurunan elastis (D_y) sebesar 13.5 mm, penurunan maksimum (D_x) sebesar 15.4 mm dan penurunan permanen (SETT) merupakan selisih penurunan total dengan penurunan elastis sebesar 1 mm. Data pondasi tiang bor BP 749 diameter 100 cm dapat dilihat pada Gambar 4.32.



Gambar 4.32 Daya Dukung dari program CAPWAP (BP 749)



Berdasarkan Gambar 4.32 pondasi tiang bor BP 749 dengan diameter 100 cm memiliki daya dukung ultimit (R_u) sebesar 628.7 ton, daya dukung selimut sebesar 486.5 ton, daya dukung ujung sebesar 142.2 ton, penurunan elastis sebesar 15.9 mm, penurunan maksimum sebesar 16.9 mm dan penurunan permanen merupakan selisih penurunan total dengan penurunan elastis sebesar 1 mm. Data pondasi tiang bor BP 791 diameter 100 cm dapat dilihat pada Gambar 4.33.



Gambar 4.33 Daya Dukung dari program CAPWAP (BP 791)

Berdasarkan Gambar 4.33 pondasi tiang bor BP 791 dengan diameter 100 cm memiliki daya dukung ultimit (R_u) sebesar 860 ton, daya dukung selimut sebesar 668 ton, daya dukung ujung sebesar 192 ton, penurunan elastis sebesar 11.08 mm, penurunan maksimum sebesar 12.07 mm dan penurunan permanen merupakan selisih penurunan total dengan penurunan elastis sebesar 1 mm.

Hasil daya dukung dari program CAPWAP untuk pondasi tiang bor diameter 100 cm dapat dilihat pada Tabel 4.22.

Tabel 4.22 Rekap Hasil Daya Dukung Pondasi Tiang Bor Diameter 100 cm

| No | Kode tiang | Daya Dukung (Ton) | | | Penurunan (mm) | | |
|----|------------|-------------------|-------|-------|----------------|-------|------|
| | | R_b | R_s | R_u | D_y | D_x | SETT |
| 1 | BP 790 | 248 | 502 | 750 | 9.65 | 10.65 | 1 |



Tabel 4.22 Rekap Hasil Daya Dukung Pondasi Tiang Bor Diameter 100 cm (Lanjutan)

| No | Kode tiang | Daya Dukung (Ton) | | | Penurunan (mm) | | |
|----|------------|-------------------|-------|-------|----------------|-------|------|
| | | R_b | R_s | R_u | D_y | D_x | SETT |
| 2 | BP 539 | 134.6 | 467.4 | 602 | 7.8 | 9.8 | 2 |
| 3 | BP 744 | 134.4 | 613.6 | 748 | 13.5 | 15.4 | 2 |
| 4 | BP 749 | 174.6 | 777.4 | 952 | 12.8 | 13.8 | 1 |
| 5 | BP 791 | 192 | 668 | 860 | 11.08 | 12.07 | 1 |

Berdasarkan Tabel 4.22 dapat dilihat bahwa daya dukung yang dominan adalah daya dukung selimut tiang (R_s), berkisar antara 467 ton hingga 777 ton. Sementara itu besar penurunan permanen dari pembacaan di kepala tiang berkisar antara 1 mm hingga 2 mm.

4.7 Perbandingan Hasil Daya Dukung Pondasi Tiang Bor

Hasil daya dukung tiang bor yang sudah didapat dari data penyelidikan tanah, data uji beban aksial tekan dan uji beban dinamis selanjutnya dibandingkan. Hasil daya dukung pondasi tiang bor dari metode perhitungan terlebih dahulu direkap berdasarkan metode perhitungannya yaitu metode Meyerhof dengan Kullhawy dan Metode Reese & Wright. Daya dukung dari hasil perhitungan untuk ketiga titik penyelidikan tanah dapat dilihat pada Tabel 4.23.

Tabel 4.23 Rekap Hasil Perhitungan Daya Dukung Pondasi Tiang Bor

| Kode Tiang | Data Tanah | Diameter | Meyerhof (1971) | | | Reese and Wright (1977) | | |
|------------|------------|----------|-----------------|--------|--------|-------------------------|--------|--------|
| | | | Q_p | Q_s | Q_u | Q_p | Q_s | Q_u |
| BP 718 | BH 1 | Ø60 | 21.99 | 199.67 | 221.66 | 90.57 | 322.24 | 412.82 |
| BP 1 | | Ø80 | 39.10 | 272.98 | 312.09 | 161.02 | 449.55 | 610.56 |
| BP 379 | | | 39.10 | 272.88 | 311.98 | 161.02 | 449.23 | 610.25 |
| BP 377 | | | 39.10 | 272.98 | 312.09 | 161.02 | 449.55 | 610.56 |
| BP 414 | | | 39.10 | 268.64 | 307.74 | 161.02 | 436.76 | 597.78 |
| BP 790 | | | Ø100 | 212.06 | 357.00 | 569.06 | 212.06 | 607.47 |
| BP 539 | | 212.06 | | 357.00 | 569.06 | 212.06 | 721.76 | 933.81 |
| BP 744 | | 212.06 | | 404.41 | 616.47 | 212.06 | 706.2 | 918.26 |
| BP 749 | | 212.06 | | 403.9 | 615.98 | 212.06 | 705.17 | 917.23 |
| BP 791 | | 61.10 | | 344.1 | 405.19 | 251.59 | 570.4 | 821.96 |



Tugas Akhir

Kajian Interpretasi Daya Dukung Pondasi Tiang Bor Menggunakan
 Hasil Uji Beban Statis Aksial Tekan dan Uji Beban Dinamis (Studi Kasus : Proyek
 Queen City, Jalan Pemuda Semarang)

Tabel 4.23 Rekap Hasil Perhitungan Daya Dukung Pondasi Tiang Bor (Lanjutan)

| Kode Tiang | Data Tanah | Diameter | Meyerhof (1971) | | | Reese and Wright (1977) | | | |
|------------|------------|----------|-----------------|--------|--------|-------------------------|--------|--------|--------|
| | | | Q_p | Q_s | Q_u | Q_p | Q_s | Q_u | |
| BP 718 | BH 2 | Ø60 | 76.34 | 215.85 | 292.19 | 76.34 | 361.34 | 437.68 | |
| BP 1 | | Ø80 | 135.72 | 300.31 | 436.02 | 135.72 | 510.16 | 645.87 | |
| BP 379 | | | 135.72 | 302.91 | 438.62 | 135.72 | 521.00 | 656.71 | |
| BP 377 | | | 135.72 | 298.19 | 433.91 | 135.72 | 502.43 | 638.15 | |
| BP 414 | | | 135.72 | 293.18 | 428.89 | 135.72 | 495.23 | 630.94 | |
| BP 790 | | | 212.06 | 397.06 | 609.12 | 212.06 | 677.53 | 889.59 | |
| BP 539 | | Ø100 | 212.06 | 442.95 | 655.00 | 212.06 | 782.42 | 994.48 | |
| BP 744 | | | 212.06 | 435.52 | 647.58 | 212.06 | 766.87 | 978.93 | |
| BP 749 | | | 212.06 | 435.02 | 647.08 | 212.06 | 765.83 | 977.89 | |
| BP 791 | | | 212.06 | 376.86 | 588.92 | 212.06 | 635.74 | 847.80 | |
| BP 718 | | | BH 3 | Ø60 | 73.29 | 270.80 | 344.09 | 73.29 | 355.00 |
| BP 1 | | Ø80 | | 130.29 | 376.90 | 507.19 | 130.29 | 495.72 | 626.01 |
| BP 379 | 130.29 | | | 387.60 | 517.89 | 130.29 | 495.66 | 625.95 | |
| BP 377 | 130.29 | | | 371.48 | 501.77 | 130.29 | 495.57 | 625.86 | |
| BP 414 | 130.29 | | | 369.04 | 499.33 | 130.29 | 481.39 | 611.68 | |
| BP 790 | 203.58 | | | 489.81 | 693.39 | 203.58 | 670.11 | 873.68 | |
| BP 539 | Ø100 | 203.58 | | 544.70 | 748.27 | 203.58 | 782.81 | 986.39 | |
| BP 744 | | 203.58 | | 536.51 | 740.09 | 203.58 | 767.88 | 971.46 | |
| BP 749 | | 203.58 | | 535.97 | 739.54 | 203.58 | 766.89 | 970.46 | |
| BP 791 | | 203.58 | | 468.03 | 671.60 | 203.58 | 628.88 | 832.45 | |



Tugas Akhir

Kajian Interpretasi Daya Dukung Pondasi Tiang Bor Menggunakan
Hasil Uji Beban Statis Aksial Tekan dan Uji Beban Dinamis (Studi Kasus : Proyek
Queen City, Jalan Pemuda Semarang)

Tabel 4.24 Perbandingan Hasil Daya Dukung Metode Analitis, Dinamis, dan Statis Pondasi Tiang Bor BH 1

| Kode Tiang Bor (BP) | Diameter | Beban Kerja x 200% (ton) | Metode Meyerhof dan Kullhawy, 1976 (ton) | | | | Metode Reese & Wright, 1977 (ton) | | | | Kapasitas Ultimit CAPWAP (ton) | | | Metode Chin, 1970 (ton) | Metode Davisson, 1972 (ton) | Metode Mazurkiewicz, 1972 (ton) |
|------------------------------|----------|--------------------------------------|------------------------------------------|--------|--------|--------------------|-----------------------------------|--------|--------|--------------------|-----------------------------------|-------|-------|----------------------------------|--------------------------------------|---------------------------------------|
| | | | Q_p | Q_s | Q_u | Rata-rata Q_u | Q_p | Q_s | Q_u | Rata-rata Q_u | Q_p | Q_s | Q_u | | | |
| 718 | Ø60 | 300 | 21.99 | 199.67 | 221.66 | 199.67 | 90.57 | 322.24 | 412.82 | 412.82 | - | - | - | 500 | 372 | 377 |
| 1 | Ø80 | 550 | 39.10 | 272.98 | 312.09 | 271.87 | 161.02 | 449.55 | 610.56 | 607.29 | - | - | - | 1333 | 658 | 680 |
| 379 | | | 39.10 | 272.88 | 311.98 | | 161.02 | 449.23 | 610.25 | | 142.2 | 486.5 | 628.7 | - | - | - |
| 377 | | | 39.10 | 272.98 | 312.09 | | 161.02 | 449.55 | 610.56 | | 143 | 641 | 784 | - | - | - |
| 414 | | | 39.10 | 268.64 | 307.74 | | 161.02 | 436.76 | 597.78 | | 104 | 531 | 635 | - | - | - |
| 790 | Ø100 | 800 | 212.06 | 357.00 | 569.06 | 373.29 | 212.06 | 607.47 | 819.53 | 882.16 | 248 | 502 | 750 | 615 | 663 | 710 |
| 539 | | | 212.06 | 357.00 | 569.06 | | 212.06 | 721.76 | 933.81 | | 134.6 | 467.4 | 602 | - | - | - |
| 744 | | | 212.06 | 404.41 | 616.47 | | 212.06 | 706.2 | 918.26 | | 134.4 | 613.6 | 748 | - | - | - |
| 749 | | | 212.06 | 403.9 | 615.98 | | 212.06 | 705.17 | 917.23 | | 174.6 | 777.4 | 952 | - | - | - |
| 791 | | | 61.10 | 344.1 | 405.19 | | 251.59 | 570.4 | 821.96 | | 192 | 668 | 860 | - | - | - |



Tugas Akhir
Kajian Interpretasi Daya Dukung Pondasi Tiang Bor Menggunakan
Hasil Uji Beban Statis Aksial Tekan dan Uji Beban Dinamis (Studi Kasus : Proyek
Queen City, Jalan Pemuda Semarang)

Tabel 4.25 Perbandingan Hasil Daya Dukung Metode Analitis, Dinamis, dan Statis Pondasi Tiang Bor BH 2

| Kode Tiang Bor (BP) | Diameter | Beban Kerja x 200% (ton) | Metode Meyerhof dan Kullhawy, 1976 (ton) | | | | Metode Reese & Wright, 1977 (ton) | | | | Kapasitas Ultimit CAPWAP (ton) | | | Metode Chin, 1970 (ton) | Metode Davisson, 1972 (ton) | Metode Mazurkiewicz, 1972 (ton) |
|------------------------------|----------|--------------------------------------|---------------------------------------------|--------|--------|--------------------|-----------------------------------|--------|--------|--------------------|-----------------------------------|-------|-------|----------------------------------|--------------------------------------|---------------------------------------|
| | | | Q_p | Q_s | Q_u | Rata-rata Q_u | Q_p | Q_s | Q_u | Rata-rata Q_u | Q_p | Q_s | Q_u | | | |
| 718 | Ø60 | 300 | 76.34 | 215.85 | 292.19 | 292.19 | 76.34 | 361.34 | 437.68 | 437.68 | - | - | - | 500 | 372 | 377 |
| 1 | Ø80 | 550 | 135.72 | 300.31 | 436.02 | 434.36 | 135.72 | 510.16 | 645.87 | 642.92 | - | - | - | 1333 | 658 | 680 |
| 379 | | | 135.72 | 302.91 | 438.62 | | 135.72 | 521.00 | 656.71 | | 142.2 | 486.5 | 628.7 | - | - | - |
| 377 | | | 135.72 | 298.19 | 433.91 | | 135.72 | 502.43 | 638.15 | | 143 | 641 | 784 | - | - | - |
| 414 | | | 135.72 | 293.18 | 428.89 | | 135.72 | 495.23 | 630.94 | | 104 | 531 | 635 | - | - | - |
| 790 | Ø100 | 800 | 212.06 | 397.06 | 609.12 | 629.54 | 212.06 | 677.53 | 889.59 | 937.74 | 248 | 502 | 750 | 615 | 663 | 710 |
| 539 | | | 212.06 | 442.95 | 655.00 | | 212.06 | 782.42 | 994.48 | | 134.6 | 467.4 | 602 | - | - | - |
| 744 | | | 212.06 | 435.52 | 647.58 | | 212.06 | 766.87 | 978.93 | | 134.4 | 613.6 | 748 | - | - | - |
| 749 | | | 212.06 | 435.02 | 647.08 | | 212.06 | 765.83 | 977.89 | | 174.6 | 777.4 | 952 | - | - | - |
| 791 | | | 212.06 | 376.86 | 588.92 | | 212.06 | 635.74 | 847.80 | | 192 | 668 | 860 | - | - | - |



Tugas Akhir

Kajian Interpretasi Daya Dukung Pondasi Tiang Bor Menggunakan
Hasil Uji Beban Statis Aksial Tekan dan Uji Beban Dinamis (Studi Kasus : Proyek
Queen City, Jalan Pemuda Semarang)

Tabel 4.26 Perbandingan Hasil Daya Dukung Metode Analitis, Dinamis, dan Statis Pondasi Tiang Bor BH 3

| Kode Tiang Bor (BP) | Diameter | Beban Kerja x 200% (ton) | Metode Meyerhof dan Kullhawy, 1976 (ton) | | | | Metode Reese & Wright, 1977 (ton) | | | | Kapasitas Ultimit CAPWAP (ton) | | | Metode Chin, 1970 (ton) | Metode Davisson, 1972 (ton) | Metode Mazurkiewicz, 1972 (ton) |
|---------------------|----------|--------------------------|------------------------------------------|--------|--------|-----------------|-----------------------------------|--------|--------|-----------------|--------------------------------|-------|-------|-------------------------|-----------------------------|---------------------------------|
| | | | Q_p | Q_s | Q_u | Rata-rata Q_u | Q_p | Q_s | Q_u | Rata-rata Q_u | Q_p | Q_s | Q_u | | | |
| 718 | Ø60 | 300 | 73.29 | 270.80 | 344.09 | 344.09 | 73.29 | 355.00 | 428.28 | 412.82 | - | - | - | 500 | 372 | 377 |
| 1 | Ø80 | 550 | 130.29 | 376.90 | 507.19 | 506.55 | 130.29 | 495.72 | 626.01 | 607.29 | - | - | - | 1333 | 658 | 680 |
| 379 | | | 130.29 | 387.60 | 517.89 | | 130.29 | 495.66 | 625.95 | | 142.2 | 486.5 | 628.7 | - | - | - |
| 377 | | | 130.29 | 371.48 | 501.77 | | 130.29 | 495.57 | 625.86 | | 143 | 641 | 784 | - | - | - |
| 414 | | | 130.29 | 369.04 | 499.33 | | 130.29 | 481.39 | 611.68 | | 104 | 531 | 635 | - | - | - |
| 790 | Ø100 | 800 | 203.58 | 489.81 | 693.39 | 718.58 | 203.58 | 670.11 | 873.68 | 882.16 | 248 | 502 | 750 | 615 | 663 | 710 |
| 539 | | | 203.58 | 544.70 | 748.27 | | 203.58 | 782.81 | 986.39 | | 134.6 | 467.4 | 602 | - | - | - |
| 744 | | | 203.58 | 536.51 | 740.09 | | 203.58 | 767.88 | 971.46 | | 134.4 | 613.6 | 748 | - | - | - |
| 749 | | | 203.58 | 535.97 | 739.54 | | 203.58 | 766.89 | 970.46 | | 174.6 | 777.4 | 952 | - | - | - |
| 791 | | | 203.58 | 468.03 | 671.60 | | 203.58 | 628.88 | 832.45 | | 192 | 668 | 860 | - | - | - |



Perbandingan dilakukan terhadap rencana uji beban statik aksial tekan diameter 60 cm, 80 cm dan 100 cm dengan beban ultimit berturut-turut sebesar 350 ton, 550 ton dan 800 ton untuk 200% dari beban kerja. Berdasarkan analisis yang dilakukan dapat diberikan hasil sebagai berikut:

1. Berdasarkan hasil perhitungan daya dukung yang bersumber pada *bor-log* BH 1, BH 2 dan BH 3 menunjukkan bahwa metode perhitungan yang nilai daya dukung ultimitnya lebih tinggi adalah Reese & Wright baik untuk diameter 60, 80 dan 100 cm. Hal ini disebabkan pada lokasi memiliki tanah yang dominan berjenis lempung atau kohesif, maka penggunaan faktor adhesi (α) berkontribusi mempengaruhi nilai daya dukung. Pada Reese & Wright faktor adhesi (α) adalah sebesar 0.55, sedangkan untuk metode Meyerhof&Kullhawy faktor adhesi (α) bervariasi tergantung dengan parameter kuat geser tanah (c_u). Hasil yang menunjukkan bahwa perhitungan metode Reese & Wright lebih tinggi dapat dilihat pada rekap rata-rata daya dukung ultimit berikut ini.

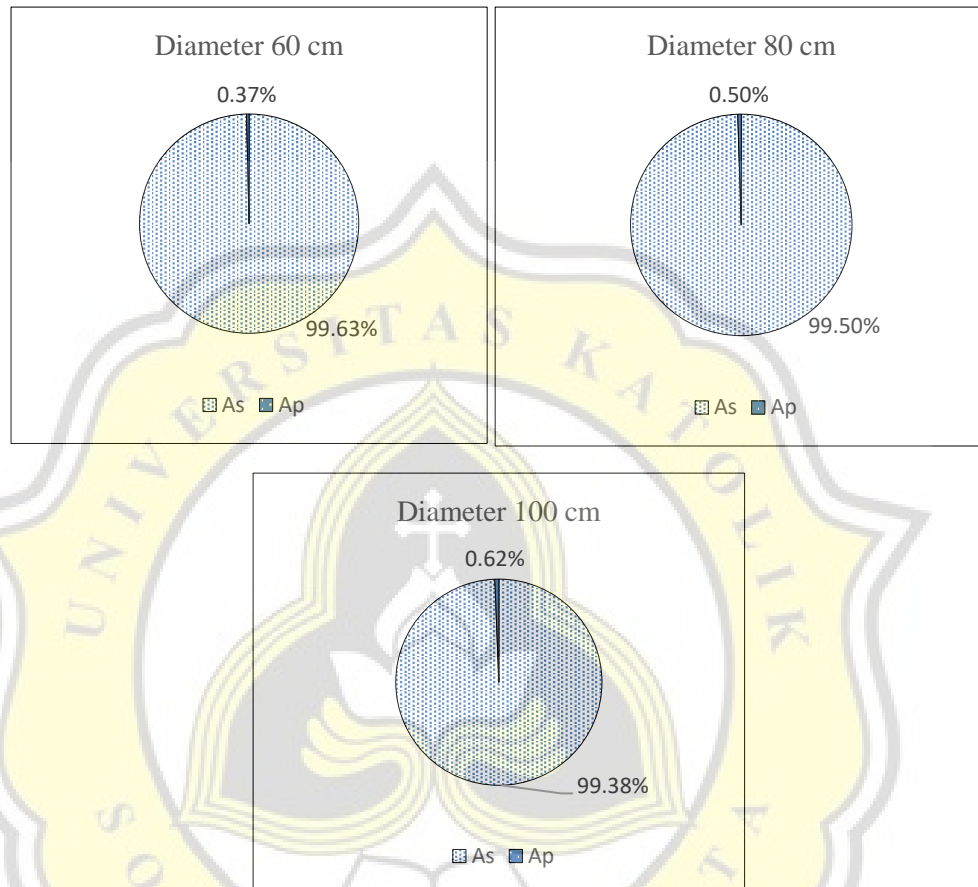
Tabel 4.27 Rekap Rata-Rata Daya Dukung Ultimit

| Pembeda | Meyerhof +Kullhawy | | | Reese & Wright | | | CAPWAP | | | Beban Kerja x 200% (SLT) | | |
|---------|--------------------|--------|--------|----------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------------------------|--------|--------|
| | Ø60 | Ø80 | Ø100 | Ø60 | Ø80 | Ø100 | Ø60 | Ø80 | Ø100 | Ø60 | Ø80 | Ø100 |
| BH 1 | 287.96 | 355.21 | 503.89 | 425.21 | 502.89 | 636.08 | - | | | | | |
| BH 2 | 287.96 | 355.21 | 503.89 | 425.21 | 502.89 | 636.08 | - | 682.57 | 782.40 | 416.33 | 890.33 | 662.67 |
| BH 3 | 333.09 | 506.55 | 750.64 | 428.28 | 622.86 | 926.89 | - | | | | | |

2. Dalam studi di lokasi ini analisis daya dukung pondasi tiang bor menggunakan metode Meyerhof-Kullhawy dan metode Reese & Wright memberikan hasil daya dukung selimut tiang yang lebih tinggi daripada daya dukung ujung tiang. Hal tersebut dikarenakan nilai daya dukung selimut tiang dipengaruhi oleh luas selimut tiang (A_s), meskipun tahanan selimut tiang (f_s) bernilai kecil. Luas selimut tiang (A_s) sangat dipengaruhi oleh panjang segmen dari masing-masing lapisan tanah. Sementara itu daya dukung ujung tiang dipengaruhi oleh luas penampang ujung tiang (A_p) yang sama atau konstan disepanjang kedalaman tiang, meskipun tahanan ujung tiang (q_p) bernilai besar. Contoh hasil perhitungan luas selimut tiang (A_s) dan nilai tahanan selimut tiang (f_s) dapat dilihat pada Tabel 4.6 dan Tabel 4.7. Sementara itu untuk luas penampang tiang



(A_p) dengan diameter 60 cm, 80 cm dan 100 cm berturut-turut sebesar 0.283 m^2 ; 0.502 m^2 dan 0.783 m^2 meskipun panjang pondasi tiang bor tertanam bervariasi antara 38.00 m - 41.91 m.



Gambar 4.34 Persentase Perbandingan Luas Selimut Terhadap Luas Penampang

3. Metode *Chin* memberikan interpretasi daya dukung ultimit pondasi tiang bor diameter 60 cm, 80 cm dan 100 cm berturut-turut sebesar 500 ton; 1333 ton dan 615 ton. Nilai daya dukung untuk pondasi tiang bor berdiameter 60 cm dan 80 cm tersebut melampaui beban kerja uji beban statis yaitu 350 ton dan 550 ton (200%). Hal ini terjadi karena metode *Chin* lebih tepat digunakan dalam memprediksi tiang uji yang sudah mengalami zona plastis. Grafik beban terhadap penurunan untuk pondasi tiang bor diameter 60 cm dan 80 cm masih menunjukkan kondisi yang dominan elastis. Perbedaan bentuk grafik uji beban



statis untuk tiang diameter 60 cm, 80 cm dan 100 cm dapat dilihat pada Gambar 4.10, Gambar 4.12 dan Gambar 4.14.

4. Metode *Davisson* memberikan interpretasi daya dukung pondasi tiang bor diameter 60 cm, 80 cm dan 100 cm berturut-turut sebesar 391 ton; 658 ton dan 663 ton. Hal tersebut memiliki perbedaan dengan beban ultimit dari setiap diameter pondasi tiang bor, berturut-turut untuk selisih hasil daya dukung pondasi tiang bor diameter 60 cm, 80 cm dan 100 cm sebesar 41 ton; 108 ton dan 37 ton. Pada pondasi tiang bor diameter 60 cm dan 80 cm belum mengalami zona plastis/masih elastis, sehingga hasil interpretasinya berada di atas atau lebih besar dari daya dukung ultimit yang terjadi. Pada pondasi tiang bor diameter 100 cm sudah mengalami zona plastis, sehingga hasil interpretasinya berada di bawah atau kurang dari daya dukung ultimit yang terjadi. Perbedaan hasil uji beban statis untuk tiang diameter 60 cm, 80 cm dan 100 cm dapat dilihat pada Gambar 4.19 sampai Gambar 4.21.
5. Metode *Mazurkiewicz* memberikan interpretasi daya dukung ultimit pondasi tiang bor diameter 60 cm, 80 cm dan 100 cm berturut-turut sebesar 377 ton; 680 ton dan 710 ton. Hal tersebut memiliki perbedaan dengan beban ultimit dari setiap diameter pondasi tiang bor, berturut-turut untuk selisih hasil daya dukung pondasi tiang bor diameter 60 cm, 80 cm dan 100 cm sebesar 27 ton; 130 ton dan 10 ton. Pada pondasi tiang bor diameter 60 cm dan 80 cm belum mengalami zona plastis/masih elastis, sehingga hasil interpretasinya berada di atas atau lebih besar dari daya dukung ultimit yang terjadi. Pada pondasi tiang bor diameter 100 cm sudah mengalami zona plastis, sehingga hasil interpretasinya berada tidak jauh dari daya dukung ultimit yang terjadi. Perbedaan hasil uji beban statis untuk tiang diameter 60 cm, 80 cm dan 100 cm dapat dilihat pada Gambar 4.22 sampai Gambar 4.24.
6. Hasil interpretasi dari data uji beban statis aksial tekan digunakan sebagai evaluasi untuk daya dukung dari analitis. Hasil perhitungan menggunakan metode metode Reese & Wright lebih mendekati dibandingkan metode Meyerhof-Kulhawy.



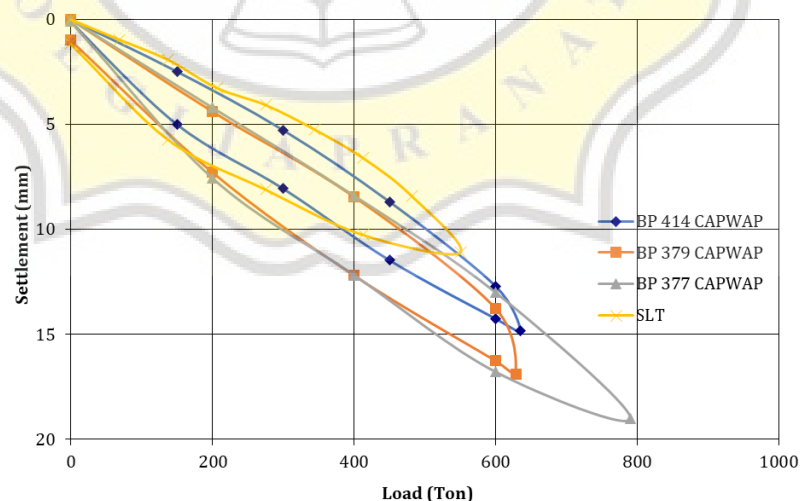
7. Hasil daya dukung dari uji beban dinamis yang sudah diproses program *CAPWAP* menunjukkan daya dukung selimut lebih tinggi daripada daya dukung ujung.
8. Pondasi tiang bor yang diuji dengan pengujian beban statis aksial tekan dan uji beban dinamis menunjukkan selisih hasil daya dukung yang menunjukkan rentang nilai 2% hingga 13 %. Selisih hasil daya dukung pondasi tiang bor berturut-turut untuk metode *Chin*, metode *Davisson*, metode *Mazurkiewicz* sebesar 19.13 ton, 87 ton, 40 ton. Presentase selisih untuk tiap interpretasi data uji beban statis aksial tekan dapat dilihat pada Tabel 4.28.

Tabel 4.28 Presentase Selisih Hasil Daya Dukung dari Pengujian Beban

| Metode Interpretasi | Metode <i>Chin</i> | Metode <i>Davisson</i> | Metode <i>Mazurkiewicz</i> |
|---------------------|--------------------|------------------------|----------------------------|
| $\Delta(\%)$ | 2.49% | 13.12% | 5.63% |

9. Grafik hubungan antara hasil statik aksial tekan dan uji beban dinamis dapat dibandingkan. Perbandingan tersebut dijelaskan berikut ini:
 - a. Pondasi tiang bor diameter 80 cm

Grafik beban terhadap penurunan untuk pondasi tiang bor diameter 80 cm dapat dilihat pada Gambar 4.35.



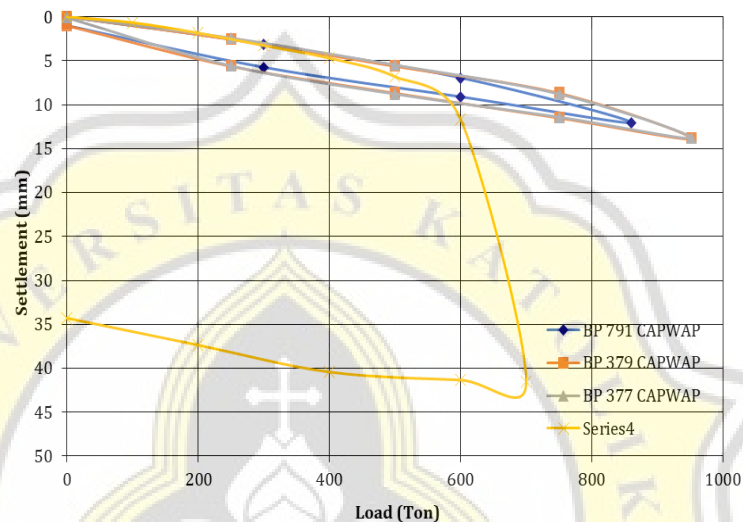
Gambar 4. 35 Perbandingan Grafik Penurunan Terhadap Beban dari Uji Aksial Tekan Dengan CAPWAP Diameter 80 cm



Berdasarkan Gambar 4.35 terlihat bahwa hasil penurunan total dari uji beban statis lebih kecil dibandingkan hasil uji beban dinamis.

b. Pondasi tiang bor diameter 80 cm

Grafik beban terhadap penurunan untuk pondasi tiang bor diameter 80 cm dapat dilihat pada Gambar 4.36.



Gambar 4. 36 Perbandingan Grafik Penurunan Terhadap Beban dari Uji Aksial Tekan Dengan CAPWAP Diameter 100 cm

Berdasarkan Gambar 4.35 didapatkan hasil yang berbeda dari Gambar 4.36, karena hasil penurunan total hasil uji beban statis aksial tekan lebih besar dibandingkan uji beban dinamis. Hal ini dikarenakan hasil uji beban statis pondasi tiang bor diameter 100 cm mengalami penurunan berlebih sebelum mencapai beban rencana 200% (800 ton). Pada beban sebesar 700 ton (175%) mengalami penurunan 41.48 mm.

10. Berdasarkan penelitian terdahulu milik Surjandari (2008)

Hasil daya dukung ultimit uji beban dinamis belum dapat sepenuhnya menggantikan uji beban statik dikarenakan masih terdapat perbedaan nilai daya dukung ultimit.

11. Berdasarkan penelitian terdahulu milik Putra dan Hidayat (2014)

Hasil uji beban dinamis rata-rata memiliki hasil daya dukung ultimit yang lebih tinggi dibandingkan dengan hasil daya dukung ultimit uji beban statik aksial



tekan beban 200% ataupun menggunakan metode interpretasi. Hal ini berbeda dengan penelitian terdahulu (Putra dan Hidayat, 2014) yang hasil rata-rata daya dukung ultimit uji beban dinamisnya lebih rendah dibandingkan dengan hasil daya dukung ultimit uji beban statik.

12. Berdasarkan penelitian terdahulu milik Yuliawan dan Rahayu (2014)

Hasil analitis melalui metode perhitungan yang tertinggi adalah metode Reese & Wright, diikuti dengan metode Meyerhof dengan Kullhawy. Hal ini berbeda dengan penelitian terdahulu milik Yuliawan dan Rahayu (2014) yang hasilnya metode Meyerhof lebih tinggi dibandingkan metode Reese & Wright.

