# TUGAS AKHIR

# ANALISA PERBANDINGAN HASIL *LOADING TEST* FONDASI *BORED PILE* BERDASARKAN *PDA TEST,* ALL PILE DAN METODE STATIK PADA PROYEK PEMBANGUNAN *QUEEN CITY MALL & APARTMENT*

**Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan Dalam Menyelesaikan Pendidikan Program Sarjana (S1) Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil Universitas Islam Sultan Agung**

**Disusun Oleh :**


**Isna Melati Nugraheni**
**30.2017.00.089**

**Lana Nalaya Muna**
**30.2017.00.094**


**FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL**
**UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG**
**SEMARANG**
**2021**



Dipindai dengan CamScanner

**UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG SEMARANG**
**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL**
Jalan Raya Kaligawe KM. 4 PO. BOX 1054 Telepon. 089608181018 Semarang 50112

## LEMBAR PENGESAHAN

# ANALISA PERBANDINGAN HASIL *LOADING TEST* FONDASI *BORED PILE* BERDASARKAN *PDA TEST,* ALL PILE DAN METODE PERHITUNGAN STATIK PADA PROYEK PEMBANGUNAN *QUEEN CITY MALL & APARTMENT*

**Oleh :**





**Isna Melati Nugraheni**
**NIM: 30.2017.00.089**

**Lana Nalaya Muna**
**NIM: 30.2017.00.094**

Telah disetujui dan disahkan di Semarang, 2021

| Tim Penguji | Tanda Tangan |
|---|---|
| 1. Prof. Ir. H. Pratikso, M.ST., Ph.D | ..... |
| 2. Dr. Abdul Rochim, ST., MT | ..... |
| 3. Ir. H. Rachmat Mudiyono, MT., Ph.D | ..... |

Universitas Islam Sultan Agung
Program Studi Teknik Sipil
Faultas Teknik Sipil
Ketua,

Muhammad Rusli Ahyar, ST.,M.Eng



Dipindai dengan CamScanner

**UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG SEMARANG**
**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL**
Jalan Raya Kaligawe KM. 4 PO. BOX 1054 Telepon. 089608181018 Semarang 50112

# BERITA ACARA BIMBINGAN TUGAS AKHIR

Pada , Agustus 2021 berdasarkan surat keputusan rektor universitas islam sultan agung (unissula) semarang perihal penunjukkan dosen pembimbing dan asisten dosen pembimbing :

1. Nama : Prof. Ir. H. Pratikso, MST., Ph.D
   Jabatan akademik : Guru Besar
   Jabatan : Dosen Pembimbing I
2. Nama : Dr. Abdul Rochim, ST., MT
   Jabatan akademik : Lektor Kepala
   Jabatan : Dosen Pembimbing II

Dengan ini menyatakan bahwa mahasiswa yang tersebut dibawah ini telah menyelesaikan bimbingan Tugas Akhir :

Nama : Isna Melati Nugraheni Nama: Lana Nalaya Muna
NIM : 30201700089 NIM : 30201700094
Judul : Analisa Perbandingan Hasil *Loading Test* Pondasi *Bored Pile* Berdasarkan PDA *Test,* AllPile dan Metode Perhitungan Statik Pada Proyek Pembangunan *Queen City Mall & Apartment*

Dengan tahapan sebagai berikut :

| No | Tahapan | Tanggal | Keterangan |
|---|---|---|---|
| 1. | Penunjukan dosen pembimbing | 11 Desember 2020 | - |
| 2. | Analisis data | 16 Desember 2020 | - |
| 3. | Penyusunan laporan | 20 Desember 2020 | - |
| 4. | Selesai laporan | 3 Agustus 2021 | ACC |

Demikian berita acara bimbingan tugas akhir ini dibuat untuk diketahui dan dipergunakan seperlunga oleh pihak-pihak yang diperuntukkan.

Pembimbing I Pembimbing II

Prof. Ir. H. Pratikso, MST, Ph.D Dr. Abdul Rochim, ST., MT

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Sipil

M. Rusli Ahyar, ST., M.Eng



Dipindai dengan CamScanner

## PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Yang bertanda tangan dibawah ini:

1. Nama : Isna Melati Nugraheni
   NIM : 30201700089
2. Nama : Lana Nalaya Muna
   NIM : 30201700094

Dengan ini menyatakan bahwa Tugas Akhir yang berjudul : "**ANALISA PERBANDINGAN HASIL *LOADING TEST* FONDASI *BORED PILE* BERDASARKAN *PDA TEST,* ALL PILE DAN METODE PERHITUNGAN STATIK PADA PROYEK PEMBANGUNAN *QUEEN CITY MALL & APARTMENT*"**. Benar bebas dari plagiat, dan apabila pernyataan ini terbukti tidak benar maka kami bersedia menerima sanksi sesuai ketentuan yang berlaku.

Demikian surat pernyataan ini kami buat untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Semarang, 2021

| Mahasiswa I | Mahasiswa II |
|---|---|
| **Isna Melati Nugraheni** | **Lana Nalaya Muna** |
| **30.2017.00.089** | **30.2017.00.094** |



Dipindai dengan CamScanner

## PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

1. Nama : Isna Melati Nugraheni
   NIM : 30201700089
2. Nama : Lana Nalaya Muna
   NIM : 30201700094

Judul Skripsi : **ANALISA PERBANDINGAN HASIL *LOADING TEST* FONDASI *BORED PILE* BERDASARKAN *PDA TEST,* ALL PILE DAN METODE PERHITUNGAN STATIK PADA PROYEK PEMBANGUNAN *QUEEN CITY MALL & APARTMENT*.**

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tugas Akhir ini merupakan hasil penelitian, pemikiran dan pemaparan asli saya sendiri. Saya tidak mencantumkan tanpa pengakuan bahan - bahan yang telah dipublikasikan sebelumnya atau ditulis oleh orang lain, atau sebagai bahan yang pernah diajukan untuk gelar atau ijasah pada Universitas Islam Sultan Agung Semarang atau perguruan tinggi lainnya.

Apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik sesuai dengan peraturan yang berlaku di Universitas Islam Sultan Agung Semarang. Demikian pernyataan ini kami buat.

Semarang, 2021

Mahasiswa I




**Isna Melati Nugraheni**
**30.2017.00.089**

Mahasiswa II




**Lana Nalaya Muna**
**30.2017.00.094**



Dipindai dengan CamScanner

## MOTTO

كُنْتُمْ خَيْرَ اُمَّةٍ اُخْرِجَتْ لِلنَّاسِ تَأْمُرُوْنَ بِالْمَعْرُوْفِ وَتَنْهَوْنَ عَنِ الْمُنْكَرِ وَتُؤْمِنُوْنَ بِاللّٰهِ ۗوَلَوْ اٰمَنَ اَهْلُ الْكِتٰبِ لَكَانَ خَيْرًا لَّهُمْ ۗمِنْهُمُ الْمُؤْمِنُوْنَ وَاَكْثَرُهُمُ الْفٰسِقُوْنَ

“Kamu (umat Islam) adalah umat terbaik yang dilahirkan untuk manusia, (karena kamu) menyuruh (berbuat) yang makruf, dan mencegah dari yang mungkar, dan beriman kepada Allah. Sekiranya Ahli Kitab beriman, tentulah itu lebih baik bagi mereka. Di antara mereka ada yang beriman, namun kebanyakan mereka adalah orang-orang fasik” (Q.S. Ali Imran : 110)

يُؤْتِى ٱلْحِكْمَةَ مَن يَشَآءُ ۚ وَمَن يُؤْتَ ٱلْحِكْمَةَ فَقَدْ أُوتِىَ خَيْرًا كَثِيرًا ۗ وَمَا يَذَّكَّرُ إِلَّآ أُو۟لُوا۟ ٱلْأَلْبَٰبِ

"Dia (Allah) menganugerahkan hikmah kepada siapa yang Dia kehendaki. Siapa yang dianugerahi hikmah, sungguh dia telah dianugerahi kebaikan yang banyak. Tidak ada yang dapat mengambil pelajaran (darinya), kecuali ululalbab."
(Q.S. Al-Baqarah: 269)

“Barangsiapa menelusuri jalan untuk mencari ilmu padanya Allah akan mudahkan baginya jalan menuju surga” (HR. Muslim)

“Waktu bagaikan pedang, jika kamu tidak bisa menggunakan pedang itu, maka ialah yang akan menebasmu.” (Imam Syafi’i)



Dipindai dengan CamScanner

## PERSEMBAHAN

Alhamdulillah, Puji syukur kehadirat Allah SWT atas segala rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis bisa menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini. Ucapan terikasih penulis sampaikan kepada:

1. Kedua orang tua saya tercinta, Bapak Mas'Udi dan Ibu Rumi Dwi Asmayani yang telah memberikan dorongan semangat, material dan spiritual.
2. Kakak saya Firman Shantya Rudi dan adik saya Muhammad Abiyyu Dzaky yang selalu menghibur dan memberikan semangat serta do'a.
3. Dosen-dosen Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil UNISSULA yang telah membagikan ilmunya kepada kami.
4. Teman dekat saya Latansa Nury, Evakuasi Ratu, Ghea Ayunda, Rananta Agustina, Zai'mah Qurrata, Husna Mulia dan Brillyan Graha yang telah mendengarkan keluh kesah saya, memberikan semangat, menemani, membantu dan mengingatkan saya dalam penulisan laporan Tugas Akhir ini.
5. Lana Nalaya selaku rekan seperjuangan.
6. Semua pihak yang telah membantu penyusunan Tugas Akhir ini yang saya tidak bisa saya sebut satu persatu.
7. Diri saya sendiri yang sudah mau dan mampu bertahan, berjuang untuk tidak menyerah selama empat tahun dalam menyelesaikan kuliah di program studi teknik sipil.

**Isna Melati Nugraheni**

**30201700089**



Dipindai dengan CamScanner

## PERSEMBAHAN

Alhamdulillah, Puji syukur kehadirat Allah SWT atas segala rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis bisa menyelasaikan laporan tugas akhir ini. Ucapan terkasih penulis sampaikan kepada :

1. Orang tua tercinta Bapak Umar Faruq Dan Ibu Zumrotun, terimakasih yang tak terkira atas semua doa, semangat, kasih sayang dan kesabarannya dalam mendampingi dan memberi dukungan baik moral dan materi.
2. Kedua adik, Itsna Naimah dan Aqnal Fawaid.
3. Tenaga pengajar yang telah membagikan ilmu kepada kami.
4. Teman terdekat Lusy Noveliyana, Isnah Nur Aenin dan Ikbal Delfiero yang telah memberi semangat dan membantu dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.
5. Isna Melati Nugraheni selaku rekan yangg telah bekerja keras dan berjuang bersama dalam penyelesaian Tugas Akhir.
6. Teman-teman Fakultas Teknik khususnya teman-teman kelas sipil B 2017.
7. Semua pihak yang tidak dapat disebut penulis satu persatu yang telah membantu penyusunan Tugas Akhir ini.

**Lana Nalaya Muna**

**NIM : 30.2017.00.09**



Dipindai dengan CamScanner

# KATA PENGANTAR

Asslamualaikum Wr. Wb.

Puji syukur kehadirat Allah SWT, yang telah memberikan rahmat dan hidayah – Nya sehingga laporan Tugas Akhir dengan judul "**ANALISA PERBANDINGAN HASIL *LOADING TEST* FONDASI *BORED PILE* BERDASARKAN *PDA TEST, ALL PILE* DAN METODE PERHITUNGAN STATIK PADA PROYEK PEMBANGUNAN *QUEEN CITY MALL & APARTMENT***" tersebut dapat teselesaikan dengan baik. Penyelesaian laporan ini dimaksudkan untuk menyelesaikan Program Studi Strata 1 (S1) di Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil Universitas Islam Sultan Agung Semarang.

Penulis menyadari kelemahan serta keterbatasan yang ada sehingga dalam menyelesaikan skripsi ini memperoleh bantuan dari berbagai pihak, dalam kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada :

1. Bapak Ir. H. Rachmat Mudiyono, MT, Ph.D selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Islam Sultan Agung Semarang.
2. Bapak Muhammad Ruli Ahyar, ST.,M.Eng selaku Ketua Progam Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Sultan Agung Semarang.
3. Prof. Ir. H. Pratikso, M.ST., Ph.D selaku Dosen Pembimbing I Tugas Akhir, yang memberikan bimbingan dengan penuh kesabaran, pemikiran, kritik, saran dan dorongan semangat.
4. Dr. Abdul Rochim, ST., MT selaku Dosen Pembimbing II Tugas Akhir, yang memberikan bimbingan dengan penuh kesabaran, pemikiran, kritik, saran dan dorongan semangat.
5. Seluruh Dosen Program Studi Teknik Sipil UNISSULA yang telah memberikan ilmunya kepada penulis.

Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini masih banyak kekurangan baik isi maupun susunannya. Semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat tidak hanya bagi penulis juga bagi para pembaca.

Walaikumssalam Wr. Wb.

Semarang, 2021

Penulis



Dipindai dengan CamScanner

# DAFTAR ISI

**HALAMAN JUDUL** ..... **i**
**LEMBAR PENGESAHAN** ..... **ii**
**BERITA ACARA BIMBINGAN TUGAS AKHIR** ..... **iii**
**PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI** ..... **iv**
**PERNYATAAN KEASLIAN** ..... **v**
**MOTTO** ..... **vi**
**PERSEMBAHAN** ..... **vii**
**KATA PENGANTAR** ..... **ix**
**DAFTAR ISI** ..... **x**
**DAFTAR TABEL** ..... **xii**
**DAFTAR GAMBAR** ..... **xii**
**DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN** ..... **xv**
**ABSTRAK** ..... **xvii**

**BAB I PENDAHULUAN** ..... **1**

1.1 Latar Belakang ..... 1
1.2 Rumusan Masalah ..... 3
1.3 Tujuan ..... 3
1.4 Batasan Masalah ..... 3
1.5 Manfaat ..... 4
1.6 Sistematika Penulisan ..... 4

**BAB II STUDI PUSTAKA** ..... **6**

2.1 Tinjauan Umum ..... 6
2.2 Identifikasi Tanah ..... 7
2.3 Klasifikasi Tanah ..... 7
2.3.1 Sistem Klasifikasi AASTHO ..... 8
2.3.2 Sistem Klasifikasi Tanah *Unified* (Uscs) ..... 8
2.4 Parameter Tanah ..... 10
2.4.1 Klasifikasi Tanah Dari Data Sondir ..... 10
2.4.2 Klasifikasi Tanah Berdasarkan *Standart Penetration Test* (N-Spt) . 11
2.5 Fondasi ..... 15
2.5.1 Deskripsi Fondasi ..... 15
2.5.2 Fondasi Dalam ..... 16
2.5.3 Penggolongan Fondasi Dalam ..... 16
2.5.4 Fondasi *Bored Pile* ..... 16
2.6 Daya Dukung Fondasi ..... 18
2.7 Kapasitas Daya Dukung Bored Pile ..... 19
2.8 Teori Daya Dukung ..... 19
2.8.1 Analisa Kapasitas Daya Dukung Tanah ..... 19



Dipindai dengan CamScanner

2.8.2 Keruntuhan Tanah ..... 20
2.8.3 Data Analisis Daya Dukung ..... 20
2.9 Metode Perhitungan Daya Dukung Fondasi ..... 20
2.9.1 *Pile Driving Analyzer Test* (Pda Test) ..... 21
2.9.2 Aplikasi Allpile ..... 22
2.9.3 Metode Statik Interpretasi Beban ..... 24
2.10 Daya Dukung Lateral ..... 25
2.10.1 Menentukan Kekakuan Tiang ..... 26
2.10.2 Memastikan Keruntuhan Tanah ..... 26
2.10.3 Perhitungan Beban Lateral (Hu) ..... 26

**BAB III METODE PENELITIAN ..... 29**

3.1 Pendahuluan ..... 29
3.2 Langkah Analisa Hasil Pengujian Tes PDA ..... 29
3.3 Langkah Analisa Data Menggunakan Aplikasi ..... 33
3.4 Interpretasi beban ..... 40

**BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN ..... 45**

4.1 Tinjauan Umum ..... 45
4.1.1 Fondasi *Bored Pile* ..... 45
4.1.2 Tanah ..... 46
4.2 Analisis Hasil Tes PDA ..... 47
4.3 Analisis Menggunakan Aplikasi Allpile ..... 53
4.3.1 Langkah Kerja Analisis Aplikasi Allpile v6.5E ..... 53
4.4 Interpretasi Beban ..... 60
4.5 Perbandingan Hasil Analisis Uji Tes PDA dan Aplikasi Allpile ..... 69
4.6 Perhitungan Daya Dukung Lateral Fondasi ..... 72
4.6.1 Daya Dukung Lateral Diameter 80 cm ..... 72
4.6.2 Daya Dukung Lateral Diameter 100 cm ..... 75

**BAB V PENUTUP ..... 80**

5.1 Kesimpulan ..... 80
5.2 Saran ..... 81

**DAFTAR PUSTAKA ..... xviii**

**LAMPIRAN ..... xx**



Dipindai dengan CamScanner

# DAFTAR TABEL

**Tabel 2.1** Klasifikasi Tanah (Sistem AASTHO) ..... 8
**Tabel 2.2** Sistem Klasifikasi Tanah *Unified* ..... 9
**Tabel 2.3** Klasifikasi Tanah dari Data Sondir ..... 10
**Tabel 2.4** Hubungan antara Kepadatan, Berat Jenis Tanah Kering, Nilai N-SPT, qc,dan ϕ ..... 12
**Tabel 2.5** Hubungan antara Nilai Tipikal Berat Volume Kering ..... 12
**Tabel 2.6** Hubungan antara Nilai N-SPT dengan Berat Jenis Tanah Jenuh (ɣsat) ..... 13
**Tabel 2.7** Hubungan antara Sudut Geser Dalam dengan Jenis Tanah ..... 14
**Tabel 2.8** Hubungan antara Sudut Geser Dalam, Tingkat Plastisitas dan Jenis Tanah ..... 14
**Tabel 2.9** Hubungan antara N-SPT, Kohesi dan Sudut Geser Dalam Tanah ..... 15
**Tabel 2.10** Nilai-nilai $n_h$ untuk tanah Granuler ..... 25
**Tabel 2.11** Nilai-nilai $n_h$ untuk Tanah Kohesif ..... 26
**Tabel 3.1** Tabel Penilaian Kerusakan Tiang ..... 31
**Tabel 3.2** Deskripsi Data Tanah ..... 34
**Tabel 4.1** Data N-SPT dan Parameter Tanah ..... 46
**Tabel 4.2** Keterangan Kode Analisis ..... 50
**Tabel 4.3** Hasil Analisa CAPWAP ..... 51
**Tabel 4.4** Tabel Nilai Beban dan Penurunan ..... 51
**Tabel 4.6** Perbandingan Daya Dukung Diameter 80 cm ..... 70
**Tabel 4.7** Perbandingan Daya Dukung Diameter 100 cm ..... 71
**Tabel 4.8** Interpretasi Daya Dukung Total Hasil Analisa Aplikasi Allpile ..... 72
**Tabel 4.9** Interpretasi Daya Dukung Total Hasil Analisa Aplikasi Allpile ..... 72
**Tabel 4.10** Hasil Perhitungan Daya Dukung Lateral Diameter 80 cm..... 79
**Tabel 4.11** Hasil Perhitungan Daya Dukung Lateral Diameter 100 cm..... 79



Dipindai dengan CamScanner

# DAFTAR GAMBAR

**Gambar 1.1** Lokasi Proyek Pembangunan *Queen City Mall & Apartment*.... 2
**Gambar 2.1** Grafik Hubungan Tekanan Conus dengan Perlawanan Geser.... 11
**Gambar 3.1** Jendela *Pile Type* ..... *35*
**Gambar 3.2** Jendela *Pile Profile* ..... *36*
**Gambar 3.3** Jendela *Pile Properties* ..... *36*
**Gambar 3.4** Jendela *Pile Properties* ..... *37*
**Gambar 3.5** Jendela *Load and Group* ..... *38*
**Gambar 3.6** Jendela *Soil Properties* ..... *38*
**Gambar 3.7** Jendela *Soil Properties* ..... *39*
**Gambar 3.8** Jendela *Advenced Page* ..... *40*
**Gambar 4.1** Fondasi *Bored Pile* BP-749 ..... 46
**Gambar 4.2** Hasil Analisis Uji Tes PDA ..... 48
**Gambar 4.3** Hasil Analisis CAPWAP ..... 48
**Gambar 4.4** Grafik Pembuatan Ulang ..... 49
**Gambar 4.5** *Pile Type* diameter 100 ..... 49
**Gambar 4.6** *Pile Type* diameter 80 ..... 54
**Gambar 4.7** *Pile profile* diameter 100 ..... 55
**Gambar 4.8** *Pile Profile* diameter 80 ..... 55
**Gambar 4.9** *Pile properties* diameter 100 ..... 56
**Gambar 4.10** *Pile section screen* diameter 100 ..... 56
**Gambar 4.11** *Pile Properties* diameter 80 ..... 56
**Gambar 4.12** *Pile Section Screen* diameter 80 ..... 57
**Gambar 4.13** Load and Group diameter 100 ..... 57
**Gambar 4.14** Load and Group diameter 80 ..... 58
**Gambar 4.15** *Soil Properties* diameter 100 ..... 59
**Gambar 4.16** *Soil Parameter* screen diameter 100 ..... 59
**Gambar 4.17** *Soil Properties* diameter 80 ..... 60
**Gambar 4.18** *Soil Parameter* diameter 80 ..... 60
**Gambar 4.19** *advance page* diameter 100 ..... 61
**Gambar 4.20** *advance page* diameter 80 ..... 61
**Gambar 4.21** output analisa allpile pada diameter 80 cm ..... 62
**Gambar 4.22** output analisa allpile diameter 100 cm ..... 63
**Gambar 4.23** Grafik hubungan beban dan penurunan diameter 100 ..... 63
**Gambar 4.24** Grafik hubungan beban dan penurunan diameter 80 ..... 64
**Gambar 4.25** tegangan tanah berdasarkan beban ultimit pada diameter 100 cm ..... 65
**Gambar 4.26** tegangan tanah berdasarkan beban ultimit pada diameter 80 cm ..... 65
**Gambar 4. 27** Grafik Metode Davisson diameter 80 cm ..... 67
**Gambar 4.28** Grafik Metode Davisson diameter 100 cm ..... 67



Dipindai dengan CamScanner

**Gambar 4.29** Grafik Metode Chin diameter 100 ..... 68
**Gambar 4.30** Grafik Metode Chin diameter 80 ..... 68
**Gambar 4.31** Grafik Perbandingan Daya Dukung Total Hasil Analisa Tes PDA dan Allpile Diameter 100 cm ..... 69
**Gambar 4.32** Grafik Perbandingan Daya Dukung Total Hasil Analisa Tes PDA dan Allpile Diameter 80 cm ..... 70
**Gambar 4.34** Grafik Tahanan Momen Ultimit Diameter 80 cm ..... 75
**Gambar 4.34** Grafik Tahanan Momen Ultimit Diameter 100 cm ..... 78

UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG
UNISSULA
جامعة سلطان أجونج الإسلامية



Dipindai dengan CamScanner

# DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

## Lambang dan notasi

| | | |
|---|---|---|
| W | [-] | Tanah dengan gradasi baik |
| P | [-] | Tanah dengan gradasi buruk |
| L | [-] | Plastisitas rendah |
| H | [-] | Plastisitas tinggi |
| Qc | [$Kg/cm^2$] | Perlawanan conus |
| Fr | [-] | Perlawanan geser |
| Γ | [$kN/m^3$] | Berat jenis tanah |
| Ø | [˚] | Sudut geser dalam tanah |
| c | [$kN/m^2$] | Kohesi tanah |
| Df | [m] | Kedalaman Fondasi |
| B, D | [m] | Diameter Fondasi |
| $Q_{ult}$ | [ton] | Kapasitas daya dukung total fondasi |
| Ap | [$m^3$] | Luas penampang fondasi |
| $K_{11}$ | [m] | Keliling fondasi |
| $Q_{allow}$ | [ton] | Kapasitas daya dukung ijin fondasi |
| $Q_{side}$ | [ton] | Kapasitas daya dukung selimut fondasi |
| $Q_{tip}$ | [ton] | Kapasitas daya dukung ujung fondasi |
| W | [ton] | Berat palu |
| Ru | [ton] | Daya dukung aksial tiang |
| Dx | [mm] | Penurunan maksimum tiang |
| DFN | [mm] | Penurunan permanen tiang |
| Sf | [mm] | Penurunan maksimum tiang |
| S | [mm] | Penurunan elastis tiang |
| $Q_{wp}$ | [ton] | Kapasitas daya dukung ujung tiang |
| $Q_{ws}$ | [ton] | Kapasitas daya dukung selimut tiang |
| L | [m] | Panjang tiang |
| Ep | [-] | Modulus elastisitas tiang |
| Se | [mm] | Penurunan elastis |
| Q | [ton] | Beban yang diberikan |
| X | [mm] | Jarak |



Dipindai dengan CamScanner

**Singkatan**

| | |
|---|---|
| STA | : *Station* |
| PDA | : *Pile Driving Analyzer* |
| CAPWAP | : *Case Pile Wave Analysis Program* |
| ASTM | : *American Standart Test And Material* |
| SPT | : *Standart Penetration Test* |
| CPT | : *Cone Penetration Test* |
| AASTHO | : *American Association Of State Highway And Transportation Official* |
| USCU | : *Unified Soil Classification System* |
| SNI | : Standar Nasional Indonesia |



Dipindai dengan CamScanner

# ABSTRAK

Oleh :

Isna Melati Nugraheni [1)], Lana Nalaya Muna [1)]
Pratikso [2)], Abdul Rochim [2)]

Proyek pembangunan *Queen City Mall & Apartment* merupakan proyek untuk mengganti Pasaraya Sri Ratu di jalan Pemuda no.35. Bangunan *mall* memiliki 6 lantai dan 19 lantai untuk *apartement.* Bangunan dengan tinggi lebih dari 3 lantai harus mempertimbangkan daya dukung struktur bawah dengan akurat. Fondasi *bored pile* lebih baik dalam segi pelaksanaan untuk diterapkan pada proyek *Queen City Mall & Apartment.*

Dalam Kajian ini akan dilakukan perhitungan daya dukung aksial dan daya dukung lateral fondasi *bored pile* Proyek pembangunan *Queen City Mall & Apartment.* Metode yang dipakai pada kajian ini menggunakan aplikasi *Allpile,* Hasil *PDA* (*Pile Drive Analyzer*) *Test* dan perhitungan statik yaitu rumus metode Chin dan metode Davisson untuk daya dukung aksial serta metode Broms untuk daya dukung lateral.

Dari hasil menggunakan aplikasi Allpile didapatkan daya dukung total aksial fondasi *bored pile* proyek pembangunan *Queen City Mall & Apartment* pada diameter 80 cm sebesar 652 ton serta penurunan 16,9 mm dan pada diameter 100 cm daya dukung total aksial sebesar 967 ton dengan penurunan 22,32 mm. Interpretasi beban untuk mendapatkan besarnya beban ultimit menggunakan metode Davisson dan Chin. Pada metode Davisson beban ultimit sebesar 650 ton untuk diameter 80 cm dan 960 ton untuk diameter 100 cm, pada metode Chin beban ultimit sebesar 654 ton untuk diameter 80 cm dan 1000 ton untuk diameter 100 cm. Namun dalam pelaksanaannya tetap digunakan daya dukung hasil dari *PDA test.* Sedangkan daya dukung total lateral fondasi *bored pile* sebesar 127 ton pada diameter 80 cm dan 138 ton pada diameter 100 cm.

**Kata Kunci : Fondasi *bored pile*, daya dukung fondasi**

[1)]Mahasiswa Teknik Sipil Universitas Islam Sultan Agung

[2)]Dosen Fakultas Teknik Sipil Universitas Islam Sultan Agung



Dipindai dengan CamScanner

## *ABSTRACK*

*Queen City Mall & Apartment construction project is a project to replace Pasaraya Sri Ratu on Pemuda street no.35. The mall building has 6 floors and 19 floors for apartments. Buildings with a height of more than 3 floors should accurately consider the carrying capacity of the lower structure. Bored pile foundation is better in terms of implementation to be applied to the Queen City Mall & Apartment project.*

*In this study will be done the calculation of axial support capacity and lateral support capacity of bored pile foundation Of Queen City Mall & Apartment development project. The methods used in this study using the Allpile application, PDA Results (Pile Drive Analyzer) Test and static calculations are chin method formula and Davisson method for axial carrying capacity and Broms method for lateral carrying capacity.*

*From the results of using the application Allpile obtained the total axial support capacity of bored pile foundation of the Queen City Mall & Apartment construction project at a diameter of 80 cm of 652 tons and a decrease of 16.9 mm and at a diameter of 100 cm axial total carrying capacity of 967 tons with a decrease of 22.32 mm. Interpretation of the load to obtain the magnitude of the ultimit load using the Davisson and Chin methods. In the Davisson method the ultimit load is 650 tons for diameter 80 cm and 960 tons for diameter 100 cm, on chin method ultimit load is 654 tons for diameter 80 cm and 1000 ton for diameter 100 cm. But in its implementation is still used the carrying capacity of the results of the PDA test. While the total carrying capacity of lateral foundation bored pile of 127 tons at a diameter of 80 cm and 138 tons at a diameter of 100 cm.*



***Keywords : Bored pile foundation, foundation support capacity***





Dipindai dengan CamScanner

# BAB I

# PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang

Semarang merupakan ibu kota provinsi Jawa Tengah yang mana kota Semarang juga menjadi kota metropolitan terbesar urutan nomor lima di Indonesia. Sebagai kota metropolitan yang memiliki wilayah seluas ±373,8 $km^2$ kehidupan di kota Semarang sangat heterogen dan kompleks. Kehidupan heterogen yang terjadi karena masyarakat di kota Semarang memiliki pekerjaan yang bervariasi dari pengusaha, pegawai negeri, pegawai swasta dan lain sebagainya.

Dengan keanekaragaman penduduk yang ada, perekonomian di kota Semarang kian naik setiap tahunnya. Menurut (PEMKOT, 2020) laju pertumbuhan ekonomi di kota Semarang pada tahun 2018-2019 mengalami kenaikan sebesar 0,34% menjadi 6,86% dari 6,52% pada tahun 2018. Kenaikan laju pertumbuhan ekonomi ini salah satunya disumbang oleh sektor rekreasi dan pariwisata yang ikut andil dari kenaikan laju pertumbuhan ekonomi di kota Semarang tiap tahunnya.

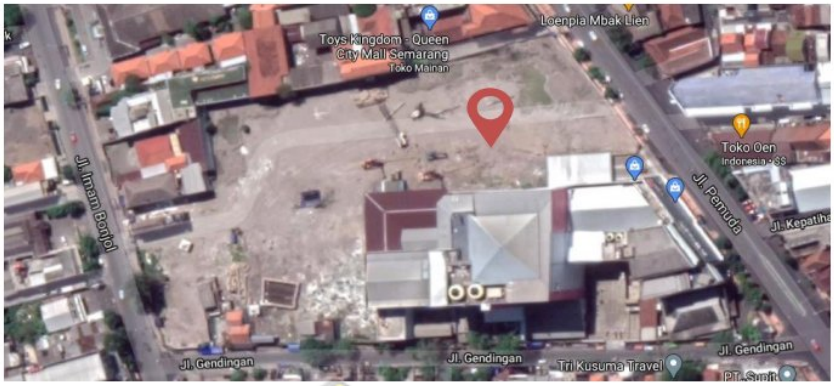
Di sektor pariwisata dan rekreasi pada kota Semarang, sektor ini sudah di kategorikan cukup memuaskan dari tempat pariwisatanya yang sudah bersih, layak untuk dikunjungi sehingga wisatawan dari domestik maupun mancanegara tertarik berkunjung ke kota Semarang. Selain pariwisata alam, kota Semarang yang merupakan kota metropolitan juga memiliki banyak mall dan apartement sebagai penunjang pariwisata serta rekreasi.

Jumlah mall dan apartement di kota Semarang mencapai lebih dari 10 buah pada tahun 2019, termasuk ada pasaraya Sri Ratu yang sekarang menjadi *Queen City Mall & Apartment* yang proyek dimulai pada tahun 2020. Proyek Pembangunan *Queen City Mall* dan Apartemen berada di jalan pemuda no.35 (Gambar 1.1) merupakan pengganti Pasaraya Sri Ratu di Jalan Pemuda Kota Semarang yang berhenti beroperasi awal 2019 lalu. Pihak Sri Ratu selaku *owner* ingin meng*upgrade* yang dulunya Pasaraya Sri Ratu mempunyai 7 lantai diganti menjadi *Queen City Mall* dan



Dipindai dengan CamScanner

Apartemen yang memiliki 6 lantai untuk bangunan *mall* dan 19 lantai untuk *apartement*.




**Gambar 1.1** Lokasi Proyek Pembangunan *Queen City Mall & Apartment*

(Sumber : Google *Maps* Satelit, 2020)

Dengan akan dibangunnya gedung *mall* setinggi 6 lantai dan *apartement* setinggi 19 lantai maka dibutuhkan daya dukung fondasi yang kuat dan kokoh agar dapat menopang beban struktur tersebut. Dari data penyelidikan tanah, lokasi Proyek Pembangunan Queen City *Mall & Apartment* mempunyai lapisan tanah keras yang terdapat pada kedalaman 34-36 meter dari permukaan tanah setempat. Mempertimbangkan struktur bangunan yang akan dibangun merupakan bangunan bertingkat lebih dari 3 lantai, maka jenis fondasi yang digunakan adalah jenis fondasi dalam berupa fondasi *bored pile* atau tiang pancang, namun karena lokasinya berada ditengah kota, lebih baik menggunakan fondasi bored pile.

Untuk dapat menentukan berapa daya dukung fondasi maka pihak PT. Pakubumi Semesta selaku kontraktor pelaksana proyek pembangunan Queen City *Mall & Apartment* melakukan *Pile Driving Analyzer Test* (PDA Test). Namun pada saat PDA test, titik bored pile yang dilakukan loading test hanya 1% dari keseluruhan titik bored pile yang ada. Hal itu dikarenakan untuk PDA test membutuhkan biaya yang mahal. Selain menggunakan PDA test, untuk menentukan berapa daya dukung fondasi



Dipindai dengan CamScanner

juga bisa menggunakan aplikasi Allpile dan perhitungan menggunakan prinsip-prinsip mekanika tanah klasik.

## 1.2 Rumusan Masalah

Dalam Tugas Akhir ini terdapat rumusan masalah, sebagai berikut :

1. Berapa nilai daya dukung fondasi menggunakan PDA test, aplikasi Allpile dan metode perhitungan statik?
2. Bagaimana hasil perbandingan daya dukung fondasi pada PDA tes dengan hasil dari aplikasi Allpile maupun perhitungan statik?
3. Apakah nilai perhitungan daya dukung fondasi sesuai dengan nilai aktual daya dukung fondasi yang sebenarnya?
4. Berapa nilai daya dukung lateral fondasi berdasarkan data N-SPT?

## 1.3 Tujuan

Penulisan Tugas Akhir ini memiliki tujuan untuk :

1. Mengetahui daya dukung aksial fondasi *bored pile* pada proyek Queen City *Mall & Apartment* Semarang.
2. Mengetahui nilai serta perbandingan daya dukung fondasi bored pile menggunakan aplikasi Allpile, perhitungan statik dan hasil uji tes PDA.
3. Untuk mengetahui apakah hasil PDA *test* itu aktual sesuai dengan ilmu pengetahuan teknik sipil yang dipelajari pada masa perkuliahan terkait bab fondasi.
4. Untuk mengetahui nilai penurunan yang terjadi menurut PDA *test* dan aplikasi Allpile.
5. Mengetahui nilai daya dukung lateral fondasi.

## 1.4 Batasan Masalah

Penelitian dalam Tugas Akhir ini memiliki batasan masalah sebagai berikut :

1. Analisis pada fondasi *bored pile* dengan diameter 80 cm dan 100 cm pada proyek pembangunan *Queen City Mall & Apartment*



Dipindai dengan CamScanner

menggunakan PDA test, aplikasi Allpile dan metode perhitungan statik.

2. Analisis yang dilakukan untuk membandingkan hasil tes PDA dan aplikasi Allpile berdasarkan data fisik fondasi dan data tanah yang berasal dari data proyek kemudian dimasukkan kedalam perhitungan metode statik.
3. Metode perhitungan statik berdasarkan data beban dan penurunan yang menghasilkan grafik yang cenderung hiperbola dalam analisa daya dukung fondasi bored pile pada proyek pembangunan *Queen City Mall & Apartment* menggunakan metode Chin dan metode Davisson.
4. Perhitungan daya dukung lateral menggunakan metode Broms dengan memakai data N-SPT dan hasil data literatur berupa hubungan antara nilai N-SPT dengan berat jenis tanah jenuh dan hubungan antara sudut geser dalam dengan jenis tanah.

## 1.5 Manfaat

Manfaat penulisan Tugas Akhir ini diantaranya adalah sebagai berikut :

1. Menambah ilmu struktur bawah.
2. Menambah pengetahuan tentang pengaplikasian *software*.
3. Menambah wawasan dan literatur khususnya civitas akademik fakultas teknik program studi teknik sipil UNISSULA.

## 1.6 Sistematika Penulisan

Penulisan Tugas Akhir ini memiliki sistematika penulisan sebagai berikut :

BAB I : PENDAHULUAN

Pada bab ini menjelaskan tentang pendahuluan laporan tugas akhir yang berisikan tentang latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan, manfaat dan sistematika penulisan.



Dipindai dengan CamScanner

BAB II : STUDI PUSTAKA

Pada bab ini menjelaskan tentang studi pustaka yang berisikan tentang pengertian secara umum, identifikasi tanah, klasifikasi jenis tanah, parameter tanah, pengertian fondasi, teori dan metode daya dukung fondasi.

BAB III : METODOLOGI PENULISAN

Pada bab ini menjelaskan tentang pengumpulan data, identifikasi masalah dan teknik pengelohan data.

BAB IV : HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini menjelaskan hasil dan pembahasan yang berisikan tentang analisa perbandingan hasil *loading test* fondasi *bored pile* berdasarkan *PDA Test,* aplikasi Allpile dan metode perhitungan statik pada proyek pembangunan *queen city mall & apartment*

BAB V : PENUTUP

Pada bab penutup berisikan kesimpulan dan saran hasil analisis perbandingan *loading test* fondasi *bored pile* berdasarkan *PDA Test,* aplikasi Allpile dan metode perhitungan statik pada proyek pembangunan *queen city mall & apartment* pada bab hasil dan pembahasan.



Dipindai dengan CamScanner

# BAB II
# STUDI PUSTAKA

## 2.1 Tinjauan Umum

Tanah merupakan ikatan antara butiran yang relatif lemah, dapat dikarenakan oleh oksida-oksida, zat organik, atau karbonat yang mengendap diantara partikel. *Space* antara partikel dapat berisikan udara, air ataupun yang lainnya. (Hardiyatmo, 1992). Oleh karena itu, setiap lahan tanah yang akan dibangun untuk infrastruktur dibutuhkan tanah yang stabil dan tidak mengalami penurunan yang signifikan.

Setelah dilakukan identifikasi tanah yang kemudian mendapatkan data-data tanah hasil lab, tahapan selanjutnya adalah merencanakan suatu fondasi dengan memperhitungkan estimasi beban yang akan diterima. Pada proyek *Queen City Mall* dan *Apartment* fondasi yang digunakan adalah fondasi dalam jenis *bored pile* dikarenakan jenis tanahnya teridentifikasi jenis tanah lunak sehingga fondasi yang digunakan harus cukup kuat untuk meneruskan ke lapisan tanah yang lebih keras, dengan demikian penggunaan fondasi dalam jenis bored pile dapat digunakan sebagai fondasi yang kuat untuk bangunan yang akan dibuat.

Memperhitungkan daya dukung fondasi penting merupakan sesuatu yang penting agar bangunan tidak roboh. Daya dukung fondasi dibagi menjadi tiga bagian, yaitu daya dukung total (*ultimate*), daya dukung ujung (*end bearing*) dan daya dukung selimut (*friction*). Pada kenyataan di lapangan, sering mengabaikan analisis daya dukung fondasi dan penurunan fondasi yang tepat, untuk mengetahui daya dukung fondasi yang tepat dapat menggunakan uji beban secara penuh. Namun sekarang uji beban secara penuh sudah hampir jarang dilakukan karena memiliki beberapa kekurangan, antara lain membutuhkan biaya yang banyak dan membahayakan bagi pekerja akibat adanya tumpukan blok-blok beton. Sekarang yang biasanya dilakukan oleh kontraktor untuk mengetahui daya dukung fondasi menggunakan PDA tes. Dan seiring kemajuan teknologi dibidang IT penggunaan aplikasi Allpile juga bisa untuk mengetahui daya



Dipindai dengan CamScanner

dukung fondasi. Sehingga untuk mendapatkan daya dukung fondasi yang tepat digunakan perbandingan antara daya dukung hasil uji PDA dan aplikasi Allpile dan bagaimana interpretasinya terhadap perhitungan statik.

## 2.2 Identifikasi Tanah

Untuk mendapatkan tanah yang stabil dan tidak mengalami penurunan yang signifikan, maka tahapan awal pekerjaan konstruksi yang dilakukan adalah mengidentifikasi tanah yang bertujuan untuk mengetahui daya dukung dan geologi tanah, seperti susunan lapisan tanah atau sifat dan karakteristik tanah yang nantinya terkait dengan perencanaan struktur yang akan dibangun diatas lahan tanah tersebut, contohnya untuk menentukan tipe, kedalaman, dan dimensi fondasi yang paling efisien dan aman digunakan.

Identifikasi tanah yang dilakukan di lapangan pada umumnya menggunakan metode *Standar Penetration Tes* (SPT), Uji *Conus*, *Core Drilling*, dan lain-lain. Dari sampel tanah yang diambil pada lokasi pembangunan kemudian dilakukan uji laboratorium untuk mengetahui sifat dan karakteristik tanah pada lokasi tersebut.

## 2.3 Klasifikasi Tanah

Klasifikasi tanah adalah suatu cara mengelompokkan dan mengumpulkan jenis tanah berdasarkan kemiripan atau kesamaan yang bertujuan untuk memberi informasi tentang ciri-ciri dan karakteristik tanah yang biasanya dalam laporan klasifikasi tanah menyertakan kedalamannya. Tujuan klasifikasi tanah juga nantinya berguna untuk masyarakat umum untuk menginformasikan tentang karakteristik pemadatan, kekuatan tanah, berat isi, dan lain sebagainya dalam bentuk data kasar (Bowles, 1989).

Klasifikasi tanah bisa menggunakan beberapa sistem, namun yang pada umumnya digunakan adalah dua sistem, yaitu sistem klasifikasi AASHTO (*American Association of State Highway and Transportation*



Dipindai dengan CamScanner

*Official*) dan sistem klasifikasi jenis tanah menggunakan metode *Unifed Soil Classification System* (USCS).

### 2.3.1 Sistem Klasifikasi AASTHO

Sistem AASHTO (*American Association of State Highway and Transportation Official*) membagi tanah kedalam 8 kelompok, A-1 sampai A-7 yang didalamnya terdapat sub-sub kelompok. Penggunaan sistem klasifikasi AASHTO menggunakan beberapa pertimbangan kriteria untuk mengelompokkan jenis tanah, diantaranya adalah menggunakan kriteria ukuran butir tanah dan plastisitas. Klasifikasi tanah yang mengacu sistem klasifikasi AASTHO dapat dilihat pada Tabel 2.1 berikut ini :

**Tabel 2.1** Klasifikasi Tanah (Sistem AASTHO)

| Klasifikasi umum | Tanah berbutir (35% atau kurang dari seluruh contoh tanah lolos ayakan No.200) | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Klasifikasi kelompok | A-1 | | A3 | A-2 | | | | A-4 | A-5 | A-6 | A-7<br>A-7-5*<br>A-7-6% |
| | A-1-a | A-1-b | | A-2-4 | A-2-5 | A-2-6 | A-2-7 | | | | |
| Analisa Saringan | | | | | | | | | | | |
| (% lolos) | | | | | | | | | | | |
| No.10 | Maks 50 | | | | | | | | | | |
| No.40 | Maks 30 | Maks 50 | Maks 51 | | | | | | | | |
| No.200 | Maks 15 | Maks 25 | Maks 10 | Maks 35 | Maks 35 | Maks 35 | Maks 35 | Min 36 | Min 36 | Min 36 | Min 36 |
| Sifat fraksi yang | | | | | | | | | | | |
| lolos ayakan No.40 | | | | | | | | | | | |
| Batas cair (LL) | | | | Maks 40 | Min 41 | Maks 40 | Maks 41 | Maks 40 | Min 41 | Maks 40 | Min 41 |
| Indeks Plastisitas (PI) | Maks 6 | | NP | Maks 10 | Maks 10 | Min 11 | Min 11 | Maks 10 | Maks 10 | Min 11 | Min 11 |
| Tipe material yang paling dominan | Batu pecah, kerikil dan pasir | | Pasir halus | Kerikil dan pasir yang berlaanau atau berlempung | | | | Tanah Berlanau | | Tanah berlempung | |
| Penilaian sebagai bahan tanah dasar | Baik sekali sampai baik | | | | | | | Biasa sampai jelek | | | |

(Sumber: Bowles, 1991)

*P1 ≤ LL – 30

%PI > LL – 30

### 2.3.2 Sistem Klasifikasi Tanah *Unified* (USCS)

Menurut sistem klasifikasi tanah *unified* atau *Unified Soil Classification System* (USCS) secara garis besar, tanah dibagi menjadi dua kelompok. Kelompok tanah berbutir kasar dan kelompok tanah berbutir halus, untuk penjelasannya sebagai berikut :



Dipindai dengan CamScanner

1. Tanah berbutir kasar (*coarse-grained soils*) yaitu tanah yang kurang dari 50% lolos saringan No. 200 ($F_{200} < 50$). Dengan simbol G untuk kelompok kerikil (*gravel*) atau kelompok tanah berkerikil (*gravelly soil*) dan simbol S untuk kelompok tanah pasir (sand) atau kelompok tanah berpasir (*sandy soil*).
2. Tanah berbutir halus (*fine-grained soils*) yaitu tanah yang lebih dari 50% lolos saringan No. 200 ($F_{200} \geq 50$). Dengan simbol M untuk kelompok lanau inorganik (*inorganic silt*), simbol C untuk kelompok lempung inorganic (*inorganic clay*) dan simbol O untuk kelompok lanau serta lempung organik. Simbol Pt untuk gambut (*pearl*) dan tanah yang mengandung organik tinggi, simbol W untuk gradasi baik (*well graded*), simbol P untuk gradasi buruk (*poorly graded*), simbol L untuk plastisitas rendah (*low plasticity*) dan simbol H untuk plastisitas tinggi (*high plasticity*).

Sistem klasifikasi *Unified* dapat dilihat pada Tabel 2.2 sebagai berikut :

**Tabel 2.2** Sistem Klasifikasi Tanah *Unified*

| Jenih Tanah | Simbol | Sub Kelompok | Simbol |
|---|---|---|---|
| Kerikil | G | Gradasi Baik | W |
| | | Gradasi Buruk | P |
| Pasir | S | Berlanau | M |
| | | Berlampung | C |
| Lanau | M | | |
| Lempung | C | WL < 50% | L |
| Organik | O | WL > 50% | H |
| Gambut | Pt | | |

(Bowles, 1991)

Keterangan :

W = *Well Graded* (tanah dengan gradasi baik),

P = *Poorly Graded* (tanah dengan gradasi buruk),

L = *Low Plasticity* (plastisitas rendah, LL < 50),

H = *High Plasticity* (plastisitas tinggi, LL > 50).



Dipindai dengan CamScanner

## 2.4 Parameter Tanah

### 2.4.1 Klasifikasi Tanah dari Data Sondir

Klasifikasi tanah pada suatu proyek pada umumnya menggunakan berbagai cara, salah satunya adalah dengan data sondir. Data sondir sendiri didapatkan dari bacaan alat yang bernama *manometer.* Pembacaan pada alat *manometer* dilihat setiap kedalaman tanah dengan interval per 20 cm sampai kedalaman ujung konus.

Bacaan yang didapat yaitu pertama nilai perlawanan konus (Qc) dan yang kedua yaitu nilai perlawanan geser (Qc+Fs). Kedua bacaan nilai tersebut dapat menentukan jenis tanah pada suatu proyek. Klasifikasi tanah sendiri dapat dilihat pada Tabel hasil sondir yang ditunjukkan pada Tabel 2.3 dibawah ini.

**Tabel 2.3** Klasifikasi Tanah dari Data Sondir

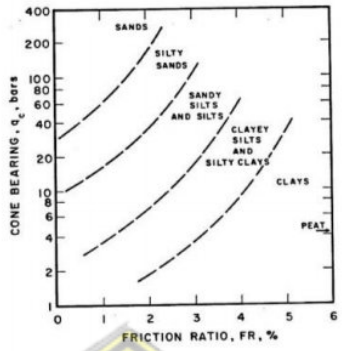
| Hasil Sondir | | Klasifikasi |
|---|---|---|
| Qc | Fs | |
| 6,0 | 0,15-0,40 | Humus, lempung sangat lunak |
| 6,0-10,0 | 0,20 | Pasir kelanauan lepas, pasir sangat lepas |
| | 0,20-0,60 | Lempung lembek, lempung kelanauan lembek |
| 10,0-30,0 | 0,10 | Kerikil lepas |
| | 0,10-0,40 | Pasir lepas |
| | 0,40-0,80 | Lempung atau lempung kelanauan |
| | 0,80-2,00 | Lempung agak kenyal |
| 30-60 | 1,50 | Pasir kelanauan, pasir agak padat |
| | 1,0-3,0 | Lempung atau lempung kelanauan kenyal |
| 60-150 | 1,0 | Kerikil kepasiran lepas |
| | 1,0-3,0 | Pasir padat, pasir kelanauan atau lempung padat dan lempung kelanauan |
| | 3,0 | Lempung kekerikilan kenyal |
| 150-300 | 1,0-2,0 | Pasir padat, pasir kekerikilan, pasir kasar, pasir kelanauan sangat padat |

(Sumber : Das, 1998)



Dipindai dengan CamScanner

Grafik hubungan antara tekanan conus (Qc) dan perlawanan geser (Fr) seperti yang terlihat pada Gambar 2.1 berikut ini dapat juga digunakan untuk menentukan jenis tanah.




**Gambar 2.1** Grafik Hubungan Tekanan Conus dengan Perlawanan Geser.

### 2.4.2 Klasifikasi Tanah Berdasarkan *Standart Penetration Test* (N-SPT)

Dalam melakukan uji penetrasi lapangan dengan SPT di Indonesia menggunakan SNI 4153-2008, yang merupakan pembaruan dari SNI 03-4153-1996, yang mengacu pada ASTM D 1586-84 "*Standart Penetration Test and Split Barrel Sampling of Soils*".

Kekuatan tanah diukur menggunakan tes tahanan penetrasi (N-SPT). Tes tahanan penetrasi (N-SPT) adalah tes pengukuran kekuatan tanah menggunakan banyaknya pukulan (30 cm) terakhir yang dibutuhkan guna memasukkan *split tube sampler* dengan menggunakan *hammer* yang dijatuhkan dari ketinggian 75 cm dengan berat 63.5 kg. Tabel hubungan antara kepadatan tanah, berat jenis tanah kering, berat jenis tanah jenuh nilai N-SPT, qc dan ϕ dapat dilihat pada Tabel 2.4 dan Tabel 2.5 di bawah ini.



Dipindai dengan CamScanner

**Tabel 2.4** Hubungan antara Kepadatan, Berat Jenis Tanah Kering, Nilai N-SPT, qc, dan ϕ

| Kepadatan | Berat Jneis Tanah Kering (γd) | Nilai N SPT | Tekanan Conus qc ($kg/cm^2$) | Sudut Geser (ϕ) |
|---|---|---|---|---|
| *Very loose* (sangat lepas) | < 0.2 | < 4 | < 20 | < 30 |
| *Loose* (lepas) | 0.2 - 0.4 | 4 – 10 | 20 – 40 | 30 – 35 |
| *Medium Dense* (agak padat) | 0.4 - 0.6 | 10 – 30 | 40 – 120 | 35 – 40 |
| *Dense* (padat) | 0.6 - 0.8 | 30 – 50 | 120 – 200 | 40 – 45 |
| *Very Dense* (sangat padat) | 0.8 - 1.0 | > 50 | > 200 | > 45 |

(Mayerhof, 1965)

**Tabel 2.5** Hubungan antara Nilai Tipikal Berat Volume Kering

| Jenis Tanah | ɣsat (kN/m3) | ɣdry (kN/m3) |
|---|---|---|
| Kerikil | 20 – 22 | 15 – 17 |
| Pasir | 18 – 20 | 13 – 16 |
| Lanau | 18 – 20 | 14 – 18 |
| Lempung | 16 – 22 | 14 – 21 |

(Wiley and Sons, 2000)

Sedangkan hubungan antara nilai N-SPT dengan berat jenis tanah jenuh (ɣsat) dapat dilihat pada Tabel 2.6 berikut ini.



Dipindai dengan CamScanner

**Tabel 2.6** Hubungan antara Nilai N-SPT dengan Berat Jenis Tanah Jenuh (ɣsat)

| N-SPT (blows/ft) | Konsentrasi | $q_u$ (Unconfined Compressive Strength) ton/ft$^2$ | ɣsat (kN/m$^3$) |
|---|---|---|---|
| < 2 | Very Soft | < 0,25 | 16 – 19 |
| 2 – 4 | Soft | 0,25 - 0,50 | 16 – 19 |
| 4 – 8 | Medium | 0,5 - 1,00 | 17 – 20 |
| 8 – 15 | Stiff | 1,00 - 2,00 | 19 – 22 |
| 15 – 30 | Very Stiff | 2,00 - 4,00 | 19 – 22 |
| >30 | Hard | > 4,00 | 19 – 22 |

(Terzaghi and Peck, 1948)

**a. Sudut Geser Dalam**

Sudut geser dalam merupakan suatu sudut yang terjadi karena adanya hubungan antara tegangan geser dengan tegangan normal pada suatu material tanah atau batuan. Jadi, jika suatu material tanah atau batuan terkena tegangan atau gaya yang melebihi tegangan gesernya akan menimbulkan sudut rekahan.

Kekuatan geser dalam suatu material atau batuan terdiri dari sudut geser dan variabel kohesi. Kohesi adalah gaya tarik menarik antar butiran tanah atau molekul tanah. Deformasi yang bekerja pada tanah akibat gabungan dari keadaan kritis pada tegangan normal dan tegangan geser yang tidak sesuai dengan *safety factor* yang telah direncanakan.

Nilai-nilai sudut geser dalam tanah dapat diketahui menggunakan *direct shear test* dan *traxial test* yang merupakan suatu metode pengukuran *engineering properties*. Hubungan sudut geser dalam dengan jenis tanah, dapat dilihat pada Tabel 2.7 sedangkan hubungan antara sudut geser dalam, tingkat plastisitas dan jenis tanah dapat dilihat pada Tabel 2.8 berikut ini.



Dipindai dengan CamScanner

**Tabel 2.7** Hubungan antara Sudut Geser Dalam dengan Jenis Tanah

| Jenis Tanah | Sudut Geser Dalam (Ø) |
|---|---|
| Kerikil Kepasiran | 35˚ - 40˚ |
| Kerikil Kerakal | 35˚ - 40˚ |
| Pasir Padat | 35˚ - 40˚ |
| Pasir Lepas | 30˚ |
| Lempung Kelanauan | 25˚ - 30˚ |
| Lempung | 20˚ - 25˚ |

(Das, 1998)

**Tabel 2.8** Hubungan antara Sudut Geser Dalam, Tingkat Plastisitas dan Jenis Tanah

| Jenis Tanah | Tingkat Plastisitas | Sudut Geser Dalam (Ø) |
|---|---|---|
| Lanau | Rendah | 35˚ - 37˚ |
| Lanau berlempung | Sedang | 31˚ - 35˚ |
| Lempung | Tinggi | < 31˚ |

(Bjerrum, 1960)

**b. Kohesi**

Kohesi adalah gaya tarik menarik antar butiran tanah atau molekul tanah. Nilai kohesi dipengaruhi oleh kekuatan gesernya, jika kekuatan geser semakin besar maka nilai kohesi suatu batuan juga semakin besar nilainya. Nilai kohesi dilambangkan dengan (c) yang didapatkan dari pengujian laboratorium.

Pengujian pada laboratorium untuk mencari nilai kohesi melalui pengujian kuat geser langsung dan pengujian triaxial. Secara empiris nilai kohesi bisa diketahui berdasarkan nilai tegangan konus (Qc) pada data sondir.

$c = Qc / 20$ ..... (2.1)



Dipindai dengan CamScanner

Hubungan antara kohesi, N-SPT dan sudut geser dalam dapat dilihat pada Tabel 2.9 berikut :

**Tabel 2.9** Hubungan antara N-SPT, Kohesi dan Sudut Geser Dalam Tanah

| N-SPT | C | Ø |
|---|---|---|
| 0 – 2 | 12.5 | 0 |
| 2 – 4 | 12.5 - 25 | 0 |
| 4 – 8 | 25 – 50 | 0 |
| 8 – 15 | 50 - 100 | 0 |
| 15 – 30 | 100 - 200 | 0 |
| > 30 | > 200 | 0 |

(Article Stabilitation Project, 2000)

## 2.5 Fondasi

### 2.5.1 Deskripsi fondasi

Fondasi merupakan bagian paling bawah dari konstruksi suatu bangunan yang mempunyai fungsi untuk meneruskan beban dari bangunan atas (*upper structure*) dan beban berat fondasi itu sendiri menuju ke lapisan tanah keras yang cukup kuat pada bawah fondasi.

Sebelum menentukan jenis fondasi yang akan digunakan, akan ada serangkaian uji lapangan maupun laboratorium guna mengetahui jenis, karakter serta kekuatan dari tanah tersebut terhadap beban vertikal maupun beban horizontal.

Contoh jenis pen gujian tanah yang sering dilakukan sebagai parameter untuk menentukan jenis fondasi antara lain seperti *Sand Penetration Test* (SPT) dan *Cone Penetration Test* (CPT). Pada lokasi proyek yang dilakukan penelitian dalam Tugas Akhir ini, data tanah yang digunakan adalah data N-SPT dan desain fondasi menggunakan fondasi dalam yaitu fondasi *bored pile.*



Dipindai dengan CamScanner

### 2.5.2 Fondasi Dalam

Fondasi dalam merupakan fondasi yang kedalaman fondasi dari muka tanah adalah sama atau lebih besar dari lima kali lebar fondasi (D≥5B). Secara umum, kedalaman fondasi lebih besar dari lebar fondasi. fondasi dalam dirancang untuk meneruskan beban bangunan ke tanah keras yang kedalamannya relative jauh dibawah permukaan tanah. Contoh fondasi dalam yaitu fondasi tiang.

Fondasi tiang befungsi sebagaimana fungsi fondasi pada umunya, namun fondasi tiang berdiamater lebih kecil dan lebih panjang jika dibandingkan dengan fondasi sumuran.

### 2.5.3 Penggolongan Fondasi Dalam

Penggolangan fondasi dalam menurut pengerjaannya dibagi menjadi dua tipe, fondasi tiang pancang dan fondasi sumur bor.

Fondasi pada proyek yang dilakukan untuk penelitian dalam Tugas Akhir ini menggunakan fondasi dalam tipe sumur bor, karena kedalaman serta diameternya bisa menyesuaikan. Apabila menggunakan tipe fondasi tiang pancang akan membutuhkan tiang pancang dengan jumlah tiang yang lebih banyak karena dimensi tiang pancang terbatas. Sehingga pada proyek *Queen City Mall & Apartment* menggunakan fondasi dalam jenis *bored pile* karena kedalaman serta diameter fondasinya bervariatif.

### 2.5.4 Fondasi *Bored Pile*

Fondasi *bored pile* merupakan fondasi yang dibuat dengan cara mengebor tanah dengan diameter tertentu hingga mencapai kedalaman yang direncanakan, kemudian memasukkan tulangan baja yang telah dirakit pada lubang bor dan dilanjutkan tahapan pengecoran dengan cara pengisian agregat material beton ke dalam lubang bor.



Dipindai dengan CamScanner

Fondasi *bored pile* pada umumnya digunakan pada kondisi tanah yang stabil dan kaku, sehingga memungkinkan membuat lubang yang stabil menggunakan alat berat *rotary dirrling machine*. Apabila tanah pada lokasi pengeboran mengandung air, maka penggunaan *steel casing* diperlukan guna menahan dinding lubang agar tidak terjadi kelongsoran dan nantinya *stell casing* akan diangkat keluar pada waktu pengecoran.

Kelebihan penggunaan fondasi *bored pile* dibanding penggunaan fondasi tiang yang lain adalah sebagai berikut :

1. Kedalaman fondasi *bored pile* dapat bervariasi.
2. Diameter fondasi *bored pile* dapat disesuaikan dengan perencanaan.
3. Fondasi *bored pile* dapat digunakan untuk tiang kelompok atau *pile cap*.
4. Pada pekerjaan fondasi *bored pile* tidak menimbulkan getaran yang mengakibatkan rusaknya bangunan di sekitar proyek.
5. Pada pekerjaan fondasi *bored pile* tidak menimbulkan polusi suara.
6. Pekerjaan fondasi *bored pile* pada tanah lempung tidak mengakibatkan tanah bergelombang, sehingga fondasi *bored pile* tidak bergerak ke samping.

Sedangkan untuk kelemahan pada penggunaan fondasi *bored pile* sebagai berikut :

1. Saat tahapan pengeboran kepadatan tanah setempat yang berupa pasir atau tanah yang berkerikil dapat terganggu.
2. Air yang mengalir pada lubang bor dapat mengakibatkan penurunan daya dukung tiang terhadap tanah.
3. Mutu beton tidak dapat dikontrol dengan baik, karena akibat pengaruh dari air tanah.
4. Harus dilakukan oleh kontraktor yang ahli dan terampil, karena kalau dikerjakan asal-asalan dapat mengakibatkan penurunan daya dukung yang cukup berpengaruh terhadap pembangunan.



Dipindai dengan CamScanner

5. Berbahaya kalau terjadi tekanan artesis yang dapat menerobos ke atas. Tekanan artesis adalah tekanan yang terjadi pada tanah akibat tekanan dari permukaan yang mengakibatkan air tanah naik ke permukaan.

## 2.6 Daya Dukung Fondasi

Daya dukung fondasi disebut juga sebagai kapasitas daya dukung tanah, yaitu daya dukung tanah atau reaksi tanah ketika menahan beban dari struktur yang berada di atas atau di dalam tanah. Sehingga daya dukung tanah bisa dinyatakan sebagai tahanan geser yang terjadi pada atas atau dalam tanah melawan gaya yang disebabkan oleh struktur yang mengakibatkan penurunan.

Untuk mendukung *safety factor* atau angka keamanan fondasi dalam jangka yang panjang, perletakan fondasi harus memenuhi kedalaman yang cukup atau setidaknya mencapai tanah keras. Analisa kapasitas daya dukung fondasi dapat dicari melalui metode perhitungan statik maupun metode pendekatan studi seperti *Pile Drive Analyzer Test* (PDA Tes), *software Allpile*, dan lain-lain.

Meninjau dari cara mendukung beban, daya dukung fondasi tiang dapat dibedakan menjadi dua macam (Hardiyatmo, 2002) yaitu:

1. Daya dukung ujung (*end bearing pile*)

   Daya dukung ujung (*end bearing pile*) adalah analisa kapasitas daya dukung fondasi yang ditentukan pada ujung fondasi atau bawah fondasi. Daya dukung ujung ini dicari hingga kedalaman tanah keras atau lapisan batuan dasar, karena tanah keras atau lapisan batuan dasar mempunyai tahanan yang besar untuk menahan beban struktur. Sehingga tidak terjadi penurunan yang berlebih atau nilai angka keamanan terpenuhi.

2. Daya dukung selimut (*friction pile*)

   Daya dukung selimut (*friction pile*) adalah analisa kapasitas daya dukung fondasi yang ditentukan pada gesekan antara dinding fondasi dan tanah di sampingnya. Lapisan tanah yang ada disekitar fondasi



Dipindai dengan CamScanner

juga memberikan tahanan gesek untuk melakukan perlawanan terhadap gaya atau beban yang diberikan oleh struktur yang dibangun di atasnya.

## 2.7 Kapasitas Daya Dukung *Bored Pile*

Kapasitas daya dukung *bored pile* pada lapangan biasanya dihitung menggunakan data sondir atau *cone penetration test* (CPT). *Cone penetration test* (CPT) atau sondir adalah pengukuran ketahanan parameter tanah yang menunjukkan klasifikasi tanah secara cepat, sederhana dan ekonomis. Biasanya tes CPT atau sondir dilakukan sebelum pembangunan struktur dilakukan.

## 2.8 Teori Daya Dukung

### 2.8.1 Analisa Kapasitas Daya Dukung Tanah

Daya dukung fondasi disebut juga sebagai kapasitas daya dukung tanah, yaitu daya dukung tanah atau reaksi tanah ketika menahan beban dari struktur yang berada di atas atau di dalam tanah. Sehingga daya dukung tanah bisa dinyatakan sebagai tahanan geser yang terjadi pada atas atau dalam tanah melawan gaya yang disebabkan oleh struktur yang mengakibatkan penurunan.

Untuk mendukung *safety factor* atau angka keamanan fondasi dalam jangka yang panjang, perletakan fondasi harus memenuhi kedalaman yang cukup atau setidaknya mencapai tanah keras. Perletakan ujung fondasi pada tanah keras dapat mengurangi erosi permukaan tanah, gerusan tanah, kembang susut tanah serta gangguan tanah di sekitar fondasi. Analisa kapasitas daya dukung tanah dapat dihitung dengan beberapa pendekatan. Persamaan yang digunakan menggunakan jenis tanah, sifat tanah dan bentuk bidang gesernya.



Dipindai dengan CamScanner

### 2.8.2 Keruntuhan Tanah

Keruntuhan tanah adalah kondisi dimana tanah tersebut mengalami ketidaksetimbangan ketika dibebani oleh suatu struktur diatasnya. Kondisi keruntuhan tanah ini didasari oleh banyak sebab dan faktor yang mempengaruhinya. Keruntuhan tanah sendiri dibagi menjadi 3, yaitu :

1. Keruntuhan Geser Umum
2. Keruntuhan Geser Lokal
3. Keruntuhan Penetrasi

### 2.8.3 Data Analisis Daya Dukung

Data analisis daya dukung tanah adalah data-data yang digunakan untuk mencari atau mengetahui (Qult) tanah. Ada beberapa data yang biasanya digunakan pada analisis daya dukung tanah yaitu :

1. Data Uji Laboratorium :
   a. Teori Terzaghi
   b. Teori Mayerhoff
   c. Teori Brinch Hansen
   d. Teori Vesic
2. Data Uji Lapangan :
   a. *Plate Bearing Test*
   b. *Cone Penetration Test* (CPT)
   c. Data Sondir
   d. *Standart Penetration Test* (SPT)

## 2.9 Metode Perhitungan Daya Dukung Fondasi

Metode perhitungan daya dukung fondasi mempunyai banyak macam dan jenis. Pada umumnya metode yang digunakan adalah *Pile Driving Analyzer Test* (PDA Test), perhitungan statik dan menggunakan aplikasi software Allpile. Metode yang digunakan tersebut sudah dapat menemukan berapa besarnya daya dukung selimut (*skin friction*) dan daya dukung ujung (*end bearing pile*). Sehingga dapat dibandingkan dari ketiga



Dipindai dengan CamScanner

hasil tersebut dan dapat menentukan berapa daya dukung sebenarnya pada lapangan.

### 2.9.1 *Pile Driving Analyzer Test* (PDA Test)

*Pile driving analyzer test* (PDA Test) adalah salah satu tes daya dukung fondasi pada proyek-proyek besar atau mega proyek. PDA test biasanya digunakan pada fondasi dalam seperti fondasi tiang dan fondasi *bored pile*. Pada PDA Test pengujian daya dukung fondasi dilakukan secara dinamis.

Cara dinamis yang dimaksud yaitu dilakukan menggunakan 2 sensor yang dipasang pada fondasi yang hendak diuji secara berlawanan. Sensor yang pertama merupakan sensor pengukur regangan (*strain transducer*) dan sensor yang kedua adalah sensor pengukur percepatan (*accelerometer*).

Kedua sensor ini dipasang pada bawah kepala tiang (minimal 1,5D – 2D dari kepala tiang ke *transducer*, dimana D adalah diameter pile). Sehingga ada jarak bebas pada saat tumbukan berlangsung. Akibat tumbukan dari *hammer* pada kepala tiang, sensor akan menangkap sinyal gerakan dan merubahnya menjadi sinyal listrik yang direkam dan diproses pada box *pile driver analyzer test* (PDA Test).

Pada hasil PDA test didapatkan hasil sementara yang masih mendekati akurat tetapi belum sempurna, sehingga masih harus diproses kembali menggunakan software CAPWAP. *Case Pile Wave Analysis Progam* (CAPWAP) adalah progam aplikasi analisis numeric yang digunakan dengan cara memasukkan data gaya (*force*) dan kecepatan (*velocity*) yang didapat oleh hasil PDA Test.

Berat *hammer* atau palu pemukul untuk PDA Test, Robinson dkk (2002) menyarankan memakai berat *hammer* atau palu pemukul (W) yang sesuai dengan kapasitas ultimate tiang (Qult), yaitu :



Dipindai dengan CamScanner

1. W/Q = 1% untuk jenis tanah kohesif kaku atau bebatuan
2. W/Q = 1,5 % untuk jenis tiang friksi pada umumnya
3. W/Q = 2 % untuk fondasi tiang bor dengan jenis tanah daya dukung ujung fondasi tanah berbutir kasar ( *grained coarse soils*)

Sehingga ketinggian *hammer* atau palu pemukul rata-rata setinggi 0,25 m s/d 1,5 m, sedangkan jumlah fondasi yang diuji PDA Test adalah 0,5-2% dari seluruh jumlah fondasi pada proyek tersebut.

### 2.9.2 Aplikasi Allpile

Aplikasi Allpile merupakan salah satu aplikasi yang digunakan untuk membantu *engineer* untuk merancang fondasi suatu proyek konstruksi. Pada umumnya aplikasi Allpile digunakan untuk perencanaan desain fondasi tiang, seperti fondasi *bored pile* dan pancang, namun juga bisa digunakan untuk perencanaan desain fondasi dangkal (*shallow footing*). *Software* yang dikembangkan oleh Civiltech Software Co yang berbasis di Seattle-Bellevue, USA ini merupakan aplikasi yang berpenampilan sederhana dan mudah untuk digunakan.

Berikut merupakan tampilan menu-menu yang ada di dalam aplikasi Allpile

1. *Pile Type*

   Pada tampilan *pile type* aplikasi Allpile tersedia macam-macam tipe dari perencanaan fondasi. Hal tersebut mempermudah perhitungan bagi *engineer* karena bisa menyesuaikan sesuai kebutuhan. Tipe-tipe perencanaan fondasi yang ditawarkan oleh aplikasi Allpile antara lain sebagai berikut :

   a. *Drilled Pile* (dia 24 in or 61 cm)

      Digunakan untuk perencanaan fondasi bor dengan diameter kurang dari 61 cm.

   b. *Drilled Pile*



Dipindai dengan CamScanner

Digunakan untuk perencanaan fondasi bor dengan diameter lebih besar 61 cm.

c. *Driving Steel Pile (open ended)*

Digunakan pada perencanaan fondasi tiang pancang baja dengan ujungnya terbuka.

d. *Driving Steel Pile (close ended)*

Digunakan pada perencanaan fondasi tiang pancang baja dengan ujungnya tertutup.

e. *Driving Concrete Pile*

Digunakan pada perencanaan fondasi tiang pancang beton.

2. *Pile Profile*

Pada tampilan *pile profile* akan disajikan data mengenai konfigurasi fondasi yang digunakan, seperti kedalaman fondasi, jarak dari permukaan tanah, kemiringan fondasi dan kemiringan permukaan tanah.

3. *Pile Properties*

Pada tampilan *pile properties* akan disajikan kolom yang nantinya akan diisi tentang konfigurasi fondasi meliputi lebar fondasi, kedalaman fondasi, material dan jenis fondasi yang digunakan.

4. *Load and Group*

Pada tampilan *Load and Group* akan disajikan beberapa perhitungan fondasi yang digunakan baik itu untuk *single pile*, *group pile* ataupun *tower foundation*.

5. *Soil Properties*

Pada tampilan *Soil Properties* akan disajikan kolom yang akan diisi dengan data tanah pada titik fondasi yang direncanakan. Data tanah yang dibutuhkan adalah N-SPT dan CPT serta kedalaman muka air tanah pada kolom *water table*.

6. *Advanced Page*



Dipindai dengan CamScanner

Tampilan *Advenced Page* menyajikan data *zero skin friction* dan *Negative Friction* serta *Analysis Parameter* dimasukkan nilai *Safety Factor*.

### 2.9.3 Metode Statik Interpretasi Beban

Menghitung daya dukung fondasi juga bisa menggunakan metode statik. Metode statik pada umumnya menggunakan rumus Qu = Qb (tahanan ujung) + Qs (tahanan samping). Namun pada Laporan Tugas Akhir ini metode statik yang digunakan merupakan interpretasi dari data beban dan penurunan. Metode statik yang kami gunakan meliputi Metode Davisson dan Metode Chin yang penjelasaanya sebagai berikut :

a. Metode Davisson

Metode ini digunakan untuk mendapatkan beban ultimit dengan menarik garis lurus yang terjadi antara grafik hubungan beban dan penurunan kemudian dibuat garis lurus sejajar dengan garis tersebut.

Dengan penarikan garis tersebut akan membuat garis kurva saling bersinggungan kemudian ditentukan nilai beban ultimit dengan menarik ke sumbu beban.

b. Metode Chin

Metode chin mengasumsikan bahwa kurva beban penurunan yang terbentuk mendekati hyperbolic. Komponen yang membentuk kurva beban penurunan tersebut adalah dengan membagi penurunan beban dan mengeplotkan nilai tersebut dengan penurunan.

Setelah beberapa nilai diplotkan, nilai yang jatuh di tarik garis lurus. Invers dari kemiringan garis merupakan nilai dari beban ultimit dari Metode Chin.



Dipindai dengan CamScanner

## 2.10 Daya Dukung Lateral

Untuk menghitung daya dukung lateral, sebelumnya harus mengetahui termasuk jenis tiang pondasi yang digunakan. Apakah tergolong tiang panjang atau tiang pendek, karena hal tersebut digunakan untuk menentukan faktor kekuan tiang R dan T faktor kekakuan untuk modulus tanah yang tidak konstan. Perlu diketahui juga fondasi yang akan diperhitungkan gaya lateralnya mempunyai model ikatan tiang ujung jepit atau tiang ujung bebas. Ikatan ujung bebas ( *free head* ) yaitu jika ujung tiang dapat berinteraksi dan berotasi akibat beban geser dan atau momen. Ikatan ujung jepit ( *fixed head* ) yaitu jika ujung tiang terjepit dalam *pile cap*.

Perhitungan daya dukung lateral dapat dianalisis menggunakan beberapa metode, salah satu diantaranya adalah menggunakan Metode Broms, Metode Broms menggunakan teori tekanan tanah yang disederhanakan dengan dengan menganggap bahwa sepanjang kedalaman tiang *bored pile* tanah mencapai nilai ultimit.

Sebelum memperhitungkan faktor kekakuan untuk modulus tanah yang tidak konstan (T) harus mengetahui koefisien variasi modulus tanah ($n_h$) menggunakan Tabel 2.10 dan Tabel 2.11 berikut ini

**Tabel 2.10** Nilai-nilai $n_h$ untuk Tanah Granuler (c = 0)

| **Kerapatan Relatif ($D_v$)** | **Tak Padat** | **Sedang** | **Padat** |
|---|---|---|---|
| Interval nilai A | 100 – 300 | 300 - 1000 | 1000 – 2000 |
| Nilai A dipakai | 200 | 600 | 1500 |
| $n_h$, pasir kering atau lembab (Terzaghi) (kN/m$^3$) | 2425 | 7275 | 19400 |
| $N_h$, pasir terendam air (kN/m$^3$) | | | |
| Terzaghi | 1386 | 4850 | 11779 |
| Reese et al | 5300 | 16300 | 34000 |

(Sumber : Hary Cristady, 2013)



Dipindai dengan CamScanner

**Tabel 2.11** Nilai-nilai $n_h$ untuk Tanah Kohesif

| Tanah | $N_h$(kN/m$^3$) | Referensi |
|---|---|---|
| Lempung terkonsolidasi normal lunak | 166 – 3518<br>277 - 554 | Reese dan Matlock (1956)<br>Davisson – Prakash (1963) |
| Lempung terkonsolidasi Normal organik | 111 – 277<br>111 - 831 | Peck dan Davisson (1962)<br>Davisson (1970) |
| Gambut | 55<br>27,7 - 111 | Davisson (1970)<br>Wilson dan Hitls (1967) |
| Loess | 8033 - 11080 | Bowles (1968) |

(Sumber : Poulus dan Davis, 1980)

Pada Metode Broms untuk menghitung daya dukung lateral secara sebagai berikut :

### 2.10.1 Menentukan Kekakuan Tiang

$$E = 4700\ x\ \sqrt{fc} \quad \text{..... (2.2)}$$

$$I = \frac{1}{64}\ x\ \pi\ x\ D^4 \quad \text{..... (2.3)}$$

Untuk Mencari Faktor Kekakuan Tanah (T) :

$$T = \left(\frac{Ep \times Ip}{nh}\right)^{1/5} \quad \text{..... (2.4)}$$

$$4T = 4\ x\ T \quad \text{..... (2.5)}$$

### 2.10.2 Memastikan Keruntuhan Tanah

Untuk mengetahui kuat tidaknya tanah menahan beban lateral yang terjadi pada tiang, maka perlu diperhitungkan besar momen maksimum yang ditahan oleh tiang jika tanah didesak ke arah horizontal tiang agar tanah tidak runtuh.

$$Mmax = B \times \gamma \times L^3 \times Kp \quad \text{..... (2.6)}$$

Untuk M*max* > My, maka tanah tidak akan runtuh sehingga gaya horizontal ultimit (Hu) ditentukan oleh kekuatan bahan tiang dalam menahan beban momen.

### 2.10.3 Perhitungan Beban Lateral (Hu)

$$f = 0{,}82\ \sqrt{\frac{Hu}{D \times Kp \times \gamma}} \quad \text{..... (2.7)}$$

$$H_u = \left(\frac{2My}{e + \frac{2f}{3}}\right) \quad \text{..... (2.8)}$$



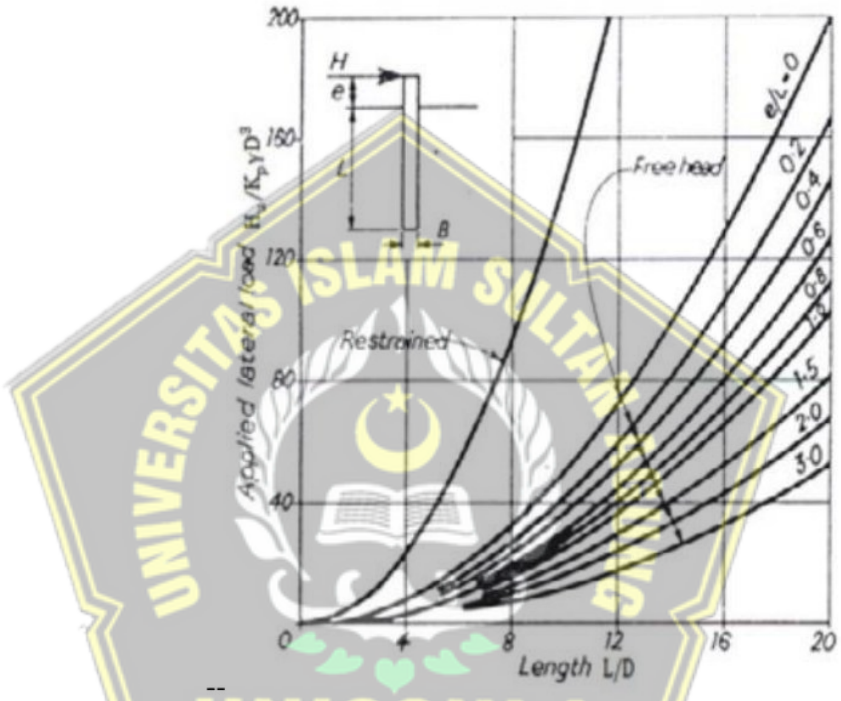
Dipindai dengan CamScanner

$H_{ijin} = \frac{Hu}{SF}$ ..... (2.9)

Tahanan Momen Ultimit Secara Grafik

Tahanan Momen Ultimit = $\frac{Mu}{D^4 x\, \gamma\, x\, Kp}$ .....(2.10)

Selain menggunakan persamaan diatas, nilai beban lateral ($H_u$) untuk pondasi dapat diperoleh berdasarkan kurva Gambar 2.2 untuk tiang pendek dan kurva Gambar 2.3 untuk tiang panjang yang berasal dari persamaan berikut ini:

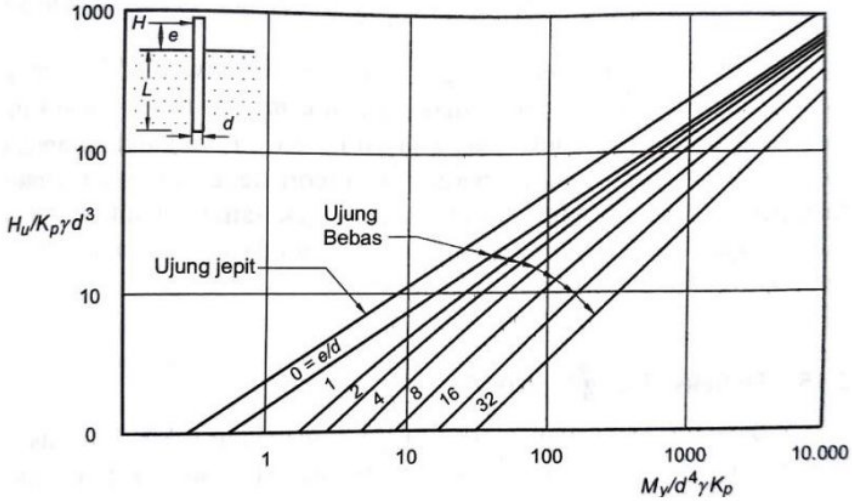



--

**Gambar 2.2** Kapasitas Beban Lateral Tiang Pendek (Tomlinson,1997)



Dipindai dengan CamScanner




**Gambar 2.3** Kapasitas Beban Lateral Tiang Panjang

(Tomlinson, 1977)

UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG
UNISSULA
جامعة سلطان أجونج الإسلامية



Dipindai dengan CamScanner

# BAB III
# METODE PENELITIAN

## 3.1 Pendahuluan

Dalam tugas akhir yang perlu di perhatikan adalah metode penelitian. Dalam tugas akhir ini tujuan mengetahui daya dukung aksial dan lateral fondasi tiang *bored pile* dari Proyek Pembangunan *Queen City Mall & Apartment* Semarang dengan menggunakan aplikasi Allpile dan *PDA test* selanjutnya dilihat mana hasil grafik yang cenderung hiperbola dan langkah berikutnya menginterpretasikan data beban dan penurunan dengan metode Davisson dan Chin untuk mengetahui daya dukung aksial fondasi, sedangkan untuk mengetahui daya dukung lateral menggunakan metode Broms.

## 3.2 Langkah Analisa Hasil Pengujian Tes PDA

Untuk melakukan tes PDA di butuhkan langkah-langkah sebagai berikut :

1. Pengumpulan Data

   Dalam tes PDA fondasi tiang bor dilakukan pengumpulan data-data yang berkaitan dengan data sekunder yang di dapatkan oleh PT. Cipta Prima Sejahtera.

2. Metode Pelaksanaan Tes PDA

   Pengujian tiang dilakukan dengan menempatkan 2 pasang sensor secara berlawanan. Sensor pertama terdiri dari pengukur regangan (*strain transducer*) dan pengukur percepatan (*accelomete*) sensor tersebut dipasang pada bawah kepala tiang atau jarak minimal dari kepala tiang ke *transducer* 1,5D – 2D, sebagaimana yang dimaksud D disini adalah diameter dari tiang bor tersebut sehingga pada saat bertumbukan ada jarak bebas. Dampak dari tumbukan *hammer* dapa kepala tiang, sensor akan mampu menangkap gerakan yang timbul dan mengubahnya menjadi sinyal listrik yang di rekam, kemudian di proses



Dipindai dengan CamScanner

menggunakan *Pile Drive Analyzer* model PAX. Hasil dari PDA tes akan di teruskan lebih detail menggunakan CAPWAP.

3. Metode Analisis Data

Data yang di peroleh dari uji tes PDA akan di lanjutkan lebih mendetail melalui aplikasi CAPWAP dan di uraikan agar lebih jelas. CAPWAP atau *Case Pile Wave Analysis Program* merupakan analisa lanjutan yang dilakukan bersama dengan pengujian PDA dengan menggunakan metode *signal matching analysis*. CAPWAP adalah program aplikasi yang memasukkan data gaya (*force*) dan kecepatan (*velocity*) yang diukur oleh PDA. Analisa ini menggunakan data yang diperoleh dari uji tes PDA untuk memberikan hasil yang lebih mendetail. Berdasarkan analisa CAPWAP, pengujian data PDA akan mendapatkan tambahan informasi berupa tahanan ujung fondasi tiang tunggal, tahanan friksi pondadi tunggal, dan simulasi statik *loading test*. Kegunaan program CAPWAP ini untuk memperkirakan distribusi dan besarnya gaya perlawanan tanah total sepanjang tiang berdasarkan modelisasi sistem tiang-tanah yang dibuat dan memisahkannya menjadi bagian perlawanan dinamis dan statis.

Hasil keluaran dari CAPWAP antara lain :

1. Daya Dukung Aksial Tiang (Ru-ton)

   Perkiraan daya dukung aksial tiang dilakukan dengan *case method*. Berdasarkan kurva F dan V yang di peroleh, diperkirakan daya dukung aksial tiang yang di uji terdiri dari tahanan ujung dan lengketan. Hasil PDA yang selanjutnya di analisa dengan CAPWAP juga menghasilkan distribusi daya dukung tanah sepanjang tiang dan simulasi pembebanan statik.

   Kriteria penerimaan hasil Ru yaitu Qu (daya dukung ultimit tiang hasil CPT/SPT) ≤ Ru (daya dukung ultimit tiang hasil PDA).

2. Integritas tiang/kutuhan tiang (BTA - %) dan lokasi kerusakan dibawah sensor (LTD-m) output kuantitas BTA (beta) yaitu estimasi beberapa kerusakan tiang. Skala beberapa kerusakan tiang



Dipindai dengan CamScanner

yang berdasarkan Pile dynamics, Inc., sebagaimana pada Tabel 3.1 dibawah ini :

**Tabel 3.1** Tabel Penilaian Kerusakan Tiang

| BTA (%) | Penilaian |
|---|---|
| 100 % | Tidak ada kerusakan |
| 80-99% | Kerusakan ringan |
| 60-70% | Kerusakan serius |
| <60% | Patah |

Umumnya, kerusakan pada tiang diindikasi dengan BTA yang kurang dari 100%. Output kuantitas LTD memberi estimasi lokasi kerusakan tiang dari lokasi transducer. Konsekuensi dari kerusakan tiang bergantung pada struktur dan fungsi, kondisi pembebanan, kondisi lingkungan, manufaktur tiang dan lokasi kerusakan. Maka, dalam memberikan penilaian adanya indikasi kerusakan tiang harus untuk berhati-hati.

3. Penurunan maksimum tiang (Dx-mm) dan penurunan permanen (DFN-mm)

Performa analisa CAPWAP berdasarkan parameter resistensi final dan analisa statik dengan parameter ini menghasilkan simulasi beban statik tiang vs penurunan tiang. Sampai saat ini, belum ada kriteria yang jelas mengenai penerimaan dari penurunan tiang pada output PDA test. Seperti pada studi yang dilakukan H. Hussein, Hussein & T. Slash, Kais (2009), dari hasil studinya di dapatka hasil korelasi yang baik antara *settlement* dari *static load test* dengan settlement dari PDA test.

Dengan korelasi tersebut, dapat diasumsikan bahwa kriteria penerimaan hasil *settlement* dari *static load test* sama dengan kriteria penerimaan hasil *settlemnt* dari PDA test. Menurut ASTM D1143, secara umum kriteria penerimaan penurunan maksimum tiang yaitu :



Dipindai dengan CamScanner

➢ **Untuk Tiang Lebar atau ø < 610 mm**

$Sf = S + (4.00 + 0.008D)$ .....(3.1)

Dimana :

Sf = penurunan maksimum tiang (mm)

S = penurunan elastisitas tiang (mm)

➢ **Untuk tiang lebar atau ø > 610 mm**

$$S = \frac{(Q_{wp}+\xi Q_{ws})L}{A_p E_p} \quad \text{..... (3.2)}$$

Dimana :

$Q_{wp}$ = kapasitas daya dukung ujung tiang

$Q_{ws}$ = kapasitas daya dukung tahanan kulit tiang

$\xi$ = 0,5 untuk tanah lempung / 0,67 untuk tanah pasir

L = panjang tiang

$A_p$ = luas penampang tiang

$E_p$ = modulus elastisitas material tiang

Sedangkan penurunan permanennya tidak melebihi $S_p$ = D/120+4mm atau $1/4$ penurunan maksimumnya dipilih mana yang paling besar (BD, 2004). Berikut ada 3 analisis data yang dilakukan:

1. Data daya dukung ultimit tiang (Qu) dari hasil CPT/SPT diperbandingkan dengan daya dukung ultimit tiang (Ru) dari hasil PDA test. Jika Qu ≥ Ru, maka daya dukung tiang aman atau kemungkinan mengalami kelebihan beban.
2. Menganalisa data integritas tiang (BTA) dari hasil PDA test. Jika hasil dari BTA > 80% maka tiang tidak terlalu banyak memiliki kerusakan, tetapi jika BTA < 80% maka kerusakan pada tiang cukup serius.
3. Menganalisa data penurunan maksimum tiang (Dx) dan penurunan permanen tiang (DFN). Jika hasil dari Dx < $S_f$ atau DFN < $S_p$ maka penurunan tiang masih bisa untuk ditoleransi,



Dipindai dengan CamScanner

tetapi jika Dx > $S_f$ atau DFN > $S_p$ maka penurunan tiang terjadi berlebihan sehingga kurang aman.

## 3.3 Langkah Analisa Data Menggunakan Aplikasi Allpile

*Software* ini digunakan dalam bidang geoteknik guna menganalisis kapasitas pembebanan fondasi secara akurat. Aplikasi Allpile merupakan aplikasi yang dirancang untuk perhitungan fondasi, baik itu *bored pile* maupun pancang. Penggunaan aplikasi Allpile dalam pengerjaan laporan tugas akhir ini berguna untuk mendapatkan hasil dari daya dukung fondasi yang akan dilakukan perbandingan dengan hasil dari tes PDA dengan langkah sebagai berikut:

1. Pengumpulan Data

   Dalam metode pengumupulan data ini yang diambil adalah data primer dan data sekunder, dimana data ini diperoleh dari uji lapangan, pengolahan data penyelidikan data tanah dari PT. Cipta Prima Sejahtera dan beberapa sumber yang telah ada.

   a. Deskripsi umum

      Proyek pembangunan ini berada pada Jl. Pemuda nomor 35, Pandansari, Kecamatan Semarang Tengah, Kota Semarang, Jawa Tengah. Fondasi yang digunakan dalam proyek ini adalah fondasi borepile dengan diameter 600 mm, 800 mm dan 1000 mm.

   b. Fondasi yang diuji

      Pada laporan tugas akhir ini menganalisa fondasi *bored pile* pada titik BP-379 dengan diameter 80 cm dan BP-749 dengan diameter 100 cm.

   c. Standar referensi

      Dalam pengerjaan tugas akhir ini, analisa dan pembebanan menggunakan SNI 8460-2017 tentang persyaratan perancangan geoteknik.



Dipindai dengan CamScanner

2. Metode Analisa Data

Analisis yang dilakukan beradasarkan data primer dan data sekunder, kemudian data tersebut di uraikan agar mudah untuk dianalisa dengan melakukan beberapa penelitian yang mengacu pada parameter yang telah ditentukan.

3. Metode Pengolahan

Data tanah *bor log* yang di dapatkan dari uji lapangan di uraikan kembali menjadi lebih sederhana dan dikelompokkan menurut klasifikasinya, dalam penggunaan aplikasi Allpile data yang dimasukkan cenderung lebih mudah untuk dipahami seperti yang terlihat pada Tabel 3.2 berikut ini

**Tabel 3.2** Deskripsi Data Tanah

| Depth (m) | N-SPT | Deskripsi |
|---|---|---|
| 0-1,5 | 4 | Gravelly clay |
| 1,5-5,5 | 6 | Sandy clay |
| 5,5-6 | 2 | Clay |
| 6-9 | 2 | Clay |
| 9-10 | 2 | Clay |
| 10-13 | 2 | Clay |
| 13-14 | 2 | Clay |
| 14-17,5 | 5 | Clay |
| 17,5-18 | 11 | Clay |
| 18-20 | 18 | Clay |
| 20-22 | 14 | Clay |
| 22-24 | 13 | Clay |
| 24-26 | 17 | Clay |
| 26-29 | 19 | Clay |
| 29-30 | 35 | Sandy clay |
| 30-32 | 24 | Sandy clay |
| 32-34,5 | 46 | Clay |



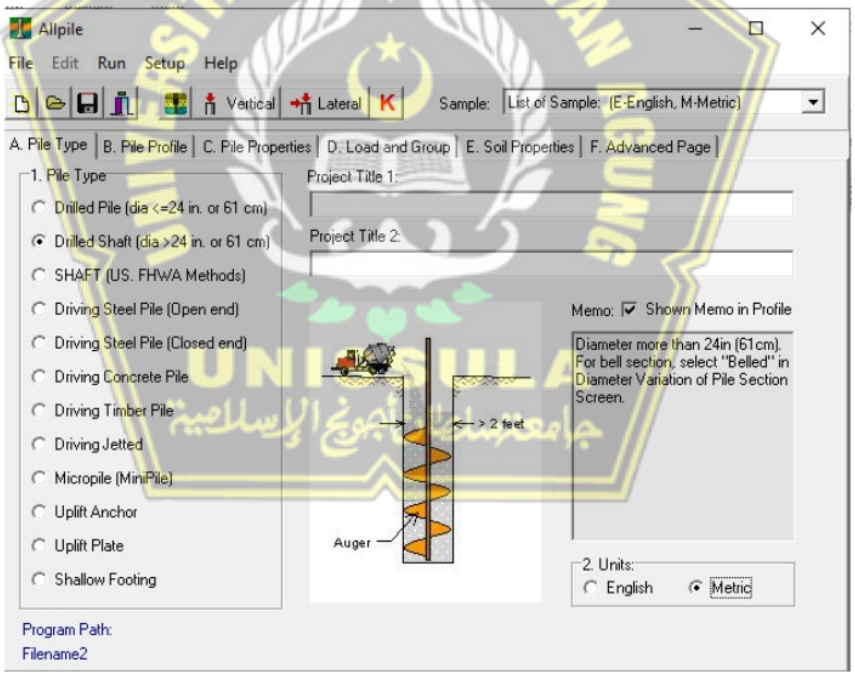
Dipindai dengan CamScanner

| | | |
|---|---|---|
| 34,5-36 | 45 | Sandy clay |
| 36-38 | 50 | Sandy clay |
| 38-40 | >50 | Sandy clay |

Berikut merupakan langkah analisis *input* data pada aplikasi Allpile :

- Allpile v6.5E

  Pertama, buka aplikasi Allpile untuk menjalankan analisis data. Selanjutnya akan muncul jendela *New Project*. Lanjutkan dengan mengisi data awal meliputi *Project Title*, *Pile Type*, dan *Units*. Untuk kolom pile type sendiri, pilih bagian *drilled shaft* (dia > 24 in. or 60 cm) selanjutnya klik pada kanan bawah pilihan *Units* pilih *Metric*. Untuk lebih jelasnya bisa dilihat pada Gambar 3.1 dibawah ini.

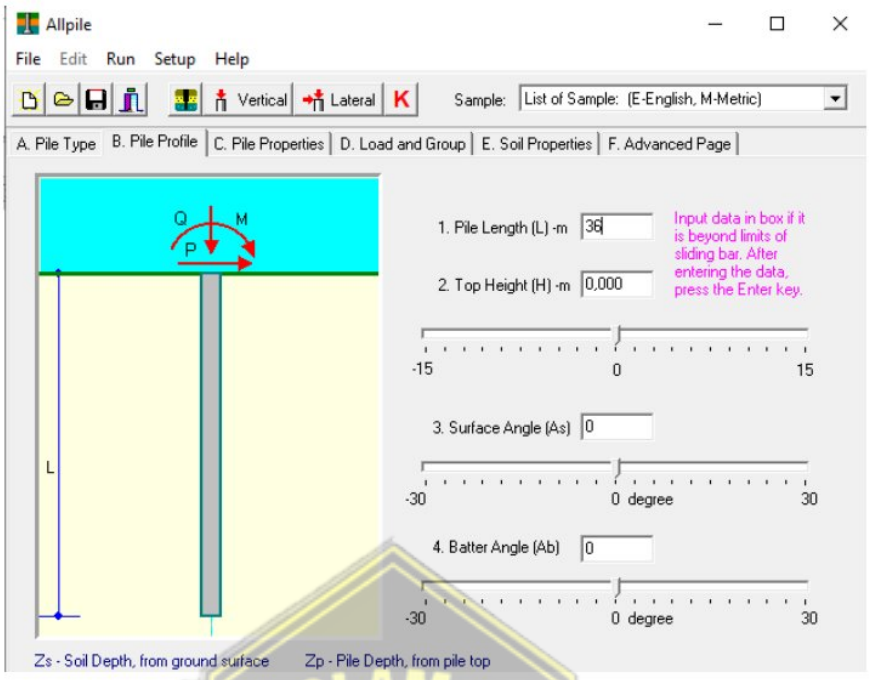



**Gambar 3.1** Jendela *Pile Type*

Lanjutkan dengan klik tab *pile profile*, kemudian masukkan kedalaman fondasi pada pilihan *pile length*. Untuk lebih jelasnya bisa dilihat pada Gambar 3.2 diberikut ini.

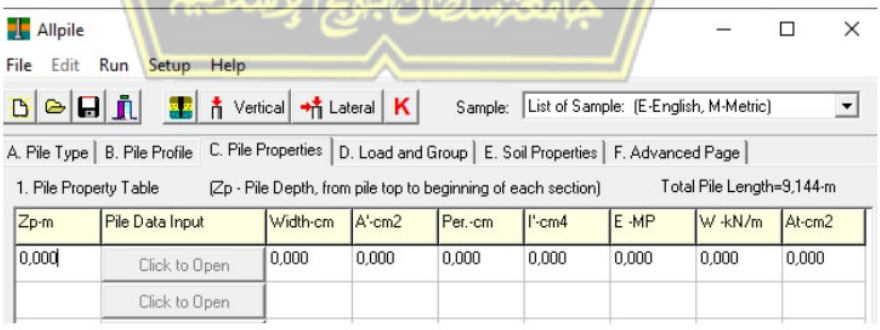


Dipindai dengan CamScanner




**Gambar 3.2** Jendela *Pile Profile*

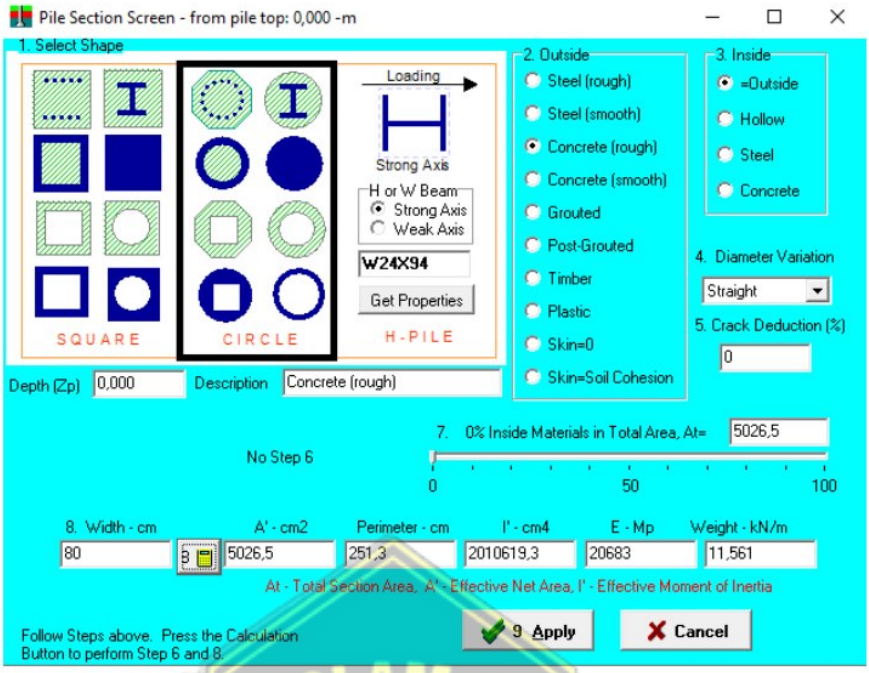
Kemudian klik pada tab *pile properties*, selanjutnya klik pada *pile* data input kemudian akan muncul jendela baru. Pada pilihan *select shape* pilih *circle* karena fondasi berbentuk lingkaran. Pada pilihan *outside* pilih *concrete*, dan pada pilihan *inside* pilih =outside. Pada kolom *width* diisi kedalaman fondasi, selanjutnya klik ikon kalkulator pada layar atau bisa di sebut *calculate*. Untuk lebih jelasnya bisa dilihat pada Gambar 3.3 dan Gambar 3.4 berikut ini.




**Gambar 3.3** Jendela *Pile Properties*



Dipindai dengan CamScanner

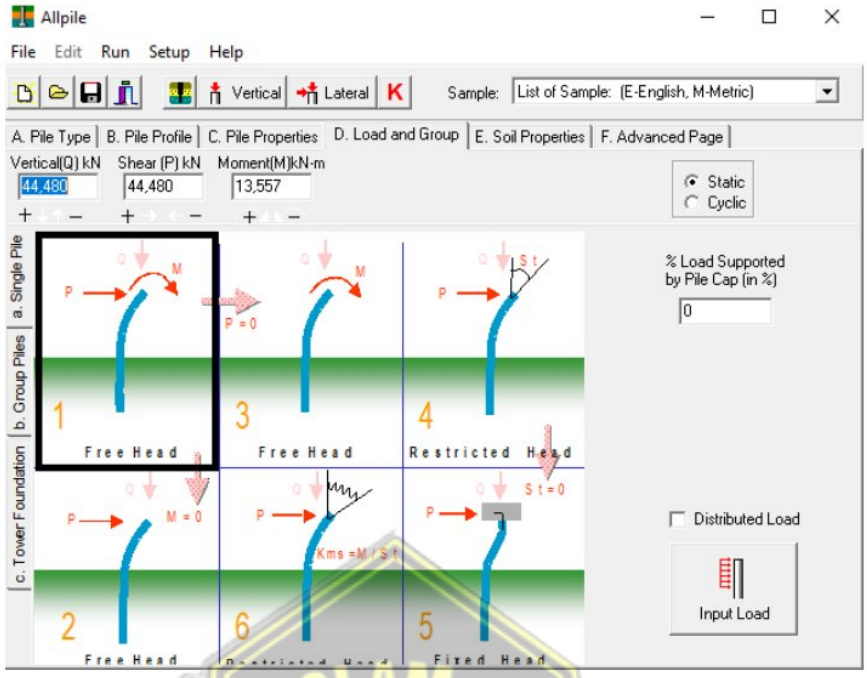



**Gambar 3.4** Jendela *Pile Properties*

Pada tab *pile properties* pada *pile data input* klik *click to open* kemudian akan muncul tab baru *pile section screen* pada pilihan *select shape* pilih *circle* karena fondasi yang digunakan berupa *bored pile* bentuk lingkaran. Selanjutnya pada pilihan *outside* pilih *concrete* karena material yang digunakan berupa beton. Selanjutnya pada pilihan *width* masukkan diameter *bored pile* lalu klik *calculate*. Selanjutnya klik *apply* seperti yang terlihat pada Gambar 3.5 dibawah ini.

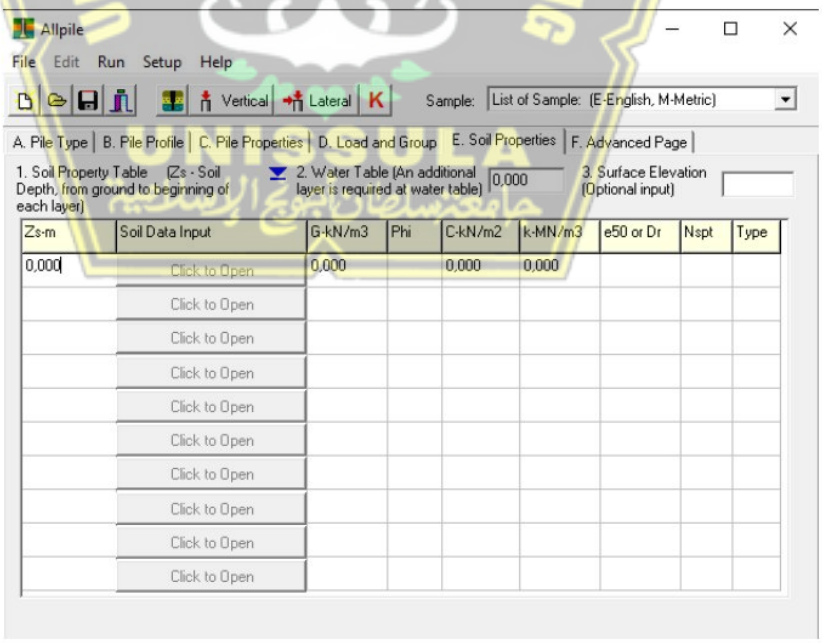


Dipindai dengan CamScanner




**Gambar 3.5** Jendela *Load and Group*

Lanjutkan pada tab *load and group*, akan muncul jenis fondasi dan jenis pembebanan. Dalam analisa ini, pilih jenis fondasi *single pile* dan jenis jenis pembebanan *fixed head*. Dan pada kolom *vertical*, *shear* dan *moment* diisikan beban rencana seperti yang terlihat pada 3.6 dan 3.7

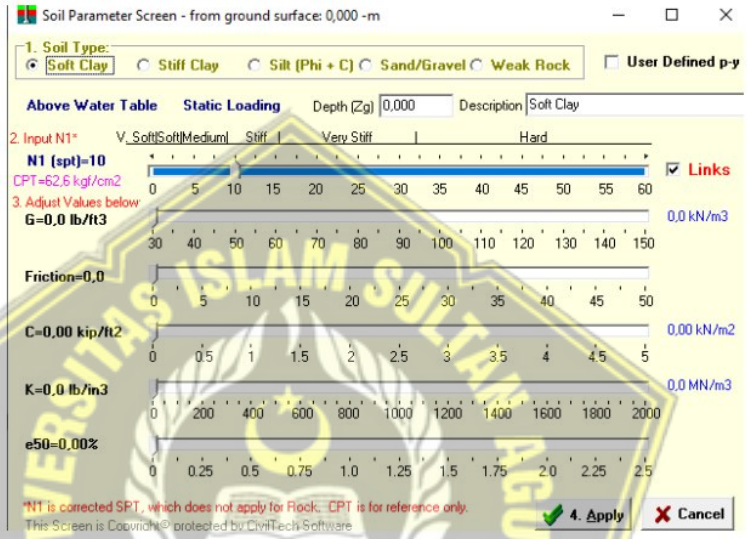



**Gambar 3.6** Jendela *Soil Properties*



Dipindai dengan CamScanner

Selanjutnya pada tab *soil properties*. Dimana pada tab ini, dilakukan pengisian data tanah dengan data deskripsi tanah pada Tabel 3.2, mulai dari kedalaman, konsistensi tanah, dan nilai N-SPT tanah. Kemudian dimasukkan data nilai massa jenis (G-kN/m$^3$), sudut geser dalam (Phi), dan nilai kohesi (c-kN/m$^2$) sesuai dengan properties tanah yang digunakan sebagai acuan. Lebih jelasnya bisa dilihat pada Gambar 3.8 berikut ini

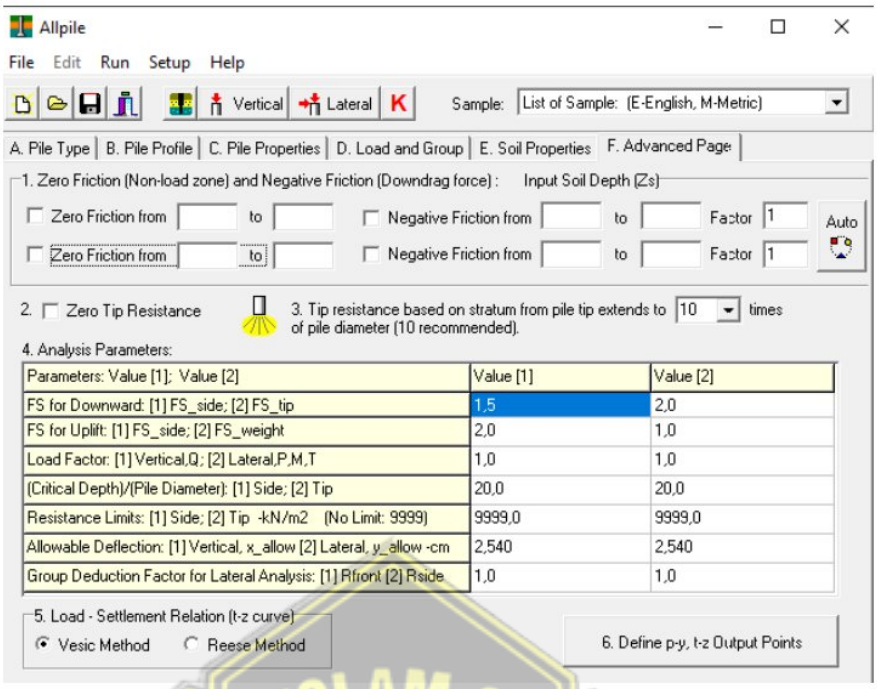



**Gambar 3.7** Jendela *Soil Properties*

Kemudian di lanjutkan pada tab *Advanced page*. Dimana dalam jendela ini akan ditampilkan kolom tentang *Zero Friction and Negative Friction*, dan kolom *Analysis Parameter*. Berdasarkan kolom Analysis *Parameter*, nilai *safety factor* sudah di tentukan pada data tanah yaitu 3 seperti yang terlihat pada Gambar 3.8 berikut ini.



Dipindai dengan CamScanner




**Gambar 3.8** Jendela *Advenced Page*

Setelah tahap input dan analisis menggunakan *software* Allpile selesai, maka di dapatkan hasil *output* berupa nilai daya dukung total (Q*ult*), daya dukung ijin (Q*allow*), Daya dukung ujung (Q*tip*, Daya dukung selimut (Q*side*), dan nilai total penurunan (X*all*). Berdasarkan hasil analisis ini kemudian dijadikan kurva yang dibandingkan dengan kurva dari hasil uji tes PDA.

## 3.4 Interpretasi beban

### 3.4.1. Perhitungan Statik Interpretasi Beban

Setelah mendapatkan grafik dengan bentuk kurva yang lebih baik,selanjutnya dilakukan perhitungan statik interpretasi beban menggunakan metode Davisson dan Chin yang tahapannya sebagai berikut:

1. Metode Davisson
   - Gambar kurva *load vs settlement*.
   - Tentukan persamaan elastis dengan menggunakan berikut ini:



Dipindai dengan CamScanner

$$\frac{Se}{Q} = \frac{L}{A_P.E_P} \quad \text{..... (3.3)}$$

Dimana :

$S_e$ = penurunan elastis

Q = beban yang diberikan

L = panjang tiang

$A_p$ = luas penampang tiang

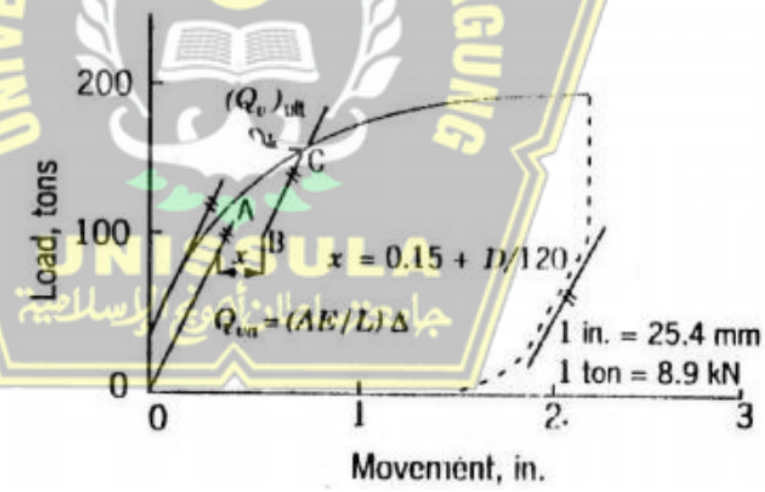
$E_p$ = modulus elastisitas tiang

- Gambar garis OA menggunakan (Persamaan 3.3)
- Gambar garis BC yang sejajar dengan garis OA dengan jarak sejauh x.

  x = 0,15+D/120 inch ..... (3.4)

  D merupakan diameter tiang dalam satuan inch.
- Perpotongan garis kurva *load vs settlement* dan garis BC merupakan daya dukung *ultimate*.

Kurva metode Davisson seperti pada Gambar 3.9 berikut ini.




**Gambar 3.9** Kurva Metode Davisson



Dipindai dengan CamScanner

2. Metode Chin

Jika Deformasi geser dan kurva *load* dengan *settlement* akan berbentuk hiperbola, maka gravik *settlement/load* dengan *settlement* akan membentuk garis lurus yang letaknya miring.

Perhitungan dengan menggunakan metode Chin untuk mencapai beban ultimit adalah sebagai berikut :

a. Gambar kurva antara rasio penurunan terhadap beban (s/Q) terhadap penurunan. S yang tertera disini di maksudkan penurunan dan Q merupakan beban.
b. Garis lurus yang di wakilkan titik-titik di gambarkan dengan persamaan $s/Q=c_1.s+c_2$.
c. $C_1$ dari kemiringan garis telah di tentukan.
d. $1/c_1$ adalah beban ultimit.

Metode Chin mengasumsikan bahwa kurva beban penurunan yang terbentuk mendekati *hyperbolic*. Komponen yang membentuk kurva beban penurunan tersebut adalah dengan membagi penurunan beban dan mengeplot nilai tersebut dengan penurunan.

Setelah beberapa nilai diplotkan, nilai yang jatuh di tarik garis lurus. Invers dari kemiringan garis merupakan nilai dari beban ultimit dari Metode Chin.

$$Qu = \frac{1}{c_1} \quad \text{..... (3.4)}$$

Dengan Keterangan :

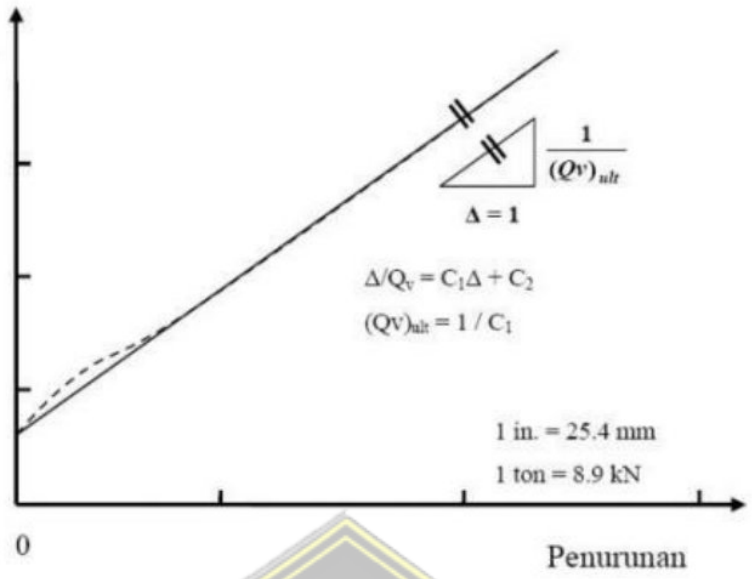
Qu = daya dukung ultimit atau kapasitas (ton)

$C_1$ = kemiringan dari garis lurus ($ton^{-1}$)

Dari Metode Chin sendiri memiliki kelemahan yaitu apabila hubungan yang terbentuk dari kurva $\frac{\delta}{Q}\ vs\ \delta$ tidak membentuk garis lurus maka Q*ult* yang dihasilkan akan berbeda jauh dengan kenyataan yang terjadi di lapangan. Menurut pendapat Fellenius (1980) dan Goble dkk (2000), metode Chin sendiri menghasilkan beban ultimate paling besar diantara metode-metode lain. Kurva metode Chin terlihat seperti pada Gambar 3.10 berikut ini.



Dipindai dengan CamScanner




**Gambar 3.10** Kurva Metode Chin

3. Metode Broms

Perhitungan statik yang digunakan untuk menentukan daya dukung lateral fondasi pada laporan tugas akhir ini adalah metode Broms

$$Hu = \left( \frac{2My}{e + 0{,}54\ x \sqrt{\frac{Hu}{D \times Kp \times \gamma}}} \right) \quad \text{..... (3.5)}$$

Keterangan :

Hu = Daya Dukung Lateral (kN/m$^2$)

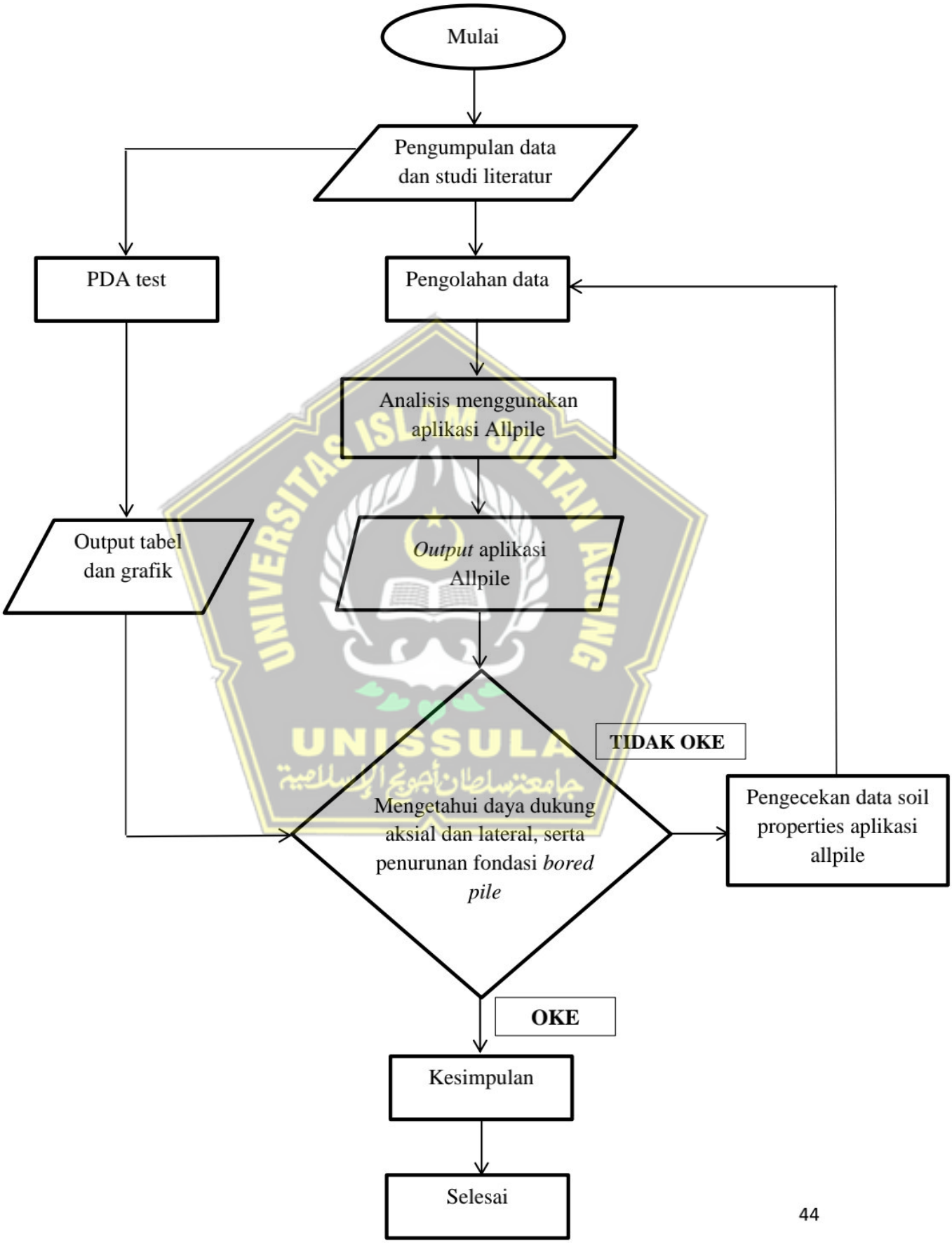
Kp = Koefisien Tanah

My = Momen (kN.m)



Dipindai dengan CamScanner

**Diagram Alur Penelitian**






Dipindai dengan CamScanner

# BAB IV
# HASIL DAN PEMBAHASAN

## 4.1 Tinjauan Umum

Pada bab ini akan disajikan hasil 3 data yang diperoleh dari hasil *Pile Driver Analyzer Test* (Uji PDA), perhitungan statik pada fondasi titik 379 dan 749, serta hasil *running* dari aplikasi Allpile. fondasi yang diuji memiliki konfigurasi panjang fondasi 36,9 m dan 39,9 m serta diameter 80 m dan 100 m. Kedua titik tersebut merupakan *sample* pengujian fondasi bored pile berdasarkan daya dukungmya untuk mewakili kekuatan fondasi dengan diameter yang sama pada Proyek *Queen City Mall & Apartment*.

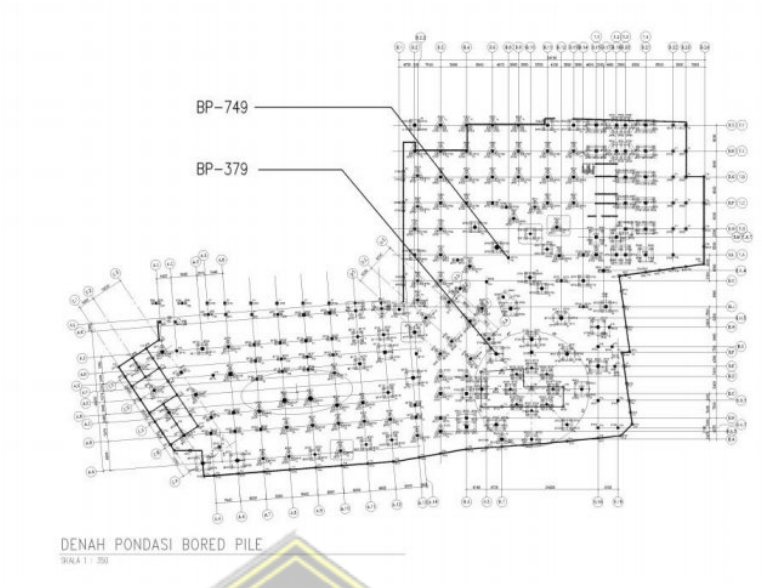
Hasil analisa dari ketiga cara untuk memperoleh daya dukung fondasi akan dikomperasikan dan disimpulkan apakah uji PDA revelan dengan ilmu pengetahuan tentang fondasi. Sehingga kita dapat mengetahui daya dukung yang valid apakah sesuai dengan beban yang telah direncanakan.

### 4.1.1 Fondasi *Bored Pile*

Fondasi yang digunakan pada *Proyek Queen City Mall & Apartment* adalah fondasi *bored pile* dengan diameter 100 cm dengan kedalaman 39,9 meter dan diameter 80 cm dengan kedalaman 36,9 m. Gambar detail fondasi dapat dilihat pada Gambar 4.1 berikut ini.



Dipindai dengan CamScanner




**Gambar 4.1** Fondasi *Bored Pile* BP-749 dan BP-379

Desain fondasi *bored pile* tersebut merupakan hasil perencanaan konsultan perencana yang telah disetujui oleh *owner*.

### 4.1.2 Tanah

Data tanah yang didapatkan pada Proyek *Queen City Mall & Apartment* berupa data N-SPT dari hasil bor log dengan parameter tanah yang menyesuaikan dengan studi literatur pada sekitar lokasi tersebut. Data N-SPT dan parameter tanah dapat dilihat pada Tabel 4.1 dibawah ini.

**Tabel 4.1** Data N-SPT dan Parameter Tanah

| Kedalaman (m) | N-SPT | Konsistensi | Rata-rata N-SPT | ɣ (kN/m$^3$) | Ø ($^{\alpha}$) | C (kN/m$^2$) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 0-1,5 | 2 | Gravelly clay | 2 | 7,5 | 26,1 | 6 |
| 1,5-5,5 | 6 | Sandy clay | 5 | 25,9 | 27,6 | 15 |
| 5,5-6 | 2 | Clay | 2 | 7,5 | 0 | 12 |
| 6-9 | 2 | Clay | | | | |
| 9-10 | 2 | Clay | | | | |



Dipindai dengan CamScanner

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 10-13 | 2 | Clay | | | | |
| 13-14 | 2 | Clay | 13 | 119,6 | 0 | 76 |
| 14-17,5 | 5 | Clay | | | | |
| 17,5-18 | 11 | Clay | | | | |
| 18-20 | 18 | Clay | | | | |
| 20-22 | 14 | Clay | | | | |
| 22-24 | 13 | Clay | | | | |
| 24-26 | 17 | Clay | | | | |
| 26-29,5 | 19 | Clay | | | | |
| 29,5-32,5 | 35 | Sandy clay | 35 | 446,2 | 35,8 | 104,4 |
| 32,5-34,5 | 24 | Clay | 24 | 272,6 | 0 | 140,6 |

Tabel 4.1 diatas merupakan hasil N-SPT dari data proyek, sedangkan nilai koefisien parameter tanah yaitu ɣ (masa jenis tanah), ø (sudut geser dalam) dan c (kohesi tanah) yang dibutuhkan untuk analisis menggunakan aplikasi Allpile yang didapatkan dari hasil kalkulasi secara otomatis pada aplikasi allpile.

## 4.2 Analisis Hasil Tes PDA

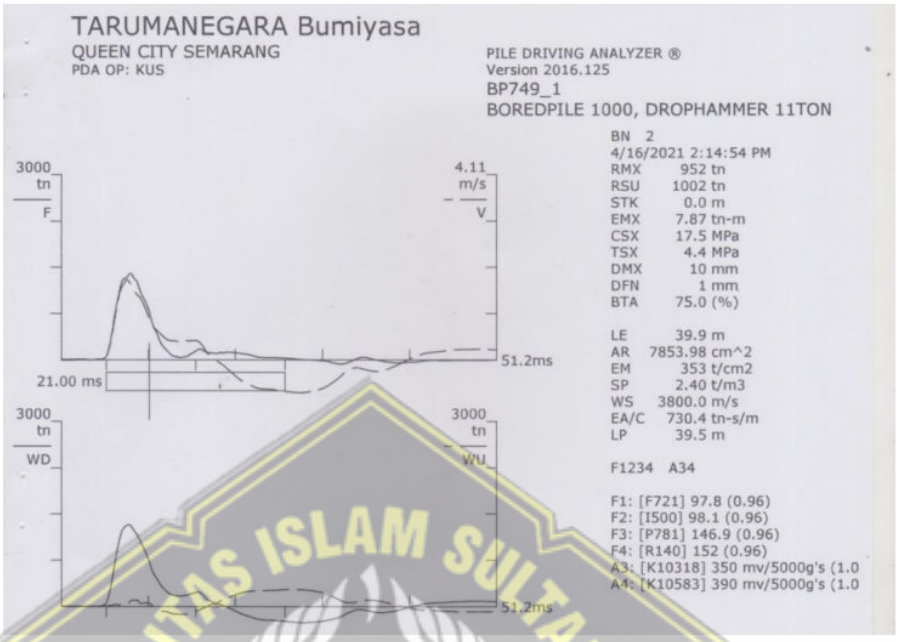
Analisis Tes PDA (Pile Drive Analyzer) menggunakan progam analisis lanjutan yaitu analisa CAPWAP (*Case Pile Wave Analysis Progam)*. Input yang di analisa oleh progam CAPWAP yang berasal dari tes PDA antara lain daya dukung tiang (RMX), energi penurunan (EMX), penurunan tiang (DFN) dan lain sebagainya.

Sedangkan hasil *output* dari analisa CAPWAP (*Case Pile Wave Analysis Progam*) sendiri yaitu berupa hasil transfer beban pada tiang, perilaku relative tanah disekitar, kapasitas selimut fondasi dan ujung tiang fondasi, tegangan tekan dan tegangan tarik sepanjang fondasi serta penurunan fondasi. Data dari hasil PDA tes sendiri dapat dilihat pada Gambar 4.2 untuk diameter 100 cm, Gambar 4.3 untuk diameter 80 cm dibawah ini, sedangkan untuk hasil analisis CAPWAP diameter 100 cm

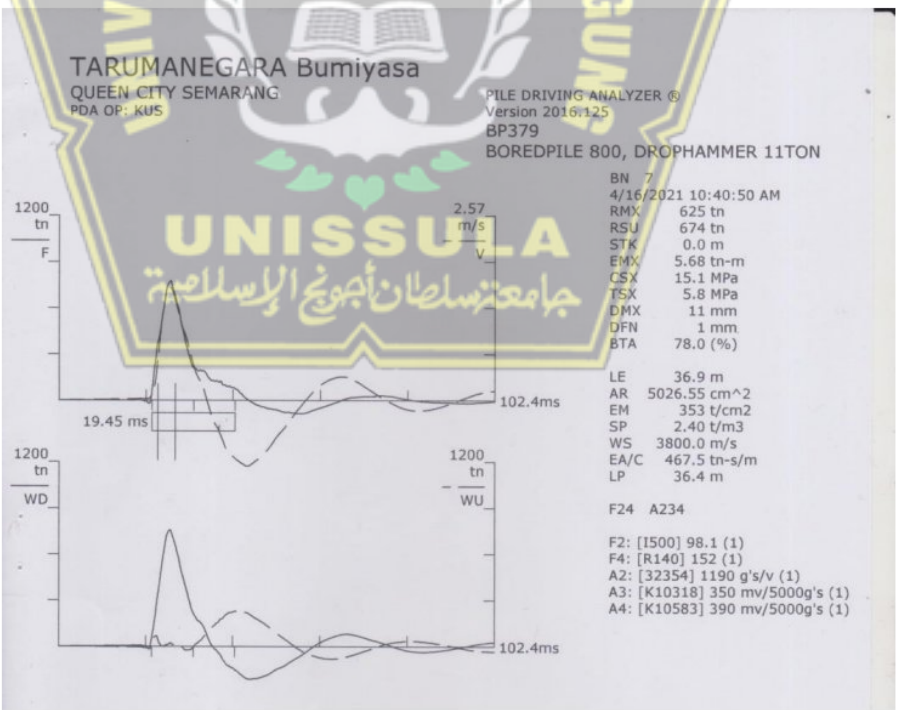


Dipindai dengan CamScanner

dapat dilihat pada Gambar 4.4 dan hasil analisis CAPWAP diameter 80 cm dapat dilihat seperti Gambar 4.5 berikut ini.



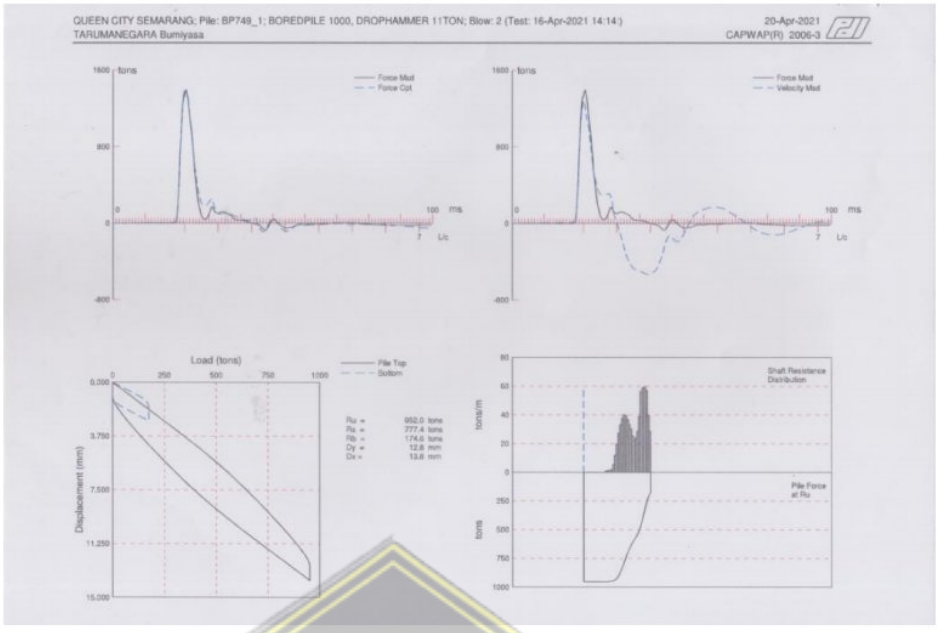

**Gambar 4.2** Hasil Analisis Uji Tes PDA Diameter 100 cm



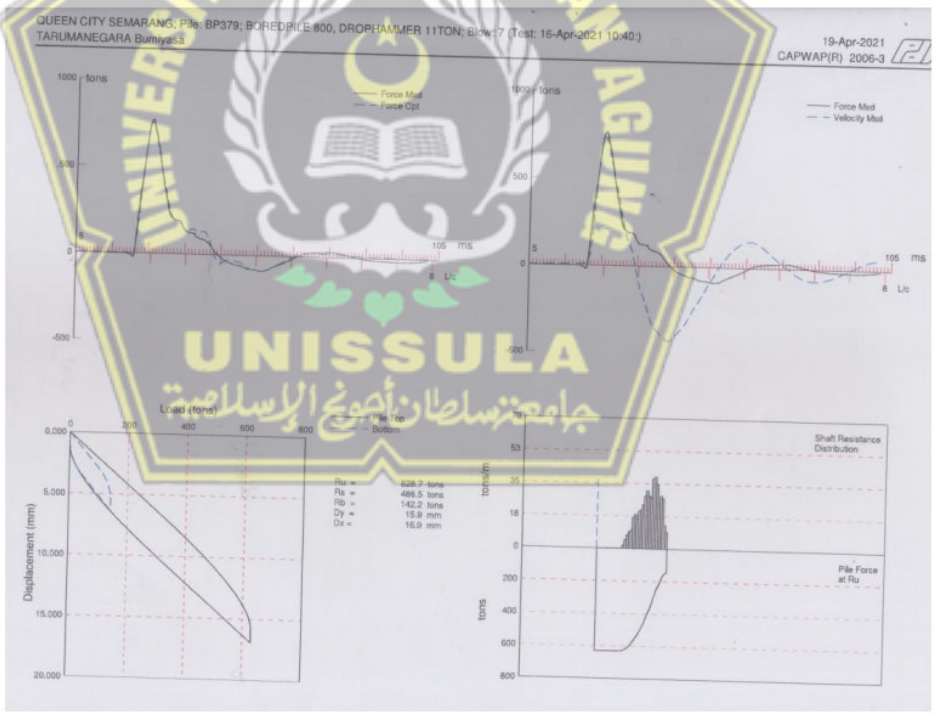

**Gambar 4.3** Hasil Analisis Uji PDA Diameter 80 cm



Dipindai dengan CamScanner




**Gambar 4.4** Hasil Analisis CAPWAP Diameter 100 cm




**Gambar 4.5** Hasil Analisis CAPWAP Diameter 80 cm



Dipindai dengan CamScanner

Berikut merupakan keterangan kode analisis dari Gambar 4.2 sampai dengan Gambar 4.5 yang tercantum pada Tabel 4.2.

**Tabel 4.2** Keterangan Kode Analisis

| Kode | Keterangan | Tiang: BP 749 | Tiang: BP 379 |
|---|---|---|---|
| BN | Pukulan | 2 | 7 |
| RMX | Daya dukung tiang [ton] | 952 | 625 |
| RSU | Kapasitas Tiang Ultimit | 1002 | 674 |
| EMX | Energi maksimum yang ditransfer [tonm] | 7.87 | 5.68 |
| DMX | Penurunan maksimum [mm] | 10 | 11 |
| DFN | Penurunan permanen [mm] | 1 | 1 |
| LE | Panjang tiang dibawah instrumen [m] | 39.9 | 36.9 |
| AR | Luas penampang tiang | 7853.98 | 5026.55 |
| LP | Panjang tiang tertanam [m] | 39.5 | 36.4 |
| Ru | Daya dukung tiang [ton] | 952 | 628.7 |
| Rs | Tahanan selimut [ton] | 777.4 | 486.5 |
| Rb | Tahanan ujung [ton] | 175 | 142.2 |
| Dx | Penurunan total [mm] | 13.8 | 16.9 |

Dari hasil analisa CAPWAP pada fondasi *bored pile* di titik BP 749 yang mempunyai diameter 1,0 m, panjang tiang 41,6 m, panjang penetrasi tiang 39.5 m didapatkan Daya Dukung Selimut 777 ton dan Daya Dukung Ujung 175 ton sehingga mendapatkan Daya Dukung Total sebesar 952 ton dan Penurunan Tiang Total sebesar 13,8 mm. Sedangkan untuk fondasi *bored pile* di titik BP 379 yang mempunyai diameter 0,8 m, panjang tiang 38,2 m, panjang penetrasi tiang 36,4 m didapatkan Daya Dukung Selimut 487 ton, Daya Dukung Ujung 142 ton sehingga mendapatkan Daya Dukung Total sebesar 629 ton dan Penurunan Tiang Total 16,9 Lebih ringkasnya hasil analisa CAPWAP bisa dilihat pada Tabel 4.3 dibawah ini.



Dipindai dengan CamScanner

**Tabel 4.3** Hasil Analisa CAPWAP

| Nomor Tiang | CAPWAP | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Daya Dukung | | | Displacement |
| | Total (ton) | Friksi (ton) | End Bearing (ton) | Total (mm) |
| BP 379 | 629 | 487 | 142 | 16.9 |
| BP 749 | 952 | 777 | 175 | 18.8 |

Dari data-data yang tertera pada Tabel 4.3, bisa dilakukan pembuatan ulang grafik hubungan beban dan penurunan (*load vs displacement*) guna mempemudah proses analis selanjutnya. Pembuatan grafik menggunakan Microsoft Excel dengan metode pendekatan sehingga didapatkan nilai *load vs displacement* seperti yang terlihat pada Tabel 4.4 dibawah ini.

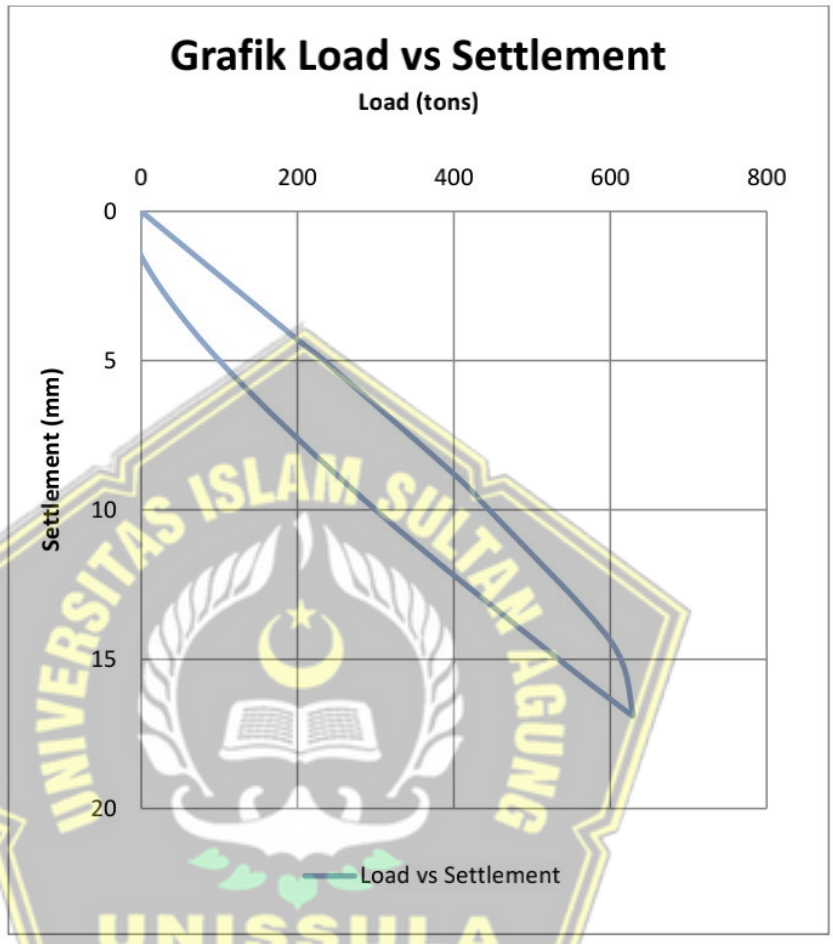
**Tabel 4.4** Tabel Nilai Beban dan Penurunan

| BP 379 | | BP 749 | |
|---|---|---|---|
| Load (tons) | Displacement (mm) | Load (tons) | Displacement (mm) |
| 0 | 0 | 0 | 0 |
| 200 | 4.3 | 250 | 2.6 |
| 234 | 5 | 355 | 3.75 |
| 400 | 8.8 | 500 | 5.5 |
| 445 | 10 | 650 | 7.5 |
| 600 | 14.375 | 750 | 9 |
| 628 | 16.7 | 938 | 12 |
| 628.7 | 16.9 | 952 | 13.8 |
| 628.7 | 16.9 | 952 | 13.8 |
| 534 | 15 | 750 | 11.5 |
| 300 | 10 | 500 | 8.7 |
| 100 | 5 | 250 | 5.625 |
| 0 | 1.5 | 0 | 1.5 |
| 0 | 0 | 0 | 0 |



Dipindai dengan CamScanner

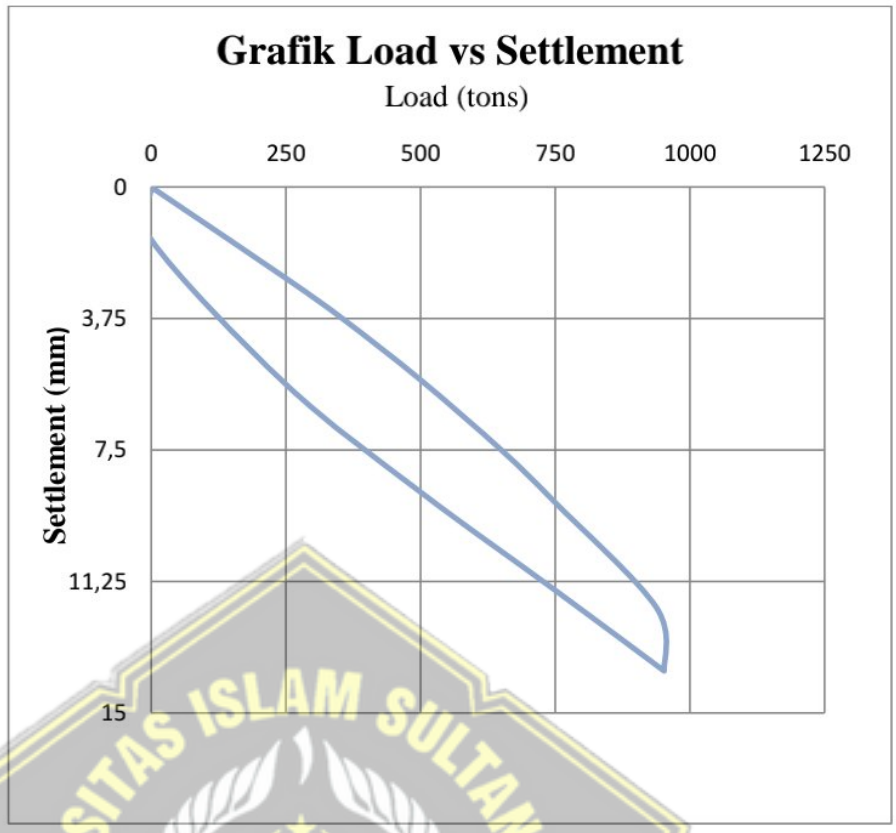
Sehingga didapatkan grafik pembuatan ulang seperti Gambar 4.4 untuk BP 379 dan Gambar 4.5 untuk BP 749 berikut ini.




**Gambar 4.4** Grafik Pembuatan Ulang BP 379



Dipindai dengan CamScanner




**Gambar 4.5** Grafik Pembuatan Ulang BP 749

## 4.3 Analisis Menggunakan Aplikasi Allpile

Permodelan pada aplikasi fondasi berdiameter lebih dari 61 cm yaitu 100 cm (1,0 m) dengan panjang 36 m berbentuk lingkaran dan berbahan *concrete* (*rough*) menggunakan tipe *Drill Shaft*. Data-data yang menyangkut tentang luas permukaan, perimeter, inersia, modulus elastisitas dan berat fondasi dikalkulasi secara otomatis pada aplikasi ini pada saat input data diameter tiang. Kemudian dilanjutkan dengan input data tanah berdasarkan analisa dari nilai NSP-T dan penginputan *safety factor*.

### 4.3.1 Langkah Kerja Analisis Aplikasi Allpile v6.5E

Berikut tahap dalam analisis daya dukung menggunakan aplikasi allpile sebagai berikut :

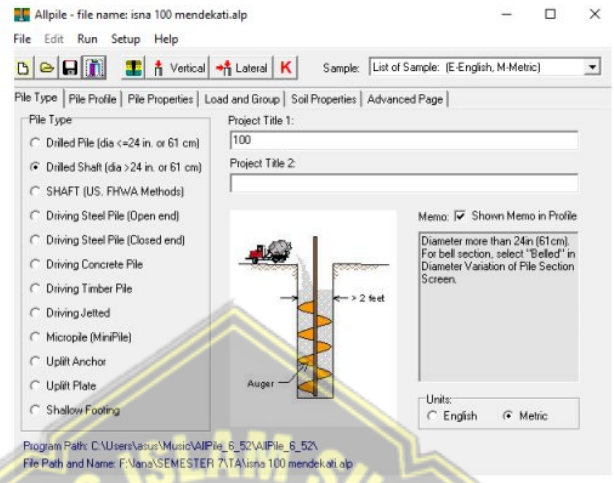
1. *Pile type*

   Dalam tab *pile type* ini, dipilih tipe fondasi berdasarkan jenis dan diameter yang di lapangan yaitu bor berdiameter 100

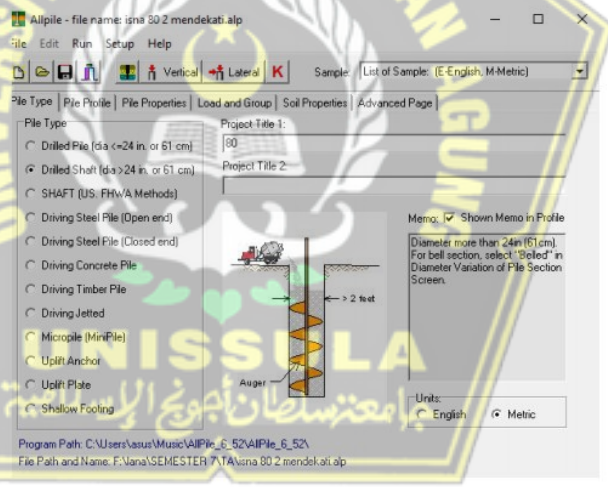


Dipindai dengan CamScanner

cm dan 80 cm. Maka pilih tipe *drilled shaft* (dia >24.in. or 60 cm). Pada pilihan *unit*, pilih *metric* karena menyesuaikan satuan internasional. Seperti yang di cantumkan pada Gambar 4.5 dan 4.6 :




**Gambar 4.5** *Pile Type* Diameter 100 cm




**Gambar 4.6** *Pile Type* Diameter 80 cm

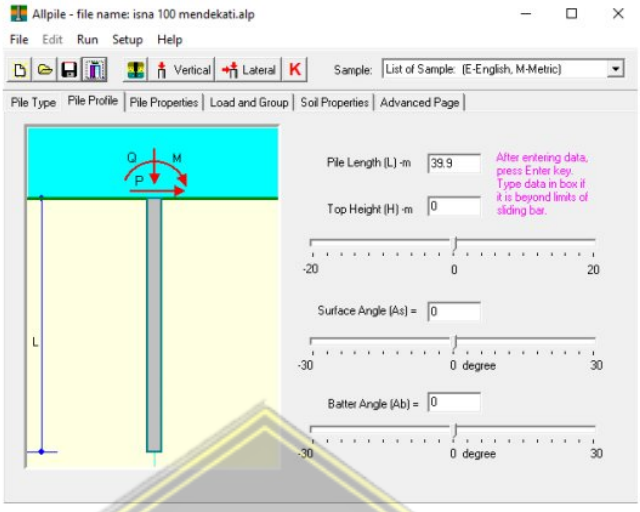
2. *Pile profile*

Pada tab ini, kolom *pile legth* diisi dengan panjang fondasi yaitu 40 m untuk diameter 1m. Pada kolom *top height* diasumsikan permukaan tanah rata maka diisi 0. Pada kolom *surface angle*, permukaan tidak miring atau rata maka diisi 0.

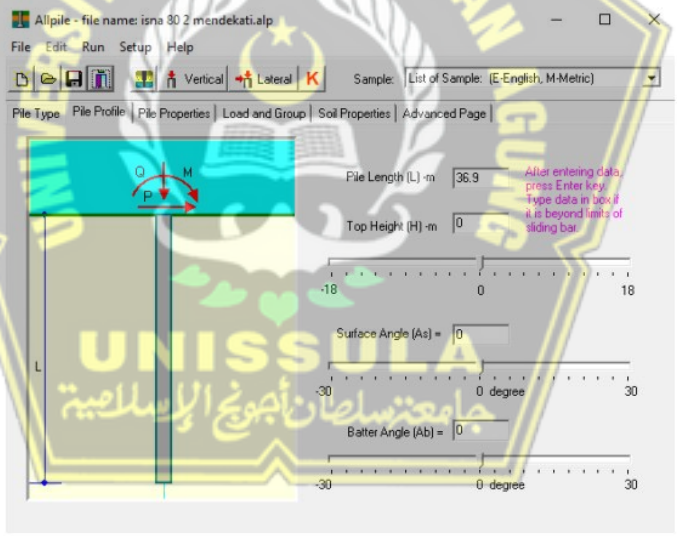


Dipindai dengan CamScanner

Karena fondasi tegak lurus pada kolom butter angle diisi 0. Untuk lebih jelasnya dicantumkan pada Gambar 4.7 dan 4.8 :




**Gambar 4.7** *Pile Profile* diameter 100 cm




**Gambar 4.8** *Pile Profile* Diameter 80 cm

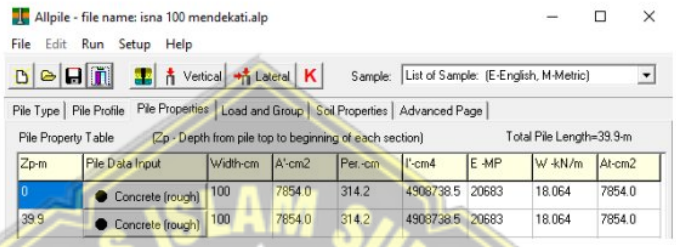
3. *Pile properties*

Pada tab ini pengisian data dilakukan secara mendetail tentang data teknis fondasi mengenai bentuk fondasi, diameter, dan variasi diameter. Berdasarkan data yang ada, fondasi berbentuk lingkaran dengan bahan baku beton maka tab select

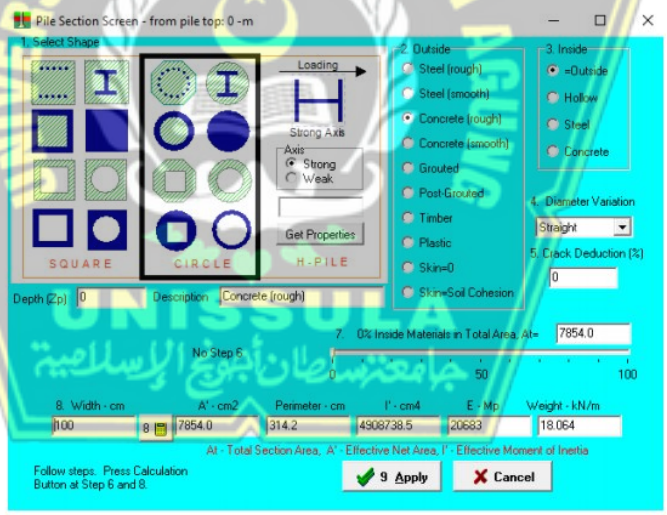


Dipindai dengan CamScanner

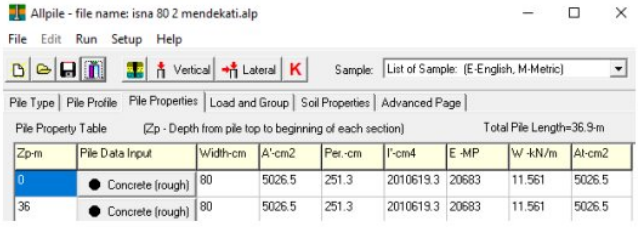
shape diisi *circle* dan pada tab *outside* diisi *concrete [rough],* kemudian pada tab inside diisi =*outside*. Pada bagian *diameter variation* diisi *straight* karena diameter 1 m tanpa ada variasi. Pada kolom *width* di masukkan diameter fondasi maka akan terkalkulasi otomatis seperti luas permukaan, inersia, perimeter, modulus elestasitas dan berat fondasi dengan klik ikon kalkulator atau *calculate*. Penjelasan lebih lengkap dapat dilihat pada Gambar 4.9 sampai dengan 4.12 :




**Gambar 4.9** *Pile Properties* Diameter 100 cm



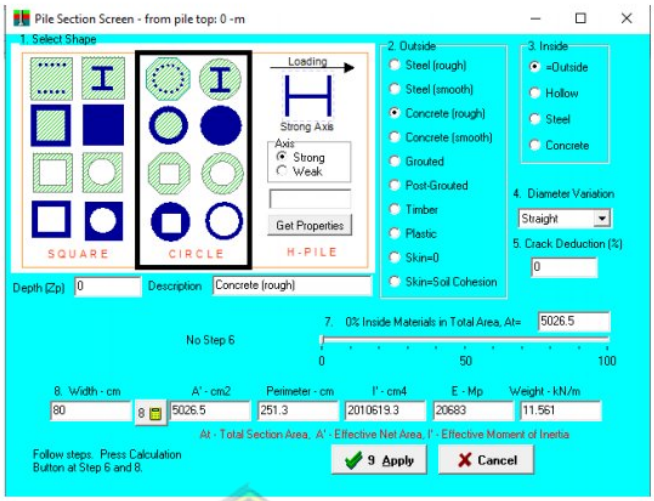

**Gambar 4.10** *Pile Section screen* Diameter 100 cm




**Gambar 4.11** *Pile Properties* Diameter 80 cm



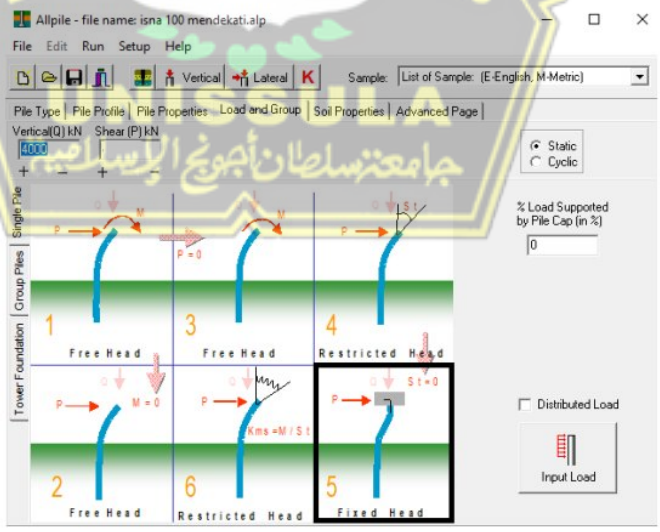
Dipindai dengan CamScanner




**Gambar 4.12** *Pile Section Screen* diameter 80 cm

4. *Load and group*

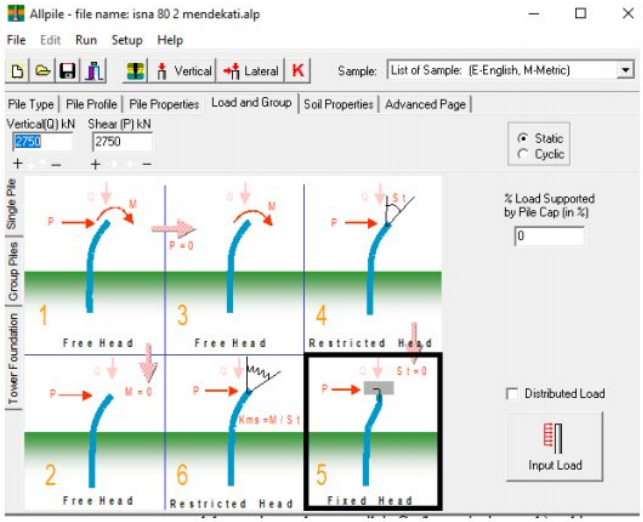
Dalam tab ini terdapat tiga jenis pembebanan yaitu singel pile, group pile, dan tower foundation. Pada analisa tugas akhir ini menggunakan tipe *single pile*, dengan pilihan *fixed head*. Dimana kolom *vertical* disini diisi dengan beban rencana. Untuk lebih jelasnya perhatikan gambar 4.13 dan Gambar 4.14 :




**Gambar 4.13** *Load and Group* Diameter 100 cm



Dipindai dengan CamScanner



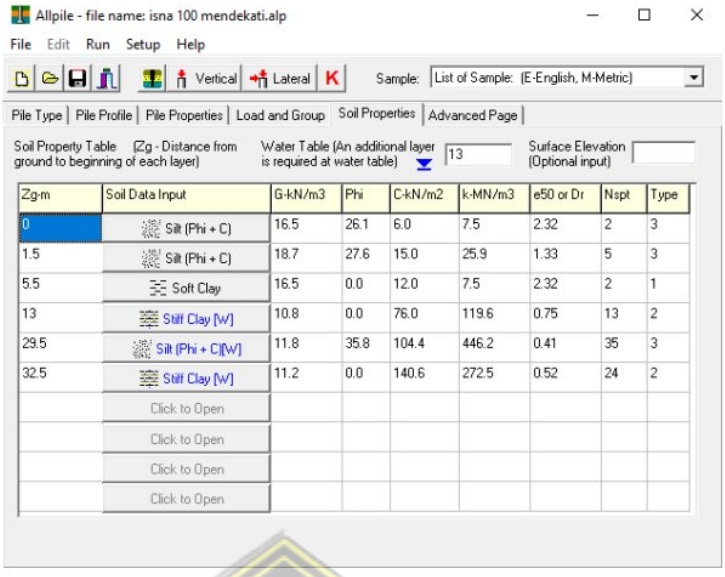

**Gambar 4.14** *Load and Group* Diameter 80 cm

5. *Soil properties*

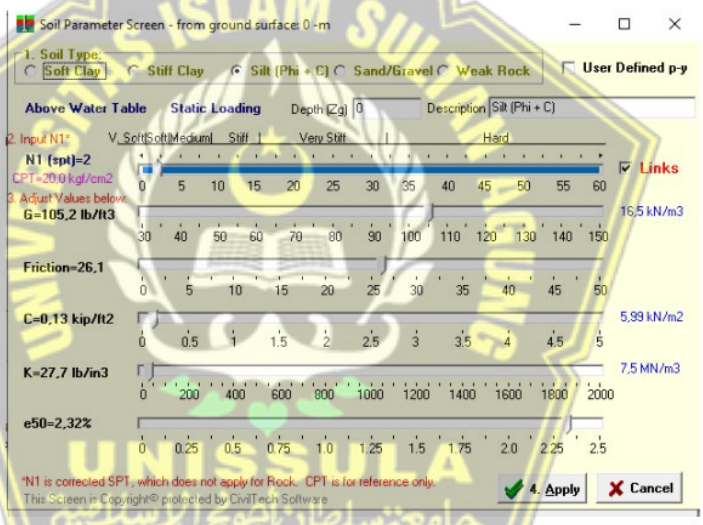
Pada tab ini, parameter data-data tanah dilakukan pengisian sesuai dengan pengolahan bor log. Untuk elevasi muka air tanah diasumsikan dengan 13 meter sesuai dengan data bor log yang dicantumkan. Pengimputan dimulai dari kedalaman, kemudian *soil data input* diisikan data sesuai pada uji tanah pada laboraterium, dengan nilai G (berat jenis tanah), phi (sudut geser dalam), c (kohesi), k (koefisien pegas) dan e (angka pori). Untuk nilai k-MN/m$^3$ dan nilai e50 tidak dilakukan perubahan atau sesuai dengan hasil kalkulasi dari aplikasi. Penjelasan di atas dapat dilihat pada gambar 4.15 sampai dengan Gambar 4.18 :



Dipindai dengan CamScanner



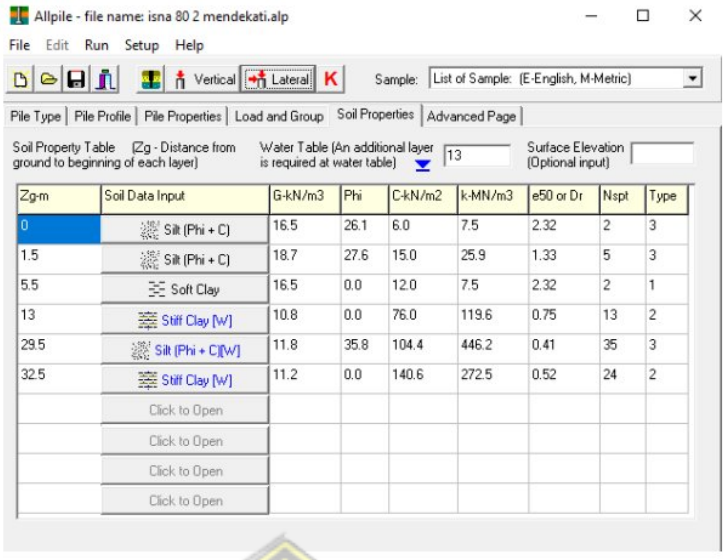

**Gambar 4.15** *Soil Properties* diameter 100 cm



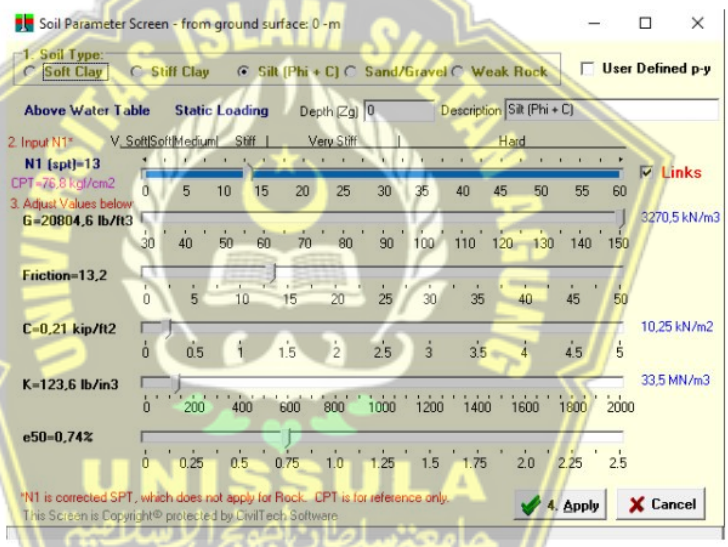

**Gambar 4.16** *Soil Parameter* screen diameter 100 cm



Dipindai dengan CamScanner




**Gambar 4.17** *Soil Properties* diameter 80 cm



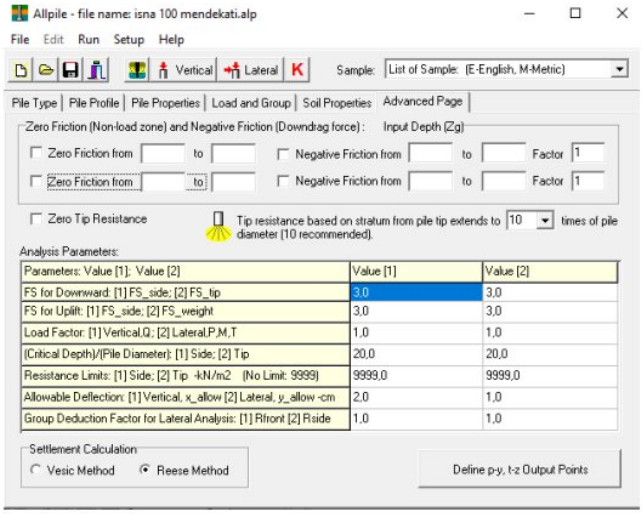

**Gambar 4.18** *Soil Parameter* diameter 80 cm

6. *Advanced page*

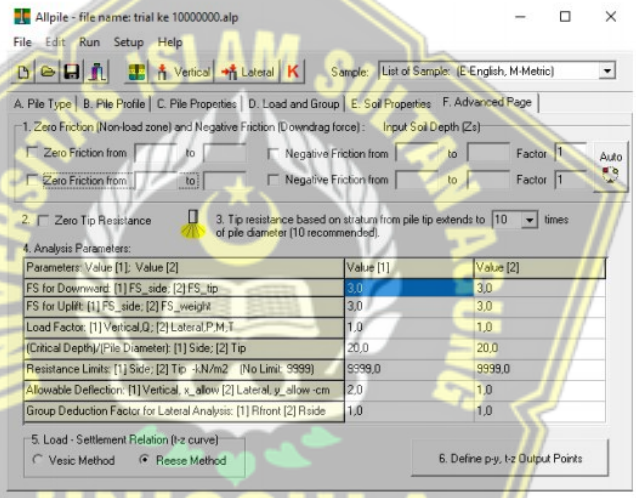
Dalam jendela ini, dilakukan input untuk nilai *safety factor* dengan nilai sebesar 3 pada kolom analysis parameter. sedangkan pada kotak dialog *zero friction and negative friction*, diasumsikan nol (0) karena tanah dikategorikan dalam jenis tanah keras. Dari penjelasan diatas bisa dilihat pada Gambar 4.19 dan 4.20



Dipindai dengan CamScanner




**Gambar 4.19** *advance page* diameter 100 cm




**Gambar 4.20** *advance page* diameter 80 cm

Setelah proses input data selesai, kemudian dilakukan analisis gaya vertikal. Dari hasil analisis, didapatkan output nilai daya dukung total, daya dukung selimut, daya dukung ujung dan nilai penurunan dalam bentuk data Tabel dan grafik. Penjelasan diatas bisa dilihat pada Gambar 4.21 sampai dengan Gambar 4.24 :



Dipindai dengan CamScanner

| Xall -cm | Qtip -kN | Qside -kN | Qtotal -kN |
|---|---|---|---|
| 0,000000 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 1,084482 | 55,2 | 4857,6 | 4912,8 |
| 1,291011 | 81,2 | 5432,1 | 5513,2 |
| 1,437744 | 106,1 | 5775,0 | 5881,1 |
| 1,548720 | 130,1 | 5988,6 | 6118,8 |
| 1,636448 | 153,2 | 6120,7 | 6273,9 |
| 1,708526 | 175,3 | 6199,0 | 6374,4 |
| 1,769985 | 196,6 | 6241,7 | 6438,3 |
| 1,824284 | 217,0 | 6260,8 | 6477,9 |
| 1,873841 | 236,6 | 6264,5 | 6501,1 |
| 1,920334 | 255,4 | 6258,5 | 6513,9 |
| 1,964894 | 273,4 | 6246,5 | 6519,9 |
| 2,008252 | 290,7 | 6230,9 | 6521,6 |
| 2,050838 | 307,3 | 6213,4 | 6520,6 |
| 2,092863 | 323,1 | 6194,5 | 6517,7 |
| 2,134387 | 338,4 | 6174,7 | 6513,1 |
| 2,175366 | 352,9 | 6153,8 | 6506,7 |
| 2,215698 | 366,9 | 6131,4 | 6498,3 |
| 2,255245 | 380,3 | 6107,1 | 6487,3 |
| 2,293860 | 393,1 | 6080,0 | 6473,1 |
| 2,331450 | 405,3 | 6049,8 | 6455,1 |
| 2,368183 | 417,0 | 6018,0 | 6435,0 |
| 2,404063 | 428,2 | 5984,3 | 6412,6 |
| 2,439215 | 439,0 | 5949,3 | 6388,3 |
| 2,473762 | 449,2 | 5913,3 | 6362,5 |
| 2,507939 | 459,0 | 5877,0 | 6336,0 |
| 2,541977 | 468,4 | 5841,2 | 6309,6 |
| 2,576095 | 477,3 | 5806,6 | 6283,9 |
| 2,610516 | 485,9 | 5773,7 | 6259,6 |
| 2,645450 | 494,1 | 5743,4 | 6237,5 |
| 2,681010 | 501,9 | 5715,7 | 6217,6 |
| 2,717295 | 509,3 | 5691,1 | 6200,4 |

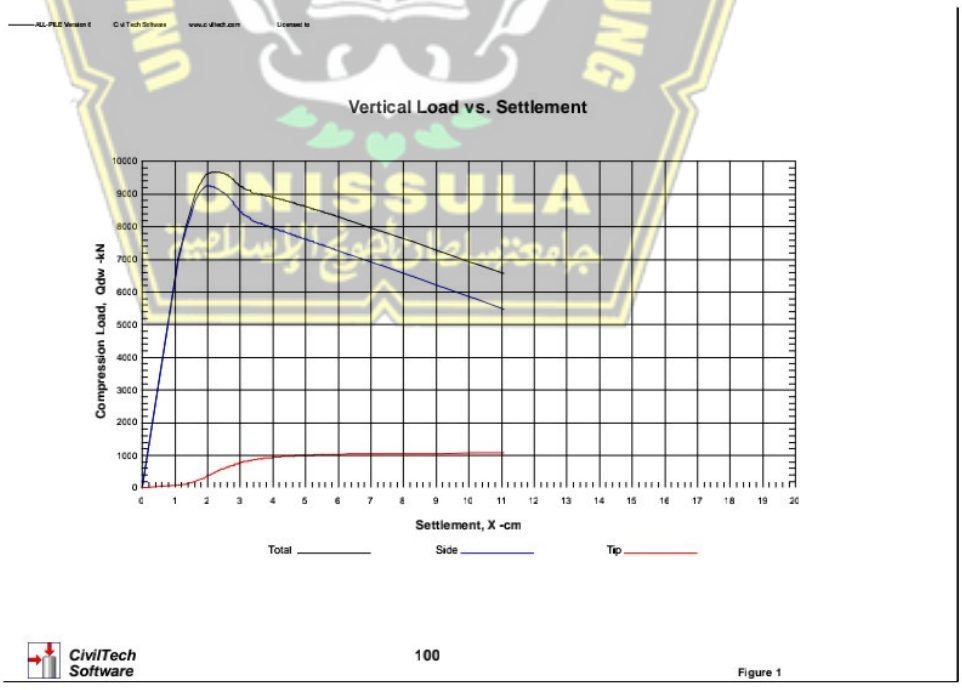
**Gambar 4.21** output analisa allpile pada diameter 80 cm



Dipindai dengan CamScanner

| Xall -cm | Qtip -kN | Qside -kN | Qtotal -kN |
|---|---|---|---|
| 0,000000 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 1,092522 | 86,0 | 6928,1 | 7014,0 |
| 1,324597 | 126,5 | 7864,3 | 7990,8 |
| 1,492310 | 165,4 | 8427,2 | 8592,6 |
| 1,620946 | 202,8 | 8779,0 | 8981,8 |
| 1,724033 | 238,7 | 8998,8 | 9237,5 |
| 1,809893 | 273,2 | 9132,0 | 9405,2 |
| 1,884055 | 306,4 | 9207,6 | 9513,9 |
| 1,950338 | 338,2 | 9244,7 | 9582,9 |
| 2,011404 | 368,7 | 9256,6 | 9625,3 |
| 2,069107 | 398,0 | 9252,5 | 9650,4 |
| 2,124702 | 426,1 | 9238,5 | 9664,5 |
| 2,178983 | 453,0 | 9218,7 | 9671,7 |
| 2,232419 | 478,8 | 9195,3 | 9674,1 |
| 2,285229 | 503,6 | 9169,4 | 9673,0 |
| 2,337471 | 527,3 | 9141,6 | 9668,9 |
| 2,389092 | 550,0 | 9111,6 | 9661,6 |
| 2,439990 | 571,7 | 9079,1 | 9650,8 |
| 2,490044 | 592,6 | 9043,7 | 9636,3 |
| 2,539145 | 612,5 | 9005,0 | 9617,5 |
| 2,587196 | 631,6 | 8962,3 | 9593,9 |
| 2,634150 | 649,9 | 8915,2 | 9565,1 |
| 2,679979 | 667,3 | 8863,0 | 9530,3 |
| 2,724944 | 684,0 | 8808,2 | 9492,3 |
| 2,769228 | 700,0 | 8751,9 | 9451,9 |
| 2,813043 | 715,3 | 8694,9 | 9410,2 |
| 2,856673 | 729,9 | 8638,5 | 9368,4 |
| 2,900370 | 743,9 | 8584,0 | 9327,8 |
| 2,944417 | 757,2 | 8532,5 | 9289,7 |
| 2,989043 | 769,9 | 8485,2 | 9255,1 |
| 3,034375 | 782,1 | 8442,3 | 9224,4 |
| 3,080495 | 793,7 | 8404,3 | 9198,0 |
| 3,127329 | 804,8 | 8370,6 | 9175,4 |

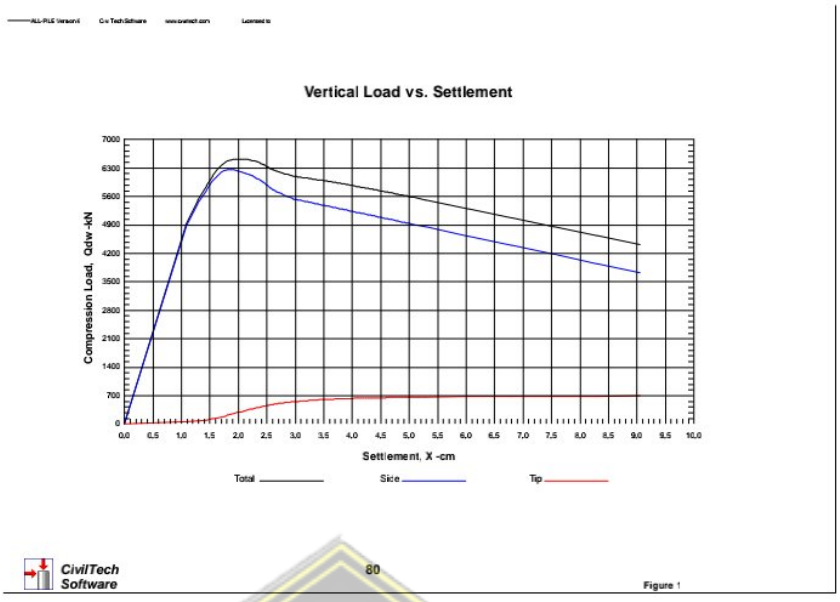
**Gambar 4.22** output analisa allpile diameter 100 cm




**Gambar 4.23** Grafik Hubungan Beban dan Penurunan Diameter 100 cm



Dipindai dengan CamScanner



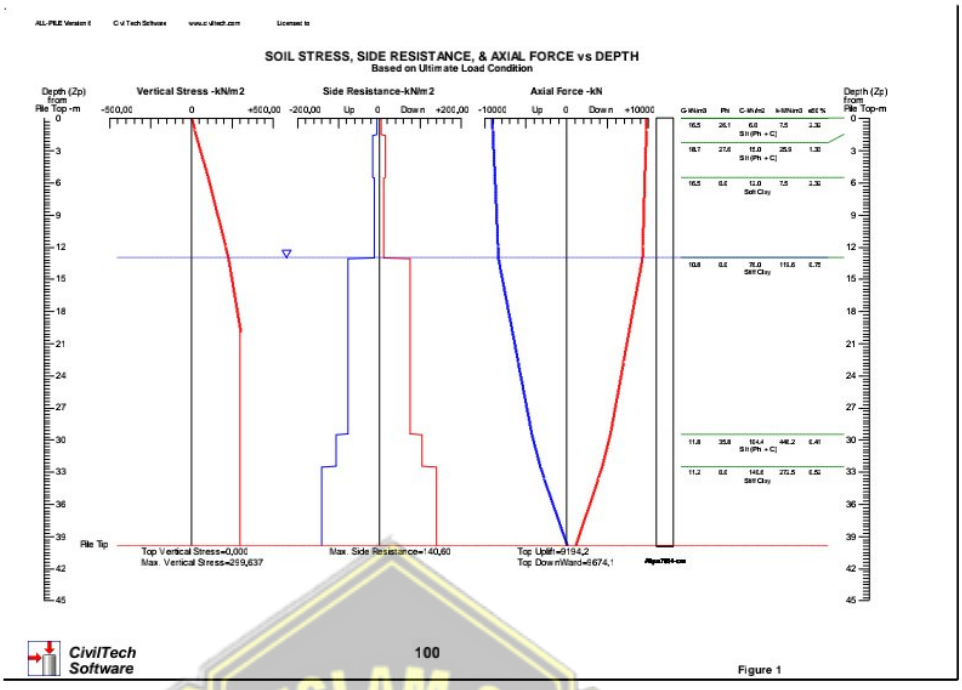

**Gambar 4.24** Grafik Hubungan Beban dan Penurunan Diameter 80 cm

Gambar 4.23 dan Gambar 4.24 menunjukkan hubungan antara beban dan penurunan untuk setiap daya dukung yang dianalisis mulai dari beban awal yang diterima fondasi sampai dengan nilai beban terbesar atau daya dukung total yang di tandai dengan garis hitam sebesar 6521,6 kN, daya dukung selimut yang ditandai dengan garis biru sebesar 6230,9 kN, daya dukung ujung yang ditandai garis merah sebesar 290,7 kN, dengan penurunan sebesar 2,008252 cm untuk diameter 80 cm. Sedangkan untuk diameter 100 disimpulkan untuk hasil dari memiliki daya dukung total sebesar 9674,1 kN, daya dukung selimut 919,53 kN, daya dukung ujung sebesar 47,88 kN dan penurunan sebesar 2,32 cm.

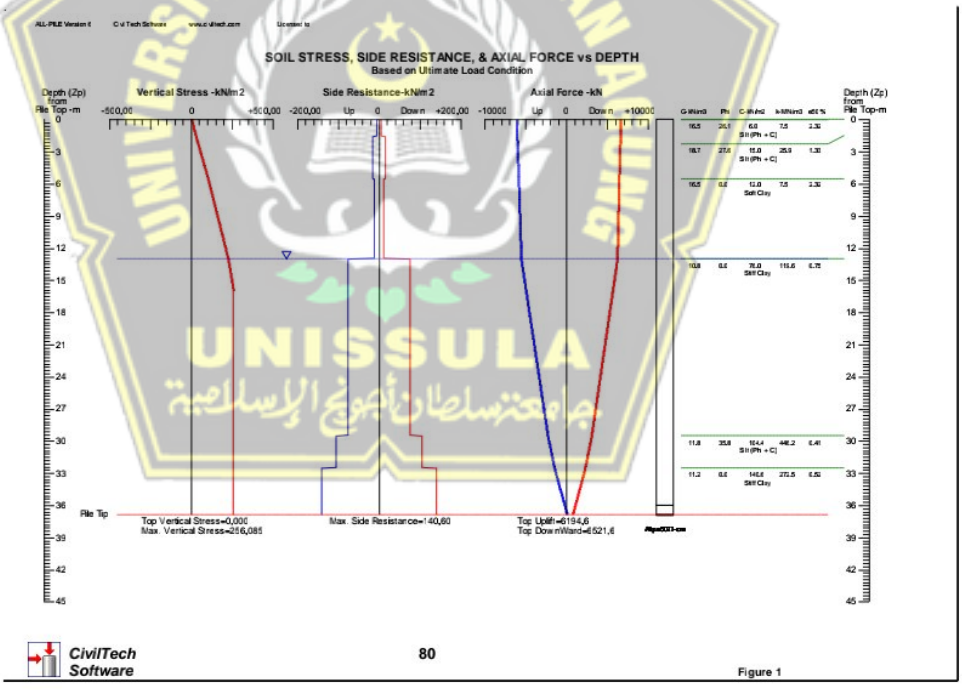
Dengan hasil yang diperoleh diatas maka akan di peroleh hasil hasil analitis allpile, dengan demikian akan didapatkan nilai tegangan total dan nilai tahanan samping persatuan luas yang dapat diperhatikan pada gambar 4.25 dan Gambar 4.26



Dipindai dengan CamScanner




**Gambar 4.25** Tegangan Tanah Berdasarkan Beban Ultimit pada Diameter 100 cm




**Gambar 4.26** Tegangan Tanah Berdasarkan Beban Ultimit pada Diameter 80 cm



Dipindai dengan CamScanner

Pada diameter 100 cm nilai tegangan tanah total ditunjukkan pada grafik *Vertical stress* sebesar 299,64 kN/m$^2$ pada kedalaman 39 m dan nilai tegangan samping sebesar 140,6 kN/m$^2$ yang ditunjukkan pada grafik diatas pada bagian *side resistance*. Sedangkan pada diameter 80 cm ditunjukkan nilai tegangan tanah total sebesar 256,08 kN/m$^2$ pada kedalaman 36,9 m dan nilai tegangan samping sebesar 140,6 kN/m$^2$.

## 4.4 Interpretasi Beban

Setelah mendapatkan hasil data output dari aplikasi Allpile, langkah selanjutnya penginterpretasian beban pada daya dukung total untuk mengetahui besarnya beban ultimit menggunakan dua metode yaitu metode Davisson dan Chin berdasarkan grafik hubungan beban dan penurunan yang telah didapatkan sebelumnya.

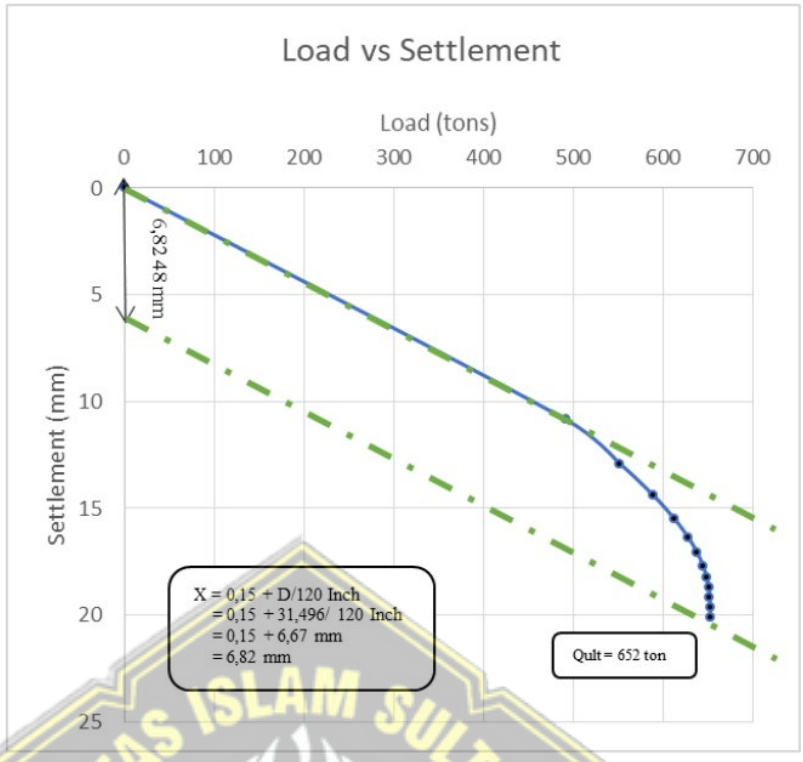
1. Metode Davisson

   Metode yang digunakan untuk mengetahui beban ultimit dengan cara menarik garis lurus yang didapatkan dari hubungan beban dan penurunan kemudian menghitung jarak menggunakan persamaan (3.3) kemudian dibuat garis sejajar dengan garis hubungan beban dan penurunan.

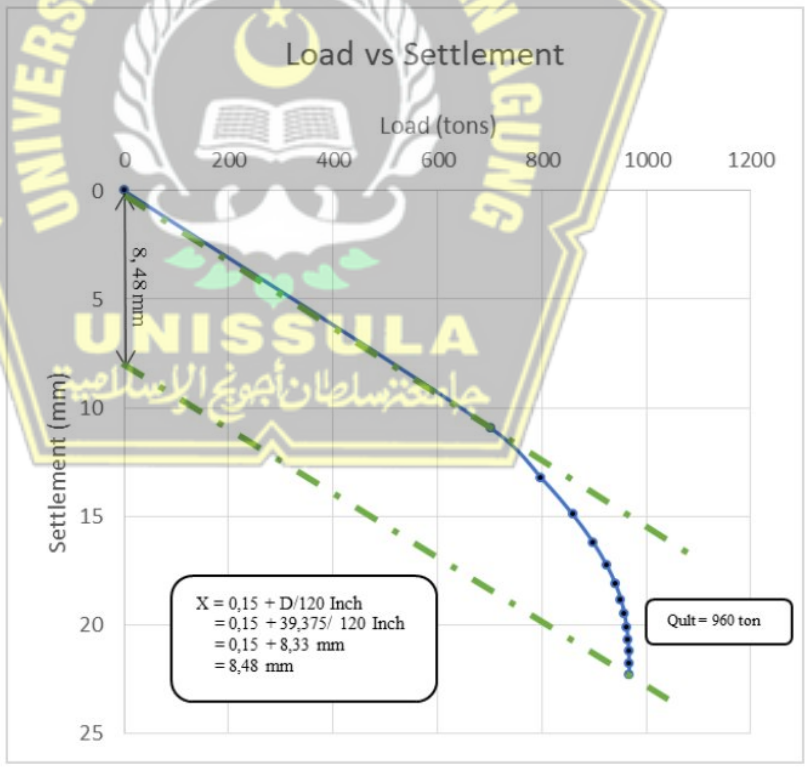
   Penarikan garis lurus yang didapatkan dari hubungan beban dan penurunan akan bersinggungan dengan garis kurva yang didapatkan dari *run out* aplikasi Allpile yang nantinya didapatkan nilai beban ultimit dengan cara menarik garis lurus yang telah ditentukan menggunakan persamaan (3.3) ke sumbu beban. Berikut merupakan grafik hasil interpretasi beban dari aplikasi Allpile menggunakan metode Davisson yang tercantum pada Gambar 4.27 dan Gambar 4.28.



Dipindai dengan CamScanner




**Gambar 4. 27** Grafik Metode Davisson diameter 80 cm




**Gambar 4.28** Grafik Metode Davisson diameter 100 cm

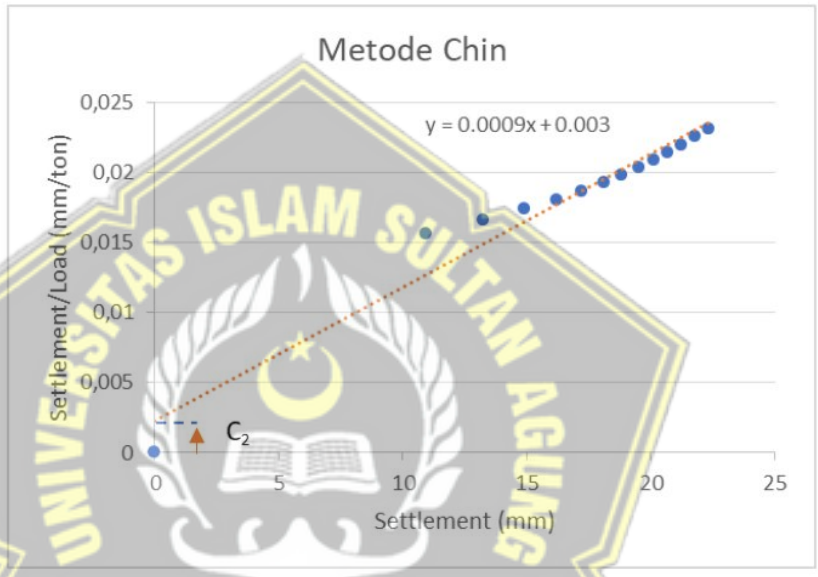


Dipindai dengan CamScanner

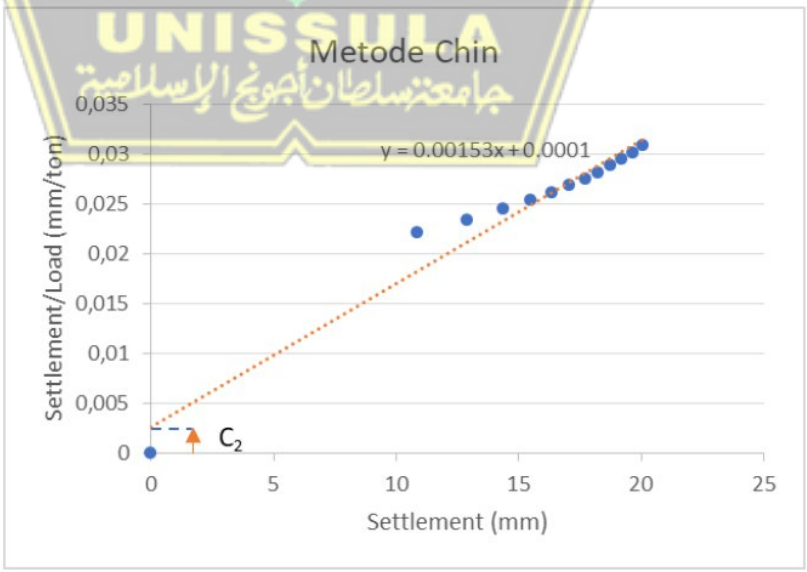
Pembuatan garis sejajar tersebut akan bersinggungan dengan garis kurva yang didapatkan dari aplikasi Allpile, sehingga dari titik yang bersinggungan tersebut dapat diketahui berapa nilai beban ultimit. Pada gambar diatas garis O-A membentuk

2. Metode chin

Pada metode ini, ditentukan beban ultimit dengan persamaan garis y= ax+b atau s/Q = $C_1$ + $C_2$. Grafik hasil interpretasi beban dari aplikasi Allpile dengan metode chin dapat dilihat pada Gambar 4.29 dan Gambar 4.30




**Gambar 4.25** Grafik Metode Chin diameter 100




**Gambar 4.26** Grafik Metode Chin Diameter 80



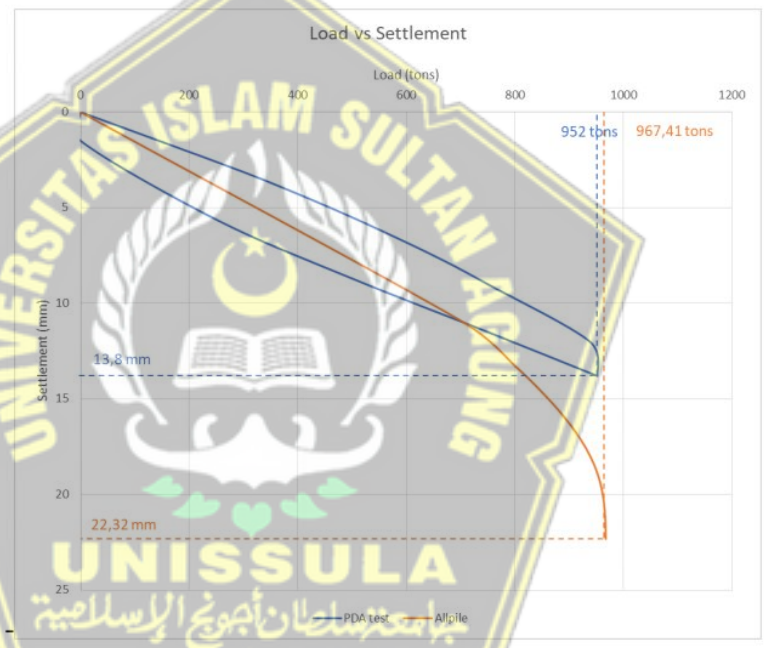
Dipindai dengan CamScanner

## 4.5 Perbandingan Hasil Analisis Uji Tes PDA dan Aplikasi Allpile

Berdasarkan hasil dari tes PDA dan analisa yang digunakan pada aplikasi Allpile, maka dilakukan perbandingan sehingga didapatkan nilai daya dukung sebagai berikut :

1. Daya dukung total

   Daya dukung adalah jumlah dari daya dukung ujung dan daya dukung selimut. Dimana pada analisa tugas akhir ini didapatkan nilai daya dukung total sebesar 9674,1 kN dengan penurunan 22,32 mm untuk diameter 100 cm dan 6521,6 dengan penurunan 20,08 mm untuk diameter 80 cm. Seperti yang terlihat pada Gambar 4.31 dan Gambar 4.32.




**Gambar 4.31** Grafik Perbandingan Daya Dukung Total Hasil Analisa Tes PDA dan Allpile Diameter 100 cm



Dipindai dengan CamScanner




**Gambar 4.32** Grafik Perbandingan Daya Dukung Total Hasil Analisa Tes PDA dan Allpile Diameter 80 cm

Setelah selesai menganalisis dan membandingkan hasil pengujian tes PDA dan analisis menggunakan aplikasi Allpile, didapatkan hasil untuk tiap daya dukung dan penurunan yang tercantum pada Tabel 4.6 dan Tabel 4.7.

**Tabel 4.6** Perbandingan Daya Dukung Diameter 80 cm

| BP 379 | Uji Tes PDA | Aplikasi Allpile |
|---|---|---|
| Daya Dukung Total (ton) | 629 | 652 |
| Daya Dukung Selimut (ton) | 487 | 623 |
| Daya Dukung Ujung (ton) | 142 | 29 |
| Penurunan (mm) | 16.9 | 20,08 |



Dipindai dengan CamScanner

**Tabel 4.7** Perbandingan Daya Dukung Diameter 100 cm

| BP 749 | Uji Tes PDA | Aplikasi Allpile |
|---|---|---|
| Daya Dukung Total (ton) | 952 | 967 |
| Daya Dukung Selimut (ton) | 777 | 919 |
| Daya Dukung Ujung (ton) | 175 | 48 |
| Penurunan (mm) | 13.8 | 22,32 |

Berdasarkan data yang tercantum di atas dapat dilihat untuk selisih setiap daya dukung dan penurunan. Dan berdasarkan pada hasil pengujian, dapat dilihat bahwa hasil dari tes PDA lebih kecil dari pada hasil analisis program Allpile. Begitu juga pada grafik hubungan beban dan penurunan hasil dari tes PDA cenderung kurang hiperbola sehingga perlu di lakukan analisis menggunakan aplikasi Allpile untuk mendapatkan hasil kurva yang lebih baik. Hal ini bisa terjadi karena pada saat melakukan uji tes PDA proses transfer energi dari palu kurang efektif, sehingga daya dukung dan penurunan yang tercatat selama pengujian lebih kecil dan membentuk kurva yang kurang baik.

Dengan dilakukannya analisis kembali menggunakan aplikasi Allpile dan mendapatkan grafik hubungan beban dan penurunan yang baik selanjutnya dilakukan interpretasi daya dukung menggunakan metode Davisson dan metode hin yang dilakukan pada daya dukung total sehingga diperoleh daya dukung ultimit yang dapat ditahan oleh fondasi. Untuk melihat hasil dari interpretasi beban, dicantumkan pada Tabel 4.8 dan Tabel 4.9.



Dipindai dengan CamScanner

**Tabel 4.8** Interpretasi Daya Dukung Total Hasil Analisa Aplikasi Allpile

| BP 379 | Daya dukung total (ton) |
|---|---|
| Metode Davisson | 650 |
| Metode Chin | 654 |

**Tabel 4.9** Interpretasi Daya Dukung Total Hasil Analisa Aplikasi Allpile

| BP 749 | Daya dukung total (ton) |
|---|---|
| Metode Davisson | 960 |
| Metode Chin | 1000 |

Dari hasil analisa interpretasi kedua metode diatas, didapatkan nilai daya dukung total sebesar 960 ton pada diameter 100 dan daya dukung 650 ton pada diameter 80. Daya dukung ini merupakan beban total yang dapat diterima oleh fondasi agar tidak terjadi keruntuhan, jadi beban yang dapat diterima fondasi tidak boleh lebih dari 960 ton pada diameter 100 dan daya dukung 650 pada diameter 80.

## 4.6 Perhitungan Daya Dukung Lateral Fondasi

### 4.6.1 Daya Dukung Lateral Diameter 80 cm

1. Daya Dukung Fondasi *Bored Pile* Terhadap Gaya Lateral Secara Analitis

- Data Tanah:

  $\gamma$ = 22 kN/m$^3$ (Mengacu pada Tabel 2.6)

  $Kp = \tan^3(45 + \frac{\emptyset}{2})$

  $Kp$ = 3,867 (Mengacu pada Tabel 2.7)

- Spesifikasi Tiang

  D = 0,8 m

  L = 38 m

  fc' = 250 kg/cm$^2$ = 20,75 Mpa



Dipindai dengan CamScanner

a. Menentukan Kekakuan Tiang

$E = 4700 \sqrt{fc'}$

$= 4700 \sqrt{20,75}$

$= 21409,52 \text{ kN/m}^2$

Kekakuan tiang fondasi menggunakan (Persamaan 2.3)

$I = \frac{1}{64} x \pi x D^4$

$= \frac{1}{64} x\ 3,14\ x\ 0,8^4$

$= 0,02 \text{ m}^4$

Untuk mencari nilai kekakuan dari fondasi tiang dibutuhkan nilai ηh yang mengacu pada Tabel 2.11 karena tanah pada proyek termasuk tanah kohesif.

Nilai ηh = 170 kN/m$^2$

Untuk faktor kekakuan tanah menggunakan (Persamaan 2.4) dan (Persamaan 2.5)

$T = \left(\frac{Ep\ x\ Ip}{\eta h}\right)^{\frac{1}{5}}$

$= \left(\frac{21409,52\ x\ 0,02}{170}\right)^{\frac{1}{5}}$

$= 1,202 \text{ m}$

$4T = 4\ x\ T$

$= 4\ x\ 1,202$

$= 4,808 \text{ m}$

Dari hasil perhitungan di atas, L > 4T, maka tiang fondasi termasuk jenis fondasi panjang yang elastis.

b. Menentukan Keruntuhan Tanah

Untuk tiang fondasi ujung jepit menggunakan (Persamaan 2.6)

$Mmax = \gamma\ x\ D\ x\ L^3\ x\ Kp$

$= 22\ x\ 0,8\ x\ 38^3\ x\ 3,867$

$= 3734544,422 \text{ kN.m}$

Dikarenakan tiang fondasi panjang dan ujung jepit, maka My < Mmax. Diasumsikan nilai My = 1500 kN.m



Dipindai dengan CamScanner

Untuk menentukan nilai Hu menggunakan (Persamaan 2.7) dan (Persamaan 2.8)

$$f = 0{,}82\sqrt{\frac{Hu}{D \times Kp \times \gamma}}$$

$$f = 0{,}82\sqrt{\frac{Hu}{0{,}8 \times 3{,}867 \times 22}}$$

$$f = 0{,}99\sqrt{Hu}$$

$$\text{Hu} = \left(\frac{2\,My}{e+\frac{2f}{3}}\right)$$

$$\text{Hu} = \left(\frac{2\ x\ 1500}{0{+}2\ x\ 0{,}099\ x\ \sqrt{Hu}\ /\ 3}\right)$$

$$\text{Hu}^{\frac{3}{2}} = 45454{,}545$$

$$\text{Hu} = 1273.654 \text{ kN}$$

Nilai *SF* = 3, menggunakan (Persamaan 2.9), maka gaya lateral yang diijinkan yaitu,

$$\text{Hs} = \frac{Hu}{SF}$$

$$= \frac{1273.654}{3}$$

$$= 424{,}551 \text{ kN}$$

2. Daya Dukung Fondasi *Bored Pile* Terhadap Gaya Lateral Secara Grafis

Untuk menentukan nilai daya dukung lateral fondasi *bored pile* secara grafik, sebelumnya menentukan tahanan momen ultimit terlebih dahulu menggunakan (Persamaan 2.10)

$$\text{Tahanan Momen Ultimit} = \frac{Mu}{D^4 x\ \gamma\ x\ Kp}$$

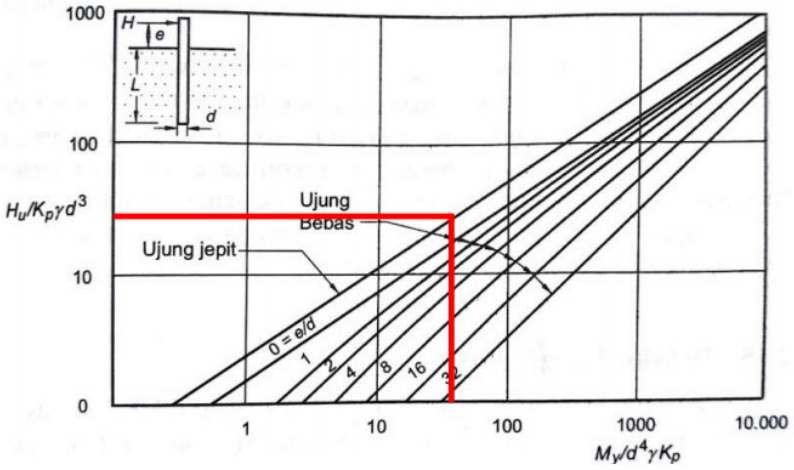
$$= \frac{1500}{0{,}8^4 x\ 22\ x\ 3{,}867}$$

$$= 43{,}046 \text{ kN.m}$$

Nilai tahanan momen ultimit yang telah didapatkan kemudian di *input* kedalam Gambar 4.33 untuk menentukan nilai tahanan lateral ultimit.



Dipindai dengan CamScanner




**Gambar 4.33** Grafik Tahanan Momen Ultimit Diameter 80 cm

Dari Gambar 4.33 didapatkan nilai tahanan lateral ultimit sebesar 30

$$30 = \frac{Hu}{Kp \; x \; \gamma \; x \; D^3}$$

$$Hu = 30 \; x \; 3{,}867 \; x \; 22 \; x \; 0{,}8^3$$

$$= 1306{,}736 \text{ kN}$$

Nilai $SF = 3$, menggunakan (Persamaan 2.9), maka gaya lateral yang diijinkan yaitu,

$$Hs = \frac{Hu}{SF}$$

$$= \frac{1306{,}736}{3}$$

$$= 435{,}578 \text{ kN}$$

### 4.6.2 Daya Dukung Lateral Diameter 100 cm

1. Daya Dukung Fondasi *Bored Pile* Terhadap Gaya Lateral Secara Analitis
   - Data Tanah:

     $\gamma$ = 22 kN/m$^3$ (Mengacu pada Tabel 2.6)

     $Kp = \tan^3(45 + \frac{\emptyset}{2})$

     $Kp$ = 3,867 (Mengacu pada Tabel 2.7)



Dipindai dengan CamScanner

- Spesifikasi Tiang

  D = 1 m

  L = 41 m

  fc' = 250 kg/cm$^2$ = 20,75 Mpa

  c. Menentukan Kekakuan Tiang

  $E = 4700 \sqrt{fc'}$

  $= 4700 \sqrt{20,75}$

  = 21409,52 kN/m$^2$

  Kekakuan tiang fondasi menggunakan (Persamaan 2.3)

  $I = \frac{1}{64} x \pi x D^4$

  $= \frac{1}{64} x\ 3,14\ x\ 1^4$

  = 0,049 m$^4$

  Untuk mencari nilai kekakuan dari fondasi tiang dibutuhkan nilai ηh yang mengacu pada Tabel 2.11 karena tanah pada proyek termasuk tanah kohesif.

  Nilai ηh = 170 kN/m$^2$

  Untuk faktor kekakuan tanah menggunakan (Persamaan 2.4) dan (Persamaan 2.5)

  $T = \left(\frac{Ep\ x\ Ip}{\eta h}\right)^{\frac{1}{5}}$

  $= \left(\frac{21409,52\ x\ 0,049}{170}\right)^{\frac{1}{5}}$

  = 1,439 m

  $4T = 4\ x\ T$

  $= 4\ x\ 1,439$

  = 5,756 m

  Dari hasil perhitungan di atas, L > 4T, maka tiang fondasi termasuk jenis fondasi panjang yang elastis.

  d. Menentukan Keruntuhan Tanah

  Untuk tiang fondasi ujung jepit menggunakan (Persamaan 2.6)

  $Mmax = \gamma\ x\ D\ x\ L^3\ x\ Kp$



Dipindai dengan CamScanner

$= 22\ x\ 1\ x\ 41^3\ x\ 3{,}867$

$= 5863385{,}154$ kN.m

Dikarenakan tiang fondasi panjang dan ujung jepit, maka My < Mmax. Diasumsikan nilai My = 1500 kN.m

Untuk menentukan nilai Hu menggunakan (Persamaan 2.7) dan (Persamaan 2.8)

$$f = 0{,}82\sqrt{\frac{Hu}{D \times Kp \times \gamma}}$$

$$f = 0{,}82\sqrt{\frac{Hu}{1 \times 3{,}867 \times 22}}$$

$$f = 0{,}088\sqrt{Hu}$$

$$Hu = \left(\frac{2\ My}{e + \frac{2f}{3}}\right)$$

$$Hu = \left(\frac{2\ x\ 1500}{0 + 2\ x\ 0{,}088\ x\ \sqrt{Hu}\ /\ 3}\right)$$

$Hu^{\frac{3}{2}} = 51136{,}363$ kN

$Hu = 1377.695$ kN

Nilai $SF = 3$, menggunakan (Persamaan 2.9), maka gaya lateral yang diijinkan yaitu,

$$Hs = \frac{Hu}{SF}$$

$$= \frac{1377.695}{3}$$

$= 459{,}231$ kN

2. Daya Dukung Fondasi *Bored Pile* Terhadap Gaya Lateral Secara Grafis

Untuk menentukan nilai daya dukung lateral fondasi *bored pile* secara grafik, sebelumnya menentukan tahanan momen ultimit terlebih dahulu menggunakan (Persamaan 2.10)

$$\text{Tahanan Momen Ultimit} = \frac{Mu}{D^4 x\ \gamma\ x\ Kp}$$

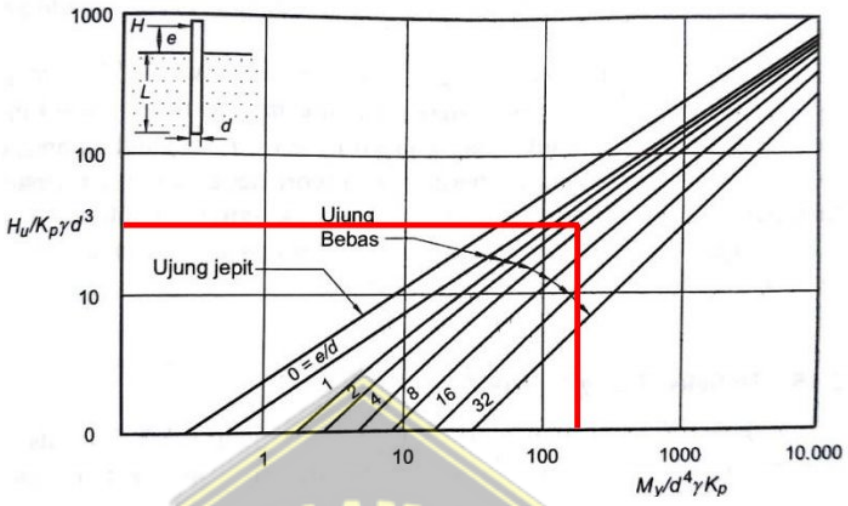
$$= \frac{1500}{1^4 x\ 22\ x\ 3{,}867}$$

$= 17{,}631$ kN.m



Dipindai dengan CamScanner

Nilai tahanan momen ultimit yang telah didapatkan kemudian di *input* kedalam Gambar 4.34 untuk menentukan nilai tahanan lateral ultimit.




**Gambar 4.34** Grafik Tahanan Momen Ultimit Diameter 80 cm

Dari Gambar 4.34 didapatkan nilai tahanan lateral ultimit sebesar 30

17 $= \frac{Hu}{Kp\ x\ \gamma\ x\ D^3}$

Hu $= 17\ x\ 3{,}867\ x\ 22\ x\ 1^3$

$= 1446{,}258$ kN

Nilai *SF* = 3, menggunakan (Persamaan 2.9), maka gaya lateral yang diijinkan yaitu,

Hs $= \frac{Hu}{SF}$

$= \frac{1446{,}258}{3}$

$= 482{,}086$ kN

Setelah menghitung daya dukung lateral menggunakan metode Broms secara analitis dan grafis didapatakan hasil yang tercantum pada Tabel 4.10 dan Tabel 4.11



Dipindai dengan CamScanner

**Tabel 4.10** Hasil Perhitungan Daya Dukung Lateral Diameter 80 cm

| Metode | Gaya Lateral Ultimit Hu (ton) | Gaya Lateral Izin $H_{ijin}$ (ton) |
|---|---|---|
| Analitis | 127,6 | 42,4 |
| Grafis | 130,7 | 43,5 |

**Tabel 4.11** Hasil Perhitungan Daya Dukung Lateral Diameter 100 cm

| Metode | Gaya Lateral Ultimit Hu (ton) | Gaya Lateral Izin $H_{ijin}$ (ton) |
|---|---|---|
| Analitis | 137,7 | 45,9 |
| Grafis | 144,7 | 48,3 |



Dipindai dengan CamScanner

# BAB V
# PENUTUP

## 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis yang didapatkan dari uji PDA dan analisis dengan menggunakan *software* Allpile serta metode statik pada fondasi nomor tiang BP-379 yang berdiameter 80 cm dan BP-749 yang berdiameter 100 cm dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Berdasarkan hasil analisis uji PDA, pada nomor tiang BP-379 yang berdiameter 80 cm didapatkan daya dukung total 629 ton dan hasil dari analisis menggunakan *software* Allpile didapatkan daya dukung total sebesar 652,16 ton. Hasil analisis uji PDA didapatkan nilai penurunan sebesar 16,9 mm dan dari hasil analisis menggunakan *software* Allpile didapatkan nilai penurunan sebesar 20,08. Dengan interpretasi beban yang di input pada *software* Allpile didapatkan nilai sebesar 650 ton dari metode Davisson dan 653,6 ton dari metode Chin.
2. Berdasarkan hasil analisis uji PDA, pada nomor tiang BP-749 yang berdiameter 100 cm didapatkan daya dukung total 952 ton dan hasil dari analisis menggunakan *software* Allpile didapatkan daya dukung total sebesar 967,41 ton. Hasil analisis uji PDA didapatkan nilai penurunan sebesar 13,8 mm dan dari hasil analisis menggunakan *software* Allpile didapatkan nilai penurunan sebesar 22,32 mm. Dengan interpretasi beban yang di input pada *software* Allpile didapatkan nilai sebesar 90 ton pada metode Davisson dan 1000 ton pada metode Chin.
3. Berdasarkan dari dua sample fondasi tersebut, daya dukung total hasil dari analisis uji PDA lebih kecil dari analisis menggunakan *software* Allpile. Hal tersebut disebabkan oleh proses transfer energi palu kurang efektif pada saat uji PDA atau bisa juga disebabkan beban dari palu kurang, sehingga nilai daya dukung total dan penurunan yang tercatat mendapatkan nilai yang lebih kecil serta mebentuk kurva yang kurang sempurna.



Dipindai dengan CamScanner

4. Dalam analisis daya dukung lateral fondasi *bored pile* menggunakan metoe Broms pada fondasi diameter 80 cm didapatkan daya dukung lateral (Hu) sebesar 127,365 ton dan pada fondasi 100 cm didapatkan daya dukung lateral (Hu) sebesar 137,769 ton.

## 5.2 Saran

Berikut saran yang berdasarkan hasil yang didapatkan dari analisis laporan Tugas Akhir ini:

1. Diusahakan untuk melengkapi data-data yang dibutuhkan. Karena kalau kekurangan data yang dibutuhkan akan mengakibatkan kesulitan yang bisa juga berdampak kesalahan saat menganalisis, dan data yang digunakan harus jelas seumbernya agar bisa dipertanggung jawabkan.
2. Memahami aplikasi yang akan digunakan. Dalam laporan Tugas Akhir ini penulis menggunakan *software* Allpile. Pemahaman terhadap aplikasi sangat diperlukan agar mengerti apa yang harus dikerjakan dan mempermudah proses pengerjaan laporan.



Dipindai dengan CamScanner

# DAFTAR PUSTAKA


Adriani, R.N. n.d. *Analisis Daya Dukung Tiang Spunpile Dengan Metode Uji Pembebanan Statik (Loading Test).* Universitas Tanjungpura. Kalimantang Barat.

Agung, P. A. M. dkk. 2017. *Tinjauan Ulang Daya Dukung Dan Penurunan Pondasi Bored Pile Pada Pembangunan Jalan Layang Kapt. Tendean –Blok M-Cileduk, Paket Santa Section P10-P11*. Politeknik Negeri Jakarta. Jakarta.

Fadilah, U. N. & Tunafiah, H.2018. *Analisis Daya Dukung Pondasi Bored Pile Berdasarkan Data N-SPT Menurut Rumus Reese Wright Dan Penurunan*.Universitas Persada Indonesia, Jakarta Pusat.

Fadliansyah. 2011. *Analisis Daya Dukung Pondasi Bore Pile Pada Proyek Pembangunan Hotel Santika Jalan Pengadilan Medan.* Universitas Sumatera Utara. Medan.

Fauzi, M. A. & Prasetyo, B. R. 2021. *Analisa Daya Dukung Dan Penurunan Pondasi Bored Pile Pada Tanah Lunak Tambak Lorok*. Universitas Islam Sultan Agung. Semarang.

Hulu, H. B. & Iskandar, R. n.d. *Analisa Daya Dukung Pondasi Bored Pile Dengan Menggunakan Metode Analitis*. Universitas Sumatera Utara. Sumatera Utara.

Mugiono, A. & Saifuddin, F.H. 2020. *Analisis Perbandingan Daya Dukung Pondasi Tiang Bored Pile Dari Hasil Tes PDA Berdasarkan Metode Chin, Mazurkieich Dan Davidson.* Universitas Islam Sultan Agung. Semarang.

Shiananta, D. 2015. *Pemograman Metode Interpretasi Daya Dukung Ultimate Pada Hasil Uji Beban Tiang Empiris Ke Metode Interpretasi Kuadratic Hyperbplic*. Instiut Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya.

Suharyanto, I. 2016. *Analisis "Pondasi Dalam" Pada Bangunan Masjid 3 (Tiga) Lantai*. Universitas Cokroaminoto. Yogyakarta

Surjandari, N. S. 2008. *Studi Perbandingan Perhitungan Daya Dukung Aksial Pondasi Tiang Bor Menggunakan Uji Beban Statik Dan Metode Dinamik*. Universitas Sebelas Maret. Surakarta.

Teddy, L. n.d. *Evaluasi Pondasi Tiang Dengan Pile Driven Analysis (PDA) Di Kota Palembang*. Universitas Sriwijaya. Palembang.

Yusti, A. 2014. *Analisis Daya Dukung Pondasi Tiang Pancang Diverifikasi Dengan Hasil Uji Pile Driving Analyzer Test Dan Capwap*. Universitas Bangka Belitung. Bangka Belitung.




Dipindai dengan CamScanner






Dipindai dengan CamScanner

LAPORAN PENYELIDIKAN GEOTEKNIK UNTUK

# SRI RATU MALL

## JALAN PEMUDA NO. 35 - SEMARANG




DESEMBER 2019

Dipindai dengan CamScanner

# KATA PENGANTAR

Dalam rangka perencanaan dan pembangunan SRI RATU MALL, yang terletak di Jalan Pemuda No. 35, Semarang, maka perlu diketahui penyebaran kondisi tanah bawah permukaan terutama kedalaman lapisan tanah pendukung fondasi yang akan di rencanakan, untuk itu telah dilakukan penyelidikan geoteknik di lapangan.

Pekerjaan penyelidikan di lapangan berupa pemboran inti yang diikuti dengan pengujian SPT yang telah dilaksanakan mulai tanggal 12 November 2019 sampai dengan 27 November 2019, kemudian dilanjutkan dengan penyusunan laporan.

Laporan ini menyajikan metoda pelaksanaan penyelidikan dan pengujian tanah yang telah dilakukan, data hasil penyelidikan, dan evaluasi data serta perkiraan besarnya daya dukung fondasi untuk bangunan yang akan dibangun.

Atas kepercayaan yang telah diberikan untuk penyelidikan geoteknik, kami mengucapkan banyak terima kasih.

Bandung, Desember 2019

Cindarto Lie, MSc.

UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG
UNISSULA
جامعة سلطان أجونج الإسلامية



Dipindai dengan CamScanner

# DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR ..... 1
DAFTAR ISI ..... 2
1. PENDAHULUAN ..... 3
2. LINGKUP PEKERJAAN ..... 3
3. PELAKSANAAN PEKERJAAN ..... 4
   3.1. Bor Inti ..... 4
   3.2. Standard Penetration Test (SPT) ..... 5
4. HASIL PENYELIDIKAN ..... 6
5. ANALISA DAN REKOMENDASI ..... 7

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Peta lokasi pekerjaan penyelidikan tanah ..... 3
Gambar 2. Skematik Pekerjaan Bor Inti ..... 4
Gambar 3. Skematik Standard Penetration Test ..... 5
Gambar 4. Deskripsi lapisan tanah dan Grafik hasil pengujian SPT ..... 6

## DAFTAR TABEL

Tabel 1. Rekomendasi daya dukung fondasi dalam berdasarkan data BH-1 ..... 8
Tabel 2. Rekomendasi daya dukung fondasi dalam berdasarkan data BH-2 ..... 8
Tabel 3. Rekomendasi daya dukung fondasi dalam berdasarkan data BH-3 ..... 9

## LAMPIRAN

LAMPIRAN A : PETA LOKASI PENYELIDIKAN GEOTEKNIK
LAMPIRAN B : BORING LOG
LAMPIRAN C : FOTO LAPANGAN



Dipindai dengan CamScanner

## 1. PENDAHULUAN

Dalam rangka perencanaan SRI RATU MALL yang terletak di Jalan Pemuda No. 35, Semarang, pihak pengembang telah meminta dilakukan penyelidikan geoteknik di lapangan.

Penyelidikan lapangan yang telah dilakukan meliputi Pemboran Inti dan Pengujian Standard Penetration Test (SPT), selama penyelidikan berlangsung.

Selanjutnya data hasil penyelidikan geoteknik ini akan digunakan untuk mengetahui nilai daya dukung fondasi dari bangunan yang akan dibangun agar dapat diperoleh perencanaan yang effektif dan efisien.

## 2. LINGKUP PEKERJAAN

Lingkup pekerjaan penyelidikan geoteknik ini terdiri dari :

- Pemboran Inti sebanyak 3 titik dengan kedalaman 40 meter
- Pengujian Standard Penetration Test (SPT) dengan interval kedalaman 2 m
- Pembuatan Laporan yang berisi data penyelidikan dan rekomendasi fondasi




**Gambar 1.** Peta lokasi pekerjaan penyelidikan tanah



Dipindai dengan CamScanner

## 3. PELAKSANAAN PEKERJAAN

### 3.1. Bor Inti

Pekerjaan bor inti ini dilaksanakan dengan menggunakan mata bor *tungsteen* yang menghasilkan inti tanah atau batuan berdiameter 76 mm apabila dipakai *single core barrel* dan 50 mm apabila dipakai *double core barrel*. Mata bor yang dipasang pada ujung *core barrel* dihubungkan dengan stang bor yang kemudian diputar sambil ditekan masuk ke dalam tanah. Pemutaran dan penekanan dilakukan oleh sistim hidrolik dari mesin bor TDC, buatan Jepang. Setiap kali *core barrel* penuh dengan tanah atau batuan, core barrel tersebut diangkat ke permukaan untuk dikeluarkan inti tanah dan batuan yang terperangkap didalamnya, kemudian dideskripsikan jenis, warna dan sifat konsistensinya secara visual. Pada saat berlangsungnya pekerjaan pemboran inti diambil juga contoh tanah tak terganggu (UDS) dari dalam lubang bor dengan menggunakan tabung tipis (*Shelby tube sampler*). Tabung tipis ini ditusukkan ke dalam tanah dengan cara ditekan dengan spindle hidrolis dari mesin bor atau dipukul dengan palu SPT bila tanah yang dijumpai cukup kaku. Setelah tabung contoh diangkat ke permukaan dan dilepas dari stang bor kemudian kedua ujungnya segera ditutup dengan lilin cair untuk mencegah penguapan kadar air contoh tanah. Selanjutnya hasil deskripsi inti tanah hasil pemboran, kedalaman pengambilan contoh tanah tak terganggu dan kedalaman muka air tanah dari setiap titik pemboran disajikan dalam bentuk diagram Boring Log.




Gambar 2. Skematik Pekerjaan Bor Inti



Dipindai dengan CamScanner

## 3.2. Standard Penetration Test (SPT)

Pada saat pekerjaan Bor Inti berlangsung, dilakukan juga pengujian *Standard Penetration test* (SPT) untuk setiap interval kedalaman 2 meter. SPT test dilakukan dengan cara menghitung jumlah pukulan palu pemukul yang diperlukan untuk mendesak tabung contoh *Split Spoon Sampler* berdiameter 2" sedalam 30 cm ke dalam tanah. Berat palu pemukul yang dipergunakan adalah 63,5 kg dengan tinggi jatuh 75 cm. Penghitungan jumlah pukulan dilakukan 3 kali yaitu setiap penetrasi 15 cm. Nilai SPT diperoleh dengan menjumlahkan jumlah pukulan yang diperlukan pada 15 cm penetrasi kedua dan ketiga. Hasil pengujian Standrad Penetration Test (SPT) ini disajikan dalam bentuk grafik pada Log Bor Inti.




Gambar 3. Skematik Standard Penetration Test

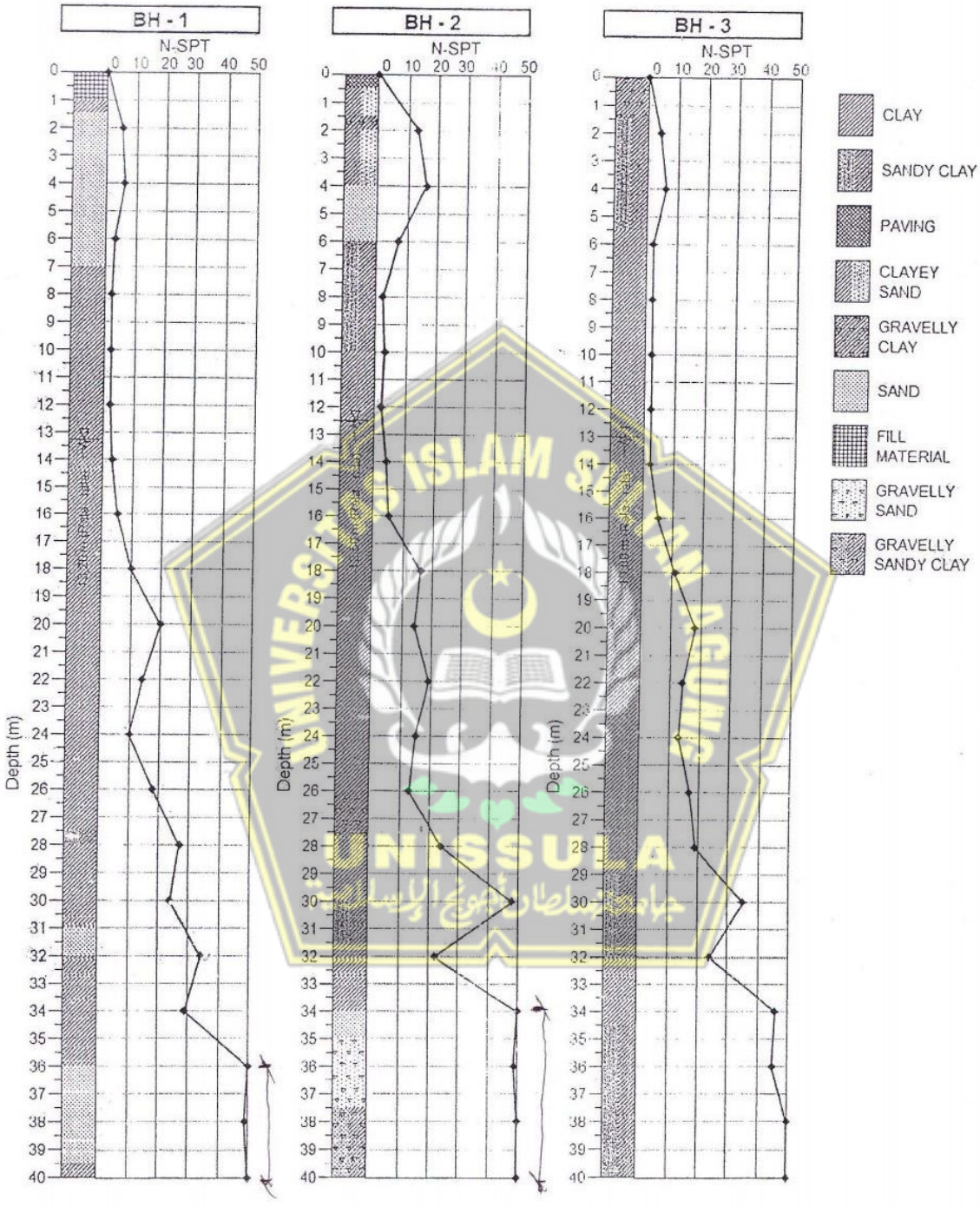
UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG
UNISSULA
جامعة سلطان أجونج الإسلامية



Dipindai dengan CamScanner

## 4. HASIL PENYELIDIKAN

Dari hasil deskripsi inti tanah yang diperoleh selama berlangsungnya pemboran inti yang mencapai kedalaman maksimum 40 m dari permukaan tanah setempat, secara garis besar pola lapisan tanah bawah permukaan di lokasi yaitu :




**Gambar 4. Deskripsi lapisan tanah dan Grafik hasil pengujian SPT**

Posisi titik bor dalam area penyelidikan tanah dapat dilihat pada lampiran A dan deskripsi tanah yang lebih rinci dapat dilihat pada boring log di lampiran B.



Dipindai dengan CamScanner

## 5. ANALISA DAN REKOMENDASI

Dari hasil data penyelidikan tanah terlihat bahwa dilokasi penyelidikan ini diperkirakan lapisan tanah dasar terdapat pada kedalaman 34,0 – 36,0 meter dari permukaan tanah setempat. Mempertimbangkan struktur bangunan yang akan dibangun adalah bangunan bertingkat, maka direkomendasikan pemakaian fondasi dalam berupa fondasi borepile dan tiang pancang dengan ujung tiang harus menumpu pada tanah keras. Dengan menggunakan data SPT, daya dukung fondasi bangunan yang kan didirikan dapat diperkirakan dengan menggunakan formula sebagai berikut :

P-tekan = [ m . Nb . Ap + n . Ns . As ] / FK

P-tarik = [ n . Ns . As ] / Fk + W

Dimana :

| | | |
|---|---|---|
| Nb | = | Nilai rata-rata N pada ujung tiang |
| Ns | = | Nilai rata-rata N sepanjang tiang tertanam |
| Ap | = | Luas permukaan ujung tiang ($m^2$) |
| As | = | Luas selimut tiang tertanam ($m^2$) |
| m,n | = | Faktor daya dukung |
| W | = | Berat sendiri tiang |
| FK | = | Faktor Keamanan = 3 |

Berikut di bawah ini direkomendasikan daya dukung pondasi dalam untuk jenis tiang bor untuk beberapa dimensi yang berbeda-beda.

UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG
UNISSULA
جامعة سلطان أجونج الإسلامية



Dipindai dengan CamScanner

Tabel 1. Rekomendasi daya dukung fondasi dalam berdasarkan data BH-1

| Jenis Tiang | Dimensi *(cm)* | Panjang Tiang *(m)* | P-tekan *(ton)* | P-tarik *(ton)* |
|---|---|---|---|---|
| Concrete Square Pile | 20 | 36 | 39 | 26 |
| | 25 | 36 | 54 | 34 |
| | 30 | 36 | 71 | 42 |
| | 40 | 36 | 110 | 60 |
| | 45 | 36 | 133 | 69 |
| Concrete Spun Pile | 30 | 36 | 55 | 31 |
| | 35 | 36 | 70 | 37 |
| | 40 | 36 | 86 | 43 |
| | 50 | 36 | 124 | 54 |
| | 60 | 36 | 167 | 65 |
| Bored Pile | 60 | 36 | 116 | 65 |
| | 80 | 36 | 188 | 98 |
| | 100 | 36 | 277 | 136 |
| | 120 | 36 | 383 | 179 |

Tabel 2. Rekomendasi daya dukung fondasi dalam berdasarkan data BH-2

| Jenis Tiang | Dimensi *(cm)* | Panjang Tiang *(m)* | P-tekan *(ton)* | P-tarik *(ton)* |
|---|---|---|---|---|
| Concrete Square Pile | 20 | 34 | 40 | 27 |
| | 25 | 34 | 54 | 35 |
| | 30 | 34 | 71 | 43 |
| | 40 | 34 | 111 | 60 |
| | 45 | 34 | 134 | 70 |
| Concrete Spun Pile | 30 | 34 | 56 | 32 |
| | 35 | 34 | 71 | 37 |
| | 40 | 34 | 87 | 44 |
| | 50 | 34 | 125 | 54 |
| | 60 | 34 | 169 | 65 |
| Bored Pile | 60 | 34 | 117 | 65 |
| | 80 | 34 | 190 | 97 |
| | 100 | 34 | 279 | 134 |
| | 120 | 34 | 385 | 176 |



Dipindai dengan CamScanner

Tabel 3. Rekomendasi daya dukung fondasi dalam berdasarkan data BH-3

| Jenis Tiang | Dimensi *(cm)* | Panjang Tiang *(m)* | P-tekan *(ton)* | P-tarik *(ton)* |
|---|---|---|---|---|
| Concrete Square Pile | 20 | 34 | 35 | 23 |
| | 25 | 34 | 48 | 30 |
| | 30 | 34 | 63 | 37 |
| | 40 | 34 | 99 | 53 |
| | 45 | 34 | 120 | 61 |
| Concrete Spun Pile | 30 | 34 | 50 | 27 |
| | 35 | 34 | 63 | 32 |
| | 40 | 34 | 78 | 38 |
| | 50 | 34 | 112 | 47 |
| | 60 | 34 | 152 | 57 |
| Bored Pile | 60 | 34 | 105 | 58 |
| | 80 | 34 | 171 | 88 |
| | 100 | 34 | 252 | 123 |
| | 120 | 34 | 349 | 163 |

Catatan :

- daya dukung yang direkomendasikan merupakan daya dukung tiang tunggal dan belum memperhitungkan nilai efisiensinya dalam kelompok tiang

UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG
UNISSULA
جامعة سلطان أجونج الإسلامية

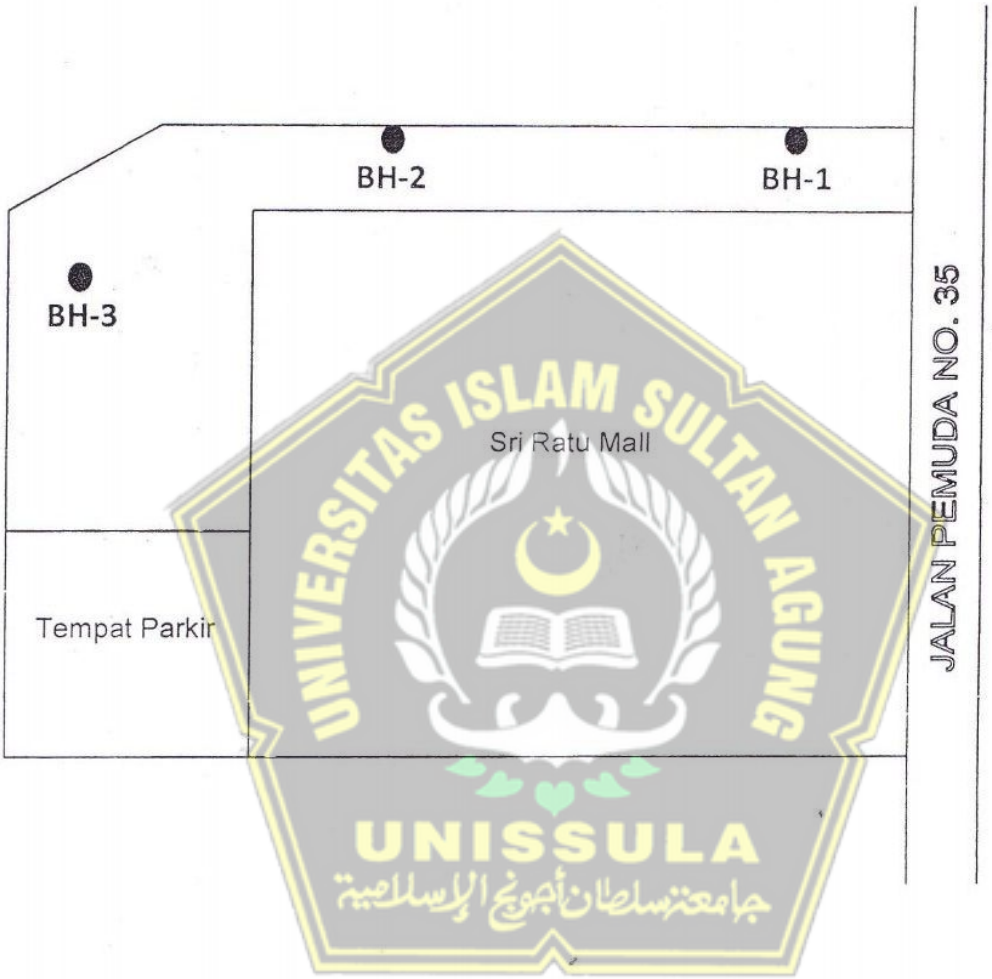


Dipindai dengan CamScanner

# LAMPIRAN A

# PETA LOKASI PENYELIDIKAN GEOTEKNIK

Dipindai dengan CamScanner




Dipindai dengan CamScanner

# LAMPIRAN B

# BORING LOG

Dipindai dengan CamScanner

# BORING LOG

**BH - 1**

Depth : 40.00 m

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| oject | : Sri Ratu Mall | | Date Started | : | November 23, 2019 |
| cation | : Jalan Pemuda No. 35 - Semarang | | Date Finished | : | November 27, 2019 |
| ient | : - | | Sheet | : | 1/2 |
| ring Method | : Rotary Core Drilling | | Boring Machine | : | TDC |
| r Master | : Andri | Logged by : Adiansah | Checked by | : | AM |
| | X : 436005 | Y : 9229206 | Elevation | : | GWL : -13.20 m |

| DEPTH (m) | GWL | UDS/SPT | SYMBOL | SOIL DESCRIPTION | STANDARD PENETRATION TEST N1 | N2 | N3 | N | N SPT Graph 0 10 20 30 40 50 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | 15 | 15 | 15 | | |
| 1 | | | | 0.00-1.00 m FILL MATERIAL | | | | | |
| 2 | | SPT | | 1.00-1.70 m CLAY, red, containing with sand, fine grain. | 2 | 2 | 3 | 5 | |
| 3 | | | | | | | | | |
| 4 | | SPT | | 1.70-7.00 m SAND, blackish grey, loose, fine grain. | 3 | 3 | 3 | 6 | |
| 5 | | | | | | | | | |
| 6 | | SPT | | | 1 | 1 | 2 | 3 | |
| 7 | | | | | | | | | |
| 8 | | SPT | | | 1 | 1 | 1 | 2 | |
| 9 | | | | | | | | | |
| 10 | | SPT | | | 1 | 1 | 1 | 2 | |
| 11 | | | | 7.00-18.00 m CLAY, dark grey, soft to stiff, containing with clamshell. | | | | | |
| 12 | | SPT | | | 1 | 1 | 1 | 2 | |
| 13 | | | | | | | | | |
| 14 | -13,20 m (Reta - rata) | SPT | | | 1 | 1 | 2 | 3 | |
| 15 | | | | | | | | | |
| 16 | | SPT | | | 2 | 2 | 3 | 5 | |
| 17 | | | | | | | | | |
| 18 | | SPT | | | 3 | 4 | 6 | 10 | |
| 19 | | | | 18.00-20.00 m CLAY, blackish dark brown, stiff to very stiff. | | | | | |
| 20 | | SPT | | | 7 | 8 | 12 | 20 | |

UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG
UNISSULA
جامعة سلطان أجونج الإسلامية

Dipindai dengan CamScanner

# BORING LOG

**BH - 1**

Depth : 40.00 m

| | | | |
|---|---|---|---|
| Project | : Sri Ratu Mall | Date Started | : November 23, 2019 |
| Location | : Jalan Pemuda No. 35 - Semarang | Date Finished | : November 27, 2019 |
| Client | : - | Sheet | : 2/2 |
| Boring Method | : Rotary Core Drilling | Boring Machine | : TDC |
| Bor Master | : Andri | Logged by : Adiansah | Checked by : AM |
| X | : 436005 | Y : 9229206 | Elevation : GWL : -13.20 m |

| DATE | DEPTH (m) | GWL | UDS/SPT | SYMBOL | SOIL DESCRIPTION | STANDARD PENETRATION TEST N1 (15) | N2 (15) | N3 (15) | N | N SPT Graph (0 10 20 30 40 50) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| November 24, 2019 | 21 | | | | 20.00-22.00 m CLAY, blackish dark brown, stiff to very stiff. | 7 | 8 | 12 | 20 | |
| | 22 | | SPT | | | 4 | 6 | 8 | 14 | |
| | 23 | | | | 22.00-24.00 m CLAY, light brown, stiff, containing with sand, fine grain. | | | | | |
| | 24 | | SPT | | | 4 | 4 | 6 | 10 | |
| | 25 | | | | 24.00-27.50 m CLAY, dark grey, very stiff. | | | | | |
| | 26 | | SPT | | | 7 | 7 | 11 | 18 | |
| | 27 | | | | | | | | | |
| November 25, 2019 | 28 | | | | 27.50-28.00 m Sandy CLAY, light grey, very stiff, coarse grain. | | | | | |
| | 29 | | SPT | | 28.00-29.00 m CLAY, dark brown, very stiff. | 4 | 11 | 16 | 27 | |
| | 30 | | | | 29.00-31.00 m CLAY, light grey, very stiff. | | | | | |
| | 31 | | SPT | | | 7 | 11 | 13 | 24 | |
| | 32 | | | | 31.00-32.00 m SAND, light grey, dense, fine grain. | 9 | 15 | 19 | 34 | |
| | 33 | | SPT | | 32.00-34.00 m CLAY, blackish dark grey, very stiff to hard. | | | | | |
| | 34 | | | | | 9 | 14 | 15 | 29 | |
| | 35 | | SPT | | 34.00-36.00 m CLAY, dark grey, very stiff to very hard. | | | | | |
| | 36 | | | | | 7 | 33 | 17/9 | >50 | |
| | 37 | | SPT | | 36.00-39.50 m SAND, dark brown, dense to very dense, fine grain. | | | | | |
| | 38 | | | | | 13 | 22 | 27 | 49 | |
| | 39 | | SPT | | | | | | | |
| | 40 | | | | 39.50-40.00 m CLAY, dark brown, very hard. | 34 | 50/5 | | >50 | |
| | | | SPT | | | | | | | |

UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG
UNISSULA
جامعة سلطان أجونج الإسلامية

Dipindai dengan CamScanner

# BORING LOG

**BH - 2**

Depth : 40.00 m

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Project | : Sri Ratu Mall | | Date Started | : | November 12, 2019 |
| Location | : Jalan Pemuda No. 35 - Semarang | | Date Finished | : | November 16, 2019 |
| Client | : - | | Sheet | : | 1/2 |
| Boring Method | : Rotary Core Drilling | | Boring Machine | : | TDC |
| Bor Master | : Andri | Logged by : Adiansah | Checked by | : | AM |
| X | : 435980 | Y : 9229326 | Elevation | : | GWL : -12.50 m |

| DATE | DEPTH (m) | GWL | UDS/SPT | SYMBOL | SOIL DESCRIPTION | STANDARD PENETRATION TEST N1 | N2 | N3 | N | N SPT Graph (0 10 20 30 40 50) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | 15 | 15 | 15 | | |
| November 12, 2019 | 0 | | | | 0.00-0.10 m PAVING | | | | | |
| | 1 | | | | 0.10-1.50 m Clayey SAND, red. | | | | | |
| | 2 | | | | 1.50-2.00 m Gravelly CLAY, black, soft. | | | | | |
| | | | SPT | | | 3 | 5 | 8 | 13 | |
| | 3 | | | | 2.00-4.00 m Clayey SAND, light grey, medium dense. | | | | | |
| | 4 | | SPT | | | 7 | 7 | 9 | 16 | |
| | 5 | | | | 4.00-6.00 m SAND, black, medium dense, coarse grain. | | | | | |
| | 6 | | SPT | | 6.00-7.50 m Sandy CLAY, black, firm, fine grain. | 2 | 2 | 5 | 7 | |
| | 7 | | | | | | | | | |
| | 8 | | SPT | | 7.50-10.00 m Sandy CLAY, greyish black, soft, fine grain. | 1 | 1 | 1 | 2 | |
| | 9 | | | | | | | | | |
| | 10 | | SPT | | | 2 | 1 | 1 | 3 | |
| | 11 | | | | 10.00-16.00 m CLAY, dark grey, soft to firm. | | | | | |
| | 12 | | SPT | | | 1 | 1 | 1 | 2 | |
| | 13 | -12,50 m (Rata - rata) | | | | | | | | |
| | 14 | | SPT | | | 1 | 2 | 2 | 4 | |
| | 15 | | | | | | | | | |
| | 16 | | SPT | | 16.00-18.00 m CLAY, blackish dark grey, firm. | 2 | 2 | 3 | 5 | |
| | 17 | | | | | | | | | |
| | 18 | | SPT | | 18.00-20.00 m CLAY, greyish black, stiff to very stiff. | 5 | 7 | 9 | 16 | |
| | 19 | | | | | | | | | |
| | 20 | | SPT | | | 4 | 6 | 8 | 14 | |

UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG
UNISSULA
جامعة سلطان أجونج الإسلامية

Dipindai dengan CamScanner

# BORING LOG

**BH - 2**

Depth : 40.00 m

| | | | |
|---|---|---|---|
| Project | : Sri Ratu Mall | Date Started | : November 12, 2019 |
| Location | : Jalan Pemuda No. 35 - Semarang | Date Finished | : November 16, 2019 |
| Client | : - | Sheet | : 2/2 |
| Boring Method | : Rotary Core Drilling | Boring Machine | : TDC |
| Bor Master | : Andri | Logged by : Adiansah | Checked by : AM |
| X | : 435980 | Y : 9229326 | Elevation : GWL : -12.50 m |

| DATE | DEPTH (m) | GWL | UDS/SPT | SYMBOL | SOIL DESCRIPTION | STANDARD PENETRATION TEST N1 (15) | N2 (15) | N3 (15) | N | N SPT Graph (0 10 20 30 40 50) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| November 14, 2019 | 21 | | | | 20.00-23.00 m<br>CLAY, greyish black, stiff to very stiff. | 4 | 6 | 8 | 14 | |
| | 22 | | SPT | | | 6 | 9 | 10 | 19 | |
| | 23 | | | | | | | | | |
| | 24 | | | | 23.00-26.00 m<br>CLAY, greysih black, stiff. | 4 | 7 | 8 | 15 | |
| | 25 | | SPT | | | | | | | |
| | 26 | | | | | | | | | |
| | 27 | | SPT | | 26.00-28.00 m<br>Gravelly CLAY, black, stiff to very stiff. | 3 | 6 | 7 | 13 | |
| | 28 | | | | | | | | | |
| | 29 | | SPT | | 28.00-30.00 m<br>CLAY, blackish brown, very stiff to hard. | 9 | 13 | 11 | 24 | |
| | 30 | | | | | | | | | |
| | 31 | | SPT | | 30.00-31.50 m<br>Sandy CLAY, light brown, hard. | 9 | 16 | 32 | 48 | |
| | 32 | | | | | | | | | |
| | 33 | | SPT | | 31.50-34.00 m<br>CLAY, black, very stiff to very hard. | 12 | 9 | 13 | 22 | |
| | 34 | | | | | | | | | |
| | 35 | | SPT | | 34.00-35.00 m<br>SAND, black, very dense, fine grain. | 15 | 25 | 25/5 | >50 | |
| | 36 | | | | 35.00-37.50 m<br>Gravelly SAND, black, dense. | 22 | 23 | 26 | 49 | |
| | 37 | | SPT | | | | | | | |
| | 38 | | | | | | | | | |
| | 39 | | SPT | | 37.50-40.00 m<br>Gravelly Sandy CLAY, dark grey, very hard. | 19 | 24 | 26/14 | >50 | |
| | 40 | | | | | | | | | |
| | | | SPT | | | 16 | 50/14 | | >50 | |

UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG
UNISSULA
جامعة سلطان أجونج الإسلامية

Dipindai dengan CamScanner

# BORING LOG

**BH - 3**

**Depth : 40.00 m**

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| oject | : Sri Ratu Mall | | Date Started | : | November 18, 2019 |
| cation | : Jalan Pemuda No. 35 - Semarang | | Date Finished | : | November 21, 2019 |
| ent | : - | | Sheet | : | 1/2 |
| ring Method | : Rotary Core Drilling | | Boring Machine | : | TDC |
| r Master | : Andri | Logged by : Adiansah | Checked by | : | AM |
| | X : 435949 | Y : 9229350 | Elevation | : | GWL : -13.00 m |

| DEPTH (m) | GWL | UDS/SPT | SYMBOL | SOIL DESCRIPTION | STANDARD PENETRATION TEST N1 | N2 | N3 | N | N SPT Graph 0 10 20 30 40 50 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | 15 | 15 | 15 | | |
| 1 | | | | 0.00-1.50 m<br>Gravelly CLAY, red, containing with sand, fine grain. | | | | | |
| 2 | | SPT | | | 1 | 2 | 2 | 4 | |
| 3 | | | | 1.50-5.50 m<br>Sandy CLAY, dark grey, firm. | | | | | |
| 4 | | SPT | | | 2 | 2 | 4 | 6 | |
| 5 | | | | | | | | | |
| 6 | | SPT | | | 1 | 1 | 1 | 2 | |
| 7 | | | | 5.50-9.00 m<br>CLAY, dark grey, soft. | | | | | |
| 8 | | SPT | | | 1 | 1 | 1 | 2 | |
| 9 | | | | | | | | | |
| 10 | | SPT | | | 1 | 1 | 1 | 2 | |
| 11 | | | | 9.00-13.00 m<br>CLAY, dark grey, soft, containing with clampshell. | | | | | |
| 12 | | SPT | | | 1 | 1 | 1 | 2 | |
| 13 | -13.00 m (Rata - rata) | | | | | | | | |
| 14 | | SPT | | | 1 | 1 | 1 | 2 | |
| 15 | | | | 13.00-17.50 m<br>CLAY, blackish grey, soft to firm | | | | | |
| 16 | | SPT | | | 2 | 2 | 3 | 5 | |
| 17 | | | | | | | | | |
| 18 | | SPT | | | 4 | 5 | 6 | 11 | |
| 19 | | | | 17.50-20.00 m<br>CLAY, dark brown, stiff to very stiff. | | | | | |
| 20 | | SPT | | | 7 | 8 | 10 | 18 | |

UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG
UNISSULA
جامعة سلطان أبونج الإسلامية

Dipindai dengan CamScanner

# BORING LOG

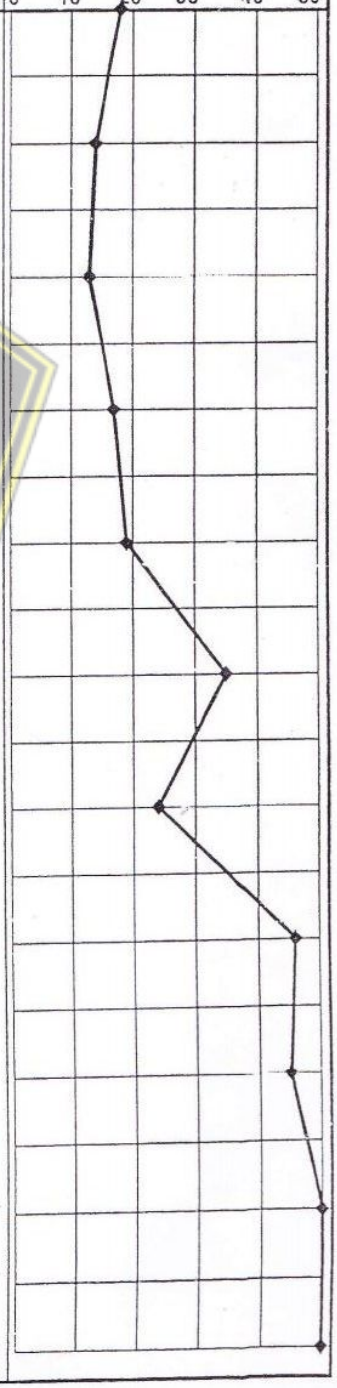
**BH - 3**
Depth : 40.00 m

| | | | |
|---|---|---|---|
| roject | : Sri Ratu Mall | Date Started | : November 18, 2019 |
| ocation | : Jalan Pemuda No. 35 - Semarang | Date Finished | : November 21, 2019 |
| lient | : - | Sheet | : 2/2 |
| oring Method | : Rotary Core Drilling | Boring Machine | : TDC |
| er Master | : Andri Logged by : Adiansah | Checked by | : AM |
| | X : 435949 Y : 9229350 | Elevation | : GWL : -13.00 m |

| DEPTH (m) | GWL | UDS/SPT | SYMBOL | SOIL DESCRIPTION | N1 | N2 | N3 | N |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | 15 | 15 | 15 | |
| 21 | | | | 20.00-22.00 m<br>CLAY, dark brown, stiff to very stiff. | 7 | 8 | 10 | 18 |
| 22 | | SPT | | | | | | |
| 23 | | | | 22.00-24.00 m<br>CLAY, blackish grey, stiff. | 4 | 6 | 8 | 14 |
| 24 | | SPT | | 24.00-25.00 m<br>CLAY, dark brown, stiff. | 4 | 5 | 8 | 13 |
| 25 | | | | 25.00-26.00 m<br>CLAY, dark grey, stiff. | | | | |
| 26 | | SPT | | 26.00-27.50 m<br>CLAY, light brown, very stiff. | 9 | 8 | 9 | 17 |
| 27 | | | | | | | | |
| 28 | | SPT | | 27.50-29.00 m<br>CLAY, dark grey, very stiff. | 6 | 8 | 11 | 19 |
| 29 | | | | | | | | |
| 30 | | SPT | | 29.00-32.00 m<br>Sandy CLAY, blackish grey, hard. | 15 | 21 | 14 | 35 |
| 31 | | | | | | | | |
| 32 | | SPT | | | 8 | 12 | 12 | 24 |
| 33 | | | | 32.00-34.50 m<br>CLAY, dark grey, very stiff to hard. | | | | |
| 34 | | SPT | | | 11 | 21 | 25 | 46 |
| 35 | | | | | | | | |
| 36 | | SPT | | 34.50-40.00 m<br>Sandy CLAY, dark grey, hard to very hard. | 14 | 15 | 30 | 45 |
| 37 | | | | | | | | |
| 38 | | SPT | | | 16 | 27 | 23 | 50 |
| 39 | | | | | | | | |
| 40 | | SPT | | | 8 | 26 | 24/13 | >50 |

STANDARD PENETRATION TEST

N SPT Graph




UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG
UNISSULA
جامعة سلطان أجونج الإسلامية
Dipindai dengan CamScanner

YAYASAN BADAN WAKAF SULTAN AGUNG
UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG (UNISSULA)
Jl. Raya Kaligawe Km.4 Semarang 50112 Telp. (024) 6583584 (8 Sal) Fax.(024) 6582455
email : informasi@unissula.ac.id web : www.unissula.ac.id



# JUDUL TUGAS AKHIR DALAM BAHASA INGGRIS

| | |
|---|---|
| Hari | Selasa |
| Tanggal | 27 Juli 2021 |
| Jam | 10.00 WIB |

Judul Tugas Akhir

| |
|---|
| Analisa Perbandingan Hasil Loading Test Pondasi Bored Pile Berdasarkan PDA Test, All Pile<br>Dan Metode Statik Pada Proyek Pembangunan Queen City Mall & Aprtment<br>0 |
| JUDUL TUGAS AKHIR DALAM BAHASA INGGRIS |
| |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1 | Isna Melati Nugraheni | 30201700089 | 1 |
| 2 | Lana Nalaya Muna | 30201700094 | 2 |

Pembimbing Tugas Akhir

| NO | NAMA | TANDA TANGAN | |
|---|---|---|---|
| 1 | Prof. Ir. H. Pratikso,MST,Ph.D | 1 | |
| 2 | Dr. Abdul Rochim,ST,MT | | 2 |

Semarang, 27 Juli 2021
Ketua Program Studi Teknik Sipil

M Rusli Ahyar,ST,M.Eng
NIK. 210216089

Dipindai dengan CamScanner

YAYASAN BADAN WAKAF SULTAN AGUNG
UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG (UNISSULA)
Jl. Raya Kaligawe Km 4 Semarang 50112 Telp. (024) 6583584 (8 Sal) Fax.(024) 6582455
email : informasi@unissula.ac.id web : www.unissula.ac.id
FAKULTAS TEKNIK
Bismillah Membangun Generasi Khaira Ummah

Nomor : 32 / A.2 / SA - T / VII / 2021

Pada hari ini, Selasa Tanggal 27 Juli 2021 telah dilaksanakan

Seminar Tugas Akhir, dengan peserta sebagai berikut :

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1 | Nama | Isna Melati Nugraheni | 30201700089 |
| 2 | Nama | Lana Nalaya Muna | 30201700094 |

Judul TA : Analisa Perbandingan Hasil Loading Test Pondasi Bored Pile Berdasarkan PDA Test, All Pile Dan Metode Statik Pada Proyek Pembangunan Queen City Mall & Aprtment 0

Dengan Hasil : **Baik dengan perbaikan**

: .....

: .....

Demikian Berita Acara Seminar Tugas Akhir ini dibuat untuk diketahui dan pergunakan seperlunya.

| Dosen Pembimbing I | Dosen Pembimbing II | Dosen Pembanding |
|---|---|---|
| Prof. Ir. H. Pratikso,MST,Ph.D | Dr. Abdul Rochim,ST,MT | Ir. H. Rachmat Mudiyono,MT,Ph.D |

Mengetahui ,
Ketua Program Studi Teknik Sipil

M.Rusli Ahyar, ST,M.Eng

Dipindai dengan CamScanner

YAYASAN BADAN WAKAF SULTAN AGUNG
UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG (UNISSULA)
Jl. Raya Kaligawe Km.4 Semarang 50112 Telp. (024) 6583584 (8 Sal) Fax.(024) 6582455
email : informasi@unissula.ac.id web : www.unissula.ac.id

FAKULTAS TEKNIK — Bismillah Membangun Generasi Khaira Ummah

# DOSEN PENGUJI
## SEMINAR TUGAS AKHIR

| | |
|---|---|
| Hari | Selasa |
| Tanggal | 27 Juli 2021 |
| Jam | 10.00 WIB |

Judul Tugas Akhir

| |
|---|
| Analisa Perbandingan Hasil Loading Test Pondasi Bored Pile Berdasarkan PDA Test, All Pile<br>Dan Metode Statik Pada Proyek Pembangunan Queen City Mall & Aprtment |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1 | Isna Melati Nugraheni | 30201700089 | 1 |
| 2 | Lana Nalaya Muna | 30201700094 | 2 |

| NO | NAMA | TANDA TANGAN | |
|---|---|---|---|
| 1 | Prof. Ir. H. Pratikso,MST,Ph.D | 1 | |
| 2 | Dr. Abdul Rochim,ST,MT | | 2 |
| 3 | Ir. H. Rachmat Mudiyono,MT,Ph.D | 3 | |

Semarang, 27 Juli 2021
Ketua Program Studi Teknik Sipil

M.Rusli Ahyar,ST,M.Eng
NIK. 210216089

Dipindai dengan CamScanner

YAYASAN BADAN WAKAF SULTAN AGUNG
UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG (UNISSULA)
Jl. Raya Kaligawe Km.4 Semarang 50112 Telp. (024) 6583584 (8 Sal) Fax.(024) 6582455
email : informasi@unissula.ac.id web : www.unissula.ac.id
FAKULTAS TEKNIK Bismillah Membangun Generasi Khaira Ummah

# SEMINAR TUGAS AKHIR

Nama Mahasiswa / NIM : .....
Hari / Tanggal : .....
Judul TA : .....
: .....

| NO | |
|---|---|
| 1 | Tambahkan berita acara |
| 2 | Pada abstrak, tujuan di ganti pada paragraf 1 |
| 3 | Pada bagian kesimpulan poin 4 dijadikan 1 dengan poin 1 dan 2 |
| 4 | |
| 5 | |

DOSEN PENGUJI

Dr. Abdul Rochim, MT., Ph.D

Dipindai dengan CamScanner

YAYASAN BADAN WAKAF SULTAN AGUNG
UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG (UNISSULA)
Jl. Raya Kaligawe Km.4 Semarang 50112 Telp. (024) 6583584 (8 Sal) Fax.(024) 6582455
email : informasi@unissula.ac.id web : www.unissula.ac.id
FAKULTAS TEKNIK Bismillah Membangun Generasi Khaira Ummah

# SEMINAR TUGAS AKHIR

Nama Mahasiswa / NIM : .....
Hari / Tanggal : .....
Judul TA : .....
: .....

| NO | |
|---|---|
| 1 | Pada penulisan abstrak spasi di ganti 1 |
| 2 | Teliti pada bagian notasi dan singkatan |
| 3 | Pada bagian kesimpulan poin 4 dijadikan 1 dengan poin 1 dan 2 |
| 4 | |
| 5 | |

DOSEN PENGUJI

Prof. Ir. H. Pratikso,MST,Ph.D

Dipindai dengan CamScanner

# ANALISA PERBANDINGAN HASIL LOADING TEST FONDASI BORED PILE BERDASARKAN PDA TEST, ALL PILE DAN METODE STATIK PADA PROYEK PEMBANGUNAN QUEEN CITY MALL & APARTMENT

ORIGINALITY REPORT

| 5% | 4% | 1% | 3% |
|---|---|---|---|
| SIMILARITY INDEX | INTERNET SOURCES | PUBLICATIONS | STUDENT PAPERS |

PRIMARY SOURCES

| | | |
|---|---|---|
| 1 | text-id.123dok.com<br>Internet Source | 1% |
| 2 | fisheye.norganna.org<br>Internet Source | 1% |
| 3 | oacs-dotlrn-conf2007.wu-wien.ac.at<br>Internet Source | <1% |
| 4 | Submitted to Engineers Australia<br>Student Paper | <1% |
| 5 | Submitted to Politeknik Negeri Bandung<br>Student Paper | <1% |
| 6 | Submitted to Australian College of Kuwait<br>Student Paper | <1% |
| 7 | dspace.utpl.edu.ec<br>Internet Source | <1% |
| 8 | Submitted to Sultan Agung Islamic University<br>Student Paper | <1% |

Dipindai dengan CamScanner

| | | |
|---|---|---|
| 9 | svn.drone.codehaus.org<br>Internet Source | <1 % |
| 10 | "Land application uses for dry FGD by-products. Phase 2 report", 'Office of Scientific and Technical Information (OSTI)'<br>Internet Source | <1 % |
| 11 | Submitted to UIN Sultan Syarif Kasim Riau<br>Student Paper | <1 % |
| 12 | www.scribd.com<br>Internet Source | <1 % |
| 13 | www.physionet.org<br>Internet Source | <1 % |
| 14 | Submitted to UIN Sunan Gunung Djati Bandung<br>Student Paper | <1 % |
| 15 | civiltechsoftware.com<br>Internet Source | <1 % |
| 16 | www.stylista.com.cy<br>Internet Source | <1 % |
| 17 | repositori.usu.ac.id<br>Internet Source | <1 % |
| 18 | djentik.wordpress.com<br>Internet Source | <1 % |
| 19 | www.harnn.gr<br>Internet Source | <1 % |

Dipindai dengan CamScanner

| | | |
|---|---|---|
| 20 | repository.its.ac.id<br>Internet Source | <1% |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Exclude quotes | Off | Exclude matches | Off |
| Exclude bibliography | Off | | |




Dipindai dengan CamScanner