

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**



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 Mudiyo, MT., Ph.D

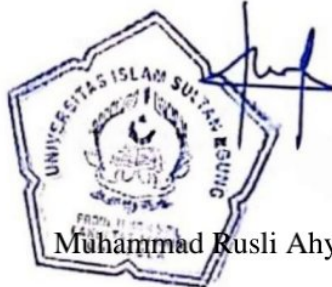
.....
.....
.....

Universitas Islam Sultan Agung

Program Studi Teknik Sipil

Fakultas Teknik Sipil

Ketua,



Muhammad Rusli Ahyar, ST., M.Eng



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 seperlunya oleh pihak-pihak yang diperuntukkan.

Pembimbing I

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

Pembimbing II

Dr. Abdul Rochim, ST., MT

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Sipil

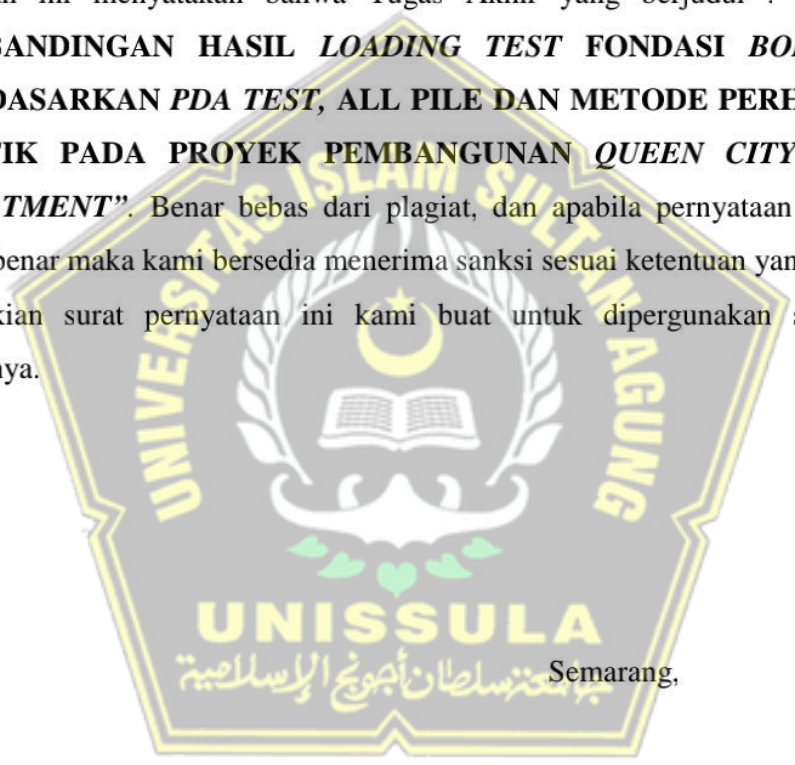
M. Rusli Ahyar, ST., M.Eng

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

Isna Melati Nugraheni

30.2017.00.089

Mahasiswa II

Lana Nalaya Muna

30.2017.00.094

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 ijazah 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

MOTTO

كُنْتُمْ خَيْرَ أُمَّةٍ أُخْرِجَتْ لِلنَّاسِ تَأْمُرُونَ بِالْمَعْرُوفِ وَتَنْهَوْنَ عَنِ الْمُنْكَرِ وَتُؤْمِنُونَ بِاللَّهِ وَلَوْ آمَنَ أَهْلُ الْكِتَابِ لَكَانَ خَيْرًا لَهُمْ مِنْهُمْ الْمُؤْمِنُونَ وَأَكْثَرُهُمُ الْفَاسِقُونَ

“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)

يُؤْتِي الْحِكْمَةَ مَنْ يَشَاءُ ۚ وَمَنْ يُؤْتَ الْحِكْمَةَ فَقَدْ أُوتِيَ خَيْرًا كَثِيرًا ۗ وَمَا يَذَّكَّرُ إِلَّا أُولُو الْأَلْبَابِ

"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)

PERSEMBAHAN

Alhamdulillah, Puji syukur kehadiran Allah SWT atas segala rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis bisa menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini. Ucapan terimakasih 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.

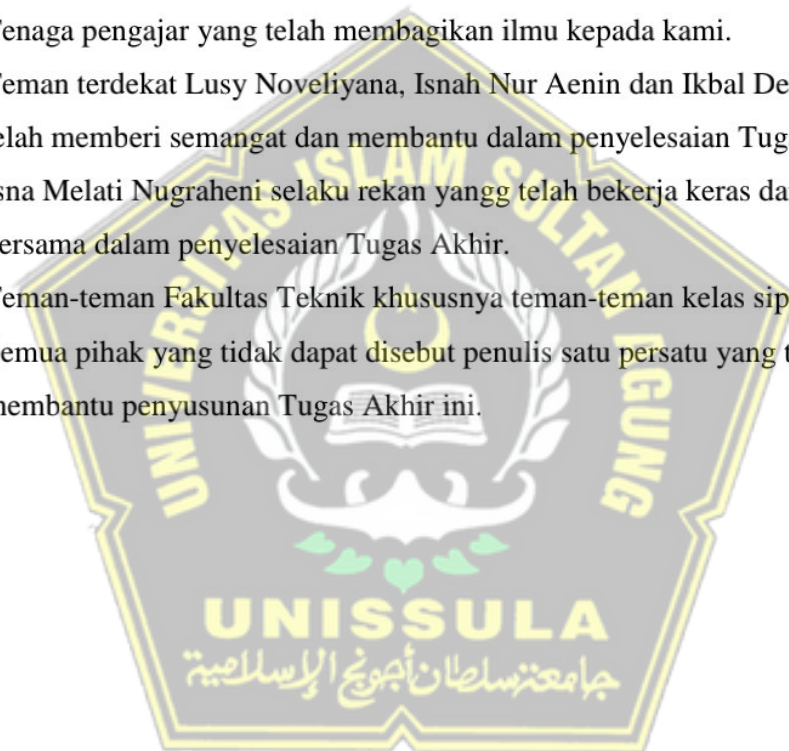
Isna Melati Nugraheni

30201700089

PERSEMBAHAN

Alhamdulillah, Puji syukur kehadiran Allah SWT atas segala rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis bisa menyelesaikan 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 yang 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

KATA PENGANTAR

Asslamualaikum Wr. Wb.

Puji syukur kehadiran 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 terselesaikan 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 Mudiyo, MT, Ph.D selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Islam Sultan Agung Semarang.
2. Bapak Muhammad Ruli Ahyar, ST.,M.Eng selaku Ketua Program 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

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 <i>Unified (Usce)</i>	8
2.4 Parameter Tanah.....	10
2.4.1 Klasifikasi Tanah Dari Data Sondir	10
2.4.2 Klasifikasi Tanah Berdasarkan <i>Standart Penetration Test (N-Spt)</i> ..	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 <i>Bored Pile</i>	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

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 <i>Pile Driving Analyzer Test</i> (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 <i>Bored Pile</i>	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

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Klasifikasi Tanah (Sistem AASTHO)	8
Tabel 2.2 Sistem Klasifikasi Tanah <i>Unified</i>	9
Tabel 2.3 Klasifikasi Tanah dari Data Sondir	10
Tabel 2.4 Hubungan antara Kepadatan, Berat Jenis Tanah Kering, Nilai N-SPT, q_c , 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 (γ_{sat})	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

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Lokasi Proyek Pembangunan <i>Queen City Mall & Apartment</i>	2
Gambar 2.1	Grafik Hubungan Tekanan Conus dengan Perlawanan Geser....	11
Gambar 3.1	Jendela <i>Pile Type</i>	35
Gambar 3.2	Jendela <i>Pile Profile</i>	36
Gambar 3.3	Jendela <i>Pile Properties</i>	36
Gambar 3.4	Jendela <i>Pile Properties</i>	37
Gambar 3.5	Jendela <i>Load and Group</i>	38
Gambar 3.6	Jendela <i>Soil Properties</i>	38
Gambar 3.7	Jendela <i>Soil Properties</i>	39
Gambar 3.8	Jendela <i>Advanced Page</i>	40
Gambar 4.1	Fondasi <i>Bored Pile BP-749</i>	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	<i>Pile Type</i> diameter 100	49
Gambar 4.6	<i>Pile Type</i> diameter 80	54
Gambar 4.7	<i>Pile profile</i> diameter 100	55
Gambar 4.8	<i>Pile Profile</i> diameter 80	55
Gambar 4.9	<i>Pile properties</i> diameter 100	56
Gambar 4.10	<i>Pile section screen</i> diameter 100	56
Gambar 4.11	<i>Pile Properties</i> diameter 80	56
Gambar 4.12	<i>Pile Section Screen</i> diameter 80	57
Gambar 4.13	<i>Load and Group</i> diameter 100	57
Gambar 4.14	<i>Load and Group</i> diameter 80	58
Gambar 4.15	<i>Soil Properties</i> diameter 100	59
Gambar 4.16	<i>Soil Parameter screen</i> diameter 100	59
Gambar 4.17	<i>Soil Properties</i> diameter 80	60
Gambar 4.18	<i>Soil Parameter</i> diameter 80	60
Gambar 4.19	<i>advance page</i> diameter 100	61
Gambar 4.20	<i>advance page</i> 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

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



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
A _p	[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

Singkatan

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



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

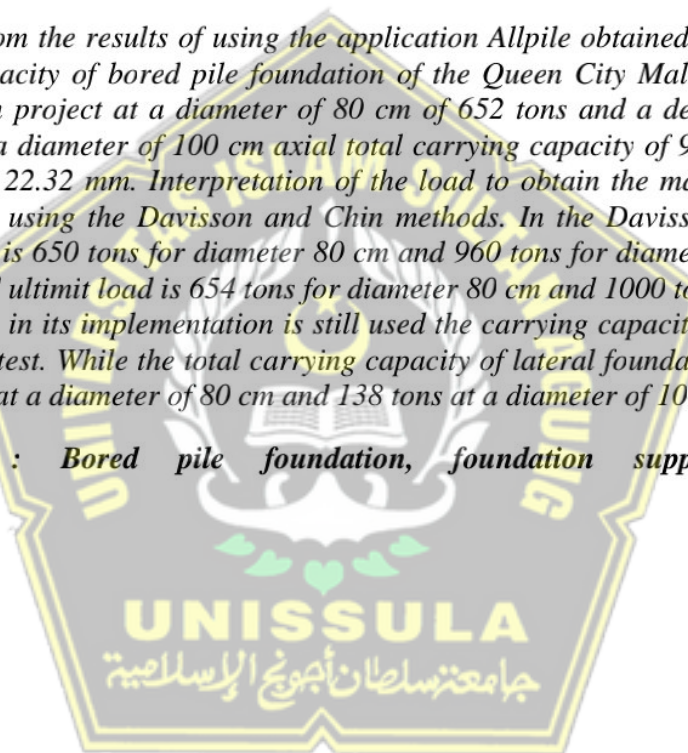
ABSTRACT

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 ultimate load using the Davisson and Chin methods. In the Davisson method the ultimate load is 650 tons for diameter 80 cm and 960 tons for diameter 100 cm, on chin method ultimate 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



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 $\pm 373,8 \text{ km}^2$ 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 *upgrade* yang dulunya Pasaraya Sri Ratu mempunyai 7 lantai diganti menjadi *Queen City Mall* dan

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

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

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.

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 pengolahan 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.



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

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*

Official) dan sistem klasifikasi jenis tanah menggunakan metode *Unified 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
	A-1-a	A-1-b		A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7				A-7-5* A-7-6%
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)

$$*PI \leq LL - 30$$

$$*PI > LL - 30$$

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 :

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 inorganik (*inorganic clay*) dan simbol O untuk kelompok lanau serta lempung organik. Simbol Pt untuk gambut (*peat*) 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*

Jenis Tanah	Simbol	Sub Kelompok	Simbol
Kerikil	G	Gradasi Baik	W
		Gradasi Buruk	P
Pasir	S	Berlanau	M
		Berlempung	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, $LL > 50$).

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.

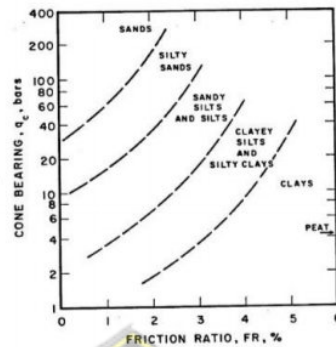
Bacaan yang didapat yaitu pertama nilai perlawanan konus (Q_c) dan yang kedua yaitu nilai perlawanan geser ($Q_c + F_s$). Kedua bacaan nilai tersebut dapat menentukan jenis tanah pada suatu proyek. Klasifikasi tanah sendiri dapat dilihat pada Tabel hasil sondir yang ditunjukkan pada Tabel 2.3 dibawah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

Tabel 2.3 Klasifikasi Tanah dari Data Sondir

Hasil Sondir		Klasifikasi
Q_c	F_s	
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)

Grafik hubungan antara tekanan conus (Q_c) dan perlawanan geser (F_r) 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, q_c dan ϕ dapat dilihat pada Tabel 2.4 dan Tabel 2.5 di bawah ini.

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

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

(Mayerhof, 1965)

Tabel 2.5 Hubungan antara Nilai Tipikal Berat Volume Kering

Jenis Tanah	γ_{sat} (kN/m^3)	γ_{dry} (kN/m^3)
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 (γ_{sat}) dapat dilihat pada Tabel 2.6 berikut ini.

Tabel 2.6 Hubungan antara Nilai N-SPT dengan Berat Jenis Tanah Jenuh (γ_{sat})

N-SPT (blows/ft)	Konsentrasi	q_u (Unconfined Compressive Strength) ton/ft ²	γ_{sat} (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 *triaxial 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.

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.

$$c = Q_c / 20 \dots\dots\dots (2.1)$$

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	ϕ
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 Stabilisation 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*.

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 ($D \geq 5B$). 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 berfungsi sebagaimana fungsi fondasi pada umumnya, namun fondasi tiang berdiameter lebih kecil dan lebih panjang jika dibandingkan dengan fondasi sumuran.

2.5.3 Penggolongan Fondasi Dalam

Penggolongan 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 bervariasi.

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.

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

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

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.

2.8.2 Keruntuhan Tanah

Keruntuhan tanah adalah kondisi dimana tanah tersebut mengalami ketidaksetimbangan ketika dibebani oleh suatu struktur di atasnya. 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

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 Program* (CAPWAP) adalah program 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 :

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*

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*

Tampilan *Advanced 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 $Q_u = Q_b$ (tahanan ujung) + Q_s (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 penjelasannya 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.

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_r)	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)

Tabel 2.11 Nilai-nilai n_h untuk Tanah Kohesif

Tanah	$N_h(\text{kN/m}^3)$	Referensi
Lempung terkonsolidasi normal lunak	166 – 3518 277 - 554	Reese dan Matlock (1956) Davisson – Prakash (1963)
Lempung terkonsolidasi Normal organik	111 – 277 111 - 831	Peck dan Davisson (1962) Davisson (1970)
Gambut	55 27,7 - 111	Davisson (1970) 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

$$E = 4700 \times \sqrt{f_c} \dots\dots\dots (2.2)$$

$$I = \frac{1}{64} \times \pi \times D^4 \dots\dots\dots (2.3)$$

Untuk Mencari Faktor Kekakuan Tanah (T) :

$$T = \left(\frac{Ep \times Ip}{n_h} \right)^{1/5} \dots\dots\dots (2.4)$$

$$4T = 4 \times T \dots\dots\dots (2.5)$$

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.

$$M_{max} = B \times \gamma \times L^3 \times K_p \dots\dots\dots (2.6)$$

Untuk $M_{max} > M_y$, maka tanah tidak akan runtuh sehingga gaya horizontal ultimit (H_u) ditentukan oleh kekuatan bahan tiang dalam menahan beban momen.

2.10.3 Perhitungan Beban Lateral (H_u)

$$f = 0,82 \sqrt{\frac{H_u}{D \times K_p \times \gamma}} \dots\dots\dots (2.7)$$

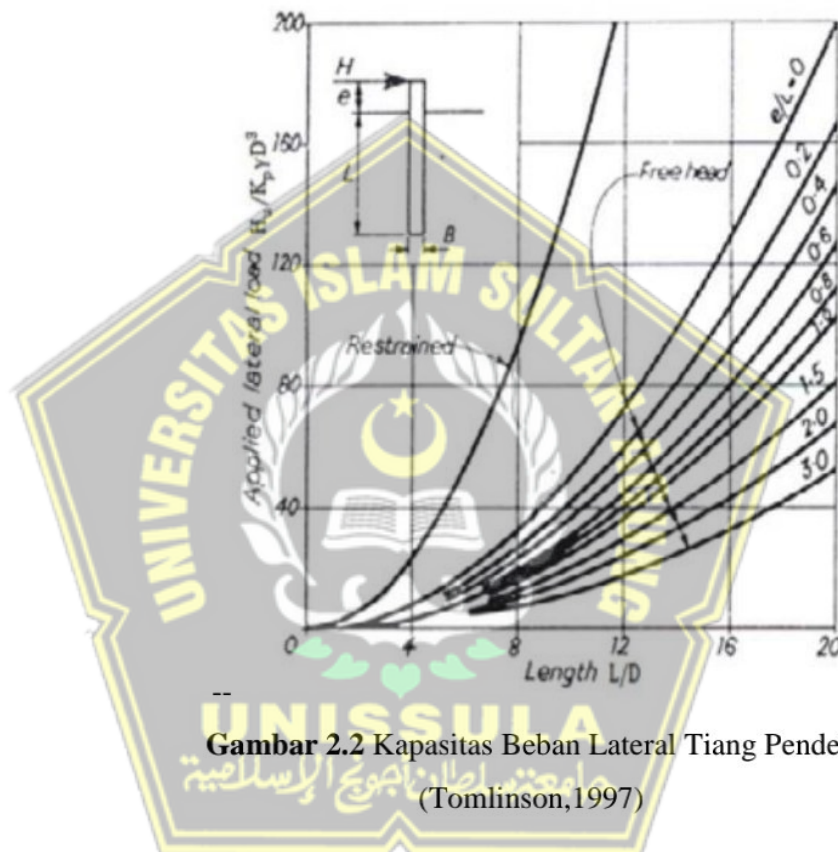
$$H_u = \left(\frac{2My}{e + \frac{2f}{3}} \right) \dots\dots\dots (2.8)$$

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

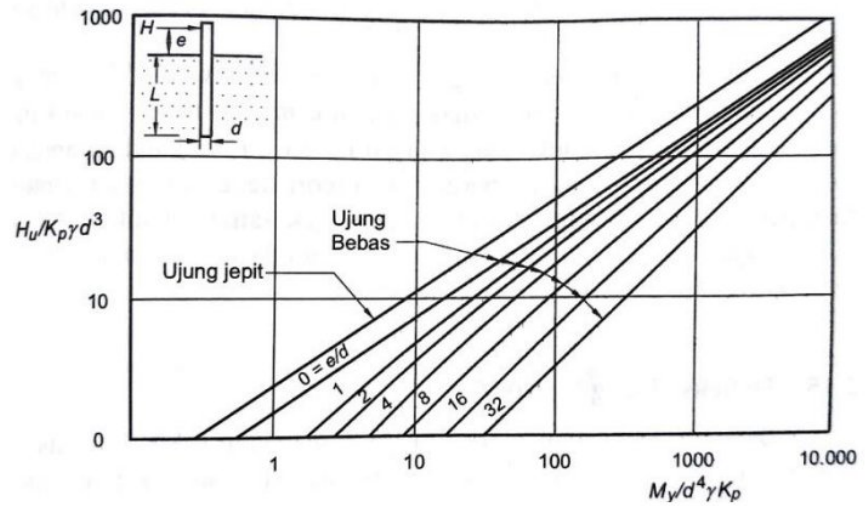
Tahanan Momen Ultimit Secara Grafik

$$\text{Tahanan Momen Ultimit} = \frac{Mu}{D^4 \gamma \times Kp} \dots\dots\dots (2.10)$$

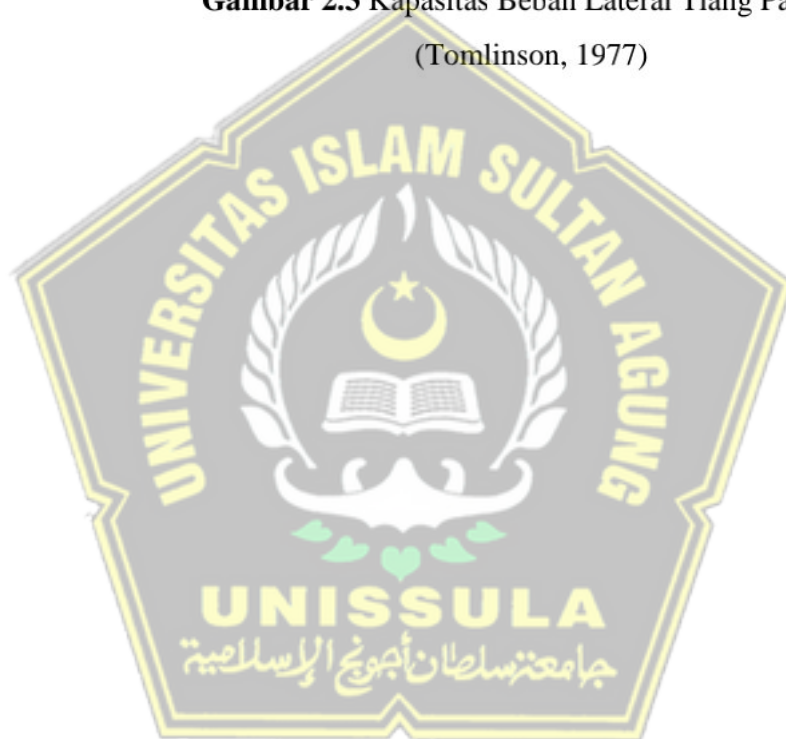
Selain menggunakan persamaan diatas, nilai beban lateral (H_u) untuk pondasi dapat diperoleh berdasarkan kurva Gambar 2.2 untuk tiang pendek dan kurva Gambar 2.3 untuk tiang panjang yang berasal dari persamaan berikut ini:



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



Gambar 2.3 Kapasitas Beban Lateral Tiang Panjang
(Tomlinson, 1977)



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

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 pondasi 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 Q_u (daya dukung ultimit tiang hasil CPT/SPT) $\leq R_u$ (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

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 diindikasikan 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 (D_x -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 didapatkan 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 *settlement* dari PDA test. Menurut ASTM D1143, secara umum kriteria penerimaan penurunan maksimum tiang yaitu :

➤ **Untuk Tiang Lebar atau $\phi < 610$ mm**

$$S_f = S + (4.00 + 0.008D) \dots\dots\dots (3.1)$$

Dimana :

S_f = penurunan maksimum tiang (mm)

S = penurunan elastisitas tiang (mm)

➤ **Untuk tiang lebar atau $\phi > 610$ mm**

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

Dimana :

Q_{wp} = kapasitas daya dukung ujung tiang

Q_{ws} = kapasitas daya dukung tahanan kulit tiang

ξ = 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 $S_p = D/120 + 4\text{mm}$ 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 (Q_u) dari hasil CPT/SPT diperbandingkan dengan daya dukung ultimit tiang (R_u) dari hasil PDA test. Jika $Q_u \geq R_u$, 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 (D_x) dan penurunan permanen tiang (DFN). Jika hasil dari $D_x < S_f$ atau $DFN < S_p$ maka penurunan tiang masih bisa untuk ditoleransi,

tetapi jika $D_x > S_f$ 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 pengumpulan 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.

2. Metode Analisa Data

Analisis yang dilakukan berdasarkan 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

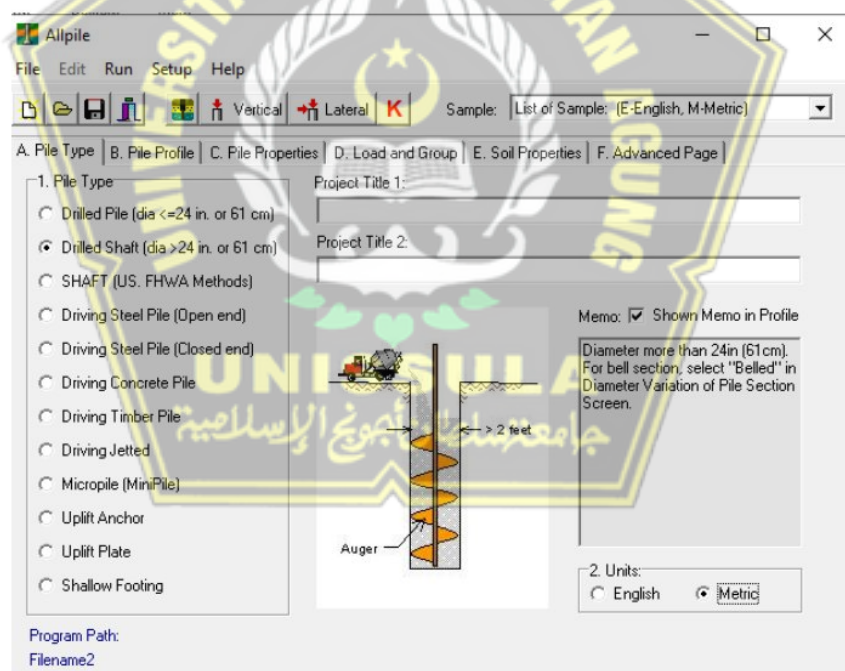
Depth (m)	N-SPT	Deskripsi
0-1,5	4	Gravelly clay
1,5-5,5	6	Sandy clay
5,5-6	2	Clay
6-9	2	Clay
9-10	2	Clay
10-13	2	Clay
13-14	2	Clay
14-17,5	5	Clay
17,5-18	11	Clay
18-20	18	Clay
20-22	14	Clay
22-24	13	Clay
24-26	17	Clay
26-29	19	Clay
29-30	35	Sandy clay
30-32	24	Sandy clay
32-34,5	46	Clay

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 :

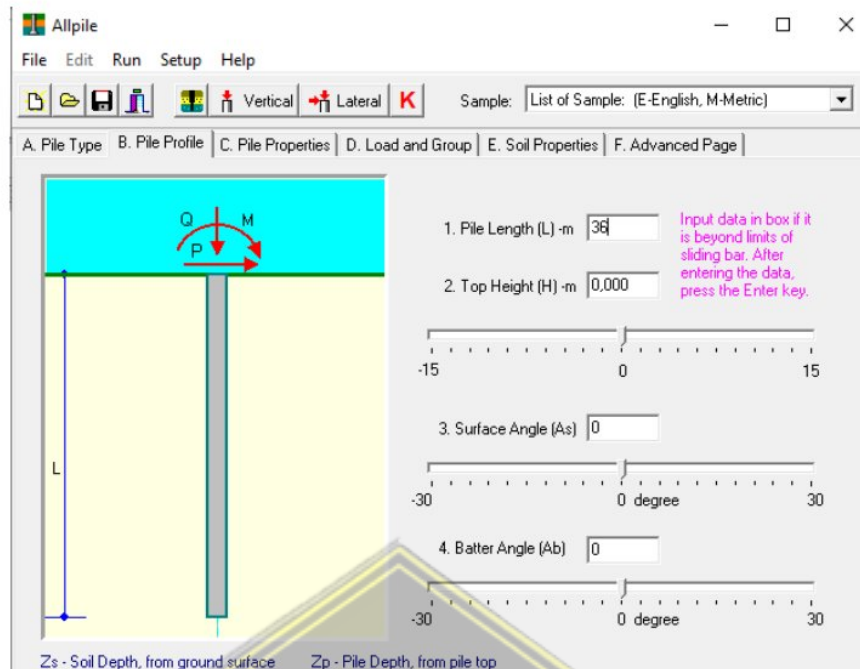
➤ Allpile v6.5E

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.



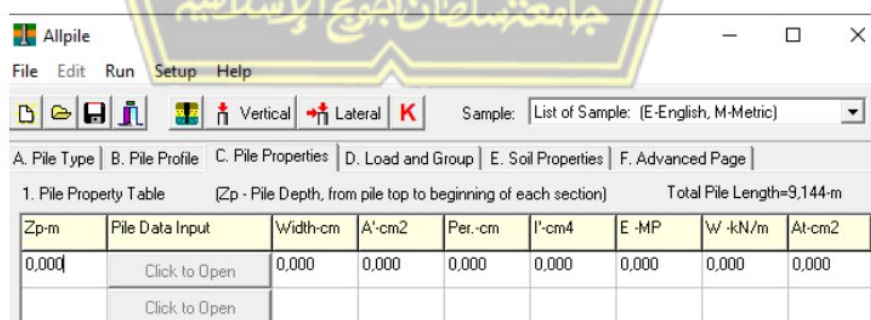
Gambar 3.1 Jendela *Pile Type*

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



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*

Pile Section Screen - from pile top: 0,000 -m

1. Select Shape

2. Outside

3. Inside

4. Diameter Variation

5. Crack Deduction (%)

7. 0% Inside Materials in Total Area, $A_t =$ 5026.5

8. Width - cm: 80, $A' - \text{cm}^2$: 5026.5, Perimeter - cm: 251.3, $I' - \text{cm}^4$: 2010619.3, E - Mp: 20683, Weight - kN/m: 11.561

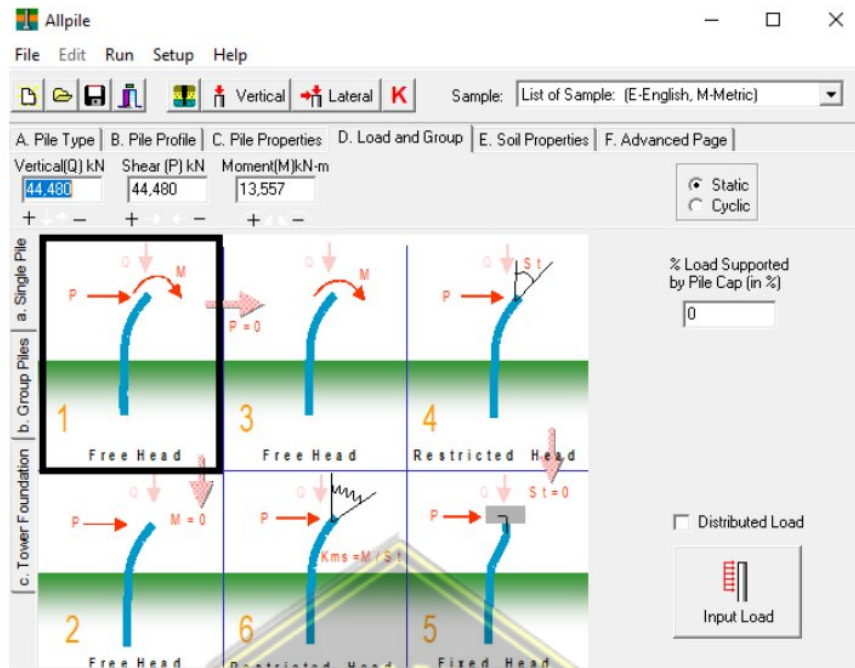
At - Total Section Area, A' - Effective Net Area, I' - Effective Moment of Inertia

Follow Steps above. Press the Calculation Button to perform Step 6 and 8.

9 Apply Cancel

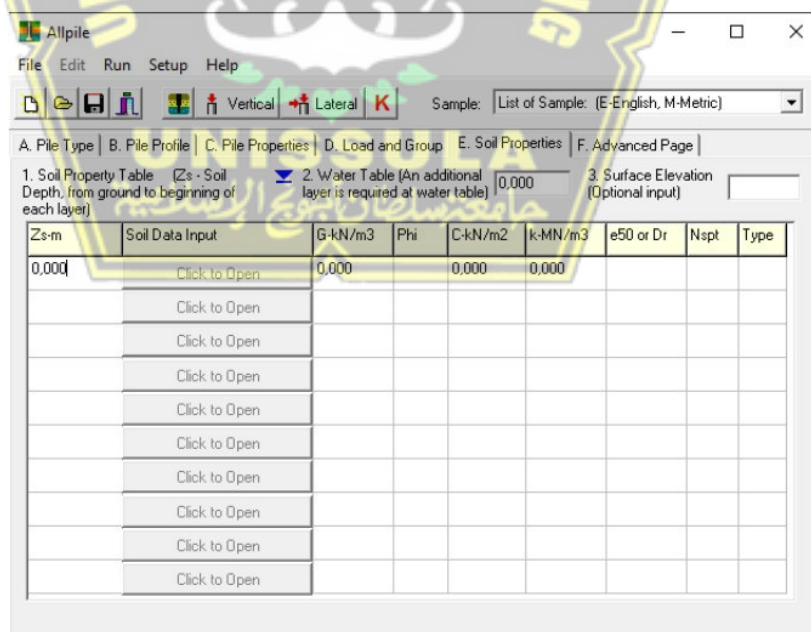
Gambar 3.4 Jendela *Pile Properties*

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.



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*

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 ($G\text{-kN/m}^3$), sudut geser dalam (Φ), dan nilai kohesi ($c\text{-kN/m}^2$) 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.

1. Zero Friction (Non-load zone) and Negative Friction (Downdrag force): Input Soil Depth (Zs)

☐ Zero Friction from [] to [] ☐ Negative Friction from [] to [] Factor 1

☐ Zero Friction from [] to [] ☐ Negative Friction from [] to [] Factor 1

2. ☐ Zero Tip Resistance

3. Tip resistance based on stratum from pile tip extends to 10 times of pile diameter (10 recommended).

4. Analysis Parameters:

Parameters: Value [1]; Value [2]	Value [1]	Value [2]
FS for Downward: [1] FS_side; [2] FS_tip	1,5	2,0
FS for Uplift: [1] FS_side; [2] FS_weight	2,0	1,0
Load Factor: [1] Vertical,Q; [2] Lateral,P,M,T	1,0	1,0
(Critical Depth)/(Pile Diameter): [1] Side; [2] Tip	20,0	20,0
Resistance Limits: [1] Side; [2] Tip -kN/m2 (No Limit: 9999)	9999,0	9999,0
Allowable Deflection: [1] Vertical, x_allow [2] Lateral, y_allow -cm	2,540	2,540
Group Deduction Factor for Lateral Analysis: [1] Rfront [2] Rside	1,0	1,0

5. Load - Settlement Relation (t-z curve)

☒ Vesic Method ☐ Reese Method

6. Define p-y, t-z Output Points

Gambar 3.8 Jendela *Advanced 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:

$$\frac{S_e}{Q} = \frac{L}{A_p \cdot E_p} \dots\dots\dots (3.3)$$

Dimana :

S_e = penurunan elastis

Q = beban yang diberikan

L = panjang tiang

A_p = luas penampang tiang

E_p = modulus elastisitas tiang

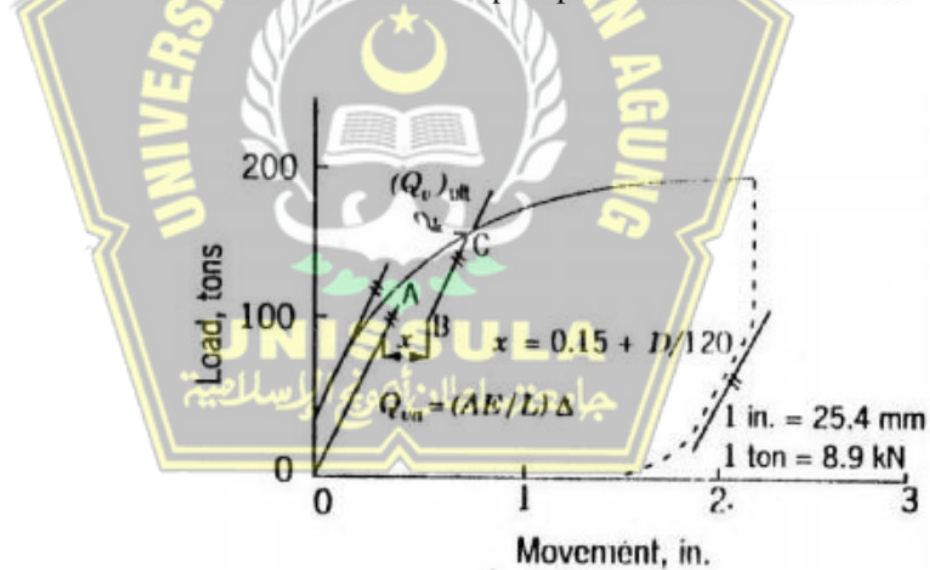
- Gambar garis OA menggunakan (Persamaan 3.3)
- Gambar garis BC yang sejajar dengan garis OA dengan jarak sejauh x.

$$x = 0,15 + D/120 \text{ inch} \dots\dots\dots (3.4)$$

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

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 :

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

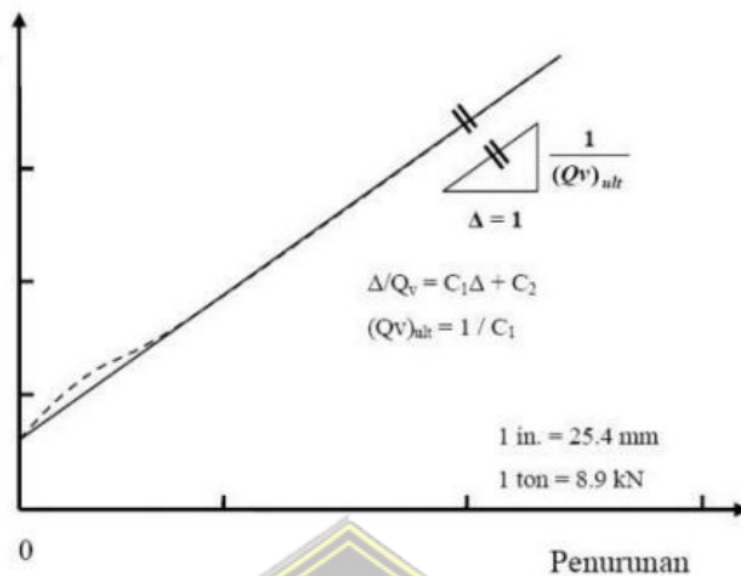
$$Q_u = \frac{1}{c_1} \dots \dots \dots (3.4)$$

Dengan Keterangan :

Q_u = 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 δ 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.



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

$$H_u = \left(\frac{2My}{e + 0,54 \times \sqrt{\frac{H_u}{D \times K_p \times y}}} \right) \dots \dots \dots (3.5)$$

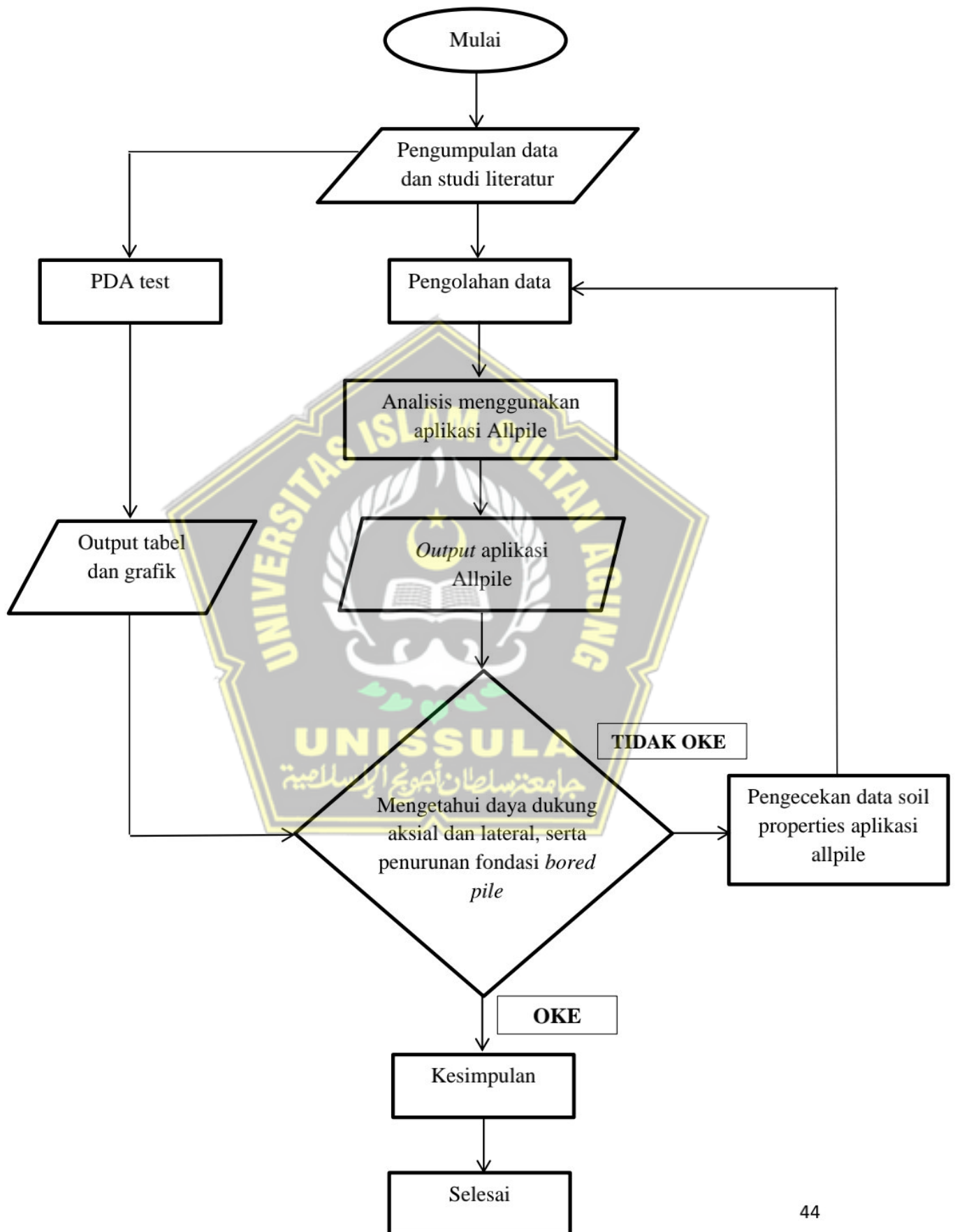
Keterangan :

H_u = Daya Dukung Lateral (kN/m^2)

K_p = Koefisien Tanah

My = Momen (kN.m)

Diagram Alur Penelitian



BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

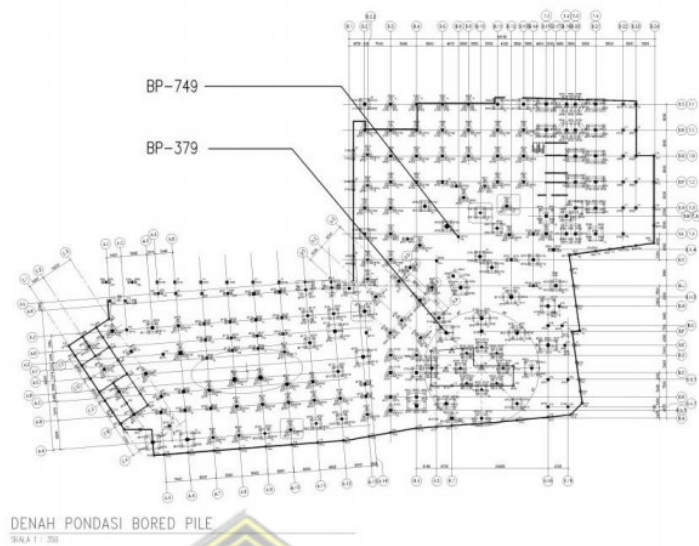
4.1 Tinjauan Umum

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 relevan 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.



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	γ (kN/m ³)	ϕ (°)	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				

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

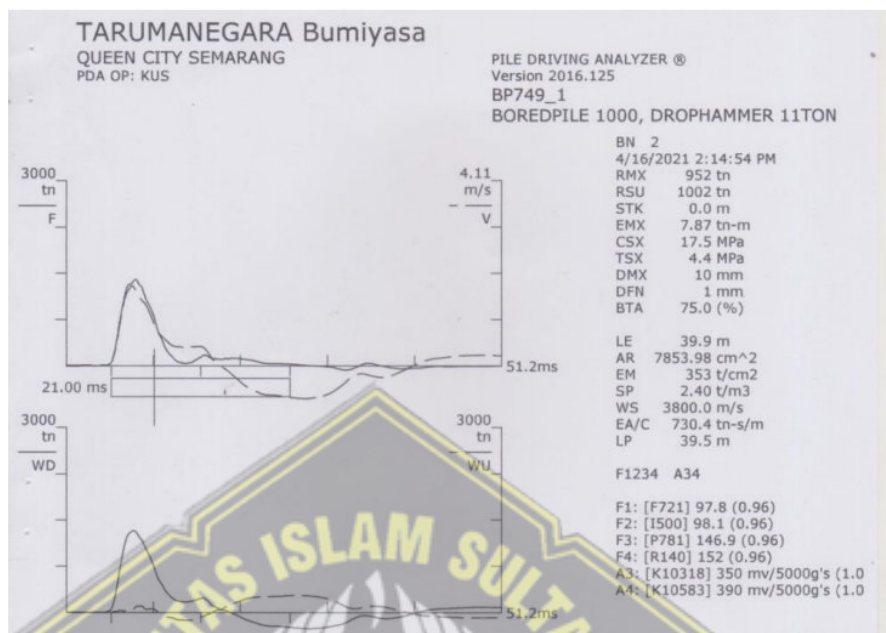
Tabel 4.1 diatas merupakan hasil N-SPT dari data proyek, sedangkan nilai koefisien parameter tanah yaitu γ (masa jenis tanah), ϕ (sudut geser dalam) dan c (kohesi tanah) yang dibutuhkan untuk analisis menggunakan aplikasi Allpile yang didapatkan dari hasil kalkulasi secara otomatis pada aplikasi allpile.

4.2 Analisis Hasil Tes PDA

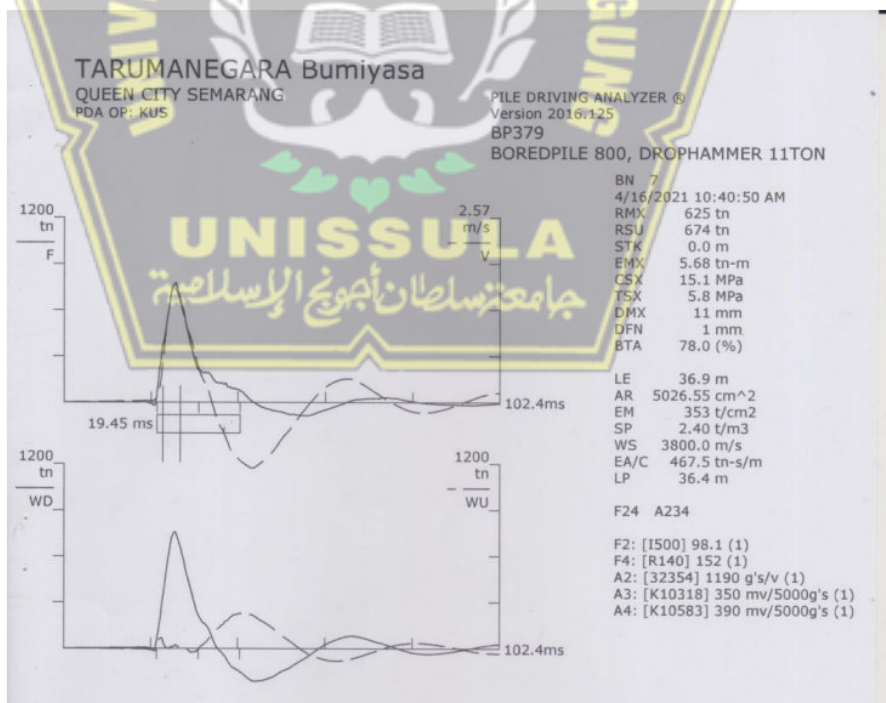
Analisis Tes PDA (Pile Drive Analyzer) menggunakan program analisis lanjutan yaitu analisa CAPWAP (*Case Pile Wave Analysis Progam*). Input yang di analisa oleh program CAPWAP yang berasal dari tes PDA antara lain daya dukung tiang (RMX), energi penurunan (EMX), penurunan tiang (DFN) dan lain sebagainya.

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

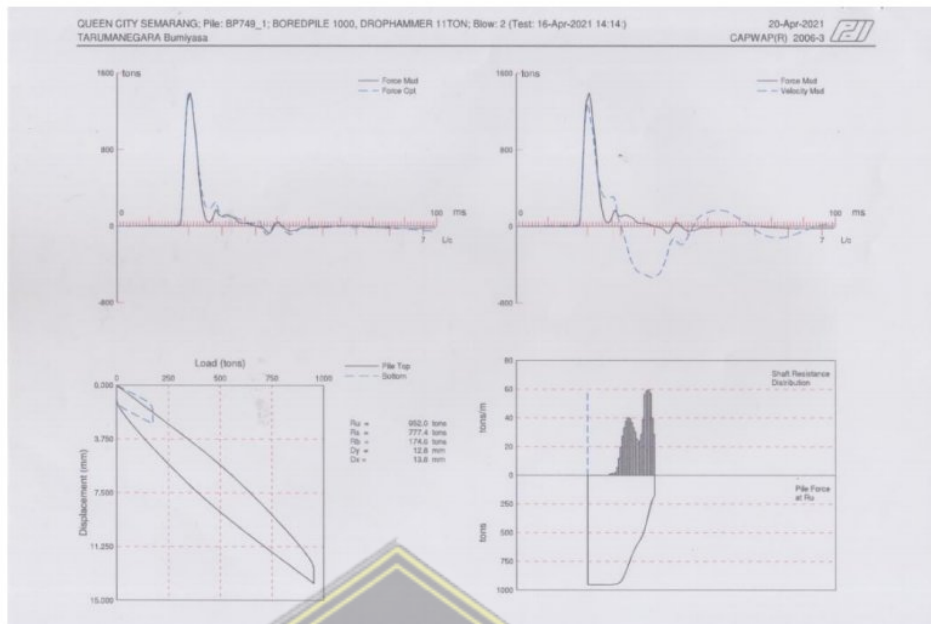
dapat dilihat pada Gambar 4.4 dan hasil analisis CAPWAP diameter 80 cm dapat dilihat seperti Gambar 4.5 berikut ini.



Gambar 4.2 Hasil Analisis Uji Tes PDA Diameter 100 cm



Gambar 4.3 Hasil Analisis Uji PDA Diameter 80 cm



Gambar 4.4 Hasil Analisis CAPWAP Diameter 100 cm



Gambar 4.5 Hasil Analisis CAPWAP Diameter 80 cm

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 mm. Lebih ringkasnya hasil analisa CAPWAP bisa dilihat pada Tabel 4.3 dibawah ini.

Tabel 4.3 Hasil Analisa CAPWAP

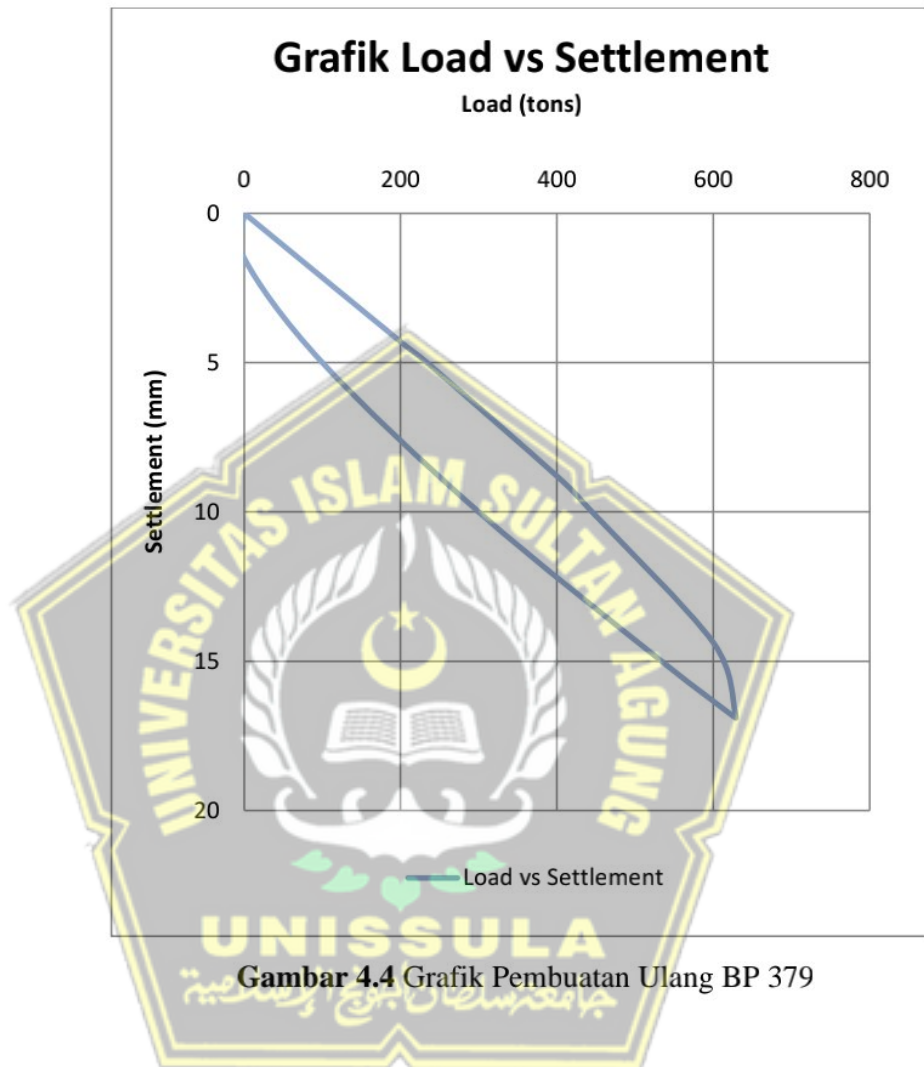
Nomor Tiang	CAPWAP			
	Daya Dukung			Displacement
	Total (ton)	Friksi (ton)	End Bearing (ton)	Total (mm)
BP 379	629	487	142	16.9
BP 749	952	777	175	18.8

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

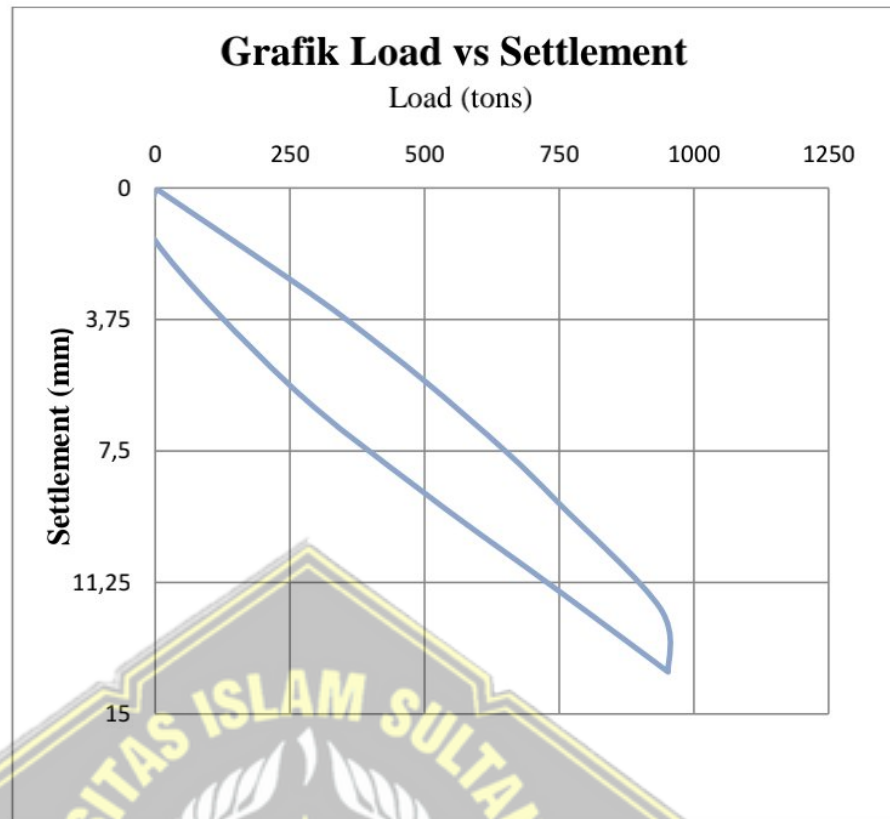
Tabel 4.4 Tabel Nilai Beban dan Penurunan

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

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



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*.

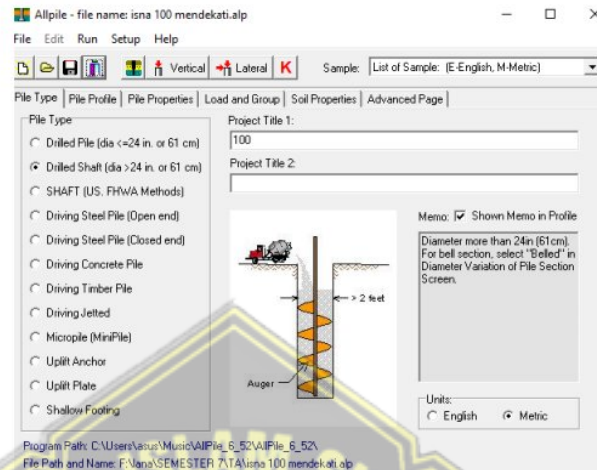
4.3.1 Langkah Kerja Analisis Aplikasi Allpile v6.5E

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

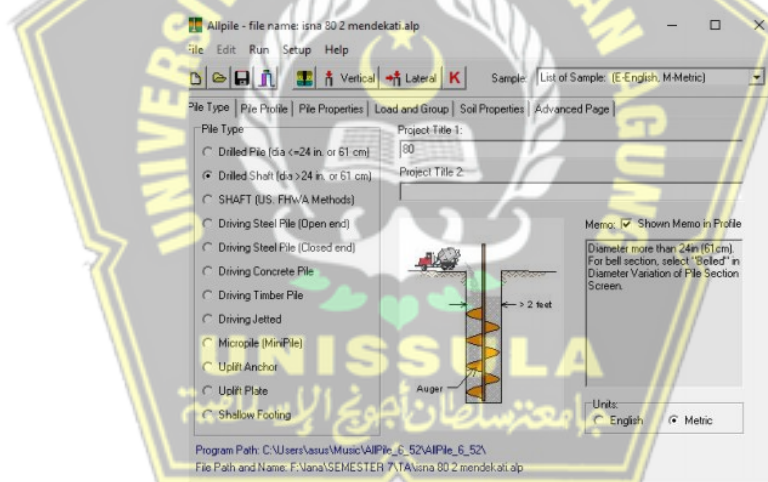
1. *Pile type*

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

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

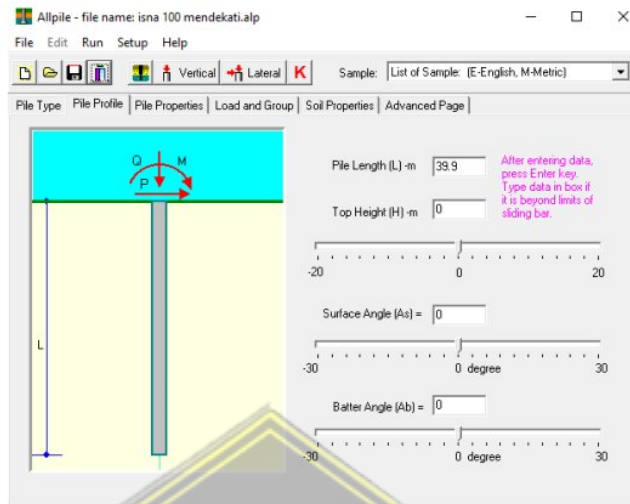


Gambar 4.6 Pile Type Diameter 80 cm

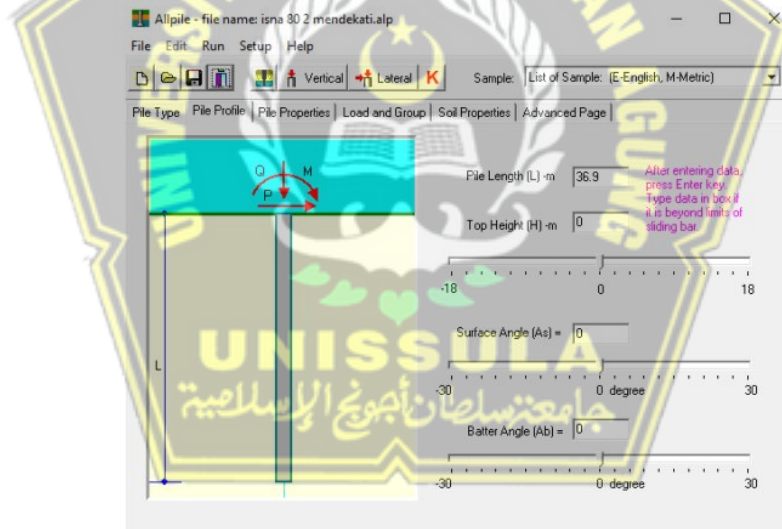
2. Pile profile

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.

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

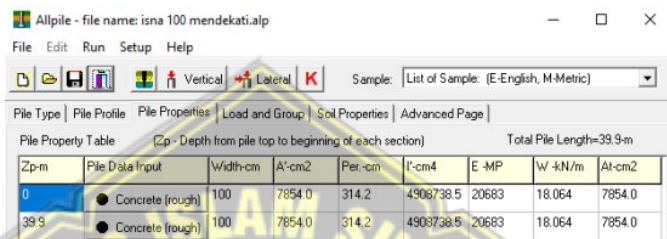


Gambar 4.8 Pile Profile Diameter 80 cm

3. *Pile properties*

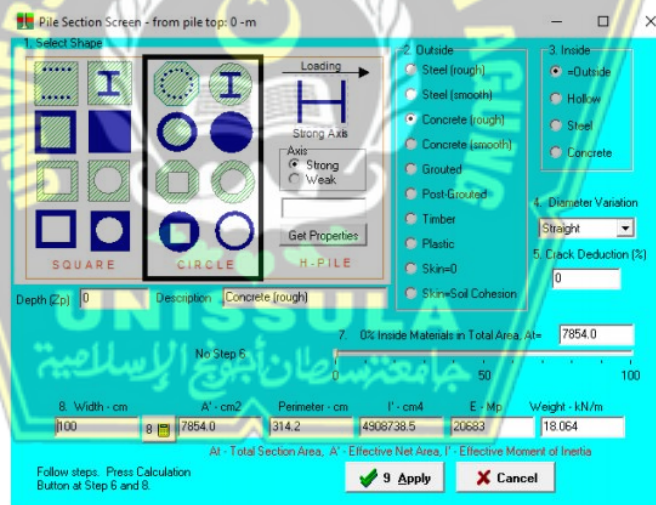
Pada tab ini pengisian data dilakukan secara mendetail tentang data teknis fondasi mengenai bentuk fondasi, diameter, dan variasi diameter. Berdasarkan data yang ada, fondasi berbentuk lingkaran dengan bahan baku beton maka tab select

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 elastisitas dan berat fondasi dengan klik ikon kalkulator atau *calculate*. Penjelasan lebih lengkap dapat dilihat pada Gambar 4.9 sampai dengan 4.12 :

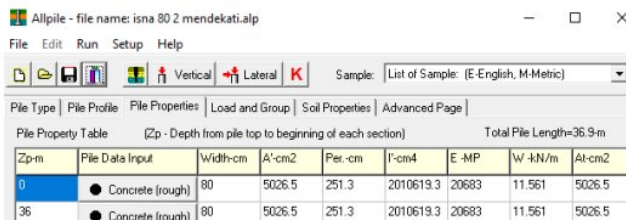


Zp-m	Pile Data Input	Width-cm	A'-cm2	Per-cm	I'-cm4	E-MP	W-kN/m	At-cm2
0	● Concrete (rough)	100	7854.0	314.2	4908738.5	20683	18.064	7854.0
39.9	● Concrete (rough)	100	7854.0	314.2	4908738.5	20683	18.064	7854.0

Gambar 4.9 Pile Properties Diameter 100 cm

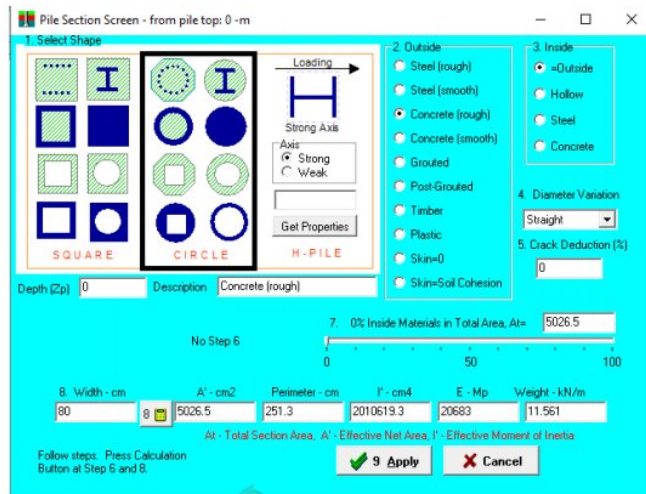


Gambar 4.10 Pile Section screen Diameter 100 cm



Zp-m	Pile Data Input	Width-cm	A'-cm2	Per-cm	I'-cm4	E-MP	W-kN/m	At-cm2
0	● Concrete (rough)	80	5026.5	251.3	2010619.3	20683	11.561	5026.5
36	● Concrete (rough)	80	5026.5	251.3	2010619.3	20683	11.561	5026.5

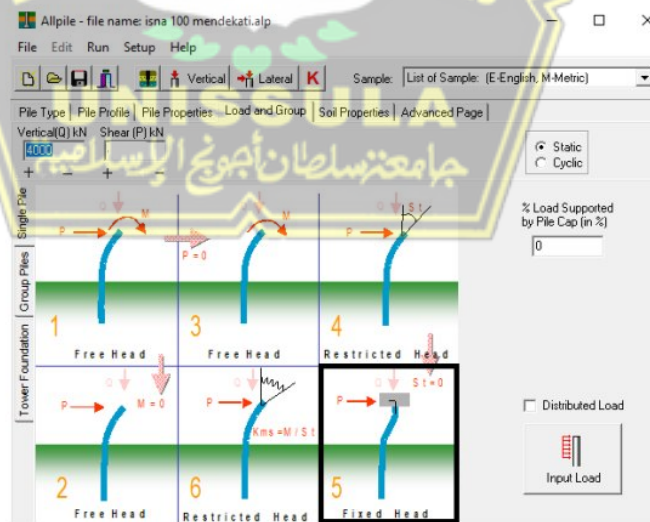
Gambar 4.11 Pile Properties Diameter 80 cm



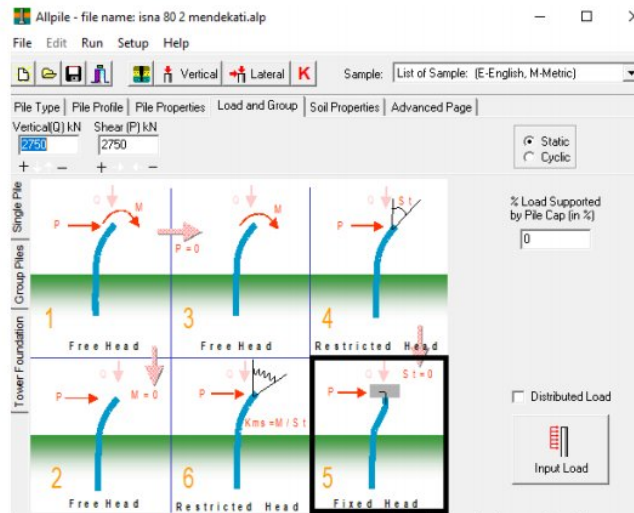
Gambar 4.12 *Pile Section Screen* diameter 80 cm

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



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), ϕ (sudut geser dalam), c (kohesi), k (koefisien pegas) dan e (angka pori). Untuk nilai k -MN/m³ dan nilai e 50 tidak dilakukan perubahan atau sesuai dengan hasil kalkulasi dari aplikasi. Penjelasan di atas dapat dilihat pada gambar 4.15 sampai dengan Gambar 4.18 :

Allpile - file name: isna 100 mendekati.alp

File Edit Run Setup Help

Sample: List of Sample: (E-English, M-Metric)

Soil Property Table (Zg - Distance from ground to beginning of each layer) Water Table (An additional layer is required at water table) 13 Surface Elevation (Optional input)

Zg-m	Soil Data Input	G-kN/m ³	Phi	C-kN/m ²	k-MN/m ³	e50 or Dr	Nspt	Type
0	Silt (Phi + C)	16.5	26.1	6.0	7.5	2.32	2	3
1.5	Silt (Phi + C)	18.7	27.6	15.0	25.9	1.33	5	3
5.5	Soft Clay	16.5	0.0	12.0	7.5	2.32	2	1
13	Stiff Clay [w]	10.8	0.0	76.0	119.6	0.75	13	2
29.5	Silt (Phi + C) [w]	11.8	35.8	104.4	446.2	0.41	35	3
32.5	Stiff Clay [w]	11.2	0.0	140.6	272.5	0.52	24	2
	Click to Open							
	Click to Open							
	Click to Open							
	Click to Open							

Gambar 4.15 Soil Properties diameter 100 cm

Soil Parameter Screen - from ground surface: 0-m

1. Soil Type: ☒ Soft Clay ☐ Stiff Clay ☐ Silt (Phi + C) ☐ Sand/Gravel ☐ Weak Rock ☐ User Defined p-y

Above Water Table Static Loading Depth (Zg) 0 Description Silt (Phi + C)

2. Input N1: V_Soft (Soft Medium) Stiff 1 Very Stiff 2 Hard

N1 (spt)=2

CPT=20.0 kgf/cm²

3. Adjust Values below

G=105.2 lb/ft³

Friction=26.1

C=0.13 kip/ft²

K=27.7 lb/in³

e50=2.32%

16.5 kN/m³

5.99 kN/m²

7.5 MN/m³

*N1 is corrected SPT, which does not apply for Rock. CPT is for reference only.

This Screen is Copyright© protected by CivilTech Software

4. Apply Cancel

Gambar 4.16 Soil Parameter screen diameter 100 cm

Allpile - file name: isna 80 2 mendekati.alp

File Edit Run Setup Help

Vertical Lateral K Sample: List of Sample: (E-English, M-Metric)

File Type File Profile File Properties Load and Group Soil Properties Advanced Page

Soil Property Table (Zg - Distance from ground to beginning of each layer) Water Table (An additional layer is required at water table) 13 Surface Elevation (Optional input)

Zg-m	Soil Data Input	G-kN/m ³	Phi	C-kN/m ²	k-MN/m ³	e50 or Dr	Nspt	Type
0	Silt (Phi + C)	16.5	26.1	6.0	7.5	2.32	2	3
1.5	Silt (Phi + C)	18.7	27.6	15.0	25.9	1.33	5	3
5.5	Soft Clay	16.5	0.0	12.0	7.5	2.32	2	1
13	Stiff Clay [w]	10.8	0.0	76.0	119.6	0.75	13	2
29.5	Silt (Phi + C) [w]	11.8	35.8	104.4	446.2	0.41	35	3
32.5	Stiff Clay [w]	11.2	0.0	140.6	272.5	0.52	24	2
	Click to Open							
	Click to Open							
	Click to Open							
	Click to Open							

Gambar 4.17 Soil Properties diameter 80 cm

Soil Parameter Screen - from ground surface: 0 - m

1. Soil Type: ☒ Soft Clay ☐ Stiff Clay ☒ Silt (Phi + C) ☐ Sand/Gravel ☐ Weak Rock ☐ User Defined p-y

Above Water Table Static Loading Depth (Zg) 0 Description Silt (Phi + C)

2. Input N1* V_Soft Soil Medium Stiff Very Stiff Hard

N1 (spt)=13 CPT=76.8 kg/cm² Links

3. Adjust Values below

G=20804.6 lb/ft³ 3270.5 kN/m³

Friction=13.2

C=0.21 kip/ft² 10.25 kN/m²

K=123.6 lb/in³ 33.5 MN/m³

e50=0.74%

*N1 is corrected SPT, which does not apply for Rock. CPT is for reference only.

This Screen is Copyright© protected by CivilTech Software

4. Apply Cancel

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

Allpile - file name: isna 100 mendekati.alp

File Edit Run Setup Help

Sample: List of Sample (E-English, M-Metric)

Pile Type | Pile Profile | Pile Properties | Load and Group | Soil Properties | Advanced Page

Zero Friction (Non-load zone) and Negative Friction (Downdrag force): Input Depth (Zg)

☐ Zero Friction from to ☐ Negative Friction from to Factor 1

☐ Zero Friction from to ☐ Negative Friction from to Factor 1

☐ Zero Tip Resistance ☐ Tip resistance based on stratum from pile tip extends to 10 times of pile diameter (10 recommended)

Analysis Parameters:

Parameters: Value [1]: Value [2]	Value [1]	Value [2]
FS for Downward: [1] FS_side; [2] FS_tip	3.0	3.0
FS for Uplift: [1] FS_side; [2] FS_weight	3.0	3.0
Load Factor: [1] Vertical Q; [2] Lateral P.M.T	1.0	1.0
(Critical Depth)/Pile Diameter: [1] Side; [2] Tip	20.0	20.0
Resistance Limits: [1] Side; [2] Tip -N/m ² (No Limit: 9999)	9999.0	9999.0
Allowable Deflection: [1] Vertical x_allow [2] Lateral y_allow -cm	2.0	1.0
Group Deduction Factor for Lateral Analysis: [1] Rlfnt [2] Rlsde	1.0	1.0

Settlement Calculation:
☐ Vesic Method ☒ Reese Method

Define p-y, t-z Output Points

Gambar 4.19 advance page diameter 100 cm

Allpile - file name: trial ke 1000000.alp

File Edit Run Setup Help

Sample: List of Sample (E-English, M-Metric)

A. Pile Type | B. Pile Profile | C. Pile Properties | D. Load and Group | E. Soil Properties | F. Advanced Page

1. Zero Friction (Non-load zone) and Negative Friction (Downdrag force): Input Soil Depth (Zs)

☐ Zero Friction from to Factor 1 Auto

☐ Zero Friction from to Factor 1

2. ☐ Zero Tip Resistance ☐ 3. Tip resistance based on stratum from pile tip extends to 10 times of pile diameter (10 recommended)

4. Analysis Parameters:

Parameters: Value [1]: Value [2]	Value [1]	Value [2]
FS for Downward: [1] FS_side; [2] FS_tip	3.0	3.0
FS for Uplift: [1] FS_side; [2] FS_weight	3.0	3.0
Load Factor: [1] Vertical Q; [2] Lateral P.M.T	1.0	1.0
(Critical Depth)/Pile Diameter: [1] Side; [2] Tip	20.0	20.0
Resistance Limits: [1] Side; [2] Tip -N/m ² (No Limit: 9999)	9999.0	9999.0
Allowable Deflection: [1] Vertical x_allow [2] Lateral y_allow -cm	2.0	1.0
Group Deduction Factor for Lateral Analysis: [1] Rlfnt [2] Rlsde	1.0	1.0

5. Load - Settlement Relation (t-z curve)
☐ Vesic Method ☒ Reese Method

6. Define p-y, t-z Output Points

Gambar 4.20 advance page diameter 80 cm

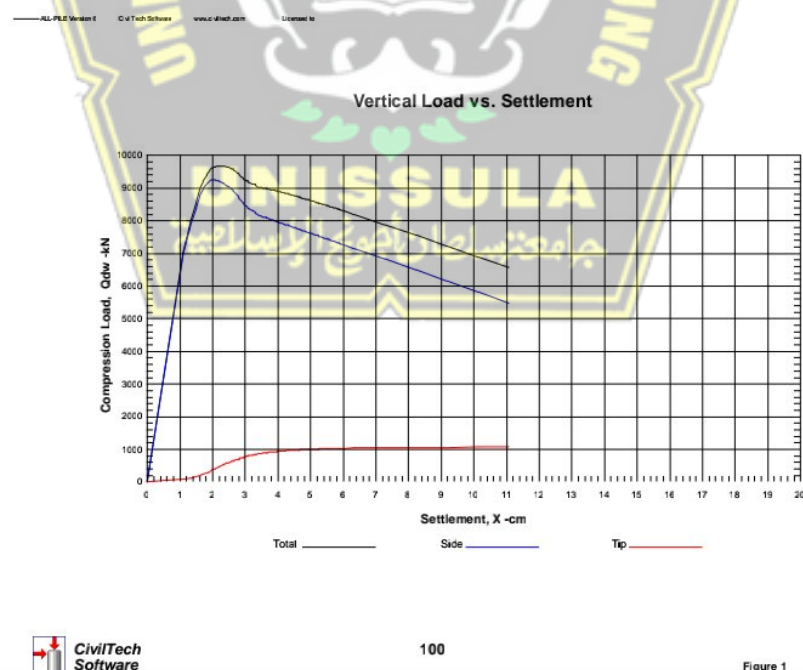
Setelah proses input data selesai, kemudian dilakukan analisis gaya vertikal. Dari hasil analisis, didapatkan output nilai daya dukung total, daya dukung selimut, daya dukung ujung dan nilai penurunan dalam bentuk data Tabel dan grafik. Penjelasan diatas bisa dilihat pada Gambar 4.21 sampai dengan Gambar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

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

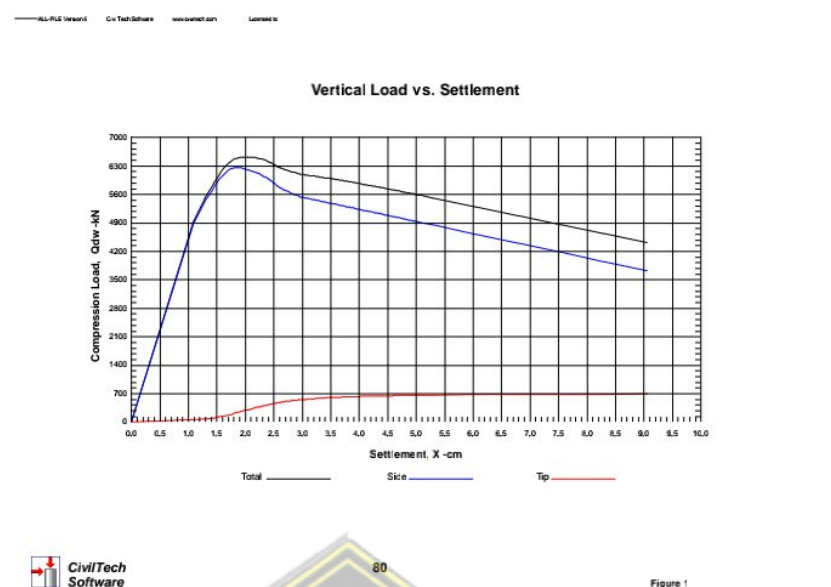
Gambar 4.21 output analisa allpile pada diameter 80 cm

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



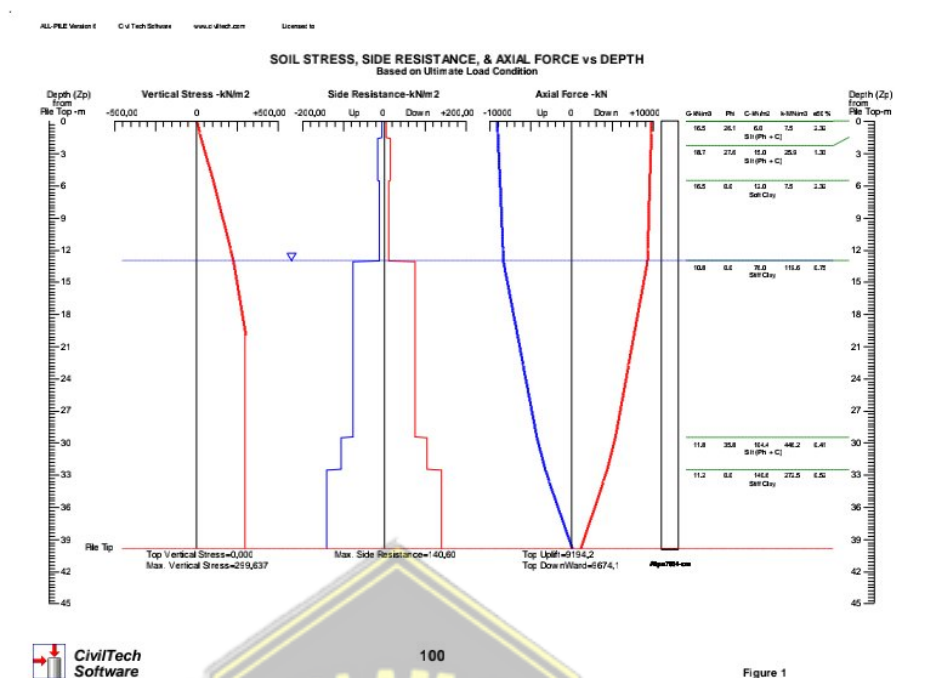
Gambar 4.23 Grafik Hubungan Beban dan Penurunan Diameter 100 cm



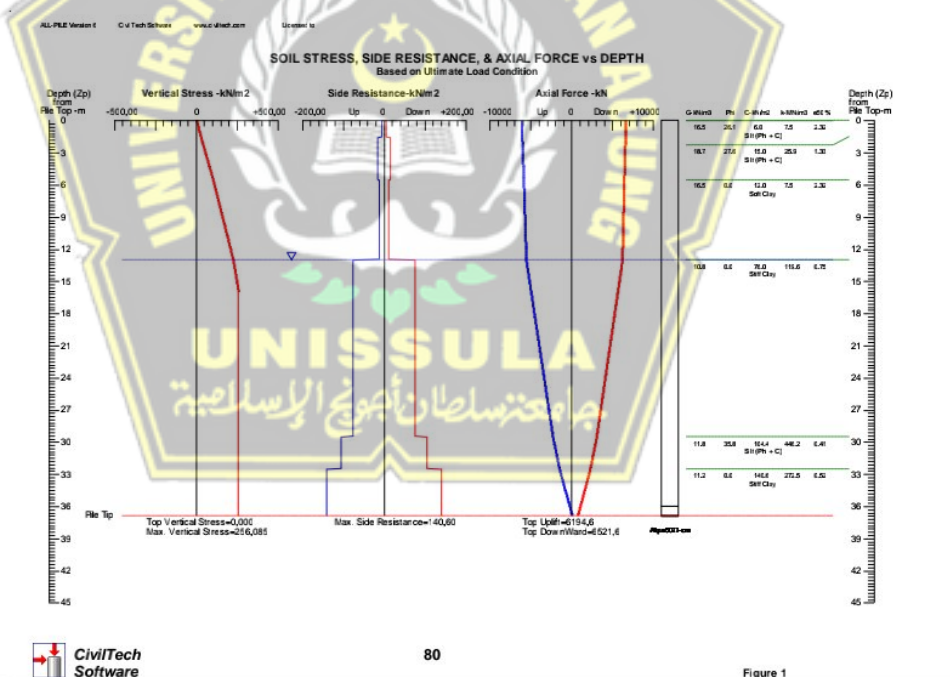
Gambar 4.24 Grafik Hubungan Beban dan Penurunan Diameter 80 cm

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 ditandai 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



Gambar 4.25 Tegangan Tanah Berdasarkan Beban Ultimit pada Diameter 100 cm



Gambar 4.26 Tegangan Tanah Berdasarkan Beban Ultimit pada Diameter 80 cm

Pada diameter 100 cm nilai tegangan tanah total ditunjukkan pada grafik *Vertical stress* sebesar 299,64 kN/m² pada kedalaman 39 m dan nilai tegangan samping sebesar 140,6 kN/m² yang ditunjukkan pada grafik diatas pada bagian *side resistance*. Sedangkan pada diameter 80 cm ditunjukkan nilai tegangan tanah total sebesar 256,08 kN/m² pada kedalaman 36,9 m dan nilai tegangan samping sebesar 140,6 kN/m².

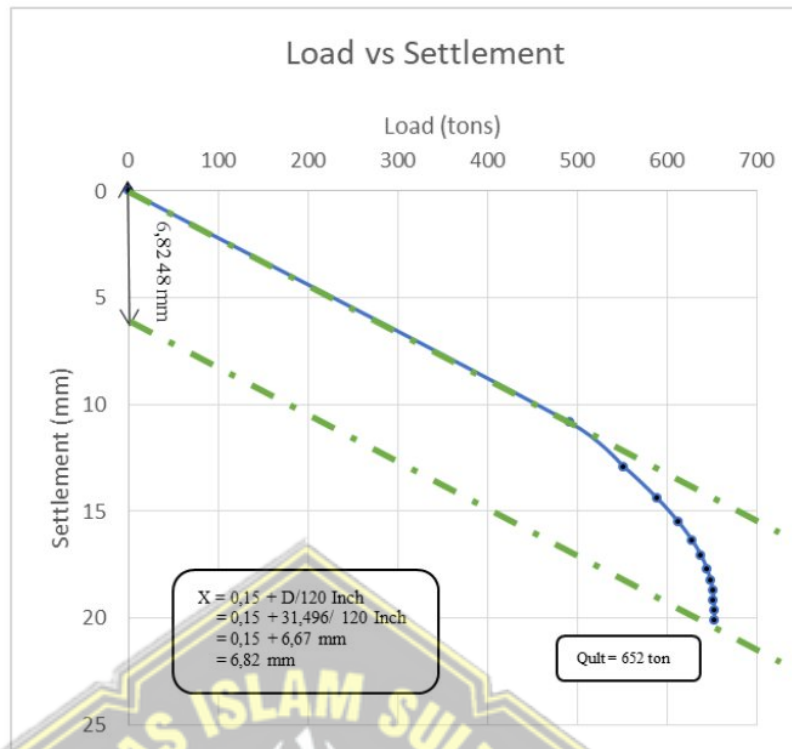
4.4 Interpretasi Beban

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.

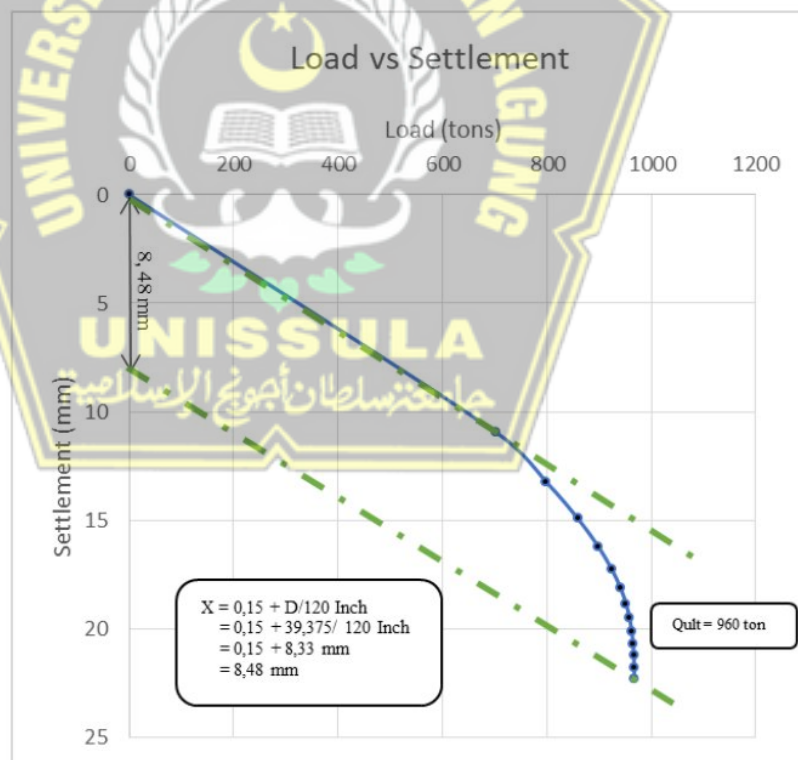
1. Metode Davisson

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.



Gambar 4. 27 Grafik Metode Davisson diameter 80 cm

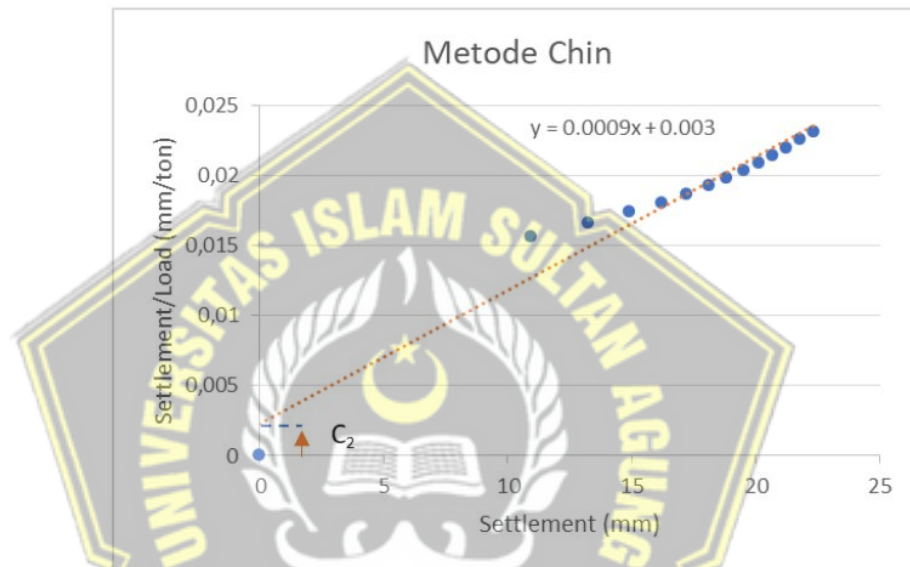


Gambar 4.28 Grafik Metode Davisson diameter 100 cm

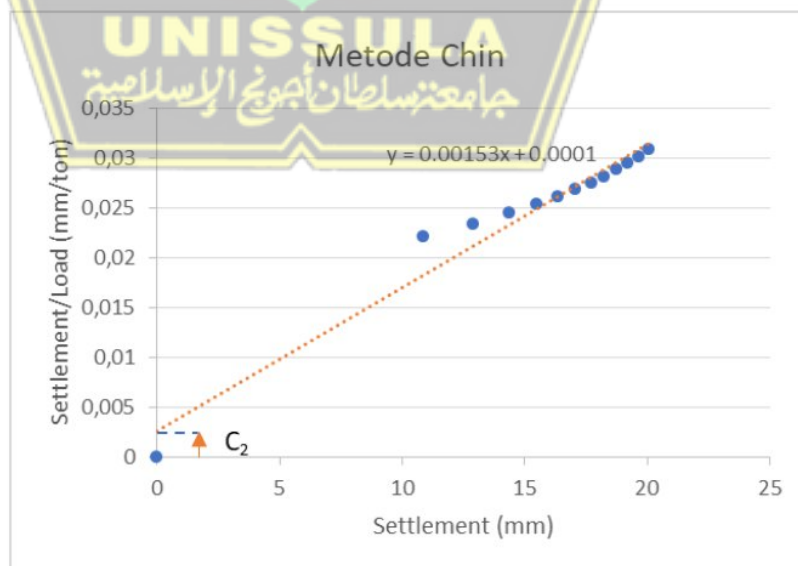
Pembuatan garis sejajar tersebut akan bersinggungan dengan garis kurva yang didapatkan dari aplikasi Allpile, sehingga dari titik yang bersinggungan tersebut dapat diketahui berapa nilai beban ultimit. Pada gambar diatas garis O-A membentuk

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



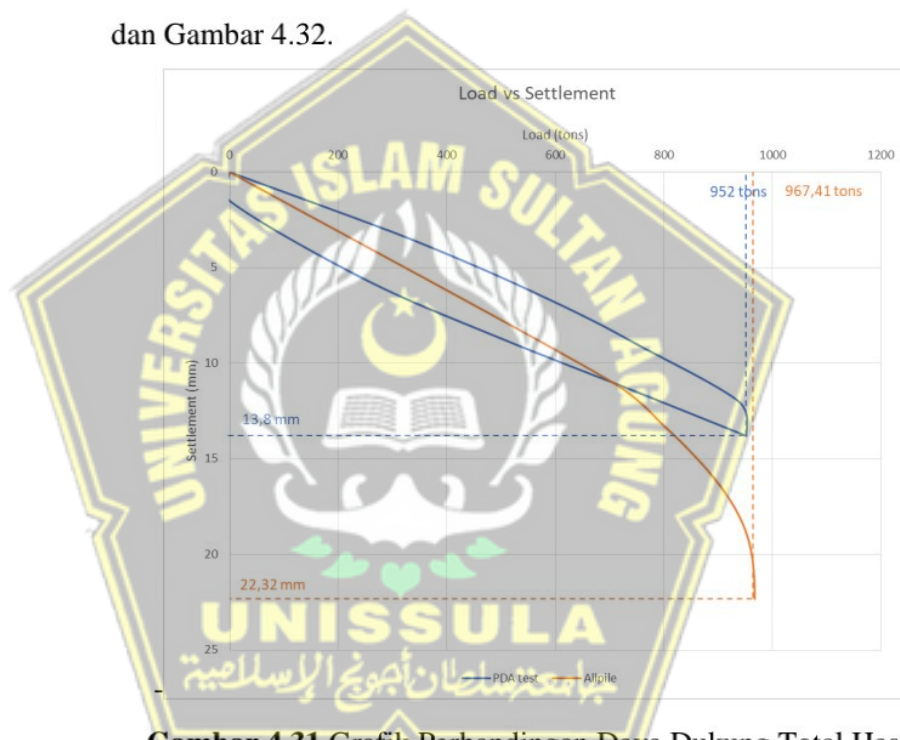
Gambar 4.26 Grafik Metode Chin Diameter 80

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



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

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.

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:

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

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

$$Kp = 3,867 \text{ (Mengacu pada Tabel 2.7)}$$

- Spesifikasi Tiang

$$D = 0,8 \text{ m}$$

$$L = 38 \text{ m}$$

$$f_c' = 250 \text{ kg/cm}^2 = 20,75 \text{ Mpa}$$

a. Menentukan Kekakuan Tiang

$$\begin{aligned} E &= 4700 \sqrt{f'c'} \\ &= 4700 \sqrt{20,75} \\ &= 21409,52 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

Kekakuan tiang fondasi menggunakan (Persamaan 2.3)

$$\begin{aligned} I &= \frac{1}{64} \pi D^4 \\ &= \frac{1}{64} \pi 3,14 \times 0,8^4 \\ &= 0,02 \text{ m}^4 \end{aligned}$$

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

Nilai $\eta_h = 170 \text{ kN/m}^2$

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

$$\begin{aligned} T &= \left(\frac{Ep \times Ip}{\eta_h} \right)^{\frac{1}{5}} \\ &= \left(\frac{21409,52 \times 0,02}{170} \right)^{\frac{1}{5}} \\ &= 1,202 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 4T &= 4 \times T \\ &= 4 \times 1,202 \\ &= 4,808 \text{ m} \end{aligned}$$

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)

$$\begin{aligned} M_{max} &= \gamma \times D \times L^3 \times Kp \\ &= 22 \times 0,8 \times 38^3 \times 3,867 \\ &= 3734544,422 \text{ kN.m} \end{aligned}$$

Dikarenakan tiang fondasi panjang dan ujung jepit, maka $M_y < M_{max}$. Diasumsikan nilai $M_y = 1500 \text{ kN.m}$

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

$$f = 0,82 \sqrt{\frac{H_u}{D \times K_p \times \gamma}}$$

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

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

$$H_u = \left(\frac{2 M_y}{e + \frac{2f}{3}} \right)$$

$$H_u = \left(\frac{2 \times 1500}{0 + 2 \times 0,99 \times \sqrt{H_u} / 3} \right)$$

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

$$H_u = 1273,654 \text{ kN}$$

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

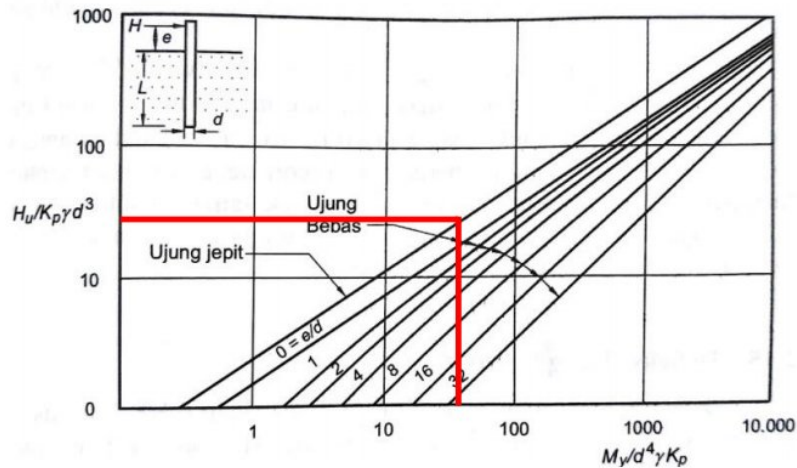
$$\begin{aligned} H_s &= \frac{H_u}{SF} \\ &= \frac{1273,654}{3} \\ &= 424,551 \text{ kN} \end{aligned}$$

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)

$$\begin{aligned} \text{Tahanan Momen Ultimit} &= \frac{M_u}{D^4 \times \gamma \times K_p} \\ &= \frac{1500}{0,8^4 \times 22 \times 3,867} \\ &= 43,046 \text{ kN.m} \end{aligned}$$

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



Gambar 4.33 Grafik Tahanan Momen Ultimit Diameter 80 cm

Dari Gambar 4.33 didapatkan nilai tahanan lateral ultimit sebesar 30

$$30 = \frac{H_u}{K_p \times \gamma \times D^3}$$

$$H_u = 30 \times 3,867 \times 22 \times 0,8^3$$

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

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

$$H_s = \frac{H_u}{SF}$$

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

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

4.6.2 Daya Dukung Lateral Diameter 100 cm

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

- Data Tanah:

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

$$K_p = \tan^3(45 + \frac{\phi}{2})$$

$$K_p = 3,867 \text{ (Mengacu pada Tabel 2.7)}$$

- Spesifikasi Tiang

$$D = 1 \text{ m}$$

$$L = 41 \text{ m}$$

$$f_c' = 250 \text{ kg/cm}^2 = 20,75 \text{ Mpa}$$

c. Menentukan Kekakuan Tiang

$$\begin{aligned} E &= 4700 \sqrt{f_c'} \\ &= 4700 \sqrt{20,75} \\ &= 21409,52 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

Kekakuan tiang fondasi menggunakan (Persamaan 2.3)

$$\begin{aligned} I &= \frac{1}{64} \times \pi \times D^4 \\ &= \frac{1}{64} \times 3,14 \times 1^4 \\ &= 0,049 \text{ m}^4 \end{aligned}$$

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

$$\text{Nilai } \eta h = 170 \text{ kN/m}^2$$

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

$$\begin{aligned} T &= \left(\frac{E_p \times I_p}{\eta h} \right)^{\frac{1}{5}} \\ &= \left(\frac{21409,52 \times 0,049}{170} \right)^{\frac{1}{5}} \\ &= 1,439 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 4T &= 4 \times T \\ &= 4 \times 1,439 \\ &= 5,756 \text{ m} \end{aligned}$$

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)

$$M_{max} = \gamma \times D \times L^3 \times K_p$$

$$= 22 \times 1 \times 41^3 \times 3,867$$

$$= 5863385,154 \text{ kN.m}$$

Dikarenakan tiang fondasi panjang dan ujung jepit, maka $M_y < M_{max}$. Diasumsikan nilai $M_y = 1500 \text{ kN.m}$

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

$$f = 0,82 \sqrt{\frac{H_u}{D \times K_p \times \gamma}}$$

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

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

$$H_u = \left(\frac{2 M_y}{e + \frac{2f}{3}} \right)$$

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

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

$$H_u = 1377,695 \text{ kN}$$

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

$$H_s = \frac{H_u}{SF}$$

$$= \frac{1377,695}{3}$$

$$= 459,231 \text{ kN}$$

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

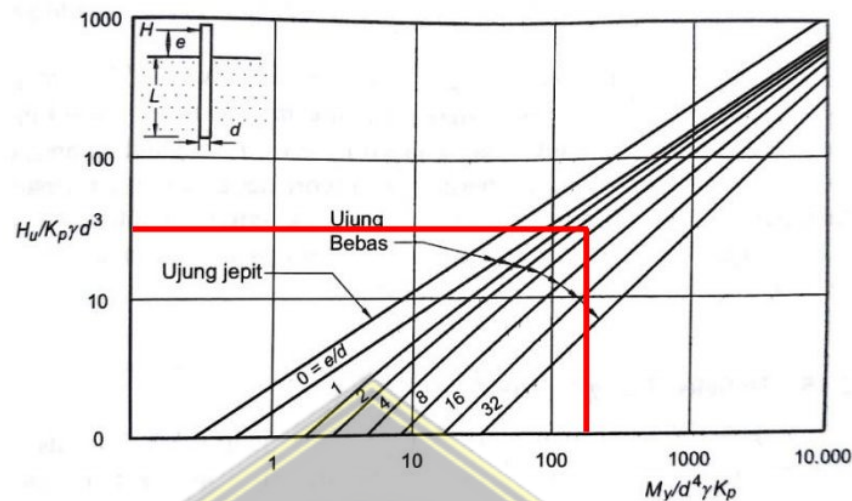
Untuk menentukan nilai daya dukung lateral fondasi *bored pile* secara grafik, sebelumnya menentukan tahanan momen ultimit terlebih dahulu menggunakan (Persamaan 2.10)

$$\text{Tahanan Momen Ultimit} = \frac{M_u}{D^4 \times \gamma \times K_p}$$

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

$$= 17,631 \text{ kN.m}$$

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

$$\begin{aligned} 17 &= \frac{H_u}{K_p \times \gamma \times D^3} \\ H_u &= 17 \times 3,867 \times 22 \times 1^3 \\ &= 1446,258 \text{ kN} \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned} H_s &= \frac{H_u}{SF} \\ &= \frac{1446,258}{3} \\ &= 482,086 \text{ kN} \end{aligned}$$

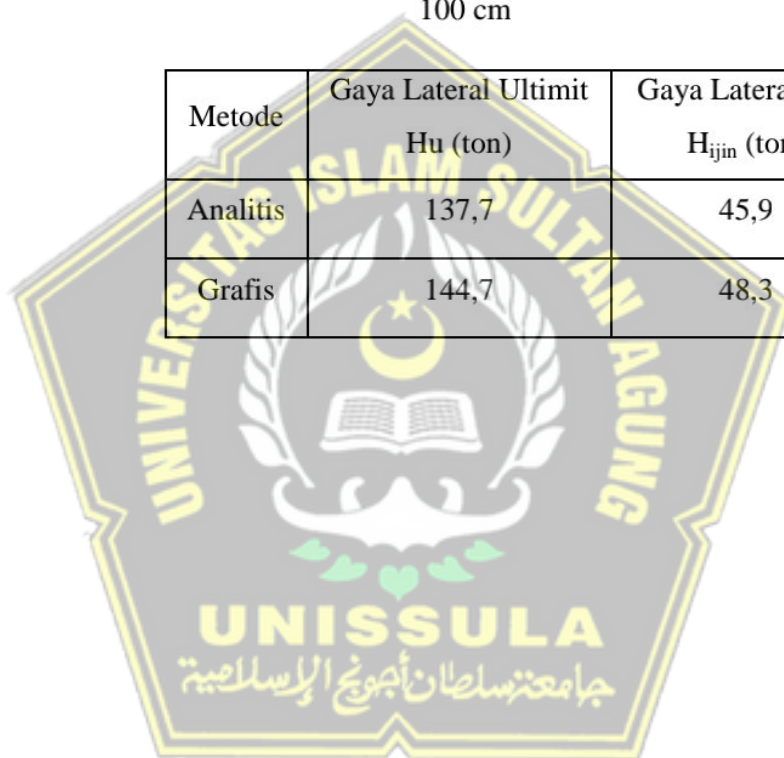
Setelah menghitung daya dukung lateral menggunakan metode Broms secara analitis dan grafis didapatkan hasil yang tercantum pada Tabel 4.10 dan Tabel 4.11

Tabel 4.10 Hasil Perhitungan Daya Dukung Lateral Diameter
80 cm

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



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:

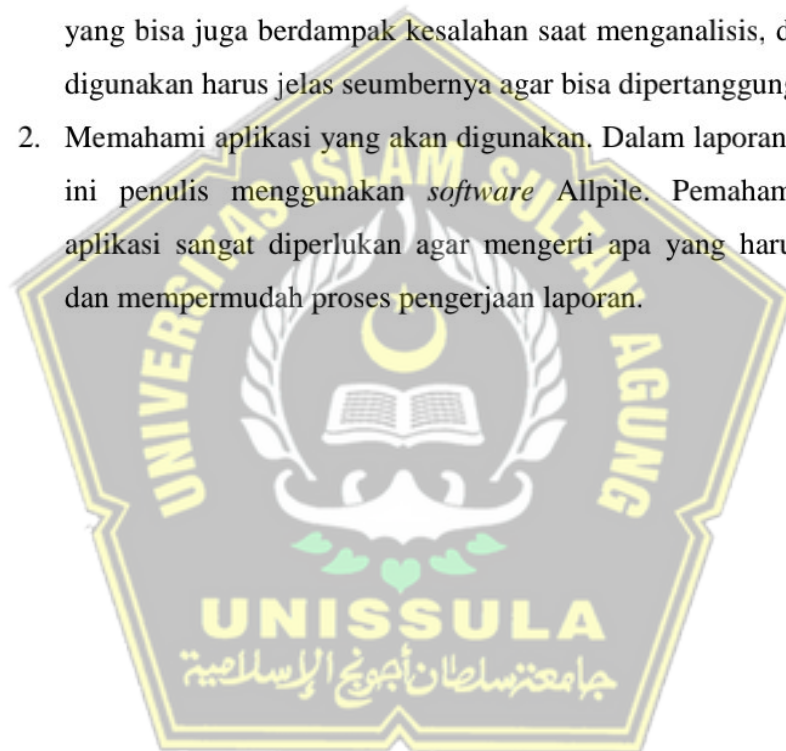
1. Berdasarkan hasil analisis uji PDA, pada nomor tiang BP-379 yang berdiameter 80 cm didapatkan daya dukung total 629 ton dan hasil dari analisis menggunakan *software* Allpile didapatkan daya dukung total sebesar 652,16 ton. Hasil analisis uji PDA didapatkan nilai penurunan sebesar 16,9 mm dan dari 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 membentuk kurva yang kurang sempurna.

4. Dalam analisis daya dukung lateral fondasi *bored pile* menggunakan metode Broms pada fondasi diameter 80 cm didapatkan daya dukung lateral (H_u) sebesar 127,365 ton dan pada fondasi 100 cm didapatkan daya dukung lateral (H_u) 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 sumbernya 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.

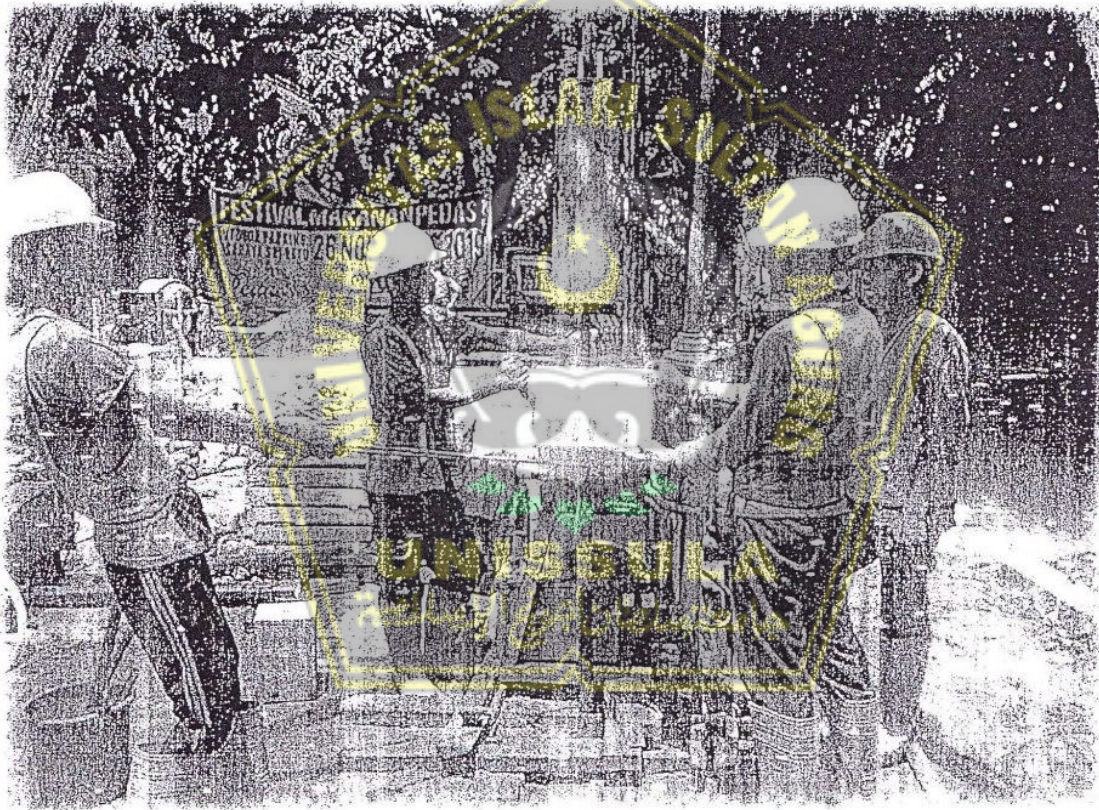


DAFTAR PUSTAKA

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



LAPORAN PENYELIDIKAN GEOTEKNIK UNTUK
SRI RATU MALL
JALAN PEMUDA NO. 35 - SEMARANG



DESEMBER 2019

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.

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	

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.

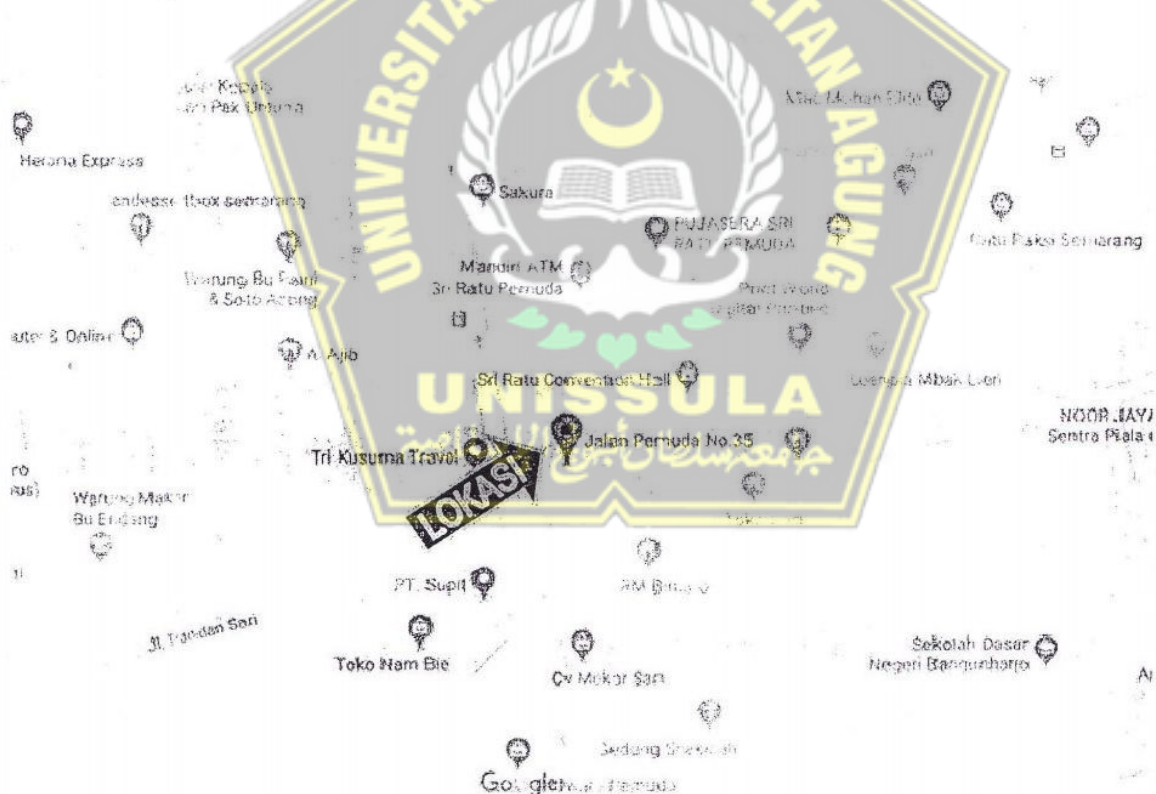
Penyelidikan lapangan yang telah dilakukan meliputi Pemboran Inti dan Pengujian Standard Penetration Test (SPT), selama penyelidikan berlangsung.

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

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

3.2. Standard Penetration Test (SPT)

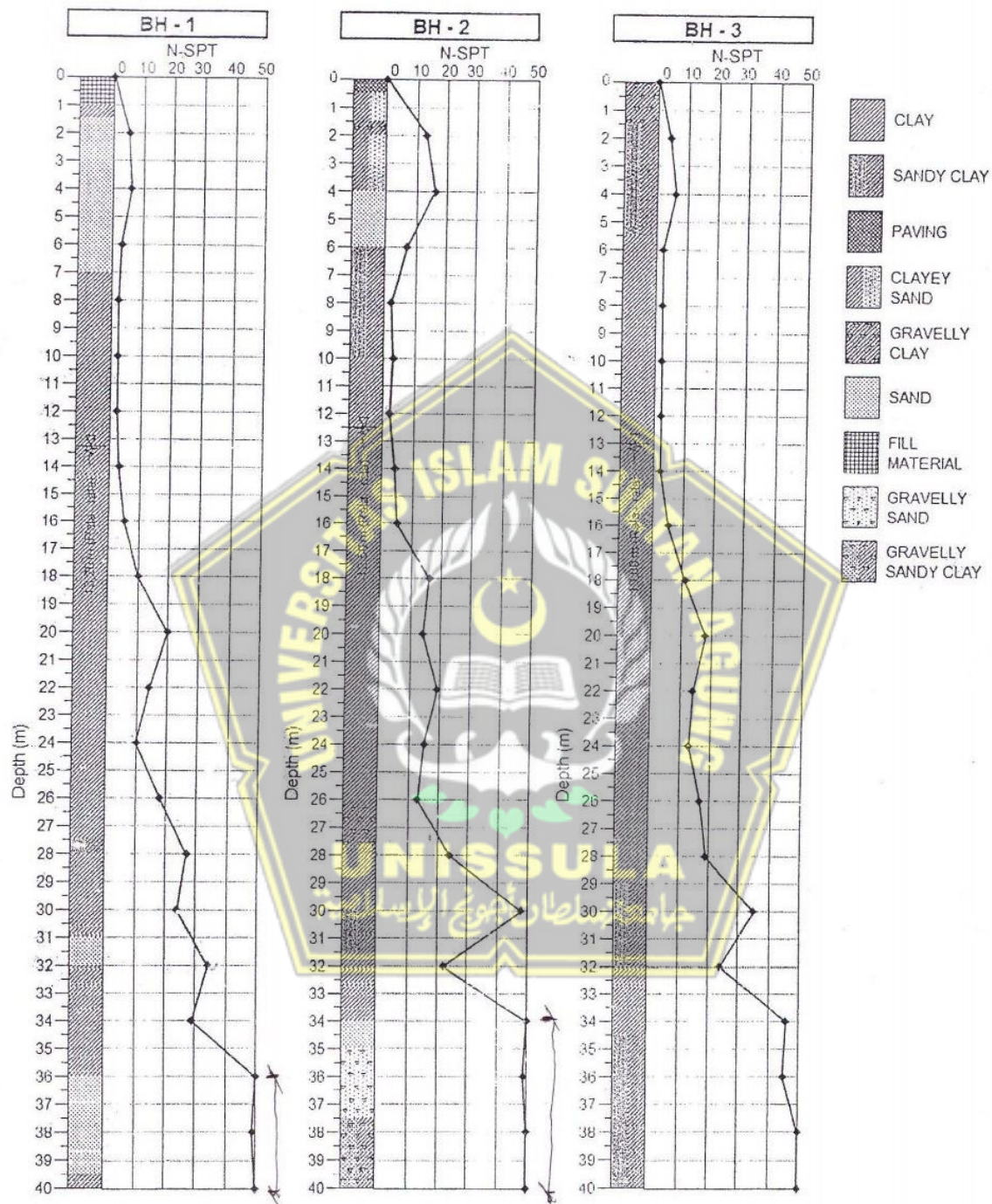
Pada saat pekerjaan Bor Inti berlangsung, dilakukan juga pengujian *Standard Penetration test* (SPT) untuk setiap interval kedalaman 2 meter. SPT test dilakukan dengan cara menghitung jumlah pukulan palu pemukul yang diperlukan untuk mendesak tabung contoh *Split Spoon Sampler* berdiameter 2" sedalam 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

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.

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 :

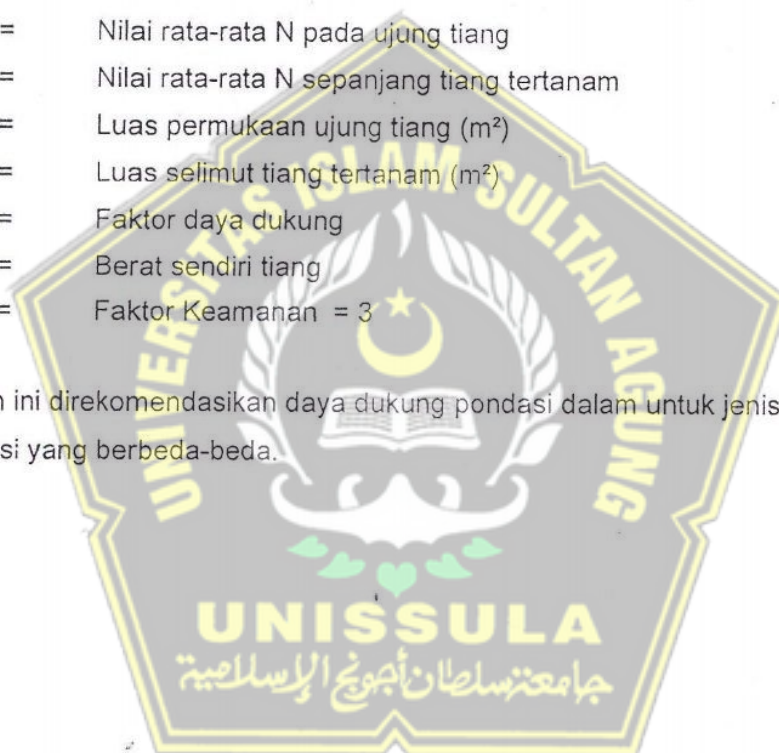
$$P\text{-tekan} = [m \cdot N_b \cdot A_p + n \cdot N_s \cdot A_s] / FK$$

$$P\text{-tarik} = [n \cdot N_s \cdot A_s] / F_k + W$$

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.



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

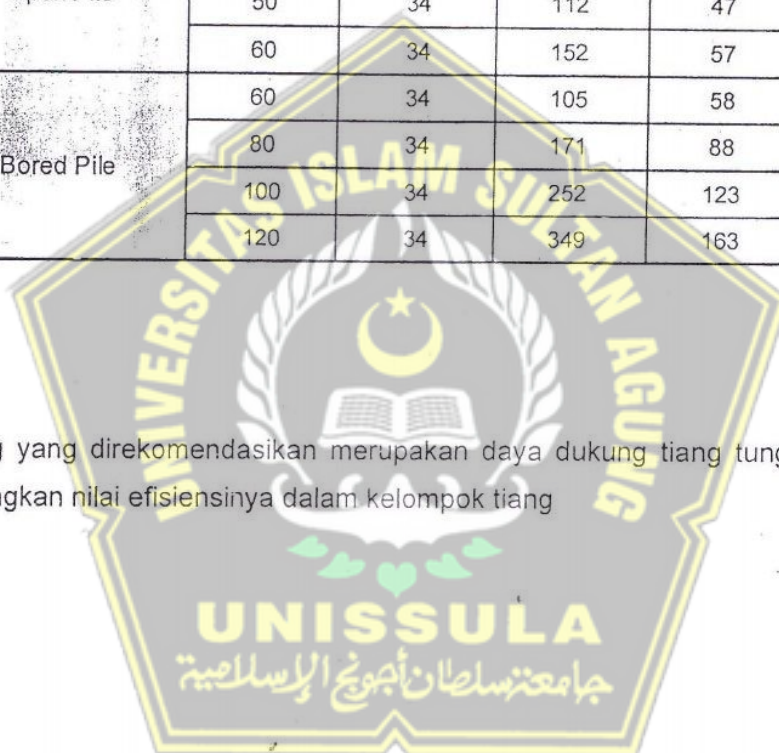
Jenis Tiang	Dimensi (cm)	Panjang Tiang (m)	P-tekan (ton)	P-tarik (ton)
Concrete Square Pile	20	34	40	27
	25	34	54	35
	30	34	71	43
	40	34	111	60
	45	34	134	70
Concrete Spun Pile	30	34	56	32
	35	34	71	37
	40	34	87	44
	50	34	125	54
	60	34	169	65
Bored Pile	60	34	117	65
	80	34	190	97
	100	34	279	134
	120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

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 :

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

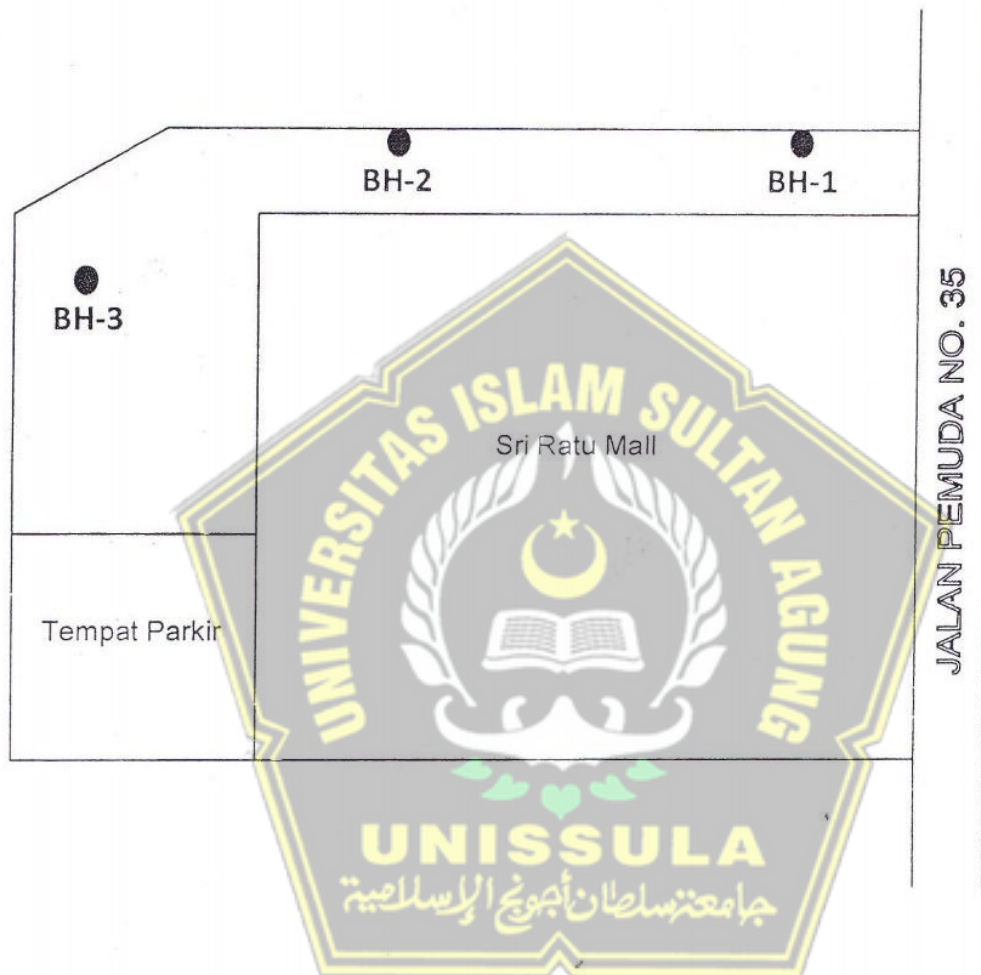


LAMPIRAN A

PETA LOKASI PENYELIDIKAN

GEOTEKNIK





LAMPIRAN B

BORING LOG



BORING LOG

BH - 1

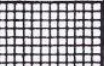
Depth : 40.00 m

Project : Sri Ratu Mall
 Location : Jalan Pemuda No. 35 - Semarang
 Date Started : November 23, 2019
 Date Finished : November 27, 2019
 Sheet : 1/2

Boring Method : Rotary Core Drilling
 Boring Machine : TDC

Drilling 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										
					15	15	15		0	10	20	30	40	50					
1				0.00-1.00 m FILL MATERIAL															
2				1.00-1.70 m CLAY, red, containing with sand, fine grain.															
3		SPT			2	2	3	5											
4																			
5		SPT		1.70-7.00 m SAND, blackish grey, loose, fine grain.	3	3	3	6											
6																			
7		SPT			1	1	2	3											
8																			
9		SPT			1	1	1	2											
10																			
11		SPT			1	1	1	2											
12																			
13		SPT		7.00-18.00 m CLAY, dark grey, soft to stiff, containing with clamshell.	1	1	1	2											
14																			
15		SPT																	
16																			
17		SPT																	
18																			
19		SPT		18.00-20.00 m CLAY, blackish dark brown, stiff to very stiff.	3	4	6	10											
20																			
		SPT			7	8	12	20											

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	N2	N3	N	N SPT Graph	
						15	15	15			
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										
	28		SPT		27.50-28.00 m Sandy CLAY, light grey, very stiff, coarse grain.	4	11	16	27		
	29				28.00-29.00 m CLAY, dark brown, very stiff.						
	30		SPT		29.00-31.00 m CLAY, light grey, very stiff.	7	11	13	24		
	31										
	32		SPT		31.00-32.00 m SAND, light grey, dense, fine grain.	9	15	19	34		
	33				32.00-34.00 m CLAY, blackish dark grey, very stiff to hard.						
	34		SPT			9	14	15	29		
	35				34.00-36.00 m CLAY, dark grey, very stiff to very hard.						
	36		SPT			7	33	17/9	>50		
	37				36.00-39.50 m SAND, dark brown, dense to very dense, fine grain.						
	38		SPT			13	22	27	49		
	39										
	40		SPT		39.50-40.00 m CLAY, dark brown, very hard.	34	50/5		>50		

BORING LOG

BH - 2

Depth : 40.00 m

Project : Sri Ratu Mall
 Location : Jalan Pemuda No. 35 - Semarang
 Client : -
 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									
						15	15	15		0	10	20	30	40	50				
November 14, 2019					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.	3	5	8	13										
	3		SPT		2.00-4.00 m Clayey SAND, light grey, medium dense.														
	4					7	7	9	16										
	5				4.00-6.00 m SAND, black, medium dense, coarse grain.														
	6					2	2	5	7										
	7		SPT		6.00-7.50 m Sandy CLAY, black, firm, fine grain.														
	8					1	1	1	2										
	9		SPT		7.50-10.00 m Sandy CLAY, greyish black, soft, fine grain.														
	10					2	1	1	3										
	11		SPT																
	12				10.00-16.00 m CLAY, dark grey, soft to firm.	1	1	1	2										
	13		SPT																
	14					1	2	2	4										
	15		SPT																
	16				16.00-18.00 m CLAY, blackish dark grey, firm.	2	2	3	5										
	17																		
	18					5	7	9	16										
	19		SPT		18.00-20.00 m CLAY, greyish black, stiff to very stiff.														
20					4	6	8	14											
			SPT																

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

BORING LOG

BH - 3

Depth : 40.00 m

Object : Sri Ratu Mall
 Location : Jalan Pemuda No. 35 - Semarang
 Date Started : November 18, 2019
 Date Finished : November 21, 2019
 Sheet : 1/2
 Boring Method : Rotary Core Drilling
 Boring Machine : TDC
 Drilling 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					N SPT Graph					
					N1	N2	N3	N		0	10	20	30	40	50
1				0.00-1.50 m Gravelly CLAY, red, containing with sand, fine grain.											
2		SPT			1	2	2	4							
3				1.50-5.50 m Sandy CLAY, dark grey, firm.											
4		SPT			2	2	4	6							
5															
6		SPT			1	1	1	2							
7				5.50-9.00 m CLAY, dark grey, soft.											
8		SPT			1	1	1	2							
9															
10		SPT		9.00-13.00 m CLAY, dark grey, soft, containing with clamshe	1	1	1	2							
11															
12		SPT			1	1	1	2							
13															
14		SPT		13.00-17.50 m CLAY, blackish grey, soft to firm	1	1	1	2							
15															
16		SPT			2	2	3	5							
17															
18		SPT		17.50-20.00 m CLAY, dark brown, stiff to very stiff.	4	5	6	11							
19															
20		SPT			7	8	10	18							

BORING LOG

BH - 3

Depth : 40.00 m

Project : Sri Ratu Mall
 Location : Jalan Pemuda No. 35 - Semarang
 Client : -
 Boring Method : Rotary Core Drilling
 Boring Machine : TDC
 Drilling Master : Andri
 Logged by : Adiansah
 Checked by : AM
 X : 435949
 Y : 9229350
 Elevation :
 GWL : -13.00 m

DATE	DEPTH (m)	GWL	UDS/SPT	SYMBOL	SOIL DESCRIPTION	STANDARD PENETRATION TEST					N SPT Graph					
						N1	N2	N3	N		0	10	20	30	40	50
NOVEMBER 19, 2019	21				20.00-22.00 m CLAY, dark brown, stiff to very stiff.	7	8	10	18							
	22		SPT			4	6	8	14							
NOVEMBER 20, 2019	23				22.00-24.00 m CLAY, blackish grey, stiff.											
	24		SPT			4	5	8	13							
NOVEMBER 21, 2019	25				24.00-25.00 m CLAY, dark brown, stiff.											
	26		SPT		25.00-26.00 m CLAY, dark grey, stiff.											
	27				26.00-27.50 m CLAY, light brown, very stiff.	9	8	9	17							
	28		SPT		27.50-29.00 m CLAY, dark grey, very stiff.	6	8	11	19							
	29															
	30		SPT		29.00-32.00 m Sandy CLAY, blackish grey, hard.	15	21	14	35							
	31															
	32		SPT			8	12	12	24							
	33				32.00-34.50 m CLAY, dark grey, very stiff to hard.											
	34		SPT			11	21	25	46							
	35															
	36		SPT		34.50-40.00 m 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							



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

**JUDUL TUGAS AKHIR
DALAM BAHASA INGGRIS**

Hari
Tanggal
Jam

Selasa
27 Juli 2021
10.00 WIB

Judul Tugas Akhir

Analisa Perbandingan Hasil Loading Test Pondasi Bored Pile Berdasarkan PDA Test, All Pile Dan Metode Statik Pada Proyek Pembangunan Queen City Mall & Aptment 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



YAYASAN BADAN WAKAF SULTAN AGUNG
UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG (UNISSULA)
Jl. Raya Kahgawe 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 & Aptment
0

Dengan Hasil

: Baik dengan perbaikan

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

Dosen Pembimbing I

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

Dosen Pembimbing II

Dr. Abdul Rochim, ST, MT

Dosen Pembimbing

Ir. H. Rachmat Mudiyo, MT, Ph.D



Mengetahui,
Ketua Program Studi Teknik Sipil

Rusli Ahyar, ST, M.Eng



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
Tanggal
Jam

Selasa
27 Juli 2021
10.00 WIB

Judul Tugas Akhir

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

1	Isna Melati Nugraheni	30201700089	1 <i>Isna Melati</i>
2	Lana Nalaya Muna	30201700094	2 <i>Lana Nalaya Muna</i>

NO	NAMA	TANDA TANGAN
1	Prof. Ir. H. Pratikso, MST, Ph.D	1 <i>Prof. Ir. H. Pratikso</i>
2	Dr. Abdul Rochim, ST, MT	2 <i>Dr. Abdul Rochim</i>
3	Ir. H. Rachmat Mudiyo, MT, Ph.D	3 <i>Ir. H. Rachmat Mudiyo</i>



Semarang, 27 Juli 2021
Ketua Program Studi Teknik Sipil

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



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



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

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%

SIMILARITY INDEX

4%

INTERNET SOURCES

1%

PUBLICATIONS

3%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

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

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

Exclude quotes Off

Exclude matches Off

Exclude bibliography Off

