



**PERENCANAAN DAYA DUKUNG PONDASI *BORED PILE*
MENGUNAKAN METODE *FINITE DIFFERENCE* YANG
DIVERIFIKASI DENGAN HASIL *STATIC LOADING TEST*
PADA PROYEK TRANS ICON SURABAYA**

SKRIPSI

OLEH:

RIANTRI HIDAYAT

NIM 161910301074

PROGRAM STUDI STRATA 1 TEKNIK SIPIL

JURUSAN TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS JEMBER

2020



**PERENCANAAN DAYA DUKUNG PONDASI *BORED PILE*
MENGUNAKAN METODE *FINITE DIFFERENCE* YANG
DIVERIFIKASI DENGAN HASIL *STATIC LOADING TEST*
PADA PROYEK TRANS ICON SURABAYA**

SKRIPSI

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan Program Studi Strata 1 Teknik Sipil dan mencapai gelar Sarjana Teknik

OLEH:

RIANTRI HIDAYAT

NIM 161910301074

**PROGRAM STUDI STRATA 1 TEKNIK SIPIL
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER**

2020

PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk:

1. Mak, bapak, dan kakak saya yang telah memberikan doa, kasih sayang, dan dukungan moril maupun materil.
2. Shofana Elfa Hidayah yang telah banyak membantu, memberi doa, semangat dalam mengerjakan skripsi ini hingga selesai. Semoga cita-cita kita terkabul.
3. Indra Nurtjahjaningtyas, S.T., M.T. dan Paksitya Purnama Putra, S.T. selaku dosen pembimbing yang telah banyak memberikan bimbingan dan arahan dalam penyusunan skripsi ini.
4. Sahabat-sahabat saya yang telah memberi semangat dan motivasi.
5. Teman-teman Teknik Sipil yang telah memberikan semangat, ilmu, dan watu hingga saat ini.
6. Pembaca, semoga untuk kedepannya dapat bermanfaat dan berkembang mengenai skripsi saya.

MOTO

Fokuslah mengejar ilmu, maka nilai itu akan mengikuti.

(Riantri Hidayat)

Balas dendam terbaik adalah dengan memperbaiki dirimu.

(Ali Bin Abi Thalib)

Salah satu kunci kebahagiaan adalah menggunakan uangmu untuk pengalaman,
bukan keinginan.

(B.J. Habibie)

Terlalu memperdulikan apa yang orang pikirkan dan kau akan selalu menjadi
tahanan mereka

(Lao Tzu)

Waktumu terbatas, jangan habiskan dengan mengurus hidup orang lain.

(Steve Jobs)

Berusahalah sepenuhnya dan tidak perlu memikirkan hasil.

(Cak Nun)

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Riantri Hidayat

NIM : 161910301074

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi yang berjudul “PERENCANAAN DAYA DUKUNG PONDASI *BORED PILE* MENGGUNAKAN METODE *FINITE DIFFERENCE* YANG DIVERIFIKASI DENGAN HASIL *STATIC LOADING TEST* PADA PROYEK TRANS ICON SURABAYA” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya. Saya bertanggung jawab penuh atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 10 Januari 2020

Yang menyatakan,

Riantri Hidayat

NIM 161910301074

SKRIPSI

PERENCANAAN DAYA DUKUNG PONDASI *BORED PILE*
MENGUNAKAN METODE *FINITE DIFFERENCE* YANG
DIVERIFIKASI DENGAN HASIL *STATIC LOADING TEST*
PADA PROYEK TRANS ICON SURABAYA

Oleh

Riantri Hidayat

NIM 161910301074

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Indra Nurtjahjaningtyas, S.T., M.T.

Dosen Pembimbing Anggota : Paksitya Purnama Putra, S.T., M.T.

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “PERENCANAAN DAYA DUKUNG PONDASI *BORED PILE* MENGGUNAKAN METODE *FINITE DIFFERENCE* YANG DIVERIFIKASI DENGAN HASIL *STATIC LOADING TEST* PADA PROYEK TRANS ICON SURABAYA” telah diuji dan disahkan pada:

hari, tanggal : Jumat, 10 Januari 2020

tempat : Fakultas Teknik Universitas Jember.

Tim Penguji:

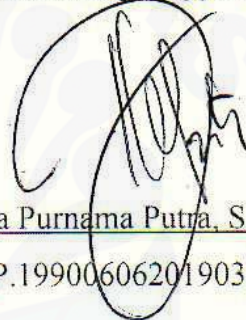
Pembimbing Utama,



Indra Nurtjahjaningtyas, S.T., M.T.

NIP.197010241998032001

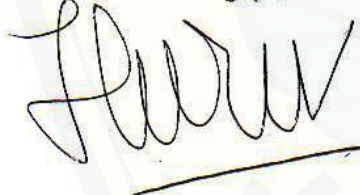
Pembimbing Anggota,



Paksitya Purnama Putra, S.T., M.T.

NIP.199006062019031022

Ketua Penguji,



Dr. Ir. Krisnamurti, M.T.

NIP.196612281999031002

Anggota Penguji,



Luthfi Amri Wicaksono, S.T., M.T.

NIP.760016771

Mengesahkan

Dekan



Dr. Ir. Entin Hidayah, M.UM

NIP.196612151995032001

RINGKASAN

PERENCANAAN DAYA DUKUNG PONDASI *BORED PILE* MENGGUNAKAN METODE *FINITE DIFFERENCE* YANG DIVERIFIKASI DENGAN HASIL *STATIC LOADING TEST* PADA PROYEK TRANS ICON SURABAYA; Riantri Hidayat, 161910301074; 2020; 96 halaman; Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Jember.

Pondasi adalah bagian terbawah dari struktur bangunan dan berfungsi menopang semua beban bangunan sekaligus beban sendiri pondasi tersebut. Pemilihan pondasi serta perencanaan pondasi harus dilakukan dengan benar. Oleh karena itu perencana pondasi harus menganalisa daya dukung tanah yang dibangun pondasi, karena pondasi akan meneruskan beban ke tanah. Saat ini banyak gedung tinggi dan bangunan lain menggunakan pondasi *bored pile*.

Metode-metode untuk mengetahui daya dukung aksial pondasi bored pile yaitu menggunakan metode rumus empiris dalam hal ini rumusan O'Neil dan Reese, menggunakan program komputer bernama Allpile V6.52, dan uji beban skala penuh. Pada studi ini dilakukan perhitungan daya dukung aksial pondasi bored pile menggunakan metode empiris O'Neil dan Reese dan program Allpile V6.52, kemudian membandingkannya dengan hasil *static loading test*.

Diperoleh hasil yaitu selisih daya dukung *bored pile* metode o'neil & reese dengan hasil Allpile V6.52 antara 7,09% sampai 16,88% dengan hasil daya dukung Allpile V6.52 lebih besar dari metode O'Neil & Reese. Perbedaan daya dukung metode O'Neil & Reese dan Allpile V6.52 karena perbedaan parameter tanah yang digunakan dan jumlah lapisan tanah yang dapat dimasukkan ke Allpile V6.52.

Perbandingan daya dukung O'Neil & Reese dan Allpile V6.52 dengan SLT akan menghasilkan nilai rasio. Metode O'neil & Reese menghasilkan nilai sebesar 1,1 - 1,5 untuk *bored pile* diameter 1,00 m kedalaman ± 50 m, 0,7 untuk *bored pile* diameter 0,80 m kedalaman ± 50 m, dan 1,5 untuk *bored pile* diameter

0,8 m kedalaman ± 30 m. Allpile V6.52 menghasilkan nilai sebesar 1,3 - 1,7 untuk *bored pile* diameter 1,00 m kedalaman ± 50 m, 1,0 untuk *bored pile* diameter 0,80 m kedalaman ± 50 m, dan 1,4 untuk *bored pile* diameter 0,8 kedalaman ± 30 m. Nilai rasio yang dihasilkan berbeda-beda hal tersebut karena perbedaan kondisi tanah.



SUMMARY

BORED PILE BEARING CAPACITY DESIGN USING FINITE DIFFERENCE METHOD VERIFIED BY STATIC LOADING TEST AT THE TRANS ICON SURABAYA; Riantri Hidayat, 161910301074; 2020; 96 pages; Civil Engineering Department, Faculty of Engineering, Jember University.

Foundation is the lowest part of building structure that serves to support all the building loads. The choice of foundation and its planning must be done properly. Therefore the foundation planner must analyze the bearing capacity of the soil where the foundation built because the foundation will carry the burden to the ground. Nowadays, many buildings were used bored pile foundations.

To find out the axial bearing capacity of bored pile foundation are using the empirical formula method O'Neil & Reese, Allpile V6.52 program, and a full-scale load test. In this study, the calculation of O'Neil & Reese and the Allpile V6.52 program will be compared with the results of the static loading test (SLT).

The result is the difference of the bearing capacity of O'Neil & Reese method with the Allpile V6.52 results are between 7,09% to 16,88% with the result of the Allpile V6.52 bearing capacity greater than the O'Neil & Reese method. The difference in the bearing capacity of the O'Neil & Reese and Allpile V6.52 methods is due to the differences parameters of the soil and the number of layers of soil that can be added to Allpile V6.52.

A comparison of the bearing capacity of O'Neil & Reese and Allpile V6.52 with SLT will produce a ratio value. The O'Neil & Reese method produces values of 1,1 - 1,5 for bored pile diameters of 1,00 m depth \pm 50 m, 0,7 for bored pile diameters of 0,80 m depth \pm 50 m, and 1,5 for bored pile diameter 0,8 m depth \pm 30 m. Allpile V6.52 produces a value of 1,3 - 1,7 for bored pile diameter of 1,00 m depth \pm 50 m, 1,0 for bored pile diameter 0,80 m depth \pm 50 m, and 1,4 for bored pile diameter of 0,8 \pm 30 m depth. The resulting ratio values due to differences in soil conditions.

PRAKATA

Alhamdulillah, Puji syukur kehadirat Allah SWT atas limpahan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “PERENCANAAN DAYA DUKUNG PONDASI *BORED PILE* MENGGUNAKAN METODE *FINITE DIFFERENCE* YANG DIVERIFIKASI DENGAN HASIL *STATIC LOADING TEST* PADA PROYEK TRANS ICON SURABAYA”. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan program studi strata satu (S1) Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Jember.

Selama penyusunan skripsi ini penulis mendapat bantuan dari berbagai pihak, untuk itu penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Mak, bapak, kakak saya
2. Indra Nurtjahjaningtyas, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing utama
3. Paksitya Purnama Putra, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing anggota
4. Saudara dan temna-teman yang telah memberikan dukungan selama penyusunan skripsi ini
5. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Segala kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan demi kesempurnaan skripsi ini. Akhirnya, semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis ataupun pembaca.

Jember, 10 Januari 2020

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	i
HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iii
HALAMAN MOTTO	iv
HALAMAN PERNYATAAN	v
HALAMAN PEMBIMBING	vi
HALAMAN PENGESAHAN	vii
RINGKASAN	viii
SUMMARY	x
PRAKATA	xi
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR GAMBAR	xvii
DAFTAR LAMPIRAN	xx
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	3
1.4 Manfaat	3
1.5 Batasan Masalah	3
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Penelitian Terdahulu	4
2.2 Pondasi Bored Pile	6
2.3 Static Loading Test	7
2.3.1 Metode Interpretasi	9
2.3.2 Hasil Pengujian	12
2.4 Standard Penetration Test (SPT)	17
2.4.1 Peralatan SPT.....	17
2.4.2 Persiapan SPT	18
2.4.3 Pelaksanaan Uji SPT.....	18

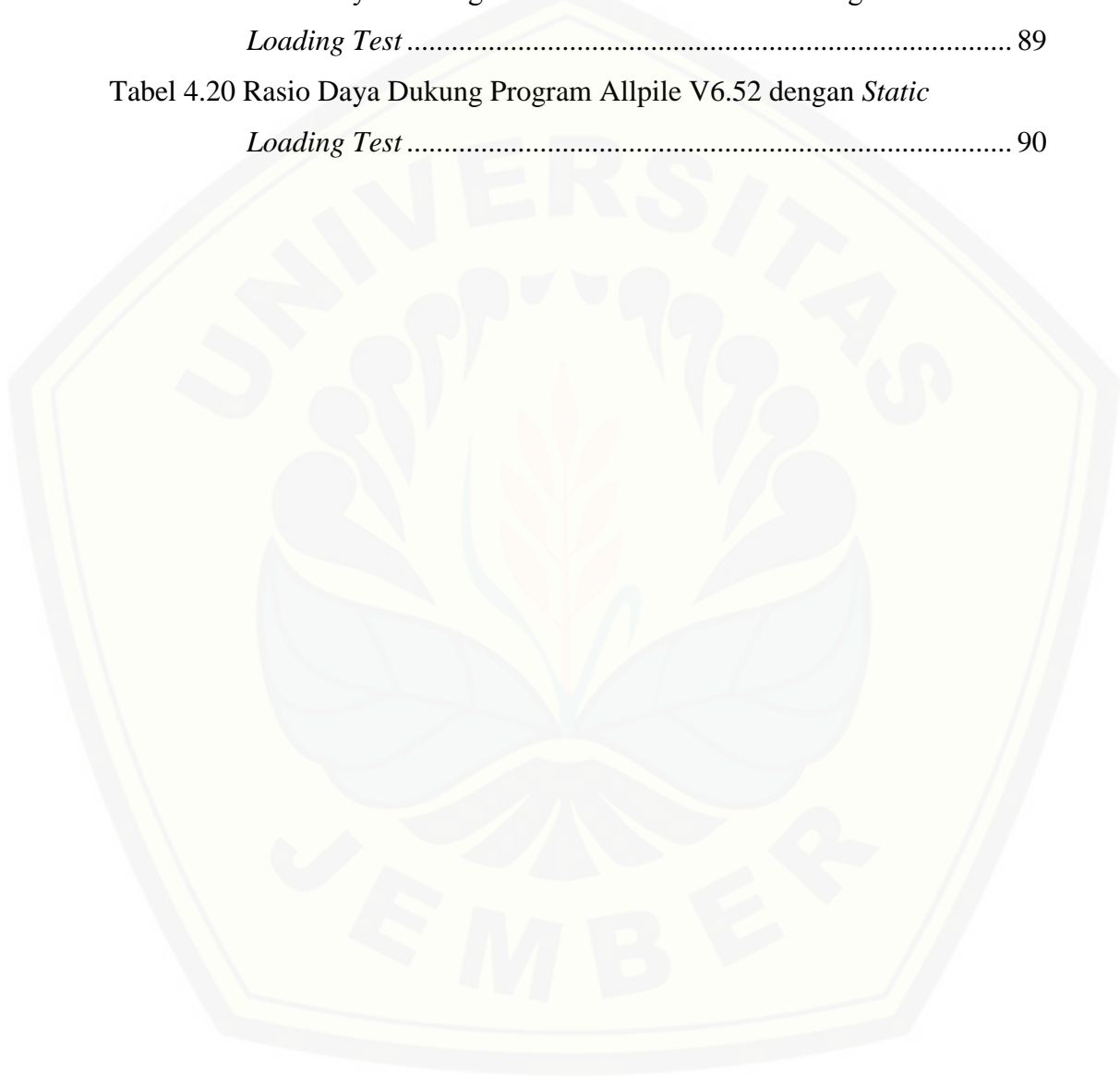
2.4.4 Hasil Uji SPT	19
2.4.5 Korelasi Data SPT	21
2.5 Finite Difference	23
2.6 Program Allpile V6.52	24
2.7 Daya Dukung Pondasi Bored Pile Metode O'Neil dan Reese	25
BAB 3. METODE PENELITIAN	29
3.1 Diagram Alir Metode Penelitian	29
3.2 Persiapan Penelitian	31
3.2.1 Studi Literatur	31
3.2.2 Penentuan Lokasi Penelitian	31
3.3 Pengumpulan Data	31
3.4 Perhitungan Daya Dukung Bored Pile Metode O'Neil dan Reese	31
3.5 Perhitungan Daya Dukung Bored Pile dengan Allpile V6.52	32
3.6 Evaluasi Perhitungan Daya Dukung	34
3.7 Interpretasi Uji Static Loading Test	34
3.8 Perbandingan Daya Dukung	34
3.9 Kesimpulan	35
3.10 Diagram Alir Mendesain Pondasi Bored Pile dengan Allpile V6.52	35
3.10.1 Pengaturan <i>Pile Type</i>	36
3.10.2 Pengaturan <i>Pile Profile</i>	36
3.10.3 Pengaturan <i>Pile Properties</i>	37
3.10.4 Pengaturan <i>Load and Group</i>	38
3.10.5 Pengaturan <i>Soil Properties</i>	38
3.10.6 Hasil Perhitungan	39
BAB 4. PERENCANAAN DAN ANALISA DAYA DUKUNG	41
4.1 Analisis Data Proyek	41
4.2 Tahap Stratigrafi	44
4.3 Perhitungan Daya Dukung Bored Pile Metode O'Neil dan Reese	51

4.3.1 Tahanan Ujung.....	51
4.3.2 Tahanan Selimut	52
4.4 Perencanaan Daya Dukung <i>Bored Pile</i> dengan Program Allpile V6.52	57
4.5 Interpretasi Daya Dukung <i>Bored Pile Static Loading Test</i>	66
4.5.1 Metode Davisson (1973).....	70
4.5.2 Metode Mazurkiewich (1972)	74
4.5.3 Metode Chin (1970).....	81
4.6 Pembahasan.....	87
BAB 5. PENUTUP.....	92
5.1 Kesimpulan.....	92
5.2 Saran	92
DAFTAR PUSTAKA	94

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu	4
Tabel 2.2 Korelasi Empiris Nilai NSPT dengan Berat Isi Tanah Jenuh, Kepadatan Relatif, dan Sudut Friksi untuk Tanah Non Kohesif	21
Tabel 2.3 Korelasi Nilai NSPT dengan <i>Unconfined Compressive Strength</i> dan Berat Isi Tanah Jenuh untuk Tanah Kohesif.....	21
Tabel 2.4 Angka Pori, Kadar Air, dan Berat Volume Kering untuk Beberapa Tipe Tanah yang Masih dalam Keadaan Asli.....	22
Tabel 2.5 Hubungan Tipe Tanah dengan Rasio Poisson.....	22
Tabel 2.6 Hubungan Tipe Tanah dengan Modulus Young, <i>Es</i>	23
Tabel 2.7 Nilai-nilai K/K_0 untuk <i>Bored Pile</i>	26
Tabel 2.8 Nilai-nilai δ/ϕ' untuk <i>Bored Pile</i>	27
Tabel 4.1 Letak Titik SPT Tanah (<i>Borehole</i>).....	42
Tabel 4.2 Letak Titik <i>Bored Pile</i> yang Diuji <i>Static Loading Test</i>	42
Tabel 4.3 Diameter dan Kedalaman <i>Bored Pile</i>	43
Tabel 4.4 Titik <i>Bored Pile</i> dengan Titik SPT Tanah Tanpa Stratigrafi	43
Tabel 4.5 Titik <i>Bored Pile</i> dengan Titik SPT Tanah yang Menggunakan Stratigrafi	44
Tabel 4.6 Rekapitulasi Tahanan Selimut TP1A.....	55
Tabel 4.7 Rekapitulasi Daya Dukung <i>Bored Pile</i> Metode O'Neil dan Reese .	56
Tabel 4.8 Rekapitulasi Daya Dukung <i>Bored Pile</i> Menggunakan Allpile V6.52	65
Tabel 4.9 Hasil Pengujian <i>Static Loading Test</i> TP1A	66
Tabel 4.10 Hasil Pengujian <i>Static Loading Test</i> TP2A.....	67
Tabel 4.11 Hasil Pengujian <i>Static Loading Test</i> TP3A.....	67
Tabel 4.12 Hasil Pengujian <i>Static Loading Test</i> TP4A.....	68
Tabel 4.13 Hasil Pengujian <i>Static Loading Test</i> TP5A.....	68
Tabel 4.14 Hasil Pengujian <i>Static Loading Test</i> TP1B.....	69
Tabel 4.15 Hasil Pengujian <i>Static Loading Test</i> TP2B.....	69
Tabel 4.16 Rekapitulasi Daya Dukung <i>Static Loading Test</i>	86

Tabel 4.17 Validitas Hasil Perhitungan Daya Dukung <i>Bored Pile</i> dengan Beban Kerja	87
Tabel 4.18 Rekapitulasi Perbandingan Hasil Perhitungan Allpile V6.52 dengan Metode O’Neil dan Reese	88
Tabel 4.19 Rasio Daya Dukung Metode O’Neil dan Reese dengan <i>Static</i> <i>Loading Test</i>	89
Tabel 4.20 Rasio Daya Dukung Program Allpile V6.52 dengan <i>Static</i> <i>Loading Test</i>	90



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Uji <i>Static Loading Test</i>	8
Gambar 2.2 Penentuan Qult dengan Metode Davisson (1973).....	10
Gambar 2.3 Hubungan Kurva Beban-Penurunan Metode Mazurkiewich	11
Gambar 2.4 Interpretasi Beban <i>Ultimate</i> Metode Chin	12
Gambar 2.5 Kurva Beban-Penurunan	13
Gambar 2.6 Kurva Interpretasi Beban <i>Ultimate</i> Metode Davisson	13
Gambar 2.7 Kurva Beban <i>Ultimate</i> Metode Mazurkiewich	14
Gambar 2.8 Kurva Interpretasi Beban <i>Ultimate</i> Metode Chin	14
Gambar 2.9 <i>Dial Gauges Recording Form</i>	15
Gambar 2.10 <i>Vibrating Wire Load Cell Data</i>	16
Gambar 2.11 Contoh Formulir SPT	20
Gambar 2.12 Gambaran Penyelesaian <i>Finite Difference</i>	24
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian	30
Gambar 3.2 <i>Pile Type</i>	36
Gambar 3.3 <i>Pile Profile</i>	37
Gambar 3.4 <i>Pile Properties</i>	37
Gambar 3.5 <i>Load and Group</i>	38
Gambar 3.6 <i>Soil Properties</i>	38
Gambar 3.7 <i>Vertical Analysis</i>	38
Gambar 3.8 Hasil Perhitungan Allpile V6.52	40
Gambar 4.1 Denah Titik <i>Bored Pile</i> dan Titik SPT Tanah	41
Gambar 4.2 Jarak BH1 dengan BH2.....	45
Gambar 4.3 Penarikan Garis Stratigrafi BH1 dan BH2	46
Gambar 4.4 Posisi <i>Bored Pile</i> TP3A	47
Gambar 4.5 Hasil Stratigrafi TP3A.....	48
Gambar 4.6 Hasil Stratigrafi TP4A.....	49
Gambar 4.7 Hasil Stratigrafi TP5A.....	49
Gambar 4.8 Hasil Stratigrafi TP2B	50
Gambar 4.9 <i>Pile Type</i> TP1A	57
Gambar 4.10 <i>Pile Profile</i> TP1A.....	58

Gambar 4.11 <i>Pile Section Screen</i> TP1A	59
Gambar 4.12 <i>Pile Properties</i> TP1A	59
Gambar 4.13 <i>Load and Group</i> TP1A.....	60
Gambar 4.14 Penggabungan Lapisan Tanah BH2 untuk Perhitungan TP1A ..	62
Gambar 4.15 <i>Input Data</i> Tanah TP1A	63
Gambar 4.16 <i>Soil Properties</i> TP1A	64
Gambar 4.17 Hasil Daya Dukung <i>Bored Pile</i> TP1A Menggunakan Allpile V6.52	65
Gambar 4.18 Daya Dukung TP1A Hasil <i>Static Loading Test</i> Metode Davisson.....	70
Gambar 4.19 Daya Dukung TP2A Hasil <i>Static Loading Test</i> Metode Davisson	71
Gambar 4.20 Daya Dukung TP3A Hasil <i>Static Loading Test</i> Metode Davisson	71
Gambar 4.21 Daya Dukung TP4A Hasil <i>Static Loading Test</i> Metode Davisson	72
Gambar 4.22 Daya Dukung TP5A Hasil <i>Static Loading Test</i> Metode Davisson	73
Gambar 4.23 Daya Dukung TP1B Hasil <i>Static Loading Test</i> Metode Davisson	73
Gambar 4.24 Daya Dukung TP2B Hasil <i>Static Loading Test</i> Metode Davisson	74
Gambar 4.25 Daya Dukung TP1A Hasil <i>Static Loading Test</i> Metode Mazurkiewich	75
Gambar 4.26 Daya Dukung TP2A Hasil <i>Static Loading Test</i> Metode Mazurkiewich	76
Gambar 4.27 Daya Dukung TP3A Hasil <i>Static Loading Test</i> Metode Mazurkiewich	77
Gambar 4.28 Daya Dukung TP4A Hasil <i>Static Loading Test</i> Metode Mazurkiewich	78

Gambar 4.29 Daya Dukung TP5A Hasil <i>Static Loading Test</i> Metode Mazurkiewich	79
Gambar 4.30 Daya Dukung TP1B Hasil <i>Static Loading Test</i> Metode Mazurkiewich	80
Gambar 4.31 Daya Dukung TP2B Hasil <i>Static Loading Test</i> Metode Mazurkiewich	81
Gambar 4.32 Daya Dukung TP1A Hasil <i>Static Loading Test</i> Metode Chin ...	82
Gambar 4.33 Daya Dukung TP2A Hasil <i>Static Loading Test</i> Metode Chin ...	82
Gambar 4.34 Daya Dukung TP3A Hasil <i>Static Loading Test</i> Metode Chin ...	83
Gambar 4.35 Daya Dukung TP4A Hasil <i>Static Loading Test</i> Metode Chin ...	84
Gambar 4.36 Daya Dukung TP5A Hasil <i>Static Loading Test</i> Metode Chin ...	84
Gambar 4.37 Daya Dukung TP1B Hasil <i>Static Loading Test</i> Metode Chin....	85
Gambar 4.38 Daya Dukung TP2B Hasil <i>Static Loading Test</i> Metode Chin....	86
Gambar 4.39 Rekapitulasi Hasil Perhitungan Daya Dukung <i>Bored Pile</i>	89
Gambar 4.40 Perbandingan BH1 dan BH5	91

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Perhitungan Stratigrafi

Lampiran 2. Perhitungan Daya Dukung Metode O'Neil & Reese

Lampiran 3. Perhitungan Daya Dukung Program Allpile V6.52

Lampiran 4. Lapisan Tanah dan NSPT



BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pondasi adalah bagian terbawah dari struktur bangunan. Pondasi berfungsi menopang semua beban bangunan sekaligus beban sendiri pondasi. Pondasi terbagi menjadi dua jenis, yaitu pondasi dangkal dan dalam. Pondasi dalam ada dua jenis yaitu, tiang pancang dan *bored pile*. Pemilihan dan perencanaan pondasi harus dilakukan dengan benar. Karena hal tersebut perencana pondasi harus menganalisa daya dukung tanah yang dibangun pondasi, dikarenakan pondasi akan meneruskan beban ke tanah.

Saat ini banyak gedung tinggi dan bangunan lain menggunakan pondasi *bored pile*. Hal tersebut karena pondasi *bored pile* dinilai memiliki beberapa kelebihan yaitu: relatif lebih ekonomis; tidak menimbulkan getaran dan suara berlebih saat pelaksanaan; kemampuan menerima beban yang besar; dan kemudahan menyesuaikan panjang dan diameter *bored pile* (Nugraha dan Refanie, 2015). Metode-metode untuk mengetahui daya dukung aksial pondasi *bored pile* yaitu metode rumus empiris, *finite difference*, dan uji beban skala penuh *static loading test* (SLT).

Perhitungan metode empiris berasal dari perhitungan para peneliti. Metode empiris rumusan O'neil & Reese paling baik untuk merencanakan *bored pile* karena lebih optimis dengan *safety factor* yang relatif lebih kecil. Perhitungan daya dukung *bored pile* yang lebih optimis akan berdampak pada efisiensi penggunaan material dan penghematan biaya konstruksi (Jusi, 2015).

Perhitungan metode *finite difference* yaitu menggunakan program komputer berbasis *finite difference*. Dalam dunia geoteknik, program komputer yang berbasis *finite difference* salah satunya adalah Allpile V6.52. Adanya program komputer geoteknik memudahkan analisis pondasi tiang untuk menghasilkan *output* yang dibutuhkan (Nugraha dan Refanie, 2015). Menurut (CivilTech Software, 2017) program Allpile V6.52 dapat melakukan hal berikut

ini: (1) Perhitungan daya dukung pondasi dengan efisien dan akurat; (2) Dapat menghitung berbagai macam pondasi tiang; (3) Program mudah digunakan dan praktis; dan (4) Program telah banyak digunakan di berbagai negara. Hasil perhitungan Allpile V6.52 memerlukan kontrol. Hal tersebut disebabkan beberapa alasan yaitu dasar Allpile V6.52 adalah *finite difference method*, sedangkan sebagian besar program perhitungan teknik dasarnya *finite elemen method* dan lapisan tanah yang dapat dimasukkan maksimal 10.

Static loading test (SLT) merupakan metode paling akurat untuk menentukan kapasitas beban dengan *bored pile* dibebani sesuai beban perencanaan di lapangan sampai mengalami keruntuhan (Kosasi dkk., 2014). Uji beban bertujuan memastikan atau memodifikasi desain pondasi tiang pada saat konstruksi agar daya dukung sesuai rencana (Nugraha & Refanie, 2015).

Studi ini berlokasi di proyek Trans Icon Surabaya. Proyek tersebut merupakan proyek *superblock* yang dibangun di kawasan Jl. A. Yani Surabaya dan menggunakan pondasi *bored pile*. Pengambilan data tanah proyek tersebut menggunakan *standard penetration test* (SPT). SPT dilakukan pada 6 *borehole*. Selain pengambilan data tanah, juga dilakukan uji SLT. Pengujian tersebut dilakukan pada tujuh *bored pile*.

. Berdasar uraian-uraian di atas, maka akan dilakukan studi tentang perencanaan daya dukung pondasi *bored pile* menggunakan metode O'Neil & Reese dan *finite difference* dalam hal ini program Allpile V6.52 lalu membandingkan daya dukungnya dengan hasil SLT.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang permasalahan di atas, maka perumusan masalah yang akan dibahas dalam studi ini adalah bagaimana analisis daya dukung pondasi *bored pile* menggunakan metode O'Neil & Reese, program Allpile V6.52, dan hasil interpretasi SLT?

1.3 Tujuan

Tujuan dilakukannya penelitian di atas yaitu menganalisis daya dukung pondasi *bored pile* hasil metode O'Neil & Reese, program Allpile V6.52, dan hasil interpretasi SLT.

1.4 Manfaat

Manfaat penelitian ini adalah:

1. Mengembangkan wawasan peneliti dari teori yang didapat saat kuliah dengan mengerjakan proyek yang sesungguhnya.
2. Sebagai pertimbangan mendesain pondasi *bored pile* menggunakan metode O'Neil & Reese dan program Allpile V6.52 diantara metode lainnya pada proyek yang memiliki jenis pondasi *bored pile*.

1.5 Batasan Masalah

Penelitian ini meliputi perhitungan daya dukung aksial pondasi *bored pile* menggunakan metode O'Neil & Reese, program Allpile V6.52, dan interpretasi SLT. Daya dukung *bored pile* hasil metode O'Neil & Reese, program Allpile V6.52, dan interpretasi SLT akan dibandingkan. Penelitian ini hanya meninjau *bored pile* tunggal dan tegak lurus. Daya dukung yang dihitung hanya aksial tanpa meninjau gaya lateral.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

Penelitian terdahulu merupakan salah satu acuan penulis dalam penelitian sehingga dapat membantu dalam mengkaji penelitian. Di bawah adalah penelitian terdahulu berupa jurnal dan skripsi terkait dengan penelitian yang dilakukan penulis.

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu

No.	Nama Peneliti	Judul Penelitian	Hasil Penelitian
1.	Wanda Aska Alawiyah dan Yuki Achmad Yakin. 2016.	Analisis Daya Dukung Tiang Tunggal Statik pada Tanah Lunak di Gedebage.	Metode yang paling mendekati dengan hasil uji di lapangan adalah interpretasi hasil uji <i>static</i> metode Mazurkiewicz.
2.	Alesandro F. Rotta Loria, Felipe Orellana, Alberto Minardi, Jean Marie Furbringer, dan Lyesse Laloi. 2015	<i>Predicting The Axial Capacity of Piles in Sand.</i>	Kondisi tanah merupakan salah satu parameter yang paling berpengaruh dalam memodelkan pondasi tiang. Estimasi kondisi tanah yang tidak sesuai akan berdampak pada kekuatan dan daya dukung tiang yang direncanakan.

-
- | | | | |
|----|---|--|--|
| 3. | Hayel El-Naggar, Mostafa Ahmed, dan Sherif AbdelSalam. 2018 | <i>Reliability of Load-Transfer Approach in the Design of Large Diameter Bored Piles</i> | Rekomendasi desain LRFD untuk pondasi bored pile. |
| 4. | Andrias Suhendra Nugraha dan Angel Refanie. 2015. | Analisis Beban-Penurunan pada Pondasi Tiang Bor Berdasarkan Hasil Uji Beban Tiang Terinstrumentasi dan Program <i>GEO5</i> | Hasil berupa perbandingan penurunan hasil uji beban dengan hasil program <i>GEO5</i> . |
| 5. | Anil Misra, Lance A. Roberts, dan Steven M. Levorson. 2007 | <i>Reliability Analysis of Drilled Shaft Behaviour using Finite Difference Method and Monte Carlo Simulation</i> | Hubungan probabilistik desain bored pile untuk <i>total stress</i> dan <i>effective stress</i> parameter. |
| 6. | Suhairiani, Roesyanto, dan Rudi Iskandar. 2017. | Analisis Perbandingan Daya Dukung Hasil Loading Test pada Bored Pile Diameter Satu Meter Tunggal dengan Metode Elemen Hingga Memakai Model Tanah <i>Mohr Coulomb</i> pada Proyek <i>Crystal Square</i> Medan | Hasil penelitian berupa daya dukung <i>ultimate</i> dan penurunan pondasi berdasarkan hasil penyelidikan tanah, elemen hingga, dan hasil <i>loading test</i> . |
| 7. | Y.S. Unsever, T. Matsumoto, dan M.Y. Ozkan. 2015. | <i>Numerical Analysis of Load Test on Model Foundations in Dry Sand</i> | Saat melakukan desain pondasi dengan metode elemen hingga, diperlukan kombinasi |
-

		yang sesuai antara pengujian tanah dan hasil elemen hingga. Sehingga desain dapat diterapkan secara nyata.
8.	Ulfa Jusi. 2015 Analisa Kuat Dukung Pondasi <i>Bored Pile</i> Berdasarkan Data Pengujian Lapangan (<i>Cone</i> dan <i>N-Standard Penetration Test</i>)	Metode O'Neil dan Reese adalah paling baik untuk mendesain pondasi <i>bored pile</i> dari metode Meyerhoff dan Coyle dan Castello.
9.	Faisal Syaifullah. 2018 Analisis Daya Dukung dan Penurunan Pondasi <i>Bored Pile</i> pada Proyek Jalan Tol Medan-Kualanamu-Tebing-Tinggi	Daya dukung <i>bored pile</i> metode O'Neil & Reese, Vesic, dan program Allpile.

2.2 Pondasi Bored Pile

Pondasi *bored pile* adalah salah satu jenis pondasi dalam berupa tiang beton yang sudah dilakukan penggalian lubang bor lalu dilakukan pengecoran di tempat. Pondasi *bored pile* umumnya digunakan pada konstruksi bangunan-bangunan tinggi (Suhairiani dkk, 2017). Diameter *bored pile* berkisar 750 mm atau lebih (Das, 2011). Dalam pelaksanaan pondasi *bored pile* menggunakan cetakan berupa tabung besi untuk menjaga bentuk lubang. Kelebihan pondasi *bored pile* dibandingkan tiang pancang menurut (Das, 2011) antara lain:

1. Pelaksanaan pondasi *bored pile* pada tanah keras dan pasir padat lebih mudah daripada tiang pancang.

2. Getaran tanah lebih ringan daripada tiang pancang sehingga tidak merusak bangunan di sekitarnya.
3. Pondasi tiang pancang memiliki kemungkinan miring saat pelaksanaan. Berbeda dengan pondasi *bored pile* yang tidak akan miring.
4. Tidak ada suara keras dari pukulan *hammer*.
5. Diameter ujung *bored pile* dapat diperbesar sehingga memperbesar daya dukungnya.
6. Lebih ekonomis.
7. Memiliki daya dukung lateral tinggi.

Menurut (Suhairiani dkk, 2017) daya dukung aksial pondasi *bored pile* terdiri dari daya dukung gesekan sepanjang tiang dan daya dukung ujung tiang yang memiliki rumus dibawah:

$$Q_u = Q_s + Q_p \dots\dots\dots (2.1)$$

$$Q_{all} = Q_u / SF \dots\dots\dots (2.2)$$

Keterangan,

Q_u = Daya dukung *ultimate* tiang (Ton)

Q_{all} = Daya dukung izin tiang (Ton)

Q_p = Daya dukung ujung tiang (Ton)

Q_s = Daya dukung gesekan sepanjang tiang (Ton)

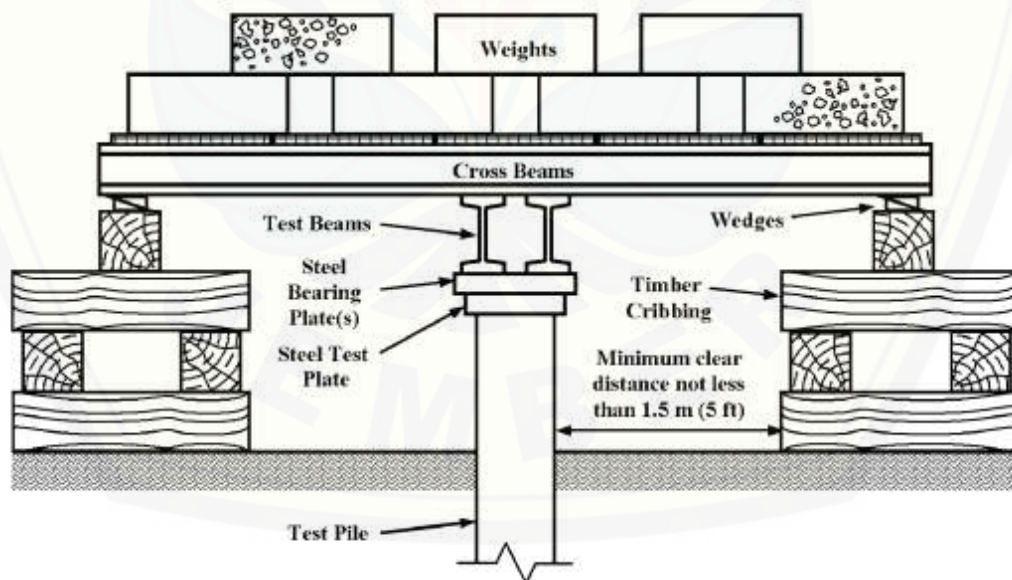
SF = Faktor keamanan

2.3 Static Loading Test

Metode paling akurat dalam menentukan kapasitas beban *bored pile* adalah dengan *bored pile* dibebani sesuai perencanaan hingga mengalami runtuh. Metode tersebut adalah *static loading test*. Tujuan pembebanan untuk mengetahui *bored*

pile kuat atau tidak menahan beban rencana, pembuktian tidak terjadi kegagalan pelaksanaan, dan menentukan daya dukung nyata sebagai kontrol dari perhitungan perencanaan (Hardiyatmo, 2010). Hal yang perlu diperhatikan saat menguji *bored pile* adalah panjang di atas permukaan tanah. Prinsipnya harus sependek mungkin untuk menghindari terjadi tekuk. Panjang *bored pile* di atas tanah maksimal satu meter dan *bored pile* yang berada di sungai diperbolehkan lebih dari satu meter, tapi dengan pengawasan terhadap tekuk (Suhairiani dkk, 2017).

Uji pembebanan dilaksanakan berdasarkan standard ASTM D1143-07. Beban uji diberikan melalui sebuah dongkrak hidrolis berkapasitas 1000 ton yang diletakkan di kepala *bored pile*. Beban kentledge (blok beton), balok baja primer dan sekunder digunakan sebagai sistem reaksi. Empat *gages* ukur dengan ketelitian $\pm 0,01$ milimeter digunakan memonitor penurunan di kepala tiang. Monitor ditambah juga dengan *vibrating wire load cell* (VWLC). Pembebanan dilaksanakan dalam empat siklus. Beban maksimum pada setiap siklus adalah 0,5 x beban kerja, 1,0 x beban kerja, 1,5 x beban kerja, dan 2,0 x beban kerja.



Gambar 2.1 Uji *Static Loading Test*

Sumber: ASTM D1143-07

2.3.1 Metode Interpretasi

Interpretasi beban *ultimate* menggunakan metode Davisson, Mazurkiewich, dan Chin.

1. Metode Davisson (1973)

Setelah kurva beban-penurunan telah diperoleh dari uji beban tiang, maka beban *ultimate* dapat dihitung. Davisson (1973) memberikan rumus menghitung kapasitas daya dukung *ultimate* tiang, yaitu:

$$Q_{ult} = 0,012 d_r + 0,1 \frac{d}{d_r} + \frac{QD}{AE} \dots\dots\dots (2.3)$$

Keterangan:

d = Diameter *bored pile* (mm)

d_r = 1 ft = 300 mm

Q = Beban yang bekerja pada *bored pile*

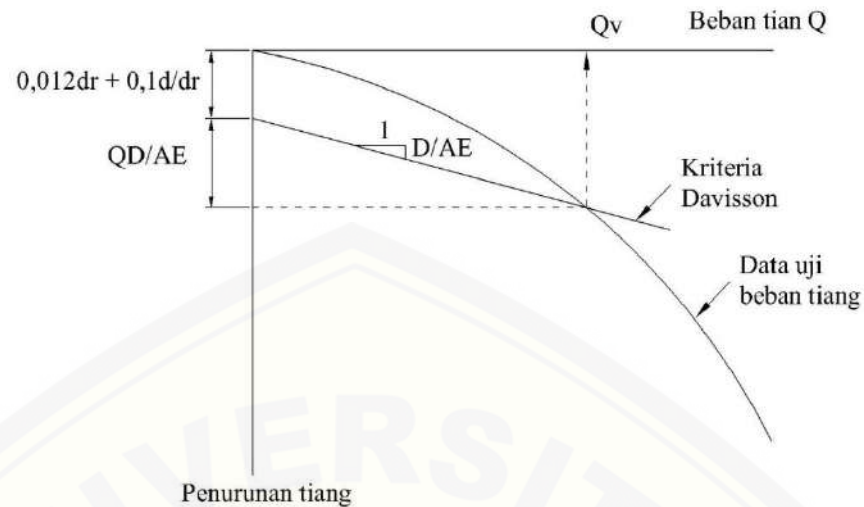
D = Kedalaman *bored pile* (mm)

A = Luas penampang *bored pile* (mm²)

E = Modulus elastisitas *bored pile* (Mpa)

$$= 15200 \cdot \sigma_r \cdot \left(\frac{f'_c}{\sigma_r}\right)^{0,5} \text{ untuk beton}$$

σ_r = 0,1 Mpa = 100 Kpa



Gambar 2.2 Penentuan Qult dengan Metode Davisson (1973)

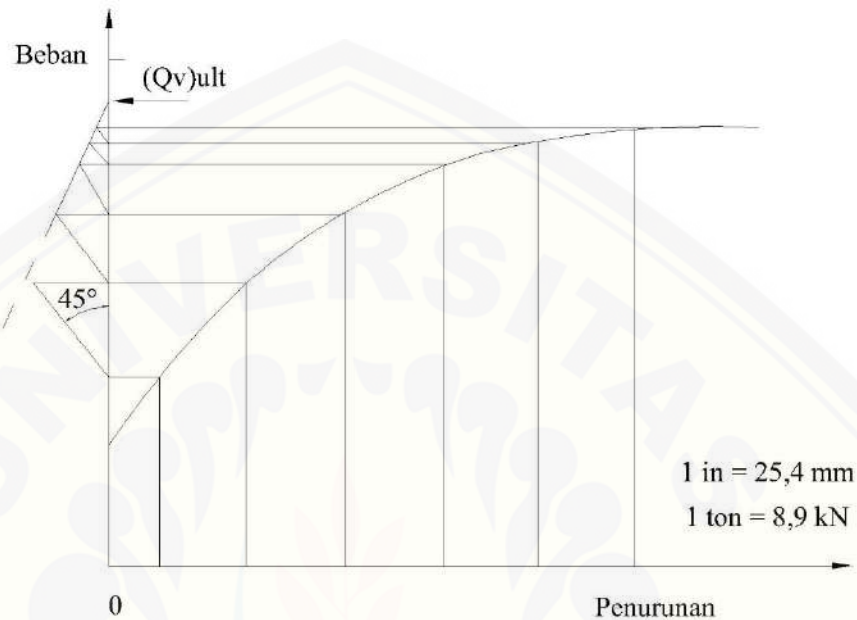
Sumber: Suhairiani dkk, 2017

2. Metode Mazurkiewich (1972)

Metode Mazurkiewich mengasumsikan kapasitas tahanan terbesar didapatkan dari beban yang berpotongan, yaitu beban yang searah sumbu tiang dihubungkan beban dengan titik-titik dari posisi garis terhadap sudut 45° pada beban sumbu yang berbatasan dengan beban (Suhairiani dkk, 2017). Suhairiani juga memberikan tahapan menentukan beban *ultimate*, yaitu sebagai berikut:

1. Membuat kurva beban-penurunan.
2. Memilih sejumlah penurunan dan gambar garis vertikal yang memotong kurva. Kemudian menggambar garis horizontal dari titik perpotongan ini pada kurva sampai memotong sumbu beban.
3. Dari perpotongan masing-masing kurva, menggambar garis 45° sampai memotong garis beban selanjutnya.
4. Perpotongan ini jatuh kira-kira pada garis lurus. Titik yang didapat oleh perpotongan dari perpanjangan garis ini pada sumbu vertikal (beban) adalah beban *ultimate*.

Metode ini mengasumsikan kurva beban-penurunan adalah *parabolic*. Nilai beban keruntuhan yang didapat dari metode ini umumnya mendekati 80% dari kenyataan (Suhairiani dkk, 2017).



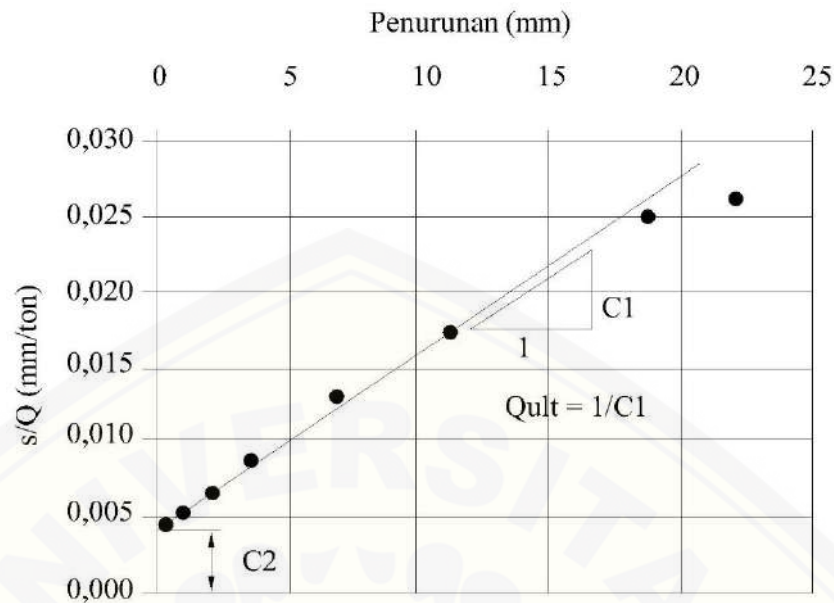
Gambar 2.3 Hubungan Kurva Beban-Penurunan Metode Mazurkiewich

Sumber: Suhairiani dkk, 2017

3. Metode Chin (1970)

Perhitungan beban *ultimate* pondasi *bored pile* metode Chin menurut Manual Pondasi Tiang GEC UNPAR adalah sebagai berikut:

1. Membuat kurva antara rasio beban terhadap penurunan (s/Q) dengan penurunan.
2. Diperoleh persamaan garis yaitu $s/Q = C1.s + C2$.
3. $C1$ didapat dari gradien persamaan garis.
4. Beban *ultimate* adalah $1/C1$

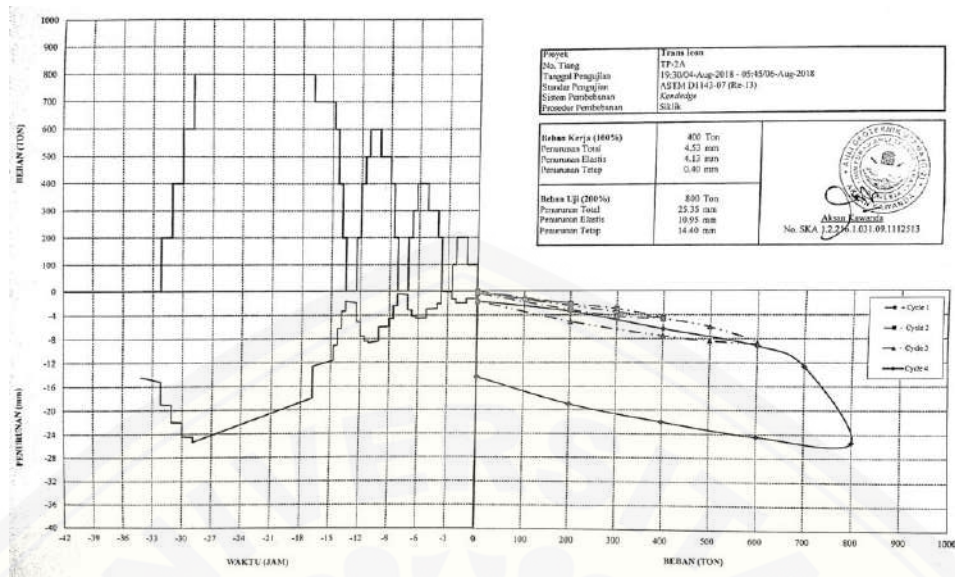


Gambar 2.4 Interpretasi Beban *Ultimate* Metode Chin

Sumber: (GEC UNPAR, 2005)

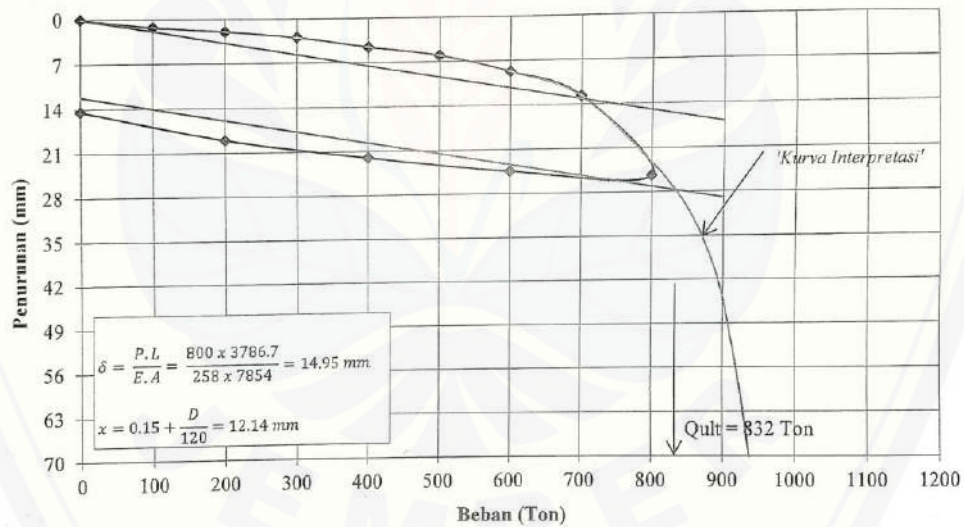
2.3.2 Hasil Pengujian

Hasil pengujian SLT terdiri dari kurva beban-penurunan, kurva interpretasi metode Davisson, Mazurkiewich, Chin, *dial gauges recording form*, dan *vibrating wire load cell data*. *Dial gauges recording form* berisi tentang penurunan *bored pile* selama uji pembebanan. *Vibrating wire load cell data* berisi beban yang dipikul *bored pile* selama pengujian. Contoh hasil pengujian tersebut dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



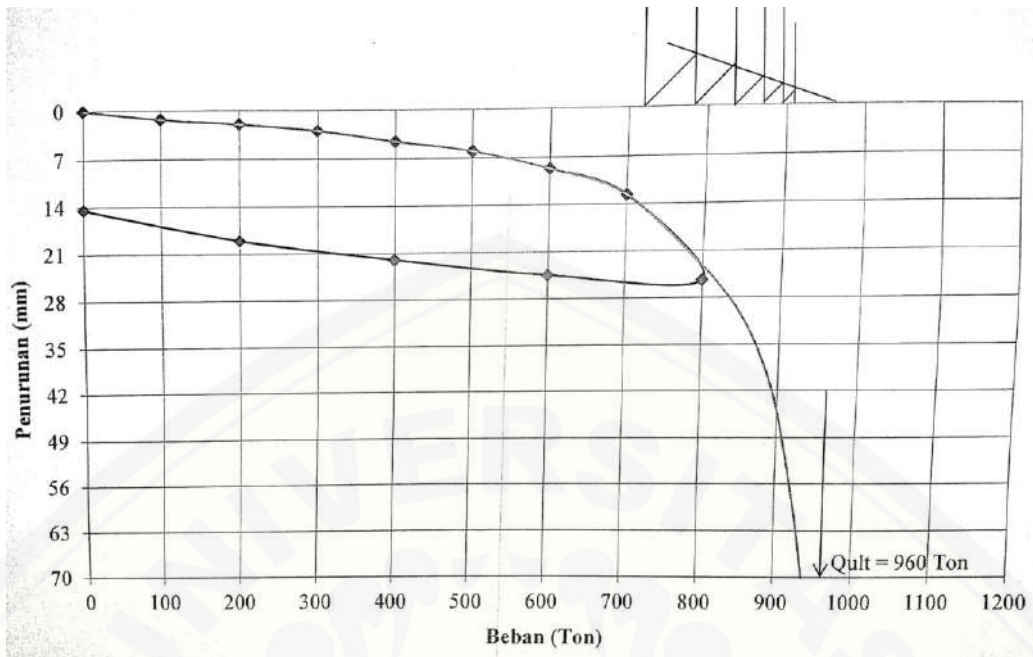
Gambar 2.5 Kurva Beban-Penurunan

Sumber: Laporan Pengujian Beban Statik Aksial Tekan Oleh Geotech Efathama

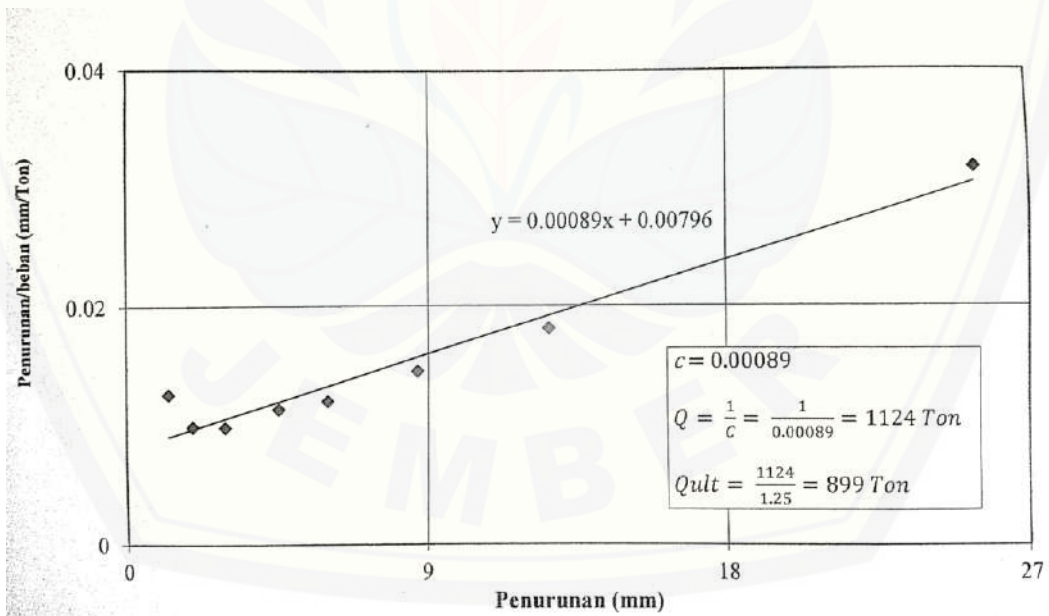


Gambar 2.6 Kurva Interpretasi Beban *Ultimate* Metode Davisson

Sumber: Laporan Pengujian Beban Statik Aksial Tekan Oleh Geotech Efathama



Gambar 2.7 Kurva Interpretasi Beban *Ultimate* Metode Mazurkiewich
 Sumber: Laporan Pengujian Beban Statik Aksial Tekan Oleh Geotech Efathama



Gambar 2.8 Kurva Interpretasi Beban *Ultimate* Metode Chin
 Sumber: Laporan Pengujian Beban Statik Aksial Tekan Oleh Geotech Efathama

DIAL GAUGES RECORDING FORM

GEOTECH EFATHAMA

Project		Trans Icon		Elevasi dasar (mm)								Sheet
Location	Surabaya	File No.	TP-2B	Elevasi kepala tiang (m)								
Pile Dia. (mm)	1000	Testing Date	4-Aug-2018	COL (m)								
Working Load (Ton)	400	Test Load (Ton)	800	Panjang Tiang (m)								
Date	Time	Load		Dial Gauge Reading					X	Y	Remarks	
		(%)	(Ton)	Gauge 1 TBA 627	Gauge 2 QZU 462	Gauge 3 TJC 976	Gauge 4 SWB 259	Average (mm)				
4-Aug-2018	19:30	0%	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	25.00	25.00		
	19:35	25%	100	0.53	0.50	1.96	1.98	1.24	24.57	25.00		
	19:45		971 psi	0.54	0.52	1.97	1.98	1.25	24.52	25.00		
	19:55			0.54	0.52	1.97	1.98	1.25	24.52	25.00		
	20:05			0.54	0.52	1.97	1.98	1.25	24.52	25.00		
	20:15			0.54	0.53	1.98	1.99	1.26	24.52	25.00		
	20:25			0.54	0.53	1.98	1.99	1.26	24.52	25.00		
	20:35			0.55	0.53	1.98	1.99	1.26	24.52	25.00		
	20:40	50%	200	1.20	1.50	2.64	2.48	1.96	23.09	24.70		
	20:50		1942 psi	1.22	1.52	2.64	2.50	1.97	23.09	24.67		
	21:00			1.23	1.53	2.64	2.50	1.98	23.01	24.64		
	21:10			1.23	1.53	2.65	2.50	1.98	23.01	24.64		
	21:20			1.23	1.53	2.65	2.50	1.98	23.01	24.64		
	21:30			1.23	1.53	2.65	2.50	1.98	23.01	24.64		
	21:40			1.23	1.53	2.65	2.50	1.98	23.01	24.64		
	21:45	25%	100	0.74	0.84	1.85	2.03	1.37	22.93	24.60		
	21:55		971 psi	0.72	0.83	1.82	2.00	1.34	22.93	24.66		
	22:05			0.72	0.83	1.80	1.97	1.33	22.93	24.66		
	22:10	0%	0	0.06	0.08	0.10	0.27	0.13	24.38	25.62		
	22:20			0.05	0.07	0.07	0.20	0.10	24.38	25.62		
	22:30			0.02	0.04	0.05	0.17	0.07	24.38	25.62		
	22:40			0.02	0.04	0.05	0.17	0.07	24.38	25.62		
	22:50			0.02	0.04	0.05	0.17	0.07	24.38	25.62		
	23:00			0.02	0.04	0.05	0.17	0.07	24.38	25.62		
	23:10			0.02	0.04	0.05	0.17	0.07	24.38	25.62		
	23:15	50%	200	1.34	1.78	2.64	2.62	2.10	22.77	25.32		
	23:25		1942 psi	1.34	1.78	2.64	2.62	2.10	22.77	25.32		
	23:35			1.34	1.78	2.64	2.62	2.10	22.77	25.32		
	23:40	75%	300	1.99	2.14	3.64	3.76	2.88	21.98	24.18		
	23:50		2914 psi	2.01	2.15	3.69	3.81	2.92	21.98	24.18		
5-Aug-2018	0:00			2.02	2.17	3.39	3.81	2.85	21.99	24.18		
	0:10			2.03	2.18	3.71	3.82	2.94	21.99	24.18		
	0:20			2.04	2.18	3.71	3.82	2.94	21.99	24.18		
	0:30			2.05	2.19	3.71	3.82	2.94	21.99	24.18		
	0:40			2.05	2.19	3.71	3.82	2.94	21.99	24.18		
	0:45	100%	400	3.20	3.44	5.60	5.73	4.49	20.91	23.69		
	0:55		3885 psi	3.22	3.46	5.61	5.73	4.51	20.91	23.69		
	1:05			3.23	3.47	5.61	5.74	4.51	20.91	23.69		
	1:15			3.24	3.48	5.61	5.74	4.52	20.91	23.69		
	1:25			3.25	3.49	5.61	5.75	4.53	20.91	23.69		
	1:35			3.25	3.49	5.62	5.75	4.53	20.91	23.69		
	1:45			3.25	3.49	5.62	5.75	4.53	20.91	23.69		
	1:50	75%	300	2.86	3.20	5.26	5.38	4.18	20.78	24.52		
	2:00		2914 psi	2.86	3.20	5.26	5.38	4.18	20.78	24.52		
	2:10			2.86	3.20	5.26	5.38	4.18	20.78	24.52		
	2:15	50%	200	2.00	2.27	4.10	4.31	3.17	20.78	24.52		
	2:25		1942 psi	1.97	2.24	4.06	4.28	3.14	20.78	24.52		
	2:35			1.95	2.22	4.04	4.26	3.12	20.78	24.52		

Gambar 2.9 Dial Gauges Recording Form

Sumber: Laporan Pengujian Beban Statik Aksian Tekan Oleh Geotech Efathama

PROJECT		TRANSICON						LOAD CELL				SHEET NO	
LOCATION		SURABAYA		PILE NO.		TP-2A		SN		1700789		1	
PILE DIA (mm)		1000		PILE TEST DATE		4-Aug-2018		GAGES FACTOR		0.3816			
WORKING LOAD (TON)		400		MAX. TEST LOAD (TON)		800		ZERO READING		7283			
% LOAD	DATE	TIME	LOAD		VIBRATING WIRE LOAD CELL READING				TOTAL LOAD		DIFF	REMARKS	
			(TON)	(PSI)	(Psi)				(TON)	(PSI)			(%)
CYCLE 1													
0%	4-Aug-18	17:30	0	0	7197	7256	7434	7245	7283	0	0	0	
25%		19:35	100	971	6892	6758	7251	7046	6987	113	1000	3	
25%		20:35	100	971	6899	6760	7266	7073	7000	108	1000	3	
50%		20:40	200	1942	6402	6380	7139	6760	6670	234	1900	-2	
50%		21:40	200	1942	6411	6391	7144	6775	6680	230	1900	-2	
25%		21:45	100	971	6883	6776	7255	7052	6992	111	1000	3	
0%		22:10	0	0	7197	7256	7434	7245	7283	0	0	0	
0%		23:10	0	0	7197	7256	7434	7245	7283	0	0	0	
CYCLE 2													
50%		23:15	200	1942	6431	6378	7153	6758	6680	230	1900	-2	
75%		23:40	300	2914	6077	6153	7008	6510	6437	323	2900	0	
75%	5-Aug-18	0:40	300	2914	6100	6163	7019	6531	6453	317	2900	0	
100%		0:45	400	3885	5672	5892	6876	6345	6196	415	3900	0	
100%		1:45	400	3885	5683	5899	6885	6358	6206	411	3900	0	
75%		1:50	300	2914	6091	6155	7001	6503	6438	323	2900	0	
50%		2:15	200	1942	6477	6393	7117	6784	6693	225	1900	-2	
0%		2:40	0	0	7197	7256	7434	7245	7283	0	0	0	
0%		3:40	0	0	7197	7256	7434	7245	7283	0	0	0	
CYCLE 3													
50%		3:45	200	1942	6412	6539	7052	6724	6682	229	1900	-2	
100%		4:10	400	3885	5741	5821	6864	6381	6202	413	3900	0	
125%		4:35	500	4856	5382	5577	6744	6047	5938	513	4800	-1	
125%		5:35	500	4856	5397	5589	6752	6063	5950	509	4800	-1	
150%		5:40	600	5827	5125	5209	6596	5747	5669	616	5800	0	
150%		6:40	600	5827	5141	5218	6606	5766	5683	611	5800	0	
125%		6:45	500	4856	5419	5555	6767	6032	5943	511	4800	-1	
100%		7:10	400	3885	5733	5802	6875	6354	6191	417	3900	0	
50%		7:35	200	1942	6399	6565	7068	6703	6684	229	1900	-2	
0%		8:00	0	0	7197	7256	7434	7245	7283	0	0	0	
0%		9:00	0	0	7197	7256	7434	7245	7283	0	0	0	
CYCLE 4													
50%		9:05	200	1942	6437	6695	7000	6659	6698	223	1900	-2	

Gambar 2.10 Vibrating Wire Load Cell Data

Sumber: Laporan Pengujian Beban Statik Aksian Tekan Oleh Geotech Efathama

2.4 Standard Penetration Test (SPT)

Menurut SNI 4153:2008 *standard penetration test* (SPT) adalah cara memperoleh parameter perlawanan penetrasi lapisan tanah di lapangan yang dapat digunakan untuk identifikasi perlapisan tanah yang merupakan bagian dari desain pondasi. Uji SPT dilaksanakan bersamaan dengan pengeboran untuk mengetahui perlawanan dinamik tanah maupun pengambilan contoh terganggu dengan teknik penumbukkan. Pengujian tersebut yaitu pemukulan tabung belah dinding tebal ke dalam tanah, disertai pengukuran jumlah pukulan untuk memasukkan tabung belah sedalam 300 mm.

2.4.1 Peralatan SPT

Peralatan uji SPT sesuai SNI 4153:2008 adalah sebagai berikut:

1. Mesin bor
2. Mesin pompa
3. *Split barrel sampler*
4. Palu dengan berat 63,5 kg dengan toleransi meleset $\pm 1\%$
5. Alat penahan (tripod)
6. Rol meter
7. Alat penyipat datar
8. Kerekan
9. Kunci-kunci pipa
10. Tali untuk menarik palu
11. Bahan bakar
12. Bahan pelumas
13. Kantng plastik

14. Formulir untuk pengujian

15. Perlengkapan lain yang dibutuhkan.

2.4.2 Persiapan SPT

Persiapan pengujian SPT menurut SNI 4153:2008 adalah sebagai berikut:

1. Memasang blok penahan (*knocking block*) pada pipa bor.
2. Memberi tanda pada ketinggian 75 cm pada pipa bor yang berada di atas penahan.
3. Membersihkan lubang bor pada kedalaman yang akan dilakukan pengujian dari bekas-bekas pengeboran.
4. Memasang *split barrel sampler* pada pipa bor dan pada ujung lainnya disambungkan dengan pipa bor yang telah dipasang blok penahan.
5. Memasukkan peralatan uji SPT ke dalam dasar lubang bor atau sampai kedalaman pengujian yang diinginkan.
6. Memberi tanda pada batang bor mulai dari muka tanah sampai ketinggian 15 cm, 30 cm, dan 45 cm.

2.4.3 Pelaksanaan Uji SPT

Pelaksanaan pengujian SPT berdasarkan SNI 4153:2008 adalah sebagai berikut:

1. Melakukan pengujian pada setiap perubahan lapisan tanah atau pada interval sekitar 1,5 m sampai dengan 2 m atau sesuai keperluan.
2. Menarik tali pengikat hammer sampai pada tanda yang telah dibuat sebelumnya (kira-kira 75 cm).
3. Melepaskan tali sehingga palu jatuh bebas menimpa penahan.

4. Mengulang langkah dua dan tiga berkali-kali hingga mencapai penetrasi 15 cm.
5. Menghitung jumlah pukulan atau tumbukkan N pada penetrasi 15 cm yang pertama.
6. Mengulangi langkah dua, tiga, empat, dan lima sampai pada penetrasi 15 cm yang kedua dan ketiga.
7. Mencatat jumlah pukulan N pada setiap penetrasi 15 cm. 15 cm pertama dicatat N1, 15 cm ke-dua dicatat N2, dan 15 cm ke-tiga dicatat N3. Jumlah pukulan yang dihitung adalah $N2 + N3$. Nilai N1 tidak diperhitungkan karena masih kotor bekas pengeboran.
8. Bilai nilai N lebih besar dari 50 pukulan, maka pengujian dihentikan dan ditambah pengujian sampai minimal 6 m.
9. Mencatat jumlah pukulan pada setiap penetrasi 5 cm untuk jenis tanah batuan.

2.4.4 Hasil Uji SPT

Menurut SNI 4153:2008 hasil uji SPT dilaporkan menjadi satu dengan borlog dari hasil pengeboran dalam bentuk formulir seperti gambar di bawah yang memuat hal-hal berikut:

1. Nama, lokasi pekerjaan, dan tanggal pengujian.
2. Nama penguji, nama pengawas, dan nama penanggung jawab hasil uji dengan disertai tanda tangan (paraf).
3. Nomor lubang bor, kedalaman pengeboran, muka air tanah elevasi titik bor dan hasil pengujian SPT.
4. Tipe ujung split barrel yang digunakan (konus terbuka atau konus tertutup).
5. Catatan setiap penyimpanan pada waktu pengujian.

STANDARD PENETRATION TEST (SPT)

PROYEK : TRANSIT BBM LOKASI : AMUK - BALI LUBANG BOR NO. : 2 ELEVASI : -		MULAI DIKERJAKAN : MEI 1994 SELESAI : JULI 1994 DIKERJAKAN OLEH : SUKIMAN DIPERIKSA OLEH : IR WAYAN T. ARNAYA					
KEDALAMAN MUKA AIR TANAH	SATUAN BATUAN	DESKRIPSI	JUMLAH PUKULAN				DIAGRAM SPT JUMLAH PUKULAN PER 30 CM PENETRASI
			N1	N2	N3	N = N2 + N3	
1.	LANAU PASIRAN	Lanau pasir halus, coklat, mudah ditemes dengan laigan					
2.			3	3	2	5	
3.							
4.			13	30	19	49	
5.	PASIR	Pasir halus lanauan, abu-abu, terpilah baik, padat sampai sangat padat. Kadang-kadang dijumpai butiran dengan diameter 0,50-1,50 cm dengan fragmen batu gamping berangkal	14	35	37	50	
6.			19	10	13	23	
7.			5	6	10	16	
8.			1	2	4	6	
9.			1	5	9	14	
10.	LANAU PASIRAN	Lanau pasir halus, coklat tua, sedang, beberapa bagian ini yang terambil ditemui belum lapuk	4	6	10	16	
11.			6	15	40	50	
12.	BREKSI	Kerakal, abu-abu kecoklatan, lapuk kuat - sedang. Komponen terikat dengan komponen andesit diameter 2-3 cm menyedut, tersementasi sangat buruk	15	40	45	50	
13.							
14.							
15.							
16.							
17.							
18.							
19.							
20.							

Penanggung Jawab

IR. WAYAN T. ARNAYA
 IR. WAYAN T. ARNAYA

Pelaksana

A.S. EFFENDI
 A.S. EFFENDI

Gambar 2.11 Contoh Formulir SPT

Sumber: SNI 4153:2008

2.4.5 Korelasi Data SPT

Nilai SPT dapat dikorelasikan untuk mendapat parameter tanah seperti berat isi tanah (γ), kepadatan relatif (Dr), sudut friksi (ϕ), dan *unconfined compressive strength* (q_u). Berikut tabel korelasi nilai SPT.

Tabel 2.2 Korelasi Empiris Nilai NSPT dengan Berat Isi Tanah Jenuh, Kepadatan Relatif, dan Sudut Friksi untuk Tanah Non Kohesif

Deskripsi	<i>Very loose</i>	<i>Loose</i>	<i>Medium</i>	<i>Dense</i>	<i>Very Dense</i>
Dr	0	0,15	0,35	0,65	0,85
Nilai NSPT:					
<i>Fine</i>	1-2	3-6	7-15	16-30	
<i>Medium</i>	2-3	4-7	8-20	21-40	>40
<i>Coarse</i>	3-6	5-9	10-25	26-45	>45
ϕ :					
<i>Fine</i>	26-28	28-30	30-34	33-38	
<i>Medium</i>	27-28	30-32	32-36	36-42	<50
<i>coarse</i>	28-30	30-34	33-40	40-50	
γ_{sat} , kN/m ³	11-16	14-18	17-20	17-22	20-23

Sumber: Whilliam dkk, 1962

Tabel 2.3 Korelasi Nilai NSPT dengan *Unconfined Compressive Strength* dan Berat Isi Tanah Jenuh untuk Tanah Kohesif

Nilai SPT	Konsistensi	q_u (<i>Unconfined Compressive Strength</i>) ton / ft ²	γ_{sat} , kN/m ³
< 2	<i>Very soft</i>	< 0,25	16 - 19
2 - 4	<i>Soft</i>	0,25 - 0,50	16 - 19
4 - 8	<i>Medium</i>	0,50 - 1,00	17 - 20
8 - 15	<i>Stiff</i>	1,00 - 2,00	19 - 22

15 - 30	<i>Very stiff</i>	2,00 - 4,00	19 - 22
> 30	<i>Hard</i>	> 4,00	19 - 22

Sumber: Lambe dkk, 1969

Tabel 2.4 Angka Pori, Kadar Air, dan Berat Isi Tanah Kering untuk Tipe Tanah dalam Keadaan Asli

Tipe Tanah	Angka Pori, e	Kadar Air dalam Keadaan Jenuh (%)	Berat Volume Kering, γ_d (kN/m ³)
Pasir lepas dengan butiran seragam	0,8	30	14,5
Pasir padat dengan butiran seragam	0,45	16	18
Pasir berlanau yang lepas dengan butiran bersudut	0,65	25	16
Pasir berlanau yang padat dengan butiran bersudut	0,4	15	19
Lempung kaku	0,6	21	17
Lempung lembek	0,9 - 1,4	30 - 50	11,5 - 14,5
Tanah	0,9	25	13,5
Lempung organik lembek	2,5 - 3,2	90 - 120	6 - 8
Glacial till	0,3	10	21

Sumber: Das, 1995

Tabel 2.5 Hubungan Tipe Tanah dengan Rasio Poisson

Tipe Tanah	μ
<i>Clay, saturated</i>	0,4-0,5
<i>Clay, unsaturated</i>	0,1-0,3
<i>Sandy Clay</i>	0,2-0,3
<i>Slit</i>	0,3-0,35
<i>Sand, gravelly sand</i>	0,3-0,4
<i>Rock</i>	0,1-0,4

<i>Loess</i>	0,1-0,3
<i>Ice</i>	0,36
<i>Concrete</i>	0,15
<i>Steel</i>	0,33

Sumber: Bowles, 1997

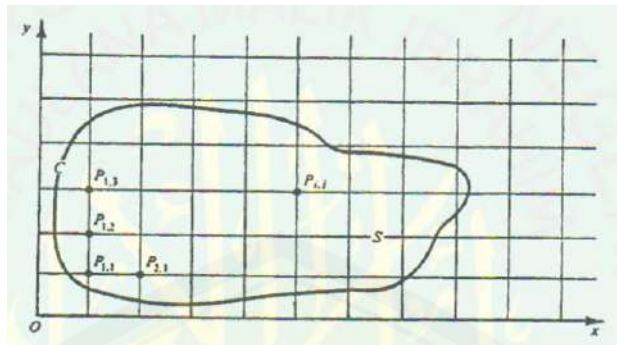
Tabel 2.6 Hubungan Tipe Tanah dengan Modulus Young, E_s

Tipe Tanah	Modulus Young, E_s (kPa)
<i>Sand (Normally Consolidated)</i>	= 6000.N
<i>Sand (Saturated)</i>	= 250.(N+15)
<i>Sand (Overconsolidated)</i>	= 40000+1050.N
<i>Gravelly Sand</i>	= 600.(N+6) untuk $N \leq 15$ = 600.(N+6)+2000 untuk $N > 15$
<i>Clayey Sand</i>	= 320.(N+15)
<i>Silts, Sandy Silt, atau Clayey Silt</i>	= 300.(N+6)

Sumber: Bowles, 1997

2.5 Finite Difference

Finite difference atau metode beda hingga yaitu mendefinisikan suatu wilayah variabel bebas dalam persamaan diferensial dengan suatu *grid* terbatas untuk mendekati variabel terikat (Causon dan Mingham, 2010). Contoh penyelesaian *finite difference* seperti pada gambar 2.12 yaitu elips dengan luasan S dibatasi kurva C. Daerah S dibagi menjadi sejumlah kotak (titik hitungan P) dengan jarak antar kotak Δx dan Δy . Variabel terikat u harus memenuhi sekeliling kurva. Persamaan diferensial untuk memperkirakan nilai u pada titik-titik hitungan P .



Gambar 2.12. Gambaran Penyelesaian *Finite Difference*

Sumber: Darajat, 2013

Perencanaan daya dukung pondasi *bored pile* dapat diselesaikan dengan statika sederhana, tapi jika tanah yang berlapis-lapis perhitungan menjadi tidak sederhana karena respon tanah yang tidak linier. Perlu metode lain yang dapat mewakili kondisi sebenarnya. Salah satu metode yang dapat mewakili kondisi sebenarnya yang dinilai teiliti dan memuaskan adalah analisa komputer. Analisa komputer menggunakan metode elemen beda hingga (*finite difference*). Allpile adalah program *finite difference* yang dapat melakukan analisa berdasarkan nilai NSPT sepanjang *bored pile* (El-Naggar dkk, 2018).

2.6 Program Allpile V6.52

Allpile V6.52 adalah program komputer berbasis *finite difference* yang dikembangkan oleh CivilTech Software, perusahaan yang bergerak di bidang pengembangan program komputer keinsinyuran. Allpile V6.52 dapat menganalisa bermacam pondasi, salah satu nya *bored pile*. Program tersebut mampu menghitung kapasitas lateral dan defleksi, daya dukung aksial dan penurunan, analisa pondasi *group*, kondisi statis dan siklus, negatif dan nol friksi, pondasi dangkal, pondasi menara. Data tentang *bored pile* perlu dimasukkan ke program Allpile V6.52 salah satunya modulus elastisitas. Modulus elastisitas beton ditentukan dengan rumus di bawah.

$$E \text{ beton} = 4700 \cdot \sqrt{f_c} \dots\dots\dots (2.3)$$

Nilai NSPT yang digunakan dalam program Allpile adalah NSPT terkoreksi. Dikoreksi menggunakan rumus dari Terzaghi dan Peck. NSPT dikoreksi untuk NSPT lebih dari 15.

$$N' = 15 + 0,5 \cdot (N - 15) \dots\dots\dots (2.4)$$

Dasar perhitungan daya dukung aksial pondasi *bored pile* Allpile V6.52 mengacu pada *Foundations & Earth Structures, Design Manual 7.02* yang diterbitkan oleh departemen angkatan laut Amerika Serikat.

2.7 Daya Dukung Pondasi *Bored Pile* Metode O'Neil & Reese

Metode O'Neil & Reese adalah rumus empiris untuk menghitung pondasi *bored pile* berdasarkan data N-SPT. Rumusan tersebut diusulkan pada tahun 1989 oleh O'Neil & Reese. Terdiri dari tahanan ujung *ultimate* dan tahanan gesek *ultimate*. Rumus dijelaskan di bawah ini.

1. Tahanan Ujung *Ultimate*

$$Q_b = A_b \cdot f_b \dots\dots\dots (2.4)$$

$$f_b = 0,60 \cdot \sigma_r \cdot N_{60} \leq 4500 \text{ kPa} \dots\dots\dots (2.5)$$

Keterangan:

A_b = Luas dasar *bored pile* (m^2)

f_b = Tahanan ujung neto per satuan luas (kPa)

N_{60} = Nilai N-SPT rata-rata antara ujung bawah *bored pile* sampai $2d_b$ di bawahnya, tidak perlu dikoreksi terhadap *overburden*

d_b = Diameter ujung bawah *bored pile* (m)

σ_r = Tegangan referensi = 100 kPa

Jika diameter *bored pile* lebih 120 cm, maka f_b mengakibatkan penurunan lebih besar dari 25 mm. Agar memenuhi syarat ijin penurunan, f_b direduksi menjadi f_{br} .

$$f_{br} = 4,17(d_r / d_b) f_b, \text{ bila } d_b \geq 1200 \text{ mm} \dots \dots \dots (2.6)$$

Keterangan:

d_r = Lebar referensi = 300 mm

d_b = Lebar ujung bawah *bored pile*

Nilai tahanan ujung satuan yang dipakai dalam perencanaan atau perancangan adalah f_{br} .

2. Tahanan Gesek *Ultimate*

$$f_s = \beta \cdot \sigma_r' \dots \dots \dots (2.7)$$

$$\beta = K \cdot \tan \delta \dots \dots \dots (2.8)$$

Keterangan:

f_s = Tahanan gesek satuan (kN/m^2)

σ_r' = Tekanan *overbuden* di tengah-tengah lapisan tanah (kN/m^2)

δ = Sudut gesek antara tanah dan tiang (derajat)

K/K_0 disajikan pada tabel 2.7 dan nilai δ/ϕ' pada tabel 2.8.

Tabel 2.7 Nilai-nilai K/K_0 untuk *Bored Pile*

Metode Pelaksanaan	K/K_0
Pelaksanaan kering dengan ganggana dinding bor kecil, pengecoran cepat	1
Pelaksanaan dengan cairan - cara kerja baik	1
Pelaksanaan dengan cairan - cara kerja buruk	0,67
Dengan pipa selubung di bawah air	0,83

Sumber: Jusi, 2015

Tabel 2.8 Nilai-nilai δ/ϕ' untuk *Bored Pile*

Metode Pelaksanaan	δ/ϕ'
Lubang terbuka atau dengan pipa selubung sementara	1
Metode dengan cairan (slurry method) - minimum slurry cake	1
Metode dengan cairan (slurry method) - maksimal slurry cake	0,8
Pipa selubung permanen	0,7

Sumber: Jusi, 2015

Nilai β juga dapat dihitung dengan rumus di bawah ini.

$$\beta = 1,5 - 0,135 \cdot \sqrt{z/d_r} \dots \dots \dots (2.9)$$

dengan $0,25 \leq \beta \leq 1,2$

Keterangan:

d_r = Lebar referensi = 300 mm

z = Kedalaman di tengah-tengah lapisan tanah (m)

Bila lebar referensi $d_r = 300$ mm didistribusikan ke persamaan 2.9 maka,

$$\beta = 1,5 - 0,245 \cdot \sqrt{z} \dots \dots \dots (2.10)$$

Jika $N_{60} \leq 15$, maka β dalam persamaan 2.10 dikalikan dengan $N_{60}/15$ atau

$$\beta = N_{60} / 15 (1,5 - 0,245\sqrt{z}) \dots \dots \dots (2.11)$$

N_{60} adalah NSPT yang tidak dikoreksi terhadap *overburden* dan hanya dikoreksi oleh prosedur alat di lapangan. Beberapa nilai β yang disarankan (Reese dkk, 2006) untuk tanah non kohesif:

a. Untuk pasir

$$\beta = 0,25 \quad \text{jika } z > 26,14 \text{ m}$$

b. Untuk pasir yang banyak mengandung kerikil

$$\beta = 2 - 0,15 \cdot (z)^{0,75} \quad \text{jika } z > 26,14 \text{ m}$$

c. Untuk pasir berkerikil atau kerikil

$$\beta = 0,25 \quad \text{jika } z > 26,5 \text{ m}$$

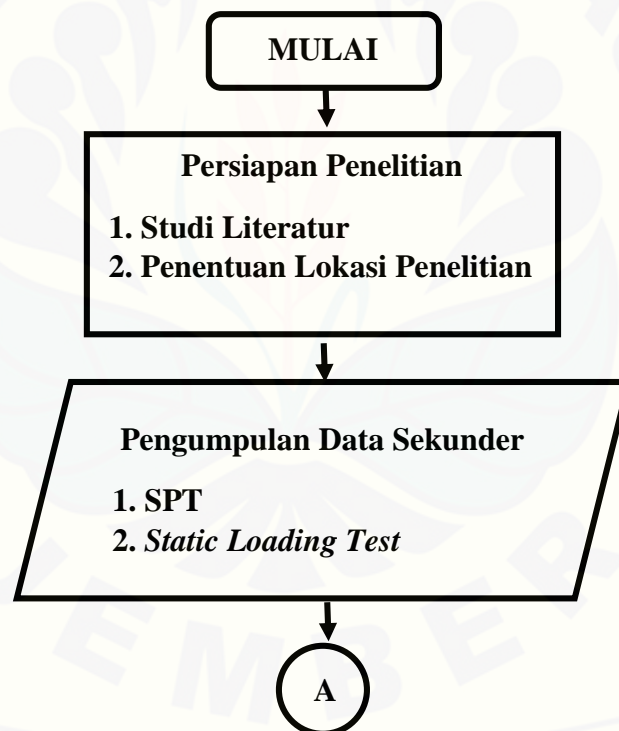
Fungsi β pada pasir mencapai batas pada kedalaman $z = 1,5 \text{ m}$ dan 26 m sehingga pembuatan batas-batas lapisan tanah harus dalam zona-zona diantaranya. Pembuatan batas lapisan tanah juga dibuat pada permukaan air tanah, setiap interval 6 m lapisan tanah, dan batas dari lapisan tanah berakhir.

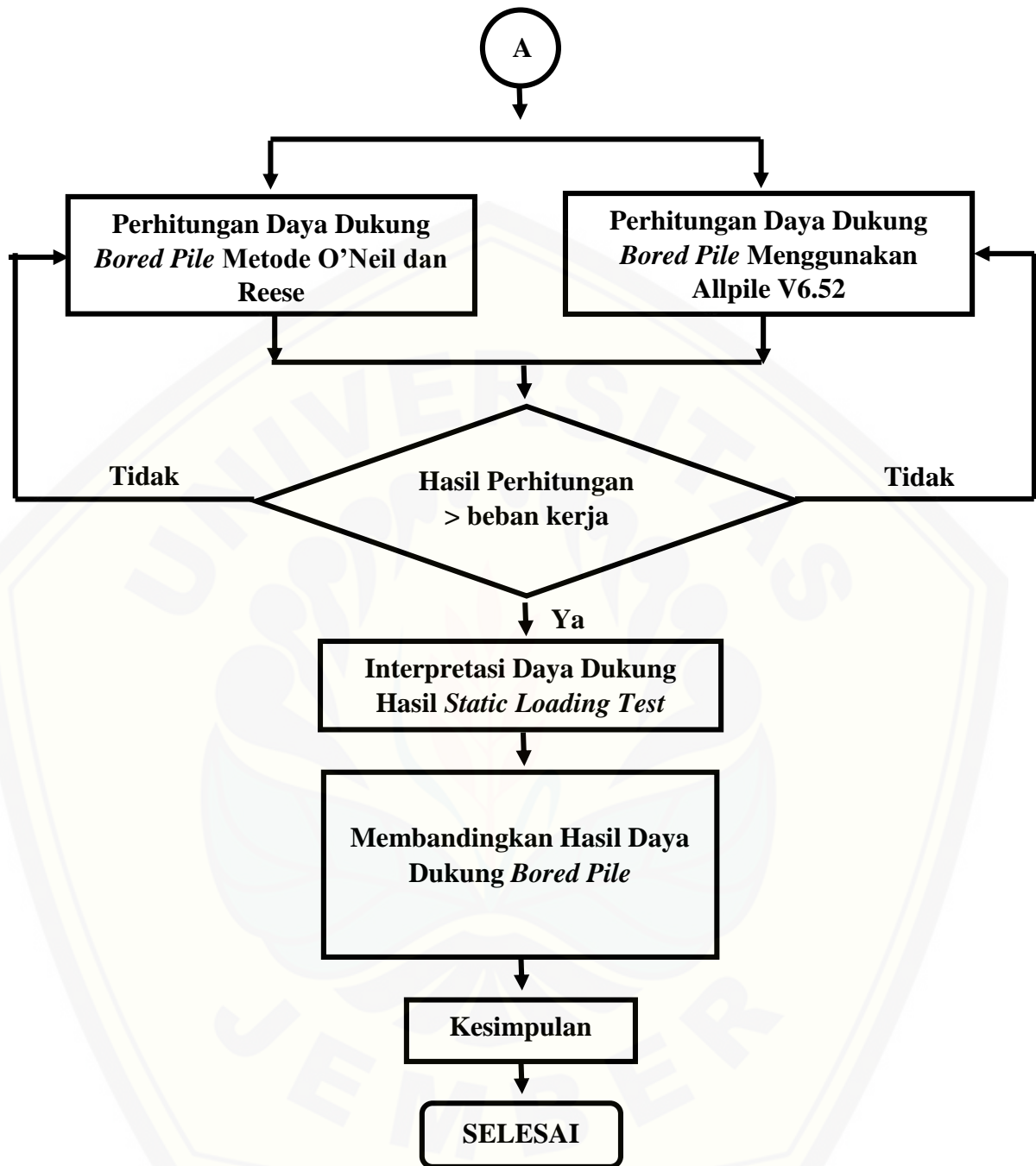


BAB 3. METODE PENELITIAN

3.1 Diagram Alir Metode Penelitian

Metode penelitian dimulai dengan persiapan penelitian berupa studi literatur dan penentuan lokasi. Selanjutnya yaitu pengumpulan data sekunder. Berikutnya melakukan perhitungan daya dukung metode O'Neil & Reese dan program Allpile V6.52, lalu membandingkannya. Langkah berikutnya menentukan daya dukung SLT. Setelah itu melakukan analisa perbandingan daya dukung dengan SLT dan didapat kesimpulan. Lebih jelasnya gambar di bawah ini.





Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

3.2 Persiapan Penelitian

Tahap persiapan penelitian adalah langkah sebelum pengerjaan penelitian dan terdiri dari studi literatur dan penentuan lokasi penelitian.

3.2.1 Studi Literatur

Langkah pertama dalam studi ini adalah mengumpulkan data dan pemahaman studi literatur. Data yang dikumpulkan berupa hasil uji SLT dan data SPT tanah. Pemahaman studi literatur seputar pengujian SLT, pengujian SPT tanah, korelasi data SPT tanah, perencanaan pondasi metode O'Neil & Reese, dan panduan mendesain pondasi *bored pile* menggunakan program Allpile V6.52. Literatur berasal dari jurnal penelitian sebelumnya, buku, artikel, internet, peraturan yang berlaku seputar penelitian, dan buku panduan program Allpile V6.52.

3.2.2 Penentuan Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian yaitu proyek superblok Trans Icon Surabaya yang beralamat di Jalan Frontage A. Yani nomor 260, Siwalankerto, Kota Surabaya. Objek penelitian ini adalah *bored pile* dan titik borlog. Pemilihan *bored pile* dan titik borlog berdasarkan ketersediaan data untuk penelitian.

3.3 Pengumpulan Data

Data yang dikumpulkan berupa hasil uji SLT dan data SPT tanah. Data tersebut adalah data sekunder yang didapat dari kontraktor pondasi yaitu PT. Indonesia Pondasi Raya Tbk.

3.4 Perhitungan Daya Dukung *Bored Pile* Metode O'Neil & Reese

Perhitungan daya dukung O'Neil & Reese menggunakan nilai NSPT tanah yang mewakili karakteristik tanah dan kedalaman tanah keras. Perhitungan tersebut

dilakukan pada tiang tunggal. Daya dukung yang direncanakan meliputi tahanan ujung dan selimut. Tahanan ujung dihitung menggunakan persamaan 2.4 dan tahanan gesek dihitung menggunakan persamaan 2.7. Tahanan total *bored pile* didapat dengan menjumlahkan tahanan ujung dan selimut.

3.5 Perhitungan Daya Dukung *Bored Pile* dengan Allpile V6.52

Perhitungan daya dukung dilakukan pada pondasi *bored pile* tunggal. Daya dukung yang dihitung adalah daya dukung total. Saat mendesain pondasi *bored pile* dengan program Allpile V6.52, perlu memasukkan data perencanaan dan parameter tanah. Berikut langkah-langkah mendesain pondasi *bored pile* dengan program Allpile V6.52:

1. Halaman *pile type*

Memasukkan data berupa tipe pondasi dan informasi umum perencanaan. Pengaturan terdiri dari:

- a. Nama perencanaan
- b. Mengisi *Comments*
- c. Satuan

2. Halaman *pile profile*

Mengatur mengenai posisi dan orientasi pondasi. Pengaturan terdiri dari:

- a. Panjang pondasi
- b. Panjang ujung pondasi dari permukaan tanah
- c. Sudut permukaan tanah

3. Halaman *pile properties*

Memasukkan data tentang pondasi. Pengaturan meliputi:

- a. Tabel *pile property* yang berisi tentang lebar, inersia, modulus elastisitas, berat pondasi, dan lain-lain.
- b. *Property* ujung pondasi
- c. Bentuk pondasi
- d. Faktor reduksi
- e. Efektif area dan total area

4. Halaman *load and group*

Memasukkan data perencanaan berupa jenis pondasi yaitu tunggal dan bebannya. Pengaturan sebagai berikut:

- a. Kondisi kepala pondasi saat diberi beban
- b. Memasukkan beban
- c. Kondisi siklik
- d. Persentase beban yang dipikul *pilecap*

5. Halaman *soil property*

Memasukkan data tentang tanah dan kondisi airnya. Pengaturan meliputi:

- a. *Ground water table*
- b. *Unit weight* tanah
- c. Sudut friksi
- d. Kohesi
- e. Nilai NSPT
- f. Elevasi permukaan tanah

6. Klik *run*

Allpile V6.52 akan menghitung pondasi.

7. Klik *vertical*

Akan dilakukan analisis vertikal.

8. Menjalankan perhitungan

Keluaran program berupa kurva dengan cara klik



9. Daya dukung pondasi telah dihitung

3.6 Evaluasi Perhitungan Daya Dukung

Evaluasi ini untuk menilai perencanaan menggunakan metode O'Neil & Reese dan program Allpile V6.52 dapat diterima atau tidak. Hasil diterima apabila lebih dari beban kerja. Jika tidak memenuhi syarat tersebut, perencanaan diulangi dengan menyesuaikan beberapa parameter tanah.

3.7 Interpretasi Uji *Static Loading Test*

Cara mengetahui daya dukung *bored pile* dari SLT yaitu dengan menginterpretasikan kurva beban-penurunan. Hal tersebut menggunakan tiga metode yaitu metode Davisson, Mazurkiewich, dan Chin. Langkah-langkah interpretasi tiga metode tersebut dijelaskan pada bab 2.2.1. Daya dukung hasil uji SLT didapat dengan merata-rata hasil ketiga metode tersebut

3.8 Perbandingan Daya Dukung

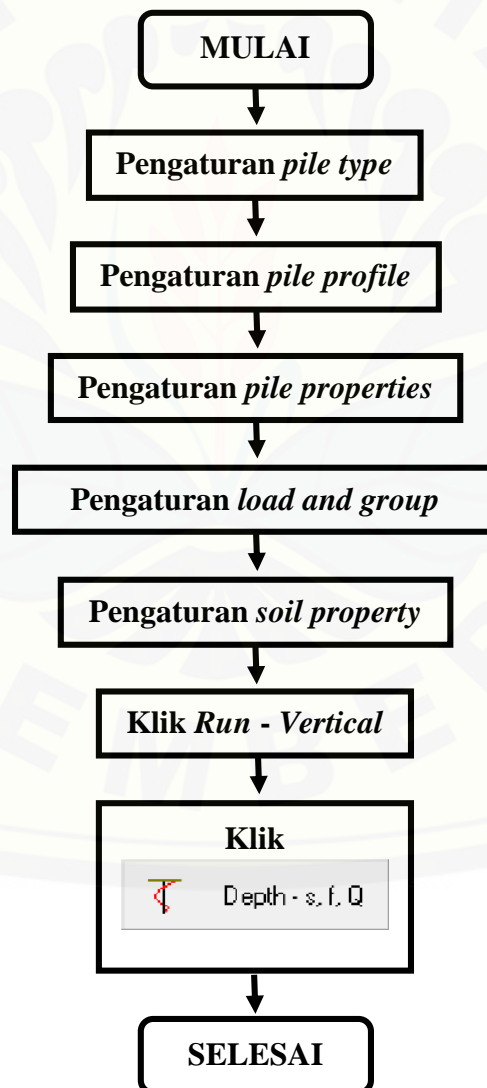
Daya dukung *bored pile* hasil perhitungan metode O'Neil & Reese dan program Allpile V6.52 dibandingkan dan dianalisa. Selanjutnya dibandingkan

dengan hasil uji SLT. Daya dukung yang dibandingkan adalah daya dukung aksial total.

3.9 Kesimpulan

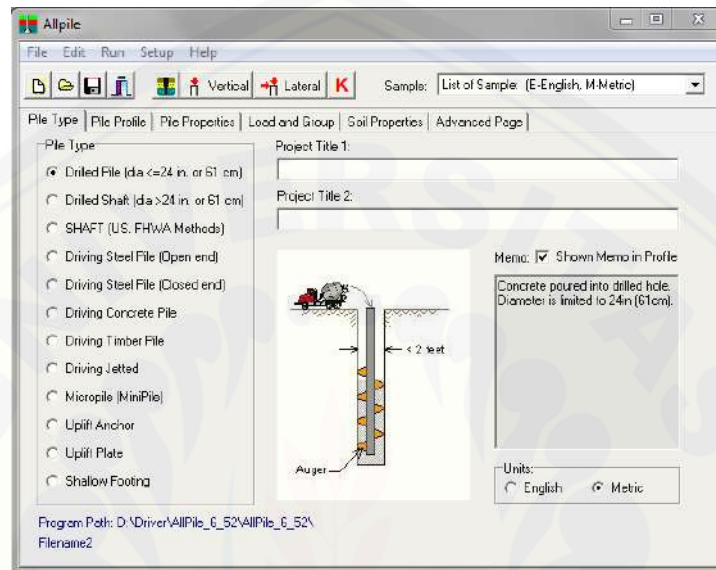
Tahap ini berisi tentang hasil analisa perbandingan daya dukung *bored pile* metode O'Neil & Reese, Allpile V6.52, dan uji SLT.

3.10 Diagram Alir Mendesain Pondasi *Bored Pile* dengan Allpile V6.52



3.10.1 Pengaturan *Pile Type*

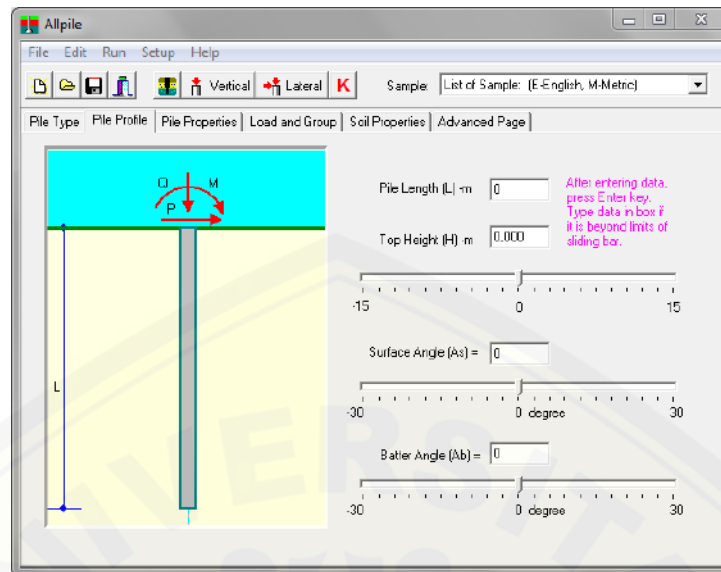
Pengaturan *pile type* terdiri dari memilih tipe pondasi yang akan direncanakan yaitu pondasi *bored pile*. Selain itu yang diatur adalah nama proyek dan satuan. Satuan yang dipilih adalah *metric*.



Gambar 3.2 *Pile Type*

3.10.2 Pengaturan *Pile Profile*

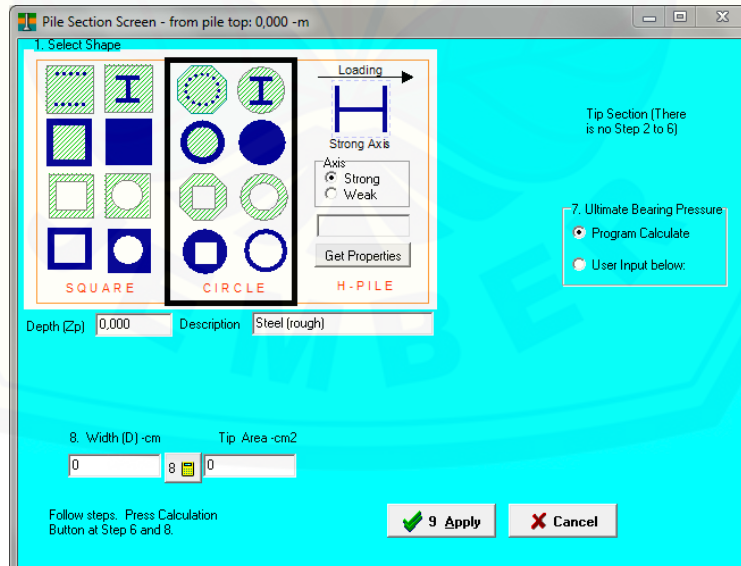
Pengaturan *pile profile* berisi tentang panjang *bored pile* diatas tanah dan di bawah tanah.



Gambar 3.3 *Pile Profile*

3.10.3 Pengaturan *Pile Properties*

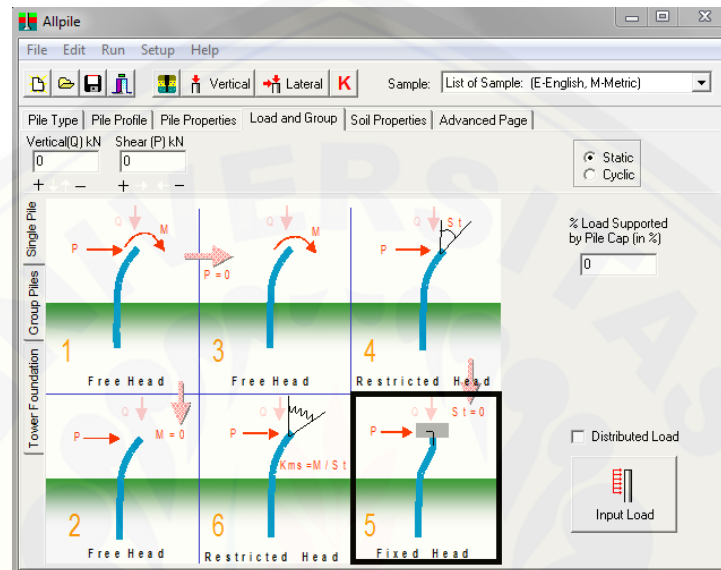
Pengaturan *pile properties* terdiri dari mengatur bentuk penampang dan ukuran diameter *bored pile*.



Gambar 3.4 *Pile Properties*

3.10.4 Pengaturan *Load and Group*

Pengaturan *load and group* berisi tentang posisi *bored pile* terhadap beban. Seperti dalam gambar 3.5, dipilih *single pile* dengan kondisi *fixed head* nomor lima. Selanjutnya memasukkan beban aksial yang dipikul *bored pile*.



Gambar 3.5 *Load and Group*

3.10.5 Pengaturan *Soil Properties*

Pengaturan *soil properties* yaitu memasukkan data tentang tanah. Data tanah berupa elevasi muka air tanah, jenis tanah, NSPT, berat isi, kohesi, dan sudut friksi.

Soil Parameter Screen - from ground surface: 0,000 - 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) 0,000 Description Soft Clay

2. Input N1* V_Soft(Soft/Medium) Stiff Very Stiff Hard Links

N1 (spt)=10 CPT=62,6 kg/cm2

3. Adjust Values below: G=129,2 lb/ft3 20,3 kN/m3

Friction=0,0

C=1,25 kip/ft2 59,85 kN/m2

K=313,1 lb/in3 85,0 MN/m3

e50=0,87%

*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 3.6 Soil Properties

3.10.6 Hasil Perhitungan

Perhitungan dilakukan klik tombol *run -vertical*. Lalu klik ikon yang lingkaran merah pada gambar 3.7. Hasil perhitungan seperti gambar 3.8.

VERTICAL ANALYSIS RESULTS

Depth - s, f, Q Data

Load - Settlement Data

Capacity - Length Data

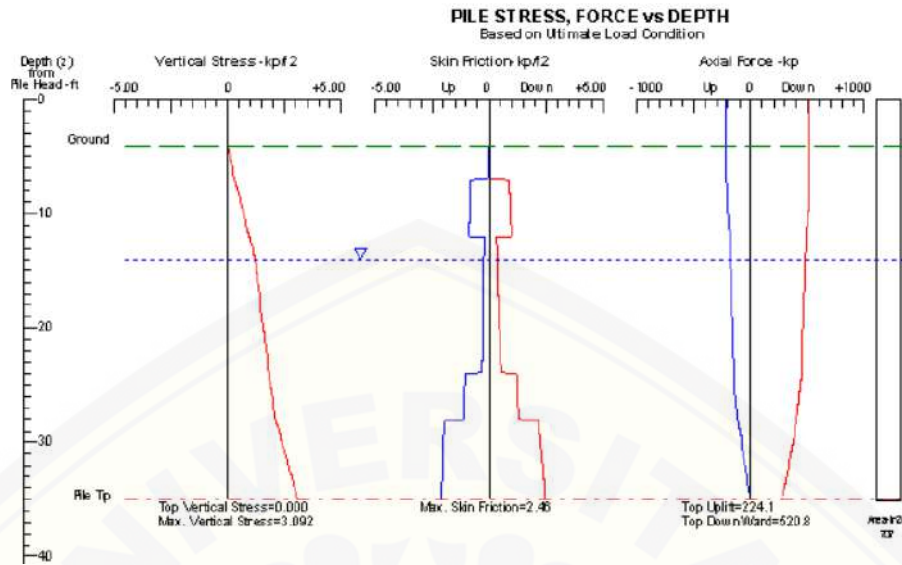
Length From 7.0 to 45.0

Ultimate Allowable

t - z Curve Data

q - w Curve Data

Gambar 3.7 Vertical Analysis



Gambar 3.8 Hasil Perhitungan Allpile V6.52

BAB 5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Analisis daya dukung pondasi *bored pile* menggunakan metode O'Neil & Reese, program Allpile V6.52, dan hasil interpretasi *Static Loading Test* menghasilkan persentase selisih daya dukung metode O'Neil & Reese dengan Allpile V6.52 berkisar 7,09 % - 16,88 % dengan hasil daya dukung Allpile V6.52 lebih besar dari metode O'Neil & Reese.

Kedua metode tersebut apabila dibandingkan dengan hasil pengujian SLT menghasilkan nilai rasio. Metode O'Neil & Reese menghasilkan nilai sebesar 1,1 - 1,5 untuk *bored pile* diameter 1,00 m kedalaman ± 50 m, 0,7 untuk *bored pile* diameter 0,80 m kedalaman ± 50 m, dan 1,5 untuk *bored pile* diameter 0,8 m kedalaman ± 30 m. Allpile V6.52 menghasilkan nilai sebesar 1,3 - 1,7 untuk *bored pile* diameter 1,00 m kedalaman ± 50 m, 1,0 untuk *bored pile* diameter 0,80 m kedalaman ± 50 m, dan 1,4 untuk *bored pile* diameter 0,8 m kedalaman ± 30 m.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil studi perencanaan daya dukung *bored pile* metode O'Neil & Reese dan program Allpile V6.52, saran untuk penelitian selanjutnya yaitu:

1. Program komputer harus dipahami dulu agar lebih mudah dalam menganalisa.
2. Membandingkan program Allpile V6.52 dengan program lainnya untuk mengetahui program yang lebih praktis.
3. Membandingkan *bored pile* yang berbeda ukuran dan kedalaman untuk mengetahui pengaruh terhadap daya dukung Allpile.

4. Membandingkan pemilihan parameter tanah secara manual dengan pemilihan otomatis oleh Allpile V6.52 dan pengaruhnya terhadap daya dukung pondasi.



DAFTAR PUSTAKA

ASTM. 2007. *Standard Test Methods for Deep Foundations Under Static Axial Compressive Load*. West Conshohocken: United States.

Badan Standardisasi Nasional. 2008. *Cara Uji Penetrasi Lapangan dengan SPT*. Jakarta.

Bowles, J. E. 1997. *Foundation Analysis and Design Fifth Edition*. McGraw-Hill Book Co, Singapore.

Causon, D. M., dan Mingham, C. G. 2010. *Introductory Finite Difference Methods for PDEs*. United Kingdom: Ventus Publishing ApS.

CivilTech Software. 2017. *User Manual Allpile*.

Darajat, P. P. 2013. Deskripsi Metode Beda Hingga untuk Menyelesaikan Persamaan Fitzhugh-Nagumo. *Skripsi*. Malang: Matematika Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim.

Das, B. M. 2011. *Principle Of Foundation Engineering Edisi 7*. Cengage Learning, Stamford USA.

Das, B. M. 1988. *Principles of Geotechnical Engineering*. Texas: PWS Engineering. Terjemahan oleh N. E., Mochtar dan I. B., Mochtar. 1995. *Mekanika Tanah (Prinsip-prinsip Rekayasa Geoteknis)*. Jakarta: Erlangga.

El-Naggar, H., M. Ahmed, S. AbdelSalam. 2018. *Reliability of Load-Transfer Approach in the Design of Large Diameter Bored Piles. Sustainability Civil Infrastructures*.

Jusi, Ulfa. 2015. Analisa Kuat Dukung Pondasi Bored Pile Berdasarkan Data Pengujian Lapangan (Cone dan N-Standard Penetration Test). *Jurnal Teknik Sipil Siklus*, 1 (2).

GEC UNPAR. 2005. *Manual Pondasi Tiang*, UNPAR, Bandung.

Hardyatmo, H.C., 2010, *Teknik Pondasi*, jilid 1 dan 2, Penerbit Gramedia, Jakarta.

Kosasi, M., D. H. Wijaya, G. S. Budi. 2014. Korelasi Daya Dukung Pondasi Tiang Antara *Static Loading Test* dengan *Pile Driving Analyzer*.

Lambe, W. T., Whitman, Robert V. 1969. *Soil Mechanics*. Jhon Willey & Sons, Inc, New York.

Laporan Pengujian Beban Statik Aksial Tekan Oleh Geotech Efathama untuk proyek Trans Icon Surabaya.

Nugraha, A. S., A. Refanie. 2015. Analisis Beban-Penurunan Pada Pondasi Tiang Bor Berdasarkan Hasil Uji Beban Tiang Terinstrumentasi dan Program GEO5. *Jurnal Teknik Sipil*, 11 (2), 76-168.

PT Testana Indoteknika. (2018). *Laporan Penyelidikan Tanah Proyek Trans Icon Surabaya*.

Roesyanto, S., R. Iskandar. 2017. Analisis Perbandingan Daya Dukung Hasil Loading Test pada Bored Pile Diameter Satu Meter Tunggal dengan Metode Elemen Hingga Memakai Model Tanah Mohr Coulomb pada Proyek Crystal Square Medan. *Jurnal Education Building*. 3(1): 84-92.

Syaifullah, F. 2018. Analisis Daya Dukung dan Penurunan Pondasi *Bored Pile* pada Proyek Jalan Tol Medan-Kualanamu-Tebing-Tinggi. *Skripsi*. Medan: Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Whilliam. T., Whitman, Robert, V. 1962. *Soil Mechanics*. Wiley, New York.





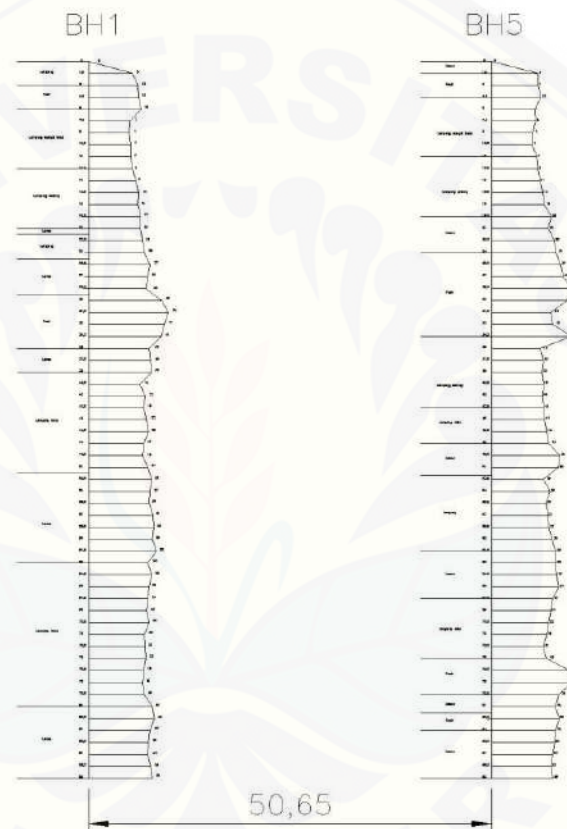
Lampiran 1. Perhitungan Stratigrafi

Perhitungan Stratigrafi TP4A

Langkah-langkahnya sebagai berikut:

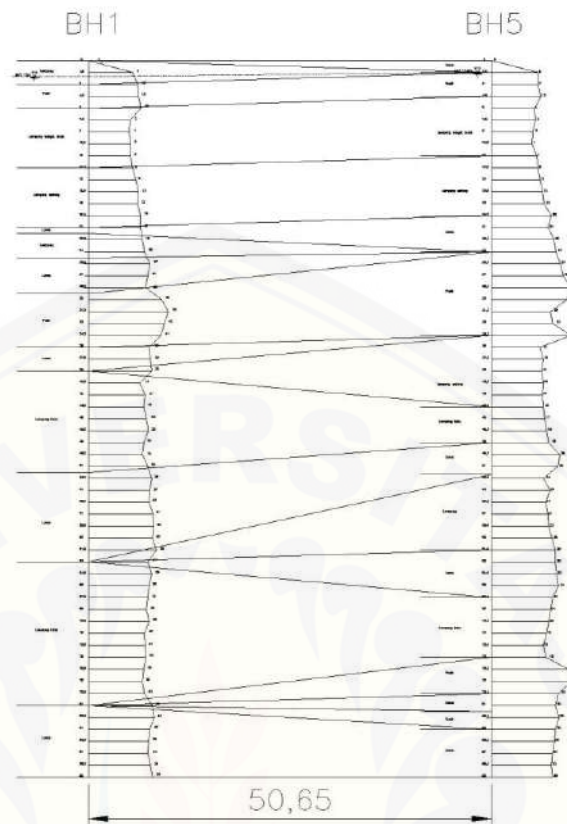
1. Menggambar lapisan tanah dan nilai NSPT BH1 dan BH5

Selain menggambar lapisan tanah juga mengatur jarak antara BH1 dan BH5 sesuai di lapangan yaitu 50,65 m.



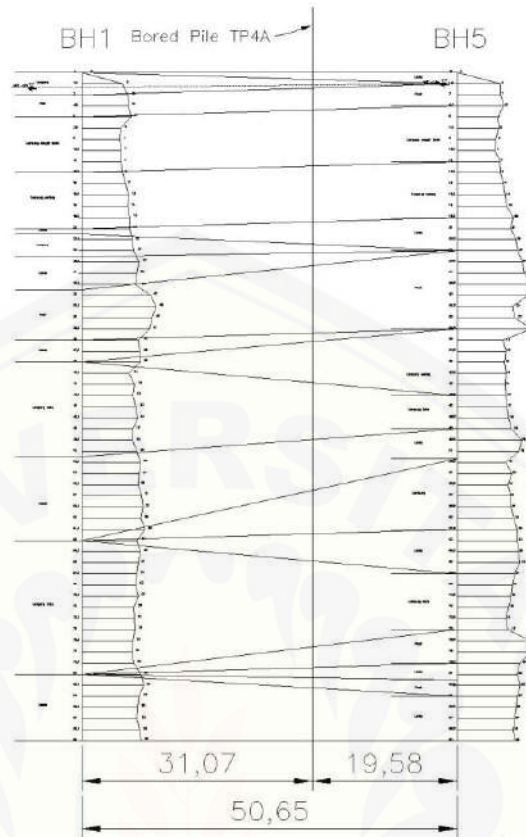
2. Menghubungkan lapisan tanah antara BH1 dan BH5

Selanjutnya menggambar lapisan tanah dengan garis yang mewakili lapisan tanah tersebut. Penarikan garis berdasarkan jenis dan konsistensi tanah yang sama. Seperti lempung lunak dengan lempung lunak.



3. Menentukan titik pengambilan parameter yang akan digunakan

Titik parameter tanah yang digunakan adalah yang mendekati *bored pile* yang ditinjau. Jarak TP4A adalah 31,07 m dari BH1. *Bored pile* diumpamakan garis vertikal



4. Menarik garis dari perpotongan *bored pile* dengan garis lapisan tanah

Membuat garis horizontal dari perpotongan garis vertikal *bored pile* dengan garis lapisan tanah untuk membentuk lapisan tanah hasil stratigrafi. Selain hal tersebut juga dilakukan penentuan nilai NSPT tiap lapisan. Penentuan nilai NSPT hasil stratigrafi dilakukan dengan merata-rata nilai NSPT dalam satu lapisan antar BH1 dan BH5. Contohnya lapisan pasir kedalaman (26,03 m - 35,08 m) memiliki nilai NSPT 39,08. Nilai NSPT tersebut didapat dengan cara:

$$\begin{aligned} \text{NSPT} &= \frac{(\text{NSPT dari BH1})+(\text{NSPT dari BH5})}{\text{sebanyak jumlah NSPT BH1 dan BH5}} \\ &= \frac{(22+42+50+45+41+26)+(31+37+40+50+45+24+27+50)}{14} \\ &= 39,08 \end{aligned}$$

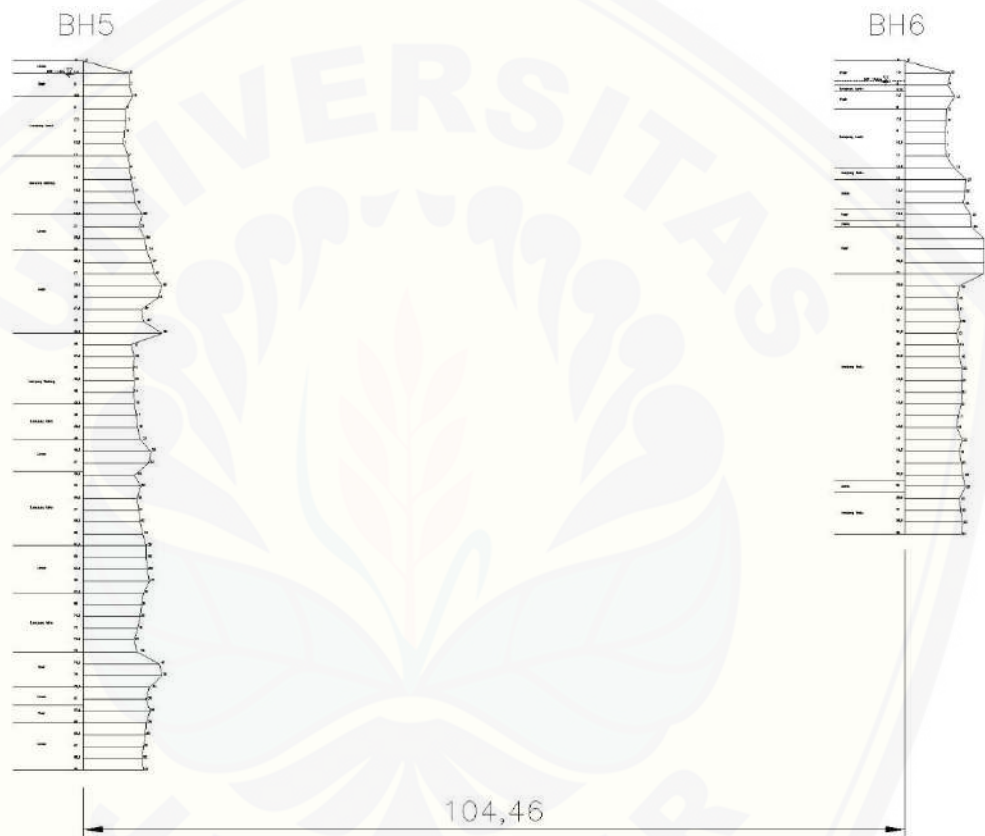
0		
0,92	Lanau	8
MAT. = 1,69m 2,08	Lempung	5,33
5,08	Pasir	10,43
12,58	Lempung sangat lunak	6,025
20,08	Lempung sedang	12,5
23,13	Lanau	23
24,29	Lempung	23
26,03	Lanau	26
35,08	Pasir	39,08
36,24	Lanau	33,25
41,76	Lempung kaku	20,25
49,45	Lempung kaku	20,38
56,25	Lanau	36,25

Perhitungan Stratigrafi TP5A

Langkah-langkahnya sebagai berikut:

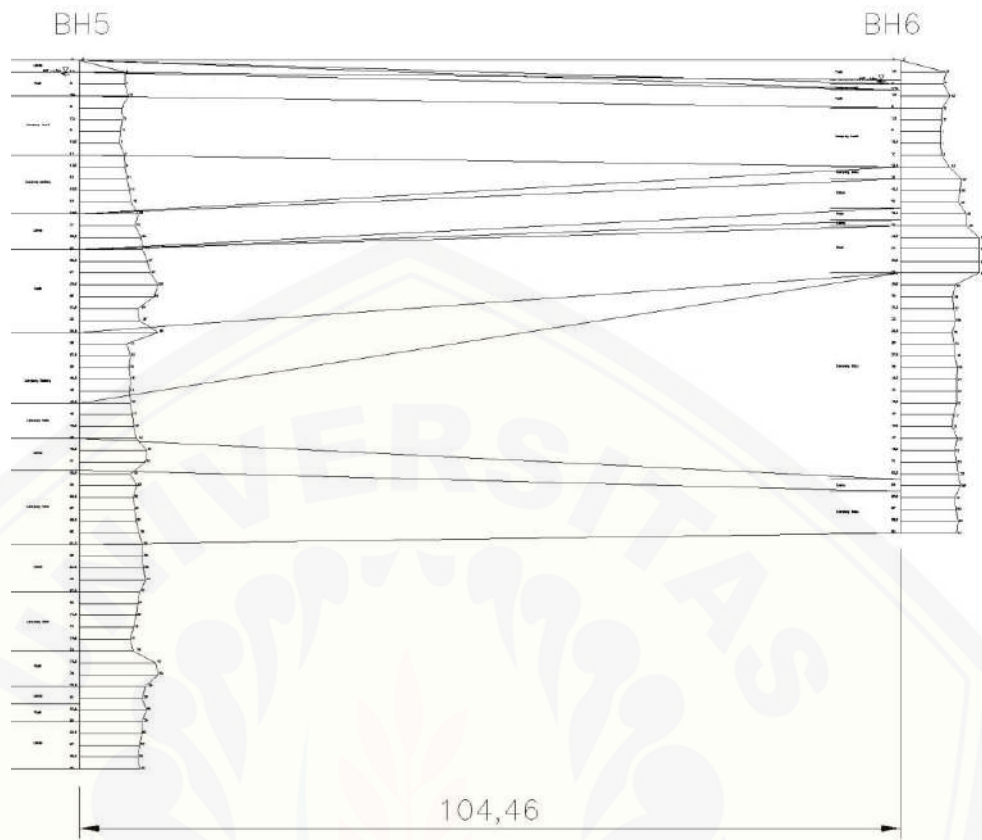
1. Menggambar lapisan tanah dan nilai NSPT BH5 dan BH6

Selain menggambar lapisan tanah juga mengatur jarak antara BH5 dan BH6 sesuai di lapangan yaitu 104,46 m.



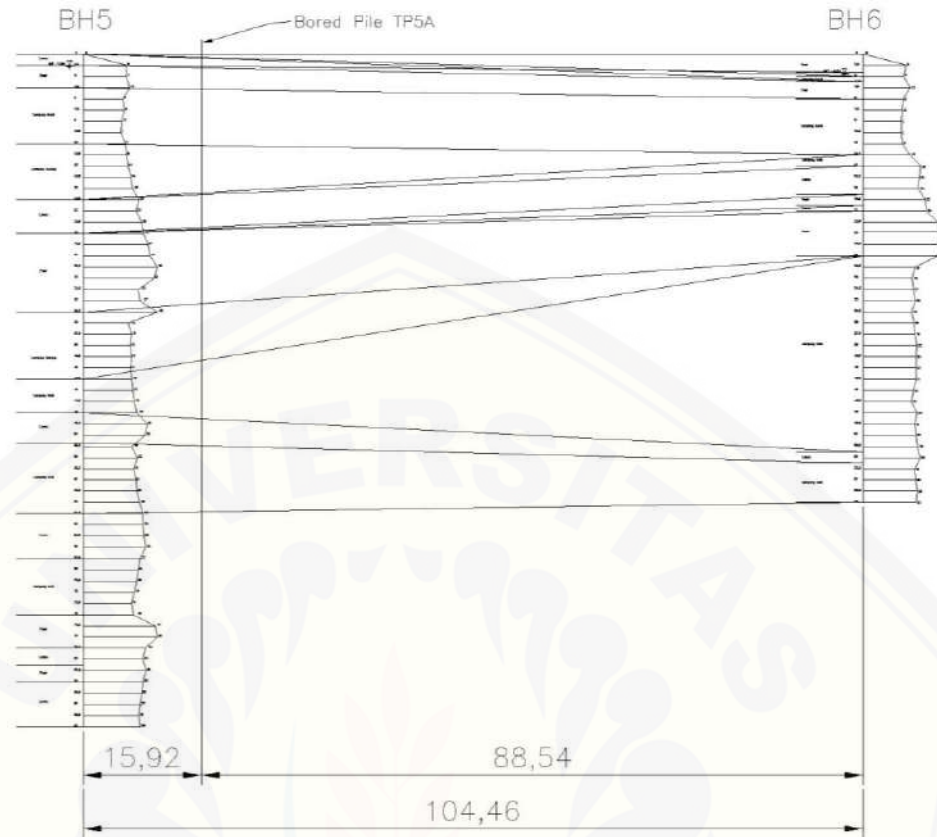
2. Menghubungkan lapisan tanah antara BH5 dan BH6

Selanjutnya menggambar lapisan tanah dengan garis yang mewakili lapisan tanah tersebut. Penarikan garis berdasarkan jenis dan konsistensi tanah yang sama. Seperti lempung lunak dengan lempung lunak.



3. Menentukan titik pengambilan parameter yang akan digunakan

Titik parameter tanah yang digunakan adalah yang mendekati *bored pile* yang ditinjau. Jarak TP5A adalah 15,92 m dari BH5. *Bored pile* diumpamakan garis vertikal



4. Menarik garis dari perpotongan *bored pile* dengan garis lapisan tanah

Membuat garis horizontal dari perpotongan garis vertikal *bored pile* dengan garis lapisan tanah untuk membentuk lapisan tanah hasil stratigrafi. Selain hal tersebut juga dilakukan penentuan nilai NSPT tiap lapisan. Penentuan nilai NSPT hasil stratigrafi dilakukan dengan merata-rata nilai NSPT dalam satu lapisan antar BH5 dan BH6. Contohnya lapisan lempung lunak kedalaman (4,73 m - 12,23 m) memiliki nilai NSPT 4,33. Nilai NSPT tersebut didapat dengan cara:

$$\begin{aligned} \text{NSPT} &= \frac{(\text{NSPT dari BH5})+(\text{NSPT dari BH6})}{\text{sebanyak jumlah NSPT BH5 dan BH6}} \\ &= \frac{(12+4+5+2+1+7)+(3+2+1+1+2+12)}{12} \\ &= 4,33 \end{aligned}$$

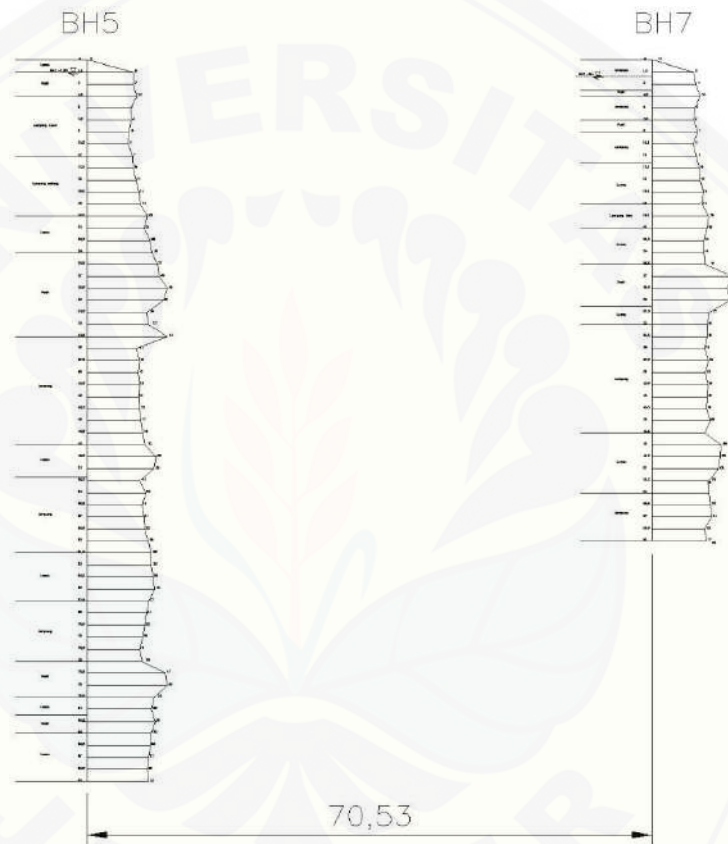
0		
0,46	Pasir	0
1,84	Lanau	8,33
4,73	Pasir	8,6
12,23	Lempung lunak	4,33
18,81	Lempung sedang	15
23,54	Lanau	27,56
33,36	Pasir	41,38
41	Lempung sedang	22,88
48,80	Lempung kaku	20,41
52,42	Lanau	25,17
61,27	Lempung kaku	21,64

Perhitungan Stratigrafi TP2B

Langkah-langkahnya sebagai berikut:

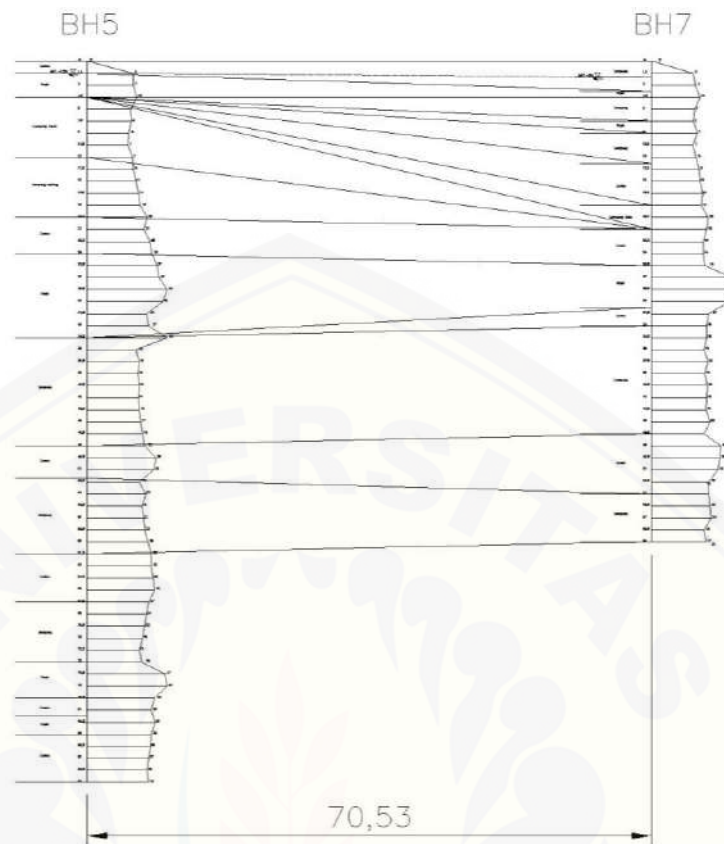
1. Menggambar lapisan tanah dan nilai NSPT BH5 dan BH7

Selain menggambar lapisan tanah juga mengatur jarak antara BH5 dan BH7 sesuai di lapangan yaitu 70,53 m.



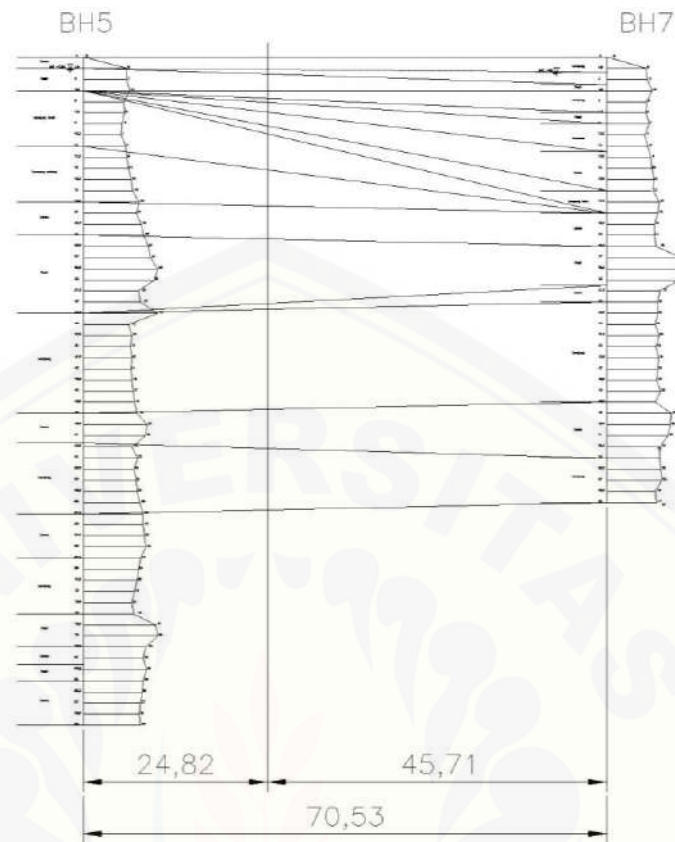
2. Menghubungkan lapisan tanah antara BH5 dan BH7

Selanjutnya menggambar lapisan tanah dengan garis yang mewakili lapisan tanah tersebut. Penarikan garis berdasarkan jenis dan konsistensi tanah yang sama. Seperti lempung lunak dengan lempung lunak.



3. Menentukan titik pengambilan parameter yang akan digunakan

Titik parameter tanah yang digunakan adalah yang mendekati *bored pile* yang ditinjau. Jarak TP2B adalah 24,82 m dari BH5. *Bored pile* diumpamakan garis vertikal



4. Menarik garis dari perpotongan *bored pile* dengan garis lapisan tanah

Membuat garis horizontal dari perpotongan garis vertikal *bored pile* dengan garis lapisan tanah untuk membentuk lapisan tanah hasil stratigrafi. Selain hal tersebut juga dilakukan penentuan nilai NSPT tiap lapisan. Penentuan nilai NSPT hasil stratigrafi dilakukan dengan merata-rata nilai NSPT dalam satu lapisan antar BH5 dan BH7. Contohnya lapisan pasir kedalaman (24,53 m - 33,18 memiliki nilai NSPT 38,33. Nilai NSPT tersebut didapat dengan cara:

$$\begin{aligned} \text{NSPT} &= \frac{(\text{NSPT dari BH5})+(\text{NSPT dari BH7})}{\text{sebanyak jumlah NSPT BH5 dan BH7}} \\ &= \frac{(31+37+40+50+45+24+27+50)+(16+50+43+47)}{12} \\ &= 38,33 \end{aligned}$$

0	
MAT -1,66m	Lempung lunak 4,67
2,29	Pasir 9,25
4,5	
5,55	Lempung sedang 6,75
6,08	Pasir 7
7,4	Lempung sedang 6,25
9,24	Lanau 11,2
10,30	Lempung kaku 15,5
	Lempung lunak 7
15,18	
	Lempung sedang 14,4
20,03	
	Lanau 20,88
24,53	
	Pasir 38,33
33,18	
33,97	Lanau 29,67
	Lempung kaku 18,4
47,47	
	Lanau 26,6
52,70	
	Lempung kaku 21,18
50,97	



Lampiran 2. Perhitungan Daya Dukung Metode O'Neil & Reese

Perhitungan TP1A

Perhitungan daya dukung terdiri dari tahanan ujung tiang dan selimut. Perhitungan akan dijelaskan di bawah.

Tahanan Ujung

Bored pile TP1A menggunakan data tanah BH2. Perhitungan tahanan ujung menggunakan persamaan 2.4 dan 2.5.

$$Q_b = A_b \cdot f_b$$

$$f_b = 0,60 \cdot \sigma_r \cdot N_{60} \leq 4500 \text{ kPa}$$

Langkah-langkah perhitungan adalah sebagai berikut.

1. Data *bored pile*

$$\text{Diameter } \textit{bored pile} (d_b) = 1,00 \text{ m}$$

$$2d_b = 2 \cdot 1 = 2 \text{ m}$$

$$\text{Kedalaman } \textit{bored pile} = 49,46 \text{ m}$$

$$\sigma_r = 100 \text{ kPa} = 0,1 \text{ Mpa}$$

$$\begin{aligned} 2. \text{ Luas penampang } \textit{bored pile} (A_b) &= 0,25 \cdot \pi \cdot d^2 \\ &= 0,25 \cdot 3,14 \cdot 1^2 \\ &= 0,785 \text{ m}^2 \\ &= 785000 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 3. N_{60} &= \text{rata-rata ujung bawah } \textit{bored pile} \text{ sampai } 2d_b \text{ di bawahnya} \\ &= \frac{NSPT \text{ kedalaman } 49,50 + NSPT \text{ kedalaman } 51 + NSPT \text{ kedalaman } 52,50}{3} \\ &= \frac{22+13+24}{3} \\ &= 19,67 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 4. f_b &= 0,60 \cdot \sigma_r \cdot N_{60} \leq 4500 \text{ kPa} \\ &= 0,60 \cdot \sigma_r \cdot N_{60} \leq 5 \text{ Mpa} \\ &= 0,60 \cdot 0,1 \cdot 19,67 \leq 5 \text{ Mpa} \\ &= 1,18 \text{ Mpa} \leq 5 \text{ Mpa} \quad (\text{OK}) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 5. \quad Q_b &= A_b \cdot f_b \\
 &= 785000 \cdot 1,18 \\
 &= 926300 \text{ N} \\
 &= 92,63 \text{ Ton}
 \end{aligned}$$

Tahanan Selimut

Tanah dikelompokkan berdasarkan jenis tanah dan konsistensinya. Terdiri dari lanau, pasir, lempung sangat lunak, lempung lunak, lempung sedang, lempung kaku, dan lempung sangat kaku. Pengelompokkan konsistensi tanah berdasarkan nilai NSPT menggunakan tabel 2.3. Seperti yang dijelaskan subbab 2.6, perlu dibuat batas lapisan tanah pada permukaan air tanah dan tanah yang tebalnya lebih dari 6 m. *Bored pile* TP1A menggunakan data tanah BH2. Berikut contoh perhitungan tahanan selimut pada lapisan lempung sedang kedalaman 12 m - 18 m.

1. Pada kedalaman 12 m - 18 m terdapat empat nilai NSPT yaitu 10, 7, 8, dan 10. Nilai NSPT tersebut dirata-rata.

$$\begin{aligned}
 \text{NSPT kedalaman 12 m - 18 m} &= \frac{10 + 7 + 8 + 10}{4} \\
 &= 8,75
 \end{aligned}$$

2. Menghitung z yaitu kedalaman dari permukaan tanah ke tengah lapisan tanah yang sedang dihitung. Nilai z yaitu 15 m.
3. Menghitung luas selimut

$$\begin{aligned}
 A_s &= \text{Keliling } \textit{bored pile} \cdot \text{tebal lapisan tanah} \\
 &= \pi \cdot d_b \cdot 6 \\
 &= 3,14 \cdot 1 \cdot 6 \\
 &= 18,84 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

4. Menentukan nilai berat isi jenuh tanah. Nilai tersebut didapat dari tabel 2.4 menggunakan interpolasi. Nilai berat isi jenuh tanah (γ_{sat}) untuk NSPT 8,75 adalah 19,32 kN/m³.
5. Menentukan berat isi efektif tanah (γ').

$$\begin{aligned}\gamma' &= \text{Berat isi jenuh tanah} - \text{Berat isi air} \\ &= 19,32 - 10 \\ &= 9,32 \text{ kN/m}^3\end{aligned}$$

Perhitungan ini untuk lapisan tanah di bawah muka air. Jika diatas muka air maka perhitungan sedikit berbeda. Perhitungannya sebagai berikut.

- a. Menentukan nilai angka pori (e) dan kadar air (wc)

Ditentukan menggunakan tabel 2.3

- b. Menentukan berat jenis tanah (GS)

$$GS = \frac{\gamma_{sat} + (e \cdot \gamma_{sat}) - (e \cdot \gamma_w)}{10}$$

- c. Menghitung berat volume tanah

$$\gamma = \frac{GS \cdot \gamma_w \cdot (wc + 1)}{1 + e}$$

6. Menghitung tekanan *overburden* efektif (σ')

$$\begin{aligned}\sigma' &= \text{Tekanan } \textit{overburden} \text{ efektif lapisan tanah sebelumnya} + (\text{tebal} \\ &\quad \text{lapisan} \cdot \text{berat isi efektif tanah}) \\ &= 111,43 + (6 \cdot 9,32) \\ &= 167,35 \text{ kN/m}^2\end{aligned}$$

7. Menghitung tekanan *overburden* efektif rata-rata

Tekanan *overburden* efektif yang dirata-rata adalah tekanan *overburden* lapisan tanah sebelumnya dan tekanan *overburden* lapisan tanah yang dihitung.

$$\begin{aligned}\sigma' \text{ rata-rata} &= 111,43 + 167,35 \\ &= 139,39 \text{ kN/m}^2\end{aligned}$$

8. Menghitung β

Menggunakan persamaan 2.12 karena lapisan yang dihitung memiliki NSPT dibawah 15.

$$\begin{aligned}\beta &= N_{60} / 15 (1,5 - 0,245\sqrt{z}) \\ &= 8,75 / 15 (1,5 - 0,245\sqrt{15}) \\ &= 0,32\end{aligned}$$

9. Menghitung daya dukung selimut (Q_s)

$$\begin{aligned}Q_s &= A_s \cdot \sigma' \text{ rata-rata} \cdot \beta \\ &= 18,84 \cdot 139,39 \cdot 0,32 \\ &= 844,25 \text{ kN} \\ &= 84,43 \text{ Ton}\end{aligned}$$

Langkah-langkah perhitungan di atas diulang untuk semua lapisan tanah. Jadi setiap lapisan tanah memiliki Q_s lalu dijumlahkan untuk menjadi Q_s total. Tabel di bawah adalah Q_s setiap lapisan.

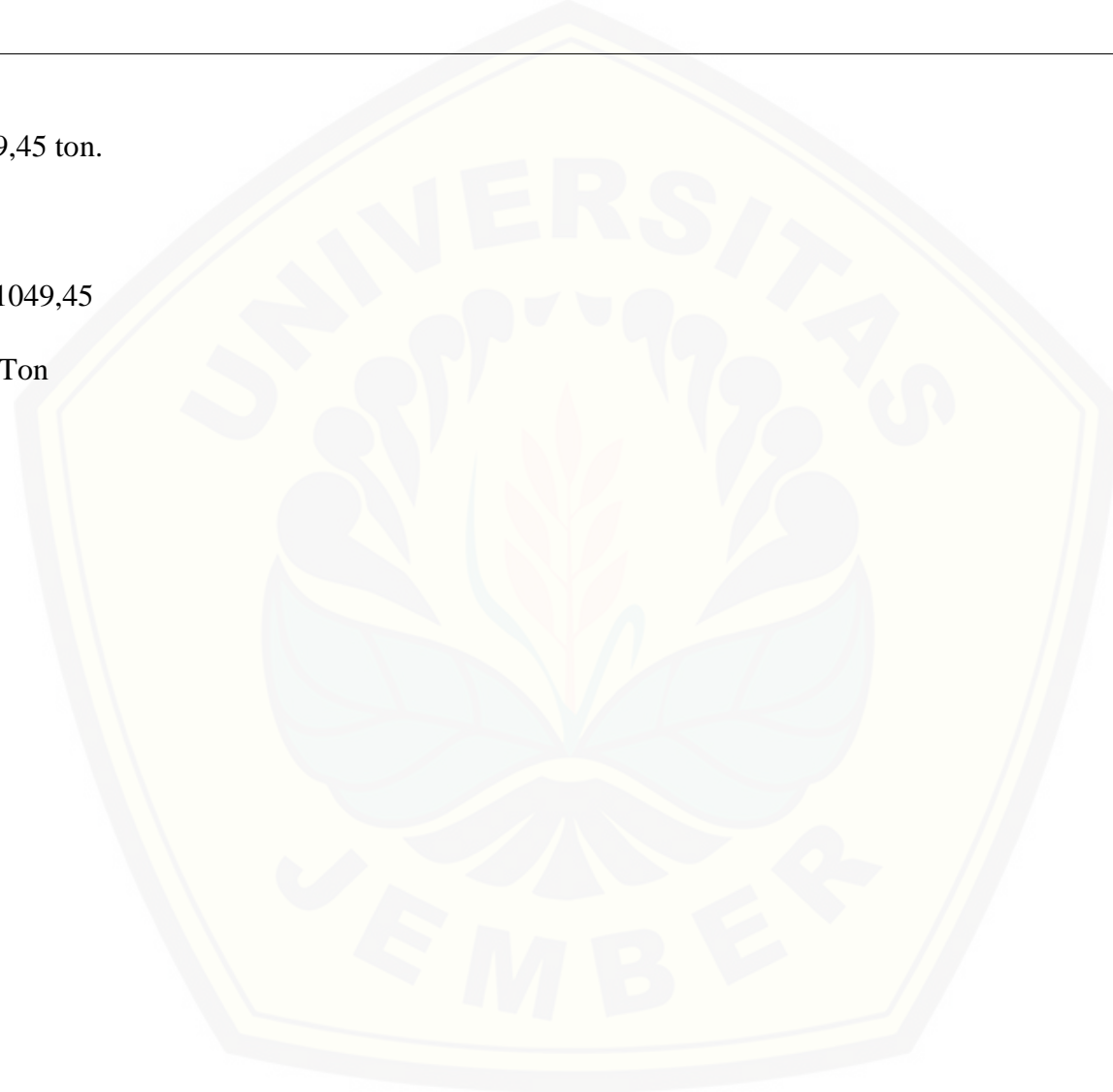
Kedalaman kumulatif (m)	Jenis Tanah	NSPT	NSPT Berdasarkan Jenis Tanah	z (m)	As (m ²)	γ_{sat} (kN/m ³)	γ' (kN/m ³)	Tekanan Overburden efektif σ' (kN/m ²)	σ' rata-rata (kN/m ²)	β	Qs (kN)	Qs (Ton)
0		0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1,5	Lempung kaku	16	16	0,75	4,71	19,20	18,69	28,04	28,04	1,20	158,49	15,85
2	Pasir	16	16	1,75	1,57	17,00	16,32	36,20	32,12	1,18	59,30	5,93
3	Pasir	8										
4,5	Pasir	11	6,67	4,00	12,56	17,56	7,56	66,43	51,31	0,45	289,31	28,93
6	Pasir	1										
7,5	Lempung lunak	1										
9	Lempung lunak	2	1,5	9,00	18,84	17,50	7,50	111,43	88,93	0,25	418,84	41,88
10,5	Lempung lunak	1										
12	Lempung lunak	2										
13,5	Lempung sedang	10										
15	Lempung sedang	7	8,75	15,00	18,84	19,32	9,32	167,35	139,39	0,32	844,25	84,43
16,5	Lempung sedang	8										
18	Lempung sedang	10										
19,5	Lanau	50	50	18,75	4,71	22,00	12,00	185,35	176,35	0,44	364,74	36,47
21	Pasir	50	50	20,25	4,71	23,00	13,00	204,85	195,10	0,40	365,28	36,53

Q_s total yaitu 1049,45 ton.

$$Q_{ult} = Q_b + Q_s$$

$$= 92,63 + 1049,45$$

$$= 1142,08 \text{ Ton}$$



Perhitungan TP2A

Perhitungan daya dukung terdiri dari tahanan ujung tiang dan selimut. Perhitungan akan dijelaskan di bawah.

Tahanan Ujung

Bored pile TP2A menggunakan data tanah BH1. Perhitungan tahanan ujung menggunakan persamaan 2.4 dan 2.5.

$$Q_b = A_b \cdot f_b$$

$$f_b = 0,60 \cdot \sigma_r \cdot N_{60} \leq 4500 \text{ kPa}$$

Langkah-langkah perhitungan adalah sebagai berikut.

1. Data *bored pile*

$$\text{Diameter } \textit{bored pile} (d_b) = 1,00 \text{ m}$$

$$2d_b = 2 \cdot 1 = 2 \text{ m}$$

$$\text{Kedalaman } \textit{bored pile} = 50,82 \text{ m}$$

$$\sigma_r = 100 \text{ kPa} = 0,1 \text{ Mpa}$$

$$\begin{aligned} 2. \text{ Luas penampang } \textit{bored pile} (A_b) &= 0,25 \cdot \pi \cdot d^2 \\ &= 0,25 \cdot 3,14 \cdot 1^2 \\ &= 0,785 \text{ m}^2 \\ &= 785000 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 3. N_{60} &= \text{rata-rata ujung bawah } \textit{bored pile} \text{ sampai } 2d_b \text{ di bawahnya} \\ &= \frac{NSPT \text{ kedalaman } 51 + NSPT \text{ kedalaman } 52,5 + NSPT \text{ kedalaman } 54}{3} \\ &= \frac{24 + 29 + 27}{3} \\ &= 26,67 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 4. f_b &= 0,60 \cdot \sigma_r \cdot N_{60} \leq 4500 \text{ kPa} \\ &= 0,60 \cdot \sigma_r \cdot N_{60} \leq 5 \text{ Mpa} \\ &= 0,60 \cdot 0,1 \cdot 26,67 \leq 5 \text{ Mpa} \\ &= 1,6 \text{ Mpa} \leq 5 \text{ Mpa} \quad (\text{OK}) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 5. \quad Q_b &= A_b \cdot f_b \\
 &= 785000 \cdot 1,6 \\
 &= 1256000 \text{ N} \\
 &= 125,6 \text{ Ton}
 \end{aligned}$$

Tahanan Selimut

Tanah dikelompokkan berdasarkan jenis tanah dan konsistensinya. Terdiri dari dari lanau, pasir, lempung sangat lunak, lempung lunak, lempung sedang, lempung kaku, dan lempung sangat kaku. Pengelompokkan konsistensi tanah berdasarkan nilai NSPT menggunakan tabel 2.3. Seperti yang dijelaskan subbab 2.6, perlu dibuat batas lapisan tanah pada permukaan air tanah dan tanah yang tebalnya lebih dari 6 m. TP2A menggunakan data SPT tanah BH1. Berikut contoh perhitungan tahanan selimut pada lapisan lanau kedalaman 25,5 m - 30 m.

1. Pada kedalaman 25,5 m - 30 m terdapat empat nilai NSPT yaitu 10, 7, 8, dan 10. Nilai NSPT tersebut dirata-rata.

$$\begin{aligned}
 \text{NSPT kedalaman 12 m - 18 m} &= \frac{24 + 22 + 42}{3} \\
 &= 29,33
 \end{aligned}$$

2. Menghitung z yaitu kedalaman dari permukaan tanah ke tengah lapisan tanah yang sedang dihitung. Nilai z yaitu 27,75 m.

3. Menghitung luas selimut

$$\begin{aligned}
 A_s &= \text{Keliling } \textit{bored pile} \cdot \text{tebal lapisan tanah} \\
 &= \pi \cdot db \cdot 4,5 \\
 &= 3,14 \cdot 1 \cdot 4,5 \\
 &= 14,13 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

4. Menentukan nilai berat isi jenuh tanah. Nilai tersebut didapat dari tabel 2.4 menggunakan interpolasi. Nilai berat isi jenuh tanah (γ_{sat}) untuk NSPT 29,33 adalah 21,87 kN/m³.

5. Menentukan berat isi efektif tanah (γ').

$$\begin{aligned}\gamma' &= \text{Berat isi jenuh tanah} - \text{Berat isi air} \\ &= 21,87 - 10 \\ &= 11,87 \text{ kN/m}^3\end{aligned}$$

6. Menghitung tekanan *overburden* efektif (σ')

$$\begin{aligned}\sigma' &= \text{Tekanan } \textit{overburden} \text{ efektif lapisan tanah sebelumnya} + (\text{tebal} \\ &\text{lapisan} \cdot \text{berat isi efektif tanah}) \\ &= 254,48 + (4,5 \cdot 11,87) \\ &= 307,88 \text{ kN/m}^2\end{aligned}$$

7. Menghitung tekanan *overburden* efektif rata-rata

Tekanan *overburden* efektif yang dirata-rata adalah tekanan *overburden* lapisan tanah sebelumnya dan tekanan *overburden* lapisan tanah yang dihitung.

$$\begin{aligned}\sigma' \text{ rata-rata} &= \frac{254,48 + 307,88}{2} \\ &= 281,18 \text{ kN/m}^2\end{aligned}$$

8. Menghitung β

Menggunakan persamaan 2.11 karena lapisan yang dihitung memiliki NSPT diatas 15.

$$\begin{aligned}\beta &= 1,5 - 0,245\sqrt{z} \\ &= 1,5 - 0,245\sqrt{27,75} \\ &= 0,21 \approx 0,25\end{aligned}$$

9. Menghitung daya dukung selimut (Q_s)

$$Q_s = A_s \cdot \sigma' \text{ rata-rata} \cdot \beta$$

$$= 14,13 \cdot 281,18 \cdot 0,25$$

$$= 993,28 \text{ kN}$$

$$= 99,33 \text{ Ton}$$

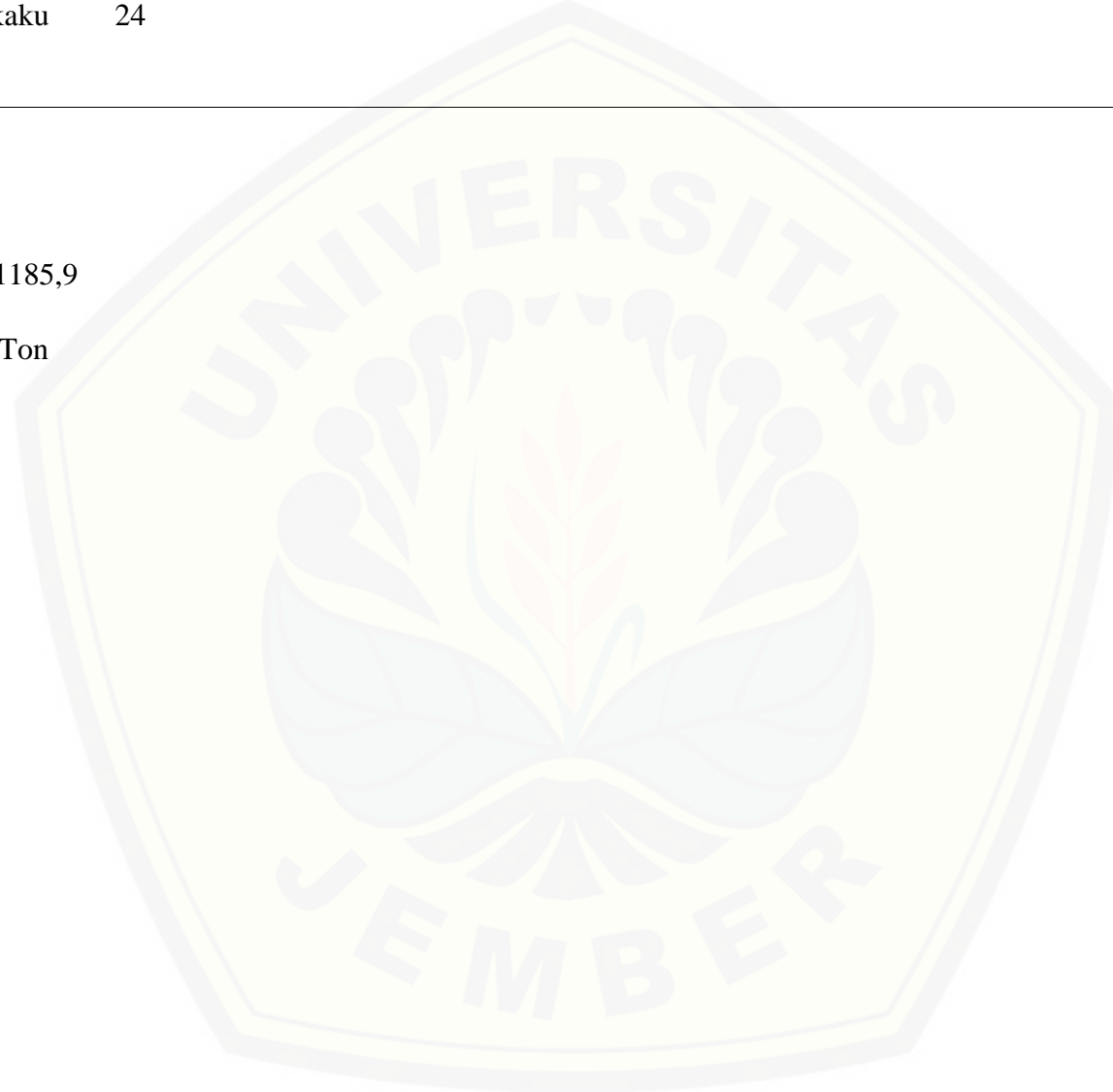
Langkah-langkah perhitungan di atas diulang untuk semua lapisan tanah. Jadi setiap lapisan tanah memiliki Qs lalu dijumlahkan untuk menjadi Qs total. Tabel di bawah adalah Qs setiap lapisan.



50,82 Lempung kaku 24

$\Sigma Q_s =$ 1185,90

$$\begin{aligned} Q_{\text{total}} &= Q_b + Q_s \\ &= 125,6 + 1185,9 \\ &= 1311,50 \text{ Ton} \end{aligned}$$



Perhitungan TP3A

Perhitungan daya dukung terdiri dari tahanan ujung tiang dan selimut. Perhitungan akan dijelaskan di bawah.

Tahanan Ujung

Bored pile TP3A menggunakan data tanah hasil stratigrafi antara BH1 dan BH2. Perhitungan tahanan ujung menggunakan persamaan 2.4 dan 2.5.

$$Q_b = A_b \cdot f_b$$

$$f_b = 0,60 \cdot \sigma_r \cdot N_{60} \leq 4500 \text{ kPa}$$

Langkah-langkah perhitungan adalah sebagai berikut.

1. Data *bored pile*

$$\text{Diameter } \textit{bored pile} (d_b) = 1,00 \text{ m}$$

$$2d_b = 2 \cdot 1 = 2 \text{ m}$$

$$\text{Kedalaman } \textit{bored pile} = 49,44 \text{ m}$$

$$\sigma_r = 100 \text{ kPa} = 0,1 \text{ Mpa}$$

$$\begin{aligned} 2. \text{ Luas penampang } \textit{bored pile} (A_b) &= 0,25 \cdot \pi \cdot d^2 \\ &= 0,25 \cdot 3,14 \cdot 1^2 \\ &= 0,785 \text{ m}^2 \\ &= 785000 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 3. N_{60} &= \text{rata-rata ujung bawah } \textit{bored pile} \text{ sampai } 2d_b \text{ di bawahnya} \\ &= 28,25 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 4. f_b &= 0,60 \cdot \sigma_r \cdot N_{60} \leq 4500 \text{ kPa} \\ &= 0,60 \cdot \sigma_r \cdot N_{60} \leq 5 \text{ Mpa} \\ &= 0,60 \cdot 0,1 \cdot 28,25 \leq 5 \text{ Mpa} \\ &= 1,695 \text{ Mpa} \leq 5 \text{ Mpa} \quad (\text{OK}) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 5. Q_b &= A_b \cdot f_b \\ &= 785000 \cdot 1,695 \end{aligned}$$

$$= 1330575 \text{ N}$$

$$= 133,06 \text{ Ton}$$

Tahanan Selimut

Tanah dikelompokkan berdasarkan jenis tanah dan konsistensinya. Terdiri dari lanau, pasir, lempung sangat lunak, lempung lunak, lempung sedang, lempung kaku, dan lempung sangat kaku. Pengelompokkan konsistensi tanah berdasarkan nilai NSPT menggunakan tabel 2.3. Seperti yang dijelaskan subbab 2.6, perlu dibuat batas lapisan tanah pada permukaan air tanah dan tanah yang tebalnya lebih dari 6 m. TP3A menggunakan data tanah hasil stratigrafi BH1 dan BH2. Berikut contoh perhitungan tahanan selimut pada lapisan pasir kedalaman 23,65 m - 27,39 m:

1. Nilai NSPT pada kedalaman 23,65 m - 27,39 m = 43,3
2. Menghitung z yaitu kedalaman dari permukaan tanah ke tengah lapisan tanah yang sedang dihitung. Nilai z yaitu 25,52 m.
3. Menghitung luas selimut

$$A_s = \text{Keliling } \textit{bored pile} \cdot \text{tebal lapisan tanah}$$

$$= \pi \cdot d_b \cdot 3,74$$

$$= 3,14 \cdot 1 \cdot 3,74$$

$$= 11,74 \text{ m}^2$$

4. Menentukan nilai berat isi jenuh tanah. Nilai tersebut didapat dari tabel 2.2 menggunakan interpolasi. Nilai berat isi jenuh tanah (γ_{sat}) untuk NSPT 43,3 adalah 21,72 kN/m³.
5. Menentukan berat isi efektif tanah (γ').

$$\gamma' = \text{Berat isi jenuh tanah} - \text{Berat isi air}$$

$$= 21,72 - 10$$

$$= 11,72 \text{ kN/m}^3$$

6. Menghitung tekanan *overburden* efektif (σ')

σ' = Tekanan *overburden* efektif lapisan tanah sebelumnya + (tebal lapisan . berat isi efektif tanah)

$$= 237,56 + (3,74 \cdot 11,72)$$

$$= 281,41 \text{ kN/m}^2$$

7. Menghitung tekanan *overburden* efektif rata-rata

Tekanan *overburden* efektif yang dirata-rata adalah tekanan *overburden* lapisan tanah sebelumnya dan tekanan *overburden* lapisan tanah yang dihitung.

$$\sigma' \text{ rata-rata} = \frac{237,56 + 281,41}{2}$$

$$= 259,49 \text{ kN/m}^2$$

8. Menghitung β

Menggunakan persamaan 2.11 karena lapisan yang dihitung memiliki NSPT diatas 15.

$$\beta = 1,5 - 0,245\sqrt{z}$$

$$= 1,5 - 0,245\sqrt{27,75}$$

$$= 0,26$$

9. Menghitung daya dukung selimut (Q_s)

$$Q_s = A_s \cdot \sigma' \text{ rata-rata} \cdot \beta$$

$$= 11,74 \cdot 281,41 \cdot 0,26$$

$$= 799,39 \text{ kN}$$

$$= 79,94 \text{ Ton}$$

Langkah-langkah perhitungan di atas diulang untuk semua lapisan tanah. Jadi setiap lapisan tanah memiliki Q_s lalu dijumlahkan untuk menjadi Q_s total. Tabel di bawah adalah Q_s setiap lapisan.



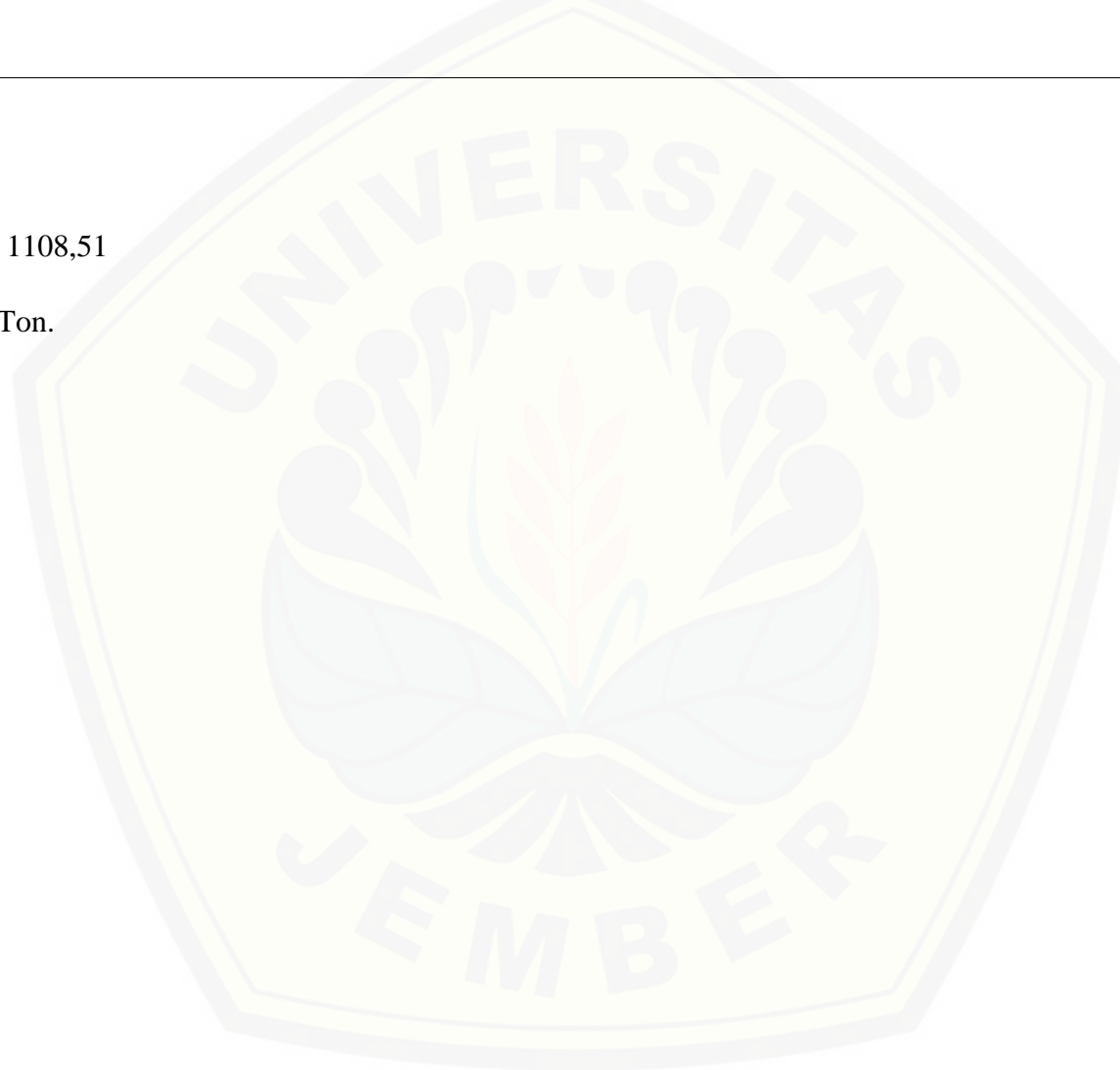
Kedalaman kumulatif (m)	Jenis Tanah	NSPT	z (m)	As (m ²)	ysat (kN/m ³)	y' (kN/m ³)	Tekanan Overburden efektif σ' (kN/m ²)	σ' rata-rata (kN/m ²)	β	Qs (kN)	Qs (Ton)
0											
2	Lempung Sedang	11	1,00	6,28	20,29	20,21	40,43	40,43	0,92	233,66	23,37
2,14	Lempung Sedang	11	2,07	0,44	20,29	10,29	41,87	41,15	0,84	15,22	1,52
6	Pasir	11	4,07	12,12	18,29	8,29	73,85	57,86	0,74	517,21	51,72
12	Lempung Lunak	3,2	9,00	18,84	17,80	7,80	120,65	97,25	0,25	458,05	45,80
18	Lempung Sedang	10,5	15,00	18,84	20,07	10,07	181,08	150,86	0,39	1096,50	109,65
20,88	Lempung Sedang	10,5	19,44	9,04	20,07	10,07	210,08	195,58	0,29	519,71	51,97
23,65	Lanau	19,6	22,27	8,70	19,92	9,92	237,56	223,82	0,34	669,59	66,96
27,39	Pasir	43,4	25,52	11,74	21,72	11,72	281,41	259,49	0,26	799,39	79,94
28,25	Lanau	24,4	27,82	2,70	20,88	10,88	290,77	286,09	0,25	193,14	19,31
29,15	Pasir	24,05	28,70	2,83	18,39	8,39	298,32	294,54	0,25	208,09	20,81
31,25	Lanau	25,6	30,20	6,59	21,12	11,12	321,67	309,99	0,25	511,02	51,10
32,11	Lempung kaku	20,67	31,68	2,70	20,13	10,13	330,38	326,03	0,25	220,10	22,01
32,96	Pasir	19,67	32,54	2,67	17,63	7,63	336,87	333,63	0,25	222,61	22,26
38,96	Lempung kaku	19,28	35,96	18,84	19,86	9,86	396,01	366,44	0,25	1725,93	172,59
45,3	Lempung kaku	19,28	42,13	19,91	19,86	9,86	458,49	427,25	0,25	2126,39	212,64

49,44	Lanau	28,25	47,37	13,00	21,65	11,65	506,73	482,61	0,25	1568,44	156,84
										$\Sigma Q_s =$	1108,51

$$Q_{total} = Q_b + Q_s$$

$$= 133,06 + 1108,51$$

$$= 1241,56 \text{ Ton.}$$



Perhitungan TP4A

Perhitungan daya dukung terdiri dari tahanan ujung tiang dan selimut. Perhitungan akan dijelaskan di bawah.

Tahanan Ujung

Bored pile TP4A menggunakan data tanah hasil stratigrafi antara BH1 dan BH5. Perhitungan tahanan ujung menggunakan persamaan 2.4 dan 2.5.

$$Q_b = A_b \cdot f_b$$

$$f_b = 0,60 \cdot \sigma_r \cdot N_{60} \leq 4500 \text{ kPa}$$

Langkah-langkah perhitungan adalah sebagai berikut.

1. Data *bored pile*

$$\text{Diameter } \textit{bored pile} (d_b) = 1,00 \text{ m}$$

$$2d_b = 2 \cdot 1 = 2 \text{ m}$$

$$\text{Kedalaman } \textit{bored pile} = 50,61 \text{ m}$$

$$\sigma_r = 100 \text{ kPa} = 0,1 \text{ Mpa}$$

$$\begin{aligned} 2. \text{ Luas penampang } \textit{bored pile} (A_b) &= 0,25 \cdot \pi \cdot d^2 \\ &= 0,25 \cdot 3,14 \cdot 1^2 \\ &= 0,785 \text{ m}^2 \\ &= 785000 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 3. N_{60} &= \text{rata-rata ujung bawah } \textit{bored pile} \text{ sampai } 2d_b \text{ di bawahnya} \\ &= 36,25 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 4. f_b &= 0,60 \cdot \sigma_r \cdot N_{60} \leq 4500 \text{ kPa} \\ &= 0,60 \cdot \sigma_r \cdot N_{60} \leq 5 \text{ Mpa} \\ &= 0,60 \cdot 0,1 \cdot 36,25 \leq 5 \text{ Mpa} \\ &= 2,175 \text{ Mpa} \leq 5 \text{ Mpa} \quad (\text{OK}) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 5. Q_b &= A_b \cdot f_b \\ &= 785000 \cdot 2,175 \end{aligned}$$

$$= 1707375 \text{ N}$$

$$= 170,738 \text{ Ton}$$

Tahanan Selimut

Tanah dikelompokkan berdasarkan jenis tanah dan konsistensinya. Terdiri dari lanau, pasir, lempung sangat lunak, lempung lunak, lempung sedang, lempung kaku, dan lempung sangat kaku. Pengelompokkan konsistensi tanah berdasarkan nilai NSPT menggunakan tabel 2.3. Seperti yang dijelaskan subbab 2.6, perlu dibuat batas lapisan tanah pada permukaan air tanah dan tanah yang tebalnya lebih dari 6 m. Berikut contoh perhitungan tahanan selimut pada lapisan lempung sedang kedalaman 0,92 m - 1,69 m.

1. Nilai NSPT pada kedalaman 23,65 m - 27,39 m = 8,33
2. Menghitung z yaitu kedalaman dari permukaan tanah ke tengah lapisan tanah yang sedang dihitung. Nilai z yaitu 1,31 m.
3. Menghitung luas selimut

$$\begin{aligned} A_s &= \text{Keliling } \textit{bored pile} \cdot \text{tebal lapisan tanah} \\ &= \pi \cdot db \cdot 0,77 \\ &= 3,14 \cdot 1 \cdot 0,77 \\ &= 2,42 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

4. Menentukan nilai berat isi jenuh tanah. Nilai tersebut didapat dari tabel 2.3 menggunakan interpolasi. Nilai berat isi jenuh tanah (γ_{sat}) untuk NSPT 8,33 adalah 19,14 kN/m³.
5. Menentukan berat isi efektif tanah (γ').

- a. Menentukan nilai angka pori (e) dan kadar air (w_c)

Ditentukan menggunakan tabel 2.3

$$e = 0,9$$

$$wc = 0,30$$

b. Menentukan berat jenis tanah (GS)

$$\begin{aligned} GS &= \frac{\gamma_{sat} + (e \cdot \gamma_{sat}) - (e \cdot \gamma_w)}{10} \\ &= \frac{19,14 + (0,9 \cdot 19,14) - (0,9 \cdot 10)}{10} \\ &= 2,74 \end{aligned}$$

c. Menghitung berat isi tanah

$$\begin{aligned} \gamma &= \frac{GS \cdot \gamma_w \cdot (wc + 1)}{1 + e} \\ &= \frac{2,74 \cdot 10 \cdot (0,3 + 1)}{1 + 0,9} \\ &= 18,73 \text{ kN/m}^3 \end{aligned}$$

6. Menghitung tekanan *overburden* efektif (σ')

$$\begin{aligned} \sigma' &= \text{Tekanan } \textit{overburden} \text{ efektif lapisan tanah sebelumnya} + (\text{tebal} \\ &\quad \text{lapisan} \cdot \text{berat isi efektif tanah}) \\ &= 17,32 + (0,77 \cdot 18,73) \\ &= 31,74 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

7. Menghitung tekanan *overburden* efektif rata-rata

Tekanan *overburden* efektif yang dirata-rata adalah tekanan *overburden* lapisan tanah sebelumnya dan tekanan *overburden* lapisan tanah yang dihitung.

$$\begin{aligned} \sigma' \text{ rata-rata} &= \frac{17,32 + 31,74}{2} \\ &= 24,53 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

8. Menghitung β

Menggunakan persamaan 2.12 karena lapisan yang dihitung memiliki NSPT di bawah 15.

$$\begin{aligned}\beta &= N_{60} / 15 (1,5 - 0,245\sqrt{z}) \\ &= 36,25 / 15 (1,5 - 0,245\sqrt{1,31}) \\ &= 0,68\end{aligned}$$

9. Menghitung daya dukung selimut (Q_s)

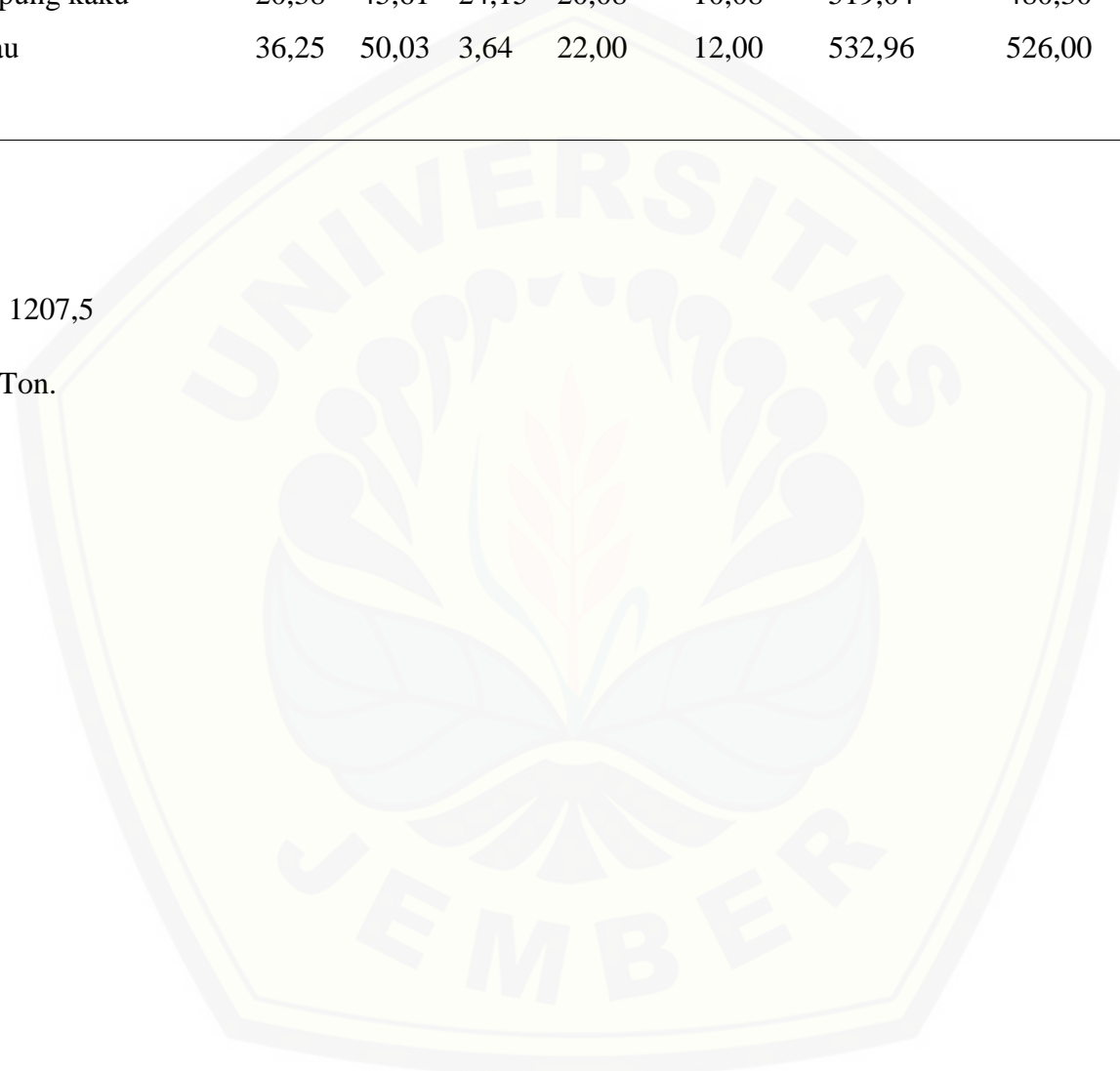
$$\begin{aligned}Q_s &= A_s \cdot \sigma' \text{ rata-rata} \cdot \beta \\ &= 2,42 \cdot 24,53 \cdot 0,68 \\ &= 40,18 \text{ kN} \\ &= 4,02 \text{ Ton}\end{aligned}$$

Langkah-langkah perhitungan di atas diulang untuk semua lapisan tanah. Jadi setiap lapisan tanah memiliki Q_s lalu dijumlahkan untuk menjadi Q_s total. Lihat table di bawah untuk rekapitulasi perhitungan semua lapisan tanah.

Kedalaman kumulatif (m)	Jenis Tanah	NSPT	z (m)	As (m ²)	ysat (kN/m ³)	y' (kN/m ³)	Tekanan Overburden efektif σ' (kN/m ²)	σ' rata-rata (kN/m ²)	β	Qs (kN)	Qs (Ton)
0											
0,92	Lanau	8	0,46	2,89	19,00	18,83	17,32	17,32	0,71	35,59	3,56
1,69	Lempung sedang	8,33	1,31	2,42	19,14	18,73	31,74	24,53	0,68	40,18	4,02
2,08	Lempung sedang	8,33	1,89	1,22	19,14	9,14	35,30	33,52	0,65	26,53	2,65
5,08	Pasir	10,43	3,58	9,42	18,04	8,04	59,43	47,37	0,72	321,55	32,16
8,08	Lempung sangat lunak	6,63	6,58	9,42	18,97	8,97	86,35	72,89	0,39	264,49	26,45
12,58	Lempung sangat lunak	6,63	10,33	14,13	18,97	8,97	126,72	106,53	0,31	474,10	47,41
16,58	Lempung sedang	12,5	14,58	12,56	20,93	10,93	170,44	148,58	0,47	877,87	87,79
20,08	Lempung sedang	12,5	18,33	10,99	20,93	10,93	208,69	189,56	0,38	783,08	78,31
23,13	Lanau	23	21,61	9,58	20,60	10,60	241,02	224,85	0,36	777,83	77,78
24,29	Lempung kaku	23	23,71	3,64	20,60	10,60	253,31	247,16	0,31	276,40	27,64
26,03	Lanau	26	25,16	5,46	21,20	11,20	272,80	263,06	0,27	389,61	38,96
31,03	Pasir	39,08	28,53	15,70	20,98	10,98	327,70	300,25	0,25	1178,48	117,85
35,08	Pasir	39,08	33,06	12,72	20,98	10,98	372,16	349,93	0,25	1112,51	111,25
36,24	Lanau	33,25	35,66	3,64	22,00	12,00	386,08	379,12	0,25	345,23	34,52
41,76	Lempung kaku	20,25	39,00	17,33	20,05	10,05	441,56	413,82	0,25	1793,17	179,32

49,45	Lempung kaku	20,38	45,61	24,15	20,08	10,08	519,04	480,30	0,25	2899,41	289,94
50,61	Lanau	36,25	50,03	3,64	22,00	12,00	532,96	526,00	0,25	478,98	47,90
										$\Sigma Q_s =$	1207,50

$$\begin{aligned} Q_{\text{total}} &= Q_b + Q_s \\ &= 170,74 + 1207,5 \\ &= 1378,24 \text{ Ton.} \end{aligned}$$



Perhitungan TP5A

Perhitungan daya dukung terdiri dari tahanan ujung tiang dan selimut. Perhitungan akan dijelaskan di bawah.

Tahanan Ujung

Bored pile TP5A menggunakan data tanah hasil stratigrafi antara BH5 dan BH6. Perhitungan tahanan ujung menggunakan persamaan 2.4 dan 2.5.

$$Q_b = A_b \cdot f_b$$

$$f_b = 0,60 \cdot \sigma_r \cdot N_{60} \leq 4500 \text{ kPa}$$

Langkah-langkah perhitungan adalah sebagai berikut.

1. Data *bored pile*

$$\text{Diameter } \textit{bored pile} (d_b) = 1,00 \text{ m}$$

$$2d_b = 2 \cdot 1 = 2 \text{ m}$$

$$\text{Kedalaman } \textit{bored pile} = 50,86 \text{ m}$$

$$\sigma_r = 100 \text{ kPa} = 0,1 \text{ Mpa}$$

$$\begin{aligned} 2. \text{ Luas penampang } \textit{bored pile} (A_b) &= 0,25 \cdot \pi \cdot d^2 \\ &= 0,25 \cdot 3,14 \cdot 1^2 \\ &= 0,785 \text{ m}^2 \\ &= 785000 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 3. N_{60} &= \text{rata-rata ujung bawah } \textit{bored pile} \text{ sampai } 2d_b \text{ di bawahnya} \\ &= \frac{25,17 + 21,64}{2} \\ &= 23,41 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 4. f_b &= 0,60 \cdot \sigma_r \cdot N_{60} \leq 4500 \text{ kPa} \\ &= 0,60 \cdot \sigma_r \cdot N_{60} \leq 5 \text{ Mpa} \\ &= 0,60 \cdot 0,1 \cdot 23,41 \leq 5 \text{ Mpa} \\ &= 1,404 \text{ Mpa} \leq 5 \text{ Mpa} \quad (\text{OK}) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 5. \quad Q_b &= A_b \cdot f_b \\
 &= 785000 \cdot 1,404 \\
 &= 1102375,5 \text{ N} \\
 &= 110,24 \text{ Ton}
 \end{aligned}$$

Tahanan Selimut

Tanah dikelompokkan berdasarkan jenis tanah dan konsistensinya. Terdiri dari lanau, pasir, lempung sangat lunak, lempung lunak, lempung sedang, lempung kaku, dan lempung sangat kaku. Pengelompokkan konsistensi tanah berdasarkan nilai NSPT menggunakan tabel 2.3. Seperti yang dijelaskan subbab 2.6, perlu dibuat batas lapisan tanah pada permukaan air tanah dan tanah yang tebalnya lebih dari 6 m. Berikut contoh perhitungan tahanan selimut pada lapisan lanau kedalaman 18,81 m - 23,54 m:

1. Nilai NSPT pada kedalaman 18,81 m - 23,54 m = 27,56
2. Menghitung z yaitu kedalaman dari permukaan tanah ke tengah lapisan tanah yang sedang dihitung. Nilai z yaitu 21,18 m.
3. Menghitung luas selimut

$$\begin{aligned}
 A_s &= \text{Keliling } \textit{bored pile} \cdot \text{tebal lapisan tanah} \\
 &= \pi \cdot d_b \cdot 4,73 \\
 &= 3,14 \cdot 1 \cdot 4,73 \\
 &= 14,85 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

4. Menentukan nilai berat isi jenuh tanah. Nilai tersebut didapat dari tabel 2.3 menggunakan interpolasi. Nilai berat isi jenuh tanah (γ_{sat}) untuk NSPT 27,56 adalah 21,51 kN/m³.
5. Menentukan berat isi efektif tanah (γ').

$$\begin{aligned}
 \gamma' &= \text{Berat isi jenuh tanah} - \text{Berat isi air} \\
 &= 21,51 - 10
 \end{aligned}$$

$$= 11,51 \text{ kN/m}^3$$

Perhitungan ini untuk lapisan tanah di bawah muka air. Jika diatas muka air maka perhitungan sedikit berbeda. Perhitungannya sebagai berikut.

- a. Menentukan nilai angka pori (e) dan kadar air (w_c)

Ditentukan menggunakan tabel 2.3

- b. Menentukan berat jenis tanah (GS)

$$GS = \frac{\gamma_{sat} + (e \cdot \gamma_{sat}) - (e \cdot \gamma_w)}{10}$$

- c. Menghitung berat isi tanah

$$\gamma = \frac{GS \cdot \gamma_w \cdot (w_c + 1)}{1 + e}$$

6. Menghitung tekanan *overburden* efektif (σ')

σ' = Tekanan *overburden* efektif lapisan tanah sebelumnya + (tebal lapisan . berat isi efektif tanah)

$$= 166,11 + (4,73 \cdot 11,51)$$

$$= 220,56 \text{ kN/m}^2$$

7. Menghitung tekanan *overburden* efektif rata-rata

Tekanan *overburden* efektif yang dirata-rata adalah tekanan *overburden* lapisan tanah sebelumnya dan tekanan *overburden* lapisan tanah yang dihitung.

$$\sigma' \text{ rata-rata} = \frac{166,11 + 220,56}{2}$$

$$= 193,34 \text{ kN/m}^2$$

8. Menghitung β

Menggunakan persamaan 2.11 karena lapisan yang dihitung memiliki NSPT diatas 15.

$$\begin{aligned}\beta &= 1,5 - 0,245\sqrt{z} \\ &= 1,5 - 0,245\sqrt{21,18} \\ &= 0,37\end{aligned}$$

9. Menghitung daya dukung selimut (Q_s)

$$\begin{aligned}Q_s &= A_s \cdot \sigma' \text{ rata-rata} \cdot \beta \\ &= 14,85 \cdot 193,34 \cdot 0,37 \\ &= 1069,91 \text{ kN} \\ &= 106,99 \text{ Ton}\end{aligned}$$

Langkah-langkah perhitungan di atas diulang untuk semua lapisan tanah. Jadi setiap lapisan tanah memiliki Q_s lalu dijumlahkan untuk menjadi Q_s total. Lihat tabel di bawah untuk rekapitulasi perhitungan semua lapisan tanah.

Kedalaman kumulatif (m)	Jenis Tanah	NSPT	z (m)	As (m ²)	ysat (kN/m ³)	y' (kN/m ³)	Tekanan Overburden efektif σ' (kN/m ²)	σ' rata-rata (kN/m ²)	β	Qs (kN)	Qs (Ton)
0,46	Pasir	6	0,23	1,44	16,67	15,89	7,31	7,31	0,55	5,84	0,58
1,64	Lanau	8,33	1,05	3,71	19,14	19,00	29,73	18,52	0,69	47,59	4,76
1,84	Lanau	8,33	1,74	0,63	19,14	9,14	31,56	30,65	0,65	12,58	1,26
4,73	Pasir	8,6	3,29	9,07	17,26	7,26	52,53	42,05	0,61	231,00	23,10
8,73	Lempung lunak	4,33	6,73	12,56	17,25	7,25	81,52	67,03	0,25	210,07	21,01
12,23	Lempung lunak	4,33	10,48	10,99	17,25	7,25	106,89	94,21	0,25	258,83	25,88
18,81	Lempung sedang	15	15,52	20,66	19,00	9,00	166,11	136,50	0,53	1508,30	150,83
23,54	Lanau	27,56	21,18	14,85	21,51	11,51	220,56	193,34	0,37	1069,91	106,99
28,54	Pasir	41,38	26,04	15,70	21,38	11,38	277,44	249,00	0,25	976,47	97,65
33,36	Pasir	41,38	30,95	15,13	21,38	11,38	332,27	304,86	0,25	1153,49	115,35
37,36	Lempung kaku	22,88	35,36	12,56	20,58	10,58	374,58	353,42	0,25	1109,75	110,98
41	Lempung kaku	22,88	39,18	11,43	20,58	10,58	413,07	393,82	0,25	1125,31	112,53
48,8	Lempung kaku	20,41	44,90	24,49	20,08	10,08	491,71	452,39	0,25	2770,00	277,00
50,86	Lanau	25,17	49,83	6,47	21,03	11,03	514,44	503,08	0,25	813,53	81,35
										$\Sigma Q_s =$	1129,27

$$\begin{aligned}
 Q_{\text{total}} &= Q_b + Q_s \\
 &= 110,24 + 1129,27 \\
 &= 1239,50 \text{ Ton.}
 \end{aligned}$$

Perhitungan TP1B

Perhitungan daya dukung terdiri dari tahanan ujung tiang dan selimut. Perhitungan akan dijelaskan di bawah.

Tahanan Ujung

Bored pile TP1B menggunakan data tanah BH7. Perhitungan tahanan ujung menggunakan persamaan 2.4 dan 2.5.

$$\begin{aligned}
 Q_b &= A_b \cdot f_b \\
 f_b &= 0,60 \cdot \sigma_r \cdot N_{60} \leq 4500 \text{ kPa}
 \end{aligned}$$

Langkah-langkah perhitungan adalah sebagai berikut.

1. Data *bored pile*

$$\begin{aligned}
 \text{Diameter } \textit{bored pile} (d_b) &= 0,80 \text{ m} \\
 2d_b &= 2 \cdot 0,8 &= 1,6 \text{ m} \\
 \text{Kedalaman } \textit{bored pile} &= 30,136 \text{ m} \\
 \sigma_r &= 100 \text{ kPa} = 0,1 \text{ Mpa}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 2. \text{ Luas penampang } \textit{bored pile} (A_b) &= 0,25 \cdot \pi \cdot d^2 \\
 &= 0,25 \cdot 3,14 \cdot 0,8^2 \\
 &= 0,502 \text{ m}^2 \\
 &= 502400 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 3. N_{60} &= \text{rata-rata ujung bawah } \textit{bored pile} \text{ sampai } 2d_b \text{ di bawahnya} \\
 &= \frac{47 + 21}{2} \\
 &= 34
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 4. \quad f_b &= 0,60 \cdot \sigma_r \cdot N_{60} && \leq 4500 \text{ kPa} \\
 &= 0,60 \cdot \sigma_r \cdot N_{60} && \leq 5 \text{ Mpa} \\
 &= 0,60 \cdot 0,1 \cdot 34 && \leq 5 \text{ Mpa} \\
 &= 2,04 \text{ Mpa} && \leq 5 \text{ Mpa} \quad (\text{OK})
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 5. \quad Q_b &= A_b \cdot f_b \\
 &= 502400 \cdot 2,04 \\
 &= 1024896 \text{ N} \\
 &= 102,49 \text{ Ton}
 \end{aligned}$$

Tahanan Selimut

Tanah dikelompokkan berdasarkan jenis tanah dan konsistensinya. Terdiri dari dari lanau, pasir, lempung sangat lunak, lempung lunak, lempung sedang, lempung kaku, dan lempung sangat kaku. Pengelompokkan konsistensi tanah berdasarkan nilai NSPT menggunakan tabel 2.3. Seperti yang dijelaskan subbab 2.6, perlu dibuat batas lapisan tanah pada permukaan air tanah dan tanah yang tebalnya lebih dari 6 m. Berikut contoh perhitungan tahanan selimut pada lapisan lanau kedalaman 12 m - 18 m:

1. Pada kedalaman 12 m - 18 m terdapat empat nilai NSPT yaitu 9, 10, 13, dan 12. Nilai NSPT tersebut dirata-rata.

$$\begin{aligned}
 \text{NSPT kedalaman 12 m - 18 m} &= \frac{9 + 10 + 13 + 12}{4} \\
 &= 11
 \end{aligned}$$

2. Menghitung z yaitu kedalaman dari permukaan tanah ke tengah lapisan tanah yang sedang dihitung. Nilai z yaitu 15 m.
3. Menghitung luas selimut

$$\begin{aligned}
 A_s &= \text{Keliling } \textit{bored pile} \cdot \text{tebal lapisan tanah} \\
 &= \pi \cdot d_b \cdot 6 \\
 &= 3,14 \cdot 0,8 \cdot 6
 \end{aligned}$$

$$= 15,07 \text{ m}^2$$

4. Menentukan nilai berat isi jenuh tanah. Nilai tersebut didapat dari tabel 2.3 menggunakan interpolasi. Nilai berat isi jenuh tanah (γ_{sat}) untuk NSPT 11 adalah $20,29 \text{ kN/m}^3$.

5. Menentukan berat isi efektif tanah (γ').

$$\begin{aligned} \gamma' &= \text{Berat isi jenuh tanah} - \text{Berat isi air} \\ &= 20,29 - 10 \\ &= 10,29 \text{ kN/m}^3 \end{aligned}$$

6. Menghitung tekanan *overburden* efektif (σ')

$$\begin{aligned} \sigma' &= \text{Tekanan } \textit{overburden} \text{ efektif lapisan tanah sebelumnya} + (\text{tebal} \\ &\quad \text{lapisan} \cdot \text{berat isi efektif tanah}) \\ &= 101,12 + (6 \cdot 10,29) \\ &= 162,84 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

7. Menghitung tekanan *overburden* efektif rata-rata

Tekanan *overburden* efektif yang dirata-rata adalah tekanan *overburden* lapisan tanah sebelumnya dan tekanan *overburden* lapisan tanah yang dihitung.

$$\begin{aligned} \sigma' \text{ rata-rata} &= \frac{101,12 + 162,84}{2} \\ &= 131,98 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

8. Menghitung β

Menggunakan persamaan 2.12 karena lapisan yang dihitung memiliki NSPT di bawah 15.

$$\begin{aligned} \beta &= N_{60} / 15 (1,5 - 0,245\sqrt{z}) \\ &= 11 / 15 (1,5 - 0,245\sqrt{15}) \end{aligned}$$

$$= 0,40$$

9. Menghitung daya dukung selimut (Q_s)

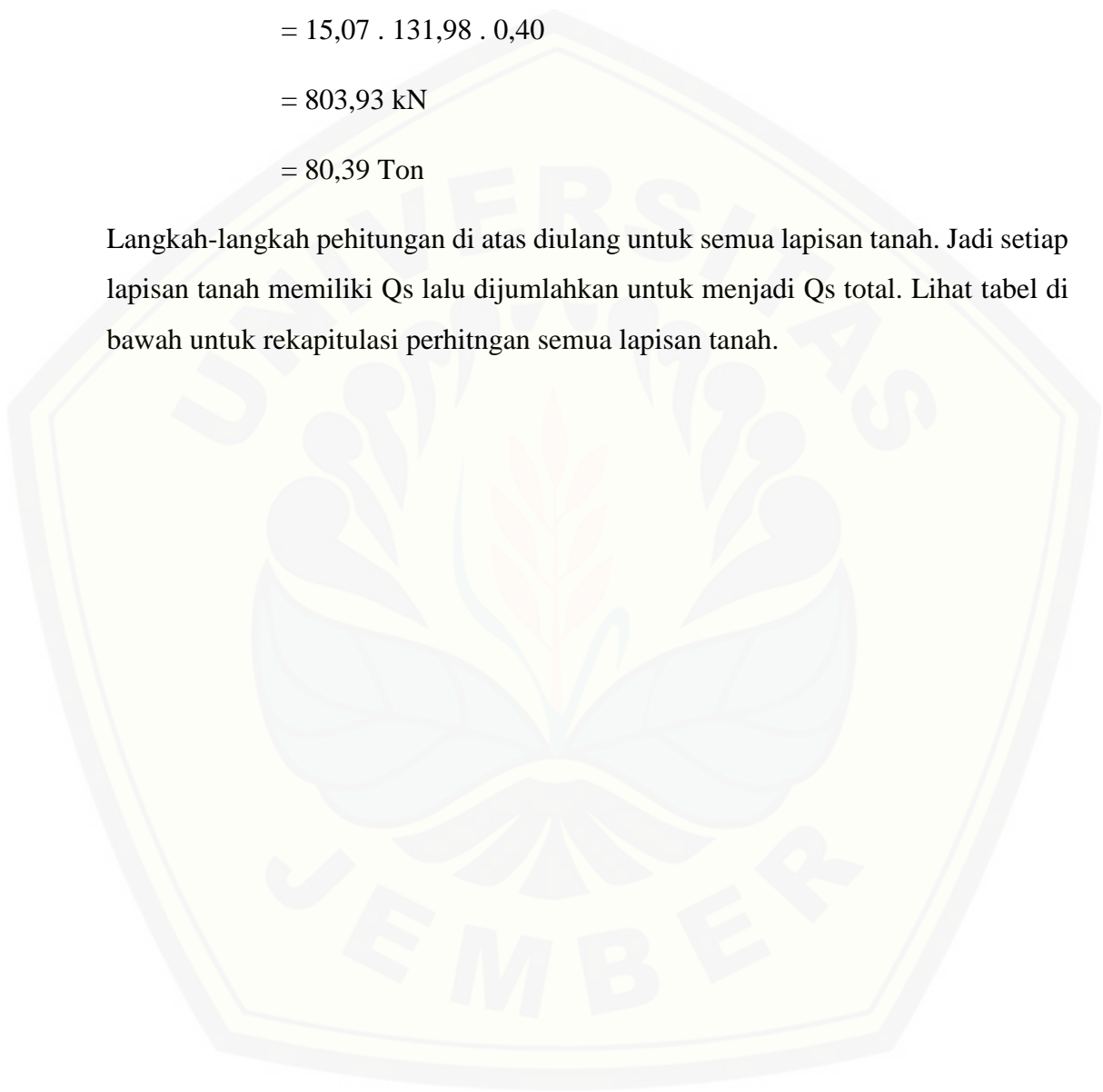
$$Q_s = A_s \cdot \sigma' \text{ rata-rata} \cdot \beta$$

$$= 15,07 \cdot 131,98 \cdot 0,40$$

$$= 803,93 \text{ kN}$$

$$= 80,39 \text{ Ton}$$

Langkah-langkah perhitungan di atas diulang untuk semua lapisan tanah. Jadi setiap lapisan tanah memiliki Q_s lalu dijumlahkan untuk menjadi Q_s total. Lihat tabel di bawah untuk rekapitulasi perhitungan semua lapisan tanah.



Kedalaman kumulatif (m)	Jenis Tanah	NSPT	NSPT Berdasarkan Jenis Tanah	z (m)	As (m ²)	γ _{sat} (kN/m ³)	y' (kN/m ³)	Tekanan Overburden efektif σ' (kN/m ²)	σ' rata-rata (kN/m ²)	β	Q _s (kN)	Q _s (Ton)
0	Lempung lunak	0										
1,5	Lempung lunak	2	2	1,00	5,02	16,00	13,22	26,43	26,43	0,25	33,20	3,32
2	Lempung lunak	2										
3	Lempung lunak	4	7	2,88	4,40	19,25	9,25	42,62	34,53	0,51	76,82	7,68
3,75	Lempung lunak	10										
4,5	Pasir	10	10	4,13	1,88	17,86	7,86	48,51	45,57	0,67	57,37	5,74
6	Lempung sangat lunak	3	2,5	6,00	7,54	16,75	6,75	68,76	58,64	0,25	110,48	11,05
7,5	Lempung sangat lunak	2										
9	Pasir	7	7	8,25	3,77	16,57	6,57	78,62	73,69	0,37	103,18	10,32
10,5	Lempung sangat lunak	1	3	10,50	7,54	17,50	7,50	101,12	89,87	0,25	169,32	16,93
12	Lempung sangat lunak	5										
13,5	Lanau	9										
15	Lanau	10	11	15,00	15,07	20,29	10,29	162,84	131,98	0,40	803,93	80,39
16,5	Lanau	13										
18	Lanau	12										
19,5	Lempung kaku	20	19	19,50	7,54	19,80	9,80	192,24	177,54	0,42	559,39	55,94

21	Lempung kaku	18											
22,5	Lanau	14											
24	Lanau	14	14,67	23,25	11,30	21,86	11,86	245,59	218,91	0,31	771,02	77,10	
25,5	Lanau	16											
27	Pasir	50											
28,5	Pasir	43	46,75	27,82	11,65	23,00	13,00	305,86	275,73	0,25	802,75	80,28	
30	Pasir	47											
30,136	Pasir	47											
											$\Sigma Q_s =$	348,75	

$$\begin{aligned}
 Q_{\text{total}} &= Q_b + Q_s \\
 &= 110,24 + 1129,27 \\
 &= 1239,50 \text{ Ton.}
 \end{aligned}$$

Perhitungan TP2B

Perhitungan daya dukung terdiri dari tahanan ujung tiang dan selimut. Perhitungan akan dijelaskan di bawah.

4.10.1 Tahanan Ujung

Bored pile TP2B menggunakan data tanah hasil stratigrafi BH5 dan BH7. Perhitungan tahanan ujung menggunakan persamaan 2.4 dan 2.5.

$$Q_b = A_b \cdot f_b$$

$$f_b = 0,60 \cdot \sigma_r \cdot N_{60} \leq 4500 \text{ kPa}$$

Langkah-langkah perhitungan adalah sebagai berikut.

1. Data *bored pile*

$$\begin{aligned} \text{Diameter } \textit{bored pile} (d_b) &= 0,80 \text{ m} \\ 2d_b &= 2 \cdot 0,8 &= 1,6 \text{ m} \\ \text{Kedalaman } \textit{bored pile} &= 49,57 \text{ m} \\ \sigma_r &= 100 \text{ kPa} = 0,1 \text{ Mpa} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 2. \text{ Luas penampang } \textit{bored pile} (A_b) &= 0,25 \cdot \pi \cdot d^2 \\ &= 0,25 \cdot 3,14 \cdot 0,8^2 \\ &= 0,502 \text{ m}^2 \\ &= 502400 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 3. N_{60} &= \text{rata-rata ujung bawah } \textit{bored pile} \text{ sampai } 2d_b \text{ di bawahnya} \\ &= 26,6 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 4. f_b &= 0,60 \cdot \sigma_r \cdot N_{60} \leq 4500 \text{ kPa} \\ &= 0,60 \cdot \sigma_r \cdot N_{60} \leq 5 \text{ Mpa} \\ &= 0,60 \cdot 0,1 \cdot 26,6 \leq 5 \text{ Mpa} \\ &= 1,596 \text{ Mpa} \leq 5 \text{ Mpa} \quad (\text{OK}) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 5. Q_b &= A_b \cdot f_b \\ &= 502400 \cdot 1,596 \end{aligned}$$

$$= 801830,4 \text{ N}$$

$$= 80,183 \text{ Ton}$$

Tahanan Selimut

Tanah dikelompokkan berdasarkan jenis tanah dan konsistensinya. Terdiri dari lanau, pasir, lempung sangat lunak, lempung lunak, lempung sedang, lempung kaku, dan lempung sangat kaku. Pengelompokkan konsistensi tanah berdasarkan nilai NSPT menggunakan tabel 2.3. Seperti yang dijelaskan subbab 2.6, perlu dibuat batas lapisan tanah pada permukaan air tanah dan tanah yang tebalnya lebih dari 6 m. Berikut contoh perhitungan tahanan selimut pada lapisan pasir kedalaman 24,53 m - 29,53 m:

1. NSPT kedalaman 24,53 m - 29,53 m = 38,33
2. Menghitung z yaitu kedalaman dari permukaan tanah ke tengah lapisan tanah yang sedang dihitung. Nilai z yaitu 27,03 m.
3. Menghitung luas selimut

$$As = \text{Keliling } \textit{bored pile} \cdot \text{tebal lapisan tanah}$$

$$= \pi \cdot db \cdot 5$$

$$= 3,14 \cdot 0,8 \cdot 5$$

$$= 12,56 \text{ m}^2$$

4. Menentukan nilai berat isi jenuh tanah. Nilai tersebut didapat dari tabel 2.2 menggunakan interpolasi. Nilai berat isi jenuh tanah (γ_{sat}) untuk NSPT 38,33 adalah 20,85 kN/m³.

5. Menentukan berat isi efektif tanah (γ').

$$\gamma' = \text{Berat isi jenuh tanah} - \text{Berat isi air}$$

$$= 20,85 - 10$$

$$= 10,85 \text{ kN/m}^3$$

6. Menghitung tekanan *overburden* efektif (σ')

σ' = Tekanan *overburden* efektif lapisan tanah sebelumnya + (tebal lapisan . berat isi efektif tanah)

$$= 248,67 + (5 \cdot 10,85)$$

$$= 302,92 \text{ kN/m}^2$$

7. Menghitung tekanan *overburden* efektif rata-rata

Tekanan *overburden* efektif yang dirata-rata adalah tekanan *overburden* lapisan tanah sebelumnya dan tekanan *overburden* lapisan tanah yang dihitung.

$$\sigma' \text{ rata-rata} = \frac{248,67 + 302,92}{2}$$

$$= 275,80 \text{ kN/m}^2$$

8. Menghitung β

Menggunakan persamaan 2.11 karena lapisan yang dihitung memiliki NSPT di atas 15.

$$\beta = 1,5 - 0,245\sqrt{z}$$

$$= 1,5 - 0,245\sqrt{27,03}$$

$$= 0,23 \approx 0,25$$

9. Menghitung daya dukung selimut (Q_s)

$$Q_s = A_s \cdot \sigma' \text{ rata-rata} \cdot \beta$$

$$= 12,56 \cdot 275,80 \cdot 0,25$$

$$= 866,01 \text{ kN}$$

$$= 86,60 \text{ Ton}$$

Langkah-langkah perhitungan di atas diulang untuk semua lapisan tanah. Jadi setiap lapisan tanah memiliki Q_s lalu dijumlahkan untuk menjadi Q_s total. Lihat tabel di bawah untuk rekapitulasi perhitungan semua lapisan tanah.

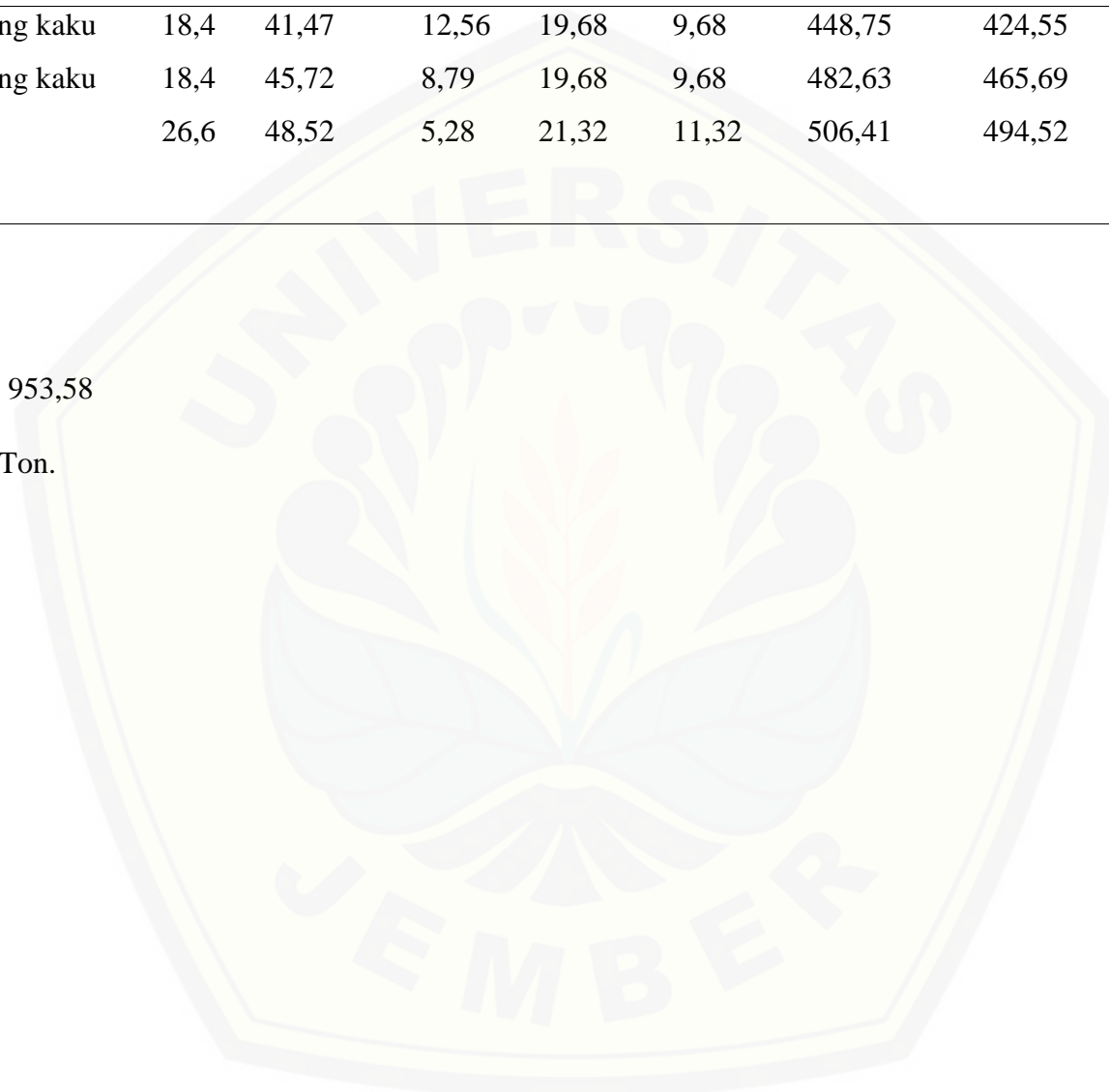


Kedalaman kumulatif (m)	Jenis Tanah	NSPT	z (m)	As (m ²)	γ _{sat} (kN/m ³)	γ' (kN/m ³)	Tekanan		β	Q _s (kN)	Q _s (Ton)
							Overburden efektif σ' (kN/m ²)	σ' rata-rata (kN/m ²)			
0											
1,68	Lempung lunak	4,67	0,84	4,22	17,50	15,66	26,31	26,31	0,40	44,09	4,41
2,29	Lempung lunak	4,67	1,99	1,53	17,50	7,50	30,89	28,60	0,36	15,76	1,58
4,5	Pasir	9,25	3,40	5,55	17,54	7,54	47,54	39,22	0,65	140,78	14,08
5,55	Lempung sedang	6,75	5,03	2,64	19,06	9,06	57,06	52,30	0,43	59,02	5,90
6,08	Pasir	7	5,82	1,33	16,57	6,57	60,54	58,80	0,42	33,22	3,32
7,4	Lempung sedang	6,25	6,74	3,32	18,69	8,69	72,01	66,28	0,36	79,11	7,91
9,24	Lanau	11,2	8,32	4,62	20,37	10,37	91,09	81,55	0,59	223,27	22,33
10,3	Lempung kaku	15,5	9,77	2,66	19,10	9,10	100,74	95,92	0,73	187,51	18,75
15,16	Lempung sedang	7	12,73	12,21	19,25	9,25	145,69	123,22	0,63	941,46	94,15
20,03	Lempung sedang	14,4	17,60	12,23	21,74	11,74	202,88	174,29	0,45	966,75	96,68
24,53	Lanau	20,88	22,28	11,30	20,18	10,18	248,67	225,78	0,34	876,83	87,68
29,53	Pasir	38,33	27,03	12,56	20,85	10,85	302,92	275,80	0,25	866,01	86,60
33,18	Pasir	38,33	31,36	9,17	20,85	10,85	342,53	322,72	0,25	739,75	73,97
33,97	Lanau	29,67	33,58	1,98	21,93	11,93	351,95	347,24	0,25	172,27	17,23
38,97	Lempung kaku	18,4	36,47	12,56	19,68	9,68	400,35	376,15	0,25	1181,12	118,11

Digital Repository Universitas Jember

43,97	Lempung kaku	18,4	41,47	12,56	19,68	9,68	448,75	424,55	0,25	1333,10	133,31
47,47	Lempung kaku	18,4	45,72	8,79	19,68	9,68	482,63	465,69	0,25	1023,59	102,36
49,57	Lanau	26,6	48,52	5,28	21,32	11,32	506,41	494,52	0,25	652,17	65,22
										$\Sigma Q_s =$	953,58

$$\begin{aligned} Q_{\text{total}} &= Q_b + Q_s \\ &= 80,183 + 953,58 \\ &= 1033,76 \text{ Ton.} \end{aligned}$$





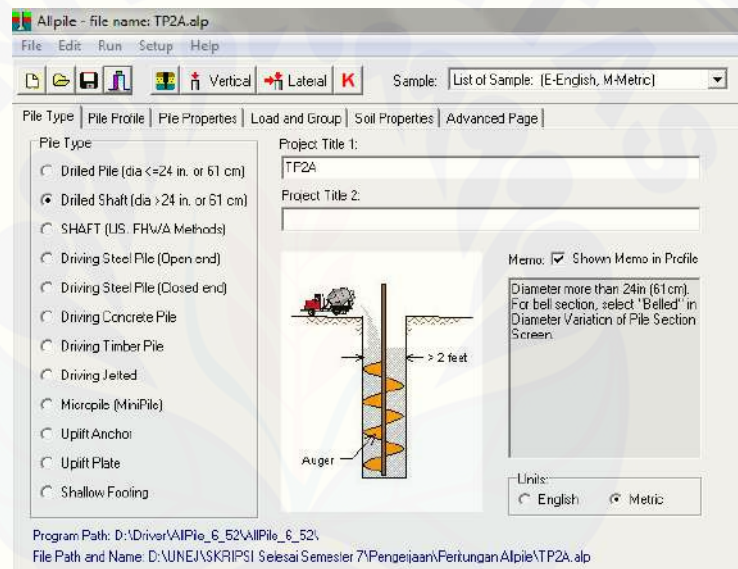
Lampiran 3. Perhitungan Daya Dukung Program Allpile V6.52

Perencanaan TP2A

Allpile V6.52 terdiri dari lima tahap dalam merencanakan pondasi yaitu *pile type*, *pile profile*, *pile properties*, *load and group*, dan *soil properties*. Langkah perencanaan pondasi menggunakan Allpile V6.52 dijelaskan di bawah ini.

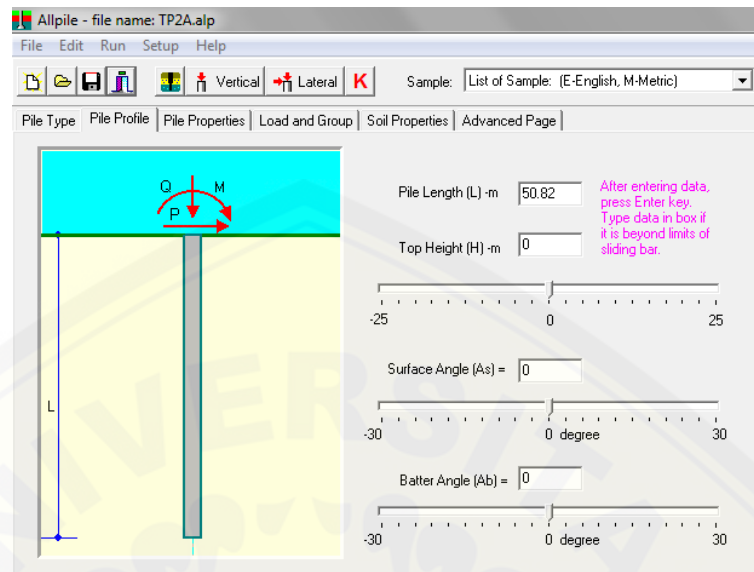
1. Pile type

Mengatur beberapa hal yaitu mengisi nama *bored pile* yang dikerjakan yaitu TP2A, memilih *pile type* yang *drilled shaft* (diameter lebih dari 61 cm), dan memilih satuan *metric*.



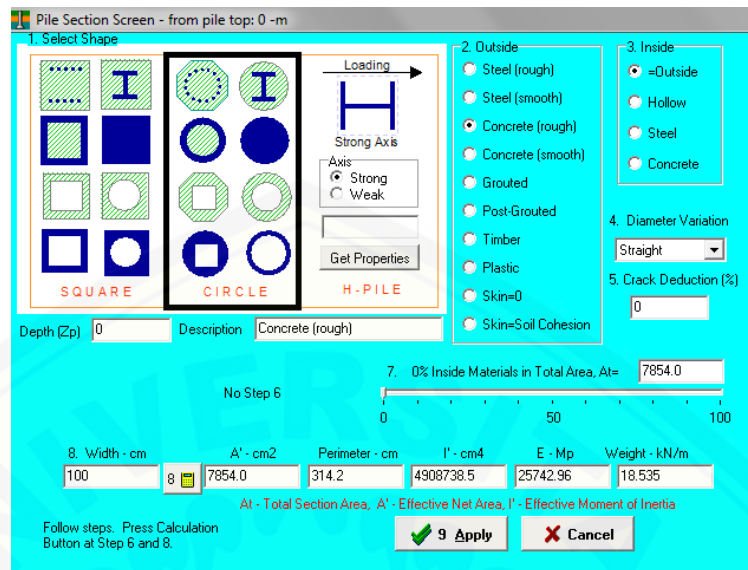
2. Pile Profile

Mengisi data kedalaman *bored pile* TP2A yaitu 50,82 m.

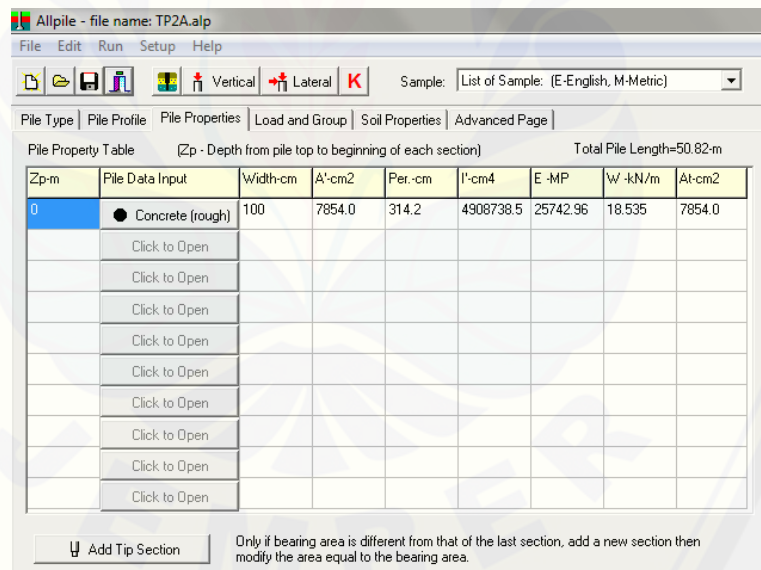


3. Pile Profile

Data-data yang perlu dimasukkan adalah mengenai *bored pile* seperti bentuk penampang, tekstur permukaan luar, jenis material di dalam *bored pile*, ukuran penampang, modulus elastisitas. Setelah itu data-data lainnya otomatis terhitung oleh Allpile V6.52 seperti luas penampang, keliling penampang, inersia *bored pile*, dan berat *bored pile*. Modulus elastisitas beton menggunakan persamaan 2.3. Lihat gambar di bawah untuk lebih jelasnya.

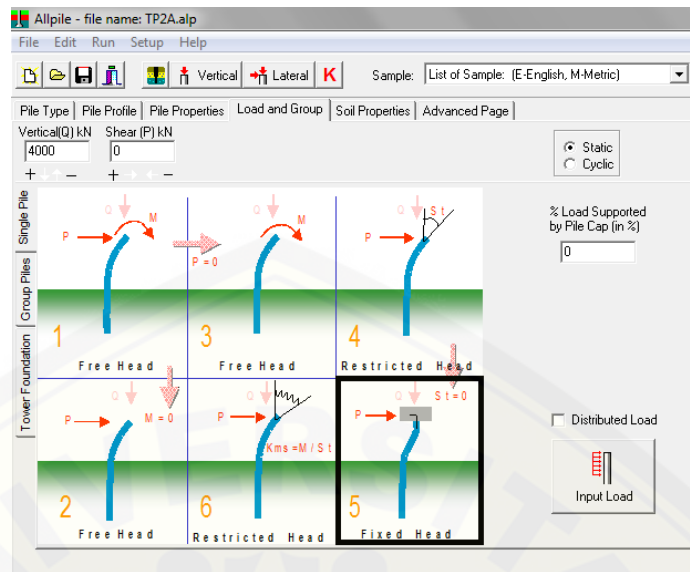


Setelah langkah-langkah tersebut akan muncul gambar di bawah ini.



4. Load and Group

Pada langkah ini yang dilakukan adalah mengisi beban yang ditahan *bored pile* TP2A yaitu 4000 kN dan memilih tipe pembebanan yaitu tipe 5 *fixed head*.



5. Soil Properties

Lapisan tanah yang dapat dimasukkan ke dalam program Allpile V6.52 maksimal adalah 10 lapisan tanah dan sudah termasuk lapisan muka air tanah. Jika lapisan tanah lebih dari 10, maka tanah yang memiliki jenis dan konsistensi sama digabung. Pada proses penggabungan lapisan tanah ada beberapa hal yang perlu diperhatikan yaitu:

- Penggabungan berdasarkan jenis tanah yang mirip dan nilai NSPT yang tidak terlalu jauh.
- Lapisan tanah yang digabung yaitu lempung dengan lempung, pasir dengan pasir, lanau dengan lanau, lanau dengan pasir, dan yang terakhir lanau dengan lempung.
- Penentuan jenis lapisan yang telah digabung berdasarkan jenis tanah dominan.
- Nilai NSPT lapisan tanah hasil penggabungan ditentukan dengan merata-rata NSPT tanah penyusunnya.

Berikut adalah penentuan nilai NSPT untuk tanah yang digabung pada BH1. Tanah yang digabung tersebut terdiri tanah lempung kaku kedalaman 39 m - 45 m dan 45 m - 50,82 m.

Lempung kaku (39 m - 45 m):

Tebal lapisan = 6 m

NSPT = 19,25

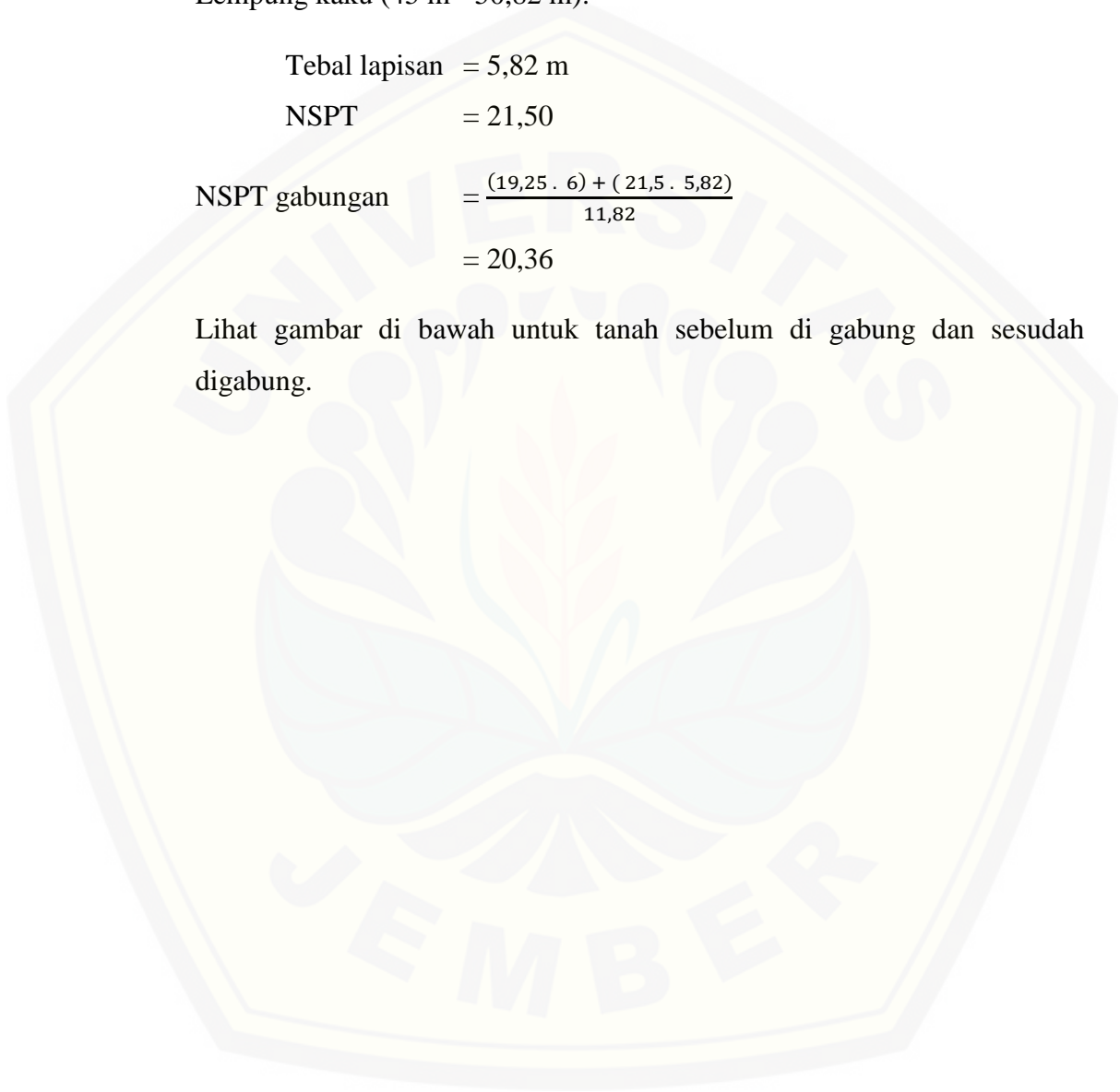
Lempung kaku (45 m - 50,82 m):

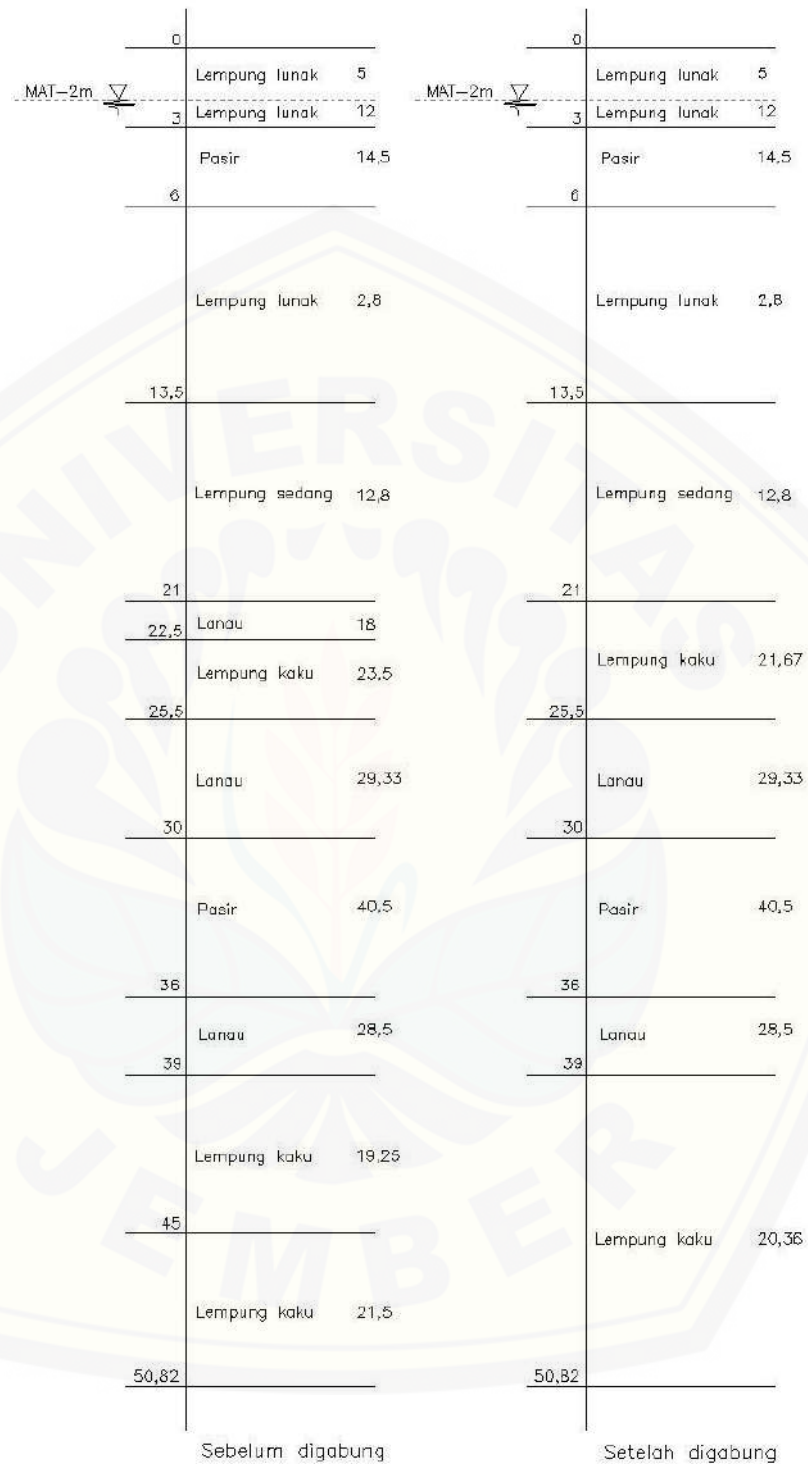
Tebal lapisan = 5,82 m

NSPT = 21,50

$$\begin{aligned} \text{NSPT gabungan} &= \frac{(19,25 \cdot 6) + (21,5 \cdot 5,82)}{11,82} \\ &= 20,36 \end{aligned}$$

Lihat gambar di bawah untuk tanah sebelum di gabung dan sesudah digabung.





Langkah selanjutnya mengisi elevasi muka air tanah dan memasukkan data parameter-parameter lapisan tanah. Lihat gambar di

bawah untuk contoh memasukkan data tanah lapisan pasir kedalaman 3 m - 6 m.

Tahap yang dilakukan yaitu memilih jenis tanah *sand* dan klik tombol *apply*. Selanjutnya mengisi nilai kedalaman tanah, berat isi tanah, nilai sudut friksi, nilai kohesi, dan nilai NSPT. Nilai berat isi tanah untuk tanah di bawah muka air, menggunakan berat isi efektif. Nilai berat isi, sudut friksi, dan kohesi didapat dari interpolasi pada tabel 2.3 dan 2.4. NSPT yang digunakan adalah NSPT terkoreksi. NSPT dikoreksi dengan rumus 2.4. Setelah memasukkan data tanah untuk semua lapisan, maka akan seperti gambar di bawah.

The screenshot shows the 'Allpile' software interface with a file named 'TP2A.alp'. The 'Soil Properties' tab is active, displaying a table of soil data input. The table includes columns for depth (Zg-m), soil type, unit weight (G-kN/m3), friction angle (Phi), cohesion (C-kN/m2), modulus (k-MN/m3), e50 or Dr, Nspt, and Type. The soil layers are defined from 0 to 39 meters depth.

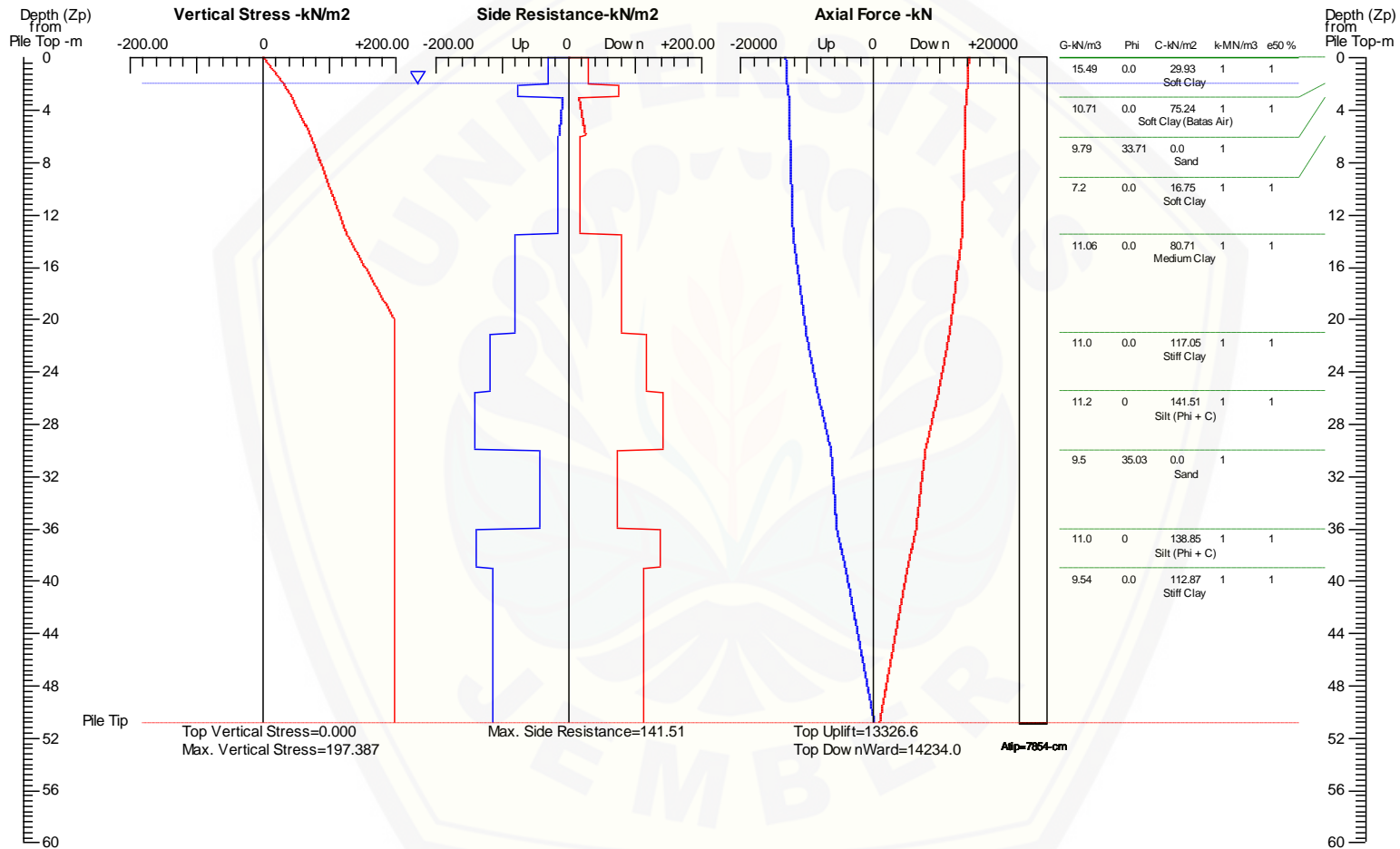
Zg-m	Soil Data Input	G-kN/m3	Phi	C-kN/m2	k-MN/m3	e50 or Dr	Nspt	Type
0	Soft Clay	15.49	0.0	29.93	1	1	5	1
2	Soft Clay (Batas Air[W])	10.71	0.0	75.24	1	1	12	1
3	Sand[W]	9.79	33.71	0.0	1	1	14.5	4
6	Soft Clay [w]	7.2	0.0	16.75	1	1	2.8	1
13.5	Medium Clay [w]	11.06	0.0	80.71	1	1	12.8	1
21	Stiff Clay [w]	11.0	0.0	117.05	1	1	18.34	2
25.5	Silt (Phi + C)[w]	11.2	0	141.51	1	1	22.17	3
30	Sand[W]	9.5	35.03	0.0	1	1	27.75	4
36	Silt (Phi + C)[w]	11.0	0	138.85	1	1	21.75	3
39	Stiff Clay [w]	9.54	0.0	112.87	1	1	17.68	2

Nilai K dan Dr diabaikan karena tidak diperlukan untuk analisa daya dukung aksial. Nilai tersebut digunakan ketika analisa daya dukung lateral.

6. Klik tombol *vertical* dan klik tombol Dept - s, f, Q

Hasil daya dukung *bored pile* akan muncul setelah klik tombol Dept - s, f, Q. Daya dukung tersebut bernama *top downward*. Lihat gambar di bawah.

SOIL STRESS, SIDE RESISTANCE, & AXIAL FORCE vs DEPTH Based on Ultimate Load Condition

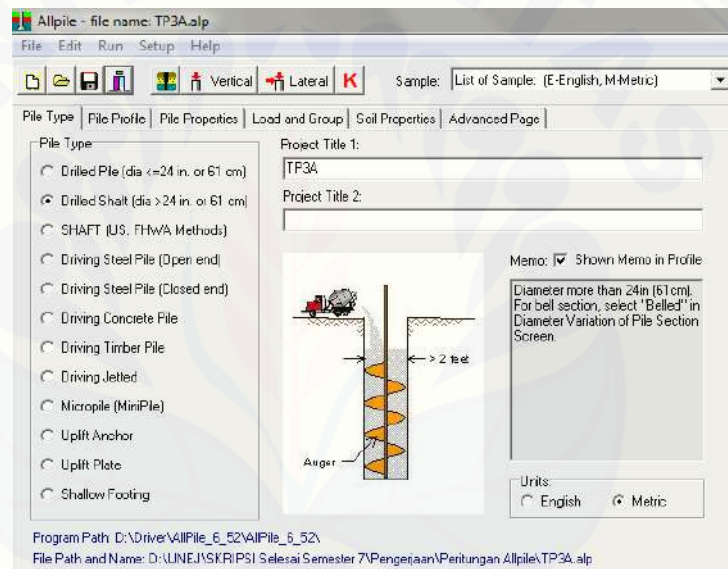


Perencanaan TP3A

Allpile V6.52 terdiri dari lima tahap dalam merencanakan pondasi yaitu *pile type*, *pile profile*, *pile properties*, *load and group*, dan *soil properties*. Langkah perencanaan pondasi menggunakan Allpile V6.52 dijelaskan di bawah ini.

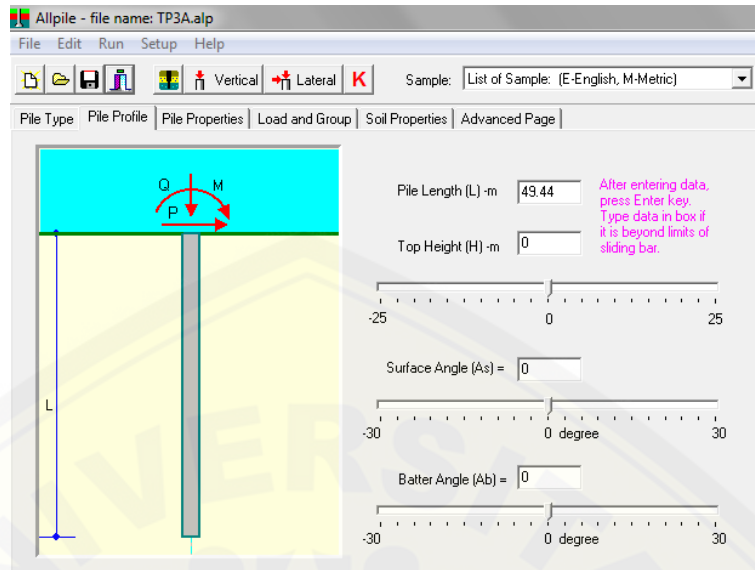
1. *Pile type*

Mengatur beberapa hal yaitu mengisi nama *bored pile* yang dikerjakan yaitu TP3A, memilih *pile type* yang *drilled shaft* (diameter lebih dari 61 cm), dan memilih satuan *metric*.



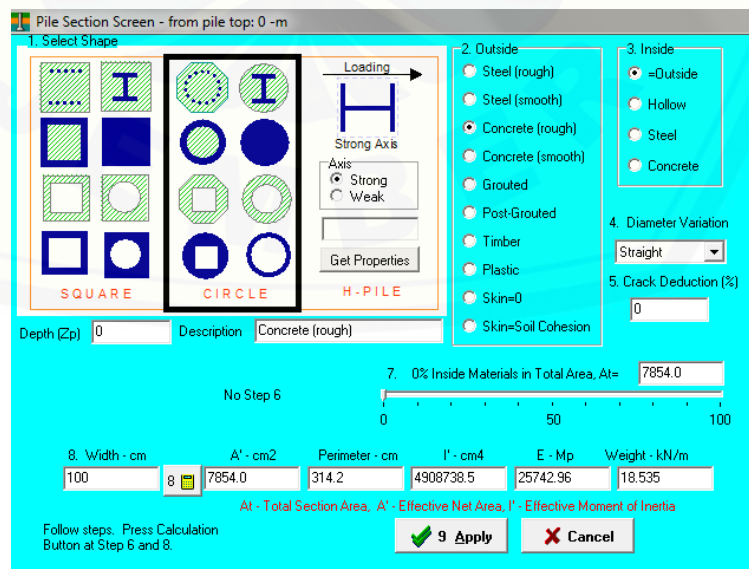
2. *Pile Profile*

Mengisi data kedalaman *bored pile* TP3A yaitu 49,44 m.

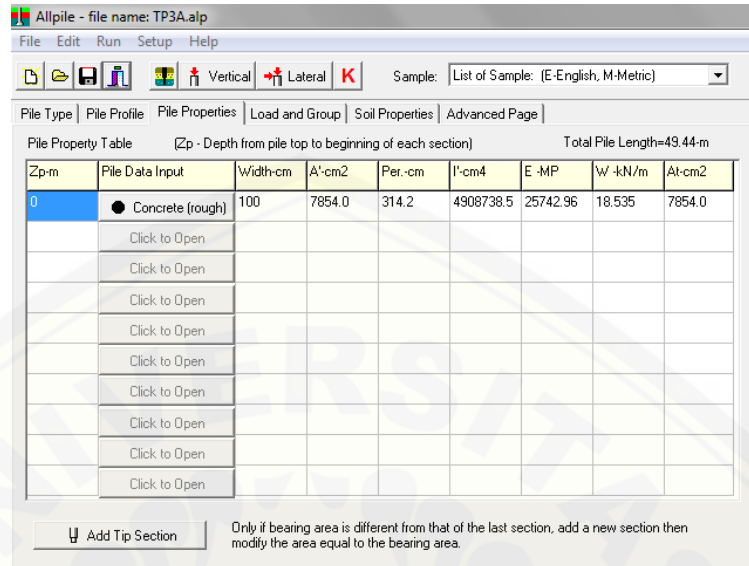


3. Pile Profile

Data-data yang perlu dimasukkan adalah mengenai *bored pile* seperti bentuk penampang, tekstur permukaan luar, jenis material di dalam *bored pile*, ukuran penampang, modulus elastisitas. Setelah itu data-data lainnya otomatis terhitung oleh Allpile V6.52 seperti luas penampang, keliling penampang, inersia *bored pile*, dan berat *bored pile*. Modulus elastisitas beton menggunakan persamaan 2.3. Lihat gambar di bawah untuk lebih jelasnya.

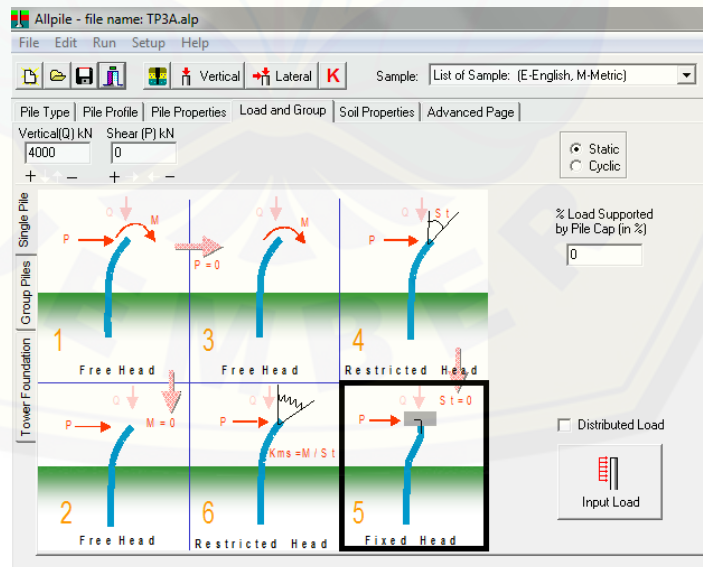


Setelah langkah-langkah tersebut akan muncul gambar di bawah ini.



4. Load and Group

Pada langkah ini yang dilakukan adalah mengisi beban yang ditahan *bored pile* TP3A yaitu 4000 kN dan memilih tipe pembebanan yaitu tipe 5 *fixed head*.



5. Soil Properties

Lapisan tanah yang dapat dimasukkan ke dalam program Allpile V6.52 maksimal adalah 10 lapisan tanah dan sudah termasuk lapisan muka air tanah. Jika lapisan tanah lebih dari 10, maka tanah yang memiliki jenis dan konsistensi sama digabung. Pada proses penggabungan lapisan tanah ada beberapa hal yang perlu diperhatikan yaitu:

- a. Penggabungan berdasarkan jenis tanah yang mirip dan nilai NSPT yang tidak terlalu jauh.
- b. Lapisan tanah yang digabung yaitu lempung dengan lempung, pasir dengan pasir, lanau dengan lanau, lanau dengan pasir, dan yang terakhir lanau dengan lempung.
- c. Penentuan jenis lapisan yang telah digabung berdasarkan jenis tanah dominan.
- d. Nilai NSPT lapisan tanah hasil penggabungan ditentukan dengan merata-rata NSPT tanah penyusunnya.

Berikut adalah penentuan nilai NSPT untuk tanah yang digabung pada tanah hasil stratigradi BH1 dengan BH2. Tanah yang digabung tersebut terdiri tanah lempung sedang kedalaman 12 m - 20,88 m dan lanau kedalaman 20,88 m - 23,65 m.

Lempung sedang (12 m - 20,88 m):

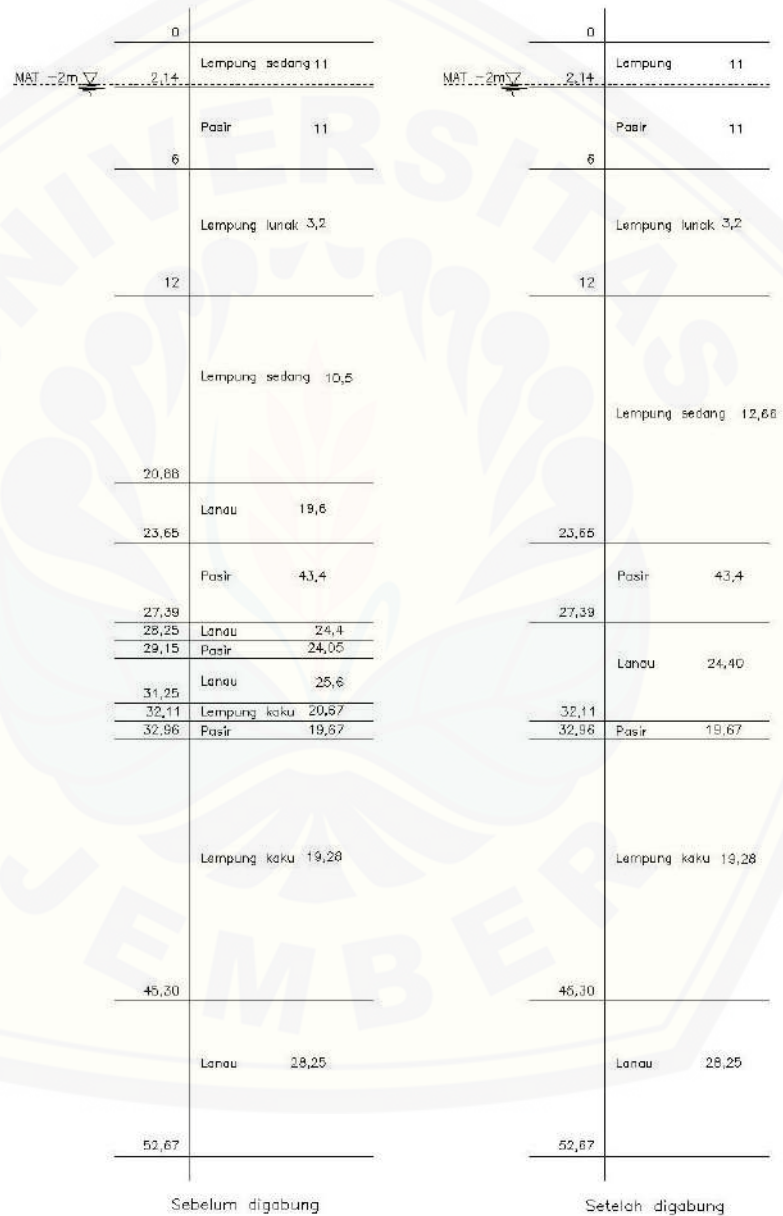
$$\begin{aligned}\text{Tebal lapisan} &= 8,88 \text{ m} \\ \text{NSPT} &= 10,50\end{aligned}$$

Lanau (20,88 m - 23,65 m):

$$\begin{aligned}\text{Tebal lapisan} &= 2,78 \text{ m} \\ \text{NSPT} &= 19,60\end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{NSPT gabungan} &= \frac{(10,50 \cdot 8,88) + (19,60 \cdot 2,78)}{11,66} \\ &= 12,66 \end{aligned}$$

Lihat gambar di bawah untuk tanah sebelum di gabung dan sesudah digabung.



Langkah selanjutnya mengisi elevasi muka air tanah dan memasukkan data parameter-parameter lapisan tanah. Lihat gambar di bawah untuk contoh memasukkan data tanah lapisan lanau kedalaman 27,39 m - 32,11 m.

Tahap yang dilakukan yaitu memilih jenis tanah *silt* dan klik tombol *apply*. Selanjutnya mengisi nilai kedalaman tanah, berat isi tanah, nilai sudut friksi, nilai kohesi, dan nilai NSPT. Nilai berat isi tanah untuk tanah di bawah muka air, menggunakan berat isi efektif. Nilai berat isi, sudut friksi, dan kohesi didapat dari interpolasi pada tabel 2.3 dan 2.4. NSPT yang digunakan adalah NSPT terkoreksi. NSPT dikoreksi dengan rumus 2.4. Setelah memasukkan data tanah untuk semua lapisan, maka akan seperti gambar di bawah.

The screenshot shows the 'Allpile' software interface with a file named 'TP3A.alp'. The 'Soil Properties' tab is active, displaying a table of soil data input. The table includes columns for depth (Zg-m), soil type, unit weight (G-kN/m3), friction angle (Phi), cohesion (C-kN/m2), modulus (k-MN/m3), and other parameters like e50 or Dr, Nspt, and Type.

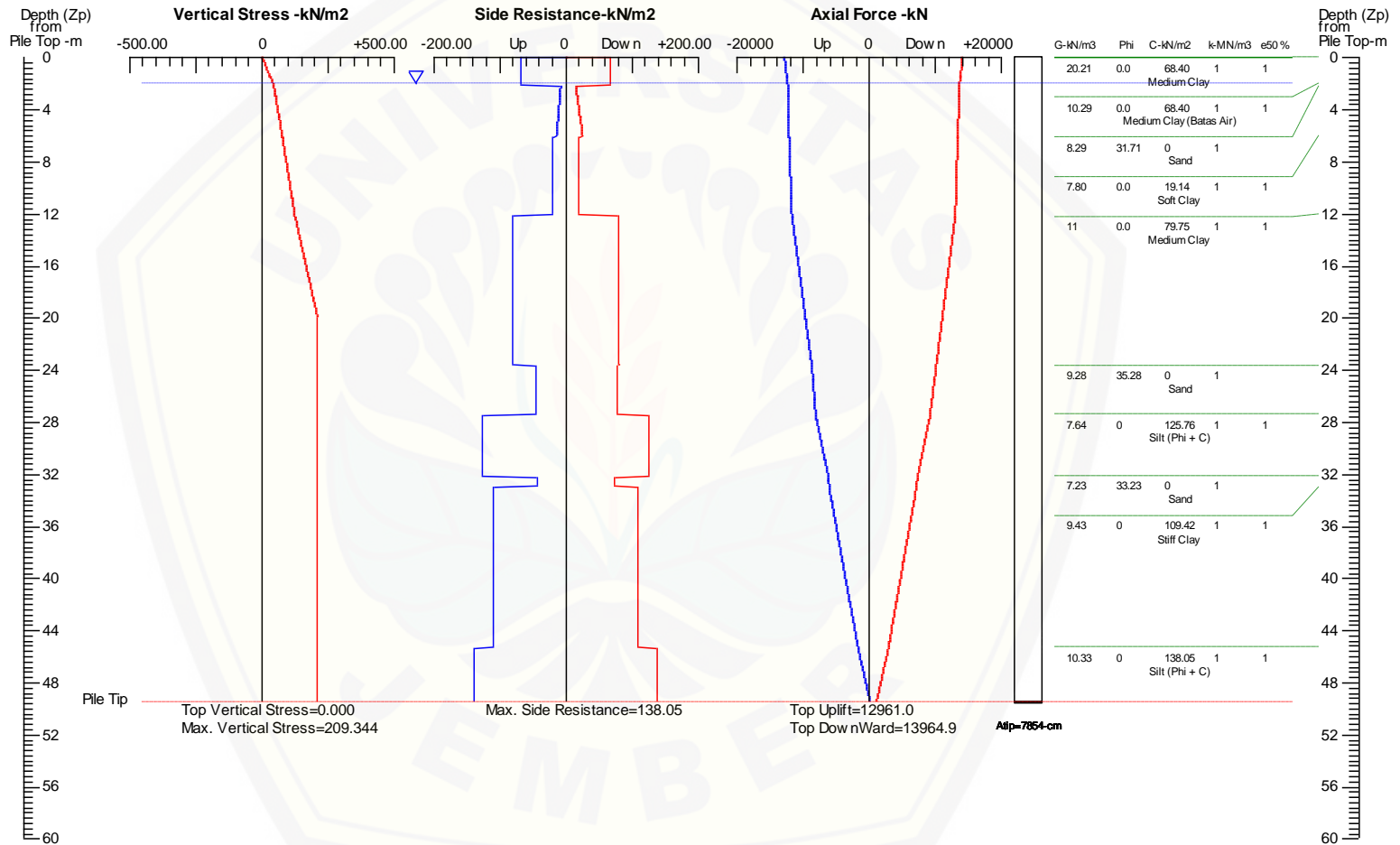
Zg-m	Soil Data Input	G-kN/m3	Phi	C-kN/m2	k-MN/m3	e50 or Dr	Nspt	Type
0	Medium Clay	20.21	0.0	68.40	1	1	11	1
2	Medium Clay (Batas A[W])	10.29	0.0	68.40	1	1	11	1
2.14	Sand[W]	8.29	31.71	0	1	1	11	4
6	Soft Clay [W]	7.80	0.0	19.14	1	1	3.2	1
12	Medium Clay [W]	11	0.0	79.75	1	1	12.66	1
23.65	Sand[W]	9.28	35.28	0	1	1	29.2	4
27.39	Silt (Phi + C)[W]	7.64	0	125.76	1	1	19.7	3
32.11	Sand[W]	7.23	33.23	0	1	1	17.34	4
32.96	Stiff Clay [W]	9.43	0	109.42	1	1	17.14	2
45.3	Silt (Phi + C)[W]	10.33	0	138.05	1	1	21.63	3

Nilai K dan Dr diabaikan karena tidak diperlukan untuk analisa daya dukung aksial. Nilai tersebut digunakan ketika analisa daya dukung lateral.

6. Klik tombol *vertical* dan klik tombol Dept - s, f, Q

Hasil daya dukung *bored pile* akan muncul setelah klik tombol Dept - s, f, Q. Daya dukung tersebut bernama *top downward*. Lihat gambar di bawah.

SOIL STRESS, SIDE RESISTANCE, & AXIAL FORCE vs DEPTH Based on Ultimate Load Condition

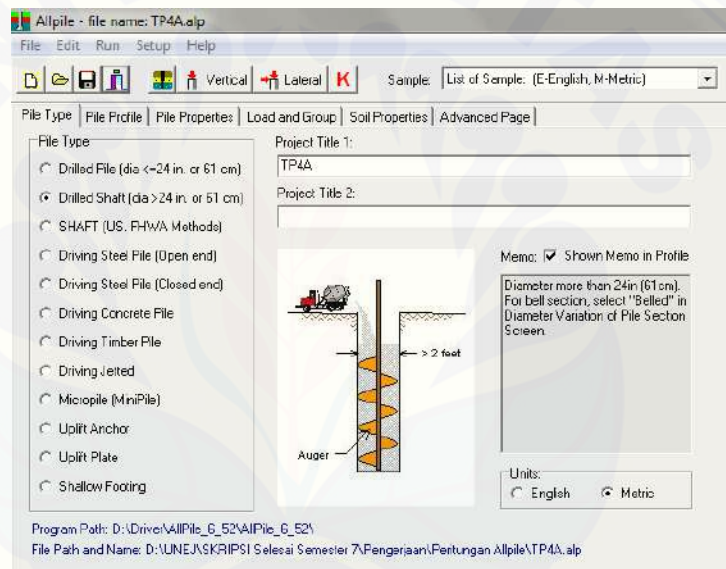


Perencanaan TP4A

Allpile V6.52 terdiri dari lima tahap dalam merencanakan pondasi yaitu *pile type*, *pile profile*, *pile properties*, *load and group*, dan *soil properties*. Langkah perencanaan pondasi menggunakan Allpile V6.52 dijelaskan di bawah ini.

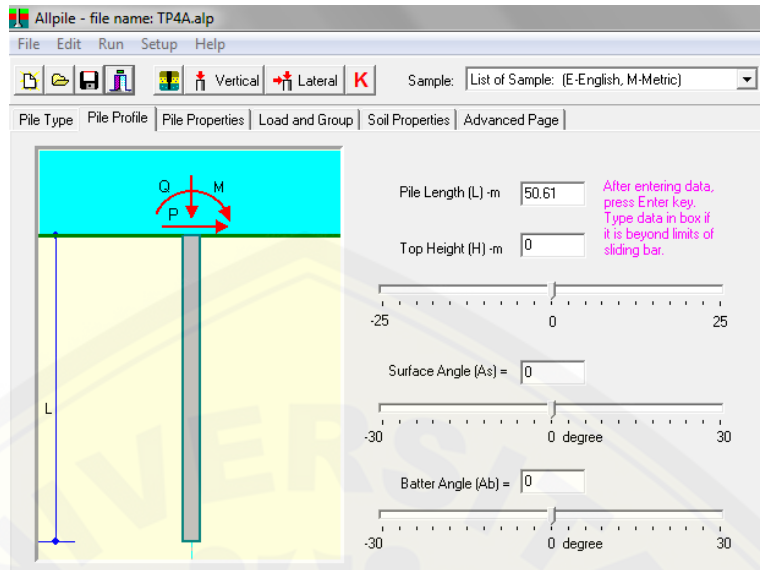
1. Pile type

Mengatur beberapa hal yaitu mengisi nama *bored pile* yang dikerjakan yaitu TP4A, memilih *pile type* yang *drilled shaft* (diameter lebih dari 61 cm), dan memilih satuan *metric*.



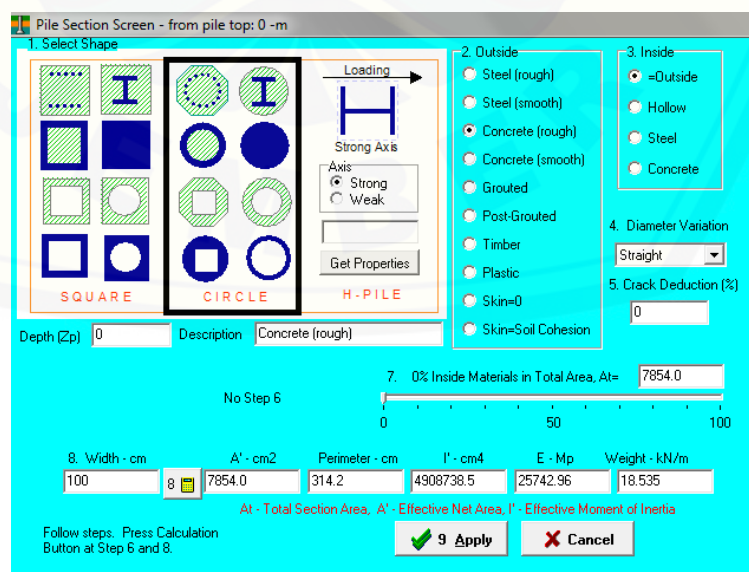
2. Pile Profile

Mengisi data kedalaman *bored pile* TP4A yaitu 50,61 m.

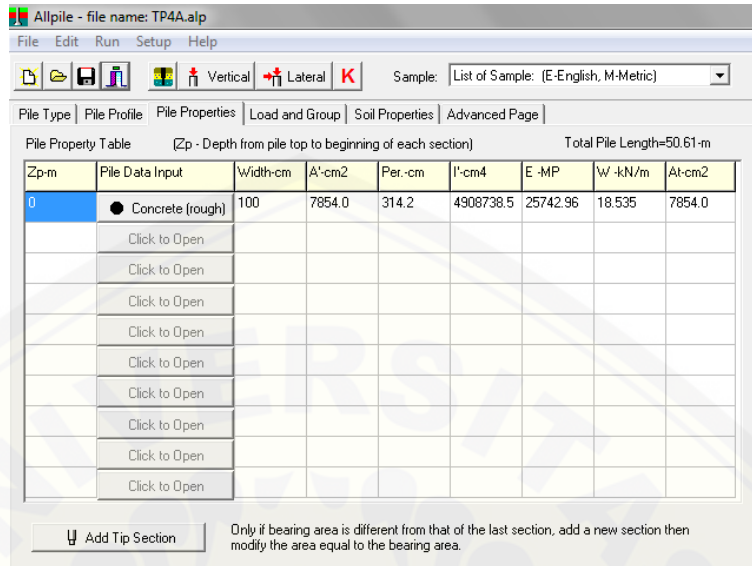


3. Pile Profile

Data-data yang perlu dimasukkan adalah mengenai *bored pile* seperti bentuk penampang, tekstur permukaan luar, jenis material di dalam *bored pile*, ukuran penampang, modulus elastisitas. Setelah itu data-data lainnya otomatis terhitung oleh Allpile V6.52 seperti luas penampang, keliling penampang, inersia *bored pile*, dan berat *bored pile*. Modulus elastisitas beton menggunakan persamaan 2.3. Lihat gambar di bawah untuk lebih jelasnya.



Setelah langkah-langkah tersebut akan muncul gambar di bawah ini.

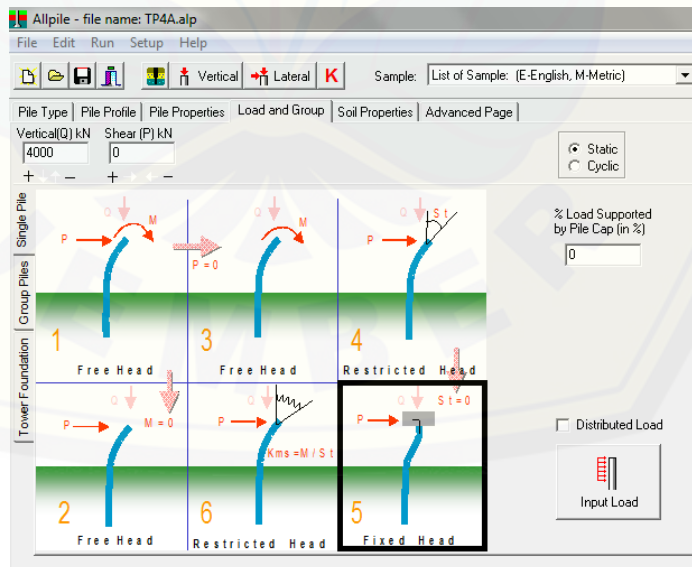


Zp-m	Pile Data Input	Width-cm	A'-cm ²	Per.-cm	I'-cm ⁴	E -MP	W -kN/m	At-cm ²
0	● Concrete (rough)	100	7854.0	314.2	4908738.5	25742.96	18.535	7854.0
	Click to Open							
	Click to Open							
	Click to Open							
	Click to Open							
	Click to Open							
	Click to Open							
	Click to Open							
	Click to Open							

Only if bearing area is different from that of the last section, add a new section then modify the area equal to the bearing area.

4. Load and Group

Pada langkah ini yang dilakukan adalah mengisi beban yang ditahan *bored pile* TP4A yaitu 4000 kN dan memilih tipe pembebanan yaitu tipe 5 *fixed head*.



5. Soil Properties

Lapisan tanah yang dapat dimasukkan ke dalam program Allpile V6.52 maksimal adalah 10 lapisan tanah dan sudah termasuk lapisan muka air tanah. Jika lapisan tanah lebih dari 10, maka tanah yang memiliki jenis dan konsistensi sama digabung. Pada proses penggabungan lapisan tanah ada beberapa hal yang perlu diperhatikan yaitu:

- a. Penggabungan berdasarkan jenis tanah yang mirip dan nilai NSPT yang tidak terlalu jauh.
- b. Lapisan tanah yang digabung yaitu lempung dengan lempung, pasir dengan pasir, lanau dengan lanau, lanau dengan pasir, dan yang terakhir lanau dengan lempung.
- c. Penentuan jenis lapisan yang telah digabung berdasarkan jenis tanah dominan.
- d. Nilai NSPT lapisan tanah hasil penggabungan ditentukan dengan merata-rata NSPT tanah penyusunnya.

Berikut adalah penentuan nilai NSPT untuk tanah yang digabung pada tanah hasil stratigrafi antara BH1 dan BH5. Tanah yang digabung tersebut terdiri tanah lempung kaku kedalaman 36,24 m - 41,76 m dan lempung kaku kedalaman 41,76 m - 49,45 m.

Lempung kaku (36,24 m - 41,76 m):

Tebal lapisan = 5,52 m

NSPT = 20,25

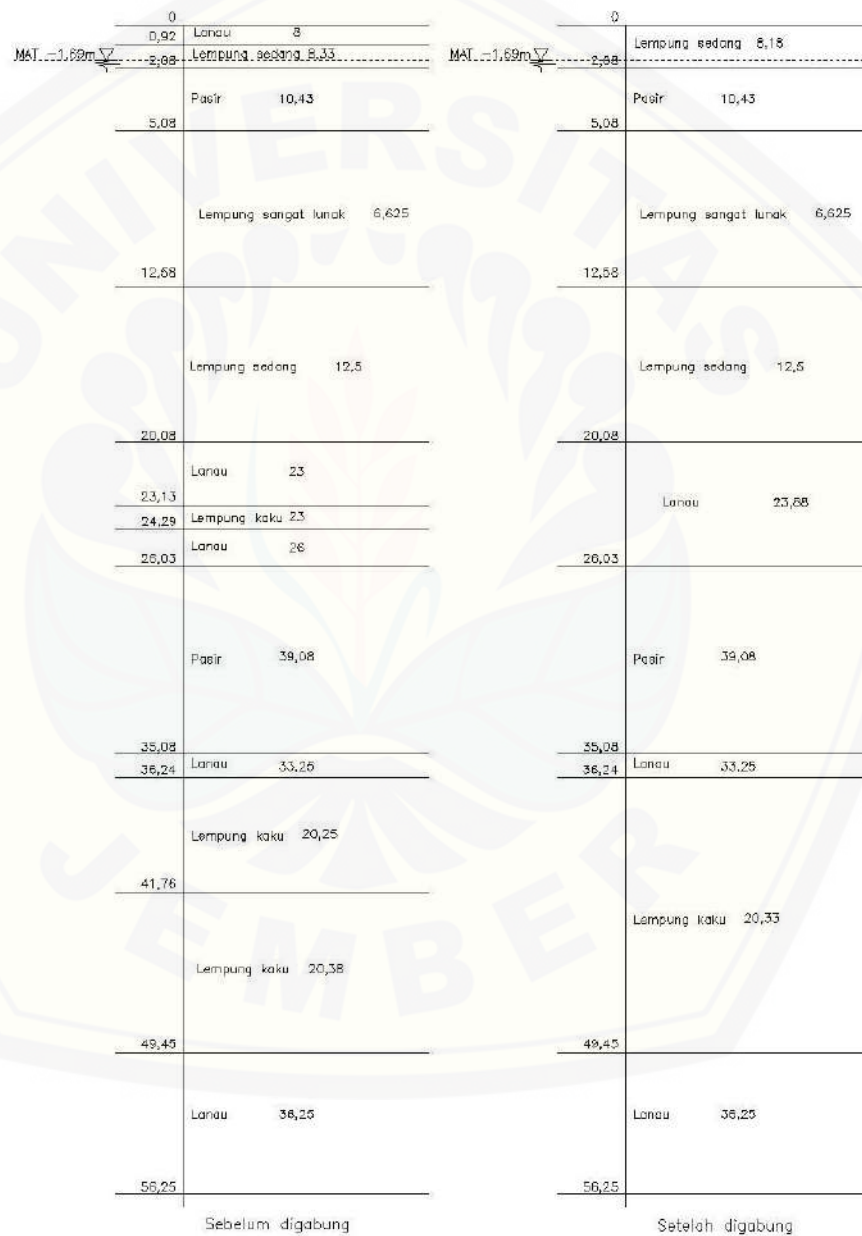
Lempung kaku (41,76 m - 49,45 m):

Tebal lapisan = 7,69 m

NSPT = 20,38

$$\begin{aligned} \text{NSPT gabungan} &= \frac{(20,25 \cdot 5,52) + (20,38 \cdot 7,69)}{13,21} \\ &= 20,33 \end{aligned}$$

Lihat gambar di bawah untuk tanah sebelum di gabung dan sesudah digabung.



Langkah selanjutnya mengisi elevasi muka air tanah dan memasukkan data parameter-parameter lapisan tanah. Lihat gambar di bawah untuk contoh memasukkan data tanah lapisan pasir kedalaman 26,03 m - 35,08 m.

Soil Parameter Screen - from ground surface: 26.03 -m

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

Under Water Table Static Loading Depth (Zg) 26.03 Description Sand

2. Input N1* V. Loose | Loose | Medium | Dense | Very Dense
N1 (spt)=27
 CPT=164.2 kg/cm²
 3. Adjust Values below:
G=60.3 lb/ft³ 9.5 kN/m³
Friction=37.6
C=0.00 kip/ft² 0.00 kN/m²
K=87.1 lb/in³ 23.6 MN/m³
Dr=62.51%

*N1 is corrected SPT, which does not apply for Rock. CPT is for reference only.
 This Screen is Copyright© protected by CivilTech Software

Tahap yang dilakukan yaitu memilih jenis tanah *sand* dan klik tombol *apply*. Selanjutnya mengisi nilai kedalaman tanah, berat isi tanah, nilai sudut friksi, nilai kohesi, dan nilai NSPT. Nilai berat isi tanah untuk tanah di bawah muka air, menggunakan berat isi efektif. Nilai berat isi, sudut friksi, dan kohesi didapat dari interpolasi pada tabel 2.3 dan 2.4. NSPT yang digunakan adalah NSPT terkoreksi. NSPT dikoreksi dengan rumus 2.4. Setelah memasukkan data tanah untuk semua lapisan, maka akan seperti gambar di bawah.

The screenshot shows the 'Allpile' software interface with a file named 'TP4A.alp'. The 'Soil Properties' tab is active, displaying a table of soil data input. The table includes columns for depth (Zg-m), soil type, unit weight (G-kN/m3), friction angle (Phi), cohesion (C-kN/m2), modulus (k-MN/m3), and other parameters (e50 or Dr, Nspit, Type). The water table is set at 1.69m.

Zg-m	Soil Data Input	G-kN/m3	Phi	C-kN/m2	k-MN/m3	e50 or Dr	Nspit	Type
0	Medium Clay	18.92	0	49.11	1	1	8.18	1
1.69	Medium Clay [Batas A][w]	9.08	0	49.11	1	1	8.18	1
2.08	Sand[w]	8.04	31.39	0.0	1	1	10.43	4
5.08	Soft Clay [w]	8.97	0	39.68	1	1	6.63	1
12.58	Medium Clay [w]	10.93	0	78.66	1	1	12.50	1
20.08	Silt (Phi + C)[w]	9.89	0	124.10	1	1	19.44	3
26.03	Sand[w]	8.90	34.90	0.0	1	1	27.04	4
35.08	Silt (Phi + C)[w]	10.83	0	154.01	1	1	24.13	3
36.24	Stiff Clay [w]	9.53	0	112.52	1	1	17.63	2
49.45	Silt (Phi + C)[w]	11.13	0	163.59	1	1	25.63	3

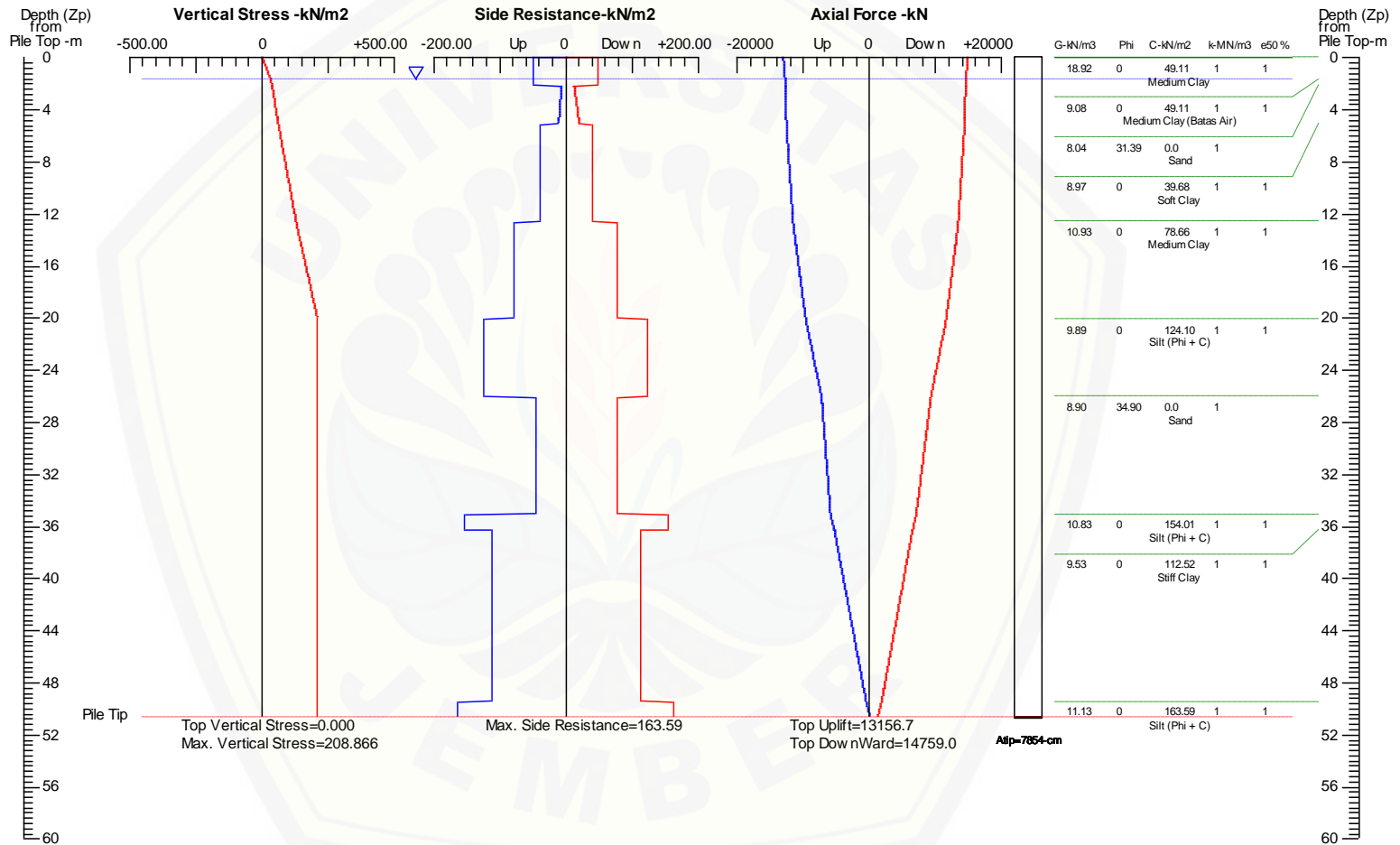
Nilai K dan Dr diabaikan karena tidak diperlukan untuk analisa daya dukung aksial. Nilai tersebut digunakan ketika analisa daya dukung lateral.

6. Klik tombol *vertical* dan klik tombol Dept - s, f, Q

Hasil daya dukung *bored pile* akan muncul setelah klik tombol Dept - s, f, Q. Daya dukung tersebut bernama *top downward*. Lihat gambar di bawah.

ALL-PILE Version 6 CivilTech Software www.civitech.com Licensed to

SOIL STRESS, SIDE RESISTANCE, & AXIAL FORCE vs DEPTH Based on Ultimate Load Condition



TP4A

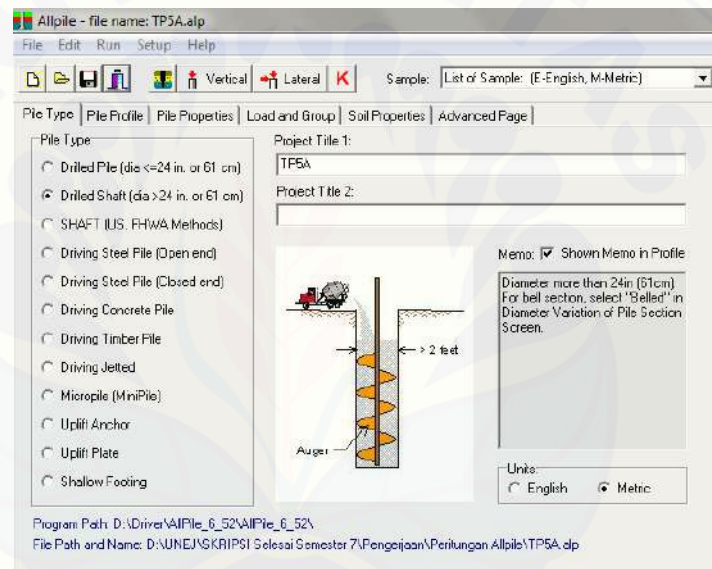
Figure 1

Perencanaan TP5A

Allpile V6.52 terdiri dari lima tahap dalam merencanakan pondasi yaitu *pile type*, *pile profile*, *pile properties*, *load and group*, dan *soil properties*. Langkah perencanaan pondasi menggunakan Allpile V6.52 dijelaskan di bawah ini.

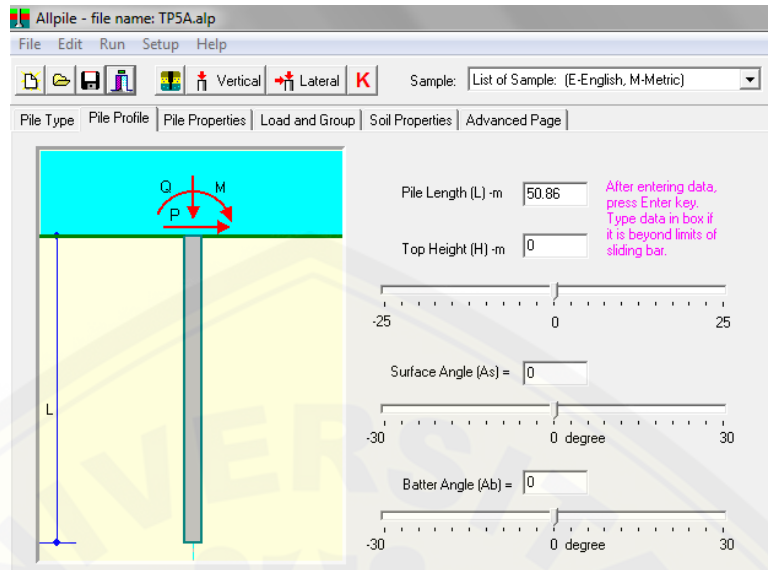
1. *Pile type*

Mengatur beberapa hal yaitu mengisi nama *bored pile* yang dikerjakan yaitu TP5A, memilih *pile type* yang *drilled shaft* (diameter lebih dari 61 cm), dan memilih satuan *metric*.



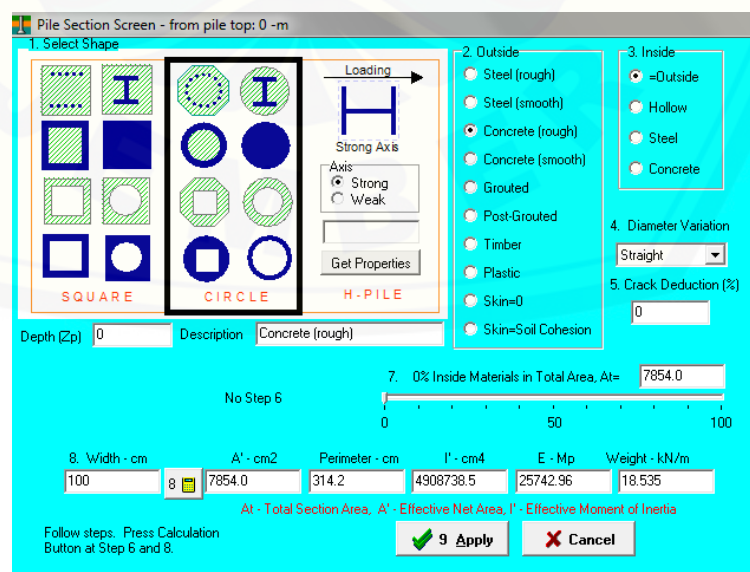
2. *Pile Profile*

Mengisi data kedalaman *bored pile* TP5A yaitu 50,86 m.

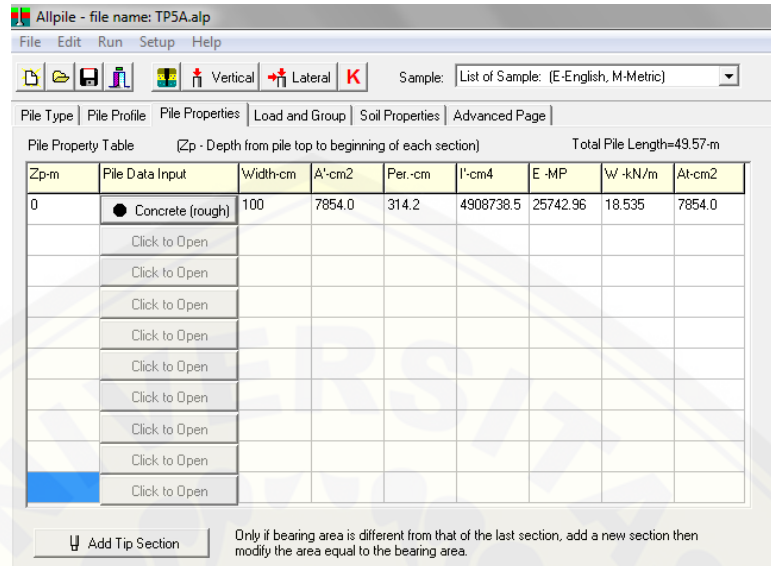


3. Pile Profile

Data-data yang perlu dimasukkan adalah mengenai *bored pile* seperti bentuk penampang, tekstur permukaan luar, jenis material di dalam *bored pile*, ukuran penampang, modulus elastisitas. Setelah itu data-data lainnya otomatis terhitung oleh Allpile V6.52 seperti luas penampang, keliling penampang, inersia *bored pile*, dan berat *bored pile*. Modulus elastisitas beton menggunakan persamaan 2.3. Lihat gambar di bawah untuk lebih jelasnya.

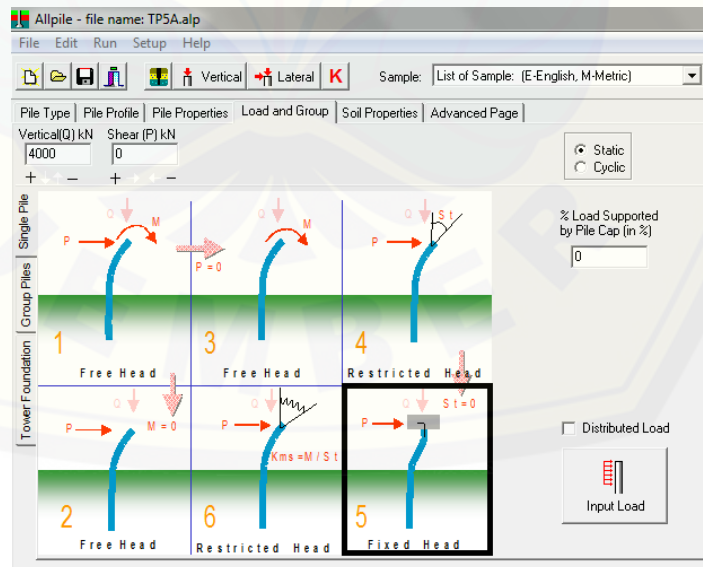


Setelah langkah-langkah tersebut akan muncul gambar di bawah ini.



4. Load and Group

Pada langkah ini yang dilakukan adalah mengisi beban yang ditahan *bored pile* TP5A yaitu 4000 kN dan memilih tipe pembebanan yaitu tipe 5 *fixed head*.



5. Soil Properties

Lapisan tanah yang dapat dimasukkan ke dalam program Allpile V6.52 maksimal adalah 10 lapisan tanah dan sudah termasuk lapisan muka air tanah. Jika lapisan tanah lebih dari 10, maka tanah yang memiliki jenis dan konsistensi sama digabung. Pada proses penggabungan lapisan tanah ada beberapa hal yang perlu diperhatikan yaitu:

- a. Penggabungan berdasarkan jenis tanah yang mirip dan nilai NSPT yang tidak terlalu jauh.
- b. Lapisan tanah yang digabung yaitu lempung dengan lempung, pasir dengan pasir, lanau dengan lanau, lanau dengan pasir, dan yang terakhir lanau dengan lempung.
- c. Penentuan jenis lapisan yang telah digabung berdasarkan jenis tanah dominan.
- d. Nilai NSPT lapisan tanah hasil penggabungan ditentukan dengan merata-rata NSPT tanah penyusunnya.

Berikut adalah penentuan nilai NSPT untuk tanah yang digabung pada tanah hasil stratigrafi antara BH5 dan BH6. Tanah yang digabung tersebut terdiri tanah lempung kaku kedalaman 33,36 m - 41 m dan lempung kaku kedalaman 41 m - 48,80 m.

Lempung kaku (33,36 m - 41 m):

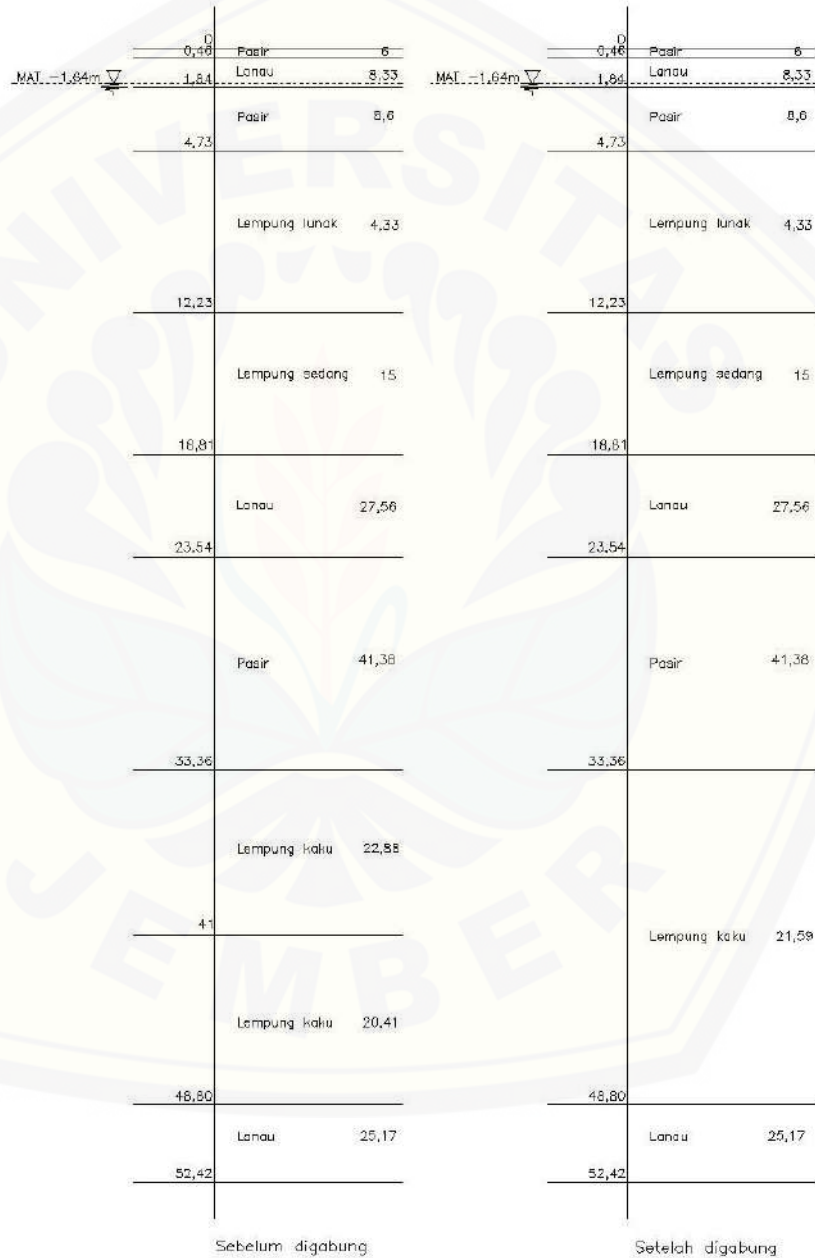
$$\begin{aligned}\text{Tebal lapisan} &= 7,63 \text{ m} \\ \text{NSPT} &= 22,88\end{aligned}$$

Lempung kaku (41 m - 48,80 m):

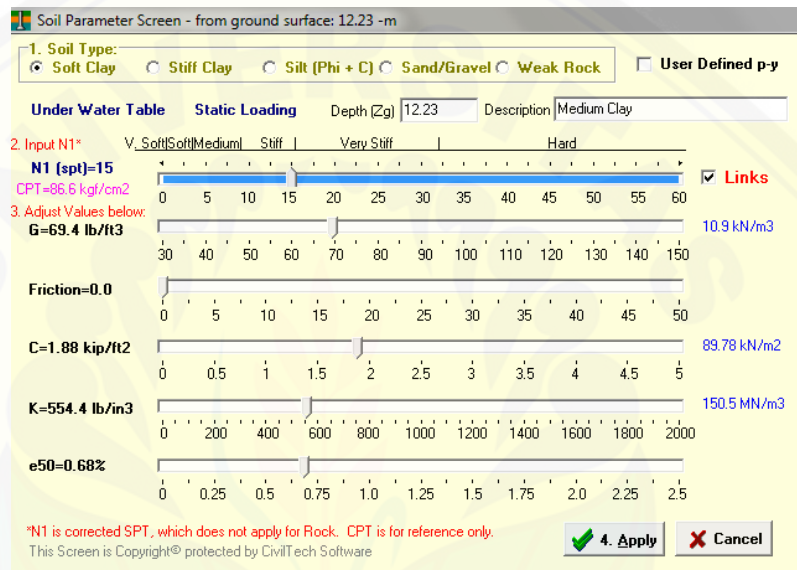
$$\begin{aligned}\text{Tebal lapisan} &= 7,81 \text{ m} \\ \text{NSPT} &= 20,41\end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{NSPT gabungan} &= \frac{(22,88 \cdot 7,63) + (20,41 \cdot 7,81)}{15,44} \\ &= 21,59 \end{aligned}$$

Lihat gambar di bawah untuk tanah sebelum di gabung dan sesudah digabung.



Langkah selanjutnya mengisi elevasi muka air tanah dan memasukkan data parameter-parameter lapisan tanah. Lihat gambar di bawah untuk contoh memasukkan data tanah lapisan lempung sedang kedalaman 12,23 m - 18,81 m.



Tahap yang dilakukan yaitu memilih jenis tanah *soft clay* dan klik tombol *apply*. Selanjutnya mengisi nilai kedalaman tanah, berat isi tanah, nilai sudut friksi, nilai kohesi, dan nilai NSPT. Nilai berat isi tanah untuk tanah di bawah muka air, menggunakan berat isi efektif. Nilai berat isi, sudut friksi, dan kohesi didapat dari interpolasi pada tabel 2.3 dan 2.4. NSPT yang digunakan adalah NSPT terkoreksi. NSPT dikoreksi dengan rumus 2.4. Setelah memasukkan data tanah untuk semua lapisan, maka akan seperti gambar di bawah.

Allpile - file name: TP5A.alp

File Edit Run Setup Help

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

Vertical Lateral K

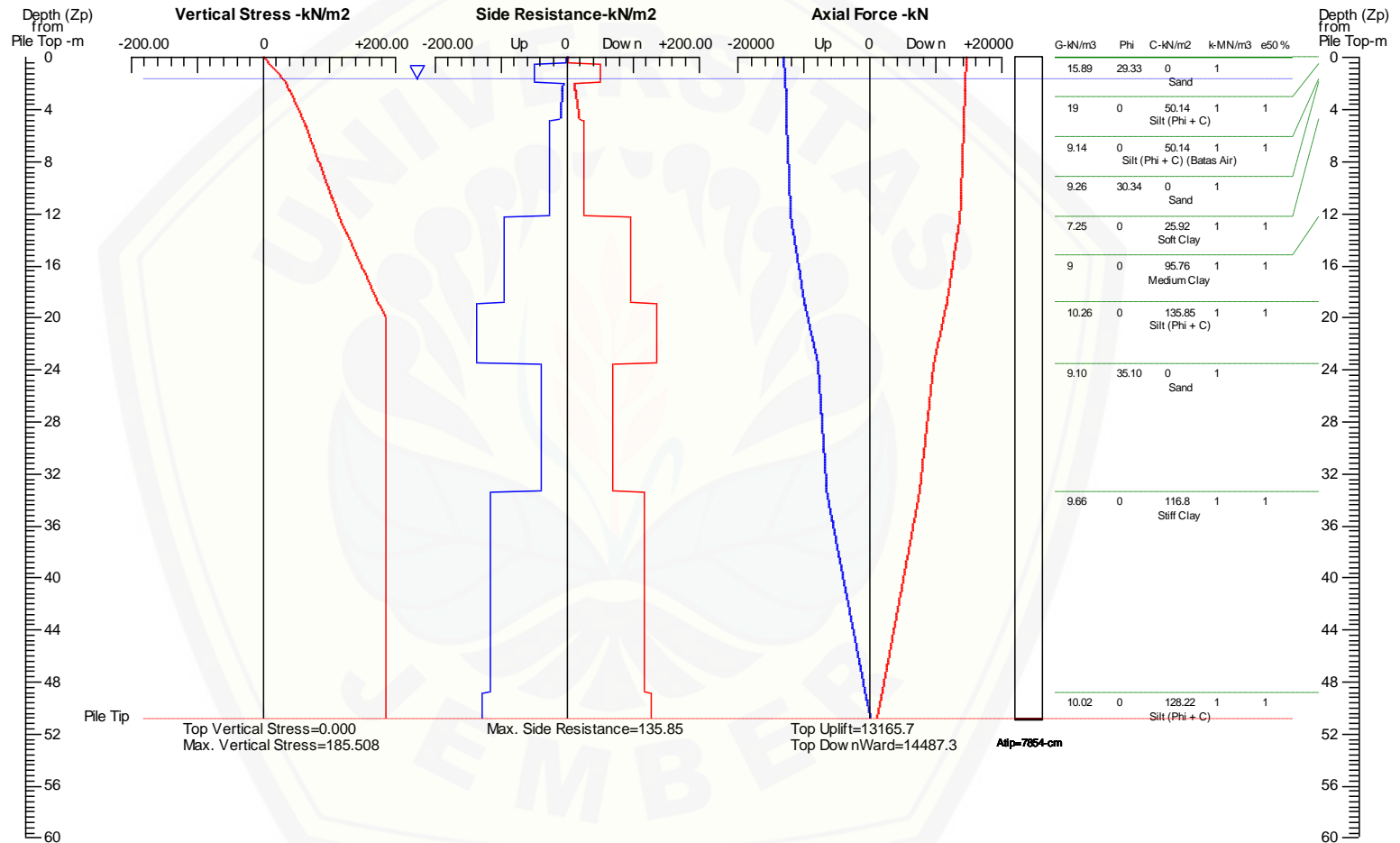
Soil Property Table (Zg - Distance from ground to beginning of each layer) Water Table (An additional layer is required at water table) 1.64 Surface Elevation (Optional input)

Zg-m	Soil Data Input	G-kN/m ³	Phi	C-kN/m ²	k-kN/m ³	e50 or Dr	Nspt	Type
0	Sand	15.89	29.33	0	1	1	6	4
0.46	Silt (Phi + C)	19	0	50.14	1	1	8.33	3
1.64	Silt (Phi + C) (Bata[W])	9.14	0	50.14	1	1	8.33	3
1.84	Sand[W]	9.26	30.34	0	1	1	8.6	4
4.73	Soft Clay [w]	7.25	0	25.92	1	1	4.33	1
12.23	Medium Clay [w]	9	0	95.76	1	1	15	1
18.81	Silt (Phi + C)[w]	10.26	0	135.85	1	1	21.28	3
23.54	Sand[W]	9.10	35.10	0	1	1	28.19	4
33.36	Stiff Clay [w]	9.66	0	116.8	1	1	18.30	2
48.8	Silt (Phi + C)[w]	10.02	0	128.22	1	1	20.09	3

6. Klik tombol *vertical* dan klik tombol Dept - s, f, Q

Hasil daya dukung *bored pile* akan muncul setelah klik tombol Dept - s, f, Q. Daya dukung tersebut bernama *top downward*. Lihat gambar di bawah.

SOIL STRESS, SIDE RESISTANCE, & AXIAL FORCE vs DEPTH Based on Ultimate Load Condition

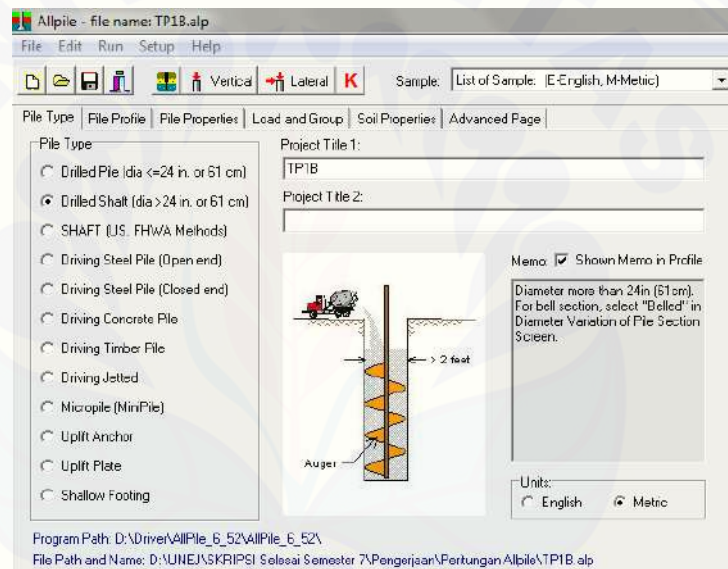


Perencanaan TP1B

Allpile V6.52 terdiri dari lima tahap dalam merencanakan pondasi yaitu *pile type*, *pile profile*, *pile properties*, *load and group*, dan *soil properties*. Langkah perencanaan pondasi menggunakan Allpile V6.52 dijelaskan di bawah ini.

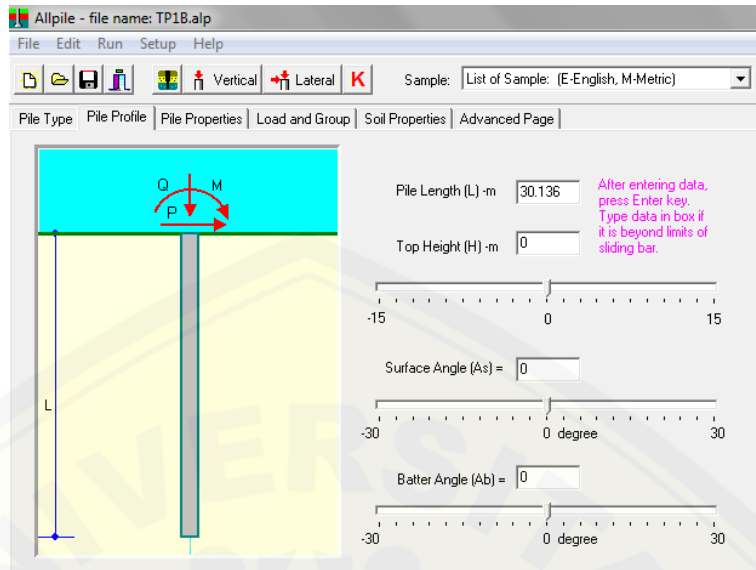
1. *Pile type*

Mengatur beberapa hal yaitu mengisi nama *bored pile* yang dikerjakan yaitu TP1B, memilih *pile type* yang *drilled shaft* (diameter lebih dari 61 cm), dan memilih satuan *metric*.



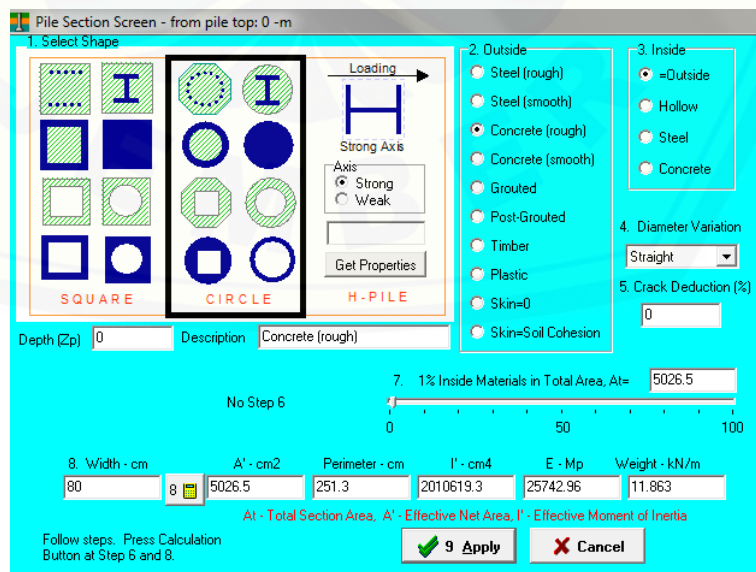
2. *Pile Profile*

Mengisi data kedalaman *bored pile* TP1B yaitu 30,136 m.

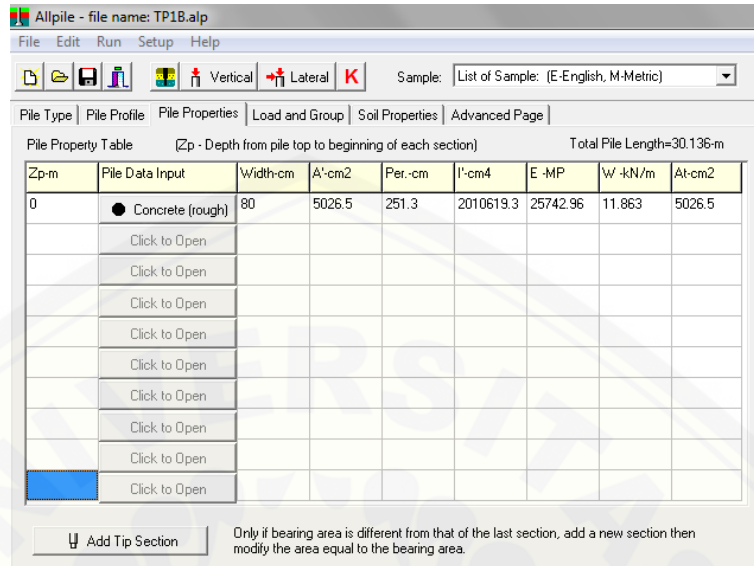


3. Pile Profile

Data-data yang perlu dimasukkan adalah mengenai *bored pile* seperti bentuk penampang, tekstur permukaan luar, jenis material di dalam *bored pile*, ukuran penampang, modulus elastisitas. Setelah itu data-data lainnya otomatis terhitung oleh Allpile V6.52 seperti luas penampang, keliling penampang, inersia *bored pile*, dan berat *bored pile*. Modulus elastisitas beton menggunakan persamaan 2.3. Lihat gambar di bawah untuk lebih jelasnya.



Setelah langkah-langkah tersebut akan muncul gambar di bawah ini.

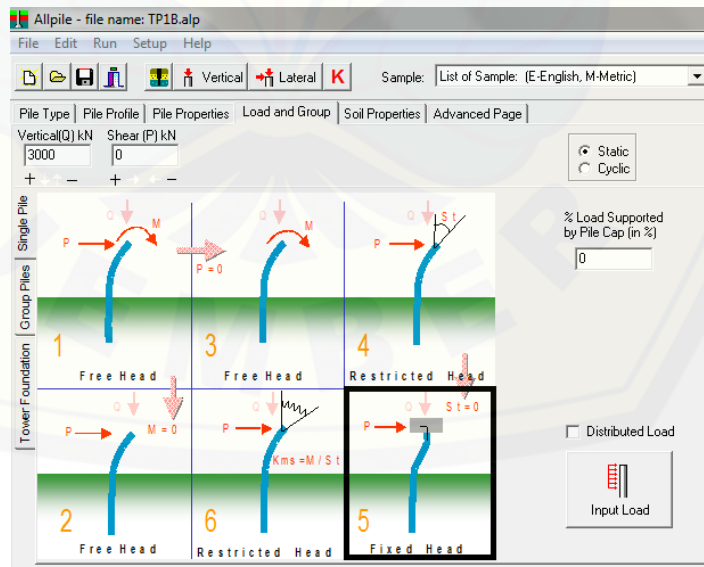


Zp-m	File Data Input	Width-cm	A'-cm ²	Per.-cm	I'-cm ⁴	E-MP	W-kN/m	A'-cm ²
0	● Concrete (rough)	80	5026.5	251.3	2010619.3	25742.96	11.863	5026.5
	Click to Open							
	Click to Open							
	Click to Open							
	Click to Open							
	Click to Open							
	Click to Open							
	Click to Open							
	Click to Open							

Only if bearing area is different from that of the last section, add a new section then modify the area equal to the bearing area.

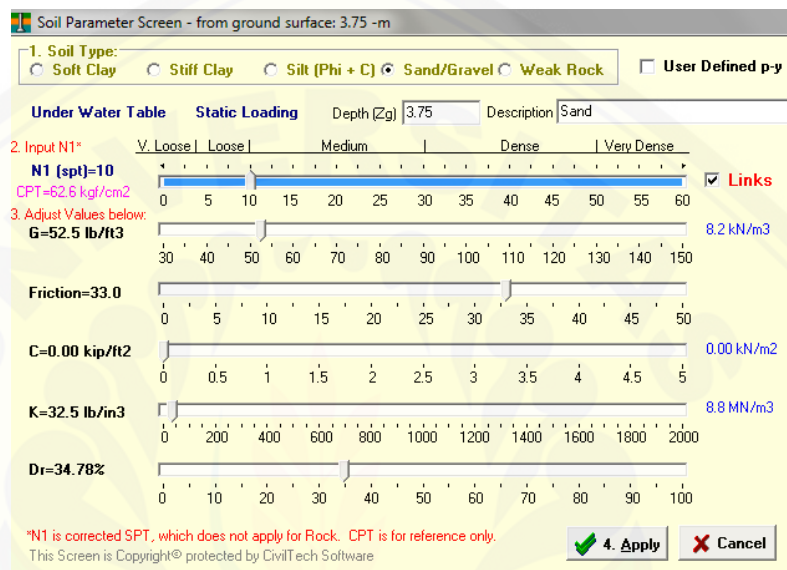
4. Load and Group

Pada langkah ini yang dilakukan adalah mengisi beban yang ditahan *bored pile* TP5A yaitu 3000 kN dan memilih tipe pembebanan yaitu tipe 5 *fixed head*.



5. Soil Properties

Langkah yang dilakukan adalah mengisi elevasi muka air tanah dan memasukkan data parameter-parameter lapisan tanah BH7. Lihat gambar di bawah untuk contoh memasukkan data tanah lapisan pasir kedalaman 3,75 m - 4,5 m.



Tahap yang dilakukan yaitu memilih jenis tanah *sand* dan klik tombol *apply*. Selanjutnya mengisi nilai kedalaman tanah, berat isi tanah, nilai sudut friksi, nilai kohesi, dan nilai NSPT. Nilai berat isi tanah untuk tanah di bawah muka air, menggunakan berat isi efektif. Nilai berat isi, sudut friksi, dan kohesi didapat dari interpolasi pada tabel 2.3 dan 2.4. NSPT yang digunakan adalah NSPT terkoreksi. NSPT dikoreksi dengan rumus 2.4. Setelah memasukkan data tanah untuk semua lapisan, maka akan seperti gambar di bawah.

Allpile - file name: TP1B.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

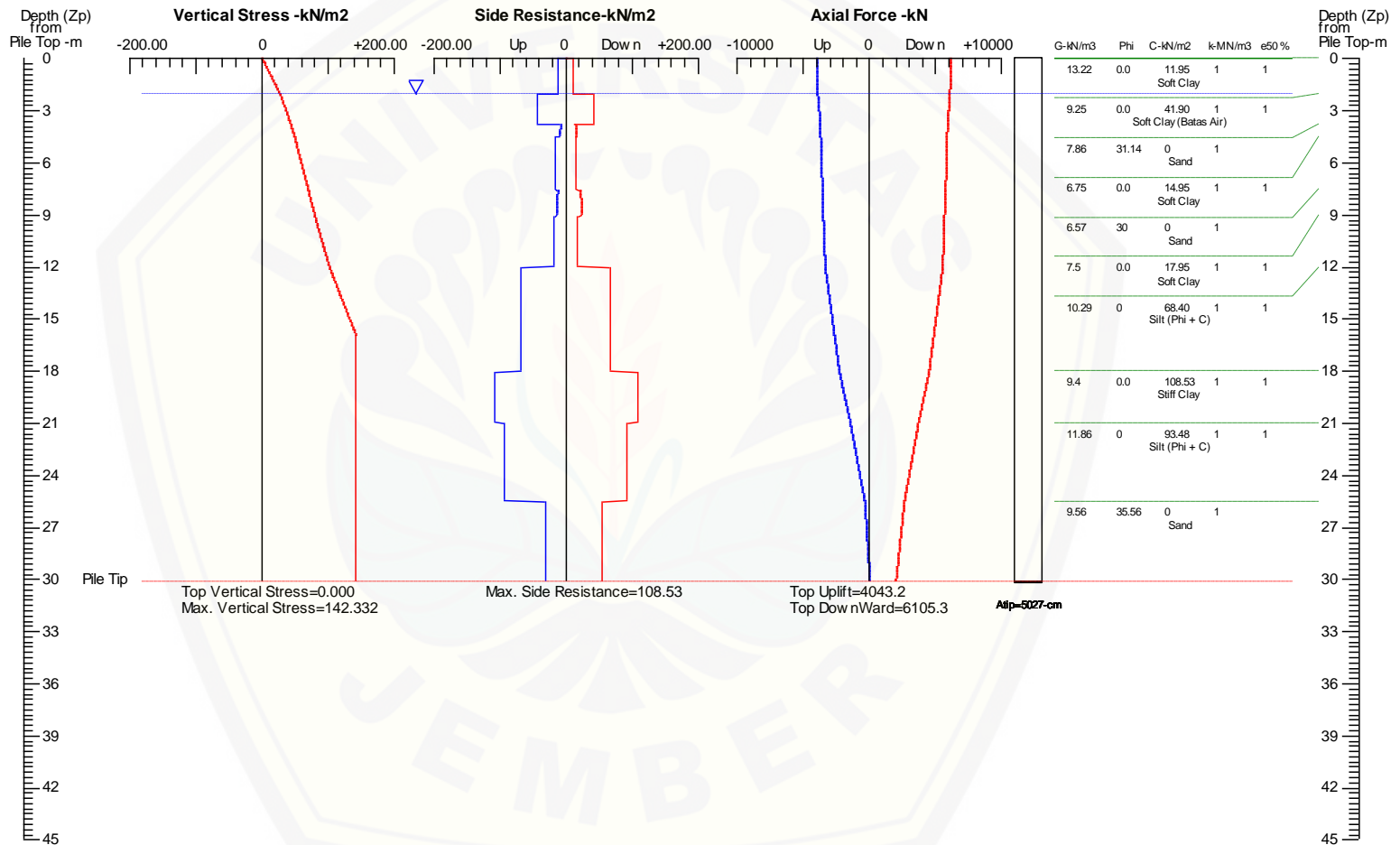
Soil Property Table (Zg - Distance from ground to beginning of each layer) Water Table (An additional layer is required at water table) 2 Surface Elevation (Optional input)

Zg-m	Soil Data Input	G-kN/m ³	Phi	C-kN/m ²	k-MN/m ³	e50 or Dr	Nspt	Type
0	Soft Clay	13.22	0.0	11.95	1	1	2	1
2	Soft Clay (Batas Air[W])	9.25	0.0	41.90	1	1	7	1
3.75	Sand[W]	7.86	31.14	0	1	1	10	4
4.5	Soft Clay [W]	6.75	0.0	14.95	1	1	2.5	1
7.5	Sand[W]	6.57	30	0	1	1	7	4
9	Soft Clay [W]	7.5	0.0	17.95	1	1	3	1
12	Silt (Phi + C)[W]	10.29	0	68.40	1	1	11	3
18	Stiff Clay [W]	9.4	0.0	108.53	1	1	17	2
21	Silt (Phi + C)[W]	11.86	0	93.48	1	1	14.67	3
25.5	Sand[W]	9.56	35.56	0	1	1	30.875	4

6. Klik tombol *vertical* dan klik tombol Dept - s, f, Q

Hasil daya dukung *bored pile* akan muncul setelah klik tombol Dept - s, f, Q. Daya dukung tersebut bernama *top downward*. Lihat gambar di bawah.

SOIL STRESS, SIDE RESISTANCE, & AXIAL FORCE vs DEPTH Based on Ultimate Load Condition

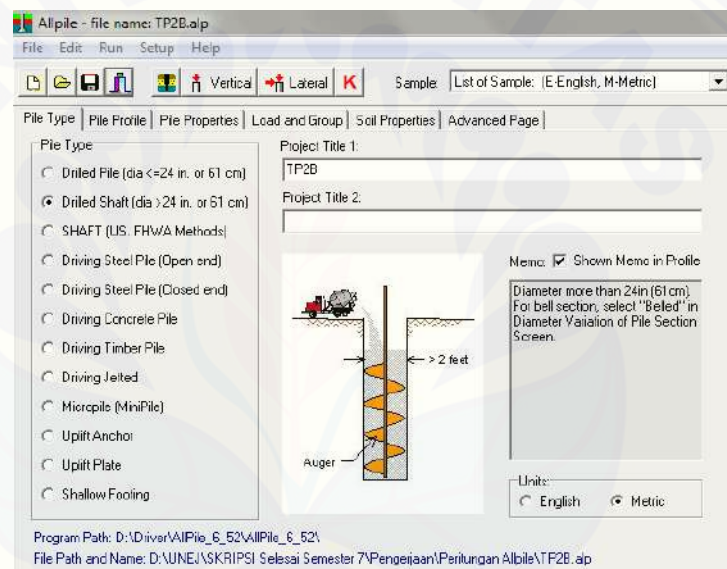


Perencanaan TP2B

Allpile V6.52 terdiri dari lima tahap dalam merencanakan pondasi yaitu *pile type*, *pile profile*, *pile properties*, *load and group*, dan *soil properties*. Langkah perencanaan pondasi menggunakan Allpile V6.52 dijelaskan di bawah ini.

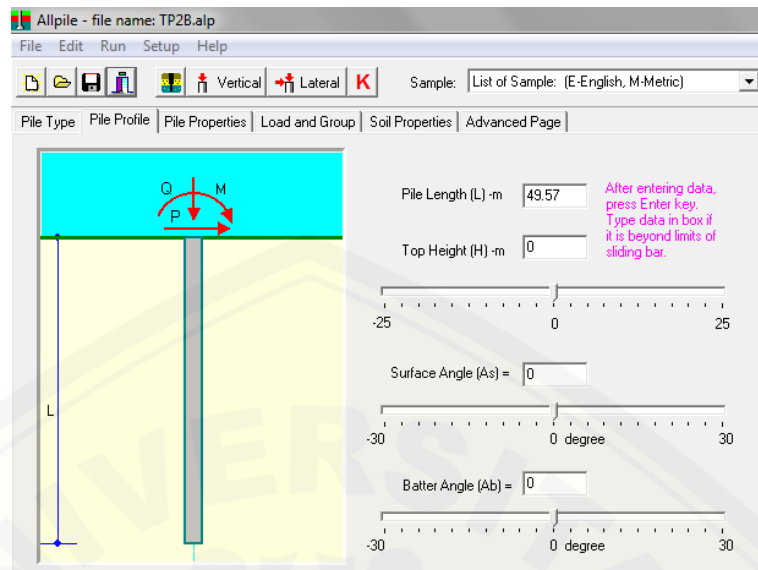
1. Pile type

Mengatur beberapa hal yaitu mengisi nama *bored pile* yang dikerjakan yaitu TP2B, memilih *pile type* yang *drilled shaft* (diameter lebih dari 61 cm), dan memilih satuan *metric*.



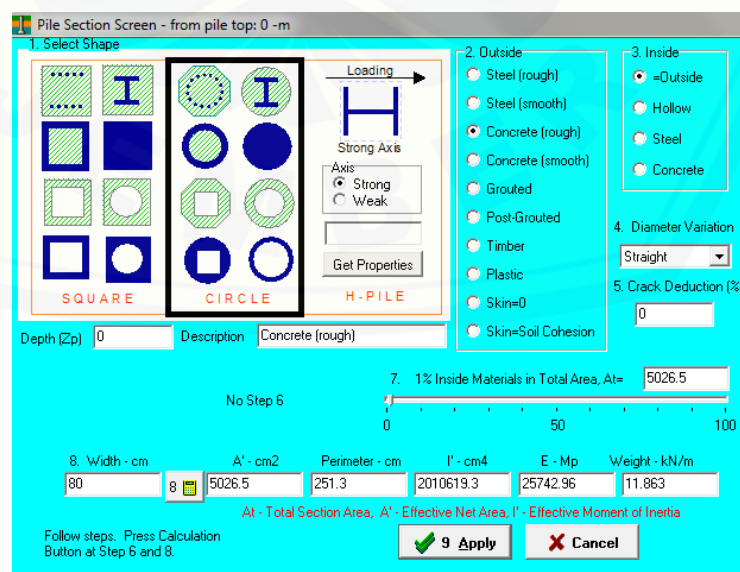
2. Pile Profile

Mengisi data kedalaman *bored pile* TP2B yaitu 49,57 m.

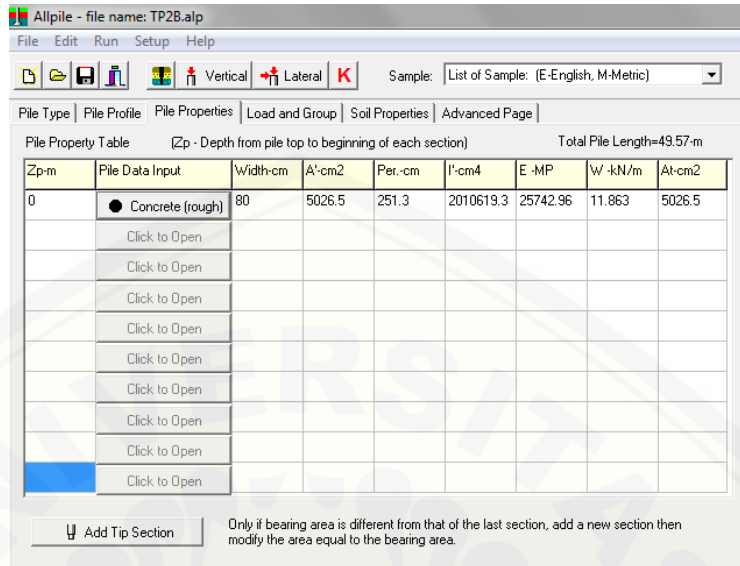


3. Pile Profile

Data-data yang perlu dimasukkan adalah mengenai *bored pile* seperti bentuk penampang, tekstur permukaan luar, jenis material di dalam *bored pile*, ukuran penampang, modulus elastisitas. Setelah itu data-data lainnya otomatis terhitung oleh Allpile V6.52 seperti luas penampang, keliling penampang, inersia *bored pile*, dan berat *bored pile*. Modulus elastisitas beton menggunakan persamaan 2.3. Lihat gambar di bawah untuk lebih jelasnya.

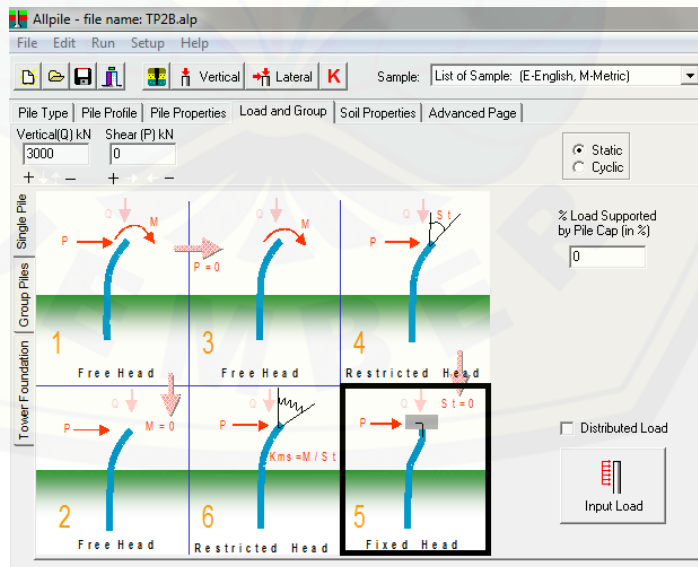


Setelah langkah-langkah tersebut akan muncul gambar di bawah ini.



4. Load and Group

Pada langkah ini yang dilakukan adalah mengisi beban yang ditahan *bored pile* TP2B yaitu 3000 kN dan memilih tipe pembebanan yaitu tipe 5 *fixed head*.



5. Soil Properties

Lapisan tanah yang dapat dimasukkan ke dalam program Allpile V6.52 maksimal adalah 10 lapisan tanah dan sudah termasuk lapisan muka air tanah. Jika lapisan tanah lebih dari 10, maka tanah yang memiliki jenis dan konsistensi sama digabung. Pada proses penggabungan lapisan tanah ada beberapa hal yang perlu diperhatikan yaitu:

- a. Penggabungan berdasarkan jenis tanah yang mirip dan nilai NSPT yang tidak terlalu jauh.
- b. Lapisan tanah yang digabung yaitu lempung dengan lempung, pasir dengan pasir, lanau dengan lanau, lanau dengan pasir, dan yang terakhir lanau dengan lempung.
- c. Penentuan jenis lapisan yang telah digabung berdasarkan jenis tanah dominan.
- d. Nilai NSPT lapisan tanah hasil penggabungan ditentukan dengan merata-rata NSPT tanah penyusunnya.

Berikut adalah penentuan nilai NSPT untuk tanah yang digabung pada tanah hasil stratigrafi antara BH5 dengan BH7. Tanah yang digabung tersebut terdiri tanah lempung sedang kedalaman 15,16 m - 20,03 m dan lanau kedalaman 20,03 m - 424,53 m.

Lempung sedang (15,16 m - 20,03 m):

$$\begin{aligned}\text{Tebal lapisan} &= 4,87 \text{ m} \\ \text{NSPT} &= 14,4\end{aligned}$$

Lanau (20,03 m - 24,53 m):

$$\begin{aligned}\text{Tebal lapisan} &= 4,5 \text{ m} \\ \text{NSPT} &= 20,88\end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{NSPT gabungan} &= \frac{(14,4 \cdot 4,87) + (20,88 \cdot 4,5)}{9,37} \\ &= 17,51 \end{aligned}$$

Lihat gambar di bawah untuk tanah sebelum di gabung dan sesudah digabung.

0		0	
MAT -1,60m	Lempung lunak 4,67	MAT -1,60m	Lempung lunak 4,67
2,29	Pasir 9,25	2,29	Pasir 9,25
4,5		4,5	
5,55	Lempung sedang 6,75		Lempung sedang 6,57
6,03	Pasir 7		
7,4	Lempung sedang 6,25	7,4	
	Lanau 11,2		Lanau 12,75
9,24			
10,30	Lempung kaku 15,5	10,30	
	Lempung sedang 7		Lempung sedang 7
15,16		15,16	
	Lempung sedang 14,4		
20,03			Lempung sedang 17,51
	Lanau 20,88		
24,53		24,53	
	Pasir 38,33		Pasir 37,61
33,16			
33,97	Lanau 29,87	33,97	
	Lempung kaku 18,4		Lempung kaku 18,4
47,47		47,47	
	Lanau 26,6		Lanau 26,6
52,70		52,70	
	Sebelum digabung		Sesudah digabung

Langkah selanjutnya mengisi elevasi muka air tanah dan memasukkan data parameter-parameter lapisan tanah. Lihat gambar di bawah untuk contoh memasukkan data tanah lapisan lanau kedalaman 7,4 m - 10,30 m.

Tahap yang dilakukan yaitu memilih jenis tanah *soft clay* dan klik tombol *apply*. Selanjutnya mengisi nilai kedalaman tanah, berat isi tanah, nilai sudut friksi, nilai kohesi, dan nilai NSPT. Nilai berat isi tanah untuk tanah di bawah muka air, menggunakan berat isi efektif. Nilai berat isi, sudut friksi, dan kohesi didapat dari interpolasi pada tabel 2.3 dan 2.4. NSPT yang digunakan adalah NSPT terkoreksi. NSPT dikoreksi dengan rumus 2.4. Setelah memasukkan data tanah untuk semua lapisan, maka akan seperti gambar di bawah

Allpile - file name: TP2B.alp

File Edit Run Setup Help

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

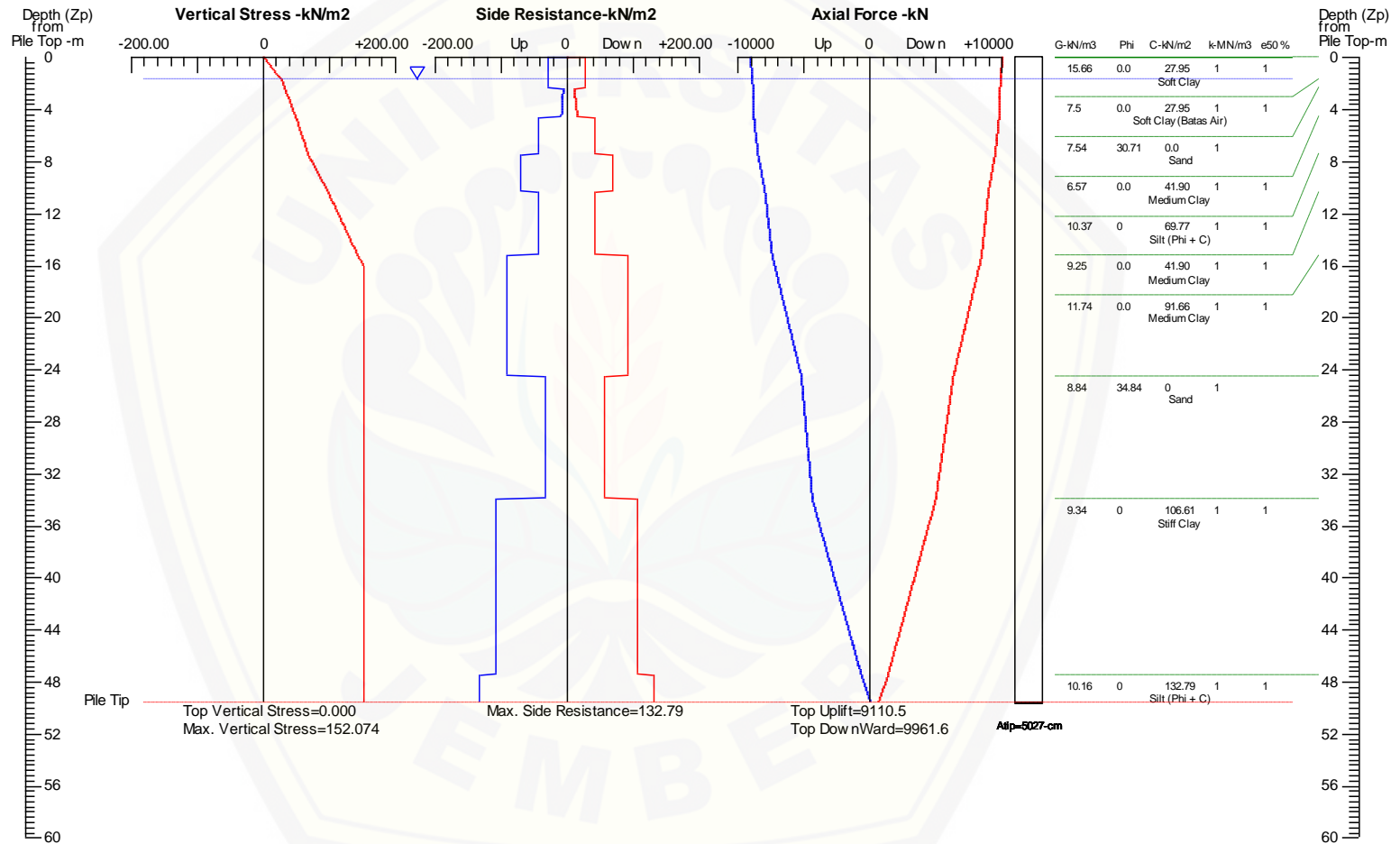
Soil Property Table (Zg - Distance from ground to beginning of each layer) Water Table (An additional layer is required at water table) 1.68 Surface Elevation (Optional input)

Zg-m	Soil Data Input	G-kN/m ³	Phi	C-kN/m ²	k-MN/m ³	e50 or Dr	Nspt	Type
0	Soft Clay	15.66	0.0	27.95	1	1	4.67	1
1.68	Soft Clay (Batas Air[W])	7.5	0.0	27.95	1	1	4.67	1
2.29	Sand[W]	7.54	30.71	0.0	1	1	9.25	4
4.5	Medium Clay [W]	6.57	0.0	41.90	1	1	7	1
7.4	Silt (Phi + C)[W]	10.37	0	69.77	1	1	11.2	3
10.3	Medium Clay [W]	9.25	0.0	41.90	1	1	7	1
15.16	Medium Clay [W]	11.74	0.0	91.66	1	1	14.4	1
24.53	Sand[W]	8.84	34.84	0	1	1	38.33	4
33.97	Stiff Clay [W]	9.34	0	106.61	1	1	18.4	2
47.47	Silt (Phi + C)[W]	10.16	0	132.79	1	1	26.6	3

6. Klik tombol *vertical* dan klik tombol Dept - s, f, Q

Hasil daya dukung *bored pile* akan muncul setelah klik tombol Dept - s, f, Q. Daya dukung tersebut bernama *top downward*. Lihat gambar di bawah.

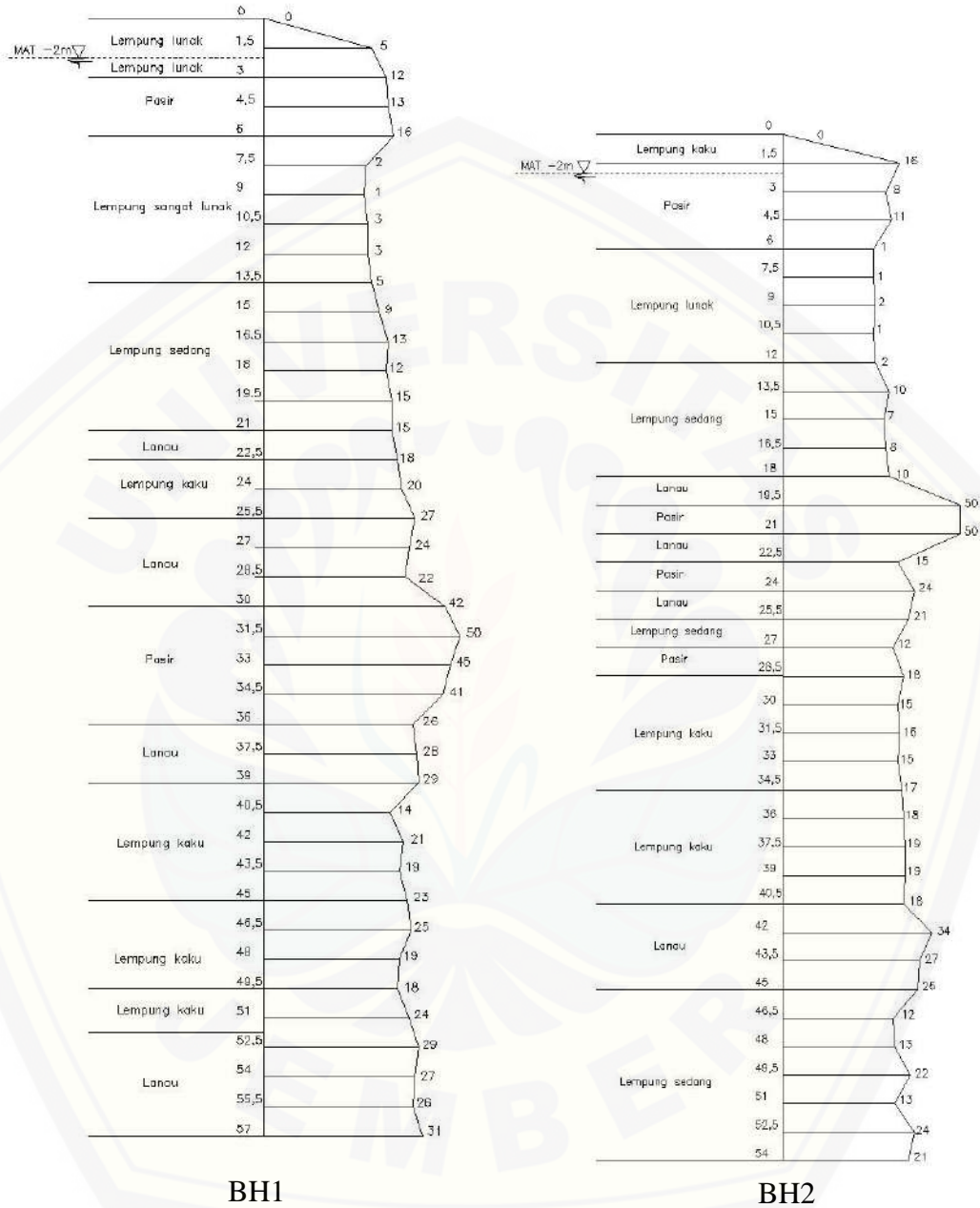
SOIL STRESS, SIDE RESISTANCE, & AXIAL FORCE vs DEPTH Based on Ultimate Load Condition





Lampiran 4. Lapisan Tanah dan NSPT

Lapisan Tanah dan NSPT BH1 dan BH2

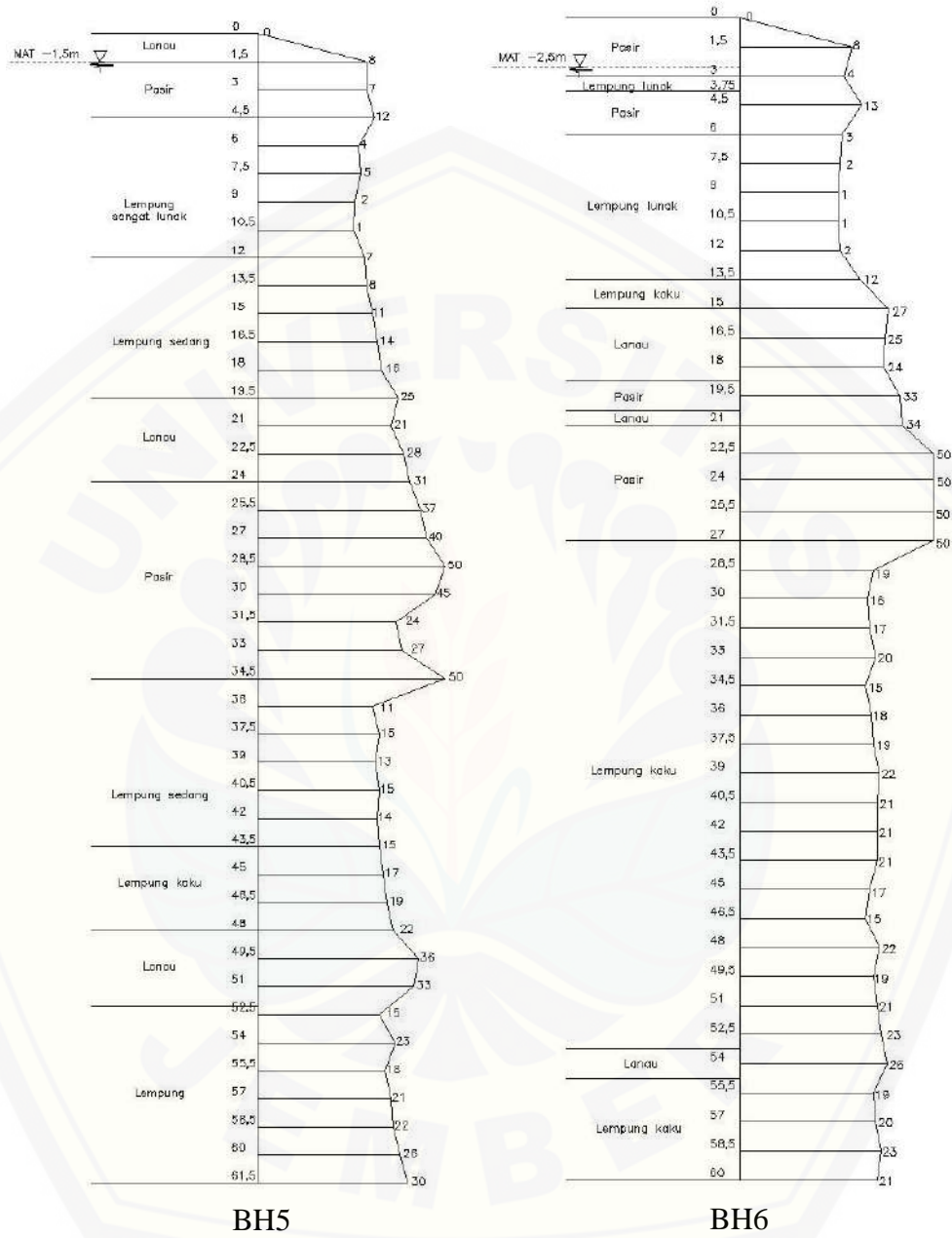


BH1

BH2

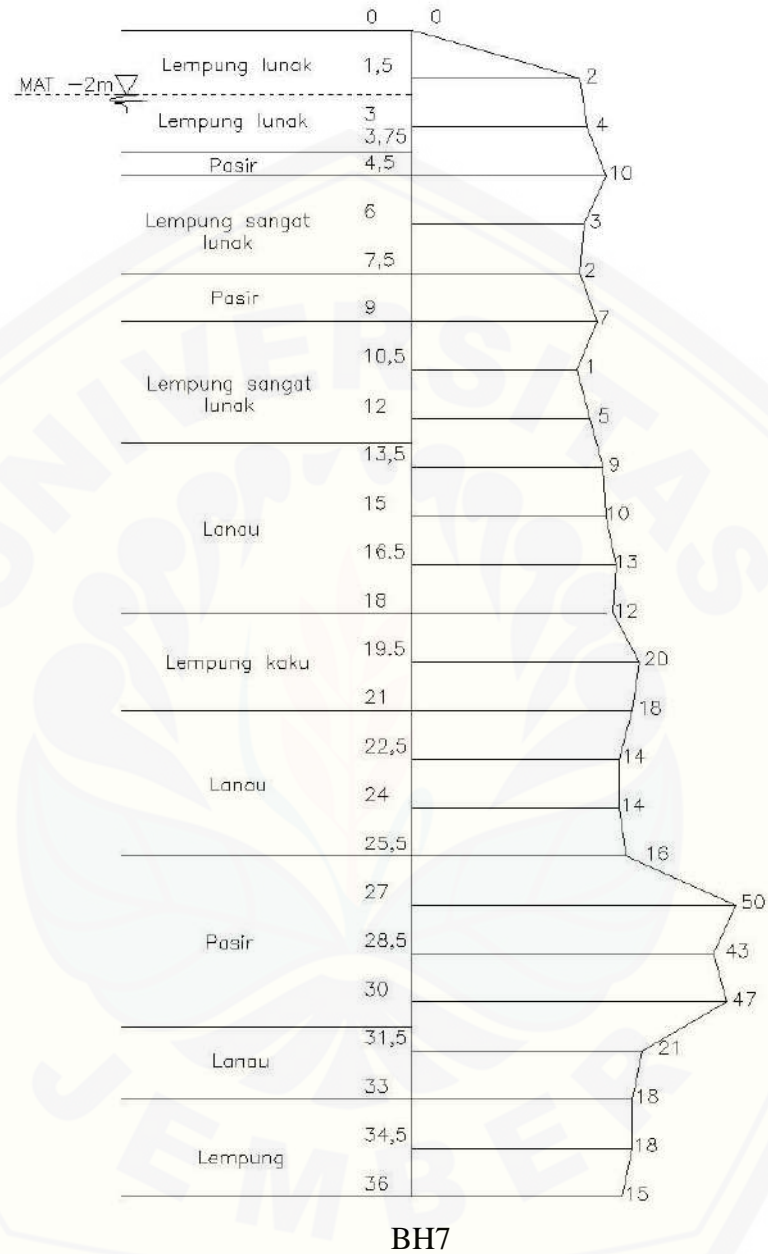
Sumber: PT Testana Indoteknika

Lapisan Tanah dan NSPT BH5 dan BH6



Sumber: PT Testana Indoteknika

Lapisan Tanah dan NSPT BH7



Sumber: PT Testana Indoteknika