



TUGAS AKHIR – RC14-1501

ALTERNATIF PERENCANAAN DINDING PENAHAN TANAH STASIUN BAWAH TANAH BUNDARAN HI DENGAN *DIAPHRAGM WALL*, *SOLDIER PILE*, DAN *SECANT PILE* PADA PROYEK PEMBANGUNAN MRT JAKARTA

ADITTYO MUHAMMAD ANDIKAPUTRA
3113100109

DOSEN PEMBIMBING :
Prof. Ir. Indrasurya B. Mochtar, MSc., PhD
Ir. Suwarno, M.Eng

DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL

Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Surabaya

2017



TUGAS AKHIR – RC14-1501

**ALTERNATIF PERENCANAAN DINDING PENAHAN
TANAH STASIUN BAWAH TANAH BUNDARAN HI
DENGAN *DIAPHRAGM WALL*, *SOLDIER PILE*, DAN
SECANT PILE PADA PROYEK PEMBANGUNAN MRT
JAKARTA**

ADITTYO MUHAMMAD ANDIKAPUTRA
3113100109

DOSEN PEMBIMBING :
Prof. Ir. Indrasurya B. Mochtar, MSc., PhD
Ir. Suwarno, M.Eng

DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL

Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya

2017



FINAL PROJECT – RC14-1501

**ALTERNATIVE DESIGNS FOR RETAINING WALL OF
BUNDARAN HI UNDERGROUND STATION WITH
DIAPHRAGM WALL, SOLDIER PILE, AND SECANT PILE
ON CONSTRUCTION OF MRT PROJECT JAKARTA**

ADITTYO MUHAMMAD ANDIKAPUTRA
3113100109

ADVISOR :
Prof. Ir. Indrasurya B. Mochtar, MSc., PhD
Ir. Suwarno, M.Eng

DEPARTEMENT OF CIVIL ENGINEERING

Faculty of Civil Engineering and Planning

Sepuluh Nopember Institute of Technology

Surabaya

2017

**ALTERNATIF PERENCANAAN DINDING
PENAHAN TANAH DENGAN DIAPHRAGM WALL,
SOLDIER PILE, DAN SECANT PILE PADA PROYEK
PEMBANGUNAN MRT JAKARTA**

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
Pada

Bidang Studi Geoteknik
Program Studi S-1 Reguler Teknik Sipil
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

ADITYO MUHAMMAD ANDIKAPUTRA

Nrp. 3113 100 109

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir :

1. Prof. Ir. Indrasurya B. Mochtar, M.Sc., Ph.D
2. Ir. Suwarno, M.Eng

*Indrasurya B. M.
Suwarno*

DEPARTEMEN
TEKNIK SIPIL

SURABAYA, JULI 2017

ALTERNATIF PERENCANAAN DINDING PENAHAN TANAH STASIUN BAWAH TANAH BUNDARAN HI DENGAN DIAPHRAGM WALL, SOLDIER PILE, DAN SECANT PILE PADA PROYEK PEMBANGUNAN MRT JAKARTA

Nama Mahasiswa	: Adityo Muhammad Andikaputra
NRP	: 3113100109
Jurusan	: Teknik Sipil – FTSP – ITS
Dosen Pembimbing	: Prof. Ir. Indrasurya B. Mochtar,M.Sc., Ph.D Ir. Suwarno, M.Eng

Abstrak

Proyek Pembangunan Mass Rapid Transit (MRT) Jakarta adalah salah satu solusi Pemerintah Provinsi DKI Jakarta untuk mengurangi masalah kemacetan dan tingkat kepadatan lalu lintas di Kota Jakarta. Salah satu stasiun MRT bawah tanah yang dibangun adalah Stasiun MRT Bundaran HI di Jalan MH Thamrin, Jakarta Pusat. Stasiun Bawah Tanah MRT Bundaran HI dibangun di bawah median jalan raya dengan lebar median kurang dari 20 meter. Hasil pengetesan pada laboratorium menunjukkan bahwa tanah di kawasan tersebut dominan tanah lanau dan lempung dengan muka air tanah yang cukup tinggi, yaitu berkisar antara 1,00 – 2,40 di bawah permukaan tanah pada 8 titik borlog yang ditinjau.

Pada perencanaan stasiun bawah tanah Bundaran HI diperlukan struktur dinding penahan tanah dengan panjang 430 meter dan kedalaman stasiun 20 meter sebagai struktur bangunan utama dimana fungsi dinding penahan tanah tersebut adalah menjaga kestabilan tanah dan mencegah keruntuhan tanah di samping stasiun bawah tanah tersebut akibat tekanan tanah lateral yang diterima oleh dinding penahan tanah. Pada tugas akhir ini dilakukan alternatif perencanaan dinding penahan tanah dengan diaphragm wall, secant pile, dan soldier pile menggunakan metode

perhitungan Stress and Deformation : Beam on Elastic Foundation. Tujuan dibuatnya alternatif adalah membandingkan perencanaan tiap alternatif dalam hal kestabilan, kekuatan, deformasi, metode pelaksanaan dan kebutuhan material dinding penahan tanah.

Hasil yang didapatkan berdasarkan analisa dan perhitungan pada Diaphragm Wall didapatkan tebal 1.4 meter dengan kedalaman 40 meter dan deformasi maksimal 3.45 cm. Pada secant pile didapatkan diameter sebesar 1.5 meter dengan kedalaman 40 meter dan deformasi maksimal 3.21 cm. Pada soldier pile dengan profil baja H – Beam 1000 x 400 x 22 x40 ditanam secara disambung sedalam 40 meter tidak dapat digunakan sebagai alternatif perencanaan karena deformasi yang terjadi adalah 10.83 cm dikhawatirkan merusak lingkungan sekitar. Berdasarkan hasil deformasi, estimasi biaya dari segi material, dan metode pelaksanaannya, dipilih perencanaan dengan menggunakan Diaphragm Wall sebagai dinding penahan tanah Stasiun Bawah Tanah MRT Bundaran HI.

Kata Kunci : *dinding penahan tanah, diaphragm wall, soldier pile, secant pile, uplift, beam on elastic foundation*

**ALTERNATIVE DESIGNS FOR RETAINING WALL OF
BUNDARAN HI UNDERGROUND STATION WITH
DIAPHRAGM WALL, SOLDIER PILE, AND SECANT
PILE ON CONSTRUCTION OF MRT PROJECT**

JAKARTA

Student's Name	: Adityo Muhammad Andikaputra
NRP	: 3113100109
Major	: Civil Engineering – FTSP – ITS
Advisor	: Prof. Ir. Indrasurya B. Mochtar, M.Sc., Ph.D Ir. Suwarno, M.Eng

Abstract

The construction of Mass Rapid Transit (MRT) Jakarta is one of many solutions from The Government of DKI Jakarta to decrease the traffic jam problem and the traffic density in Jakarta. One of the underground station is Bundaran HI Station that is located in Jl. MH Thamrin, Jakarta Pusat. This station is located in the median of the main road with approximate width of the median is around 20 meter. The laboratorium result shows that the soil is dominated by silty and clayey soil with high ground water level between 1.00 – 2.40 meter below the ground level on 8 points of borlog test.

The underground station of Bundaran HI needs a retaining wall with length of 430 meter and depth of 20 meter as the main structure where the function of this retaining wall is to keep the soil stability and to avoid the collapse of the soil as the result of the lateral earth pressure that acts as load and gives pressure to the retaining wall. There are 3 (three) alternative designs that is used in this final project, which are diaphragm wall, secant pile, and soldier pile using the analysis method of Stress and Deformation : Beam on Elastic Foundation. The purpose of using three alternatives as the design is to compare each of the retaining wall

in terms of the stability, deformation, construction method, and the volume estimation of material for the retaining wall.

The result based on analysis and calculation shows that the width used for Diaphragm Wall is 1.4 meter with the depth of diaphragm wall is 40 meter and maximum deformation is 3.45 cm. Secant pile analysis and calculation result shows that the diameter used for secant pile is 1.5 meter with the depth is 40 meter and maximum deformation is 3.21 cm. Meanwhile, for soldier pile, analysis and calculation shows that with the H – Beam dimension of 1000 x 400 x 22 x 40, the maximum deformation is 10.83 cm. It can be concluded that the soldier pile retaining wall can not be used as an alternative because it is feared that with 10.83 deformation, the environment and construction around the station will be damaged. Based on the analysis of the deformation, the cost estimation of material, and also the construction method, it can be concluded that the Diaphragm Wall is used as the retaining wall of Bundaran HI Station.

Keyword : retaining wall, diaphragm wall, soldier pile, secant pile, uplift, beam on elastic foundation

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum wr.wb

Puji syukur saya panjatkan kepada Allah SWT karena atas karuniaNya, penulis dapat menyelesaikan tugas akhir dengan tepat waktu.

Tema yang diambil pada tugas akhir ini adalah perencanaan dalam bidang geoteknik dengan judul “Alternatif Perencanaan Dinding Penahan Tanah Stasiun Bawah Tanah Bundaran HI dengan Diaphragm Wall, Soldier Pile, dan Secant Pile pada Proyek Pembangunan MRT Jakarta”. Pada kesempatan ini, penulis bermaksud mengucapkan terima kasih kepada para pihak yang telah membantu dan mendukung penyelesaian Tugas Akhir ini, antara lain:

1. Prof. Ir. Indrasurya B. Mochtar, M.Sc., Ph.D., selaku dosen wali dan juga dosen pembimbing 1 yang telah membimbing dan membantu selama proses pembuatan tugas akhir ini.
2. Ir. Suwarno, M.Eng sebagai dosen pembimbing 2 yang telah membantu dan membimbing selama proses pembuatan tugas akhir ini.
3. Seluruh dosen pengajar di Jurusan Teknik Sipil FTSP ITS yang telah memberikan ilmunya selama masa perkuliahan penulis.
4. Dicky, Aan, Ivan, Najib, Ical yang menjadi teman bertukar ide dan pikiran selama proses pembuatan tugas akhir penulis serta teman-teman Teknik Sipil angkatan 2013 yang telah memberikan dukungannya.
5. Civitas akademika Jurusan Teknik Sipil ITS yang telah memberikan bantuan selama proses penyusunan tugas akhir ini.

Penulis menyadari bahwa dalam pembuatan tugas akhir ini terdapat kelebihan dan kekurangan. Harapan saya semoga kelebihan pada Tugas Akhir ini dapat memberikan

manfaat dan menambah wawasan bagi rekan-rekan dengan disiplin ilmu yang sama dan penulis memohon maaf atas kekurangan yang ada pada Tugas Akhir ini.

Wassalamualaikum wr. wb.

Surabaya, Juni 2017

Penulis

DAFTAR ISI

Abstrak	i
Abstract	iii
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR, GRAFIK, DAN DIAGRAM	ix
DAFTAR TABEL.....	xii
BAB I.....	1
PENDAHULUAN	1
1. 1 Latar Belakang	1
1. 2 Perumusan Masalah.....	3
1. 3 Batasan Masalah.....	4
1. 4 Tujuan.....	4
1. 5 Manfaat.....	4
BAB II.....	7
TINJAUAN PUSTAKA	7
2. 1 Analisa Parameter Tanah.....	7
2. 2 Tekanan Lateral Tanah	8
2. 3 Stress and Deformation : Beam on Elastic Foundation	10
2. 4 Kontrol Uplift / Buoyancy	13
2. 5 Perencanaan <i>Diaphragm Wall</i>	13
2. 6 Perencanaan <i>Secant Pile</i>	18
2. 7 Perencanaan <i>Soldier Pile</i>	21
2. 8 Program Bantu.....	23
BAB III	25
METODOLOGI.....	25
BAB IV	29
ANALISA DATA TANAH	29
4. 1. Data Tanah	29
4.1. 1. Data <i>Standard Penetration Test (SPT)</i>	29
4.1. 2 Penggabungan Data SPT	32
4.1. 3 Penentuan Parameter Tanah	34
BAB V	37
PERENCANAAN DINDING PENAHAN TANAH	37
5. 1 Umum	37
5. 2 Perhitungan Dinding Penahan Tanah	37
5.2. 1 Perencanaan <i>Diaphragm Wall</i>	39
5.2. 2 Perencanaan Struktur Dinding Diaphragm Wall	70

5.2. 3 Perencanaan Penulangan Pelat Lantai	73
5.2. 4 Analisa <i>Buoyancy</i> dan Friksi <i>D-Wall</i>	82
5.2. 5 Perencanaan Secant Pile.....	85
5.2. 6 Penulangan Secant Pile	113
5.2. 7 Perhitungan Pelat Lantai	115
5.2. 8 Analisa Buoyancy dan Friksi Bored Pile	116
5.2. 9 Perencanaan Soldier Pile.....	119
BAB VI.....	147
METODE PELAKSANAAN KERJA DAN ESTIMASI BIAYA	
MATERIAL.....	147
6. 1 Umum	147
6. 2 Pekerjaan Persiapan	148
6. 3 Metode Pelaksanaan <i>Diaphragm Wall</i>	149
6.3. 1 Pembuatan Guide Wall	149
6.3. 2 Pekerjaan Penggalian	150
6.3. 3 Pengukuran Kedalaman Galian	150
6.3. 4 Penulangan <i>Diaphragm Wall</i>	150
6.3. 5 Pengecoran Diaphragm Wall	151
6. 4 Metode Pelaksanaan <i>Secant Pile</i>	154
6.4. 1 Pengeboran dan Pengecoran <i>Secondary Pile</i>	155
6.4. 2 Pengeboran dan Pengecoran <i>Primary Pile</i>	156
6. 5 Metode Pelaksanaan Top – Down Construction	157
6. 6 Estimasi Biaya Material Struktur Dinding Penahan Tanah	163
BAB VII	165
KESIMPULAN DAN SARAN	165
7. 1 Kesimpulan	165
7. 2 SARAN.....	167
LAMPIRAN - LAMPIRAN	169

DAFTAR GAMBAR, GRAFIK, DAN DIAGRAM

Gambar 1. 1 Rencana Rute Proyek MRT Jakarta	2
Gambar 1. 2 Lokasi Pembangunan Stasiun MRT Bawah Tanah Bundaran HI.....	3
Gambar 2. 1 Beban-beban yang Bekerja pada Metode Top-Down Construction.....	8
Gambar 2. 2 Grafik Tekanan Lateral Tanah.....	9
Gambar 2. 3 Ilustrasi Metode Stress and Deformation Analysis	11
Gambar 2. 4 Grafik Tekanan Lateral Tanah dan Deformasi Dinding .	12
Gambar 2. 5 Perencanaan Penulangan pada Diaphragm Wall.....	14
Gambar 2. 6 Tegangan pada Kondisi Ultimate di Beton Bertulang	15
Gambar 2. 7 Perencanaan Secant Pile	18
Gambar 2. 8 Konstruksi Soldier Pile (a) Tampak Depan (b) Tampak Atas	22
Gambar 3. 1 Bagan Alir Tugas Akhir.....	25
Gambar 4. 1 8 Titik Pengeboran Penyelidikan Tanah	29
Gambar 4. 2 Data Tes SPT di Jalan MH Thamrin, Jakarta Pusat	30
Gambar 4. 3 Stratigafi Tanah BR-11 sampai dengan BR-18.	32
Gambar 5. 1 Desain Perencanaan Stasiun Bawah Tanah Bundaran HI	39
Gambar 5. 2 Proses Penggalian 1-3 (dari kiri ke kanan)	40
Gambar 5. 3 Permodelan untuk Menentukan Kedalaman Dinding ..	41
Gambar 5. 4 Hasil Analisa Program Bantu	42
Gambar 5. 5 Masukan Data Beban pada Program Bantu	45
Gambar 5. 6 Defleksi Dinding Pada Iterasi Terakhir	52
Gambar 5. 7 Beban Lateral Tanah dan Tekanan Air pada SAP2000...	55
Gambar 5. 8 Defleksi Dinding pada Akhir Penggalian Kedua	61
Gambar 5. 9 Beban Lateral Tanah dan Tekanan Air pada SAP2000...	64
Gambar 5. 10 Defleksi Dinding pada Akhir Penggalian Ketiga	69
Gambar 5. 11 Tampak Atas Penulangan Diaphragm Wall	72
Gambar 5. 12 Tampak Samping Penulangan Diaphragm Wall	72
Gambar 5. 13 Bidang Momen Pada Tengah Bentang (Kiri) dan Bidang Momen pada Tumpuan (kanan)	74

Gambar 5. 14 Besar Beban Aksial Pelat di Akhir Penggalian (titik 5 pelat atas, titik 12 pelat tengah)	75
Gambar 5. 15 Penulangan Pelat Lantai Teratas pada Tengah Bentang	77
Gambar 5. 16 Bidang Momen pada Tengah Bentang (atas) dan Tumpuan (bawah).....	78
Gambar 5. 17 Bidang Momen yang Terjadi pada Pelat Terbawah.....	81
Gambar 5. 18 Masukan Data Beban pada Program Bantu	88
Gambar 5. 19 Defleksi Dinding Pada Iterasi Terakhir	95
Gambar 5. 20 Beban Lateral Tanah dan Tekanan Air pada SAP2000	98
Gambar 5. 21 Defleksi Dinding pada Akhir Penggalian Kedua.....	104
Gambar 5. 22 Beban Lateral Tanah dan Tekanan Air pada SAP2000	107
Gambar 5. 23 Defleksi Dinding pada Akhir Penggalian Ketiga	112
Gambar 5. 24 Bidang Momen pada Dinding Secant Pile Wall	113
Gambar 5. 25 Penulangan Secant Pile.....	114
Gambar 5. 26 Diagram Interaksi P-M	114
Gambar 5. 27 Masukan Data Beban pada Program Bantu	122
Gambar 5. 28 Defleksi Dinding Pada Iterasi Terakhir Penggalian Pertama	129
Gambar 5. 29 Beban Lateral Tanah dan Tekanan Air pada SAP2000	132
Gambar 5. 30 Defleksi Dinding pada Akhir Penggalian Kedua.....	138
Gambar 5. 31 Beban Lateral Tanah dan Tekanan Air pada SAP2000	141
Gambar 6. 1 Flowchart Pekerjaan Diaphragm Wall.....	149
Gambar 6. 2 Ilustrasi Penggalian Panel 1 Diaphragm Wall	151
Gambar 6. 3 Ilustrasi Supersonic Wave Measuring	152
Gambar 6. 4 Proses Memasukkan Tulangan ke Dalam Galian Tanah	152
Gambar 6. 5 Ilustrasi Pemasangan Pipa Tremie dan Pengecoran Beton	153
Gambar 6. 6 Ilustrasi Pengerjaan Dinding Panel 2.....	153
Gambar 6. 7 Metode Pelaksanaan Secant Pile Wall.....	154
Gambar 6. 8 Penggalian dan Pengecoran Secondary Pile	155
Gambar 6. 9 Posisi Primary Pile nomor 5,6,7,8 di antara Secondary Pile	156
Gambar 6. 10 Skema Penggalian dan Pengecoran Primary Pile	157
Gambar 6. 11 Metode Pelaksanaan Top-Down Construction	157
Gambar 6. 12 Pemasangan Lantai Kerja dan Pengecoran Dinding Penahan Tanah.....	159
Gambar 6. 13 Penanaman Kingpost (Temporary H – Beam as Column)	159

Gambar 6. 14 Penggalian Tahap 1 dan Pengecoran Pelat Lantai Atas	160
Gambar 6. 15 Penggalian Tahap 2.....	160
Gambar 6. 16 Pengecoran Pelat Lantai Tengah dan Kolom serta Pemotongan Kingpost	161
Gambar 6. 17 Penggalian Tahap 3.....	161
Gambar 6. 18 Pengecoran Pelat Lantai Bawah, Kolom, dan Pemotongan Kingpost	162
Gambar 6. 19 Penimbunan Tanah Kembali (Backfill)	162

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Tabel Korelasi Konsistensi Tanah dengan N-SPT dan Data Sondir	7
Tabel 2. 2 Tabel Korelasi Modulus Elastisitas Tanah	7
Tabel 4. 1 Hasil Penyelidikan Data Tanah	33
Tabel 4. 2 Hasil Perhitungan C_u , E_s , Φ dan γsat	34
Tabel 4. 3 .Hasil Perhitungan Nilai k_s	35
Tabel 5. 1 Data Tanah untuk Perencanaan Dinding Penahan Tanah.....	40
Tabel 5. 2 Tekanan Tanah di Depan Dinding	41
Tabel 5. 3 Tekanan Tanah di Belakang Dinding.....	42
Tabel 5. 4 Tekanan Air Pori Tanah	42
Tabel 5. 5 Tekanan Tanah di Belakang Dinding Penggalian Pertama Iterasi 1	44
Tabel 5. 6 Tekanan Tanah di Depan Dinding pada Penggalian Pertama Iterasi 1	44
Tabel 5. 7 Tegangan Air Pori	44
Tabel 5. 8 Beban Terpusat Tanah di Belakang Dinding	46
Tabel 5. 9 Beban Terpusat Tanah di Depan Dinding	46
Tabel 5. 10 Hasil Defleksi pada Tiap Titik Tangkap Beban	47
Tabel 5. 11 Beban Terpusat pada Titik Tangkap Beban pada Iterasi Kedua di Sisi Depan Dinding	48
Tabel 5. 12 Beban Terpusat pada Titik Tangkap Beban pada Iterasi Kedua di Sisi Belakang Dinding	49
Tabel 5. 13 Perhitungan Tekanan Tanah di Depan Dinding pada Iterasi Terakhir	50
Tabel 5. 14 Perhitungan Tekanan Tanah di Belakang Dinding pada Iterasi Terakhir	51
Tabel 5. 15 Defleksi Dinding pada Iterasi Terakhir	52
Tabel 5. 16 Tekanan Tanah di Depan Dinding pada Penggalian Fase Kedua	53
Tabel 5. 17 Tekanan Air Pori Pada Penggalian Fase Kedua	54
Tabel 5. 18 Gaya Lateral Tanah di Depan Dinding Pada Penggalian Fase Kedua	54
Tabel 5. 19 Beban Terpusat Tanah di Belakang Dinding pada Iterasi Pertama Penggalian Kedua	56

Tabel 5. 20 Beban Terpusat Tanah di Depan Dinding pada Iterasi Pertama Penggalian Kedua	57
Tabel 5. 21 Defleksi Dinding pada Iterasi Pertama Penggalian Kedua	58
Tabel 5. 22 Besar Tekanan Lateral Tanah di Depan Dinding Pada Iterasi Keenam	59
Tabel 5. 23 Besar Tekanan Lateral Tanah di Belakang Dinding Pada Iterasi Keenam	60
Tabel 5. 24 Defleksi Dinding pada Akhir Penggalian Kedua.....	61
Tabel 5. 25 Tekanan Tanah di Depan Dinding pada Penggalian Fase Ketiga.....	62
Tabel 5. 26 Tekanan Air Pori pada Penggalian Fase Ketiga	63
Tabel 5. 27 Gaya Lateral Tanah di Depan Dinding pada Penggalian Fase Ketiga.....	63
Tabel 5. 28 Beban Terpusat Tanah Lateral di Depan Dinding pada Iterasi Pertama Penggalian Ketiga	64
Tabel 5. 29 Beban Terpusat Tanah Lateral di Belakang Dinding pada Iterasi Pertama Penggalian Ketiga	65
Tabel 5. 30 Defleksi Dinding pada Iterasi Pertama Penggalian Ketiga	66
Tabel 5. 31 Besar Tekanan Tanah di Depan Dinding Pada Iterasi Kelima Penggalian Ketiga.....	67
Tabel 5. 32 Besar Tekanan Tanah di Belakang Dinding Pada Iterasi Kelima Penggalian Ketiga.....	68
Tabel 5. 33 Defleksi Dinding pada Akhir Penggalian Ketiga	69
Tabel 5. 34 Preliminary Design Penulangan Pelat Lantai Momen Tengah Bentang	75
Tabel 5. 35 Penulangan Pelat Lantai Momen Tumpuan.....	77
Tabel 5. 36 Desain Tulangan Susut	78
Tabel 5. 37 Desain Tulangan di Tengah Bentang.....	79
Tabel 5. 38 Desain Tulangan Tumpuan.....	79
Tabel 5. 39 Desain Tulangan Susut	80
Tabel 5. 40 Penulangan pada Bagian Atas Pelat	81
Tabel 5. 41 Penulangan pada Bagian Bawah Pelat.....	82
Tabel 5. 42 Penulangan Tulangan Susut pada Pelat	82
Tabel 5. 43 Perhitungan Qs Dinding Bagian A (Depan Dinding yang Digali)	84
Tabel 5. 44 Perhitungan Qs Dinding Bagian B (Dinding yang Tidak Digali)	84
Tabel 5. 45 Nilai ks Baru yang Digunakan	86

Tabel 5. 46 Tekanan Tanah di Belakang Dinding Penggalian Pertama Iterasi 1	87
Tabel 5. 47 Tekanan Tanah di Depan Dinding pada Penggalian 1 Iterasi 1	87
Tabel 5. 48 Tekanan Air Pori	88
Tabel 5. 49 Beban Terpusat Tanah di Belakang Dinding	89
Tabel 5. 50 Beban Terpusat Tanah di Depan Dinding	89
Tabel 5. 51 Hasil Defleksi pada Tiap Titik Tangkap Beban	90
Tabel 5. 52 Beban Terpusat pada Titik Tangkap Beban pada Iterasi Kedua di Sisi Depan Dinding	91
Tabel 5. 53 Beban Terpusat pada Titik Tangkap Beban pada Iterasi Kedua di Sisi Belakang Dinding.....	92
Tabel 5. 54 Perhitungan Tekanan Tanah di Depan Dinding pada Iterasi Terakhir	93
Tabel 5. 55 Perhitungan Tekanan Tanah di Belakang Dinding pada Iterasi Terakhir	94
Tabel 5. 56 Defleksi Dinding pada Iterasi Terakhir	95
Tabel 5. 57 Tekanan Tanah di Depan Dinding pada Penggalian Fase Kedua.....	96
Tabel 5. 58 Tekanan Air Pori Pada Penggalian Fase Kedua	97
Tabel 5. 59 Gaya Lateral Tanah di Depan Dinding Pada Penggalian Fase Kedua	97
Tabel 5. 60 Beban Terpusat Tanah di Belakang Dinding pada Iterasi Pertama Penggalian Kedua	99
Tabel 5. 61 Beban Terpusat Tanah di Depan Dinding pada Iterasi Pertama Penggalian Kedua	100
Tabel 5. 62 Defleksi Dinding pada Iterasi Pertama Penggalian Kedua	101
Tabel 5. 63 Besar Tekanan Lateral Tanah di Depan Dinding Pada Iterasi Keenam.....	102
Tabel 5. 64 Besar Tekanan Lateral Tanah di Belakang Dinding Pada Iterasi Keenam.....	103
Tabel 5. 65 Defleksi Dinding pada Akhir Penggalian Kedua	104
Tabel 5. 66 Tekanan Tanah di Depan Dinding pada Penggalian Fase Ketiga	105
Tabel 5. 67 Tekanan Air Pori pada Penggalian Fase Ketiga	106
Tabel 5. 68 Gaya Lateral Tanah di Depan Dinding pada Penggalian Fase Ketiga	106

Tabel 5. 69 Beban Terpusat Tanah Lateral di Depan Dinding pada Iterasi Pertama Penggalian Ketiga	107
Tabel 5. 70 Beban Terpusat Tanah Lateral di Belakang Dinding pada Iterasi Pertama Penggalian Ketiga	108
Tabel 5. 71 Defleksi Dinding pada Iterasi Pertama Penggalian Ketiga	109
Tabel 5. 72 Besar Tekanan Tanah di Depan Dinding Pada Iterasi Kelima Penggalian Ketiga.....	110
Tabel 5. 73 Besar Tekanan Tanah di Belakang Dinding Pada Iterasi Kelima Penggalian Ketiga.....	111
Tabel 5. 74 Defleksi Dinding pada Akhir Penggalian Ketiga	112
Tabel 5. 75 Qs Tiang Bagian A (Depan Dinding yang Tergali).....	117
Tabel 5. 76 Qs Tiang Bagian B (Bagian dinding yang Tidak Tergali)	118
Tabel 5. 77 Nilai ks Baru yang Digunakan	120
Tabel 5. 78 Beban Terpusat Tanah di Belakang Dinding	123
Tabel 5. 79 Beban Terpusat Tanah di Depan Dinding	123
Tabel 5. 80 Hasil Defleksi pada Tiap Titik Tangkap Beban	124
Tabel 5. 81 Beban Terpusat pada Titik Tangkap Beban pada Iterasi Kedua di Sisi Depan Dinding.....	125
Tabel 5. 82 Beban Terpusat pada Titik Tangkap Beban pada Iterasi Kedua di Sisi Belakang Dinding	126
Tabel 5. 83 Perhitungan Tekanan Tanah di Depan Dinding pada Iterasi Terakhir.....	127
Tabel 5. 84 Perhitungan Tekanan Tanah di Belakang Dinding pada Iterasi Terakhir.....	128
Tabel 5. 85 Defleksi Dinding pada Iterasi Terakhir	129
Tabel 5. 86 Tekanan Tanah di Depan Dinding pada Penggalian Fase Kedua	130
Tabel 5. 87 Tekanan Air Pori Pada Penggalian Fase Kedua	131
Tabel 5. 88 Gaya Lateral Tanah di Depan Dinding Pada Penggalian Fase Kedua.....	131
Tabel 5. 89 Beban Terpusat Tanah di Belakang Dinding pada Iterasi Pertama Penggalian Kedua	133
Tabel 5. 90 Beban Terpusat Tanah di Depan Dinding pada Iterasi Pertama Penggalian Kedua	134
Tabel 5. 91 Defleksi Dinding pada Iterasi Pertama Penggalian Kedua	135
Tabel 5. 92 Besar Tekanan Lateral Tanah di Depan Dinding Pada Iterasi Keenam	136

Tabel 5. 93 Besar Tekanan Lateral Tanah di Belakang Dinding Pada Iterasi Keenam	137
Tabel 5. 94 Defleksi Dinding pada Akhir Penggalian Kedua	138
Tabel 5. 95 Tekanan Tanah di Depan Dinding pada Penggalian Fase Ketiga	139
Tabel 5. 96 Tekanan Air Pori pada Penggalian Fase Ketiga	140
Tabel 5. 97 Gaya Lateral Tanah di Depan Dinding pada Penggalian Fase Ketiga	140
Tabel 5. 98 Beban Terpusat Tanah Lateral di Depan Dinding pada Iterasi Pertama Penggalian Ketiga	141
Tabel 5. 99 Beban Terpusat Tanah Lateral di Belakang Dinding pada Iterasi Pertama Penggalian Ketiga	142
Tabel 5. 100 Defleksi Dinding pada Iterasi Pertama Penggalian Ketiga	143
Tabel 5. 101 Defleksi Iterasi Kedua Penggalian Fase Ketiga	144
Tabel 6.1 Perbandingan Estimasi Biaya Material Dinding Penahan Tanah.....	164
Tabel 7. 1 Rekapitulasi Defleksi Maksimum dan Momen Maksimum	166
Tabel 7. 2 Penulangan Diaphragm Wall dan Secant Pile	166
Tabel 7. 3 Dimensi dan Penulangan Pelat Lantai sebagai Strut	166
Tabel 7. 4 Kontrol Uplift / Buoyancy Alternatif Perencanaan	167

BAB I

PENDAHULUAN

1. 1 Latar Belakang

Jakarta sebagai kota metropolitan, pusat pemerintahan serta ekonomi mengalami permasalahan yang cukup serius pada bidang transportasi, yakni ketidakseimbangan pertumbuhan panjang jalan dengan volume kendaraan bermotor yang mengakibatkan kemacetan di jalan. Berdasarkan data dari Dinas Perhubungan (DISHUB) DKI Jakarta diketahui bahwa tingkat pertumbuhan jalan di Jakarta kurang dari 1 % pada tahun 2010 – 2014 akibat terbatasnya ketersediaan lahan di Jakarta dan pertumbuhan volume kendaraan mencapai 12% per tahunnya sehingga fasilitas dan sarana transportasi umum yang menunjang berbagai kegiatan di Jakarta harus terus ditingkatkan seiring berjalannya waktu. Selain itu, hasil studi Japan International Corporation Agency (JICA) pada tahun 2004 menyatakan bahwa bila tidak dilakukan perbaikan pada sistem transportasi yang sudah ada, diperkirakan lalu lintas Jakarta akan macet total pada tahun 2020 (Study on Integrated Transportation Master Plan (SITRAMP II)).

Salah satu solusi Pemerintah Provinsi DKI Jakarta untuk menangani masalah di atas adalah membangun sebuah transportasi masal bersifat makro, yaitu *Mass Rapit Transit* (MRT) Jakarta. MRT Jakarta ini diharapkan mampu mengurangi tingkat kepadatan kendaraan dan kemacetan di jalan serta dapat mengalihkan tendensi masyarakat yang menggunakan kendaraan pribadi ke transportasi masal. MRT Jakarta yang berbasis rel dan kereta rencananya akan membentang kurang lebih sepanjang ±10 km dari wilayah Lebak Bulus – Sisingamaraja dengan jumlah 7 stasiun layang serta ±6 km dari wilayah Senayan – Bundaran HI yang terdiri dari terowongan MRT bawah tanah dan 6 stasiun MRT bawah tanah. Salah satu stasiun MRT bawah tanah yang dibangun

adalah Stasiun MRT Bundaran HI. Gambar 1.1 akan menjelaskan rencana rute proyek MRT Jakarta.



Gambar 1. 1 Rencana Rute Proyek MRT Jakarta

(sumber : www.jakartamrt.co.id)

Stasiun Bundaran HI adalah stasiun MRT bawah tanah berlokasi di Jalan MH Thamrin, Jakarta Pusat dan akan terintegrasi dengan halte bus Transjakarta yang berada di atas Stasiun Bawah Tanah Bundaran HI. Stasiun MRT Bundaran HI dibangun di sekitar gedung – gedung bertingkat dan pada median jalan dengan lebar median kurang dari 20 meter. Gambar 1.2 akan menunjukkan lokasi pembangunan stasiun bawah tanah Bundaran HI. Selain kawasan pembangunan yang sempit, hasil pengetesan pada laboratorium menunjukkan bahwa tanah di kawasan tersebut dominan tanah lanau dan lempung dengan muka air tanah yang cukup tinggi, yaitu berkisar antara 1,00 – 2,40 di bawah permukaan tanah pada 9 titik yang ditinjau.



Gambar 1. 2 Lokasi Pembangunan Stasiun MRT Bawah Tanah Bundaran HI
{sumber : *Traffic Management Plan Construction of Jakarta Mass Rapid Transit Project Underground Section CP106*}

1. 2 Perumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang masalah dan identifikasi permasalahan yang ada, maka permasalahan yang akan dibahas dalam Tugas Akhir ini adalah :

1. Bagaimana kondisi tanah pada Jalan MH Thamrin, Jakarta Pusat?
2. Bagaimana beban – beban yang bekerja pada dinding penahan tanah?
3. Bagaimana perencanaan dinding penahan tanah dengan *Diaphragm Wall*, *Secant Pile*, dan *Soldier Pile*?
4. Bagaimana analisa stabilitas ketiga alternatif perencanaan sebagai dinding penahan tanah?
5. Bagaimana metode pelaksanaan konstruksi ketiga alternatif perencanaan dinding penahan tanah yang tepat untuk diterapkan pada kondisi median jalan yang sempit dan banyak bangunan bertingkat di sekitarnya?

6. Bagaimana analisa estimasi biaya dari segi material untuk ketiga alternatif perencanaan dinding penahan tanah tersebut dan manakah yang paling ekonomis?

1. 3 Batasan Masalah

Pembatasan masalah diperlukan agar pembahasan dalam alternatif perencanaan dinding penahan tanah tidak meluas. Adapun batasan masalah dalam tugas akhir ini adalah :

1. Data yang digunakan adalah data sekunder.
2. Masalah yang ditinjau hanya masalah pada perencanaan dinding penahan tanah pada Stasiun Bawah Tanah Bundaran HI, Jakarta Pusat
3. Tidak merencanakan struktur sekunder, arsitektural, dan struktur rel kereta bawah tanah.
4. Manajemen konstruksi yang dibahas hanya sebatas metode pelaksanaan konstruksi dinding penahan tanah saja.
5. Tidak merencanakan dan membahas *traffic management*.
6. Pembangunan menggunakan proses *dewatering*.

1. 4 Tujuan

Tujuan perencanaan adalah menentukan desain dinding penahan tanah yang tepat ditinjau dari segi kestabilan, kekuatan, deformasi, dan tingkat ekonomisnya beserta metode pelaksanaan konstruksinya dimana pada tugas akhir ini akan direncanakan tiga alternatif perencanaan dinding penahan tanah pada tanah lanau dan lempung dengan MAT yang tinggi di Stasiun Bawah Tanah Bundaran HI dengan metode perhitungan mekanika tanah dan struktur pada umumnya.

1. 5 Manfaat

Manfaat dari perencanaan ini adalah mengetahui desain dinding penahan tanah yang tepat dalam hal kestabilan, kekuatan, deformasi, dan tingkat ekonomisnya beserta metode pelaksanaan konstruksinya sehingga hasil yang didapatkan diharapkan dapat menambah pemahaman perencanaan desain dinding penahan tanah pada tanah lunak serta dapat menjadi salah satu alternatif pemecahan masalah pada proyek dengan permasalahan yang serupa pada masa yang akan datang dan

dapat dijadikan sumbangan ilmu pengetahuan khususnya di bidang Teknik Sipil.

(Halaman sengaja dikosongkan)

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2. 1 Analisa Parameter Tanah

Pada perencanaan ini, analisa parameter tanah dilakukan dengan melakukan korelasi data tanah untuk data yang belum didapatkan. Pada tugas akhir ini, korelasi data tanah yang harus dilakukan adalah korelasi konsistensi tanah lunak pada **Tabel 2.1**, serta modulus Elastisitas tanah pada **Tabel 2.2** di bawah ini.

Tabel 2. 1 Tabel Korelasi Konsistensi Tanah dengan N-SPT dan Data Sondir

<u>Konsistensi tanah</u>	Taksiran harga kekuatan geser undrained, C_u		Taksiran harga SPT, harga N	Taksiran harga tahanan conus, q_c (dari Sondir)	
	kPa	ton/m ²		kN/cm ²	kPa
<u>Sangat lunak (very soft)</u>	0 – 12.5	0 – 1.25	0 – 2.5	0 – 10	0 – 1000
<u>Lunak (soft)</u>	12.5 – 25	1.25 – 2.5	2.5 – 5	10 – 20	1000–2000
<u>Menengah (medium)</u>	25 – 50	2.5 – 5.	5 – 10	20 – 40	2000 – 4000
<u>Kaku (stiff)</u>	50 – 100	5.0 – 10.	10 – 20	40 – 75	4000 – 7500
<u>Sangat kaku (very stiff)</u>	100 – 200	10. – 20.	20 – 40	75 – 150	7500 – 15000
<u>Keras (hard)</u>	> 200	> 20.	> 40	> 150	> 15000

{ sumber : Mochtar (2006), revised (2012) }

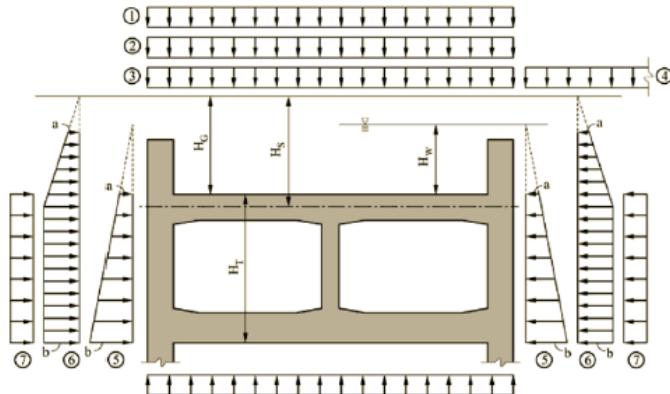
Tabel 2. 2 Tabel Korelasi Modulus Elastisitas Tanah

Type of soil	Modulus of elasticity, E_s		
	MN/m ²	lb/in ²	Poisson's ratio, μ_s
Loose sand	10.5–24.0	1500–3500	0.20–0.40
Medium dense sand	17.25–27.60	2500–4000	0.25–0.40
Dense sand	34.50–55.20	5000–8000	0.30–0.45
Silty sand	10.35–17.25	1500–2500	0.20–0.40
Sand and gravel	69.00–172.50	10,000–25,000	0.15–0.35
Soft clay	4.1–20.7	600–3000	
Medium clay	20.7–41.4	3000–6000	0.20–0.50
Stiff clay	41.4–96.6	6000–14,000	

{ sumber : Braja M Das, 1984 }

2. 2 Tekanan Lateral Tanah

Hal yang perlu diperhatikan pada perencanaan dinding penahan tanah adalah perhitungan tekanan lateral tanah sebagai beban yang bekerja pada dinding penahan tanah tersebut. Tekanan lateral tanah terjadi karena adanya beban luar dan beban vertikal yang bekerja pada titik tersebut. Besar dari tekanan tanah lateral dipengaruhi oleh beban-beban yang bekerja yang dapat dilihat di **Gambar 2.1**, kedalaman titik yang ditinjau, kondisi fisik tanah, kohesi, sudut geser tanah, friksi tanah dan kemiringan tanah terhadap bentuk struktur tanah. Terdapat 3 (tiga) jenis tekanan lateral tanah jika dilihat berdasarkan pergerakan strukturnya yang ditunjukkan pada grafik tekanan lateral tanah di **Gambar 2.2**.



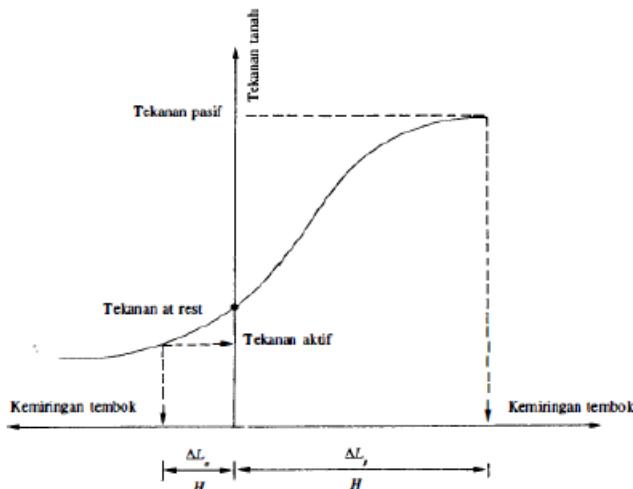
Gambar 2. 1 Beban-beban yang Bekerja pada Metode Top-Down Construction

{sumber : Technical Manual for Design and Construction of Road Tunnels-Civils Element, 2009 }

dimana :

- 1 = Live Load
- 2 = Vertical Earth Load

- 3 = Vertical Hydrostatic Load
- 4 = Vertical Surcharge Load
- 5 = Horizontal Hydrostatic Load
- 6 = Horizontal Earth Load
- 7 = Horizontal Surcharge Load
- 8 = Vertical Hydrostatic Load (Buoyancy)



Gambar 2. 2 Grafik Tekanan Lateral Tanah

{ sumber : Bradja M. Das, 1993 }

Tekanan lateral tanah yang pertama adalah tekanan lateral tanah *at-rest*. Tekanan tanah lateral *at-rest* terjadi bila tidak ada pergerakan pada dinding penahan tanah. Pergerakan dinding penahan tanah disebabkan oleh kegiatan penggalian pada salah satu sisi dinding. Persamaan untuk menghitung tekanan lateral tanah *at-rest* dapat dilihat pada persamaan di bawah ini.

$$\begin{aligned} k_o &= 1 - \sin (\emptyset) \\ \sigma_o &= \sigma_v \times k_o \end{aligned}$$

dimana :

k_o = koefisien tekanan tanah *at-rest*

σ_o = tegangan horisontal tanah *at-rest*

\emptyset = sudut geser tanah

Tekanan tanah lateral yang kedua adalah tekanan tanah lateral aktif dan yang terakhir adalah tekanan tanah lateral pasif yang terjadi pada saat dinding penahan tanah tersebut sudah mengalami pergerakan. Tekanan lateral tanah aktif terjadi ketika dinding bergerak meninggalkan tanah, sedangkan tekanan lateral tanah pasif terjadi ketika dinding bergerak ke arah massa tanah. 2 (dua) tekanan tanah lateral ini berada dalam kondisi maksimum / kondisi plastis atau dapat disebut tanah dalam kondisi runtuh. Persamaan yang digunakan untuk menghitung besar tekanan tanah lateral aktif dan pasif menggunakan persamaan Rankine di bawah ini.

$$\sigma_{hmin} = \sigma_v K_a - 2c \sqrt{K_a}$$

$$K_a = \tan^2 (45^\circ - \emptyset)$$

$$\sigma_{hmax} = \sigma_v K_p + 2c \sqrt{K_p}$$

$$K_p = \tan^2 (45^\circ - \emptyset)$$

dimana,

σ_{hmin} = tegangan horisontal tanah aktif (minimum)

K_a = koefisien tekanan tanah aktif

σ_{hmax} = tegangan horisontal tanah pasif (maksimum)

K_p = koefisien tekanan tanah pasif

\emptyset = sudut geser tanah

c = nilai kohesivitas tanah

σ_v = tegangan vertikal tanah

2. 3 Stress and Deformation : Beam on Elastic Foundation

Metode analisis ini menggunakan susunan struktur tanah yang akan diasumsikan sebagai susunan pegas yang diambil dari nilai *coefficient of subgrade reactions* dengan persamaan di bawah ini :

$$k_s = \frac{E_s}{B(1 - v_s^2)}$$

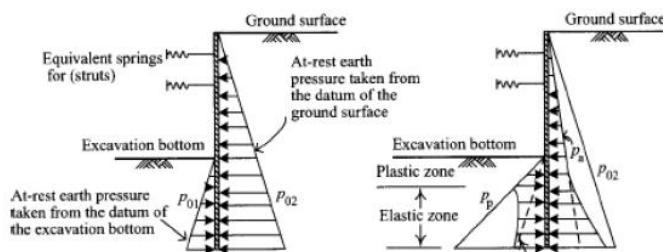
k_s = coefficient of subgrade reactions

E_s = Modulus Elastisitas Tanah

B = tebal dari dinding penahan tanah

v_s = poisson's ratio tanah

ilustrasi dari perhitungan metode ini dapat dilihat pada **Gambar 2.3** di bawah ini.



Gambar 2.3 Ilustrasi Metode Stress and Deformation Analysis

Gambar 2.3 menunjukkan bahwa pada perhitungan ketika awal penggalian, tekanan tanah di kedua sisi dinding diasumsikan dalam kondisi *at-rest*. Pada kondisi ini terjadi ketidakseimbangan tekanan di kedua sisi dinding yang akan menyebabkan dinding penahan tanah mengalami deformasi, sehingga besar tekanan tanah tersebut akan berubah berdasarkan arah deformasinya menuju ke sisi aktif maupun ke sisi pasif. Deformasi ini mengakibatkan tekanan horisontal tanah membesar maupun mengecil sesuai dengan deformasi yang terjadi pada dinding. Persamaan yang digunakan dapat dilihat di bawah ini.

$$P_h = P_o \pm \delta x k_s ; \text{jika } A = 1 \text{ m}^2$$

$$\sigma_h x A = \sigma_o x A \pm \delta x k_s x A ; \text{jika } A = 1 \text{ m}^2$$

$$\sigma_h = \sigma_o \pm \delta x k_s ; \text{jika } A = 1 \text{ m}^2$$

$$\sigma_{a-min} < \sigma_h < \sigma_{p-max}$$

dimana :

P_h = Gaya Lateral Tanah

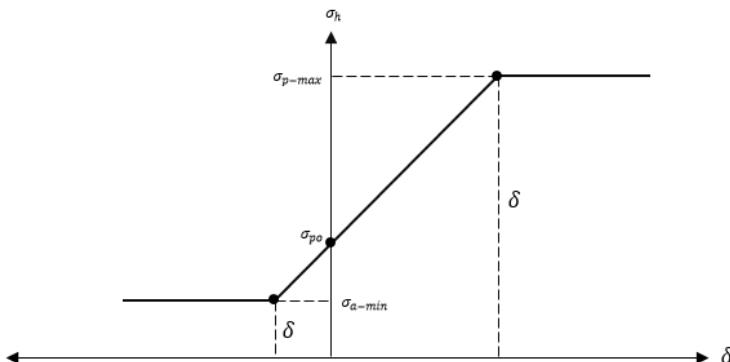
σ_{a-min} = Tekanan Tanah Dinding Aktif

σ_{p-max} = Tekanan Tanah Dinding Pasif

k_s = coefficient of subgrade reaction

δ = x = Deformasi pada Dinding

Pada metode ini memungkinkan perhitungan terjadi ketika tanah berada dalam kondisi elastis, dimana $\sigma_h > \sigma_{a-min}$ atau $\sigma_h < \sigma_{p-max}$ yang artinya besar dari beban lateral tanah yang terjadi tidak mencapai kondisi plastis. Kondisi ini akan dijelaskan dalam **Gambar 2.4** di bawah ini, dimana grafik deformasi pada dinding dan tekanan lateral tanah diasumsikan seperti pada **Gambar 2.4** berdasarkan grafik pada **Gambar 2.2**. Dalam analisanya, jika tekanan tanah dalam kondisi elastis, maka pegas tanah akan membantu memberikan tahanan, sedangkan jika tekanan tanah telah melebihi kondisi plastis, maka besar tekanan akan berhenti berkurang atau bertambah dan pegas tanah dihilangkan karena dianggap tidak dapat memberikan tahanan.



Gambar 2. 4 Grafik Tekanan Lateral Tanah dan Deformasi Dinding

2. 4 Kontrol Uplift / Buoyancy

Kontrol *uplift pressure / buoyancy* dilakukan karena tiang dan struktur dapat terangkat ke atas karena adanya *uplift force*. Daya dukung tanah melakukan perlawanan gaya tarik ke atas akibat dari gesekan antara tanah dan tiang tersebut. Perumusan yang digunakan untuk mengetahui besar dari kekuatan tanah dalam menahan beban tarik pada tanah berkohesi dapat dilihat di bawah ini.

$$Qu = (2LH + 2BH)x Cu + W$$

dimana,

L = panjang kelompok tiang

W = kombinasi berat kelompok tiang
dan struktur lainnya

B = lebar kelompok tiang

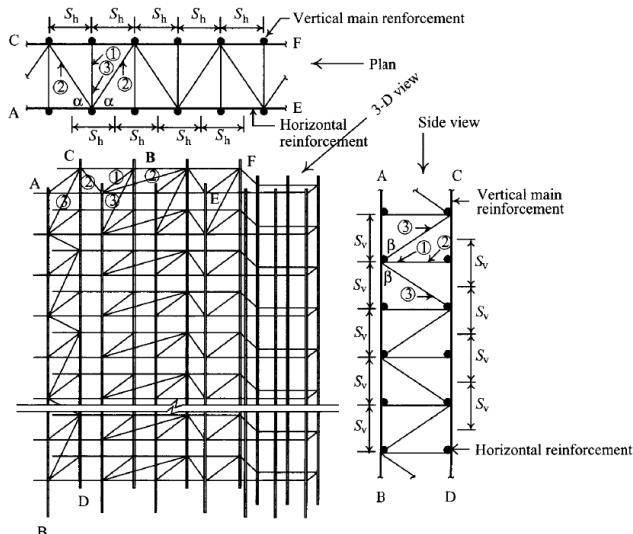
H = kedalaman tiang

Cu = kohesi tanah

2. 5 Perencanaan *Diaphragm Wall*

Perencanaan *diaphragm wall* terdiri dari perencanaan ketebalan dinding serta penulangan dinding. Penentuan ketebalan dinding menggunakan analisa *stress and deformation*. Menurut Chang-Yu Ou (2006), ketebalan *diaphragm wall* dapat diasumsikan sebesar 3-5% He (kedalaman dinding) pada saat *pre eliminary design*.

Setelah penentuan ketebalan *diaphragm wall*, maka dilakukan perhitungan penulangan menggunakan metode LRFD. Perencanaan utama penulangannya meliputi tulangan vertikal, tulangan horizontal, dan tulangan geser seperti yang ditunjukkan pada **Gambar 2.5**. Perhitungan kebutuhan tulangan dilakukan berdasarkan momen lentur dan gaya geser terbesar yang didapat dari analisa tegangan menggunakan program bantu.



Gambar 2. 5 Perencanaan Penulangan pada Diaphragm Wall

{ sumber : Chang-Yu Ou, 2006 }

Berikut ini adalah dasar teori yang digunakan pada saat perencanaan utama penulangan *diaphragm wall* :

1. Tulangan Vertikal

Momen penahan lentur nominal dari beton dapat dicari melalui perumusan berikut ini dan ditunjukkan pada **Gambar 2.6** :

$$M_R = \frac{1}{\emptyset} \rho_{max} f_y \left(1 - 0,59 \frac{\rho_{max} f_y}{f'_c} \right) bd^2$$

dimana,

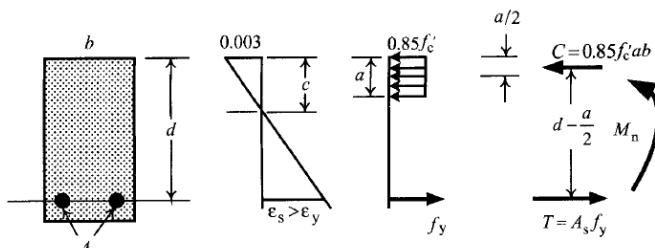
d = jarak dari serat kompresi ekstrem ke pusat tulangan

ρ_{max} = rasio penulangan maksimum = 0,75 ρ_b

\emptyset = faktor reduksi momen lentur = 0,9

f'_c = mutu beton

f_y = mutu tulangan



Gambar 2. 6 Tegangan pada Kondisi Ultimate di Beton Bertulang

{sumber : Chang-Yu Ou, 2006)

Rasio tulangan saat keadaan *balanced* dapat dihitung menggunakan perumusan berikut ini :

$$\rho_b = \frac{0.85 f'_c}{f_y} \beta_1 \left(\frac{6120}{6120 + f_y} \right)$$

dimana,

$$\begin{aligned} \beta_1 &= & 0,85 &\leq 280 \text{ kg/cm}^2 \\ 0,85 - 0,05 \left(\frac{f'_c - 280}{70} \right) && \geq 0,65, f'_c > 280 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

Saat $M_u \leq \emptyset M_R$

Perencanaan penulangan yang perlu direncanakan hanya tulangan tarik saja seperti berikut ini :

- Menentukan rasio kekuatan material
 $m = \frac{f_y}{0,85 f'_c}$
- Menentukan rasio penulangan
 $\rho = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2mM_n}{f_y bd^2}} \right)$
- Menentukan luas tulangan yang diperlukan
 $A_s = \rho b d$
Saat $M_u > \emptyset M_R$

Kondisi ini menjelaskan bahwa tulangan tarik sudah mencapai tegangan maksimumnya, dimana momen penahan nominal masih lebih kecil daripada *bending* momennya. Kondisi ini mengakibatkan perlunya perencanaan penulanagn tekan sebagai berikut :

- Mencari nilai a

$$a = \frac{T_1}{0,85 f'_c} = \frac{\rho_1 b d f_y}{0,85 f'_c b}$$
- Menghitung bending moment tulangan tekan

$$M_2 = M_a - M_1 = M_n - T_1 \left(d - \frac{a}{2} \right)$$
- Menentukan luasan tulangan yang diperlukan

$$A_s = A_{s1} + A_{s2} = \rho_1 b d + \frac{M_2}{f_y(d-d')}$$

2. Tulangan Horisontal

Tulangan horisontal diperlukan karena adanya efek susut beton oleh temperatur dan perhitungannya menggunakan persamaan berikut ini :

$$A_s =$$

$$\begin{cases} 0,002 A g \quad (f_y < 4200 \text{ kg/cm}^2) \\ 0,0018 A g \quad (f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2) \\ 0,0018 \left(\frac{4200}{f_y} \right) A g \geq 0,00144 A g \quad (f_y > 4200 \text{ kg/cm}^2) \end{cases}$$

3. Tulangan Geser

Tulangan geser direncanakan apabila $V_u \geq V_c = \emptyset 0,53 \sqrt{f'_c} bd$ dimana $\emptyset = 0,85$. Terdapat 3 jenis tulangan geser seperti pada **Gambar 2.4** terdiri dari satu tulangan utama dan dua tulangan miring. Apabila jarak horisontal antar dua tulangan geser sama dengan asumsi $b = 100 \text{ cm}$, maka :

$$A_v = \frac{100 A_b}{S_h}$$

dimana,

A_v = luasan total seluruh tulangan geser pada jarak horisontal

A_b = luasan bagian dari sebuah tulangan geser

S_h = jarak horisontal antar tulangan geser

sehingga kekuatan geser nominal pada tiga tulangan geser dapat dihitung sebagai berikut :

$$V_{s1} = \frac{A_v f_y d}{S_v}$$

$$V_{s2} = \frac{A_v f_y d}{S_v} \sin \alpha$$

$$V_{S3} = \frac{A_v f_y d}{s_v} \sin \beta$$

dimana,

V_{S1} = kekuatan geser nominal tulangan utama

V_{S2} = kekuatan geser nominal tulangan miring tipe 2

V_{S3} = kekuatan geser nominal tulangan miring tipe 3

S_v = jarak vertikal antar tulangan

α = sudut antara tulangan miring dengan tulangan horisontal

β = sudut antara tulangan miring dengan tulangan vertikal

Kekuatan geser nominal seluruh tulangan geser pada *diaphragm wall* dapat dihitung sebagai berikut :

$$V_n = V_c + V_s = V_c + V_{S1} + V_{S2} + V_{S3}$$

Metode pelaksanaan *diaphragm wall* pada umumnya diawali dengan penggali panel dinding menggunakan *excavation grab* dan dibantu dengan *guide wall* serta dialiri *bentonite* untuk menstabilisasi tanah. Setelah itu, tulangan yang sebelumnya sudah dirakit dimasukkan ke dalam galian dinding lalu dicor menggunakan pipa *Tremie*.

Adapun keuntungan metode pelaksaan dan penggunaan *diaphragm wall* adalah sebagai berikut :

1. Rendah getaran, rendah kebisingan, kekakuan yang tinggi dan deformasi dinding relatif kecil.
2. Ketebalan dan kedalaman dinding yang dapat disesuaikan.
3. Kerapatan yang baik.
4. Dapat digunakan sebagai struktur permanen.
5. *Diaphragm wall* dan pelat lantai terbawah dapat menyatu dan berfungsi sebagai pondasi.

Namun, di samping itu terdapat beberapa kekurangan yang dihasilkan dalam pemakaian *diaphragm wall*, diantaranya adalah :

1. Perlengkapan alat berat yang besar dan banyak serta memakan biaya yang cukup mahal.
2. Peralatan penunjang seperti tempat penyimpanan *bentonite* membutuhkan spasi tempat yang besar.
3. Konstruksi cukup sulit pada pasir berkerapatan renggang.

2. 6 Perencanaan Secant Pile

Perencanaan *secant pile* merupakan perencanaan menggunakan metode tiang bor yang disusun berbaris secara tumpang tindih sebagai dinding penahan tanah dengan cara cor di tempat. Prosedur konstruksi tiang bor dengan cara cor di tempat dilakukan dengan mengebor lubang terlebih dahulu, kemudian memasukkan tulangan ke dalamnya dan diakhiri dengan pengecoran memakai pipa *Tremie*. Adapun perencanaan *secant pile* pada umumnya ditunjukkan oleh **Gambar 2.7**.



Gambar 2. 7 Perencanaan Secant Pile

{ sumber : Chang-Yu Ou, 2006)

Pada **Gambar 2.7** dijelaskan urutan pengerjaan *secant pile* dimana setelah *pile* nomor 1, 2, dan 3 selesai dikerjakan, sebelum mengental, *pile* nomor 4, 5, dan 6 dibuat dengan cara memotong tiang bor yang sebelumnya telah ada. Adapun keuntungan dari penggunaan tiang bor adalah sebagai berikut :

1. Tidak terlalu bising/bergetar dibandingkan dengan konstruksi *soldier pile*.
2. Kedalaman *pile* dapat disesuaikan.
3. Lebih kaku daripada *soldier piles*.
4. Pelaksanaan konstruksi lebih mudah pada tanah yang berpasir/

Sedangkan kekurangan akan konstruksi ini adalah sebagai berikut :

1. Tanpa pengekang lateral di arah paralel penggalian, tidak ada *arching effect* untuk menahan deformasi dinding.

2. Waktu konstruksi yang lebih lama dibandingkan konstruksi *soldier pile*.
3. Tingkat kekakuan lebih rendah daripada *diaphragm wall*.
4. Rentan terdapat kecacatan material setelah digali.

Adapun langkah – langkah perencanaan dinding penahan tanah dengan *secant pile* adalah sebagai berikut.

2.6. 1. Menentukan Diameter *bored pile*

Penentuan diameter *bored pile* akan melalui proses *trial and error* karena perhitungannya akan mempertimbangkan kekakuan dari penampang dinding yang digunakan. Semakin besar penampang, maka akan menghasilkan deformasi yang semakin kecil yang menimbulkan tekanan tanahnya semakin besar untuk di belakang dinding dan semakin kecil untuk di depan dinding. Batasan deformasi maksimum dibatasi sebesar 5 centimeter karena lokasi stasiun berada di atas jalan raya.

2.6. 2. Penulangan *bored pile*

Untuk mencari tulangan utama merujuk pada SNI 2847:2013 lampiran B (8.4.2) :

$$\rho_b = \frac{0,85 \times f'_c \times \beta_1}{f_y} \times \frac{600}{600 + f_y}$$

dimana,

ρ_b = rasio tulangan berimbang

f'_c = kuat tekan beton yang disyaratkan

f_y = tegangan leleh baja

Faktor harus diambil sebesar 0,85 untuk beton dengan nilai kuat tekan f'_c lebih kecil daripada atau sama dengan 30 MPa. Untuk beton dengan nilai kuat tekan di atas 30 MPa harus direduksi sebesar 0,05 untuk setiap kelebihan 7 MPa di atas 30 MPa, namun tidak boleh diambil kurang dari 0,65.

Rasio tulangan maksimum menurut SNI 2847:2013 lampiran B (10.3.3) dibatasi sebesar :

$$\rho_{\max} = 0,75 \times \rho_b$$

atau menurut SNI 2847:2013 pasal (21.5.2.1) :

$$\rho_{\max} = 0,025$$

Rasio tulangan minimum menurut SNI

2847:2013 pasal (10.5.1) dibatasi sebesar :

$$\rho_{\min} = \frac{1,4}{f_y} \text{ dan } \frac{\sqrt{f'_c}}{4f_y}$$

dimana,

$$m = \frac{f_y}{0,85 \times f'_c}$$

$$\rho_{\text{perlu}} = 0,5 \rho_b$$

$$\rho_{\min} \leq \rho_{\text{perlu}} \leq \rho_{\max}$$

$$R_n = \rho_{\text{pakai}} f_y \left(1 - \frac{0,588 \rho_{\text{pakai}} f_y}{f_c} \right)$$

Jika $b = \frac{Ag}{0,8D}$ dan $d = 0,8D$, maka luas tulangan

(As) dari ρ yang didapatkan :

$$A_{S\text{perlu}} = \rho \times b \times d$$

Penulangan geser direncanakan dengan kriteria perencanaan lentur sesuai SNI 2847:2013 pasal 11.1.1.

$$\phi V_n \geq V_u$$

dimana,

$$\phi V_n = \text{kuat geser penampang}$$

V_u = geser ultimate yang ditahan oleh penampang

Kuat geser nominal dari penampang merupakan gabungan kuat geser beton (V_c) dan tulangan (V_s) sesuai dengan SNI 2847:2013 pasal 11.2.1.1 dan pasal 11.4.5.3.

$$V_c = 0,17 \sqrt{f'_c} x b_w x d$$

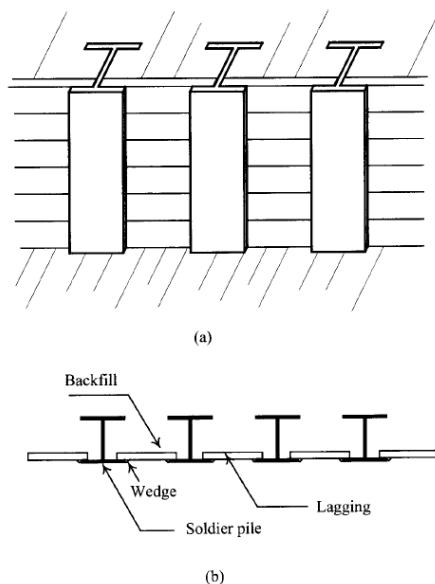
$$V_s = 0,33 x \sqrt{f'_c} x b_w x d$$

Menurut SNI 2847:2013 pasal 11.5.6.2 jarak maksimum antar sengkang yang tidak memerlukan sengkang terutup tidak boleh melebihi

$$s = \frac{d}{2} \leq 300 \text{ mm}$$

2. 7 Perencanaan *Soldier Pile*

Konstruksi *soldier pile* adalah konstruksi dinding penahan tanah menggunakan profil baja yang disambung dengan *lagging*. *Soldier pile* dibangun dengan cara menanamkan profil baja terlebih dahulu secara berbaris dan dengan jarak tertentu, kemudian dipasang dinding *lagging* bersamaan dengan proses penggalian. Konstruksi ini biasanya dibantu dengan penggunaan *strut* saat penggalian dengan bertumpu pada profil baja. Setelah penggalian selesai, konstruksi dilanjutkan dengan membuat dinding untuk struktur yang direncanakan, sehingga *soldier pile* berfungsi sebagai dinding penahan sementara. Perencanaan mengenai konstruksi *soldier pile* akan dijelaskan pada **Gambar 2.8**.



Gambar 2. 8 Konstruksi *Soldier Pile* (a) Tampak Depan (b) Tampak Atas

{sumber : Chang-Yu Ou,2006}

Keuntungan dalam menggunakan *soldier pile* adalah sebagai berikut.

1. Mudah dan cepat dalam proses konstruksi
2. Profil baja dapat dicabut kembali dengan mudah
3. Dapat digunakan kembali.

Namun, ada beberapa kekurangan yang terdapat dalam konstruksi *soldier pile* ini sebagai berikut.

1. Sulit untuk membuat dinding yang sangat rapat.
2. Metode konstruksi yang dapat menghasilkan kebisingan apabila ditanam dengan cara dipancang.

3. Diperlukan penimbunan apabila baja ditanam dengan *pre-boring* yang bisa menghasilkan efek buruk pada lingkungan sekitar.
4. Pemindahan profil baja dapat mengganggu keadaan tanah sekitar.

Perancangan dimensi profil baja yang digunakan dalam konstruksi *soldier pile* berdasarkan pada hasil analisa tegangan *bending moment* maksimal yang didapatkan dari analisa tegangan pada permodelan dinding penahan tanah dapat digunakan untuk mencari modulus penampang profil baja dengan persamaan berikut ini.

$$S = \frac{M_{max}}{\phi \sigma_a}$$

dimana,

σ_a = tegangan ijin baja

ϕ = faktor pembesar tegangan baja = 0,9

Jarak pemasangan profil baja biasanya berkisar 1 – 1,5 meter.

2. 8 Program Bantu

1. SAP2000

SAP2000 adalah program untuk membantu perhitungan struktur 2 (dua) dimensi dan 3 (tiga) dimensi. Pada tugas akhir ini, program ini akan membantu memperhitungkan besar deformasi dan momen maksimum yang terjadi di struktur dinding penahan tanah.

2. spColumn

spColumn adalah salah satu program bantu untuk perhitungan tulangan yang digunakan pada kolom. Program ini akan membantu perhitungan desain dari tulangan *bored*

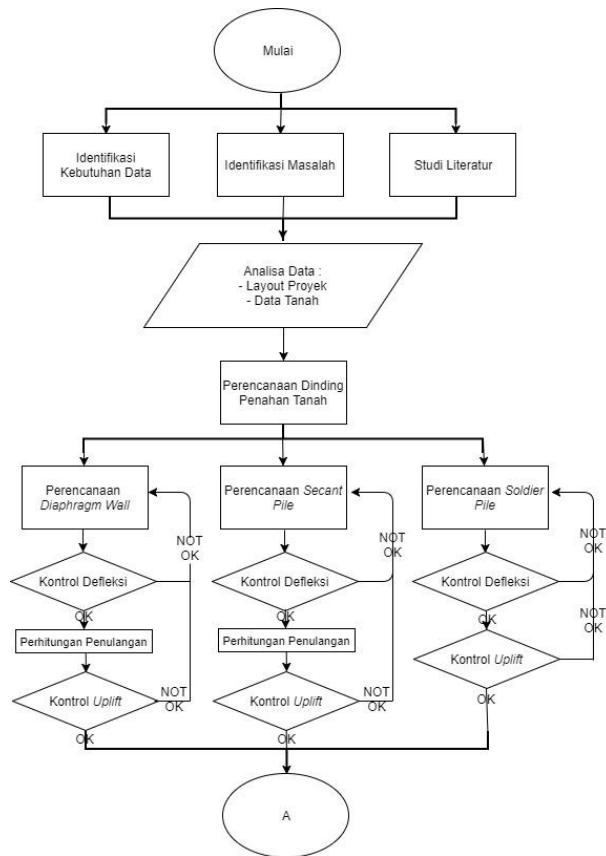
pile. Peraturan yang digunakan adalah SNI 2847-2013, yaitu perencanaan bangunan beton untuk bangunan. Masukan data yang diminta dari program bantu ini adalah besar nilai momen dan tekanan aksial yang terjadi pada dinding, dimensi rencana dari *bored pile*, data mutu beton dan tulangan, serta ukuran dan banyaknya tulangan yang digunakan.

BAB III

METODOLOGI

Bagan Alir

Gambar 3.1 merupakan bagan alir dalam penulisan dan pengerjaan tugas akhir Alternatif Perencanaan Dinding Penahan Tanah Stasiun Bawah Tanah Bundaran HI dengan *Diaphragm Wall*, *Secant Pile*, dan *Soldier Pile*.



Gambar 3.1 Bagan Alir Tugas Akhir



Gambar 3. 1 Bagan Alir Tugas Akhir (Lanjutan)

Pengumpulan Data

Melakukan pengumpulan data awal berupa layout proyek yang dapat dilihat pada **Lampiran 1** dan data tanah berupa data borlog pada **Lampiran 2**.

Analisa Data

Melakukan analisa data berupa data tanah dasar. Data tanah dasar dianalisa sehingga mendapatkan korelasi nilai data tanah untuk parameter tanah, yaitu C_u , ϕ , γ , *poisson's ratio*, dan *Modulus Young*.

Perencanaan Dinding Penahan Tanah

- Perencanaan *Diaphragm Wall*

Menentukan kedalaman jepit dinding, menentukan dimensi *diaphragm wall* serta melakukan permodelan untuk mendapatkan hasil analisa struktur menggunakan program bantu. Setelah didapatkan hasil deformasi berdasarkan analisa struktur melalui program bantu, dilakukan perencanaan penulangan *diaphragm wall*. Setelah itu dilakukan kontrol *uplift pressure*.

- Perencanaan *Secant Pile*

Menentukan kedalaman jepit dinding, menentukan diameter *secant pile* menggunakan persamaan serta melakukan permodelan untuk mendapatkan hasil analisa struktur menggunakan program bantu. Setelah didapatkan hasil analisa melalui program bantu, dilakukan perencanaan penulangan *secant pile*. Setelah itu dilakukan kontrol *uplift pressure*.

- Perencanaan *Soldier Pile*

Menentukan kedalaman jepit dinding, menentukan profil baja H, lalu memilih profil yang beredar di pasaran dengan mempertimbangkan nilai EA dan EI agar dapat dilakukan permodelan untuk mendapatkan hasil analisa struktur menggunakan program bantu. Setelah didapatkan hasil analisa melalui program bantu, dilakukan kontrol profil H – Beam dengan mengecek besar lendutan, kuat nominal lentur, serta kuat gesernya. Profil baja H – Beam diasumsikan sebagai struktur lentur yang menerima beban merata dari tanah. Setelah itu dilakukan kontrol *uplift pressure*.

Metode Pelaksanaan dan Estimasi Biaya dari Segi Material

Merencanakan metode pelaksanaan konstruksi dinding penahan tanah untuk tiga alternatif perencanaan dinding penahan tanah serta melakukan estimasi biaya dari segi material untuk setiap alternatif perencanaan dinding penahan tanah.

Keputusan Akhir Desain

Tahap pengambilan keputusan akhir perencanaan dinding penahan tanah yang telah dihitung sebelumnya melalui perbandingan dari segi deformasi struktur, metode pelaksanaan, dan estimasi biaya dari segi material tiap alternatif.

Penulisan Tugas Akhir

Hasil analisa, perhitungan, kesimpulan dan saran mengenai alternatif dinding penahan tanah ditulis dalam bentuk laporan tugas akhir.

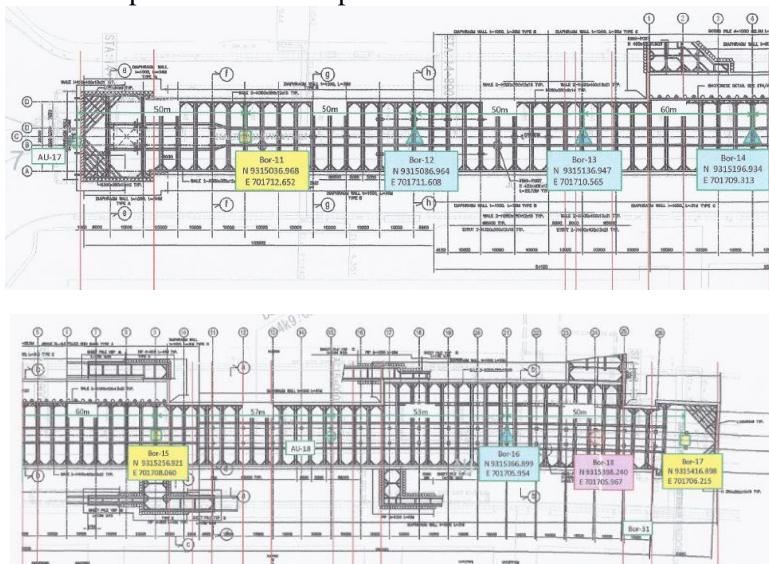
BAB IV

ANALISA DATA TANAH

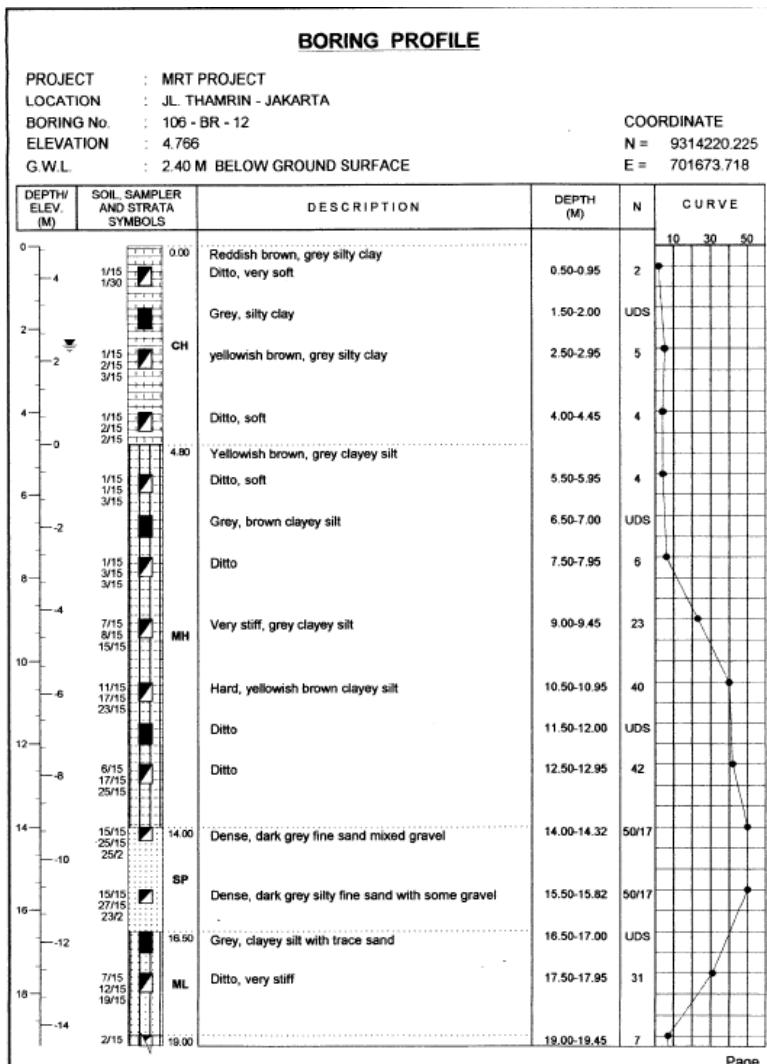
4. 1. Data Tanah

4.1. 1. Data Standard Penetration Test (SPT)

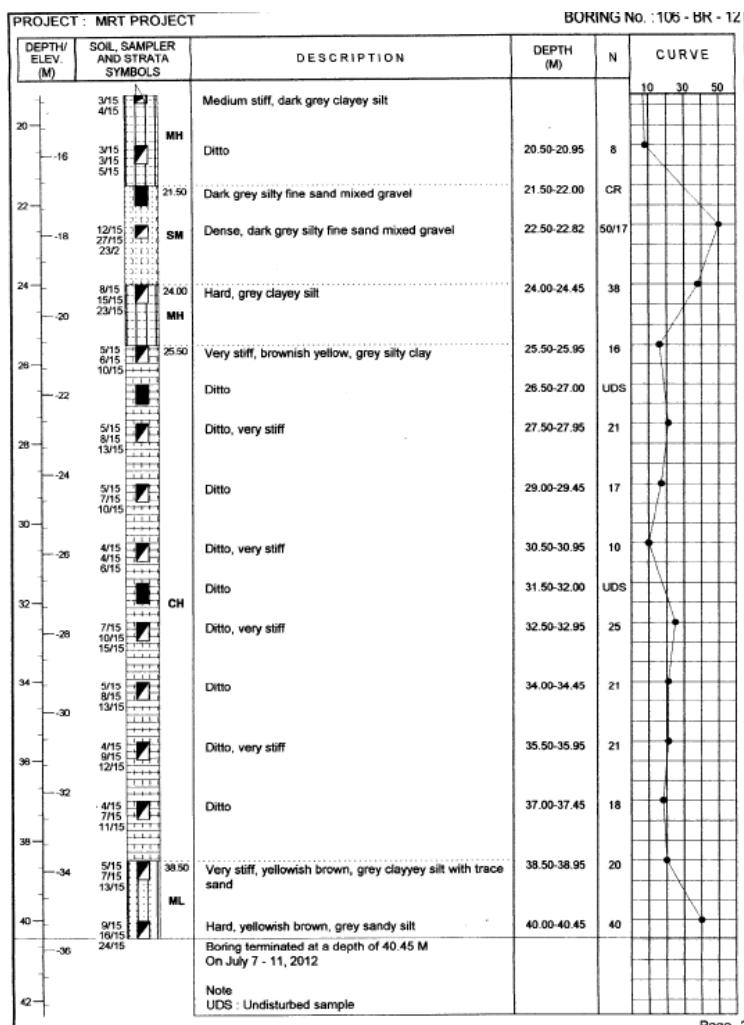
Data tanah yang digunakan adalah data boring dan SPT dari penyelidikan tanah oleh PT MRT Jakarta dan PT Hutama Karya di Jalan MH Thamrin, Jakarta Pusat pada tahun 2013 dengan titik pengeboran sebanyak 8 lokasi seperti ditunjukkan pada Gambar 4.1 dengan penamaan Bor-11 s.d. Bor-18 serta dengan kedalaman bervariasi mulai dari 40,00 meter hingga 51,00 meter seperti ditunjukkan pada salah satu hasil penyelidikan data tanah pada Gambar 4.2. Keseluruhan data penyelidikan tanah dapat dilihat di Lampiran.



Gambar 4. 1 8 Titik Pengeboran Penyelidikan Tanah
(sumber : Final Report MRT CP106 Jakarta – BUNDERAN HI)



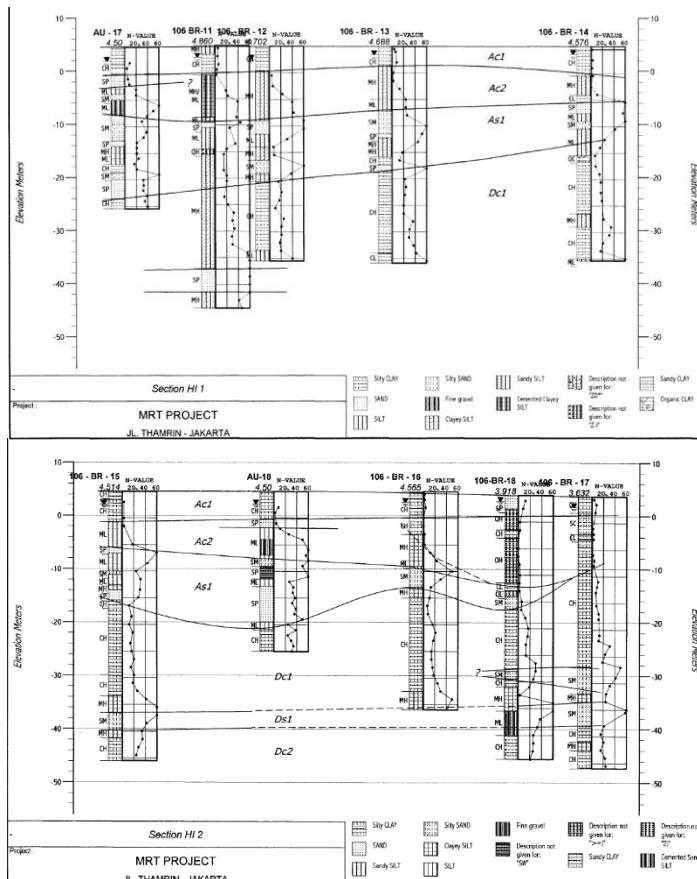
Gambar 4. 2 Data Tes SPT di Jalan MH Thamrin, Jakarta Pusat
(sumber : *Final Report MRT CP106 Jakarta – BUNDEKAN HI*)



Gambar 4. 2 Data Tes SPT di Jalan MH Thamrin, Jakarta Pusat
(sumber : Final Report MRT CP106 Jakarta – BUNDERAN HI)

4.1. 2 Penggabungan Data SPT

Data SPT pada Gambar 4.2 tidak dapat digunakan langsung sebagai data perencanaan karena terdapat 8 titik pengeboran, sehingga dibuat stratigrafi tanah berdasarkan 8 titik bor yang ditunjukkan pada Gambar 4.3 untuk mengetahui konsistensi dari lapisan-lapisan tanah tersebut. Setelah itu, dilakukan perbandingan pada kedalaman data SPT tersebut.



Gambar 4.3 Stratigrafi Tanah BR-11 sampai dengan BR-18.

Berdasarkan stratigrafi tanah pada Gambar 4.3, dapat disimpulkan bahwa jenis tanah cenderung sama, yaitu dominan lanau dan lempung, namun memiliki konsistensi yang bervariasi.

Setelah mengetahui stratigrafi tanah, dilakukan perbandingan data borlog guna mengetahui 90% data tanah yang paling kritis untuk digunakan pada perencanaan dinding penahan tanah dengan cara menggabungkan nilai SPT dari kedelapan data borlog, kemudian diambil nilai terbawah kedua dari 8 data yang digunakan. Kemudian, dipilih satu data borlog dengan data tanah terendah kedua yang akan digunakan pada perencanaan. Data yang digunakan adalah BR-17 dan hasil penyelidikan data tanah dapat dilihat pada **Tabel 4.1**.

Tabel 4.1 Hasil Penyelidikan Data Tanah

Lapisan Tanah			Jenis Tanah	N SPT	GS	γ_t (kN/m ³)	γ_d (kN/m ³)	Sr (%)	Void Ratio (eo)	γ_{sat} (kN/m ³)	Wc (%)
0	-	3	Lempung	6	2.65	15.91	10.03	94.66	1.643	13.48	63.16
3	-	6	Pasir Berlempung	4	2.65	15.91	10.03	94.66	1.643	13.48	63.16
6	-	9	Lanau	3	2.65	15.91	10.03	94.66	1.643	13.48	63.16
9	-	14	Lanau	3	2.66	11.06	3.342	89.37	6.332	3.79	71.45
14	-	19	Lempung	8	2.66	15.46	9.628	91.4	1.763	12.70	46.95
19	-	24	Lempung	11	2.66	15.2	9.269	91.03	1.87	12.17	68.94
24	-	29	Lempung	20	2.65	18.06	13.226	96.51	1.004	18.04	46.06
29	-	32	Lempung	31	2.61	17.52	12.471	96.69	1.093	17.08	47.91

Parameter data tanah yang digunakan untuk perencanaan dinding penahan tanah berasal dari hasil laboratorium dan dapat dilihat pada **Lampiran**.

4.1. 3 Penentuan Parameter Tanah

Berdasarkan data tanah pada Tabel 4.1, kondisi tanah belum dalam kondisi jenuh ($Sr = 100\%$). Dalam perencanaan, diperlukan kondisi tanah dalam keadaan jenuh karena kondisi muka air tanah di Indonesia yang sangat tinggi, sehingga pada analisa perkuatan dinding penahan tanah dibutuhkan nilai dari berat volume tanah dalam kondisi jenuh pada setiap lapisan tanah dengan persamaan di bawah ini :

$$Sr = Wc \times Gs$$

$$\gamma_{sat} = \frac{\gamma_t \times (1 - e) + 1 \times (1 - Sr)}{1 + e}$$

Persamaan di atas menghasilkan nilai berat volume tanah dalam kondisi jenuh, selanjutnya disebut sebagai γ_{sat} . Selanjutnya, dibutuhkan nilai *Undrained Strength* (Cu) berdasarkan **Tabel 2.1**. Korelasi Konsistensi Tanah dengan data N-SPT dan Sondir (Mochtar, 2012) dan nilai Elastisitas Tanah (Es) berdasarkan **Tabel 2.2**. Korelasi Modulus Elastisitas Tanah dengan data N-SPT dan Sondir (Braja M Das, 1984). Hasil perhitungan γ_{sat} , korelasi nilai Cu, dan Es dapat dilihat pada **Tabel 4.2** di bawah ini.

Tabel 4. 2 Hasil Perhitungan Cu, Es, Φ dan γ_{sat}

Lapisan Tanah		Cu	γ_{sat}	ϕ	Es
from	to	(t/m ²)	(kN/m ³)	(o)	MPa
0	-	3	3	16.24	0
3	-	6	2	16.24	28
6	-	9	1.5	16.24	0
9	-	14	1.5	11.98	0
14	-	19	3.75	16.01	0
19	-	24	5.33	15.78	0
24	-	29	10	18.23	0
29	-	32	15.33	17.69	0
					65.21

Pada metode perhitungan *stress and deformation* dengan menggunakan program bantu, dibutuhkan input data berupa *coefficient of subgrade reaction* (ks) dari tiap lapisan tanah. Walaupun *coefficient of subgrade reaction* bukan merupakan *basic* parameter tanah, namun berhubungan dengan sistem pondasi. Persamaan untuk mencari nilai ks sendiri berdasarkan buku *Deep Excavation : Theory and Practice* (Chang Yu – Ou, 2006) adalah sebagai berikut :

$$ks = \frac{Es}{B(1 - v_s^2)}$$

ks = *coefficient of subgrade reactions*

Es = Modulus Elastisitas Tanah

B = tebal dari dinding penahan tanah

vs = *poisson's ratio* tanah

Tebal dari dinding penahan tanah sendiri direncanakan 1.4 meter, nilai Es sesuai dengan **Tabel 4.2** dan nilai dari *poisson's ratio* adalah 0,2. Hasil perhitungan ks dapat dilihat pada **Tabel 4.3** di bawah ini.

Tabel 4. 3 .Hasil Perhitungan Nilai ks

Lapisan Tanah			Es	B	poisson	Ks
from	-	to	MPa	meter	ratio	(t/m3)
0	-	3	20.70	1.4	0.2	4620.54
3	-	6	15.17	1.4	0.2	3385.42
6	-	9	11.48	1.4	0.2	2562
9	-	14	12.40	1.4	0.2	4613.1
14	-	19	24.15	1.4	0.2	8984.38
19	-	24	31.43	1.4	0.2	11693.9
24	-	29	47.49	1.4	0.2	17666.8
29	-	32	65.21	1.4	0.2	14556.2

****HALAMAN SENGAJA DIKOSONGKAN****

BAB V

PERENCANAAN DINDING PENAHAN TANAH

5. 1 Umum

Alternatif dinding perencanaan yang digunakan adalah *diaphragm wall*, *secant pile* dan *soldier pile*. Perencanaan dinding penahan tanah menggunakan metode *Stress and Deformation*, dimana besar dari gaya lateral tanah yang bekerja dipengaruhi oleh defleksi dari tiang/dinding yang telah tertanam di tanah, sehingga dilakukan iterasi untuk mendapatkan besar dari gaya yang akan bekerja pada dinding penahan tanah karena gaya akan mempengaruhi defleksi begitu juga sebaliknya. Perhitungan metode *Stress and Deformation* merupakan metode iterasi dimana perbedaan dari nilai defleksi setelah dilakukan iterasi adalah 0. Untuk membantu perhitungan defleksi, maka digunakan program bantu SAP2000.

5. 2 Perhitungan Dinding Penahan Tanah

Langkah-langkah dalam perencanaan struktur dinding penahan tanah pada tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. *Preliminary design* berupa dimensi dinding penahan tanah;
2. Menghitung tekanan lateral tanah dalam kondisi at-rest, kondisi aktif, dan kondisi pasif menggunakan persamaan di bawah ini :

$$\begin{aligned}\sigma_o &= \sigma_v \times k_o \\ k_o &= 1 - \sin \phi \\ \sigma_{a-min} &= \sigma_v \times k_a - 2c \sqrt{k_a} \\ \sigma_{p-max} &= \sigma_v \times k_p + 2c \sqrt{k_p} \\ P(t) &= \sigma_h \times A \rightarrow A = 1 m^2\end{aligned}$$

Kemudian tekanan lateral tanah tersebut dijadikan beban terpusat yang bekerja terhadap dinding di setiap meter serta ks (*coefficient of subgrade reactions*) yang nilainya telah didapatkan berdasarkan korelasi pada BAB IV;

3. Memperkirakan kedalaman *Bored Pile/Diaphragm Wall* dengan permodelan pada program bantu SAP2000 dengan cara mengasumsikan kedalaman dinding sangat dalam, kemudian gaya-gaya lateral tanah dalam kondisi at-rest (P_o) dan pegas tanah (ks) diinputkan pada program bantu SAP2000 dalam permodelan dinding tersebut untuk dilihat bentuk bidang momennya. Panjang dinidng dapat ditentukan pada saat bidang momen sudah mendekati 0 di kedalaman tertentu;
4. Setelah kedalaman dinding diketahui, mengulangi langkah ke-2 dimana beban-beban sebesar gaya lateral tanah pada kondisi *at-rest* (P_o) diinputkan sesuai dengan perhitungan besar tekanan tanah pada dinding tersebut. Hasil dari program bantu yang digunakan adalah defleksi di setiap titik-titik beban;
5. Melakukan iterasi dengan cara mengkalkulasikan hasil defleksi yang didapatkan dengan beban at-rest menggunakan persamaan di bawah ini :

$$P_a = P_o - \delta \times ks < Pa_{min} ; A \approx 1 m^2$$

$$P_p = P_o + \delta \times ks > Pp_{max} ; A \approx 1 m^2$$

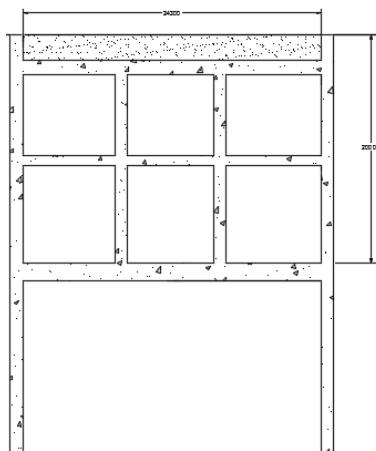
jika Pa telah melebihi batas $Pa\text{-min}$, dan Pp telah melebihi batas $Pp\text{-max}$, maka beban $Pa\text{-min}$ dan $Pa\text{-max}$ akan digunakan pada perhitungan selanjutnya dengan menghilangkan pegas tanah di titik tersebut, lalu diinputkan kembali ke program bantu SAP2000 dan dicari nilai defleksinya pada kondisi tersebut. Bila nilai $Pa < 0$, maka nilai $Pa = 0$ dan pegas tanah di titik tersebut dihilangkan;

6. Mengulangi langkah 4-5 hingga perbedaan defleksi setelah dilakukan iterasi mendekati 0.

Perhitungan dinding penahan tanah berupa *Secant Pile Diaphragm Wall*, dan *Soldier Pile* akan menggunakan langkah – langkah seperti di atas.

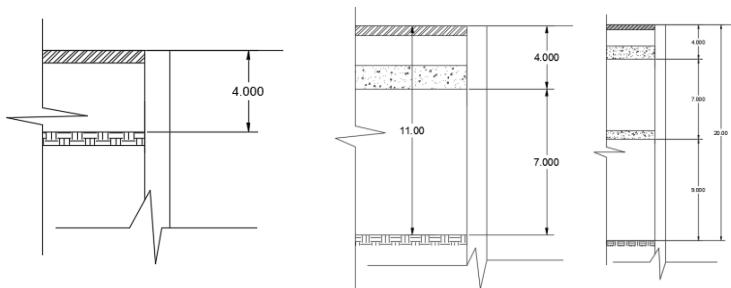
5.2. 1 Perencanaan *Diaphragm Wall*

Desain Perencanaan Stasiun Bawah Tanah Bundaran HI dapat dilihat pada **Gambar 5.1** di bawah ini :



Gambar 5. 1 Desain Perencanaan Stasiun Bawah Tanah Bundaran HI

Pada perencanaan ini, penggalian akan dilaksanakan hingga elevasi -20.00 meter. Fase penggalian akan dibagi menjadi 3 (tiga), penggalian pertama pada elevasi -4.00 meter, penggalian kedua pada elevasi -11.00 meter, dan penggalian ketiga pada elevasi -20.00 meter. Proses penggalian stasiun ini akan dijelaskan pada **Gambar 5.2** sedangkan data tanah yang digunakan dapat dilihat pada **Tabel 5.1**.



Gambar 5.2 Proses Penggalian 1-3 (dari kiri ke kanan)

Tabel 5.1 Data Tanah untuk Perencanaan Dinding Penahan Tanah

Lapisan Tanah	Cu	γ_{sat}	ϕ	E _s	K _s	poisson	B		
from	-	to	(t/m ²)	(kN/m ³)	(o)	MPa	(t/m ³)	ratio	meter
0	-	3	3	16.24	0	20.70	4620.536	0.2	1.4
3	-	6	2	16.24	28	15.17	3385.417	0.2	1.4
6	-	9	1.5	16.24	0	11.48	2562.004	0.2	1.4
9	-	14	1.5	11.98	0	12.40	4613.095	0.2	1.4
14	-	19	3.75	16.01	0	24.15	8984.375	0.2	1.4
19	-	24	5.33	15.78	0	31.43	11693.95	0.2	1.4
24	-	29	10	18.23	0	47.49	17666.75	0.2	1.4
29	-	32	15.33	17.69	0	65.21	14556.2	0.2	1.4

Data Perencanaan Awal : 1. Tebal D-Wall : 1.4 meter

2. Panjang kedalaman awal 80 meter
3. Beban surcharge tambahan sebesar $1\text{t}/\text{m}^2$

Dengan menggunakan data perencanaan awal ini, maka dapat ditentukan kedalaman dinding. Dalam menentukan kedalaman dinding, digunakan permodelan pada program bantu SAP2000 pada galian terakhir, yaitu elevasi -20.00 meter dengan 3 perletakan sendi pada elevasi 0.00, -4.00, dan -11.00 meter seperti pada **Gambar 5.3**. Tekanan tanah yang digunakan pada kondisi *at-rest*. Contoh perhitungan tekanan tanah dalam kondisi *at-rest* ditunjukkan pada **Tabel**

5.2 untuk tekanan tanah di depan dinding dan **Tabel 5.3** untuk tekanan tanah di belakang dinding. Tekanan lateral tanah dalam kondisi *at-rest* akan menjadi beban pada dinding penahan tanah, begitu juga dengan tekanan air pori yang ditunjukkan pada **Tabel 5.4**. Untuk perhitungan tekanan tanah *at-rest* baik di depan maupun di belakang dinding dapat dilihat di **Lampiran**.



Gambar 5. 3 Permodelan untuk Menentukan Kedalaman Dinding

Tabel 5. 2 Tekanan Tanah di Depan Dinding

Titik	H (m)	Ketebalan (m)	γ' (t/m ³)	$\sigma'z$ (t/m ²)	ϕ	Cu (t/m ²)	Ko	σ_h (t/m ²)	ka	kp	σ_h min (t/m ²)	σ_h maks (t/m ²)
20a	20		0.58	0.00	0	5.33	1	0.00	1	1	-5.19	10.67
20b	21		0.58	0.58	0	5.33	1	0.58	1	1	-5.77	11.25
21a	21		0.58	0.58	0	5.33	1	0.58	1	1	-5.77	11.25
21b	22		0.58	1.16	0	5.33	1	1.16	1	1	-6.35	11.83
22a	22		0.58	1.16	0	5.33	1	1.16	1	1	-6.35	11.83
22b	23		0.58	1.74	0	5.33	1	1.74	1	1	-6.93	12.41
23a	23		0.58	1.74	0	5.33	1	1.74	1	1	-6.93	12.41
23b	24		0.58	2.32	0	5.33	1	2.32	1	1	-7.51	12.99
24a	24		0.82	2.32	0	10	1	2.32	1	1	-17.43	22.07
24b	25		0.82	3.14	0	10	1	3.14	1	1	-18.25	22.89
25a	25		0.82	3.14	0	10	1	3.14	1	1	-18.25	22.89
25b	26		0.82	3.97	0	10	1	3.97	1	1	-19.08	23.72
26a	26		0.82	3.97	0	10	1	3.97	1	1	-19.08	23.72
26b	27		0.82	4.79	0	10	1	4.79	1	1	-19.90	24.54
27a	27		0.82	4.79	0	10	1	4.79	1	1	-19.90	24.54
27b	28		0.82	5.61	0	10	1	5.61	1	1	-20.72	25.36
28a	28		0.82	5.61	0	10	1	5.61	1	1	-20.72	25.36
28b	29		0.82	6.44	0	10	1	6.44	1	1	-21.55	26.19
29a	29		0.77	6.44	0	15.33	1	6.44	1	1	-24.23	37.10
29b	30		0.77	7.21	0	15.33	1	7.21	1	1	-25.00	37.87

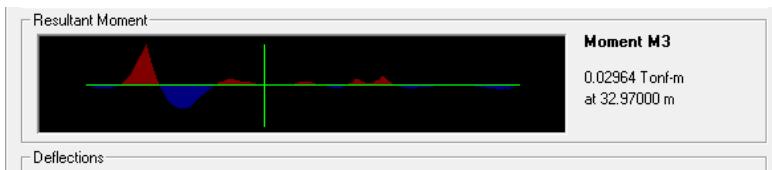
Tabel 5. 3 Tekanan Tanah di Belakang Dinding

H (m)	Ketebalan (m)	$\gamma' (t/m^3)$	$\sigma'z (t/m^2)$	ϕ	$C_u (t/m^2)$	K_o	$\sigma_h (t/m^2)$	k_a	k_p	$\sigma_h \text{ min} (t/m^2)$	$\sigma_h \text{ maks} (t/m^2)$
0	0.5	0.62	1.00	0	3.00	1	1.00	1	1	-5.00	7.00
0.5		0.62	1.31	0	3.00	1	1.31	1	1	-4.69	7.31
0.5		0.62	1.31	0	3.00	1	1.31	1	1	-4.69	7.31
1	0.5	0.62	1.62	0	3.00	1	1.62	1	1	-4.38	7.62
1		0.62	1.62	0	3.00	1	1.62	1	1	-4.38	7.62
1.5		0.62	1.93	0	3.00	1	1.93	1	1	-4.07	7.93
1.5	0.5	0.62	1.93	0	3.00	1	1.93	1	1	-4.07	7.93
2		0.62	2.24	0	3.00	1	2.24	1	1	-3.76	8.24
2		0.62	2.24	0	3.00	1	2.24	1	1	-3.76	8.24
2.5	0.5	0.62	2.56	0	3.00	1	2.56	1	1	-3.44	8.56
2.5		0.62	2.56	0	3.00	1	2.56	1	1	-3.44	8.56
3		0.62	2.87	0	3.00	1	2.87	1	1	-3.13	8.87
3	0.5	0.62	2.87	28	2.00	0.53	1.52	0.36	2.77	-1.37	14.60
3.5		0.62	3.18	28	2.00	0.53	1.69	0.36	2.77	-1.26	15.47
3.5		0.62	3.18	28	2.00	0.53	1.69	0.36	2.77	-1.26	15.47
4	0.5	0.62	3.49	28	2.00	0.53	1.85	0.36	2.77	-1.14	16.33
4		0.62	3.49	28	2.00	0.53	1.85	0.36	2.77	-1.14	16.33
4.5		0.62	3.80	28	2.00	0.53	2.02	0.36	2.77	-1.03	17.19
4.5	0.5	0.62	3.80	28	2.00	0.53	2.02	0.36	2.77	-1.03	17.19
5		0.62	4.12	28	2.00	0.53	2.18	0.36	2.77	-0.92	18.06

Tabel 5. 4 Tekanan Air Pori Tanah

Titik	H	$\sigma_w (t/m^2)$
1	0	0
2	20	20
3	80	0

Dalam menentukan kedalaman dari dinding, maka digunakan metode pada perhitungan sebelumnya, sehingga didapatkan bidang momen akibat dari tekanan lateral tanah berdasarkan **Tabel 5.2, Tabel 5.3, dan Tabel 5.4**. Hasil analisa program bantu dapat dilihat pada **Gambar 5.4**.

**Gambar 5. 4 Hasil Analisa Program Bantu**

Berdasarkan diagram bidang momen di atas, kedalaman dinding stasiun dapat diambil pada kedalaman 33 meter dan untuk angka keamanan, maka kedalaman dinding ditanamkan sampai dengan kedalaman 40 meter.

Pada perhitungan dinding ini, fase penggalian stasiun akan dibagi menjadi 3 (tiga). Pada fase pertama, *output* yang dihasilkan adalah defleksi yang nantinya akan diperhitungkan sebagai beban *ground displacement* pada penggalian fase kedua. Begitu juga dengan fase kedua, defleksi yang dihasilkan pada penggalian fase kedua akan diperhitungkan sebagai beban *ground displacement* pada penggalian fase ketiga. Dinding penahan tanah yang direncanakan harus mampu menahan beban tanah pada proses penggalian dan masa operasionalnya.

1. Penggalian Pertama

Penggalian pertama direncanakan digali hingga elevasi -4.00 meter. Perhitungan tekanan lateral tanah, tekanan aktif minimum dan tekanan pasif maksimum perlu dilakukan kembali karena adanya perbedaan kedalaman dinding (dari 80 meter menjadi 40 meter) dan elevasi penggalian. Tekanan Tanah di depan dinding akan mulai diperhitungkan pada kedalaman 4 meter. Contoh perhitungan Tekanan Tanah *at-rest*, aktif minimum dan pasif maksimum akan ditunjukkan oleh **Tabel 5.5** untuk bagian belakang dinding dan **Tabel 5.6** untuk bagian depan dinding, sedangkan tekanan air pori yang bekerja sebagai beban pada dinding ditunjukkan oleh **Tabel 5.7**. Tidak ada tekanan air pori pada dasar dinding. Untuk hasil perhitungan keseluruhan dapat dilihat pada **Lampiran**.

Tabel 5. 5 Tekanan Tanah di Belakang Dinding Penggalian Pertama Iterasi 1

H (m)	Ketebalan (m)	γ' (t/m ³)	$\sigma'z$ (t/m ²)	ϕ	Cu (t/m ²)	Ko	σh (t/m ²)	ka	kp	σh min (t/m ²)	σh maks (t/m ²)
0	0.5	0.62	1.00	0	3.00	1	1.00	1	1	-5.00	7.00
		0.62	1.31	0	3.00	1	1.31	1	1	-4.69	7.31
0.5	0.5	0.62	1.31	0	3.00	1	1.31	1	1	-4.69	7.31
		0.62	1.62	0	3.00	1	1.62	1	1	-4.38	7.62
1	0.5	0.62	1.62	0	3.00	1	1.62	1	1	-4.38	7.62
		0.62	1.93	0	3.00	1	1.93	1	1	-4.07	7.93
1.5	0.5	0.62	1.93	0	3.00	1	1.93	1	1	-4.07	7.93
		0.62	2.24	0	3.00	1	2.24	1	1	-3.76	8.24
2	0.5	0.62	2.24	0	3.00	1	2.24	1	1	-3.76	8.24
		0.62	2.56	0	3.00	1	2.56	1	1	-3.44	8.56
2.5	0.5	0.62	2.56	0	3.00	1	2.56	1	1	-3.44	8.56
		0.62	2.87	0	3.00	1	2.87	1	1	-3.13	8.87
3	0.5	0.62	2.87	28	2.00	0.53	1.52	0.36	2.77	-1.37	14.60
		0.62	3.18	28	2.00	0.53	1.69	0.36	2.77	-1.26	15.47
3.5	0.5	0.62	3.18	28	2.00	0.53	1.69	0.36	2.77	-1.26	15.47
		0.62	3.49	28	2.00	0.53	1.85	0.36	2.77	-1.14	16.33
4	0.5	0.62	3.49	28	2.00	0.53	1.85	0.36	2.77	-1.14	16.33
		0.62	3.80	28	2.00	0.53	2.02	0.36	2.77	-1.03	17.19
4.5	0.5	0.62	3.80	28	2.00	0.53	2.02	0.36	2.77	-1.03	17.19
		0.62	4.12	28	2.00	0.53	2.18	0.36	2.77	-0.92	18.06

Tabel 5. 6 Tekanan Tanah di Depan Dinding pada Penggalian Pertama Iterasi 1

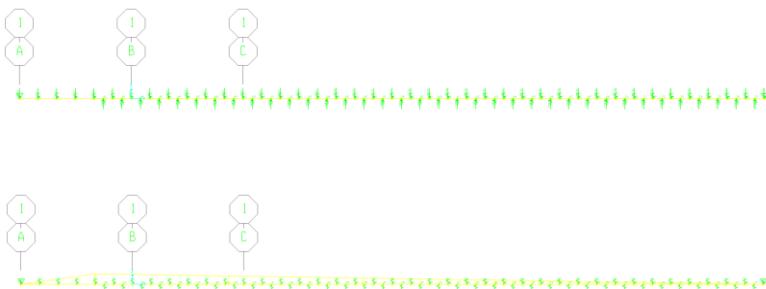
Titik	H (m)	Ketebalan (m)	γ' (t/m ³)	$\sigma'z$ (t/m ²)	ϕ	Cu (t/m ²)	Ko	σh (t/m ²)	ka	kp	σh min (t/m ²)	σh maks (t/m ²)
4a	4	1	0.62	0.00	28	2.00	0.53	0.00	0.36	2.77	-2.40	6.66
			0.62	0.62	28	2.00	0.53	0.33	0.36	2.77	-2.18	8.37
5a	5	1	0.62	0.62	28	2.00	0.53	0.33	0.36	2.77	-2.18	8.37
			0.62	1.24	28	2.00	0.53	0.66	0.36	2.77	-1.96	10.09
5b	6	1	0.62	1.24	0	1.50	1	1.24	1	1	-1.76	4.24
			0.62	1.86	0	1.50	1	1.86	1	1	-1.14	4.86
6a	6	1	0.62	1.86	0	1.50	1	1.86	1	1	-1.14	4.86
			0.62	2.48	0	1.50	1	2.48	1	1	-0.52	5.48
7a	7	1	0.62	2.48	0	1.50	1	2.48	1	1	-0.52	5.48
			0.62	3.10	0	1.50	1	3.10	1	1	0.10	6.10
8a	8	1	0.12	3.10	0	1.50	1	3.10	1	1	0.10	6.10
			0.12	3.22	0	1.00	1	3.22	1	1	1.22	5.22
8b	9	1	0.12	3.10	0	1.50	1	3.10	1	1	0.10	6.10
			0.12	3.22	0	1.00	1	3.22	1	1	1.22	5.22
9a	9	1	0.12	3.10	0	1.50	1	3.10	1	1	0.10	6.10
			0.12	3.22	0	1.00	1	3.22	1	1	1.22	5.22
9b	10	1	0.12	3.22	0	1.00	1	3.22	1	1	1.22	5.22

Tabel 5. 7 Tekanan Air Pori

Titik	H	σw (t/m ²)
1	0	0
2	4	4
3	40	0

Tekanan tanah dihitung kembali sebagai beban terpusat di tiap meternya dengan memperhitungkan batas minimum (Pa min) dan batas maksimum (Pa max) dari tekanan tanah, sehingga dapat digunakan pada iterasi selanjutnya. Perhitungan beban terpusat akan ditunjukkan pada **Tabel**

5.8 untuk beban terpusat di belakang dinding dan **Tabel 5.9** untuk beban terpusat di depan dinding. Beban terpusat ini digunakan sebagai masukan data dengan keluaran data berupa defleksi dari tiap meter titik tangkap beban. Masukan data dalam program bantu SAP2000 dapat dilihat pada **Gambar 5.5**.



Gambar 5.5 Masukan Data Beban pada Program Bantu

Pada iterasi pertama ini, hasil analisis berupa defleksi dinding akan menimbulkan beban tekanan tanah bertambah atau berkurang tergantung dari defleksi dinding. Hasil dari analisis program bantu dapat dilihat pada **Tabel 5.10** yang menunjukkan defleksi dinding pada titik tangkap beban.

Tabel 5.8 Beban Terpusat Tanah di Belakang Dinding

Kedalaman (m)	Pa min (t)	Pp max (t)	Po (t)	Ks (t/m)
0	0.00	1.59	0.59	358.38
-1	0.01	2.71	1.71	716.77
-2	0.12	3.91	2.41	819.69
-3	0.16	5.10	3.10	922.62
-4	1.16	5.16	3.66	819.69
-5	2.16	5.16	4.16	716.77
-6	2.66	5.66	4.66	716.77
-7	3.61	5.61	5.11	613.84
-8	3.82	5.82	5.32	613.84
-9	3.79	6.79	5.79	716.77
-10	4.31	7.31	6.31	716.77
-11	3.84	8.84	6.84	922.62
-12	3.93	9.93	7.43	1025.55
-13	5.03	10.03	8.03	922.62
-14	5.63	10.63	8.63	922.62
-15	7.23	10.23	9.23	716.77
-16	8.83	12.83	9.83	1282.24
-17	2.44	17.44	10.44	1882.44
-18	4.03	17.03	11.03	1711.31
-19	4.61	17.61	11.61	1711.31
-20	5.21	18.21	12.21	1711.31
-21	5.88	18.88	12.88	1711.31
-22	6.10	20.10	13.60	1796.88
-23	4.34	23.34	14.34	2224.70
-24	3.15	26.15	15.15	2566.96
-25	3.47	27.47	15.97	2652.53
-26	2.31	30.31	16.81	2909.23
-27	1.20	33.20	17.70	3140.76
-28	2.95	32.95	18.45	1600.58
-29	5.16	32.16	19.16	2909.23
-30	6.36	32.36	19.86	2823.66
-31	6.96	32.96	20.46	2823.66
-32	6.16	35.16	21.16	2994.79
-33	5.86	36.86	21.86	3080.36
-34	4.57	39.57	22.57	3080.36
-35	3.77	41.77	23.27	3503.15
-36	5.39	41.39	23.89	3382.35
-37	6.65	41.65	24.65	3321.95
-38	6.43	43.43	25.43	3442.75
-39	3.01	57.21	26.21	4831.93
-40	0.00	34.88	13.38	3050.16

Tabel 5.9 Beban Terpusat Tanah di Depan Dinding

Kedalaman	Pa min (t)	Pp max	Po (t)	Ks (t/m)
-4.50	-1.91	2.25	0.25	716.77
-5.50	-1.41	2.75	0.75	716.77
-6.50	-0.91	3.25	1.25	716.77
-7.50	-4.22	2.55	1.55	510.91
-8.50	-3.53	3.87	1.87	716.77
-9.50	-3.01	4.39	2.39	716.77
-10.50	-2.49	4.91	2.91	716.77
-11.50	-1.13	7.47	3.47	1128.47
-12.50	-1.53	7.07	4.07	922.62
-13.50	-0.93	7.67	4.67	922.62
-14.50	-0.33	8.27	5.27	922.62
-15.50	0.00	16.87	5.87	2395.83
-16.50	1.13	15.47	6.47	2053.57
-17.50	3.74	14.07	7.07	1711.31
-18.50	4.33	14.66	7.66	1711.31
-19.50	4.90	15.24	8.24	1711.31
-20.50	5.53	15.87	8.87	1711.31
-21.50	6.24	16.58	9.58	1711.31
-22.50	5.96	18.30	10.30	1882.44
-23.50	2.74	23.07	11.07	2566.96
-24.50	3.56	23.90	11.90	2566.96
-25.50	3.38	25.72	12.72	2738.10
-26.50	1.26	29.60	13.60	3080.36
-27.50	1.09	31.43	14.43	3201.16
-28.50	4.81	29.15	15.15	2909.23
-29.50	5.52	29.86	15.86	2909.23
-30.50	7.16	29.50	16.50	2738.10
-31.50	6.80	31.14	17.14	2909.23
-32.50	5.51	33.85	17.85	3080.36
-33.50	6.22	34.56	18.56	3080.36
-34.50	2.93	39.27	19.27	3563.55
-35.50	4.57	38.91	19.91	3442.75
-36.50	6.25	38.59	20.59	3321.95
-37.50	7.04	39.38	21.38	3321.95
-38.50	5.82	42.16	22.16	3563.55
-39.50	0.00	66.91	22.91	6100.32

Tabel 5. 10 Hasil Defleksi pada Tiap Titik Tangkap Beban

H	δ (m)	H	δ (m)
0	0	4.5	0.002736
1	0.00069	5.5	0.003142
2	0.001353	6.5	0.003452
3	0.001962	7.5	0.003666
4	0.0025	8.5	0.003786
5	0.002951	9.5	0.00382
6	0.003309	10.5	0.003776
7	0.003571	11.5	0.003667
8	0.003738	12.5	0.003506
9	0.003814	13.5	0.003305
10	0.003808	14.5	0.003076
11	0.00373	15.5	0.00283
12	0.003593	16.5	0.002584
13	0.003411	17.5	0.002348
14	0.003194	18.5	0.002126
15	0.002955	19.5	0.001922
16	0.002708	20.5	0.001736
17	0.002466	21.5	0.001567
18	0.002236	22.5	0.001417
19	0.002023	23.5	0.001284
20	0.001828	24.5	0.001171
21	0.001651	25.5	0.001077
22	0.001492	26.5	0.000999
23	0.00135	27.5	0.000936
24	0.001228	28.5	0.000883
25	0.001124	29.5	0.000836
26	0.001038	30.5	0.000792
27	0.000969	31.5	0.000747
28	0.000911	32.5	0.000698
29	0.000862	33.5	0.000641
30	0.000817	34.5	0.000575
31	0.000773	35.5	0.000498
32	0.000726	36.5	0.000408
33	0.000674	37.5	0.000304
34	0.000613	38.5	0.000186
35	0.000542	39.5	0.00006
36	0.000458		
37	0.000361		
38	0.00025		
39	0.000128		
40	0		

Setelah didapatkan hasil defleksi dari **Tabel 5.10**, selanjutnya perlu dilakukan iterasi kedua dengan mempertimbangkan nilai defleksi pada **Tabel 5.10**. Begitupun selanjutnya pada iterasi ketiga mempertimbangkan hasil defleksi dari iterasi kedua. Tekanan lateral tanah yang dijadikan beban terpusat di tiap titik tangkap beban pada iterasi kedua dapat dilihat pada **Tabel 5.11** untuk sisi depan dinding dan **Tabel 5.12** untuk sisi belakang dinding.

Tabel 5. 11 Beban Terpusat pada Titik Tangkap Beban pada Iterasi Kedua di Sisi Depan Dinding

H	Po	Deformati on (m)	ks(t/m ³)	Pp max (t)	Pp	Pp Actual	Spring	
4.50	0.25	0.00274	716.77	2.25	2.21	2.21	yes	716.77
5.50	0.75	0.00314	716.77	2.75	3.00	2.75	no	0.00
6.50	1.25	0.00345	716.77	3.25	3.73	3.25	no	0.00
7.50	1.55	0.00367	510.91	2.55	3.43	2.55	no	0.00
8.50	1.87	0.00379	716.77	3.87	4.58	3.87	no	0.00
9.50	2.39	0.00382	716.77	4.39	5.13	4.39	no	0.00
10.50	2.91	0.00378	716.77	4.91	5.62	4.91	no	0.00
11.50	3.47	0.00367	1128.47	7.47	7.61	7.47	no	0.00
12.50	4.07	0.00351	922.62	7.07	7.30	7.07	no	0.00
13.50	4.67	0.00331	922.62	7.67	7.72	7.67	no	0.00
14.50	5.27	0.00308	922.62	8.27	8.11	8.11	yes	922.62
15.50	5.87	0.00283	2395.83	16.87	12.65	12.65	yes	2395.83
16.50	6.47	0.00258	2053.57	15.47	11.78	11.78	yes	2053.57
17.50	7.07	0.00235	1711.31	14.07	11.09	11.09	yes	1711.31
18.50	7.66	0.00213	1711.31	14.66	11.30	11.30	yes	1711.31
19.50	8.24	0.00192	1711.31	15.24	11.53	11.53	yes	1711.31
20.50	8.87	0.00174	1711.31	15.87	11.84	11.84	yes	1711.31
21.50	9.58	0.00157	1711.31	16.58	12.26	12.26	yes	1711.31
22.50	10.30	0.00142	1882.44	18.30	12.97	12.97	yes	1882.44
23.50	11.07	0.00128	2566.96	23.07	14.37	14.37	yes	2566.96
24.50	11.90	0.00117	2566.96	23.90	14.90	14.90	yes	2566.96
25.50	12.72	0.00108	2738.10	25.72	15.67	15.67	yes	2738.10
26.50	13.60	0.00100	3080.36	29.60	16.68	16.68	yes	3080.36
27.50	14.43	0.00094	3201.16	31.43	17.42	17.42	yes	3201.16
28.50	15.15	0.00088	2909.23	29.15	17.71	17.71	yes	2909.23
29.50	15.86	0.00084	2909.23	29.86	18.29	18.29	yes	2909.23
30.50	16.50	0.00079	2738.10	29.50	18.67	18.67	yes	2738.10
31.50	17.14	0.00075	2909.23	31.14	19.31	19.31	yes	2909.23
32.50	17.85	0.00070	3080.36	33.85	20.00	20.00	yes	3080.36
33.50	18.56	0.00064	3080.36	34.56	20.53	20.53	yes	3080.36
34.50	19.27	0.00058	3563.55	39.27	21.32	21.32	yes	3563.55
35.50	19.91	0.00050	3442.75	38.91	21.63	21.63	yes	3442.75
36.50	20.59	0.00041	3321.95	38.59	21.95	21.95	yes	3321.95
37.50	21.38	0.00030	3321.95	39.38	22.39	22.39	yes	3321.95
38.50	22.16	0.00019	3563.55	42.16	22.82	22.82	yes	3563.55
39.50	22.91	0.00006	6100.32	66.91	23.28	23.28	yes	6100.32

Tabel 5. 12 Beban Terpusat pada Titik Tangkap Beban pada Iterasi Kedua di Sisi Belakang Dinding

H	Po	Deformasi (m)	ks (t/m3)	Pa min (t)	Pa	Pa Actual	Spring	
0.00	0.59	0	358.38	0.00	0.59	0.59	yes	358.38
1.00	1.71	0.00069	716.77	0.01	1.21	1.21	yes	716.77
2.00	2.41	0.001353	819.69	0.12	1.30	1.30	yes	819.69
3.00	3.10	0.001962	922.62	0.16	1.29	1.29	yes	922.62
4.00	3.66	0.0025	819.69	1.16	1.61	1.61	yes	819.69
5.00	4.16	0.002951	716.77	2.16	2.05	2.16	no	0.00
6.00	4.66	0.003309	716.77	2.66	2.29	2.66	no	0.00
7.00	5.11	0.003571	613.84	3.61	2.92	3.61	no	0.00
8.00	5.32	0.003738	613.84	3.82	3.03	3.82	no	0.00
9.00	5.79	0.003814	716.77	3.79	3.06	3.79	no	0.00
10.00	6.31	0.003808	716.77	4.31	3.58	4.31	no	0.00
11.00	6.84	0.00373	922.62	3.84	3.40	3.84	no	0.00
12.00	7.43	0.003593	1025.55	3.93	3.75	3.93	no	0.00
13.00	8.03	0.003411	922.62	5.03	4.89	5.03	no	0.00
14.00	8.63	0.003194	922.62	5.63	5.69	5.69	yes	922.62
15.00	9.23	0.002955	716.77	7.23	7.12	7.23	no	0.00
16.00	9.83	0.002708	1282.24	8.83	6.36	8.83	no	0.00
17.00	10.44	0.002466	1882.44	2.44	5.79	5.79	yes	1882.44
18.00	11.03	0.002236	1711.31	4.03	7.21	7.21	yes	1711.31
19.00	11.61	0.002023	1711.31	4.61	8.15	8.15	yes	1711.31
20.00	12.21	0.001828	1711.31	5.21	9.08	9.08	yes	1711.31
21.00	12.88	0.001651	1711.31	5.88	10.06	10.06	yes	1711.31
22.00	13.60	0.001492	1796.88	6.10	10.92	10.92	yes	1796.88
23.00	14.34	0.00135	2224.70	4.34	11.33	11.33	yes	2224.70
24.00	15.15	0.001228	2566.96	3.15	11.99	11.99	yes	2566.96
25.00	15.97	0.001124	2652.53	3.47	12.99	12.99	yes	2652.53
26.00	16.81	0.001038	2909.23	2.31	13.79	13.79	yes	2909.23
27.00	17.70	0.000969	3140.76	1.20	14.66	14.66	yes	3140.76
28.00	18.45	0.000911	1600.58	2.95	16.99	16.99	yes	1600.58
29.00	19.16	0.000862	2909.23	5.16	16.66	16.66	yes	2909.23
30.00	19.86	0.000817	2823.66	6.36	17.55	17.55	yes	2823.66
31.00	20.46	0.000773	2823.66	6.96	18.28	18.28	yes	2823.66
32.00	21.16	0.000726	2994.79	6.16	18.98	18.98	yes	2994.79
33.00	21.86	0.000674	3080.36	5.86	19.79	19.79	yes	3080.36
34.00	22.57	0.000613	3080.36	4.57	20.69	20.69	yes	3080.36
35.00	23.27	0.000542	3503.15	3.77	21.37	21.37	yes	3503.15
36.00	23.89	0.000458	3382.35	5.39	22.34	22.34	yes	3382.35
37.00	24.65	0.000361	3321.95	6.65	23.45	23.45	yes	3321.95
38.00	25.43	0.00025	3442.75	6.43	24.57	24.57	yes	3442.75
39.00	26.21	0.000128	4831.93	3.01	25.59	25.59	yes	4831.93
40.00	13.38	0	3050.16	0.00	13.38	13.38	yes	3050.16

Proses iterasi berlanjut hingga tidak ada perbedaan defleksi dan beban pada iterasi terakhir dengan iterasi sebelumnya. Pada iterasi kelima, tidak didapatkan perbedaan nilai defleksi dan beban lateral, sehingga proses iterasi pada penggalian pertama telah selesai. Tekanan lateral tanah yang membebani dinding dapat dilihat pada **Tabel 5.13** dan **Tabel 5.14**. Hasil defleksi yang terjadi dapat dilihat pada **Tabel 5.15** dan **Gambar 5.6**. Untuk hasil dari proses iterasi dapat dilihat pada **Lampiran**.

Tabel 5. 13 Perhitungan Tekanan Tanah di Depan Dinding pada Iterasi Terakhir

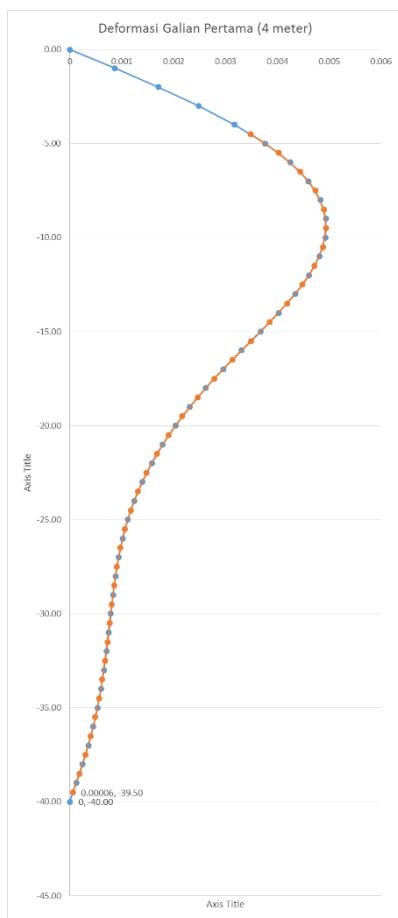
H (m)	Po (t)	Deformation (m)	ks(t/m3)	Pp max (t)	Pp (t)	Pp Actual (t)	Spring	
4.50	0.25	0.003486	716.77	2.25	2.75	2.25	no	0.00
5.50	0.75	0.004023	716.77	2.75	3.63	2.75	no	0.00
6.50	1.25	0.00444	716.77	3.25	4.43	3.25	no	0.00
7.50	1.55	0.004732	510.91	2.55	3.97	2.55	no	0.00
8.50	1.87	0.004897	716.77	3.87	5.38	3.87	no	0.00
9.50	2.39	0.004942	716.77	4.39	5.93	4.39	no	0.00
10.50	2.91	0.004878	716.77	4.91	6.40	4.91	no	0.00
11.50	3.47	0.004718	1128.47	7.47	8.79	7.47	no	0.00
12.50	4.07	0.004483	922.62	7.07	8.21	7.07	no	0.00
13.50	4.67	0.004188	922.62	7.67	8.53	7.67	no	0.00
14.50	5.27	0.003851	922.62	8.27	8.82	8.27	no	0.00
15.50	5.87	0.003491	2395.83	16.87	14.24	14.24	yes	2395.83
16.50	6.47	0.00313	2053.57	15.47	12.90	12.90	yes	2053.57
17.50	7.07	0.002783	1711.31	14.07	11.84	11.84	yes	1711.31
18.50	7.66	0.002461	1711.31	14.66	11.88	11.88	yes	1711.31
19.50	8.24	0.002168	1711.31	15.24	11.95	11.95	yes	1711.31
20.50	8.87	0.001907	1711.31	15.87	12.14	12.14	yes	1711.31
21.50	9.58	0.001678	1711.31	16.58	12.45	12.45	yes	1711.31
22.50	10.30	0.00148	1882.44	18.30	13.09	13.09	yes	1882.44
23.50	11.07	0.001312	2566.96	23.07	14.44	14.44	yes	2566.96
24.50	11.90	0.001174	2566.96	23.90	14.91	14.91	yes	2566.96
25.50	12.72	0.001063	2738.10	25.72	15.63	15.63	yes	2738.10
26.50	13.60	0.000975	3080.36	29.60	16.60	16.60	yes	3080.36
27.50	14.43	0.000907	3201.16	31.43	17.33	17.33	yes	3201.16
28.50	15.15	0.000853	2909.23	29.15	17.63	17.63	yes	2909.23
29.50	15.86	0.000808	2909.23	29.86	18.21	18.21	yes	2909.23
30.50	16.50	0.000766	2738.10	29.50	18.60	18.60	yes	2738.10
31.50	17.14	0.000725	2909.23	31.14	19.25	19.25	yes	2909.23
32.50	17.85	0.00068	3080.36	33.85	19.94	19.94	yes	3080.36
33.50	18.56	0.000627	3080.36	34.56	20.49	20.49	yes	3080.36
34.50	19.27	0.000565	3563.55	39.27	21.28	21.28	yes	3563.55
35.50	19.91	0.00049	3442.75	38.91	21.60	21.60	yes	3442.75
36.50	20.59	0.000402	3321.95	38.59	21.93	21.93	yes	3321.95
37.50	21.38	0.0003	3321.95	39.38	22.37	22.37	yes	3321.95
38.50	22.16	0.000185	3563.55	42.16	22.82	22.82	yes	3563.55
39.50	22.91	0.00006	6100.32	66.91	23.28	23.28	yes	6100.32

Tabel 5. 14 Perhitungan Tekanan Tanah di Belakang Dinding pada Iterasi Terakhir

H (m)	Po (t)	Deforma si (m)	ks (t/m3)	Pa min (t)	Pa (t)	Pa Actual (t)	Spring	
0.00	0.59	0	358.38	0.00	0.59	0.59	yes	358.38
1.00	1.71	0.000868	716.77	0.01	1.08	1.08	yes	716.77
2.00	2.41	0.001705	819.69	0.12	1.01	1.01	yes	819.69
3.00	3.10	0.002483	922.62	0.16	0.81	0.81	yes	922.62
4.00	3.66	0.003177	819.69	1.16	1.05	1.16	no	0.00
5.00	4.16	0.003769	716.77	2.16	1.46	2.16	no	0.00
6.00	4.66	0.004247	716.77	2.66	1.62	2.66	no	0.00
7.00	5.11	0.004602	613.84	3.61	2.29	3.61	no	0.00
8.00	5.32	0.00483	613.84	3.82	2.36	3.82	no	0.00
9.00	5.79	0.004935	716.77	3.79	2.25	3.79	no	0.00
10.00	6.31	0.004924	716.77	4.31	2.78	4.31	no	0.00
11.00	6.84	0.00481	922.62	3.84	2.40	3.84	no	0.00
12.00	7.43	0.00461	1025.55	3.93	2.70	3.93	no	0.00
13.00	8.03	0.004342	922.62	5.03	4.03	5.03	no	0.00
14.00	8.63	0.004025	922.62	5.63	4.92	5.63	no	0.00
15.00	9.23	0.003674	716.77	7.23	6.60	7.23	no	0.00
16.00	9.83	0.003312	1282.24	8.83	5.59	8.83	no	0.00
17.00	10.44	0.002955	1882.44	2.44	4.87	4.87	yes	1882.44
18.00	11.03	0.00262	1711.31	4.03	6.55	6.55	yes	1711.31
19.00	11.61	0.002312	1711.31	4.61	7.66	7.66	yes	1711.31
20.00	12.21	0.002036	1711.31	5.21	8.72	8.72	yes	1711.31
21.00	12.88	0.001791	1711.31	5.88	9.82	9.82	yes	1711.31
22.00	13.60	0.001578	1796.88	6.10	10.76	10.76	yes	1796.88
23.00	14.34	0.001395	2224.70	4.34	11.23	11.23	yes	2224.70
24.00	15.15	0.001242	2566.96	3.15	11.96	11.96	yes	2566.96
25.00	15.97	0.001117	2652.53	3.47	13.01	13.01	yes	2652.53
26.00	16.81	0.001019	2909.23	2.31	13.84	13.84	yes	2909.23
27.00	17.70	0.000941	3140.76	1.20	14.74	14.74	yes	3140.76
28.00	18.45	0.000882	1600.58	2.95	17.04	17.04	yes	1600.58
29.00	19.16	0.000832	2909.23	5.16	16.74	16.74	yes	2909.23
30.00	19.86	0.00079	2823.66	6.36	17.63	17.63	yes	2823.66
31.00	20.46	0.000749	2823.66	6.96	18.35	18.35	yes	2823.66
32.00	21.16	0.000706	2994.79	6.16	19.04	19.04	yes	2994.79
33.00	21.86	0.000658	3080.36	5.86	19.84	19.84	yes	3080.36
34.00	22.57	0.000601	3080.36	4.57	20.72	20.72	yes	3080.36
35.00	23.27	0.000533	3503.15	3.77	21.40	21.40	yes	3503.15
36.00	23.89	0.000452	3382.35	5.39	22.36	22.36	yes	3382.35
37.00	24.65	0.000357	3321.95	6.65	23.46	23.46	yes	3321.95
38.00	25.43	0.000248	3442.75	6.43	24.58	24.58	yes	3442.75
39.00	26.21	0.000127	4831.93	3.01	25.59	25.59	yes	4831.93
40.00	13.38	0	3050.16	0.00	13.38	13.38	yes	3050.16

Tabel 5. 15 Defleksi Dinding pada Iterasi Terakhir

H	δ (m)	H	δ (m)
0	0	4.5	0.003486
1	0.00087	5.5	0.004023
2	0.00171	6.5	0.00444
3	0.00248	7.5	0.004732
4	0.00318	8.5	0.004897
5	0.00377	9.5	0.004942
6	0.00425	10.5	0.004878
7	0.0046	11.5	0.004718
8	0.00483	12.5	0.004483
9	0.00494	13.5	0.004188
10	0.00492	14.5	0.003851
11	0.00481	15.5	0.003491
12	0.00461	16.5	0.00313
13	0.00434	17.5	0.002783
14	0.00403	18.5	0.002461
15	0.00367	19.5	0.002168
16	0.00331	20.5	0.001907
17	0.00296	21.5	0.001678
18	0.00262	22.5	0.00148
19	0.00231	23.5	0.001312
20	0.00204	24.5	0.001174
21	0.00179	25.5	0.001063
22	0.00158	26.5	0.000975
23	0.0014	27.5	0.000907
24	0.00124	28.5	0.000853
25	0.00112	29.5	0.000808
26	0.00102	30.5	0.000766
27	0.00094	31.5	0.000725
28	0.00088	32.5	0.00068
29	0.00083	33.5	0.000627
30	0.00079	34.5	0.000565
31	0.00075	35.5	0.00049
32	0.00071	36.5	0.000402
33	0.00066	37.5	0.0003
34	0.0006	38.5	0.000185
35	0.00053	39.5	0.00006
36	0.00045		
37	0.00036		
38	0.00025		
39	0.00013		
40	0		



Gambar 5. 6 Defleksi Dinding Pada Iterasi Terakhir

2. Penggalian Kedua

Setelah penggalian pertama selesai, pelat lantai akan dibangun sebelum dilakukan penggalian fase kedua dimana pelat lantai akan berfungsi sebagai strut/penahan dari dinding pada saat penggalian fase kedua dilakukan, sehingga pada penggalian fase kedua akan mempertimbangkan defleksi dinding pada penggalian fase pertama dan juga penambahan strut berupa pelat lantai.

Penggalian kedua dimulai setelah pelat lantai cukup kuat untuk menahan beban sendiri dan tekanan latearl tanah. Penggalian kedua dimulai pada elevasi -4.00 hingga elevasi -11.00 yang mengakibatkan tekanan tanah di depan dinding dan tekanan air pori berubah. Contoh perhitungan Tekanan Tanah dapat dilihat pada **Tabel 5.16**, sedangkan perhitungan lengkapnya dapat dilihat pada **Lampiran** dan tekanan air pori dapat dilihat pada **Tabel 5.17**. Tidak ada perubahan pada tekanan tanah di belakang dinding karena tidak ada penggalian, sehingga tidak ada perubahan elevasi. Perhitungan tekanan tanah sesuai dengan perhitungan sebelumnya dan dapat dilihat pada **Tabel 5.18**.

Tabel 5. 16 Tekanan Tanah di Depan Dinding pada Penggalian Fase Kedua

Titik	H (m)	Ketebalan (m)	γ' (t/m^3)	σ'_z (t/m^2)	ϕ	C_u (t/m^2)	K_o	σ_h (t/m^2)	k_a	k_p	$\sigma_h \text{ min}$ (t/m^2)	$\sigma_h \text{ maks}$ (t/m^2)
11a	11	1	0.12	0.00	0	2.00	1	0.00	1	1	-2.83	4.00
11b	12		0.12	0.12	0	2.00	1	0.60	1	1	-3.43	4.12
12a	12	1	0.12	0.12	0	1.50	1	0.60	1	1	-4.43	3.12
12b	13		0.12	0.24	0	1.50	1	1.20	1	1	-4.55	3.24
13a	13	1	0.12	0.24	0	1.50	1	1.20	1	1	-4.55	3.24
13b	14		0.12	0.36	0	1.50	1	1.80	1	1	-4.67	3.36
14a	14	1	0.60	0.36	0	1.50	1	1.80	1	1	-5.63	3.36
14b	15		0.60	0.96	0	1.50	1	2.40	1	1	-6.23	3.96

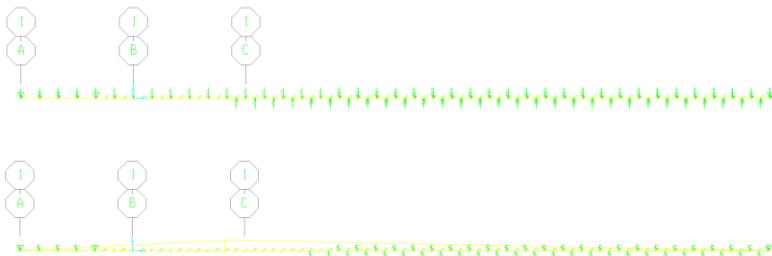
Tabel 5. 17 Tekanan Air Pori Pada Penggalian Fase Kedua

Titik	H	σ_w (t/m ²)
1	0	0
2	11	11
3	40	0

Tabel 5. 18 Gaya Lateral Tanah di Depan Dinding Pada Penggalian Fase Kedua

Kedalaman	Po	Pa min	Pp max	Ks
11.50	0.30	-3.13	4.30	1128.47
12.50	0.90	-4.73	3.90	922.62
13.50	1.50	-5.33	4.50	922.62
14.50	2.10	-5.93	5.10	922.62
15.50	2.70	0.00	13.70	2395.83
16.50	3.30	-1.13	12.30	2053.57
17.50	3.91	-3.74	10.91	1711.31
18.50	4.49	-4.33	11.49	1711.31
19.50	5.07	-4.90	12.07	1711.31
20.50	5.70	-5.53	12.70	1711.31
21.50	6.41	-6.24	13.41	1711.31
22.50	7.13	-5.96	15.13	1882.44
23.50	7.90	-2.74	19.90	2566.96
24.50	8.73	-3.56	20.73	2566.96
25.50	9.55	-3.38	22.55	2738.10
26.50	10.43	-1.26	26.43	3080.36
27.50	11.26	-1.09	28.26	3201.16
28.50	11.98	-4.81	25.98	2909.23
29.50	12.69	-5.52	26.69	2909.23
30.50	13.33	-7.16	26.33	2738.10
31.50	13.97	-6.80	27.97	2909.23
32.50	14.68	-5.51	30.68	3080.36
33.50	15.39	-6.22	31.39	3080.36
34.50	16.10	-2.93	36.10	3563.55
35.50	16.74	-4.57	35.74	3442.75
36.50	17.42	-6.25	35.42	3321.95
37.50	18.21	-7.04	36.21	3321.95
38.50	18.99	-5.82	38.99	3563.55
39.50	19.74	0.00	63.74	6100.32

Analisis dinding dapat dilakukan setelah beban terpusat dari dua sisi dinding dimasukan. Defleksi dinding di penggalian pertama iterasi terakhir akan dimasukan sebagai beban *ground displacement* pada analisis iterasi pertama penggalian kedua ini. Perhitungan beban terpusat pada iterasi pertama ini dapat dilihat pada **Tabel 5.19** untuk beban di sisi belakang dinding dan **Tabel 5.20** untuk beban di sisi depan dinding. Setelah itu, beban tersebut dimasukan ke dalam program bantu SAP2000 yang dapat dilihat pada **Gambar 5.7**.



Gambar 5.7 Beban Lateral Tanah dan Tekanan Air pada SAP2000

Tabel 5. 19 Beban Terpusat Tanah di Belakang Dinding pada Iterasi Pertama Penggalian Kedua

H (m)	Po (t)	Deforma si (m)	ks (t/m3)	Pa min (t)	Pa	Pa Actual	Spring	
0.00	0.59	0	358.3829	0.00	0.59	0.59	yes	358.38
1.00	1.71	0.000868	716.7659	0.01	1.08	1.08	yes	716.77
2.00	2.41	0.001705	819.6925	0.12	1.01	1.01	yes	819.69
3.00	3.10	0.002483	922.619	0.16	0.81	0.81	yes	922.62
4.00	3.66	0.003177	819.6925	1.16	1.05	1.16	no	0.00
5.00	4.16	0.003769	716.7659	2.16	1.46	2.16	no	0.00
6.00	4.66	0.004247	716.7659	2.66	1.62	2.66	no	0.00
7.00	5.11	0.004602	613.8393	3.61	2.29	3.61	no	0.00
8.00	5.32	0.00483	613.8393	3.82	2.36	3.82	no	0.00
9.00	5.79	0.004935	716.7659	3.79	2.25	3.79	no	0.00
10.00	6.31	0.004924	716.7659	4.31	2.78	4.31	no	0.00
11.00	6.84	0.00481	922.619	3.84	2.40	3.84	no	0.00
12.00	7.43	0.00461	1025.546	3.93	2.70	3.93	no	0.00
13.00	8.03	0.004342	922.619	5.03	4.03	5.03	no	0.00
14.00	8.63	0.004025	922.619	5.63	4.92	5.63	no	0.00
15.00	9.23	0.003674	716.7659	7.23	6.60	7.23	no	0.00
16.00	9.83	0.003312	1282.242	8.83	5.59	8.83	no	0.00
17.00	10.44	0.002955	1882.44	2.44	4.87	4.87	yes	1882.44
18.00	11.03	0.00262	1711.31	4.03	6.55	6.55	yes	1711.31
19.00	11.61	0.002312	1711.31	4.61	7.66	7.66	yes	1711.31
20.00	12.21	0.002036	1711.31	5.21	8.72	8.72	yes	1711.31
21.00	12.88	0.001791	1711.31	5.88	9.82	9.82	yes	1711.31
22.00	13.60	0.001578	1796.875	6.10	10.76	10.76	yes	1796.88
23.00	14.34	0.001395	2224.702	4.34	11.23	11.23	yes	2224.70
24.00	15.15	0.001242	2566.964	3.15	11.96	11.96	yes	2566.96
25.00	15.97	0.001117	2652.53	3.47	13.01	13.01	yes	2652.53
26.00	16.81	0.001019	2909.226	2.31	13.84	13.84	yes	2909.23
27.00	17.70	0.000941	3140.756	1.20	14.74	14.74	yes	3140.76
28.00	18.45	0.000882	1600.578	2.95	17.04	17.04	yes	1600.58
29.00	19.16	0.000832	2909.226	5.16	16.74	16.74	yes	2909.23
30.00	19.86	0.00079	2823.661	6.36	17.63	17.63	yes	2823.66
31.00	20.46	0.000749	2823.661	6.96	18.35	18.35	yes	2823.66
32.00	21.16	0.000706	2994.792	6.16	19.04	19.04	yes	2994.79
33.00	21.86	0.000658	3080.357	5.86	19.84	19.84	yes	3080.36
34.00	22.57	0.000601	3080.357	4.57	20.72	20.72	yes	3080.36
35.00	23.27	0.000533	3503.151	3.77	21.40	21.40	yes	3503.15
36.00	23.89	0.000452	3382.353	5.39	22.36	22.36	yes	3382.35
37.00	24.65	0.000357	3321.954	6.65	23.46	23.46	yes	3321.95
38.00	25.43	0.000248	3442.752	6.43	24.58	24.58	yes	3442.75
39.00	26.21	0.000127	4831.933	3.01	25.59	25.59	yes	4831.93
40.00	13.38	0	3050.158	0.00	13.38	13.38	yes	3050.16

Tabel 5. 20 Beban Terpusat Tanah di Depan Dinding pada Iterasi Pertama Penggalian Kedua

H (m)	Po (t)	Deformasi (m)	ks	Pp max	Pp	Pp Actual	spring	
11.50	0.30	0.004718	1128.47	4.30	5.62	4.30	no	0
12.50	0.90	0.004483	922.62	3.90	5.04	3.90	no	0
13.50	1.50	0.004188	922.62	4.50	5.37	4.50	no	0
14.50	2.10	0.003851	922.62	5.10	5.66	5.10	no	0
15.50	2.70	0.003491	2395.83	13.70	11.07	11.07	yes	2395.8333
16.50	3.30	0.00313	2053.57	12.30	9.73	9.73	yes	2053.5714
17.50	3.91	0.002783	1711.31	10.91	8.67	8.67	yes	1711.3095
18.50	4.49	0.002461	1711.31	11.49	8.71	8.71	yes	1711.3095
19.50	5.07	0.002168	1711.31	12.07	8.78	8.78	yes	1711.3095
20.50	5.70	0.001907	1711.31	12.70	8.97	8.97	yes	1711.3095
21.50	6.41	0.001678	1711.31	13.41	9.28	9.28	yes	1711.3095
22.50	7.13	0.00148	1882.44	15.13	9.92	9.92	yes	1882.4405
23.50	7.90	0.001312	2566.96	19.90	11.27	11.27	yes	2566.9643
24.50	8.73	0.001174	2566.96	20.73	11.74	11.74	yes	2566.9643
25.50	9.55	0.001063	2738.10	22.55	12.46	12.46	yes	2738.0952
26.50	10.43	0.000975	3080.36	26.43	13.43	13.43	yes	3080.3571
27.50	11.26	0.000907	3201.16	28.26	14.16	14.16	yes	3201.1555
28.50	11.98	0.000853	2909.23	25.98	14.46	14.46	yes	2909.2262
29.50	12.69	0.000808	2909.23	26.69	15.04	15.04	yes	2909.2262
30.50	13.33	0.000766	2738.10	26.33	15.43	15.43	yes	2738.0952
31.50	13.97	0.000725	2909.23	27.97	16.08	16.08	yes	2909.2262
32.50	14.68	0.00068	3080.36	30.68	16.77	16.77	yes	3080.3571
33.50	15.39	0.000627	3080.36	31.39	17.32	17.32	yes	3080.3571
34.50	16.10	0.000565	3563.55	36.10	18.11	18.11	yes	3563.5504
35.50	16.74	0.00049	3442.75	35.74	18.43	18.43	yes	3442.7521
36.50	17.42	0.000402	3321.95	35.42	18.76	18.76	yes	3321.9538
37.50	18.21	0.0003	3321.95	36.21	19.20	19.20	yes	3321.9538
38.50	18.99	0.000185	3563.55	38.99	19.65	19.65	yes	3563.5504
39.50	19.74	0.00006	6100.32	63.74	20.11	20.11	yes	6100.3151

Hasil yang didapatkan dari proses iterasi adalah besar defleksi dari tiap titik tangkap beban terpusat. Hasil defleksi akan mempengaruhi kerja pegas/spring tanah pada titik tersebut serta akan mempengaruhi besar tekanan aktif dan pasifnya. Hasil dari defleksi pada iterasi pertama ditunjukkan oleh **Tabel 5.21**.

Tabel 5. 21 Defleksi Dinding pada Iterasi Pertama Penggalian Kedua

H	δ (m)	H	δ (m)
0	0	11.5	0.011005
1	0.000683	12.5	0.011228
2	0.001408	13.5	0.011195
3	0.002221	14.5	0.010927
4	0.003177	15.5	0.010462
5	0.00439	16.5	0.009856
6	0.005702	17.5	0.009161
7	0.007014	18.5	0.008419
8	0.008241	19.5	0.007664
9	0.009314	20.5	0.006919
10	0.010178	21.5	0.006205
11	0.010795	22.5	0.005537
12	0.01115	23.5	0.004928
13	0.011243	24.5	0.004389
14	0.011089	25.5	0.003924
15	0.010718	26.5	0.003531
16	0.010176	27.5	0.003204
17	0.009518	28.5	0.002929
18	0.008795	29.5	0.002693
19	0.008043	30.5	0.002484
20	0.00729	31.5	0.002288
21	0.006559	32.5	0.002095
22	0.005866	33.5	0.001894
23	0.005226	34.5	0.001675
24	0.004651	35.5	0.001434
25	0.00415	36.5	0.001163
26	0.003721	37.5	0.000862
27	0.003362	38.5	0.000531
28	0.003064	39.5	0.000177
29	0.00281		
30	0.002589		
31	0.002388		
32	0.002195		
33	0.001999		
34	0.00179		
35	0.001561		
36	0.001306		
37	0.00102		
38	0.000703		
39	0.00036		
40	0		

Dengan hasil perhitungan di atas, proses iterasi berikutnya dapat dilakukan dan besar beban *ground displacement* tidak diubah sama sekali. Iterasi dilakukan sebanyak 6 (enam) kali guna mendapatkan hasil yang diinginkan. Hasil dari proses iterasi keenam akan ditunjukkan pada **Tabel 5.22** dan **Tabel 5.23**. Hasil dan bentuk defleksi dinding setelah penggalian kedua selesai dapat dilihat pada **Tabel 5.24** dan **Gambar 5.10**. Defleksi maksimum dinding masih lebih kecil dari batas maksimum yang telah ditentukan.

Tabel 5. 22 Besar Tekanan Lateral Tanah di Depan Dinding Pada Iterasi Keenam

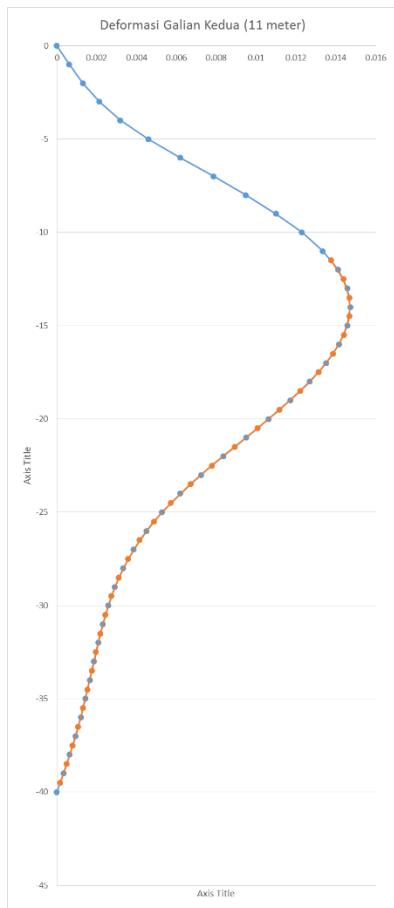
H	Po	Deformasi	ks	Pp max	Pp	Actual Pp	spring
11.50	0.30	0.013763	1128.47	4.30	15.83	4.30	no 0.00
12.50	0.90	0.014377	922.62	3.90	14.17	3.90	no 0.00
13.50	1.50	0.014682	922.62	4.50	15.05	4.50	no 0.00
14.50	2.10	0.014684	922.62	5.10	15.65	5.10	no 0.00
15.50	2.70	0.0144	2395.83	13.70	37.20	13.70	no 0.00
16.50	3.30	0.013866	2053.57	12.30	31.78	12.30	no 0.00
17.50	3.91	0.013124	1711.31	10.91	26.36	10.91	no 0.00
18.50	4.49	0.012214	1711.31	11.49	25.40	11.49	no 0.00
19.50	5.07	0.01118	1711.31	12.07	24.21	12.07	no 0.00
20.50	5.70	0.010067	1711.31	12.70	22.93	12.70	no 0.00
21.50	6.41	0.008918	1711.31	13.41	21.67	13.41	no 0.00
22.50	7.13	0.007781	1882.44	15.13	21.78	15.13	no 0.00
23.50	7.90	0.0067	2566.96	19.90	25.10	19.90	no 0.00
24.50	8.73	0.00572	2566.96	20.73	23.41	20.73	no 0.00
25.50	9.55	0.004868	2738.10	22.55	22.88	22.55	no 0.00
26.50	10.43	0.004156	3080.36	26.43	23.23	23.23	yes 3080.36
27.50	11.26	0.003575	3201.16	28.26	22.70	22.70	yes 3201.16
28.50	11.98	0.003108	2909.23	25.98	21.02	21.02	yes 2909.23
29.50	12.69	0.002734	2909.23	26.69	20.64	20.64	yes 2909.23
30.50	13.33	0.002432	2738.10	26.33	19.99	19.99	yes 2738.10
31.50	13.97	0.00218	2909.23	27.97	20.31	20.31	yes 2909.23
32.50	14.68	0.001959	3080.36	30.68	20.71	20.71	yes 3080.36
33.50	15.39	0.00175	3080.36	31.39	20.78	20.78	yes 3080.36
34.50	16.10	0.001539	3563.55	36.10	21.58	21.58	yes 3563.55
35.50	16.74	0.001314	3442.75	35.74	21.27	21.27	yes 3442.75
36.50	17.42	0.001067	3321.95	35.42	20.97	20.97	yes 3321.95
37.50	18.21	0.000791	3321.95	36.21	20.84	20.84	yes 3321.95
38.50	18.99	0.000488	3563.55	38.99	20.73	20.73	yes 3563.55
39.50	19.74	0.000163	6100.32	63.74	20.74	20.74	yes 6100.32

Tabel 5. 23 Besar Tekanan Lateral Tanah di Belakang Dinding Pada Iterasi Keenam

H	Po	Deforma si (m)	ks (t/m3)	Pa min (t)	Pa	Pa Actual	Spring	
0.00	0.59	0	358.382937	0.00	0.59	0.59	yes	358.38
1.00	1.71	0.000619	716.765873	0.01	1.26	1.26	yes	716.77
2.00	2.41	0.001306	819.69246	0.12	1.34	1.34	yes	819.69
3.00	3.10	0.002133	922.619048	0.16	1.13	1.13	yes	922.62
4.00	3.66	0.003177	819.69246	1.16	1.05	1.16	no	0.00
5.00	4.16	0.004594	716.765873	2.16	0.87	2.16	no	0.00
6.00	4.66	0.006192	716.765873	2.66	0.22	2.66	no	0.00
7.00	5.11	0.007857	613.839286	3.61	0.29	3.61	no	0.00
8.00	5.32	0.009485	613.839286	3.82	-0.50	3.82	no	0.00
9.00	5.79	0.010988	716.765873	3.79	-2.09	3.79	no	0.00
10.00	6.31	0.012293	716.765873	4.31	-2.50	4.31	no	0.00
11.00	6.84	0.013344	922.619048	3.84	-5.47	3.84	no	0.00
12.00	7.43	0.014108	1025.54563	3.93	-7.04	3.93	no	0.00
13.00	8.03	0.014569	922.619048	5.03	-5.41	5.03	no	0.00
14.00	8.63	0.014721	922.619048	5.63	-4.95	5.63	no	0.00
15.00	9.23	0.014577	716.765873	7.23	-1.21	7.23	no	0.00
16.00	9.83	0.014164	1282.24206	8.83	-8.33	8.83	no	0.00
17.00	10.44	0.013519	1882.44048	2.44	-15.01	2.44	no	0.00
18.00	11.03	0.012688	1711.30952	4.03	-10.68	4.03	no	0.00
19.00	11.61	0.011711	1711.30952	4.61	-8.43	4.61	no	0.00
20.00	12.21	0.010632	1711.30952	5.21	-5.99	5.21	no	0.00
21.00	12.88	0.009496	1711.30952	5.88	-3.37	5.88	no	0.00
22.00	13.60	0.008347	1796.875	6.10	-1.40	6.10	no	0.00
23.00	14.34	0.007232	2224.70238	4.34	-1.75	4.34	no	0.00
24.00	15.15	0.006198	2566.96429	3.15	-0.76	3.15	no	0.00
25.00	15.97	0.005279	2652.52976	3.47	1.97	3.47	no	0.00
26.00	16.81	0.004497	2909.22619	2.31	3.72	3.72	yes	2909.23
27.00	17.70	0.003852	3140.7563	1.20	5.60	5.60	yes	3140.76
28.00	18.45	0.003331	1600.57773	2.95	13.12	13.12	yes	1600.58
29.00	19.16	0.002913	2909.22619	5.16	10.69	10.69	yes	2909.23
30.00	19.86	0.002578	2823.66071	6.36	12.58	12.58	yes	2823.66
31.00	20.46	0.002304	2823.66071	6.96	13.96	13.96	yes	2823.66
32.00	21.16	0.00207	2994.79167	6.16	14.96	14.96	yes	2994.79
33.00	21.86	0.001857	3080.35714	5.86	16.14	16.14	yes	3080.36
34.00	22.57	0.001649	3080.35714	4.57	17.49	17.49	yes	3080.36
35.00	23.27	0.001432	3503.15126	3.77	18.25	18.25	yes	3503.15
36.00	23.89	0.001197	3382.35294	5.39	19.84	19.84	yes	3382.35
37.00	24.65	0.000936	3321.95378	6.65	21.54	21.54	yes	3321.95
38.00	25.43	0.000646	3442.7521	6.43	23.21	23.21	yes	3442.75
39.00	26.21	0.000331	4831.93277	3.01	24.61	24.61	yes	4831.93
40.00	13.38	0	3050.15756	0.00	13.38	13.38	yes	3050.16

Tabel 5. 24 Defleksi Dinding pada Akhir Penggalian Kedua

H	δ (m)	H	δ (m)
0	0	11.5	0.013763
1	0.000619	12.5	0.014377
2	0.001306	13.5	0.014682
3	0.002133	14.5	0.014684
4	0.003177	15.5	0.0144
5	0.004594	16.5	0.013866
6	0.006192	17.5	0.013124
7	0.007857	18.5	0.012214
8	0.009485	19.5	0.01118
9	0.010988	20.5	0.010067
10	0.012293	21.5	0.008918
11	0.013344	22.5	0.007781
12	0.014108	23.5	0.0067
13	0.014569	24.5	0.00572
14	0.014721	25.5	0.004868
15	0.014577	26.5	0.004156
16	0.014164	27.5	0.003575
17	0.013519	28.5	0.003108
18	0.012688	29.5	0.002734
19	0.011711	30.5	0.002432
20	0.010632	31.5	0.00218
21	0.009496	32.5	0.001959
22	0.008347	33.5	0.00175
23	0.007232	34.5	0.001539
24	0.006198	35.5	0.001314
25	0.005279	36.5	0.001067
26	0.004497	37.5	0.000791
27	0.003852	38.5	0.000488
28	0.003331	39.5	0.000163
29	0.002913		
30	0.002578		
31	0.002304		
32	0.00207		
33	0.001857		
34	0.001649		
35	0.001432		
36	0.001197		
37	0.000936		
38	0.000646		
39	0.000331		
40	0		



Gambar 5. 8 Defleksi Dinding pada Akhir Penggalian Kedua

3. Penggalian Ketiga

Setelah penggalian kedua selesai, pelat lantai akan dibangun sebelum dilakukan penggalian fase ketiga dimana pelat lantai akan berfungsi sebagai strut/penahan dari dinding pada saat penggalian fase ketiga dilakukan, sehingga pada penggalian fase ketiga akan mempertimbangkan defleksi dinding pada penggalian fase kedua dan juga penambahan strut berupa pelat lantai.

Penggalian ketiga dimulai setelah pelat lantai cukup kuat untuk menahan beban sendiri dan tekanan latearl tanah. Penggalian ketiga dimulai pada elevasi -11.00 hingga elevasi -20.00 yang mengakibatkan tekanan tanah di depan dinding dan tekanan air pori berubah. Contoh perhitungan Tekanan Tanah dapat dilihat pada **Tabel 5.25**, sedangkan perhitungan lengkapnya dapat dilihat pada **Lampiran** dan tekanan air pori dapat dilihat pada **Tabel 5.26**. Tidak ada perubahan pada tekanan tanah di belakang dinding karena tidak ada penggalian, sehingga tidak ada perubahan elevasi. Perhitungan tekanan tanah sesuai dengan perhitungan sebelumnya dan dapat dilihat pada **Tabel 5.27**.

Tabel 5. 25 Tekanan Tanah di Depan Dinding pada Penggalian Fase Ketiga

Titik	H (m)	Ketebalan (m)	γ' (t/m^3)	$\sigma'z$ (t/m^2)	ϕ	Cu (t/m^2)	Ko	σh (t/m^2)	ka	kp	σh min (t/m^2)	σh maks (t/m^2)
20a	20		0.58	0.00	0	5.33	1	0.00	1	1	-5.19	10.67
20b	21		0.58	0.58	0	5.33	1	0.58	1	1	-5.77	11.25
21a	21	1	0.58	0.58	0	5.33	1	0.58	1	1	-5.77	11.25
21b	22		0.58	1.16	0	5.33	1	1.16	1	1	-6.35	11.83
22a	22		0.58	1.16	0	5.33	1	1.16	1	1	-6.35	11.83
22b	23		0.58	1.74	0	5.33	1	1.74	1	1	-6.93	12.41
23a	23		0.58	1.74	0	5.33	1	1.74	1	1	-6.93	12.41
23b	24		0.58	2.32	0	5.33	1	2.32	1	1	-7.51	12.99
24a	24	1	0.82	2.32	0	10	1	2.32	1	1	-17.43	22.07
24b	25		0.82	3.14	0	10	1	3.14	1	1	-18.25	22.89
25a	25		0.82	3.14	0	10	1	3.14	1	1	-18.25	22.89
25b	26		0.82	3.97	0	10	1	3.97	1	1	-19.08	23.72

Tabel 5. 26 Tekanan Air Pori pada Penggalian Fase Ketiga

Titik	H	σ_w (t/m ²)
1	0	0
2	20	20
3	40	0

Tabel 5. 27 Gaya Lateral Tanah di Depan Dinding pada Penggalian Fase Ketiga

H (m)	P _o (t)	P _{a min} (t)	P _{p max} (t)	k _s
20.50	0.34	-5.53	7.34	1711.31
21.50	1.05	-6.24	8.05	1711.31
22.50	1.77	-5.96	9.77	1882.44
23.50	2.54	-2.74	14.54	2566.96
24.50	3.37	-3.56	15.37	2566.96
25.50	4.19	-3.38	17.19	2738.10
26.50	5.07	-1.26	21.07	3080.36
27.50	5.89	-1.09	22.89	3201.16
28.50	6.61	-4.81	20.61	2909.23
29.50	7.33	-5.52	21.33	2909.23
30.50	7.97	-7.16	20.97	2738.10
31.50	8.61	-6.80	22.61	2909.23
32.50	9.32	-5.51	25.32	3080.36
33.50	10.03	-6.22	26.03	3080.36
34.50	10.74	-2.93	30.74	3563.55
35.50	11.38	-4.57	30.38	3442.75
36.50	12.06	-6.25	30.06	3321.95
37.50	12.85	-7.04	30.85	3321.95
38.50	13.63	-5.82	33.63	3563.55
39.50	14.38	0.00	58.38	6100.32

Analisis dinding dapat dilakukan setelah beban terpusat dari dua sisi dinding dimasukan. Defleksi dinding di penggalian kedua iterasi terakhir akan dimasukan sebagai beban *ground displacement* pada

analisis iterasi pertama penggalian ketiga ini. Perhitungan beban terpusat pada iterasi pertama ini dapat dilihat pada **Tabel 5.28** untuk beban di sisi depan dinding dan **Tabel 5.29** untuk beban di sisi belakang dinding. Setelah itu, beban tersebut dimasukan ke dalam program bantu SAP2000 yang dapat dilihat pada **Gambar 5.11**.



Gambar 5.9 Beban Lateral Tanah dan Tekanan Air pada SAP2000

Tabel 5.28 Beban Terpusat Tanah Lateral di Depan Dinding pada Iterasi Pertama Penggalian Ketiga

H	Po	Deformasi	ks	Pp max	Pp	Actual Pp	spring
20.50	0.34	0.010067	1711.31	7.34	17.57	7.34	no 0.00
21.50	1.05	0.008918	1711.31	8.05	16.31	8.05	no 0.00
22.50	1.77	0.007781	1882.44	9.77	16.42	9.77	no 0.00
23.50	2.54	0.0067	2566.96	14.54	19.74	14.54	no 0.00
24.50	3.37	0.00572	2566.96	15.37	18.05	15.37	no 0.00
25.50	4.19	0.004868	2738.10	17.19	17.52	17.19	no 0.00
26.50	5.07	0.004156	3080.36	21.07	17.87	17.87	yes 3080.36
27.50	5.89	0.003575	3201.16	22.89	17.34	17.34	yes 3201.16
28.50	6.61	0.003108	2909.23	20.61	15.66	15.66	yes 2909.23
29.50	7.33	0.002734	2909.23	21.33	15.28	15.28	yes 2909.23
30.50	7.97	0.002432	2738.10	20.97	14.63	14.63	yes 2738.10
31.50	8.61	0.00218	2909.23	22.61	14.95	14.95	yes 2909.23
32.50	9.32	0.001959	3080.36	25.32	15.35	15.35	yes 3080.36
33.50	10.03	0.00175	3080.36	26.03	15.42	15.42	yes 3080.36
34.50	10.74	0.001539	3563.55	30.74	16.22	16.22	yes 3563.55
35.50	11.38	0.001314	3442.75	30.38	15.91	15.91	yes 3442.75
36.50	12.06	0.001067	3321.95	30.06	15.61	15.61	yes 3321.95
37.50	12.85	0.000791	3321.95	30.85	15.47	15.47	yes 3321.95
38.50	13.63	0.000488	3563.55	33.63	15.37	15.37	yes 3563.55
39.50	14.38	0.000163	6100.32	58.38	15.38	15.38	yes 6100.32

Tabel 5. 29 Beban Terpusat Tanah Lateral di Belakang Dinding pada Iterasi Pertama Penggalian Ketiga

H	Po	Deformasi (m)	ks (t/m ³)	Pa min (t)	Pa	Pa Actual	Spring	
0.00	0.59	0	358.3829365	0.00	0.59	0.59	yes	358.38
1.00	1.71	0.000619	716.765873	0.01	1.26	1.26	yes	716.77
2.00	2.41	0.001306	819.6924603	0.12	1.34	1.34	yes	819.69
3.00	3.10	0.002133	922.6190476	0.16	1.13	1.13	yes	922.62
4.00	3.66	0.003177	819.6924603	1.16	1.05	1.16	no	0.00
5.00	4.16	0.004594	716.765873	2.16	0.87	2.16	no	0.00
6.00	4.66	0.006192	716.765873	2.66	0.22	2.66	no	0.00
7.00	5.11	0.007857	613.8392857	3.61	0.29	3.61	no	0.00
8.00	5.32	0.009485	613.8392857	3.82	-0.50	3.82	no	0.00
9.00	5.79	0.010988	716.765873	3.79	-2.09	3.79	no	0.00
10.00	6.31	0.012293	716.765873	4.31	-2.50	4.31	no	0.00
11.00	6.84	0.013344	922.6190476	3.84	-5.47	3.84	no	0.00
12.00	7.43	0.014108	1025.545635	3.93	-7.04	3.93	no	0.00
13.00	8.03	0.014569	922.6190476	5.03	-5.41	5.03	no	0.00
14.00	8.63	0.014721	922.6190476	5.63	-4.95	5.63	no	0.00
15.00	9.23	0.014577	716.765873	7.23	-1.21	7.23	no	0.00
16.00	9.83	0.014164	1282.242063	8.83	-8.33	8.83	no	0.00
17.00	10.44	0.013519	1882.440476	2.44	-15.01	2.44	no	0.00
18.00	11.03	0.012688	1711.309524	4.03	-10.68	4.03	no	0.00
19.00	11.61	0.011711	1711.309524	4.61	-8.43	4.61	no	0.00
20.00	12.21	0.010632	1711.309524	5.21	-5.99	5.21	no	0.00
21.00	12.88	0.009496	1711.309524	5.88	-3.37	5.88	no	0.00
22.00	13.60	0.008347	1796.875	6.10	-1.40	6.10	no	0.00
23.00	14.34	0.007232	2224.702381	4.34	-1.75	4.34	no	0.00
24.00	15.15	0.006198	2566.964286	3.15	-0.76	3.15	no	0.00
25.00	15.97	0.005279	2652.529762	3.47	1.97	3.47	no	0.00
26.00	16.81	0.004497	2909.22619	2.31	3.72	3.72	yes	2909.23
27.00	17.70	0.003852	3140.756303	1.20	5.60	5.60	yes	3140.76
28.00	18.45	0.003331	1600.577731	2.95	13.12	13.12	yes	1600.58
29.00	19.16	0.002913	2909.22619	5.16	10.69	10.69	yes	2909.23
30.00	19.86	0.002578	2823.660714	6.36	12.58	12.58	yes	2823.66
31.00	20.46	0.002304	2823.660714	6.96	13.96	13.96	yes	2823.66
32.00	21.16	0.002027	2994.791667	6.16	14.96	14.96	yes	2994.79
33.00	21.86	0.001857	3080.357143	5.86	16.14	16.14	yes	3080.36
34.00	22.57	0.001649	3080.357143	4.57	17.49	17.49	yes	3080.36
35.00	23.27	0.001432	3503.151261	3.77	18.25	18.25	yes	3503.15
36.00	23.89	0.001197	3382.352941	5.39	19.84	19.84	yes	3382.35
37.00	24.65	0.000936	3321.953782	6.65	21.54	21.54	yes	3321.95
38.00	25.43	0.000646	3442.752101	6.43	23.21	23.21	yes	3442.75
39.00	26.21	0.000331	4831.932773	3.01	24.61	24.61	yes	4831.93
40.00	13.38	0	3050.157563	0.00	13.38	13.38	yes	3050.16

Hasil yang didapatkan dari proses iterasi adalah besar defleksi dari tiap titik tangkap beban terpusat. Hasil defleksi akan mempengaruhi kerja pegas/spring tanah pada titik tersebut serta akan mempengaruhi besar tekanan aktif dan pasifnya. Hasil dari defleksi pada iterasi pertama ditunjukkan oleh **Tabel 5.30**.

Tabel 5. 30 Defleksi Dinding pada Iterasi Pertama Penggalian Ketiga

H	δ (m)	H	δ (m)
0	0	20.5	0.025636
1	0.000721	21.5	0.024512
2	0.001469	22.5	0.02296
3	0.002276	23.5	0.021074
4	0.003177	24.5	0.018968
5	0.004241	25.5	0.016758
6	0.005427	26.5	0.014575
7	0.006727	27.5	0.012541
8	0.008143	28.5	0.010707
9	0.009692	29.5	0.009092
10	0.011409	30.5	0.007699
11	0.013344	31.5	0.006506
12	0.015655	32.5	0.005486
13	0.018058	33.5	0.004604
14	0.020375	34.5	0.003822
15	0.022455	35.5	0.003107
16	0.024173	36.5	0.002424
17	0.025434	37.5	0.001747
18	0.02618	38.5	0.001059
19	0.026376	39.5	0.000354
20	0.026017		
21	0.025133		
22	0.023785		
23	0.022053		
24	0.020043		
25	0.01787		
26	0.015655		
27	0.013536		
28	0.011601		
29	0.009874		
30	0.008371		
31	0.007081		
32	0.005979		
33	0.005033		
34	0.004206		
35	0.003461		
36	0.002766		
37	0.002089		
38	0.001409		
39	0.000712		
40	0		

Dengan hasil perhitungan di atas, proses iterasi berikutnya dapat dilakukan dan besar beban *ground displacement* tidak diubah sama sekali. Iterasi dilakukan sebanyak 5 (lima) kali guna mendapatkan hasil yang diinginkan. Hasil dari proses iterasi kelima akan ditunjukkan pada **Tabel 5.31** dan **Tabel 5.32**. Hasil dan bentuk defleksi dinding setelah penggalian ketiga selesai dapat dilihat pada **Tabel 5.33** dan **Gambar 5.10**. Defleksi maksimum dinding sebesar 3.45 cm masih lebih kecil dari batas maksimum yang telah ditentukan.

Tabel 5.31 Besar Tekanan Tanah di Depan Dinding Pada Iterasi Kelima Penggalian Ketiga

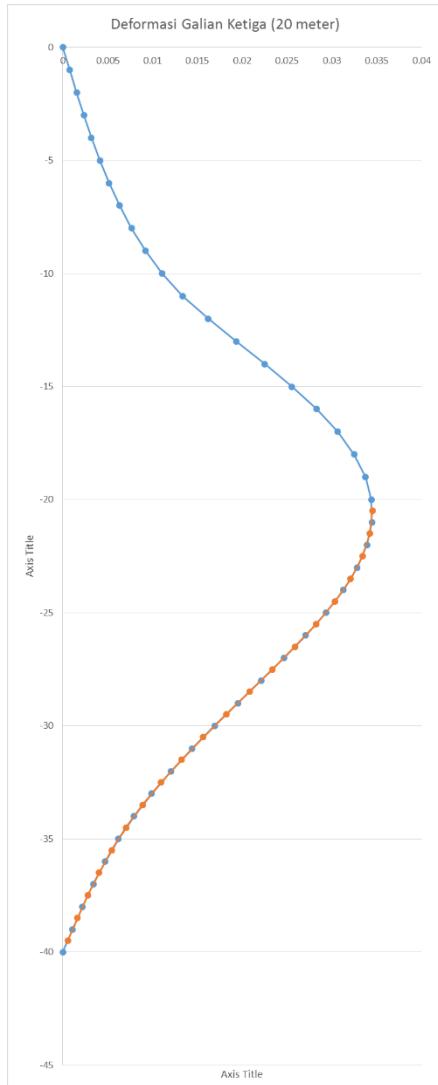
H	Po	Deformasi	ks	Pp max	Pp	Actual Pp	spring	
20.50	0.34	0.034519	1711.31	7.34	59.41	7.34	no	0.00
21.50	1.05	0.03426	1711.31	8.05	59.68	8.05	no	0.00
22.50	1.77	0.033436	1882.44	9.77	64.71	9.77	no	0.00
23.50	2.54	0.032104	2566.96	14.54	84.95	14.54	no	0.00
24.50	3.37	0.030347	2566.96	15.37	81.27	15.37	no	0.00
25.50	4.19	0.028247	2738.10	17.19	81.53	17.19	no	0.00
26.50	5.07	0.025897	3080.36	21.07	84.84	21.07	no	0.00
27.50	5.89	0.023387	3201.16	22.89	80.76	22.89	no	0.00
28.50	6.61	0.0208	2909.23	20.61	67.13	20.61	no	0.00
29.50	7.33	0.018204	2909.23	21.33	60.29	21.33	no	0.00
30.50	7.97	0.015662	2738.10	20.97	50.85	20.97	no	0.00
31.50	8.61	0.013229	2909.23	22.61	47.09	22.61	no	0.00
32.50	9.32	0.010957	3080.36	25.32	43.07	25.32	no	0.00
33.50	10.03	0.008886	3080.36	26.03	37.40	26.03	no	0.00
34.50	10.74	0.007042	3563.55	30.74	35.83	30.74	no	0.00
35.50	11.38	0.00543	3442.75	30.38	30.08	30.08	yes	3442.75
36.50	12.06	0.004021	3321.95	30.06	25.42	25.42	yes	3321.95
37.50	12.85	0.00277	3321.95	30.85	22.05	22.05	yes	3321.95
38.50	13.63	0.001623	3563.55	33.63	19.41	19.41	yes	3563.55
39.50	14.38	0.000533	6100.32	58.38	17.63	17.63	yes	6100.32

Tabel 5. 32 Besar Tekanan Tanah di Belakang Dinding Pada Iterasi Kelima Penggalian Ketiga

H	Po	Deformasi (m)	ks (t/m3)	Pa min (t)	Pa	Pa Actual	Spring	
0.00	0.59	0	358.3829365	0	0.59	0.59	yes	358.38
1.00	1.71	0.000758	716.765873	0.01	1.16	1.16	yes	716.77
2.00	2.41	0.001528	819.6924603	0.12	1.16	1.16	yes	819.69
3.00	3.10	0.002327	922.6190476	0.16	0.95	0.95	yes	922.62
4.00	3.66	0.003177	819.6924603	1.16	1.05	1.16	no	0
5.00	4.16	0.004114	716.765873	2.16	1.21	2.16	no	0
6.00	4.66	0.005152	716.765873	2.66	0.97	2.66	no	0
7.00	5.11	0.006321	613.8392857	3.61	1.23	3.61	no	0
8.00	5.32	0.007661	613.8392857	3.82	0.62	3.82	no	0
9.00	5.79	0.009227	716.765873	3.79	-0.82	3.79	no	0
10.00	6.31	0.011092	716.765873	4.31	-1.64	4.31	no	0
11.00	6.84	0.013344	922.6190476	3.84	-5.47	3.84	no	0
12.00	7.43	0.016201	1025.545635	3.93	-9.18	3.93	no	0
13.00	8.03	0.019323	922.6190476	5.03	-9.80	5.03	no	0
14.00	8.63	0.022502	922.6190476	5.63	-12.13	5.63	no	0
15.00	9.23	0.025551	716.765873	7.23	-9.08	7.23	no	0
16.00	9.83	0.028314	1282.242063	8.83	-26.47	8.83	no	0
17.00	10.44	0.030661	1882.440476	2.44	-47.28	2.44	no	0
18.00	11.03	0.032502	1711.309524	4.03	-44.59	4.03	no	0
19.00	11.61	0.033769	1711.309524	4.61	-46.17	4.61	no	0
20.00	12.21	0.034424	1711.309524	5.21	-46.70	5.21	no	0
21.00	12.88	0.034464	1711.309524	5.88	-46.10	5.88	no	0
22.00	13.60	0.033917	1796.875	6.10	-47.34	6.10	no	0
23.00	14.34	0.03283	2224.702381	4.34	-58.70	4.34	no	0
24.00	15.15	0.031275	2566.964286	3.15	-65.13	3.15	no	0
25.00	15.97	0.029936	2652.529762	3.47	-61.84	3.47	no	0
26.00	16.81	0.027099	2909.22619	2.31	-62.03	2.31	no	0
27.00	17.70	0.024658	3140.756303	1.20	-59.74	1.20	no	0
28.00	18.45	0.022101	1600.577731	2.95	-16.93	2.95	no	0
29.00	19.16	0.019501	2909.22619	5.16	-37.57	5.16	no	0
30.00	19.86	0.016925	2823.660714	6.36	-27.93	6.36	no	0
31.00	20.46	0.014431	2823.660714	6.96	-20.28	6.96	no	0
32.00	21.16	0.012073	2994.791667	6.16	-15.00	6.16	no	0
33.00	21.86	0.009897	3080.357143	5.86	-8.62	5.86	no	0
34.00	22.57	0.007937	3080.357143	4.57	-1.88	4.57	no	0
35.00	23.27	0.00621	3503.151261	3.77	1.52	3.77	no	0
36.00	23.89	0.004706	3382.352941	5.39	7.97	7.97	yes	3382.35
37.00	24.65	0.003382	3321.953782	6.65	13.41	13.41	yes	3321.95
38.00	25.43	0.00219	3442.752101	6.43	17.89	17.89	yes	3442.75
39.00	26.21	0.001077	4831.932773	3.01	21.00	21.00	yes	4831.93
40.00	13.38	0	3050.157563	0.00	13.38	13.38	yes	3050.16

Tabel 5. 33 Defleksi Dinding pada Akhir Penggalian Ketiga

H	δ (m)	H	δ (m)
0	0	20.5	0.034519
1	0.000758	21.5	0.03426
2	0.001528	22.5	0.033436
3	0.002327	23.5	0.032104
4	0.003177	24.5	0.030347
5	0.004114	25.5	0.028247
6	0.005152	26.5	0.025897
7	0.006321	27.5	0.023387
8	0.007661	28.5	0.0208
9	0.009227	29.5	0.018204
10	0.011092	30.5	0.015662
11	0.013344	31.5	0.013229
12	0.016201	32.5	0.010957
13	0.019323	33.5	0.008886
14	0.022502	34.5	0.007042
15	0.025551	35.5	0.00543
16	0.028314	36.5	0.004021
17	0.030661	37.5	0.00277
18	0.032502	38.5	0.001623
19	0.033769	39.5	0.000533
20	0.034424		
21	0.034464		
22	0.033917		
23	0.03283		
24	0.031275		
25	0.029336		
26	0.027099		
27	0.024658		
28	0.022101		
29	0.019501		
30	0.016925		
31	0.014431		
32	0.012073		
33	0.009897		
34	0.007937		
35	0.00621		
36	0.004706		
37	0.003382		
38	0.00219		
39	0.001077		
40	0		



Gambar 5. 10 Defleksi Dinding pada Akhir Penggalian Ketiga

5.2. 2 Perencanaan Struktur Dinding Diaphragm Wall

1. Tulangan Vertikal

Penulangan vertikal direncanakan untuk menahan *bending moment* yang terjadi pada dinding. Nilai Mu diambil dari permodelan iterasi terakhir pada penggalian ketiga. Direncanakan :

$$\triangleright f'c = 40 \text{ MPa}$$

$$\triangleright f_y = 410 \text{ MPa}$$

$$Mu = 4312399418 \text{ Nmm}$$

$$\beta_1 = 0,85 - 0,05 \left(\frac{f'c - 280}{70} \right) \geq 0,65$$

$$\beta_1 = 0,85 - 0,05 \left(\frac{400 - 280}{70} \right) \geq 0,65$$

$$\beta_1 = 0,7643 \geq 0,65$$

$$\rho_b = \frac{0,85 f'c}{f_y} \beta_1 \left(\frac{6120}{6120 + f_y} \right)$$

$$\rho_b = 0,03795$$

$$\rho_{max} = 0,75 \rho_b$$

$$\rho_{max} = 0,0285 \rightarrow \text{use } 0,025$$

maka,

$$M_R = \frac{1}{\phi} \rho_{max} f_y (1 - 0,59 \frac{\rho_{max} f_y}{f'c})] bd^2$$

$$M_R = 18412393680 \text{ Nmm}$$

Didapatkan bahwa $M_u \leq \phi M_R$, sehingga tidak diperlukan tulangan tekan.

Setelah itu :

\triangleright Menentukan rasio kekuatan material

$$m = \frac{f_y}{0,85 f'c} = 12,059$$

\triangleright Menentukan rasio penulangan

$$\rho = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2mM_n}{f_y bd^2}} \right)$$

$$\rho = 0,00638$$

$\rho_{min} = 0,0034$ / $\rho_{max} = 0,0038 \rightarrow$ use $\rho_{min} = 0,0034$
 $\rho_{min} < \rho < \rho_{max}$; $0,0034 < 0,00638 < 0,025$
use $\rho = 0,00638$

➤ Menentukan luas tulangan yang diperlukan
 $As = \rho b d = 0,00638 \times (1400 - 75 - 18) \times 1000 = 8179,16 \text{ mm}^2$

Direncanakan pemakaian diameter tulangan vertikal D36 dengan $As = 1017,876 \text{ mm}^2$ dengan kebutuhan tulangan $\frac{8179,16}{1017,876} = 8$ tulangan yang dipasang sejarak 125 mm. Tulangan yang digunakan adalah D36-125mm sebanyak 8 buah per meter.

2. Tulangan Horisontal

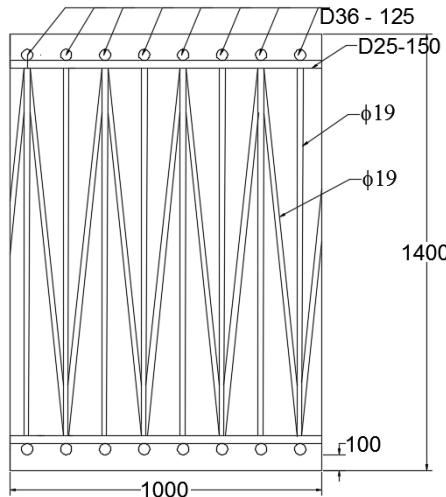
Tulangan horisontal diperlukan karena efek susut beton oleh temperatur. Pada mutu tulangan $f_y < 4200 \text{ kg/cm}^2$, maka perhitungannya sebagai berikut :

$$\begin{aligned} As &= 0,002 \times Ag = 0,002 \times 1400 \times 1000 \\ &= 2800 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

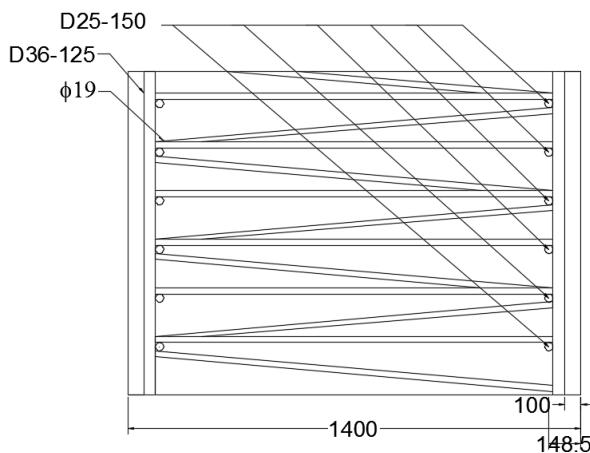
sehingga direncanakan pemakaian diameter tulangan horisontal D25 dengan $As = 490,874 \text{ mm}^2$ yang dipasang sejarak 150 mm. Tulangan yang digunakan adalah D25-150mm sebanyak 6 tulangan per meter.

3. Nilai V_u yang didapatkan dari hasil analisa program SAP2000 adalah 1717,198 kN. Jika nilai ini dibandingkan dengan nilai $V_c = \emptyset 0,53 \sqrt{f'c bd} = 3259,83 \text{ kN}$, maka tidak dibutuhkan tulangan geser karena nilai $V_u < V_c$, namun untuk alasan keamanan, tetap direncanakan tulangan geser dengan diameter Ø19 .

Perencanaan tiga tulangan di atas dapat dilihat pada **Gambar 5.11** untuk tampak atas penulangan dan **Gambar 5.12** untuk tampak samping penulangan *Diaphragm Wall*.



Gambar 5. 11 Tampak Atas Penulangan *Diaphragm Wall*



Gambar 5. 12 Tampak Samping Penulangan *Diaphragm Wall*

Untuk menghindari *crack* yang dapat menyebabkan air tanah masuk ke dalam dinding dan menyebabkan tulangan beton terkorosi, maka diperlukan kontrol besar material dan penampang untuk menahan retak. Besar dari momen retak penampang adalah :

$$M_{cr} = \frac{f_r x I_g}{y_t} = \frac{0.62 \lambda \sqrt{f'c} x I_g}{y_t}$$

$$= \frac{0.62 \lambda \sqrt{40} x 17200 x 1400^3}{700} = 2.20 \times 10^{10} Nmm$$

$$2.20 \times 10^{10} Nmm >> 4.31 \times 10^9 Nmm (\text{OK})$$

Dari perhitungan di atas, penampang belum mengalami retak pada saat penggalian telah selesai, sehingga penampang *Diaphragm Wall* dapat digunakan.

5.2. 3 Perencanaan Penulangan Pelat Lantai

Perencanaan penulangan pelat lantai dilakukan untuk pelat lantai paling atas, pelat lantai tengah, dan pelat lantai paling bawah. Pelat yang berada paling atas merupakan pelat yang akan menutup stasiun ini pada elevasi -4.00 meter dan berfungsi untuk membantu perkuatan dinding. *Preliminary* dimensi pelat lantai adalah sebagai berikut :

1. Pelat Atas

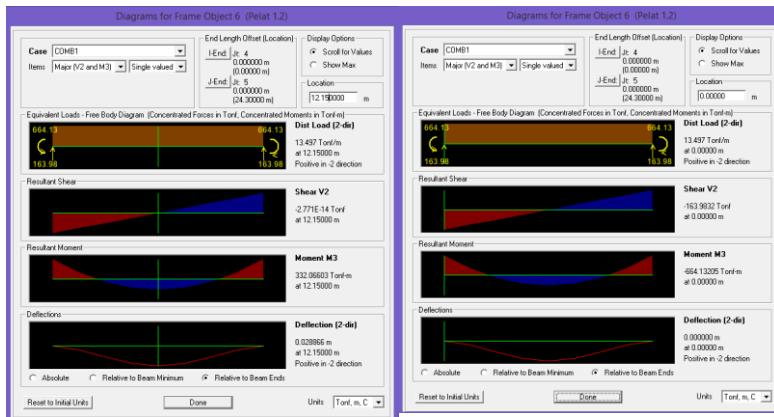
Tebal	= 1.2 meter
Mutu Beton	= 40 MPa
2. Pelat Tengah

Tebal	= 0.8 meter
Mutu Beton	= 40 MPa

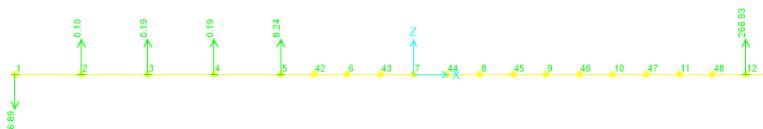
3. Pelat Bawah

Tebal = 1.2 meter
 Mutu Beton = 40 MPa

Beban-beban yang bekerja pada pelat teratas adalah berat tanah, air dan traffic di atasnya serta beban aksial pada dinding akibat dari tekanan tanah dan air pada perhitungan sebelumnya. Perhitungan bidang momen pada pelat ini menggunakan program bantu SAP2000 yang akan ditunjukkan pada **Gambar 5.13** dan beban aksial yang terjadi ditunjukkan pada **Gambar 5.14** dimana besar beban aksial yang terjadi diambil dari hasil perhitungan pada permodelan penggalian ketiga iterasi terakhir.



Gambar 5. 13 Bidang Momen Pada Tengah Bentang (Kiri) dan Bidang Momen pada Tumpuan (kanan)



Gambar 5.14 Besar Beban Aksial Pelat di Akhir Penggalian (titik 5 pelat atas, titik 12 pelat tengah)

Perencanaan penulangan pelat dapat dilakukan setelah mengetahui nilai momen dan aksial yang terjadi. Kontrol aksial diasumsikan bahwa seluruh penampang terbuat dari material beton. *Preliminary Design* untuk penulangan pelat pada momen tengah bentang dapat dilihat pada **Tabel 5.34** dan penulangan pada Momen Tumpuan dapat dilihat pada **Tabel 5.35**.

Tabel 5.34 *Preliminary Design* Penulangan Pelat Lantai Momen Tengah Bentang

<i>Preliminary Design</i>			f'c	40	MPa
Cover	100	mm	bw	1000	mm
D Tulangan	25	mm	h	1200	mm
As	490.873852	mm ²	d	1087.5	mm
Fy	410	MPa	Momen	332066.03	kNm

i. Perhitungan Tulangan Lentur

$$\begin{aligned}
 Rn &= \frac{M}{\emptyset b d^2} = \frac{3320660300 \text{ Nmm}}{0.9 \times 1000 \times 1087.5^2} = 2.5998 \\
 \rho &= 0.85 \frac{f'c}{fy} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times Rn}{0.85 \times f'c}} \right) \\
 &= 0.85 \frac{40}{410} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 2.5998}{0.85 \times 40}} \right)
 \end{aligned}$$

$$= 0.0066$$

$$\rho_{min} = \frac{1.4}{fy} = 0.003415 ; \rho_{min} = \frac{\sqrt{f'c}}{4fy} = 0.003856$$

$$\beta_1 = 0.85 - 0.05 \left(\frac{f'c - 28}{7} \right) \geq 0.65$$

$$\beta_1 = 0.85 - 0.05 \left(\frac{40 - 28}{7} \right) = 0.7643$$

$$\rho_b = \frac{0.85 \times f'c \times \beta_1}{fy} \times \frac{600}{600 + fy} = 0.03765$$

$$\rho_{max} = 0.75 \rho_b = 0.0282 ; use 0.025$$

$$\rho_{pakai} = 0.0066$$

$$As = 0.0066 \times b \times d$$

$$= 0.007142 \times 1000 \times 1087.5 = 7181,82 \text{ mm}^2$$

$$n = \frac{7181,82}{490.8739} = 15 \rightarrow \text{Pakai D25} - 50 \text{ mm.}$$

ii. Perhitungan Tulangan Susut

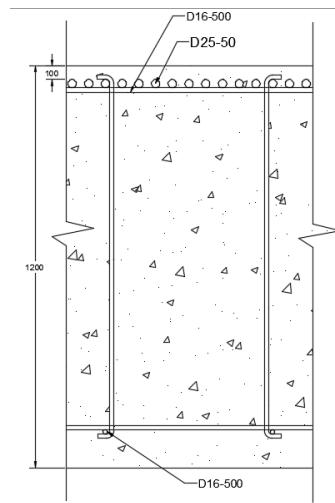
Menggunakan tulangan diameter 16mm ($As = 201.06 \text{ mm}^2$)

$$\rho_{susut} = 0.0002$$

$$As = 0.0002 \times b \times d = 0.0002 \times 1000 \times 1087.5 \\ = 217.5 \text{ mm}^2$$

$$n = \frac{217.5}{201.06} = 1.08 = 2 \rightarrow \text{Pakai D16} - 500$$

Berdasarkan perhitungan di atas, maka detail penulangan dari pelat dapat dilihat pada **Gambar 5.15**. Penulangan arah yang tidak dominan akan menggunakan desain tulangan susut.



Gambar 5. 15 Penulangan Pelat Lantai Teratas pada Tengah Bentang

Tabel 5. 35 Penulangan Pelat Lantai Momen Tumpuan

PENULANGAN PELAT		ρ_b	0.063379791	
Cover	100 mm	ρ_{max}	0.025	
D Tulangan	32 mm	ρ_{pakai}	0.013934831	
As	804.247719 mm ²	b_w	1000 mm	
Fy	410 MPa	h	1200 mm	
f'c	40 MPa	d	1084 mm	
Rn	5.233257677	Momen	664132.05 kgm	
ρ	0.013934831	As	15105.35728 mm ²	
ρ_{min}	0.003414634	n	19 buah/m	
β_1	0.764285714	Pakai	D32-50mm	

Untuk desain tulangan susut direncanakan menggunakan tulangan D16 yang dapat dilihat pada **Tabel 5.36**.

Tabel 5. 36 Desain Tulangan Susut

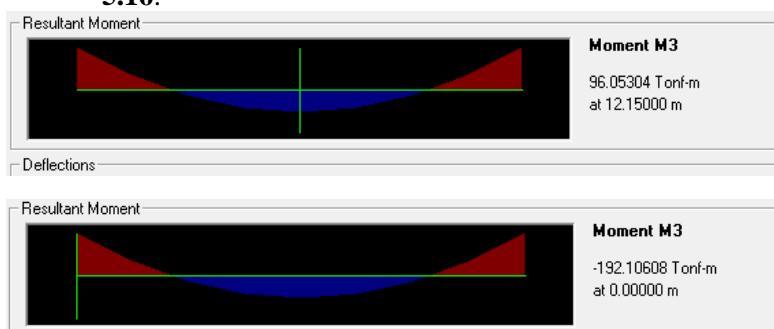
D Tulangan	16 mm	As	201.0619298 mm2
psusut	0.0002	As perlu	216.8 mm2
b	1000 mm	n	2 buah/m
d	1084 mm	Pakai	D16 - 500mm

Kontrol dari penampang untuk menahan beban aksial akan diperhitungkan menggunakan persamaan :

$$\emptyset Pn = 0.85 \times 0.75 (0.85 \times 40 \times 1.2 \times 10^6) = 26010000 \\ N/m' = 2601 \text{ t/m}' > 8.24 \text{ t/m}'$$

Berdasarkan perhitungan di atas, maka dapat disimpulkan bahwa desain pelat teratas dapat digunakan sebagai pelat penutup stasiun.

Pada lantai berikutnya, pelat lantai tengah direncanakan terbuat dari struktur pelat menyerupai pelat teratas. Pelat tengah ini berfungsi untuk menahan beban sebesar 1 t/m² sesuai dengan SNI 1727-2013, sehingga pelat lantai ini dapat digunakan sebagai lantai akses. Seluruh beban akan dimasukan ke dalam program bantu SAP2000, sehingga didapatkan bidang momen yang terjadi pada pelat lantai yang dapat dilihat pada **Gambar 5.16.**



Gambar 5. 16 Bidang Momen pada Tengah Bentang (atas) dan Tumpuan (bawah)

Penulangan dapat direncanakan berdasarkan hasil dari SAP2000. Perhitungan desain tulangan pelat tengah melalui proses yang sama seperti pada perhitungan pelat teratas stasiun. Perhitungan desain tulangan di tengah bentang dapat dilihat pada **Tabel 5.37**, desain tulangan di tumpuan dapat dilihat pada **Tabel 5.38** dan desain tulangan susut pada **Tabel 5.39**.

Tabel 5. 37 Desain Tulangan di Tengah Bentang

PENULANGAN PELAT			ρ_b	0.063379791
Cover	100	mm	ρ_{max}	0.025
D Tulangan	22	mm	ρ_{pakai}	0.007163606
As	380.132711	mm ²	bw	1000 mm
Fy	410	MPa	h	800 mm
f _c	40	MPa	d	689 mm
Rn	2.810219055		Momen	96053.04 kgm
ρ	0.007163606		As	4935.724273 mm ²
ρ_{min}	0.003414634		n	13 buah/m
β_1	0.764285714		Pakai	D22-75mm

Tabel 5. 38 Desain Tulangan Tumpuan

PENULANGAN PELAT			ρ_b	0.063379791
Cover	100	mm	ρ_{max}	0.025
D Tulangan	25	mm	ρ_{pakai}	0.015152637
As	490.873852	mm ²	bw	1000 mm
Fy	410	MPa	h	800 mm
f _c	40	MPa	d	687.5 mm
Rn	5.644990413		Momen	192106.08 kgm
ρ	0.015152637		As	10417.43774 mm ²
ρ_{min}	0.003414634		n	22 buah/m
β_1	0.764285714		Pakai	D22-40mm

Tabel 5. 39 Desain Tulangan Susut

D Tulangan	13 mm	As	132.7322896	mm ²
ρsusut	0.0002	As perlu	137.8	mm ²
b	1000 mm	n	2	bah/m
d	689 mm	Pakai	D13-500	mm

Kemampuan pelat lantai untuk menahan beban tekan aksial akan dikontrol. Besar tekan yang terjadi akibat menahan beban dinding sebesar 266.93 t/m'. Dengan asumsi seperti pada pelat lantai teratas, besar gaya aksial yang terjadi adalah :

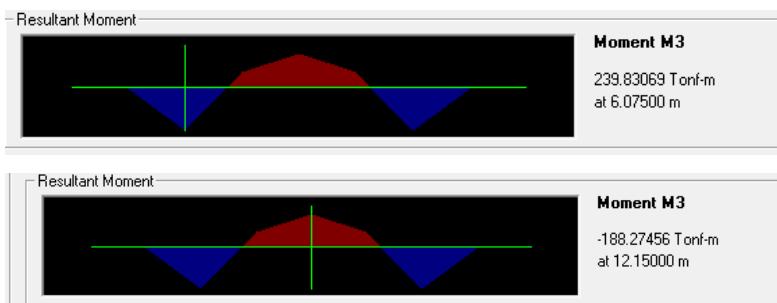
$$\emptyset Pn = 0.85 \times 0.75 (0.85 \times 40 \times 0.8 \times 10^6) = 17340000 \text{ N/m}' = 1734 \text{ t/m}' > 266.93 \text{ t/m}'$$

dapat disimpulkan bahwa pelat tengah dengan ketebalan 0.8 meter dapat digunakan.

Pelat terbawah adalah pelat yang akan menerima beban angkat air secara langsung. Besar beban angkat air terjadi dalam kondisi muka air tanah kembali hidrostatis, sehingga besar gaya angkat air tanah dipengaruhi oleh perbedaan tinggi muka air tanah. Besar tekanan air tanah tersebut adalah :

$$F = (20-2,8)m \times 1t/m^3 = 17,2 \text{ t/m}^2$$

Pada perhitungan besar tekanan angkat air terdapat pengurangan 2.8 meter yang merupakan tinggi air di atas pelat teratas pada stasiun ini sesuai dengan yang ditunjukkan di BAB 2 pada penjelasan beban yang terjadi pada segmen stasiun *cut and cover*. Besar gaya akan direncanakan berdasarkan beban F yang telah dikalkulasikan di atas. Beban ini akan dimasukkan ke program bantu SAP2000, sehingga dihasilkan nilai momen maksimumnya. Bidang momen dan nilai momen pada pelat terbawah ditunjukkan pada **Gambar 5.17**.



Gambar 5. 17 Bidang Momen yang Terjadi pada Pelat Terbawah

Perencanaan penulangan pelat akan dilakukan setelah mendapatkan hasil momen dari SAP2000. Metode perhitungan penulangan sesuai dengan metode perhitungan yang dilakukan sebelumnya dan hasil perhitungan dapat dilihat pada **Tabel 5.38** dan **Tabel 5.39**. Pelat beton tidak boleh mengalami kerusakan karena adanya penyusutan, sehingga diperlukan perencanaan tulangan susut dengan tulangan berdiameter 13mm dan hasil perhitungan dapat dilihat pada **Tabel 5.40**.

Tabel 5. 40 Penulangan pada Bagian Atas Pelat

PENULANGAN PELAT		ρ_b	0.063379791
Cover	100 mm	ρ_{max}	0.025
D Tulangan	22 mm	ρ_{pakai}	0.004700317
As	380.132711 mm ²	b_w	1000 mm
Fy	410 MPa	h	1200 mm
f'c	40 MPa	d	1089 mm
Rn	1.872514727	Momen	239830.69 kgm
ρ	0.004700317	As	5118.644938 mm ²
ρ_{min}	0.003414634	n	14 buah/m
β_1	0.764285714	Pakai	D22-50mm

Tabel 5. 41 Penulangan pada Bagian Bawah Pelat

PENULANGAN PELAT		pb	0.063379791
Cover	100 mm	pmax	0.025
D Tulangan	22 mm	ppakai	0.003666372
As	380.132711 mm ²	bw	1000 mm
Fy	410 MPa	h	1200 mm
f'c	40 MPa	d	1089 mm
Rn	1.469982371	Momen	188274.56 kgm
ρ	0.003666372	As	3992.679015 mm ²
ρ_{min}	0.003414634	n	11 buah/m
β_1	0.764285714	Pakai	D22-75mm

Tabel 5. 42 Penulangan Tulangan Susut pada Pelat

D Tulangan	13 mm	As	132.7322896 mm ²
ρ_{susut}	0.0002	As perlu	217.8 mm ²
b	1000 mm	n	2 buah/m
d	1089 mm	Pakai	D13-500mm

5.2. 4 Analisa *Buoyancy* dan Friksi *D-Wall*

Buoyancy adalah tekanan air ke atas akibat adanya perbedaan tinggi permukaan air tanah karena penggalian. Pada perencanaan ini, perbedaan tinggi muka air terjadi karena letak permukaan tanah akan berubah akibat dari penggalian. Gaya *buoyancy* dapat menyebabkan seluruh struktur stasiun terangkat dan untuk menghindari hal ini, maka kontrol beban *buoyancy* yang terjadi harus diperhitungkan.

Kontrol besar gaya *buoyancy* direncanakan pada saat pelat lantai terbawah telah terpasang dan muka air tanah dalam kondisi hidrostatis kembali, dimana muka air tanah setelah dilakukan ekskavasi berada tepat di bawah pelat lantai. Besar dari gaya yang akan terjadi merupakan beban luas dimana gaya sebesar perbedaan

tinggi muka air tanah dikali dengan berat volume dari air di tanah tersebut.

Seluruh beban tekanan air akan ditahan oleh berat total dari stasiun dan friksi dari *Diaphragm Wall* yang ditanam sebelum dilakukan penggalian. Pada kontrol ini akan diambil angka keamanan

Kedalaman galian pada stasiun bawah tanah ini adalah 20 meter dari permukaan tanah dengan stasiun terlebar adalah 24.3 meter dengan tebal pelat terbawah 1.2 meter dan tebal *Diaphragm Wall* 1.4 meter.

Besar dari beban *buoyancy* adalah perbedaan tinggi muka air dikalikan dengan berat volume air, sehingga besar dari yang mengangkat seluruh bagian stasiun adalah sebagai berikut:

$$F = (20 - 2.8)m \times 1 t/m^3 = 17.2 t/m^2$$

$$\Sigma F = 17.2 t/m^2 \times 24.3 m = 417.96 t/m$$

Berdasarkan perhitungan di atas, beban yang harus ditahan oleh stasiun adalah sebesar 417.96 t/m'.

Seluruh bagian terowongan akan membantu menahan gaya *buoyancy* yang terjadi, *Diaphragm Wall* akan menahan gaya ini dengan friksi antara *Diaphragm Wall* dan tanah serta pelat lantai yang akan membantu dengan berat pelat tersebut. Perhitungan friksi tiang dapat dilihat pada **Tabel 5.43** untuk bagian A dan **Tabel 5.44** untuk bagian B sedangkan perhitungan untuk menahan gaya angkat air adalah sebagai berikut :

$$\text{Panjang Dinding A} = 20 \text{ meter}$$

$$\text{Panjang Dinding B} = 40 - 20 = 20 \text{ meter}$$

$$\begin{aligned} \text{Berat D-Wall} &= 2.4 \times V_{\text{dwall}} \times L \\ &= 268.8 \text{ t/m}' \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Berat Pelat Teratas} &= 2.4 \times 1.2 \times 24.3 \\ &= 69.99 \text{ t/m}' \end{aligned}$$

<i>Berat Pelat Tengah</i>	= 2.4 x 1 x 24.3
	= 58.32 t/m'
<i>Berat Pelat Bawah</i>	= 2.4 x 1.2 x 24.3
	= 69.99 t/m'
<i>Berat Tanah</i>	= 1.705 x 24.3 x 2.8
	= 116 t/m'
<i>Friksi Tiang</i>	

Tabel 5. 43 Perhitungan Qs Dinding Bagian A (Depan Dinding yang Digali)

Depth Surface (m)	Lapisan	Cu	Qs A	Qtot
from	to	t/m ²	t/m'	t/m'
4	5	1	1.4	1.4
5	6	1	1.4	2.8
6	7	1	1.4	4.2
7	8	0.5	0.7	4.9
8	9	1	1.4	6.3
9	10	1	1.4	7.7
10	11	1	1.4	9.1
11	12	2	2.8	11.9
12	13	1.5	2.1	14
13	14	1.5	2.1	16.1
14	15	1.5	2.1	18.2
15	16	5.5	7.7	25.9
16	17	4.5	6.3	32.2
17	18	3.5	4.9	37.1
18	19	3.5	4.9	42
19	20	3.5	4.9	46.9

Tabel 5. 44 Perhitungan Qs Dinding Bagian B (Dinding yang Tidak Digali)

Depth Surface (m)	Lapisan	Cu	Qs B	Qtot
from	to	t/m ²	t/m'	t/m'
20	21	8	3.5	4.9
21	22	9	3.5	4.9
22	23	4	5.6	15.4
23	24	6	8.4	23.8
24	25	10	6	8.4
25	26	6.5	9.1	41.3
26	27	11	8	11.2
27	28	12	8.5	11.9
28	29	13	7	9.8
29	30	14	7	9.8
30	31	15	6.5	9.1
31	32	16	7	9.8
32	33	8	11.2	114.1
33	34	8	11.2	125.3
34	35	17	10	14
35	36	18	9.5	13.3
36	37	19	9	12.6
37	38	9	12.6	177.8
38	39	10	14	191.8
39	40	20	22	30.8
				222.6

$$\begin{aligned}\sum Qu &= 2 \times (46.9 + 222.6 \times 2) + 268.8 + 69.99 \\ &+ 58.32 + 69.99 + 116 = 1567.3 \text{ t/m}' \\ Q_{all} &= \frac{1567.3}{3} = 522.43 \text{ t/m}' > 417.96 \text{ t/m}' (\text{ok})\end{aligned}$$

Dari perhitungan di atas dapat disimpulkan bahwa seluruh komponen stasiun mampu menahan gaya *uplift* / *buoyancy* yang terjadi.

5.2. 5 Perencanaan Secant Pile

Alternatif perencanaan dinding penahan tanah yang kedua menggunakan *Secant Pile* dengan desain stasiun bawah tanah seperti yang ditunjukkan sebelumnya pada **Gambar 5.1** dengan data tanah yang sama pula seperti pada perencanaan *Diaphragm Wall*.

Data Perencanaan Awal : 1. Diameter : 1.5 meter

2. Kedalaman *pile* 40 meter

3. Beban surcharge tambahan
sebesar 1t/m²

Penggalian akan dilaksanakan hingga elevasi -20.00 meter. Fase penggalian akan dibagi menjadi 3 (tiga), penggalian pertama pada elevasi -4.00 meter, penggalian kedua pada elevasi -11.00 meter, dan penggalian ketiga pada elevasi -20.00 meter. Proses penggalian stasiun ini dapat dilihat pada pembahasan sebelumnya, yaitu **Gambar 5.2**, sedangkan data tanah yang digunakan menggunakan nilai *coefficient of spring* (ks) yang baru karena pada perencanaan ini menggunakan diameter *secant pile* sebesar 1.5 meter, sehingga berpengaruh pada nilai ks. Nilai ks baru dan data tanah yang digunakan dapat dilihat pada **Tabel 5.45** di bawah ini.

Tabel 5. 45 Nilai ks Baru yang Digunakan

Lapisan Tanah			Es	B	poisson	Ks
from	-	to	MPa	meter	ratio	(t/m3)
0	-	3	20.70	1.5	0.2	4312.5
3	-	6	15.17	1.5	0.2	3159.72
6	-	9	11.48	1.5	0.2	2391.2
9	-	14	12.40	1.5	0.2	4305.56
14	-	19	24.15	1.5	0.2	8385.42
19	-	24	31.43	1.5	0.2	10914.4
24	-	29	47.49	1.5	0.2	16489
29	-	32	65.21	1.5	0.2	13585.8

Pada perhitungan dinding ini, fase penggalian stasiun akan dibagi menjadi 3 (tiga). Pada fase pertama, *output* yang dihasilkan adalah defleksi yang nantinya akan diperhitungkan sebagai beban *ground displacement* pada penggalian fase kedua. Begitu juga dengan fase kedua, defleksi yang dihasilkan pada penggalian fase kedua akan diperhitungkan sebagai beban *ground displacement* pada penggalian fase ketiga. Dinding penahan tanah yang direncanakan harus mampu menahan beban tanah pada proses penggalian dan masa operasionalnya.

i. Penggalian Pertama

Penggalian pertama direncanakan digali hingga elevasi -4.00 meter. Perhitungan tekanan lateral tanah, tekanan aktif minimum dan tekanan pasif maksimum sama seperti perhitungan pada perencanaan *Diaphragm Wall*. Tekanan tanah di depan dinding akan mulai diperhitungkan pada kedalaman 4 meter. Contoh perhitungan tekanan tanah *at-rest*, aktif minimum dan pasif maksimum dapat dilihat pada **Tabel 5.46** untuk bagian belakang dinding dan **Tabel**

5.47 untuk bagian depan dinding, sedangkan tekanan air pori yang bekerja sebagai beban pada dinding ditunjukkan oleh **Tabel 5.48**. Tekanan air pori akan terpengaruh faktor rembesan, sehingga tidak ada tekanan air pori pada dasar dinding. Untuk hasil perhitungan keseluruhan dapat dilihat pada **Lampiran**.

Tabel 5. 46 Tekanan Tanah di Belakang Dinding Penggalian Pertama Iterasi 1

H (m)	Ketebalan (m)	γ' (t/m ³)	$\sigma'z$ (t/m ²)	ϕ	C_u (t/m ²)	Ko	σ_h (t/m ²)	ka	k _p	$\sigma_h \text{ min}$ (t/m ²)	$\sigma_h \text{ maks}$ (t/m ²)
0	0.5	0.62	1.00	0	3.00	1	1.00	1	1	-5.00	7.00
0.5		0.62	1.31	0	3.00	1	1.31	1	1	-4.69	7.31
0.5	0.5	0.62	1.31	0	3.00	1	1.31	1	1	-4.69	7.31
1		0.62	1.62	0	3.00	1	1.62	1	1	-4.38	7.62
1	0.5	0.62	1.62	0	3.00	1	1.62	1	1	-4.38	7.62
1.5		0.62	1.93	0	3.00	1	1.93	1	1	-4.07	7.93
1.5	0.5	0.62	1.93	0	3.00	1	1.93	1	1	-4.07	7.93
2		0.62	2.24	0	3.00	1	2.24	1	1	-3.76	8.24
2	0.5	0.62	2.24	0	3.00	1	2.24	1	1	-3.76	8.24
2.5		0.62	2.56	0	3.00	1	2.56	1	1	-3.44	8.56
2.5	0.5	0.62	2.56	0	3.00	1	2.56	1	1	-3.44	8.56
3		0.62	2.87	0	3.00	1	2.87	1	1	-3.13	8.87
3	0.5	0.62	2.87	28	2.00	0.53	1.52	0.36	2.77	-1.37	14.60
3.5		0.62	3.18	28	2.00	0.53	1.69	0.36	2.77	-1.26	15.47
3.5	0.5	0.62	3.18	28	2.00	0.53	1.69	0.36	2.77	-1.26	15.47
4		0.62	3.49	28	2.00	0.53	1.85	0.36	2.77	-1.14	16.33
4	0.5	0.62	3.49	28	2.00	0.53	1.85	0.36	2.77	-1.14	16.33
4.5		0.62	3.80	28	2.00	0.53	2.02	0.36	2.77	-1.03	17.19
4.5	0.5	0.62	3.80	28	2.00	0.53	2.02	0.36	2.77	-1.03	17.19
5		0.62	4.12	28	2.00	0.53	2.18	0.36	2.77	-0.92	18.06

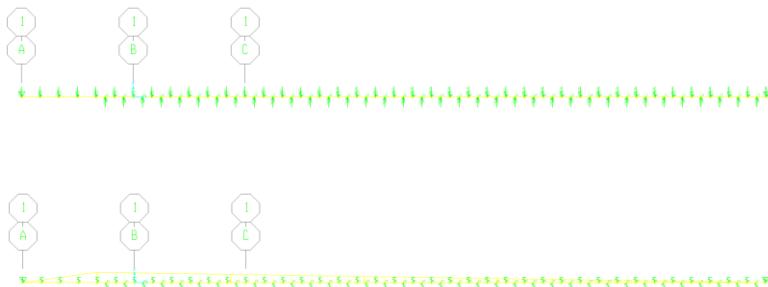
Tabel 5. 47 Tekanan Tanah di Depan Dinding pada Penggalian 1 Iterasi 1

Titik	H (m)	Ketebalan (m)	γ' (t/m ³)	$\sigma'z$ (t/m ²)	ϕ	C_u (t/m ²)	Ko	σ_h (t/m ²)	ka	k _p	$\sigma_h \text{ min}$ (t/m ²)	$\sigma_h \text{ maks}$ (t/m ²)
4a	4	1	0.62	0.00	28	2.00	0.53	0.00	0.36	2.77	-2.40	6.66
4b			0.62	0.62	28	2.00	0.53	0.33	0.36	2.77	-2.18	8.37
5a	5	1	0.62	0.62	28	2.00	0.53	0.33	0.36	2.77	-2.18	8.37
5b			0.62	1.24	28	2.00	0.53	0.66	0.36	2.77	-1.96	10.09
6a	6	1	0.62	1.24	0	1.50	1	1.24	1	1	-1.76	4.24
6b			0.62	1.86	0	1.50	1	1.86	1	1	-1.14	4.86
7a	7	1	0.62	1.86	0	1.50	1	1.86	1	1	-1.14	4.86
7b			0.62	2.48	0	1.50	1	2.48	1	1	-0.52	5.48
8a	8	1	0.62	2.48	0	1.50	1	2.48	1	1	-0.52	5.48
8b			0.62	3.10	0	1.50	1	3.10	1	1	0.10	6.10
9a	9	1	0.12	3.10	0	1.50	1	3.10	1	1	0.10	6.10
9b			0.12	3.22	0	1.00	1	3.22	1	1	1.22	5.22

Tabel 5. 48 Tekanan Air Pori

Titik	H	σ_w (t/m ²)
1	0	0
2	4	4
3	40	0

Tekanan tanah dihitung kembali sebagai beban terpusat di tiap meternya dengan memperhitungkan batas minimum (σ_{\min}) dan batas maksimum (σ_{\max}) dari tekanan tanah, sehingga dapat digunakan pada iterasi selanjutnya. Perhitungan beban terpusat akan ditunjukkan pada **Tabel 5.49** untuk beban terpusat di belakang dinding dan **Tabel 5.50** untuk beban terpusat di depan dinding. Beban terpusat ini digunakan sebagai masukan data dengan keluaran data berupa defleksi dari tiap meter titik tangkap beban. Masukan data dalam program bantu SAP2000 dapat dilihat pada **Gambar 5.18**.

**Gambar 5. 18** Masukan Data Beban pada Program Bantu

Pada iterasi pertama ini, hasil analisis berupa defleksi dinding akan menimbulkan beban tekanan tanah bertambah atau berkurang tergantung dari defleksi dinding. Hasil dari analisis program bantu dapat dilihat pada **Tabel 5.51** yang menunjukkan defleksi dinding pada titik tangkap beban.

Tabel 5. 49 Beban Terpusat Tanah di Belakang Dinding

Kedalaman (m)	Pa min (t)	Pp max (t)	Po (t)	Ks (t/m)
0	0.00	1.59	0.59	358.38
-1	0.01	2.71	1.71	716.77
-2	0.12	3.91	2.41	819.69
-3	0.16	5.10	3.10	922.62
-4	1.16	5.16	3.66	819.69
-5	2.16	5.16	4.16	716.77
-6	2.66	5.66	4.66	716.77
-7	3.61	5.61	5.11	613.84
-8	3.82	5.82	5.32	613.84
-9	3.79	6.79	5.79	716.77
-10	4.31	7.31	6.31	716.77
-11	3.84	8.84	6.84	922.62
-12	3.93	9.93	7.43	1025.55
-13	5.03	10.03	8.03	922.62
-14	5.63	10.63	8.63	922.62
-15	7.23	10.23	9.23	716.77
-16	8.83	12.83	9.83	1282.24
-17	2.44	17.44	10.44	1882.44
-18	4.03	17.03	11.03	1711.31
-19	4.61	17.61	11.61	1711.31
-20	5.21	18.21	12.21	1711.31
-21	5.88	18.88	12.88	1711.31
-22	6.10	20.10	13.60	1796.88
-23	4.34	23.34	14.34	2224.70
-24	3.15	26.15	15.15	2566.96
-25	3.47	27.47	15.97	2652.53
-26	2.31	30.31	16.81	2909.23
-27	1.20	33.20	17.70	3140.76
-28	2.95	32.95	18.45	1600.58
-29	5.16	32.16	19.16	2909.23
-30	6.36	32.36	19.86	2823.66
-31	6.96	32.96	20.46	2823.66
-32	6.16	35.16	21.16	2994.79
-33	5.86	36.86	21.86	3080.36
-34	4.57	39.57	22.57	3080.36
-35	3.77	41.77	23.27	3503.15
-36	5.39	41.39	23.89	3382.35
-37	6.65	41.65	24.65	3321.95
-38	6.43	43.43	25.43	3442.75
-39	3.01	57.21	26.21	4831.93
-40	0.00	34.88	13.38	3050.16

Tabel 5. 50 Beban Terpusat Tanah di Depan Dinding

Kedalaman	Pa min (t)	Pp max	Po (t)	Ks (t/m)
-4.50	-1.91	2.25	0.25	716.77
-5.50	-1.41	2.75	0.75	716.77
-6.50	-0.91	3.25	1.25	716.77
-7.50	-4.22	2.55	1.55	510.91
-8.50	-3.53	3.87	1.87	716.77
-9.50	-3.01	4.39	2.39	716.77
-10.50	-2.49	4.91	2.91	716.77
-11.50	-1.13	7.47	3.47	1128.47
-12.50	-1.53	7.07	4.07	922.62
-13.50	-0.93	7.67	4.67	922.62
-14.50	-0.33	8.27	5.27	922.62
-15.50	0.00	16.87	5.87	2395.83
-16.50	1.13	15.47	6.47	2053.57
-17.50	3.74	14.07	7.07	1711.31
-18.50	4.33	14.66	7.66	1711.31
-19.50	4.90	15.24	8.24	1711.31
-20.50	5.53	15.87	8.87	1711.31
-21.50	6.24	16.58	9.58	1711.31
-22.50	5.96	18.30	10.30	1882.44
-23.50	2.74	23.07	11.07	2566.96
-24.50	3.56	23.90	11.90	2566.96
-25.50	3.38	25.72	12.72	2738.10
-26.50	1.26	29.60	13.60	3080.36
-27.50	1.09	31.43	14.43	3201.16
-28.50	4.81	29.15	15.15	2909.23
-29.50	5.52	29.86	15.86	2909.23
-30.50	7.16	29.50	16.50	2738.10
-31.50	6.80	31.14	17.14	2909.23
-32.50	5.51	33.85	17.85	3080.36
-33.50	6.22	34.56	18.56	3080.36
-34.50	2.93	39.27	19.27	3563.55
-35.50	4.57	38.91	19.91	3442.75
-36.50	6.25	38.59	20.59	3321.95
-37.50	7.04	39.38	21.38	3321.95
-38.50	5.82	42.16	22.16	3563.55
-39.50	0.00	66.91	22.91	6100.32

Tabel 5.51 Hasil Defleksi pada Tiap Titik Tangkap Beban

H	δ (m)	H	δ (m)
0	0	4.5	0.002789
1	0.000699	5.5	0.003211
2	0.001371	6.5	0.003539
3	0.001993	7.5	0.003771
4	0.002544	8.5	0.00391
5	0.003011	9.5	0.003961
6	0.003387	10.5	0.003934
7	0.003667	11.5	0.003839
8	0.003852	12.5	0.003689
9	0.003947	13.5	0.003496
10	0.003957	14.5	0.003271
11	0.003895	15.5	0.003027
12	0.003771	16.5	0.002779
13	0.003598	17.5	0.002537
14	0.003387	18.5	0.002307
15	0.003152	19.5	0.002092
16	0.002904	20.5	0.001893
17	0.002658	21.5	0.001713
18	0.002421	22.5	0.001549
19	0.002198	23.5	0.001405
20	0.001992	24.5	0.00128
21	0.001802	25.5	0.001174
22	0.00163	26.5	0.001086
23	0.001476	27.5	0.001014
24	0.001342	28.5	0.000952
25	0.001227	29.5	0.000897
26	0.00113	30.5	0.000845
27	0.00105	31.5	0.000793
28	0.000984	32.5	0.000738
29	0.000926	33.5	0.000675
30	0.000873	34.5	0.000603
31	0.000822	35.5	0.00052
32	0.000769	36.5	0.000424
33	0.00071	37.5	0.000315
34	0.000643	38.5	0.000193
35	0.000566	39.5	0.000063
36	0.000477		
37	0.000374		
38	0.000258		
39	0.000132		
40	0		

Setelah didapatkan hasil defleksi dari **Tabel 5.51**, selanjutnya perlu dilakukan iterasi kedua dengan mempertimbangkan nilai defleksi pada **Tabel 5.51**. Begitupun selanjutnya pada iterasi ketiga mempertimbangkan hasil defleksi dari iterasi kedua. Tekanan lateral tanah yang dijadikan beban terpusat di tiap titik tangkap beban pada iterasi kedua dapat dilihat pada **Tabel 5.52** untuk sisi depan dinding dan **Tabel 5.53** untuk sisi belakang dinding.

Tabel 5.52 Beban Terpusat pada Titik Tangkap Beban pada Iterasi Kedua di Sisi Depan Dinding

H	Po	Deformati on (m)	ks(t/m ³)	Pp max (t)	Pp	Pp Actual	Spring	
4.50	0.25	0.00279	668.98	2.25	2.12	2.12	yes	668.98
5.50	0.75	0.00321	668.98	2.75	2.90	2.75	no	0
6.50	1.25	0.00354	668.98	3.25	3.62	3.25	no	0
7.50	1.55	0.00377	476.85	2.55	3.35	2.55	no	0
8.50	1.87	0.00391	668.98	3.87	4.48	3.87	no	0
9.50	2.39	0.00396	668.98	4.39	5.04	4.39	no	0
10.50	2.91	0.00393	668.98	4.91	5.54	4.91	no	0
11.50	3.47	0.00384	1053.24	7.47	7.51	7.47	no	0
12.50	4.07	0.00369	861.11	7.07	7.25	7.07	no	0
13.50	4.67	0.00350	861.11	7.67	7.68	7.67	no	0
14.50	5.27	0.00327	861.11	8.27	8.09	8.09	yes	861.11
15.50	5.87	0.00303	2236.11	16.87	12.64	12.64	yes	2236.11
16.50	6.47	0.00278	1916.67	15.47	11.80	11.80	yes	1916.67
17.50	7.07	0.00254	1597.22	14.07	11.13	11.13	yes	1597.22
18.50	7.66	0.00231	1597.22	14.66	11.35	11.35	yes	1597.22
19.50	8.24	0.00209	1597.22	15.24	11.58	11.58	yes	1597.22
20.50	8.87	0.00189	1597.22	15.87	11.90	11.90	yes	1597.22
21.50	9.58	0.00171	1597.22	16.58	12.31	12.31	yes	1597.22
22.50	10.30	0.00155	1756.94	18.30	13.02	13.02	yes	1756.94
23.50	11.07	0.00141	2395.83	23.07	14.44	14.44	yes	2395.83
24.50	11.90	0.00128	2395.83	23.90	14.96	14.96	yes	2395.83
25.50	12.72	0.00117	2555.56	25.72	15.72	15.72	yes	2555.56
26.50	13.60	0.00109	2875.00	29.60	16.72	16.72	yes	2875.00
27.50	14.43	0.00101	2987.75	31.43	17.46	17.46	yes	2987.75
28.50	15.15	0.00095	2715.28	29.15	17.73	17.73	yes	2715.28
29.50	15.86	0.00090	2715.28	29.86	18.29	18.29	yes	2715.28
30.50	16.50	0.00085	2555.56	29.50	18.66	18.66	yes	2555.56
31.50	17.14	0.00079	2715.28	31.14	19.29	19.29	yes	2715.28
32.50	17.85	0.00074	2875.00	33.85	19.97	19.97	yes	2875.00
33.50	18.56	0.00068	2875.00	34.56	20.50	20.50	yes	2875.00
34.50	19.27	0.00060	3325.98	39.27	21.27	21.27	yes	3325.98
35.50	19.91	0.00052	3213.24	38.91	21.58	21.58	yes	3213.24
36.50	20.59	0.00042	3100.49	38.59	21.91	21.91	yes	3100.49
37.50	21.38	0.00032	3100.49	39.38	22.35	22.35	yes	3100.49
38.50	22.16	0.00019	3325.98	42.16	22.80	22.80	yes	3325.98
39.50	22.91	0.00006	5693.63	66.91	23.27	23.27	yes	5693.63

Tabel 5. 53 Beban Terpusat pada Titik Tangkap Beban pada Iterasi Kedua di Sisi Belakang Dinding

H	Po	Deformasi (m)	ks (t/m ³)	Pa min (t)	Pa	Pa Actual	Spring	
0.00	0.59	0	334.49	0.00	0.59	0.59	yes	334.49
1.00	1.71	0.000699	668.98	0.01	1.24	1.24	yes	668.98
2.00	2.41	0.001371	765.05	0.12	1.36	1.36	yes	765.05
3.00	3.10	0.001993	861.11	0.16	1.38	1.38	yes	861.11
4.00	3.66	0.002544	765.05	1.16	1.71	1.71	yes	765.05
5.00	4.16	0.003011	668.98	2.16	2.15	2.16	no	0.00
6.00	4.66	0.003387	668.98	2.66	2.40	2.66	no	0.00
7.00	5.11	0.003667	572.92	3.61	3.01	3.61	no	0.00
8.00	5.32	0.003852	572.92	3.82	3.11	3.82	no	0.00
9.00	5.79	0.003947	668.98	3.79	3.15	3.79	no	0.00
10.00	6.31	0.003957	668.98	4.31	3.66	4.31	no	0.00
11.00	6.84	0.003895	861.11	3.84	3.49	3.84	no	0.00
12.00	7.43	0.003771	957.18	3.93	3.82	3.93	no	0.00
13.00	8.03	0.003598	861.11	5.03	4.93	5.03	no	0.00
14.00	8.63	0.003387	861.11	5.63	5.72	5.72	yes	861.11
15.00	9.23	0.003152	668.98	7.23	7.13	7.23	no	0.00
16.00	9.83	0.002904	1196.76	8.83	6.36	8.83	no	0.00
17.00	10.44	0.002658	1756.94	2.44	5.77	5.77	yes	1756.94
18.00	11.03	0.002421	1597.22	4.03	7.17	7.17	yes	1597.22
19.00	11.61	0.002198	1597.22	4.61	8.10	8.10	yes	1597.22
20.00	12.21	0.001992	1597.22	5.21	9.02	9.02	yes	1597.22
21.00	12.88	0.001802	1597.22	5.88	10.00	10.00	yes	1597.22
22.00	13.60	0.00163	1677.08	6.10	10.87	10.87	yes	1677.08
23.00	14.34	0.001476	2076.39	4.34	11.27	11.27	yes	2076.39
24.00	15.15	0.001342	2395.83	3.15	11.93	11.93	yes	2395.83
25.00	15.97	0.001227	2475.69	3.47	12.93	12.93	yes	2475.69
26.00	16.81	0.001113	2715.28	2.31	13.74	13.74	yes	2715.28
27.00	17.70	0.001015	2931.37	1.20	14.62	14.62	yes	2931.37
28.00	18.45	0.000984	1493.87	2.95	16.98	16.98	yes	1493.87
29.00	19.16	0.000926	2715.28	5.16	16.65	16.65	yes	2715.28
30.00	19.86	0.000873	2635.42	6.36	17.56	17.56	yes	2635.42
31.00	20.46	0.000822	2635.42	6.96	18.30	18.30	yes	2635.42
32.00	21.16	0.000769	2795.14	6.16	19.01	19.01	yes	2795.14
33.00	21.86	0.00071	2875.00	5.86	19.82	19.82	yes	2875.00
34.00	22.57	0.000643	2875.00	4.57	20.72	20.72	yes	2875.00
35.00	23.27	0.000566	3269.61	3.77	21.42	21.42	yes	3269.61
36.00	23.89	0.000477	3156.86	5.39	22.38	22.38	yes	3156.86
37.00	24.65	0.000374	3100.49	6.65	23.49	23.49	yes	3100.49
38.00	25.43	0.000258	3213.24	6.43	24.60	24.60	yes	3213.24
39.00	26.21	0.000132	4509.80	3.01	25.61	25.61	yes	4509.80
40.00	13.38	0	2846.81	0.00	13.38	13.38	yes	2846.81

Proses iterasi berlanjut hingga tidak ada perbedaan defleksi dan beban pada iterasi terakhir dengan iterasi sebelumnya. Pada iterasi kelima, tidak didapatkan perbedaan nilai defleksi dan beban lateral, sehingga proses iterasi pada penggalian pertama telah selesai. Tekanan lateral tanah yang membebani dinding dapat dilihat pada **Tabel 5.54** dan **Tabel 5.55**. Hasil defleksi yang terjadi dapat dilihat pada **Tabel 5.56** dan **Gambar 5.19**. Untuk hasil dari proses iterasi dapat dilihat pada **Lampiran**.

Tabel 5. 54 Perhitungan Tekanan Tanah di Depan Dinding pada Iterasi Terakhir

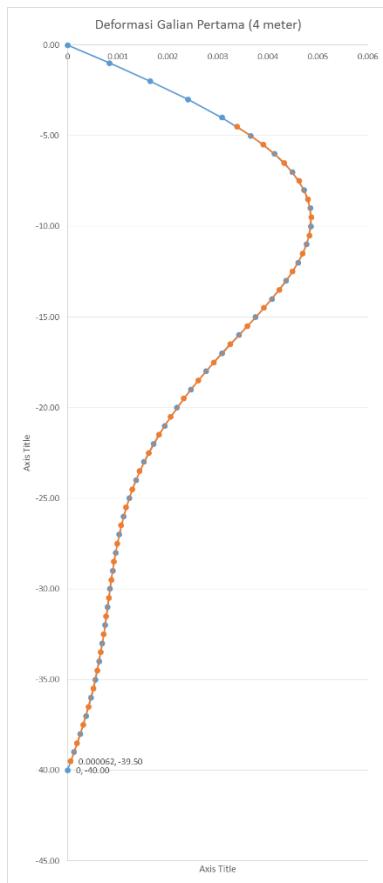
H	Po	Deformation (m)	ks(t/m3)	Pp max (t)	Pp	Actual Pp	Spring	
4.50	0.25	0.003385	668.98	2.25	2.51	2.25	no	0
5.50	0.75	0.003912	668.98	2.75	3.37	2.75	no	0
6.50	1.25	0.004327	668.98	3.25	4.15	3.25	no	0
7.50	1.55	0.004625	476.85	2.55	3.76	2.55	no	0
8.50	1.87	0.004803	668.98	3.87	5.08	3.87	no	0
9.50	2.39	0.004868	668.98	4.39	5.64	4.39	no	0
10.50	2.91	0.004828	668.98	4.91	6.14	4.91	no	0
11.50	3.47	0.004697	1053.24	7.47	8.42	7.47	no	0
12.50	4.07	0.004492	861.11	7.07	7.94	7.07	no	0
13.50	4.67	0.004229	861.11	7.67	8.31	7.67	no	0
14.50	5.27	0.003922	861.11	8.27	8.65	8.27	no	0
15.50	5.87	0.00359	2236.11	16.87	13.90	13.90	yes	2236.11
16.50	6.47	0.003252	1916.67	15.47	12.71	12.71	yes	1916.67
17.50	7.07	0.002921	1597.22	14.07	11.74	11.74	yes	1597.22
18.50	7.66	0.002608	1597.22	14.66	11.83	11.83	yes	1597.22
19.50	8.24	0.00232	1597.22	15.24	11.95	11.95	yes	1597.22
20.50	8.87	0.002058	1597.22	15.87	12.16	12.16	yes	1597.22
21.50	9.58	0.001825	1597.22	16.58	12.49	12.49	yes	1597.22
22.50	10.30	0.001619	1756.94	18.30	13.14	13.14	yes	1756.94
23.50	11.07	0.001442	2395.83	23.07	14.53	14.53	yes	2395.83
24.50	11.90	0.001293	2395.83	23.90	14.99	14.99	yes	2395.83
25.50	12.72	0.00117	2555.56	25.72	15.71	15.71	yes	2555.56
26.50	13.60	0.001071	2875.00	29.60	16.68	16.68	yes	2875.00
27.50	14.43	0.000992	2987.75	31.43	17.39	17.39	yes	2987.75
28.50	15.15	0.000927	2715.28	29.15	17.66	17.66	yes	2715.28
29.50	15.86	0.000872	2715.28	29.86	18.22	18.22	yes	2715.28
30.50	16.50	0.000822	2555.56	29.50	18.60	18.60	yes	2555.56
31.50	17.14	0.000773	2715.28	31.14	19.24	19.24	yes	2715.28
32.50	17.85	0.00072	2875.00	33.85	19.92	19.92	yes	2875.00
33.50	18.56	0.000661	2875.00	34.56	20.46	20.46	yes	2875.00
34.50	19.27	0.000592	3325.98	39.27	21.24	21.24	yes	3325.98
35.50	19.91	0.000512	3213.24	38.91	21.56	21.56	yes	3213.24
36.50	20.59	0.000418	3100.49	38.59	21.89	21.89	yes	3100.49
37.50	21.38	0.000311	3100.49	39.38	22.34	22.34	yes	3100.49
38.50	22.16	0.000191	3325.98	42.16	22.80	22.80	yes	3325.98
39.50	22.91	0.000062	5693.63	66.91	23.26	23.26	yes	5693.63

Tabel 5. 55 Perhitungan Tekanan Tanah di Belakang Dinding pada Iterasi Terakhir

H	Po	Deformasi (m)	ks (t/m3)	Pa min (t)	Pa	Pa Actual	Spring	
0.00	0.59	0.0000	334.49	0.00	0.59	0.59	yes	334.49
1.00	1.71	0.0008	668.98	0.01	1.14	1.14	yes	668.98
2.00	2.41	0.0017	765.05	0.12	1.15	1.15	yes	765.05
3.00	3.10	0.0024	861.11	0.16	1.02	1.02	yes	861.11
4.00	3.66	0.0031	765.05	1.16	1.30	1.30	yes	765.05
5.00	4.16	0.0037	668.98	2.16	1.71	2.16	no	0
6.00	4.66	0.0041	668.98	2.66	1.90	2.66	no	0
7.00	5.11	0.0045	572.92	3.61	2.54	3.61	no	0
8.00	5.32	0.0047	572.92	3.82	2.61	3.82	no	0
9.00	5.79	0.0049	668.98	3.79	2.55	3.79	no	0
10.00	6.31	0.0049	668.98	4.31	3.06	4.31	no	0
11.00	6.84	0.0048	861.11	3.84	2.73	3.84	no	0
12.00	7.43	0.0046	957.18	3.93	3.02	3.93	no	0
13.00	8.03	0.0044	861.11	5.03	4.27	5.03	no	0
14.00	8.63	0.0041	861.11	5.63	5.12	5.63	no	0
15.00	9.23	0.0038	668.98	7.23	6.72	7.23	no	0
16.00	9.83	0.0034	1196.76	8.83	5.74	8.83	no	0
17.00	10.44	0.0031	1756.94	2.44	5.02	5.02	yes	1756.94
18.00	11.03	0.0028	1597.22	4.03	6.62	6.62	yes	1597.22
19.00	11.61	0.0025	1597.22	4.61	7.68	7.68	yes	1597.22
20.00	12.21	0.0022	1597.22	5.21	8.71	8.71	yes	1597.22
21.00	12.88	0.0019	1597.22	5.88	9.78	9.78	yes	1597.22
22.00	13.60	0.0017	1677.08	6.10	10.72	10.72	yes	1677.08
23.00	14.34	0.0015	2076.39	4.34	11.16	11.16	yes	2076.39
24.00	15.15	0.0014	2395.83	3.15	11.88	11.88	yes	2395.83
25.00	15.97	0.0012	2475.69	3.47	12.93	12.93	yes	2475.69
26.00	16.81	0.0011	2715.28	2.31	13.77	13.77	yes	2715.28
27.00	17.70	0.0010	2931.37	1.20	14.68	14.68	yes	2931.37
28.00	18.45	0.0010	1493.87	2.95	17.01	17.01	yes	1493.87
29.00	19.16	0.0009	2715.28	5.16	16.72	16.72	yes	2715.28
30.00	19.86	0.0008	2635.42	6.36	17.62	17.62	yes	2635.42
31.00	20.46	0.0008	2635.42	6.96	18.36	18.36	yes	2635.42
32.00	21.16	0.0007	2795.14	6.16	19.06	19.06	yes	2795.14
33.00	21.86	0.0007	2875.00	5.86	19.87	19.87	yes	2875.00
34.00	22.57	0.0006	2875.00	4.57	20.76	20.76	yes	2875.00
35.00	23.27	0.0006	3269.61	3.77	21.45	21.45	yes	3269.61
36.00	23.89	0.0005	3156.86	5.39	22.41	22.41	yes	3156.86
37.00	24.65	0.0004	3100.49	6.65	23.50	23.50	yes	3100.49
38.00	25.43	0.0003	3213.24	6.43	24.61	24.61	yes	3213.24
39.00	26.21	0.0001	4509.80	3.01	25.62	25.62	yes	4509.80
40.00	13.38	0.0000	2846.81	0.00	13.38	13.38	yes	2846.81

Tabel 5. 56 Defleksi Dinding pada Iterasi Terakhir

H	δ (m)	H	δ (m)
0	0	4.5	0.003385
1	0.00084	5.5	0.003912
2	0.001651	6.5	0.004327
3	0.002406	7.5	0.004625
4	0.003082	8.5	0.004803
5	0.003662	9.5	0.004868
6	0.004135	10.5	0.004828
7	0.004491	11.5	0.004697
8	0.004729	12.5	0.004492
9	0.00485	13.5	0.004229
10	0.004861	14.5	0.003922
11	0.004773	15.5	0.00359
12	0.004604	16.5	0.003252
13	0.004367	17.5	0.002921
14	0.004081	18.5	0.002608
15	0.003759	19.5	0.00232
16	0.003422	20.5	0.002058
17	0.003085	21.5	0.001825
18	0.002763	22.5	0.001619
19	0.002462	23.5	0.001442
20	0.002187	24.5	0.001293
21	0.001939	25.5	0.00117
22	0.00172	26.5	0.001071
23	0.001528	27.5	0.000992
24	0.001365	28.5	0.000927
25	0.00123	29.5	0.000872
26	0.00112	30.5	0.000822
27	0.001031	31.5	0.000773
28	0.00096	32.5	0.00072
29	0.000901	33.5	0.000661
30	0.000849	34.5	0.000592
31	0.0008	35.5	0.000512
32	0.000749	36.5	0.000418
33	0.000694	37.5	0.000311
34	0.00063	38.5	0.000191
35	0.000556	39.5	0.000062
36	0.000469		
37	0.000369		
38	0.000255		
39	0.00013		
40	0		



Gambar 5. 19 Defleksi Dinding Pada Iterasi Terakhir

ii. Penggalian Kedua

Setelah penggalian pertama selesai, pelat lantai akan dibangun sebelum dilakukan penggalian fase kedua dimana pelat lantai akan berfungsi sebagai strut/penahan dari dinding pada saat penggalian fase kedua dilakukan, sehingga pada penggalian fase kedua akan mempertimbangkan defleksi dinding pada penggalian fase pertama dan juga penambahan strut berupa pelat lantai.

Penggalian kedua dimulai setelah pelat lantai cukup kuat untuk menahan beban sendiri dan tekanan latearl tanah. Penggalian kedua dimulai pada elevasi -4.00 hingga elevasi -11.00 yang mengakibatkan tekanan tanah di depan dinding dan tekanan air pori berubah. Contoh perhitungan besar beban akibat tekanan tanah dapat dilihat pada **Tabel 5.57**, sedangkan perhitungan lengkapnya dapat dilihat pada **Lampiran** dan tekanan air pori dapat dilihat pada **Tabel 5.58**. Tidak ada perubahan pada tekanan tanah di belakang dinding karena tidak ada penggalian, sehingga tidak ada perubahan elevasi. Perhitungan tekanan tanah sesuai dengan perhitungan sebelumnya dan dapat dilihat pada **Tabel 5.59**.

Tabel 5.57 Tekanan Tanah di Depan Dinding pada Penggalian Fase Kedua

Titik	H (m)	Ketebalan (m)	γ' (t/m ³)	$\sigma'z$ (t/m ²)	ϕ	Cu (t/m ²)	Ko	σ_h (t/m ²)	ka	kp	σ_h min (t/m ²)	σ_h maks (t/m ²)
11a	11	1	0.12	0.00	0	2.00	1	0.00	1	1	-2.83	4.00
11b	12		0.12	0.12	0	2.00	1	0.60	1	1	-3.43	4.12
12a	12	1	0.12	0.12	0	1.50	1	0.60	1	1	-4.43	3.12
12b	13		0.12	0.24	0	1.50	1	1.20	1	1	-4.55	3.24
13a	13	1	0.12	0.24	0	1.50	1	1.20	1	1	-4.55	3.24
13b	14		0.12	0.36	0	1.50	1	1.80	1	1	-4.67	3.36
14a	14	1	0.60	0.36	0	1.50	1	1.80	1	1	-5.63	3.36
14b	15		0.60	0.96	0	1.50	1	2.40	1	1	-6.23	3.96

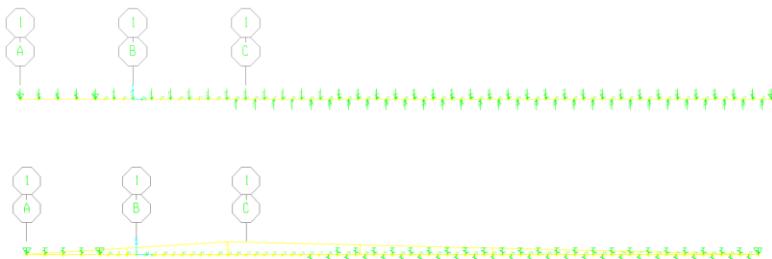
Tabel 5. 58 Tekanan Air Pori Pada Penggalian Fase Kedua

Titik	H	σ_w (t/m ²)
1	0	0
2	11	11
3	40	0

Tabel 5. 59 Gaya Lateral Tanah di Depan Dinding Pada Penggalian Fase Kedua

Kedalaman	Po	Pa min	Pp max	Ks
11.50	0.30	-3.13	4.30	1128.47
12.50	0.90	-4.73	3.90	922.62
13.50	1.50	-5.33	4.50	922.62
14.50	2.10	-5.93	5.10	922.62
15.50	2.70	0.00	13.70	2395.83
16.50	3.30	-1.13	12.30	2053.57
17.50	3.91	-3.74	10.91	1711.31
18.50	4.49	-4.33	11.49	1711.31
19.50	5.07	-4.90	12.07	1711.31
20.50	5.70	-5.53	12.70	1711.31
21.50	6.41	-6.24	13.41	1711.31
22.50	7.13	-5.96	15.13	1882.44
23.50	7.90	-2.74	19.90	2566.96
24.50	8.73	-3.56	20.73	2566.96
25.50	9.55	-3.38	22.55	2738.10
26.50	10.43	-1.26	26.43	3080.36
27.50	11.26	-1.09	28.26	3201.16
28.50	11.98	-4.81	25.98	2909.23
29.50	12.69	-5.52	26.69	2909.23
30.50	13.33	-7.16	26.33	2738.10
31.50	13.97	-6.80	27.97	2909.23
32.50	14.68	-5.51	30.68	3080.36
33.50	15.39	-6.22	31.39	3080.36
34.50	16.10	-2.93	36.10	3563.55
35.50	16.74	-4.57	35.74	3442.75
36.50	17.42	-6.25	35.42	3321.95
37.50	18.21	-7.04	36.21	3321.95
38.50	18.99	-5.82	38.99	3563.55
39.50	19.74	0.00	63.74	6100.32

Analisis dinding dapat dilakukan setelah beban terpusat dari dua sisi dinding dimasukan. Defleksi dinding di penggalian pertama iterasi terakhir akan dimasukan sebagai beban *ground displacement* pada analisis iterasi pertama penggalian kedua ini. Perhitungan beban terpusat pada iterasi pertama ini dapat dilihat pada **Tabel 5.60** untuk beban di sisi belakang dinding dan **Tabel 5.61** untuk beban di sisi depan dinding. Setelah itu, beban tersebut dimasukan ke dalam program bantu SAP2000 yang dapat dilihat pada **Gambar 5.20**.



Gambar 5. 20 Beban Lateral Tanah dan Tekanan Air pada SAP2000

Tabel 5. 60 Beban Terpusat Tanah di Belakang Dinding pada Iterasi Pertama Penggalian Kedua

H	Po	Deformasi (m)	ks (t/m3)	Pa min (t)	Pa	Pa Actual	Spring	
0.00	0.59	0	334.49	0	0.59	0.59	yes	334.49
1.00	1.71	0.00084	668.9814815	0.01	1.14	1.14	yes	668.98
2.00	2.41	0.001651	765.0462963	0.12	1.15	1.15	yes	765.05
3.00	3.10	0.002406	861.1111111	0.16	1.02	1.02	yes	861.11
4.00	3.66	0.003082	765.0462963	1.16	1.30	1.30	yes	765.05
5.00	4.16	0.003662	668.9814815	2.16	1.71	2.16	no	0
6.00	4.66	0.004135	668.9814815	2.66	1.90	2.66	no	0
7.00	5.11	0.004491	572.9166667	3.61	2.54	3.61	no	0
8.00	5.32	0.004729	572.9166667	3.82	2.61	3.82	no	0
9.00	5.79	0.004885	668.9814815	3.79	2.55	3.79	no	0
10.00	6.31	0.004861	668.9814815	4.31	3.06	4.31	no	0
11.00	6.84	0.004773	861.1111111	3.84	2.73	3.84	no	0
12.00	7.43	0.004604	957.1759259	3.93	3.02	3.93	no	0
13.00	8.03	0.004367	861.1111111	5.03	4.27	5.03	no	0
14.00	8.63	0.004081	861.1111111	5.63	5.12	5.63	no	0
15.00	9.23	0.003759	668.9814815	7.23	6.72	7.23	no	0
16.00	9.83	0.003422	1196.759259	8.83	5.74	8.83	no	0
17.00	10.44	0.003085	1756.944444	2.44	5.02	5.02	yes	1756.94
18.00	11.03	0.002763	1597.222222	4.03	6.62	6.62	yes	1597.22
19.00	11.61	0.002462	1597.222222	4.61	7.68	7.68	yes	1597.22
20.00	12.21	0.002187	1597.222222	5.21	8.71	8.71	yes	1597.22
21.00	12.88	0.001939	1597.222222	5.88	9.78	9.78	yes	1597.22
22.00	13.60	0.00172	1677.083333	6.10	10.72	10.72	yes	1677.08
23.00	14.34	0.001528	2076.388889	4.34	11.16	11.16	yes	2076.39
24.00	15.15	0.001365	2395.833333	3.15	11.88	11.88	yes	2395.83
25.00	15.97	0.00123	2475.694444	3.47	12.93	12.93	yes	2475.69
26.00	16.81	0.00112	2715.277778	2.31	13.77	13.77	yes	2715.28
27.00	17.70	0.001031	2931.372549	1.20	14.68	14.68	yes	2931.37
28.00	18.45	0.00096	1493.872549	2.95	17.01	17.01	yes	1493.87
29.00	19.16	0.000901	2715.277778	5.16	16.72	16.72	yes	2715.28
30.00	19.86	0.000849	2635.416667	6.36	17.62	17.62	yes	2635.42
31.00	20.46	0.0008	2635.416667	6.96	18.36	18.36	yes	2635.42
32.00	21.16	0.000749	2795.138889	6.16	19.06	19.06	yes	2795.14
33.00	21.86	0.000694	2875	5.86	19.87	19.87	yes	2875.00
34.00	22.57	0.00063	2875	4.57	20.76	20.76	yes	2875.00
35.00	23.27	0.000556	3269.607843	3.77	21.45	21.45	yes	3269.61
36.00	23.89	0.000469	3156.862745	5.39	22.41	22.41	yes	3156.86
37.00	24.65	0.000369	3100.490196	6.65	23.50	23.50	yes	3100.49
38.00	25.43	0.000255	3213.235294	6.43	24.61	24.61	yes	3213.24
39.00	26.21	0.00013	4509.803922	3.01	25.62	25.62	yes	4509.80
40.00	13.38	0	2846.813725	0.00	13.38	13.38	yes	2846.81

Tabel 5.61 Beban Terpusat Tanah di Depan Dinding pada Iterasi Pertama Penggalian Kedua

H	Po	Deformasi	ks	Pp max	Pp	Pp Actual	spring	
11.50	0.30	0.004697	1053.24	4.30	5.25	4.30	no	0
12.50	0.90	0.004492	861.11	3.90	4.77	3.90	no	0
13.50	1.50	0.004229	861.11	4.50	5.14	4.50	no	0
14.50	2.10	0.003922	861.11	5.10	5.48	5.10	no	0
15.50	2.70	0.00359	2236.11	13.70	10.73	10.73	yes	2236.11
16.50	3.30	0.003252	1916.67	12.30	9.54	9.54	yes	1916.67
17.50	3.91	0.002921	1597.22	10.91	8.57	8.57	yes	1597.22
18.50	4.49	0.002608	1597.22	11.49	8.66	8.66	yes	1597.22
19.50	5.07	0.00232	1597.22	12.07	8.78	8.78	yes	1597.22
20.50	5.70	0.002058	1597.22	12.70	8.99	8.99	yes	1597.22
21.50	6.41	0.001825	1597.22	13.41	9.32	9.32	yes	1597.22
22.50	7.13	0.001619	1756.94	15.13	9.98	9.98	yes	1756.94
23.50	7.90	0.001442	2395.83	19.90	11.36	11.36	yes	2395.83
24.50	8.73	0.001293	2395.83	20.73	11.83	11.83	yes	2395.83
25.50	9.55	0.00117	2555.56	22.55	12.54	12.54	yes	2555.56
26.50	10.43	0.001071	2875.00	26.43	13.51	13.51	yes	2875.00
27.50	11.26	0.000992	2987.75	28.26	14.22	14.22	yes	2987.75
28.50	11.98	0.000927	2715.28	25.98	14.49	14.49	yes	2715.28
29.50	12.69	0.000872	2715.28	26.69	15.06	15.06	yes	2715.28
30.50	13.33	0.000822	2555.56	26.33	15.43	15.43	yes	2555.56
31.50	13.97	0.000773	2715.28	27.97	16.07	16.07	yes	2715.28
32.50	14.68	0.00072	2875.00	30.68	16.75	16.75	yes	2875.00
33.50	15.39	0.000661	2875.00	31.39	17.29	17.29	yes	2875.00
34.50	16.10	0.000592	3325.98	36.10	18.07	18.07	yes	3325.98
35.50	16.74	0.000512	3213.24	35.74	18.39	18.39	yes	3213.24
36.50	17.42	0.000418	3100.49	35.42	18.72	18.72	yes	3100.49
37.50	18.21	0.000311	3100.49	36.21	19.17	19.17	yes	3100.49
38.50	18.99	0.000191	3325.98	38.99	19.63	19.63	yes	3325.98
39.50	19.74	0.000062	5693.63	63.74	20.10	20.10	yes	5693.63

Hasil yang didapatkan dari proses iterasi adalah besar defleksi dari tiap titik tangkap beban terpusat. Hasil defleksi akan mempengaruhi kerja pegas/spring tanah pada titik tersebut serta akan mempengaruhi besar tekanan aktif dan pasifnya. Hasil dari defleksi pada iterasi pertama ditunjukkan oleh **Tabel 5.62**.

Tabel 5. 62 Defleksi Dinding pada Iterasi Pertama Penggalian Kedua

H	δ (m)	H	δ (m)
0	0	11.50	0.010848
1	0.000659	12.50	0.011134
2	0.00136	13.50	0.011176
3	0.002151	14.50	0.010994
4	0.003082	15.50	0.010618
5	0.00425	16.50	0.010096
6	0.00552	17.50	0.009473
7	0.0068	18.50	0.00879
8	0.008009	19.50	0.008077
9	0.00908	20.50	0.00736
10	0.00996	21.50	0.006658
11	0.010613	22.50	0.00599
12	0.011022	23.50	0.005369
13	0.011185	24.50	0.004809
14	0.011112	25.50	0.004316
15	0.010828	26.50	0.003889
16	0.010374	27.50	0.003525
17	0.009795	28.50	0.003212
18	0.009138	29.50	0.002939
19	0.008436	30.50	0.002694
20	0.007719	31.50	0.002464
21	0.007007	32.50	0.00224
22	0.00632	33.50	0.00201
23	0.005674	34.50	0.001767
24	0.005083	35.50	0.001503
25	0.004556	36.50	0.001213
26	0.004096	37.50	0.000894
27	0.003702	38.50	0.000549
28	0.003365	39.50	0.000184
29	0.003073		
30	0.002816		
31	0.00258		
32	0.002354		
33	0.002129		
34	0.001893		
35	0.00164		
36	0.001364		
37	0.00106		
38	0.000728		
39	0.000371		
40	0		

Dengan hasil perhitungan di atas, proses iterasi berikutnya dapat dilakukan dan besar beban *ground displacement* tidak diubah sama sekali. Iterasi dilakukan sebanyak 6 (enam) kali guna mendapatkan hasil yang diinginkan. Hasil dari proses iterasi keenam akan ditunjukkan pada **Tabel 5.63** dan **Tabel 5.64**. Hasil dan bentuk defleksi dinding setelah penggalian kedua selesai dapat dilihat pada **Tabel 5.65** dan **Gambar 5.21**. Defleksi maksimum dinding masih lebih kecil dari batas maksimum yang telah ditentukan.

Tabel 5.63 Besar Tekanan Lateral Tanah di Depan Dinding Pada Iterasi Keenam

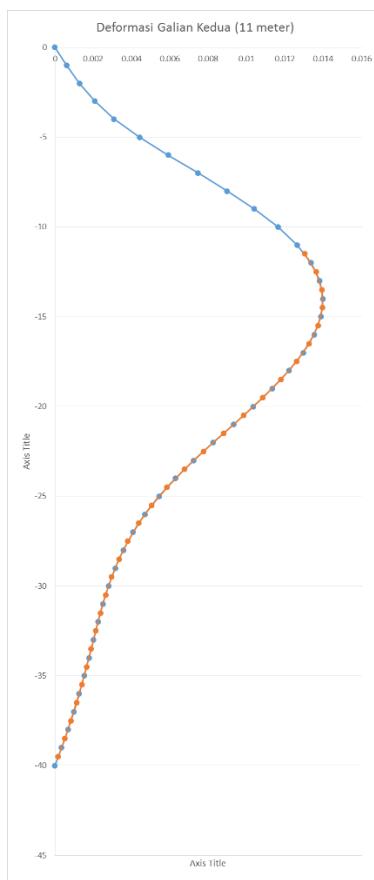
H	Po	Deformasi	ks	Pp max	Pp	Pp Actual	spring
11,50	0,30	0,013028	1053,24	4,30	14,02	4,30	no 0
12,50	0,90	0,013623	861,11	3,90	12,63	3,90	no 0
13,50	1,50	0,013933	861,11	4,50	13,50	4,50	no 0
14,50	2,10	0,013964	861,11	5,10	14,13	5,10	no 0
15,50	2,70	0,01373	2236,11	13,70	33,41	13,70	no 0
16,50	3,30	0,013265	1916,67	12,30	28,73	12,30	no 0
17,50	3,91	0,012604	1597,22	10,91	24,04	10,91	no 0
18,50	4,49	0,011786	1597,22	11,49	23,32	11,49	no 0
19,50	5,07	0,010851	1597,22	12,07	22,40	12,07	no 0
20,50	5,70	0,009839	1597,22	12,70	21,42	12,70	no 0
21,50	6,41	0,008791	1597,22	13,41	20,45	13,41	no 0
22,50	7,13	0,007748	1756,94	15,13	20,74	15,13	no 0
23,50	7,90	0,006752	2395,83	19,90	24,08	19,90	no 0
24,50	8,73	0,005843	2395,83	20,73	22,73	20,73	no 0
25,50	9,55	0,005045	2555,56	22,55	22,44	22,44	yes 2555,56
26,50	10,43	0,004367	2875,00	26,43	22,98	22,98	yes 2875,00
27,50	11,26	0,003804	2987,75	28,26	22,62	22,62	yes 2987,75
28,50	11,98	0,003341	2715,28	25,98	21,05	21,05	yes 2715,28
29,50	12,69	0,002959	2715,28	26,69	20,72	20,72	yes 2715,28
30,50	13,33	0,002641	2555,56	26,33	20,08	20,08	yes 2555,56
31,50	13,97	0,002367	2715,28	27,97	20,40	20,40	yes 2715,28
32,50	14,68	0,00212	2875,00	30,68	20,77	20,77	yes 2875,00
33,50	15,39	0,001885	2875,00	31,39	20,81	20,81	yes 2875,00
34,50	16,10	0,001648	3325,98	36,10	21,58	21,58	yes 3325,98
35,50	16,74	0,001399	3213,24	35,74	21,24	21,24	yes 3213,24
36,50	17,42	0,001128	3100,49	35,42	20,92	20,92	yes 3100,49
37,50	18,21	0,000832	3100,49	36,21	20,79	20,79	yes 3100,49
38,50	18,99	0,000511	3325,98	38,99	20,69	20,69	yes 3325,98
39,50	19,74	0,000171	5693,63	63,74	20,72	20,72	yes 5693,63

Tabel 5. 64 Besar Tekanan Lateral Tanah di Belakang Dinding Pada Iterasi Keenam

H	Po	Deformasi (m)	ks (t/m3)	Pa min (t)	Pa	Pa Actual	Spring	
0.00	0.59	0	334.490741	0	0.59	0.59	yes	334.49
1.00	1.71	0.000608	668.981481	0.01	1.30	1.30	yes	668.98
2.00	2.41	0.001279	765.046296	0.12	1.43	1.43	yes	765.05
3.00	3.10	0.00208	861.111111	0.16	1.31	1.31	yes	861.11
4.00	3.66	0.003082	765.046296	1.16	1.30	1.30	yes	765.05
5.00	4.16	0.004441	668.981481	2.16	1.21	2.16	no	0
6.00	4.66	0.005905	668.981481	2.66	0.71	2.66	no	0
7.00	5.11	0.007464	572.916667	3.61	0.84	3.61	no	0
8.00	5.32	0.008989	572.916667	3.82	0.17	3.82	no	0
9.00	5.79	0.0104	668.981481	3.79	-1.17	3.79	no	0
10.00	6.31	0.01163	668.981481	4.31	-1.47	4.31	no	0
11.00	6.84	0.012627	861.111111	3.84	-4.03	3.84	no	0
12.00	7.43	0.013361	957.175926	3.93	-5.36	3.93	no	0
13.00	8.03	0.013814	861.111111	5.03	-3.86	5.03	no	0
14.00	8.63	0.013983	861.111111	5.63	-3.41	5.63	no	0
15.00	9.23	0.013879	668.981481	7.23	-0.05	7.23	no	0
16.00	9.83	0.013525	1196.75926	8.83	-6.35	8.83	no	0
17.00	10.44	0.012957	1756.94444	2.44	-12.33	2.44	no	0
18.00	11.03	0.012213	1597.22222	4.03	-8.47	4.03	no	0
19.00	11.61	0.011332	1597.22222	4.61	-6.49	4.61	no	0
20.00	12.21	0.010353	1597.22222	5.21	-4.33	5.21	no	0
21.00	12.88	0.009318	1597.22222	5.88	-2.00	5.88	no	0
22.00	13.60	0.008267	1677.08333	6.10	-0.26	6.10	no	0
23.00	14.34	0.007243	2076.38889	4.34	-0.70	4.34	no	0
24.00	15.15	0.006286	2395.83333	3.15	0.09	3.15	no	0
25.00	15.97	0.00543	2475.69444	3.47	2.53	3.47	no	0
26.00	16.81	0.004693	2715.27778	2.31	4.06	4.06	yes	2715.28
27.00	17.70	0.004074	2931.37255	1.20	5.76	5.76	yes	2931.37
28.00	18.45	0.003564	1493.87255	2.95	13.12	13.12	yes	1493.87
29.00	19.16	0.003143	2715.27778	5.16	10.63	10.63	yes	2715.28
30.00	19.86	0.002795	2635.41667	6.36	12.49	12.49	yes	2635.42
31.00	20.46	0.002502	2635.41667	6.96	13.87	13.87	yes	2635.42
32.00	21.16	0.002244	2795.13889	6.16	14.88	14.88	yes	2795.14
33.00	21.86	0.002005	2875	5.86	16.10	16.10	yes	2875.00
34.00	22.57	0.00177	2875	4.57	17.48	17.48	yes	2875.00
35.00	23.27	0.001528	3269.60784	3.77	18.27	18.27	yes	3269.61
36.00	23.89	0.001269	3156.86275	5.39	19.88	19.88	yes	3156.86
37.00	24.65	0.000986	3100.4902	6.65	21.59	21.59	yes	3100.49
38.00	25.43	0.000678	3213.23529	6.43	23.25	23.25	yes	3213.24
39.00	26.21	0.000346	4509.80392	3.01	24.65	24.65	yes	4509.80
40.00	13.38	0	2846.81373	0.00	13.38	13.38	yes	2846.81

Tabel 5. 65 Defleksi Dinding pada Akhir Penggalian Kedua

H	δ (m)	H	δ (m)
0	0	11.50	0.013028
1	0.000608	12.50	0.013623
2	0.001279	13.50	0.013933
3	0.00208	14.50	0.013964
4	0.003082	15.50	0.01373
5	0.00441	16.50	0.013265
6	0.005905	17.50	0.012604
7	0.007464	18.50	0.011786
8	0.008989	19.50	0.010851
9	0.0104	20.50	0.009839
10	0.01163	21.50	0.008791
11	0.012627	22.50	0.007748
12	0.013361	23.50	0.006752
13	0.013814	24.50	0.005843
14	0.013983	25.50	0.005045
15	0.013879	26.50	0.004367
16	0.013525	27.50	0.003804
17	0.012957	28.50	0.003341
18	0.012213	29.50	0.002959
19	0.011332	30.50	0.002641
20	0.010353	31.50	0.002367
21	0.009318	32.50	0.00212
22	0.008267	33.50	0.001885
23	0.007243	34.50	0.001648
24	0.006286	35.50	0.001399
25	0.00543	36.50	0.001128
26	0.004693	37.50	0.000832
27	0.004074	38.50	0.000511
28	0.003564	39.50	0.000171
29	0.003143		
30	0.002795		
31	0.002502		
32	0.002244		
33	0.002005		
34	0.00177		
35	0.001528		
36	0.001269		
37	0.000986		
38	0.000678		
39	0.000346		
40	0		



Gambar 5. 21 Defleksi Dinding pada Akhir Penggalian Kedua

iii. Penggalian Ketiga

Setelah penggalian kedua selesai, pelat lantai akan dibangun sebelum dilakukan penggalian fase ketiga dimana pelat lantai akan berfungsi sebagai strut/penahan dari dinding pada saat penggalian fase ketiga dilakukan, sehingga pada penggalian fase ketiga akan mempertimbangkan defleksi dinding pada penggalian fase kedua dan juga penambahan strut berupa pelat lantai.

Penggalian ketiga dimulai setelah pelat lantai cukup kuat untuk menahan beban sendiri dan tekanan latearl tanah. Penggalian ketiga dimulai pada elevasi -11.00 hingga elevasi -20.00 yang mengakibatkan tekanan tanah di depan dinding dan tekanan air pori berubah. Contoh perhitungan besar beban akibat tekanan tanah dapat dilihat pada **Tabel 5.66**, sedangkan perhitungan lengkapnya dapat dilihat pada **Lampiran** dan tekanan air pori dapat dilihat pada **Tabel 5.67**. Tidak ada perubahan pada tekanan tanah di belakang dinding karena tidak ada penggalian, sehingga tidak ada perubahan elevasi. Perhitungan tekanan tanah sesuai dengan perhitungan sebelumnya dan dapat dilihat pada **Tabel 5.68**.

Tabel 5. 66 Tekanan Tanah di Depan Dinding pada Penggalian Fase Ketiga

Titik	H (m)	Ketebalan (m)	γ' (t/m ³)	$\sigma'z$ (t/m ²)	ϕ	Cu (t/m ²)	Ko	σ_h (t/m ²)	ka	kp	σ_h min (t/m ²)	σ_h maks (t/m ²)
20a	20	1	0.58	0.00	0	5.33	1	0.00	1	1	-5.19	10.67
20b	21		0.58	0.58	0	5.33	1	0.58	1	1	-5.77	11.25
21a	21	1	0.58	0.58	0	5.33	1	0.58	1	1	-5.77	11.25
21b	22		0.58	1.16	0	5.33	1	1.16	1	1	-6.35	11.83
22a	22	1	0.58	1.16	0	5.33	1	1.16	1	1	-6.35	11.83
22b	23		0.58	1.74	0	5.33	1	1.74	1	1	-6.93	12.41
23a	23	1	0.58	1.74	0	5.33	1	1.74	1	1	-6.93	12.41
23b	24		0.58	2.32	0	5.33	1	2.32	1	1	-7.51	12.99
24a	24	1	0.82	2.32	0	10	1	2.32	1	1	-17.43	22.07
24b	25		0.82	3.14	0	10	1	3.14	1	1	-18.25	22.89
25a	25	1	0.82	3.14	0	10	1	3.14	1	1	-18.25	22.89
25b	26		0.82	3.97	0	10	1	3.97	1	1	-19.08	23.72

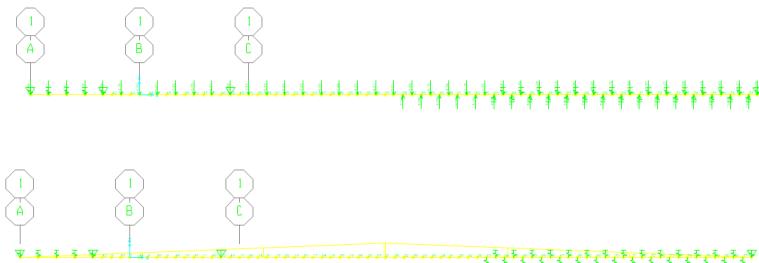
Tabel 5. 67 Tekanan Air Pori pada Penggalian Fase Ketiga

Titik	H	σ_w (t/m ²)
1	0	0
2	20	20
3	40	0

Tabel 5. 68 Gaya Lateral Tanah di Depan Dinding pada Penggalian Fase Ketiga

Kedalam an (m)	Pa min (t)	Pp max (t)	Po (t)	Ks (t/m)
20.50	-5.53	7.34	0.34	1597.22
21.50	-6.24	8.05	1.05	1597.22
22.50	-5.96	9.77	1.77	1756.94
23.50	-2.74	14.54	2.54	2395.83
24.50	-3.56	15.37	3.37	2395.83
25.50	-3.38	17.19	4.19	2555.56
26.50	-1.26	21.07	5.07	2875.00
27.50	-1.09	22.89	5.89	2987.75
28.50	-4.81	20.61	6.61	2715.28
29.50	-5.52	21.33	7.33	2715.28
30.50	-7.16	20.97	7.97	2555.56
31.50	-6.80	22.61	8.61	2715.28
32.50	-5.51	25.32	9.32	2875.00
33.50	-6.22	26.03	10.03	2875.00
34.50	-2.93	30.74	10.74	3325.98
35.50	-4.57	30.38	11.38	3213.24
36.50	-6.25	30.06	12.06	3100.49
37.50	-7.04	30.85	12.85	3100.49
38.50	-5.82	33.63	13.63	3325.98
39.50	0.00	58.38	14.38	5693.63

Analisis dinding dapat dilakukan setelah beban terpusat dari dua sisi dinding dimasukan. Defleksi dinding di penggalian kedua iterasi terakhir akan dimasukan sebagai beban *ground displacement* pada analisis iterasi pertama penggalian ketiga ini. Perhitungan beban terpusat pada iterasi pertama ini dapat dilihat pada **Tabel 5.69** untuk beban di sisi depan dinding dan **Tabel 5.70** untuk beban di sisi belakang dinding. Setelah itu, beban tersebut dimasukan ke dalam program bantu SAP2000 yang dapat dilihat pada **Gambar 5.22**.



Gambar 5. 22 Beban Lateral Tanah dan Tekanan Air pada SAP2000

Tabel 5. 69 Beban Terpusat Tanah Lateral di Depan Dinding pada Iterasi Pertama Penggalian Ketiga

H	Po	Deformasi	ks	Pp max	Pp	Pp Actual	spring	
20.50	0.34	0.009839	1597.22	7.34	16.06	7.34	no	0
21.50	1.05	0.008791	1597.22	8.05	15.09	8.05	no	0
22.50	1.77	0.007748	1756.94	9.77	15.38	9.77	no	0
23.50	2.54	0.006752	2395.83	14.54	18.72	14.54	no	0
24.50	3.37	0.005843	2395.83	15.37	17.36	15.37	no	0
25.50	4.19	0.005045	2555.56	17.19	17.08	17.08	yes	2555.56
26.50	5.07	0.004367	2875.00	21.07	17.62	17.62	yes	2875.00
27.50	5.89	0.003804	2987.75	22.89	17.26	17.26	yes	2987.75
28.50	6.61	0.003341	2715.28	20.61	15.69	15.69	yes	2715.28
29.50	7.33	0.002959	2715.28	21.33	15.36	15.36	yes	2715.28
30.50	7.97	0.002641	2555.56	20.97	14.72	14.72	yes	2555.56
31.50	8.61	0.002367	2715.28	22.61	15.04	15.04	yes	2715.28
32.50	9.32	0.00212	2875.00	25.32	15.41	15.41	yes	2875.00
33.50	10.03	0.001885	2875.00	26.03	15.44	15.44	yes	2875.00
34.50	10.74	0.001648	3325.98	30.74	16.22	16.22	yes	3325.98
35.50	11.38	0.001399	3213.24	30.38	15.88	15.88	yes	3213.24
36.50	12.06	0.001128	3100.49	30.06	15.56	15.56	yes	3100.49
37.50	12.85	0.000832	3100.49	30.85	15.43	15.43	yes	3100.49
38.50	13.63	0.000511	3325.98	33.63	15.33	15.33	yes	3325.98
39.50	14.38	0.000171	5693.63	58.38	15.35	15.35	yes	5693.63

Tabel 5. 70 Beban Terpusat Tanah Lateral di Belakang Dinding pada Iterasi Pertama Penggalian Ketiga

H	Po	Deforma si (m)	ks (t/m3)	Pa min (t)	Pa	Pa Actual	Spring	
0.00	0.59	0	334.4907	0	0.59	0.59	yes	334.4907
1.00	1.71	0.000608	668.9815	0.01	1.30	1.30	yes	668.9815
2.00	2.41	0.001279	765.0463	0.12	1.43	1.43	yes	765.0463
3.00	3.10	0.00208	861.1111	0.16	1.31	1.31	yes	861.1111
4.00	3.66	0.003082	765.0463	1.16	1.30	1.30	yes	765.0463
5.00	4.16	0.00441	668.9815	2.16	1.21	2.16	no	0
6.00	4.66	0.005905	668.9815	2.66	0.71	2.66	no	0
7.00	5.11	0.007464	572.9167	3.61	0.84	3.61	no	0
8.00	5.32	0.008989	572.9167	3.82	0.17	3.82	no	0
9.00	5.79	0.0104	668.9815	3.79	-1.17	3.79	no	0
10.00	6.31	0.01163	668.9815	4.31	-1.47	4.31	no	0
11.00	6.84	0.012627	861.1111	3.84	-4.03	3.84	no	0
12.00	7.43	0.013361	957.1759	3.93	-5.36	3.93	no	0
13.00	8.03	0.013814	861.1111	5.03	-3.86	5.03	no	0
14.00	8.63	0.013983	861.1111	5.63	-3.41	5.63	no	0
15.00	9.23	0.013879	668.9815	7.23	-0.05	7.23	no	0
16.00	9.83	0.013525	1196.759	8.83	-6.35	8.83	no	0
17.00	10.44	0.012957	1756.944	2.44	-12.33	2.44	no	0
18.00	11.03	0.012213	1597.222	4.03	-8.47	4.03	no	0
19.00	11.61	0.011332	1597.222	4.61	-6.49	4.61	no	0
20.00	12.21	0.010353	1597.222	5.21	-4.33	5.21	no	0
21.00	12.88	0.009318	1597.222	5.88	-2.00	5.88	no	0
22.00	13.60	0.008267	1677.083	6.10	-0.26	6.10	no	0
23.00	14.34	0.007243	2076.389	4.34	-0.70	4.34	no	0
24.00	15.15	0.006286	2395.833	3.15	0.09	3.15	no	0
25.00	15.97	0.00543	2475.694	3.47	2.53	3.47	no	0
26.00	16.81	0.004693	2715.278	2.31	4.06	4.06	yes	2715.278
27.00	17.70	0.004074	2931.373	1.20	5.76	5.76	yes	2931.373
28.00	18.45	0.003564	1493.873	2.95	13.12	13.12	yes	1493.873
29.00	19.16	0.003143	2715.278	5.16	10.63	10.63	yes	2715.278
30.00	19.86	0.002795	2635.417	6.36	12.49	12.49	yes	2635.417
31.00	20.46	0.002502	2635.417	6.96	13.87	13.87	yes	2635.417
32.00	21.16	0.002244	2795.139	6.16	14.88	14.88	yes	2795.139
33.00	21.86	0.002005	2875	5.86	16.10	16.10	yes	2875
34.00	22.57	0.00177	2875	4.57	17.48	17.48	yes	2875
35.00	23.27	0.001528	3269.608	3.77	18.27	18.27	yes	3269.608
36.00	23.89	0.001269	3156.863	5.39	19.88	19.88	yes	3156.863
37.00	24.65	0.000986	3100.49	6.65	21.59	21.59	yes	3100.49
38.00	25.43	0.000678	3213.235	6.43	23.25	23.25	yes	3213.235
39.00	26.21	0.000346	4509.804	3.01	24.65	24.65	yes	4509.804
40.00	13.38	0	2846.814	0.00	13.38	13.38	yes	2846.814

Hasil yang didapatkan dari proses iterasi adalah besar defleksi dari tiap titik tangkap beban terpusat. Hasil defleksi akan mempengaruhi kerja pegas/spring tanah pada titik tersebut serta akan mempengaruhi besar tekanan aktif dan pasifnya. Hasil dari defleksi pada iterasi pertama ditunjukkan oleh **Tabel 5.70**.

Tabel 5. 71 Defleksi Dinding pada Iterasi Pertama Penggalian Ketiga

H	δ (m)	H	δ (m)
0	0	20.50	0.024182
1	0.000705	21.50	0.023198
2	0.001434	22.50	0.021825
3	0.002215	23.50	0.020151
4	0.003082	24.50	0.018277
5	0.004089	25.50	0.016312
6	0.005208	26.50	0.014377
7	0.006429	27.50	0.012558
8	0.007757	28.50	0.010896
9	0.009209	29.50	0.009407
10	0.010817	30.50	0.008092
11	0.012627	31.50	0.006936
12	0.014762	32.50	0.005919
13	0.016983	33.50	0.005012
14	0.019131	34.50	0.004185
15	0.021064	35.50	0.003411
16	0.022668	36.50	0.002663
17	0.023857	37.50	0.001917
18	0.024577	38.50	0.00116
19	0.024795	39.50	0.000388
20	0.024508		
21	0.023744		
22	0.022556		
23	0.021021		
24	0.019233		
25	0.0173		
26	0.015335		
27	0.013451		
28	0.011709		
29	0.010131		
30	0.00873		
31	0.007497		
32	0.006414		
33	0.005455		
34	0.004592		
35	0.003796		
36	0.003038		
37	0.002293		
38	0.001543		
39	0.000778		
40	0		

Dengan hasil perhitungan di atas, proses iterasi berikutnya dapat dilakukan dan besar beban *ground displacement* tidak diubah sama sekali. Iterasi dilakukan sebanyak 5 (lima) kali guna mendapatkan hasil yang diinginkan. Hasil dari proses iterasi kelima akan ditunjukkan pada **Tabel 5.72** dan **Tabel 5.73**. Hasil dan bentuk defleksi dinding setelah penggalian ketiga selesai dapat dilihat pada **Tabel 5.74** dan **Gambar 5.23**. Defleksi maksimum dinding masih lebih kecil dari batas maksimum yang telah ditentukan.

Tabel 5.72 Besar Tekanan Tanah di Depan Dinding Pada Iterasi Kelima Penggalian Ketiga

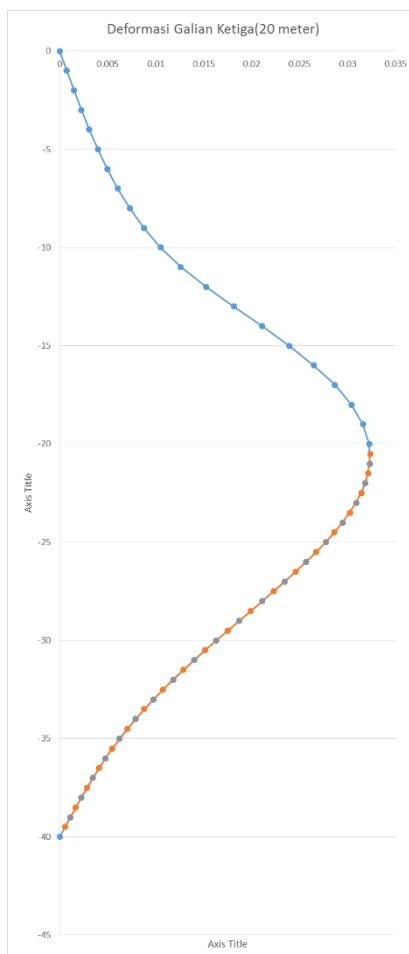
H	Po	Deformasi (m)	ks	Pp max	Pp	Pp Actual	spring	
20.50	0.34	0.032351	1597.22	7.34	52.01	7.34	no	0
21.50	1.05	0.032149	1597.22	8.05	52.39	8.05	no	0
22.50	1.77	0.031425	1756.94	9.77	56.98	9.77	no	0
23.50	2.54	0.030232	2395.83	14.54	74.97	14.54	no	0
24.50	3.37	0.028643	2395.83	15.37	71.99	15.37	no	0
25.50	4.19	0.026735	2555.56	17.19	72.51	17.19	no	0
26.50	5.07	0.02459	2875.00	21.07	75.76	21.07	no	0
27.50	5.89	0.022291	2987.75	22.89	72.49	22.89	no	0
28.50	6.61	0.019912	2715.28	20.61	60.68	20.61	no	0
29.50	7.33	0.017516	2715.28	21.33	54.89	21.33	no	0
30.50	7.97	0.015161	2555.56	20.97	46.71	20.97	no	0
31.50	8.61	0.012896	2715.28	22.61	43.62	22.61	no	0
32.50	9.32	0.010768	2875.00	25.32	40.27	25.32	no	0
33.50	10.03	0.008813	2875.00	26.03	35.36	26.03	no	0
34.50	10.74	0.007053	3325.98	30.74	34.20	30.74	no	0
35.50	11.38	0.005491	3213.24	30.38	29.03	29.03	yes	3213.24
36.50	12.06	0.004103	3100.49	30.06	24.78	24.78	yes	3100.49
37.50	12.85	0.002846	3100.49	30.85	21.67	21.67	yes	3100.49
38.50	13.63	0.001676	3325.98	33.63	19.21	19.21	yes	3325.98
39.50	14.38	0.000552	5693.63	58.38	17.52	17.52	yes	5693.63

Tabel 5.73 Besar Tekanan Tanah di Belakang Dinding Pada Iterasi Kelima Pengalian Ketiga

H	Po	Deformasi (m)	ks (t/m ³)	Pa min (t)	Pa	Pa Actual	Spring	
0.00	0.59	0	334.49	0	0.59	0.59	yes	334.49
1.00	1.71	0.00074	668.98	0.01	1.21	1.21	yes	668.98
2.00	2.41	0.00149	765.05	0.12	1.27	1.27	yes	765.05
3.00	3.10	0.002264	861.11	0.16	1.15	1.15	yes	861.11
4.00	3.66	0.003082	765.05	1.16	1.30	1.30	yes	765.05
5.00	4.16	0.003973	668.98	2.16	1.50	2.16	no	0
6.00	4.66	0.004954	668.98	2.66	1.35	2.66	no	0
7.00	5.11	0.006054	572.92	3.61	1.65	3.61	no	0
8.00	5.32	0.007311	572.92	3.82	1.13	3.82	no	0
9.00	5.79	0.008777	668.98	3.79	-0.08	3.79	no	0
10.00	6.31	0.010522	668.98	4.31	-0.73	4.31	no	0
11.00	6.84	0.012627	861.11	3.84	-4.03	3.84	no	0
12.00	7.43	0.015264	957.18	3.93	-7.18	3.93	no	0
13.00	8.03	0.01815	861.11	5.03	-7.60	5.03	no	0
14.00	8.63	0.021093	861.11	5.63	-9.53	5.63	no	0
15.00	9.23	0.023921	668.98	7.23	-6.77	7.23	no	0
16.00	9.83	0.02649	1196.76	8.83	-21.87	8.83	no	0
17.00	10.44	0.02868	1756.94	2.44	-39.95	2.44	no	0
18.00	11.03	0.030406	1597.22	4.03	-37.53	4.03	no	0
19.00	11.61	0.031607	1597.22	4.61	-38.87	4.61	no	0
20.00	12.21	0.032245	1597.22	5.21	-39.30	5.21	no	0
21.00	12.88	0.032319	1597.22	5.88	-38.74	5.88	no	0
22.00	13.60	0.03185	1677.08	6.10	-39.81	6.10	no	0
23.00	14.34	0.030884	2076.39	4.34	-49.79	4.34	no	0
24.00	15.15	0.029484	2395.83	3.15	-55.49	3.15	no	0
25.00	15.97	0.027725	2475.69	3.47	-52.67	3.47	no	0
26.00	16.81	0.025688	2715.28	2.31	-52.94	2.31	no	0
27.00	17.70	0.023456	2931.37	1.20	-51.06	1.20	no	0
28.00	18.45	0.021109	1493.87	2.95	-13.09	2.95	no	0
29.00	19.16	0.018714	2715.28	5.16	-31.65	5.16	no	0
30.00	19.86	0.016332	2635.42	6.36	-23.19	6.36	no	0
31.00	20.46	0.014016	2635.42	6.96	-16.47	6.96	no	0
32.00	21.16	0.011814	2795.14	6.16	-11.87	6.16	no	0
33.00	21.86	0.009769	2875.00	5.86	-6.22	5.86	no	0
34.00	22.57	0.00791	2875.00	4.57	-0.17	4.57	no	0
35.00	23.27	0.00625	3269.61	3.77	2.83	3.77	no	0
36.00	23.89	0.00478	3156.86	5.39	8.80	8.80	yes	3156.86
37.00	24.65	0.003463	3100.49	6.65	13.91	13.91	yes	3100.49
38.00	25.43	0.002255	3213.24	6.43	18.19	18.19	yes	3213.24
39.00	26.21	0.001113	4509.80	3.01	21.19	21.19	yes	4509.80
40.00	13.38	0	2846.81	0	13.38	13.38	yes	2846.81

Tabel 5. 74 Defleksi Dinding pada Akhir Penggalian Ketiga

H	δ (m)	H	δ (m)
0	0	20.5	0.032351
1	0.00074	21.5	0.032149
2	0.00149	22.5	0.031425
3	0.002264	23.5	0.030232
4	0.003082	24.5	0.028643
5	0.003973	25.5	0.026735
6	0.004954	26.5	0.02459
7	0.006054	27.5	0.022291
8	0.007311	28.5	0.019912
9	0.008777	29.5	0.017516
10	0.010522	30.5	0.015161
11	0.012627	31.5	0.012896
12	0.015264	32.5	0.010768
13	0.01815	33.5	0.008813
14	0.021093	34.5	0.007053
15	0.023921	35.5	0.005491
16	0.02649	36.5	0.004103
17	0.02868	37.5	0.002846
18	0.030406	38.5	0.001676
19	0.031607	39.5	0.000552
20	0.032245		
21	0.032319		
22	0.03185		
23	0.030884		
24	0.029484		
25	0.027725		
26	0.025688		
27	0.023456		
28	0.021109		
29	0.018714		
30	0.016332		
31	0.014016		
32	0.011814		
33	0.009769		
34	0.00791		
35	0.00625		
36	0.00478		
37	0.003463		
38	0.002255		
39	0.001113		
40	0		



Gambar 5. 23 Defleksi Dinding pada Akhir Penggalian Ketiga

5.2. 6 Penulangan Secant Pile

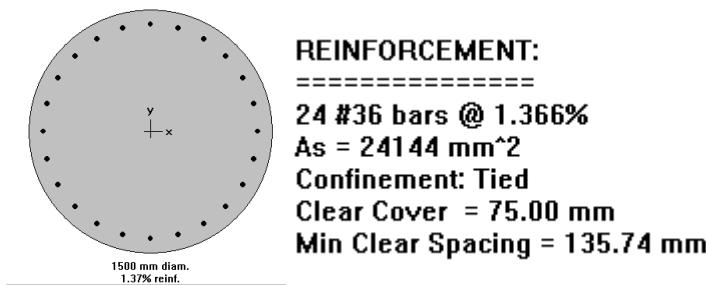
1. Tulangan Vertikal

Pada perhitungan sebelumnya, dinding *secant pile* akan menahan beban tekanan lateral tanah dan tekanan air pori. Salah satu hasil yang didapatkan dari program bantu SAP2000 adalah nilai dan bidang momen dari permodelan iterasi terakhir penggalian ketiga yang dapat digunakan untuk perhitungan tulangan *secant pile*. Bidang momen pada *secant pile* dapat dilihat pada **Gambar 5.24** di bawah ini.

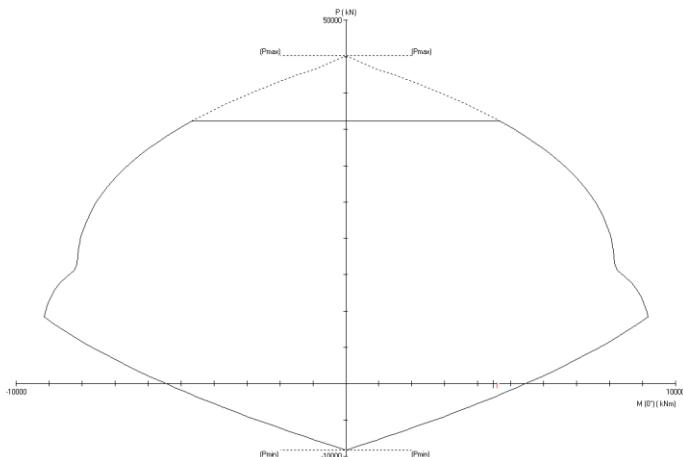


Gambar 5. 24 Bidang Momen pada Dinding Secant Pile Wall

Untuk membantu perhitungan perencanaan tulangan *secant pile* digunakan program SpColumn. Program ini akan membantu menentukan banyaknya tulangan yang dibutuhkan serta menampilkan diagram iterasi antara P-M. Hasil dari SpColumn ditunjukkan pada **Gambar 5.25** di bawah ini berdasarkan masukkan data berupa nilai momen berdasarkan **Gambar 5.24** sedangkan diagram interaksi P-M dapat dilihat pada **Gambar 5.26**.



Gambar 5. 25 Penulangan Secant Pile



Gambar 5. 26 Diagram Interaksi P-M

Hasil pada **Gambar 5.26** menunjukkan bahwa penulangan *Secant Pile* dengan tulangan 24D36 dan jarak antar tulangan 150 mm memenuhi persyaratan $\rho = 1\% - 6\%$ sesuai syarat SNI, dimana nilai $\rho = 1.377\%$. Diagram interaksi menunjukkan bahwa tulangan 24D36 mampu menahan momen sebesar 446.46 ton.m.

2. Tulangan Geser

Nilai Vu yang didapatkan dari hasil analisa program SAP2000 sebesar 1719.9 kN. Jika nilai ini dibandingkan dengan nilai $\phi V_n = 0.8 (0.17 \sqrt{f'c} x bw x d + 0.33 \sqrt{f'c} x bw x d)$

$$\phi V_n = 3794.73 \text{ kN} > Vu = 1719.9 \text{ kN}$$

Berdasarkan perhitungan di atas, nilai Vu didapatkan lebih kecil dari ϕV_n , sehingga tulangan geser tidak diperlukan. Namun, untuk alasan keamanan, direncanakan tulangan geser dengan diameter $\phi 16$ yang dipasang secara spiral.

5.2. 7 Perhitungan Pelat Lantai

Perencanaan penulangan pelat lantai dilakukan untuk pelat lantai paling atas, pelat lantai tengah, dan pelat lantai paling bawah. Pelat yang berada paling atas merupakan pelat yang akan menutup stasiun ini pada elevasi -4.00 meter dan berfungsi untuk membantu perkuatan dinding. *Preliminary* dimensi pelat lantai adalah sebagai berikut :

1. Pelat Atas

Tebal	= 1.2 meter
Mutu Beton	= 40 MPa
2. Pelat Tengah

Tebal	= 0.8 meter
Mutu Beton	= 40 MPa
3. Pelat Bawah

Tebal	= 1.2 meter
Mutu Beton	= 40 MPa

Dengan desain stasiun yang sama seperti perencanaan *Diaphragm Wall*, perencanaan pelat lantai tidak perlu dihitung ulang, sehingga penulangan pelat lantai dapat dilihat pada *Sub-bab 5.2.3*.

5.2. 8 Analisa Buoyancy dan Friksi Bored Pile

Seluruh beban tekanan air akan ditahan oleh berat total dari stasiun dan friksi dari *Bored Pile* yang ditanam sebelum dilakukan penggalian. Pada perhitungan ini, bentuk dari *bored pile* yang merupakan lingkaran akan diasumsikan dengan bentuk segiempat, dimana panjang salah satu sisinya sebesar diameter dari *bored pile* dan sisi yang lain memiliki panjang 1 meter. Asumsi ini diambil karena jarak *bored pile* yang sangat kecil. Pada kontrol ini akan diambil angka keamanan 3 ($SF = 3$)

Kedalaman galian pada stasiun bawah tanah ini adalah 20 meter dari permukaan tanah dengan stasiun terlebar adalah 24.3 meter dengan tebal pelat terbawah 1.2 meter dan diameter *bored pile* 1.5 meter.

Besar dari beban *buoyancy* adalah perbedaan tinggi muka air dikalikan dengan berat volume air, sehingga besar dari yang mengangkat seluruh bagian terowongan adalah sebagai berikut:

$$F = (20 - 2.8)m \times 1 t/m^3 = 17.2 t/m^2$$

$$\Sigma F = 17.2 t/m^2 \times 24.3 m = 417.96 t/m$$

Berdasarkan perhitungan di atas, beban yang harus ditahan oleh stasiun adalah sebesar 417.96 t/m^2 .

Seluruh bagian terowongan akan membantu menahan gaya *buoyancy* yang terjadi, *Secant Pile* akan menahan gaya ini dengan friksi antara *secant pile* dan tanah yang dapat dilihat pada **Tabel 5.75** dan **Tabel 5.76** serta pelat lantai yang akan membantu dengan berat pelat

tersebut. Perhitungan untuk menahan gaya angkat air adalah sebagai berikut :

$$\text{Panjang Dinding } A = 20 \text{ meter}$$

$$\text{Panjang Dinding } B = 40 - 20 = 20 \text{ meter}$$

$$\begin{aligned} \text{Berat Pile} &= 2.4 \times V_{pile} \times L \\ &= 339.29 \text{ t/m}' \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Berat Pelat Teratas} &= 2.4 \times 1.2 \times 24.3 \\ &= 69.99 \text{ t/m}' \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Berat Pelat Tengah} &= 2.4 \times 1 \times 24.3 \\ &= 58.32 \text{ t/m}' \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Berat Pelat Bawah} &= 2.4 \times 1.2 \times 24.3 \\ &= 69.99 \text{ t/m}' \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Berat Tanah} &= 1.705 \times 24.3 \times 2.8 \\ &= 116 \text{ t/m}' \end{aligned}$$

Friksi Tiang

Tabel 5.75 Qs Tiang Bagian A (Depan Dinding yang Tergali)

Depth Surface (m)		Lapisan	Cu	Qs A	Qtot
from	to		t/m ²	t/m'	t/m'
4	5	3	1	1.5	1.5
5	6		1	1.5	3
6	7		1	1.5	4.5
7	8	4	0.5	0.75	5.25
8	9		1	1.5	6.75
9	10		1	1.5	8.25
10	11		1	1.5	9.75
11	12	6	2	3	12.75
12	13		1.5	2.25	15
13	14		1.5	2.25	17.25
14	15		1.5	2.25	19.5
15	16		5.5	8.25	27.75
16	17		4.5	6.75	34.5
17	18		3.5	5.25	39.75
18	19	7	3.5	5.25	45
19	20		3.5	5.25	50.25

Tabel 5. 76 Qs Tiang Bagian B (Bagian dinding yang Tidak Tergali)

Depth Surface (m)		Lapisan	Cu	Qs B	Qtot
from	to		t/m ²	t/m'	t/m'
20	21	9	8	3.5	5.25
21	22			3.5	5.25
22	23			4	6
23	24	10		6	9
24	25			6	9
25	26			6.5	9.75
26	27	11	8	12	56.25
27	28	12	8.5	12.75	69
28	29	13	7	10.5	79.5
29	30	14	7	10.5	90
30	31	15	6.5	9.75	99.75
31	32	16		7	10.5
32	33			8	12
33	34			8	12
34	35	17	10	15	149.25
35	36	18	9.5	14.25	163.5
36	37	19		9	13.5
37	38			9	13.5
38	39			10	15
39	40	20	22	33	238.5

$$\Sigma Qu = 2 \times (50.25 + 238.5 \times 2) + 339.29 \quad +$$

$$69.99 + 58.32 + 69.99 + 116 = 1708.09 \text{ t/m}'$$

$$Qall = \frac{1708.09}{3} = 569.36 \text{ t/m}' > 417.96 \text{ t/m}' (\text{ok})$$

Dari perhitungan di atas dapat disimpulkan bahwa seluruh komponen stasiun mampu menahan gaya *uplift* / *buoyancy* yang terjadi.

5.2. 9 Perencanaan Soldier Pile

Sebagai perencanaan awal, profil baja ditentukan berdasarkan nilai modulus penampangnya (S_x) dimana nilai momen maksimal yang didapatkan dari analisa *Diaphragm Wall* sebesar 4312.39 kNm dan tegangan ijin baja sebesar 410 MPa, maka nilai S_x dapat dicari dengan cara sebagai berikut.

$$S = \frac{M_{max}}{\emptyset \sigma_s} = \frac{4312.39 \times 1000}{0.9 \times 410} = 11686.69 \text{ cm}^3$$

Direncanakan profil baja untuk *soldier pile* menggunakan profil H-Beam dari NIPPON STEEL and SUMITOMO METAL INDONESIA dengan ukuran 1000x400x22x40 dengan tegangan putus minimal (F_u) adalah 450 MPa dan tegangan leleh minimal (f_y) adalah 410 MPa.

Spesifikasi dari profil yang digunakan adalah sebagai berikut :

Profil H 1000 x 400 x 22 x 40

$d = 1000 \text{ mm}$	$W = 412 \text{ kg/m}$
$b = 400 \text{ mm}$	$S_x = 17700 \text{ cm}^3$
$t_w = 22 \text{ mm}$	$S_y = 2140 \text{ cm}^3$
$t_f = 40 \text{ mm}$	$i_x = 41.1 \text{ cm}$
$r = 18 \text{ mm}$	$i_y = 9.02 \text{ cm}$
$h = 884 \text{ mm}$	$I_x = 886000 \text{ cm}^4$
$A = 525.2 \text{ mm}^2$	$I_y = 42800 \text{ cm}^4$

Kedalaman *soldier pile* direncanakan sama dengan dinding *Diaphragm Wall* dan *Secant Pile* sedalam 40 meter untuk kemudian dianalisa dengan metode yang sama menggunakan program bantu SAP2000 untuk dilakukan kontrol defleksi.

Penggalian akan dilaksanakan hingga elevasi -20.00 meter. Fase penggalian akan dibagi menjadi 3 (tiga), penggalian pertama pada elevasi -4.00 meter, penggalian kedua pada elevasi -11.00 meter, dan penggalian ketiga pada elevasi -20.00 meter. Proses

penggalian stasiun ini dapat dilihat pada pembahasan sebelumnya, yaitu **Gambar 5.2**, sedangkan data tanah yang digunakan menggunakan nilai *coefficient of spring* (k_s) yang baru karena pada perencanaan ini menggunakan H-Beam 1000x400x22x40, sehingga berpengaruh pada nilai k_s . Nilai k_s baru dan data tanah yang digunakan dapat dilihat pada **Tabel 5.77** di bawah ini.

Tabel 5. 77 Nilai k_s Baru yang Digunakan

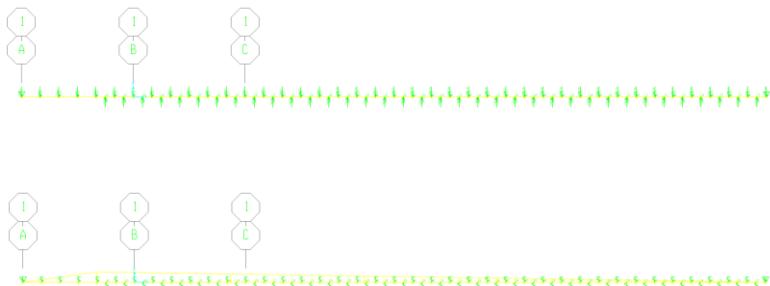
Lapisan Tanah			Es	B	poisson	Ks
from	-	to	MPa	meter	ratio	(t/m ³)
0	-	3	20.70	1	0.2	6468.75
3	-	6	15.17	1	0.2	4739.58
6	-	9	11.48	1	0.2	3586.81
9	-	14	12.40	1	0.2	6458.33
14	-	19	24.15	1	0.2	12578.1
19	-	24	31.43	1	0.2	16371.5
24	-	29	47.49	1	0.2	24733.5
29	-	32	65.21	1	0.2	20378.7

Pada perhitungan dinding ini, fase penggalian stasiun akan dibagi menjadi 3 (tiga). Pada fase pertama, *output* yang dihasilkan adalah defleksi yang nantinya akan diperhitungkan sebagai beban *ground displacement* pada penggalian fase kedua. Begitu juga dengan fase kedua, defleksi yang dihasilkan pada penggalian fase kedua akan diperhitungkan sebagai beban *ground displacement* pada penggalian fase ketiga. Dinding penahan tanah yang direncanakan harus mampu menahan beban tanah pada proses penggalian dan masa operasionalnya.

i. Penggalian Pertama

Penggalian pertama direncanakan digali hingga elevasi -4.00 meter. Perhitungan tekanan lateral tanah, tekanan aktif minimum dan tekanan pasif maksimum sama seperti perhitungan pada perencanaan *Secant Pile*. Tekanan tanah di depan dinding akan mulai diperhitungkan pada kedalaman 4 meter. Contoh perhitungan tekanan tanah *at-rest*, aktif minimum dan pasif maksimum dapat dilihat pada **Tabel 5.46** untuk bagian belakang dinding dan **Tabel 5.47** untuk bagian depan dinding, sedangkan tekanan air pori yang bekerja sebagai beban pada dinding ditunjukkan oleh **Tabel 5.48**. Tekanan air pori akan terpengaruh faktor rembesan, sehingga tidak ada tekanan air pori pada dasar dinding. Untuk hasil perhitungan keseluruhan dapat dilihat pada **Lampiran**.

Perhitungan beban terpusat akan ditunjukkan pada **Tabel 5.78** untuk beban terpusat di belakang dinding dan **Tabel 5.79** untuk beban terpusat di depan dinding. Beban terpusat ini digunakan sebagai masukan data dengan keluaran data berupa defleksi dari tiap meter titik tangkap beban. Masukan data dalam program bantu SAP2000 dapat dilihat pada **Gambar 5.27**.



Gambar 5.27 Masukan Data Beban pada Program Bantu

Pada iterasi pertama ini, hasil analisis berupa defleksi dinding akan menimbulkan beban tekanan tanah bertambah atau berkurang tergantung dari defleksi dinding. Hasil dari analisis program bantu dapat dilihat pada **Tabel 5.80** yang menunjukkan defleksi dinding pada titik tangkap beban.

Tabel 5. 78 Beban Terpusat Tanah di Belakang Dinding

Kedalaman (m)	Pa min (t)	Pp max (t)	Po (t)	Ks (t/m)
0	0.00	1.59	0.59	358.38
-1	0.01	2.71	1.71	716.77
-2	0.12	3.91	2.41	819.69
-3	0.16	5.10	3.10	922.62
-4	1.16	5.16	3.66	819.69
-5	2.16	5.16	4.16	716.77
-6	2.66	5.66	4.66	716.77
-7	3.61	5.61	5.11	613.84
-8	3.82	5.82	5.32	613.84
-9	3.79	6.79	5.79	716.77
-10	4.31	7.31	6.31	716.77
-11	3.84	8.84	6.84	922.62
-12	3.93	9.93	7.43	1025.55
-13	5.03	10.03	8.03	922.62
-14	5.63	10.63	8.63	922.62
-15	7.23	10.23	9.23	716.77
-16	8.83	12.83	9.83	1282.24
-17	2.44	17.44	10.44	1882.44
-18	4.03	17.03	11.03	1711.31
-19	4.61	17.61	11.61	1711.31
-20	5.21	18.21	12.21	1711.31
-21	5.88	18.88	12.88	1711.31
-22	6.10	20.10	13.60	1796.88
-23	4.34	23.34	14.34	2224.70
-24	3.15	26.15	15.15	2566.96
-25	3.47	27.47	15.97	2652.53
-26	2.31	30.31	16.81	2909.23
-27	1.20	33.20	17.70	3140.76
-28	2.95	32.95	18.45	1600.58
-29	5.16	32.16	19.16	2909.23
-30	6.36	32.36	19.86	2823.66
-31	6.96	32.96	20.46	2823.66
-32	6.16	35.16	21.16	2994.79
-33	5.86	36.86	21.86	3080.36
-34	4.57	39.57	22.57	3080.36
-35	3.77	41.77	23.27	3503.15
-36	5.39	41.39	23.89	3382.35
-37	6.65	41.65	24.65	3321.95
-38	6.43	43.43	25.43	3442.75
-39	3.01	57.21	26.21	4831.93
-40	0.00	34.88	13.38	3050.16

Tabel 5. 79 Beban Terpusat Tanah di Depan Dinding

Kedalaman	Pa min (t)	Pp max	Po (t)	Ks (t/m)
-4.50	-1.91	2.25	0.25	716.77
-5.50	-1.41	2.75	0.75	716.77
-6.50	-0.91	3.25	1.25	716.77
-7.50	-4.22	2.55	1.55	510.91
-8.50	-3.53	3.87	1.87	716.77
-9.50	-3.01	4.39	2.39	716.77
-10.50	-2.49	4.91	2.91	716.77
-11.50	-1.13	7.47	3.47	1128.47
-12.50	-1.53	7.07	4.07	922.62
-13.50	-0.93	7.67	4.67	922.62
-14.50	-0.33	8.27	5.27	922.62
-15.50	0.00	16.87	5.87	2395.83
-16.50	1.13	15.47	6.47	2053.57
-17.50	3.74	14.07	7.07	1711.31
-18.50	4.33	14.66	7.66	1711.31
-19.50	4.90	15.24	8.24	1711.31
-20.50	5.53	15.87	8.87	1711.31
-21.50	6.24	16.58	9.58	1711.31
-22.50	5.96	18.30	10.30	1882.44
-23.50	2.74	23.07	11.07	2566.96
-24.50	3.56	23.90	11.90	2566.96
-25.50	3.38	25.72	12.72	2738.10
-26.50	1.26	29.60	13.60	3080.36
-27.50	1.09	31.43	14.43	3201.16
-28.50	4.81	29.15	15.15	2909.23
-29.50	5.52	29.86	15.86	2909.23
-30.50	7.16	29.50	16.50	2738.10
-31.50	6.80	31.14	17.14	2909.23
-32.50	5.51	33.85	17.85	3080.36
-33.50	6.22	34.56	18.56	3080.36
-34.50	2.93	39.27	19.27	3563.55
-35.50	4.57	38.91	19.91	3442.75
-36.50	6.25	38.59	20.59	3321.95
-37.50	7.04	39.38	21.38	3321.95
-38.50	5.82	42.16	22.16	3563.55
-39.50	0.00	66.91	22.91	6100.32

Tabel 5. 80 Hasil Defleksi pada Tiap Titik Tangkap Beban

H	δ (m)	H	δ (m)
0	0	4.5	0.002789
1	0.000856	5.5	0.003211
2	0.00165	6.5	0.003539
3	0.002333	7.5	0.003771
4	0.002874	8.5	0.00391
5	0.003264	9.5	0.003961
6	0.003514	10.5	0.003934
7	0.003634	11.5	0.003839
8	0.003632	12.5	0.003689
9	0.003525	13.5	0.003496
10	0.003339	14.5	0.003271
11	0.003095	15.5	0.003027
12	0.002824	16.5	0.002779
13	0.002546	17.5	0.002537
14	0.002264	18.5	0.002307
15	0.001985	19.5	0.002092
16	0.001729	20.5	0.001893
17	0.001522	21.5	0.001713
18	0.001364	22.5	0.001549
19	0.001241	23.5	0.001405
20	0.001141	24.5	0.00128
21	0.001054	25.5	0.001174
22	0.00097	26.5	0.001086
23	0.000888	27.5	0.001014
24	0.000814	28.5	0.000952
25	0.000753	29.5	0.000897
26	0.000705	30.5	0.000845
27	0.000671	31.5	0.000793
28	0.00065	32.5	0.000738
29	0.000629	33.5	0.000675
30	0.000611	34.5	0.000603
31	0.000591	35.5	0.00052
32	0.000569	36.5	0.000424
33	0.000542	37.5	0.000315
34	0.000511	38.5	0.000193
35	0.000471	39.5	0.000063
36	0.00042		
37	0.00035		
38	0.000257		
39	0.000138		
40	0		

Setelah didapatkan hasil defleksi dari **Tabel 5.80**, selanjutnya perlu dilakukan iterasi kedua dengan mempertimbangkan nilai defleksi pada **Tabel 5.80**. Begitupun selanjutnya pada iterasi ketiga mempertimbangkan hasil defleksi dari iterasi kedua. Tekanan lateral tanah yang dijadikan beban terpusat di tiap titik tangkap beban pada iterasi kedua dapat dilihat pada **Tabel 5.81** untuk sisi depan dinding dan **Tabel 5.82** untuk sisi belakang dinding.

Tabel 5.81 Beban Terpusat pada Titik Tangkap Beban pada Iterasi Kedua di Sisi Depan Dinding

H	Po	Deformati on (m)	ks(t/m ³)	P _p max (t)	P _p	P _p Actual	Spring	
4.50	0.25	0.00308	1003.47	2.25	3.35	2.25	no	0
5.50	0.75	0.00340	1003.47	2.75	4.16	2.75	no	0
6.50	1.25	0.00359	1003.47	3.25	4.85	3.25	no	0
7.50	1.55	0.00364	715.28	2.55	4.16	2.55	no	0
8.50	1.87	0.00358	1003.47	3.87	5.46	3.87	no	0
9.50	2.39	0.00343	1003.47	4.39	5.83	4.39	no	0
10.50	2.91	0.00322	1003.47	4.91	6.14	4.91	no	0
11.50	3.47	0.00295	1579.86	7.47	8.13	7.47	no	0
12.50	4.07	0.00268	1291.67	7.07	7.53	7.07	no	0
13.50	4.67	0.00240	1291.67	7.67	7.77	7.67	no	0
14.50	5.27	0.00211	1291.67	8.27	8.00	8.00	yes	1291.67
15.50	5.87	0.00184	3354.17	16.87	12.03	12.03	yes	3354.17
16.50	6.47	0.00161	2875.00	15.47	11.09	11.09	yes	2875.00
17.50	7.07	0.00143	2395.83	14.07	10.49	10.49	yes	2395.83
18.50	7.66	0.00129	2395.83	14.66	10.74	10.74	yes	2395.83
19.50	8.24	0.00117	2395.83	15.24	11.05	11.05	yes	2395.83
20.50	8.87	0.00108	2395.83	15.87	11.46	11.46	yes	2395.83
21.50	9.58	0.00100	2395.83	16.58	11.96	11.96	yes	2395.83
22.50	10.30	0.00091	2635.42	18.30	12.70	12.70	yes	2635.42
23.50	11.07	0.00083	3593.75	23.07	14.06	14.06	yes	3593.75
24.50	11.90	0.00076	3593.75	23.90	14.64	14.64	yes	3593.75
25.50	12.72	0.00071	3833.33	25.72	15.42	15.42	yes	3833.33
26.50	13.60	0.00066	4312.50	29.60	16.46	16.46	yes	4312.50
27.50	14.43	0.00064	4481.62	31.43	17.27	17.27	yes	4481.62
28.50	15.15	0.00061	4072.92	29.15	17.65	17.65	yes	4072.92
29.50	15.86	0.00059	4072.92	29.86	18.28	18.28	yes	4072.92
30.50	16.50	0.00057	3833.33	29.50	18.70	18.70	yes	3833.33
31.50	17.14	0.00055	4072.92	31.14	19.39	19.39	yes	4072.92
32.50	17.85	0.00053	4312.50	33.85	20.12	20.12	yes	4312.50
33.50	18.56	0.00050	4312.50	34.56	20.70	20.70	yes	4312.50
34.50	19.27	0.00046	4988.97	39.27	21.56	21.56	yes	4988.97
35.50	19.91	0.00042	4819.85	38.91	21.91	21.91	yes	4819.85
36.50	20.59	0.00036	4650.74	38.59	22.24	22.24	yes	4650.74
37.50	21.38	0.00027	4650.74	39.38	22.65	22.65	yes	4650.74
38.50	22.16	0.00017	4988.97	42.16	22.99	22.99	yes	4988.97
39.50	22.91	0.00003	8540.44	66.91	23.20	23.20	yes	8540.44

Tabel 5. 82 Beban Terpusat pada Titik Tangkap Beban pada Iterasi Kedua di Sisi Belakang Dinding

H	Po	Deformasi (m)	ks (t/m3)	Pa min (t)	Pa	Pa Actual	Spring	
0.00	0.59	0	501.74	0.00	0.59	0.59	yes	501.74
1.00	1.71	0.000856	1003.47	0.01	0.85	0.85	yes	1003.47
2.00	2.41	0.00165	1147.57	0.12	0.52	0.52	yes	1147.57
3.00	3.10	0.002333	1291.67	0.16	0.08	0.16	no	0
4.00	3.66	0.002874	1147.57	1.16	0.36	1.16	no	0
5.00	4.16	0.003264	1003.47	2.16	0.89	2.16	no	0
6.00	4.66	0.003514	1003.47	2.66	1.14	2.66	no	0
7.00	5.11	0.003634	859.38	3.61	1.99	3.61	no	0
8.00	5.32	0.003632	859.38	3.82	2.20	3.82	no	0
9.00	5.79	0.003525	1003.47	3.79	2.25	3.79	no	0
10.00	6.31	0.003339	1003.47	4.31	2.96	4.31	no	0
11.00	6.84	0.003095	1291.67	3.84	2.84	3.84	no	0
12.00	7.43	0.002824	1435.76	3.93	3.38	3.93	no	0
13.00	8.03	0.002546	1291.67	5.03	4.74	5.03	no	0
14.00	8.63	0.002264	1291.67	5.63	5.71	5.71	yes	1291.67
15.00	9.23	0.001985	1003.47	7.23	7.24	7.24	yes	1003.47
16.00	9.83	0.001729	1795.14	8.83	6.73	8.83	no	0.00
17.00	10.44	0.001522	2635.42	2.44	6.42	6.42	yes	2635.42
18.00	11.03	0.001364	2395.83	4.03	7.77	7.77	yes	2395.83
19.00	11.61	0.001241	2395.83	4.61	8.64	8.64	yes	2395.83
20.00	12.21	0.001141	2395.83	5.21	9.47	9.47	yes	2395.83
21.00	12.88	0.001054	2395.83	5.88	10.36	10.36	yes	2395.83
22.00	13.60	0.00097	2515.63	6.10	11.16	11.16	yes	2515.63
23.00	14.34	0.000888	3114.58	4.34	11.57	11.57	yes	3114.58
24.00	15.15	0.000814	3593.75	3.15	12.22	12.22	yes	3593.75
25.00	15.97	0.000753	3713.54	3.47	13.17	13.17	yes	3713.54
26.00	16.81	0.000705	4072.92	2.31	13.94	13.94	yes	4072.92
27.00	17.70	0.000671	4397.06	1.20	14.75	14.75	yes	4397.06
28.00	18.45	0.00065	2240.81	2.95	16.99	16.99	yes	2240.81
29.00	19.16	0.000629	4072.92	5.16	16.60	16.60	yes	4072.92
30.00	19.86	0.000611	3953.13	6.36	17.44	17.44	yes	3953.13
31.00	20.46	0.000591	3953.13	6.96	18.13	18.13	yes	3953.13
32.00	21.16	0.000569	4192.71	6.16	18.77	18.77	yes	4192.71
33.00	21.86	0.000542	4312.50	5.86	19.53	19.53	yes	4312.50
34.00	22.57	0.000511	4312.50	4.57	20.37	20.37	yes	4312.50
35.00	23.27	0.000471	4904.41	3.77	20.96	20.96	yes	4904.41
36.00	23.89	0.00042	4735.29	5.39	21.90	21.90	yes	4735.29
37.00	24.65	0.00035	4650.74	6.65	23.02	23.02	yes	4650.74
38.00	25.43	0.000257	4819.85	6.43	24.19	24.19	yes	4819.85
39.00	26.21	0.000138	6764.71	3.01	25.27	25.27	yes	6764.71
40.00	13.38	0	4270.22	0.00	13.38	13.38	yes	4270.22

Proses iterasi berlanjut hingga tidak ada perbedaan defleksi dan beban pada iterasi terakhir dengan iterasi sebelumnya. Pada iterasi kelima, tidak didapatkan perbedaan nilai

defleksi dan beban lateral, sehingga proses iterasi pada penggalian pertama telah selesai. Tekanan lateral tanah yang membebani dinding dapat dilihat pada **Tabel 5.83** dan **Tabel 5.84**. Hasil defleksi yang terjadi dapat dilihat pada **Tabel 5.85** dan **Gambar 5.28**. Untuk hasil dari proses iterasi dapat dilihat pada **Lampiran**.

Tabel 5.83 Perhitungan Tekanan Tanah di Depan Dinding pada Iterasi Terakhir

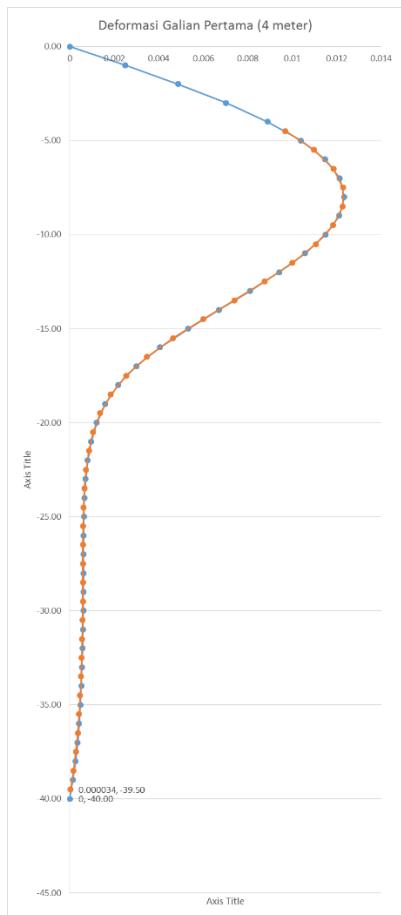
H	Po	Deformation (m)	ks(t/m ³)	P _{p max} (t)	P _p	Actual P _p	Spring	
4.50	0.25	0.009692	1003.47	2.25	9.98	2.25	no	0
5.50	0.75	0.010989	1003.47	2.75	11.78	2.75	no	0
6.50	1.25	0.011859	1003.47	3.25	13.15	3.25	no	0
7.50	1.55	0.012286	715.28	2.55	10.34	2.55	no	0
8.50	1.87	0.012268	1003.47	3.87	14.18	3.87	no	0
9.50	2.39	0.011845	1003.47	4.39	14.27	4.39	no	0
10.50	2.91	0.011067	1003.47	4.91	14.01	4.91	no	0
11.50	3.47	0.010006	1579.86	7.47	19.28	7.47	no	0
12.50	4.07	0.008757	1291.67	7.07	15.38	7.07	no	0
13.50	4.67	0.007394	1291.67	7.67	14.22	7.67	no	0
14.50	5.27	0.005998	1291.67	8.27	13.02	8.27	no	0
15.50	5.87	0.004463	3354.17	16.87	21.47	16.87	no	0
16.50	6.47	0.003475	2875.00	15.47	16.46	15.47	no	0
17.50	7.07	0.002535	2395.83	14.07	13.15	13.15	yes	2395.83
18.50	7.66	0.001846	2395.83	14.66	12.09	12.09	yes	2395.83
19.50	8.24	0.001367	2395.83	15.24	11.52	11.52	yes	2395.83
20.50	8.87	0.001052	2395.83	15.87	11.39	11.39	yes	2395.83
21.50	9.58	0.000854	2395.83	16.58	11.62	11.62	yes	2395.83
22.50	10.30	0.000732	2635.42	18.30	12.23	12.23	yes	2635.42
23.50	11.07	0.000659	3593.75	23.07	13.44	13.44	yes	3593.75
24.50	11.90	0.000662	3593.75	23.90	14.13	14.13	yes	3593.75
25.50	12.72	0.0006	3833.33	25.72	15.02	15.02	yes	3833.33
26.50	13.60	0.000592	4312.50	29.60	16.15	16.15	yes	4312.50
27.50	14.43	0.000592	4481.62	31.43	17.08	17.08	yes	4481.62
28.50	15.15	0.000592	4072.92	29.15	17.56	17.56	yes	4072.92
29.50	15.86	0.000585	4072.92	29.86	18.24	18.24	yes	4072.92
30.50	16.50	0.000574	3833.33	29.50	18.70	18.70	yes	3833.33
31.50	17.14	0.000556	4072.92	31.14	19.40	19.40	yes	4072.92
32.50	17.85	0.000532	4312.50	33.85	20.14	20.14	yes	4312.50
33.50	18.56	0.000503	4312.50	34.56	20.73	20.73	yes	4312.50
34.50	19.27	0.000465	4988.97	39.27	21.59	21.59	yes	4988.97
35.50	19.91	0.000418	4819.85	38.91	21.93	21.93	yes	4819.85
36.50	20.59	0.000357	4650.74	38.59	22.25	22.25	yes	4650.74
37.50	21.38	0.000274	4650.74	39.38	22.65	22.65	yes	4650.74
38.50	22.16	0.000166	4988.97	42.16	22.99	22.99	yes	4988.97
39.50	22.91	0.000034	8540.44	66.91	23.20	23.20	yes	8540.44

Tabel 5.84 Perhitungan Tekanan Tanah di Belakang Dinding pada Iterasi Terakhir

H	Po	Deformasi (m)	ks (t/m3)	Pa min (t)	Pa	Pa Actual	Spring	
0.00	0.59	0	501.74	0.00	0.59	0.59	yes	501.74
1.00	1.71	0.002484	1003.47	0.01	-0.79	0.01	no	0.00
2.00	2.41	0.004861	1147.57	0.12	-3.17	0.12	no	0.00
3.00	3.10	0.007028	1291.67	0.16	-5.98	0.16	no	0.00
4.00	3.66	0.008896	1147.57	1.16	-6.55	1.16	no	0.00
5.00	4.16	0.010395	1003.47	2.16	-6.27	2.16	no	0.00
6.00	4.66	0.011483	1003.47	2.66	-6.86	2.66	no	0.00
7.00	5.11	0.012133	859.38	3.61	-5.31	3.61	no	0.00
8.00	5.32	0.012336	859.38	3.82	-5.28	3.82	no	0.00
9.00	5.79	0.012111	1003.47	3.79	-6.36	3.79	no	0.00
10.00	6.31	0.011503	1003.47	4.31	-5.23	4.31	no	0.00
11.00	6.84	0.010574	1291.67	3.84	-6.82	3.84	no	0.00
12.00	7.43	0.009409	1435.76	3.93	-6.08	3.93	no	0.00
13.00	8.03	0.008094	1291.67	5.03	-2.42	5.03	no	0.00
14.00	8.63	0.006705	1291.67	5.63	-0.03	5.63	no	0.00
15.00	9.23	0.005325	1003.47	7.23	3.89	7.23	no	0.00
16.00	9.83	0.004056	1795.14	8.83	2.55	8.83	no	0.00
17.00	10.44	0.002984	2635.42	2.44	2.57	2.57	yes	2635.42
18.00	11.03	0.002175	2395.83	4.03	5.82	5.82	yes	2395.83
19.00	11.61	0.001597	2395.83	4.61	7.79	7.79	yes	2395.83
20.00	12.21	0.001208	2395.83	5.21	9.31	9.31	yes	2395.83
21.00	12.88	0.000958	2395.83	5.88	10.59	10.59	yes	2395.83
22.00	13.60	0.000803	2515.63	6.10	11.58	11.58	yes	2515.63
23.00	14.34	0.000709	3114.58	4.34	12.13	12.13	yes	3114.58
24.00	15.15	0.000656	3593.75	3.15	12.79	12.79	yes	3593.75
25.00	15.97	0.000629	3713.54	3.47	13.63	13.63	yes	3713.54
26.00	16.81	0.000617	4072.92	2.31	14.29	14.29	yes	4072.92
27.00	17.70	0.000615	4397.06	1.20	15.00	15.00	yes	4397.06
28.00	18.45	0.000618	2240.81	2.95	17.06	17.06	yes	2240.81
29.00	19.16	0.000614	4072.92	5.16	16.66	16.66	yes	4072.92
30.00	19.86	0.000606	3953.13	6.36	17.46	17.46	yes	3953.13
31.00	20.46	0.000593	3953.13	6.96	18.12	18.12	yes	3953.13
32.00	21.16	0.000573	4192.71	6.16	18.75	18.75	yes	4192.71
33.00	21.86	0.000548	4312.50	5.86	19.50	19.50	yes	4312.50
34.00	22.57	0.000515	4312.50	4.57	20.35	20.35	yes	4312.50
35.00	23.27	0.000474	4904.41	3.77	20.95	20.95	yes	4904.41
36.00	23.89	0.000422	4735.29	5.39	21.89	21.89	yes	4735.29
37.00	24.65	0.000352	4650.74	6.65	23.01	23.01	yes	4650.74
38.00	25.43	0.000258	4819.85	6.43	24.19	24.19	yes	4819.85
39.00	26.21	0.000138	6764.71	3.01	25.27	25.27	yes	6764.71
40.00	13.38	0	4270.22	0.00	13.38	13.38	yes	4270.22

Tabel 5. 85 Defleksi Dinding pada Iterasi Terakhir

H	δ (m)	H	δ (m)
0	0	4.5	0.009692
1	0.002484	5.5	0.010989
2	0.004861	6.5	0.011859
3	0.007028	7.5	0.012286
4	0.008896	8.5	0.012268
5	0.010395	9.5	0.011845
6	0.011483	10.5	0.011067
7	0.012133	11.5	0.010006
8	0.012336	12.5	0.008757
9	0.01211	13.5	0.007394
10	0.011503	14.5	0.005998
11	0.010574	15.5	0.00465
12	0.009409	16.5	0.003475
13	0.008094	17.5	0.002535
14	0.006705	18.5	0.001846
15	0.005325	19.5	0.001367
16	0.004056	20.5	0.001052
17	0.002984	21.5	0.000854
18	0.002175	22.5	0.000732
19	0.001597	23.5	0.000659
20	0.001208	24.5	0.00062
21	0.000958	25.5	0.0006
22	0.000803	26.5	0.000592
23	0.000709	27.5	0.000592
24	0.000656	28.5	0.000592
25	0.000629	29.5	0.000585
26	0.000617	30.5	0.000574
27	0.000615	31.5	0.000556
28	0.000618	32.5	0.000532
29	0.000614	33.5	0.000503
30	0.000606	34.5	0.000465
31	0.000593	35.5	0.000418
32	0.000573	36.5	0.000357
33	0.000548	37.5	0.000274
34	0.000515	38.5	0.000166
35	0.000474	39.5	0.000034
36	0.000422		
37	0.000352		
38	0.000258		
39	0.000138		
40	0		



Gambar 5. 28 Defleksi Dinding Pada Iterasi Terakhir Pengalian Pertama

ii. Penggalian Kedua

Setelah penggalian pertama selesai, pelat lantai akan dibangun sebelum dilakukan penggalian fase kedua dimana pelat lantai akan berfungsi sebagai strut/penahan dari dinding pada saat penggalian fase kedua dilakukan, sehingga pada penggalian fase kedua akan mempertimbangkan defleksi dinding pada penggalian fase pertama dan juga penambahan strut berupa pelat lantai.

Penggalian kedua dimulai setelah pelat lantai cukup kuat untuk menahan beban sendiri dan tekanan latearl tanah. Penggalian kedua dimulai pada elevasi -4.00 hingga elevasi -11.00 yang mengakibatkan tekanan tanah di depan dinding dan tekanan air pori berubah. Contoh perhitungan besar beban akibat tekanan tanah dapat dilihat pada **Tabel 5.86**, sedangkan perhitungan lengkapnya dapat dilihat pada **Lampiran** dan tekanan air pori dapat dilihat pada **Tabel 5.87**. Tidak ada perubahan pada tekanan tanah di belakang dinding karena tidak ada penggalian, sehingga tidak ada perubahan elevasi. Perhitungan tekanan tanah sesuai dengan perhitungan sebelumnya dan dapat dilihat pada **Tabel 5.88**.

Tabel 5.86 Tekanan Tanah di Depan Dinding pada Penggalian Fase Kedua

Titik	H (m)	Ketebalan (m)	γ' (t/m ³)	$\sigma'z$ (t/m ²)	ϕ	Cu (t/m ²)	Ko	σ_h (t/m ²)	ka	kp	σ_h min (t/m ²)	σ_h maks (t/m ²)
11a	11	1	0.12	0.00	0	2.00	1	0.00	1	1	-2.83	4.00
11b	12		0.12	0.12	0	2.00	1	0.60	1	1	-3.43	4.12
12a	12	1	0.12	0.12	0	1.50	1	0.60	1	1	-4.43	3.12
12b	13		0.12	0.24	0	1.50	1	1.20	1	1	-4.55	3.24
13a	13	1	0.12	0.24	0	1.50	1	1.20	1	1	-4.55	3.24
13b	14		0.12	0.36	0	1.50	1	1.80	1	1	-4.67	3.36
14a	14	1	0.60	0.36	0	1.50	1	1.80	1	1	-5.63	3.36
14b	15		0.60	0.96	0	1.50	1	2.40	1	1	-6.23	3.96

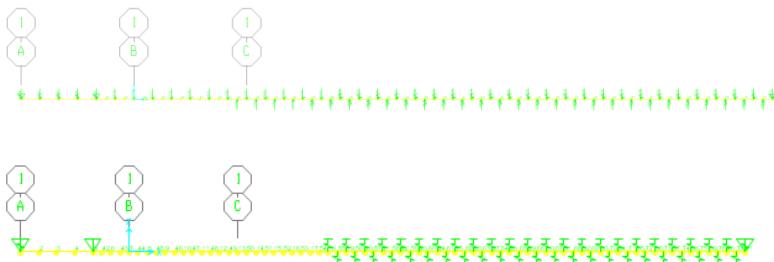
Tabel 5. 87 Tekanan Air Pori Pada Penggalian Fase Kedua

Titik	H	σ_w (t/m ²)
1	0	0
2	11	11
3	40	0

Tabel 5. 88 Gaya Lateral Tanah di Depan Dinding Pada Penggalian Fase Kedua

Kedalaman	Po	Pa min	Pp max	Ks
11.50	0.30	-3.13	4.30	1128.47
12.50	0.90	-4.73	3.90	922.62
13.50	1.50	-5.33	4.50	922.62
14.50	2.10	-5.93	5.10	922.62
15.50	2.70	0.00	13.70	2395.83
16.50	3.30	-1.13	12.30	2053.57
17.50	3.91	-3.74	10.91	1711.31
18.50	4.49	-4.33	11.49	1711.31
19.50	5.07	-4.90	12.07	1711.31
20.50	5.70	-5.53	12.70	1711.31
21.50	6.41	-6.24	13.41	1711.31
22.50	7.13	-5.96	15.13	1882.44
23.50	7.90	-2.74	19.90	2566.96
24.50	8.73	-3.56	20.73	2566.96
25.50	9.55	-3.38	22.55	2738.10
26.50	10.43	-1.26	26.43	3080.36
27.50	11.26	-1.09	28.26	3201.16
28.50	11.98	-4.81	25.98	2909.23
29.50	12.69	-5.52	26.69	2909.23
30.50	13.33	-7.16	26.33	2738.10
31.50	13.97	-6.80	27.97	2909.23
32.50	14.68	-5.51	30.68	3080.36
33.50	15.39	-6.22	31.39	3080.36
34.50	16.10	-2.93	36.10	3563.55
35.50	16.74	-4.57	35.74	3442.75
36.50	17.42	-6.25	35.42	3321.95
37.50	18.21	-7.04	36.21	3321.95
38.50	18.99	-5.82	38.99	3563.55
39.50	19.74	0.00	63.74	6100.32

Analisis dinding dapat dilakukan setelah beban terpusat dari dua sisi dinding dimasukan. Defleksi dinding di penggalian pertama iterasi terakhir akan dimasukan sebagai beban *ground displacement* pada analisis iterasi pertama penggalian kedua ini. Perhitungan beban terpusat pada iterasi pertama ini dapat dilihat pada **Tabel 5.89** untuk beban di sisi belakang dinding dan **Tabel 5.90** untuk beban di sisi depan dinding. Setelah itu, beban tersebut dimasukan ke dalam program bantu SAP2000 yang dapat dilihat pada **Gambar 5.29**.



Gambar 5. 29 Beban Lateral Tanah dan Tekanan Air pada SAP2000

Tabel 5.89 Beban Terpusat Tanah di Belakang Dinding pada Iterasi Pertama Penggalian Kedua

H	Po	Deformasi (m)	ks (t/m3)	Pa min (t)	Pa	Pa Actual	Spring	
0.00	0.59	0	501.74	0.00	0.59	0.59	yes	501.74
1.00	1.71	0.002484	1003.47	0.01	-0.79	0.01	no	0
2.00	2.41	0.004861	1147.57	0.12	-3.17	0.12	no	0
3.00	3.10	0.007028	1291.67	0.16	-5.98	0.16	no	0
4.00	3.66	0.008896	1147.57	1.16	-6.55	1.16	no	0
5.00	4.16	0.010395	1003.47	2.16	-6.27	2.16	no	0
6.00	4.66	0.011483	1003.47	2.66	-6.86	2.66	no	0
7.00	5.11	0.012133	859.38	3.61	-5.31	3.61	no	0
8.00	5.32	0.012336	859.38	3.82	-5.28	3.82	no	0
9.00	5.79	0.012111	1003.47	3.79	-6.36	3.79	no	0
10.00	6.31	0.011503	1003.47	4.31	-5.23	4.31	no	0
11.00	6.84	0.010574	1291.67	3.84	-6.82	3.84	no	0
12.00	7.43	0.009409	1435.76	3.93	-6.08	3.93	no	0
13.00	8.03	0.008094	1291.67	5.03	-2.42	5.03	no	0
14.00	8.63	0.006705	1291.67	5.63	-0.03	5.63	no	0
15.00	9.23	0.005325	1003.47	7.23	3.89	7.23	no	0
16.00	9.83	0.004056	1795.14	8.83	2.55	8.83	no	0
17.00	10.44	0.002984	2635.42	2.44	2.57	2.57	yes	2635.42
18.00	11.03	0.002175	2395.83	4.03	5.82	5.82	yes	2395.83
19.00	11.61	0.001597	2395.83	4.61	7.79	7.79	yes	2395.83
20.00	12.21	0.001208	2395.83	5.21	9.31	9.31	yes	2395.83
21.00	12.88	0.000958	2395.83	5.88	10.59	10.59	yes	2395.83
22.00	13.60	0.000803	2515.63	6.10	11.58	11.58	yes	2515.63
23.00	14.34	0.000709	3114.58	4.34	12.13	12.13	yes	3114.58
24.00	15.15	0.000656	3593.75	3.15	12.79	12.79	yes	3593.75
25.00	15.97	0.000629	3713.54	3.47	13.63	13.63	yes	3713.54
26.00	16.81	0.000617	4072.92	2.31	14.29	14.29	yes	4072.92
27.00	17.70	0.000615	4397.06	1.20	15.00	15.00	yes	4397.06
28.00	18.45	0.000618	2240.81	2.95	17.06	17.06	yes	2240.81
29.00	19.16	0.000614	4072.92	5.16	16.66	16.66	yes	4072.92
30.00	19.86	0.000606	3953.13	6.36	17.46	17.46	yes	3953.13
31.00	20.46	0.000593	3953.13	6.96	18.12	18.12	yes	3953.13
32.00	21.16	0.000573	4192.71	6.16	18.75	18.75	yes	4192.71
33.00	21.86	0.000548	4312.50	5.86	19.50	19.50	yes	4312.50
34.00	22.57	0.000515	4312.50	4.57	20.35	20.35	yes	4312.50
35.00	23.27	0.000474	4904.41	3.77	20.95	20.95	yes	4904.41
36.00	23.89	0.000422	4735.29	5.39	21.89	21.89	yes	4735.29
37.00	24.65	0.000352	4650.74	6.65	23.01	23.01	yes	4650.74
38.00	25.43	0.000258	4819.85	6.43	24.19	24.19	yes	4819.85
39.00	26.21	0.000138	6764.71	3.01	25.27	25.27	yes	6764.71
40.00	13.38	0	4270.22	0.00	13.38	13.38	yes	4270.22

Tabel 5.90 Beban Terpusat Tanah di Depan Dinding pada Iterasi Pertama Penggalian Kedua

H	Po	Deformasi	ks	Pp max	Pp	Pp Actual	spring	
11.50	0.30	0.010006	1579.86	4.30	16.11	4.30	no	0
12.50	0.90	0.008757	1291.67	3.90	12.21	3.90	no	0
13.50	1.50	0.007394	1291.67	4.50	11.05	4.50	no	0
14.50	2.10	0.005998	1291.67	5.10	9.85	5.10	no	0
15.50	2.70	0.00465	3354.17	13.70	18.30	13.70	no	0
16.50	3.30	0.003475	2875.00	12.30	13.30	12.30	no	0
17.50	3.91	0.002535	2395.83	10.91	9.98	9.98	yes	2395.83
18.50	4.49	0.001846	2395.83	11.49	8.92	8.92	yes	2395.83
19.50	5.07	0.001367	2395.83	12.07	8.35	8.35	yes	2395.83
20.50	5.70	0.001052	2395.83	12.70	8.22	8.22	yes	2395.83
21.50	6.41	0.000854	2395.83	13.41	8.45	8.45	yes	2395.83
22.50	7.13	0.000732	2635.42	15.13	9.06	9.06	yes	2635.42
23.50	7.90	0.000659	3593.75	19.90	10.27	10.27	yes	3593.75
24.50	8.73	0.00062	3593.75	20.73	10.96	10.96	yes	3593.75
25.50	9.55	0.0006	3833.33	22.55	11.85	11.85	yes	3833.33
26.50	10.43	0.000592	4312.50	26.43	12.98	12.98	yes	4312.50
27.50	11.26	0.000592	4481.62	28.26	13.91	13.91	yes	4481.62
28.50	11.98	0.000592	4072.92	25.98	14.39	14.39	yes	4072.92
29.50	12.69	0.000585	4072.92	26.69	15.07	15.07	yes	4072.92
30.50	13.33	0.000574	3833.33	26.33	15.53	15.53	yes	3833.33
31.50	13.97	0.000556	4072.92	27.97	16.24	16.24	yes	4072.92
32.50	14.68	0.000532	4312.50	30.68	16.97	16.97	yes	4312.50
33.50	15.39	0.000503	4312.50	31.39	17.56	17.56	yes	4312.50
34.50	16.10	0.000465	4988.97	36.10	18.42	18.42	yes	4988.97
35.50	16.74	0.000418	4819.85	35.74	18.76	18.76	yes	4819.85
36.50	17.42	0.000357	4650.74	35.42	19.08	19.08	yes	4650.74
37.50	18.21	0.000274	4650.74	36.21	19.48	19.48	yes	4650.74
38.50	18.99	0.000166	4988.97	38.99	19.82	19.82	yes	4988.97
39.50	19.74	0.000034	8540.44	63.74	20.03	20.03	yes	8540.44

Hasil yang didapatkan dari proses iterasi adalah besar defleksi dari tiap titik tangkap beban terpusat. Hasil defleksi akan mempengaruhi kerja pegas/spring tanah pada titik tersebut serta akan mempengaruhi besar tekanan aktif dan pasifnya. Hasil dari defleksi pada iterasi pertama ditunjukkan oleh **Tabel 5.91**.

Tabel 5.91 Defleksi Dinding pada Iterasi Pertama Penggalian Kedua

H	δ (m)	H	δ (m)
0	0	11.50	0.02673
1	0.001933	12.50	0.025655
2	0.003979	13.50	0.023709
3	0.006256	14.50	0.021044
4	0.008896	15.50	0.017872
5	0.012525	16.50	0.014502
6	0.016279	17.50	0.011286
7	0.019817	18.50	0.008591
8	0.022847	19.50	0.006463
9	0.025137	20.50	0.004867
10	0.026526	21.50	0.003721
11	0.026917	22.50	0.002931
12	0.026314	23.50	0.002414
13	0.02479	24.50	0.002106
14	0.022462	25.50	0.001941
15	0.019515	26.50	0.001867
16	0.016211	27.50	0.001848
17	0.012845	28.50	0.001846
18	0.00988	29.50	0.001835
19	0.007469	30.50	0.00181
20	0.005616	31.50	0.001762
21	0.004258	32.50	0.001689
22	0.003303	33.50	0.001591
23	0.002659	34.50	0.001465
24	0.002256	35.50	0.001308
25	0.002028	36.50	0.001111
26	0.001915	37.50	0.000857
27	0.001873	38.50	0.000541
28	0.001872	39.50	0.000167
29	0.001865		
30	0.001849		
31	0.001814		
32	0.001754		
33	0.001671		
34	0.001561		
35	0.00142		
36	0.001246		
37	0.001023		
38	0.00074		
39	0.000393		
40	0		

Dengan hasil perhitungan di atas, proses iterasi berikutnya dapat dilakukan dan besar beban *ground displacement* tidak diubah sama sekali. Iterasi dilakukan sebanyak 6 (enam) kali guna mendapatkan hasil yang diinginkan. Hasil dari proses iterasi keenam akan ditunjukkan pada **Tabel 5.92** dan **Tabel 5.93**. Hasil dan bentuk defleksi dinding setelah penggalian kedua selesai dapat dilihat pada **Tabel 5.94** dan **Gambar 5.30**.

Tabel 5.92 Besar Tekanan Lateral Tanah di Depan Dinding Pada Iterasi Keenam

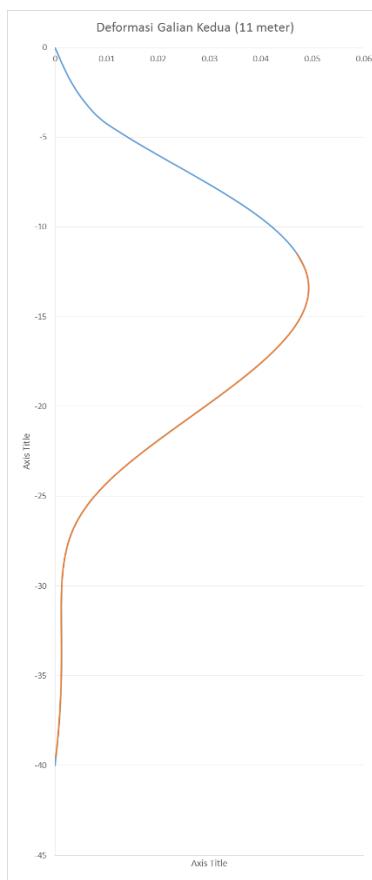
H	Po	Deformasi	ks	Pp max	Pp	Pp Actual	spring	
11.50	0.30	0.047027	1579.86	4.30	74.60	4.30	no	0
12.50	0.90	0.048776	1291.67	3.90	63.90	3.90	no	0
13.50	1.50	0.049277	1291.67	4.50	65.15	4.50	no	0
14.50	2.10	0.048557	1291.67	5.10	64.82	5.10	no	0
15.50	2.70	0.046699	3354.17	13.70	159.34	13.70	no	0
16.50	3.30	0.043886	2875.00	12.30	129.48	12.30	no	0
17.50	3.91	0.040292	2395.83	10.91	100.44	10.91	no	0
18.50	4.49	0.036106	2395.83	11.49	91.00	11.49	no	0
19.50	5.07	0.031511	2395.83	12.07	80.57	12.07	no	0
20.50	5.70	0.026698	2395.83	12.70	69.67	12.70	no	0
21.50	6.41	0.021862	2395.83	13.41	58.79	13.41	no	0
22.50	7.13	0.017201	2635.42	15.13	52.46	15.13	no	0
23.50	7.90	0.012921	3593.75	19.90	54.34	19.90	no	0
24.50	8.73	0.009231	3593.75	20.73	41.90	20.73	no	0
25.50	9.55	0.006257	3833.33	22.55	33.54	22.55	no	0
26.50	10.43	0.004068	4312.50	26.43	27.97	26.43	no	0
27.50	11.26	0.002652	4481.62	28.26	23.14	23.14	yes	4481.62
28.50	11.98	0.001829	4072.92	25.98	19.43	19.43	yes	4072.92
29.50	12.69	0.001407	4072.92	26.69	18.42	18.42	yes	4072.92
30.50	13.33	0.001242	3833.33	26.33	18.09	18.09	yes	3833.33
31.50	13.97	0.001212	4072.92	27.97	18.91	18.91	yes	4072.92
32.50	14.68	0.001235	4312.50	30.68	20.01	20.01	yes	4312.50
33.50	15.39	0.001257	4312.50	31.39	20.81	20.81	yes	4312.50
34.50	16.10	0.001242	4988.97	36.10	22.30	22.30	yes	4988.97
35.50	16.74	0.001173	4819.85	35.74	22.40	22.40	yes	4819.85
36.50	17.42	0.001037	4650.74	35.42	22.25	22.25	yes	4650.74
37.50	18.21	0.000822	4650.74	36.21	22.03	22.03	yes	4650.74
38.50	18.99	0.000527	4988.97	38.99	21.62	21.62	yes	4988.97
39.50	19.74	0.000163	8540.44	63.74	21.14	21.14	yes	8540.44

Tabel 5.93 Besar Tekanan Lateral Tanah di Belakang Dinding Pada Iterasi Keenam

H	Po	Deformasi (m)	ks (t/m3)	Pa min (t)	Pa	Pa Actual	Spring	
0.00	0.59	0	501.74	0.00	0.59	0.59	yes	501.736111
1.00	1.71	0.001514	1003.47	0.01	0.19	0.19	yes	1003.47222
2.00	2.41	0.003293	1147.57	0.12	-1.37	0.12	no	0
3.00	3.10	0.00565	1291.67	0.16	-4.20	0.16	no	0
4.00	3.66	0.008896	1147.57	1.16	-6.55	1.16	no	0
5.00	4.16	0.014107	1003.47	2.16	-9.99	2.16	no	0
6.00	4.66	0.020022	1003.47	2.66	-15.43	2.66	no	0
7.00	5.11	0.026173	859.38	3.61	-17.38	3.61	no	0
8.00	5.32	0.032141	859.38	3.82	-22.30	3.82	no	0
9.00	5.79	0.037568	1003.47	3.79	-31.91	3.79	no	0
10.00	6.31	0.042162	1003.47	4.31	-36.00	4.31	no	0
11.00	6.84	0.045701	1291.67	3.84	-52.19	3.84	no	0
12.00	7.43	0.048062	1435.76	3.93	-61.57	3.93	no	0
13.00	8.03	0.049189	1291.67	5.03	-55.50	5.03	no	0
14.00	8.63	0.049074	1291.67	5.63	-54.75	5.63	no	0
15.00	9.23	0.047772	1003.47	7.23	-38.70	7.23	no	0
16.00	9.83	0.045419	1795.14	8.83	-71.70	8.83	no	0
17.00	10.44	0.042183	2635.42	2.44	-100.73	2.44	no	0
18.00	11.03	0.038273	2395.83	4.03	-80.66	4.03	no	0
19.00	11.61	0.03386	2395.83	4.61	-69.51	4.61	no	0
20.00	12.21	0.029132	2395.83	5.21	-57.59	5.21	no	0
21.00	12.88	0.024285	2395.83	5.88	-45.30	5.88	no	0
22.00	13.60	0.019512	2515.63	6.10	-35.48	6.10	no	0
23.00	14.34	0.015016	3114.58	4.34	-32.43	4.34	no	0
24.00	15.15	0.01101	3593.75	3.15	-24.42	3.15	no	0
25.00	15.97	0.007668	3713.54	3.47	-12.50	3.47	no	0
26.00	16.81	0.005082	4072.92	2.31	-3.89	2.31	no	0
27.00	17.70	0.003294	4397.06	1.20	3.22	3.22	yes	4397.05882
28.00	18.45	0.002205	2240.81	2.95	13.51	13.51	yes	2240.80882
29.00	19.16	0.0016	4072.92	5.16	12.65	12.65	yes	4072.91667
30.00	19.86	0.001325	3953.13	6.36	14.62	14.62	yes	3953.125
31.00	20.46	0.001241	3953.13	6.96	15.56	15.56	yes	3953.125
32.00	21.16	0.001247	4192.71	6.16	15.93	15.93	yes	4192.70833
33.00	21.86	0.001276	4312.50	5.86	16.36	16.36	yes	4312.5
34.00	22.57	0.001284	4312.50	4.57	17.04	17.04	yes	4312.5
35.00	23.27	0.001244	4904.41	3.77	17.17	17.17	yes	4904.41176
36.00	23.89	0.001145	4735.29	5.39	18.47	18.47	yes	4735.29412
37.00	24.65	0.000971	4650.74	6.65	20.13	20.13	yes	4650.73529
38.00	25.43	0.000717	4819.85	6.43	21.98	21.98	yes	4819.85294
39.00	26.21	0.000586	6764.71	3.01	23.60	23.60	yes	6764.70588
40.00	13.38	0	4270.22	0.00	13.38	13.38	yes	4270.22059

Tabel 5. 94 Defleksi Dinding pada Akhir Penggalian Kedua

H	δ (m)	H	δ (m)
0	0	11.50	0.047027
1	0.001514	12.50	0.048776
2	0.003293	13.50	0.049277
3	0.00565	14.50	0.048557
4	0.008896	15.50	0.046699
5	0.014107	16.50	0.043886
6	0.020022	17.50	0.040292
7	0.026173	18.50	0.036106
8	0.032141	19.50	0.031511
9	0.037568	20.50	0.026698
10	0.042162	21.50	0.021862
11	0.045701	22.50	0.017201
12	0.048062	23.50	0.012921
13	0.049189	24.50	0.009231
14	0.049074	25.50	0.006257
15	0.047772	26.50	0.004068
16	0.045419	27.50	0.002652
17	0.042183	28.50	0.001829
18	0.038273	29.50	0.001407
19	0.03386	30.50	0.001242
20	0.029132	31.50	0.001212
21	0.024285	32.50	0.001235
22	0.019512	33.50	0.001257
23	0.015016	34.50	0.001242
24	0.01101	35.50	0.001173
25	0.007668	36.50	0.001037
26	0.005082	37.50	0.000822
27	0.003294	38.50	0.000527
28	0.002205	39.50	0.000163
29	0.0016		
30	0.001325		
31	0.001241		
32	0.001247		
33	0.001276		
34	0.001284		
35	0.001244		
36	0.001145		
37	0.000971		
38	0.000717		
39	0.000386		
40	0		



Gambar 5. 30 Defleksi Dinding pada Akhir Penggalian Kedua

iii. Penggalian Ketiga

Setelah penggalian kedua selesai, pelat lantai akan dibangun sebelum dilakukan penggalian fase ketiga dimana pelat lantai akan berfungsi sebagai strut/penahan dari dinding pada saat penggalian fase ketiga dilakukan, sehingga pada penggalian fase ketiga akan mempertimbangkan defleksi dinding pada penggalian fase kedua dan juga penambahan strut berupa pelat lantai.

Penggalian ketiga dimulai setelah pelat lantai cukup kuat untuk menahan beban sendiri dan tekanan latearl tanah. Penggalian ketiga dimulai pada elevasi -11.00 hingga elevasi -20.00 yang mengakibatkan tekanan tanah di depan dinding dan tekanan air pori berubah. Contoh perhitungan besar beban akibat tekanan tanah dapat dilihat pada **Tabel 5.95**, sedangkan perhitungan lengkapnya dapat dilihat pada **Lampiran** dan tekanan air pori dapat dilihat pada **Tabel 5.96**. Tidak ada perubahan pada tekanan tanah di belakang dinding karena tidak ada penggalian, sehingga tidak ada perubahan elevasi. Perhitungan tekanan tanah sesuai dengan perhitungan sebelumnya dan dapat dilihat pada **Tabel 5.97**.

Tabel 5.95 Tekanan Tanah di Depan Dinding pada Penggalian Fase Ketiga

Titik	H (m)	Ketebalan (m)	γ' (t/m ³)	$\sigma'z$ (t/m ²)	ϕ	C_u (t/m ²)	Ko	σ_h (t/m ²)	ka	kp	σ_h min (t/m ²)	σ_h maks (t/m ²)
20a	20	1	0.58	0.00	0	5.33	1	0.00	1	1	-5.19	10.67
20b	21		0.58	0.58	0	5.33	1	0.58	1	1	-5.77	11.25
21a	21	1	0.58	0.58	0	5.33	1	0.58	1	1	-5.77	11.25
21b	22		0.58	1.16	0	5.33	1	1.16	1	1	-6.35	11.83
22a	22	1	0.58	1.16	0	5.33	1	1.16	1	1	-6.35	11.83
22b	23		0.58	1.74	0	5.33	1	1.74	1	1	-6.93	12.41
23a	23	1	0.58	1.74	0	5.33	1	1.74	1	1	-6.93	12.41
23b	24		0.58	2.32	0	5.33	1	2.32	1	1	-7.51	12.99
24a	24	1	0.82	2.32	0	10	1	2.32	1	1	-17.43	22.07
24b	25		0.82	3.14	0	10	1	3.14	1	1	-18.25	22.89
25a	25	1	0.82	3.14	0	10	1	3.14	1	1	-18.25	22.89
25b	26		0.82	3.97	0	10	1	3.97	1	1	-19.08	23.72

Tabel 5. 96 Tekanan Air Pori pada Penggalian Fase Ketiga

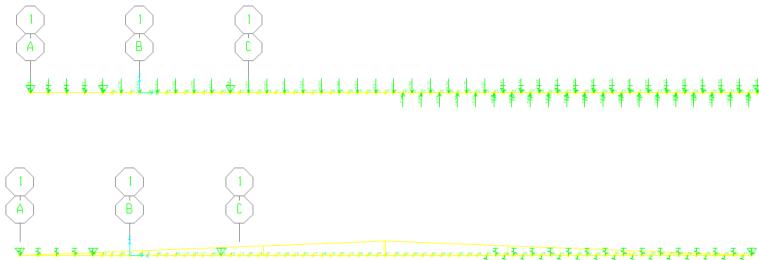
Titik	H	σ_w (t/m ²)
1	0	0
2	20	20
3	40	0

Tabel 5. 97 Gaya Lateral Tanah di Depan Dinding pada Penggalian Fase Ketiga

Kedalaman n (m)	Pa min (t)	Pp max (t)	Po (t)	Ks (t/m)
20.50	-5.53	7.34	0.34	2395.83
21.50	-6.24	8.05	1.05	2395.83
22.50	-5.96	9.77	1.77	2635.42
23.50	-2.74	14.54	2.54	3593.75
24.50	-3.56	15.37	3.37	3593.75
25.50	-3.38	17.19	4.19	3833.33
26.50	-1.26	21.07	5.07	4312.50
27.50	-1.09	22.89	5.89	4481.62
28.50	-4.81	20.61	6.61	4072.92
29.50	-5.52	21.33	7.33	4072.92
30.50	-7.16	20.97	7.97	3833.33
31.50	-6.80	22.61	8.61	4072.92
32.50	-5.51	25.32	9.32	4312.50
33.50	-6.22	26.03	10.03	4312.50
34.50	-2.93	30.74	10.74	4988.97
35.50	-4.57	30.38	11.38	4819.85
36.50	-6.25	30.06	12.06	4650.74
37.50	-7.04	30.85	12.85	4650.74
38.50	-5.82	33.63	13.63	4988.97
39.50	0.00	58.38	14.38	8540.44

Analisis dinding dapat dilakukan setelah beban terpusat dari dua sisi dinding dimasukan. Defleksi dinding di penggalian kedua iterasi terakhir akan dimasukan sebagai beban *ground displacement* pada analisis iterasi pertama penggalian ketiga ini. Perhitungan beban terpusat pada iterasi pertama ini

dapat dilihat pada **Tabel 5.98** untuk beban di sisi depan dinding dan **Tabel 5.99** untuk beban di sisi belakang dinding. Setelah itu, beban tersebut dimasukan ke dalam program bantu SAP2000 yang dapat dilihat pada **Gambar 5.31**.



Gambar 5.31 Beban Lateral Tanah dan Tekanan Air pada SAP2000

Tabel 5.98 Beban Terpusat Tanah Lateral di Depan Dinding pada Iterasi Pertama Penggalian Ketiga

H	Po	Deformasi	ks	Pp max	Pp	Pp Actual	spring	
20.50	0.34	0.026698	2395.83	7.34	64.31	7.34	no	0
21.50	1.05	0.021862	2395.83	8.05	53.42	8.05	no	0
22.50	1.77	0.017201	2635.42	9.77	47.10	9.77	no	0
23.50	2.54	0.012921	3593.75	14.54	48.98	14.54	no	0
24.50	3.37	0.009231	3593.75	15.37	36.54	15.37	no	0
25.50	4.19	0.006257	3833.33	17.19	28.17	17.19	no	0
26.50	5.07	0.004068	4312.50	21.07	22.61	21.07	no	0
27.50	5.89	0.002652	4481.62	22.89	17.78	17.78	yes	4481.62
28.50	6.61	0.001829	4072.92	20.61	14.06	14.06	yes	4072.92
29.50	7.33	0.001407	4072.92	21.33	13.06	13.06	yes	4072.92
30.50	7.97	0.001242	3833.33	20.97	12.73	12.73	yes	3833.33
31.50	8.61	0.001212	4072.92	22.61	13.54	13.54	yes	4072.92
32.50	9.32	0.001235	4312.50	25.32	14.64	14.64	yes	4312.50
33.50	10.03	0.001257	4312.50	26.03	15.45	15.45	yes	4312.50
34.50	10.74	0.001242	4988.97	30.74	16.93	16.93	yes	4988.97
35.50	11.38	0.001173	4819.85	30.38	17.04	17.04	yes	4819.85
36.50	12.06	0.001037	4650.74	30.06	16.88	16.88	yes	4650.74
37.50	12.85	0.000822	4650.74	30.85	16.67	16.67	yes	4650.74
38.50	13.63	0.000527	4988.97	33.63	16.26	16.26	yes	4988.97
39.50	14.38	0.000163	8540.44	58.38	15.77	15.77	yes	8540.44

Tabel 5.99 Beban Terpusat Tanah Lateral di Belakang Dinding pada Iterasi Pertama Penggalian Ketiga

H	Po	Deformasi (m)	ks (t/m3)	Pa min (t)	Pa	Pa Actual	Spring
0.00	0.59	0	501.74	0	0.59	0.59	yes 501.7361111
1.00	1.71	0.001514	1003.47	0.01	0.19	0.19	yes 1003.472222
2.00	2.41	0.003293	1147.57	0.12	-1.37	0.12	no 0
3.00	3.10	0.00565	1291.67	0.16	-4.20	0.16	no 0
4.00	3.66	0.008896	1147.57	1.16	-6.55	1.16	no 0
5.00	4.16	0.014107	1003.47	2.16	-9.99	2.16	no 0
6.00	4.66	0.020022	1003.47	2.66	-15.43	2.66	no 0
7.00	5.11	0.026173	859.38	3.61	-17.38	3.61	no 0
8.00	5.32	0.032141	859.38	3.82	-22.30	3.82	no 0
9.00	5.79	0.037568	1003.47	3.79	-31.91	3.79	no 0
10.00	6.31	0.042162	1003.47	4.31	-36.00	4.31	no 0
11.00	6.84	0.045701	1291.67	3.84	-52.19	3.84	no 0
12.00	7.43	0.048062	1435.76	3.93	-61.57	3.93	no 0
13.00	8.03	0.049189	1291.67	5.03	-55.50	5.03	no 0
14.00	8.63	0.049074	1291.67	5.63	-54.75	5.63	no 0
15.00	9.23	0.047772	1003.47	7.23	-38.70	7.23	no 0
16.00	9.83	0.045419	1795.14	8.83	-71.70	8.83	no 0
17.00	10.44	0.042183	2635.42	2.44	-100.73	2.44	no 0
18.00	11.03	0.038273	2395.83	4.03	-80.66	4.03	no 0
19.00	11.61	0.03386	2395.83	4.61	-69.51	4.61	no 0
20.00	12.21	0.029132	2395.83	5.21	-57.59	5.21	no 0
21.00	12.88	0.024285	2395.83	5.88	-45.30	5.88	no 0
22.00	13.60	0.019512	2515.63	6.10	-35.48	6.10	no 0
23.00	14.34	0.015016	3114.58	4.34	-32.43	4.34	no 0
24.00	15.15	0.01101	3593.75	3.15	-24.42	3.15	no 0
25.00	15.97	0.007668	3713.54	3.47	-12.50	3.47	no 0
26.00	16.81	0.005082	4072.92	2.31	-3.89	2.31	no 0
27.00	17.70	0.003294	4397.06	1.20	3.22	3.22	yes 4397.058824
28.00	18.45	0.002205	2240.81	2.95	13.51	13.51	yes 2240.808824
29.00	19.16	0.0016	4072.92	5.16	12.65	12.65	yes 4072.916667
30.00	19.86	0.001325	3953.13	6.36	14.62	14.62	yes 3953.125
31.00	20.46	0.001241	3953.13	6.96	15.56	15.56	yes 3953.125
32.00	21.16	0.001247	4192.71	6.16	15.93	15.93	yes 4192.708333
33.00	21.86	0.001276	4312.50	5.86	16.36	16.36	yes 4312.5
34.00	22.57	0.001284	4312.50	4.57	17.04	17.04	yes 4312.5
35.00	23.27	0.001244	4904.41	3.77	17.17	17.17	yes 4904.411765
36.00	23.89	0.001145	4735.29	5.39	18.47	18.47	yes 4735.294118
37.00	24.65	0.000971	4650.74	6.65	20.13	20.13	yes 4650.735294
38.00	25.43	0.000717	4819.85	6.43	21.98	21.98	yes 4819.852941
39.00	26.21	0.000386	6764.71	3.01	23.60	23.60	yes 6764.705882
40.00	13.38	0	4270.22	0	13.38	13.38	yes 4270.220588

Hasil yang didapatkan dari proses iterasi adalah besar defleksi dari tiap titik tangkap beban terpusat. Hasil defleksi akan mempengaruhi kerja pegas/spring tanah pada titik tersebut serta akan mempengaruhi besar tekanan aktif dan pasifnya. Hasil dari defleksi pada iterasi pertama ditunjukkan oleh **Tabel 5.100**.

Tabel 5. 100 Defleksi Dinding pada Iterasi Pertama Penggalian Ketiga

H	δ (m)	H	δ (m)
0	0	20.50	0.075602
1	0.001826	21.50	0.068825
2	0.003802	22.50	0.06059
3	0.006095	23.50	0.051363
4	0.008896	24.50	0.041699
5	0.012813	25.50	0.032162
6	0.017308	26.50	0.023298
7	0.022256	27.50	0.016079
8	0.027577	28.50	0.010767
9	0.033253	29.50	0.0071
10	0.039335	30.50	0.004802
11	0.045941	31.50	0.003499
12	0.054169	32.50	0.002854
13	0.062382	33.50	0.002585
14	0.069924	34.50	0.002468
15	0.076239	35.50	0.00235
16	0.080879	36.50	0.002124
17	0.083517	37.50	0.001728
18	0.084004	38.50	0.001141
19	0.082261	39.50	0.000388
20	0.078336		
21	0.072431		
22	0.064874		
23	0.056079		
24	0.046564		
25	0.036893		
26	0.027639		
27	0.019435		
28	0.01323		
29	0.008752		
30	0.005819		
31	0.004067		
32	0.003134		
33	0.00271		
34	0.002542		
35	0.002441		
36	0.002281		
37	0.001976		
38	0.001485		
39	0.00081		
40	0		

Dengan hasil perhitungan di atas, proses iterasi berikutnya dapat dilakukan dan besar beban *ground displacement* tidak diubah sama sekali. Pada iterasi kedua, defleksi terbesar *soldier pile* didapatkan sebesar 10.83 cm pada kedalaman 18 meter dengan hasil perhitungan dapat dilihat pada **Tabel 5.101** di bawah ini.

Tabel 5. 101 Defleksi Iterasi Kedua Penggalian Fase Ketiga

H	δ (m)	H	δ (m)
0	0	20.5	0.106372
1	0.001899	21.5	0.102152
2	0.003925	22.5	0.095854
3	0.00621	23.5	0.087815
4	0.008896	24.5	0.078465
5	0.012337	25.5	0.068239
6	0.016299	26.5	0.057594
7	0.020785	27.5	0.047007
8	0.025846	28.5	0.036899
9	0.031594	29.5	0.02762
10	0.03821	30.5	0.019505
11	0.045941	31.5	0.013023
12	0.056241	32.5	0.008272
13	0.06712	33.5	0.005118
14	0.077794	34.5	0.003173
15	0.087581	35.5	0.002054
16	0.095902	36.5	0.001418
17	0.102304	37.5	0.001001
18	0.106511	38.5	0.000628
19	0.108314	39.5	0.000206
20	0.107635		
21	0.104549		
22	0.099255		
23	0.092038		
24	0.083291		
25	0.073448		
26	0.062955		
27	0.052283		
28	0.041888		
29	0.032154		
30	0.023418		
31	0.016094		
32	0.01044		
33	0.006536		
34	0.004041		
35	0.002557		
36	0.00172		
37	0.001222		
38	0.000845		
39	0.000455		
40	0		

Dapat disimpulkan bahwa *soldier pile* berupa H – Beam 1000 x 400 x 22 x 40 dan dinding *lagging* berupa dinding beton setebal 1 meter tidak dapat digunakan dalam perencanaan ini karena nilai defleksi yang terlalu besar.

(Halaman sengaja dikosongkan)

BAB VI

METODE PELAKSANAAN KERJA DAN ESTIMASI BIAYA MATERIAL

6. 1 Umum

Pembangunan stasiun bawah tanah Bundaran HI ini membutuhkan metode pelaksanaan yang tepat karena dibangun di pertengahan jalan raya, sehingga pelaksanaan konstruksinya dapat berjalan efektif dan efisien. Metode pelaksanaan yang dipilih adalah *top-down construction* dimana pembangunan konstruksi struktur dimulai dari atas ke arah bawah tanah. Metode ini dipilih karena struktur pelat lantai stasiun bawah memiliki fungsi sebagai *wall-to-wall struting* dengan pelaksanaan pembangunan pelat lantai dimulai dari ;antai teratas kemudian dilanjutkan ke pelat lantai di bawahnya sesuai dengan tahapan galiannya.

Metode *top-down construction* memiliki beberapa keuntungan, di antaranya :

1. Mempersingkat waktu pelaksanaan konstruksi,
2. Pelat lantai memiliki kekakuan yang lebih tinggi dibandingkan *strut* baja,
3. Memiliki ruang kerja lapangan yang lebih luas

Namun, metode ini memiliki beberapa kelemahan, di antaranya :

1. Dinding rentan terhadap *displacement* yang besar jika pelat lantai mengalami susut yang besar,
2. Biaya yang relatif mahal.

Kedua alternatif perencanaan, yaitu *diaphragm wall* dan *secant pile* akan dihadapkan pada permasalahan efektifitas dan keekonomisan dalam pelaksanaan di lapangan, sehingga perlu dipilih alternatif yang paling baik dan tepat untuk

digunakan dalam pembangunan stasiun bawah tanah ini. Perbandingan keekonomisan dalam perencanaan dinding penahan tanah stasiun Bundaran HI hanya dilakukan pada estimasi volume material yang dibutuhkan pada struktur dinding penahan tanah. Dalam pelaksanaannya, terdapat langkah – langkah penggerjaan yang akan dijelaskan pada subbab berikut ini.

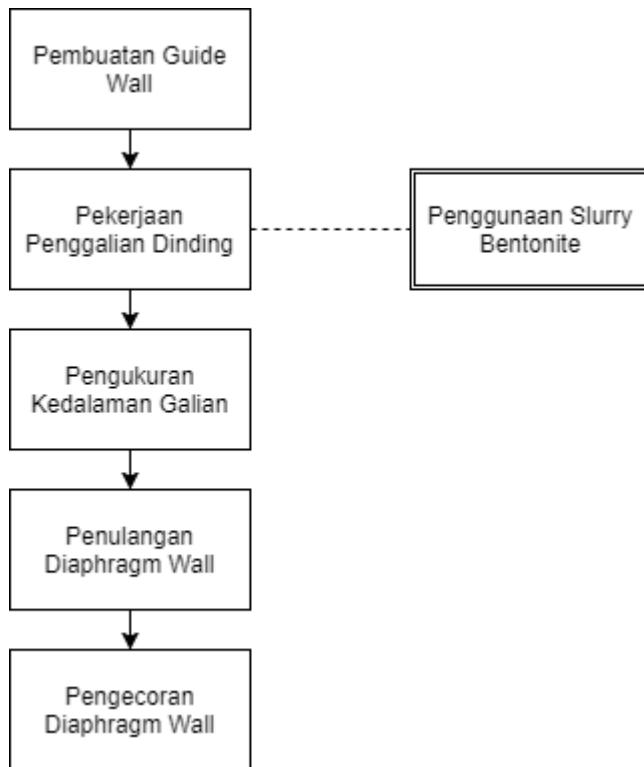
6. 2 Pekerjaan Persiapan

Sebelum pelaksanaan pekerjaan dinding dimulai dilakukan pekerjaan persiapan, yaitu :

1. Pembuatan Jalan Akses
Jalan masuk sudah tersedia melalui Jalan MH Thamrin.
2. Pengukuran
Menetapkan elevasi +0.00 , serta melakukan survey serta pengecekan titik pengeboran agar sesuai dengan rencana.
3. *Site Plan*
Melakukan perencanaan pengaturan *site plan* proyek pada lahan yang tersedia untuk dibagi menjadi kantor, gudang penyimpanan material, penempatan alat berat, barak kerja dan tempat fabrikasi, dan fasilitas temporer lainnya.
4. Alat Berat
Alat berat yang digunakan berupa *gantry crane* dan *mobile crane* untuk pemindahan material.
5. *Dewatering*
Melakukan *dewatering* agar pekerjaan galian tidak terganggu oleh adanya galian tanah. Jenis *dewatering* yang dipilih adalah *open pumping* karena jenis tanah dominan tanah berkohesi.

6.3 Metode Pelaksanaan *Diaphragm Wall*

Metode pelaksanaan *diaphragm wall* secara garis besar dijelaskan pada **Gambar 6.1** di bawah ini.



Gambar 6. 1 Flowchart Pekerjaan *Diaphragm Wall*

6.3. 1 Pembuatan Guide Wall

Guide wall adalah dinding dengan material beton bertulang yang berjarak lebih lebar dari ketebalan dinding *diaphragm wall* dan berfungsi sebagai dinding pengarah bagi *excavation grab* dalam melakukan

penggalian. Tebal dari *guide wall* ini adalah 0,5 meter dengan kedalaman 1 meter.

6.3. 2 Pekerjaan Penggalian

Pekerjaan penggalian tanah dilakukan menggunakan alat berat *hydraulic excavation grab* yang menimbulkan vibrasi yang kecil. Alat berat ini memiliki *inclinator* yang berfungsi untuk memantau ketelitian arah vertikal dan juga memiliki kemampuan untuk menahan tekanan samping dan mencegah kelongsoran ketika penggalian dilakukan. Volume galian berdasarkan dimensi panel dinding adalah $5 \times 1.4 \times 40 \text{ m}^3$ per panel.

dua alat berat, sehingga durasi pengerjaan galian dapat berjalan lebih efektif. Pembagian tugas kedua *excavator* adalah sebagai berikut ini :

1. *Excavator 1* untuk melakukan penggalian panel dinding di bagian utara dan timur.
2. *Excavator 2* untuk melakukan penggalian panel dinding di bagian selatan dan barat.

Penggalian dilakukan dengan metode *three pass excavation*, sehingga lebar galian dapat dicapai sesuai dengan lebar rencana panel *diaphragm wall* yang diilustrasikan pada **Gambar 6.2**.

6.3. 3 Pengukuran Kedalaman Galian

Kedalaman setelah penggalian dicek kembali untuk mengetahui kesesuaian penggalian dengan galian rencana menggunakan metode *supersonic wave measuring* seperti diilustrasikan pada **Gambar 6.3**.

6.3. 4 Penulangan *Diaphragm Wall*

Penulangan berupa keranjang besi difabrikasi terlebih dahulu, kemudian diangkat menggunakan *mobile crane / gantry crane* dan dimasukkan secara perlahan – lahan ke dalam galian tanah seperti ditunjukkan pada **Gambar 6.4**.

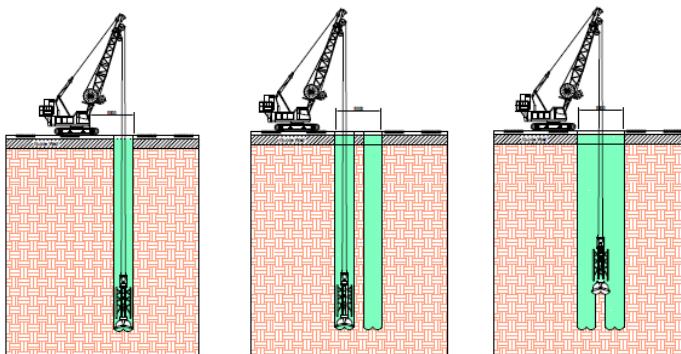
Setelah tulangan dimasukkan, perlu dilakukan pengecekan terhadap ketinggian tulangan dan waterstop seperti diilustrasikan pada **Gambar 6.5**.

6.3. 5 Pengecoran Diaphragm Wall

Pekerjaan pengecoran dilakukan setelah pekerjaan penulangan, pengecekan ketinggian tulangan serta pemasangan waterstop. Sebelum pengecoran, pipa tremie dipasang sepanjang kedalaman dinding dengan ujung bawah pipa terletak 30 cm dari dasar lubang seperti diilustrasikan pada **Gambar 6.6**. Setelah pipa tremie dipasang, pengecoran dilakukan dengan mutu beton f'_c 40 MPa. Beton dimasukkan ke dalam lubang panel dinding menggunakan *concrete mixer truck* seperti diilustrasikan pada **Gambar 6.6**.

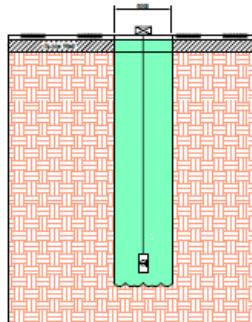
Pengerjaan penggalian sampai dengan pengecoran dilakukan per panel. Panel yang terlompati dicor ketika panel di sekitarnya telah berumur 2 (dua) hari. Ilustrasi pekerjaan *diaphragm wall* secara lengkap dapat dilihat di bawah ini.

1. Penggalian lubang panel dinding dengan alat *excavator grab* dengan kedalaman 40 meter dan digunakan *slurry bentonite* sebagai stabilisator.



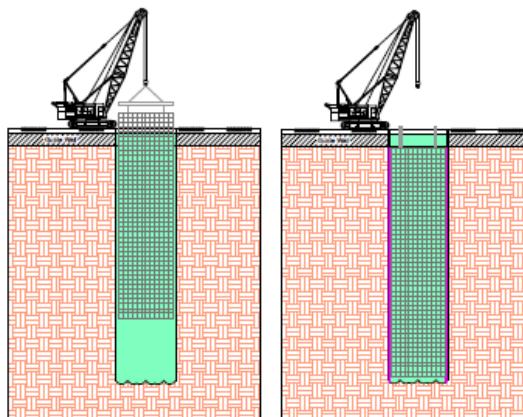
Gambar 6. 2 Ilustrasi Penggalian Panel 1 Diaphragm Wall

2. Pengukuran kedalaman galian dengan metode *supersonic wave measurement*.



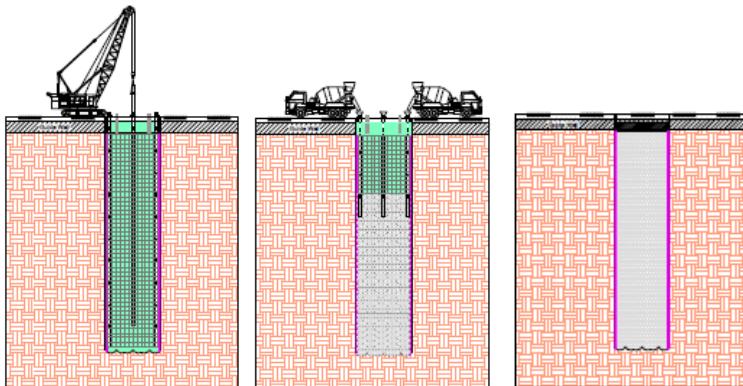
Gambar 6. 3 Ilustrasi *Supersonic Wave Measuring*

3. Penulangan *Diaphragm Wall* dan pengecekan ketinggian tulangan.



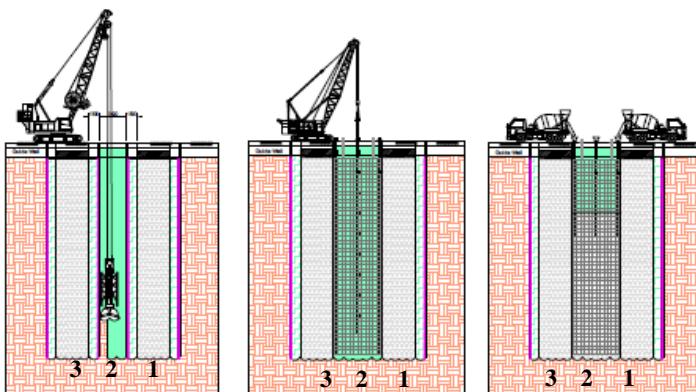
Gambar 6. 4 Proses Memasukkan Tulang ke Dalam Galian Tanah

4. Pengecoran Panel 1 *Diaphragm Wall*



Gambar 6. 5 Ilustrasi Pemasangan Pipa Tremie dan Pengecoran Beton

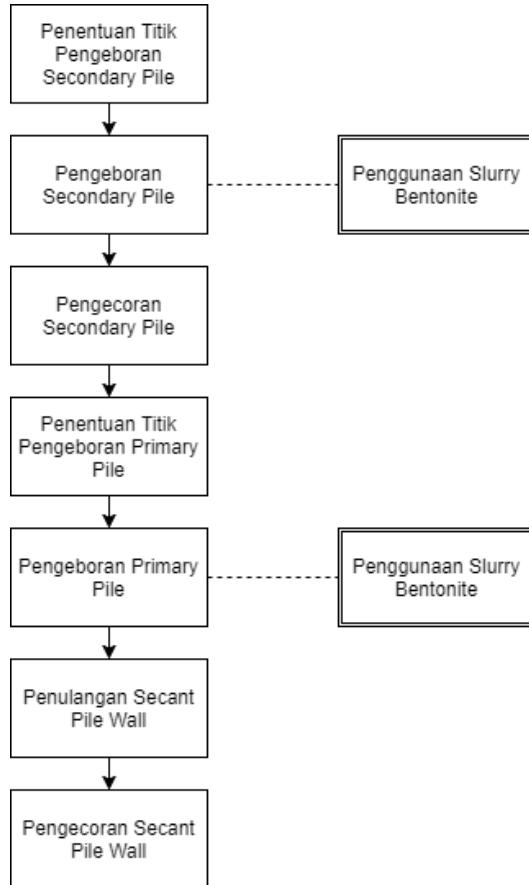
5. Penggeraan panel 3 sesuai dengan langkah – langkah nomor 1 – 4.
6. Penggeraan panel 2 yang terletak di antara panel 1 dan panel 3 yang diilustrasikan pada **Gambar 6.5** di bawah ini.



Gambar 6. 6 Ilustrasi Penggeraan Dinding Panel 2

6. 4 Metode Pelaksanaan *Secant Pile*

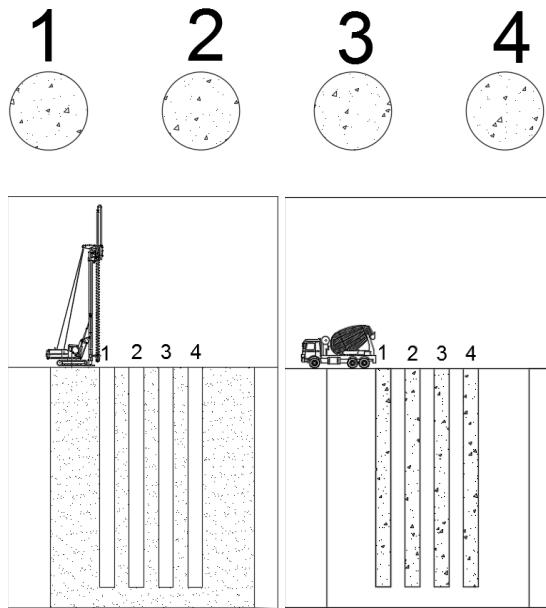
Metode pelaksanaan *secant pile wall* secara garis besar dapat dilihat pada **Gambar 6.7** di bawah ini dalam bentuk *flowchart*.



Gambar 6.7 Metode Pelaksanaan *Secant Pile Wall*

6.4. 1 Pengeboran dan Pengecoran *Secondary Pile*

Pengeboran awal menggunakan mata bor *auger* yang dipasang pada alat berat dan berfungsi untuk melonggarkan tanah yang akan dibuat lubang tiang bor dengan metode *percussion/rotary drilling*. Pengeboran dilakukan sampai dengan kedalaman 40 meter dengan jarak berselang satu tiang bor yang dapat dilihat pada Gambar 6.8.



Gambar 6.8 Penggalian dan Pengecoran *Secondary Pile*

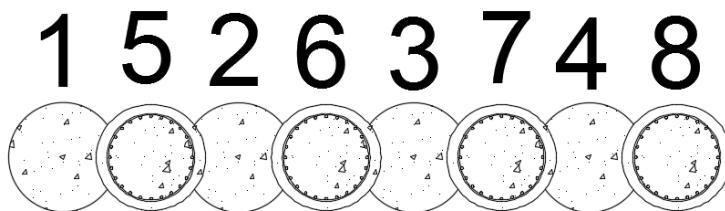
Pengeboran dilakukan bersamaan dengan masuknya *bentonite slurry* yang berperan melindungi lubang pondasi yang telah terbentuk dari keruntuhan atau penyempitan lubang (*narrowing*). Setelah itu dipasang *tremie* sesuai dengan panjang yang

direncanakan dengan ujung bawah terletak kurang lebih 30 cm dari dasar lubang untuk dilakukan pengecoran.

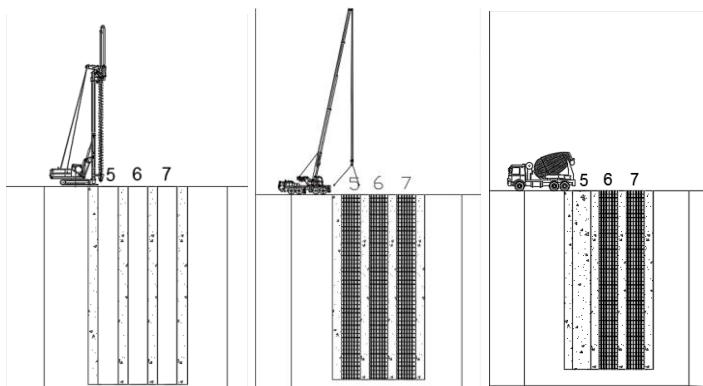
Agar terhindar dari keruntuhan tanah akibat tekanan beton, maka diperlukan pemasangan *casing* setelah pengeboran dilakukan. Setelah itu, dilakukan pengecoran beton pada tiap lubang menggunakan *concrete mixer truck* dengan bantuan pipa tremie sepanjang kedalaman dinding dengan jarak ujung bawah pipa dan dasar lubang sebesar 30 cm.

6.4. 2 Pengeboran dan Pengecoran *Primary Pile*

Penggalian *primary pile* dilakukan setelah umur *secondary pile* minimal 1 hari dengan menggunakan metode yang sama dimana posisi *primary pile* berada di antara *secondary pile* seperti ditunjukkan pada **Gambar 6.8**, sedangkan skema penggalian dan pengecoran *primary pile* dapat dilihat pada **Gambar 6.9**. Pengeboran dilakukan dengan cara *overlapping* di antara *secondary pile*, sehingga permukaan *secondary pile* akan tergerus sedikit. Perbedaan dalam pengerjaan *primary pile* adalah adanya pemasangan tulangan sebelum pengecoran. Tulangan diangkat dan dimasukkan ke dalam lubang bor sesuai dengan letak yang telah direncanakan ke dalam lubang bor dengan bantuan alat berat berupa *mobile crane*.



Gambar 6. 9 Posisi *Primary Pile* nomor 5,6,7,8 di antara *Secondary Pile*



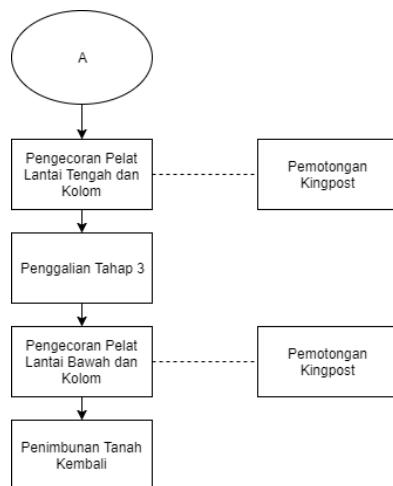
Gambar 6. 10 Skema Penggalian dan Pengecoran *Primary Pile*

6. 5 Metode Pelaksanaan Top – Down Construction

Metode pelaksanaan konstruksi *top-down* secara garis besar dijelaskan pada **Gambar 6.11** di bawah ini.



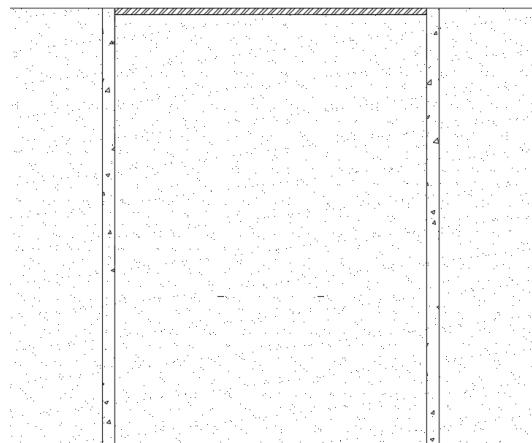
Gambar 6. 11 Metode Pelaksanaan *Top-Down Construction*



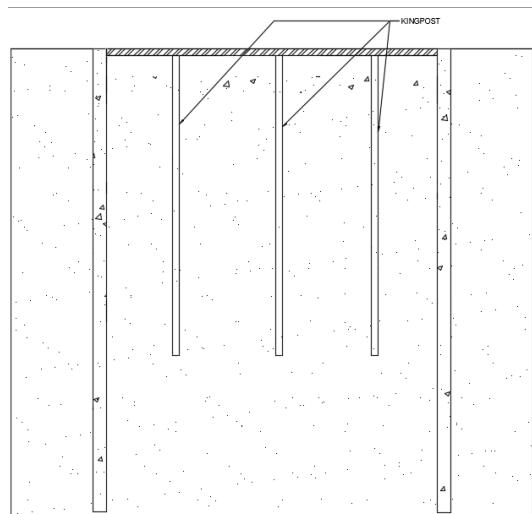
Gambar 6.11 Metode Pelaksanaan *Top-Down Construction* (Lanjutan)

Pekerjaan galian pada stasiun bawah tanah ini menggunakan metode *top-down* yang pada prinsipnya merupakan cara membangun dari atas ke bawah. Pembangunan pelat berawal dari bagian paling atas. Hal ini dilakukan dengan cara menanam terlebih dahulu dinding penahan tanah yang berfungsi sebagai *cut-off dewatering*.

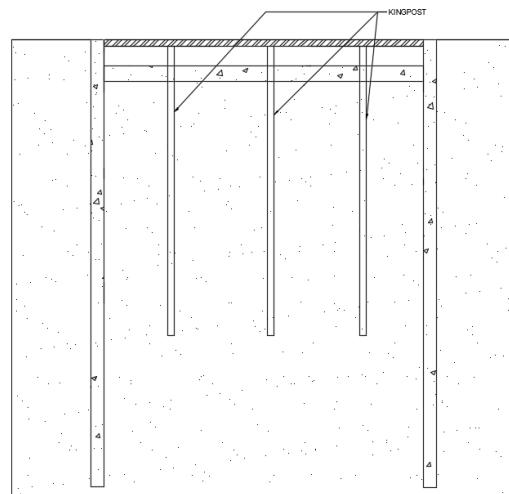
Penggalian dilakukan dari atas ke bawah secara bertahap dimana setiap tahap penggalian, pelat lantai dengan material beton bertulang dicor sebagai pengaku dinding penahan tanah. Pelat lantai dicor dengan diberi lubang dan *ramp* sementara sebagai jalan masuk bagi alat berat dan peralatan konstruksi lainnya. Untuk menahan beban pelat, digunakan *kingpost* yang terbuat dari baja *H-Beam* yang berfungsi sebagai kolom sementara, sedangkan tahapan selengkapnya dalam *Top-down Construction* dijelaskan pada **Gambar 6.12 – Gambar 6.19** di bawah ini.



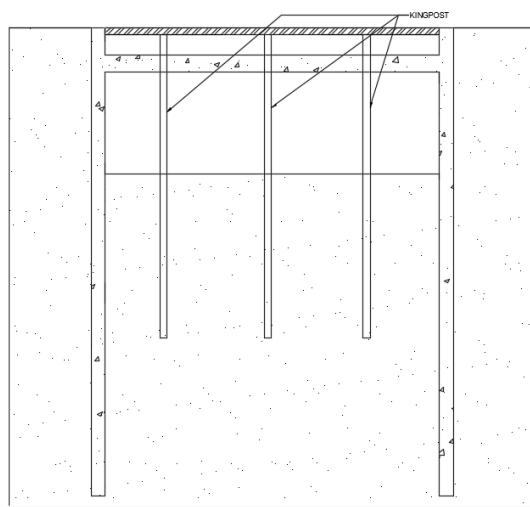
Gambar 6. 12 Pemasangan Lantai Kerja dan Pengecoran Dinding Penahan Tanah



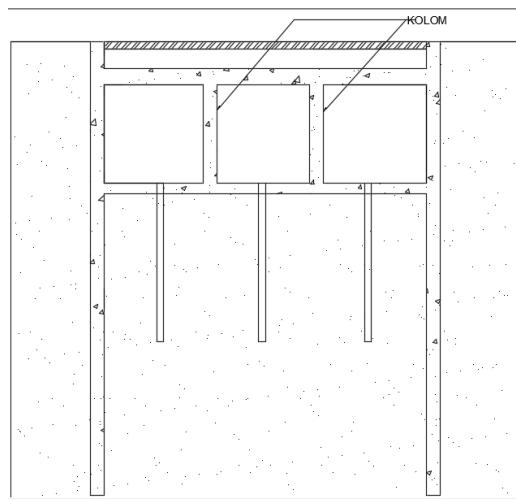
Gambar 6. 13 Penanaman Kingpost (*Temporary H – Beam as Column*)



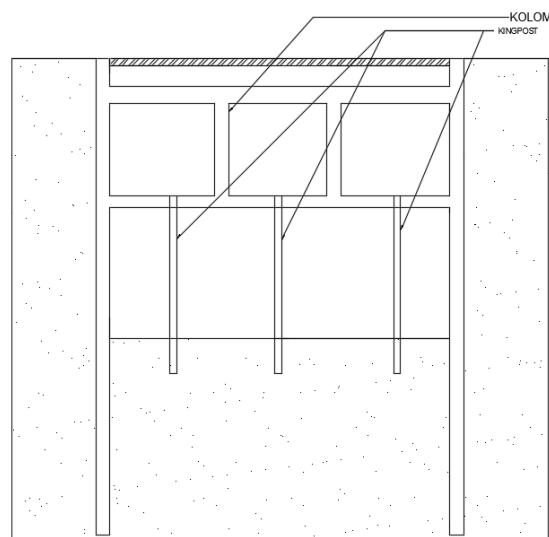
Gambar 6. 14 Penggalian Tahap 1 dan Pengecoran Pelat Lantai Atas



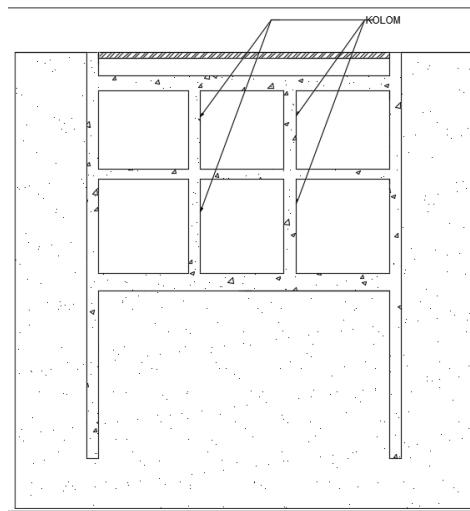
Gambar 6. 15 Penggalian Tahap 2



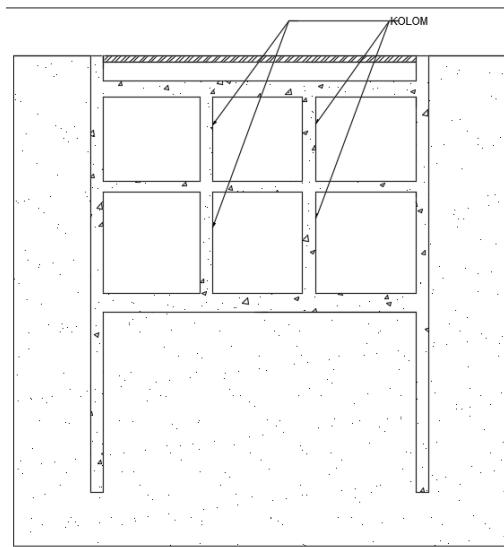
Gambar 6. 16 Pengecoran Pelat Lantai Tengah dan Kolom serta Pemotongan Kingpost



Gambar 6. 17 Penggalian Tahap 3



Gambar 6. 18 Pengecoran Pelat Lantai Bawah, Kolom, dan Pemotongan Kingpost



Gambar 6. 19 Penimbunan Tanah Kembali (*Backfill*)

6. 6 Estimasi Biaya Material Struktur Dinding Penahan Tanah

Estimasi biaya yang dihitung adalah material struktur dinding penahannya saja, seperti yang sudah dijelaskan di **Bab 2** sebelumnya. Biaya untuk penggalian, pengendalian muka air tanah, sewa alat berat, dan bagian struktural stasiun yang lainnya diabaikan karena dalam perencanaan alternatif dinding penahan tanah ini, biaya konstruksi bergantung pada kebijakan daerah dan kebijakan pasar yang tidak menentu, sehingga dapat mempengaruhi biaya konstruksi yang memakan proses serta jangka waktu yang panjang.

Estimasi biaya terdiri dari material beton dan tulangan pada dinding *Diaphragm Wall* dan *Secant Pile*, sedangkan dinding *Soldier Pile* tidak diperhitungkan karena tidak dapat memenuhi syarat defleksi maksimum, sehingga tidak dapat digunakan sebagai alternatif perencanaan. Estimasi biaya didasarkan pada perhitungan volume material yang dibutuhkan untuk struktur dinding penahan tanah sepanjang 1 m' dengan kedalaman 40 meter. Hasil estimasi biaya dapat dilihat pada **Tabel 6.1**.

Tabel 6.1 Perbandingan Estimasi Biaya Material Dinding Penahan Tanah

Jenis Dinding	Ketebalan/ Diameter (m)	Kedalaman (m)	Estimasi Material Dinding per 1m'				Biaya Konstruksi Relatif
			Tulangan Vertikal (kg)	Tulangan Horizontal (kg)	Geser (kg)	Berat Total	
<i>Diaphragm Wall</i>	1.40	40	5113.81	1849.61	801.25	7764.67	55.01
<i>Secant Pile</i>	1.50	40	7670.71	0	568.20	8238.91	69.64

BAB VII

KESIMPULAN DAN SARAN

7.1 Kesimpulan

Berdasarkan perumusan masalah, hasil perhitungan dan analisa alternatif perencanaan yang telah dilakukan, maka dapat ditarik beberapa kesimpulan dari tugas akhir ini sebagai berikut :

1. Kondisi tanah di kawasan pembangunan Stasiun Bundaran HI Jalan MH. Thamrin, Jakarta Pusat didominasi oleh tanah kohesif berupa tanah berlanau dan berlempung dengan konsistensi tanah yang bervariasi,
2. Beban – beban yang bekerja pada dinding penahan tanah Stasiun Bawah Tanah Bundaran HI adalah beban hidup berupa beban kendaraan, beban vertikal tanah, beban horisontal tanah, beban air tanah dalam kondisi hidrostatik, serta beban vertikal air tanah (*bouyancy*).
3. Dinding penahan tanah *Diaphragm Wall* direncanakan dengan tebal 1.4 meter dan kedalaman 40 meter dari permukaan tanah memiliki defleksi maksimum 3.45 centimeter berdasarkan **Tabel 5.33**, sedangkan dinding penahan tanah *Secant Pile* direncanakan dengan diameter 1.5 meter dan kedalaman 40 meter dari permukaan tanah memiliki defleksi maksimum 3.21 centimeter berdasarkan **Tabel 5.74**, dan untuk dinding penahan tanah *Soldier Pile* direncanakan menggunakan profil baja H – Beam 1000 x 400 x 22 x 40 dengan kedalaman 40 meter dari permukaan tanah tidak dapat dipilih menjadi alternatif perencanaan karena defleksi yang terjadi, 10.83 cm pada **Tabel 5.101**, pada iterasi kedua telah melampaui batas defleksi ijin,

yaitu 5 centimeter. Rekapitulasi defleksi maksimum dan momen maksimum dapat dilihat pada **Tabel 7.1** di bawah ini.

Tabel 7. 1 Rekapitulasi Defleksi Maksimum dan Momen Maksimum

Jenis Dinding	Kedalaman (m)	Deforansi Maksimum (m)	Status	Momen Maksimum (t.m)
<i>Diaphragm Wall</i>	40.00	0.035	OK	431.23
<i>Secant Pile</i>	40.00	0.032	OK	446.47
<i>Soldier Pile</i>	40	0.1083	NOT OK	-

Penulangan pada dinding *Diaphragm Wall* dan *Secant Pile* dapat dilihat pada **Tabel 7.2**, sedangkan dimensi serta penulangan pelat lantai sebagai strut pada **Tabel 7.3**.

Tabel 7. 2 Penulangan *Diaphragm Wall* dan *Secant Pile*

Jenis Dinding	Tulangan Vertikal	Tulangan Horisontal	Tulangan Geser
<i>Diaphragm Wall</i>	D36-125	D25-150	Φ19
<i>Secant Pile</i>	D36-150	-	Φ16

Tabel 7. 3 Dimensi dan Penulangan Pelat Lantai sebagai Strut

Lokasi Pelat	Tebal (m)	Tulangan Tumpuan		Tulangan Lapangan	
		Utama	Susut	Utama	Susut
Lantai Atas	1.20	D32-50	D16-500	D25-50	D16-500
Lantai Tengah	0.80	D22-40	D13-500	D22-75	D13-500
Lokasi Pelat	Tebal (m)	Tulangan Atas		Tulangan Bawah	
		Utama	Susut	Utama	Susut
Lantai Bawah	1.20	D22-75	D13-500	D22-100	D13-500

4. Kontrol *uplift* / *buoyancy* pada 2 (dua) alternatif perencanaan, yaitu *Diaphragm Wall* dan *Secant Pile* menunjukkan bahwa berat struktur dan friksi tiang yang terjadi dapat menahan gaya *uplift* yang terjadi dan hasil perhitungannya dapat dilihat pada **Tabel 7.3** di bawah ini.

Tabel 7. 4 Kontrol *Uplift / Buoyancy* Alternatif Perencanaan

Jenis Dinding	Berat Struktur	Berat Timbunan	<i>Skin Friciton</i>	<i>Qallowed</i>	<i>Uplift / Buoyancy</i>	Kontrol
	(ton)	(ton)	(ton)	(ton)	(ton)	
<i>Diaphragm Wall</i>	467.1	116	984.2	522.43	417.96	OK
<i>Secant Pile</i>	537.59	116	1054.5	569.36	417.96	OK

5. Metode konstruksi untuk seluruh perencanaan yang digunakan adalah konstruksi *top-down* dengan 3 tahap penggalian yaitu pada elevasi -4.00 meter, -11.00 meter, dan -20.00 meter dengan penggunaan proses *dewatering* untuk menurunkan muka air tanah pada konstruksi stasiun bawah tanah ini.
6. Berdasarkan analisa estimasi biaya dari segi material pada **Tabel 6.1**, dinding penahan tanah *diaphragm wall* lebih ekonomis dibandingkan dengan *secant pile* dari segi material.

7. 2 SARAN

Berdasarkan hasil perencanaan yang telah dilakukan, maka disarankan :

1. Perencanaan dinding penahan tanah yang dipilih adalah *diaphragm wall* dengan pertimbangan defleksi, metode, dan estimasi biaya material dinding penahan tanah yang lebih efektif dan efisien dibandingkan dengan *secant pile* maupun *soldier pile*.
2. Tugas akhir dapat diteliti lebih lanjut dengan menganalisa struktur keseluruhan stasiun bawah tanah karena pada tugas akhir ini hanya memperhitungkan struktur dinding penahan tanah dan pelat lantai saja.

DAFTAR PUSTAKA

- Ou, C.-Y. (2006). **Deep Excavation : Theory and Practice.** London:Taylor & Francis Group.
- Das, B. M. (1995). **Mekanika Tanah (Prinsip – prinsip Rekayasa Geoteknis).** (N. Endah & I. B. Mochtar, Trans). Surabaya:Erlangga.
- Das, B.M. (2007). **Principle of Foundation Engineering.** Toronto : Nelson.
- Principal Investigators. (2009). **Technical Manual for Design and Construction of Road Tunnels – Civil Elements.** New York:Parson Brinckherhoff.
- Wahyudi, H. (1999). **Daya Dukung Pondasi Dalam.** Surabaya : ITS.
- Badan Standarisasi Nasional. (2013). **Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung (SNI 2847-2013).** Jakarta : BSNI.
- Badan Standarisasi Nasional (2013). **Beban Minimum untuk Perencanaan Bangunan Gedung dan Struktur Lain (SNI 1727-2013).** Jakarta : BSNI.
- Nurfida Nashira Ramadhanti. 2012. **Perencanaan Dinding Diafragma untuk Basement Apartemen The East Tower Essence on Darmawangsa Jakarta.** Surabaya.
- Muhammad Hadi Fadhillah. 2013. **Alternatif Perencanaan Dinding Penahan Tanah Stasiun Bawah Tanah Dukuh Atas Dengan Diaphragm Wall, Secant Pile dan Soldier Pile pada Pembangunan Proyek Mass Rapid Transit Jakarta.** Surabaya.

LAMPIRAN - LAMPIRAN

Data Tanah 106-BR-11

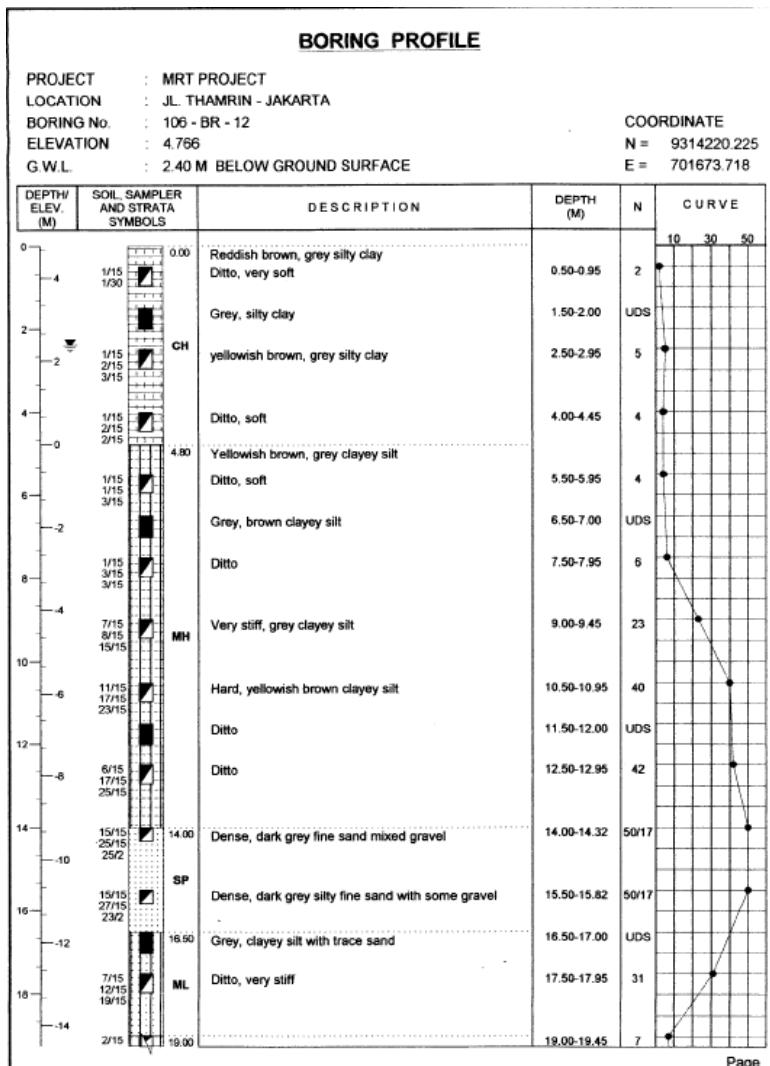
BORING PROFILE					
DEPTH/ ELEV. (M)	SOIL SAMPLER AND STRATA SYMBOLS	DESCRIPTION	DEPTH (M)	N	CURVE
0		Ruin	0.50-0.95	5	
2	2/15 1/15 3/15	Medium stiff, grey, yellowish brown clayey silt MH	1.50		
4	1/15 3/15	Grey, brownish yellow silty clay Soft, red, grey, brownish yellow silty clay LLT	1.50-2.00 2.00-2.45 2.50-3.50	4	UDS
6	1/15 3/15 5/15 1/15 1/15 2/15	Medium stiff, red, brownish yellow, grey silty clay CH	3.50-3.95	8	CR
8	1/15 1/15 5/15 1/15 1/15	Soft, brownish yellow, grey silty clay Very soft, yellowish brown, grey clayey silt with sand Ditto, brown	4.50-4.95 5.50-5.95 6.50-7.00	3	UDS
10	4/15 7/15 12/15 5/15 9/15 13/15 10/15 15/15 24/15	LLT Very stiff, brown clayey silt with sand Very stiff, dark grey clayey silt with sand	7.50-8.50 8.50-8.95 9.50-9.95	19	CR
12		Hard, grey cemented clayey silt Brown clayey silt with sand	10.50-10.95 11.50-12.00	39	UDS
14	3/15 9/15 28/15 19/15 19/15 25/15	LLT Hard, brown sandy silt with gravel Dense, dark grey cemented sand	12.50-13.50 13.50-13.95 14.50-14.95	44	CR
16	5/15 11/15 14/15	Very stiff, grey clayey silt with sand Ditto, grey	15.50-15.95 16.50-17.00	25	UDS
18	6/15 13/15 22/15	LLT Ditto, hard	17.50-18.50 18.50-18.95	35	CR

Data Tanah 106-BR-11 (Lanjutan)

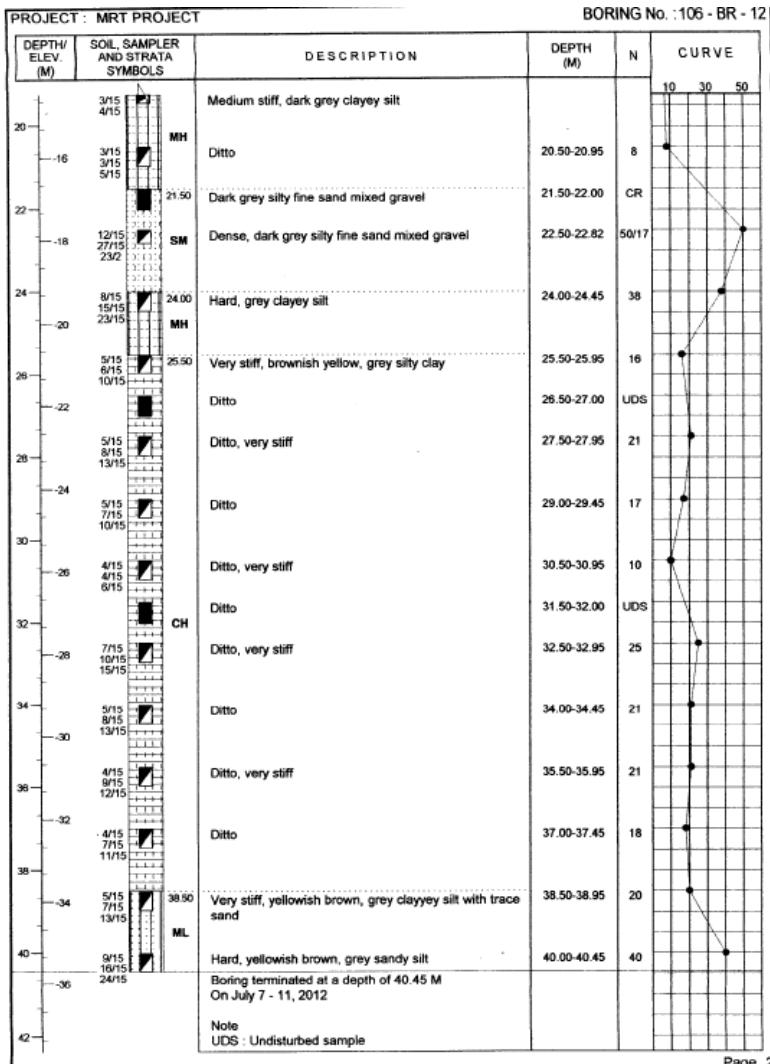
PROJECT : MRT PROJECT			BORING No.: 106 - BR 11		
DEPTH/ ELEV. (M)	SOIL, SAMPLER AND STRATA SYMBOLS	DESCRIPTION	DEPTH (M)	N	CURVE
19.50	OH	Very stiff, dark grey, black silty clay mixed decayed wood	19.50-19.95	20	10 30 50
20.50		Very stiff, dark grey clayey silt	20.50-20.95	15	
21.50-22.00	UDS	Dark grey silty clay			
22.50-23.50	UDS	LLT			
23.50-23.96	UDS	Very stiff, dark grey silty clay	23.50-23.96	15	
24.50-24.95	UDS	Very stiff, yellow, red, grey silty clay	24.50-24.95	20	
25.50-25.95	UDS	Ditto, very stiff	25.50-25.95	20	
26.50-27.00	UDS	Brownish yellow, grey silty clay	26.50-27.00		
27.50-28.50	CR	LLT			
28.50-28.95	UDS	Ditto, very stiff	28.50-28.95	16	
30.00-30.45		Ditto	30.00-30.45	22	
31.50-31.95		Ditto, hard	31.50-31.95	32	
33.00-33.45		Ditto, very stiff	33.00-33.45	30	
34.50-34.95		Ditto, hard	34.50-34.95	33	
36.00-36.45		Ditto, very stiff	36.00-36.45	29	
37.50-37.95		Ditto	37.50-37.95	30	
39.00-39.42		Hard, dark grey clayey silt	39.00-39.42	50/27	
40.50-40.83		Ditto	40.50-40.83	50/18	
42.00-42.40		Dense, blackish dark grey fine sand	42.00-42.40	50/25	

Data Tanah 106-BR-11 (Lanjutan)

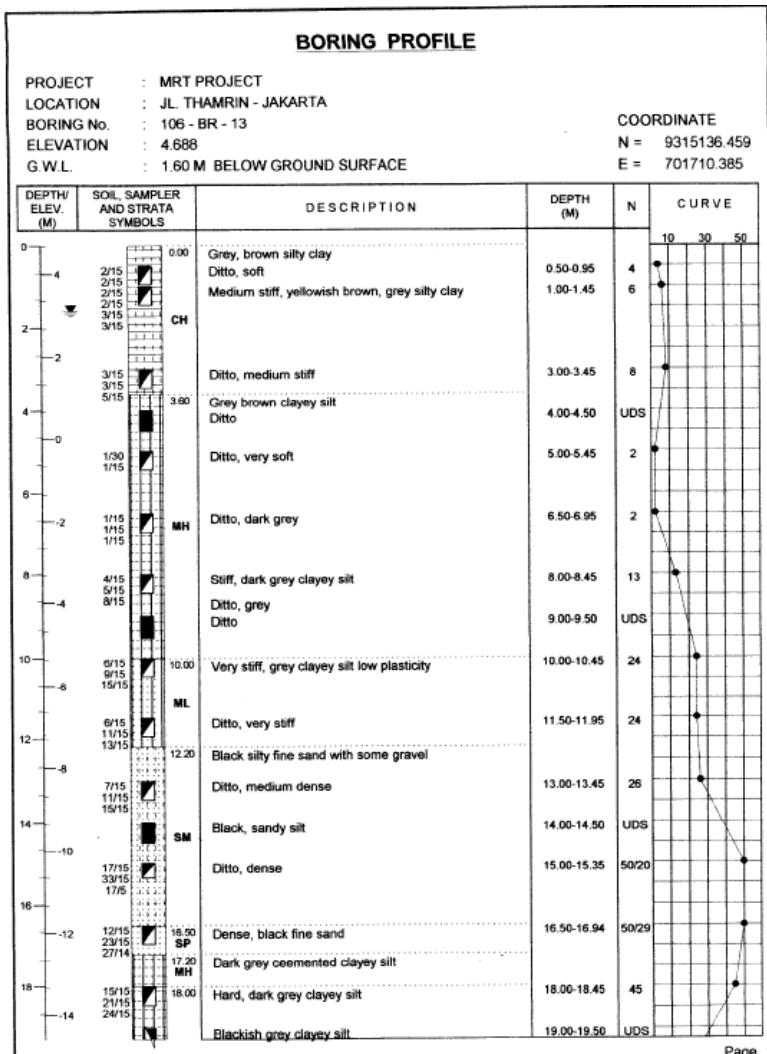
Data Tanah 106-BR-12



Data Tanah 106-BR-12 (Lanjutan)



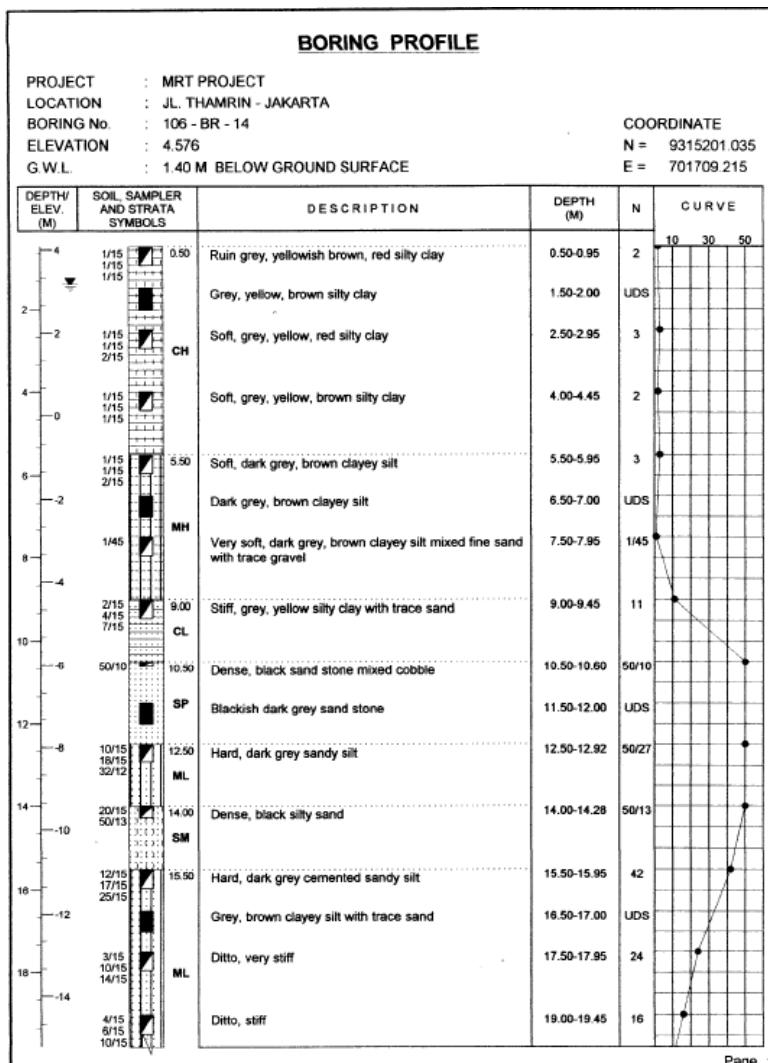
Data Tanah 106-BR-13



Data Tanah 106-BR-13 (Lanjutan)

PROJECT : MRT PROJECT		BORING No. 106 - BR - 13			
DEPTH/ ELEV. (M)	SOIL SAMPLER AND STRATA SYMBOLS	DESCRIPTION	DEPTH (M)	N	CURVE
20	MH	Ditto, very stiff	20.00-20.45	18	
-16	7/15 9/15 9/15	Grey, black silty clay mixed decayed wood	20.80		
22	CH	Ditto, stiff	21.50-21.95	13	
-18	5/15 6/15 7/15	Black cemented fine sand	22.40		
24	SP	Ditto, dense	23.00-23.10	50/10	
-20	50/10	Grey, brownish red silty clay	23.60		
28		Ditto	24.00-24.50	UDS	
-22	6/15 9/15 13/15	Very stiff, grey, brownish yellow silty clay	25.00-25.45	22	
30		Ditto	26.50-26.95	24	
-24	7/15 10/15 12/15	Ditto	28.00-28.45	22	
32		Grey, brownish yellow silty clay	29.00-29.50	UDS	
-28	6/15 8/15 12/15	Ditto	30.00-30.45	20	
34	CH	Ditto	31.50-31.95	20	
-30	6/15 9/15 13/15	Hard, yellowish brown, grey silty clay	33.00-33.45	36	
36		Ditto, very stiff	34.50-34.95	30	
-32	8/15 14/15 16/15	Ditto	36.00-36.45	29	
38		Ditto, hard	37.50-37.95	37	
-34	10/15 12/15 21/15	Hard, yellowish brown, grey silty clay with trace sand	39.00-39.45	42	
40	CL	Ditto, hard	40.50-40.86	50/21	
-36	16/15 28/15 22/6	Boring terminated at a depth of 40.36 M On July 5 - 11, 2013			

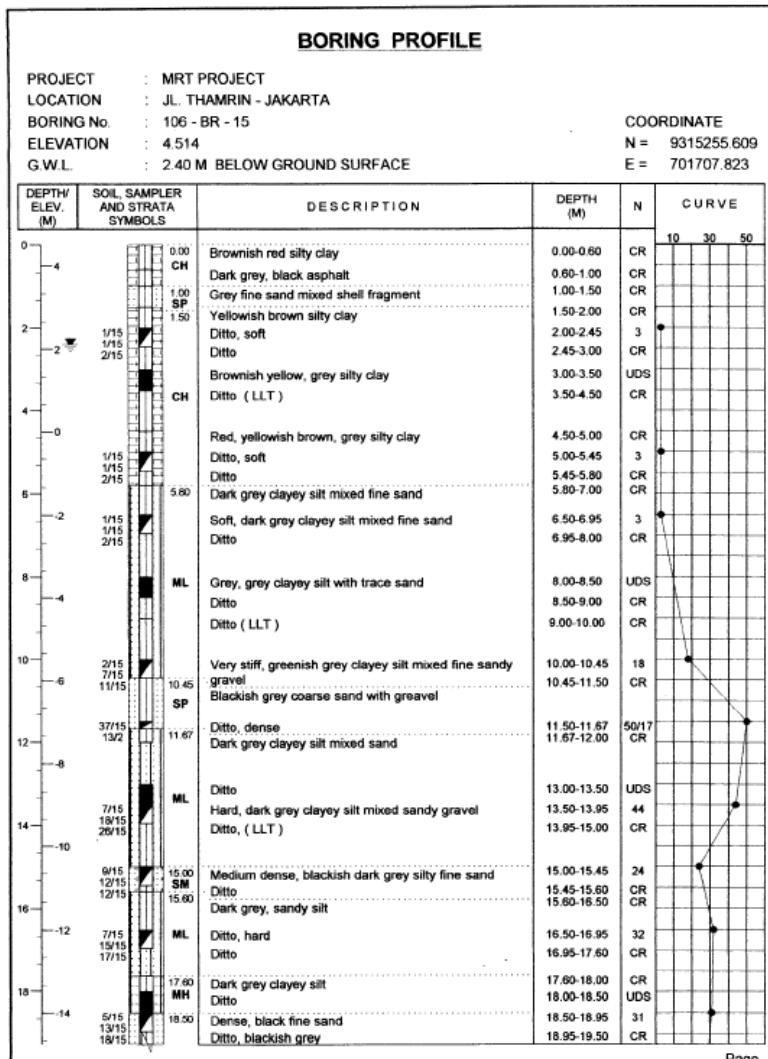
Data Tanah 106-BR-14



Data Tanah 106-BR-14 (Lanjutan)

PROJECT : MRT PROJECT		BORING No.: 106 - BR - 14			
DEPTH/ ELEV. (M)	SOIL SAMPLER AND STRATA SYMBOLS	DESCRIPTION	DEPTH (M)	N	CURVE
					10 30 50
20					
-16	2/15 2/15 5/15	20.50 OC	20.50-20.95	7	●
22		21.50 Dark grey silty clay	21.50-22.00	UDS	
-18	3/15 6/15 9/15	Ditto, medium stiff	22.50-22.95	8	●
24		24.00-24.45 Stiff, dark grey brownish yellow silty clay	24.00-24.45	15	●
-20					
26	4/15 7/15 10/15	Ditto, very stiff	25.50-25.95	17	●
-22	CH	Ditto	26.50-27.00	UDS	
28	5/15 7/15 10/15	Ditto, very stiff	27.50-27.95	17	●
-24					
30	6/15 8/15 11/15	Ditto, very stiff	29.00-29.45	19	●
-26					
32		31.50 Grey, yellowish brown clayey silt	31.50-32.00	UDS	
-28	5/15 9/15 13/15	Ditto, very stiff	32.50-32.95	22	
34	10/15 15/15 20/15	34.00 Hard, grey, yellowish brown silty clay	34.00-34.45	35	●
-30					
36	9/14 14/15 18/15	Ditto, hard	35.50-35.94	32	●
-32					
38	7/15 9/15 12/15	37.00-37.45 Ditto, very stiff	37.00-37.45	21	●
-34					
40	4/15 7/15 10/15	Ditto	38.50-38.95	17	●
-36	24/15 40/15 10/15	40.00 ML Hard, dark grey, brown cemented sandy silt Boring terminated at a depth of 40.35 M On July 13 - 17, 2013	40.00-40.35	50/20	●
42		Note UDS : Undisturbed sample			
-38					

Data Tanah 106-BR-15



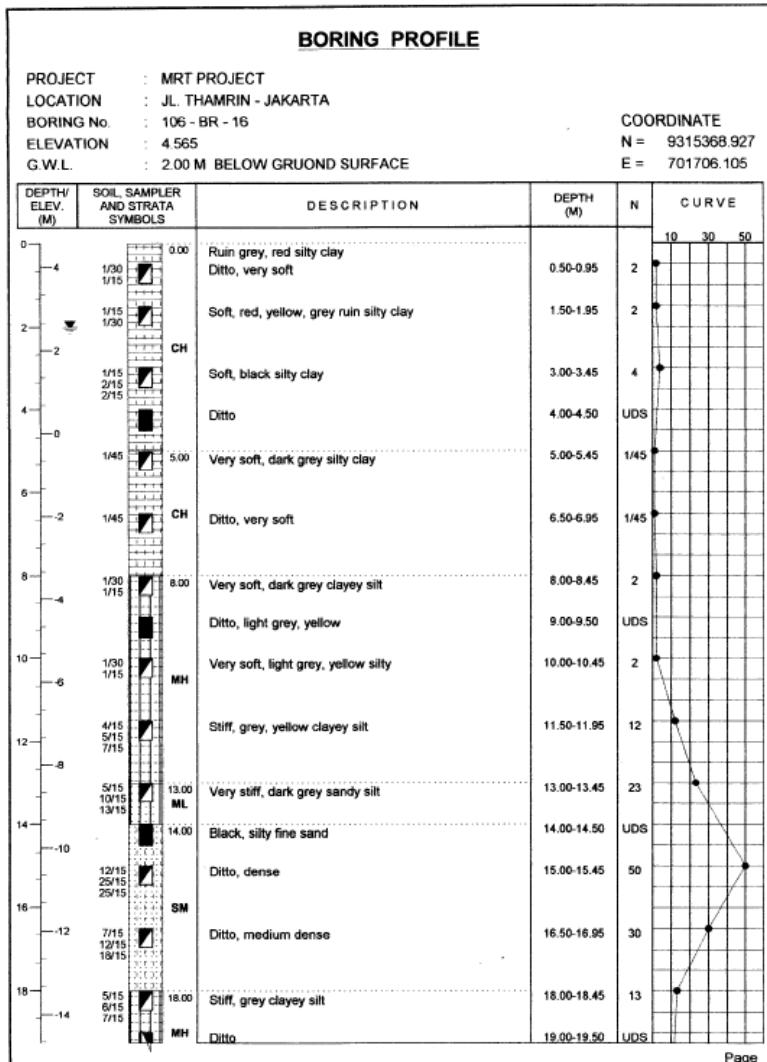
Data Tanah 106-BR-15 (Lanjutan)

PROJECT : MRT PROJECT		BORING No. : 106 - BR - 15			
DEPTH/ ELEV. (M)	SOIL SAMPLER AND STRATA SYMBOLS	DESCRIPTION	DEPTH (M)	N	CURVE
20	SP	(Casagrande) Medium dense, dark grey fine sand	19.50-20.00 20.08-20.45 20.45-20.80 20.80-21.50	CR 28 CR CR	10 30 50
-16	6/15 14/15 14/15	Ditto Dark grey silty clay	20.45 20.80		
22	4/15 6/15 6/15	Ditto, stiff	21.50-21.95	12	
-18		Ditto	21.95-23.00	CR	
24	5/15 7/15 9/15	Ditto Ditto, very stiff	23.00-23.50 23.50-23.95	UDS 16	
-20		Ditto	23.95-25.00	CR	
26	3/15 5/15 7/15	Stibrownish yellow, grey silty clay	25.00-25.45	12	
-22	5/15 7/15 11/15	Ditto	25.45-26.50	CR	
28	CH	Very stiff, yellowish brown, grey silty clay	26.50-26.95	18	
-24	3/15 6/15 8/15	Ditto	26.95-28.00	CR	
30	4/15 6/15 10/15	Ditto, stiff	28.00-28.50	UDS	
-26		Ditto	28.50-28.95	14	
32	6/15 9/15 11/15	Brownish yellow, grey silty clay	28.95-30.00	CR	
-28					
34	4/15 6/15 9/15	Ditto, very stiff	30.00-30.45	16	
-30		Ditto, stiff	30.45-31.50	CR	
36	6/15 8/15 12/15	Ditto, very stiff	31.50-31.95	20	
-32		Ditto, stiff	31.95-33.00	CR	
38	5/15 8/15 10/15	Ditto, stiff	33.00-33.45	15	
-34		Ditto	33.45-34.50	CR	
40	6/15 11/15 15/15	Very stiff, dark grey silty clay	34.50-34.95	20	
-36		Ditto	34.95-36.00	CR	
42	8/15 11/15 15/15	Very stiff, grey, brownish yellow	36.00-36.45	18	
-38		Ditto	36.45-37.50	CR	
44	6/15 13/15 23/15	Ditto, very stiff	37.50-37.95	26	
-40		Ditto	37.95-38.40	CR	
46	17/15 35/15 15/2	Grey, brownish yellow, grey clayey silt	38.40-39.00	CR	
-42		Ditto, hard	39.00-39.45	41	
48	15/15	Ditto	39.45-40.50	CR	
-44					
50	38.40	Ditto, hard	40.50-40.82	50/17	
-46		Ditto	40.82-41.60	CR	
52	41.60	Black silty fine sand	41.60-42.00	CR	
-48		Ditto, dense	42.00-42.35	50/20	

Data Tanah 106-BR-15 (Lanjutan)

PROJECT : MRT PROJECT			BORING No. : 106 - BR - 15		
DEPTH/ ELEV. (M)	SOIL SAMPLER AND STRATA SYMBOLS	DESCRIPTION	DEPTH (M)	N	CURVE
-38	28/15 22/5	Ditto	42.20-43.50	CR	10 30 50
44	SM	Dense, grey silty fine sand	43.50-43.95	42	
44	15/15 27/15	Ditto	43.95-44.80	CR	
46	7/15 15/15 19/15	44.80 Dark grey, clayey silt Ditto, hard Ditto	44.80-45.00 45.00-45.45 45.45-46.20	CR 34 CR	
46	10/15 16/15 19/15	46.20 Dark grey silty clay Ditto, hard Ditto	46.20-46.50 46.50-46.95 46.95-48.00	CR 35 CR	
48	9/15 13/15 15/15	48.00 Ditom, very stiff Ditto	48.00-48.45 48.45-49.50	28 CR	
48	9/15 11/15 13/15	Ditto, very stiff Ditto (Down Hole)	49.50-49.95 49.95-49.95	24 CR	
50		Boring terminated at a depth of 50.00 M On June 5 - 21, 2013			
52					
54					
56					
58					
60					
62					
64					
66					
68					
70					
72					
74					
76					
78					
80					
82					
84					
86					
88					
90					
92					
94					
96					
98					
100					

Data Tanah 106-BR-16



Data Tanah 106-BR-16 (Lanjutan)

PROJECT : MRT PROJECT		BORING No. : 106 - BR - 16			
DEPTH/ ELEV. (M)	SOIL SAMPLER AND STRATA SYMBOLS	DESCRIPTION	DEPTH (M)	N	CURVE
20	4/15 5/15 6/15	Stiff, dark grey, brown silty clay mixed decayed wood	20.00-20.45	11	10 30 50
16	2/15 3/15 4/15	Medium stiff, dark grey, reddish brown silty clay mixed decayed wood	21.50-21.95	7	
22	2/15 4/15 4/15	Medium stiff, grey silty clay	23.00-23.45	8	
18		Grey, silty clay	24.00-24.50	UDS	
24	5/15 6/15 10/15	Ditto, stiff	25.00-25.45	16	
20	6/15 8/15 13/15	Very stiff, grey, yellowish brown silty clay	26.50-26.95	21	
26	5/15 7/15 10/15	Ditto	28.00-28.45	17	
22	CH	Ditto, grey, brownish yellow	29.00-29.50	UDS	
30	4/15 6/15 8/15	Ditto, stiff	30.00-30.45	14	
26	4/15 6/15 8/15	Ditto	31.50-31.95	14	
28	4/15 7/15 9/15	Stiff, grey, yellowish brown silty clay	33.00-33.45	16	
34	5/15 6/15 12/15	Ditto, very stiff	34.50-34.95	18	
30	6/15 10/15 15/15	Very stiff, grey silty clay	36.00-36.45	25	
36	10/15 13/15 17/15	Very stiff, grey clayey silt	37.50-37.95	30	
32	MH	Ditto, hard	39.00-39.45	50	
38	12/15 16/15 31/15	Ditto	40.50-40.95	42	
34	12/15 17/15 25/15	Boring terminated at a depth of 40.95 M On July 13 - 17, 2013			
40					
36					
42					

Data Tanah 106-BR-17

BORING PROFILE					
PROJECT	MRT PROJECT				
LOCATION	JL. THAMRIN - JAKARTA		COORDINATE		
BORING No.	106 - BR - 17		N = 9315427.511		
ELEVATION	3.632		E = 701706.944		
G.W.L.	1.99 M BELOW GROUND SURFACE				
DEPTH/ ELEV. (M)	SOIL, SAMPLER AND STRATA SYMBOLS	DESCRIPTION	DEPTH (M)	N	CURVE
0		0.00 Grey, reddish brown silty clay	0.50-0.95	4	
	1/15 2/15	Ditto, soft			
-2	3/15 CH 4/15	Medium stiff, dark grey silty clay	1.50-1.95	8	
-4	3/15 3/15 3/15				
-6	3/15 3/15 3/15	Loose, black clayey sand with trace gravel	3.00-3.45	6	
-8	SC	Ditto	4.00-4.50	CR	
-10					
-12	LLT		5.00-6.00	CR	
-14			6.00-6.45	2	
-16	CL		7.00-7.45	3	
-18	7.00 CL	Soft, black silty clay with trace fine sand	8.00-8.45	3	
-20	8.00 1/15 1/15 2/15	Soft, dark grey, black silty clay	9.00-9.50	UDS	
-22		Ditto			
-24		LLT	10.00-11.00	CR	
-26					
-28	1/30 1/15	Soft, Brown, black silty clay mixed decayed wood	11.00-11.45	2	
-30	1/15 2/15	Ditto	12.00-12.45	4	
-32	1/15 1/15 2/15	Ditto, soft	13.00-13.45	3	
-34		Black silty clay	14.00-14.50	UDS	
-36		(LLT)	15.00-16.00	CR	
-38					
-40	2/15 4/15 7/15	Stiff, blackish dark grey silty clay	16.00-16.45	11	
-42	3/15 4/15 5/15	Ditto	17.00-17.45	9	
-44	3/15 3/15 4/15	Medium stiff, Grey silty clay	18.00-18.45	7	
-46		Ditto	19.00-19.50	UDS	

Data Tanah 106-BR-17 (Lanjutan)

PROJECT : MRT PROJECT			BORING No. : 106 - BR - 17			
DEPTH/ ELEV. (M)	SOIL SAMPLER AND STRATA SYMBOLS	DESCRIPTION	DEPTH (M)	N	C U R V E	
-16					10 30 50	
20	CH	(LLT) Medium stiff, reddish brown, grey silty clay mixed decayed wood	20.00-20.00	CR		
22	3/15 5/15 7/15	Ditto, stiff	20.50-20.95	8	.	
24	3/15 6/15 6/15	Ditto	22.00-22.45	12	.	
26		Grey silty clay	23.00-23.45	12		
28		(LLT)	24.00-24.50	UDS		
30	4/15 5/15 8/15	Stiff, grey, brownish yellow silty clay	25.00-26.00	CR		
32	3/15 5/15 7/15	Ditto	26.00-26.45	13	.	
34	5/15 10/15 21/15	Ditto, very stiff	27.00-27.45	12	.	
36	4/15 8/15 15/15	Ditto	28.00-28.45	31		
38	4/15 8/15 11/15	Ditto, very stiff	29.00-29.50	UDS		
40	11/15 21/15 24/15	Ditto	29.50-29.95	23		
42	11/15 21/15 24/15	Dense, dark grey, yellow silty fine sand (Casa grande)	30.00-31.45	50		
44	7/15 16/15 25/15	Ditto	32.00-32.45	19		
46	6/15 12/15 19/15	Dense, dark grey silty fine sand	34.00-34.45	41		
48	6/15 12/15 13/15	Very stiff, brownish yellow, grey clayey silt	35.50-35.95	31		
50	7/15 12/15 12/15	Medium dense, grey, brownish yellow silty fine sand	37.00-37.45	25	.	
52	16/15 28/15 21/10 13/15 25/15 25/15	Dense, dark grey silty fine sand Ditto, black	38.50-38.95	24		
54	SM		40.00-40.40	50/25		
56	SM		40.50-40.91	50/26		

Data Tanah 106-BR-17 (Lanjutan)

PROJECT : MRT PROJECT			BORING No.: 106 - BR - 17			
DEPTH/ELEV. (M)	SOIL SAMPLER AND STRATA SYMBOLS	DESCRIPTION	DEPTH (M)	N	CURVE	
40					10 30 50	
44	9/15 11/15 10/15	Very stiff, dark grey silty clay	43.00-43.45	21		
46	6/15 7/15 9/15	Stiff, greenish grey silty clay	44.50-44.95	16		
48	7/15 9/15 11/15	Very stiff, grey clayey silt	46.00-46.45	20		
50	5/15 7/15 9/15	Stiff, grey, brown silty clay	47.50-47.95	16		
52	6/15 10/15 13/15	Very stiff, grey, brown, yellow silty clay	49.00-49.45	23		
54	6/15 9/15	Ditto	50.50-50.95	24		
56	15/15	BOring terminated at a depth of 50.59 M On July 5 - 16, 2013				
58		Note UDS : Undisturbed sample				
60						
62						
64						

Data Tanah 106-BR-18

BORING PROFILE					
DEPTH/ ELEV. (M)	SOIL SAMPLER AND STRATA SYMBOLS	DESCRIPTION	DEPTH (M)	N	CURVE
0		Ruin, yellow, dark grey fine sand with gravel			
0.00	SP	Ditto, Medium dense	1.00-1.45	12	
2.50		Medium stiff, black silty clay with some decayed wood	2.50-2.95	8	
4.00	OH	Ditto	4.00-5.00	UDS	
5.00		Ditto, soft	5.00-5.45	3	
6.50	CH	Very soft, dark grey silty clay	6.50-6.95	3	
8.00		Very soft, black silty clay with trace decayed wood	8.00-8.45	145	
9.00		Ditto	9.00-10.00	UDS	
10.00		Very soft, dark grey silty clay with decayed wood	10.00-10.45	145	
11.50	OH	Ditto, very soft	11.50-11.95	145	
13.00		Very soft, dark grey, black silty clay with trace decayed wood	13.00-13.45	2	
14.00		Dark grey, black silty clay with trace decayed wood	14.00-15.00	UDS	
15.00		Ditto, soft	15.00-15.45	3	
16.50		Very soft, dark grey silty clay with some fine sand	16.50-16.95	2	
18.00	CL				
18.00		Very soft, black decayed wood	18.00-18.45	2	
19.00	OM	Dark grey silty fine sand	19.00-19.50	UDS	

Data Tanah 106-BR-18 (Lanjutan)

PROJECT : MRT PROJECT		BORING No. : 106 - BR - 18				
DEPTH/ ELEV. (M)	SOIL SAMPLER AND STRATA SYMBOLS	DESCRIPTION	DEPTH (M)	N	CURVE	
20	5/15 3/15 3/15	SM	Medium stiff, blackish dark grey silty sand	20.00-20.45	6	10 30 50
22	2/15 2/15 3/15	21.50	Medium stiff, dark grey silty clay	21.50-21.95	5	
24	4/15 5/15 7/15	Ditto, very stiff	23.00-23.45	12		
26	4/15 8/15 9/15	Light grey, red, yellow silty clay	24.00-25.00	UDS		
28	5/15 7/15 9/15	Ditto, very stiff	25.00-25.45	17		
30	CH	Very stiff, grey, yellow silty clay	26.50-26.95	16		
32	4/15 5/15 8/15	Stiff, grey, brownish yellow silty clay	28.00-28.45	13		
34	3/15 6/15 7/15	Ditto	29.00-29.50	UDS		
36	6/15 13/15 17/15	Stiff, grey, yellow, brownish red silty clay	30.00-30.45	13		
38	6/15 13/15 17/15	Very stiff, grey silty clay	31.50-31.95	30		
40	6/15 13/15 17/15	DENSE, grey, yellow silty fine sand CASAGRANDE PIEZOMETER	33.00-33.45 33.00-33.80	30	CP	
42	3/15 4/15 11/15 15/15	SM				
44	7/15 11/15 15/15	Very stiff, grey, yellowish brown silty clay	34.50-34.95	26		
46	4/15 9/15 10/15	Very stiff, grey, yellowish brown silty clay	36.00-36.45	19		
48	6/15 11/15 23/10	Hard, grey , brownish yellow	37.50-37.90	3		
50	11/15 20/15 30/8	Hard, grey brownish yellow sandy silt	39.00-39.38	50/25		
52	17/15 24/15 26/ 15	Hard, dark grey cemented sandy silt	40.50-40.95	50/23		
54	11/15 17/15 21/15	Hard, dark grey clayey silt	42.00-42.45	38		
56	11/15	ML				
58		Hard, dark grey clayey silt	43.50-43.95	33		

Data Tanah 106-BR-18 (Lanjutan)

PROJECT : MRT PROJECT		BORING No.: 106 - BR - 18		
DEPTH/ ELEV. (M)	SOIL, SAMPLER AND STRATA SYMBOLS	DESCRIPTION	DEPTH (M)	N
				CURVE
44--40	15/15 18/15			
45.00				
46--42	7/15 11/15 15/15	Vety stiff, dark grey silty clay	45.00-45.45	26
47.00				
48--44	8/15 12/15 14/15	Ditto	46.50-46.95	26
49.00	CH			
48--44	7/15 10/15 15/15	Very stiff, dark grey brownish yellow silty clay	48.00-48.45	25
50--46	6/15 9/15 12/15	Ditto	49.50-49.95	21
50.00		Boring terminated at a depth of 49.95 M On Sept 3 - 9, 2013		
52--48		Note UDS : Undisturbed sample CP : CASAGRANDE PIEZOMETER Note UDS : Undisturbed sample		
54--50				
56--52				
58--54				
60--56				
62--58				
64--60				
66--62				

Hasil Tes Laboratorium

SUMMARY OF LABORATORY TEST RESULTS

PROJECT
MRT PROJECT 106
LOCATION
STATION BUNDERAN HI - JAKARTA

No.	[M]	DEPTH SOUNDING	Specific Gravity, Grain Size Distribution - Density & Moisture content (%)	Moisture content (%) Sample (Spt)	Grain Size Fraction	Unconfined Compressive Strain (%)	Unconfined Compressive Strength (kg/cm²)	TEST COMPRESSION TEST (UUT) TEST										Chemical Test	
								TEST UUT		TEST TCU		TEST ESD		TEST CDT		TEST CT			
								No.	No.	No.	No.	No.	No.	No.	No.	No.	No.		
10888-11	1.45±2.00		46.45 2.08	56.86 11.824	1.279	14.365	71.2	34.8	36.4	-	3.0	60.0	29.1	100.04	16.10	3.600			
10888-00	60.33 2.63	15.28 0.50	1.760 0.07	83.0	36.6	41.4	1.0	6.0	60.0	22.0	27.96	3.66	1.741						
1110±2.20	48.16 2.85	16.25 ±1.207	1.100 0.56	67.5	35.5	25.5	-	50.5	50.5	11.0	-	-	-		7.00	12.0	1.6	Sand	
104.65±7.00	66.26 2.67	14.16 7.042	2.564 0.06	165.5	44.6	71.8	-	2.0	65.0	35.0	-	-	-	-	8.16	26.2	3.5	Diluted	
2140±22.00	60.98 2.46	16.16 10.607	1.477 0.044	61.44	76.6	38.6	0.0	-	6.0	64.0	36.0	148.66	8.13	4.454					
285±27.00	49.72 2.69	10.50 11.155	1.411 0.028	85.0	42.0	-	1.0	70.0	29.0	138.04	4.95	5.958							
10888-12	1.53±0.00	46.30 2.69	16.74 11.442	1.551 0.070	75.4	35.4	40.0	-	1.0	69.0	36.0	65.46	8.80	3.912					
6340±00	72.26 2.80	14.62 0.634	2.039 0.080	86.1	45.6	41.5	4.0	44.0	42.0	10.0	47.47	4.00	1.946						
1115±12.00	65.05 2.95	15.30 9.234	1.098 0.088	91.80	70.8	34.6	51.2	-	41.0	45.0	14.0	94.50	4.57	3.978					
1630±7.00	64.53 2.67	15.62 10.028	1.543 0.065	71.6	51.8	-	36.0	46.0	15.0	76.50	2.54	2.061							
2140±22.00	67.55 2.65	15.24 9.073	1.636 0.069	72.5	30.2	34.3	-	40.0	45.0	9.0	23.81	7.10	2.08						
285±27.00	44.32 2.69	16.68 11.002	1.363 0.153	91.82	73.2	34.0	50.2	-	1.0	65.0	31.0	36.77	3.56	2.626					
3150±32.00	36.17 2.69	17.38 12.098	1.153 0.140	89.0	32.6	36.4	-	1.0	66.0	33.0	43.50	2.69	2.723						

Hasil Tes Laboratorium (Lanjutan)

PROJECT LOCATION	SUMMARY OF LABORATORY TEST RESULTS												Report No.						
	TESTS ON BOREHOLE				TESTS ON TAKUJU GUNUNG				TESTS ON GUNUNG										
	No.	Specific Gravity, Grain Size Distribution & Moisture	Absorption Limit	Grain Size Fraction	No.	Specific Gravity	Absorption Limit	Grain Size Fraction	No.	Specific Gravity	Absorption Limit	Grain Size Fraction							
10606B-13	4.05-4.45	77.34	2.05	14.41	8.116	2.210	91.26	80.3	43.8	54.6	-	14.0	0.65	21.0	9.66	2.03	498		
9.00±4.50	56.50	2.89	15.07	10.284	1.811	62.48	83.0	37.2	45.8	-	14.0	0.60	30.0	61.72	4.06	2.572			
14.00±4.30	45.25	2.40	16.90	11.705	1.108	50.09	-	6.0	8.0	14.0	10.0	-	14.0	-	-	-	14.0	0.66	2.572
13.10±5.10	81.71	2.85	16.50	3.330	1.742	50.31	77.5	40.3	37.2	-	14.0	14.0	12.0	140.0	0.6	4.57	3.417		
24.00±2.00	34.96	2.88	17.62	13.020	0.982	50.84	62.0	30.8	21.2	8.0	22.0	25.0	15.0	165.34	7.62	6.702			
28.00±5.00	44.40	2.00	16.75	11.619	1.289	91.61	70.2	36.8	34.6	-	2.0	6.0	20.0	38.38	6.10	1.168			
10608B-14	47.10	2.85	16.84	13.506	1.385	50.37	73.9	36.2	36.7	-	2.0	40.0	30.0	167.04	5.00	4.362			
9.00±7.00	72.65	2.61	14.08	8.486	2.075	51.70	83.0	43.8	49.9	-	14.0	36.0	20.0	10.13	3.58	5.38			
11.90±2.00	71.50	2.07	16.41	10.707	1.380	50.70	37.4	60.3	37.4	-	14.0	46.0	13.0	-	-	-	14.0	0.66	2.572
16.00±1.70	75.84	2.65	14.06	8.303	1.254	51.65	70.1	45.9	57.1	-	3.0	68.0	29.0	-	-	-	14.0	0.66	2.572
27.90±2.00	48.83	2.03	16.95	11.038	1.385	50.89	73.1	58.8	50.3	1.0	7.0	70.0	22.0	97.03	5.60	3.468			
29.50±2.00	47.00	2.69	16.64	11.240	1.391	52.05	70.5	50.0	41.5	-	1.0	60.0	20.0	103.44	5.00	2.469			
31.00±5.00	43.00	2.82	16.95	11.255	1.216	52.87	65.1	54.2	36.9	-	14.0	68.0	22.0	41.47	7.10	7.15			

Hasil Tes Laboratorium (Lanjutan)

SUMMARY OF LABORATORY TEST RESULTS

PROJECT LOCATION

MRT PROJECT 106

STATION BUNDERAN H.I - JAKARTA

BOREHOLE	DEPTH (m)	SAMPLE (kg)	TESTS												Chemical Test		
			Unconfined Compression (UC)						Triaxial Compression (TC/CD)								
			No.	No.	Specific Gravity	Grain Size Distribution - Density & Moisture	Astecite Limit	Grain Size Median	No.	No.	Specific Gravity	Grain Size Distribution - Density & Moisture	Astecite Limit	Grain Size Median			
MBBR-05	3.00-3.40	71.30	2.64	15.04	1.710	0.207	53.79	55.3	4.29	52.4	1.0	57.0	26.0	7.19	2.609		
	8.00-8.30	64.14	2.68	15.26	1.597	1.888	51.60	52.0	4.92	51.8	-	50.70	29.0	54.83	7.05	19.270	
	13.00-13.50	43.59	2.55	15.37	1.407	2.237	50.88	56.5	5.48	52.9	-	55.0	51.8	8.80	-	-	
	18.00-18.50	46.32	2.40	16.30	11.140	1.916	50.81	58.1	64.1	36.5	27.6	-	50.7	15.0	67.05	6.03	1.200
	23.00-23.50	49.21	2.67	17.33	12.360	1.190	52.54	57.1	5.28	53.5	-	52.0	20.0	55.19	6.60	4.055	
	26.00-26.50	48.30	2.67	17.62	11.470	1.520	50.54	57.1	5.40	52.1	-	52.0	20.0	57.04	6.57	5.024	
MBBR-10	4.00-4.40	63.16	2.66	16.25	0.947	0.646	91.01	61.0	30.7	46.9	-	40	66.0	27.6	7.40	3.84	26.84
	9.00-9.40	71.45	2.58	14.67	8.616	2.036	96.54	69.5	4.0	46.5	-	24.0	59.0	17.0	43.81	3.05	15.685
	14.00-14.50	46.56	2.58	16.13	10.977	2.573	94.48	55.8	5.8	26.0	10.0	50.0	33.0	7.0	-	-	-
	19.00-19.50	65.54	2.62	14.94	8.794	1.963	91.30	50.0	4.0	46.9	1.0	50	65.0	24.0	-	-	-
	24.00-24.50	46.98	2.66	16.82	11.616	3.08	52.75	79.2	5.8	40.4	-	1.0	48.0	35.0	167.55	4.68	5.255
	26.00-26.50	47.91	2.68	16.68	1.377	0.503	50.53	50.0	40.4	41.5	-	1.0	48.0	30.0	172.92	6.10	5.764
-106MBR-77	4.00-4.40	58.70	2.65	15.91	10.026	6.643	64.66	61.1	38.6	40.5	-	4.0	56.0	30.0	14.24	8.60	25.24
	9.00-9.40	226.98	2.45	11.96	8.942	1.932	62.97	162.9	54.6	13.0	62.0	22.0	3.0	9.98	2.03	7.11	-
	14.00-14.50	60.67	2.66	15.46	6.028	1.783	61.40	66.0	40.2	46.8	-	2.0	49.0	29.0	7.35	3.05	4.03
	19.00-19.50	63.48	2.69	15.20	9.268	1.870	61.03	68.5	48.5	47.8	-	3.0	50.0	27.0	55.15	7.62	9.03
	24.00-24.50	36.65	2.66	16.00	13.226	1.004	66.51	61.2	34.6	28.6	-	5.0	59.0	27.0	176.65	8.15	3.719
	28.00-28.50	46.49	2.61	17.52	12.471	1.003	66.50	61.6	34.6	27.2	-	13.0	67.0	20.0	102.46	8.15	2.03

Hasil Tes Laboratorium (Lanjutan)

SUMMARY OF LABORATORY TEST RESULTS

PROJECT : MRT PROJECT 106
LOCATION : JL. MH. THAMRIN - JAKARTA

Sample ID	Depth (m)	Specific Gravity	Grain Size Distribution - Dried Weight	Atmospheric Units				Chemical Test
				Coarsest	Fine	Median	Finest	
1026-B02-10	4.00-0.00	1.43±0.1	2.15	16.00	11.00	9.00	3.00	4.0
	8930-01-00	1.27±1.9	2.27	9.86	1.984	11.006	67.84	-
	14-025-15-00	1.11±5.6	14.71	0.0398	2.106	19.37	90.7	14.2
	18-003-00-00	6.69±5	2.65	15.30	0.0458	1.616	94.63	64.2
	24-002-25-00	29.10	2.06	18.75	14.4839	0.1781	94.06	90.3
	28-001-30-00	6.95±6	3.67	15.50	0.174	1.610	96.37	49.5
							63.5	38.8
							20.1	26.94
							4.57	1.15

Tekanan Tanah di Depan Dinding *Diaphragm Wall*

Titik	H (m)	Ketebalan (m)	γ' (t/m ³)	$\sigma'z$ (t/m ²)	ϕ	Cu (t/m ²)	Ko	σ_h (t/m ²)
1a	0	0.5	0.71	1.00	0	1.00	1	1.00
1b	0.5		0.71	1.35	0	1.00	1	1.35
2a	0.5	0.5	0.71	1.35	0	1.00	1	1.35
2b	1		0.71	1.71	0	1.00	1	1.71
3a	1	0.5	0.71	1.71	0	1.00	1	1.71
3b	1.5		0.71	2.06	0	1.00	1	2.06
4a	1.5	0.5	0.71	2.06	0	1.00	1	2.06
4b	2		0.71	2.41	0	1.00	1	2.41
5a	2	0.5	0.71	2.41	0	1.50	1	2.41
5b	2.5		0.71	2.76	0	1.50	1	2.76
6a	2.5	0.5	0.71	2.76	0	1.50	1	2.76
6b	3		0.71	3.12	0	1.50	1	3.12
7a	3	0.5	0.71	3.12	0	1.50	1	3.12
7b	3.5		0.71	3.39	0	1.50	1	3.39
8a	3.5	0.5	0.55	3.39	0	1.50	1	3.39
8b	4		0.55	3.66	0	1.50	1	3.66
9a	4	0.5	0.55	3.66	0	1.00	1	3.66
9b	4.5		0.55	3.91	0	1.00	1	3.91
10a	4.5	0.5	0.50	3.91	0	1.00	1	3.91
10b	5		0.50	4.16	0	1.00	1	4.16
11a	5	0.5	0.50	4.16	0	1.00	1	4.16
11b	5.5		0.50	4.41	0	1.00	1	4.41
12a	5.5	0.5	0.50	4.41	0	1.00	1	4.41
12b	6		0.50	4.66	0	1.00	1	4.66
13a	6	0.5	0.50	4.66	0	1.00	1	4.66
13b	6.5		0.50	4.91	0	1.00	1	4.91
14a	6.5	0.5	0.50	4.91	0	1.00	1	4.91
14b	7		0.50	5.16	0	1.00	1	5.16
15a	7	0.5	0.50	5.16	0	0.50	1	5.16
15b	7.5		0.50	5.22	0	0.50	1	5.22
16a	7.5	0.5	0.11	5.22	0	0.50	1	5.22
16b	8		0.11	5.27	0	0.50	1	5.27
17a	8	0.5	0.11	5.27	0	1.00	1	5.27
17b	8.5		0.11	5.53	0	1.00	1	5.53
18a	8.5	0.5	0.52	5.53	0	1.00	1	5.53
18b	9		0.52	5.79	0	1.00	1	5.79
19a	9	0.5	0.52	5.79	0	1.00	1	5.79
19b	9.5		0.52	6.05	0	1.00	1	6.05
20a	9.5	0.5	0.52	6.05	0	1.00	1	6.05
20b	10		0.52	6.31	0	1.00	1	6.31
21a	10	0.5	0.52	6.31	0	1.00	1	6.31
21b	10.5		0.52	6.57	0	1.00	1	6.57
22a	10.5	0.5	0.52	6.57	0	1.00	1	6.57
22b	11		0.52	6.83	0	1.00	1	6.83
23a	11	0.5	0.52	6.83	0	2.00	1	6.83
23b	11.5		0.52	7.13	0	2.00	1	7.13
24a	11.5	0.5	0.60	7.13	0	2.00	1	7.13
24b	12		0.60	7.43	0	2.00	1	7.43
25a	12	0.5	0.60	7.43	0	1.50	1	7.43
25b	12.5		0.60	7.73	0	1.50	1	7.73

Tekanan Tanah di Depan Dinding *Diaphragm Wall* (Lanjutan)

Titik	H (m)	Ketebalan (m)	γ' (t/m ³)	$\sigma'z$ (t/m ²)	ϕ	Cu (t/m ²)	Ko	σh (t/m ²)
26a	12.5		0.60	7.73	0	1.50	1	7.73
26b	13		0.60	8.03	0	1.50	1	8.03
27a	13	0.5	0.60	8.03	0	1.50	1	8.03
27b	13.5		0.60	8.33	0	1.50	1	8.33
28a	13.5		0.60	8.33	0	1.50	1	8.33
28b	14		0.60	8.63	0	1.50	1	8.63
29a	14	0.5	0.60	8.63	0	1.50	1	8.63
29b	14.5		0.60	8.93	0	1.50	1	8.93
30a	14.5	0.5	0.60	8.93	0	1.50	1	8.93
30b	15		0.60	9.23	0	1.50	1	9.23
31a	15		0.60	9.23	0	0.50	1	9.23
32b	15.5		0.60	9.53	0	0.50	1	9.53
33a	15.5	0.5	0.60	9.53	0	0.50	1	9.53
33b	16		0.60	9.83	0	0.50	1	9.83
34a	16		0.60	9.83	0	0.50	1	9.83
34b	16.5		0.60	10.13	0	0.50	1	10.13
35a	16.5		0.60	10.13	0	4.50	1	10.13
35b	17		0.60	10.44	0	4.50	1	10.44
36a	17	0.5	0.60	10.44	0	3.50	1	10.44
36b	17.5		0.60	10.74	0	3.50	1	10.74
37a	17.5		0.60	10.74	0	3.50	1	10.74
37b	18		0.60	11.04	0	3.50	1	11.04
38a	18		0.60	11.04	0	3.50	1	11.04
38b	18.5		0.60	11.33	0	3.50	1	11.33
39a	18.5	0.5	0.58	11.33	0	3.50	1	11.33
39b	19		0.58	11.61	0	3.50	1	11.61
40a	19		0.58	11.61	0	3.50	1	11.61
40b	19.5		0.58	11.90	0	3.50	1	11.90
41a	19.5		0.58	11.90	0	3.50	1	11.90
41b	20		0.58	12.19	0	3.50	1	12.19
42a	20		0.58	12.19	0	3.50	1	12.19
42b	20.5		0.58	12.53	0	3.50	1	12.53
43a	20.5		0.68	12.53	0	3.50	1	12.53
43b	21		0.68	12.88	0	3.50	1	12.88
44a	21	0.5	0.68	12.88	0	3.50	1	12.88
44b	21.5		0.68	13.24	0	3.50	1	13.24
45a	21.5		0.72	13.24	0	3.50	1	13.24
45b	22		0.72	13.60	0	3.50	1	13.60
46a	22		0.72	13.60	0	4.00	1	13.60
46b	22.5		0.72	13.96	0	4.00	1	13.96
47a	22.5		0.72	13.96	0	4.00	1	13.96
47b	23		0.72	14.32	0	4.00	1	14.32
48a	23		0.72	14.32	0	6.00	1	14.32
48b	23.5		0.72	14.74	0	6.00	1	14.74
49a	23.5	0.5	0.82	14.74	0	6.00	1	14.74
49b	24		0.82	15.15	0	6.00	1	15.15
50a	24		0.82	15.15	0	6.00	1	15.15
50b	24.5		0.82	15.56	0	6.00	1	15.56
51a	24.5		0.82	15.56	0	6.00	1	15.56
51b	25		0.82	15.97	0	6.00	1	15.97
163a	79.5	0.5	0.77	55.97	0	12.00	1	55.97
163b	80		0.77	56.36	0	12.00	1	56.36

Tekanan Tanah di Belakang Dinding *Diaphragm Wall*

Titik	H (m)	Ketebala n (m)	$\gamma' (t/m^3)$	$\sigma'z (t/m^2)$	ϕ	$Cu (t/m^2)$	Ko	$ch (t/m^2)$
20a	20	1	0.68	7.00	0	3.50	1	0.00
20b	21		0.68	7.68	0	3.50	1	0.68
21a	21	1	0.72	7.68	0	3.50	1	0.68
21b	22		0.72	8.41	0	3.50	1	1.41
22a	22	1	0.72	9.41	0	4.00	1	1.41
22b	23		0.72	10.13	0	4.00	1	2.13
23a	23	1	0.82	14.13	0	6.00	1	2.13
23b	24		0.82	14.95	0	6.00	1	2.95
24a	24	1	0.82	14.95	0	6.00	1	2.95
24b	25		0.82	15.78	0	6.00	1	3.78
25a	25	1	0.82	16.78	0	6.50	1	3.78
25b	26		0.82	17.60	0	6.50	1	4.60
26a	26		0.93	20.60	0	8.00	1	4.60
26b	27	1	0.93	21.53	0	8.00	1	5.53
27a	27		0.72	22.53	0	8.50	1	5.53
27b	28	1	0.72	23.26	0	8.50	1	6.26
28a	28		0.71	20.26	0	7.00	1	6.26
28b	29	1	0.71	20.97	0	7.00	1	6.97
29a	29		0.71	20.97	0	7.00	1	6.97
29b	30		0.71	21.68	0	7.00	1	7.68
30a	30	1	0.57	20.68	0	6.50	1	7.68
30b	31		0.57	21.25	0	6.50	1	8.25
31a	31	1	0.71	22.25	0	7.00	1	8.25
32b	32		0.71	22.96	0	7.00	1	8.96
33a	32	1	0.71	24.96	0	8.00	1	8.96
33b	33		0.71	25.67	0	8.00	1	9.67
34a	33	1	0.71	25.67	0	8.00	1	9.67
34b	34		0.71	26.38	0	8.00	1	10.38
35a	34	1	0.71	30.38	0	10.00	1	10.38
35b	35		0.71	31.09	0	10.00	1	11.09
36a	35		0.57	30.09	0	9.50	1	11.09
36b	36	1	0.57	30.67	0	9.50	1	11.67
37a	36		0.78	29.67	0	9.00	1	11.67
37b	37	1	0.78	30.45	0	9.00	1	12.45
38a	37		0.78	30.45	0	9.00	1	12.45
38b	38	1	0.78	31.24	0	9.00	1	13.24
39a	38	1	0.78	33.24	0	10.00	1	13.24
39b	39		0.78	34.02	0	10.00	1	14.02
40a	39	1	0.71	58.02	0	22.00	1	14.02
40b	40		0.71	58.74	0	22.00	1	14.74
41a	40	1	0.57	62.74	0	24.00	1	14.74
41b	41		0.57	63.31	0	24.00	1	15.31
42a	41	1	0.78	55.31	0	20.00	1	15.31
42b	42		0.78	56.10	0	20.00	1	16.10
43a	42	1	0.57	54.10	0	19.00	1	16.10
43b	43		0.57	54.67	0	19.00	1	16.67
44a	43	1	0.57	49.67	0	16.50	1	16.67
44b	44		0.57	50.24	0	16.50	1	17.24
45a	44	1	0.57	43.24	0	13.00	1	17.24
45b	45		0.57	43.82	0	13.00	1	17.82
46a	45	1	0.57	43.82	0	13.00	1	17.82
46b	46		0.57	44.39	0	13.00	1	18.39
47a	46	1	0.00	44.39	0	13.00	1	18.39
47b	47		0.00	44.97	0	13.00	1	18.97
48a	47	1	0.57	43.97	0	12.50	1	18.97
48b	48		0.57	44.54	0	12.50	1	19.54
49a	48	1	0.57	44.54	0	12.50	1	19.54
49b	49		0.57	45.11	0	12.50	1	20.11
50a	49	1	0.77	43.11	0	11.50	1	20.11
50b	50		0.77	43.88	0	11.50	1	20.88
51a	50	1	0.77	44.88	0	12.00	1	20.88
51b	51		0.77	45.65	0	12.00	1	21.65
80a	79	1	0.77	67.19	0	12.00	1	43.19
80b	80		0.77	67.96	0	12.00	1	43.96

Iterasi Pertama – Penggalian Pertama

Tekanan Tanah di Depan Dinding *Diaphragm Wall*

Titik	H (m)	Ketebalan (m)	γ' (t/m^3)	$\sigma'z$ (t/m^2)	ϕ	Cu (t/m^2)	Ko	σh (t/m^2)	k_a	k_p	$\sigma h \min$ (t/m^2)	$\sigma h \max$ (t/m^2)
1a	0	0.5	0.71	1.00	0	1.00	1	1.00	1	1	0.00	2.00
1b	0.5		0.71	1.35	0	1.00	1	1.35	1	1	0.00	2.35
2a	0.5	0.5	0.71	1.35	0	1.00	1	1.35	1	1	0.00	2.35
2b	1		0.71	1.71	0	1.00	1	1.71	1	1	0.00	2.71
3a	1	0.5	0.71	1.71	0	1.00	1	1.71	1	1	0.00	2.71
3b	1.5		0.71	2.06	0	1.00	1	2.06	1	1	-0.06	3.06
4a	1.5	0.5	0.71	2.06	0	1.00	1	2.06	1	1	-0.06	3.06
4b	2		0.71	2.41	0	1.00	1	2.41	1	1	-0.41	3.41
5a	2	0.5	0.71	2.41	0	1.50	1	2.41	1	1	0.00	4.41
5b	2.5		0.71	2.76	0	1.50	1	2.76	1	1	0.00	4.76
6a	2.5	0.5	0.71	2.76	0	1.50	1	2.76	1	1	0.00	4.76
6b	3		0.71	3.12	0	1.50	1	3.12	1	1	-0.12	5.12
7a	3	0.5	0.71	3.12	0	1.50	1	3.12	1	1	-0.12	5.12
7b	3.5		0.71	3.39	0	1.50	1	3.39	1	1	-0.39	5.39
8a	3.5	0.5	0.55	3.39	0	1.50	1	3.39	1	1	-0.39	5.39
8b	4		0.55	3.66	0	1.50	1	3.66	1	1	-0.66	5.66
9a	4	0.5	0.55	3.66	0	1.00	1	3.66	1	1	-1.66	4.66
9b	4.5		0.55	3.91	0	1.00	1	3.91	1	1	-1.91	4.91
10a	4.5	0.5	0.50	3.91	0	1.00	1	3.91	1	1	-1.91	4.91
10b	5		0.50	4.16	0	1.00	1	4.16	1	1	-2.16	5.16
11a	5	0.5	0.50	4.16	0	1.00	1	4.16	1	1	-2.16	5.16
11b	5.5		0.50	4.41	0	1.00	1	4.41	1	1	-2.41	5.41
12a	5.5	0.5	0.50	4.41	0	1.00	1	4.41	1	1	-2.41	5.41
12b	6		0.50	4.66	0	1.00	1	4.66	1	1	-2.66	5.66
13a	6	0.5	0.50	4.66	0	1.00	1	4.66	1	1	-2.66	5.66
13b	6.5		0.50	4.91	0	1.00	1	4.91	1	1	-2.91	5.91
14a	6.5	0.5	0.50	4.91	0	1.00	1	4.91	1	1	-2.91	5.91
14b	7		0.50	5.16	0	1.00	1	5.16	1	1	-3.16	6.16
15a	7	0.5	0.50	5.16	0	0.50	1	5.16	1	1	-4.16	5.16
15b	7.5		0.50	5.22	0	0.50	1	5.22	1	1	-4.22	5.22
16a	7.5	0.5	0.11	5.22	0	0.50	1	5.22	1	1	-4.22	5.22
16b	8		0.11	5.27	0	0.50	1	5.27	1	1	-4.27	5.27
17a	8	0.5	0.11	5.27	0	1.00	1	5.27	1	1	-3.27	6.27
17b	8.5		0.11	5.53	0	1.00	1	5.53	1	1	-3.53	6.53
18a	8.5	0.5	0.52	5.53	0	1.00	1	5.53	1	1	-3.53	6.53
18b	9		0.52	5.79	0	1.00	1	5.79	1	1	-3.79	6.79
19a	9	0.5	0.52	5.79	0	1.00	1	5.79	1	1	-3.79	6.79
19b	9.5		0.52	6.05	0	1.00	1	6.05	1	1	-4.05	7.05
20a	9.5	0.5	0.52	6.05	0	1.00	1	6.05	1	1	-4.05	7.05
20b	10		0.52	6.31	0	1.00	1	6.31	1	1	-4.31	7.31
21a	10	0.5	0.52	6.31	0	1.00	1	6.31	1	1	-4.31	7.31
21b	10.5		0.52	6.57	0	1.00	1	6.57	1	1	-4.57	7.57
22a	10.5	0.5	0.52	6.57	0	1.00	1	6.57	1	1	-4.57	7.57
22b	11		0.52	6.83	0	1.00	1	6.83	1	1	-4.83	7.83
23a	11	0.5	0.52	6.83	0	2.00	1	6.83	1	1	-2.83	9.83
23b	11.5		0.52	7.13	0	2.00	1	7.13	1	1	-3.13	10.13
24a	11.5	0.5	0.60	7.13	0	2.00	1	7.13	1	1	-3.13	10.13
24b	12		0.60	7.43	0	2.00	1	7.43	1	1	-3.43	10.43
25a	12	0.5	0.60	7.43	0	1.50	1	7.43	1	1	-4.43	9.43
25b	12.5		0.60	7.73	0	1.50	1	7.73	1	1	-4.73	9.73

Tekanan Tanah di Depan Dinding *Diaphragm Wall* (Lanjutan)

Titik	H (m)	Ketebalan (m)	γ' (t/m ³)	$\sigma'z$ (t/m ²)	ϕ	Cu (t/m ²)	Ko	σh (t/m ²)	ka	kp	σh min (t/m ²)	σh maks (t/m ²)
26a	12.5	0.5	0.60	7.73	0	1.50	1	7.73	1	1	-4.73	9.73
26b	13		0.60	8.03	0	1.50	1	8.03	1	1	-5.03	10.03
27a	13	0.5	0.60	8.03	0	1.50	1	8.03	1	1	-5.03	10.03
27b	13.5		0.60	8.33	0	1.50	1	8.33	1	1	-5.33	10.33
28a	13.5	0.5	0.60	8.33	0	1.50	1	8.33	1	1	-5.33	10.33
28b	14		0.60	8.63	0	1.50	1	8.63	1	1	-5.63	10.63
29a	14	0.5	0.60	8.63	0	1.50	1	8.63	1	1	-5.63	10.63
29b	14.5		0.60	8.93	0	1.50	1	8.93	1	1	-5.93	10.93
30a	14.5	0.5	0.60	8.93	0	1.50	1	8.93	1	1	-5.93	10.93
30b	15		0.60	9.23	0	1.50	1	9.23	1	1	-6.23	11.23
31a	15	0.5	0.60	9.23	0	0.50	1	9.23	1	1	-8.23	9.23
32b	15.5		0.60	9.53	0	0.50	1	9.53	1	1	-8.53	9.53
33a	15.5	0.5	0.60	9.53	0	0.50	1	9.53	1	1	-8.53	9.53
33b	16		0.60	9.83	0	0.50	1	9.83	1	1	-8.83	9.83
34a	16	0.5	0.60	9.83	0	0.50	1	9.83	1	1	-8.83	9.83
34b	16.5		0.60	10.13	0	0.50	1	10.13	1	1	-9.13	10.13
35a	16.5	0.5	0.60	10.13	0	4.50	1	10.13	1	1	-1.13	18.13
35b	17		0.60	10.44	0	4.50	1	10.44	1	1	-1.44	18.44
36a	17	0.5	0.60	10.44	0	3.50	1	10.44	1	1	-3.44	16.44
36b	17.5		0.60	10.74	0	3.50	1	10.74	1	1	-3.74	16.74
37a	17.5	0.5	0.60	10.74	0	3.50	1	10.74	1	1	-3.74	16.74
37b	18		0.60	11.04	0	3.50	1	11.04	1	1	-4.04	17.04
38a	18	0.5	0.60	11.04	0	3.50	1	11.04	1	1	-4.04	17.04
38b	18.5		0.60	11.33	0	3.50	1	11.33	1	1	-4.33	17.33
39a	18.5	0.5	0.58	11.33	0	3.50	1	11.33	1	1	-4.33	17.33
39b	19		0.58	11.61	0	3.50	1	11.61	1	1	-4.61	17.61
40a	19	0.5	0.58	11.61	0	3.50	1	11.61	1	1	-4.61	17.61
40b	19.5		0.58	11.90	0	3.50	1	11.90	1	1	-4.90	17.90
41a	19.5	0.5	0.58	11.90	0	3.50	1	11.90	1	1	-4.90	17.90
41b	20		0.58	12.19	0	3.50	1	12.19	1	1	-5.19	18.19
42a	20	0.5	0.58	12.19	0	3.50	1	12.19	1	1	-5.19	18.19
42b	20.5		0.58	12.53	0	3.50	1	12.53	1	1	-5.53	18.53
43a	20.5	0.5	0.68	12.53	0	3.50	1	12.53	1	1	-5.53	18.53
43b	21		0.68	12.88	0	3.50	1	12.88	1	1	-5.88	18.88
44a	21	0.5	0.68	12.88	0	3.50	1	12.88	1	1	-5.88	18.88
44b	21.5		0.68	13.24	0	3.50	1	13.24	1	1	-6.24	19.24
45a	21.5	0.5	0.72	13.24	0	3.50	1	13.24	1	1	-6.24	19.24
45b	22		0.72	13.60	0	3.50	1	13.60	1	1	-6.60	19.60
46a	22	0.5	0.72	13.60	0	4.00	1	13.60	1	1	-5.60	20.60
46b	22.5		0.72	13.96	0	4.00	1	13.96	1	1	-5.96	20.96
47a	22.5	0.5	0.72	13.96	0	4.00	1	13.96	1	1	-5.96	20.96
47b	23		0.72	14.32	0	4.00	1	14.32	1	1	-6.32	21.32
48a	23	0.5	0.72	14.32	0	6.00	1	14.32	1	1	-2.32	25.32
48b	23.5		0.72	14.74	0	6.00	1	14.74	1	1	-2.74	25.74
49a	23.5	0.5	0.82	14.74	0	6.00	1	14.74	1	1	-2.74	25.74
49b	24		0.82	15.15	0	6.00	1	15.15	1	1	-3.15	26.15
50a	24	0.5	0.82	15.15	0	6.00	1	15.15	1	1	-3.15	26.15
50b	24.5		0.82	15.56	0	6.00	1	15.56	1	1	-3.56	26.56
51a	24.5	0.5	0.82	15.56	0	6.00	1	15.56	1	1	-3.56	26.56
51b	25		0.82	15.97	0	6.00	1	15.97	1	1	-3.97	26.97
163a	79.5	0.5	0.77	55.97	0	12.00	1	55.97	1	1	-31.97	78.97
163b	80		0.77	56.36	0	12.00	1	56.36	1	1	-32.36	79.36

Tekanan Tanah di Belakang Dinding Diaphragm Wall

Titik	H (m)	Ketebalan n (m)	$\gamma' (t/m^3)$	$\sigma' z (t/m^2)$	ϕ	$Cu (t/m^2)$	Ko	$ch (t/m^2)$	ka	kp	$ch_{min} (t/m^2)$	$ch_{maks} (t/m^2)$
4a	4	1	0.50	0.00	0	1.00	1	0.00	1	1	-1.66	2.00
4b	5		0.50	0.50	0	1.00	1	0.50	1	1	-2.16	2.50
5a	5	1	0.50	0.50	0	1.00	1	0.50	1	1	-2.16	2.50
5b	6		0.50	1.00	0	1.00	1	1.00	1	1	-2.66	3.00
6a	6		0.50	1.00	0	1.00	1	1.00	1	1	-2.66	3.00
6b	7	1	0.50	1.50	0	1.00	1	1.50	1	1	-3.16	3.50
7a	7	1	0.51	1.50	0	1.00	1	1.50	1	1	-4.16	2.80
7b	8		0.51	1.61	0	0.50	1	1.61	1	1	-4.27	2.61
8a	8		0.52	1.61	0	1.00	1	1.61	1	1	-3.27	3.61
8b	9	1	0.52	2.13	0	1.00	1	2.13	1	1	-3.79	4.13
9a	9	1	0.52	2.13	0	1.00	1	2.13	1	1	-3.79	4.13
9b	10		0.52	2.65	0	1.00	1	2.65	1	1	-4.31	4.65
10a	10		0.52	2.65	0	1.00	1	2.65	1	1	-4.31	4.65
10b	11	1	0.52	3.17	0	1.00	1	3.17	1	1	-4.83	5.17
11a	11		0.60	3.17	0	2.00	1	3.17	1	1	-2.83	7.17
11b	12		0.60	3.77	0	2.00	1	3.77	1	1	-3.43	7.77
12a	12		0.60	3.77	0	1.50	1	3.77	1	1	-4.43	6.77
12b	13		0.60	4.37	0	1.50	1	4.37	1	1	-5.03	7.37
13a	13		0.60	4.37	0	1.50	1	4.37	1	1	-5.03	7.37
13b	14	1	0.60	4.97	0	1.50	1	4.97	1	1	-5.63	7.97
14a	14		0.60	4.97	0	1.50	1	4.97	1	1	-5.63	7.97
14b	15		0.60	5.57	0	1.50	1	5.57	1	1	-6.23	8.57
15a	15		0.60	5.57	0	5.50	1	5.57	1	1	0.00	16.57
15b	16		0.60	6.17	0	5.50	1	6.17	1	1	0.00	17.17
16a	16		0.60	6.17	0	4.50	1	6.17	1	1	-0.83	15.17
16b	17		0.60	6.77	0	4.50	1	6.77	1	1	-1.44	15.77
17a	17	1	0.60	6.77	0	3.50	1	6.77	1	1	-3.44	13.77
17b	18		0.60	7.37	0	3.50	1	7.37	1	1	-4.04	14.37
18a	18		0.58	7.37	0	3.50	1	7.37	1	1	-4.04	14.37
18b	19		0.58	7.95	0	3.50	1	7.95	1	1	-4.61	14.95
19a	19	1	0.58	7.95	0	3.50	1	7.95	1	1	-4.61	14.95
19b	20		0.58	8.53	0	3.50	1	8.53	1	1	-5.19	15.53
20a	20		0.68	8.53	0	3.50	1	8.53	1	1	-5.19	15.53
20b	21	1	0.68	9.22	0	3.50	1	9.22	1	1	-5.88	16.22
21a	21	1	0.72	9.22	0	3.50	1	9.22	1	1	-5.88	16.22
21b	22		0.72	9.94	0	3.50	1	9.94	1	1	-6.60	16.94
22a	22	1	0.72	9.94	0	4.00	1	9.94	1	1	-5.60	17.94
22b	23		0.72	10.66	0	4.00	1	10.66	1	1	-6.32	18.66
23a	23		0.82	10.66	0	6.00	1	10.66	1	1	-2.32	22.66
23b	24		0.82	11.49	0	6.00	1	11.49	1	1	-3.15	23.49
24a	24		0.82	11.49	0	6.00	1	11.49	1	1	-3.15	23.49
24b	25		0.82	12.31	0	6.00	1	12.31	1	1	-3.97	24.31
25a	25		0.82	12.31	0	6.50	1	12.31	1	1	-2.97	25.31
25b	26	1	0.82	13.13	0	6.50	1	13.13	1	1	-3.79	26.13
26a	26		0.93	13.13	0	8.00	1	13.13	1	1	-0.79	29.13
26b	27		0.93	14.06	0	8.00	1	14.06	1	1	-1.73	30.06
27a	27		0.72	14.06	0	8.50	1	14.06	1	1	-0.73	31.06
27b	28	1	0.72	14.79	0	8.50	1	14.79	1	1	-1.45	31.79
28a	28		0.71	14.79	0	7.00	1	14.79	1	1	-4.45	28.79
28b	29		0.71	15.50	0	7.00	1	15.50	1	1	-5.16	29.50
29a	29	1	0.71	15.50	0	7.00	1	15.50	1	1	-5.16	29.50
29b	30		0.71	16.21	0	7.00	1	16.21	1	1	-5.87	30.21
30a	30	1	0.57	16.21	0	6.50	1	16.21	1	1	-6.87	29.21
30b	31		0.57	16.78	0	6.50	1	16.78	1	1	-7.45	29.78
31a	31		0.71	16.78	0	7.00	1	16.78	1	1	-6.45	30.78
32b	32	1	0.71	17.49	0	7.00	1	17.49	1	1	-7.16	31.49
33a	32	1	0.71	17.49	0	8.00	1	17.49	1	1	-5.16	33.49
33b	33		0.71	18.20	0	8.00	1	18.20	1	1	-5.86	34.20
34a	33	1	0.71	18.20	0	8.00	1	18.20	1	1	-5.86	34.20
34b	34		0.71	18.91	0	8.00	1	18.91	1	1	-6.57	34.91
35a	34		0.71	18.91	0	10.00	1	18.91	1	1	-2.57	38.91
35b	35	1	0.71	19.63	0	10.00	1	19.63	1	1	-3.29	39.63
36a	35	1	0.57	19.63	0	9.50	1	19.63	1	1	-4.29	38.63
36b	36		0.57	20.20	0	9.50	1	20.20	1	1	-4.86	39.20
37a	36	1	0.78	20.20	0	9.00	1	20.20	1	1	-5.86	38.20
37b	37		0.78	20.98	0	9.00	1	20.98	1	1	-6.65	38.98
38a	37	1	0.78	20.98	0	9.00	1	20.98	1	1	-6.65	38.98
38b	38		0.78	21.77	0	9.00	1	21.77	1	1	-7.43	39.77
39a	38	1	0.78	21.77	0	10.00	1	21.77	1	1	-5.43	41.77
39b	39		0.78	22.55	0	10.00	1	22.55	1	1	-6.22	42.55
40a	39		0.71	22.55	0	22.00	1	22.55	1	1	0.00	66.55
40b	40	1	0.71	23.27	0	22.00	1	23.27	1	1	0.00	67.27

Penggalian Pertama - Iterasi Ketiga

Perhitungan Tekanan Tanah di Belakang Dinding *Diaphragm Wall*

H	Po	Deformasi (m)	ks (t/m3)	Pa min (t)	Pa	Pa Actual	Spring	
0.00	0.59	0	358.38	0.00	0.588185295	0.5881853	yes	358.382937
1.00	1.71	0.000847	716.77	0.01	1.098381668	1.09838167	yes	716.765873
2.00	2.41	0.001663	819.69	0.12	1.047816164	1.04781616	yes	819.69246
3.00	3.10	0.002421	922.62	0.16	0.862775339	0.86277534	yes	922.619048
4.00	3.66	0.003096	819.69	1.16	1.118476788	1.15624465	no	0
5.00	4.16	0.003673	716.77	2.16	1.529782008	2.16246306	no	0
6.00	4.66	0.004138	716.77	2.66	1.697107768	2.66308495	no	0
7.00	5.11	0.004483	613.84	3.61	2.362488152	3.61432967	no	0
8.00	5.32	0.004704	613.84	3.82	2.4336635	3.8211635	no	0
9.00	5.79	0.004803	716.77	3.79	2.347106484	3.78973297	no	0
10.00	6.31	0.00479	716.77	4.31	2.876846047	4.31015458	no	0
11.00	6.84	0.004677	922.62	3.84	2.525533729	3.84062302	no	0
12.00	7.43	0.004481	1025.55	3.93	2.835902433	3.93137242	no	0
13.00	8.03	0.004422	922.62	5.03	4.138716278	5.03216866	no	0
14.00	8.63	0.003911	922.62	5.63	5.024601799	5.63296489	no	0
15.00	9.23	0.003574	716.77	7.23	6.6720399	7.23376113	no	0
16.00	9.83	0.003226	1282.24	8.83	5.69804447	8.83455737	no	0
17.00	10.44	0.002885	1882.44	2.44	5.004512829	5.00451283	yes	1882.44048
18.00	11.03	0.002563	1711.31	4.03	6.647263651	6.64726365	yes	1711.30952
19.00	11.61	0.002269	1711.31	4.61	7.731585741	7.73158574	yes	1711.30952
20.00	12.21	0.002004	1711.31	5.21	8.776681795	8.77668179	yes	1711.30952
21.00	12.88	0.001769	1711.31	5.88	9.85458036	9.85458036	yes	1711.30952
22.00	13.60	0.001563	1796.88	6.10	10.79189929	10.7918993	yes	1796.875
23.00	14.34	0.001387	2224.70	4.34	11.25069842	11.2506984	yes	2224.70238
24.00	15.15	0.001238	2566.96	3.15	11.96932533	11.9693253	yes	2566.96429
25.00	15.97	0.001117	2652.53	3.47	13.00770466	13.0077047	yes	2652.52976
26.00	16.81	0.00102	2909.23	2.31	13.84011141	13.8401114	yes	2909.22619
27.00	17.70	0.000944	3140.76	1.20	14.73504518	14.7350452	yes	3140.7563
28.00	18.45	0.000885	1600.58	2.95	17.03187175	17.0318717	yes	1600.57773
29.00	19.16	0.000836	2909.23	5.16	16.73144968	16.7314497	yes	2909.22619
30.00	19.86	0.000793	2823.66	6.36	17.61694392	17.6169439	yes	2823.66071
31.00	20.46	0.000752	2823.66	6.96	18.34027523	18.3402752	yes	2823.66071
32.00	21.16	0.000709	2994.79	6.16	19.03211715	19.0321172	yes	2994.79167
33.00	21.86	0.00066	3080.36	5.86	19.83098412	19.8309841	yes	3080.35714
34.00	22.57	0.000602	3080.36	4.57	20.71902795	20.719028	yes	3080.35714
35.00	23.27	0.000534	3503.15	3.77	21.39920294	21.3992029	yes	3503.15126
36.00	23.89	0.000453	3382.35	5.39	22.35557327	22.3555733	yes	3382.35294
37.00	24.65	0.000357	3321.95	6.65	23.46040937	23.4604094	yes	3321.95378
38.00	25.43	0.000248	3442.75	6.43	24.57749558	24.5774956	yes	3442.7521
39.00	26.21	0.000127	4831.93	3.01	25.59383713	25.5938371	yes	4831.93277
40.00	13.38	0	3050.16	0.00	13.3762114	13.3762111	yes	3050.15756

Perhitungan Tekanan Tanah di Depan Dinding Diaphragm Wall

H	Po	Deformation (m)	ks(t/m3)	Pp max (t)	Pp	Actual Pp	Spring	
4.50	0.25	0.003398	716.77	2.25	2.68588138	2.25031095	no	0
5.50	0.75	0.003919	716.77	2.75	3.55993829	2.75093284	no	0
6.50	1.25	0.004325	716.77	3.25	4.35156713	3.25155473	no	0
7.50	1.55	0.004608	510.91	2.55	3.90895365	2.55466793	no	0
8.50	1.87	0.004767	716.77	3.87	5.28450392	3.867681	no	0
9.50	2.39	0.004809	716.77	4.39	5.83502969	4.38810261	no	0
10.50	2.91	0.004744	716.77	4.91	6.30886152	4.90852421	no	0
11.50	3.47	0.004587	1128.47	7.47	8.64543522	7.46913314	no	0
12.50	4.07	0.004356	922.62	7.07	8.08885794	7.06992937	no	0
13.50	4.67	0.004069	922.62	7.67	8.42486251	7.67072561	no	0
14.50	5.27	0.003744	922.62	8.27	8.72580756	8.27152184	no	0
15.50	5.87	0.003398	2395.83	16.87	14.0133597	14.0133597	yes	2395.833
16.50	6.47	0.003052	2053.57	15.47	12.7406143	12.7406143	yes	2053.571
17.50	7.07	0.00272	1711.31	14.07	11.7286725	11.7286725	yes	1711.31
18.50	7.66	0.002411	1711.31	14.66	11.7894745	11.7894745	yes	1711.31
19.50	8.24	0.002131	1711.31	15.24	11.8887051	11.8887051	yes	1711.31
20.50	8.87	0.001881	1711.31	15.87	12.0920822	12.0920822	yes	1711.31
21.50	9.58	0.00166	1711.31	16.58	12.4176181	12.4176181	yes	1711.31
22.50	10.30	0.001469	1882.44	18.30	13.0656083	13.0656083	yes	1882.44
23.50	11.07	0.001307	2566.96	23.07	14.4287316	14.4287316	yes	2566.964
24.50	11.90	0.001172	2566.96	23.90	14.9055447	14.9055447	yes	2566.964
25.50	12.72	0.001063	2738.10	25.72	15.6310111	15.6310111	yes	2738.095
26.50	13.60	0.000977	3080.36	29.60	16.6076318	16.6076318	yes	3080.357
27.50	14.43	0.00091	3201.16	31.43	17.3389341	17.3389341	yes	3201.155
28.50	15.15	0.000857	2909.23	29.15	17.6382676	17.6382676	yes	2909.226
29.50	15.86	0.000811	2909.23	29.86	18.2161895	18.2161895	yes	2909.226
30.50	16.50	0.00077	2738.10	29.50	18.6063796	18.6063796	yes	2738.095
31.50	17.14	0.000728	2909.23	31.14	19.2572022	19.2572022	yes	2909.226
32.50	17.85	0.000682	3080.36	33.85	19.9486845	19.9486845	yes	3080.357
33.50	18.56	0.000629	3080.36	34.56	20.494021	20.494021	yes	3080.357
34.50	19.27	0.000566	3563.55	39.27	21.2851922	21.2851922	yes	3563.55
35.50	19.91	0.000491	3442.75	38.91	21.6030042	21.6030042	yes	3442.752
36.50	20.59	0.000403	3321.95	38.59	21.9307775	21.9307775	yes	3321.954
37.50	21.38	0.000301	3321.95	39.38	22.3768894	22.3768894	yes	3321.954
38.50	22.16	0.000185	3563.55	42.16	22.8211894	22.8211894	yes	3563.55
39.50	22.91	0.00006	6100.32	66.91	23.2778757	23.2778757	yes	6100.315

Deformasi

H	δ (m)	H	δ (m)
0	0	4.5	0.003486
1	0.000868	5.5	0.004023
2	0.001705	6.5	0.00444
3	0.002483	7.5	0.004732
4	0.003177	8.5	0.004897
5	0.003769	9.5	0.004942
6	0.004247	10.5	0.004878
7	0.004602	11.5	0.004718
8	0.00483	12.5	0.004483
9	0.004935	13.5	0.004188
10	0.004924	14.5	0.003851
11	0.00481	15.5	0.003491
12	0.00461	16.5	0.00313
13	0.004342	17.5	0.002783
14	0.004025	18.5	0.002461
15	0.003674	19.5	0.002168
16	0.003312	20.5	0.001907
17	0.002955	21.5	0.001678
18	0.00262	22.5	0.00148
19	0.002312	23.5	0.001312
20	0.002036	24.5	0.001174
21	0.001791	25.5	0.001063
22	0.001578	26.5	0.000975
23	0.001395	27.5	0.000907
24	0.001242	28.5	0.000853
25	0.001117	29.5	0.000808
26	0.001019	30.5	0.000766
27	0.000941	31.5	0.000725
28	0.000882	32.5	0.00068
29	0.000832	33.5	0.000627
30	0.00079	34.5	0.000565
31	0.000749	35.5	0.00049
32	0.000706	36.5	0.000402
33	0.000658	37.5	0.0003
34	0.000601	38.5	0.000185
35	0.000533	39.5	0.00006
36	0.000452		
37	0.000357		
38	0.000248		
39	0.000127		
40	0		

Penggalian Pertama - Iterasi Keempat

Perhitungan Tekanan Tanah di Belakang Dinding *Diaphragm Wall*

H	Po	Deforma si (m)	ks (t/m3)	Pa min (t)	Pa	Pa Actual	Spring
0.00	0.59	0	358.38	0.00	0.588185295	0.5881853	yes 358.383
1.00	1.71	0.000868	716.77	0.01	1.083329585	1.08332959	yes 716.766
2.00	2.41	0.001705	819.69	0.12	1.013389081	1.01338908	yes 819.692
3.00	3.10	0.002483	922.62	0.16	0.805572958	0.80557296	yes 922.619
4.00	3.66	0.003177	819.69	1.16	1.052081699	1.15624465	no 0
5.00	4.16	0.003769	716.77	2.16	1.460972484	2.16246306	no 0
6.00	4.66	0.004247	716.77	2.66	1.618980288	2.66308495	no 0
7.00	5.11	0.004602	613.84	3.61	2.289441277	3.61432967	no 0
8.00	5.32	0.00483	613.84	3.82	2.35631975	3.8211635	no 0
9.00	5.79	0.004935	716.77	3.79	2.252493389	3.78973297	no 0
10.00	6.31	0.004924	716.77	4.31	2.780799421	4.31015458	no 0
11.00	6.84	0.00481	922.62	3.84	2.402825396	3.84062302	no 0
12.00	7.43	0.00461	1025.55	3.93	2.703607046	3.93137242	no 0
13.00	8.03	0.004342	922.62	5.03	4.026156754	5.03216866	no 0
14.00	8.63	0.004025	922.62	5.63	4.919423228	5.63296489	no 0
15.00	9.23	0.003674	716.77	7.23	6.600363313	7.23376113	no 0
16.00	9.83	0.003312	1282.24	8.83	5.587771652	8.83455737	no 0
17.00	10.44	0.002955	1882.44	2.44	4.872741995	4.872742	yes 1882.44
18.00	11.03	0.00262	1711.31	4.03	6.549719008	6.54971901	yes 1711.31
19.00	11.61	0.002312	1711.31	4.61	7.657999432	7.65799943	yes 1711.31
20.00	12.21	0.002036	1711.31	5.21	8.72191989	8.72191989	yes 1711.31
21.00	12.88	0.001791	1711.31	5.88	9.816931551	9.81693155	yes 1711.31
22.00	13.60	0.001578	1796.88	6.10	10.76494617	10.7649462	yes 1796.88
23.00	14.34	0.001395	2224.70	4.34	11.2329008	11.2329008	yes 2224.7
24.00	15.15	0.001242	2566.96	3.15	11.95905747	11.9590575	yes 2566.96
25.00	15.97	0.001117	2652.53	3.47	13.00770466	13.0077047	yes 2652.53
26.00	16.81	0.001019	2909.23	2.31	13.84302063	13.8430206	yes 2909.23
27.00	17.70	0.000941	3140.76	1.20	14.74446744	14.7444674	yes 3140.76
28.00	18.45	0.000882	1600.58	2.95	17.03667348	17.0366735	yes 1600.58
29.00	19.16	0.000832	2909.23	5.16	16.74308658	16.7430866	yes 2909.23
30.00	19.86	0.00079	2823.66	6.36	17.6254149	17.6254149	yes 2823.66
31.00	20.46	0.000749	2823.66	6.96	18.34874621	18.3487462	yes 2823.66
32.00	21.16	0.000706	2994.79	6.16	19.04110153	19.0411015	yes 2994.79
33.00	21.86	0.000658	3080.36	5.86	19.83714483	19.8371448	yes 3080.36
34.00	22.57	0.000601	3080.36	4.57	20.72210831	20.7221083	yes 3080.36
35.00	23.27	0.000533	3503.15	3.77	21.4027061	21.4027061	yes 3503.15
36.00	23.89	0.000452	3382.35	5.39	22.35895562	22.3589556	yes 3382.35
37.00	24.65	0.000357	3321.95	6.65	23.46040937	23.4604094	yes 3321.95
38.00	25.43	0.000248	3442.75	6.43	24.57749558	24.5774956	yes 3442.75
39.00	26.21	0.000127	4831.93	3.01	25.59383713	25.5938371	yes 4831.93
40.00	13.38	0	3050.16	0.00	13.37621114	13.3762111	yes 3050.16

Perhitungan Tekanan Tanah di Depan Dinding *Diaphragm Wall*

H	Po	Deformati on (m)	ks(t/m3)	Pp max (t)	Pp	Actual Pp	Spring	
4.50	0.25	0.003486	716.77	2.25	2.74895678	2.25031095	no	0
5.50	0.75	0.004023	716.77	2.75	3.63448194	2.75093284	no	0
6.50	1.25	0.004444	716.77	3.25	4.4339952	3.25155473	no	0
7.50	1.55	0.004732	510.91	2.55	3.97230682	2.55466793	no	0
8.50	1.87	0.004897	716.77	3.87	5.37768348	3.867681	no	0
9.50	2.39	0.004942	716.77	4.39	5.93035955	4.38810261	no	0
10.50	2.91	0.004878	716.77	4.91	6.40490814	4.90852421	no	0
11.50	3.47	0.004718	1128.47	7.47	8.79326508	7.46913314	no	0
12.50	4.07	0.004483	922.62	7.07	8.20603056	7.06992937	no	0
13.50	4.67	0.004188	922.62	7.67	8.53465418	7.67072561	no	0
14.50	5.27	0.003851	922.62	8.27	8.8245278	8.27152184	no	0
15.50	5.87	0.003491	2395.83	16.87	14.2361722	14.2361722	yes	2395.833
16.50	6.47	0.00313	2053.57	15.47	12.9007929	12.9007929	yes	2053.571
17.50	7.07	0.002783	1711.31	14.07	11.836485	11.836485	yes	1711.31
18.50	7.66	0.002461	1711.31	14.66	11.87504	11.87504	yes	1711.31
19.50	8.24	0.002168	1711.31	15.24	11.9520235	11.9520235	yes	1711.31
20.50	8.87	0.001907	1711.31	15.87	12.1365762	12.1365762	yes	1711.31
21.50	9.58	0.001678	1711.31	16.58	12.4484217	12.4484217	yes	1711.31
22.50	10.30	0.00148	1882.44	18.30	13.0863151	13.0863151	yes	1882.44
23.50	11.07	0.001312	2566.96	23.07	14.4415664	14.4415664	yes	2566.964
24.50	11.90	0.001174	2566.96	23.90	14.9106787	14.9106787	yes	2566.964
25.50	12.72	0.001063	2738.10	25.72	15.6310111	15.6310111	yes	2738.095
26.50	13.60	0.000975	3080.36	29.60	16.6014711	16.6014711	yes	3080.357
27.50	14.43	0.000907	3201.16	31.43	17.3293306	17.3293306	yes	3201.155
28.50	15.15	0.000853	2909.23	29.15	17.6266306	17.6266306	yes	2909.226
29.50	15.86	0.000808	2909.23	29.86	18.2074618	18.2074618	yes	2909.226
30.50	16.50	0.000766	2738.10	29.50	18.5954273	18.5954273	yes	2738.095
31.50	17.14	0.000725	2909.23	31.14	19.2484746	19.2484746	yes	2909.226
32.50	17.85	0.00068	3080.36	33.85	19.9425238	19.9425238	yes	3080.357
33.50	18.56	0.000627	3080.36	34.56	20.4878603	20.4878603	yes	3080.357
34.50	19.27	0.000565	3563.55	39.27	21.2816287	21.2816287	yes	3563.55
35.50	19.91	0.00049	3442.75	38.91	21.5995614	21.5995614	yes	3442.752
36.50	20.59	0.000402	3321.95	38.59	21.9274555	21.9274555	yes	3321.954
37.50	21.38	0.0003	3321.95	39.38	22.3735675	22.3735675	yes	3321.954
38.50	22.16	0.000185	3563.55	42.16	22.8211894	22.8211894	yes	3563.55
39.50	22.91	0.00006	6100.32	66.91	23.2778757	23.2778757	yes	6100.315

Deformasi

H	δ (m)	H	δ (m)
0	0	4.5	0.003486
1	0.000868	5.5	0.004023
2	0.001705	6.5	0.00444
3	0.002483	7.5	0.004732
4	0.003177	8.5	0.004897
5	0.003769	9.5	0.004942
6	0.004247	10.5	0.004878
7	0.004602	11.5	0.004718
8	0.00483	12.5	0.004483
9	0.004935	13.5	0.004188
10	0.004924	14.5	0.003851
11	0.00481	15.5	0.003491
12	0.00461	16.5	0.00313
13	0.004342	17.5	0.002783
14	0.004025	18.5	0.002461
15	0.003674	19.5	0.002168
16	0.003312	20.5	0.001907
17	0.002955	21.5	0.001678
18	0.00262	22.5	0.00148
19	0.002312	23.5	0.001312
20	0.002036	24.5	0.001174
21	0.001791	25.5	0.001063
22	0.001578	26.5	0.000975
23	0.001395	27.5	0.000907
24	0.001242	28.5	0.000853
25	0.001117	29.5	0.000808
26	0.001019	30.5	0.000766
27	0.000941	31.5	0.000725
28	0.000882	32.5	0.00068
29	0.000832	33.5	0.000627
30	0.00079	34.5	0.000565
31	0.000749	35.5	0.00049
32	0.000706	36.5	0.000402
33	0.000658	37.5	0.0003
34	0.000601	38.5	0.000185
35	0.000533	39.5	0.00006
36	0.000452		
37	0.000357		
38	0.000248		
39	0.000127		
40	0		

Penggalian Kedua

Tekanan Tanah di Depan Dinding *Diaphragm Wall*

Titik	H (m)	Ketebalan (m)	γ' (t/m ³)	$\sigma'z$ (t/m ²)	ϕ	Cu (t/m ²)	Ko	σ_h (t/m ²)	ka	kp	$\sigma_h \min$ (t/m ²)	$\sigma_h \max$ (t/m ²)
11a	11	1	0.60	0.00	0	2.00	1	0.00	1	1	-6.83	4.00
11b	12		0.60	0.60	0	2.00	1	0.60	1	1	-7.43	4.60
12a	12	1	0.60	0.60	0	1.50	1	0.60	1	1	-7.43	3.60
12b	13		0.60	1.20	0	1.50	1	1.20	1	1	-8.03	4.20
13a	13	1	0.60	1.20	0	1.50	1	1.20	1	1	-8.03	4.20
13b	14		0.60	1.80	0	1.50	1	1.80	1	1	-8.63	4.80
14a	14	1	0.60	1.80	0	1.50	1	1.80	1	1	-8.63	4.80
14b	15		0.60	2.40	0	1.50	1	2.40	1	1	-9.23	5.40
15a	15	1	0.60	2.40	0	5.50	1	2.40	1	1	-9.23	13.40
15b	16		0.60	3.00	0	5.50	1	3.00	1	1	-9.83	14.00
16a	16	1	0.60	3.00	0	4.50	1	3.00	1	1	-9.83	12.00
16b	17		0.60	3.60	0	4.50	1	3.60	1	1	-10.44	12.60
17a	17	1	0.60	3.60	0	3.50	1	3.60	1	1	-10.44	10.60
17b	18		0.60	4.21	0	3.50	1	4.21	1	1	-11.04	11.21
18a	18	1	0.58	4.21	0	3.50	1	4.21	1	1	-11.04	11.21
18b	19		0.58	4.78	0	3.50	1	4.78	1	1	-11.61	11.78
19a	19	1	0.58	4.78	0	3.50	1	4.78	1	1	-11.61	11.78
19b	20		0.58	5.36	0	3.50	1	5.36	1	1	-12.19	12.36
20a	20	1	0.68	5.36	0	3.50	1	5.36	1	1	-12.19	12.36
20b	21		0.68	6.05	0	3.50	1	6.05	1	1	-12.88	13.05
21a	21	1	0.72	6.05	0	3.50	1	6.05	1	1	-12.88	13.05
21b	22		0.72	6.77	0	3.50	1	6.77	1	1	-13.60	13.77
22a	22	1	0.72	6.77	0	4.00	1	6.77	1	1	-13.60	14.77
22b	23		0.72	7.49	0	4.00	1	7.49	1	1	-14.32	15.49
23a	23	1	0.82	7.49	0	6.00	1	7.49	1	1	-14.32	19.49
23b	24		0.82	8.32	0	6.00	1	8.32	1	1	-15.15	20.32
24a	24	1	0.82	8.32	0	6.00	1	8.32	1	1	-15.15	20.32
24b	25		0.82	9.14	0	6.00	1	9.14	1	1	-15.97	21.14
25a	25	1	0.82	9.14	0	6.50	1	9.14	1	1	-15.97	22.14
25b	26		0.82	9.96	0	6.50	1	9.96	1	1	-16.79	22.96
26a	26	1	0.93	9.96	0	8.00	1	9.96	1	1	-16.79	25.96
26b	27		0.93	10.90	0	8.00	1	10.90	1	1	-17.73	26.90
27a	27	1	0.72	10.90	0	8.50	1	10.90	1	1	-17.73	27.90
27b	28		0.72	11.62	0	8.50	1	11.62	1	1	-18.45	28.62
28a	28	1	0.71	11.62	0	7.00	1	11.62	1	1	-18.45	25.62
28b	29		0.71	12.33	0	7.00	1	12.33	1	1	-19.16	26.33
29a	29	1	0.71	12.33	0	7.00	1	12.33	1	1	-19.16	26.33
29b	30		0.71	13.04	0	7.00	1	13.04	1	1	-19.87	27.04
30a	30	1	0.57	13.04	0	6.50	1	13.04	1	1	-19.87	26.04
30b	31		0.57	13.62	0	6.50	1	13.62	1	1	-20.45	26.62
31a	31	1	0.71	13.62	0	7.00	1	13.62	1	1	-20.45	27.62
32b	32		0.71	14.32	0	7.00	1	14.32	1	1	-21.16	28.32
33a	32	1	0.71	14.32	0	8.00	1	14.32	1	1	-21.16	30.32
33b	33		0.71	15.03	0	8.00	1	15.03	1	1	-21.86	31.03
34a	33	1	0.71	15.03	0	8.00	1	15.03	1	1	-21.86	31.03
34b	34		0.71	15.74	0	8.00	1	15.74	1	1	-22.57	31.74
35a	34	1	0.71	15.74	0	10.00	1	15.74	1	1	-22.57	35.74
35b	35		0.71	16.46	0	10.00	1	16.46	1	1	-23.29	36.46
36a	35	1	0.57	16.46	0	9.50	1	16.46	1	1	-23.29	35.46
36b	36		0.57	17.03	0	9.50	1	17.03	1	1	-23.86	36.03
37a	36	1	0.78	17.03	0	9.00	1	17.03	1	1	-23.86	35.03
37b	37		0.78	17.82	0	9.00	1	17.82	1	1	-24.65	35.82
38a	37	1	0.78	17.82	0	9.00	1	17.82	1	1	-24.65	35.82
38b	38		0.78	18.60	0	9.00	1	18.60	1	1	-25.43	36.60
39a	38	1	0.78	18.60	0	10.00	1	18.60	1	1	-25.43	38.60
39b	39		0.78	19.39	0	10.00	1	19.39	1	1	-26.22	39.39
40a	39	1	0.71	19.39	0	22.00	1	19.39	1	1	-26.22	63.39
40b	40		0.71	20.10	0	22.00	1	20.10	1	1	-26.93	64.10

Iterasi Kedua

Perhitungan Tekanan Tanah di Belakang Dinding *Diaphragm Wall*

H	Po	Deforma si (m)	ks (t/m3)	Pa min (t)	Pa	Pa Actual	Spring
0.00	0.59	0	358.3829	0	0.588185295	0.5881853	yes 358.3829
1.00	1.71	0.000616	716.7659	0.014556	1.263954585	1.26395459	yes 716.7659
2.00	2.41	0.00127	819.6925	0.117297	1.369955301	1.3699553	yes 819.6925
3.00	3.10	0.002006	922.619	0.15551	1.245662244	1.24566224	yes 922.619
4.00	3.66	0.002869	819.6925	1.156245	1.304546977	1.30454698	yes 819.6925
5.00	4.16	0.003972	716.7659	2.162463	1.315469012	2.16246306	no 0
6.00	4.66	0.005169	716.7659	2.663085	0.9581212153	2.66308495	no 0
7.00	5.11	0.006376	613.8393	3.61433	1.200490384	3.61432967	no 0
8.00	5.32	0.007519	613.8393	3.821163	0.705705911	3.8211635	no 0
9.00	5.79	0.008539	716.7659	3.789733	-0.33073082	3.78973297	no 0
10.00	6.31	0.009388	716.7659	4.310155	-0.41884344	4.31015458	no 0
11.00	6.84	0.01003	922.619	3.840623	-2.41324603	3.84062302	no 0
12.00	7.43	0.010449	1025.546	3.931372	-3.28455392	3.93137242	no 0
13.00	8.03	0.010644	922.619	5.032169	-1.78818848	5.03216866	no 0
14.00	8.63	0.010621	922.619	5.632965	-1.16617201	5.63296489	no 0
15.00	9.23	0.010401	716.7659	7.233761	1.778679285	7.23376113	no 0
16.00	9.83	0.010019	1282.242	8.834557	-3.01222587	8.83455737	no 0
17.00	10.44	0.009515	1882.44	2.435354	-7.47606753	2.4353536	no 0
18.00	11.03	0.008932	1711.31	4.03335	-4.25206671	4.03334996	no 0
19.00	11.61	0.008299	1711.31	4.614547	-2.58761069	4.61454705	no 0
20.00	12.21	0.007641	1711.31	5.206146	-0.86996999	5.20614608	no 0
21.00	12.88	0.00698	1711.31	5.881887	0.936946432	5.88188691	no 0
22.00	13.60	0.006333	1796.875	6.100415	2.220805543	6.10041492	no 0
23.00	14.34	0.005716	2224.702	4.336361	1.619961811	4.33636062	no 0
24.00	15.15	0.005144	2566.964	3.147227	1.942762829	3.14722712	no 0
25.00	15.97	0.004628	2652.53	3.47058	3.69467267	3.69467267	yes 2652.53
26.00	16.81	0.004172	2909.226	2.307522	4.670230454	4.67023045	yes 2909.226
27.00	17.70	0.003773	3140.756	1.199919	5.849845596	5.8498456	yes 3140.756
28.00	18.45	0.003429	1600.578	2.948383	12.960002	12.960002	yes 1600.578
29.00	19.16	0.003125	2909.226	5.163563	10.07223093	10.0722309	yes 2909.226
30.00	19.86	0.002853	2823.661	6.356107	11.80020285	11.8002028	yes 2823.661
31.00	20.46	0.002604	2823.661	6.963668	13.11085558	13.1108556	yes 2823.661
32.00	21.16	0.002365	2994.792	6.155424	14.07274215	14.0727422	yes 2994.792
33.00	21.86	0.002128	3080.357	5.86402	15.30901983	15.3090198	yes 3080.357
34.00	22.57	0.001884	3080.357	4.573403	16.7700101	16.7700101	yes 3080.357
35.00	23.27	0.001625	3503.151	3.769886	17.57726492	17.5772649	yes 3503.151
36.00	23.89	0.001346	3382.353	5.387779	19.33513209	19.3351321	yes 3382.353
37.00	24.65	0.001043	3321.954	6.646347	21.18154908	21.1815491	yes 3321.954
38.00	25.43	0.001043	3442.752	6.431298	21.84050766	21.8405077	yes 3442.752
39.00	26.21	0.001043	4831.933	3.010006	21.1677867	21.1677867	yes 4831.933
40.00	13.38	0.001043	3050.158	0	10.1948968	10.1948968	yes 3050.158

Perhitungan Tekanan Tanah di Depan Dinding *Diaphragm Wall*

H	Po	Deforma si	ks	Pp max	Pp	Actual Pp	spring	
11.50	0.30	0.011005	1128.47	4.30	12.7192349	4.30039812	no	0
12.50	0.90	0.011228	922.62	3.90	11.260361	3.90119435	no	0
13.50	1.50	0.011195	922.62	4.50	11.8307108	4.50199059	no	0
14.50	2.10	0.010927	922.62	5.10	12.1842452	5.10278683	no	0
15.50	2.70	0.010462	2395.83	13.70	27.7687914	13.7035831	no	0
16.50	3.30	0.009856	2053.57	12.30	23.5443793	12.3043793	no	0
17.50	3.91	0.009161	1711.31	10.91	19.5824821	10.9051755	no	0
18.50	4.49	0.008419	1711.31	11.49	18.9022871	11.4947723	no	0
19.50	5.07	0.007664	1711.31	12.07	18.1886457	12.0731695	no	0
20.50	5.70	0.006919	1711.31	12.70	17.5449245	12.704374	no	0
21.50	6.41	0.006205	1711.31	13.41	17.0267849	13.4081093	no	0
22.50	7.13	0.005537	1882.44	15.13	17.5546411	15.1315682	no	0
23.50	7.90	0.004928	2566.96	19.90	20.5549743	19.9049743	no	0
24.50	8.73	0.004389	2566.96	20.73	19.9947338	19.9947338	yes	2566.964
25.50	9.55	0.003924	2738.10	22.55	20.2959666	20.2959666	yes	2738.095
26.50	10.43	0.003531	3080.36	26.43	21.3061289	21.3061289	yes	3080.357
27.50	11.26	0.003204	3201.16	28.26	21.5136497	21.5136497	yes	3201.155
28.50	11.98	0.002929	2909.23	25.98	20.4974492	20.4974492	yes	2909.226
29.50	12.69	0.002693	2909.23	26.69	20.5226181	20.5226181	yes	2909.226
30.50	13.33	0.002484	2738.10	26.33	20.1307399	20.1307399	yes	2738.095
31.50	13.97	0.002288	2909.23	27.97	20.6268601	20.6268601	yes	2909.226
32.50	14.68	0.002095	3080.36	30.68	21.1324942	21.1324942	yes	3080.357
33.50	15.39	0.001894	3080.36	31.39	21.2219378	21.2219378	yes	3080.357
34.50	16.10	0.001675	3563.55	36.10	22.0684346	22.0684346	yes	3563.55
35.50	16.74	0.001434	3442.75	35.74	21.6807844	21.6807844	yes	3442.752
36.50	17.42	0.001163	3321.95	35.42	21.2867273	21.2867273	yes	3321.954
37.50	18.21	0.000862	3321.95	36.21	21.0717705	21.0717705	yes	3321.954
38.50	18.99	0.000531	3563.55	38.99	20.8854428	20.8854428	yes	3563.55
39.50	19.74	0.000177	6100.32	63.74	20.8228776	20.8228776	yes	6100.315

Deformasi

H	δ (m)	H	δ (m)
0	0	11.50	0.013858
1	0.000617	12.50	0.014489
2	0.001303	13.50	0.014811
3	0.00213	14.50	0.014828
4	0.003177	15.50	0.014559
5	0.0046	16.50	0.014039
6	0.006208	17.50	0.013308
7	0.007884	18.50	0.012408
8	0.009525	19.50	0.01138
9	0.011042	20.50	0.01027
10	0.012363	21.50	0.009122
11	0.013431	22.50	0.00798
12	0.014212	23.50	0.006892
13	0.014689	24.50	0.005899
14	0.014858	25.50	0.005028
15	0.014729	26.50	0.004291
16	0.01433	27.50	0.003685
17	0.013698	28.50	0.003194
18	0.012878	29.50	0.002798
19	0.011908	30.50	0.002477
20	0.010834	31.50	0.002209
21	0.0097	32.50	0.001976
22	0.008549	33.50	0.001758
23	0.007428	34.50	0.001542
24	0.006383	35.50	0.001313
25	0.005449	36.50	0.001064
26	0.004645	37.50	0.000788
27	0.003975	38.50	0.000486
28	0.003429	39.50	0.000162
29	0.002988		
30	0.002632		
31	0.00234		
32	0.002092		
33	0.001869		
34	0.001654		
35	0.001433		
36	0.001195		
37	0.000933		
38	0.000644		
39	0.00033		
40	0		

Penggalian Kedua - Iterasi Ketiga

Perhitungan Tekanan Tanah di Belakang Dinding *Diaphragm Wall*

H	Po	Deforma si (m)	ks (t/m3)	Pa min (t)	Pa	Pa Actual	Spring
0.00	0.59	0	358.3829	0	0.5881853	0.5881853	yes 358.3829
1.00	1.71	0.000617	716.7659	0.014556	1.26323782	1.26323782	yes 716.7659
2.00	2.41	0.001303	819.6925	0.117297	1.34290545	1.34290545	yes 819.6925
3.00	3.10	0.00213	922.619	0.15551	1.13125748	1.13125748	yes 922.619
4.00	3.66	0.003177	819.6925	1.156245	1.0520817	1.15624465	no 0
5.00	4.16	0.0046	716.7659	2.162463	0.86534004	2.16246306	no 0
6.00	4.66	0.006208	716.7659	2.663085	0.21340241	2.66308495	no 0
7.00	5.11	0.007884	613.8393	3.61433	0.27482074	3.61432967	no 0
8.00	5.32	0.009525	613.8393	3.821163	-0.5256557	3.8211635	no 0
9.00	5.79	0.011042	716.7659	3.789733	-2.1247958	3.78973297	no 0
10.00	6.31	0.012363	716.7659	4.310155	-2.55122191	4.31015458	no 0
11.00	6.84	0.013431	922.619	3.840623	-5.55107341	3.84062302	no 0
12.00	7.43	0.014212	1025.546	3.931372	-7.14368214	3.93137242	no 0
13.00	8.03	0.014689	922.619	5.032169	-5.52018253	5.03216866	no 0
14.00	8.63	0.014858	922.619	5.632965	-5.07530891	5.63296489	no 0
15.00	9.23	0.014729	716.7659	7.233761	-1.32348341	7.23376113	no 0
16.00	9.83	0.01433	1282.242	8.834557	-8.5399714	8.83455737	no 0
17.00	10.44	0.013698	1882.44	2.435354	-15.350316	2.4353536	no 0
18.00	11.03	0.012878	1711.31	4.03335	-11.0048941	4.03334996	no 0
19.00	11.61	0.011908	1711.31	4.614547	-8.76372676	4.61454705	no 0
20.00	12.21	0.010834	1711.31	5.206146	-6.3341813	5.20614608	no 0
21.00	12.88	0.0097	1711.31	5.881887	-3.71781547	5.88188691	no 0
22.00	13.60	0.008549	1796.875	6.100415	-1.76106946	6.10041492	no 0
23.00	14.34	0.007428	2224.702	4.336361	-2.18872867	4.33636062	no 0
24.00	15.15	0.006383	2566.964	3.147227	-1.23770592	3.14722712	no 0
25.00	15.97	0.005449	2652.53	3.47058	1.51694574	3.47058041	no 0
26.00	16.81	0.004645	2909.226	2.307522	3.29416647	3.29416647	yes 2909.226
27.00	17.70	0.003975	3140.756	1.199919	5.21541282	5.21541282	yes 3140.756
28.00	18.45	0.003429	1600.578	2.948383	12.960002	12.960002	yes 1600.578
29.00	19.16	0.002988	2909.226	5.163563	10.4707949	10.4707949	yes 2909.226
30.00	19.86	0.002632	2823.661	6.356107	12.4242319	12.4242319	yes 2823.661
31.00	20.46	0.00234	2823.661	6.963668	13.856302	13.856302	yes 2823.661
32.00	21.16	0.002092	2994.792	6.155424	14.8903203	14.8903203	yes 2994.792
33.00	21.86	0.001869	3080.357	5.86402	16.1068323	16.1068323	yes 3080.357
34.00	22.57	0.001654	3080.357	4.573403	17.4784922	17.4784922	yes 3080.357
35.00	23.27	0.001433	3503.151	3.769886	18.24987	18.24987	yes 3503.151
36.00	23.89	0.001195	3382.353	5.387779	19.8458674	19.8458674	yes 3382.353
37.00	24.65	0.000933	3321.954	6.646347	21.546964	21.546964	yes 3321.954
38.00	25.43	0.000248	3442.752	6.431298	24.5774956	24.5774956	yes 3442.752
39.00	26.21	0.000127	4831.933	3.010006	25.5938371	25.5938371	yes 4831.933
40.00	13.38	0	3050.158	0	13.3762111	13.3762111	yes 3050.158

Perhitungan Tekanan Tanah di Depan Dinding *Diaphragm Wall*

H	Po	Deforma si	ks	Pp max	Pp	Actual Pp	spring
11.50	0.30	0.013858	1128.47	4.30	15.93877	4.300398118	no 0
12.50	0.90	0.014489	922.62	3.90	14.26902	3.901194354	no 0
13.50	1.50	0.014811	922.62	4.50	15.1669	4.50199059	no 0
14.50	2.10	0.014828	922.62	5.10	15.78338	5.102786826	no 0
15.50	2.70	0.014559	2395.83	13.70	37.58452	13.70358306	no 0
16.50	3.30	0.014039	2053.57	12.30	32.13447	12.3043793	no 0
17.50	3.91	0.013308	1711.31	10.91	26.67928	10.90517553	no 0
18.50	4.49	0.012408	1711.31	11.49	25.7287	11.49477226	no 0
19.50	5.07	0.01138	1711.31	12.07	24.54787	12.07316947	no 0
20.50	5.70	0.01027	1711.31	12.70	23.27952	12.70437395	no 0
21.50	6.41	0.009122	1711.31	13.41	22.01867	13.40810928	no 0
22.50	7.13	0.00798	1882.44	15.13	22.15344	15.13156818	no 0
23.50	7.90	0.006892	2566.96	19.90	25.59649	19.90497428	no 0
24.50	8.73	0.005899	2566.96	20.73	23.87085	20.72832758	no 0
25.50	9.55	0.005028	2738.10	22.55	23.31882	22.55168087	no 0
26.50	10.43	0.004291	3080.36	26.43	23.6472	23.64720034	yes 3080.357
27.50	11.26	0.003685	3201.16	28.26	23.05341	23.05340549	yes 3201.155
28.50	11.98	0.003194	2909.23	25.98	21.26839	21.26839414	yes 2909.226
29.50	12.69	0.002798	2909.23	26.69	20.82809	20.82808689	yes 2909.226
30.50	13.33	0.002477	2738.10	26.33	20.11157	20.11157319	yes 2738.095
31.50	13.97	0.002209	2909.23	27.97	20.39703	20.39703122	yes 2909.226
32.50	14.68	0.001976	3080.36	30.68	20.76593	20.76593167	yes 3080.357
33.50	15.39	0.001758	3080.36	31.39	20.80301	20.8030092	yes 3080.357
34.50	16.10	0.001542	3563.55	36.10	21.59448	21.59448241	yes 3563.55
35.50	16.74	0.001313	3442.75	35.74	21.26421	21.26421138	yes 3442.752
36.50	17.42	0.001064	3321.95	35.42	20.95785	20.95785389	yes 3321.954
37.50	18.21	0.000788	3321.95	36.21	20.82595	20.82594588	yes 3321.954
38.50	18.99	0.000486	3563.55	38.99	20.72508	20.72508304	yes 3563.55
39.50	19.74	0.000162	6100.32	63.74	20.73137	20.73137283	yes 6100.315

Deformasi

H	δ (m)	H	δ (m)
0	0	11.5	0.013763
1	0.000619	12.5	0.014377
2	0.001306	13.5	0.014682
3	0.002133	14.5	0.014684
4	0.003177	15.5	0.0144
5	0.004594	16.5	0.013866
6	0.006192	17.5	0.013124
7	0.007857	18.5	0.012214
8	0.009485	19.5	0.01118
9	0.010988	20.5	0.010067
10	0.012293	21.5	0.008918
11	0.013344	22.5	0.007781
12	0.014108	23.5	0.0067
13	0.014569	24.5	0.00572
14	0.014721	25.5	0.004868
15	0.014577	26.5	0.004156
16	0.014164	27.5	0.003575
17	0.013519	28.5	0.003108
18	0.012688	29.5	0.002734
19	0.011711	30.5	0.002432
20	0.010632	31.5	0.00218
21	0.009496	32.5	0.001959
22	0.008347	33.5	0.00175
23	0.007232	34.5	0.001539
24	0.006198	35.5	0.001314
25	0.005279	36.5	0.001067
26	0.004497	37.5	0.000791
27	0.003852	38.5	0.000488
28	0.003331	39.5	0.000163
29	0.002913		
30	0.002578		
31	0.002304		
32	0.00207		
33	0.001857		
34	0.001649		
35	0.001432		
36	0.001197		
37	0.000936		
38	0.000646		
39	0.000331		
40	0		

Penggalian Kedua - Iterasi Keempat

Perhitungan Tekanan Tanah di Belakang Dinding *Diaphragm Wall*

H	Po	Deforma si (m)	ks (t/m3)	Pa min (t)	Pa	Pa Actual	Spring
0.00	0.59	0	358.382937	0	0.588185295	0.5881853	yes 358.3829
1.00	1.71	0.000619	716.765873	0.01455589	1.261804288	1.26180429	yes 716.7659
2.00	2.41	0.001306	819.69246	0.11729707	1.340446373	1.34044637	yes 819.6925
3.00	3.10	0.002133	922.619048	0.15550958	1.128489625	1.12848962	yes 922.619
4.00	3.66	0.003177	819.69246	1.15624465	1.052081699	1.15624465	no 0
5.00	4.16	0.004594	716.765873	2.16246306	0.869640639	2.16246306	no 0
6.00	4.66	0.006192	716.765873	2.66308495	0.224870665	2.66308495	no 0
7.00	5.11	0.007857	613.839286	3.61432967	0.291394402	3.61432967	no 0
8.00	5.32	0.009485	613.839286	3.8211635	-0.50110213	3.8211635	no 0
9.00	5.79	0.010988	716.765873	3.78973297	-2.08609044	3.78973297	no 0
10.00	6.31	0.012293	716.765873	4.31015458	-2.5010483	4.31015458	no 0
11.00	6.84	0.013344	922.619048	3.84062302	-5.47080556	3.84062302	no 0
12.00	7.43	0.014108	1025.54563	3.93137242	-7.03702539	3.93137242	no 0
13.00	8.03	0.014569	922.619048	5.03216866	-5.40946825	5.03216866	no 0
14.00	8.63	0.014721	922.619048	5.63296489	-4.94891011	5.63296489	no 0
15.00	9.23	0.014577	716.765873	7.23376113	-1.214535	7.23376113	no 0
16.00	9.83	0.014164	1282.24206	8.83455737	-8.32711922	8.83455737	no 0
17.00	10.44	0.013519	1882.44048	2.4353536	-15.0133592	2.4353536	no 0
18.00	11.03	0.012688	1711.30952	4.03334996	-10.6797453	4.03334996	no 0
19.00	11.61	0.011711	1711.30952	4.61454705	-8.42659878	4.61454705	no 0
20.00	12.21	0.010632	1711.30952	5.20614608	-5.98849678	5.20614608	no 0
21.00	12.88	0.009496	1711.30952	5.88188691	-3.36870833	5.88188691	no 0
22.00	13.60	0.008347	1796.875	6.10041492	-1.39810071	6.10041492	no 0
23.00	14.34	0.007232	2224.70238	4.33636062	-1.752687	4.33636062	no 0
24.00	15.15	0.006198	2566.96429	3.14722712	-0.76281753	3.14722712	no 0
25.00	15.97	0.005279	2652.52976	3.47058041	1.967875795	3.47058041	no 0
26.00	16.81	0.004497	2909.22619	2.30752212	3.724731942	3.72473194	yes 2909.226
27.00	17.70	0.003852	3140.7563	1.19991912	5.601725848	5.60172585	yes 3140.756
28.00	18.45	0.003331	1600.57773	2.94838304	13.11685862	13.1168586	yes 1600.578
29.00	19.16	0.002913	2909.22619	5.16356277	10.68898688	10.6889869	yes 2909.226
30.00	19.86	0.002578	2823.66071	6.35610687	12.57670954	12.5767095	yes 2823.661
31.00	20.46	0.002304	2823.66071	6.96366808	13.9579538	13.9579538	yes 2823.661
32.00	21.16	0.00207	2994.79167	6.15542444	14.95620569	14.9562057	yes 2994.792
33.00	21.86	0.001857	3080.35714	5.86401983	16.14379662	16.1437966	yes 3080.357
34.00	22.57	0.001649	3080.35714	4.57340295	17.49389402	17.493894	yes 3080.357
35.00	23.27	0.001432	3503.15126	3.76988572	18.25337311	18.2533731	yes 3503.151
36.00	23.89	0.001197	3382.35294	5.38777915	19.83910268	19.8391027	yes 3382.353
37.00	24.65	0.000936	3321.95378	6.64634687	21.53699813	21.5369981	yes 3321.954
38.00	25.43	0.000715	3442.7521	6.4312981	22.96973035	22.9697304	yes 3442.752
39.00	26.21	0.000364	4831.93277	3.01000576	24.44866906	24.4486691	yes 4831.933
40.00	13.38	0	3050.15756	0	13.37621114	13.3762111	yes 3050.158

Perhitungan Tekanan Tanah di Depan Dinding *Diaphragm Wall*

H	Po	Deforma si	ks	Pp max	Pp	Actual Pp	spring	
11.50	0.30	0.013763	1128.47	4.30	15.83156	4.300398118	no	0
12.50	0.90	0.014377	922.62	3.90	14.16569	3.901194354	no	0
13.50	1.50	0.014682	922.62	4.50	15.04788	4.50199059	no	0
14.50	2.10	0.014684	922.62	5.10	15.65052	5.102786826	no	0
15.50	2.70	0.0144	2395.83	13.70	37.20358	13.70358306	no	0
16.50	3.30	0.013866	2053.57	12.30	31.7792	12.3043793	no	0
17.50	3.91	0.013124	1711.31	10.91	26.3644	10.90517553	no	0
18.50	4.49	0.012214	1711.31	11.49	25.39671	11.49477226	no	0
19.50	5.07	0.01118	1711.31	12.07	24.20561	12.07316947	no	0
20.50	5.70	0.010067	1711.31	12.70	22.93213	12.70437395	no	0
21.50	6.41	0.008918	1711.31	13.41	21.66957	13.40810928	no	0
22.50	7.13	0.007781	1882.44	15.13	21.77884	15.13156818	no	0
23.50	7.90	0.0067	2566.96	19.90	25.10363	19.90497428	no	0
24.50	8.73	0.00572	2566.96	20.73	23.41136	20.72832758	no	0
25.50	9.55	0.004868	2738.10	22.55	22.88073	22.55168087	no	0
26.50	10.43	0.004156	3080.36	26.43	23.23135	23.23135212	yes	3080.357
27.50	11.26	0.003575	3201.16	28.26	22.70128	22.70127838	yes	3201.155
28.50	11.98	0.003108	2909.23	25.98	21.0182	21.01820069	yes	2909.226
29.50	12.69	0.002734	2909.23	26.69	20.6419	20.64189642	yes	2909.226
30.50	13.33	0.002432	2738.10	26.33	19.98836	19.98835891	yes	2738.095
31.50	13.97	0.00218	2909.23	27.97	20.31266	20.31266366	yes	2909.226
32.50	14.68	0.001959	3080.36	30.68	20.71357	20.71356559	yes	3080.357
33.50	15.39	0.00175	3080.36	31.39	20.77837	20.77836634	yes	3080.357
34.50	16.10	0.001539	3563.55	36.10	21.58379	21.58379176	yes	3563.55
35.50	16.74	0.001314	3442.75	35.74	21.26765	21.26765413	yes	3442.752
36.50	17.42	0.001067	3321.95	35.42	20.96782	20.96781975	yes	3321.954
37.50	18.21	0.000791	3321.95	36.21	20.83591	20.83591174	yes	3321.954
38.50	18.99	0.000488	3563.55	38.99	20.73221	20.73221014	yes	3563.55
39.50	19.74	0.000163	6100.32	63.74	20.73747	20.73747314	yes	6100.315

Deformasi

H	δ (m)	H	δ (m)
0	0	11.5	0.013763
1	0.000619	12.5	0.014377
2	0.001306	13.5	0.014682
3	0.002133	14.5	0.014684
4	0.003177	15.5	0.0144
5	0.004594	16.5	0.013866
6	0.006192	17.5	0.013124
7	0.007857	18.5	0.012214
8	0.009485	19.5	0.01118
9	0.010988	20.5	0.010067
10	0.012293	21.5	0.008918
11	0.013344	22.5	0.007781
12	0.014108	23.5	0.0067
13	0.014569	24.5	0.00572
14	0.014721	25.5	0.004868
15	0.014577	26.5	0.004156
16	0.014164	27.5	0.003575
17	0.013519	28.5	0.003108
18	0.012688	29.5	0.002734
19	0.011711	30.5	0.002432
20	0.010632	31.5	0.00218
21	0.009496	32.5	0.001959
22	0.008347	33.5	0.00175
23	0.007232	34.5	0.001539
24	0.006198	35.5	0.001314
25	0.005279	36.5	0.001067
26	0.004497	37.5	0.000791
27	0.003852	38.5	0.000488
28	0.003331	39.5	0.000163
29	0.002913		
30	0.002578		
31	0.002304		
32	0.00207		
33	0.001857		
34	0.001649		
35	0.001432		
36	0.001197		
37	0.000936		
38	0.000646		
39	0.000331		
40	0		
0	0		

Penggalian Kedua - Iterasi Kelima

Perhitungan Tekanan Tanah di Belakang Dinding *Diaphragm Wall*

H	Po	Deforma si (m)	ks (t/m3)	Pa min (t)	Pa	Pa Actual	Spring
0.00	0.59	0	358.382937	0	0.588185	0.588185295	yes 358.3829
1.00	1.71	0.000619	716.765873	0.014556	1.261804	1.261804288	yes 716.7659
2.00	2.41	0.001306	819.69246	0.117297	1.340446	1.340446373	yes 819.6925
3.00	3.10	0.002133	922.619048	0.15551	1.12849	1.128489625	yes 922.619
4.00	3.66	0.003177	819.69246	1.156245	1.052082	1.156244646	no 0
5.00	4.16	0.004594	716.765873	2.162463	0.869641	2.16246306	no 0
6.00	4.66	0.006192	716.765873	2.663085	0.224871	2.66308495	no 0
7.00	5.11	0.007857	613.839286	3.61433	0.291394	3.61432967	no 0
8.00	5.32	0.009485	613.839286	3.821163	-0.5011	3.8211635	no 0
9.00	5.79	0.010988	716.765873	3.789733	-2.08609	3.789732972	no 0
10.00	6.31	0.012293	716.765873	4.310155	-2.50105	4.310154579	no 0
11.00	6.84	0.013344	922.619048	3.840623	-5.47081	3.840623015	no 0
12.00	7.43	0.014108	1025.54563	3.931372	-7.03703	3.931372423	no 0
13.00	8.03	0.014569	922.619048	5.032169	-5.40947	5.032168659	no 0
14.00	8.63	0.014721	922.619048	5.632965	-4.94891	5.632964895	no 0
15.00	9.23	0.014577	716.765873	7.233761	-1.21454	7.233761131	no 0
16.00	9.83	0.014164	1282.24206	8.834557	-8.32712	8.834557366	no 0
17.00	10.44	0.013519	1882.44048	2.435354	-15.0134	2.435353602	no 0
18.00	11.03	0.012688	1711.30952	4.03335	-10.6797	4.033349961	no 0
19.00	11.61	0.011711	1711.30952	4.614547	-8.4266	4.614547051	no 0
20.00	12.21	0.010632	1711.30952	5.206146	-5.9885	5.206146081	no 0
21.00	12.88	0.009496	1711.30952	5.881887	-3.36871	5.881886908	no 0
22.00	13.60	0.008347	1796.875	6.100415	-1.3981	6.100414918	no 0
23.00	14.34	0.007232	2224.70238	4.336361	-1.75269	4.33636062	no 0
24.00	15.15	0.006198	2566.96429	3.147227	-0.76282	3.147227115	no 0
25.00	15.97	0.005279	2652.52976	3.47058	1.967876	3.470580408	no 0
26.00	16.81	0.004497	2909.22619	2.307522	3.724732	3.724731942	yes 2909.226
27.00	17.70	0.003852	3140.7563	1.199919	5.601726	5.601725848	yes 3140.756
28.00	18.45	0.003331	1600.57773	2.948383	13.11686	13.11685862	yes 1600.578
29.00	19.16	0.002913	2909.22619	5.163563	10.68899	10.68898688	yes 2909.226
30.00	19.86	0.002578	2823.66071	6.356107	12.57671	12.57670954	yes 2823.661
31.00	20.46	0.002304	2823.66071	6.963668	13.95795	13.9579538	yes 2823.661
32.00	21.16	0.00207	2994.79167	6.155424	14.95621	14.95620569	yes 2994.792
33.00	21.86	0.001857	3080.35714	5.86402	16.1438	16.14379662	yes 3080.357
34.00	22.57	0.001649	3080.35714	4.573403	17.49389	17.49389402	yes 3080.357
35.00	23.27	0.001432	3503.15126	3.769886	18.25337	18.25337311	yes 3503.151
36.00	23.89	0.001197	3382.35294	5.387779	19.8391	19.83910268	yes 3382.353
37.00	24.65	0.000936	3321.95378	6.646347	21.537	21.53699813	yes 3321.954
38.00	25.43	0.000646	3442.7521	6.431298	23.20728	23.20728025	yes 3442.752
39.00	26.21	0.000331	4831.93277	3.010006	24.60812	24.60812284	yes 4831.933
40.00	13.38	0	3050.15756	0	13.37621	13.37621114	yes 3050.158

Perhitungan Tekanan Tanah di Depan Dinding *Diaphragm Wall*

H	Po	Deforma si	ks	Pp max	Pp	Actual Pp	spring	
11.50	0.30	0.013763	1128.47	4.30	15.83156	4.300398118	no	0
12.50	0.90	0.014377	922.62	3.90	14.16569	3.901194354	no	0
13.50	1.50	0.014682	922.62	4.50	15.04788	4.50199059	no	0
14.50	2.10	0.014684	922.62	5.10	15.65052	5.102786826	no	0
15.50	2.70	0.0144	2395.83	13.70	37.20358	13.70358306	no	0
16.50	3.30	0.013866	2053.57	12.30	31.7792	12.3043793	no	0
17.50	3.91	0.013124	1711.31	10.91	26.3644	10.90517553	no	0
18.50	4.49	0.012214	1711.31	11.49	25.39671	11.49477226	no	0
19.50	5.07	0.01118	1711.31	12.07	24.20561	12.07316947	no	0
20.50	5.70	0.010067	1711.31	12.70	22.93213	12.70437395	no	0
21.50	6.41	0.008918	1711.31	13.41	21.66957	13.40810928	no	0
22.50	7.13	0.007781	1882.44	15.13	21.77884	15.13156818	no	0
23.50	7.90	0.0067	2566.96	19.90	25.10363	19.90497428	no	0
24.50	8.73	0.00572	2566.96	20.73	23.41136	20.72832758	no	0
25.50	9.55	0.004868	2738.10	22.55	22.88073	22.55168087	no	0
26.50	10.43	0.004156	3080.36	26.43	23.23135	23.23135212	yes	3080.357
27.50	11.26	0.003575	3201.16	28.26	22.70128	22.70127838	yes	3201.155
28.50	11.98	0.003108	2909.23	25.98	21.0182	21.01820069	yes	2909.226
29.50	12.69	0.002734	2909.23	26.69	20.6419	20.64189642	yes	2909.226
30.50	13.33	0.002432	2738.10	26.33	19.98836	19.98835891	yes	2738.095
31.50	13.97	0.00218	2909.23	27.97	20.31266	20.31266366	yes	2909.226
32.50	14.68	0.001959	3080.36	30.68	20.71357	20.71356559	yes	3080.357
33.50	15.39	0.00175	3080.36	31.39	20.77837	20.77836634	yes	3080.357
34.50	16.10	0.001539	3563.55	36.10	21.58379	21.58379176	yes	3563.55
35.50	16.74	0.001314	3442.75	35.74	21.26765	21.26765413	yes	3442.752
36.50	17.42	0.001067	3321.95	35.42	20.96782	20.96781975	yes	3321.954
37.50	18.21	0.000791	3321.95	36.21	20.83591	20.83591174	yes	3321.954
38.50	18.99	0.000488	3563.55	38.99	20.73221	20.73221014	yes	3563.55
39.50	19.74	0.000163	6100.32	63.74	20.73747	20.73747314	yes	6100.315

Deformasi

H	δ (m)	H	δ (m)
0	0	11.5	0.013763
1	0.000619	12.5	0.014377
2	0.001306	13.5	0.014682
3	0.002133	14.5	0.014684
4	0.003177	15.5	0.0144
5	0.004594	16.5	0.013866
6	0.006192	17.5	0.013124
7	0.007857	18.5	0.012214
8	0.009485	19.5	0.01118
9	0.010988	20.5	0.010067
10	0.012293	21.5	0.008918
11	0.013344	22.5	0.007781
12	0.014108	23.5	0.0067
13	0.014569	24.5	0.00572
14	0.014721	25.5	0.004868
15	0.014577	26.5	0.004156
16	0.014164	27.5	0.003575
17	0.013519	28.5	0.003108
18	0.012688	29.5	0.002734
19	0.011711	30.5	0.002432
20	0.010632	31.5	0.00218
21	0.009496	32.5	0.001959
22	0.008347	33.5	0.00175
23	0.007232	34.5	0.001539
24	0.006198	35.5	0.001314
25	0.005279	36.5	0.001067
26	0.004497	37.5	0.000791
27	0.003852	38.5	0.000488
28	0.003331	39.5	0.000163
29	0.002913		
30	0.002578		
31	0.002304		
32	0.00207		
33	0.001857		
34	0.001649		
35	0.001432		
36	0.001197		
37	0.000936		
38	0.000646		
39	0.000331		
40	0		

Penggalian Ketiga

Tekanan Tanah di Depan Dinding *Diaphragm Wall*

Titik	H (m)	Ketebalan (m)	γ' (t/m ³)	$\sigma'z$ (t/m ²)	ϕ	C_u (t/m ²)	Ko	gh (t/m ²)	ka	kp	gh_{min} (t/m ²)	gh_{maks} (t/m ²)
20a	20	1	0.68	0.00	0	3.50	1	0.00	1	1	-5.19	7.00
20b	21		0.68	0.68	0	3.50	1	0.68	1	1	-5.88	7.68
21a	21	1	0.72	0.68	0	3.50	1	0.68	1	1	-5.88	7.68
21b	22		0.72	1.41	0	3.50	1	1.41	1	1	-6.60	8.41
22a	22	1	0.72	1.41	0	4.00	1	1.41	1	1	-5.60	9.41
22b	23		0.72	2.13	0	4.00	1	2.13	1	1	-6.32	10.13
23a	23	1	0.82	2.13	0	6.00	1	2.13	1	1	-2.32	14.13
23b	24		0.82	2.95	0	6.00	1	2.95	1	1	-3.15	14.95
24a	24	1	0.82	2.95	0	6.00	1	2.95	1	1	-3.15	14.95
24b	25		0.82	3.78	0	6.00	1	3.78	1	1	-3.97	15.78
25a	25	1	0.82	3.78	0	6.50	1	3.78	1	1	-2.97	16.78
25b	26		0.82	4.60	0	6.50	1	4.60	1	1	-3.79	17.60
26a	26	1	0.93	4.60	0	8.00	1	4.60	1	1	-0.79	20.60
26b	27		0.93	5.53	0	8.00	1	5.53	1	1	-1.73	21.53
27a	27	1	0.72	5.53	0	8.50	1	5.53	1	1	-0.73	22.53
27b	28		0.72	6.26	0	8.50	1	6.26	1	1	-1.45	23.26
28a	28	1	0.71	6.26	0	7.00	1	6.26	1	1	-4.45	20.26
28b	29		0.71	6.97	0	7.00	1	6.97	1	1	-5.16	20.97
29a	29	1	0.71	6.97	0	7.00	1	6.97	1	1	-5.16	20.97
29b	30		0.71	7.68	0	7.00	1	7.68	1	1	-5.87	21.68
30a	30	1	0.57	7.68	0	6.50	1	7.68	1	1	-6.87	20.68
30b	31		0.57	8.25	0	6.50	1	8.25	1	1	-7.45	21.25
31a	31	1	0.71	8.25	0	7.00	1	8.25	1	1	-6.45	22.25
32b	32		0.71	8.96	0	7.00	1	8.96	1	1	-7.16	22.96
33a	32	1	0.71	8.96	0	8.00	1	8.96	1	1	-5.16	24.96
33b	33		0.71	9.67	0	8.00	1	9.67	1	1	-5.86	25.67
34a	33	1	0.71	9.67	0	8.00	1	9.67	1	1	-5.86	25.67
34b	34		0.71	10.38	0	8.00	1	10.38	1	1	-6.57	26.38
35a	34	1	0.71	10.38	0	10.00	1	10.38	1	1	-2.57	30.38
35b	35		0.71	11.09	0	10.00	1	11.09	1	1	-3.29	31.09
36a	35	1	0.57	11.09	0	9.50	1	11.09	1	1	-4.29	30.09
36b	36		0.57	11.67	0	9.50	1	11.67	1	1	-4.86	30.67
37a	36	1	0.78	11.67	0	9.00	1	11.67	1	1	-5.86	29.67
37b	37		0.78	12.45	0	9.00	1	12.45	1	1	-6.65	30.45
38a	37	1	0.78	12.45	0	9.00	1	12.45	1	1	-6.65	30.45
38b	38		0.78	13.24	0	9.00	1	13.24	1	1	-7.43	31.24
39a	38	1	0.78	13.24	0	10.00	1	13.24	1	1	-5.43	33.24
39b	39		0.78	14.02	0	10.00	1	14.02	1	1	-6.22	34.02
40a	39	1	0.71	14.02	0	22.00	1	14.02	1	1	0.00	58.02
40b	40		0.71	14.74	0	22.00	1	14.74	1	1	0.00	58.74

Iterasi Kedua

Perhitungan Tekanan Tanah di Belakang Dinding *Diaphragm Wall*

H	Po	Deformasi (m)	ks (t/m3)	Pa min (t)	Pa	Pa Actual	Spring	
0.00	0.59	0	358.38294	0	0.5881853	0.5881853	yes	358.38294
1.00	1.71	0.000721	716.76587	0.0145559	1.1886942	1.1886942	yes	716.76587
2.00	2.41	0.001469	819.69246	0.1172971	1.2068365	1.2068365	yes	819.69246
3.00	3.10	0.002276	922.61905	0.1555096	0.9965551	0.9965551	yes	922.61905
4.00	3.66	0.003177	819.69246	1.1562446	1.0520817	1.1562446	no	0
5.00	4.16	0.004241	716.76587	2.1624631	1.122659	2.1624631	no	0
6.00	4.66	0.005427	716.76587	2.663085	0.7731966	2.663085	no	0
7.00	5.11	0.006727	613.83929	3.6143297	0.9850328	3.6143297	no	0
8.00	5.32	0.008143	613.83929	3.8211635	0.3226702	3.8211635	no	0
9.00	5.79	0.009692	716.76587	3.789733	-1.157162	3.789733	no	0
10.00	6.31	0.011409	716.76587	4.3101546	-1.867427	4.3101546	no	0
11.00	6.84	0.013344	922.61905	3.840623	-5.470806	3.840623	no	0
12.00	7.43	0.015655	1025.5456	3.9313724	-8.623544	3.9313724	no	0
13.00	8.03	0.018058	922.61905	5.0321687	-8.628486	5.0321687	no	0
14.00	8.63	0.020375	922.61905	5.6329649	-10.1654	5.6329649	no	0
15.00	9.23	0.022455	716.76587	7.2337611	-6.861217	7.2337611	no	0
16.00	9.83	0.024173	1282.2421	8.8345574	-21.16108	8.8345574	no	0
17.00	10.44	0.025434	1882.4405	2.4353536	-37.44264	2.4353536	no	0
18.00	11.03	0.02618	1711.3095	4.03335	-33.76873	4.03335	no	0
19.00	11.61	0.026376	1711.3095	4.6145471	-33.52295	4.6145471	no	0
20.00	12.21	0.026017	1711.3095	5.2061461	-32.31699	5.2061461	no	0
21.00	12.88	0.025133	1711.3095	5.8818869	-30.12846	5.8818869	no	0
22.00	13.60	0.023785	1796.875	6.1004149	-29.13826	6.1004149	no	0
23.00	14.34	0.022053	2224.7024	4.3363606	-34.725	4.3363606	no	0
24.00	15.15	0.020043	2566.9643	3.1472271	-36.30244	3.1472271	no	0
25.00	15.97	0.01787	2652.5298	3.4705804	-31.43013	3.4705804	no	0
26.00	16.81	0.015655	2909.2262	2.3075221	-28.73641	2.3075221	no	0
27.00	17.70	0.013536	3140.7563	1.1999191	-24.81336	1.1999191	no	0
28.00	18.45	0.011601	1600.5777	2.948383	-0.119919	2.948383	no	0
29.00	19.16	0.009874	2909.2262	5.1635628	-9.562137	5.1635628	no	0
30.00	19.86	0.008371	2823.6607	6.3561069	-3.780757	6.3561069	no	0
31.00	20.46	0.007081	2823.6607	6.9636681	0.4693266	6.9636681	no	0
32.00	21.16	0.005979	2994.7917	6.1554244	3.2495651	6.1554244	no	0
33.00	21.86	0.005033	3080.3571	5.8640198	6.3605823	6.3605823	yes	3080.3571
34.00	22.57	0.004206	3080.3571	4.573403	9.6174208	9.6174208	yes	3080.3571
35.00	23.27	0.003461	3503.1513	3.7698857	11.145479	11.145479	yes	3503.1513
36.00	23.89	0.002766	3382.3529	5.3877791	14.532191	14.532191	yes	3382.3529
37.00	24.65	0.002089	3321.9538	6.6463469	17.706785	17.706785	yes	3321.9538
38.00	25.43	0.001409	3442.7521	6.4312981	20.58046	20.58046	yes	3442.7521
39.00	26.21	0.000712	4831.9328	3.0100058	22.767156	22.767156	yes	4831.9328
40.00	13.38	0	3050.1576	0	13.376211	13.376211	yes	3050.1576

Perhitungan Tekanan Tanah di Depan Dinding *Diaphragm Wall*

H	Po	Deforma si	ks	Pp max	Pp	Actual Pp	spring	
20.50	0.34	0.025636	1711.31	7.34	44.21314	7.342005875	no	0
21.50	1.05	0.024512	1711.31	8.05	42.99336	8.045741202	no	0
22.50	1.77	0.02296	1882.44	9.77	44.99003	9.769200106	no	0
23.50	2.54	0.021074	2566.96	14.54	56.63881	14.5426062	no	0
24.50	3.37	0.018968	2566.96	15.37	52.05614	15.3659595	no	0
25.50	4.19	0.016758	2738.10	17.19	50.07431	17.18931279	no	0
26.50	5.07	0.014575	3080.36	21.07	49.96323	21.06701976	no	0
27.50	5.89	0.012541	3201.16	22.89	46.04047	22.89477953	no	0
28.50	6.61	0.010707	2909.23	20.61	37.76304	20.61395761	no	0
29.50	7.33	0.009092	2909.23	21.33	33.77639	21.32570394	no	0
30.50	7.97	0.007699	2738.10	20.97	29.04754	20.96694321	no	0
31.50	8.61	0.006506	2909.23	22.61	27.53561	22.60818249	no	0
32.50	9.32	0.005486	3080.36	25.32	26.21562	25.31677787	no	0
33.50	10.03	0.004604	3080.36	26.03	24.20734	24.20733755	yes	3080.357
34.50	10.74	0.003822	3563.55	30.74	24.35701	24.35700929	yes	3563.55
35.50	11.38	0.003107	3442.75	30.38	22.07814	22.07814057	yes	3442.752
36.50	12.06	0.002424	3321.95	30.06	20.11334	20.11334296	yes	3321.954
37.50	12.85	0.001747	3321.95	30.85	18.64933	18.64933148	yes	3321.954
38.50	13.63	0.001059	3563.55	33.63	17.40463	17.40462935	yes	3563.55
39.50	14.38	0.000354	6100.32	58.38	16.54027	16.54026525	yes	6100.315

Deformasi

H	δ (m)	H	δ (m)
0	0	20.5	0.034015
1	0.000756	21.5	0.033697
2	0.001525	22.5	0.032815
3	0.002325	23.5	0.031433
4	0.003177	24.5	0.029631
5	0.004121	25.5	0.027496
6	0.005167	26.5	0.025119
7	0.006342	27.5	0.022594
8	0.007686	28.5	0.020004
9	0.009251	29.5	0.017418
10	0.011108	30.5	0.014902
11	0.013344	31.5	0.012512
12	0.016173	32.5	0.0103
13	0.019258	33.5	0.008311
14	0.02239	34.5	0.006568
15	0.025388	35.5	0.005058
16	0.028093	36.5	0.003745
17	0.03038	37.5	0.002581
18	0.032157	38.5	0.001513
19	0.03336	39.5	0.000497
20	0.033952		
21	0.03393		
22	0.033324		
23	0.032183		
24	0.030581		
25	0.028601		
26	0.026333		
27	0.023871		
28	0.021304		
29	0.018708		
30	0.01615		
31	0.01369		
32	0.011383		
33	0.009278		
34	0.007412		
35	0.005789		
36	0.004383		
37	0.003151		
38	0.002041		
39	0.001005		
40	0		

Penggalian Ketiga - Iterasi Ketiga

Perhitungan Tekanan Tanah di Belakang Dinding *Diaphragm Wall*

H	Po	Deforma si (m)	ks (t/m3)	Pa min (t)	Pa	Pa Actual	Spring
0.00	0.59	0	358.3829	0	0.588185	0.588185295	yes 358.3829
1.00	1.71	0.000756	716.7659	0.014556	1.163607	1.163607363	yes 716.7659
2.00	2.41	0.001525	819.6925	0.117297	1.160934	1.160933724	yes 819.6925
3.00	3.10	0.002325	922.619	0.15551	0.951347	0.951346768	yes 922.619
4.00	3.66	0.003177	819.6925	1.156245	1.052082	1.156244646	no 0
5.00	4.16	0.004121	716.7659	2.162463	1.208671	2.16246306	no 0
6.00	4.66	0.005167	716.7659	2.663085	0.959556	2.66308495	no 0
7.00	5.11	0.006342	613.8393	3.61433	1.221361	3.61432967	no 0
8.00	5.32	0.007686	613.8393	3.821163	0.603195	3.8211635	no 0
9.00	5.79	0.009251	716.7659	3.789733	-0.84107	3.789732972	no 0
10.00	6.31	0.011108	716.7659	4.310155	-1.65168	4.310154579	no 0
11.00	6.84	0.013344	922.619	3.840623	-5.47081	3.840623015	no 0
12.00	7.43	0.016173	1025.546	3.931372	-9.15478	3.931372423	no 0
13.00	8.03	0.019258	922.619	5.032169	-9.73563	5.032168659	no 0
14.00	8.63	0.02239	922.619	5.632965	-12.0245	5.632964895	no 0
15.00	9.23	0.025388	716.7659	7.233761	-8.96349	7.233761131	no 0
16.00	9.83	0.028093	1282.242	8.834557	-26.1875	8.834557366	no 0
17.00	10.44	0.03038	1882.44	2.435354	-46.7532	2.435353602	no 0
18.00	11.03	0.032157	1711.31	4.03335	-43.9972	4.033349961	no 0
19.00	11.61	0.03336	1711.31	4.614547	-45.4747	4.614547051	no 0
20.00	12.21	0.033952	1711.31	5.206146	-45.8962	5.206146081	no 0
21.00	12.88	0.03393	1711.31	5.881887	-45.1828	5.881886908	no 0
22.00	13.60	0.033324	1796.875	6.100415	-46.2786	6.100414918	no 0
23.00	14.34	0.032183	2224.702	4.336361	-57.2612	4.33636062	no 0
24.00	15.15	0.030581	2566.964	3.147227	-63.3531	3.147227115	no 0
25.00	15.97	0.028601	2652.53	3.47058	-59.8944	3.470580408	no 0
26.00	16.81	0.026333	2909.226	2.307522	-59.8011	2.30752212	no 0
27.00	17.70	0.023871	3140.756	1.199919	-57.2731	1.199919125	no 0
28.00	18.45	0.021304	1600.578	2.948383	-15.6503	2.948383041	no 0
29.00	19.16	0.018708	2909.226	5.163563	-35.2622	5.163562772	no 0
30.00	19.86	0.01615	2823.661	6.356107	-25.746	6.356106866	no 0
31.00	20.46	0.01369	2823.661	6.963668	-18.1922	6.963668084	no 0
32.00	21.16	0.011383	2994.792	6.155424	-12.9343	6.155424444	no 0
33.00	21.86	0.009278	3080.357	5.86402	-6.71553	5.864019831	no 0
34.00	22.57	0.007412	3080.357	4.573403	-0.2582	4.573402953	no 0
35.00	23.27	0.005789	3503.151	3.769886	2.990143	3.769885717	no 0
36.00	23.89	0.004383	3382.353	5.387779	9.062926	9.062926209	yes 3382.353
37.00	24.65	0.003151	3321.954	6.646347	14.17887	14.17887051	yes 3321.954
38.00	25.43	0.002041	3442.752	6.431298	18.40464	18.40464106	yes 3442.752
39.00	26.21	0.001005	4831.933	3.010006	21.3514	21.35140015	yes 4831.933
40.00	13.38	0	3050.158	0	13.37621	13.37621114	yes 3050.158

Perhitungan Tekanan Tanah di Depan Dinding *Diaphragm Wall*

H	Po	Deforma si	ks	Pp max	Pp	Actual Pp	spring
20.50	0.34	0.034015	1711.31	7.34	58.5522	7.342005875	no 0
21.50	1.05	0.033697	1711.31	8.05	58.71174	8.045741202	no 0
22.50	1.77	0.032815	1882.44	9.77	63.54148	9.769200106	no 0
23.50	2.54	0.031433	2566.96	14.54	83.22999	14.5426062	no 0
24.50	3.37	0.029631	2566.96	15.37	79.42768	15.3659595	no 0
25.50	4.19	0.027496	2738.10	17.19	79.47598	17.18931279	no 0
26.50	5.07	0.025119	3080.36	21.07	82.44251	21.06701976	no 0
27.50	5.89	0.022594	3201.16	22.89	78.22169	22.89477953	no 0
28.50	6.61	0.020004	2909.23	20.61	64.81012	20.61395761	no 0
29.50	7.33	0.017418	2909.23	21.33	57.99861	21.32570394	no 0
30.50	7.97	0.014902	2738.10	20.97	48.77004	20.96694321	no 0
31.50	8.61	0.012512	2909.23	22.61	45.00842	22.60818249	no 0
32.50	9.32	0.0103	3080.36	25.32	41.04446	25.31677787	no 0
33.50	10.03	0.008311	3080.36	26.03	35.62622	26.02537326	no 0
34.50	10.74	0.006568	3563.55	30.74	34.14252	30.73711959	no 0
35.50	11.38	0.005058	3442.75	30.38	28.79495	28.79494992	yes 3442.752
36.50	12.06	0.003745	3321.95	30.06	24.50164	24.5016439	yes 3321.954
37.50	12.85	0.002581	3321.95	30.85	21.41984	21.41984093	yes 3321.954
38.50	13.63	0.001513	3563.55	33.63	19.02248	19.02248124	yes 3563.55
39.50	14.38	0.000497	6100.32	58.38	17.41261	17.41261032	yes 6100.315

Deformasi

H	δ (m)	H	δ (m)
0	0	20.5	0.034519
1	0.000758	21.5	0.03426
2	0.001528	22.5	0.033436
3	0.002327	23.5	0.032104
4	0.003177	24.5	0.030347
5	0.004114	25.5	0.028247
6	0.005152	26.5	0.025897
7	0.006321	27.5	0.023387
8	0.007661	28.5	0.0208
9	0.009227	29.5	0.018204
10	0.011092	30.5	0.015662
11	0.013344	31.5	0.013229
12	0.016201	32.5	0.010957
13	0.019323	33.5	0.008886
14	0.022502	34.5	0.007042
15	0.025551	35.5	0.00543
16	0.028314	36.5	0.004021
17	0.030661	37.5	0.00277
18	0.032502	38.5	0.001623
19	0.033769	39.5	0.000533
20	0.034424		
21	0.034464		
22	0.033917		
23	0.03283		
24	0.031275		
25	0.029336		
26	0.027099		
27	0.024658		
28	0.022101		
29	0.019501		
30	0.016925		
31	0.014431		
32	0.012073		
33	0.009897		
34	0.007937		
35	0.00621		
36	0.004706		
37	0.003382		
38	0.00219		
39	0.001077		
40	0		

Penggalian Ketiga Iterasi Keempat

Perhitungan Tekanan Tanah di Belakang Dinding *Diaphragm Wall*

H	Po	Deforma si (m)	ks (t/m3)	Pa min (t)	Pa	Pa Actual	Spring	
0.00	0.59	0	358.382937	0	0.588185	0.588185295	yes	358.3829
1.00	1.71	0.000758	716.765873	0.014556	1.162174	1.162173831	yes	716.7659
2.00	2.41	0.001528	819.69246	0.117297	1.158475	1.158474647	yes	819.6925
3.00	3.10	0.002327	922.619048	0.15551	0.949502	0.94950153	yes	922.619
4.00	3.66	0.003177	819.69246	1.156245	1.052082	1.156244646	no	0
5.00	4.16	0.004114	716.765873	2.162463	1.213688	2.16246306	no	0
6.00	4.66	0.005152	716.765873	2.663085	0.970307	2.66308495	no	0
7.00	5.11	0.006321	613.839286	3.61433	1.234252	3.61432967	no	0
8.00	5.32	0.007661	613.839286	3.821163	0.618541	3.8211635	no	0
9.00	5.79	0.009227	716.765873	3.789733	-0.82387	3.789732972	no	0
10.00	6.31	0.011092	716.765873	4.310155	-1.64021	4.310154579	no	0
11.00	6.84	0.013344	922.619048	3.840623	-5.47081	3.840623015	no	0
12.00	7.43	0.016201	1025.54563	3.931372	-9.18349	3.931372423	no	0
13.00	8.03	0.019323	922.619048	5.032169	-9.7956	5.032168659	no	0
14.00	8.63	0.022502	922.619048	5.632965	-12.1278	5.632964895	no	0
15.00	9.23	0.025551	716.765873	7.233761	-9.08032	7.233761131	no	0
16.00	9.83	0.028314	1282.24206	8.834557	-26.4708	8.834557366	no	0
17.00	10.44	0.030661	1882.44048	2.435354	-47.2822	2.435353602	no	0
18.00	11.03	0.032502	1711.30952	4.03335	-44.5876	4.033349961	no	0
19.00	11.61	0.033769	1711.30952	4.614547	-46.1747	4.614547051	no	0
20.00	12.21	0.034424	1711.30952	5.206146	-46.704	5.206146081	no	0
21.00	12.88	0.034464	1711.30952	5.881887	-46.0967	5.881886908	no	0
22.00	13.60	0.033917	1796.875	6.100415	-47.3442	6.100414918	no	0
23.00	14.34	0.03283	2224.70238	4.336361	-58.7006	4.33636062	no	0
24.00	15.15	0.031275	2566.96429	3.147227	-65.1346	3.147227115	no	0
25.00	15.97	0.029336	2652.52976	3.47058	-61.844	3.470580408	no	0
26.00	16.81	0.027099	2909.22619	2.307522	-62.0296	2.30752212	no	0
27.00	17.70	0.024658	3140.7563	1.199919	-59.7448	1.199919125	no	0
28.00	18.45	0.022101	1600.55773	2.948383	-16.926	2.948383041	no	0
29.00	19.16	0.019501	2909.22619	5.163563	-37.5693	5.163562772	no	0
30.00	19.86	0.016925	2823.66071	6.356107	-27.9344	6.356106866	no	0
31.00	20.46	0.014431	2823.66071	6.963668	-20.2846	6.963668084	no	0
32.00	21.16	0.012073	2994.77167	6.155424	-15.0007	6.155424444	no	0
33.00	21.86	0.009897	3080.35714	5.86402	-8.62227	5.864019831	no	0
34.00	22.57	0.007937	3080.35714	4.573403	-1.87539	4.573402953	no	0
35.00	23.27	0.00621	3503.15126	3.769886	1.515316	3.769885717	no	0
36.00	23.89	0.004706	3382.35294	5.387779	7.970426	7.970426209	yes	3382.353
37.00	24.65	0.003382	3321.95378	6.646347	13.4115	13.41149918	yes	3321.954
38.00	25.43	0.00219	3442.7521	6.431298	17.89167	17.891671	yes	3442.752
39.00	26.21	0.001077	4831.93277	3.010006	21.0035	21.00350099	yes	4831.933
40.00	13.38	0	3050.15756	0	13.37621	13.37621114	yes	3050.158

Perhitungan Tekanan Tanah di Depan Dinding *Diaphragm Wall*

H	Po	Deforma si	ks	Pp max	Pp	Actual Pp	spring	
20.50	0.34	0.034519	1711.31	7.34	59.4147	7.342005875	no	0
21.50	1.05	0.03426	1711.31	8.05	59.67521	8.045741202	no	0
22.50	1.77	0.033436	1882.44	9.77	64.71048	9.769200106	no	0
23.50	2.54	0.032104	2566.96	14.54	84.95243	14.5426062	no	0
24.50	3.37	0.030347	2566.96	15.37	81.26562	15.3659595	no	0
25.50	4.19	0.028247	2738.10	17.19	81.53229	17.18931279	no	0
26.50	5.07	0.025897	3080.36	21.07	84.83903	21.06701976	no	0
27.50	5.89	0.023387	3201.16	22.89	80.7602	22.89477953	no	0
28.50	6.61	0.0208	2909.23	20.61	67.12586	20.61395761	no	0
29.50	7.33	0.018204	2909.23	21.33	60.28526	21.32570394	no	0
30.50	7.97	0.015662	2738.10	20.97	50.85099	20.96694321	no	0
31.50	8.61	0.013229	2909.23	22.61	47.09434	22.60818249	no	0
32.50	9.32	0.010957	3080.36	25.32	43.06825	25.31677787	no	0
33.50	10.03	0.008886	3080.36	26.03	37.39743	26.02537326	no	0
34.50	10.74	0.007042	3563.55	30.74	35.83164	30.73711959	no	0
35.50	11.38	0.00543	3442.75	30.38	30.07565	30.0756537	yes	3442.752
36.50	12.06	0.004021	3321.95	30.06	25.4185	25.41850315	yes	3321.954
37.50	12.85	0.00277	3321.95	30.85	22.04769	22.0476902	yes	3321.954
38.50	13.63	0.001623	3563.55	33.63	19.41447	19.41447179	yes	3563.55
39.50	14.38	0.000533	6100.32	58.38	17.63222	17.63222166	yes	6100.315

Deformasi

H	δ (m)	H	δ (m)
0	0	20.5	0.034519
1	0.000758	21.5	0.03426
2	0.001528	22.5	0.033436
3	0.002327	23.5	0.032104
4	0.003177	24.5	0.030347
5	0.004114	25.5	0.028247
6	0.005152	26.5	0.025897
7	0.006321	27.5	0.023387
8	0.007661	28.5	0.0208
9	0.009227	29.5	0.018204
10	0.011092	30.5	0.015662
11	0.013344	31.5	0.013229
12	0.016201	32.5	0.010957
13	0.019323	33.5	0.008886
14	0.022502	34.5	0.007042
15	0.025551	35.5	0.00543
16	0.028314	36.5	0.004021
17	0.030661	37.5	0.00277
18	0.032502	38.5	0.001623
19	0.033769	39.5	0.000533
20	0.034424		
21	0.034464		
22	0.033917		
23	0.03283		
24	0.031275		
25	0.029336		
26	0.027099		
27	0.024658		
28	0.022101		
29	0.019501		
30	0.016925		
31	0.014431		
32	0.012073		
33	0.009897		
34	0.007937		
35	0.00621		
36	0.004706		
37	0.003382		
38	0.00219		
39	0.001077		
40	0		

Perhitungan Secant Pile Wall
Penggalian Pertama - Iterasi Ketiga

Tekanan Tanah di Belakang Dinding Secant Pile

H	Po	Deforma si (m)	ks (t/m3)	Pa min (t)	Pa	Pa Actual	Spring	
0.00	0.59	0	334.49	0.00	0.588185	0.588185295	yes	334.4907
1.00	1.71	0.000828	668.98	0.01	1.151566	1.151565696	yes	668.9815
2.00	2.41	0.001627	765.05	0.12	1.166234	1.166234402	yes	765.0463
3.00	3.10	0.00237	861.11	0.16	1.055603	1.05560272	yes	861.1111
4.00	3.66	0.003035	765.05	1.16	1.334329	1.334329136	yes	765.0463
5.00	4.16	0.003606	668.98	2.16	1.750116	2.16246306	no	0
6.00	4.66	0.00407	668.98	2.66	1.94033	2.66308495	no	0
7.00	5.11	0.004419	572.92	3.61	2.582611	3.61432967	no	0
8.00	5.32	0.004652	572.92	3.82	2.655955	3.8211635	no	0
9.00	5.79	0.004768	668.98	3.79	2.600029	3.789732972	no	0
10.00	6.31	0.004777	668.98	4.31	3.11443	4.310154579	no	0
11.00	6.84	0.00469	861.11	3.84	2.802012	3.840623015	no	0
12.00	7.43	0.004521	957.18	3.93	3.10398	3.931372423	no	0
13.00	8.03	0.004288	861.11	5.03	4.339724	5.032168659	no	0
14.00	8.63	0.004007	861.11	5.63	5.182493	5.632964895	no	0
15.00	9.23	0.003693	668.98	7.23	6.763213	7.233761131	no	0
16.00	9.83	0.003365	1196.76	8.83	5.807462	8.834557366	no	0
17.00	10.44	0.003037	1756.94	2.44	5.099513	5.099513325	yes	1756.944
18.00	11.03	0.002723	1597.22	4.03	6.684114	6.684113849	yes	1597.222
19.00	11.61	0.002431	1597.22	4.61	7.7317	7.731699829	yes	1597.222
20.00	12.21	0.002163	1597.22	5.21	8.751354	8.751354414	yes	1597.222
21.00	12.88	0.001922	1597.22	5.88	9.812026	9.812025797	yes	1597.222
22.00	13.60	0.001708	1677.08	6.10	10.73596	10.73595658	yes	1677.083
23.00	14.34	0.001521	2076.39	4.34	11.17817	11.17817312	yes	2076.389
24.00	15.15	0.001361	2395.83	3.15	11.8865	11.88649795	yes	2395.833
25.00	15.97	0.001228	2475.69	3.47	12.93043	12.93042763	yes	2475.694
26.00	16.81	0.00112	2715.28	2.31	13.76641	13.76641101	yes	2715.278
27.00	17.70	0.001033	2931.37	1.20	14.67181	14.67181128	yes	2931.373
28.00	18.45	0.000962	1493.87	2.95	17.01128	17.01127765	yes	1493.873
29.00	19.16	0.000903	2715.28	5.16	16.71167	16.71166694	yes	2715.278
30.00	19.86	0.000852	2635.42	6.36	17.61073	17.61073187	yes	2635.417
31.00	20.46	0.000802	2635.42	6.96	18.35006	18.35006392	yes	2635.417
32.00	21.16	0.000751	2795.14	6.16	19.05628	19.05627514	yes	2795.139
33.00	21.86	0.000695	2875.00	5.86	19.86589	19.86589483	yes	2875
34.00	22.57	0.000631	2875.00	4.57	20.75928	20.75927795	yes	2875
35.00	23.27	0.000557	3269.61	3.77	21.44871	21.44871415	yes	3269.608
36.00	23.89	0.00047	3156.86	5.39	22.40405	22.40405366	yes	3156.863
37.00	24.65	0.000369	3100.49	6.65	23.50227	23.50226599	yes	3100.49
38.00	25.43	0.000256	3213.24	6.43	24.60871	24.60870987	yes	3213.235
39.00	26.21	0.000131	4509.80	3.01	25.61671	25.61670827	yes	4509.804
40.00	13.38	0	2846.81	0.00	13.37621	13.37621114	yes	2846.814

Tekanan Tanah di Depan Dinding Secant Pile

H	Po	Deformat ion (m)	ks(t/m3)	Pp max (t)	Pp	Pp Actual	Spring	
4.50	0.25	0.003333	668.98	2.25	2.480026	2.250310945	no	0
5.50	0.75	0.003851	668.98	2.75	3.327181	2.750932836	no	0
6.50	1.25	0.004259	668.98	3.25	4.100747	3.251554726	no	0
7.50	1.55	0.00455	476.85	2.55	3.724344	2.554667933	no	0
8.50	1.87	0.004724	668.98	3.87	5.02795	3.867680999	no	0
9.50	2.39	0.004785	668.98	4.39	5.589179	4.388102606	no	0
10.50	2.91	0.004744	668.98	4.91	6.082172	4.908524214	no	0
11.50	3.47	0.004614	1053.24	7.47	8.328786	7.469133135	no	0
12.50	4.07	0.004411	861.11	7.07	7.86829	7.069929371	no	0
13.50	4.67	0.004152	861.11	7.67	8.246059	7.670725607	no	0
14.50	5.27	0.003852	861.11	8.27	8.588522	8.271521843	no	0
15.50	5.87	0.003528	2236.11	16.87	13.76132	13.76131808	yes	2236.111
16.50	6.47	0.003198	1916.67	15.47	12.60261	12.60261432	yes	1916.667
17.50	7.07	0.002877	1597.22	14.07	11.66912	11.66911888	yes	1597.222
18.50	7.66	0.002573	1597.22	14.66	11.77316	11.77316005	yes	1597.222
19.50	8.24	0.002293	1597.22	15.24	11.90434	11.90433504	yes	1597.222
20.50	8.87	0.002038	1597.22	15.87	12.12825	12.12824786	yes	1597.222
21.50	9.58	0.00181	1597.22	16.58	12.46782	12.46781652	yes	1597.222
22.50	10.30	0.00161	1756.94	18.30	13.12898	13.12898376	yes	1756.944
23.50	11.07	0.001436	2395.83	23.07	14.51413	14.51412597	yes	2395.833
24.50	11.90	0.00129	2395.83	23.90	14.98769	14.98768759	yes	2395.833
25.50	12.72	0.00117	2555.56	25.72	15.71042	15.71041589	yes	2555.556
26.50	13.60	0.001072	2875.00	29.60	16.68012	16.68012285	yes	2875
27.50	14.43	0.000994	2987.75	31.43	17.3957	17.39570125	yes	2987.745
28.50	15.15	0.00093	2715.28	29.15	17.67027	17.67026904	yes	2715.278
29.50	15.86	0.000875	2715.28	29.86	18.23268	18.23267509	yes	2715.278
30.50	16.50	0.000825	2555.56	29.50	18.60638	18.60637964	yes	2555.556
31.50	17.14	0.000775	2715.28	31.14	19.24363	19.24362586	yes	2715.278
32.50	17.85	0.000722	2875.00	33.85	19.92363	19.92363097	yes	2875
33.50	18.56	0.000662	2875.00	34.56	20.45973	20.45972636	yes	2875
34.50	19.27	0.000593	3325.98	39.27	21.24053	21.24052905	yes	3325.98
35.50	19.91	0.000512	3213.24	38.91	21.55779	21.55778936	yes	3213.235
36.50	20.59	0.000419	3100.49	38.59	21.89114	21.89113548	yes	3100.49
37.50	21.38	0.000311	3100.49	39.38	22.34123	22.34123377	yes	3100.49
38.50	22.16	0.000191	3325.98	42.16	22.79719	22.7971948	yes	3325.98
39.50	22.91	0.000063	5693.63	66.91	23.27056	23.27055532	yes	5693.627

Deformasi

H	δ (m)	H	δ (m)
0	0	4.5	0.003385
1	0.00084	5.5	0.003912
2	0.001651	6.5	0.004327
3	0.002406	7.5	0.004625
4	0.003082	8.5	0.004803
5	0.003662	9.5	0.004868
6	0.004135	10.5	0.004828
7	0.004491	11.5	0.004697
8	0.004729	12.5	0.004492
9	0.00485	13.5	0.004229
10	0.004861	14.5	0.003922
11	0.004773	15.5	0.00359
12	0.004604	16.5	0.003252
13	0.004367	17.5	0.002921
14	0.004081	18.5	0.002608
15	0.003759	19.5	0.00232
16	0.003422	20.5	0.002058
17	0.003085	21.5	0.001825
18	0.002763	22.5	0.001619
19	0.002462	23.5	0.001442
20	0.002187	24.5	0.001293
21	0.001939	25.5	0.00117
22	0.00172	26.5	0.001071
23	0.001528	27.5	0.000992
24	0.001365	28.5	0.000927
25	0.00123	29.5	0.000872
26	0.00112	30.5	0.000822
27	0.001031	31.5	0.000773
28	0.00096	32.5	0.00072
29	0.000901	33.5	0.000661
30	0.000849	34.5	0.000592
31	0.0008	35.5	0.000512
32	0.000749	36.5	0.000418
33	0.000694	37.5	0.000311
34	0.00063	38.5	0.000191
35	0.000556	39.5	0.000062
36	0.000469		
37	0.000369		
38	0.000255		
39	0.00013		
40	0		

Iterasi Keempat

Tekanan Tanah di Belakang Dinding Secant Pile

H	Po	Deforma si (m)	ks (t/m3)	Pa min (t)	Pa	Pa Actual	Spring	
0.00	0.59	0	334.49	0.00	0.588185	0.588185295	yes	334.4907
1.00	1.71	0.00084	668.98	0.01	1.143538	1.143537918	yes	668.9815
2.00	2.41	0.001651	765.05	0.12	1.147873	1.147873291	yes	765.0463
3.00	3.10	0.002406	861.11	0.16	1.024603	1.02460272	yes	861.1111
4.00	3.66	0.003082	765.05	1.16	1.298372	1.29837196	yes	765.0463
5.00	4.16	0.003662	668.98	2.16	1.712653	2.16246306	no	0
6.00	4.66	0.004135	668.98	2.66	1.896847	2.66308495	no	0
7.00	5.11	0.004491	572.92	3.61	2.541361	3.61432967	no	0
8.00	5.32	0.004729	572.92	3.82	2.611841	3.8211635	no	0
9.00	5.79	0.00485	668.98	3.79	2.545173	3.789732972	no	0
10.00	6.31	0.004861	668.98	4.31	3.058236	4.310154579	no	0
11.00	6.84	0.004773	861.11	3.84	2.73054	3.840623015	no	0
12.00	7.43	0.004604	957.18	3.93	3.024534	3.931372423	no	0
13.00	8.03	0.004367	861.11	5.03	4.271696	5.032168659	no	0
14.00	8.63	0.004081	861.11	5.63	5.11877	5.632964895	no	0
15.00	9.23	0.003759	668.98	7.23	6.71906	7.233761131	no	0
16.00	9.83	0.003422	1196.76	8.83	5.739247	8.834557366	no	0
17.00	10.44	0.003085	1756.94	2.44	5.01518	5.015179991	yes	1756.944
18.00	11.03	0.002763	1597.22	4.03	6.620225	6.620224961	yes	1597.222
19.00	11.61	0.002462	1597.22	4.61	7.682186	7.68218594	yes	1597.222
20.00	12.21	0.002187	1597.22	5.21	8.713021	8.713021081	yes	1597.222
21.00	12.88	0.001939	1597.22	5.88	9.784873	9.784873019	yes	1597.222
22.00	13.60	0.00172	1677.08	6.10	10.71583	10.71583158	yes	1677.083
23.00	14.34	0.001528	2076.39	4.34	11.16364	11.1636384	yes	2076.389
24.00	15.15	0.001365	2395.83	3.15	11.87691	11.87691462	yes	2395.833
25.00	15.97	0.00123	2475.69	3.47	12.92548	12.92547624	yes	2475.694
26.00	16.81	0.00112	2715.28	2.31	13.76641	13.76641101	yes	2715.278
27.00	17.70	0.001031	2931.37	1.20	14.67767	14.67767403	yes	2931.373
28.00	18.45	0.00096	1493.87	2.95	17.01427	17.01426539	yes	1493.873
29.00	19.16	0.000901	2715.28	5.16	16.7171	16.71709749	yes	2715.278
30.00	19.86	0.000849	2635.42	6.36	17.61864	17.61863812	yes	2635.417
31.00	20.46	0.0008	2635.42	6.96	18.35533	18.35533475	yes	2635.417
32.00	21.16	0.000749	2795.14	6.16	19.06187	19.06186542	yes	2795.139
33.00	21.86	0.000694	2875.00	5.86	19.86877	19.86876983	yes	2875
34.00	22.57	0.00063	2875.00	4.57	20.76215	20.76215295	yes	2875
35.00	23.27	0.000556	3269.61	3.77	21.45198	21.45198376	yes	3269.608
36.00	23.89	0.000469	3156.86	5.39	22.40721	22.40721052	yes	3156.863
37.00	24.65	0.000369	3100.49	6.65	23.50227	23.50226599	yes	3100.49
38.00	25.43	0.000255	3213.24	6.43	24.61192	24.6119231	yes	3213.235
39.00	26.21	0.00013	4509.80	3.01	25.62122	25.62121808	yes	4509.804
40.00	13.38	0	2846.81	0.00	13.37621	13.37621114	yes	2846.814

Tekanan Tanah di Depan Dinding Secant Pile

H	Po	Deformation (m)	ks(t/m3)	Pp max (t)	Pp	Pp Actual	Spring	
4.50	0.25	0.003385	668.98	2.25	2.514813	2.250310945	no	0
5.50	0.75	0.003912	668.98	2.75	3.367988	2.750932836	no	0
6.50	1.25	0.004327	668.98	3.25	4.146238	3.251554726	no	0
7.50	1.55	0.004625	476.85	2.55	3.760108	2.554667933	no	0
8.50	1.87	0.004803	668.98	3.87	5.080799	3.867680999	no	0
9.50	2.39	0.004868	668.98	4.39	5.644704	4.388102606	no	0
10.50	2.91	0.004828	668.98	4.91	6.138367	4.908524214	no	0
11.50	3.47	0.004697	1053.24	7.47	8.416205	7.469133135	no	0
12.50	4.07	0.004492	861.11	7.07	7.93804	7.069929371	no	0
13.50	4.67	0.004229	861.11	7.67	8.312364	7.670725607	no	0
14.50	5.27	0.003922	861.11	8.27	8.6488	8.271521843	no	0
15.50	5.87	0.00359	2236.11	16.87	13.89996	13.89995697	yes	2236.111
16.50	6.47	0.003252	1916.67	15.47	12.70611	12.70611432	yes	1916.667
17.50	7.07	0.002921	1597.22	14.07	11.7394	11.73939666	yes	1597.222
18.50	7.66	0.002608	1597.22	14.66	11.82906	11.82906283	yes	1597.222
19.50	8.24	0.00232	1597.22	15.24	11.94746	11.94746004	yes	1597.222
20.50	8.87	0.002058	1597.22	15.87	12.16019	12.1601923	yes	1597.222
21.50	9.58	0.001825	1597.22	16.58	12.49177	12.49177485	yes	1597.222
22.50	10.30	0.001619	1756.94	18.30	13.1448	13.14479626	yes	1756.944
23.50	11.07	0.001442	2395.83	23.07	14.5285	14.52850097	yes	2395.833
24.50	11.90	0.001293	2395.83	23.90	14.99488	14.99487509	yes	2395.833
25.50	12.72	0.00117	2555.56	25.72	15.71042	15.71041589	yes	2555.556
26.50	13.60	0.001071	2875.00	29.60	16.67725	16.67724785	yes	2875
27.50	14.43	0.000992	2987.75	31.43	17.38973	17.38972576	yes	2987.745
28.50	15.15	0.000927	2715.28	29.15	17.66212	17.66212321	yes	2715.278
29.50	15.86	0.000872	2715.28	29.86	18.22453	18.22452925	yes	2715.278
30.50	16.50	0.000822	2555.56	29.50	18.59871	18.59871297	yes	2555.556
31.50	17.14	0.000773	2715.28	31.14	19.2382	19.2381953	yes	2715.278
32.50	17.85	0.00072	2875.00	33.85	19.91788	19.91788097	yes	2875
33.50	18.56	0.000661	2875.00	34.56	20.45685	20.45685136	yes	2875
34.50	19.27	0.000592	3325.98	39.27	21.2372	21.23720307	yes	3325.98
35.50	19.91	0.000512	3213.24	38.91	21.55779	21.55778936	yes	3213.235
36.50	20.59	0.000418	3100.49	38.59	21.88803	21.88803499	yes	3100.49
37.50	21.38	0.000311	3100.49	39.38	22.34123	22.34123377	yes	3100.49
38.50	22.16	0.000191	3325.98	42.16	22.79719	22.7971948	yes	3325.98
39.50	22.91	0.000062	5693.63	66.91	23.26486	23.2648617	yes	5693.627

Deformasi

H	δ (m)	H	δ (m)
0	0	4.5	0.003385
1	0.00084	5.5	0.003912
2	0.001651	6.5	0.004327
3	0.002406	7.5	0.004625
4	0.003082	8.5	0.004803
5	0.003662	9.5	0.004868
6	0.004135	10.5	0.004828
7	0.004491	11.5	0.004697
8	0.004729	12.5	0.004492
9	0.00485	13.5	0.004229
10	0.004861	14.5	0.003922
11	0.004773	15.5	0.00359
12	0.004604	16.5	0.003252
13	0.004367	17.5	0.002921
14	0.004081	18.5	0.002608
15	0.003759	19.5	0.00232
16	0.003422	20.5	0.002058
17	0.003085	21.5	0.001825
18	0.002763	22.5	0.001619
19	0.002462	23.5	0.001442
20	0.002187	24.5	0.001293
21	0.001939	25.5	0.00117
22	0.00172	26.5	0.001071
23	0.001528	27.5	0.000992
24	0.001365	28.5	0.000927
25	0.00123	29.5	0.000872
26	0.00112	30.5	0.000822
27	0.001031	31.5	0.000773
28	0.00096	32.5	0.00072
29	0.000901	33.5	0.000661
30	0.000849	34.5	0.000592
31	0.0008	35.5	0.000512
32	0.000749	36.5	0.000418
33	0.000694	37.5	0.000311
34	0.00063	38.5	0.000191
35	0.000556	39.5	0.000062
36	0.000469		
37	0.000369		
38	0.000255		
39	0.00013		
40	0		
0	0		

Penggalian Kedua Iterasi Kedua
Tekanan Tanah di Belakang Dinding Secant Pile

H	Po	Deforma si (m)	ks (t/m3)	Pa min (t)	Pa	Pa Actual	Spring
0.00	0.59	0	334.4907	0	0.588185	0.588185295	yes 334.4907
1.00	1.71	0.000616	668.9815	0.014556	1.29339	1.29338977	yes 668.9815
2.00	2.41	0.00127	765.0463	0.117297	1.439356	1.43935593	yes 765.0463
3.00	3.10	0.002006	861.1111	0.15551	1.369047	1.369047165	yes 861.1111
4.00	3.66	0.002869	765.0463	1.156245	1.461327	1.461326821	yes 765.0463
5.00	4.16	0.003972	668.9815	2.162463	1.505269	2.16246306	no 0
6.00	4.66	0.005169	668.9815	2.663085	1.20512	2.66308495	no 0
7.00	5.11	0.006376	572.9167	3.61433	1.461413	3.61432967	no 0
8.00	5.32	0.007519	572.9167	3.821163	1.013403	3.8211635	no 0
9.00	5.79	0.008539	668.9815	3.789733	0.0773	3.789732972	no 0
10.00	6.31	0.009388	668.9815	4.310155	0.029756	4.310154579	no 0
11.00	6.84	0.01003	861.1111	3.840623	-1.79632	3.840623015	no 0
12.00	7.43	0.010449	957.1759	3.931372	-2.57016	3.931372423	no 0
13.00	8.03	0.010644	861.1111	5.032169	-1.1335	5.032168659	no 0
14.00	8.63	0.010621	861.1111	5.632965	-0.5129	5.632964895	no 0
15.00	9.23	0.010401	668.9815	7.233761	2.275685	7.233761131	no 0
16.00	9.83	0.010019	1196.759	8.834557	-2.15577	8.834557366	no 0
17.00	10.44	0.009515	1756.944	2.435354	-6.28197	2.435353602	no 0
18.00	11.03	0.008932	1597.222	4.03335	-3.23304	4.033349961	no 0
19.00	11.61	0.008299	1597.222	4.614547	-1.6408	4.614547051	no 0
20.00	12.21	0.007641	1597.222	5.206146	0.001771	5.206146081	no 0
21.00	12.88	0.00698	1597.222	5.881887	1.733276	5.881886908	no 0
22.00	13.60	0.006333	1677.083	6.100415	2.979446	6.100414918	no 0
23.00	14.34	0.005716	2076.389	4.336361	2.467722	4.33636062	no 0
24.00	15.15	0.005144	2395.833	3.147227	2.82306	3.147227115	no 0
25.00	15.97	0.004628	2475.694	3.47058	4.513067	4.51306652	yes 2475.694
26.00	16.81	0.004172	2715.278	2.307522	5.479383	5.479383231	yes 2715.278
27.00	17.70	0.003773	2931.373	1.199919	6.63985	6.639850498	yes 2931.373
28.00	18.45	0.003429	1493.873	2.948383	13.32589	13.32589407	yes 1493.873
29.00	19.16	0.003125	2715.278	5.163563	10.67832	10.67831972	yes 2715.278
30.00	19.86	0.002853	2635.417	6.356107	12.33726	12.33726312	yes 2635.417
31.00	20.46	0.002604	2635.417	6.963668	13.60104	13.60104308	yes 2635.417
32.00	21.16	0.002365	2795.139	6.155424	14.54492	14.54492097	yes 2795.139
33.00	21.86	0.002128	2875	5.86402	15.74602	15.74601983	yes 2875
34.00	22.57	0.001884	2875	4.573403	17.1569	17.15690295	yes 2875
35.00	23.27	0.001625	3269.608	3.769886	17.95677	17.95677297	yes 3269.608
36.00	23.89	0.001346	3156.863	5.387779	19.63864	19.63864189	yes 3156.863
37.00	24.65	0.001043	3100.49	6.646347	21.41254	21.4125356	yes 3100.49
38.00	25.43	0.001043	3213.235	6.431298	22.07989	22.07989369	yes 3213.235
39.00	26.21	0.001043	4509.804	3.010006	21.50377	21.5037671	yes 4509.804
40.00	13.38	0.001043	2846.814	0	10.40698	10.40698442	yes 2846.814

Tekanan Tanah di Depan Dinding Secant Pile

H	Po	Deforma si	ks	Pp max	Pp	Actual Pp	spring	
11.50	0.30	0.010848	1053.24	4.30	11.72595	4.300398118	no	0
12.50	0.90	0.011134	861.11	3.90	10.48881	3.901194354	no	0
13.50	1.50	0.011176	861.11	4.50	11.12577	4.50199059	no	0
14.50	2.10	0.010994	861.11	5.10	11.56984	5.102786826	no	0
15.50	2.70	0.010618	2236.11	13.70	26.44661	13.70358306	no	0
16.50	3.30	0.010096	1916.67	12.30	22.65505	12.3043793	no	0
17.50	3.91	0.009473	1597.22	10.91	19.03566	10.90517553	no	0
18.50	4.49	0.00879	1597.22	11.49	18.53436	11.49477226	no	0
19.50	5.07	0.008077	1597.22	12.07	17.97393	12.07316947	no	0
20.50	5.70	0.00736	1597.22	12.70	17.45993	12.70437395	no	0
21.50	6.41	0.006658	1597.22	13.41	17.04241	13.40810928	no	0
22.50	7.13	0.00599	1756.94	15.13	17.65567	15.13156818	no	0
23.50	7.90	0.005369	2395.83	19.90	20.7682	19.90497428	no	0
24.50	8.73	0.004809	2395.83	20.73	20.24989	20.24989008	yes	2395.833
25.50	9.55	0.004316	2555.56	22.55	20.58146	20.58145865	yes	2555.556
26.50	10.43	0.003889	2875.00	26.43	21.61026	21.61026284	yes	2875
27.50	11.26	0.003525	2987.75	28.26	21.78895	21.78894908	yes	2987.745
28.50	11.98	0.003212	2715.28	25.98	20.6978	20.69779791	yes	2715.278
29.50	12.69	0.002939	2715.28	26.69	20.66827	20.6682734	yes	2715.278
30.50	13.33	0.002694	2555.56	26.33	20.21398	20.21397796	yes	2555.556
31.50	13.97	0.002464	2715.28	27.97	20.661	20.66099501	yes	2715.278
32.50	14.68	0.00224	2875.00	30.68	21.11915	21.11914595	yes	2875
33.50	15.39	0.00201	2875.00	31.39	21.16649	21.16649134	yes	2875
34.50	16.10	0.001767	3325.98	36.10	21.9765	21.97649502	yes	3325.98
35.50	16.74	0.001503	3213.24	35.74	21.57337	21.57337052	yes	3213.235
36.50	17.42	0.001213	3100.49	35.42	21.18419	21.18418968	yes	3100.49
37.50	18.21	0.000894	3100.49	36.21	20.98008	20.98008454	yes	3100.49
38.50	18.99	0.000549	3325.98	38.99	20.81916	20.81916077	yes	3325.98
39.50	19.74	0.000184	5693.63	63.74	20.79075	20.79074923	yes	5693.627

Deformasi

H	δ (m)	H	δ (m)
0	0	11.5	0.01317
1	0.000605	12.5	0.01379
2	0.001275	13.5	0.014125
3	0.002076	14.5	0.014179
4	0.003082	15.5	0.013968
5	0.004419	16.5	0.013522
6	0.005928	17.5	0.012879
7	0.007503	18.5	0.012075
8	0.009048	19.5	0.01115
9	0.010481	20.5	0.010143
10	0.011734	21.5	0.009094
11	0.012757	22.5	0.008046
12	0.013515	23.5	0.007038
13	0.013994	24.5	0.006109
14	0.014187	25.5	0.005283
15	0.014106	26.5	0.004571
16	0.013774	27.5	0.003971
17	0.013224	28.5	0.003473
18	0.012496	29.5	0.003059
19	0.011626	30.5	0.002712
20	0.010655	31.5	0.002415
21	0.009622	32.5	0.002151
22	0.008569	33.5	0.001902
23	0.007535	34.5	0.001656
24	0.006563	35.5	0.0014
25	0.005684	36.5	0.001126
26	0.004914	37.5	0.00083
27	0.004259	38.5	0.000509
28	0.003713	39.5	0.00017
29	0.003258		
30	0.00288		
31	0.002561		
32	0.002282		
33	0.002028		
34	0.001782		
35	0.001532		
36	0.001268		
37	0.000984		
38	0.000675		
39	0.000344		
40	0		

Iterasi Ketiga

Tekanan Tanah di Belakang Dinding Secant Pile

H	Po	Deforma si (m)	ks (t/m3)	Pa min (t)	Pa	Pa Actual	Spring	
0.00	0.59	0	334.4907	0	0.588185	0.588185295	yes	334.4907
1.00	1.71	0.000605	668.9815	0.014556	1.300749	1.300748567	yes	668.9815
2.00	2.41	0.001275	765.0463	0.117297	1.435531	1.435530698	yes	765.0463
3.00	3.10	0.002076	861.1111	0.15551	1.308769	1.308769387	yes	861.1111
4.00	3.66	0.003082	765.0463	1.156245	1.298372	1.29837196	yes	765.0463
5.00	4.16	0.004419	668.9815	2.162463	1.206234	2.16246306	no	0
6.00	4.66	0.005928	668.9815	2.663085	0.697363	2.66308495	no	0
7.00	5.11	0.007503	572.9167	3.61433	0.815736	3.61432967	no	0
8.00	5.32	0.009048	572.9167	3.821163	0.137413	3.8211635	no	0
9.00	5.79	0.010481	668.9815	3.789733	-1.22186	3.789732972	no	0
10.00	6.31	0.011734	668.9815	4.310155	-1.53967	4.310154579	no	0
11.00	6.84	0.012757	861.1111	3.840623	-4.14457	3.840623015	no	0
12.00	7.43	0.013515	957.1759	3.931372	-5.50486	3.931372423	no	0
13.00	8.03	0.013994	861.1111	5.032169	-4.01822	5.032168659	no	0
14.00	8.63	0.014187	861.1111	5.632965	-3.58362	5.632964895	no	0
15.00	9.23	0.014106	668.9815	7.233761	-0.20289	7.233761131	no	0
16.00	9.83	0.013774	1196.759	8.834557	-6.6496	8.834557366	no	0
17.00	10.44	0.013224	1756.944	2.435354	-12.7985	2.435353602	no	0
18.00	11.03	0.012496	1597.222	4.03335	-8.92554	4.033349961	no	0
19.00	11.61	0.011626	1597.222	4.614547	-6.95476	4.614547051	no	0
20.00	12.21	0.010655	1597.222	5.206146	-4.81226	5.206146081	no	0
21.00	12.88	0.009622	1597.222	5.881887	-2.48659	5.881886908	no	0
22.00	13.60	0.008569	1677.083	6.100415	-0.77051	6.100414918	no	0
23.00	14.34	0.007535	2076.389	4.336361	-1.30923	4.33636062	no	0
24.00	15.15	0.006563	2395.833	3.147227	-0.57663	3.147227115	no	0
25.00	15.97	0.005684	2475.694	3.47058	1.898733	3.470580408	no	0
26.00	16.81	0.004914	2715.278	2.307522	3.464647	3.46464712	yes	2715.278
27.00	17.70	0.004259	2931.373	1.199919	5.215203	5.215203439	yes	2931.373
28.00	18.45	0.003713	1493.873	2.948383	12.90163	12.90163427	yes	1493.873
29.00	19.16	0.003258	2715.278	5.163563	10.31719	10.31718777	yes	2715.278
30.00	19.86	0.00288	2635.417	6.356107	12.26611	12.26610687	yes	2635.417
31.00	20.46	0.002561	2635.417	6.963668	13.71437	13.714366	yes	2635.417
32.00	21.16	0.002282	2795.139	6.155424	14.77692	14.7769175	yes	2795.139
33.00	21.86	0.002028	2875	5.86402	16.03352	16.03351983	yes	2875
34.00	22.57	0.001782	2875	4.573403	17.45015	17.45015295	yes	2875
35.00	23.27	0.001532	3269.608	3.769886	18.26085	18.2608465	yes	3269.608
36.00	23.89	0.001268	3156.863	5.387779	19.88488	19.88487719	yes	3156.863
37.00	24.65	0.000984	3100.49	6.646347	21.59546	21.59546452	yes	3100.49
38.00	25.43	0.000255	3213.235	6.431298	24.61192	24.6119231	yes	3213.235
39.00	26.21	0.00013	4509.804	3.010006	25.62122	25.62121808	yes	4509.804
40.00	13.38	0	2846.814	0	13.37621	13.37621114	yes	2846.814

Tekanan Tanah di Depan Dinding Secant Pile

H	Po	Deforma si	ks	Pp max	Pp	Actual Pp	spring	
11.50	0.30	0.01317	1053.24	4.30	14.17158	4.300398118	no	0
12.50	0.90	0.01379	861.11	3.90	12.77592	3.901194354	no	0
13.50	1.50	0.014125	861.11	4.50	13.66519	4.50199059	no	0
14.50	2.10	0.014179	861.11	5.10	14.31248	5.102786826	no	0
15.50	2.70	0.013968	2236.11	13.70	33.93758	13.70358306	no	0
16.50	3.30	0.013522	1916.67	12.30	29.22155	12.3043793	no	0
17.50	3.91	0.012879	1597.22	10.91	24.4758	10.90517553	no	0
18.50	4.49	0.012075	1597.22	11.49	23.78123	11.49477226	no	0
19.50	5.07	0.01115	1597.22	12.07	22.8822	12.07316947	no	0
20.50	5.70	0.010143	1597.22	12.70	21.905	12.70437395	no	0
21.50	6.41	0.009094	1597.22	13.41	20.93325	13.40810928	no	0
22.50	7.13	0.008046	1756.94	15.13	21.26794	15.13156818	no	0
23.50	7.90	0.007038	2395.83	19.90	24.76685	19.90497428	no	0
24.50	8.73	0.006109	2395.83	20.73	23.36447	20.72832758	no	0
25.50	9.55	0.005283	2555.56	22.55	23.05268	22.55168087	no	0
26.50	10.43	0.004571	2875.00	26.43	23.57101	23.57101284	yes	2875
27.50	11.26	0.003971	2987.75	28.26	23.12148	23.12148339	yes	2987.745
28.50	11.98	0.003473	2715.28	25.98	21.40649	21.40648541	yes	2715.278
29.50	12.69	0.003059	2715.28	26.69	20.99411	20.99410674	yes	2715.278
30.50	13.33	0.002712	2555.56	26.33	20.25998	20.25997796	yes	2555.556
31.50	13.97	0.002415	2715.28	27.97	20.52795	20.5279464	yes	2715.278
32.50	14.68	0.002151	2875.00	30.68	20.86327	20.86327095	yes	2875
33.50	15.39	0.001902	2875.00	31.39	20.85599	20.85599134	yes	2875
34.50	16.10	0.001656	3325.98	36.10	21.60731	21.60731119	yes	3325.98
35.50	16.74	0.0014	3213.24	35.74	21.24241	21.24240729	yes	3213.235
36.50	17.42	0.001126	3100.49	35.42	20.91445	20.91444703	yes	3100.49
37.50	18.21	0.00083	3100.49	36.21	20.78165	20.78165316	yes	3100.49
38.50	18.99	0.000509	3325.98	38.99	20.68612	20.68612155	yes	3325.98
39.50	19.74	0.00017	5693.63	63.74	20.71104	20.71103844	yes	5693.627

Deformasi

H	δ (m)	H	δ (m)
0	0	11.5	0.013028
1	0.000608	12.5	0.013623
2	0.001279	13.5	0.013933
3	0.00208	14.5	0.013964
4	0.003082	15.5	0.01373
5	0.00441	16.5	0.013265
6	0.005905	17.5	0.012604
7	0.007464	18.5	0.011786
8	0.008989	19.5	0.010851
9	0.0104	20.5	0.009839
10	0.01163	21.5	0.008791
11	0.012627	22.5	0.007748
12	0.013361	23.5	0.006752
13	0.013814	24.5	0.005843
14	0.013983	25.5	0.005045
15	0.013879	26.5	0.004367
16	0.013525	27.5	0.003804
17	0.012957	28.5	0.003341
18	0.012213	29.5	0.002959
19	0.011332	30.5	0.002641
20	0.010353	31.5	0.002367
21	0.009318	32.5	0.00212
22	0.008267	33.5	0.001885
23	0.007243	34.5	0.001648
24	0.006286	35.5	0.001399
25	0.00543	36.5	0.001128
26	0.004693	37.5	0.000832
27	0.004074	38.5	0.000511
28	0.003564	39.5	0.000171
29	0.003143		
30	0.002795		
31	0.002502		
32	0.002244		
33	0.002005		
34	0.00177		
35	0.001528		
36	0.001269		
37	0.000986		
38	0.000678		
39	0.000346		
40	0		

Iterasi Keempat
Tekanan Tanah di Belakang Dinding Secant Pile

H	Po	Deforma si (m)	ks (t/m3)	Pa min (t)	Pa	Pa Actual	Spring
0.00	0.59	0	334.4907	0	0.588185	0.588185295	yes 334.4907
1.00	1.71	0.000608	668.9815	0.014556	1.298742	1.298741622	yes 668.9815
2.00	2.41	0.001279	765.0463	0.117297	1.432471	1.432470513	yes 765.0463
3.00	3.10	0.00208	861.1111	0.15551	1.305325	1.305324942	yes 861.1111
4.00	3.66	0.003082	765.0463	1.156245	1.298372	1.29837196	yes 765.0463
5.00	4.16	0.00441	668.9815	2.162463	1.212255	2.16246306	no 0
6.00	4.66	0.005905	668.9815	2.663085	0.712749	2.66308495	no 0
7.00	5.11	0.007464	572.9167	3.61433	0.83808	3.61432967	no 0
8.00	5.32	0.008989	572.9167	3.821163	0.171216	3.8211635	no 0
9.00	5.79	0.0104	668.9815	3.789733	-1.16767	3.789732972	no 0
10.00	6.31	0.01163	668.9815	4.310155	-1.4701	4.310154579	no 0
11.00	6.84	0.012627	861.1111	3.840623	-4.03263	3.840623015	no 0
12.00	7.43	0.013361	957.1759	3.931372	-5.35746	3.931372423	no 0
13.00	8.03	0.013814	861.1111	5.032169	-3.86322	5.032168659	no 0
14.00	8.63	0.013983	861.1111	5.632965	-3.40795	5.632964895	no 0
15.00	9.23	0.013879	668.9815	7.233761	-0.05103	7.233761131	no 0
16.00	9.83	0.013525	1196.759	8.834557	-6.35161	8.834557366	no 0
17.00	10.44	0.012957	1756.944	2.435354	-12.3294	2.435353602	no 0
18.00	11.03	0.012213	1597.222	4.03335	-8.47353	4.033349961	no 0
19.00	11.61	0.011332	1597.222	4.614547	-6.48518	4.614547051	no 0
20.00	12.21	0.010353	1597.222	5.206146	-4.3299	5.206146081	no 0
21.00	12.88	0.009318	1597.222	5.881887	-2.00103	5.881886908	no 0
22.00	13.60	0.008267	1677.083	6.100415	-0.26403	6.100414918	no 0
23.00	14.34	0.007243	2076.389	4.336361	-0.70292	4.33636062	no 0
24.00	15.15	0.006286	2395.833	3.147227	0.087019	3.147227115	no 0
25.00	15.97	0.00543	2475.694	3.47058	2.52756	3.470580408	no 0
26.00	16.81	0.004693	2715.278	2.307522	4.064724	4.064723509	yes 2715.278
27.00	17.70	0.004074	2931.373	1.199919	5.757507	5.75750736	yes 2931.373
28.00	18.45	0.003564	1493.873	2.948383	13.12422	13.12422128	yes 1493.873
29.00	19.16	0.003143	2715.278	5.163563	10.62944	10.62944472	yes 2715.278
30.00	19.86	0.002795	2635.417	6.356107	12.49012	12.49011728	yes 2635.417
31.00	20.46	0.002502	2635.417	6.963668	13.86986	13.86985558	yes 2635.417
32.00	21.16	0.002244	2795.139	6.155424	14.88313	14.88313278	yes 2795.139
33.00	21.86	0.002005	2875	5.86402	16.09964	16.09964483	yes 2875
34.00	22.57	0.00177	2875	4.573403	17.48465	17.48465295	yes 2875
35.00	23.27	0.001528	3269.608	3.769886	18.27392	18.27392493	yes 3269.608
36.00	23.89	0.001269	3156.863	5.387779	19.88172	19.88172033	yes 3156.863
37.00	24.65	0.000986	3100.49	6.646347	21.58926	21.58926354	yes 3100.49
38.00	25.43	0.000715	3213.235	6.431298	23.13383	23.13383487	yes 3213.235
39.00	26.21	0.000364	4509.804	3.010006	24.56592	24.56592396	yes 4509.804
40.00	13.38	0	2846.814	0	13.37621	13.37621114	yes 2846.814

Tekanan Tanah di Depan Dinding Secant Pile

H	Po	Deforma si	ks	Pp max	Pp	Actual Pp	spring	
11.50	0.30	0.013028	1053.24	4.30	14.02202	4.300398118	no	0
12.50	0.90	0.013623	861.11	3.90	12.63211	3.901194354	no	0
13.50	1.50	0.013933	861.11	4.50	13.49985	4.50199059	no	0
14.50	2.10	0.013964	861.11	5.10	14.12734	5.102786826	no	0
15.50	2.70	0.01373	2236.11	13.70	33.40539	13.70358306	no	0
16.50	3.30	0.013265	1916.67	12.30	28.72896	12.3043793	no	0
17.50	3.91	0.012604	1597.22	10.91	24.03656	10.90517553	no	0
18.50	4.49	0.011786	1597.22	11.49	23.31963	11.49477226	no	0
19.50	5.07	0.010851	1597.22	12.07	22.40463	12.07316947	no	0
20.50	5.70	0.009839	1597.22	12.70	21.41944	12.70437395	no	0
21.50	6.41	0.008791	1597.22	13.41	20.44929	13.40810928	no	0
22.50	7.13	0.007748	1756.94	15.13	20.74437	15.13156818	no	0
23.50	7.90	0.006752	2395.83	19.90	24.08164	19.90497428	no	0
24.50	8.73	0.005843	2395.83	20.73	22.72718	20.72832758	no	0
25.50	9.55	0.005045	2555.56	22.55	22.44446	22.44445865	yes	2555.556
26.50	10.43	0.004367	2875.00	26.43	22.98451	22.98451284	yes	2875
27.50	11.26	0.003804	2987.75	28.26	22.62253	22.62252996	yes	2987.745
28.50	11.98	0.003341	2715.28	25.98	21.04807	21.04806875	yes	2715.278
29.50	12.69	0.002959	2715.28	26.69	20.72258	20.72257896	yes	2715.278
30.50	13.33	0.002641	2555.56	26.33	20.07853	20.07853351	yes	2555.556
31.50	13.97	0.002367	2715.28	27.97	20.39761	20.39761306	yes	2715.278
32.50	14.68	0.00212	2875.00	30.68	20.77415	20.77414595	yes	2875
33.50	15.39	0.001885	2875.00	31.39	20.80712	20.80711634	yes	2875
34.50	16.10	0.001648	3325.98	36.10	21.5807	21.58070335	yes	3325.98
35.50	16.74	0.001399	3213.24	35.74	21.23919	21.23919405	yes	3213.235
36.50	17.42	0.001128	3100.49	35.42	20.92065	20.92064801	yes	3100.49
37.50	18.21	0.000832	3100.49	36.21	20.78785	20.78785414	yes	3100.49
38.50	18.99	0.000511	3325.98	38.99	20.69277	20.69277351	yes	3325.98
39.50	19.74	0.000171	5693.63	63.74	20.71673	20.71673207	yes	5693.627

Deformasi

H	δ (m)	H	δ (m)
0	0	11.5	0.013109
1	0.000607	12.5	0.013719
2	0.001277	13.5	0.014044
3	0.002077	14.5	0.014088
4	0.003082	15.5	0.013867
5	0.004415	16.5	0.013413
6	0.005918	17.5	0.012763
7	0.007486	18.5	0.011954
8	0.009023	19.5	0.011025
9	0.010446	20.5	0.010016
10	0.01169	21.5	0.008968
11	0.012701	22.5	0.007922
12	0.013449	23.5	0.00692
13	0.013917	24.5	0.006001
14	0.014101	25.5	0.005188
15	0.01401	26.5	0.004491
16	0.013669	27.5	0.003907
17	0.013111	28.5	0.003422
18	0.012377	29.5	0.003021
19	0.011503	30.5	0.002686
20	0.010529	31.5	0.002398
21	0.009495	32.5	0.00214
22	0.008444	33.5	0.001897
23	0.007415	34.5	0.001654
24	0.00645	35.5	0.0014
25	0.005582	36.5	0.001128
26	0.004827	37.5	0.000831
27	0.004187	38.5	0.00051
28	0.003655	39.5	0.000171
29	0.003214		
30	0.002849		
31	0.002539		
32	0.002269		
33	0.00202		
34	0.001778		
35	0.001531		
36	0.001269		
37	0.000985		
38	0.000676		
39	0.000345		
40	0		

Iterasi Kelima

Tekanan Tanah di Belakang Dinding Secant Pile

H	Po	Deforma si (m)	ks (t/m3)	Pa min (t)	Pa	Pa Actual	Spring	
0.00	0.59	0	334.4907	0	0.588185	0.588185295	yes	334.4907
1.00	1.71	0.000607	668.9815	0.014556	1.299411	1.299410604	yes	668.9815
2.00	2.41	0.001277	765.0463	0.117297	1.434001	1.434000606	yes	765.0463
3.00	3.10	0.002077	861.1111	0.15551	1.307908	1.307908276	yes	861.1111
4.00	3.66	0.003082	765.0463	1.156245	1.298372	1.29837196	yes	765.0463
5.00	4.16	0.004415	668.9815	2.162463	1.20891	2.16246306	no	0
6.00	4.66	0.005918	668.9815	2.663085	0.704053	2.66308495	no	0
7.00	5.11	0.007486	572.9167	3.61433	0.825476	3.61432967	no	0
8.00	5.32	0.009023	572.9167	3.821163	0.151736	3.8211635	no	0
9.00	5.79	0.010446	668.9815	3.789733	-1.19845	3.789732972	no	0
10.00	6.31	0.01169	668.9815	4.310155	-1.51024	4.310154579	no	0
11.00	6.84	0.012701	861.1111	3.840623	-4.09635	3.840623015	no	0
12.00	7.43	0.013449	957.1759	3.931372	-5.44169	3.931372423	no	0
13.00	8.03	0.013917	861.1111	5.032169	-3.95191	5.032168659	no	0
14.00	8.63	0.014101	861.1111	5.632965	-3.50956	5.632964895	no	0
15.00	9.23	0.01401	668.9815	7.233761	-0.13867	7.233761131	no	0
16.00	9.83	0.013669	1196.759	8.834557	-6.52394	8.834557366	no	0
17.00	10.44	0.013111	1756.944	2.435354	-12.5999	2.435353602	no	0
18.00	11.03	0.012377	1597.222	4.03335	-8.73547	4.033349961	no	0
19.00	11.61	0.011503	1597.222	4.614547	-6.7583	4.614547051	no	0
20.00	12.21	0.010529	1597.222	5.206146	-4.61101	5.206146081	no	0
21.00	12.88	0.009495	1597.222	5.881887	-2.28374	5.881886908	no	0
22.00	13.60	0.008444	1677.083	6.100415	-0.56088	6.100414918	no	0
23.00	14.34	0.007415	2076.389	4.336361	-1.06006	4.33636062	no	0
24.00	15.15	0.00645	2395.833	3.147227	-0.3059	3.147227115	no	0
25.00	15.97	0.005582	2475.694	3.47058	2.151254	3.470580408	no	0
26.00	16.81	0.004827	2715.278	2.307522	3.700876	3.700876287	yes	2715.278
27.00	17.70	0.004187	2931.373	1.199919	5.426262	5.426262262	yes	2931.373
28.00	18.45	0.003655	1493.873	2.948383	12.98828	12.98827887	yes	1493.873
29.00	19.16	0.003214	2715.278	5.163563	10.43666	10.43665999	yes	2715.278
30.00	19.86	0.002849	2635.417	6.356107	12.34778	12.34780478	yes	2635.417
31.00	20.46	0.002539	2635.417	6.963668	13.77235	13.77234517	yes	2635.417
32.00	21.16	0.002269	2795.139	6.155424	14.81325	14.8132543	yes	2795.139
33.00	21.86	0.00202	2875	5.86402	16.05652	16.05651983	yes	2875
34.00	22.57	0.001778	2875	4.573403	17.46165	17.46165295	yes	2875
35.00	23.27	0.001531	3269.608	3.769886	18.26412	18.26411611	yes	3269.608
36.00	23.89	0.001269	3156.863	5.387779	19.88172	19.88172033	yes	3156.863
37.00	24.65	0.000985	3100.49	6.646347	21.59236	21.59236403	yes	3100.49
38.00	25.43	0.000676	3213.235	6.431298	23.25915	23.25915104	yes	3213.235
39.00	26.21	0.000345	4509.804	3.010006	24.65161	24.65161023	yes	4509.804
40.00	13.38	0	2846.814	0	13.37621	13.37621114	yes	2846.814

Tekanan Tanah di Depan Dinding Secant Pile

H	Po	Deforma si	ks	Pp max	Pp	Actual Pp	spring	
11.50	0.30	0.013109	1053.24	4.30	14.10733	4.300398118	no	0
12.50	0.90	0.013719	861.11	3.90	12.71478	3.901194354	no	0
13.50	1.50	0.014044	861.11	4.50	13.59544	4.50199059	no	0
14.50	2.10	0.014088	861.11	5.10	14.23412	5.102786826	no	0
15.50	2.70	0.013867	2236.11	13.70	33.71174	13.70358306	no	0
16.50	3.30	0.013413	1916.67	12.30	29.01263	12.3043793	no	0
17.50	3.91	0.012763	1597.22	10.91	24.29052	10.90517553	no	0
18.50	4.49	0.011954	1597.22	11.49	23.58797	11.49477226	no	0
19.50	5.07	0.011025	1597.22	12.07	22.68254	12.07316947	no	0
20.50	5.70	0.010016	1597.22	12.70	21.70215	12.70437395	no	0
21.50	6.41	0.008968	1597.22	13.41	20.732	13.40810928	no	0
22.50	7.13	0.007922	1756.94	15.13	21.05008	15.13156818	no	0
23.50	7.90	0.00692	2395.83	19.90	24.48414	19.90497428	no	0
24.50	8.73	0.006001	2395.83	20.73	23.10572	20.72832758	no	0
25.50	9.55	0.005188	2555.56	22.55	22.8099	22.55168087	no	0
26.50	10.43	0.004491	2875.00	26.43	23.34101	23.34101284	yes	2875
27.50	11.26	0.003907	2987.75	28.26	22.93027	22.93026771	yes	2987.745
28.50	11.98	0.003422	2715.28	25.98	21.26801	21.26800625	yes	2715.278
29.50	12.69	0.003021	2715.28	26.69	20.89093	20.89092618	yes	2715.278
30.50	13.33	0.002686	2555.56	26.33	20.19353	20.19353351	yes	2555.556
31.50	13.97	0.002398	2715.28	27.97	20.48179	20.48178667	yes	2715.278
32.50	14.68	0.00214	2875.00	30.68	20.83165	20.83164595	yes	2875
33.50	15.39	0.001897	2875.00	31.39	20.84162	20.84161634	yes	2875
34.50	16.10	0.001654	3325.98	36.10	21.60066	21.60065923	yes	3325.98
35.50	16.74	0.0014	3213.24	35.74	21.24241	21.24240729	yes	3213.235
36.50	17.42	0.001128	3100.49	35.42	20.92065	20.92064801	yes	3100.49
37.50	18.21	0.000831	3100.49	36.21	20.78475	20.78475365	yes	3100.49
38.50	18.99	0.00051	3325.98	38.99	20.68945	20.68944753	yes	3325.98
39.50	19.74	0.000171	5693.63	63.74	20.71673	20.71673207	yes	5693.627

Deformasi

H	δ (m)	H	δ (m)
0	0	11.5	0.013028
1	0.000608	12.5	0.013623
2	0.001279	13.5	0.013933
3	0.00208	14.5	0.013964
4	0.003082	15.5	0.01373
5	0.00441	16.5	0.013265
6	0.005905	17.5	0.012604
7	0.007464	18.5	0.011786
8	0.008989	19.5	0.010851
9	0.0104	20.5	0.009839
10	0.01163	21.5	0.008791
11	0.012627	22.5	0.007748
12	0.013361	23.5	0.006752
13	0.013814	24.5	0.005843
14	0.013983	25.5	0.005045
15	0.013879	26.5	0.004367
16	0.013525	27.5	0.003804
17	0.012957	28.5	0.003341
18	0.012213	29.5	0.002959
19	0.011332	30.5	0.002641
20	0.010353	31.5	0.002367
21	0.009318	32.5	0.00212
22	0.008267	33.5	0.001885
23	0.007243	34.5	0.001648
24	0.006286	35.5	0.001399
25	0.00543	36.5	0.001128
26	0.004693	37.5	0.000832
27	0.004074	38.5	0.000511
28	0.003564	39.5	0.000171
29	0.003143		
30	0.002795		
31	0.002502		
32	0.002244		
33	0.002005		
34	0.00177		
35	0.001528		
36	0.001269		
37	0.000986		
38	0.000678		
39	0.000346		
40	0		

Penggalian Ketiga Iterasi Kedua
Tekanan Tanah di Belakang Dinding Secant Pile

H	Po	Deforma si (m)	ks (t/m3)	Pa min (t)	Pa	Pa Actual	Spring
0.00	0.59	0	334.4907	0	0.588185	0.588185295	yes 334.4907
1.00	1.71	0.000705	668.9815	0.014556	1.23385	1.233850418	yes 668.9815
2.00	2.41	0.001434	765.0463	0.117297	1.313888	1.313888337	yes 765.0463
3.00	3.10	0.002215	861.1111	0.15551	1.189075	1.189074942	yes 861.1111
4.00	3.66	0.003082	765.0463	1.156245	1.298372	1.29837196	yes 765.0463
5.00	4.16	0.004089	668.9815	2.162463	1.426998	2.16246306	no 0
6.00	4.66	0.005208	668.9815	2.663085	1.179029	2.66308495	no 0
7.00	5.11	0.006429	572.9167	3.61433	1.431048	3.61432967	no 0
8.00	5.32	0.007757	572.9167	3.821163	0.877049	3.8211635	no 0
9.00	5.79	0.009209	668.9815	3.789733	-0.37092	3.789732972	no 0
10.00	6.31	0.010817	668.9815	4.310155	-0.92622	4.310154579	no 0
11.00	6.84	0.012627	861.1111	3.840623	-4.03263	3.840623015	no 0
12.00	7.43	0.014762	957.1759	3.931372	-6.69846	3.931372423	no 0
13.00	8.03	0.016983	861.1111	5.032169	-6.59208	5.032168659	no 0
14.00	8.63	0.019131	861.1111	5.632965	-7.84095	5.632964895	no 0
15.00	9.23	0.021064	668.9815	7.233761	-4.85766	7.233761131	no 0
16.00	9.83	0.022668	1196.759	8.834557	-17.2936	8.834557366	no 0
17.00	10.44	0.023857	1756.944	2.435354	-31.4801	2.435353602	no 0
18.00	11.03	0.024577	1597.222	4.03335	-28.2216	4.033349961	no 0
19.00	11.61	0.024795	1597.222	4.614547	-27.9886	4.614547051	no 0
20.00	12.21	0.024508	1597.222	5.206146	-26.9386	5.206146081	no 0
21.00	12.88	0.023744	1597.222	5.881887	-25.0426	5.881886908	no 0
22.00	13.60	0.022556	1677.083	6.100415	-24.2279	6.100414918	no 0
23.00	14.34	0.021021	2076.389	4.336361	-29.3114	4.33636062	no 0
24.00	15.15	0.019233	2395.833	3.147227	-30.9318	3.147227115	no 0
25.00	15.97	0.0173	2475.694	3.47058	-26.8589	3.470580408	no 0
26.00	16.81	0.015335	2715.278	2.307522	-24.8313	2.30752212	no 0
27.00	17.70	0.013451	2931.373	1.199919	-21.73	1.199919125	no 0
28.00	18.45	0.011709	1493.873	2.948383	0.956629	2.948383041	no 0
29.00	19.16	0.010131	2715.278	5.163563	-8.34492	5.163562772	no 0
30.00	19.86	0.008763	2635.417	6.356107	-3.15108	6.356106866	no 0
31.00	20.46	0.007497	2635.417	6.963668	0.705949	6.963668084	no 0
32.00	21.16	0.006414	2795.139	6.155424	3.227404	6.155424444	no 0
33.00	21.86	0.005455	2875	5.86402	6.180895	6.180894831	yes 2875
34.00	22.57	0.004592	2875	4.573403	9.371403	9.371402953	yes 2875
35.00	23.27	0.003796	3269.608	3.769886	10.85845	10.85845434	yes 3269.608
36.00	23.89	0.003038	3156.863	5.387779	14.29723	14.29723013	yes 3156.863
37.00	24.65	0.002293	3100.49	6.646347	17.53692	17.53692285	yes 3100.49
38.00	25.43	0.001543	3213.235	6.431298	20.47328	20.47327604	yes 3213.235
39.00	26.21	0.000778	4509.804	3.010006	22.69887	22.69886514	yes 4509.804
40.00	13.38	0	2846.814	0	13.37621	13.37621114	yes 2846.814

Tekanan Tanah di Depan Dinding Secant Pile

H	Po	Deforma si	ks	Pp max	Pp	Actual Pp	spring	
20.50	0.34	0.024182	1597.22	7.34	38.96603	7.342005875	no	0
21.50	1.05	0.023198	1597.22	8.05	38.0981	8.045741202	no	0
22.50	1.77	0.021825	1756.94	9.77	40.11451	9.769200106	no	0
23.50	2.54	0.020151	2395.83	14.54	50.82104	14.5426062	no	0
24.50	3.37	0.018277	2395.83	15.37	47.15461	15.3659595	no	0
25.50	4.19	0.016312	2555.56	17.19	45.87554	17.18931279	no	0
26.50	5.07	0.014377	2875.00	21.07	46.40089	21.06701976	no	0
27.50	5.89	0.012558	2987.75	22.89	43.41488	22.89477953	no	0
28.50	6.61	0.010896	2715.28	20.61	36.19962	20.61395761	no	0
29.50	7.33	0.009407	2715.28	21.33	32.86832	21.32570394	no	0
30.50	7.97	0.008092	2555.56	20.97	28.6465	20.96694321	no	0
31.50	8.61	0.006936	2715.28	22.61	27.44135	22.60818249	no	0
32.50	9.32	0.005919	2875.00	25.32	26.3339	25.31677787	no	0
33.50	10.03	0.005012	2875.00	26.03	24.43487	24.43487326	yes	2875
34.50	10.74	0.004185	3325.98	30.74	24.65635	24.65634753	yes	3325.98
35.50	11.38	0.003411	3213.24	30.38	22.34186	22.34185538	yes	3213.235
36.50	12.06	0.002663	3100.49	30.06	20.31753	20.31753239	yes	3100.49
37.50	12.85	0.001917	3100.49	30.85	18.78952	18.78951793	yes	3100.49
38.50	13.63	0.00116	3325.98	33.63	17.48897	17.48896671	yes	3325.98
39.50	14.38	0.000388	5693.63	58.38	16.58988	16.58988115	yes	5693.627

Deformasi

H	δ (m)	H	δ (m)
0	0	20.5	0.032122
1	0.000739	21.5	0.031894
2	0.001488	22.5	0.031145
3	0.002263	23.5	0.02993
4	0.003082	24.5	0.028322
5	0.003976	25.5	0.026399
6	0.004961	26.5	0.024244
7	0.006063	27.5	0.02194
8	0.007322	28.5	0.019563
9	0.008789	29.5	0.017175
10	0.010529	30.5	0.014835
11	0.012627	31.5	0.012593
12	0.015251	32.5	0.010497
13	0.01812	33.5	0.008585
14	0.021042	34.5	0.006875
15	0.023847	35.5	0.00536
16	0.026389	36.5	0.004009
17	0.028552	37.5	0.002784
18	0.030249	38.5	0.001641
19	0.031421	39.5	0.000541
20	0.032031		
21	0.032077		
22	0.031582		
23	0.030592		
24	0.029171		
25	0.027396		
26	0.025347		
27	0.023107		
28	0.020758		
29	0.018368		
30	0.015997		
31	0.0137		
32	0.011526		
33	0.009518		
34	0.007707		
35	0.006097		
36	0.004668		
37	0.003386		
38	0.002207		
39	0.00109		
40	0		

Iterasi Ketiga

Tekanan Tanah di Belakang Dinding Secant Pile

H	Po	Deforma si (m)	ks (t/m3)	Pa min (t)	Pa	Pa Actual	Spring	
0.00	0.59	0	334.4907	0	0.588185	0.588185295	yes	334.4907
1.00	1.71	0.000739	668.9815	0.014556	1.211105	1.211105048	yes	668.9815
2.00	2.41	0.001488	765.0463	0.117297	1.272576	1.272575837	yes	765.0463
3.00	3.10	0.002263	861.1111	0.15551	1.147742	1.147741609	yes	861.1111
4.00	3.66	0.003082	765.0463	1.156245	1.298372	1.29837196	yes	765.0463
5.00	4.16	0.003976	668.9815	2.162463	1.502593	2.16246306	no	0
6.00	4.66	0.004961	668.9815	2.663085	1.344268	2.66308495	no	0
7.00	5.11	0.006063	572.9167	3.61433	1.640736	3.61432967	no	0
8.00	5.32	0.007322	572.9167	3.821163	1.126268	3.8211635	no	0
9.00	5.79	0.008789	668.9815	3.789733	-0.08995	3.789732972	no	0
10.00	6.31	0.010529	668.9815	4.310155	-0.73355	4.310154579	no	0
11.00	6.84	0.012627	861.1111	3.840623	-4.03263	3.840623015	no	0
12.00	7.43	0.015251	957.1759	3.931372	-7.16652	3.931372423	no	0
13.00	8.03	0.01812	861.1111	5.032169	-7.57116	5.032168659	no	0
14.00	8.63	0.021042	861.1111	5.632965	-9.48654	5.632964895	no	0
15.00	9.23	0.023847	668.9815	7.233761	-6.71944	7.233761131	no	0
16.00	9.83	0.026389	1196.759	8.834557	-21.7467	8.834557366	no	0
17.00	10.44	0.028552	1756.944	2.435354	-39.7289	2.435353602	no	0
18.00	11.03	0.030249	1597.222	4.03335	-37.281	4.033349961	no	0
19.00	11.61	0.031421	1597.222	4.614547	-38.5718	4.614547051	no	0
20.00	12.21	0.032031	1597.222	5.206146	-38.9545	5.206146081	no	0
21.00	12.88	0.032077	1597.222	5.881887	-38.3522	5.881886908	no	0
22.00	13.60	0.031582	1677.083	6.100415	-39.3652	6.100414918	no	0
23.00	14.34	0.030592	2076.389	4.336361	-49.1845	4.33636062	no	0
24.00	15.15	0.029171	2395.833	3.147227	-54.7416	3.147227115	no	0
25.00	15.97	0.027396	2475.694	3.47058	-51.8535	3.470580408	no	0
26.00	16.81	0.025347	2715.278	2.307522	-52.0166	2.30752212	no	0
27.00	17.70	0.023107	2931.373	1.199919	-50.0353	1.199919125	no	0
28.00	18.45	0.020758	1493.873	2.948383	-12.5614	2.948383041	no	0
29.00	19.16	0.018368	2715.278	5.163563	-30.7107	5.163562772	no	0
30.00	19.86	0.015997	2635.417	6.356107	-22.3027	6.356106866	no	0
31.00	20.46	0.0137	2635.417	6.963668	-15.6415	6.963668084	no	0
32.00	21.16	0.011526	2795.139	6.155424	-11.0613	6.155424444	no	0
33.00	21.86	0.009518	2875	5.86402	-5.50023	5.864019831	no	0
34.00	22.57	0.007707	2875	4.573403	0.415778	4.573402953	no	0
35.00	23.27	0.006097	3269.608	3.769886	3.335087	3.769885717	no	0
36.00	23.89	0.004668	3156.863	5.387779	9.151544	9.151543856	yes	3156.863
37.00	24.65	0.003386	3100.49	6.646347	14.14809	14.14808707	yes	3100.49
38.00	25.43	0.002207	3213.235	6.431298	18.33969	18.33968781	yes	3213.235
39.00	26.21	0.00109	4509.804	3.010006	21.29181	21.29180631	yes	4509.804
40.00	13.38	0	2846.814	0	13.37621	13.37621114	yes	2846.814

Tekanan Tanah di Depan Dinding Secant Pile

H	Po	Deforma si	ks	Pp max	Pp	Actual Pp	spring	
20.50	0.34	0.032122	1597.22	7.34	51.64798	7.342005875	no	0
21.50	1.05	0.031894	1597.22	8.05	51.98755	8.045741202	no	0
22.50	1.77	0.031145	1756.94	9.77	56.48923	9.769200106	no	0
23.50	2.54	0.02993	2395.83	14.54	74.2499	14.5426062	no	0
24.50	3.37	0.028322	2395.83	15.37	71.22075	15.3659595	no	0
25.50	4.19	0.026399	2555.56	17.19	71.65342	17.18931279	no	0
26.50	5.07	0.024244	2875.00	21.07	74.76852	21.06701976	no	0
27.50	5.89	0.02194	2987.75	22.89	71.44591	22.89477953	no	0
28.50	6.61	0.019563	2715.28	20.61	59.73294	20.61395761	no	0
29.50	7.33	0.017175	2715.28	21.33	53.9606	21.32570394	no	0
30.50	7.97	0.014835	2555.56	20.97	45.87861	20.96694321	no	0
31.50	8.61	0.012593	2715.28	22.61	42.80168	22.60818249	no	0
32.50	9.32	0.010497	2875.00	25.32	39.49565	25.31677787	no	0
33.50	10.03	0.008585	2875.00	26.03	34.70725	26.02537326	no	0
34.50	10.74	0.006875	3325.98	30.74	33.60323	30.73711959	no	0
35.50	11.38	0.00536	3213.24	30.38	28.60445	28.60445097	yes	3213.235
36.50	12.06	0.004009	3100.49	30.06	24.49079	24.49079219	yes	3100.49
37.50	12.85	0.002784	3100.49	30.85	21.47764	21.47764293	yes	3100.49
38.50	13.63	0.001641	3325.98	33.63	19.08876	19.08876328	yes	3325.98
39.50	14.38	0.000541	5693.63	58.38	17.46101	17.46100615	yes	5693.627

Deformasi

H	δ (m)	H	δ (m)
0	0	20.5	0.032351
1	0.00074	21.5	0.032149
2	0.00149	22.5	0.031425
3	0.002264	23.5	0.030232
4	0.003082	24.5	0.028643
5	0.003973	25.5	0.026735
6	0.004954	26.5	0.02459
7	0.006054	27.5	0.022291
8	0.007311	28.5	0.019912
9	0.008777	29.5	0.017516
10	0.010522	30.5	0.015161
11	0.012627	31.5	0.012896
12	0.015264	32.5	0.010768
13	0.01815	33.5	0.008813
14	0.021093	34.5	0.007053
15	0.023921	35.5	0.005491
16	0.02649	36.5	0.004103
17	0.02868	37.5	0.002846
18	0.030406	38.5	0.001676
19	0.031607	39.5	0.000552
20	0.032245		
21	0.032319		
22	0.03185		
23	0.030884		
24	0.029484		
25	0.027725		
26	0.025688		
27	0.023456		
28	0.021109		
29	0.018714		
30	0.016332		
31	0.014016		
32	0.011814		
33	0.009769		
34	0.00791		
35	0.00625		
36	0.00478		
37	0.003463		
38	0.002255		
39	0.001113		
40	0		

Iterasi Keempat

Tekanan Tanah di Belakang Dinding Secant Pile

H	Po	Deforma si (m)	ks (t/m3)	Pa min (t)	Pa	Pa Actual	Spring
0.00	0.59	0	334.4907	0	0.588185	0.588185295	yes 334.4907
1.00	1.71	0.00074	668.9815	0.014556	1.210436	1.210436067	yes 668.9815
2.00	2.41	0.00149	765.0463	0.117297	1.271046	1.271045744	yes 765.0463
3.00	3.10	0.002264	861.1111	0.15551	1.14688	1.146880498	yes 861.1111
4.00	3.66	0.003082	765.0463	1.156245	1.298372	1.29837196	yes 765.0463
5.00	4.16	0.003973	668.9815	2.162463	1.5046	2.16246306	no 0
6.00	4.66	0.004954	668.9815	2.663085	1.348951	2.66308495	no 0
7.00	5.11	0.006054	572.9167	3.61433	1.645892	3.61432967	no 0
8.00	5.32	0.007311	572.9167	3.821163	1.13257	3.8211635	no 0
9.00	5.79	0.008777	668.9815	3.789733	-0.08192	3.789732972	no 0
10.00	6.31	0.010522	668.9815	4.310155	-0.72887	4.310154579	no 0
11.00	6.84	0.012627	861.1111	3.840623	-4.03263	3.840623015	no 0
12.00	7.43	0.015264	957.1759	3.931372	-7.17896	3.931372423	no 0
13.00	8.03	0.01815	861.1111	5.032169	-7.597	5.032168659	no 0
14.00	8.63	0.021093	861.1111	5.632965	-9.53045	5.632964895	no 0
15.00	9.23	0.023921	668.9815	7.233761	-6.76894	7.233761131	no 0
16.00	9.83	0.02649	1196.759	8.834557	-21.8676	8.834557366	no 0
17.00	10.44	0.02868	1756.944	2.435354	-39.9538	2.435353602	no 0
18.00	11.03	0.030406	1597.222	4.03335	-37.5318	4.033349961	no 0
19.00	11.61	0.031607	1597.222	4.614547	-38.8689	4.614547051	no 0
20.00	12.21	0.032245	1597.222	5.206146	-39.2963	5.206146081	no 0
21.00	12.88	0.032319	1597.222	5.881887	-38.7387	5.881886908	no 0
22.00	13.60	0.03185	1677.083	6.100415	-39.8147	6.100414918	no 0
23.00	14.34	0.030884	2076.389	4.336361	-49.7908	4.33636062	no 0
24.00	15.15	0.029484	2395.833	3.147227	-55.4915	3.147227115	no 0
25.00	15.97	0.027725	2475.694	3.47058	-52.668	3.470580408	no 0
26.00	16.81	0.025688	2715.278	2.307522	-52.9425	2.30752212	no 0
27.00	17.70	0.023456	2931.373	1.199919	-51.0584	1.199919125	no 0
28.00	18.45	0.021109	1493.873	2.948383	-13.0858	2.948383041	no 0
29.00	19.16	0.018714	2715.278	5.163563	-31.6501	5.163562772	no 0
30.00	19.86	0.016332	2635.417	6.356107	-23.1855	6.356106866	no 0
31.00	20.46	0.014016	2635.417	6.963668	-16.4743	6.963668084	no 0
32.00	21.16	0.011814	2795.139	6.155424	-11.8663	6.155424444	no 0
33.00	21.86	0.009769	2875	5.86402	-6.22186	5.864019831	no 0
34.00	22.57	0.00791	2875	4.573403	-0.16785	4.573402953	no 0
35.00	23.27	0.00625	3269.608	3.769886	2.834837	3.769885717	no 0
36.00	23.89	0.00478	3156.863	5.387779	8.797975	8.797975228	yes 3156.863
37.00	24.65	0.003463	3100.49	6.646347	13.90935	13.90934932	yes 3100.49
38.00	25.43	0.002255	3213.235	6.431298	18.18545	18.18545251	yes 3213.235
39.00	26.21	0.001113	4509.804	3.010006	21.18808	21.18808082	yes 4509.804
40.00	13.38	0	2846.814	0	13.37621	13.37621114	yes 2846.814

Tekanan Tanah di Depan Dinding Secant Pile

H	Po	Deformasi	ks	Pp max	Pp	Actual Pp	spring	
20.50	0.34	0.032351	1597.22	7.34	52.01374	7.342005875	no	0
21.50	1.05	0.032149	1597.22	8.05	52.39484	8.045741202	no	0
22.50	1.77	0.031425	1756.94	9.77	56.98118	9.769200106	no	0
23.50	2.54	0.030232	2395.83	14.54	74.97344	14.5426062	no	0
24.50	3.37	0.028643	2395.83	15.37	71.98981	15.3659595	no	0
25.50	4.19	0.026735	2555.56	17.19	72.51209	17.18931279	no	0
26.50	5.07	0.02459	2875.00	21.07	75.76327	21.06701976	no	0
27.50	5.89	0.022291	2987.75	22.89	72.49461	22.89477953	no	0
28.50	6.61	0.019912	2715.28	20.61	60.68057	20.61395761	no	0
29.50	7.33	0.017516	2715.28	21.33	54.88651	21.32570394	no	0
30.50	7.97	0.015161	2555.56	20.97	46.71172	20.96694321	no	0
31.50	8.61	0.012896	2715.28	22.61	43.6244	22.60818249	no	0
32.50	9.32	0.010768	2875.00	25.32	40.27478	25.31677787	no	0
33.50	10.03	0.008813	2875.00	26.03	35.36275	26.02537326	no	0
34.50	10.74	0.007053	3325.98	30.74	34.19526	30.73711959	no	0
35.50	11.38	0.005491	3213.24	30.38	29.02538	29.0253848	yes	3213.235
36.50	12.06	0.004103	3100.49	30.06	24.78224	24.78223827	yes	3100.49
37.50	12.85	0.002846	3100.49	30.85	21.66987	21.66987332	yes	3100.49
38.50	13.63	0.001676	3325.98	33.63	19.20517	19.20517259	yes	3325.98
39.50	14.38	0.000552	5693.63	58.38	17.52364	17.52363605	yes	5693.627

Deformasi

H	δ (m)	H	δ (m)
0	0	20.5	0.032351
1	0.00074	21.5	0.032149
2	0.00149	22.5	0.031425
3	0.002264	23.5	0.030232
4	0.003082	24.5	0.028643
5	0.003973	25.5	0.026735
6	0.004954	26.5	0.02459
7	0.006054	27.5	0.022291
8	0.007311	28.5	0.019912
9	0.008777	29.5	0.017516
10	0.010522	30.5	0.015161
11	0.012627	31.5	0.012896
12	0.015264	32.5	0.010768
13	0.01815	33.5	0.008813
14	0.021093	34.5	0.007053
15	0.023921	35.5	0.005491
16	0.02649	36.5	0.004103
17	0.02868	37.5	0.002846
18	0.030406	38.5	0.001676
19	0.031607	39.5	0.000552
20	0.032245		
21	0.032319		
22	0.03185		
23	0.030884		
24	0.029484		
25	0.027725		
26	0.025688		
27	0.023456		
28	0.021109		
29	0.018714		
30	0.016332		
31	0.014016		
32	0.011814		
33	0.009769		
34	0.00791		
35	0.00625		
36	0.00478		
37	0.003463		
38	0.002255		
39	0.001113		
40	0		

Perhitungan Soldier Pile Wall
Penggalian Pertama - Iterasi Ketiga

Tekanan Tanah di Belakang Dinding Soldier Pile

H	Po	Deforma si (m)	ks (t/m3)	Pa min (t)	Pa	Pa Actual	Spring	
0.00	0.59	0	501.74	0.00	0.588185	0.588185295	yes	501.7361
1.00	1.71	0.002088	1003.47	0.01	-0.38977	0.014555886	no	0
2.00	2.41	0.004089	1147.57	0.12	-2.28145	0.117297068	no	0
3.00	3.10	0.005926	1291.67	0.16	-4.55798	0.155509577	no	0
4.00	3.66	0.0075	1147.57	1.16	-4.95053	1.156244646	no	0
5.00	4.16	0.008744	1003.47	2.16	-4.6119	2.16246306	no	0
6.00	4.66	0.009617	1003.47	2.66	-4.98731	2.66308495	no	0
7.00	5.11	0.010098	859.38	3.61	-3.56364	3.61432967	no	0
8.00	5.32	0.010177	859.38	3.82	-3.4247	3.8211635	no	0
9.00	5.79	0.009877	1003.47	3.79	-4.12156	3.789732972	no	0
10.00	6.31	0.009246	1003.47	4.31	-2.96795	4.310154579	no	0
11.00	6.84	0.008347	1291.67	3.84	-3.94092	3.840623015	no	0
12.00	7.43	0.007269	1435.76	3.93	-3.0052	3.931372423	no	0
13.00	8.03	0.0061	1291.67	5.03	0.153002	5.032168659	no	0
14.00	8.63	0.004918	1291.67	5.63	2.280548	5.632964895	no	0
15.00	9.23	0.003831	1003.47	7.23	5.389459	7.233761131	no	0
16.00	9.83	0.002914	1795.14	8.83	4.603523	8.834557366	no	0
17.00	10.44	0.002187	2635.42	2.44	4.671697	4.671697352	yes	2635.417
18.00	11.03	0.001664	2395.83	4.03	7.046683	7.046683294	yes	2395.833
19.00	11.61	0.001305	2395.83	4.61	8.487985	8.487984551	yes	2395.833
20.00	12.21	0.001071	2395.83	5.21	9.640209	9.640208581	yes	2395.833
21.00	12.88	0.000921	2395.83	5.88	10.67532	10.67532441	yes	2395.833
22.00	13.60	0.000823	2515.63	6.10	11.53006	11.53005554	yes	2515.625
23.00	14.34	0.000756	3114.58	4.34	11.98174	11.98173562	yes	3114.583
24.00	15.15	0.000709	3593.75	3.15	12.59926	12.59925837	yes	3593.75
25.00	15.97	0.000677	3713.54	3.47	13.45651	13.4565127	yes	3713.542
26.00	16.81	0.000656	4072.92	2.31	14.13569	14.13568879	yes	4072.917
27.00	17.70	0.000643	4397.06	1.20	14.87261	14.8726103	yes	4397.059
28.00	18.45	0.000637	2240.81	2.95	17.02099	17.02098782	yes	2240.809
29.00	19.16	0.000625	4072.92	5.16	16.61799	16.61798986	yes	4072.917
30.00	19.86	0.000612	3953.13	6.36	17.43679	17.43679437	yes	3953.125
31.00	20.46	0.000595	3953.13	6.96	18.11156	18.11155871	yes	3953.125
32.00	21.16	0.000573	4192.71	6.16	18.753	18.75300257	yes	4192.708
33.00	21.86	0.000546	4312.50	5.86	19.50939	19.50939483	yes	4312.5
34.00	22.57	0.000514	4312.50	4.57	20.35678	20.35677795	yes	4312.5
35.00	23.27	0.000473	4904.41	3.77	20.9501	20.95009895	yes	4904.412
36.00	23.89	0.000421	4735.29	5.39	21.89422	21.89422033	yes	4735.294
37.00	24.65	0.000351	4650.74	6.65	23.01394	23.01393878	yes	4650.735
38.00	25.43	0.000257	4819.85	6.43	24.1926	24.1925959	yes	4819.853
39.00	26.21	0.000138	6764.71	3.01	25.27396	25.27396318	yes	6764.706
40.00	13.38	0	4270.22	0.00	13.37621	13.37621114	yes	4270.221

Tekanan Tanah di Depan Dinding *Soldier Pile*

H	Po	Deformati on (m)	ks(t/m3)	Pp max (t)	Pp	Actual Pp	Spring	
4.50	0.25	0.008163	1003.47	2.25	8.441655	2.250310945	no	0
5.50	0.75	0.009225	1003.47	2.75	10.00796	2.750932836	no	0
6.50	1.25	0.009903	1003.47	3.25	11.18894	3.251554726	no	0
7.50	1.55	0.010183	715.28	2.55	8.838342	2.554667933	no	0
8.50	1.87	0.010066	1003.47	3.87	11.96863	3.867680999	no	0
9.50	2.39	0.009593	1003.47	4.39	12.01441	4.388102606	no	0
10.50	2.91	0.008819	1003.47	4.91	11.75815	4.908524214	no	0
11.50	3.47	0.007816	1579.86	7.47	15.81733	7.469133135	no	0
12.50	4.07	0.006683	1291.67	7.07	12.70214	7.069929371	no	0
13.50	4.67	0.005496	1291.67	7.67	11.76973	7.670725607	no	0
14.50	5.27	0.004347	1291.67	8.27	10.8864	8.271521843	no	0
15.50	5.87	0.003329	3354.17	16.87	17.03834	16.87231808	no	0
16.50	6.47	0.00251	2875.00	15.47	13.68936	13.68936432	yes	2875
17.50	7.07	0.001889	2395.83	14.07	11.59964	11.59963972	yes	2395.833
18.50	7.66	0.001453	2395.83	14.66	11.14465	11.14465311	yes	2395.833
19.50	8.24	0.00116	2395.83	15.24	11.02107	11.02107115	yes	2395.833
20.50	8.87	0.000972	2395.83	15.87	11.20186	11.20185897	yes	2395.833
21.50	9.58	0.00085	2395.83	16.58	11.6133	11.61330263	yes	2395.833
22.50	10.30	0.000769	2635.42	18.30	12.32694	12.32693862	yes	2635.417
23.50	11.07	0.000711	3593.75	23.07	13.62887	13.62886555	yes	3593.75
24.50	11.90	0.000671	3593.75	23.90	14.30847	14.30846884	yes	3593.75
25.50	12.72	0.000644	3833.33	25.72	15.18908	15.18908255	yes	3833.333
26.50	13.60	0.000625	4312.50	29.60	16.29344	16.29343535	yes	4312.5
27.50	14.43	0.000615	4481.62	31.43	17.18208	17.18207748	yes	4481.618
28.50	15.15	0.000606	4072.92	29.15	17.61325	17.61324821	yes	4072.917
29.50	15.86	0.000592	4072.92	29.86	18.26797	18.2679737	yes	4072.917
30.50	16.50	0.000577	3833.33	29.50	18.70988	18.70987964	yes	3833.333
31.50	17.14	0.000556	4072.92	31.14	19.40383	19.40382725	yes	4072.917
32.50	17.85	0.000531	4312.50	33.85	20.13782	20.13781847	yes	4312.5
33.50	18.56	0.000501	4312.50	34.56	20.71704	20.71703886	yes	4312.5
34.50	19.27	0.000463	4988.97	39.27	21.57812	21.57811606	yes	4988.971
35.50	19.91	0.000417	4819.85	38.91	21.92249	21.92249157	yes	4819.853
36.50	20.59	0.000356	4650.74	38.59	22.24769	22.24769185	yes	4650.735
37.50	21.38	0.000273	4650.74	39.38	22.64663	22.64663205	yes	4650.735
38.50	22.16	0.000165	4988.97	42.16	22.98511	22.9851127	yes	4988.971
39.50	22.91	0.000034	8540.44	66.91	23.20223	23.20223179	yes	8540.441

Deformasi

H	δ (m)	H	δ (m)
0	0	4.5	0.009631
1	0.00247	5.5	0.010916
2	0.004832	6.5	0.011775
3	0.006986	7.5	0.012193
4	0.008841	8.5	0.012168
5	0.010328	9.5	0.011739
6	0.011404	10.5	0.010958
7	0.012045	11.5	0.009895
8	0.012239	12.5	0.008647
9	0.012007	13.5	0.007288
10	0.011395	14.5	0.005898
11	0.010463	15.5	0.004559
12	0.009298	16.5	0.003397
13	0.007986	17.5	0.002477
14	0.006601	18.5	0.001805
15	0.005228	19.5	0.001341
16	0.003971	20.5	0.001037
17	0.002916	21.5	0.000847
18	0.002125	22.5	0.00073
19	0.001564	23.5	0.00066
20	0.001187	24.5	0.000622
21	0.000947	25.5	0.000603
22	0.000799	26.5	0.000595
23	0.000709	27.5	0.000594
24	0.000658	28.5	0.000593
25	0.000632	29.5	0.000586
26	0.00062	30.5	0.000574
27	0.000617	31.5	0.000556
28	0.00062	32.5	0.000532
29	0.000615	33.5	0.000503
30	0.000607	34.5	0.000465
31	0.000593	35.5	0.000418
32	0.000573	36.5	0.000357
33	0.000548	37.5	0.000274
34	0.000515	38.5	0.000166
35	0.000474	39.5	0.000034
36	0.000422		
37	0.000352		
38	0.000258		
39	0.000138		
40	0		

Iterasi Keempat

Tekanan Tanah di Belakang Dinding *Soldier Pile*

H	Po	Deforma si (m)	ks (t/m3)	Pa min (t)	Pa	Pa Actual	Spring	
0.00	0.59	0	501.74	0.00	0.588185	0.588185295	yes	501.7361
1.00	1.71	0.00247	1003.47	0.01	-0.77309	0.014555886	no	0
2.00	2.41	0.004832	1147.57	0.12	-3.13409	0.117297068	no	0
3.00	3.10	0.006986	1291.67	0.16	-5.92715	0.155509577	no	0
4.00	3.66	0.008841	1147.57	1.16	-6.48942	1.156244646	no	0
5.00	4.16	0.010328	1003.47	2.16	-6.2014	2.16246306	no	0
6.00	4.66	0.011404	1003.47	2.66	-6.78051	2.66308495	no	0
7.00	5.11	0.012045	859.38	3.61	-5.23684	3.61432967	no	0
8.00	5.32	0.012239	859.38	3.82	-5.19673	3.8211635	no	0
9.00	5.79	0.012007	1003.47	3.79	-6.25896	3.789732972	no	0
10.00	6.31	0.011395	1003.47	4.31	-5.12441	4.310154579	no	0
11.00	6.84	0.010463	1291.67	3.84	-6.67409	3.840623015	no	0
12.00	7.43	0.009298	1435.76	3.93	-5.91836	3.931372423	no	0
13.00	8.03	0.007986	1291.67	5.03	-2.28308	5.032168659	no	0
14.00	8.63	0.006601	1291.67	5.63	0.106673	5.632964895	no	0
15.00	9.23	0.005228	1003.47	7.23	3.987608	7.233761131	no	0
16.00	9.83	0.003971	1795.14	8.83	2.706061	8.834557366	no	0
17.00	10.44	0.002916	2635.42	2.44	2.750479	2.750478602	yes	2635.417
18.00	11.03	0.002125	2395.83	4.03	5.942204	5.942204127	yes	2395.833
19.00	11.61	0.001564	2395.83	4.61	7.867464	7.867463718	yes	2395.833
20.00	12.21	0.001187	2395.83	5.21	9.362292	9.362291914	yes	2395.833
21.00	12.88	0.000947	2395.83	5.88	10.61303	10.61303274	yes	2395.833
22.00	13.60	0.000799	2515.63	6.10	11.59043	11.59043054	yes	2515.625
23.00	14.34	0.000709	3114.58	4.34	12.12812	12.12812104	yes	3114.583
24.00	15.15	0.000658	3593.75	3.15	12.78254	12.78253962	yes	3593.75
25.00	15.97	0.000632	3713.54	3.47	13.62362	13.62362208	yes	3713.542
26.00	16.81	0.00062	4072.92	2.31	14.28231	14.28231379	yes	4072.917
27.00	17.70	0.000617	4397.06	1.20	14.98693	14.98693383	yes	4397.059
28.00	18.45	0.00062	2240.81	2.95	17.05908	17.05908157	yes	2240.809
29.00	19.16	0.000615	4072.92	5.16	16.65872	16.65871902	yes	4072.917
30.00	19.86	0.000607	3953.13	6.36	17.45656	17.45655999	yes	3953.125
31.00	20.46	0.000593	3953.13	6.96	18.11946	18.11946496	yes	3953.125
32.00	21.16	0.000573	4192.71	6.16	18.753	18.75300257	yes	4192.708
33.00	21.86	0.000548	4312.50	5.86	19.50077	19.50076983	yes	4312.5
34.00	22.57	0.000515	4312.50	4.57	20.35247	20.35246545	yes	4312.5
35.00	23.27	0.000474	4904.41	3.77	20.94519	20.94519454	yes	4904.412
36.00	23.89	0.000422	4735.29	5.39	21.88949	21.88948503	yes	4735.294
37.00	24.65	0.000352	4650.74	6.65	23.00929	23.00928805	yes	4650.735
38.00	25.43	0.000258	4819.85	6.43	24.18778	24.18777604	yes	4819.853
39.00	26.21	0.000138	6764.71	3.01	25.27396	25.27396318	yes	6764.706
40.00	13.38	0	4270.22	0.00	13.37621	13.37621114	yes	4270.221

Tekanan Tanah di Depan Dinding Soldier Pile

H	Po	Deformat ion (m)	ks(t/m ³)	Pp max (t)	Pp	Actual Pp	Spring	
4.50	0.25	0.009631	1003.47	2.25	9.914752	2.250310945	no	0
5.50	0.75	0.010916	1003.47	2.75	11.70484	2.750932836	no	0
6.50	1.25	0.011775	1003.47	3.25	13.06744	3.251554726	no	0
7.50	1.55	0.012193	715.28	2.55	10.27605	2.554667933	no	0
8.50	1.87	0.012168	1003.47	3.87	14.07793	3.867680999	no	0
9.50	2.39	0.011739	1003.47	4.39	14.16786	4.388102606	no	0
10.50	2.91	0.010958	1003.47	4.91	13.90457	4.908524214	no	0
11.50	3.47	0.009895	1579.86	7.47	19.10186	7.469133135	no	0
12.50	4.07	0.008647	1291.67	7.07	15.23897	7.069929371	no	0
13.50	4.67	0.007288	1291.67	7.67	14.08439	7.670725607	no	0
14.50	5.27	0.005898	1291.67	8.27	12.88977	8.271521843	no	0
15.50	5.87	0.004559	3354.17	16.87	21.16396	16.87231808	no	0
16.50	6.47	0.003397	2875.00	15.47	16.23949	15.47311432	no	0
17.50	7.07	0.002477	2395.83	14.07	13.00839	13.00838972	yes	2395.833
18.50	7.66	0.001805	2395.83	14.66	11.98799	11.98798644	yes	2395.833
19.50	8.24	0.001341	2395.83	15.24	11.45472	11.45471699	yes	2395.833
20.50	8.87	0.001037	2395.83	15.87	11.35759	11.35758814	yes	2395.833
21.50	9.58	0.000847	2395.83	16.58	11.60612	11.60611513	yes	2395.833
22.50	10.30	0.00073	2635.42	18.30	12.22416	12.22415737	yes	2635.417
23.50	11.07	0.00066	3593.75	23.07	13.44558	13.4455843	yes	3593.75
24.50	11.90	0.000622	3593.75	23.90	14.13238	14.13237509	yes	3593.75
25.50	12.72	0.000603	3833.33	25.72	15.03192	15.03191589	yes	3833.333
26.50	13.60	0.000595	4312.50	29.60	16.16406	16.16406035	yes	4312.5
27.50	14.43	0.000594	4481.62	31.43	17.08796	17.08796351	yes	4481.618
28.50	15.15	0.000593	4072.92	29.15	17.5603	17.56030029	yes	4072.917
29.50	15.86	0.000586	4072.92	29.86	18.24354	18.2435362	yes	4072.917
30.50	16.50	0.000574	3833.33	29.50	18.69838	18.69837964	yes	3833.333
31.50	17.14	0.000556	4072.92	31.14	19.40383	19.40382725	yes	4072.917
32.50	17.85	0.000532	4312.50	33.85	20.14213	20.14213097	yes	4312.5
33.50	18.56	0.000503	4312.50	34.56	20.72566	20.72566386	yes	4312.5
34.50	19.27	0.000465	4988.97	39.27	21.58809	21.588094	yes	4988.971
35.50	19.91	0.000418	4819.85	38.91	21.92731	21.92731142	yes	4819.853
36.50	20.59	0.000357	4650.74	38.59	22.25234	22.25234259	yes	4650.735
37.50	21.38	0.000274	4650.74	39.38	22.65128	22.65128279	yes	4650.735
38.50	22.16	0.000166	4988.97	42.16	22.9901	22.99010167	yes	4988.971
39.50	22.91	0.000034	8540.44	66.91	23.20223	23.20223179	yes	8540.441

Deformasi

H	δ (m)	H	δ (m)
0	0	4.5	0.009692
1	0.002484	5.5	0.010989
2	0.004861	6.5	0.011859
3	0.007028	7.5	0.012286
4	0.008896	8.5	0.012268
5	0.010395	9.5	0.011845
6	0.011483	10.5	0.011067
7	0.012133	11.5	0.010006
8	0.012336	12.5	0.008757
9	0.01211	13.5	0.007394
10	0.011503	14.5	0.005998
11	0.010574	15.5	0.00465
12	0.009409	16.5	0.003475
13	0.008094	17.5	0.002535
14	0.006705	18.5	0.001846
15	0.005325	19.5	0.001367
16	0.004056	20.5	0.001052
17	0.002984	21.5	0.000854
18	0.002175	22.5	0.000732
19	0.001597	23.5	0.000659
20	0.001208	24.5	0.00062
21	0.000958	25.5	0.0006
22	0.000803	26.5	0.000592
23	0.000709	27.5	0.000592
24	0.000656	28.5	0.000592
25	0.000629	29.5	0.000585
26	0.000617	30.5	0.000574
27	0.000615	31.5	0.000556
28	0.000618	32.5	0.000532
29	0.000614	33.5	0.000503
30	0.000606	34.5	0.000465
31	0.000593	35.5	0.000418
32	0.000573	36.5	0.000357
33	0.000548	37.5	0.000274
34	0.000515	38.5	0.000166
35	0.000474	39.5	0.000034
36	0.000422		
37	0.000352		
38	0.000258		
39	0.000138		
40	0		

Penggalian Kedua - Iterasi Kedua

Tekanan Tanah di Belakang Dinding *Soldier Pile*

H	Po	Deforma si (m)	ks (t/m3)	Pa min (t)	Pa	Pa Actual	Spring	
0.00	0.59	0	501.7361	0	0.588185295	0.588185295	yes	501.7361
1.00	1.71	0.001933	1003.472	0.014556	-0.23422944	0.014555886	no	0
2.00	2.41	0.003979	1147.569	0.117297	-2.15521409	0.117297068	no	0
3.00	3.10	0.006256	1291.667	0.15551	-4.98423061	0.155509577	no	0
4.00	3.66	0.008896	1147.569	1.156245	-6.55253313	1.156244646	no	0
5.00	4.16	0.012525	1003.472	2.162463	-8.40602652	2.16246306	no	0
6.00	4.66	0.016279	1003.472	2.663085	-11.6724394	2.66308495	no	0
7.00	5.11	0.019817	859.375	3.61433	-11.9159047	3.61432967	no	0
8.00	5.32	0.022847	859.375	3.821163	-14.3129771	3.8211635	no	0
9.00	5.79	0.025137	1003.472	3.789733	-19.4345483	3.789732972	no	0
10.00	6.31	0.026526	1003.472	4.310155	-20.3079496	4.310154579	no	0
11.00	6.84	0.026917	1291.667	3.840623	-27.9271687	3.840623015	no	0
12.00	7.43	0.026314	1435.764	3.931372	-30.3493185	3.931372423	no	0
13.00	8.03	0.02479	1291.667	5.032169	-23.988248	5.032168659	no	0
14.00	8.63	0.022462	1291.667	5.632965	-20.3804518	5.632964895	no	0
15.00	9.23	0.019515	1003.472	7.233761	-10.3489993	7.233761131	no	0
16.00	9.83	0.016211	1795.139	8.834557	-19.2664392	8.834557366	no	0
17.00	10.44	0.012845	2635.417	2.435354	-23.4165735	2.435353602	no	0
18.00	11.03	0.00988	2395.833	4.03335	-12.6374834	4.033349961	no	0
19.00	11.61	0.007469	2395.833	4.614547	-6.27993212	4.614547051	no	0
20.00	12.21	0.005616	2395.833	5.206146	-1.24885392	5.206146081	no	0
21.00	12.88	0.004258	2395.833	5.881887	2.680428574	5.881886908	no	0
22.00	13.60	0.003303	2515.625	6.100415	5.291305543	6.100414918	no	0
23.00	14.34	0.002659	3114.583	4.336361	6.054683537	6.054683537	yes	3114.583
24.00	15.15	0.002256	3593.75	3.147227	7.039727115	7.039727115	yes	3593.75
25.00	15.97	0.002028	3713.542	3.47058	8.439517908	8.439517908	yes	3713.542
26.00	16.81	0.001915	4072.917	2.307522	9.007886704	9.007886704	yes	4072.917
27.00	17.70	0.001873	4397.059	1.199919	9.464227949	9.464227949	yes	4397.059
28.00	18.45	0.001872	2240.809	2.948383	14.25358892	14.25358892	yes	2240.809
29.00	19.16	0.001865	4072.917	5.163563	11.56757319	11.56757319	yes	4072.917
30.00	19.86	0.001849	3953.125	6.356107	12.54677874	12.54677874	yes	3953.125
31.00	20.46	0.001814	3953.125	6.963668	13.29269933	13.29269933	yes	3953.125
32.00	21.16	0.001754	4192.708	6.155424	13.80141403	13.80141403	yes	4192.708
33.00	21.86	0.001671	4312.5	5.86402	14.65783233	14.65783233	yes	4312.5
34.00	22.57	0.001561	4312.5	4.573403	15.84159045	15.84159045	yes	4312.5
35.00	23.27	0.00142	4904.412	3.769886	16.30562101	16.30562101	yes	4904.412
36.00	23.89	0.001246	4735.294	5.387779	17.98760268	17.98760268	yes	4735.294
37.00	24.65	0.001023	4650.735	6.646347	19.88864467	19.88864467	yes	4650.735
38.00	25.43	0.00074	4819.853	6.431298	21.86460693	21.86460693	yes	4819.853
39.00	26.21	0.000393	6764.706	3.010006	23.54896318	23.54896318	yes	6764.706
40.00	13.38	0	4270.221	0	13.37621114	13.37621114	yes	4270.221

Tekanan Tanah di Depan Dinding *Soldier Pile*

H	Po	Deforma si	ks	Pp max	Pp	Actual Pp	spring	
11.50	0.30	0.02673	1579.86	4.30	42.53009	4.300398118	no	0
12.50	0.90	0.025655	1291.67	3.90	34.0389	3.901194354	no	0
13.50	1.50	0.023709	1291.67	4.50	32.12612	4.50199059	no	0
14.50	2.10	0.021044	1291.67	5.10	29.28462	5.102786826	no	0
15.50	2.70	0.017872	3354.17	13.70	62.64925	13.70358306	no	0
16.50	3.30	0.014502	2875.00	12.30	44.99763	12.3043793	no	0
17.50	3.91	0.011286	2395.83	10.91	30.94455	10.90517553	no	0
18.50	4.49	0.008591	2395.83	11.49	25.07738	11.49477226	no	0
19.50	5.07	0.006463	2395.83	12.07	20.55744	12.07316947	no	0
20.50	5.70	0.004867	2395.83	12.70	17.36489	12.70437395	no	0
21.50	6.41	0.003721	2395.83	13.41	15.32301	13.40810928	no	0
22.50	7.13	0.002931	2635.42	15.13	14.85597	14.85597443	yes	2635.417
23.50	7.90	0.002414	3593.75	19.90	16.58029	16.58028678	yes	3593.75
24.50	8.73	0.002106	3593.75	20.73	16.29677	16.29676508	yes	3593.75
25.50	9.55	0.001941	3833.33	22.55	16.99218	16.99218087	yes	3833.333
26.50	10.43	0.001867	4312.50	26.43	18.48083	18.48082534	yes	4312.5
27.50	11.26	0.001848	4481.62	28.26	19.53918	19.53917702	yes	4481.618
28.50	11.98	0.001846	4072.92	25.98	19.49493	19.49492986	yes	4072.917
29.50	12.69	0.001835	4072.92	26.69	20.16187	20.1618741	yes	4072.917
30.50	13.33	0.00181	3833.33	26.33	20.26764	20.26764462	yes	3833.333
31.50	13.97	0.001762	4072.92	27.97	21.14703	21.14702973	yes	4072.917
32.50	14.68	0.001689	4312.50	30.68	21.96296	21.96295845	yes	4312.5
33.50	15.39	0.001591	4312.50	31.39	22.24893	22.24892884	yes	4312.5
34.50	16.10	0.001465	4988.97	36.10	23.40833	23.40832957	yes	4988.971
35.50	16.74	0.001308	4819.85	35.74	23.04825	23.04824552	yes	4819.853
36.50	17.42	0.001111	4650.74	35.42	22.59026	22.59026198	yes	4650.735
37.50	18.21	0.000857	4650.74	36.21	22.19393	22.19392645	yes	4650.735
38.50	18.99	0.000541	4988.97	38.99	21.69223	21.69223062	yes	4988.971
39.50	19.74	0.000167	8540.44	63.74	21.16938	21.16937545	yes	8540.441

Deformasi

H	δ (m)	H	δ (m)
0	0	11.5	0.041687
1	0.001601	12.5	0.042572
2	0.003448	13.5	0.042257
3	0.005792	14.5	0.040795
4	0.008896	15.5	0.038294
5	0.013725	16.5	0.034965
6	0.019108	17.5	0.031008
7	0.024604	18.5	0.026638
8	0.029819	19.5	0.022064
9	0.034423	20.5	0.017505
10	0.038149	21.5	0.01318
11	0.040803	22.5	0.009314
12	0.042285	23.5	0.006245
13	0.04257	24.5	0.004069
14	0.041671	25.5	0.002663
15	0.039674	26.5	0.001851
16	0.036739	27.5	0.00146
17	0.033061	28.5	0.001329
18	0.028873	29.5	0.001332
19	0.024375	30.5	0.00139
20	0.019782	31.5	0.001448
21	0.015313	32.5	0.001478
22	0.011119	33.5	0.001464
23	0.007682	34.5	0.001399
24	0.005068	35.5	0.001282
25	0.003299	36.5	0.001106
26	0.002213	37.5	0.000862
27	0.001635	38.5	0.000547
28	0.001395	39.5	0.000169
29	0.001342		
30	0.001382		
31	0.001447		
32	0.001494		
33	0.001504		
34	0.001467		
35	0.001377		
36	0.001232		
37	0.001024		
38	0.000746		
39	0.000398		
40	0		

Iterasi Ketiga

Tekanan Tanah di Belakang Dinding *Soldier Pile*

H	Po	Deforma si (m)	ks (t/m3)	Pa min (t)	Pa	Pa Actual	Spring	
0.00	0.59	0	501.7361	0	0.588185295	0.588185295	yes	501.7361
1.00	1.71	0.001601	1003.472	0.014556	0.098923335	0.098923335	yes	1003.472
2.00	2.41	0.003448	1147.569	0.117297	-1.545854719	0.117297068	no	0
3.00	3.10	0.005792	1291.667	0.15551	-4.38489728	0.155509577	no	0
4.00	3.66	0.008896	1147.569	1.156245	-6.552533132	1.156244646	no	0
5.00	4.16	0.013725	1003.472	2.162463	-9.61019319	2.16246306	no	0
6.00	4.66	0.019108	1003.472	2.663085	-14.51126227	2.66308495	no	0
7.00	5.11	0.024604	859.375	3.61433	-16.02973283	3.61432967	no	0
8.00	5.32	0.029819	859.375	3.821163	-20.30453963	3.8211635	no	0
9.00	5.79	0.034423	1003.472	3.789733	-28.75279133	3.789732972	no	0
10.00	6.31	0.038149	1003.472	4.310155	-31.97130723	4.310154579	no	0
11.00	6.84	0.040803	1291.667	3.840623	-45.86325198	3.840623015	no	0
12.00	7.43	0.042285	1435.764	3.931372	-53.27990362	3.931372423	no	0
13.00	8.03	0.04257	1291.667	5.032169	-46.95408134	5.032168659	no	0
14.00	8.63	0.041671	1291.667	5.632965	-45.19207677	5.632964895	no	0
15.00	9.23	0.039674	1003.472	7.233761	-30.57799581	7.233761131	no	0
16.00	9.83	0.036739	1795.139	8.834557	-56.11705027	8.834557366	no	0
17.00	10.44	0.030361	2635.417	2.435354	-76.69415681	2.435353602	no	0
18.00	11.03	0.028873	2395.833	4.03335	-58.14154587	4.033349961	no	0
19.00	11.61	0.024375	2395.833	4.614547	-46.78389045	4.614547051	no	0
20.00	12.21	0.019782	2395.833	5.206146	-35.18822892	5.206146081	no	0
21.00	12.88	0.015313	2395.833	5.881887	-23.80550893	5.881886908	no	0
22.00	13.60	0.01119	2515.625	6.100415	-14.54942883	6.100414918	no	0
23.00	14.34	0.007682	3114.583	4.336361	-9.589868546	4.33636062	no	0
24.00	15.15	0.005068	3593.75	3.147227	-3.065897885	3.147227115	no	0
25.00	15.97	0.003299	3713.542	3.47058	3.71960645	3.71960645	yes	3713.542
26.00	16.81	0.002213	4072.917	2.307522	7.794157537	7.794157537	yes	4072.917
27.00	17.70	0.001635	4397.059	1.199919	10.51072795	10.51072795	yes	4397.059
28.00	18.45	0.001395	2240.809	2.948383	15.32245473	15.32245473	yes	2240.809
29.00	19.16	0.001342	4072.917	5.163563	13.69770861	13.69770861	yes	4072.917
30.00	19.86	0.001382	3953.125	6.356107	14.39288812	14.39288812	yes	3953.125
31.00	20.46	0.001447	3953.125	6.963668	14.74349621	14.74349621	yes	3953.125
32.00	21.16	0.001494	4192.708	6.155424	14.89151819	14.89151819	yes	4192.708
33.00	21.86	0.001504	4312.5	5.86402	15.37801983	15.37801983	yes	4312.5
34.00	22.57	0.001467	4312.5	4.573403	16.24696545	16.24696545	yes	4312.5
35.00	23.27	0.001377	4904.412	3.769886	16.51651072	16.51651072	yes	4904.412
36.00	23.89	0.001232	4735.294	5.387779	18.0538968	18.0538968	yes	4735.294
37.00	24.65	0.001024	4650.735	6.646347	19.88399393	19.88399393	yes	4650.735
38.00	25.43	0.000258	4819.853	6.431298	24.18777604	24.18777604	yes	4819.853
39.00	26.21	0.000138	6764.706	3.010006	25.27396318	25.27396318	yes	6764.706
40.00	13.38	0	4270.221	0	13.37621114	13.37621114	yes	4270.221

Tekanan Tanah di Depan Dinding Soldier Pile

H	Po	Deforma si	ks	Pp max	Pp	Actual Pp	spring	
11.50	0.30	0.041687	1579.86	4.30	66.16007	4.300398118	no	0
12.50	0.90	0.042572	1291.67	3.90	55.89003	3.901194354	no	0
13.50	1.50	0.042257	1291.67	4.50	56.08395	4.50199059	no	0
14.50	2.10	0.040795	1291.67	5.10	54.79633	5.102786826	no	0
15.50	2.70	0.038294	3354.17	13.70	131.148	13.70358306	no	0
16.50	3.30	0.034965	2875.00	12.30	103.8288	12.3043793	no	0
17.50	3.91	0.031008	2395.83	10.91	78.19518	10.90517553	no	0
18.50	4.49	0.026638	2395.83	11.49	68.31498	11.49477226	no	0
19.50	5.07	0.022064	2395.83	12.07	57.93484	12.07316947	no	0
20.50	5.70	0.017505	2395.83	12.70	47.64344	12.70437395	no	0
21.50	6.41	0.01318	2395.83	13.41	37.98519	13.40810928	no	0
22.50	7.13	0.009314	2635.42	15.13	31.67784	15.13156818	no	0
23.50	7.90	0.006245	3593.75	19.90	30.34794	19.90497428	no	0
24.50	8.73	0.004069	3593.75	20.73	23.3513	20.72832758	no	0
25.50	9.55	0.002663	3833.33	22.55	19.75985	19.75984754	yes	3833.333
26.50	10.43	0.001851	4312.50	26.43	18.41183	18.41182534	yes	4312.5
27.50	11.26	0.00146	4481.62	28.26	17.80031	17.80030937	yes	4481.618
28.50	11.98	0.001329	4072.92	25.98	17.38923	17.38923194	yes	4072.917
29.50	12.69	0.001332	4072.92	26.69	18.1132	18.113219701	yes	4072.917
30.50	13.33	0.00139	3833.33	26.33	18.65764	18.65764462	yes	3833.333
31.50	13.97	0.001448	4072.92	27.97	19.86813	19.8681339	yes	4072.917
32.50	14.68	0.001478	4312.50	30.68	21.05302	21.05302095	yes	4312.5
33.50	15.39	0.001464	4312.50	31.39	21.70124	21.70124134	yes	4312.5
34.50	16.10	0.001399	4988.97	36.10	23.07906	23.07905752	yes	4988.971
35.50	16.74	0.001282	4819.85	35.74	22.92293	22.92292934	yes	4819.853
36.50	17.42	0.001106	4650.74	35.42	22.56701	22.56700831	yes	4650.735
37.50	18.21	0.000862	4650.74	36.21	22.21718	22.21718012	yes	4650.735
38.50	18.99	0.000547	4988.97	38.99	21.72216	21.72216444	yes	4988.971
39.50	19.74	0.000169	8540.44	63.74	21.18646	21.18645634	yes	8540.441

Deformasi

H	δ (m)	H	δ (m)
0	0	11.5	0.046013
1	0.001534	12.5	0.047591
2	0.003325	13.5	0.047928
3	0.005678	14.5	0.047054
4	0.008896	15.5	0.045057
5	0.014036	16.5	0.042124
6	0.019851	17.5	0.038434
7	0.02588	18.5	0.034181
8	0.031706	19.5	0.029551
9	0.036977	20.5	0.024742
10	0.041405	21.5	0.019951
11	0.044773	22.5	0.015382
12	0.046962	23.5	0.011245
13	0.047921	24.5	0.007753
14	0.047646	25.5	0.005061
15	0.046198	26.5	0.003237
16	0.043714	27.5	0.00213
17	0.04037	28.5	0.001539
18	0.036378	29.5	0.001279
19	0.031913	30.5	0.001214
20	0.02717	31.5	0.001238
21	0.022346	32.5	0.001284
22	0.017641	33.5	0.001309
23	0.013261	34.5	0.001287
24	0.009426	35.5	0.001208
25	0.00631	36.5	0.001062
26	0.004068	37.5	0.000838
27	0.002627	38.5	0.000536
28	0.001808	39.5	0.000166
29	0.0014		
30	0.001254		
31	0.001245		
32	0.001288		
33	0.001328		
34	0.001333		
35	0.001285		
36	0.001175		
37	0.000991		
38	0.000729		
39	0.000391		
40	0		

Iterasi Keempat

Tekanan Tanah di Belakang Dinding *Soldier Pile*

H	Po	Deforma si (m)	ks (t/m3)	Pa min (t)	Pa	Pa Actual	Spring	
0.00	0.59	0	501.7361	0	0.588185	0.588185295	yes	501.7361
1.00	1.71	0.001534	1003.472	0.014556	0.166156	0.166155974	yes	1003.472
2.00	2.41	0.003325	1147.569	0.117297	-1.4047	0.117297068	no	0
3.00	3.10	0.005678	1291.667	0.15551	-4.23765	0.155509577	no	0
4.00	3.66	0.008896	1147.569	1.156245	-6.55253	1.156244646	no	0
5.00	4.16	0.014036	1003.472	2.162463	-9.92227	2.16246306	no	0
6.00	4.66	0.019851	1003.472	2.663085	-15.2568	2.66308495	no	0
7.00	5.11	0.02588	859.375	3.61433	-17.1263	3.61432967	no	0
8.00	5.32	0.031706	859.375	3.821163	-21.9262	3.8211635	no	0
9.00	5.79	0.036977	1003.472	3.789733	-31.3157	3.789732972	no	0
10.00	6.31	0.041405	1003.472	4.310155	-35.2386	4.310154579	no	0
11.00	6.84	0.044773	1291.667	3.840623	-50.9912	3.840623015	no	0
12.00	7.43	0.046962	1435.764	3.931372	-59.995	3.931372423	no	0
13.00	8.03	0.047921	1291.667	5.032169	-53.8658	5.032168659	no	0
14.00	8.63	0.047646	1291.667	5.632965	-52.9098	5.632964895	no	0
15.00	9.23	0.046198	1003.472	7.233761	-37.1246	7.233761131	no	0
16.00	9.83	0.043714	1795.139	8.834557	-68.6381	8.834557366	no	0
17.00	10.44	0.04037	2635.417	2.435354	-95.9564	2.435353602	no	0
18.00	11.03	0.036378	2395.833	4.03335	-76.1223	4.033349961	no	0
19.00	11.61	0.031913	2395.833	4.614547	-64.8437	4.614547051	no	0
20.00	12.21	0.02717	2395.833	5.206146	-52.8886	5.206146081	no	0
21.00	12.88	0.022346	2395.833	5.881887	-40.6554	5.881886908	no	0
22.00	13.60	0.017641	2515.625	6.100415	-30.7777	6.100414918	no	0
23.00	14.34	0.013261	3114.583	4.336361	-26.9661	4.33636062	no	0
24.00	15.15	0.009426	3593.75	3.147227	-18.7275	3.147227115	no	0
25.00	15.97	0.00631	3713.542	3.47058	-7.46187	3.470580408	no	0
26.00	16.81	0.004068	4072.917	2.307522	0.238897	2.30752212	no	0
27.00	17.70	0.002627	4397.059	1.199919	6.148846	6.148845596	yes	4397.059
28.00	18.45	0.001808	2240.809	2.948383	14.397	14.39700069	yes	2240.809
29.00	19.16	0.0014	4072.917	5.163563	13.46148	13.46147944	yes	4072.917
30.00	19.86	0.001254	3953.125	6.356107	14.89889	14.89888812	yes	3953.125
31.00	20.46	0.001245	3953.125	6.963668	15.54203	15.54202746	yes	3953.125
32.00	21.16	0.001288	4192.708	6.155424	15.75522	15.75521611	yes	4192.708
33.00	21.86	0.001328	4312.5	5.86402	16.13702	16.13701983	yes	4312.5
34.00	22.57	0.001333	4312.5	4.573403	16.82484	16.82484045	yes	4312.5
35.00	23.27	0.001285	4904.412	3.769886	16.96772	16.9677166	yes	4904.412
36.00	23.89	0.001175	4735.294	5.387779	18.32381	18.32380856	yes	4735.294
37.00	24.65	0.000991	4650.735	6.646347	20.03747	20.0374682	yes	4650.735
38.00	25.43	0.000715	4819.853	6.431298	21.9851	21.98510325	yes	4819.853
39.00	26.21	0.000364	6764.706	3.010006	23.74514	23.74513965	yes	6764.706
40.00	13.38	0	4270.221	0	13.37621	13.37621114	yes	4270.221

Tekanan Tanah di Depan Dinding *Soldier Pile*

H	Po	Deforma si	ks	Pp max	Pp	Actual Pp	spring	
11.50	0.30	0.046013	1579.86	4.30	72.99455	4.300398118	no	0
12.50	0.90	0.047591	1291.67	3.90	62.3729	3.901194354	no	0
13.50	1.50	0.047928	1291.67	4.50	63.40899	4.50199059	no	0
14.50	2.10	0.047054	1291.67	5.10	62.88087	5.102786826	no	0
15.50	2.70	0.045057	3354.17	13.70	153.8323	13.70358306	no	0
16.50	3.30	0.042124	2875.00	12.30	124.4109	12.3043793	no	0
17.50	3.91	0.038434	2395.83	10.91	95.98663	10.90517553	no	0
18.50	4.49	0.034181	2395.83	11.49	86.38675	11.49477226	no	0
19.50	5.07	0.029551	2395.83	12.07	75.87244	12.07316947	no	0
20.50	5.70	0.024742	2395.83	12.70	64.98208	12.70437395	no	0
21.50	6.41	0.019951	2395.83	13.41	54.20738	13.40810928	no	0
22.50	7.13	0.015382	2635.42	15.13	47.66955	15.13156818	no	0
23.50	7.90	0.011245	3593.75	19.90	48.31669	19.90497428	no	0
24.50	8.73	0.007753	3593.75	20.73	36.59067	20.72832758	no	0
25.50	9.55	0.005061	3833.33	22.55	28.95218	22.55168087	no	0
26.50	10.43	0.003237	4312.50	26.43	24.38895	24.38895034	yes	4312.5
27.50	11.26	0.00213	4481.62	28.26	20.80299	20.8029932	yes	4481.618
28.50	11.98	0.001539	4072.92	25.98	18.24454	18.24454444	yes	4072.917
29.50	12.69	0.001279	4072.92	26.69	17.89733	17.89733243	yes	4072.917
30.50	13.33	0.001214	3833.33	26.33	17.98298	17.98297796	yes	3833.333
31.50	13.97	0.001238	4072.92	27.97	19.01282	19.0128214	yes	4072.917
32.50	14.68	0.001284	4312.50	30.68	20.2164	20.21639595	yes	4312.5
33.50	15.39	0.001309	4312.50	31.39	21.0328	21.03280384	yes	4312.5
34.50	16.10	0.001287	4988.97	36.10	22.52029	22.52029281	yes	4988.971
35.50	16.74	0.001208	4819.85	35.74	22.56626	22.56626023	yes	4819.853
36.50	17.42	0.001062	4650.74	35.42	22.36238	22.36237595	yes	4650.735
37.50	18.21	0.000838	4650.74	36.21	22.10556	22.10556248	yes	4650.735
38.50	18.99	0.000536	4988.97	38.99	21.66729	21.66728577	yes	4988.971
39.50	19.74	0.000166	8540.44	63.74	21.16084	21.16083501	yes	8540.441

Deformasi

H	δ (m)	H	δ (m)
0	0	11.5	0.047071
1	0.001513	12.5	0.048828
2	0.003292	13.5	0.049337
3	0.005649	14.5	0.048624
4	0.008896	15.5	0.046773
5	0.01411	16.5	0.043965
6	0.020029	17.5	0.040376
7	0.026186	18.5	0.036194
8	0.03216	19.5	0.031601
9	0.037593	20.5	0.02679
10	0.042195	21.5	0.021954
11	0.045742	22.5	0.01729
12	0.04811	23.5	0.013007
13	0.049245	24.5	0.00931
14	0.049137	25.5	0.006327
15	0.047842	26.5	0.004126
16	0.045496	27.5	0.002693
17	0.042265	28.5	0.001855
18	0.038359	29.5	0.001422
19	0.033949	30.5	0.001249
20	0.029224	31.5	0.001214
21	0.024377	32.5	0.001235
22	0.019603	33.5	0.001255
23	0.015103	34.5	0.001239
24	0.011093	35.5	0.001171
25	0.007742	36.5	0.001035
26	0.005146	37.5	0.000821
27	0.003343	38.5	0.000526
28	0.002238	39.5	0.000163
29	0.001621		
30	0.001336		
31	0.001245		
32	0.001248		
33	0.001275		
34	0.001281		
35	0.001242		
36	0.001143		
37	0.00097		
38	0.000716		
39	0.000385		
40	0		

Iterasi Kelima

Tekanan Tanah di Belakang Dinding *Soldier Pile*

H	Po	Deforma si (m)	ks (t/m3)	Pa min (t)	Pa	Pa Actual	Spring	
0.00	0.59	0	501.7361	0	0.588185	0.588185295	yes	501.7361
1.00	1.71	0.001513	1003.472	0.014556	0.187229	0.187228891	yes	1003.472
2.00	2.41	0.003292	1147.569	0.117297	-1.36683	0.117297068	no	0
3.00	3.10	0.005649	1291.667	0.15551	-4.20019	0.155509577	no	0
4.00	3.66	0.008896	1147.569	1.156245	-6.55253	1.156244646	no	0
5.00	4.16	0.01411	1003.472	2.162463	-9.99653	2.16246306	no	0
6.00	4.66	0.020029	1003.472	2.663085	-15.4355	2.66308495	no	0
7.00	5.11	0.026186	859.375	3.61433	-17.3893	3.61432967	no	0
8.00	5.32	0.03216	859.375	3.821163	-22.3163	3.8211635	no	0
9.00	5.79	0.037593	1003.472	3.789733	-31.9338	3.789732972	no	0
10.00	6.31	0.042195	1003.472	4.310155	-36.0314	4.310154579	no	0
11.00	6.84	0.045742	1291.667	3.840623	-52.2428	3.840623015	no	0
12.00	7.43	0.048111	1435.764	3.931372	-61.6432	3.931372423	no	0
13.00	8.03	0.049245	1291.667	5.032169	-55.576	5.032168659	no	0
14.00	8.63	0.049137	1291.667	5.632965	-54.8357	5.632964895	no	0
15.00	9.23	0.047842	1003.472	7.233761	-38.7744	7.233761131	no	0
16.00	9.83	0.045496	1795.139	8.834557	-71.8371	8.834557366	no	0
17.00	10.44	0.042265	2635.417	2.435354	-100.951	2.435353602	no	0
18.00	11.03	0.038359	2395.833	4.03335	-80.8684	4.033349961	no	0
19.00	11.61	0.039349	2395.833	4.614547	-69.7216	4.614547051	no	0
20.00	12.21	0.029224	2395.833	5.206146	-57.8097	5.206146081	no	0
21.00	12.88	0.024377	2395.833	5.881887	-45.5213	5.881886908	no	0
22.00	13.60	0.019603	2515.625	6.100415	-35.7134	6.100414918	no	0
23.00	14.34	0.015103	3114.583	4.336361	-32.7032	4.33636062	no	0
24.00	15.15	0.011093	3593.75	3.147227	-24.7182	3.147227115	no	0
25.00	15.97	0.007742	3713.542	3.47058	-12.7797	3.470580408	no	0
26.00	16.81	0.005146	4072.917	2.307522	-4.15171	2.30752212	no	0
27.00	17.70	0.003343	4397.059	1.199919	3.000551	3.000551478	yes	4397.059
28.00	18.45	0.002238	2240.809	2.948383	13.43345	13.43345289	yes	2240.809
29.00	19.16	0.001621	4072.917	5.163563	12.56136	12.56136486	yes	4072.917
30.00	19.86	0.001336	3953.125	6.356107	14.57473	14.57473187	yes	3953.125
31.00	20.46	0.001245	3953.125	6.963668	15.54203	15.54202746	yes	3953.125
32.00	21.16	0.001248	4192.708	6.155424	15.92292	15.92292444	yes	4192.708
33.00	21.86	0.001275	4312.5	5.86402	16.36558	16.36558233	yes	4312.5
34.00	22.57	0.001281	4312.5	4.573403	17.04909	17.04909045	yes	4312.5
35.00	23.27	0.001242	4904.412	3.769886	17.17861	17.17860631	yes	4904.412
36.00	23.89	0.001143	4735.294	5.387779	18.47534	18.47533797	yes	4735.294
37.00	24.65	0.00097	4650.735	6.646347	20.13513	20.13513364	yes	4650.735
38.00	25.43	0.000716	4819.853	6.431298	21.98028	21.9802834	yes	4819.853
39.00	26.21	0.000385	6764.706	3.010006	23.60308	23.60308082	yes	6764.706
40.00	13.38	0	4270.221	0	13.37621	13.37621114	yes	4270.221

Tekanan Tanah di Depan Dinding Soldier Pile

H	Po	Deforma si	ks	Pp max	Pp	Actual Pp	spring	
11.50	0.30	0.047071	1579.86	4.30	74.66604	4.300398118	no	0
12.50	0.90	0.048828	1291.67	3.90	63.97069	3.901194354	no	0
13.50	1.50	0.049337	1291.67	4.50	65.22895	4.50199059	no	0
14.50	2.10	0.048624	1291.67	5.10	64.90879	5.102786826	no	0
15.50	2.70	0.046773	3354.17	13.70	159.588	13.70358306	no	0
16.50	3.30	0.043965	2875.00	12.30	129.7038	12.3043793	no	0
17.50	3.91	0.040376	2395.83	10.91	100.6393	10.90517553	no	0
18.50	4.49	0.036194	2395.83	11.49	91.20956	11.49477226	no	0
19.50	5.07	0.031601	2395.83	12.07	80.7839	12.07316947	no	0
20.50	5.70	0.02679	2395.83	12.70	69.88875	12.70437395	no	0
21.50	6.41	0.021954	2395.83	13.41	59.00623	13.40810928	no	0
22.50	7.13	0.01729	2635.42	15.13	52.69792	15.13156818	no	0
23.50	7.90	0.013007	3593.75	19.90	54.64888	19.90497428	no	0
24.50	8.73	0.00931	3593.75	20.73	42.18614	20.72832758	no	0
25.50	9.55	0.006327	3833.33	22.55	33.80518	22.55168087	no	0
26.50	10.43	0.004126	4312.50	26.43	28.22276	26.42938784	no	0
27.50	11.26	0.002693	4481.62	28.26	23.32614	23.32614393	yes	4481.618
28.50	11.98	0.001855	4072.92	25.98	19.53159	19.53158611	yes	4072.917
29.50	12.69	0.001422	4072.92	26.69	18.47976	18.47975951	yes	4072.917
30.50	13.33	0.001249	3833.33	26.33	18.11714	18.11714462	yes	3833.333
31.50	13.97	0.001214	4072.92	27.97	18.91507	18.9150714	yes	4072.917
32.50	14.68	0.001235	4312.50	30.68	20.00508	20.00508345	yes	4312.5
33.50	15.39	0.001255	4312.50	31.39	20.79993	20.79992884	yes	4312.5
34.50	16.10	0.001239	4988.97	36.10	22.28082	22.28082222	yes	4988.971
35.50	16.74	0.001171	4819.85	35.74	22.38793	22.38792567	yes	4819.853
36.50	17.42	0.001035	4650.74	35.42	22.23681	22.2368061	yes	4650.735
37.50	18.21	0.000821	4650.74	36.21	22.0265	22.02649998	yes	4650.735
38.50	18.99	0.000526	4988.97	38.99	21.6174	21.61739606	yes	4988.971
39.50	19.74	0.000163	8540.44	63.74	21.13521	21.13521369	yes	8540.441

Deformasi

H	δ (m)	H	δ (m)
0	0	11.5	0.047027
1	0.001514	12.5	0.048776
2	0.003293	13.5	0.049277
3	0.00565	14.5	0.048557
4	0.008896	15.5	0.046699
5	0.014107	16.5	0.043886
6	0.020022	17.5	0.040292
7	0.026173	18.5	0.036106
8	0.032141	19.5	0.031511
9	0.037568	20.5	0.026698
10	0.042162	21.5	0.021862
11	0.045701	22.5	0.017201
12	0.048062	23.5	0.012921
13	0.049189	24.5	0.009231
14	0.049074	25.5	0.006257
15	0.047772	26.5	0.004068
16	0.045419	27.5	0.002652
17	0.042183	28.5	0.001829
18	0.038273	29.5	0.001407
19	0.03386	30.5	0.001242
20	0.029132	31.5	0.001212
21	0.024285	32.5	0.001235
22	0.019512	33.5	0.001257
23	0.015016	34.5	0.001242
24	0.01101	35.5	0.001173
25	0.007668	36.5	0.001037
26	0.005082	37.5	0.000822
27	0.003294	38.5	0.000527
28	0.002205	39.5	0.000163
29	0.0016		
30	0.001325		
31	0.001241		
32	0.001247		
33	0.001276		
34	0.001284		
35	0.001244		
36	0.001145		
37	0.000971		
38	0.000717		
39	0.000386		
40	0		

Penggalian Ketiga - Iterasi Kedua

Tekanan Tanah di Belakang Dinding *Soldier Pile*

H	Po	Deforma si (m)	ks (t/m3)	Pa min (t)	Pa	Pa Actual	Spring	
0.00	0.59	0	501.7361	0	0.588185	0.588185295	yes	501.7361
1.00	1.71	0.001826	1003.472	0.014556	-0.12686	0.014555886	no	0
2.00	2.41	0.003802	1147.569	0.117297	-1.95209	0.117297068	no	0
3.00	3.10	0.006095	1291.667	0.15551	-4.77627	0.155509577	no	0
4.00	3.66	0.008896	1147.569	1.156245	-6.55253	1.156244646	no	0
5.00	4.16	0.012813	1003.472	2.162463	-8.69503	2.16246306	no	0
6.00	4.66	0.017308	1003.472	2.663085	-12.705	2.66308495	no	0
7.00	5.11	0.022256	859.375	3.61433	-14.0119	3.61432967	no	0
8.00	5.32	0.027577	859.375	3.821163	-18.3778	3.8211635	no	0
9.00	5.79	0.033253	1003.472	3.789733	-27.5787	3.789732972	no	0
10.00	6.31	0.039335	1003.472	4.310155	-33.1614	4.310154579	no	0
11.00	6.84	0.045941	1291.667	3.840623	-52.4998	3.840623015	no	0
12.00	7.43	0.054169	1435.764	3.931372	-70.3425	3.931372423	no	0
13.00	8.03	0.062382	1291.667	5.032169	-72.5446	5.032168659	no	0
14.00	8.63	0.069924	1291.667	5.632965	-81.6855	5.632964895	no	0
15.00	9.23	0.076239	1003.472	7.233761	-67.27	7.233761131	no	0
16.00	9.83	0.080879	1795.139	8.834557	-135.354	8.834557366	no	0
17.00	10.44	0.083517	2635.417	2.435354	-209.667	2.435353602	no	0
18.00	11.03	0.084004	2395.833	4.03335	-190.226	4.033349961	no	0
19.00	11.61	0.082261	2395.833	4.614547	-185.469	4.614547051	no	0
20.00	12.21	0.078336	2395.833	5.206146	-175.474	5.206146081	no	0
21.00	12.88	0.072431	2395.833	5.881887	-160.651	5.881886908	no	0
22.00	13.60	0.064874	2515.625	6.100415	-149.598	6.100414918	no	0
23.00	14.34	0.056079	3114.583	4.336361	-160.326	4.33636062	no	0
24.00	15.15	0.046564	3593.75	3.147227	-152.192	3.147227115	no	0
25.00	15.97	0.036893	3713.542	3.47058	-121.033	3.470580408	no	0
26.00	16.81	0.027639	4072.917	2.307522	-95.7638	2.30752212	no	0
27.00	17.70	0.019435	4397.059	1.199919	-67.7569	1.199919125	no	0
28.00	18.45	0.01323	2240.809	2.948383	-11.1975	2.948383041	no	0
29.00	19.16	0.008752	4072.917	5.163563	-16.4826	5.163562772	no	0
30.00	19.86	0.005819	3953.125	6.356107	-3.14713	6.356106866	no	0
31.00	20.46	0.004067	3953.125	6.963668	4.386309	6.963668084	no	0
32.00	21.16	0.003134	4192.708	6.155424	8.015477	8.015476527	yes	4192.708
33.00	21.86	0.00271	4312.5	5.86402	10.17714	10.177144483	yes	4312.5
34.00	22.57	0.002542	4312.5	4.573403	11.61103	11.61102795	yes	4312.5
35.00	23.27	0.002441	4904.412	3.769886	11.29822	11.2982166	yes	4904.412
36.00	23.89	0.002281	4735.294	5.387779	13.08657	13.08657327	yes	4735.294
37.00	24.65	0.001976	4650.735	6.646347	15.45649	15.45649393	yes	4650.735
38.00	25.43	0.001485	4819.853	6.431298	18.27382	18.27381649	yes	4819.853
39.00	26.21	0.00081	6764.706	3.010006	20.72808	20.72808082	yes	6764.706
40.00	13.38	0	4270.221	0	13.37621	13.37621114	yes	4270.221

Tekanan Tanah di Depan Dinding *Soldier Pile*

H	Po	Deforma si	ks	Pp max	Pp	Actual Pp	spring	
20.50	0.34	0.075602	2395.83	7.34	181.4718	7.342005875	no	0
21.50	1.05	0.068825	2395.83	8.05	165.939	8.045741202	no	0
22.50	1.77	0.06059	2635.42	9.77	161.4491	9.769200106	no	0
23.50	2.54	0.051363	3593.75	14.54	187.1284	14.5426062	no	0
24.50	3.37	0.041699	3593.75	15.37	153.2217	15.3659595	no	0
25.50	4.19	0.032162	3833.33	17.19	127.477	17.18931279	no	0
26.50	5.07	0.023298	4312.50	21.07	105.5396	21.06701976	no	0
27.50	5.89	0.016079	4481.62	22.89	77.95471	22.89477953	no	0
28.50	6.61	0.010767	4072.92	20.61	50.46705	20.61395761	no	0
29.50	7.33	0.0071	4072.92	21.33	36.24341	21.32570394	no	0
30.50	7.97	0.004802	3833.33	20.97	26.37461	20.96694321	no	0
31.50	8.61	0.003499	4072.92	22.61	22.85932	22.60818249	no	0
32.50	9.32	0.002854	4312.50	25.32	21.62465	21.62465287	yes	4312.5
33.50	10.03	0.002585	4312.50	26.03	21.17319	21.17318576	yes	4312.5
34.50	10.74	0.002468	4988.97	30.74	23.0499	23.049899	yes	4988.971
35.50	11.38	0.00235	4819.85	30.38	22.70816	22.70816421	yes	4819.853
36.50	12.06	0.002124	4650.74	30.06	21.93909	21.93908876	yes	4650.735
37.50	12.85	0.001728	4650.74	30.85	20.88235	20.88234881	yes	4650.735
38.50	13.63	0.001141	4988.97	33.63	19.32324	19.3232449	yes	4988.971
39.50	14.38	0.000388	8540.44	58.38	17.69444	17.69444488	yes	8540.441

Deformasi

H	δ (m)	H	δ (m)
0	0	20.5	0.106372
1	0.001899	21.5	0.102152
2	0.003925	22.5	0.095854
3	0.00621	23.5	0.087815
4	0.008896	24.5	0.078465
5	0.012337	25.5	0.068239
6	0.016299	26.5	0.057594
7	0.020785	27.5	0.047007
8	0.025846	28.5	0.036899
9	0.031594	29.5	0.02762
10	0.03821	30.5	0.019505
11	0.045941	31.5	0.013023
12	0.056241	32.5	0.008272
13	0.06712	33.5	0.005118
14	0.077794	34.5	0.003173
15	0.087581	35.5	0.002054
16	0.095902	36.5	0.001418
17	0.102304	37.5	0.001001
18	0.106511	38.5	0.000628
19	0.108314	39.5	0.000206
20	0.107635		
21	0.104549		
22	0.099255		
23	0.092038		
24	0.083291		
25	0.073448		
26	0.062955		
27	0.052283		
28	0.041888		
29	0.032154		
30	0.023418		
31	0.016094		
32	0.01044		
33	0.006536		
34	0.004041		
35	0.002557		
36	0.00172		
37	0.001222		
38	0.000845		
39	0.000455		
40	0		



Jurusan Teknik Sipil
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2017

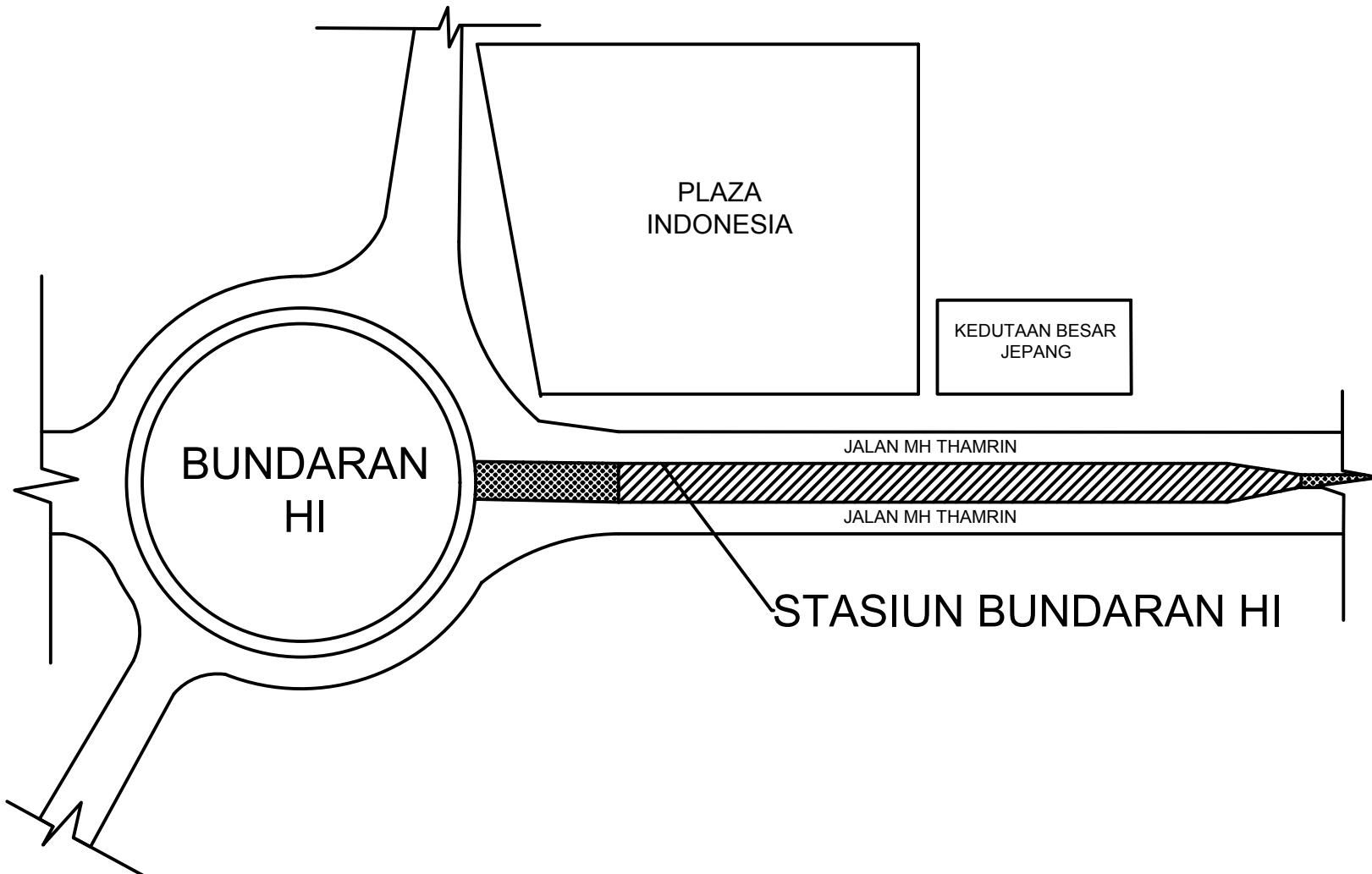
KETERANGAN

JUDUL TUGAS AKHIR

ALTERNATIF PERENCANAAN DINDING
PENAHAN TANAH DENGAN *DIAPHRAGM WALL*, *SOLDIER PILE*, DAN *SECANT PILE*
PADA PROYEK PEMBANGUNAN MRT
JAKARTA

JUDUL GAMBAR

SITE PLAN



No. GAMBAR	JML GAMBAR
1	11

SKALA

1 : 500

DOSEN PEMBIMBING 1

Prof. Ir. Indrasurya B. M., MSc., PhD

DOSEN PEMBIMBING 2

Ir. Suwarno, M.Eng

NAMA MAHASISWA

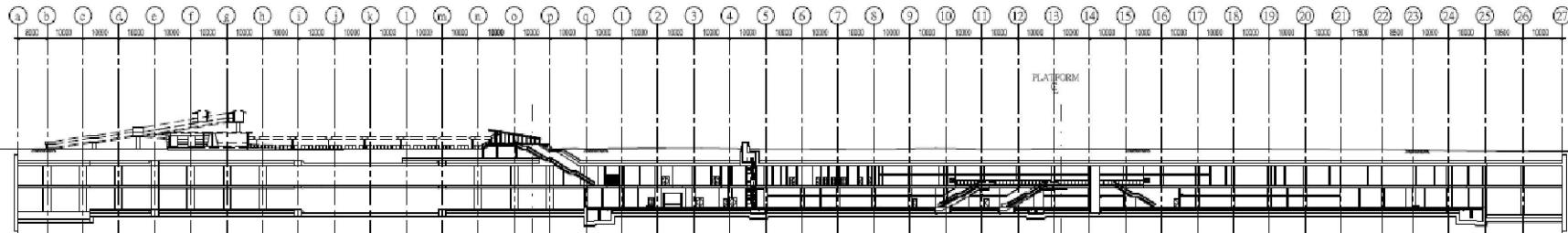
Adityo Muhammad A.
3113 100 109



Jurusan Teknik Sipil
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2017

KETERANGAN

JUDUL TUGAS AKHIR



ALTERNATIF PERENCANAAN DINDING
PENAHAN TANAH DENGAN DIAPHRAGM
WALL, SOLDIER PILE, DAN SECANT PILE
PADA PROYEK PEMBANGUNAN MRT
JAKARTA

JUDUL GAMBAR

POTONGAN MEMANJANG STASIUN

No. GAMBAR	JML GAMBAR
------------	------------

2	11
---	----

SKALA

1 : 400

DOSEN PEMBIMBING 1

Prof. Ir. Indrasurya B. M., MSc., PhD

DOSEN PEMBIMBING 2

Ir. Suwarno, M.Eng

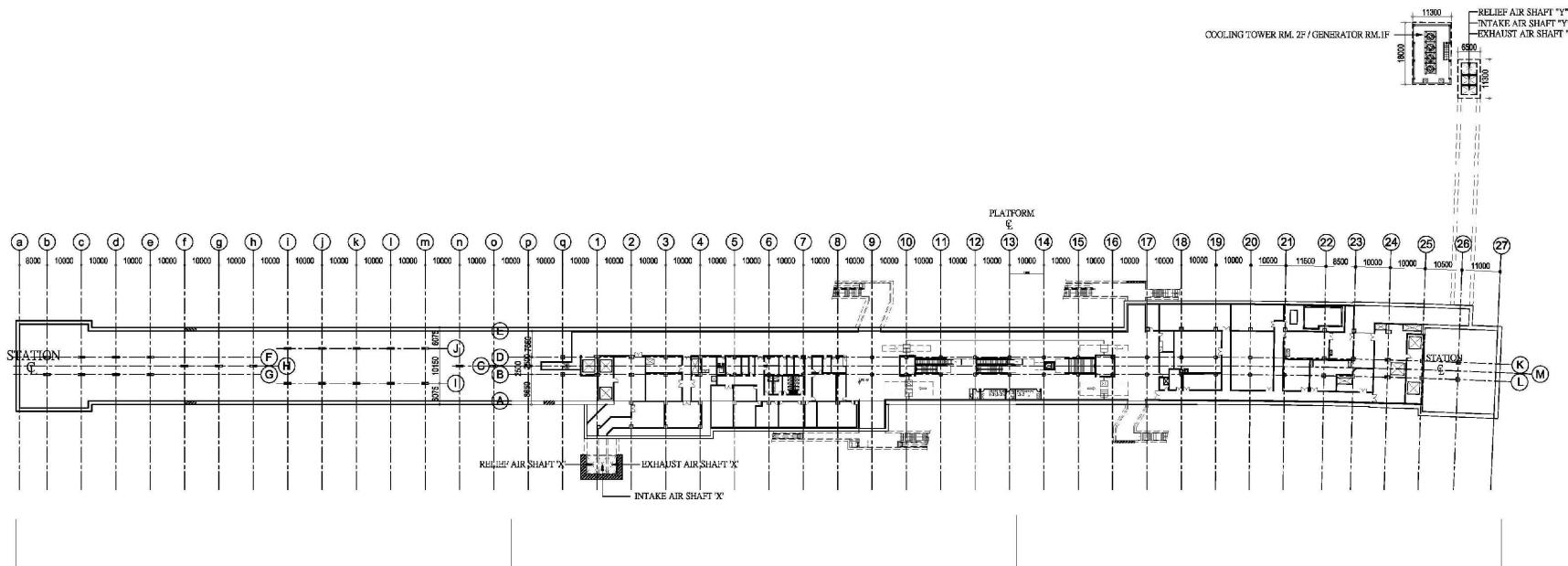
NAMA MAHASISWA

Adityo Muhammad A.
3113 100 109



Jurusan Teknik Sipil
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2017

KETERANGAN



JUDUL TUGAS AKHIR

ALTERNATIF PERENCANAAN DINDING PENAHAN TANAH DENGAN DIAPHRAGM *WALL, SOLDIER PILE, DAN SECANT PILE* PADA PROYEK PEMBANGUNAN MRT JAKARTA

JUDUL GAMBAR

TAMPAK ATAS STASIUN BUNDARAN HI LANTAI B1

No. GAMBAR	JML GAMBAR
3	11

SKALA

1 : 400

DOSEN PEMBIMBING 1

Prof. Ir. Indrasurya B. M., MSc., PhD

DOSEN PEMBIMBING 2

Ir. Suwarno, M.Eng

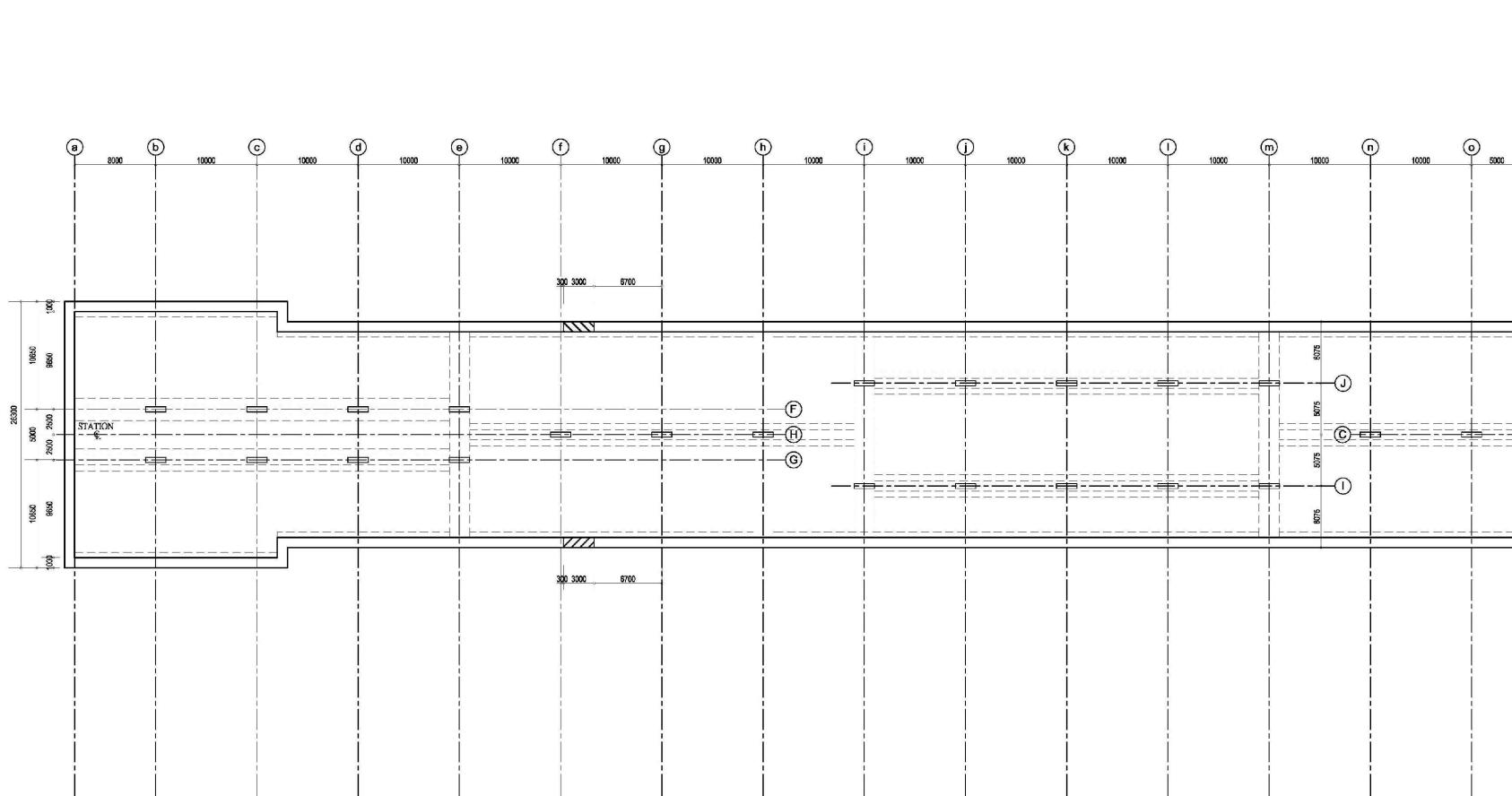
NAMA MAHASISWA

Adityo Muhammad A.
3113 100 109



Jurusan Teknik Sipil
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2017

KETERANGAN



JUDUL TUGAS AKHIR

ALTERNATIF PERENCANAAN DINDING
PENAHAN TANAH DENGAN DIAPHRAGM
WALL, SOLDIER PILE, DAN SECANT PILE
PADA PROYEK PEMBANGUNAN MRT
JAKARTA

JUDUL GAMBAR

TAMPAK ATAS STASIUN BUNDARAN
HI LANTAI B1

No. GAMBAR	JML GAMBAR
------------	------------

4	11
---	----

SKALA

1 : 100

DOSEN PEMBIMBING 1

Prof. Ir. Indrasurya B. M., MSc., PhD

DOSEN PEMBIMBING 2

Ir. Suwarno, M.Eng

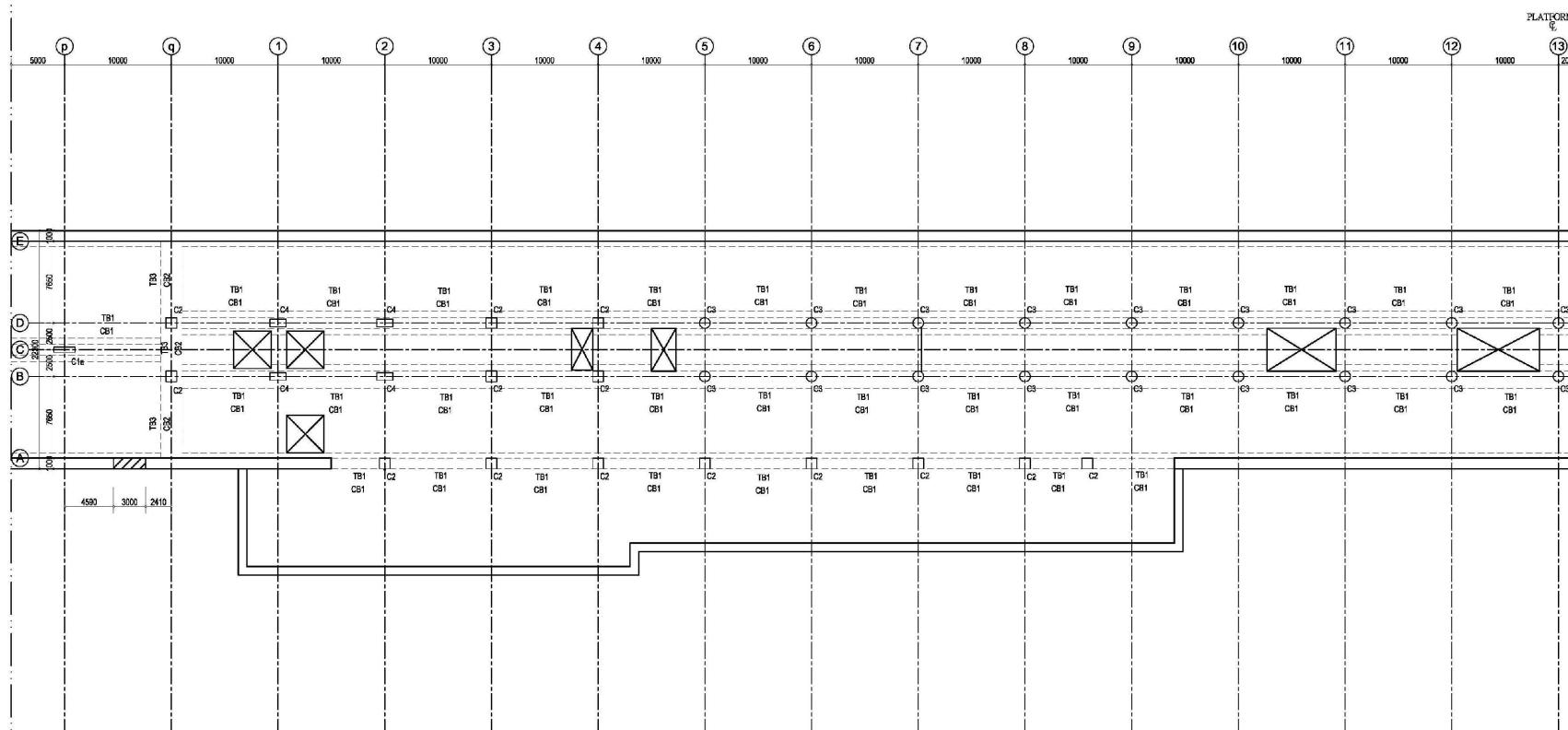
NAMA MAHASISWA

Adityo Muhammad A.
3113 100 109



Jurusan Teknik Sipil
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2017

KETERANGAN



JUDUL TUGAS AKHIR

ALTERNATIF PERENCANAAN DINDING
PENAHAN TANAH DENGAN DIAPHRAGM
WALL, SOLDIER PILE, DAN SECANT PILE
PADA PROYEK PEMBANGUNAN MRT
JAKARTA

JUDUL GAMBAR

TAMPAK ATAS STASIUN BUNDARAN
HI LANTAI B1

No. GAMBAR	JML GAMBAR
------------	------------

5	11
---	----

SKALA

1 : 100

DOSEN PEMBIMBING 1

Prof. Ir. Indrasurya B. M., MSc., PhD

DOSEN PEMBIMBING 2

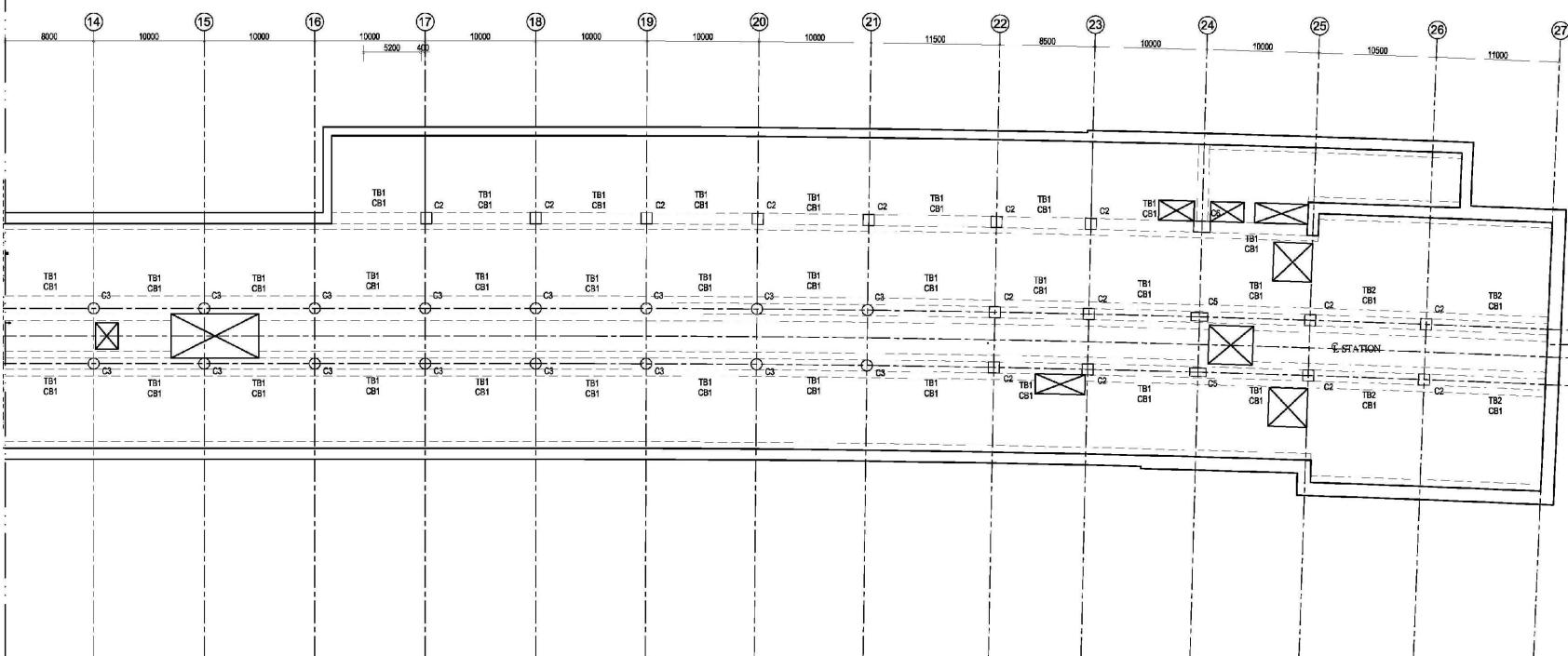
Ir. Suwarno, M.Eng

NAMA MAHASISWA

Adityo Muhammad A.
3113 100 109



KETERANGAN



JUDUL TUGAS AKHIR

ALTERNATIF PERENCANAAN DINDING
PENAHAN TANAH DENGAN DIAPHRAGM
WALL, SOLDIER PILE, DAN SECANT PILE
PADA PROYEK PEMBANGUNAN MRT
JAKARTA

JUDUL GAMBAR

TAMPAK ATAS STASIUN BUNDARAN
HI LANTAI B1

No. GAMBAR	JML GAMBAR
------------	------------

6	11
---	----

SKALA

1 : 100

DOSEN PEMBIMBING 1

Prof. Ir. Indrasurya B. M., MSc., PhD

DOSEN PEMBIMBING 2

Ir. Suwarno, M.Eng

NAMA MAHASISWA

Adityo Muhammad A.
3113 100 109



Jurusan Teknik Sipil
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2017

KETERANGAN

JUDUL TUGAS AKHIR

ALTERNATIF PERENCANAAN DINDING
PENAHAN TANAH DENGAN *DIAPHRAGM WALL*, *SOLDIER PILE*, DAN *SECANT PILE*
PADA PROYEK PEMBANGUNAN MRT
JAKARTA

JUDUL GAMBAR

POTONGAN MELINTANG STASIUN
BUNDARAN HI

No. GAMBAR	JML GAMBAR
------------	------------

7 11

SKALA

1 : 250

DOSEN PEMBIMBING 1

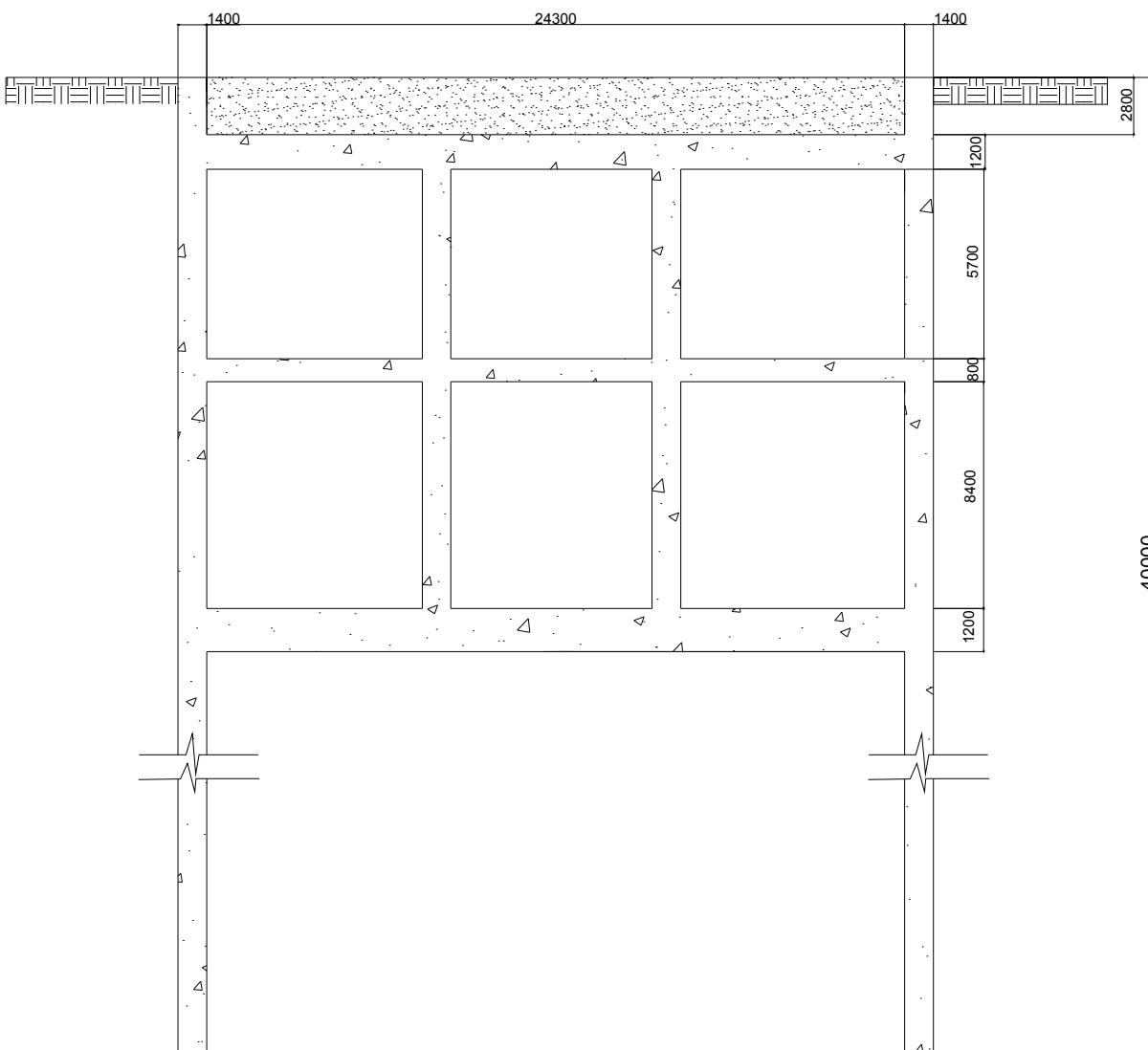
Prof. Ir. Indrasurya B. M., MSc., PhD

DOSEN PEMBIMBING 2

Ir. Suwarno, M.Eng

NAMA MAHASISWA

Adityo Muhammad A.
3113 100 109





Jurusan Teknik Sipil

Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Surabaya 2017

KETERANGAN

JUDUL TUGAS AKHIR

ALTERNATIF PERENCANAAN DINDING
PENAHAN TANAH DENGAN DIAPHRAGM
WALL, SOLDIER PILE, DAN SECANT PILE
PADA PROYEK PEMBANGUNAN MRT
JAKARTA

JUDUL GAMBAR

PENULANGAN DIAPHRAGM WALL

No. GAMBAR	JML GAMBAR
------------	------------

8	11
---	----

SKALA

1 : 250

DOSEN PEMBIMBING 1

Prof. Ir. Indrasurya B. M., MSc., PhD

DOSEN PEMBIMBING 2

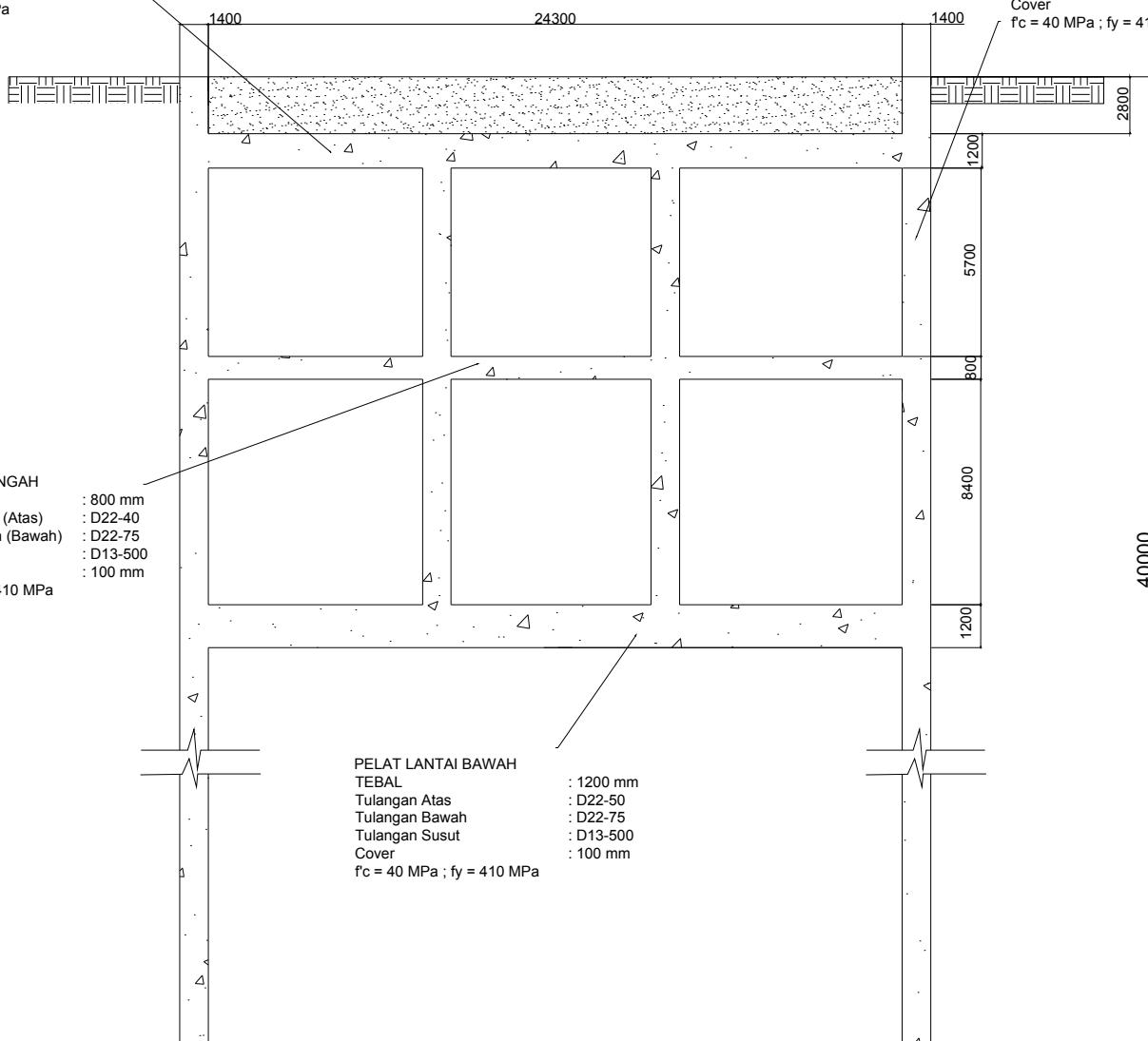
Ir. Suwarno, M.Eng

NAMA MAHASISWA

Adityo Muhammad A.
3113 100 109

PELAT LANTAI ATAS

TEBAL : 1200 mm
Tulangan Tumpuan (Atas) : D32-50
Tulangan Lapangan (Bawah) : D25-50
Tulangan Susut : D16-500
Cover : 100 mm
 $f_c = 40 \text{ MPa}$; $f_y = 410 \text{ MPa}$





Jurusan Teknik Sipil
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2017

KETERANGAN

JUDUL TUGAS AKHIR

ALTERNATIF PERENCANAAN DINDING
PENAHAN TANAH DENGAN *DIAPHRAGM WALL*, *SOLDIER PILE*, DAN *SECANT PILE*
PADA PROYEK PEMBANGUNAN MRT JAKARTA

JUDUL GAMBAR

DETAIL PENULANGAN *DIAPHRAGM WALL*

No. GAMBAR	JML GAMBAR
------------	------------

9	11
---	----

SKALA

1 : 20

DOSEN PEMBIMBING 1

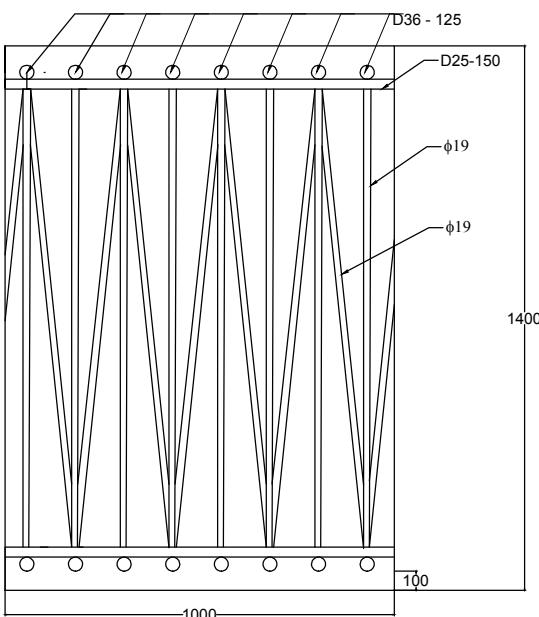
Prof. Ir. Indrasurya B. M., MSc., PhD

DOSEN PEMBIMBING 2

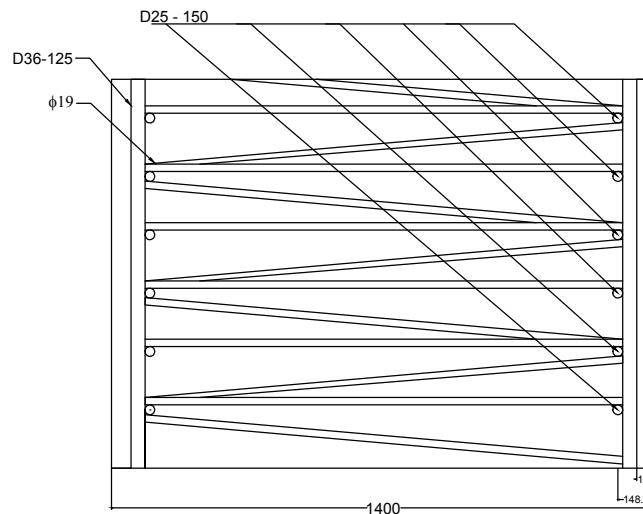
Ir. Suwarno, M.Eng

NAMA MAHASISWA

Adityo Muhammad A.
3113 100 109



TAMPAK ATAS PENULANGAN



TAMPAK SAMPING PENULANGAN



Jurusan Teknik Sipil

Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Surabaya 2017

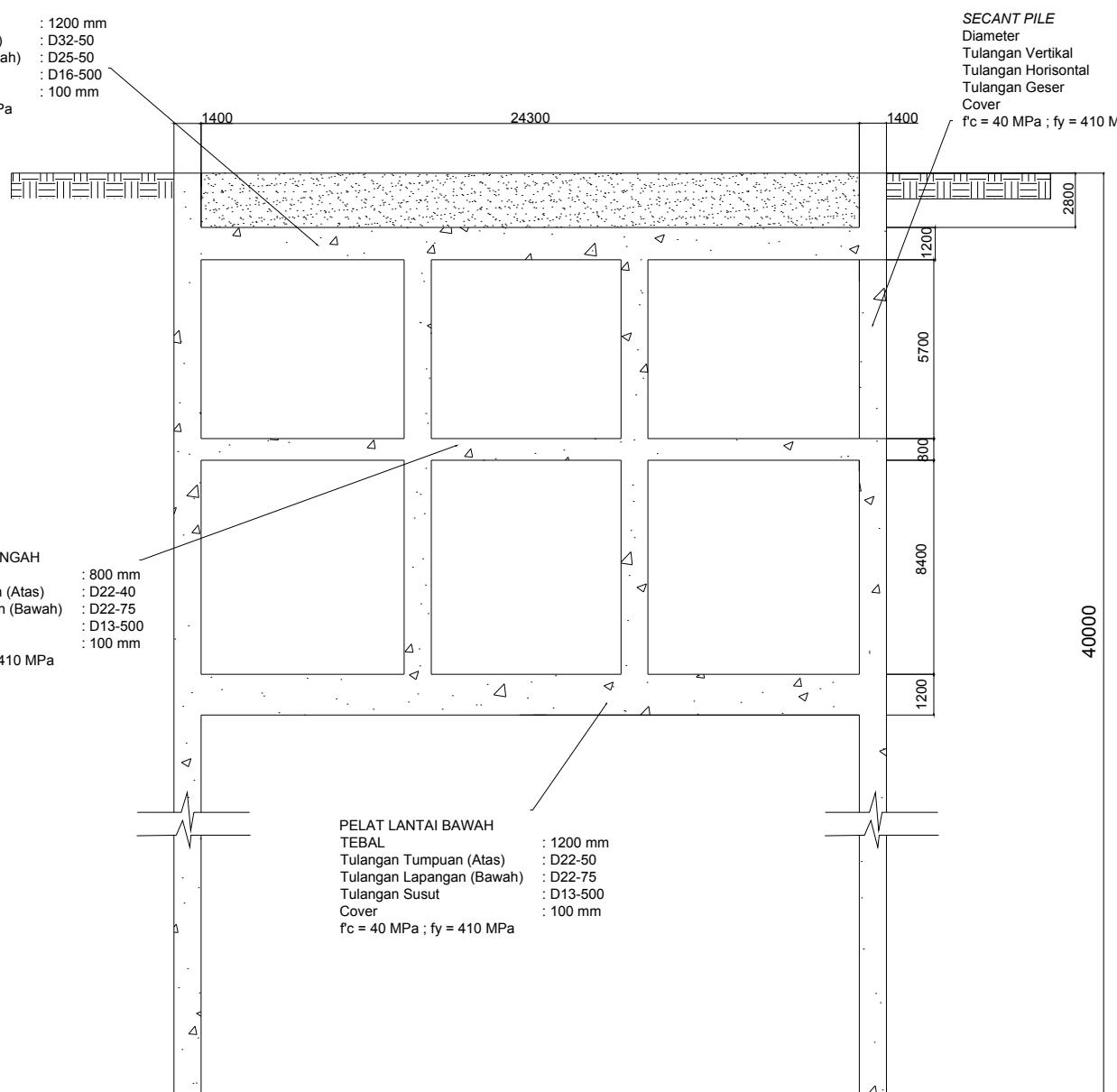
KETERANGAN

JUDUL TUGAS AKHIR

ALTERNATIF PERENCANAAN DINDING
PENAHAN TANAH DENGAN DIAPHRAGM
WALL, SOLDIER PILE, DAN SECANT PILE
PADA PROYEK PEMBANGUNAN MRT
JAKARTA

JUDUL GAMBAR

PENULANGAN SECANT PILE



No. GAMBAR	JML GAMBAR
10	11

SKALA

1 : 250

DOSEN PEMBIMBING 1

Prof. Ir. Indrasurya B. M., MSc., PhD

DOSEN PEMBIMBING 2

Ir. Suwarno, M.Eng

NAMA MAHASISWA

Adityo Muhammad A.
3113 100 109



Jurusan Teknik Sipil
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2017

KETERANGAN

JUDUL TUGAS AKHIR

ALTERNATIF PERENCANAAN DINDING
PENAHAN TANAH DENGAN DIAPHRAGM
WALL, SOLDIER PILE, DAN SECANT PILE
PADA PROYEK PEMBANGUNAN MRT
JAKARTA

JUDUL GAMBAR

DETAIL PENULANGAN SECANT PILE
WALL

No. GAMBAR	JML GAMBAR
------------	------------

11	11
----	----

SKALA

1 : 20 DAN 1:50

DOSEN PEMBIMBING 1

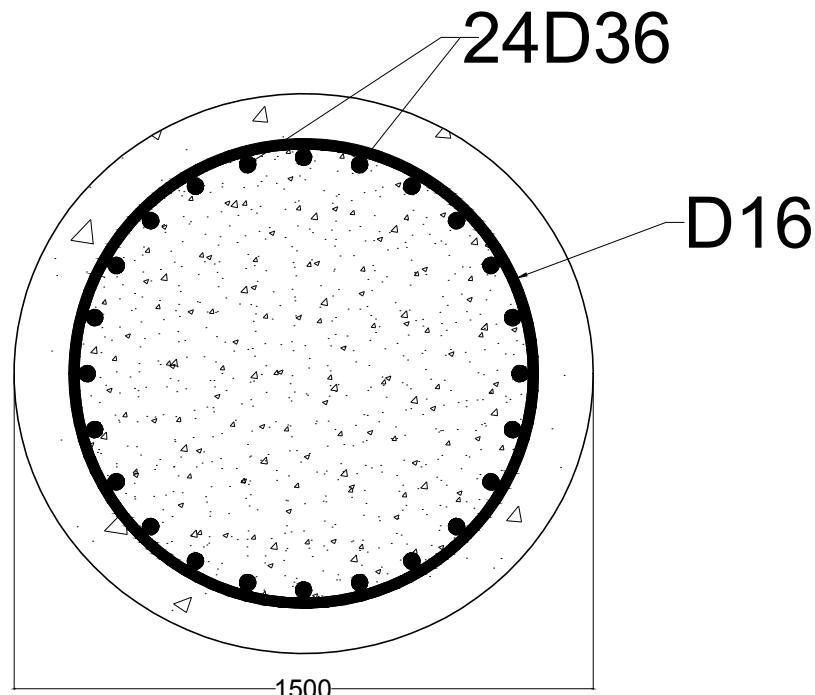
Prof. Ir. Indrasurya B. M., MSc., PhD

DOSEN PEMBIMBING 2

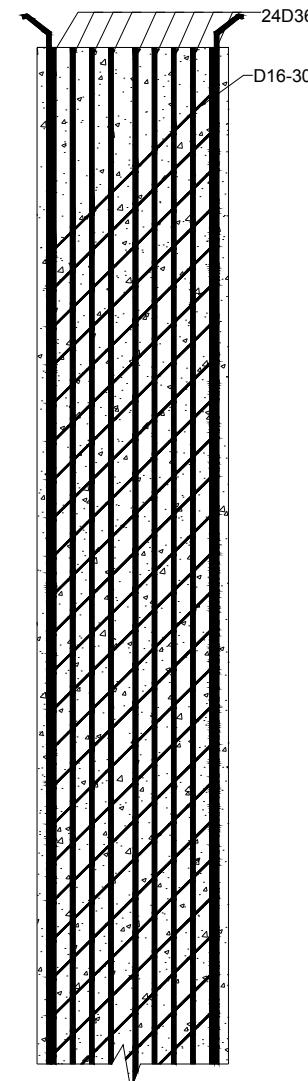
Ir. Suwarno, M.Eng

NAMA MAHASISWA

Adityo Muhammad A.
3113 100 109



TAMPAK ATAS PENULANGAN
SKALA 1 :20



TAMPAK SAMPING PENULANGAN
SKALA 1 : 50



Penulis bernama Adityo Muhammad Andikaputra, dilahirkan di Bandung, 14 Juni 1995, merupakan anak kedua dari tiga bersaudara. Penulis telah menempuh pendidikan formal di TK Taruna Bakti Bandung, SD Taruna Bakti Bandung, SMP Taruna Bakti Bandung, dan SMA Negeri 5 Bandung. Penulis melanjutkan pendidikan sarjana di Departemen Teknik Sipil FTSP ITS pada tahun 2013 dan terdaftar dengan NRP 3113 100 109.

Di Departemen Teknik Sipil ini penulis mengambil bidang studi geoteknik. Penulis pernah aktif di kegiatan kampus, baik di departemen, seperti CIVIL EXPO, maupun di lingkup universitas, yaitu ITS EXPO. Penulis juga aktif mengikuti beberapa seminar dan pelatihan yang diselenggarakan oleh ITS.

Contact Person :

Email : adityo.muhammad13@gmail.com

HP : 0817612366