



TUGAS AKHIR – RC18 – 4803

**PERENCANAAN DINDING PENAHAN DAN
PONDASI *WATERPOND* PADA PROYEK GECC
LOMBOK *PEAKER***

HAFID ALFIANTO
NRP. 03111540000069

Dosen Pembimbing I
Dr. Trihanyndio Rendy S., ST., MT.

Dosen Pembimbing II
Prof.Ir. Indrasurya B. Mochtar, MSc.PhD.

DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
Fakultas Teknik Sipil, Lingkungan, dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya
2019



TUGAS AKHIR – RC18 – 4803

**PERENCANAAN DINDING PENAHAN DAN PONDASI
WATERPOND PADA PROYEK GECC LOMBOK
PEAKER**

HAFID ALFIANTO
NRP. 03111540000069

Dosen Pembimbing I
Dr. Trihanyndio Rendy S., ST., MT.

Dosen Pembimbing II
Prof.Ir. Indrasurya B. Mochtar, MSc.PhD.

DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
Fakultas Teknik Sipil, Lingkungan, dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya
2019

“Halaman ini sengaja dikosongkan”



FINAL PROJECT – RC18 – 4803

**RETAINING WALL AND FOUNDATION DESIGN OF
WATERPOND ON GECC LOMBOK PEAKER
PROJECT**

HAFID ALFIANTO
NRP. 0311154000069

Academic Supervisor I
Dr. Trihanyndio Rendy S., ST., MT.

Academic Supervisor II
Prof.Ir. Indrasurya B. Mochtar, MSc.PhD.

CIVIL ENGINEERING DEPARTEMENT
Faculty of Civil, Environmental, and Geo Engineering
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya
2019

“This page is intentionally left blank”

**PERENCANAAN DINDING PENAHAN DAN PONDASI
WATERPOND PADA PROYEK GECC LOMBOK PEAKER**

TUGAS AKHIR

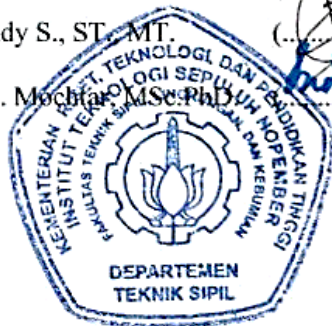
Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
pada
Program Studi S-1 Departemen Teknik Sipil
Fakultas Teknik Sipil, Lingkungan dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

HAFID ALFIANTO
NRP. 0311154000069

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir:

1. Dr. Trihanyndio Rendy S., ST., MT. (.....)
2. Prof.Ir. Indrasurya B. Mochtar, M.Sc., Ph.D. (.....)



SURABAYA
JULI, 2019

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

PERENCANAAN DINDING PENAHAN DAN PONDASI WATERPOND PADA PROYEK GECC LOMBOK PEAKER

Nama Mahasiswa : Hafid Alfianto
NRP : 0311154000069
Departemen : Teknik Sipil FTSLK – ITS
Dosen Pembimbing : 1. Dr. Trihanyndio Rendy S., ST., MT.
2. Prof.Ir. Indrasurya B. Mochtar,
MSc.PhD.

ABSTRAK

Kebutuhan akan listrik di Indonesia semakin bertambah seiring dengan keinginan pemerintah untuk menumbuhkan pusat perekonomian baru di luar pulau Jawa. Akan tetapi, Indonesia sebagai negara kepulauan dengan jumlah pulau mencapai 16.056, belum seluruhnya memperoleh aliran listrik. Oleh karena itu, untuk mencapai rasio elektrifikasi sebesar 99,9% pada tahun 2019, harus dilakukan upaya perluasan akses ketenagalistrikan ke seluruh wilayah Indonesia, terutama di area terdepan, terluar, dan tertinggal (3T). Hal ini dapat dilakukan dengan perluasan jaringan listrik maupun pembangunan pembangkit listrik. Salah satunya yaitu pembangunan GECC (Gas Engine Combined Cycle) Lombok Peaker. Pembangkit ini merupakan jenis PLTGU (Pembangkit Listrik Tenaga Gas Uap) yang mampu menghasilkan daya listrik sebesar 130-150 MW.

Dalam merencanakan PLTGU tersebut dibutuhkan beberapa komponen seperti boiler, turbin, generator, sistem eksitasi, kondenser, cerobong, waterpond. Keberadaan waterpond dalam hal ini memiliki peran yang sangat penting karena menjadi tempat penampungan air laut yang selanjutnya akan dialirkan ke boiler. Air tersebut akan dipanaskan hingga menjadi uap (steam) yang selanjutnya akan memutar turbin dan pada akhirnya dihasilkan listrik oleh generator.

Dalam tugas akhir ini akan direncanakan dinding penahan tanah waterpond sedalam 10 meter. Perencanaan dilaksanakan dengan membandingkan tiga jenis dinding penahan tanah, yaitu turap, diaphragm wall, dan tangent pile wall. Perencanaan meliputi kedalaman tertanam yang dibutuhkan, penentuan dimensi, penulangan struktur yang di desain berdasarkan gaya – gaya luar yang terjadi. Setelah itu direncanakan struktur yang dapat menahan gaya angkat atau uplift saat kondisi kritis. Kedalaman pondasi ditentukan berdasarkan daya dukung tanah yang terjadi. Langkah terakhir yaitu merencanakan lantai dasar waterpond, dalam hal ini berupa pelat dan balok.

Berdasarkan hasil dari perhitungan yang telah dilakukan, diputuskan untuk menggunakan dinding penahan tanah jenis Tangent Pile Wall dengan diameter sebesar 1,2 meter. Selain itu, didapatkan kedalaman tertanam dinding sebesar 25 meter yang di pasang jangkar tiap 1,2 meter. Dari hasil analisa stabilitas didapatkan angka keamanan sebesar 1,919 dan defleksi maksimal sebesar 47,89 mm. Biaya yang dibutuhkan untuk konstruksi ini sebesar Rp 7.624.998.626,-. Sedangkan untuk pondasi digunakan spun pile sebanyak 48 buah dengan kedalaman 16 m. Selain itu, struktur lantai digunakan pelat beton dengan tebal 0,45 meter. Total biaya yang dibutuhkan untuk konstruksi dinding penahan dan pondasi waterpond adalah sebesar Rp 8.615.288.942,-.

Kata kunci : Diaphragm Walls, GECC Lombok Peaker, Pondasi, Tangent Pile Wall, Turap.

RETAINING WALL AND FOUNDATION DESIGN OF WATERPOND ON GECC LOMBOK PEAKER PROJECT

Name : Hafid Alfianto
ID Numbers : 0311154000069
Departement : Teknik Sipil FTSLK – ITS
Academic Supervisors : 1. Dr. Trihanyndio Rendy S., ST., MT.
2. Prof.Ir. Indrasurya B. Mochtar, MSc.PhD.

ABSTRACT

The need for electricity in Indonesia is increasing along with the government's desire to grow a new economic center outside Java Island. However, Indonesia as archipelago country with the number of island reach 16.056, not all have received electricity. Therefore, in order to reach electricity ratio up to 99,9% in 2019, the government must be expanded electricity access throughout Indonesia, especially in the foremost, outermost, and lagging regions. It can be done by expanding electricity access or building a new power plant. One of them is the construction of GECC (Gas Engine Combined Cycle) Lombok Peaker. It is a kind of power plant (Steam Gas Power Plant), which can generate electric power of 130-150 MW.

Designing these power plant has need several components such as boiler, turbine, generator, excitation system, kondenser, chimney, waterpond. In this case, waterpond has a very important role because it becomes a reservoir of sea water which will then be channeled to the boiler. The water will be heated to become steam which will then rotate turbine and generate electricity by the generator.

This final project will designing a retaining wall of waterpond which has 10 m depth. The design will compare to three

kind of retaining wall, which are sheet pile wall, diaphragm wall, and tangent pile wall. The design comprise a required penetration depth, define the dimension, reinforcement of structures designed based on external forces occur. Afterwards, a structure which can resist uplift force during critical conditions will be designed. Depth of foundation is determined based on soil bearing capacity. The last step is designing waterpond ground floor in the form of plate and beam.

Based on the results of the calculations, it is decided to use the Tangent Pile Wall as a retaining wall which has 1,2 meter of diameter. Beside, it is got 25 meters of penetration depth which is installed anchor each 1,2 meters. Based on stability analysis is got 1,919 of safety factor and 47,89 mm of maximum deflection. The requirement cost for this construction is Rp 7.624.998.626,-. While the foundation, 48 spun piles is used with 16 meters depth. Moreover, ground floor structure use concrete plate which has 0,45 meters of thickness. As a result, the total cost of this retaining wall and foundation construction is Rp 8.615.288.942,-.

Keywords : Diaphragm Walls, Foundation, GECC Lombok Peaker, Sheeppile Wall, Tangent Pile Wall.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kita panjatkan kepada Allah SWT, karena atas rahmat dan hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul “Perencanaan Dinding Penahan dan Pondasi *Waterpond* Pada Proyek GECC Lombok Peaker” dengan baik.

Dalam menyelesaikan tugas akhir ini tentunya penulis menemui kesulitan – kesulitan maupun kendala. Oleh karena itu, penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar – besarnya kepada :

1. Kedua orang tua dan seluruh keluarga besar yang selalu memberikan dukungan dan doa kepada penulis.
2. Dr. Trihanyndio Rendy S., ST., MT. dan Prof.Ir. Indrasurya B. Mochtar, MSc.PhD. selaku dosen pembimbing yang telah banyak memberikan bimbingan dan arahan selama penyusunan Tugas Akhir ini.
3. Teman – teman Departemen Teknik Sipil ITS, Kopassus S58, teman dan sahabat yang telah memberikan bantuan dan saran dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
4. Segenap karyawan Departemen Teknik Sipil ITS, segenap kepengurusan BEM ITS, yang secara tidak langsung telah banyak membantu dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih memiliki banyak kekurangan, sehingga kritik dan saran sangat dibutuhkan dalam penyempurnaan Tugas Akhir ini. Akhir kata, penulis mohon maaf atas segala kesalahan dalam penyusunan Tugas Akhir ini. Terima kasih.

Surabaya, Juli 2019

Penulis

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	v
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	ix
KATA PENGANTAR.....	xi
DAFTAR ISI.....	xiii
DAFTAR GAMBAR	xvii
DAFTAR TABEL	xxi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	5
1.3. Batasan Masalah.....	5
1.4. Tujuan.....	6
1.5. Manfaat.....	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1. Penyelidikan Tanah	7
2.1.1 Penyelidikan tanah laboratorium.....	7
2.1.2 Koreksi nilai N-SPT	11
2.2. Konstruksi Penahan Tanah.....	12
2.2.1 Tekanan tanah lateral.....	12
2.2.2 <i>Beam on elastic foundation</i>	15
2.2.3 Jangkar.....	17
2.2.4 Turap	22

2.2.5	Dinding turap berjangkar.....	24
2.2.6	<i>Diaphragm wall</i>	26
2.2.7	<i>Tangent pile wall</i>	31
2.3.	Jenis Pondasi	32
2.3.1	Pondasi dalam.....	32
2.4.	Rembesan	34
BAB III METODOLOGI		37
3.1.	Bagan Alir Tahapan Perencanaan.....	37
3.2.	Uraian Tahapan Perencanaan	39
BAB IV ANALISA DATA TANAH		41
4.1.	Data Tanah.....	41
4.1.1	Data <i>standard penetration test</i>	41
4.1.2	Koreksi nilai N-SPT	48
BAB V PERENCANAAN DINDING PENAHAN TANAH		51
5.1.	Perencanaan Kedalaman Dinding.....	51
5.1.1	Tekanan tanah lateral.....	51
5.1.2	Analisa kesetimbangan gaya	59
5.1.3	Panjang dinding total	61
5.1.4	Kontrol terhadap <i>heaving / hydrodynamic</i>	61
5.2.	Perencanaan Turap	62
5.2.1	<i>Preliminary design</i>	62
5.2.2	Perhitungan dimensi	62
5.3.	Perencanaan <i>Diaphragm Wall</i>	65
5.3.1	<i>Preliminary design</i>	65

5.3.2	<i>Analisa beam on elastic foundation</i>	66
5.3.3	Perhitungan jangkar.....	103
5.3.4	Analisa stabilitas.....	108
5.3.5	Perhitungan daya dukung tanah.....	119
5.3.6	Perhitungan kebutuhan penulangan.....	120
5.3.7	Rencana anggaran biaya	124
5.4.	Perencanaan <i>Tangent Pile Wall</i>	124
5.4.1	<i>Preliminary design</i>	124
5.4.2	<i>Analisa beam on elastic foundation</i>	125
5.4.3	Perhitungan jangkar.....	127
5.4.4	Analisa stabilitas.....	132
5.4.5	Perhitungan daya dukung tanah.....	133
5.4.6	Perhitungan kebutuhan penulangan.....	134
5.4.7	Rencana anggaran biaya	142
BAB VI PERENCANAAN LANTAI DASAR DAN PONDASI		
.....		143
6.1.	Perhitungan Daya Dukung Tanah	143
6.1.1	Perhitungan tahanan akibat lekatan lateral	143
6.1.2	Perhitungan Q_u dan Q_{ijin}	143
6.2.	Perencanaan Pondasi Tiang.....	145
6.2.1	Menentukan konfigurasi tiang.....	145
6.2.2	Menentukan panjang tiang	146
6.2.3	Kontrol kekuatan profil tiang	147
6.2.4	Perencanaan <i>poer</i>	154

6.2.5	Rencana anggaran biaya	159
6.3.	Perencanaan Lantai Dasar	159
6.3.1	Pemodelan SAP2000	159
6.3.2	Perencanaan balok	161
6.3.3	Perencanaan pelat	167
6.3.4	Rencana anggaran biaya	174
BAB VII PENUTUP		176
7.1.	Kesimpulan.....	176
7.2.	Saran.....	177
DAFTAR PUSTAKA.....		178
LAMPIRAN		180

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Rencana pembangunan <i>Waterpond</i> GECC Lombok Peaker	2
Gambar 1.2 Potongan Melintang B – B <i>Waterpond</i> GECC Lombok Peaker	3
Gambar 1.3 Potongan Memanjang A – A <i>Waterpond</i> GECC Lombok Peaker	3
Gambar 1.4 Layout <i>Waterpond</i> GECC Lombok Peaker.....	4
Gambar 2.1 Jenis tekanan tanah berdasarkan pergerakan dinding.	13
Gambar 2.2 Konfigurasi Jangkar.	15
Gambar 2.3 Grafik Tekanan Lateral Tanah dan Deformasi Dinding	17
Gambar 2.4 Konfigurasi Jangkar.	18
Gambar 2.5 Gaya pada jangkar beserta komponen horizontal. .	19
Gambar 2.6 Lokasi bagian – bagian jangkar pada tanah.	19
Gambar 2.7 Parameter panjang <i>fixed section</i> pada jangkar.	20
Gambar 2.8 Contoh dinding turap tepi laut	22
Gambar 2.9 Beberapa jenis turap kayu dan beton	23
Gambar 2.10 Jenis <i>interlock</i> turap baja.....	24
Gambar 2.11 Variasi alami defleksi dan momen dinding turap berjangkar : (a) <i>free earth support method</i> dan (b) <i>fixed earth support method</i>	25
Gambar 2.12 Rencana penulangan <i>diaphragm wall</i>	27
Gambar 2.13 Tegangan <i>ultimate</i> pada balok beton bertulang ...	27
Gambar 2.14 <i>Tangent Pile Wall</i>	31
Gambar 2.15 <i>Hydrodynamic</i> pada galian tanah.....	35
Gambar 3.1 Diagram alir	38
Gambar 4.1 Data SPT pada Lokasi GECC Lombok Peaker.....	41
Gambar 4.2 Titik Penyelidikan Data Tanah	42
Gambar 4.3 Statigrafi Data Tanah	45

Gambar 4.4	Grafik N-SPT vs Kedalaman	46
Gambar 5.1	Ilustrasi Perencanaan Turap	51
Gambar 5.2	Diagram Tekanan Aktif.....	55
Gambar 5.3	Diagram Tekanan Pasif.....	56
Gambar 5.4	Diagram Tekanan Air.....	57
Gambar 5.5	Momen Maksimum Turap.....	63
Gambar 5.6	Spesifikasi Turap <i>Z Double</i>	64
Gambar 5.7	Hasil Momen pada SAP 2000	68
Gambar 5.8	Masukan Data Beban Penggalan Pertama pada SAP 2000.....	72
Gambar 5.9	Defleksi pada Penggalan Pertama Iterasi Terakhir	78
Gambar 5.10	Defleksi pada Penggalan Pertama Iterasi Terakhir	84
Gambar 5.11	Defleksi pada Penggalan Ketiga Iterasi Terakhir	90
Gambar 5.12	Defleksi pada Penggalan Keempat Iterasi Terakhir	96
Gambar 5.13	Defleksi pada Penggalan Kelima Iterasi Terakhir	102
Gambar 5.14	Defleksi <i>Diaphragm Wall</i> Akibat Jangkar	103
Gambar 5.15	<i>Failure Surface</i> Dinding Penahan	105
Gambar 5.16	Grafik Hubungan <i>Fixed Section</i> dengan P_u	107
Gambar 5.17	Rentang Nilai <i>Interfaces</i> pada Plaxis	110
Gambar 5.18	<i>Input Parameters</i> untuk Pelat pada Plaxis	111
Gambar 5.19	Berat Pelat pada Plaxis.....	112
Gambar 5.20	<i>Standard Fixities</i> pada Plaxis.....	113
Gambar 5.21	<i>Generate Mesh</i> pada Plaxis.....	113
Gambar 5.22	<i>Generate Water Pressure</i> pada Plaxis.....	114
Gambar 5.23	<i>Generate Initial Stress</i> pada Plaxis	115
Gambar 5.24	<i>Select Point for Curves</i> pada Plaxis	117
Gambar 5.25	<i>Total Displacement</i> pada <i>Diaphragm Wall</i>	118
Gambar 5.26	<i>Horizontal Displacement</i> pada <i>Diaphragm Wall</i>	119

Gambar 5.27	Momen Maksimum <i>Diaphragm Wall</i>	120
Gambar 5.28	Gaya Geser <i>Diaphragm Wall</i>	123
Gambar 5.29	Defleksi pada <i>Tangent Pile Wall</i>	126
Gambar 5.30	Defleksi <i>Diaphragm Wall</i> Akibat Jangkar	127
Gambar 5.31	<i>Failure Surface</i> Dinding Penahan	129
Gambar 5.32	Grafik Hubungan <i>Fixed Section</i> dengan P_u	131
Gambar 5.33	<i>Total Displacement</i> pada <i>Tangent Pile Wall</i>	132
Gambar 5.34	<i>Horizontal Displacement</i> pada <i>Tangent Pile Wall</i>	133
Gambar 5.35	Momen Maksimum dan Gaya Aksial <i>Tangent Pile Wall</i>	134
Gambar 5.36	<i>General Information</i> pada spColumn	135
Gambar 5.37	<i>Material Properties</i> pada spColumn	136
Gambar 5.38	<i>Section</i> pada spColumn	136
Gambar 5.39	<i>Reinforcement</i> pada spColumn	137
Gambar 5.40	Ukuran tulangan pada spColumn	137
Gambar 5.41	<i>Design Criteria</i> pada spColumn	138
Gambar 5.42	<i>Loads</i> pada spColumn	138
Gambar 5.43	<i>Output</i> pada spColumn	139
Gambar 5.44	Gaya Geser <i>Tangent Pile Wall</i>	140
Gambar 6.1	Grafik Q_u dengan <i>Depth</i>	144
Gambar 6.2	Konfigurasi Tiang Pancang	145
Gambar 6.3	(a) Daerah <i>Uplift Force</i> Tiap Tiang, (b) <i>Head</i> air	146
Gambar 6.4	Spesifikasi Tiang Pancang	147
Gambar 6.5	Penulangan Tiang Pancang Wika	149
Gambar 6.6	Penulangan Tiang Pancang Wika	150
Gambar 6.7	Grafik nilai f	152
Gambar 6.8	Grafik nilai F_m dan F_δ	153
Gambar 6.9	Model 3D Lantai Dasar <i>Waterpond</i>	160
Gambar 6.10	Denah Lantai Dasar <i>Waterpond</i>	161
Gambar 6.11	Diagram Momen Balok	161
Gambar 6.12	Momen Pelat Dua Arah	168

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Hubungan NSPT dengan γ , \emptyset . Dr, qu, dan Jenis Tanah (J.E. Bowles, 1984).....	7
Tabel 2.2 Beberapa harga E dan v (Braja M. Das, 1994)	8
Tabel 2.3 Hubungan Jenis Tanah dan Modulus Young (J.E. Bowles, 1984)	8
Tabel 2.4 Konsistensi tanah (untuk tanah dominan lanau dan lempung) (Mochtar, 2006), direvisi (2012)	9
Tabel 2.5 Pedoman memperkirakan harga ϕ dari harga N-SPT untuk tanah dominan pasir (Teng, 1962)	10
Tabel 2.6 Hubungan γ_{sat} dengan γ_d untuk tanah lempung dan pasir (Biarez and Favre, 2012).....	10
Tabel 4.1 Rekapitulasi Parameter Tanah	47
Tabel 4.2 Rekapitulasi Koreksi N-SPT.....	50
Tabel 5.1 Rekapitulasi Tegangan Tanah Aktif	52
Tabel 5.2 Rekapitulasi Tegangan Tanah Pasif.....	54
Tabel 5.3 Rekapitulasi Tekanan Tanah Aktif	58
Tabel 5.4 Rekapitulasi Tekanan Tanah Pasif.....	58
Tabel 5.5 Rekapitulasi Momen Aktif	59
Tabel 5.6 Rekapitulasi Momen Pasif.....	60
Tabel 5.7 Tegangan Tanah di Belakang Dinding	67
Tabel 5.8 Tegangan Tanah di Depan Dinding	68
Tabel 5.9 Tegangan Air Pori Penggalian Terakhir	68
Tabel 5.10 Tegangan Tanah di Belakang Dinding Penggalian Pertama Iterasi Pertama.....	69
Tabel 5.11 Tegangan Tanah di Depan Dinding Penggalian Pertama Iterasi Pertama.....	70
Tabel 5.12 Tekanan Tanah di Belakang Dinding Penggalian Pertama Iterasi 1	71
Tabel 5.13 Tekanan Tanah di Depan Dinding Penggalian Pertama Iterasi 1	71

Tabel 5.14 Hasil Defleksi pada Tiap Titik Tangkap Beban Penggalian Pertama Iterasi Pertama	73
Tabel 5.15 Tekanan Tanah di Belakang Dinding Penggalian Pertama Iterasi Kedua.....	74
Tabel 5.16 Tekanan Tanah di Depan Dinding Penggalian Pertama Iterasi Kedua.....	75
Tabel 5.17 Tekanan Tanah di Belakang Dinding Penggalian Pertama Iterasi Terakhir	76
Tabel 5.18 Tekanan Tanah di Depan Dinding Penggalian Pertama Iterasi Terakhir	77
Tabel 5.19 Defleksi pada Penggalian Pertama Iterasi Terakhir ..	78
Tabel 5.20 Tegangan Tanah di Depan Dinding Penggalian Kedua Iterasi Pertama	79
Tabel 5.21 Tegangan Air Pori Penggalian Kedua Iterasi Pertama	79
Tabel 5.22 Tekanan Tanah di Belakang Dinding Penggalian Kedua Iterasi Pertama.....	80
Tabel 5.23 Tekanan Tanah di Depan Dinding Penggalian Kedua Iterasi Pertama	81
Tabel 5.24 Tekanan Tanah di Belakang Dinding Penggalian Kedua Iterasi Terakhir	82
Tabel 5.25 Tekanan Tanah di Depan Dinding Penggalian Kedua Iterasi Terakhir	83
Tabel 5.26 Defleksi pada Penggalian Kedua Iterasi Terakhir	84
Tabel 5.27 Tegangan Tanah di Depan Dinding Penggalian Ketiga Iterasi Pertama	85
Tabel 5.28 Tegangan Air Pori Penggalian Ketiga Iterasi Pertama	85
Tabel 5.29 Tekanan Tanah di Belakang Dinding Penggalian Ketiga Iterasi Pertama	86
Tabel 5.30 Tekanan Tanah di Depan Dinding Penggalian Ketiga Iterasi Pertama	87

Tabel 5.31	Tekanan Tanah di Belakang Dinding Penggalian Ketiga Iterasi Terakhir.....	88
Tabel 5.32	Tekanan Tanah di Depan Dinding Penggalian Ketiga Iterasi Terakhir	89
Tabel 5.33	Defleksi pada Penggalian Ketiga Iterasi Terakhir	90
Tabel 5.34	Tegangan Tanah di Depan Dinding Penggalian Keempat Iterasi Pertama	91
Tabel 5.35	Tegangan Air Pori Penggalian Iterasi Keempat Pertama.....	91
Tabel 5.36	Tekanan Tanah di Belakang Dinding Penggalian Keempat Iterasi Pertama	92
Tabel 5.37	Tekanan Tanah di Depan Dinding Penggalian Keempat Iterasi Pertama	93
Tabel 5.38	Tekanan Tanah di Belakang Dinding Penggalian Keempat Iterasi Terakhir.....	94
Tabel 5.39	Tekanan Tanah di Depan Dinding Penggalian Keempat Iterasi Terakhir.....	95
Tabel 5.40	Defleksi pada Penggalian Keempat Iterasi Terakhir	96
Tabel 5.41	Tegangan Tanah di Depan Dinding Penggalian Kelima Iterasi Pertama	97
Tabel 5.42	Tegangan Air Pori Penggalian Kelima Iterasi Pertama	97
Tabel 5.43	Tekanan Tanah di Belakang Dinding Penggalian Kelima Iterasi Pertama	98
Tabel 5.44	Tekanan Tanah di Depan Dinding Penggalian Kelima Iterasi Pertama.....	99
Tabel 5.45	Tekanan Tanah di Belakang Dinding Penggalian Kelima Iterasi Terakhir	100
Tabel 5.46	Tekanan Tanah di Depan Dinding Penggalian Kelima Iterasi Terakhir	101
Tabel 5.47	Defleksi pada Penggalian Kelima Iterasi Terakhir .	102
Tabel 5.48	Variasi Panjang Fixed Section.....	106
Tabel 5.49	Rencana Anggaran Biaya Diphragm Wall	124

Tabel 5.50 Defleksi pada Tangent Pile Wall	126
Tabel 5.51 Variasi Panjang Fixed Section	130
Tabel 5.52 Rencana Anggaran Biaya Tangent Pile Wall.....	142
Tabel 6.1 Harga – harga n_h untuk <i>cohesionless soil</i> diperoleh dari Terzaghi (Herman Wahyudi, 1999).....	150
Tabel 6.2 Rencana Anggaran Biaya Pondasi.....	159
Tabel 6.3 Rekapitulasi Penulangan Balok (Herman Wahyudi, 1999).....	165
Tabel 6.4 Rencana Anggaran Biaya Lantai Dasar	174

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

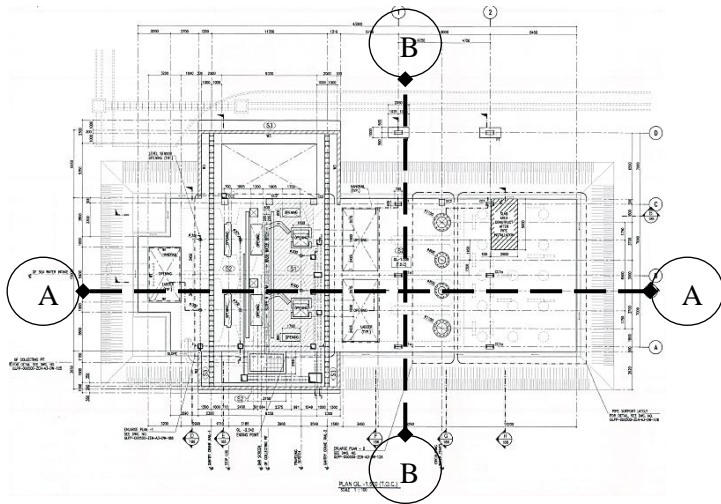
Kebutuhan akan listrik di Indonesia semakin bertambah seiring dengan keinginan pemerintah untuk menumbuhkan pusat perekonomian baru di luar pulau Jawa. Akan tetapi, Indonesia sebagai negara kepulauan dengan jumlah pulau mencapai 16.056, belum seluruhnya memperoleh aliran listrik. Hal ini dibuktikan dengan elektrifikasi di wilayah Indonesia sampai dengan akhir tahun 2017 masih berada di angka 94,91% (Indonesia 2018). Oleh karena itu, untuk mencapai rasio elektrifikasi sebesar 99,9% pada tahun 2019, harus dilakukan upaya perluasan akses ketenagalistrikan ke seluruh wilayah Indonesia, terutama di area terdepan, terluar, dan tertinggal (3T). Hal ini dapat dilakukan dengan perluasan jaringan listrik maupun pembangunan pembangkit listrik.

Dalam rangka mempercepat rasio elektrifikasi di Indonesia, pemerintah membangun beberapa pembangkit listrik baru di kawasan timur Indonesia, salah satunya GECC (*Gas Engine Combined Cycle*) Lombok Peaker. Pembangkit ini merupakan jenis PLTGU (Pembangkit Listrik Tenaga Gas Uap) yang mampu menghasilkan daya listrik sebesar 130-150 MW. PLTGU ini termasuk dalam program proyek 500 MW pembangkit listrik di provinsi NTB. Sebagai akibatnya, GECC Lombok Peaker tidak hanya menopang kebutuhan listrik untuk kawasan Lombok tetapi juga akan menopang kebutuhan listrik untuk kawasan NTB.

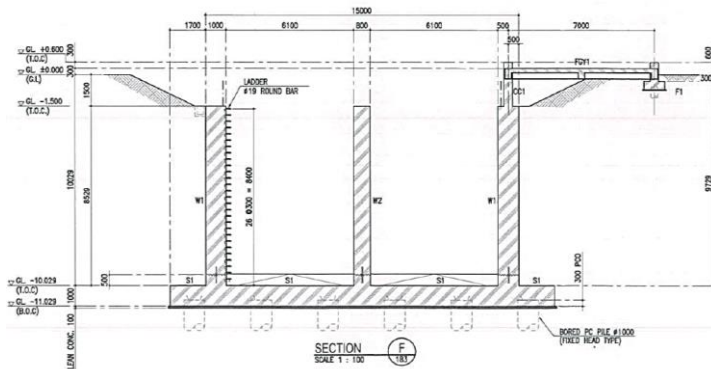
Dalam merencanakan PLTGU tersebut dibutuhkan beberapa komponen seperti boiler, turbin, generator, sistem eksitasi, kondenser, cerobong, *waterpond*. Keberadaan *waterpond* dalam hal ini memiliki peran yang sangat penting karena menjadi tempat penampungan air laut yang selanjutnya akan dialirkan ke *boiler*. Air tersebut akan dipanaskan hingga menjadi uap (*steam*)

yang selanjutnya akan memutar turbin dan pada akhirnya dihasilkan listrik oleh generator.

Melihat pentingnya fungsi dari *waterpond*, diperlukan perencanaan yang matang. Rencana awal dalam pembangunan *waterpond* ini akan digunakan beton bertulang sebagai struktur dinding dan lantai. Selain itu, seperti pada Gambar 1.1 dapat dilihat dimensi *waterpond* sebesar 30 x 15 m. Serta jika dilihat dari potongan melintang dan memanjang seperti pada Gambar 1.2 dan Gambar 1.3 *waterpond* ini memiliki kedalaman mencapai -10 m dibawah permukaan tanah, tentunya banyak faktor dari sisi geoteknik yang harus diperhatikan. Salah satu hal yang perlu diperhatikan adalah terkait dengan tekanan tanah horizontal yang terjadi. Oleh karena itu, harus ditentukan jenis struktur pada dinding yang kuat dalam menahan tekanan tanah horizontal serta perencanaan struktur pada dasar kolam agar bisa menahan beban air dan gaya angkat air pada kolam.

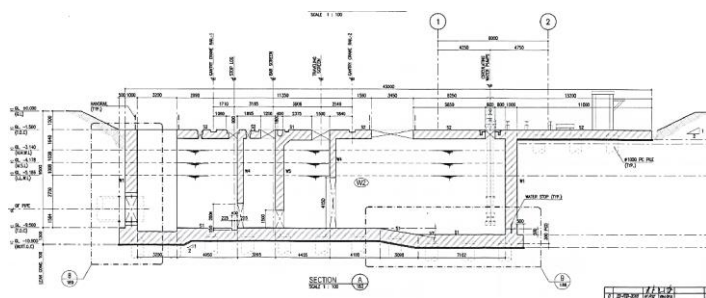


Gambar 1.1 Rencana pembangunan *Waterpond* GECC Lombok Peaker
(Sumber : PT. PP, 2018)

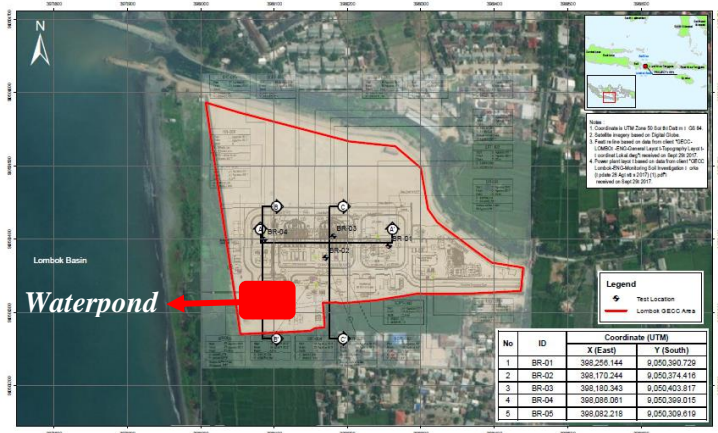


Gambar 1.2 Potongan Melintang B – B *Waterpond* GECC Lombok Peaker
(Sumber : PT. PP, 2018)

Kolam tersebut direncanakan dibangun di daerah pantai seperti ditunjukkan pada Gambar 1.4. Adapun hasil tes tanah pada lokasi tersebut diperoleh dari 5 titik, berdasarkan kelima titik tersebut diperoleh tanah berupa tanah pasir yang memiliki konsistensi *medium* pada kedalaman -1 m sampai -8 m dengan N-SPT rata-rata 18 serta *loose* pada kedalaman -9 m sampai -20 m dengan N-SPT rata-rata 6.



Gambar 1.3 Potongan Memanjang A – A *Waterpond* GECC Lombok Peaker
(Sumber : PT. PP, 2018)



Gambar 1.4 Layout *Waterpond* GECC Lombok Peaker
(Sumber : PT. PP, 2018)

Dalam tugas akhir ini akan direncanakan perencanaan dinding menggunakan turap, *diaphragm walls* dan *tangent pile wall*. Perencanaan dinding penahan direncanakan menggunakan jangkar, hal ini bertujuan untuk mengurangi kedalaman penanaman. Selain itu, hal ini dilakukan untuk mendapatkan stabilitas konstruksi dari dinding tersebut. Selain untuk mendapatkan stabilitas struktur, dalam perencanaan dinding penahan juga perlu mempertimbangkan tekanan air di dasar *waterpond* yang menyebabkan terjadinya gaya angkat (*uplift force*). Besar gaya angkat tersebut dapat dilawan dengan beban di atasnya seperti struktur lantai dan pondasi *waterpond*.

Perencanaan lantai dasar *waterpond* direncanakan berdasarkan kondisi kritis. Kondisi tersebut terjadi pada saat volume air berada pada level terendah. Hal ini dapat terjadi saat proses konstruksi maupun saat operasional. Sebagai akibatnya, diperlukan struktur yang cukup kuat untuk melawan gaya angkat yang terjadi. Struktur tersebut dapat berupa lantai dasar yang dipertebal untuk mendapatkan berat struktur, maupun penggunaan pondasi tiang pancang. Penggunaan tiang pancang pada lantai

dasar akan membantu mengurangi besar momen yang terjadi dalam melawan gaya angkat. Penambahan struktur tersebut akan mengurangi tebal lantai dasar yang mengakibatkan berkurangnya material yang digunakan. Sebagai akibatnya biaya konstruksi yang dikeluarkan dapat lebih murah.

Konstruksi *waterpond* ini diharapkan dapat menahan tekanan tanah horizontal. Selain itu, dengan beban air yang diterima dan gaya angkat yang terjadi pada dasar *waterpond* perlu direncanakan pula alternatif pondasi yang efisien digunakan.

1.2. Rumusan Masalah

1. Bagaimana kondisi tanah di lokasi proyek *waterpond*?
2. Berapa kedalaman penanaman dinding penahan tanah yang diperlukan sesuai dengan kondisi tanah di lokasi proyek?
3. Bagaimana perencanaan turap, *diaphragm wall* dan *tangent pile wall* pada *waterpond* GECC Lombok Peaker?
4. Bagaimana perencanaan lantai dasar dan pondasi *waterpond* dalam kondisi rencana?
5. Berapa estimasi biaya yang harus dikeluarkan dalam perencanaan dinding penahan tanah dan pondasi pada *waterpond* GECC Lombok Peaker?
6. Alternatif apa yang dipilih sebagai perencanaan dinding penahan tanah?

1.3. Batasan Masalah

1. Data yang dipakai adalah data sekunder
2. Tidak menghitung pengaruh fluktuasi muka air di sekitarnya
3. Tidak menghitung kebutuhan struktur selain dinding, lantai dan pondasi.
4. Tidak mempertimbangkan likuifaksi
5. Tidak membahas tentang perencanaan *dewatering*
6. Tidak membahas metode pelaksanaan pekerjaan

1.4. Tujuan

Untuk merencanakan dinding dan dasar *waterpond* GECC Lombok Peaker agar dapat menahan tekanan tanah dan kuat terhadap gaya angkat yang terjadi.

1.5. Manfaat

Dengan adanya perencanaan dinding dan dasar *waterpond* yang dapat menahan tekanan tanah, kuat dalam menerima beban air dan gaya angkat yang terjadi. Sebagai akibatnya, diharapkan dapat menjadi alternatif perencanaan *waterpond* GECC Lombok Peaker yang pada akhirnya dapat berkontribusi terhadap rasio elektrifikasi di Indonesia.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Penyelidikan Tanah

Penyelidikan tanah dilakukan sebelum melakukan perencanaan suatu struktur bangunan. Hal ini dilakukan untuk mengetahui jenis dan kondisi tanah yang ada di lapangan.

2.1.1 Penyelidikan tanah laboratorium

Penyelidikan tanah di laboratorium dimaksudkan untuk mendapatkan nilai parameter tanah yang digunakan dalam desain seperti D_r , v , γ , ϕ . Untuk mendapatkan nilai parameter tanah dilakukan *Standard Penetration Test* (SPT) pada setiap interval tertentu pada saat penyelidikan tanah lapangan. Selanjutnya, dilakukan korelasi nilai N-SPT dengan parameter tanah diantaranya adalah sebagai berikut:

Tabel 2.1 Hubungan NSPT dengan γ , ϕ , D_r , q_u , dan Jenis Tanah
(J.E. Bowles, 1984)

Cohesionless Soil					
N (blows)	0-3	4-10	11-30	31-50	>50
γ (kN/m ³)	-	12-16	14-18	16-20	18-23
ϕ (°)	-	25-32	28-36	30-40	>35
State	Very Loose	Loose	Medium	Dense	Very Dense
D_r (%)	0-15	15-35	35-65	65-85	85-100
Cohesive Soil					
N (blows)	<4	4-6	6-15	16-25	>25
γ (kN/m ³)	14-18	16-18	16-18	16-20	>20

qu (kPa)	<25	20-50	30-60	40-200	>200
Consistency	Very Soft	Soft	Medium	Stiff	Hard

Tabel 2.2 Beberapa harga E dan ν (Braja M. Das, 1994)

Jenis Tanah	Young Modulus (E)	Poisson ratio (ν)
Pasir lepas	10350 – 27600 kN/m ²	0.2 – 0.4
Pasir agak padat		0.25 – 0.4
Pasir padat	34500 – 69000 kN/m ²	0.3 – 0.45
Pasir berlanau		0.2 – 0.4
Lempung lembek	1380 – 3450 kN/m ²	0.15 – 0.25
Lempung agak kaku		0.2 – 0.5
Lempung keras	5865 – 13800 kN/m ²	-

Tabel 2.3 Hubungan Jenis Tanah dan Modulus Young (J.E. Bowles, 1984)

Jenis Tanah	Es (ksi)	Es (kg/cm ²)
Clay		
Very Soft	0.05-0.4	3-30
Soft	0.2-0.6	20-40
Medium	0.6-1.2	45-90
Hard	1-3	70-200
Sandy	4-6	300-425
Glacial Fill	1.5-22	100-1600
Loose	2-8	150-600
Sand		
Silty	1-3	50-200
Loose	1.5-3.5	100-250
Dense	7-12	500-1000

Sand and Gravel		
Dense	14-28	800-2000
Loose	7-20	500-1400
Shales	20-2000	1400-14000
Silt	0.3-3	20-200

Tabel 2.4 Konsistensi tanah (untuk tanah dominan lanau dan lempung) (Mochtar, 2006), direvisi (2012)

Konsistensi tanah	Taksiran harga kekuatan geser undrained, C_u		Taksiran harga SPT, harga N	Taksiran harga tahanan conus, q_c (dari Sondir)	
	kPa	ton/m ²		kg/cm ²	kPa
Sangat lunak (very soft)	0-12.5	0-1.25	0-2.5	0-10	0-1000
Lunak (soft)	12.5-25	1.25-2.5	2.5-5	10-20	1000-2000
Menengah (medium)	25-50	2.5-5	5-10	20-40	2000-4000
Kaku (stiff)	50-100	5-10	10-20	40-75	4000-7500
Sangat kaku (very stiff)	100-200	1-2	20-40	75-150	7500-15000
Keras (hard)	> 200	> 20	> 40	> 150	> 15000

Tabel 2.5 Pedoman memperkirakan harga ϕ dari harga N-SPT untuk tanah dominan pasir (Teng, 1962)

Konsistensi kepadatan	<i>Relative Density</i> (kepadatan relatif) R_d	Perkiraan harga N-SPT	Perkiraan harga ϕ ($^\circ$)	γ_{sat} (ton/m ³)
Very loose (sangat renggang)	0% s/d 15%	0 s/d 4	0 s/d 28	< 1.60
Loose (renggang)	15% s/d 35%	4 s/d 10	28 s/d 30	1.50 – 2.0
Medium (menengah)	35% s/d 65%	10 s/d 30	30 s/d 36	1.75 – 2.10
Dense (rapat)	65% s/d 85%	30 s/d 50	36 s/d 41	1.75 – 2.25
Very dense (sangat rapat)	85% s/d 100%	> 50	41*	

* perkiraan oleh Mochtar (2009)

Tabel 2.6 Hubungan γ_{sat} dengan γ_d untuk tanah lempung dan pasir (Biarez and Favre, 2012)

Jenis Tanah	γ_d (g/cm ³)	e	n	W_{sat} (%)	γ_{sat} (g/cm ³)	Cv (cm ² /s)
Lanau, Lempung	0.5	3.4	0.8	163	1.31	0.00001
	0.6	3.5	0.78	129.6	1.38	
	0.7	2.86	0.74	105.8	1.44	
	0.8	2.38	0.7	88	1.5	0.0001
	0.9	2	0.67	74.1	1.57	0.0002
	1	1.7	0.63	63	1.63	0.0003
	1.1	1.45	0.59	53.9	1.69	0.0004
	1.2	1.25	0.56	46.3	1.76	0.0005
	1.3	1.08	0.52	39.9	1.82	0.0006
1.4	0.93	0.48	34.4	1.88	0.0007	

Jenis Tanah	γ_d (g/cm ³)	e	n	W _{sat} (%)	γ_{sat} (g/cm ³)	C _v (cm ² /s)
Sand, Gravel	1.5	0.8	0.44	29.6	1.94	0.0008
	1.6	0.69	0.41	25.5	2.01	0.0009
	1.7	0.59	0.37	21.8	2.07	0.001
	1.8	0.5	0.33	18.5	2.13	
	1.9	0.42	0.3	15.6	2.2	
	2	0.35	0.26	13	2.26	0.01
	2.1	0.29	0.22	10	2.32	
	2.2	0.23	0.19	8.4	2.39	0.1
	2.3	0.17	0.15	6.4	2.45	
	2.4	0.13	0.11	4.63	2.51	
	2.5	0.08	0.074	2.96	2.57	
	2.6	0.038	0.037	1.42	2.64	
2.7	0	0	0	2.7		

2.1.2 Koreksi nilai N-SPT

Dalam perencanaan pondasi dalam, nilai N-SPT yang didapatkan dari hasil tes di lapangan tidak dapat langsung digunakan. Data tersebut harus dikoreksi terlebih dahulu. Perumusan koreksi nilai N-SPT terhadap muka air tanah dikemukakan oleh Terzaghi & Peck (1960) dan Bazaraa (1967) seperti pada Persamaan (2.1). Hal ini khusus untuk tanah pasir halus, pasir berlanau dan pasir berlempung yang berada dibawah muka air tanah dan hanya bila $N > 15$.

$$N_1 = 15 + \frac{1}{2}(N - 15) \quad (2.1)$$

$$N_1 = 0,6N$$

Pilih harga N_1 yang terkecil dari kedua nilai tersebut. Untuk jenis tanah lempung, lanau dan pasir kasar dan bila $N \leq 15$, tidak ada koreksi. Jadi $N_1 = N$. Hasil koreksi N_1 dikoreksi lagi untuk pengaruh tekanan vertikal efektif pada lapisan tanah dimana harga N tersebut didapatkan (tekanan vertikal efektif = *overburden pressure*). Perumusan ini dikemukakan oleh Bazaraa (1967) seperti pada Persamaan (2.2) dan Persamaan (2.3).

$$N_2 = \frac{4N_1}{1+0,04p_o} \text{ jika } p_o \leq 75 \text{ kN/m}^2 \quad (2.2)$$

Atau

$$N_2 = \frac{4N_1}{3,25+0,01p_o} \text{ jika } p_o > 75 \text{ kN/m}^2 \quad (2.3)$$

Dimana p_o = tekanan tanah vertikal efektif pada lapisan/kedalaman yang ditinjau

Apabila nilai N_2 lebih besar dari $2N_1$, maka yang menjadi N pakai adalah nilai $2N_1$.

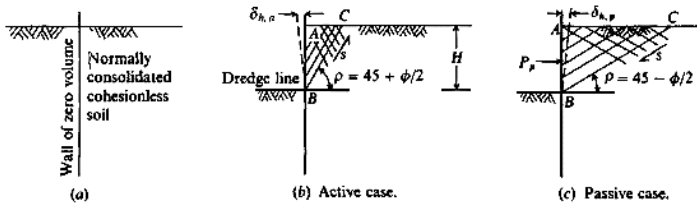
2.2. Konstruksi Penahan Tanah

2.2.1 Tekanan tanah lateral

Tekanan tanah lateral adalah sebuah parameter perencanaan yang penting dalam sejumlah perencanaan teknik pondasi. Dinding penahan dan dinding turap (*sheet pile wall*), galian yang diperkokoh (*braced excavation*) dan galian tidak diperkokoh (*unbraced excavation*), tekanan tanah (*grain pressure*) pada dinding diafragma. Semuanya ini memerlukan perkiraan tekanan tanah lateral secara kuantitatif pada pekerjaan konstruksi, baik untuk analisa perencanaan maupun analisa stabilitas (Bowles 1997). Tekanan tanah lateral dapat dibagi menjadi tiga jenis yaitu :

1. Jika dinding tidak bergerak, K menjadi koefisien tekanan tanah diam (K_0)
2. Jika dinding menjauhi tanah hingga terjadi keruntuhan, maka nilai K mencapai minimum yang disebut tekanan tanah aktif (K_a)
3. Jika dinding bergerak menekan ke arah tanah hingga runtuh, koefisien K mencapai nilai maksimum yang disebut tekanan tanah pasif (K_p)

Pergerakan dari ketiga jenis tekanan tanah tersebut dapat dilihat pada Gambar 2.1. tekanan tanah, tinggi dinding dan tekanan tanah lateral yang bekerja pada dinding dapat mempengaruhi besarnya perpindahan dinding penahan tanah.



Gambar 2.1 Jenis tekanan tanah berdasarkan pergerakan dinding.
(Sumber : Bowles J.E., 1997)

Tekanan tanah menurut teori Rankine :

1. Tekanan tanah aktif (K_a)

- Tekanan tanah aktif (dengan kohesi nol, $C = 0$)

Suatu dinding penahan tanah dalam keseimbangan menahan tekanan tanah horizontal, tekanan tanah dapat dievaluasi dengan menggunakan koefisien tekanan tanah K_0 . Untuk mendapatkan tekanan tanah horizontal dilakukan dengan cara mengalikan parameter tanah dengan K_0 seperti pada Persamaan (2.4).

$$P_a = \frac{1}{2} \cdot K_a \cdot \gamma \cdot H^2 \quad (2.4)$$

Dimana harga K_a untuk tanah datar adalah seperti pada Persamaan (2.5).

$$K_a = \frac{1 - \sin \phi}{1 + \sin \phi} = \tan^2 \left(45 - \frac{\phi}{2} \right) \quad (2.5)$$

- Tekanan tanah aktif berkohesi ($C \neq 0$)

Kohesi (kelekatan tanah) mempunyai pengaruh mengurangi tekanan tanah aktif sebesar $2c\sqrt{K_a}$. Sebagai

akibatnya, Persamaan tekanan tanah aktif menjadi seperti pada Persamaan (2.6).

$$P_a = \frac{1}{2} \cdot K_a \cdot \gamma \cdot H^2 - 2c\sqrt{K_a} \quad (2.6)$$

2. Tekanan tanah pasif (K_p)

Dinding penahan tanah menerima tekanan tanah pasif yang dapat menahan tekanan tanah aktif. Tekanan tanah pasif (K_p) yang besarnya seperti pada Persamaan (2.7).

$$K_p = \frac{1 - \sin \phi}{1 + \sin \phi} = \tan^2 \left(45 + \frac{\phi}{2} \right) \quad (2.7)$$

- Tekanan tanah pasif datar tanpa kohesi ($C = 0$) seperti pada Persamaan (2.8).

$$P_p = \frac{1}{2} \cdot K_p \cdot \gamma \cdot H^2 \quad (2.8)$$

- Tekanan tanah pasif datar berkohesi ($C \neq 0$) seperti pada Persamaan (2.9).

$$P_p = \frac{1}{2} \cdot K_p \cdot \gamma \cdot H^2 + 2c\sqrt{K_p} \quad (2.9)$$

3. Tekanan tanah diam (K_0)

Tekanan tanah diam atau biasa disebut tekanan tanah *at-rest*. Tekanan tanah lateral *at-rest* terjadi bila tidak ada pergerakan dinding penahan tanah. Pergerakan dinding penahan tanah disebabkan oleh kegiatan penggalian pada salah satu sisi dinding. Koefisien tekanan tanah *at-rest* (K_0) yang besarnya seperti pada Persamaan (2.10).

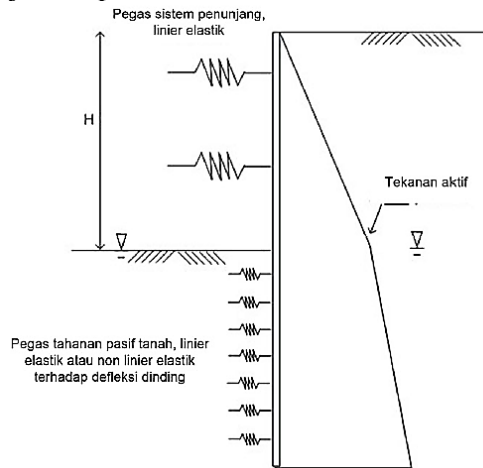
$$K_0 = 1 - \sin \phi \quad (2.10)$$

Tekanan tanah *at-rest* (K_0) seperti pada Persamaan (2.11).

$$P_0 = \frac{1}{2} \cdot K_0 \cdot \gamma \cdot H^2 \quad (2.11)$$

2.2.2 *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* (k_s) dari tiap lapisan tanah. Walaupun *coefficient of subgrade reactions* (k_s) bukan merupakan *basic* parameter tanah, namun berhubungan dengan sistem pondasi. Persamaan untuk mencari nilai k_s berdasarkan buku *Deep Excavation : Theory and Practice* (Ou 2006) seperti pada Persamaan (2.12). Ilustrasi metode *beam on elastic foundation* seperti ditunjukkan pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2 Konfigurasi Jangkar.
(Sumber : SNI 8460, 2017)

$$k_s = \frac{E_s}{B(1-\nu_s^2)} \quad (2.12)$$

Dimana :

k_s = *coefficient of subgrade reactions*

E_s = modulus elastisitas tanah

B = tebal dinding penahan tanah

ν_s = *poisson's ratio* tanah

Pada saat perhitungan 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. Sebagai akibatnya, besar tekanan tanah tersebut akan berubah berdasarkan arah deformasinya menuju ke sisi aktif maupun sisi pasif. Deformasi ini mengakibatkan tekanan horizontal tanah membesar maupun mengecil sesuai dengan deformasi yang terjadi pada dinding. Adapun perumusan yang digunakan seperti ditunjukkan pada Persamaan (2.13).

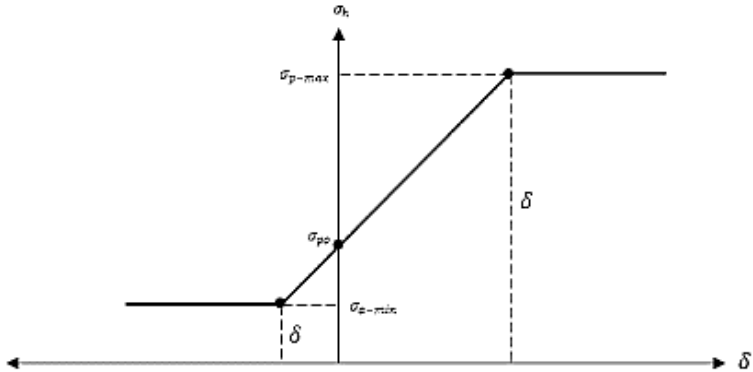
$$\begin{aligned}
 P_h &= P_0 \pm \delta \times k_s ; A \approx 1m^2 \\
 \sigma_h \times A &= \sigma_0 \times A \pm \delta \times k_s \times A ; A \approx 1m^2 \\
 \sigma_h &= \sigma_0 \pm \delta \times k_s ; A \approx 1m^2 \\
 \sigma_{amin} &< \sigma_h < \sigma_{pmax}
 \end{aligned}
 \tag{2.13}$$

Dimana :

- P_h = gaya lateral tanah
- σ_{amin} = tekanan tanah aktif dinding
- σ_{pmax} = tekanan tanah pasif dinding
- k_s = *coefficient of subgrade reactions*
- δ = deformasi pada dinding

Pada metode ini memungkinkan perhitungan terjadi ketika tanah berada dalam kondisi elastis, dimana $\sigma_h > \sigma_{amin}$ atau $\sigma_h < \sigma_{pmax}$ yang artinya besar dari beban lateral tanah yang terjadi tidak mencapai kondisi plastis. Kondisi ini ditunjukkan seperti pada Gambar 2.3 dimana grafik deformasi pada dinding dan tekanan lateral tanah diasumsikan seperti pada Gambar 2.3. Dalam analisisnya, jika tekanan tanah dalam kondisi elastis, maka pegas tanah akan membantu memberikan tahanan. Sedangkan tekanan tanah telah melebihi kondisi plastis, maka besar tekanan tanah akan

berhenti berkurang atau bertambah dan pegas tanah dihilangkan karena dianggap tidak dapat memberikan tahanan.



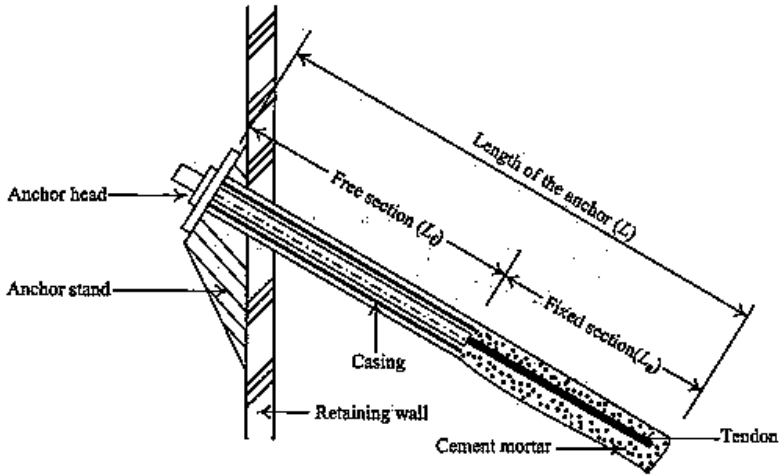
Gambar 2.3 Grafik Tekanan Lateral Tanah dan Deformasi Dinding

(Sumber : Adityo M.A, 2017)

2.2.3 Jangkar

Jangkar dikategorikan menjadi dua jenis yaitu jangkar permanen dan jangkar sementara. Desain jangkar meliputi sifat tanah, material jangkar, *grouting* dan detail konstruksi. Bagian paling penting yaitu menentukan kualitas jangkar.

Sebuah jangkar pada dasarnya terdiri dari *anchor head*, *free section*, dan *fixed section* seperti ditunjukkan pada Gambar 2.4. *Anchor head* berfungsi untuk meneruskan gaya atau *preload* yang dihasilkan oleh perpindahan dinding penahan menuju *free section*, yang pada gilirannya mengirimkan gaya atau *preload* menuju *fixed section* dan memberikan tegangan yang dibutuhkan *preloading*. Fungsi dari *fixed section* yaitu untuk mengirimkan gaya dari *free section* menuju lapisan tanah (Ou 2006).



Gambar 2.4 Konfigurasi Jangkar.
(Sumber : Chang-Yu Ou, 2006)

Posisi jangkar yang terpasang dapat diletakkan dengan kemiringan terhadap bidang horizontal sebesar θ seperti pada Gambar 2.5. Untuk mencegah kegagalan pemasangan, maka kemiringan yang dianjurkan yaitu antara $10^\circ \leq \theta \leq 45^\circ$ (Ou 2006). Adapun gaya yang diterima angkur menjadi seperti pada Persamaan (2.14).

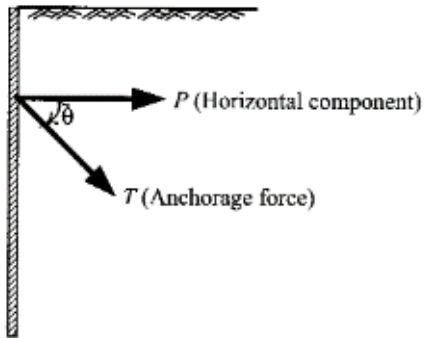
$$T_w = \frac{P}{\cos \theta} \quad (2.14)$$

Dimana :

T_w = gaya rencana jangkar

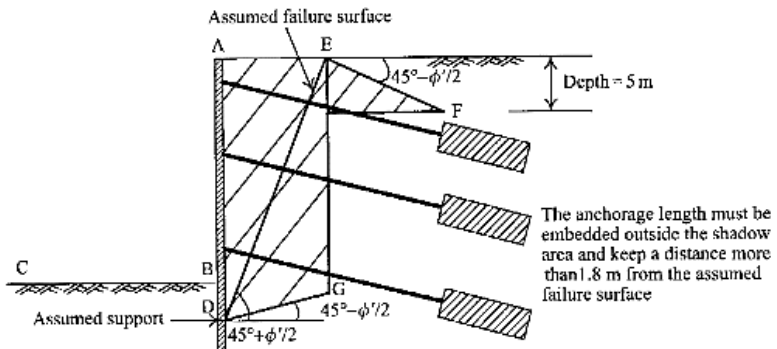
P = gaya horizontal tanah yang terjadi

θ = sudut antara jangkar dengan bidang horizontal



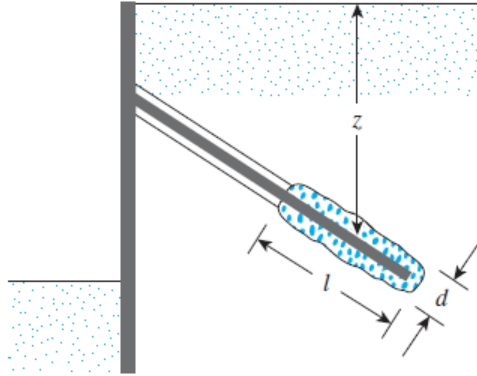
Gambar 2.5 Gaya pada jangkar beserta komponen horizontal.
(Sumber : Chang-Yu Ou, 2006)

Pada umumnya, jarak horizontal minimum antar jangkar pada galian dapat dipakai sebesar 1,5 m. Akan tetapi, biasanya jarak antar jangkar tidak boleh melebihi dari 4,5 m. Sedangkan jarak vertikal antar angkur yaitu antara 2,5 – 4,5 m dan paling tidak 1 – 1,5 m di atas dasar galian. *Fixed section* harus berada 5 m dari permukaan tanah seperti pada Gambar 2.6 (Ou 2006).



Gambar 2.6 Lokasi bagian – bagian jangkar pada tanah.
(Sumber : Chang-Yu Ou, 2006)

Panjang *free section* dapat ditentukan berdasarkan cara grafis. Sedangkan panjang *fixed section* seperti pada Gambar 2.7 dapat ditentukan berdasarkan Persamaan (2.15).



Gambar 2.7 Parameter panjang *fixed section* pada jangkar.
(Sumber : Braja M. Das, 2016)

$$\begin{aligned}\tau &= c + \sigma' \tan \phi \\ \frac{P_u}{\pi dl} &= 0 + \sigma' \tan \phi \\ P_u &= \pi dl \sigma' \tan \phi\end{aligned}\quad (2.15)$$

Dimana :

P_u = gaya tahan rencana
 σ' = tegangan tanah vertikal rata – rata (= γz pada tanah pasir)

Untuk tanah lempung panjang *fixed section* dapat ditentukan berdasarkan Persamaan (2.16).

$$T_{rod} = \pi dl C_a \quad (2.16)$$

Dimana C_a = adhesi.

Nilai C_a dapat diambil $\frac{2}{3} C_u$ (dimana C_u = kohesi undrained). Angka keamanan 1,5 – 2 dapat digunakan untuk

mendapatkan gaya yang di ijin kan tiap jangkar. Untuk jangkar permanen digunakan angka keamanan 3.

Gaya tarik yang diterima jangkar adalah sebagai berikut.

$$T_{rod} = T_w S \quad (2.17)$$

Dimana :

T_{rod} = gaya tahan rencana jangkar

T_w = gaya rencana jangkar per satuan panjang yang diperoleh dari analisa stabilitas

S = jarak antar jangkar

Adapun tegangan ijin material jangkar adalah sebagai berikut.

$$f_{all} = 0,9 f_t \quad (2.18)$$

Dimana :

f_{all} = tegangan tarik ijin material jangkar

f_t = tegangan tarik *ultimate* material jangkar

Diameter jangkar yang dibutuhkan dapat dicari dengan hubungan antara luas dan gaya pada Jangkar seperti pada Persamaan (2.19).

$$A_{net} = \frac{T_{rod}}{f_{all}} \quad (2.19)$$

$$\frac{1}{4} \pi d^2 = \frac{T_{rod}}{f_{all}}$$

Dimana :

A_{net} = luas permukaan jangkar yang dibutuhkan

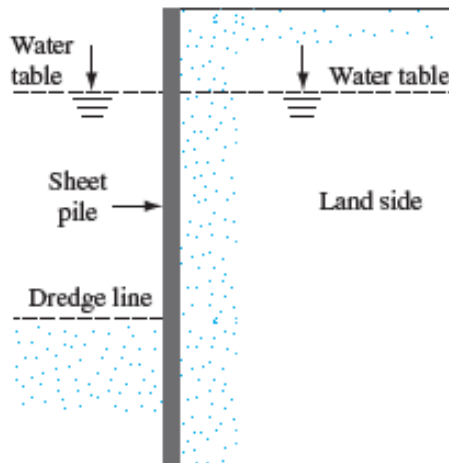
T_{rod} = gaya tahan rencana jangkar

f_{all} = tegangan tarik ijin material jangkar

d = diameter jangkar yang dibutuhkan

2.2.4 Turap

Turap tersambung atau semi-tersambung sering digunakan untuk membangun dinding menerus untuk struktur tepi laut dari fasilitas dermaga kapal kecil sampai dermaga besar (Braja M.Das 2016). Hal tersebut dapat dilihat seperti pada Gambar 2.8. Berbeda dengan bangunan jenis dinding penahan yang lain, pembangunan dinding turap biasanya tidak memerlukan *dewatering*. Turap juga digunakan untuk beberapa struktur sementara, seperti pemotongan yang diratakan. Beberapa jenis turap yang umum digunakan dalam konstruksi yaitu : (a) turap kayu, (b) turap beton pracetak, dan (c) turap baja.



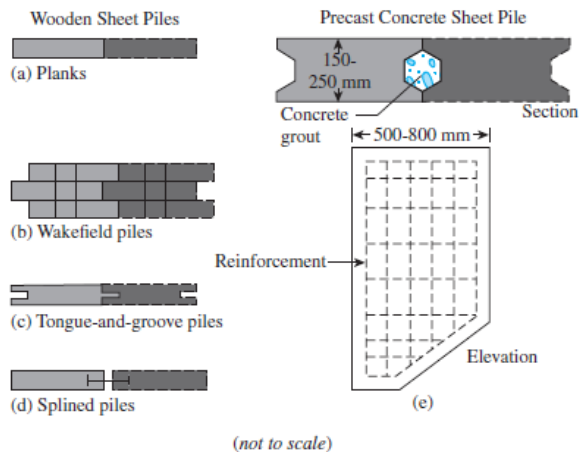
Gambar 2.8 Contoh dinding turap tepi laut
(Sumber : Braja M. Das, 2016)

a. Turap kayu

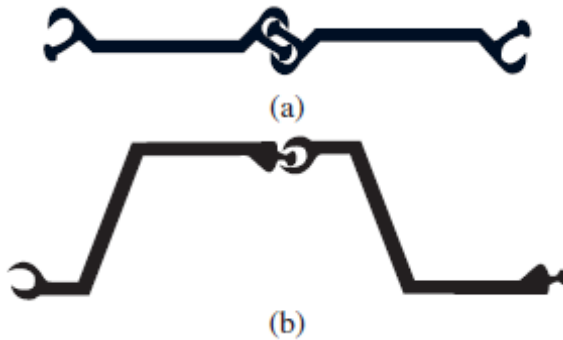
Jenis turap ini hanya digunakan untuk struktur ringan sementara yang berada di atas permukaan air. Jenis yang paling umum adalah papan kayu biasa dan tumpukan *Wakefield*. Papan kayu sekitar 50 mm 3300 mm dalam penampang melintang dan digerakkan dari ujung ke ujung seperti pada Gambar 2.9a. Tumpukan *Wakefield* dibuat dengan memaku tiga papan bersama-sama, dengan papan

tengah dengan celah 50 – 75 mm seperti pada Gambar 2.9b. Papan kayu juga dapat digiling untuk membentuk tumpukan lidah dan alur, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.9c. Gambar 2.9d menunjukkan jenis lain dari turap kayu yang memiliki alur *precut*. Logam bergaris didorong ke dalam alur dari turap yang berdekatan untuk menahan bersama-sama setelah tenggelam ke tanah.

- b. Turap beton pracetak
Turap beton pracetak yang berat dan dirancang dengan penulangan untuk menahan tekanan permanen struktur setelah konstruksi dan juga untuk menangani tekanan yang dihasilkan selama konstruksi. Gambar 2.9e adalah diagram skematik elevasi dan penampang turap beton bertulang.
- c. Turap baja
Interlock pada bagian turap dibentuk seperti sambungan jempol-dan-jari atau bola-dan-soket untuk sambungan kepad air. Gambar 2.10a adalah diagram skematik jenis jempol-dan-jari *interlocking* untuk bagian web lurus. Jenis bola-dan-soket *interlocking* untuk bagian turap Z ditunjukkan pada Gambar 2.10b.



Gambar 2.9 Beberapa jenis turap kayu dan beton
(Sumber : Braja M. Das, 2016)

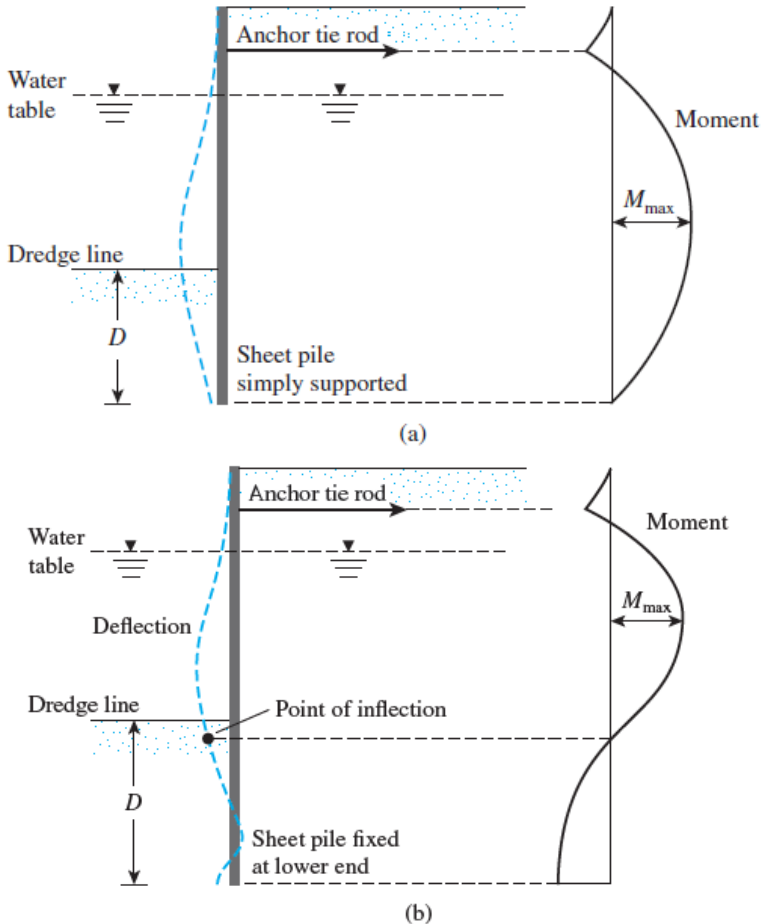


Gambar 2.10 Jenis *interlock* turap baja
(Sumber : Braja M. Das, 2016)

2.2.5 Dinding turap berjangkar

Ketika ketinggian tanah di belakang dinding turap lebih dari 6 m, mengikat dinding di dekat bagian atas dengan *anchor plates*, *anchor walls*, atau *anchor piles* menjadi lebih ekonomis. Jenis konstruksi ini disebut sebagai dinding turap berjangkar atau *an anchored bulkhead*. Angkur meminimalkan kedalaman penetrasi yang diperlukan oleh turap dan juga mengurangi luas penampang dan berat turap yang diperlukan saat konstruksi. Namun, *tie rods* dan angkur harus dirancang dengan hati-hati.

Dua metode dasar untuk merancang dinding turap berjangkar adalah (a) *the free earth support method* dan (b) *the fixed earth support method*. Gambar 2.11 menunjukkan defleksi alami turap untuk dua metode. Metode *the free earth support method* meliputi kedalaman penetrasi minimum. Dibawah *dredge line*, tidak ada *pivot point* untuk sistem statis. Variasi alami momen lentur dengan kedalaman untuk kedua metode juga ditunjukkan pada Gambar 2.11. Perhatikan bahwa $D_{free\ earth} < D_{fixed\ earth}$.



Gambar 2.11 Variasi alami defleksi dan momen dinding turap berjangkar : (a) *free earth support method* dan (b) *fixed earth support method*.

(Sumber : Braja M. Das, 2016)

Kebutuhan profil turap diukur sesuai dengan modulus penampang yang dibutuhkan seperti pada Persamaan (2.20). Nilai tersebut

kemudian menjadi acuan untuk menentukan profil turap berdasarkan tegangan ijin dari bahan turap.

$$S = \frac{M_{\max}}{\sigma_{all}} \quad (2.20)$$

Dimana :

S = modulus penampang turap yang diperlukan per satuan panjang struktur

σ_{all} = tegangan lentur ijin bahan turap

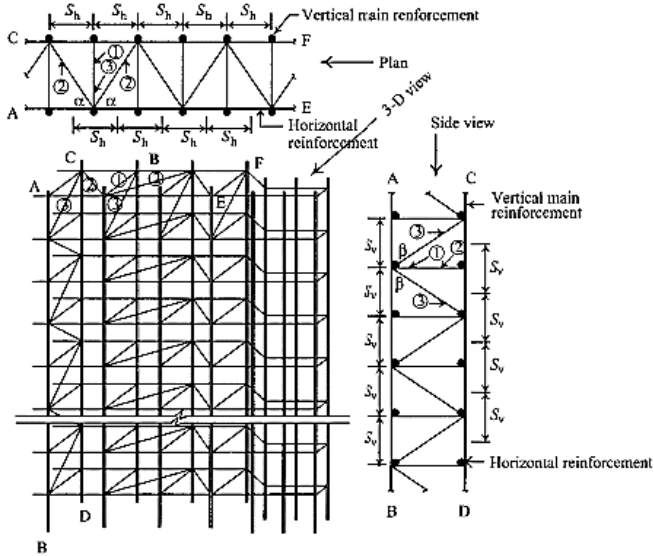
2.2.6 *Diaphragm wall*

Sejarahnya *Diaphragm wall* pertama kali digunakan di Italia oleh Impresa Costruzioni Opere Specializzate (ICOS) pada tahun 1948 dan pada 1950 *Diaphragm wall* pertama dilakukan di Fedaiia Power Plant (Gazzarrini dan Eng 1950). Pembuatan *diaphragm wall* diawali dengan menggali panel dinding menggunakan *excavation grab* yang dibantu dengan *guide wall* sambil dialiri *bentonite* untuk stabilisasi tanah. Tulangan yang sudah dirakit kemudian dimasukkan ke dalam galian dinding kemudian dicor menggunakan pipa *Tremie*. Keuntungan dalam penggunaan *diaphragm wall* diantaranya yaitu :

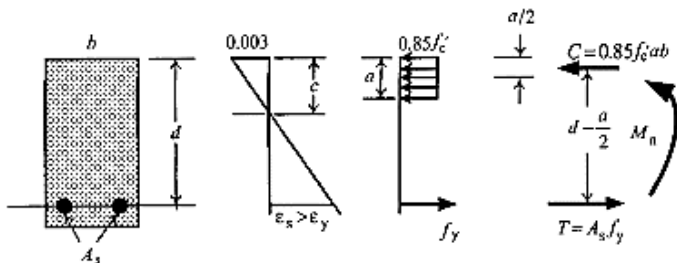
1. Rendah getaran, rendah kebisingan, kekakuan tinggi dan deformasi dinding relatif kecil.
2. Ketebalan dan kedalaman dinding yang dapat disesuaikan.
3. Kerapatan yang baik.
4. Dapat digunakan sebagai struktur permanen.
5. *Diaphragm wall* dan pelat lantai terbawah dapat menyatu sebagai pondasi.

Desain *diaphragm wall* terdiri dari perencanaan ketebalan dinding dan penulangannya. Ketebalan dinding biasanya ditentukan melalui analisa tegangan, analisa deformasi dinding, dan studi kelayakan *detailing* penulangan dinding. Menurut Chang Yu-Ou ketebalan *diaphragm wall* dapat diasumsikan sebesar 5% He (kedalaman galian) di *pre-eliminary design* (Ou 2006).

Perhitungan penulangan *diaphragm wall* secara umum mengikuti metode LRFD. Desain utama penulangannya meliputi tulangan vertikal, tulangan horizontal, dan tulangan geser seperti pada Gambar 2.12. perhitungan penulangan didasarkan pada *bending moment* dan *shear envelope* dari analisa tegangan dengan program bantu SAP2000.



Gambar 2.12 Rencana penulangan *diaphragm wall*
(Sumber : Chang Yu-Ou, 2006)



Gambar 2.13 Tegangan *ultimate* pada balok beton bertulang
(Sumber : Chang Yu-Ou, 2006)

1. Tulangan vertikal

Momen penahan nominal dicari melalui perumusan seperti pada Persamaan (2.21).

$$M_R = \frac{1}{\phi} \left[\rho_{\max} f_y \left(1 - 0,59 \frac{\rho_{\max} f_y}{f'_c} \right) \right] b d^2 \quad (2.21)$$

Dimana :

d = jarak dari serat kompresi ekstrem ke pusat tulangan

ρ_{\max} = rasio penulangan maksimum = $0,75 \cdot \rho_b$

ϕ = faktor reduksi untuk *bending moment* = $0,9$

f'_c = mutu beton

f_y = mutu tulangan

Rasio tulangan saat keadaan *balanced* dapat dihitung melalui perumusan seperti pada Persamaan (2.22).

$$\rho_b = \frac{0,85 f'_c}{f_y} \beta_1 \left(\frac{600}{600 + f_y} \right) \quad (2.22)$$

Dimana,

$$\beta_1 = \left\{ \begin{array}{l} 0,85 \rightarrow f'_c \leq 28MPa \\ 0,85 - 0,05 \left(\frac{f'_c - 28}{7} \right) > 0,65 \rightarrow f'_c > 28MPa \end{array} \right\} \quad (2.23)$$

Saat $M_u \leq \phi M_R$,

Desain penulangan yang perlu direncanakan hanyalah tulangan lentur saat kondisi sebagai berikut.

- Tentukan rasio kekuatan material

$$m = \frac{f_y}{0,85 f'_c} \quad (2.24)$$

- Tentukan faktor tahanan lentur

$$R_n = \frac{M_u}{\phi b d^2} \quad (2.25)$$

- Tentukan rasio penulangan

$$\rho = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2mR_n}{f_y b d^2}} \right) \quad (2.26)$$

- Tentukan luasan tulangan yang diperlukan

$$A_s = \rho b d \quad (2.27)$$

Saat $M_u > \phi M_R$,

Kondisi ini menjelaskan bahwa tulangan tarik sudah mencapai tegangan maksimumnya, dimana momen penahan nominal masih lebih kecil daripada *bending moment*nya. Kondisi ini mengakibatkan perlu penulangan tekan sebagai berikut.

- Mencari nilai a

$$a = \frac{T_1}{0,85 \cdot f'_c} = \frac{\rho_1 \cdot b \cdot d \cdot f_y}{0,85 \cdot f'_c \cdot b} \quad (2.28)$$

- Menghitung *bending moment* tulangan tekan

$$M_2 = M_n - M_1 = M_n - T_1 \left(d - \frac{a}{2} \right) \quad (2.29)$$

- Menentukan luasan tulangan tarik yang diperlukan

$$A_s = A_{s1} + A_{s2} = \rho_1 b d + \frac{M_2}{f_y (d' - d)} \quad (2.30)$$

- Menentukan luasan tulangan tekan yang diperlukan

$$A_s' = A_{s2} \frac{f_y}{f_s'} \quad (2.31)$$

$$f_s' = E_s \varepsilon_s' \leq f_y \quad (2.32)$$

Dimana E_s = Modulus Young tulangan dan ε_s' = regangan tulangan tarik, yang mana dapat dihitung seperti pada Persamaan (2.33).

$$\varepsilon_s' = \left(\frac{c-d'}{c} \right) \times 0.003 \quad (2.33)$$

Dimana $c = a/\beta_1$

2. Tulangan Horizontal

Dinding penahan dengan deformasi satu dimensi tidak perlu tulangan horizontal. Namun tetap direncanakan tulangan horizontal dengan A_s perlu 50% dari tulangan lentur. Jika mempertimbangkan efek penyusutan dan suhu, maka tulangan horizontal diperlukan. Berdasarkan ACI perhitungan tulangan susut menggunakan Persamaan seperti pada Persamaan (2.34).

$$A_s = \left\{ \begin{array}{l} 0,002Ag (f_y < 420MPa) \\ 0,0018Ag (f_y = 420MPa) \\ 0,0018(4200/f)Ag \geq 0,00144Ag (f_y > 420MPa) \end{array} \right\} \quad (2.34)$$

Dimana Ag = tebal dinding x lebar unit.

3. Tulangan Geser

Tulangan geser direncanakan apabila $V_u \geq \phi V_c = 1/6\sqrt{f'_c}bd$ dimana $\phi = 0,85$. Apabila jarak horizontal antar dua tulangan geser sama dengan 100 cm, maka luas total tulangan geser seperti pada Persamaan (2.35).

$$A_v = \frac{100A_b}{S_h} \quad (2.35)$$

Dimana :

A_v = luasan total seluruh tulangan geser pada jarak horizontal

A_b = luasan bagian dari sebuah tulangan geser

S_h = jarak horizontal antar tulangan geser

2.2.7 *Tangent pile wall*

Tangent Pile Wall atau *continous bored pile* pada dasarnya memiliki konsep yang sama dengan *secant pile* yaitu sama – sama dinding penahan tanah jenis in-situ. Hal yang membedakan *tangent pile* dengan *secant pile* adalah *primary pile* dan *secondary pile* pada *tangent pile* menggunakan konstruksi *bored pile* dan tidak dilakukan *overlapping* pada *primary pile* seperti pada Gambar 2.14.



Gambar 2.14 *Tangent Pile Wall*
(Sumber : Dzaky Alpin K., 2017)

Keuntungan dalam menggunakan *tangent pile* diantaranya adalah :

1. Tidak membutuhkan area yang luas untuk konstruksinya.
2. Dapat digunakan pada tanah dengan kondisi sulit (Muka Air Tanah yang tinggi).
3. Lebih praktis metode pelaksanaannya dan alat berat yang dibutuhkan dalam proses konstruksinya dibanding dengan *secant pile*.

Kelemahan dalam menggunakan *Tangent Pile* diantaranya:

1. Harga relatif lebih mahal dibanding *Secant Pile*.

2. Membutuhkan *finishing* lagi jika ingin digunakan sebagai *basement*.

Dalam desain *Tangent Pile* terdiri dari perencanaan diameter *bored pile* dan perencanaan penulangannya. Menentukan diameter *bored pile* dapat dihitung menggunakan perumusan sebagai berikut :

$$A = \frac{Q_w}{f'_c} = \frac{Q_w}{0,25f'_c}$$

$$\frac{1}{4} \pi D_s^2 = \frac{Q_w}{0,25f'_c} \quad (2.36)$$

$$D_s = 2,257 \sqrt{\frac{Q_w}{f'_c}}$$

Dimana :

A = luas penampang tiang bor

Q_w = beban yang bekerja di atas tiang

f'_c = mutu beton pada tiang

D_s = diameter tiang bor

Penulangan pada *tangent pile* berdasarkan pada (SNI 03-2847 2013) atau dengan program bantu spColumn.

2.3. Pondasi

Pondasi merupakan bagian dari struktur yang meneruskan beban struktur ke tanah asli. Jika lapisan tanah pada kedalaman dangkal mampu untuk menerima beban struktur, maka struktur bangunan tersebut dapat menggunakan pondasi dangkal. Sebaliknya, jika lapisan tanah permukaan tergolong lunak, maka lebih cocok digunakan pondasi dalam (Terzaghi, Peck, dan Mesri 1996).

2.3.1 Pondasi dalam

Pondasi dalam adalah bagian struktural yang digunakan untuk menahan struktur dengan beban besar yang membutuhkan kedalaman tertanam (Braja M.Das 2016). Pondasi dalam berupa tiang pancang dan tiang bor. Mereka mengirimkan beban

superstruktur ke lapisan bawah tanah. Salah satu alternatif pemakaian pondasi dalam adalah tiang bor. Istilah tiang bor dikarenakan ketika pemasangan tiang tersebut, dibuat lubang pada tanah di kedalaman tertentu dengan cara di bor, kemudian dimasukkan rangkaian tulangan dan selanjutnya dimasukkan adukan beton. Terkadang penulangan dipasang tidak sampai dasar tiang. Hal ini dilakukan untuk pertimbangan efisiensi.

1. Penentuan Diameter Tiang (D_s)

$$A = \frac{Q_w}{f'_c} = \frac{Q_w}{0,25 f'_c}$$

$$\frac{1}{4} \pi D_s^2 = \frac{Q_w}{0,25 f'_c} \quad (2.37)$$

$$D_s = 2,257 \sqrt{\frac{Q_w}{f'_c}}$$

Dimana :

- A = luas penampang tiang bor
- Q_w = beban yang bekerja di atas tiang
- f'_c = mutu beton pada tiang
- D_s = diameter tiang bor

2. Perhitungan Daya Dukung Tiang

Menurut Luciano Decourt (1996) untuk menghitung daya dukung sebuah tiang dapat menggunakan Persamaan (2.38).

$$Q_L = Q_P + Q_S \quad (2.38)$$

Dimana :

- Q_L = daya dukung tanah maksimum pada pondasi
- Q_P = tahanan ultimate di dasar pondasi
- Q_S = tahanan ultimate akibat tekanan lateral

Menurut (Wahyudi 1999) perilaku tiang menjadi tiang tarik apabila tiang tersebut menerima gaya ke atas akibat adanya

lateral force yang bekerja pada tiang miring, atau *uplift force* pada bangunan *graving dock*, atau lainnya yang sejenis.

Apabila terjadi kasus seperti di atas, maka besarnya daya dukung tanah yang bekerja untuk menahan agar tiang pondasi tidak tertarik atau terangkat seperti pada Persamaan (2.39).

$$Q_L = Q_P + Q_S \text{ karena } Q_P = 0, \text{ maka } Q_L = Q_S \quad (2.39)$$

Daya dukung di ujung tiang (Q_P)

$$Q_P = q_P \cdot A_P = (\bar{N}_P \cdot K) \cdot A_P \quad (2.40)$$

Dimana :

N_P = harga rata-rata SPT di sekitar 4B di atas hingga 4B di bawah dasar tiang pondasi (B = diameter pondasi)

K = koefisien karakteristik podasi

12 t/m² = 117,7 kPa, untuk lempung (*clay*)

20 t/m² = 196 kPa, untuk lempung berlanau (*silty clay*)

25 t/m² = 245 kPa, untuk pasir berlanau (*silty sand*)

40 t/m² = 392 kPa, untuk pasir (*sand*)

Daya dukung pada selimut tiang (Q_S)

$$Q_S = q_s \cdot A_s = \left(\frac{\bar{N}_s}{3} + 1 \right) \cdot A_s \quad (2.41)$$

Dimana :

q_s = tegangan akibat tekanan tanah lateral

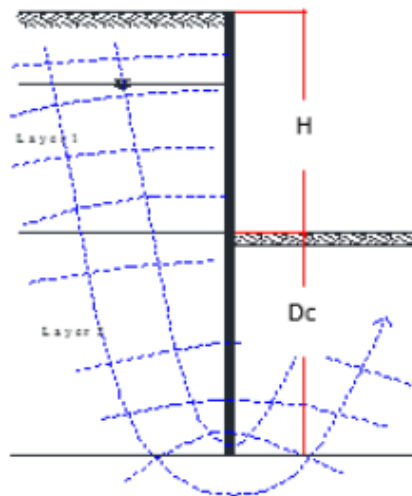
N_s = harga rata-rata sepanjang tiang yang terbenam, dengan batasan $3 \leq N \leq 50$, khusus untuk aspek *friction*.

A_s = keliling x panjang tiang yang terbenam (luas selimut tiang)

2.4. Rembesan

Kedalaman penanaman turap yang didapatkan melalui perhitungan kesetimbangan gaya harus dikontrol terhadap aliran air yang merembes saat pengeringan pada proses penggalian.

Perbedaan ketinggian hidrolis air antar daerah aktif dan pasif dapat menyebabkan pergerakan air kedalam daerah pasif tanah, dalam hal ini adalah lubang galian seperti terlihat pada Gambar 2.15. Kedalaman yang aman terhadap *hidrodinamic* berarti dinding dapat memotong aliran tanah, sehingga pada saat proses penggalian nantinya aliran air tidak akan menjadi masalah yang serius namun tetap harus dilakukan pekerjaan *dewatering* (Kurniawan 2017).



Gambar 2.15 *Hidrodinamic* pada galian tanah
(Sumber : Dzaky Alpin K., 2017)

Kedalaman penurapan (D_c) harus cukup untuk mengatasi gejala *hidrodinamic* yang dapat mengganggu kestabilan dinding dan lubang galian tanah. Kedalaman penurapan (D_c) dapat dihitung dengan mengontrol rasio antara nilai gradien hidrolis (i) dengan gradien hidro kritis (i_w) seperti pada Persamaan (2.42).

$$i \cdot SF < i_w$$
$$\frac{\Delta h}{D_c} < \frac{\gamma'}{\gamma_w} \quad (2.42)$$

Dimana :

Δh = Selisih antara dasar galian dengan kedalaman muka air tanah.

D_c = Kedalaman penurapan.

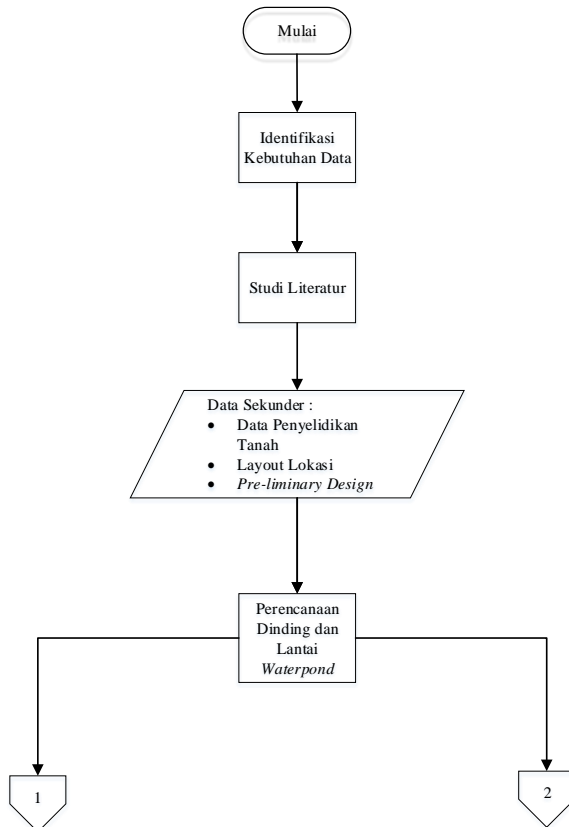
γ' = Berat jenis efektif tanah

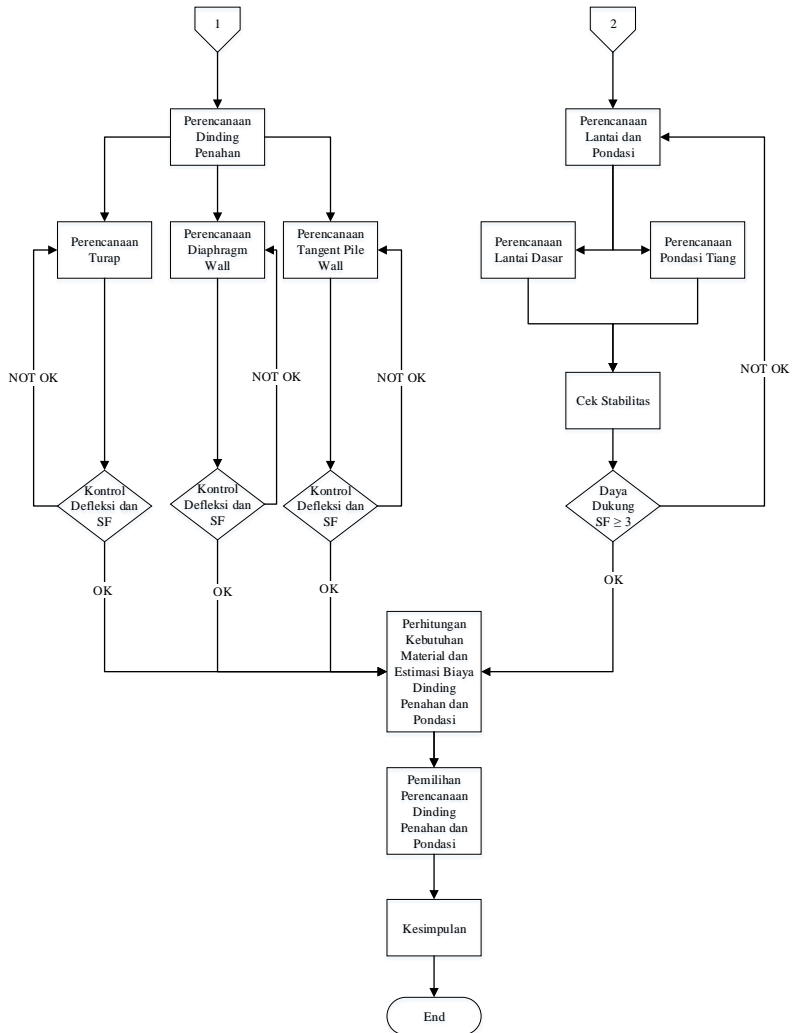
γ_w = Berat jenis air

BAB III METODOLOGI

3.1. Bagan Alir Tahapan Perencanaan

Metodologi tugas akhir dengan judul “Perencanaan Dinding Penahan dan Pondasi *Waterpond* pada Proyek GECC Lombok Peaker” dapat dilihat seperti pada Gambar 3.1.





Gambar 3.1 Diagram alir
(Sumber : Penulis , 2018)

3.2. Uraian Tahapan Perencanaan

Langkah-langkah pengerjaan tugas akhir ini dapat dijelaskan sebagai berikut :

1. Identifikasi kebutuhan data
Data yang digunakan dalam tugas akhir ini berupa data sekunder yang meliputi data kondisi tanah, layout lokasi dan *Preliminary Design*.
2. Studi literatur
Studi literatur dilakukan berdasarkan teori yang berhubungan dengan pembahasan masalah tugas akhir. Studi literatur meliputi daya dukung tanah, tekanan tanah horizontal, gaya angkat, turap, *diaphragm walls*, *tangent pile wall*, rembesan, *uplift force*.
3. Identifikasi kondisi tanah
Analisis data tanah dilakukan untuk mengklasifikasi lapisan tanah pada lahan waterpond. Hal tersebut dilakukan untuk mendapatkan korelasi data tanah berupa parameter C_u , ϕ , γ , *poisson's ratio*, dan *Modulus Young*.
4. Perencanaan dinding penahan
Perencanaan dinding penahan dilakukan dengan mencari stabilitas dinding penahan berupa kedalaman tertanam. Selanjutnya, menentukan asumsi berupa dimensi dan jenis material turap, *diaphragm walls* dan *tangent pile wall*. Analisa pertama dilakukan dengan metode *beam on elastic foundation*. Output dari metode ini berupa defleksi, gaya jangkar, momen, gaya geser dan gaya aksial. Setelah itu, dilakukan analisa dengan metode *finite element method* (FEM) menggunakan bantuan program PLAXIS. Dari hasil analisa tersebut dapat diketahui apakah syarat stabilitas terpenuhi atau tidak, termasuk deformasi horizontal yang diterima oleh dinding *waterpond*. Mengacu pada (SNI 8460 2017) defleksi maksimal pada dinding penahan yaitu sebesar 0,5% dari tinggi galian. Dari

Jika tidak terpenuhi, maka harus dilakukan perencanaan ulang dinding penahan.

5. Perencanaan lantai dasar dan pondasi
Dalam perencanaan lantai dasar *waterpond* harus bisa menahan beban air di atasnya. Hal tersebut menentukan pula jenis pondasi apa yang akan dipakai dalam perencanaan *waterpond*. Selanjutnya, pengecekan stabilitas dilakukan pada dasar *waterpond* untuk menahan beban air dan gaya angkat yang terjadi. Jika stabilitas tidak terpenuhi, maka harus dilakukan perencanaan ulang lantai dasar dan pondasi *waterpond*.
6. Perhitungan kebutuhan material
Kebutuhan material berupa volume material yang digunakan seperti beton dan penulangannya. Setelah diketahui jumlah material yang digunakan selanjutnya dilakukan estimasi biaya berdasarkan HSPK Kota Surabaya 2019 (Pemerintah Kota Surabaya 2018).
7. Pemilihan perencanaan pondasi dan dinding penahan
Pemilihan desain pondasi dan dinding penahan berdasarkan kondisi tanah dan biaya yang harus dikeluarkan.
8. Kesimpulan
Setelah melakukan pemilihan desain rencana dinding penahan dan pondasi *waterpond*. Selanjutnya dapat diketahui jenis struktur yang tepat digunakan pada *waterpond* GECC Lombok Peaker yang dapat menahan tekanan tanah dan gaya angkat yang terjadi.

BAB IV ANALISA DATA TANAH

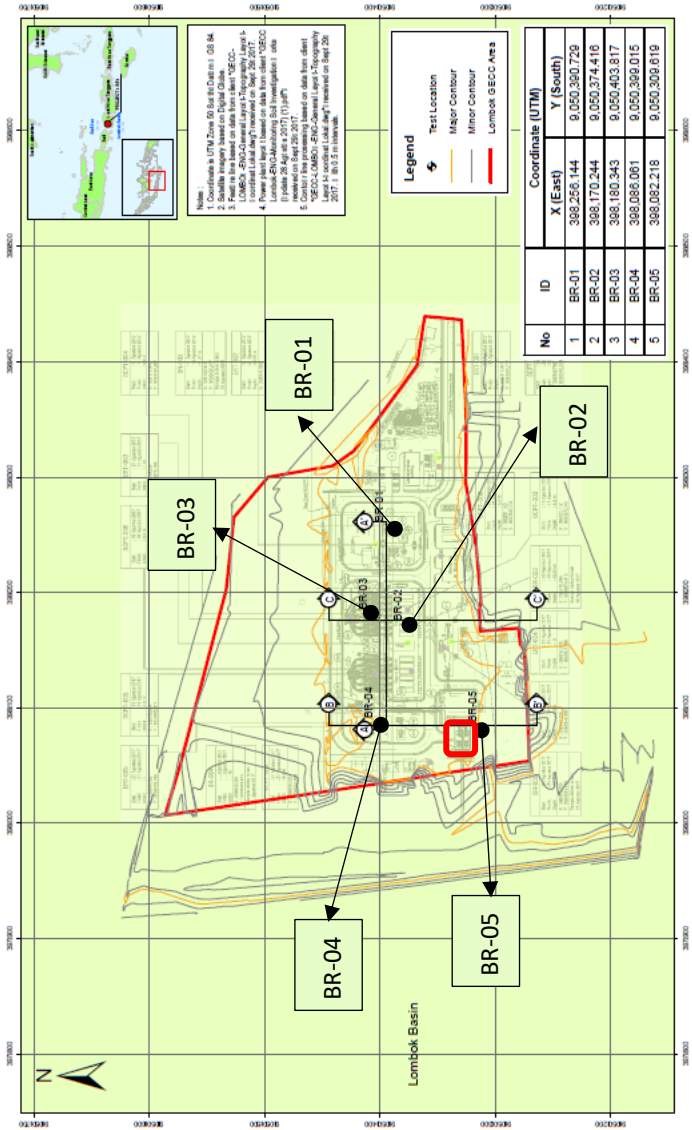
4.1. Data Tanah

4.1.1 Data *standard penetration test*

Data tanah yang digunakan berasal dari penyelidikan geoteknik yang telah dilakukan oleh PT. OC Enviro pada tahun 2017 dengan pengeboran sebanyak 5 titik seperti pada Gambar 4.2. Kedalaman pengeboran bervariasi dari -39 m hingga -71 m. Penyelidikan data tanah seperti ditunjukkan pada Gambar 4.1 dan secara keseluruhan dapat dilihat pada Lampiran.

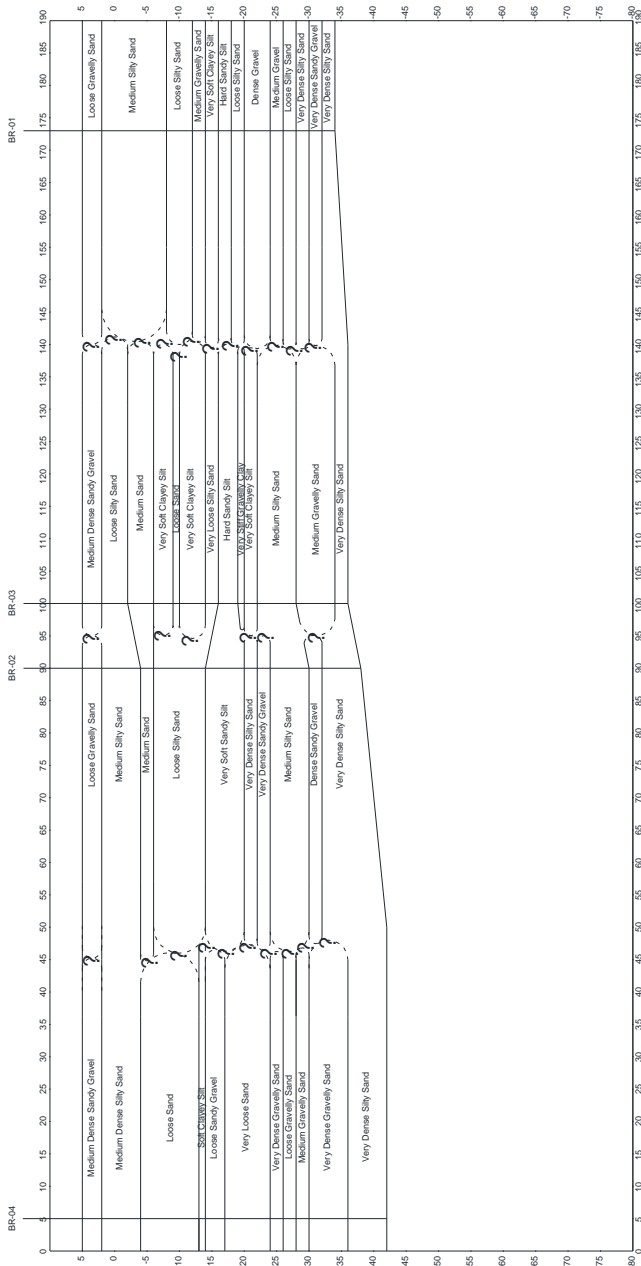
Client:		PT Paralelogram Indonesia Dewi EPC Jl. TB. LUYUHO (MANGROVE) No. 57 PADJARIBBO, JAWARTI, 13060		Submitted by:		BIN ID: BR 06 Sheet: 1 of 8 Status: FINAL Job No: 17 OCE 002										
Client:		PT PP Dv EPC		Date of commenced: 21 August 2017		SPT Hammer: Automatic Trip										
Principal:		PLTGU Lombok		Date of completed: 26 August 2017		Energy: 70 % (approximately)										
Project:		Lombok		Logged by: RCO		Checked by: HC										
Equipment type:		YSO YDM 01		Elevating: 38662.218 m		Elevation: m										
Rig:		Rig 01		Northing: 9050309416 m		GWL: 3 m below ground surface										
Driller:		US		Coord system: UTM		Drilling Method: Core										
Depth (m)	Samples or Field Test	Coring Log USC2 Form	Soil Material Description				SPT Blows N Value	Penetration Resistance (MPa)	Unit Weight (kN/m ³)	Water Content (%)	Atterberg Limit		Grain Size		Other Test	
			Soil Material Description <small>Use 10% sand to pass into coarse category and 40% sand to pass into medium category when suitable combinations are used.</small>								LL (%)	PL (%)	Gravel (%)	Sand (%)		
0			Silty SAND, fine to medium graded, brown to gray, with some clay and coarse gravel, medium dense (FL)				15									
0.5	Cone						1	4	11	14						
1	SPT															
2	Cone															
3	SPT						2	3	3	6						
4	Cone		Silty SAND, fine to medium graded, well graded, with some fine to coarse graded gravel, black, moist, loose to medium dense				10	14	18	30			3	92	2	3
5	SPT		Gravelly SAND, medium to coarse graded, poorly graded, black, moist, medium dense													
6	Cone															
7	SPT						6	6	7	13						
8	Cone		SAND, fine to medium graded, well graded, with some fine to coarse graded gravel, black, moist, loose to medium dense													
9	SPT						2	5	4	9			6	92	0	2
10	Cone															

Gambar 4.1 Data SPT pada Lokasi GECC Lombok Peaker
(Sumber : PT OC Enviro , 2017)

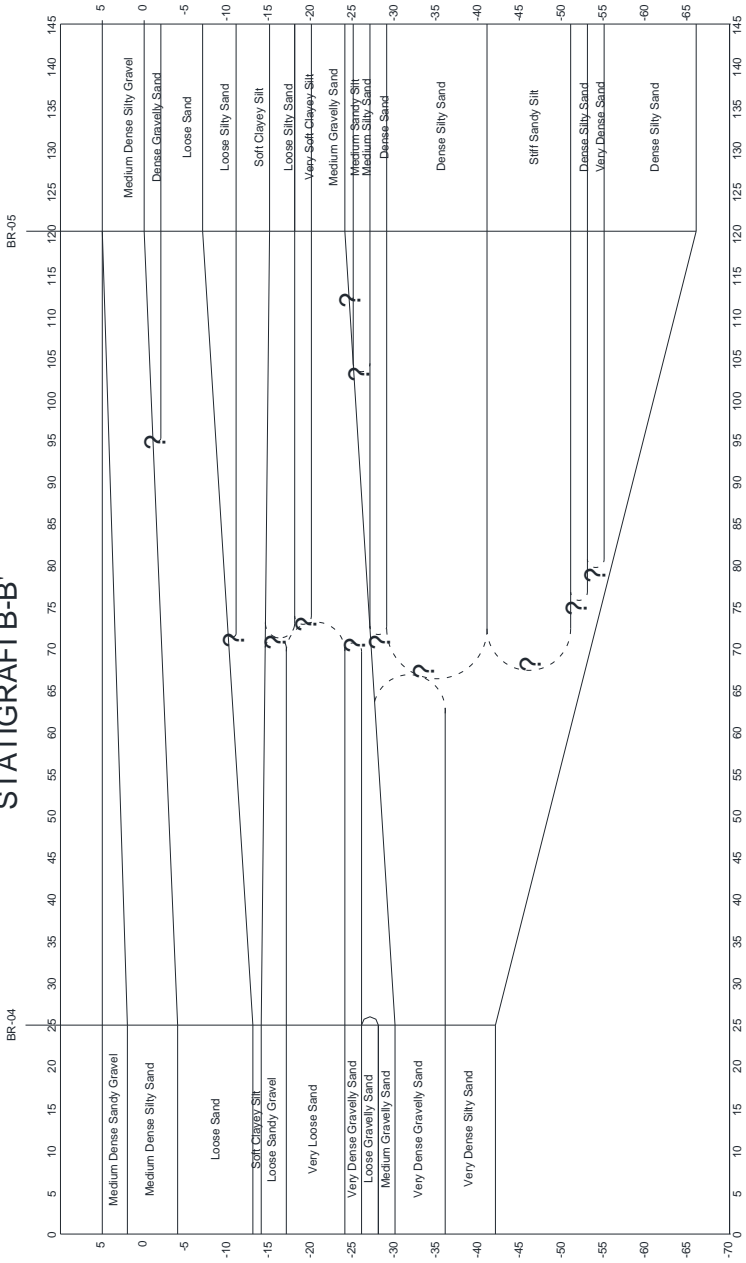


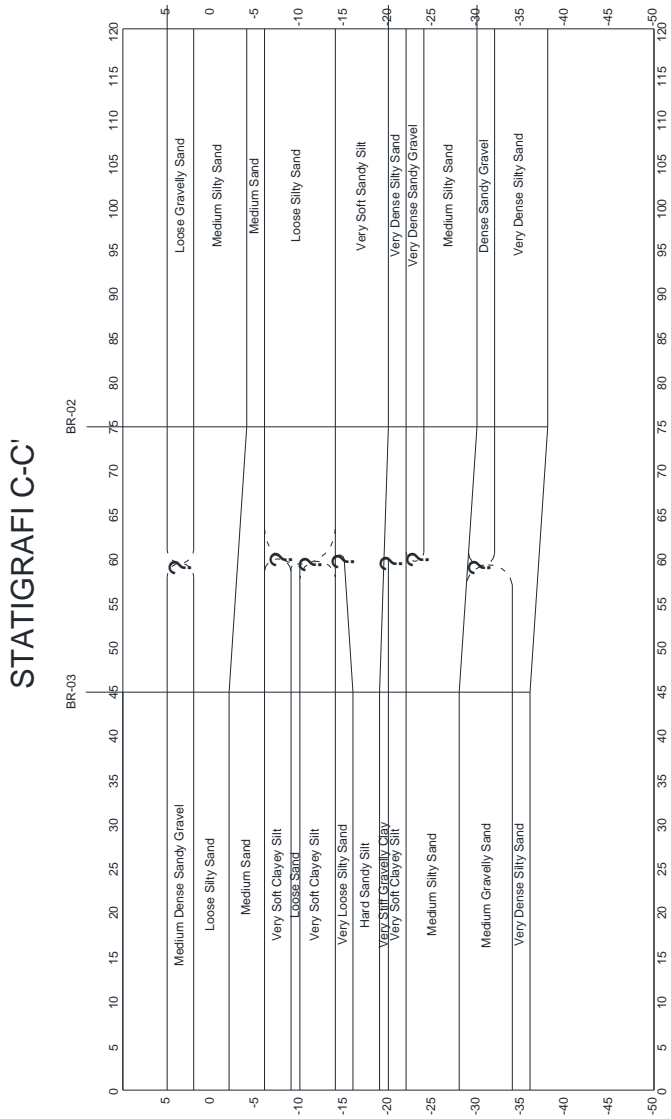
Gambar 4.2 Titik Penyelidikan Data Tanah
(Sumber : PT OC Enviro , 2017)

STATIGRAFIA-A'



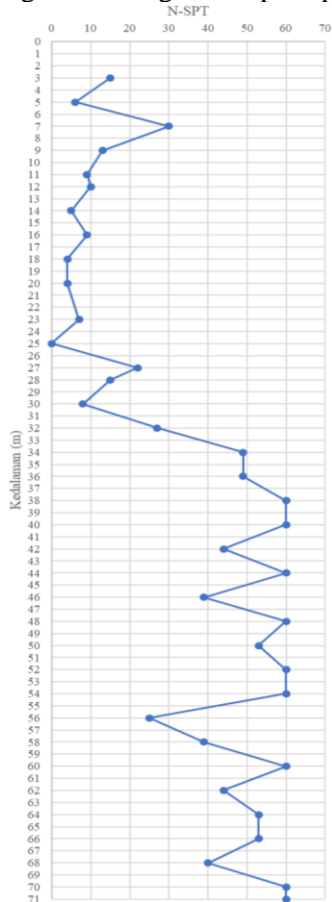
STATIGRAFI B-B'





Gambar 4.3 Statigrafi Data Tanah
(Sumber : Penulis , 2019)

Berdasarkan statigrafi tanah pada Gambar 4.3 dapat disimpulkan bahwa jenis tanah cenderung sama, yaitu dominan pasir, namun memiliki konsistensi yang bervariasi. Setelah mengetahui statigrafi tanah dan lokasi dari kelima titik bor berdasarkan Gambar 4.1 dan Gambar 4.3, kemudian dipilih satu data yang mewakili lokasi *waterpond* yaitu BR-05. Selain itu, dari data N-SPT dapat digambarkan grafik seperti pada Gambar 4.4.



Gambar 4.4 Grafik N-SPT vs Kedalaman
(Sumber : Penulis , 2019)

Hasil penyelidikan data tanah BR-05 dapat dilihat pada Tabel 4.1. Untuk mendapatkan parameter tanah seperti C_u , Poisson Rasio dan Modulus Young dilakukan korelasi parameter tanah berdasarkan pada Tabel 2.1, Tabel 2.2, Tabel 2.3 dan Tabel 2.4. Sedangkan nilai *coefficient of subgrade reaction* (k_s) didapatkan berdasarkan Persamaan (2.12).

Tabel 4.1 Rekapitulasi Parameter Tanah

Lapis	z (m)	Tebal	N-SPT	Jenis Tanah	γ (kN/m ³)	ϕ (°)	C_u (kPa)	Poisson Rasio (ν)	Modulus Young (kg/cm ²)	k_s (kN/m ²)
1	0-2	2	15	Medium Silty Sand	14.84	31.50	0	0.25	302.63	26900.58
2	2-4	2	6	Loose Silty Sand	13.33	25.67	0	0.2	150.00	13020.83
3	4-6	2	30	Dense Gravelly Sand	18.00	36.00	0	0.3	500.00	45787.55
4	6-8	2	13	Medium Sand	14.42	30.90	0	0.25	276.32	24561.4
5	8-12	4	9	Loose Sand	15.33	26.67	0	0.2	225.00	19531.25
6	12-16	4	5	Loose Silty Sand	12.67	25.33	0	0.2	125.00	10850.69
7	16-20	4	4	Soft Clayey Silt	16.00	0.00	10	0.2	20.00	1736.111
8	20-22	2	7	Loose Silty Sand	14.00	26.00	0	0.2	175.00	15190.97
9	22-24	2	0	Very Soft Clayey Silt	14.00	0.00	12.5	0.15	3.00	831.202
10	24-28	4	15	Medium Gravelly Sand	14.84	31.50	0	0.25	302.63	26900.58
11	28-30	2	8	Medium Sandy Silt	14.22	0.00	18.33	0.25	5.00	444.4444
12	30-32	2	27	Medium Silty Sand	17.37	35.10	0	0.25	460.53	40935.67
13	32-34	2	49	Dense Sand	19.79	40.75	0	0.35	973.68	92467.64
14	34-36	2	49	Dense Silty Sand	19.79	40.75	0	0.35	973.68	92467.64
15	36-40	4	60	Very Dense Silty Sand	18.00	41.00	0	0.45	1000.00	104493.2
16	40-42	2	44	Dense Silty Sand	18.74	39.50	0	0.3	842.11	77115.87

Lapis	z (m)	Tebal	N-SPT	Jenis Tanah	γ (kN/m ³)	ϕ (°)	Cu (kPa)	Poisson Rasio (v)	Modulus Young (kg/cm ²)	k_s (kN/m ³)
17	42-44	2	60	Very Dense Silty Sand	18.00	41.00	0	0.45	1000.00	104493.2
18	44-46	2	39	Dense Silty Sand	17.68	38.25	0	0.35	710.53	67476.38
19	46-54	8	53	Hard Sandy Silt	20.00	0.00	100	0.5	200.00	22222.22
20	54-56	2	25	Stiff Sandy Silt	20.00	0.00	100	0.4	200.00	19841.27
21	56-58	2	39	Dense Silty Sand	17.68	38.25	0	0.3	710.53	65066.51
22	58-60	2	60	Very Dense Sand	18.00	41.00	0	0.45	1000.00	104493.2
23	60-62	2	44	Dense Silty Sand	18.74	39.50	0	0.35	842.11	79972.01
24	62-66	4	53	Very Dense Silty Sand	18.00	41.00	0	0.45	1000.00	104493.2
25	66-68	2	40	Dense Silty Sand	17.89	38.50	0	0.35	736.84	69975.51
26	68-72	4	60	Very Dense Silty Sand	18.00	41.00	0	0.45	1000.00	104493.2

4.1.2 Koreksi nilai N-SPT

Dalam perencanaan pondasi dalam, nilai N-SPT yang didapatkan dari hasil tes di lapangan tidak dapat langsung digunakan. Data tersebut harus dikoreksi terlebih dahulu terhadap muka air tanah dan *overburden pressure*. Data tanah yang dipakai adalah BR-05 dengan muka air tanah -3 m.. Berikut adalah contoh perhitungan koreksi N-SPT pada kedalaman 4 m.

Jenis tanah = *Dense Gravelly Sand*

N-SPT = 30

M.A.T = - 3 m

Koreksi terhadap muka air tanah seperti pada Persamaan (2.1).

$$\begin{aligned}
 N_1 &= 15 + \frac{1}{2}(N - 15) \\
 &= 15 + \frac{1}{2}(30 - 15) \\
 &= 22,5 \\
 N_1 &= 0,6N \\
 &= 0,6 \times 30 \\
 &= 18
 \end{aligned}$$

Dipilih nilai N_1 terkecil yaitu $N_1 = 18$ untuk dikoreksi terhadap *overburden pressure*.

$P_0 = 2,74 \text{ kN/m}^2 \leq 75 \text{ kN/m}^2$, sehingga digunakan Persamaan (2.2).

$$\begin{aligned}
 N_2 &= \frac{4N_1}{1 + 0,04 p_o} \\
 &= \frac{4 \times 18}{1 + 0,04(2,74)} \\
 &= 64,9
 \end{aligned}$$

Apabila nilai N_2 lebih besar dari $2N_1$, maka yang menjadi N pakai adalah nilai $2N_1$. Dalam hal ini N pakai adalah $2N_1 = 36$. Rekapitulasi koreksi nilai N-SPT seperti pada Tabel 4.2. Untuk rekapitulasi BR-05 secara keseluruhan dapat dilihat pada lampiran.

Tabel 4.2 Rekapitulasi Koreksi N-SPT

Depth (m)	N lap.	Jenis Tanah	N ₁ Terzaghi	N ₁ Bazaraa	N ₁ Pakai	γ_{SAT} (kN/m ³)	γ' (kN/m ³)	P ₀ (kN/m ²)	N ₂	2N ₁	N _{Pakai}
0	15	Medium Silty Sand	15	15	15	14.84	14.84	0.00	60.00	30	30
0.5	15	Medium Silty Sand	15	15	15	14.84	14.84	7.42	46.27	30	30
1	15	Medium Silty Sand	15	15	15	14.84	14.84	7.42	46.27	30	30
1.5	15	Medium Silty Sand	15	15	15	14.84	14.84	7.42	46.27	30	30
2	6	Loose Silty Sand	6	6	6	13.33	13.33	6.67	18.95	12	12
2.5	6	Loose Silty Sand	6	6	6	13.33	13.33	6.67	18.95	12	12
3	6	Loose Silty Sand	6	6	6	13.33	13.33	6.67	18.95	12	12
3.5	6	Loose Silty Sand	6	6	6	13.33	3.33	1.67	22.50	12	12
4	30	Dense Gravelly Sand	22.5	18	18	15.47	5.47	2.74	64.90	36	36
4.5	30	Dense Gravelly Sand	22.5	18	18	15.47	5.47	2.74	64.90	36	36
5	30	Dense Gravelly Sand	22.5	18	18	15.47	5.47	2.74	64.90	36	36
5.5	30	Dense Gravelly Sand	22.5	18	18	15.47	5.47	2.74	64.90	36	36
6	13	Medium Sand	15	15	15	14.84	4.84	2.42	54.70	30	30
6.5	13	Medium Sand	15	15	15	14.84	4.84	2.42	54.70	30	30
7	13	Medium Sand	15	15	15	14.84	4.84	2.42	54.70	30	30
7.5	13	Medium Sand	15	15	15	14.84	4.84	2.42	54.70	30	30
8	9	Loose Sand	9	9	9	15.33	5.33	2.67	32.53	18	18
8.5	9	Loose Sand	9	9	9	15.33	5.33	2.67	32.53	18	18
9	9	Loose Sand	9	9	9	15.33	5.33	2.67	32.53	18	18
9.5	9	Loose Sand	9	9	9	15.33	5.33	2.67	32.53	18	18
10	9	Loose Sand	9	9	9	15.33	5.33	2.67	32.53	18	18

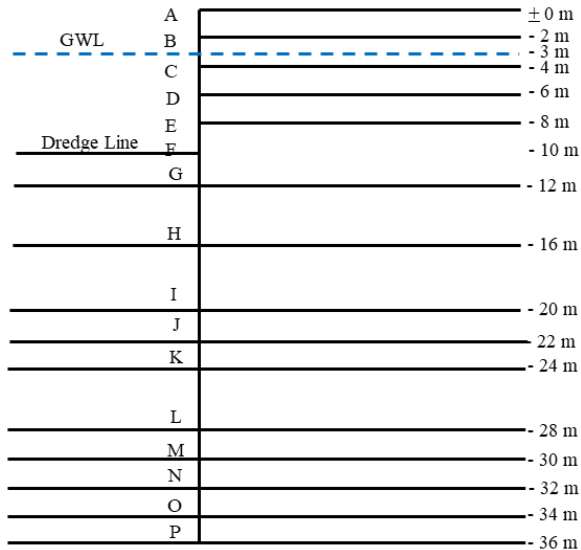
BAB V PERENCANAAN DINDING PENAHAN TANAH

5.1. Perencanaan Kedalaman Dinding

Dinding penahan tanah yang direncanakan berupa turap berjangkar, *diaphragm wall* dan *tangent pile wall*. Perhitungan dilakukan menggunakan metode kesetimbangan gaya, dimana tegangan tanah, air dan beban tambahan menjadi momen yang akan bernilai nol pada titik tertentu. Titik tersebutlah yang akan menjadi kedalaman penanaman dari dinding penahan.

5.1.1 Tekanan tanah lateral

Perhitungan tekanan tanah dilakukan dengan menghitung luasan tegangan tanah lateral. Perhitungan tegangan tanah berdasar pada rencana pemasangan turap seperti pada Gambar 5.1. Selanjutnya perhitungan tegangan tanah seperti pada Tabel 5.1 dan Tabel 5.2.



Gambar 5.1 Ilustrasi Perencanaan Turap
(Sumber : Penulis, 2019)

Berikut merupakan contoh perhitungan tegangan tanah aktif horizontal di titik B :

Tebal = 2 m

$$\gamma' = \gamma_t - \gamma_w = 14,842 - 0 = 14,842 \text{ kN/m}^3$$

$$\phi' = \tan^{-1}\left(\frac{2}{3} \tan \phi\right) = \tan^{-1}\left(\frac{2}{3} \tan 31,5\right) = 22,222$$

$$\phi' = \frac{2}{3} C_u = \frac{2}{3} \cdot 0 = 0$$

Tegangan vertikal

$$\sigma'_{v1} = q = 10 \text{ kN/m}^2$$

$$\sigma'_{v2} = \sigma'_{v1} + (\gamma \times h) = 10 + (14,842 \times 2) = 39,684 \text{ kN/m}^2$$

Tegangan horizontal

- Titik B Atas

$$\begin{aligned} \sigma_{h\text{atas}} &= \sigma'_{v1} \cdot K_a - 2C' \sqrt{K_a} \\ &= 10 \cdot 0,451 - 2 \cdot 0 \cdot \sqrt{0,451} \\ &= 4,51 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

- Titik B Bawah

$$\begin{aligned} \sigma_{h\text{bawah}} &= \sigma'_{v2} \cdot K_a - 2C' \sqrt{K_a} \\ &= 39,684 \cdot 0,451 - 2 \cdot 0 \cdot \sqrt{0,451} \\ &= 17,905 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

Berikut merupakan contoh perhitungan tegangan tanah pasif horizontal di titik G :

Tebal = 2 m

$$\gamma' = \gamma_t - \gamma_w = 15,333 - 10 = 5,333 \text{ kN/m}^3$$

$$\phi' = \tan^{-1}\left(\frac{2}{3} \tan \phi\right) = \tan^{-1}\left(\frac{2}{3} \tan 26,667\right) = 18,511$$

$$\phi' = \frac{2}{3} C_u = \frac{2}{3} \cdot 0 = 0$$

Tegangan vertikal

$$\sigma'_v = \gamma' \times h = 5,333 \times 2 = 10,667 \text{ kN/m}^2$$

Tegangan horizontal

- Titik G Atas

$$\begin{aligned}\sigma_{\text{atas}} &= \sigma'_v \cdot K_p + 2C' \sqrt{K_p} \\ &= 10,667 \cdot 3,103 + 2 \cdot 0 \cdot \sqrt{3,103} \\ &= 33,098 \text{ kN/m}^2\end{aligned}$$

- Titik G Bawah

$$\begin{aligned}\sigma_{\text{hbawah}} &= \sigma'_v \cdot K_p + 2C' \sqrt{K_p} \\ &= 10,667 \cdot 2,578 + 2 \cdot 0 \cdot \sqrt{2,578} \\ &= 41,243 \text{ kN/m}^2\end{aligned}$$

Tabel 5.1 Rekapitulasi Tegangan Tanah Aktif

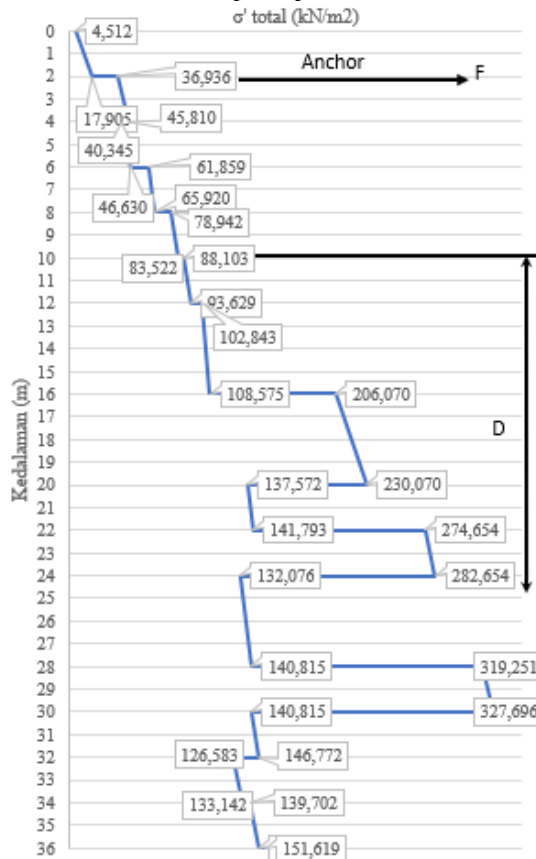
Lokasi	σ'_v (kN/m ²)	Ka	$2C'\sqrt{K_a}$	σ'_h (kN/m ²)	σ'_w (kN/m ²)
A	10.000	0.451	0.000	4.511776	0
B Atas	39.684	0.451	0.000	17.90463	0
B Bawah	39.684	0.532	0.000	21.13016	0
C Atas	56.351	0.532	0.000	30.00446	10
C Bawah	56.351	0.393	0.000	22.13668	10
D Atas	72.351	0.393	0.000	28.42206	30
D Bawah	72.351	0.459	0.000	33.22589	30
E Atas	81.193	0.459	0.000	37.28648	50
E Bawah	81.193	0.518	0.000	42.06106	50
F Atas	90.035	0.518	0.000	46.64161	70
F bawah	90.035	0.518	0.000	46.64161	70
G Atas	100.702	0.518	0.000	52.16735	90
G Bawah	100.702	0.537	0.000	54.10818	90
H Atas	111.368	0.537	0.000	59.8395	130
H Bawah	111.368	1.000	10.000	104.7018	130
I Atas	135.368	1.000	10.000	128.7018	170
I Bawah	135.368	0.528	0.000	71.42414	170
J Atas	143.368	0.528	0.000	75.64516	190
J Bawah	143.368	1.000	12.500	141.2851	190
K Atas	151.368	1.000	12.500	149.2851	210
K Bawah	151.368	0.451	0.000	68.29404	210

L Atas	170.737	0.451	0.000	77.03264	250
L Bawah	170.737	1.000	18.333	158.5146	250
M Atas	179.181	1.000	18.333	166.9591	270
M Bawah	179.181	0.404	0.000	72.42855	270
N Atas	193.918	0.404	0.000	78.38547	290
N Bawah	193.918	0.335	0.000	64.9666	290
O Atas	213.497	0.335	0.000	71.52596	310
O Bawah	213.497	0.335	0.000	71.52596	310
P	233.076	0.335	0.000	78.08531	330

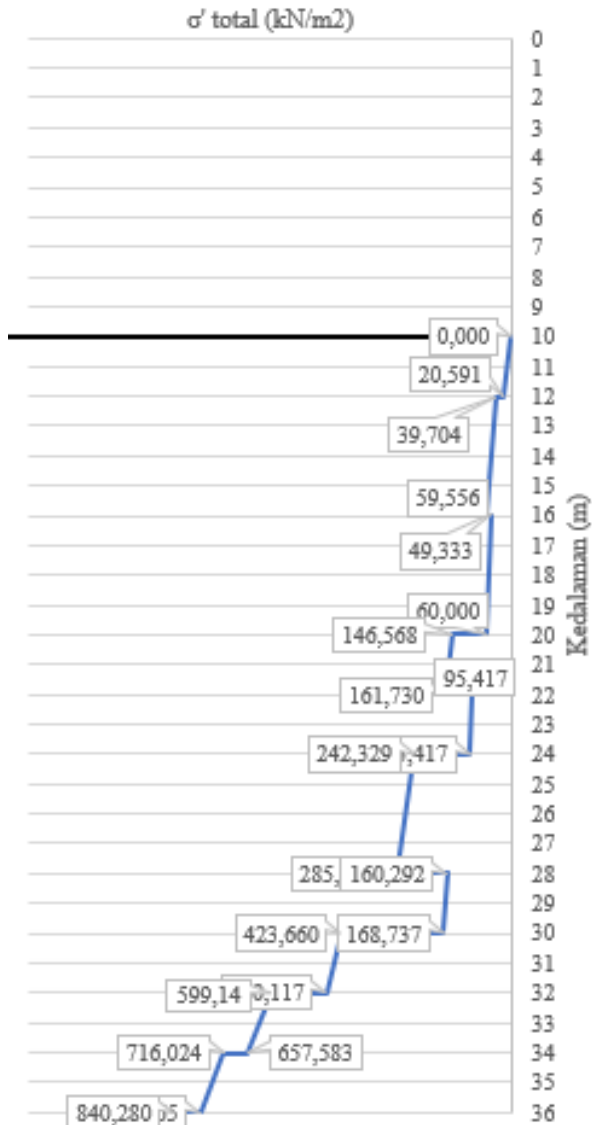
Tabel 5.2 Rekapitulasi Tegangan Tanah Pasif

Lokasi	$\sigma'v$ (kN/m ²)	Kp	$2C\sqrt{Kp}$	$\sigma'h$ (kN/m ²)	$\sigma'w$ (kN/m ²)
F	0.000	3.103	0.000	0.000	0.000
G Atas	10.667	3.103	0.000	33.098	25.385
G Bawah	16.000	2.578	0.000	41.243	25.385
H Atas	26.667	2.578	0.000	68.739	76.154
H Bawah	50.667	1.000	10.000	60.667	76.154
I Atas	74.667	1.000	10.000	84.667	126.923
I Bawah	90.667	2.825	0.000	256.156	126.923
J Atas	98.667	2.825	0.000	278.758	152.308
J Bawah	106.667	1.000	12.500	119.167	152.308
K Atas	114.667	1.000	12.500	127.167	177.692
K Bawah	124.351	2.962	0.000	368.342	177.692
L Atas	143.719	2.962	0.000	425.713	228.462
L Bawah	160.608	1.000	18.333	178.942	228.462
M Atas	169.053	1.000	18.333	187.386	253.846
M Bawah	273.061	2.446	0.000	667.872	253.846
N Atas	294.011	2.446	0.000	719.113	279.231
N Bawah	314.961	2.856	0.000	899.405	279.231
O Atas	339.461	2.856	0.000	969.367	304.615
O Bawah	363.961	2.856	0.000	1039.330	304.615
P	388.461	2.856	0.000	1109.292	330.000

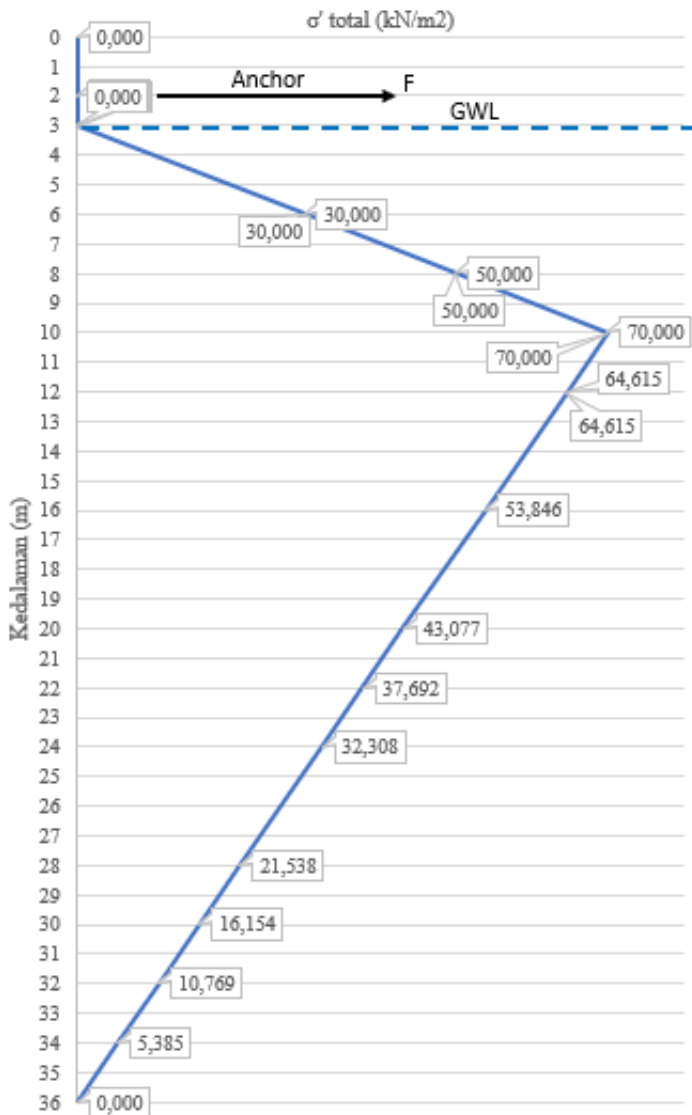
Perhitungan tekanan tanah dapat dicari menggunakan Persamaan (2.6) untuk tekanan tanah aktif dan Persamaan (2.8) untuk tekanan tanah pasif. Selain itu, perhitungan tekanan tanah dapat dilakukan dengan mencari luas dari diagram tegangan tanah. Gambar 5.2 menunjukkan diagram tegangan tanah aktif dan Gambar 5.3 menunjukkan diagram tegangan tanah pasif. Selain itu, pada Gambar 5.4 menunjukkan diagram tegangan air yang terjadi. Rekapitulasi tekanan tanah seperti pada Tabel 5.3 dan Tabel 5.4.



Gambar 5.2 Diagram Tegangan Tanah Aktif
(Sumber : Penulis , 2019)



Gambar 5.3 Diagram Tegangan Tanah Pasif
(Sumber : Penulis, 2019)



Gambar 5.4 Diagram Tegangan Air
(Sumber : Penulis, 2019)

Tabel 5.3 Rekapitulasi Tekanan Tanah Aktif

Lapis	Kedalaman	$P_a \Delta$ (kN/m)	$P_a \square$ (kN/m)	$y \Delta$ (m)	$y \square$ (m)
1	0-2	17.905		0.333	
2	2-4	8.874	63.390	2.000	1
3	4-6	6.285	44.273	3.333	3
4	6-8	4.061	66.452	5.333	5
5	8-10	4.581	84.122	7.333	7
6	10-12	5.526	93.283	9.333	9
7	12-16	11.463	216.433	12.667	12
8	16-20	48.000	418.807	16.667	16
9	20-22	4.221	142.848	19.333	19
10	22-24	8.000	282.570	21.333	21
11	24-28	17.477	273.176	24.667	24
12	28-30	8.444	317.029	27.333	27
13	30-32	5.957	144.857	29.333	29
14	32-34	6.559	129.933	31.333	31
15	34-36	0.899	52.962	32.494	32.370
Air		5037.29		22.160	

Tabel 5.4 Rekapitulasi Tekanan Tanah Pasif

Lapis	Kedalaman	$P_p \Delta$ (kN/m)	$P_p \square$ (kN/m)	$y \Delta$ (m)	$y \square$ (m)
6	10-12	20.591		9.333	
7	12-16	39.704	79.408	12.667	12
8	16-20	21.333	112.000	16.667	16
9	20-22	15.162	121.298	19.333	19
10	22-24	8.000	84.167	21.333	21
11	24-28	85.857	425.553	24.667	24
12	28-30	8.444	159.181	27.333	27
13	30-32	36.458	375.107	29.333	29
14	32-34	58.441	540.562	31.333	31
15	34-36	8.011	243.406	32.494	32.37
Air		3884.42		24.494	

5.1.2 Analisa kesetimbangan gaya

Setelah mendapatkan tekanan aktif dan pasif. Langkah selanjutnya yaitu menghitung momen aktif dan momen pasif seperti pada Tabel 5.5 dan Tabel 5.6. Perhitungan kesetimbangan gaya dilakukan untuk mencari kedalaman tertanam turap. Posisi kedalaman yang dicari yaitu ketika $\sum M = 0$.

Tabel 5.5 Rekapitulasi Momen Aktif

Lapis	Kedalaman	Pa Δ (kN/m)	Pa \square (kN/m)	y Δ (m)	y \square (m)	Momen Aktif T (kN-m/m)
1	0-2	17.905		0.333		5.968
2	2-4	8.874	63.390	2.000	1	81.139
3	4-6	6.285	44.273	3.333	3	153.771
4	6-8	4.061	66.452	5.333	5	353.915
5	8-10	4.581	84.122	7.333	7	622.446
6	10-12	5.526	93.283	9.333	9	891.123
7	12-16	11.463	216.433	12.667	12	2742.386
8	16-20	48.000	418.807	16.667	16	7500.912
9	20-22	4.221	142.848	19.333	19	2795.724
10	22-24	8.000	282.570	21.333	21	6104.640
11	24-28	17.477	273.176	24.667	24	6987.332
12	28-30	8.444	317.029	27.333	27	8790.604
13	30-32	5.957	144.857	29.333	29	4375.592
14	32-34	6.559	129.933	31.333	31	4233.456
15	34-36	0.899	52.962	32.494	32.370	1743.618

Air	5037.29		22.160		111627.790
Σ Momen Aktif T					159010.417

Tabel 5.6 Rekapitulasi Momen Pasif

Lapis	Kedalaman	Pp Δ (kN/m)	Pp \square (kN/m)	y Δ (m)	y \square (m)	Momen Aktif T (kN-m/m)
6	10-12	20.591		9.333		192.178
7	12-16	39.704	79.408	12.667	12	1455.808
8	16-20	21.333	112.000	16.667	16	2147.556
9	20-22	15.162	121.298	19.333	19	2597.791
10	22-24	8.000	84.167	21.333	21	1938.167
11	24-28	85.857	425.553	24.667	24	12331.083
12	28-30	8.444	159.181	27.333	27	4528.710
13	30-32	36.458	375.107	29.333	29	11947.538
14	32-34	58.441	540.562	31.333	31	18588.566
15	34-36	8.011	243.406	32.494	32.37	8139.414
Air		3884.42		24.494		95143.606
Σ Momen Pasif T						159010.417
Δ Momen						0

Berdasarkan perhitungan manual dengan bantuan *Goal Seek* didapatkan $D_0 = 24,74$ m.

5.1.3 Panjang dinding total

Panjang dinding total didapatkan dengan menjumlahkan kedalaman penetrasi (D) dengan tinggi galian. Kedalaman penetrasi diperoleh dengan mengalikan D_0 dan *safety factor* (SF). Akan tetapi karena dinding penahan menggunakan konstruksi jangkar sebagai pengaku sehingga kedalaman penetrasi tidak perlu dikalikan dengan angka keamanan.

$$\begin{aligned} D &= D_0 \\ &= 24,74 \approx 25 \text{ m} \end{aligned}$$

Sehingga, panjang kebutuhan dinding penahan yang dibutuhkan yaitu $25 + 10 = 35 \text{ m}$.

5.1.4 Kontrol terhadap *heaving* / *hydrodynamic*

Untuk mengatasi kemungkinan air merembes kedalam area kerja saat dilakukan pengeringan, maka dibutuhkan kedalaman penurapan (D_c) yang cukup. Untuk mengetahui hal tersebut dilakukan dengan mengontrol rasio antara nilai gradien hidrolis (i) dengan gradien hidro kritis (i_w) dengan menggunakan Persamaan (2.46).

$$\Delta h = 10 - 3 = 7 \text{ m}$$

$$D_c = 25 \text{ m}$$

$$SF = 1,2$$

$$\gamma' = 4,421 \text{ kN/m}^3$$

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

$$i \cdot SF < i_w$$

$$\frac{\Delta h}{D_c} SF < \frac{\gamma'}{\gamma_w}$$

$$\frac{7}{25} 1,2 < \frac{4,421}{10}$$

$$8,4 < 0,4221 D_c$$

$$D_c > 19 \text{ m}$$

$$25 \text{ m} > 19 \text{ m} \dots \text{OK}$$

Maka dapat disimpulkan bahwa panjang dinding penahan tanah cukup untuk menahan rembesan (*heaving*) yang terjadi.

5.2. Perencanaan Turap

Pada perencanaan turap kali digunakan turap dengan jenis baja dengan bentuk Z. Output pada sub-bab ini berupa nilai deformasi total serta defleksi yang terjadi pada dinding penahan tanah.

5.2.1 Preliminary design

Sebelum melakukan perhitungan diperlukan data – data yang akan digunakan seperti data tanah dan parameter – parameter tanah. Selanjutnya dilakukan *preliminary design* untuk mempermudah perencanaan.

a. Data tanah

Data tanah yang digunakan dalam perencanaan turap menggunakan data tanah pada titik BR-05 seperti pada Tabel 4.1.

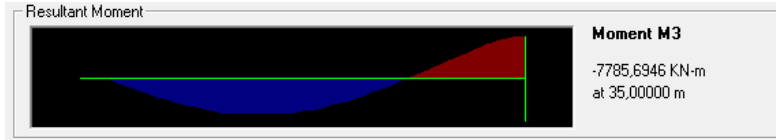
b. Pembebanan

Beban yang digunakan adalah beban mati dari struktur serta beban tambahan. Mengacu pada (SNI 8460 2017) Pasal 10.3.5.4 beban tambahan minimum sebesar 10 kN/m^2 yang bekerja di atas permukaan tanah, merepresentasikan beban alat gali, tanah galian sebelum diangkut, dan lainnya. Selain itu, mengacu pada Pasal 10.3.6.4 Beban tambahan sebesar 1 t/m^2 selebar 10 m diberikan di luar galian.

5.2.2 Perhitungan dimensi

Dalam menentukan dimensi turap dilakukan berdasarkan modulus penampang yang dibutuhkan. Sebelum mencari modulus penampang, terlebih dahulu harus mengetahui nilai momen maksimum yang terjadi pada dinding penahan. Untuk mencari momen maksimum digunakan program bantu SAP 2000. Adapun beban yang dipakai berupa tegangan tanah horizontal dan tegangan

air. Setelah memasukkan beban dilakukan analisa dan didapatkan momen maksimum seperti pada Gambar 5.5.



Gambar 5.5 Momen Maksimum Turap
(Sumber : Penulis, 2019)

Dalam menghitung modulus penampang yang dibutuhkan menggunakan Persamaan (2.20). Dalam hal ini tegangan ijin baja digunakan ASTM A-690 sebesar 210 MN/m^2 . Sehingga modulus penampang baja (S) yang dibutuhkan adalah :


$$S = \frac{M_{\max}}{\sigma_{\text{all}}} = \frac{7785,695}{210 \times 1000} = 0,037074 \text{ m}^3/\text{m} = 37074 \text{ cm}^3/\text{m}$$

Setelah mendapatkan nilai modulus penampang yang dibutuhkan, langkah selanjutnya yaitu menentukan penampang turap yang memiliki nilai modulus penampang sama atau lebih besar dari kebutuhan. Dalam hal ini digunakan turap dari ArcelorMittal Sheet Piling. Adapun spesifikasi turap seperti ditunjukkan pada Gambar 5.6.

Karena kebutuhan modulus penampang lebih besar daripada modulus penampang yang tersedia, sebagai akibatnya dinding penahan tanah jenis turap ini tidak dapat dipakai dalam perencanaan. Sehingga digunakan alternatif lain seperti *Diaphragm Wall* dan *Tangent Pile Wall*.

Section	S = Single pile D = Double pile	Sectional area	Mass	Moment of inertia	Elastic section modulus	Radius of gyration	Coating area ¹⁾
AZ 42-700N	Per S	181.1	142.1	73450	2945	20.14	1.03
	Per D	362.1	284.3	146900	5890	20.14	2.06
	Per m of wall	258.7	203.1	104930	4205	20.14	1.47
AZ 44-700N	Per S	191.0	149.9	77100	3085	20.09	1.03
	Per D	382.0	299.8	154210	6170	20.09	2.06
	Per m of wall	272.8	214.2	110150	4405	20.09	1.47
AZ 46-700N	Per S	200.9	157.7	80760	3220	20.05	1.03
	Per D	401.8	315.4	161520	6450	20.05	2.06
	Per m of wall	287.0	225.3	115370	4605	20.05	1.47
AZ 48-700	Per S	201.9	158.5	83760	3330	20.37	1.02
	Per D	403.8	317.0	167510	6660	20.37	2.04
	Per m of wall	288.4	226.4	119650	4755	20.37	1.46
AZ 50-700	Per S	211.8	166.3	87430	3470	20.32	1.02
	Per D	423.6	332.5	174850	6940	20.32	2.04
	Per m of wall	302.6	237.5	124890	4955	20.32	1.46
AZ 52-700	Per S	221.7	174.1	91100	3610	20.27	1.02
	Per D	443.5	348.1	182200	7215	20.27	2.04
	Per m of wall	316.8	248.7	130140	5155	20.27	1.46

¹⁾ One side, excluding inside of interlocks.



Coastal defense project, Colwyn Bay, UK

© LubbarStavini | UK

Z-Sections / 13

Gambar 5.6 Spesifikasi Turap Z Double
(Sumber : ArcelorMittal Sheet Piling, 2019)

5.3. Perencanaan *Diaphragm Wall*

Dalam merencanakan dinding penahan tanah jenis *diaphragm wall*, gaya lateral tanah di belakang dinding akan ditahan oleh berat sendiri dari *diaphragm wall*. Selain itu, untuk menambah stabilitas *diaphragm wall* digunakan jangkar. Selain untuk menambah stabilitas fungsi dari jangkar tersebut untuk mengurangi panjang tertanam dinding. Output dari sub bab ini berupa nilai defleksi maksimum, kebutuhan tulangan dinding, rencana anggaran biaya (RAB) berdasarkan jumlah material yang dibutuhkan. Masing – masing item dari output ini nantinya akan dibandingkan dengan jenis dinding penahan tanah lainnya kemudian dipilih satu jenis dinding penahan tanah yang akan dipakai sebagai kesimpulan dari tugas akhir ini.

5.3.1 *Preliminary design*

Sebelum melakukan perhitungan diperlukan data – data yang akan digunakan seperti data tanah dan parameter – parameter tanah. Selanjutnya dilakukan *preliminary design* untuk mempermudah perencanaan.

a. *Data tanah*

Data tanah yang digunakan dalam perencanaan *diaphragm wall* menggunakan data tanah pada titik BR-05 seperti pada Tabel 4.1.

b. *Diaphragm wall*

Berdasarkan perhitungan pada Sub Bab 5.1 didapatkan panjang dinding penahan yaitu sebesar 35 m. Selanjutnya dilakukan perencanaan awal / *preliminary design* untuk parameter – parameter lainnya sebagai berikut :

Tebal diaphragm wall	= 1 m
Luas penampang (A)	= 1 m ²
Inersia penampang (I)	= 0.0833 m ⁴
Mutu beton (f'c)	= 41,5 MPa
Mutu baja (fy)	= 400 MPa
Modulus elastisitas (E)	= 30.277,6 MPa
EA	= 21.194.342,4 kN
EI	= 2.523.136 kN.m ²

Berat (W) = 9,2187 kN/m

5.3.2 Analisa beam on elastic foundation

Perencanaan dinding penahan tanah *diaphragm wall* menggunakan metode *beam on elastic foundation*, 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 *beam on elastic foundation* merupakan metode iterasi dimana perbedaan dari nilai defleksi setelah dilakukan iterasi adalah 0. Untuk membantu perhitungan defleksi, maka digunakan program bantu SAP2000. Langkah-langkah dalam perencanaan struktur dinding penahan tanah pada tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Preliminary design dinding penahan tanah
2. Menghitung tekanan lateral tanah pada saat kondisi at-rest, kondisi aktif dan kondisi pasif menggunakan Persamaan sebagai berikut :

$$\sigma_0 = \sigma_v \times k_0 \rightarrow k_0 = 1 - \sin \phi$$

$$\sigma_{a \min} = \sigma_v \times k_a - 2c\sqrt{k_a}$$

$$\sigma_{a \max} = \sigma_v \times k_p + 2c\sqrt{k_p}$$

$$P_{(t)} = \sigma_v \times A \rightarrow A \approx 1m^2$$

Kemudian tekanan lateral tanah tersebut dijadikan beban terpusat yang bekerja terhadap dinding di setiap meter serta k_s (*coefficient of subgrade reactions*) yang nilainya seperti perhitungan pada BAB IV. Lalu dilakukan analisa menggunakan program bantu SAP 2000. Hasil analisa berupa defleksi di setiap titik – titik beban yang digunakan untuk perhitungan selanjutnya.

3. Melakukan iterasi dengan cara menghitung hasil defleksi yang didapatkan dengan beban *at-rest* menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$P_a = P_0 - \delta \times k_s > P_{amin}; A \approx 1m^2$$

$$P_p = P_0 + \delta \times k_s < P_{pmax}; A \approx 1m^2$$

Jika P_a telah melebihi batas P_{amin} dan P_p telah melebihi batas P_{pmax} , maka beban P_{amin} dan P_{pmax} akan digunakan pada perhitungan selanjutnya dengan menghilangkan pegas tanah di titik tersebut, lalu dimasukkan kembali ke program bantu SAP 2000 dan dicari nilai defleksinya pada kondisi tersebut. Bila nilai $P_a < 0$, maka nilai $P_a = 0$ dan pegas tanah di titik tersebut dihilangkan.

4. Mengulangi langkah 2 dan 3 hingga perbedaan defleksi iterasi mendekati 0.

Pada metode *beam on elastic foundation* kedalaman dinding dapat digunakan pemodelan menggunakan program bantu SAP2000 pada galian terakhir, yaitu elevasi -10 m dengan perletakan sendi pada elevasi -2 m. Tekanan tanah yang digunakan pada kondisi *at-rest* akan menjadi beban pada dinding. Contoh perhitungan tegangan tanah dalam kondisi *at-rest* ditunjukkan pada Tabel 5.7 untuk tegangan tanah di belakang dinding dan Tabel 5.8 untuk tekanan tanah di depan dinding. Selain itu, tekanan air pori menjadi beban seperti yang ditunjukkan pada Tabel 5.9. Perhitungan tekanan tanah selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran.

Tabel 5.7 Tegangan Tanah di Belakang Dinding

	H (m)	γ' (kN/m ³)	σ_v' (kN/m ²)	ϕ (°)	C_u (kPa)	K_a	σ_{hp} (kN/m ²)	K_a	K_p	σ_{hmin} (kN/m ²)	σ_{hmax} (kN/m ²)
0	0	0	10	31.50	0	0.48	4.78	0.31	3.19	3.14	31.88
0.5		14.84	17.42	31.50	0	0.48	8.32	0.31	3.19	5.46	55.55
0.5	0.5	14.84	17.42	31.50	0	0.48	8.32	0.31	3.19	5.46	55.55
1		14.84	24.84	31.50	0	0.48	11.86	0.31	3.19	7.79	79.21
1	0.5	14.84	24.84	31.50	0	0.48	11.86	0.31	3.19	7.79	79.21
1.5		14.84	32.26	31.50	0	0.48	15.41	0.31	3.19	10.12	102.87
1.5	0.5	14.84	32.26	31.50	0	0.48	15.41	0.31	3.19	10.12	102.87
2		14.84	39.68	31.50	0	0.48	18.95	0.31	3.19	12.45	126.53
2	0.5	14.84	39.68	25.67	0	0.57	22.50	0.40	2.53	15.70	100.33
2.5		13.33	46.35	25.67	0	0.57	26.27	0.40	2.53	18.33	117.18
2.5	0.5	13.33	46.35	25.67	0	0.57	26.27	0.40	2.53	18.33	117.18
3		13.33	53.02	25.67	0	0.57	30.05	0.40	2.53	20.97	134.04
3	0.5	13.33	53.02	25.67	0	0.57	30.05	0.40	2.53	20.97	134.04
3.5		3.33	54.68	25.67	0	0.57	31.00	0.40	2.53	21.63	138.25
3.5	0.5	3.33	54.68	25.67	0	0.57	31.00	0.40	2.53	21.63	138.25
4		3.33	56.35	25.67	0	0.57	31.94	0.40	2.53	22.29	142.46
4	0.5	3.33	56.35	36.00	0	0.41	23.23	0.26	3.85	14.63	217.05

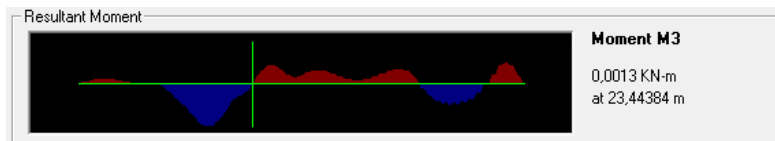
Tabel 5.8 Tegangan Tanah di Depan Dinding

Z (m)	H (m)	γ' (kN/m ³)	σ_v' (kN/m ²)	ϕ (°)	Cu (kPa)	K ₀	σ_{h1}' (kN/m ²)	K _a	K _p	σ_{hmin} (kN/m ²)	σ_{hmax} (kN/m ²)
10	0	0	0	26.67	0	0.68	0	0.52	1.93	0	0
11	1	5.33	5.33	26.67	0	0.68	3.64	0.52	1.93	2.76	10.30
11		5.33	5.33	26.67	0	0.68	3.64	0.52	1.93	2.76	10.30
12	1	5.33	10.67	26.67	0	0.68	7.28	0.52	1.93	5.53	20.59
12		5.33	10.67	25.33	0	0.70	7.46	0.54	1.86	5.73	19.85
13	1	2.67	13.33	25.33	0	0.70	9.32	0.54	1.86	7.16	24.81
13		2.67	13.33	25.33	0	0.70	9.32	0.54	1.86	7.16	24.81
14	1	2.67	16	25.33	0	0.70	11.18	0.54	1.86	8.60	29.78
14		2.67	16	25.33	0	0.70	11.18	0.54	1.86	8.60	29.78
15	1	2.67	18.67	25.33	0	0.70	13.05	0.54	1.86	10.03	34.74
15		2.67	18.67	25.33	0	0.70	13.05	0.54	1.86	10.03	34.74

Tabel 5.9 Tegangan Air Pori Penggalan Terakhir

H (m)	σ_w (kN/m ²)
3	0
10	70
35	0

Dalam menentukan kedalaman dari dinding, maka digunakan metode perhitungan sebelumnya, sehingga didapatkan bidang momen akibat dari tekanan lateral tanah berdasarkan Tabel 5.7, Tabel 5.8 dan Tabel 5.9. Hasil analisa SAP2000 dapat dilihat pada Gambar 5.7.

**Gambar 5.7** Hasil Momen pada SAP 2000
(Sumber : Penulis, 2019)

Berdasarkan diagram bidang momen pada Gambar 5.x, kedalaman dinding penahan dapat diambil pada kedalaman 24 m. Akan tetapi dalam perencanaan ini digunakan kedalaman berdasarkan perhitungan analisa kesetimbangan gaya, karena memiliki panjang sebesar 35 m.

Perencanaan *diaphragm wall* akan dilakukan penggalian menjadi lima fase penggalian. Fase pertama yaitu pada elevasi -2 m, penggalian kedua pada elevasi -4 m, fase ketiga pada elevasi -6 m, fase keempat pada elevasi -8 m dan fase kelima pada elevasi -10 m. Dalam memodelkan beban pada SAP 2000 digunakan tekanan tanah pada kondisi *at-rest*. Pada fase pertama, output yang dihasilkan adalah defleksi yang nantinya akan diperhitungkan sebagai *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 dan seterusnya. Dinding penahan tanah yang direncanakan harus mampu menahan beban tanah pada proses penggalian dan masa operasionalnya.

1. Penggalian pertama

Penggalian pertama direncanakan penggalian sampai elevasi -2 m. Tekanan tanah di depan dinding akan dimulai dihitung pada kedalaman -2 m. Contoh perhitungan tegangan tanah pada kondisi *at-rest*, aktif minimum dan pasif maksimum ditunjukkan pada Tabel 5.10 untuk tekanan tanah di belakang dinding dan Tabel 5.11 untuk tekanan tanah di depan dinding. Pada penggalian pertama ini belum terdapat tekanan air pori karena masih diatas muka air tanah. Untuk perhitungan secara keseluruhan dapat dilihat pada Lampiran.

Tabel 5.10 Tegangan Tanah di Belakang Dinding Penggalian Pertama Iterasi Pertama

	H (m)	γ' (kN/m ³)	σ_v' (kN/m ²)	ϕ (°)	C_u (kPa)	K_a	σ_{h0} (kN/m ²)	K_a	K_p	σ_{hmin} (kN/m ²)	σ_{hmax} (kN/m ²)
0	0	0	10	31.50	0	0.48	4.78	0.31	3.19	3.14	31.88
0.5	0.5	14.84	17.42	31.50	0	0.48	8.32	0.31	3.19	5.46	55.55
0.5		14.84	17.42	31.50	0	0.48	8.32	0.31	3.19	5.46	55.55
1	0.5	14.84	24.84	31.50	0	0.48	11.86	0.31	3.19	7.79	79.21
1		14.84	24.84	31.50	0	0.48	11.86	0.31	3.19	7.79	79.21
1.5	0.5	14.84	32.26	31.50	0	0.48	15.41	0.31	3.19	10.12	102.87
1.5		14.84	32.26	31.50	0	0.48	15.41	0.31	3.19	10.12	102.87
2	0.5	14.84	39.68	31.50	0	0.48	18.95	0.31	3.19	12.45	126.53
2		14.84	39.68	25.67	0	0.57	22.50	0.40	2.53	15.70	100.33
2.5	0.5	13.33	46.35	25.67	0	0.57	26.27	0.40	2.53	18.33	117.18
2.5		13.33	46.35	25.67	0	0.57	26.27	0.40	2.53	18.33	117.18
3	0.5	13.33	53.02	25.67	0	0.57	30.05	0.40	2.53	20.97	134.04
3		13.33	53.02	25.67	0	0.57	30.05	0.40	2.53	20.97	134.04
3.5	0.5	3.33	54.68	25.67	0	0.57	31.00	0.40	2.53	21.63	138.25
3.5		3.33	54.68	25.67	0	0.57	31.00	0.40	2.53	21.63	138.25
4	0.5	3.33	56.35	25.67	0	0.57	31.94	0.40	2.53	22.29	142.46
4		3.33	56.35	36.00	0	0.41	23.23	0.26	3.85	14.63	217.05

Tabel 5.11 Tegangan Tanah di Depan Dinding Penggalian Pertama Iterasi Pertama

Z (m)	H (m)	γ' (kN/m ³)	σ_v' (kN/m ²)	ϕ (°)	Cu (kPa)	K ₀	σ_{hs}' (kN/m ²)	K _a	K _p	σ_{hmin} (kN/m ²)	σ_{hmax} (kN/m ²)
2	0	0	0	25.67	0	0.69	0	0.53	1.88	0	0
3	1	13.33	13.33	25.67	0	0.69	9.27	0.53	1.88	7.10	25.04
3		13.33	13.33	25.67	0	0.69	9.27	0.53	1.88	7.10	25.04
4	1	3.33	16.67	25.67	0	0.69	11.58	0.53	1.88	8.87	31.30
4		3.33	16.67	36	0	0.56	9.40	0.39	2.55	6.55	42.43
5	1	8	24.67	36.00	0	0.56	13.91	0.39	2.55	9.69	62.79
5		8	24.67	36	0	0.56	13.91	0.39	2.55	9.69	62.79
6	1	8	32.67	36	0	0.56	18.43	0.39	2.55	12.83	83.16
6		8	32.67	30.90	0	0.63	20.56	0.46	2.18	15.00	71.13
7	1	4.42	37.09	30.90	0	0.63	23.34	0.46	2.18	17.03	80.76
7		4.42	37.09	30.9	0	0.63	23.34	0.46	2.18	17.03	80.76
8	1	4.42	41.51	30.9	0	0.63	26.13	0.46	2.18	19.06	90.39
8		4.42	41.51	26.67	0	0.68	28.33	0.52	1.93	21.50	80.13
9	1	5.33	46.84	26.67	0	0.68	31.97	0.52	1.93	24.27	90.42
9		5.33	46.84	26.67	0	0.68	31.97	0.52	1.93	24.27	90.42
10	1	5.33	52.18	26.67	0	0.68	35.61	0.52	1.93	27.03	100.72
10		5.33	52.18	26.67	0	0.68	35.61	0.52	1.93	27.03	100.72

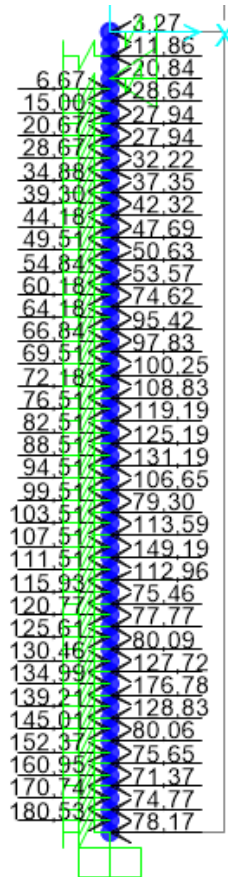
Setelah tegangan tanah diperoleh, selanjutnya menghitung tekanan tanah di tiap meternya dengan mempertimbangkan batas minimum (P_{amin}) dan batas maksimum (P_{pmax}) dari tegangan tanah, sehingga dapat digunakan pada iterasi selanjutnya. Perhitungan tekanan tanah sebagai masukan beban terpusat pada SAP 2000 ditunjukkan pada Tabel 5.12 untuk tekanan tanah di belakang dinding dan Tabel 5.13 untuk tekanan tanah di depan dinding. Masukan data beban pada SAP 2000 dapat dilihat pada Gambar 5.8. *Output* yang dihasilkan berupa defleksi tiap meter titik tangkap beban.

Tabel 5.12 Tekanan Tanah
di Belakang Dinding
Penggalian Pertama Iterasi 1

H (m)	P ₀ (kN/m)	K _s (kN/m ²)
0	3.273	32280.7
1	11.862	32280.7
2	20.840	15625
3	28.637	15625
4	27.938	54945.05
5	27.938	54945.05
6	32.223	29473.68
7	37.346	29473.68
8	42.323	23437.5
9	47.693	23437.5
10	50.633	23437.5
11	53.573	23437.5
12	74.624	13020.83
13	95.415	13020.83
14	97.834	13020.83
15	100.253	13020.83
16	108.828	2083.33
17	119.193	2083.33
18	125.193	2083.33
19	131.193	2083.33
20	106.653	18229.17
21	79.298	18229.17
22	113.588	997.44
23	149.193	997.44
24	112.960	32280.7
25	75.462	32280.7
26	77.774	32280.7
27	80.086	32280.7
28	127.719	533.33
29	176.784	533.33
30	128.830	49122.81
31	80.058	49122.81
32	75.647	110961.16
33	71.369	110961.16
34	74.768	110961.16
35	78.168	110961.16

Tabel 5.13 Tekanan Tanah
di Depan Dinding
Penggalian Pertama Iterasi 1

H (m)	P ₀ (kN/m)	K _s (kN/m ²)
0	0	32280.7
0.5	0	32280.7
1.5	0	32280.7
2.5	6.667	15625
3.5	15	15625
4.5	20.667	54945.05
5.5	28.667	54945.05
6.5	34.877	29473.68
7.5	39.298	29473.68
8.5	44.175	23437.5
9.5	49.509	23437.5
10.5	54.842	23437.5
11.5	60.175	23437.50
12.5	64.175	13020.83
13.5	66.842	13020.83
14.5	69.509	13020.83
15.5	72.175	13020.83
16.5	76.509	2083.33
17.5	82.509	2083.33
18.5	88.509	2083.33
19.5	94.509	2083.33
20.5	99.509	18229.17
21.5	103.509	997.44
22.5	107.509	997.44
23.5	111.509	32280.7
24.5	115.930	32280.7
25.5	120.772	32280.7
26.5	125.614	32280.7
27.5	130.456	533.33
28.5	134.988	533.33
29.5	139.211	49122.81
30.5	145.006	49122.81
31.5	152.374	110961.16
32.5	160.953	110961.16
33.5	170.743	110961.16
34.5	180.532	110961.16



Gambar 5.8 Masukan Data Beban Penggalan Pertama pada SAP 2000

(Sumber : Penulis, 2019)

Pada iterasi pertama ini, hasil analisa berupa defleksi dinding yang selanjutnya akan menimbulkan beban tekanan tanah bertambah atau berkurang tergantung dari besar defleksi tersebut. Hasil dari analisa program bantu SAP 2000 dapat dilihat pada Tabel 5.14 yang menunjukkan defleksi dinding pada titik tangkap beban.

Tabel 5.14 Hasil Defleksi pada Tiap Titik Tangkap Beban Penggalan Pertama Iterasi Pertama

H (m)	δ (m)	H (m)	δ (m)
0	0.000011	0	0.000011
1	5.29E-06	0.5	8.28E-06
2	0	1.5	2.14E-06
3	2.59E-06	2.5	4.6E-07
4	8.17E-06	3.5	4.34E-06
5	0.00002	4.5	0.000012
6	0.000046	5.5	0.00003
7	0.000094	6.5	0.000066
8	0.00017	7.5	0.000127
9	0.00028	8.5	0.00022
10	0.000426	9.5	0.000347
11	0.000606	10.5	0.00051
12	0.000812	11.5	0.000705
13	0.001025	12.5	0.000917
14	0.001219	13.5	0.001123
15	0.001375	14.5	0.001301
16	0.001475	15.5	0.001431
17	0.001499	16.5	0.001495
18	0.001435	17.5	0.001475
19	0.001288	18.5	0.001368
20	0.001076	19.5	0.001185
21	0.000831	20.5	0.000953
22	0.000581	21.5	0.000704
23	0.000331	22.5	0.000453
24	0.000086	23.5	0.000203
25	-0.00013	24.5	-2.9E-05
26	-0.00029	25.5	-0.00022
27	-0.00039	26.5	-0.00035
28	-0.00044	27.5	-0.00042
29	-0.00044	28.5	-0.00045
30	-0.00042	29.5	-0.00044
31	-0.00037	30.5	-0.0004
32	-0.00029	31.5	-0.00034
33	-0.00018	32.5	-0.00024
34	-6.9E-05	33.5	-0.00013
35	0	34.5	-2.9E-05

Setelah didapatkan hasil defleksi seperti pada Tabel 5.14, selanjutnya perlu dilakukan iterasi kedua dengan mempertimbangkan nilai defleksi pada Tabel 5.14. Begitu 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 5.15 untuk tekanan tanah di belakang dinding dan Tabel 5.16 untuk tekanan tanah di depan dinding.

Tabel 5.15 Tekanan Tanah di Belakang Dinding Penggalan Pertama Iterasi Kedua

H (m)	P ₀	δ (m)	K _s (kN/m ²)	P _a (kN)	P _a min (kN)	P _a pakai	Spring	
0	3.27	0.0000	32280.7	2.92	0	2.92	Yes	32280.7
1	11.86	0.0000	32280.7	11.69	4.30	11.69	Yes	32280.7
2	20.84	0.0000	15625	20.84	6.63	20.84	Yes	15625
3	28.64	0.0000	15625	28.60	8.95	28.60	Yes	15625
4	27.94	0.0000	54945.05	27.49	11.28	27.49	Yes	54945.05
5	27.94	0.0000	54945.05	26.84	17.02	26.84	Yes	54945.05
6	32.22	0.0000	29473.68	30.87	19.65	30.87	Yes	29473.68
7	37.35	0.0001	29473.68	34.58	21.30	34.58	Yes	29473.68
8	42.32	0.0002	23437.5	38.34	21.96	38.34	Yes	23437.5
9	47.69	0.0003	23437.5	41.13	15.15	41.13	Yes	23437.5
10	50.63	0.0004	23437.5	40.65	16.19	40.65	Yes	23437.5
11	53.57	0.0006	23437.5	39.37	17.23	39.37	Yes	23437.5
12	74.62	0.0008	13020.83	64.05	18.26	64.05	Yes	13020.83
13	95.42	0.0010	13020.83	82.07	23.61	82.07	Yes	13020.83
14	97.83	0.0012	13020.83	81.96	24.32	81.96	Yes	13020.83
15	100.25	0.0014	13020.83	82.35	25.03	82.35	Yes	13020.83
16	108.83	0.0015	2083.33	105.75	25.74	105.75	Yes	2083.33
17	119.19	0.0015	2083.33	116.07	31.40	116.07	Yes	2083.33
18	125.19	0.0014	2083.33	122.20	32.41	122.20	Yes	2083.33
19	131.19	0.0013	2083.33	128.51	33.43	128.51	Yes	2083.33
20	106.65	0.0011	18229.17	87.04	34.44	87.04	Yes	18229.17
21	79.30	0.0008	18229.17	64.15	35.46	64.15	Yes	18229.17
22	113.59	0.0006	997.44	113.01	36.47	113.01	Yes	997.44
23	149.19	0.0003	997.44	148.86	37.48	148.86	Yes	997.44
24	112.96	0.0001	32280.7	110.18	38.50	110.18	Yes	32280.7
25	75.46	-0.0001	32280.7	71.33	85.64	85.64	No	0
26	77.77	-0.0003	32280.7	68.41	86.75	86.75	No	0
27	80.09	-0.0004	32280.7	67.46	87.85	87.85	No	0
28	127.72	-0.0004	533.33	127.49	88.96	127.49	Yes	533.33
29	176.78	-0.0004	533.33	176.55	90.07	176.55	Yes	533.33
30	128.83	-0.0004	49122.81	108.20	91.17	108.20	Yes	49122.81
31	80.06	-0.0004	49122.81	61.78	92.28	92.28	No	0
32	75.65	-0.0003	110961.16	43.58	93.39	93.39	No	0
33	71.37	-0.0002	110961.16	51.29	78.03	78.03	No	0
34	74.77	-0.0001	110961.16	67.11	79.53	79.53	No	0
35	78.17	0.0000	110961.16	78.17	81.03	81.03	No	0

Tabel 5.16 Tekanan Tanah di Depan Dinding Penggalian Pertama Iterasi Kedua

H (m)	P ₀	δ (m)	K _s (kN/m ²)	P _p (kN)	P _p max (kN)	P _p pakai	Spring
2.5	6.67	0.0000	15625	6.67	12.52	6.67	Yes 15625
3.5	15.00	0.0000	15625	15.07	28.17	15.07	Yes 15625
4.5	20.67	0.0000	54945.05	21.33	52.61	21.33	Yes 54945.05
5.5	28.67	0.0000	54945.05	30.32	72.97	30.32	Yes 54945.05
6.5	34.88	0.0001	29473.68	36.82	75.95	36.82	Yes 29473.68
7.5	39.30	0.0001	29473.68	43.04	85.57	43.04	Yes 29473.68
8.5	44.18	0.0002	23437.5	49.33	85.27	49.33	Yes 23437.5
9.5	49.51	0.0003	23437.5	57.64	95.57	57.64	Yes 23437.5
10.5	54.84	0.0005	23437.5	66.80	105.86	66.80	Yes 23437.5
11.5	60.18	0.0007	23437.50	76.70	116.16	76.70	Yes 23437.5
12.5	64.18	0.0009	13020.83	76.12	119.44	76.12	Yes 13020.83
13.5	66.84	0.0011	13020.83	81.46	124.40	81.46	Yes 13020.83
14.5	69.51	0.0013	13020.83	86.45	129.36	86.45	Yes 13020.83
15.5	72.18	0.0014	13020.83	90.81	134.33	90.81	Yes 13020.83
16.5	76.51	0.0015	2083.33	79.62	113.18	79.62	Yes 2083.33
17.5	82.51	0.0015	2083.33	85.58	119.18	85.58	Yes 2083.33
18.5	88.51	0.0014	2083.33	91.36	125.18	91.36	Yes 2083.33
19.5	94.51	0.0012	2083.33	96.98	131.18	96.98	Yes 2083.33
20.5	99.51	0.0010	18229.17	116.88	188.60	116.88	Yes 18229.17
21.5	103.51	0.0007	997.44	104.21	196.18	104.21	Yes 997.442
22.5	107.51	0.0005	997.44	107.96	113.76	107.96	Yes 997.442
23.5	111.51	0.0002	32280.7	118.06	117.76	117.76	No. 0
24.5	115.93	0.0000	32280.7	116.87	256.95	116.87	Yes 32280.7
25.5	120.77	-0.0002	32280.7	127.84	267.68	127.84	Yes 32280.7
26.5	125.61	-0.0004	32280.7	136.94	278.41	136.94	Yes 32280.7
27.5	130.46	-0.0004	533.33	130.68	289.15	130.68	Yes 533.33
28.5	134.99	-0.0004	533.33	135.23	171.65	135.23	Yes 533.33
29.5	139.21	-0.0004	49122.81	160.68	175.88	160.68	Yes 49122.81
30.5	145.01	-0.0004	49122.81	164.80	358.73	164.80	Yes 49122.81
31.5	152.37	-0.0003	110961.16	189.88	376.96	189.88	Yes 110961.2
32.5	160.95	-0.0002	110961.16	187.58	480.43	187.58	Yes 110961.2
33.5	170.74	-0.0001	110961.16	184.83	509.65	184.83	Yes 110961.2
34.5	180.53	0.0000	110961.16	183.75	538.87	183.75	Yes 110961.2

Proses iterasi berlanjut hingga tidak ada perbedaan defleksi dan beban pada iterasi terakhir dengan iterasi sebelumnya. Pada iterasi keenam, tidak didapatkan perbedaan nilai defleksi dan beban lateral, sehingga proses iterasi pada penggalian pertama telah selesai. Tekanan lateral tanah yang menjadi beban dinding pada iterasi terakhir dapat dilihat pada Tabel 5.17 untuk tekanan tanah di belakang dinding dan Tabel 5.18 untuk tekanan tanah di depan dinding. Hasil defleksi yang terjadi dapat dilihat pada Tabel

5.19 dan Gambar 5.9. Hasil iterasi secara keseluruhan dapat dilihat pada Lampiran.

Tabel 5.17 Tekanan Tanah di Belakang Dinding Penggalian
Pertama Iterasi Terakhir

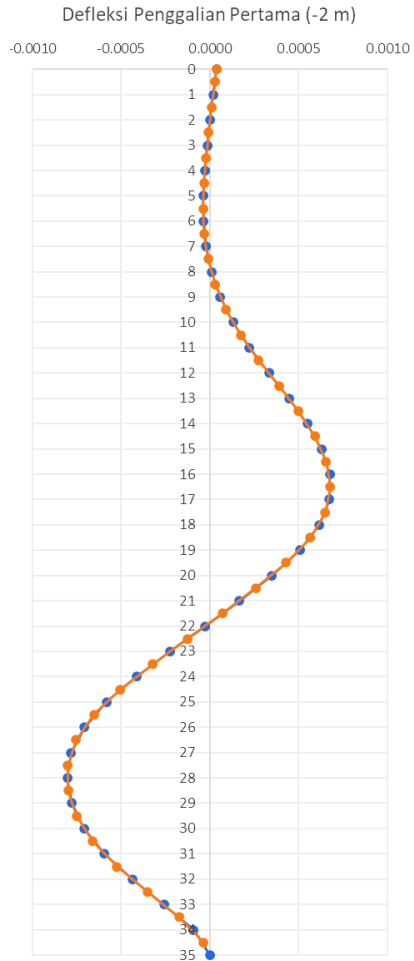
H (m)	P ₀	δ (m)	K _s (kN/m ²)	Pa (kN)	Pa min (kN)	Pa pakai	Spring	
0	3.27	0.0000	32280.7	2.63	0	2.63	Yes	32280.7
1	11.86	0.0000	32280.7	11.54	4.30	11.54	Yes	32280.7
2	20.84	0	15625	20.84	6.63	20.84	Yes	15625
3	28.64	0.0000	15625	28.59	8.95	28.59	Yes	15625
4	27.94	0.0000	54945.05	27.65	11.28	27.65	Yes	54945.05
5	27.94	0.0000	54945.05	27.77	17.02	27.77	Yes	54945.05
6	32.22	0.0000	29473.68	31.94	19.65	31.94	Yes	29473.68
7	37.35	0.0000	29473.68	36.20	21.30	36.20	Yes	29473.68
8	42.32	0.0001	23437.5	40.19	21.96	40.19	Yes	23437.5
9	47.69	0.0002	23437.5	43.73	15.15	43.73	Yes	23437.5
10	50.63	0.0003	23437.5	44.16	16.19	44.16	Yes	23437.5
11	53.57	0.0004	23437.5	43.94	17.23	43.94	Yes	23437.5
12	74.62	0.0006	13020.83	67.22	18.26	67.22	Yes	13020.83
13	95.42	0.0007	13020.83	85.88	23.61	85.88	Yes	13020.83
14	97.83	0.0009	13020.83	86.38	24.32	86.38	Yes	13020.83
15	100.25	0.0010	13020.83	87.30	25.03	87.30	Yes	13020.83
16	108.83	0.0011	2083.33	106.62	25.74	106.62	Yes	2083.33
17	119.19	0.0010	2083.33	117.01	31.40	117.01	Yes	2083.33
18	125.19	0.0010	2083.33	123.21	32.41	123.21	Yes	2083.33
19	131.19	0.0008	2083.333	129.60	33.43	129.60	Yes	2083.33
20	106.65	0.0005	18229.17	97.43	34.44	97.43	Yes	18229.17
21	79.30	0.0002	18229.17	75.60	35.46	75.60	Yes	18229.17
22	113.59	-0.0001	997.44	113.47	36.47	113.47	Yes	997.4425
23	149.19	-0.0004	997.44	148.75	37.48	148.75	Yes	997.4425
24	112.96	-0.0008	32280.7	88.04	38.50	88.04	Yes	32280.7
25	75.46	-0.0011	32280.7	41.24	85.64	85.64	No	0
26	77.77	-0.0013	32280.7	36.39	86.75	86.75	No	0
27	80.09	-0.0014	32280.7	34.25	87.85	87.85	No	0
28	127.72	-0.0015	533.33	126.93	88.96	126.93	Yes	533.33
29	176.78	-0.0014	533.33	176.01	90.07	176.01	Yes	533.33
30	128.83	-0.0013	49122.81	63.69	91.17	91.17	No	0
31	80.06	-0.0011	49122.81	25.53	92.28	92.28	No	0
32	75.65	-0.0008	110961.2	-14.01	93.39	93.39	No	0
33	71.37	-0.0005	110961.2	19.77	78.03	78.03	No	0
34	74.77	-0.0002	110961.2	57.13	79.53	79.53	No	0
35	78.17	0	110961.2	78.17	81.03	81.03	No	0

Tabel 5.18 Tekanan Tanah di Depan Dinding Penggalian Pertama Iterasi Terakhir

H (m)	P ₀	δ (m)	K _s (kN/m ²)	P _p (kN)	P _p max (kN)	P _p pakai	Spring	
2.5	6.67	0.0000	15625	6.70	12.52	6.70	Yes	15625
3.5	15.00	0.0000	15625	15.08	28.17	15.08	Yes	15625
4.5	20.67	0.0000	54945.05	20.98	52.61	20.98	Yes	54945.05
5.5	28.67	0.0000	54945.05	28.70	72.97	28.70	Yes	54945.05
6.5	34.88	0.0000	29473.68	35.50	75.95	35.50	Yes	29473.68
7.5	39.30	0.0000	29473.68	41.10	85.57	41.10	Yes	29473.68
8.5	44.18	0.0000	23437.5	47.13	85.27	47.13	Yes	23437.5
9.5	49.51	0.0000	23437.5	54.62	95.57	54.62	Yes	23437.5
10.5	54.84	0.0001	23437.5	62.79	105.86	62.79	Yes	23437.5
11.5	60.18	0.0001	23437.5	71.57	116.16	71.57	Yes	23437.5
12.5	64.18	0.0002	13020.83	72.63	119.44	72.63	Yes	13020.83
13.5	66.84	0.0003	13020.83	77.35	124.40	77.35	Yes	13020.83
14.5	69.51	0.0005	13020.83	81.75	129.36	81.75	Yes	13020.83
15.5	72.18	0.0006	13020.83	85.61	134.33	85.61	Yes	13020.83
16.5	76.51	0.0008	2083.33	78.72	113.18	78.72	Yes	2083.33
17.5	82.51	0.0009	2083.33	84.61	119.18	84.61	Yes	2083.33
18.5	88.51	0.0010	2083.33	90.31	125.18	90.31	Yes	2083.33
19.5	94.51	0.0011	2083.333	95.84	131.18	95.84	Yes	2083.33
20.5	99.51	0.0010	18229.17	106.00	188.60	106.00	Yes	18229.17
21.5	103.51	0.0009	997.4425	103.55	196.18	103.55	Yes	997.44
22.5	107.51	0.0006	997.4425	107.79	113.76	107.79	Yes	997.44
23.5	111.51	0.0004	32280.7	131.39	117.76	117.76	No.	0
24.5	115.93	0.0000	32280.7	145.79	256.95	145.79	Yes	32280.7
25.5	120.77	-0.0003	32280.7	158.96	267.68	158.96	Yes	32280.7
26.5	125.61	-0.0006	32280.7	169.68	278.41	169.68	Yes	32280.7
27.5	130.46	-0.0009	533.33	131.23	289.15	131.23	Yes	533.33
28.5	134.99	-0.0012	533.33	135.77	171.65	135.77	Yes	533.33
29.5	139.21	-0.0014	49122.81	208.03	175.88	175.88	No.	0
30.5	145.01	-0.0015	49122.81	205.57	358.73	205.57	Yes	49122.81
31.5	152.37	-0.0015	110961.2	260.23	376.96	260.23	Yes	110961.2
32.5	160.95	-0.0014	110961.2	231.97	480.43	231.97	Yes	110961.2
33.5	170.74	-0.0012	110961.2	204.59	509.65	204.59	Yes	110961.2
34.5	180.53	-0.0010	110961.2	186.75	538.87	186.75	Yes	110961.2

Tabel 5.19 Defleksi pada Penggalan Pertama Iterasi Terakhir

H (m)	δ (m)	H (m)	δ (m)
0	0.0000	0	0.0000
1	0.0000	0.5	0.0000
2	0.0000	1.5	0.0000
3	0.0000	2.5	0.0000
4	0.0000	3.5	0.0000
5	0.0000	4.5	0.0000
6	0.0000	5.5	0.0000
7	0.0000	6.5	0.0000
8	0.0000	7.5	0.0000
9	0.0000	8.5	0.0000
10	0.0001	9.5	0.0001
11	0.0002	10.5	0.0002
12	0.0003	11.5	0.0003
13	0.0005	12.5	0.0004
14	0.0006	13.5	0.0006
15	0.0007	14.5	0.0007
16	0.0008	15.5	0.0008
17	0.0008	16.5	0.0008
18	0.0007	17.5	0.0008
19	0.0006	18.5	0.0006
20	0.0003	19.5	0.0004
21	0.0000	20.5	0.0002
22	-0.0003	21.5	-0.0001
23	-0.0006	22.5	-0.0004
24	-0.0009	23.5	-0.0007
25	-0.0012	24.5	-0.0010
26	-0.0014	25.5	-0.0013
27	-0.0015	26.5	-0.0015
28	-0.0016	27.5	-0.0015
29	-0.0015	28.5	-0.0015
30	-0.0014	29.5	-0.0015
31	-0.0012	30.5	-0.0013
32	-0.0008	31.5	-0.0010
33	-0.0005	32.5	-0.0007
34	-0.0002	33.5	-0.0003
35	0.0000	34.5	-0.0001



Gambar 5.9 Defleksi pada Penggalan Pertama Iterasi Terakhir
(Sumber : Penulis, 2019)

2. Penggalian kedua

Setelah penggalian pertama selesai, dilanjutkan penggalian kedua. Pada penggalian fase kedua akan mempertimbangkan defleksi dinding fase pertama dan juga pemasangan jangkar. Penggalian dimulai pada elevasi -2 m hingga elevasi -4 m yang mengakibatkan tekanan tanah di depan dinding dan tekanan air pori berubah. Contoh perhitungan tegangan tanah di depan dinding dapat dilihat pada Tabel 5.20. Sedangkan tegangan tanah di belakang dinding tidak ada perubahan elevasi karena tidak dilakukan penggalian. Untuk perhitungan secara keseluruhan dapat dilihat pada Lampiran. Sedangkan tekanan air pori dapat dilihat pada Tabel 5.21.

Tabel 5.20 Tegangan Tanah di Depan Dinding Penggalian Kedua Iterasi Pertama

Z (m)	H (m)	γ' (kN/m ³)	σ_v' (kN/m ²)	ϕ (°)	Cu (kPa)	K0	σ_{hu}' (kN/m ²)	Ka	Kp	σ_{hmin} (kN/m ²)	σ_{hmax} (kN/m ²)
4	0	0	0	36	0	0.56	0	0.39	2.55	0	0
5	1	8	8	36.00	0	0.56	4.51	0.39	2.55	3.14	20.36
5		8	8	36	0	0.56	4.51	0.39	2.55	3.14	20.36
6	1	8	16	36	0	0.56	9.03	0.39	2.55	6.29	40.73
6		8	16	30.90	0	0.63	10.07	0.46	2.18	7.35	34.84
7	1	4.42	20.42	30.90	0	0.63	12.85	0.46	2.18	9.38	44.47
7		4.42	20.42	30.9	0	0.63	12.85	0.46	2.18	9.38	44.47
8	1	4.42	24.84	30.9	0	0.63	15.64	0.46	2.18	11.41	54.09
8		4.42	24.84	26.67	0	0.68	16.95	0.52	1.93	12.87	47.95
9	1	5.33	30.18	26.67	0	0.68	20.60	0.52	1.93	15.63	58.25
9		5.33	30.18	26.67	0	0.68	20.60	0.52	1.93	15.63	58.25
10	1	5.33	35.51	26.67	0	0.68	24.24	0.52	1.93	18.39	68.54
10		5.33	35.51	26.67	0	0.68	24.24	0.52	1.93	18.39	68.54

Tabel 5.21 Tegangan Air Pori Penggalian Kedua Iterasi Pertama

H (m)	σ_w (kN/m ²)
3	0
4	10
35	0

Setelah tegangan tanah diperoleh, selanjutnya menghitung tekanan tanah di tiap meternya dengan mempertimbangkan batas minimum (P_{amin}) dan batas maksimum (P_{pmax}) dari tegangan tanah, sehingga dapat digunakan pada iterasi selanjutnya. Perhitungan tekanan tanah sebagai masukan beban terpusat pada SAP 2000 ditunjukkan pada Tabel 5.22 untuk tekanan tanah di belakang dinding dan Tabel 5.23

untuk tekanan tanah di depan dinding. *Output* yang dihasilkan berupa defleksi tiap meter titik tangkap beban.

Tabel 5.22 Tekanan Tanah di Belakang Dinding Penggalan Kedua Iterasi Pertama

H (m)	P ₀	δ (m)	Ks (kN/m ²)	Pa (kN)	Pa min (kN)	Pa pakai	Spring
0	3.27	0.0000	32280.7	2.40	0	2.40	Yes 32280.7
1	11.86	0.0000	32280.7	11.44	4.30	11.44	Yes 32280.7
2	20.84	0.0000	15625	20.84	6.63	20.84	Yes 15625
3	28.64	0.0000	15625	28.54	8.95	28.54	Yes 15625
4	27.94	0.0000	54945.05	27.17	11.28	27.17	Yes 54945.05
5	27.94	0.0000	54945.05	26.67	17.02	26.67	Yes 54945.05
6	32.22	0.0000	29473.68	31.37	19.65	31.37	Yes 29473.68
7	37.35	0.0000	29473.68	36.58	21.30	36.58	Yes 29473.68
8	42.32	0.0000	23437.5	42.17	21.96	42.17	Yes 23437.5
9	47.69	0.0000	23437.5	46.85	15.15	46.85	Yes 23437.5
10	50.63	0.0001	23437.5	48.10	16.19	48.10	Yes 23437.5
11	53.57	0.0002	23437.5	48.63	17.23	48.63	Yes 23437.5
12	74.62	0.0003	13020.83	70.16	18.26	70.16	Yes 13020.83
13	95.42	0.0005	13020.83	89.07	23.61	89.07	Yes 13020.83
14	97.83	0.0006	13020.83	89.70	24.32	89.70	Yes 13020.83
15	100.25	0.0007	13020.83	90.66	25.03	90.66	Yes 13020.83
16	108.83	0.0008	2083.33	107.15	25.74	107.15	Yes 2083.33
17	119.19	0.0008	2083.33	117.51	31.40	117.51	Yes 2083.33
18	125.19	0.0007	2083.33	123.68	32.41	123.68	Yes 2083.33
19	131.19	0.0006	2083.33	130.03	33.43	130.03	Yes 2083.33
20	106.65	0.0003	18229.17	100.82	34.44	100.82	Yes 18229.17
21	79.30	0.0000	18229.17	78.61	35.46	78.61	Yes 18229.17
22	113.59	-0.0003	997.44	113.32	36.47	113.32	Yes 997.44
23	149.19	-0.0006	997.44	148.61	37.48	148.61	Yes 997.44
24	112.96	-0.0009	32280.7	84.20	38.50	84.20	Yes 32280.7
25	75.46	-0.0012	32280.7	37.76	85.64	85.64	No 0
26	77.77	-0.0014	32280.7	33.19	86.75	86.75	No 0
27	80.09	-0.0015	32280.7	31.31	87.85	87.85	No 0
28	127.72	-0.0016	533.33	126.89	88.96	126.89	Yes 533.33
29	176.78	-0.0015	533.33	175.98	90.07	175.98	Yes 533.33
30	128.83	-0.0014	49122.81	60.60	91.17	91.17	No 0
31	80.06	-0.0012	49122.81	23.03	92.28	92.28	No 0
32	75.65	-0.0008	110961.2	-18.00	93.39	93.39	No 0
33	71.37	-0.0005	110961.2	17.55	78.03	78.03	No 0
34	74.77	-0.0002	110961.2	56.35	79.53	79.53	No 0
35	78.17	0.0000	110961.2	78.17	81.03	81.03	No 0

Tabel 5.23 Tekanan Tanah di Depan Dinding Penggalan Kedua Iterasi Pertama

H (m)	P ₀	δ (m)	K _s (kN/m ²)	P _p (kN)	P _p max (kN)	P _p pakai	Spring	
4.5	4	0.0000	54945.05	5.04	10.18	5.04	Yes	54945.05
5.5	12	0.0000	54945.05	13.54	30.55	13.54	Yes	54945.05
6.5	18.21	0.0000	29473.68	19.09	39.65	19.09	Yes	29473.68
7.5	22.63	0.0000	29473.68	23.22	49.28	23.22	Yes	29473.68
8.5	27.51	0.0000	23437.5	27.77	53.10	27.77	Yes	23437.5
9.5	32.84	0.0001	23437.5	34.41	63.40	34.41	Yes	23437.5
10.5	38.18	0.0002	23437.5	41.78	73.69	41.78	Yes	23437.5
11.5	43.51	0.0003	23437.5	49.91	83.99	49.91	Yes	23437.5
12.5	47.51	0.0004	13020.83	52.89	88.42	52.89	Yes	13020.83
13.5	50.18	0.0006	13020.83	57.42	93.38	57.42	Yes	13020.83
14.5	52.84	0.0007	13020.83	61.74	98.35	61.74	Yes	13020.83
15.5	55.51	0.0008	13020.83	65.61	103.31	65.61	Yes	13020.83
16.5	59.84	0.0008	2083.33	61.54	96.51	61.54	Yes	2083.33
17.5	65.84	0.0008	2083.33	67.45	102.51	67.45	Yes	2083.33
18.5	71.84	0.0006	2083.33	73.19	108.51	73.19	Yes	2083.33
19.5	77.84	0.0004	2083.33	78.77	114.51	78.77	Yes	2083.33
20.5	82.84	0.0002	18229.17	86.12	157.01	86.12	Yes	18229.17
21.5	86.84	-0.0001	997.44	86.96	164.59	86.96	Yes	997.44
22.5	90.84	-0.0004	997.44	91.27	97.09	91.27	Yes	997.44
23.5	94.84	-0.0007	32280.7	118.76	101.09	101.09	No.	0
24.5	99.26	-0.0010	32280.7	132.80	220.01	132.80	Yes	32280.7
25.5	104.11	-0.0013	32280.7	145.65	230.74	145.65	Yes	32280.7
26.5	108.95	-0.0015	32280.7	156.04	241.47	156.04	Yes	32280.7
27.5	113.79	-0.0015	533.33	114.61	252.21	114.61	Yes	533.33
28.5	118.32	-0.0015	533.33	119.15	154.99	119.15	Yes	533.33
29.5	122.54	-0.0015	49122.81	194.71	159.21	159.21	No.	0
30.5	128.34	-0.0013	49122.81	191.71	317.50	191.71	Yes	49122.81
31.5	135.71	-0.0010	110961.2	248.33	335.73	248.33	Yes	110961.2
32.5	144.29	-0.0007	110961.2	218.41	430.68	218.41	Yes	110961.2
33.5	154.08	-0.0003	110961.2	189.25	459.90	189.25	Yes	110961.2
34.5	163.87	-0.0001	110961.2	170.30	489.12	170.30	Yes	110961.2

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 penggalan pertama telah selesai. Tekanan lateral tanah yang menjadi beban dinding pada iterasi terakhir dapat dilihat pada Tabel 5.24 untuk tekanan tanah di belakang dinding dan Tabel 5.25 untuk tekanan tanah di depan dinding. Hasil defleksi yang terjadi dapat dilihat pada Tabel 5.26 dan Gambar 5.10. Hasil iterasi secara keseluruhan dapat dilihat pada Lampiran.

Tabel 5.24 Tekanan Tanah di Belakang Dinding Penggalian
Kedua Iterasi Terakhir

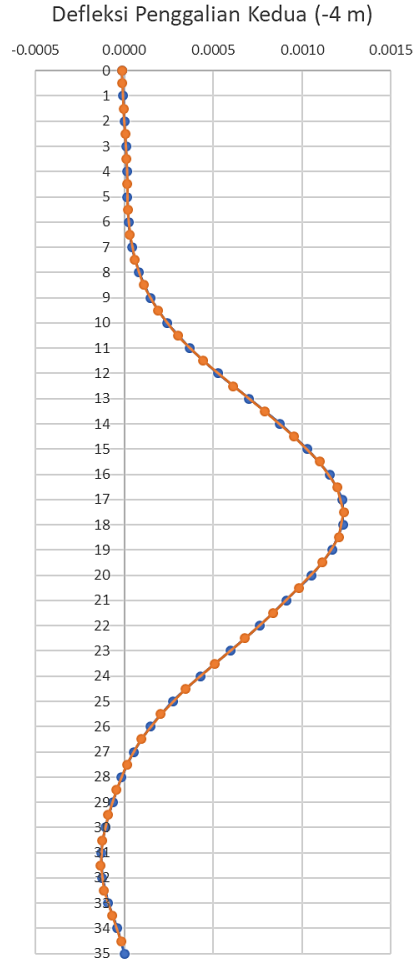
H (m)	P ₀	δ (m)	K _s (kN/m ²)	P _a (kN)	P _a min (kN)	P _a pakai	Spring	
0	3.27	0.0000	32280.7	2.11	0	2.11	Yes	32280.7
1	11.86	0.0000	32280.7	11.28	4.30	11.28	Yes	32280.7
2	20.84	0	15625	20.84	6.63	20.84	Yes	15625
3	28.64	0.0000	15625	28.42	8.95	28.42	Yes	15625
4	27.94	0.0000	54945.05	25.91	11.28	25.91	Yes	54945.05
5	27.94	-0.0001	54945.05	24.15	17.02	24.15	Yes	54945.05
6	32.22	-0.0001	29473.68	29.22	19.65	29.22	Yes	29473.68
7	37.35	-0.0001	29473.68	33.72	21.30	33.72	Yes	29473.68
8	42.32	-0.0001	23437.5	39.46	21.96	39.46	Yes	23437.5
9	47.69	-0.0001	23437.5	45.70	15.15	45.70	Yes	23437.5
10	50.63	0.0000	23437.5	50.59	16.19	50.59	Yes	23437.5
11	53.57	0.0001	23437.5	50.39	17.23	50.39	Yes	23437.5
12	74.62	0.0003	13020.83	70.37	18.26	70.37	Yes	13020.83
13	95.42	0.0006	13020.83	88.21	23.61	88.21	Yes	13020.83
14	97.83	0.0008	13020.83	87.55	24.32	87.55	Yes	13020.83
15	100.25	0.0010	13020.83	87.01	25.03	87.01	Yes	13020.83
16	108.83	0.0012	2083.33	106.31	25.74	106.31	Yes	2083.33
17	119.19	0.0013	2083.33	116.42	31.40	116.42	Yes	2083.33
18	125.19	0.0014	2083.33	122.36	32.41	122.36	Yes	2083.33
19	131.19	0.0013	2083.33	128.50	33.43	128.50	Yes	2083.33
20	106.65	0.0012	18229.17	85.56	34.44	85.56	Yes	18229.17
21	79.30	0.0010	18229.17	61.31	35.46	61.31	Yes	18229.17
22	113.59	0.0008	997.44	112.78	36.47	112.78	Yes	997.44
23	149.19	0.0006	997.44	148.58	37.48	148.58	Yes	997.44
24	112.96	0.0004	32280.7	100.02	38.50	100.02	Yes	32280.7
25	75.46	0.0002	32280.7	68.84	85.64	85.64	No	0
26	77.77	0.0000	32280.7	76.52	86.75	86.75	No	0
27	80.09	-0.0001	32280.7	77.18	87.85	87.85	No	0
28	127.72	-0.0002	533.33	127.62	88.96	127.62	Yes	533.33
29	176.78	-0.0003	533.33	176.65	90.07	176.65	Yes	533.33
30	128.83	-0.0003	49122.81	113.65	91.17	113.65	Yes	49122.81
31	80.06	-0.0003	49122.81	64.14	92.28	92.28	No	0
32	75.65	-0.0003	110961.2	44.47	93.39	93.39	No	0
33	71.37	-0.0002	110961.2	50.51	78.03	78.03	No	0
34	74.77	-0.0001	110961.2	66.56	79.53	79.53	No	0
35	78.17	0	110961.2	78.17	81.03	81.03	No	0

Tabel 5.25 Tekanan Tanah di Depan Dinding Penggalian Kedua Iterasi Terakhir

H (m)	P ₀	δ (m)	K _s (kN/m ²)	P _p (kN)	P _p max (kN)	P _p pakai	Spring	
4.5	4	-0.0001	54945.05	6.91	10.18	6.91	Yes	54945.05
5.5	12	-0.0001	54945.05	16.78	30.55	16.78	Yes	54945.05
6.5	18.21	-0.0001	29473.68	21.60	39.65	21.60	Yes	29473.68
7.5	22.63	-0.0001	29473.68	26.37	49.28	26.37	Yes	29473.68
8.5	27.51	-0.0001	23437.5	30.06	53.10	30.06	Yes	23437.5
9.5	32.84	-0.0001	23437.5	34.04	63.40	34.04	Yes	23437.5
10.5	38.18	0.0001	23437.5	39.56	73.69	39.56	Yes	23437.5
11.5	43.51	0.0002	23437.5	48.76	83.99	48.76	Yes	23437.5
12.5	47.51	0.0004	13020.83	53.17	88.42	53.17	Yes	13020.83
13.5	50.18	0.0007	13020.83	58.89	93.38	58.89	Yes	13020.83
14.5	52.84	0.0009	13020.83	64.61	98.35	64.61	Yes	13020.83
15.5	55.51	0.0011	13020.83	70.04	103.31	70.04	Yes	13020.83
16.5	59.84	0.0013	2083.33	62.50	96.51	62.50	Yes	2083.33
17.5	65.84	0.0014	2083.33	68.66	102.51	68.66	Yes	2083.33
18.5	71.84	0.0013	2083.33	74.62	108.51	74.62	Yes	2083.33
19.5	77.84	0.0012	2083.33	80.41	114.51	80.41	Yes	2083.33
20.5	82.84	0.0011	18229.17	102.38	157.01	102.38	Yes	18229.17
21.5	86.84	0.0009	997.4425	87.74	164.59	87.74	Yes	997.44
22.5	90.84	0.0007	997.4425	91.55	97.09	91.55	Yes	997.44
23.5	94.84	0.0005	32280.7	111.08	101.09	101.09	No.	0
24.5	99.26	0.0003	32280.7	108.85	220.01	108.85	Yes	32280.7
25.5	104.11	0.0001	32280.7	107.82	230.74	107.82	Yes	32280.7
26.5	108.95	0.0000	32280.7	109.98	241.47	109.98	Yes	32280.7
27.5	113.79	-0.0001	533.33	113.87	252.21	113.87	Yes	533.33
28.5	118.32	-0.0002	533.33	118.44	154.99	118.44	Yes	533.33
29.5	122.54	-0.0003	49122.81	136.79	159.21	136.79	Yes	49122.81
30.5	128.34	-0.0003	49122.81	144.35	317.50	144.35	Yes	49122.81
31.5	135.71	-0.0003	110961.2	170.44	335.73	170.44	Yes	110961.2
32.5	144.29	-0.0002	110961.2	171.25	430.68	171.25	Yes	110961.2
33.5	154.08	-0.0001	110961.2	168.94	459.90	168.94	Yes	110961.2
34.5	163.87	0.0000	110961.2	167.19	489.12	167.19	Yes	110961.2

Tabel 5.26 Defleksi pada Penggalan Kedua Iterasi Terakhir

H (m)	δ (m)	H (m)	δ (m)
0	0.0000	0	0.0000
1	0.0000	0.5	0.0000
2	0	1.5	0.0000
3	0.0000	2.5	0.0000
4	0.0000	3.5	0.0000
5	-0.0001	4.5	-0.0001
6	-0.0001	5.5	-0.0001
7	-0.0001	6.5	-0.0001
8	-0.0001	7.5	-0.0001
9	-0.0001	8.5	-0.0001
10	0.0000	9.5	-0.0001
11	0.0001	10.5	0.0001
12	0.0003	11.5	0.0002
13	0.0006	12.5	0.0004
14	0.0008	13.5	0.0007
15	0.0010	14.5	0.0009
16	0.0012	15.5	0.0011
17	0.0013	16.5	0.0013
18	0.0014	17.5	0.0014
19	0.0013	18.5	0.0013
20	0.0012	19.5	0.0012
21	0.0010	20.5	0.0011
22	0.0008	21.5	0.0009
23	0.0006	22.5	0.0007
24	0.0004	23.5	0.0005
25	0.0002	24.5	0.0003
26	0.0000	25.5	0.0001
27	-0.0001	26.5	0.0000
28	-0.0002	27.5	-0.0001
29	-0.0003	28.5	-0.0002
30	-0.0003	29.5	-0.0003
31	-0.0003	30.5	-0.0003
32	-0.0003	31.5	-0.0003
33	-0.0002	32.5	-0.0002
34	-0.0001	33.5	-0.0001
35	0	34.5	0.0000



Gambar 5.10 Defleksi pada Penggalan Pertama Iterasi Terakhir
(Sumber : Penulis, 2019)

3. Penggalian ketiga

Setelah penggalian pertama selesai, dilanjutkan penggalian kedua. Pada penggalian fase ketiga akan mempertimbangkan defleksi dinding fase kedua. Penggalian dimulai pada elevasi -4 m hingga elevasi -6 m yang mengakibatkan tekanan tanah di depan dinding dan tekanan air pori berubah. Contoh perhitungan tegangan tanah di depan dinding dapat dilihat pada Tabel 5.27. Sedangkan tegangan tanah di belakang dinding tidak ada perubahan elevasi karena tidak dilakukan penggalian. Untuk perhitungan secara keseluruhan dapat dilihat pada Lampiran. Sedangkan tekanan air pori dapat dilihat pada Tabel 5.28.

Tabel 5.27 Tegangan Tanah di Depan Dinding Penggalian Ketiga Iterasi Pertama

Z (m)	H (m)	γ' (kN/m ³)	σ_v' (kN/m ²)	ϕ (°)	Cu (kPa)	K ₀	$\sigma_{h'}$ (kN/m ²)	K _a	K _p	σ_{hmin} (kN/m ²)	σ_{hmax} (kN/m ²)
6	0	0	0	30.90	0	0.63	0	0.46	2.18	0	0
7		4.42	4.42	30.90	0	0.63	2.78	0.46	2.18	2.03	9.63
7	1	4.42	4.42	30.90	0	0.63	2.78	0.46	2.18	2.03	9.63
8		4.42	8.84	30.90	0	0.63	5.57	0.46	2.18	4.06	19.25
8	1	4.42	8.84	26.67	0	0.68	6.03	0.52	1.93	4.58	17.07
9		5.33	14.18	26.67	0	0.68	9.67	0.52	1.93	7.34	27.36
9	1	5.33	14.18	26.67	0	0.68	9.67	0.52	1.93	7.34	27.36
10		5.33	19.51	26.67	0	0.68	13.31	0.52	1.93	10.11	37.66
10	1	5.33	19.51	26.67	0	0.68	13.31	0.52	1.93	10.11	37.66
11	1	5.33	24.84	26.67	0	0.68	16.95	0.52	1.93	12.87	47.95
11		5.33	24.84	26.67	0	0.68	16.95	0.52	1.93	12.87	47.95
12	1	5.33	30.18	26.67	0	0.68	20.60	0.52	1.93	15.63	58.25
12		5.33	30.18	25.33	0	0.70	21.09	0.54	1.86	16.21	56.16
13	1	2.67	32.84	25.33	0	0.70	22.96	0.54	1.86	17.65	61.12
13		2.67	32.84	25.33	0	0.70	22.96	0.54	1.86	17.65	61.12
14	1	2.67	35.51	25.33	0	0.70	24.82	0.54	1.86	19.08	66.09
14		2.67	35.51	25.33	0	0.70	24.82	0.54	1.86	19.08	66.09
15	1	2.67	38.18	25.33	0	0.70	26.69	0.54	1.86	20.51	71.05
15		2.67	38.18	25.33	0	0.70	26.69	0.54	1.86	20.51	71.05

Tabel 5.28 Tegangan Air Pori Penggalian Ketiga Iterasi Pertama

H (m)	σ_w (kN/m ²)
3	0
6	30
35	0

Setelah tegangan tanah diperoleh, selanjutnya menghitung tekanan tanah di tiap meternya dengan mempertimbangkan batas minimum (P_{amin}) dan batas maksimum (P_{pmax}) dari tegangan tanah, sehingga dapat digunakan pada iterasi selanjutnya. Perhitungan tekanan tanah

sebagai masukan beban terpusat pada SAP 2000 ditunjukkan pada Tabel 5.29 untuk tekanan tanah di belakang dinding dan Tabel 5.30 untuk tekanan tanah di depan dinding. *Output* yang dihasilkan berupa defleksi tiap meter tangkap beban.

Tabel 5.29 Tekanan Tanah di Belakang Dinding Penggalan Ketiga Iterasi Pertama

H (m)	P ₀	δ (m)	K _s (kN/m ²)	Pa (kN)	Pa min (kN)	Pa pakai	Spring	
0	3.27	0.0000	32280.7	2.11	0	2.11	Yes	32280.7
1	11.86	0.0000	32280.7	11.28	4.30	11.28	Yes	32280.7
2	20.84	0	15625	20.84	6.63	20.84	Yes	15625
3	28.64	0.0000	15625	28.42	8.95	28.42	Yes	15625
4	27.94	0.0000	54945.05	25.91	11.28	25.91	Yes	54945.05
5	27.94	-0.0001	54945.05	24.15	17.02	24.15	Yes	54945.05
6	32.22	-0.0001	29473.68	29.22	19.65	29.22	Yes	29473.68
7	37.35	-0.0001	29473.68	33.72	21.30	33.72	Yes	29473.68
8	42.32	-0.0001	23437.5	39.46	21.96	39.46	Yes	23437.5
9	47.69	-0.0001	23437.5	45.70	15.15	45.70	Yes	23437.5
10	50.63	0.0000	23437.5	50.59	16.19	50.59	Yes	23437.5
11	53.57	0.0001	23437.5	50.39	17.23	50.39	Yes	23437.5
12	74.62	0.0003	13020.83	70.37	18.26	70.37	Yes	13020.83
13	95.42	0.0006	13020.83	88.21	23.61	88.21	Yes	13020.83
14	97.83	0.0008	13020.83	87.55	24.32	87.55	Yes	13020.83
15	100.25	0.0010	13020.83	87.01	25.03	87.01	Yes	13020.83
16	108.83	0.0012	2083.33	106.31	25.74	106.31	Yes	2083.33
17	119.19	0.0013	2083.33	116.42	31.40	116.42	Yes	2083.33
18	125.19	0.0014	2083.33	122.36	32.41	122.36	Yes	2083.33
19	131.19	0.0013	2083.33	128.50	33.43	128.50	Yes	2083.33
20	106.65	0.0012	18229.17	85.56	34.44	85.56	Yes	18229.17
21	79.30	0.0010	18229.17	61.31	35.46	61.31	Yes	18229.17
22	113.59	0.0008	997.44	112.78	36.47	112.78	Yes	997.44
23	149.19	0.0006	997.44	148.58	37.48	148.58	Yes	997.44
24	112.96	0.0004	32280.7	100.02	38.50	100.02	Yes	32280.7
25	75.46	0.0002	32280.7	68.84	85.64	85.64	No	0
26	77.77	0.0000	32280.7	76.52	86.75	86.75	No	0
27	80.09	-0.0001	32280.7	77.18	87.85	87.85	No	0
28	127.72	-0.0002	533.33	127.62	88.96	127.62	Yes	533.33
29	176.78	-0.0003	533.33	176.65	90.07	176.65	Yes	533.33
30	128.83	-0.0003	49122.81	113.65	91.17	113.65	Yes	49122.81
31	80.06	-0.0003	49122.81	64.14	92.28	92.28	No	0
32	75.65	-0.0003	110961.2	44.47	93.39	93.39	No	0
33	71.37	-0.0002	110961.2	50.51	78.03	78.03	No	0
34	74.77	-0.0001	110961.2	66.56	79.53	79.53	No	0
35	78.17	0	110961.2	78.17	81.03	81.03	No	0

Tabel 5.30 Tekanan Tanah di Depan Dinding Penggalian Ketiga Iterasi Pertama

H (m)	P ₀	δ (m)	K _s (kN/m ²)	P _p (kN)	P _p max (kN)	P _p pakai	Spring
6.5	2.21	-0.0001	29473.68	5.60	4.81	4.81	No. 0
7.5	6.63	-0.0001	29473.68	10.37	14.44	10.37	Yes 29473.68
8.5	11.51	-0.0001	23437.5	14.06	22.22	14.06	Yes 23437.5
9.5	16.84	-0.0001	23437.5	18.04	32.51	18.04	Yes 23437.5
10.5	22.18	0.0001	23437.5	23.56	42.81	23.56	Yes 23437.5
11.5	27.51	0.0002	23437.5	32.76	53.10	32.76	Yes 23437.5
12.5	31.51	0.0004	13020.83	37.17	58.64	37.17	Yes 13020.83
13.5	34.18	0.0007	13020.83	42.89	63.60	42.89	Yes 13020.83
14.5	36.84	0.0009	13020.83	48.61	68.57	48.61	Yes 13020.83
15.5	39.51	0.0011	13020.83	54.04	73.53	54.04	Yes 13020.83
16.5	43.84	0.0013	2083.33	46.50	80.51	46.50	Yes 2083.33
17.5	49.84	0.0014	2083.33	52.66	86.51	52.66	Yes 2083.33
18.5	55.84	0.0013	2083.33	58.62	92.51	58.62	Yes 2083.33
19.5	61.84	0.0012	2083.33	64.41	98.51	64.41	Yes 2083.33
20.5	66.84	0.0011	18229.17	86.38	126.68	86.38	Yes 18229.17
21.5	70.84	0.0009	997.44	71.74	134.27	71.74	Yes 997.44
22.5	74.84	0.0007	997.44	75.55	81.09	75.55	Yes 997.44
23.5	78.84	0.0005	32280.7	95.08	85.09	85.09	No. 0
24.5	83.26	0.0003	32280.7	92.85	184.55	92.85	Yes 32280.7
25.5	88.11	0.0001	32280.7	91.82	195.28	91.82	Yes 32280.7
26.5	92.95	0.0000	32280.7	93.98	206.01	93.98	Yes 32280.7
27.5	97.79	-0.0001	533.33	97.87	216.74	97.87	Yes 533.33
28.5	102.32	-0.0002	533.33	102.44	138.99	102.44	Yes 533.33
29.5	106.54	-0.0003	49122.81	120.79	143.21	120.79	Yes 49122.81
30.5	112.34	-0.0003	49122.81	128.35	277.92	128.35	Yes 49122.81
31.5	119.71	-0.0003	110961.2	154.44	296.15	154.44	Yes 110961.2
32.5	128.29	-0.0002	110961.2	155.25	382.92	155.25	Yes 110961.2
33.5	138.08	-0.0001	110961.2	152.94	412.14	152.94	Yes 110961.2
34.5	147.87	0.0000	110961.2	151.19	441.36	151.19	Yes 110961.2

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 menjadi beban dinding pada iterasi terakhir dapat dilihat pada Tabel 5.31 untuk tekanan tanah di belakang dinding dan Tabel 5.32 untuk tekanan tanah di depan dinding. Hasil defleksi yang terjadi dapat dilihat pada Tabel 5.33 dan Gambar 5.11. Hasil iterasi secara keseluruhan dapat dilihat pada Lampiran.

Tabel 5.31 Tekanan Tanah di Belakang Dinding Penggalian
Ketiga Iterasi Terakhir

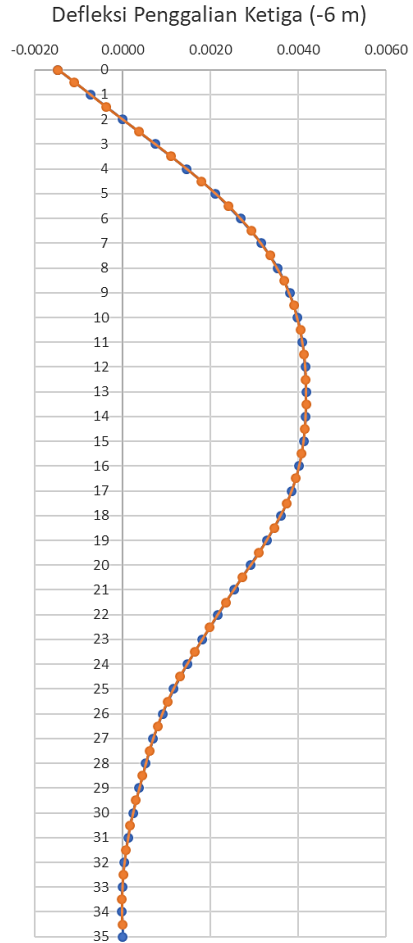
H (m)	P ₀	δ (m)	K _s (kN/m ²)	Pa (kN)	Pa min (kN)	Pa pakai	Spring	
0	3.27	-0.0019	32280.7	-58.61	0	0	No	0
1	11.86	-0.0010	32280.7	-19.10	4.30	4.30	No	0
2	20.84	0	15625	20.84	6.63	20.84	Yes	15625
3	28.64	0.0010	15625	13.50	8.95	13.50	Yes	15625
4	27.94	0.0019	54945.05	-75.74	11.28	11.28	No	0
5	27.94	0.0027	54945.05	-120.58	17.02	17.02	No	0
6	32.22	0.0034	29473.68	-67.37	19.65	19.65	No	0
7	37.35	0.0039	29473.68	-77.45	21.30	21.30	No	0
8	42.32	0.0042	23437.5	-57.26	21.96	21.96	No	0
9	47.69	0.0045	23437.5	-56.74	15.15	15.15	No	0
10	50.63	0.0045	23437.5	-55.84	16.19	16.19	No	0
11	53.57	0.0045	23437.5	-52.93	17.23	17.23	No	0
12	74.62	0.0045	13020.83	16.12	18.26	18.26	No	0
13	95.42	0.0044	13020.83	37.82	23.61	37.82	Yes	13020.83
14	97.83	0.0043	13020.83	41.26	24.32	41.26	Yes	13020.83
15	100.25	0.0043	13020.83	44.86	25.03	44.86	Yes	13020.83
16	108.83	0.0041	2083.33	100.23	25.74	100.23	Yes	2083.33
17	119.19	0.0039	2083.33	111.02	31.40	111.02	Yes	2083.33
18	125.19	0.0036	2083.33	117.64	32.41	117.64	Yes	2083.33
19	131.19	0.0032	2083.33	124.46	33.43	124.46	Yes	2083.33
20	106.65	0.0028	18229.17	55.94	34.44	55.94	Yes	18229.17
21	79.30	0.0023	18229.17	36.81	35.46	36.81	Yes	18229.17
22	113.59	0.0019	997.44	111.69	36.47	111.69	Yes	997.44
23	149.19	0.0015	997.44	147.70	37.48	147.70	Yes	997.44
24	112.96	0.0011	32280.7	77.00	38.50	77.00	Yes	32280.7
25	75.46	0.0008	32280.7	49.90	85.64	85.64	No	0
26	77.77	0.0005	32280.7	60.08	86.75	86.75	No	0
27	80.09	0.0004	32280.7	67.95	87.85	87.85	No	0
28	127.72	0.0003	533.33	127.58	88.96	127.58	Yes	533.33
29	176.78	0.0002	533.33	176.70	90.07	176.70	Yes	533.33
30	128.83	0.0001	49122.81	125.74	91.17	125.74	Yes	49122.81
31	80.06	0.0000	49122.81	79.52	92.28	92.28	No	0
32	75.65	-0.0001	110961.2	69.99	93.39	93.39	No	0
33	71.37	-0.0001	110961.2	65.27	78.03	78.03	No	0
34	74.77	0.0000	110961.2	71.55	79.53	79.53	No	0
35	78.17	0	110961.2	78.17	81.03	81.03	No	0

Tabel 5.32 Tekanan Tanah di Depan Dinding Penggalian Ketiga Iterasi Terakhir

H (m)	P ₀	δ (m)	K _s (kN/m ²)	P _p (kN)	P _p max (kN)	P _p pakai	Spring	
6.5	2.21	0.0037	29473.68	110.00	4.81	4.81	No.	0
7.5	6.63	0.0041	29473.68	127.21	14.44	14.44	No.	0
8.5	11.51	0.0044	23437.5	113.91	22.22	22.22	No.	0
9.5	16.84	0.0045	23437.5	122.59	32.51	32.51	No.	0
10.5	22.18	0.0046	23437.5	128.86	42.81	42.81	No.	0
11.5	27.51	0.0045	23437.5	133.49	53.10	53.10	No.	0
12.5	31.51	0.0045	13020.83	89.57	58.64	58.64	No.	0
13.5	34.18	0.0044	13020.83	91.26	63.60	63.60	No.	0
14.5	36.84	0.0043	13020.83	92.84	68.57	68.57	No.	0
15.5	39.51	0.0042	13020.83	94.14	73.53	73.53	No.	0
16.5	43.84	0.0040	2083.33	52.25	80.51	52.25	Yes	2083.33
17.5	49.84	0.0038	2083.33	57.73	86.51	57.73	Yes	2083.33
18.5	55.84	0.0034	2083.33	63.00	92.51	63.00	Yes	2083.33
19.5	61.84	0.0030	2083.33	68.11	98.51	68.11	Yes	2083.33
20.5	66.84	0.0026	18229.17	113.34	126.68	113.34	Yes	18229.17
21.5	70.84	0.0021	997.44	72.95	134.27	72.95	Yes	997.44
22.5	74.84	0.0017	997.44	76.54	81.09	76.54	Yes	997.44
23.5	78.84	0.0013	32280.7	120.77	85.09	85.09	No.	0
24.5	83.26	0.0009	32280.7	113.61	184.55	113.61	Yes	32280.7
25.5	88.11	0.0007	32280.7	109.35	195.28	109.35	Yes	32280.7
26.5	92.95	0.0005	32280.7	107.54	206.01	107.54	Yes	32280.7
27.5	97.79	0.0003	533.33	97.95	216.74	97.95	Yes	533.33
28.5	102.32	0.0002	533.33	102.43	138.99	102.43	Yes	533.33
29.5	106.54	0.0001	49122.81	111.70	143.21	111.70	Yes	49122.81
30.5	112.34	0.0000	49122.81	113.27	277.92	113.27	Yes	49122.81
31.5	119.71	0.0000	110961.2	124.04	296.15	124.04	Yes	110961.2
32.5	128.29	-0.0001	110961.2	135.06	382.92	135.06	Yes	110961.2
33.5	138.08	0.0000	110961.2	143.40	412.14	143.40	Yes	110961.2
34.5	147.87	0.0000	110961.2	149.53	441.36	149.53	Yes	110961.2

Tabel 5.33 Defleksi pada Penggalan Ketiga Iterasi Terakhir

H (m)	δ (m)	H (m)	δ (m)
0	-0.0019	0	-0.0019
1	-0.0010	0.5	-0.0015
2	0.0000	1.5	-0.0005
3	0.0010	2.5	0.0005
4	0.0019	3.5	0.0015
5	0.0027	4.5	0.0023
6	0.0034	5.5	0.0031
7	0.0039	6.5	0.0037
8	0.0043	7.5	0.0041
9	0.0045	8.5	0.0044
10	0.0046	9.5	0.0046
11	0.0046	10.5	0.0046
12	0.0046	11.5	0.0046
13	0.0046	12.5	0.0046
14	0.0045	13.5	0.0045
15	0.0045	14.5	0.0045
16	0.0044	15.5	0.0044
17	0.0042	16.5	0.0043
18	0.0039	17.5	0.0041
19	0.0036	18.5	0.0038
20	0.0031	19.5	0.0034
21	0.0027	20.5	0.0029
22	0.0023	21.5	0.0025
23	0.0019	22.5	0.0021
24	0.0015	23.5	0.0017
25	0.0011	24.5	0.0013
26	0.0008	25.5	0.0010
27	0.0006	26.5	0.0007
28	0.0005	27.5	0.0005
29	0.0003	28.5	0.0004
30	0.0002	29.5	0.0002
31	0.0001	30.5	0.0001
32	0.0000	31.5	0.0000
33	0.0000	32.5	0.0000
34	0.0000	33.5	0.0000
35	0.0000	34.5	0.0000



Gambar 5.11 Defleksi pada Penggalan Ketiga Iterasi Terakhir
(Sumber : Penulis, 2019)

4. Penggalian keempat

Setelah penggalian ketiga selesai, dilanjutkan penggalian kedua. Pada penggalian fase keempat akan mempertimbangkan defleksi dinding fase pertama dan juga pemasangan jangkar. Penggalian dimulai pada elevasi -2 m hingga elevasi -4 m yang mengakibatkan tekanan tanah di depan dinding dan tekanan air pori berubah. Contoh perhitungan tegangan tanah di depan dinding dapat dilihat pada Tabel 5.34. Sedangkan tegangan tanah di belakang dinding tidak ada perubahan elevasi karena tidak dilakukan penggalian. Untuk perhitungan secara keseluruhan dapat dilihat pada Lampiran. Sedangkan tekanan air pori dapat dilihat pada Tabel 5.35.

Tabel 5.34 Tegangan Tanah di Depan Dinding Penggalian Keempat Iterasi Pertama

Z (m)	H (m)	γ' (kN/m ³)	σ_v' (kN/m ²)	ϕ (°)	Cu (kPa)	K0	$\sigma_{h'}$ (kN/m ²)	Ka	Kp	σ_{hmin} (kN/m ²)	σ_{hmax} (kN/m ²)
8	0	0	0	26.67	0	0.68	0	0.52	1.93	0	0
9	1	5.33	5.33	26.67	0	0.68	3.64	0.52	1.93	2.76	10.30
9		5.33	5.33	26.67	0	0.68	3.64	0.52	1.93	2.76	10.30
10	1	5.33	10.67	26.67	0	0.68	7.28	0.52	1.93	5.53	20.59
10		5.33	10.67	26.67	0	0.68	7.28	0.52	1.93	5.53	20.59
11	1	5.33	16	26.67	0	0.68	10.92	0.52	1.93	8.29	30.89
11	1	5.33	16	26.67	0	0.68	10.92	0.52	1.93	8.29	30.89
12		5.33	21.33	26.67	0	0.68	14.56	0.52	1.93	11.05	41.18
12	1	5.33	21.33	25.33	0	0.70	14.91	0.54	1.86	11.46	39.70
13		2.67	24	25.33	0	0.70	16.78	0.54	1.86	12.90	44.67
13	1	2.67	24	25.33	0	0.70	16.78	0.54	1.86	12.90	44.67
14		2.67	26.67	25.33	0	0.70	18.64	0.54	1.86	14.33	49.63
14	1	2.67	26.67	25.33	0	0.70	18.64	0.54	1.86	14.33	49.63
15		2.67	29.33	25.33	0	0.70	20.50	0.54	1.86	15.76	54.59
15		2.67	29.33	25.33	0	0.70	20.50	0.54	1.86	15.76	54.59
15		2.67	29.33	25.33	0	0.70	20.50	0.54	1.86	15.76	54.59

Tabel 5.35 Tegangan Air Pori Penggalian Iterasi Keempat Pertama

H (m)	σ_w (kN/m ²)
3	0
8	50
35	0

Setelah tegangan tanah diperoleh, selanjutnya menghitung tekanan tanah di tiap meternya dengan mempertimbangkan batas minimum (P_{amin}) dan batas maksimum (P_{pmax}) dari tegangan tanah, sehingga dapat digunakan pada iterasi selanjutnya. Perhitungan tekanan tanah

sebagai masukan beban terpusat pada SAP 2000 ditunjukkan pada Tabel 5.36 untuk tekanan tanah di belakang dinding dan Tabel 5.37 untuk tekanan tanah di depan dinding. *Output* yang dihasilkan berupa defleksi tiap meter titik tangkap beban.

Tabel 5.36 Tekanan Tanah di Belakang Dinding Penggalan Keempat Iterasi Pertama

H (m)	P ₀	δ (m)	K _s (kN/m ²)	Pa (kN)	Pa min (kN)	Pa pakai	Spring
0	3.27	-0.0019	32280.7	-59.42	0	0	No 0
1	11.86	-0.0010	32280.7	-19.48	4.30	4.30	No 0
2	20.84	0.0000	15625	20.84	6.63	20.84	Yes 15625
3	28.64	0.0010	15625	13.34	8.95	13.34	Yes 15625
4	27.94	0.0019	54945.05	-76.79	11.28	11.28	No 0
5	27.94	0.0027	54945.05	-122.06	17.02	17.02	No 0
6	32.22	0.0034	29473.68	-68.40	19.65	19.65	No 0
7	37.35	0.0039	29473.68	-78.75	21.30	21.30	No 0
8	42.32	0.0043	23437.5	-58.53	21.96	21.96	No 0
9	47.69	0.0045	23437.5	-58.29	15.15	15.15	No 0
10	50.63	0.0046	23437.5	-57.72	16.19	16.19	No 0
11	53.57	0.0046	23437.5	-55.20	17.23	17.23	No 0
12	74.62	0.0046	13020.83	14.60	18.26	18.26	No 0
13	95.42	0.0046	13020.83	35.98	23.61	35.98	Yes 13020.83
14	97.83	0.0045	13020.83	39.03	24.32	39.03	Yes 13020.83
15	100.25	0.0045	13020.83	42.23	25.03	42.23	Yes 13020.83
16	108.83	0.0044	2083.33	99.74	25.74	99.74	Yes 2083.33
17	119.19	0.0042	2083.33	110.45	31.40	110.45	Yes 2083.33
18	125.19	0.0039	2083.33	117.01	32.41	117.01	Yes 2083.33
19	131.19	0.0036	2083.33	123.77	33.43	123.77	Yes 2083.33
20	106.65	0.0031	18229.17	49.52	34.44	49.52	Yes 18229.17
21	79.30	0.0027	18229.17	30.13	35.46	35.46	No 0
22	113.59	0.0023	997.44	111.31	36.47	111.31	Yes 997.44
23	149.19	0.0019	997.44	147.33	37.48	147.33	Yes 997.44
24	112.96	0.0015	32280.7	65.60	38.50	65.60	Yes 32280.7
25	75.46	0.0011	32280.7	39.24	85.64	85.64	No 0
26	77.77	0.0008	32280.7	50.53	86.75	86.75	No 0
27	80.09	0.0006	32280.7	59.72	87.85	87.85	No 0
28	127.72	0.0005	533.33	127.47	88.96	127.47	Yes 533.33
29	176.78	0.0003	533.33	176.61	90.07	176.61	Yes 533.33
30	128.83	0.0002	49122.81	119.74	91.17	119.74	Yes 49122.81
31	80.06	0.0001	49122.81	76.67	92.28	92.28	No 0
32	75.65	0.0000	110961.2	74.96	93.39	93.39	No 0
33	71.37	0.0000	110961.2	67.37	78.03	78.03	No 0
34	74.77	0.0000	110961.2	71.99	79.53	79.53	No 0
35	78.17	0.0000	110961.2	78.17	81.03	81.03	No 0

Tabel 5.37 Tekanan Tanah di Depan Dinding Penggalian
Keempat Iterasi Pertama

H (m)	P ₀	δ (m)	K _s (kN/m ²)	P _p (kN)	P _p max (kN)	P _p pakai	Spring	
8.5	2.67	0.0044	23437.5	106.47	5.15	5.15	No.	0
9.5	8	0.0046	23437.5	115.46	15.44	15.44	No.	0
10.5	13.33	0.0046	23437.5	122.08	25.74	25.74	No.	0
11.5	18.67	0.0046	23437.5	127.16	36.03	36.03	No.	0
12.5	22.67	0.0046	13020.83	82.41	42.19	42.19	No.	0
13.5	25.33	0.0045	13020.83	84.45	47.15	47.15	No.	0
14.5	28	0.0045	13020.83	86.42	52.11	52.11	No.	0
15.5	30.67	0.0044	13020.83	88.15	57.07	57.07	No.	0
16.5	35	0.0043	2083.33	43.94	71.67	43.94	Yes	2083.33
17.5	41	0.0041	2083.33	49.48	77.67	49.48	Yes	2083.33
18.5	47	0.0038	2083.33	54.82	83.67	54.82	Yes	2083.33
19.5	53	0.0034	2083.33	59.98	89.67	59.98	Yes	2083.33
20.5	58	0.0029	18229.17	111.07	109.93	109.93	No.	0
21.5	62	0.0025	997.44	64.48	117.51	64.48	Yes	997.44
22.5	66	0.0021	997.44	68.06	72.25	68.06	Yes	997.44
23.5	70	0.0017	32280.7	123.62	76.25	76.25	No.	0
24.5	74.42	0.0013	32280.7	115.84	164.95	115.84	Yes	32280.7
25.5	79.26	0.0010	32280.7	110.64	175.68	110.64	Yes	32280.7
26.5	84.11	0.0007	32280.7	107.61	186.41	107.61	Yes	32280.7
27.5	88.95	0.0005	533.33	89.24	197.14	89.24	Yes	533.33
28.5	93.48	0.0004	533.33	93.69	130.15	93.69	Yes	533.33
29.5	97.70	0.0002	49122.81	109.88	134.37	109.88	Yes	49122.81
30.5	103.50	0.0001	49122.81	109.39	256.04	109.39	Yes	49122.81
31.5	110.87	0.0000	110961.2	113.42	274.27	113.42	Yes	110961.2
32.5	119.44	0.0000	110961.2	122.77	356.53	122.77	Yes	110961.2
33.5	129.23	0.0000	110961.2	133.34	385.75	133.34	Yes	110961.2
34.5	139.02	0.0000	110961.2	140.58	414.97	140.58	Yes	110961.2

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 menjadi beban dinding pada iterasi terakhir dapat dilihat pada Tabel 5.38 untuk tekanan tanah di belakang dinding dan Tabel 5.39 untuk tekanan tanah di depan dinding. Hasil defleksi yang terjadi dapat dilihat pada Tabel 5.40 dan Gambar 5.12. Hasil iterasi secara keseluruhan dapat dilihat pada Lampiran.

Tabel 5.38 Tekanan Tanah di Belakang Dinding Penggalian
Keempat Iterasi Terakhir

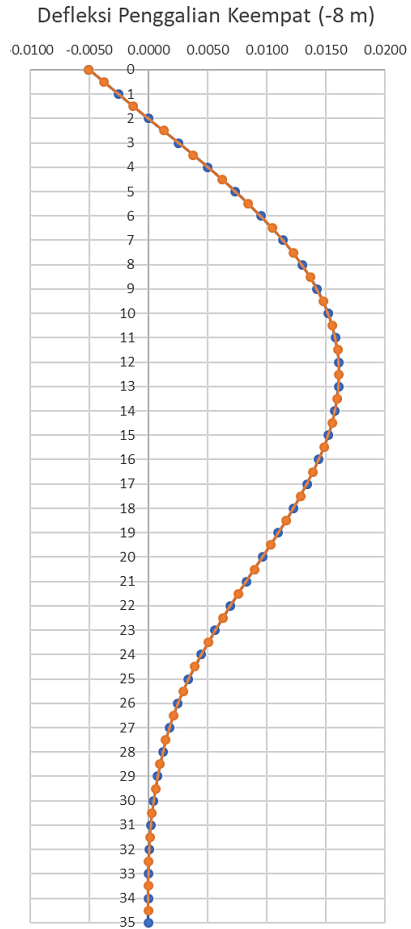
H (m)	P ₀	δ (m)	K _s (kN/m ²)	Pa (kN)	Pa min (kN)	Pa pakai	Spring	
0	3.27	-0.0073	32280.7	-232.80	0	0	No	0
1	11.86	-0.0037	32280.7	-106.16	4.30	4.30	No	0
2	20.84	0	15625	20.84	6.63	20.84	Yes	15625
3	28.64	0.0037	15625	-28.64	8.95	8.95	No	0
4	27.94	0.0072	54945.05	-368.93	11.28	11.28	No	0
5	27.94	0.0106	54945.05	-552.34	17.02	17.02	No	0
6	32.22	0.0136	29473.68	-368.06	19.65	19.65	No	0
7	37.35	0.0162	29473.68	-440.07	21.30	21.30	No	0
8	42.32	0.0183	23437.5	-387.69	21.96	21.96	No	0
9	47.69	0.0200	23437.5	-420.78	15.15	15.15	No	0
10	50.63	0.0211	23437.5	-444.09	16.19	16.19	No	0
11	53.57	0.0217	23437.5	-455.35	17.23	17.23	No	0
12	74.62	0.0218	13020.83	-209.65	18.26	18.26	No	0
13	95.42	0.0215	13020.83	-184.52	23.61	23.61	No	0
14	97.83	0.0208	13020.83	-172.48	24.32	24.32	No	0
15	100.25	0.0197	13020.83	-155.85	25.03	25.03	No	0
16	108.83	0.0183	2083.33	70.74	25.74	70.74	Yes	2083.33
17	119.19	0.0167	2083.33	84.47	31.40	84.47	Yes	2083.33
18	125.19	0.0149	2083.33	94.19	32.41	94.19	Yes	2083.33
19	131.19	0.0130	2083.33	104.12	33.43	104.12	Yes	2083.33
20	106.65	0.0111	18229.17	-95.18	34.44	34.44	No	0
21	79.30	0.0092	18229.17	-88.37	35.46	35.46	No	0
22	113.59	0.0074	997.44	106.17	36.47	106.17	Yes	997.44
23	149.19	0.0058	997.44	143.39	37.48	143.39	Yes	997.44
24	112.96	0.0043	32280.7	-27.40	38.50	38.50	No	0
25	75.46	0.0031	32280.7	-24.61	85.64	85.64	No	0
26	77.77	0.0021	32280.7	9.76	86.75	86.75	No	0
27	80.09	0.0014	32280.7	35.89	87.85	87.85	No	0
28	127.72	0.0008	533.33	127.27	88.96	127.27	Yes	533.33
29	176.78	0.0005	533.33	176.53	90.07	176.53	Yes	533.33
30	128.83	0.0002	49122.81	118.96	91.17	118.96	Yes	49122.81
31	80.06	0.0000	49122.81	78.44	92.28	92.28	No	0
32	75.65	0.0000	110961.2	70.21	93.39	93.39	No	0
33	71.37	-0.0001	110961.2	64.27	78.03	78.03	No	0
34	74.77	0.0000	110961.2	71.00	79.53	79.53	No	0
35	78.17	0	110961.2	78.17	81.03	81.03	No	0

Tabel 5.39 Tekanan Tanah di Depan Dinding Penggalan
Keempat Iterasi Terakhir

H (m)	P ₀	δ (m)	K _s (kN/m ²)	P _p (kN)	P _p max (kN)	P _p pakai	Spring	
8.5	2.67	0.0192	23437.5	453.44	5.15	5.15	No.	0
9.5	8	0.0206	23437.5	491.12	15.44	15.44	No.	0
10.5	13.33	0.0215	23437.5	516.61	25.74	25.74	No.	0
11.5	18.67	0.0218	23437.5	530.33	36.03	36.03	No.	0
12.5	22.67	0.0217	13020.83	305.47	42.19	42.19	No.	0
13.5	25.33	0.0212	13020.83	301.06	47.15	47.15	No.	0
14.5	28	0.0203	13020.83	291.72	52.11	52.11	No.	0
15.5	30.67	0.0190	13020.83	278.17	57.07	57.07	No.	0
16.5	35	0.0175	2083.33	71.45	71.67	71.45	Yes	2083.33
17.5	41	0.0158	2083.33	73.89	77.67	73.89	Yes	2083.33
18.5	47	0.0139	2083.33	76.05	83.67	76.05	Yes	2083.33
19.5	53	0.0120	2083.33	78.06	89.67	78.06	Yes	2083.33
20.5	58	0.0101	18229.17	242.53	109.93	109.93	No.	0
21.5	62	0.0083	997.44	70.28	117.51	70.28	Yes	997.44
22.5	66	0.0066	997.44	72.59	72.25	72.25	No.	0
23.5	70	0.0051	32280.7	233.24	76.25	76.25	No.	0
24.5	74.42	0.0037	32280.7	193.57	164.95	164.95	No.	0
25.5	79.26	0.0026	32280.7	162.13	175.68	162.13	Yes	32280.7
26.5	84.11	0.0017	32280.7	139.14	186.41	139.14	Yes	32280.7
27.5	88.95	0.0011	533.33	89.52	197.14	89.52	Yes	533.33
28.5	93.48	0.0006	533.33	93.82	130.15	93.82	Yes	533.33
29.5	97.70	0.0003	49122.81	113.32	134.37	113.32	Yes	49122.81
30.5	103.50	0.0001	49122.81	108.56	256.04	108.56	Yes	49122.81
31.5	110.87	0.0000	110961.2	113.08	274.27	113.08	Yes	110961.2
32.5	119.44	-0.0001	110961.2	126.77	356.53	126.77	Yes	110961.2
33.5	129.23	-0.0001	110961.2	135.34	385.75	135.34	Yes	110961.2
34.5	139.02	0.0000	110961.2	140.91	414.97	140.91	Yes	110961.2

Tabel 5.40 Defleksi pada Penggalan Keempat Iterasi Terakhir

H (m)	δ (m)	H (m)	δ (m)
0	-0.0072	0	-0.0072
1	-0.0036	0.5	-0.0054
2	0.0000	1.5	-0.0018
3	0.0036	2.5	0.0018
4	0.0071	3.5	0.0054
5	0.0104	4.5	0.0088
6	0.0134	5.5	0.0120
7	0.0160	6.5	0.0147
8	0.0181	7.5	0.0171
9	0.0197	8.5	0.0190
10	0.0208	9.5	0.0203
11	0.0214	10.5	0.0211
12	0.0215	11.5	0.0215
13	0.0211	12.5	0.0213
14	0.0204	13.5	0.0208
15	0.0193	14.5	0.0199
16	0.0179	15.5	0.0186
17	0.0163	16.5	0.0171
18	0.0145	17.5	0.0154
19	0.0127	18.5	0.0136
20	0.0108	19.5	0.0117
21	0.0090	20.5	0.0099
22	0.0072	21.5	0.0081
23	0.0057	22.5	0.0064
24	0.0042	23.5	0.0049
25	0.0030	24.5	0.0036
26	0.0020	25.5	0.0025
27	0.0013	26.5	0.0017
28	0.0008	27.5	0.0011
29	0.0005	28.5	0.0006
30	0.0002	29.5	0.0003
31	0.0000	30.5	0.0001
32	0.0000	31.5	0.0000
33	-0.0001	32.5	-0.0001
34	0.0000	33.5	-0.0001
35	0.0000	34.5	0.0000



Gambar 5.12 Defleksi pada Penggalan Keempat Iterasi Terakhir
(Sumber : Penulis, 2019)

5. Penggalian kelima

Setelah penggalian pertama selesai, dilanjutkan penggalian kelima. Pada penggalian fase kelima akan mempertimbangkan defleksi dinding fase keempat. Penggalian dimulai pada elevasi -8 m hingga elevasi -10 m yang mengakibatkan tekanan tanah di depan dinding dan tekanan air pori berubah. Contoh perhitungan tegangan tanah di depan dinding dapat dilihat pada Tabel 5.41. Sedangkan tegangan tanah di belakang dinding tidak ada perubahan elevasi karena tidak dilakukan penggalian. Untuk perhitungan secara keseluruhan dapat dilihat pada Lampiran. Sedangkan tekanan air pori dapat dilihat pada Tabel 5.42.

Tabel 5.41 Tegangan Tanah di Depan Dinding Penggalian Kelima Iterasi Pertama

Z (m)	H (m)	γ' (kN/m ³)	σ_v' (kN/m ²)	ϕ (°)	Cu (kPa)	K0	σ_{h1}' (kN/m ²)	Ka	Kp	σ_{hmin} (kN/m ²)	σ_{hmax} (kN/m ²)
10	0	0	0	26.67	0	0.68	0	0.52	1.93	0	0
11	1	5.33	5.33	26.67	0	0.68	3.64	0.52	1.93	2.76	10.30
11		5.33	5.33	26.67	0	0.68	3.64	0.52	1.93	2.76	10.30
12	1	5.33	10.67	26.67	0	0.68	7.28	0.52	1.93	5.53	20.59
12		5.33	10.67	25.33	0	0.70	7.46	0.54	1.86	5.73	19.85
13	1	2.67	13.33	25.33	0	0.70	9.32	0.54	1.86	7.16	24.81
13		2.67	13.33	25.33	0	0.70	9.32	0.54	1.86	7.16	24.81
14	1	2.67	16	25.33	0	0.70	11.18	0.54	1.86	8.60	29.78
14		2.67	16	25.33	0	0.70	11.18	0.54	1.86	8.60	29.78
15	1	2.67	18.67	25.33	0	0.70	13.05	0.54	1.86	10.03	34.74
15		2.67	18.67	25.33	0	0.70	13.05	0.54	1.86	10.03	34.74

Tabel 5.42 Tegangan Air Pori Penggalian Kelima Iterasi Pertama

H (m)	σ_w (kN/m ²)
3	0
10	70
35	0

Setelah tegangan tanah diperoleh, selanjutnya menghitung tekanan tanah di tiap meternya dengan mempertimbangkan batas minimum (P_{amin}) dan batas maksimum (P_{pmax}) dari tegangan tanah, sehingga dapat digunakan pada iterasi selanjutnya. Perhitungan tekanan tanah sebagai masukan beban terpusat pada SAP 2000 ditunjukkan pada Tabel 5.43 untuk tekanan tanah di belakang dinding dan Tabel 5.44 untuk tekanan tanah di depan dinding. *Output* yang dihasilkan berupa defleksi tiap meter titik tangkap beban.

Tabel 5.43 Tekanan Tanah di Belakang Dinding Penggalian
Kelima Iterasi Pertama

H (m)	P ₀	δ (m)	K _s (kN/m ²)	Pa (kN)	Pa min (kN)	Pa pakai	Spring	
0	3.27	-0.0072	32280.7	-229.793	0	0	No	0
1	11.86	-0.0036	32280.7	-104.671	4.300	4.300	No	0
2	20.84	0.0000	15625	20.840	6.628	20.840	Yes	15625
3	28.64	0.0036	15625	-27.926	8.955	8.955	No	0
4	27.94	0.0071	54945.05	-363.820	11.282	11.282	No	0
5	27.94	0.0104	54945.05	-544.809	17.015	17.015	No	0
6	32.22	0.0134	29473.68	-362.754	19.652	19.652	No	0
7	37.35	0.0160	29473.68	-433.584	21.300	21.300	No	0
8	42.32	0.0181	23437.5	-381.638	21.960	21.960	No	0
9	47.69	0.0197	23437.5	-413.908	15.149	15.149	No	0
10	50.63	0.0208	23437.5	-436.515	16.187	16.187	No	0
11	53.57	0.0214	23437.5	-447.169	17.226	17.226	No	0
12	74.62	0.0215	13020.83	-204.842	18.264	18.264	No	0
13	95.42	0.0211	13020.83	-179.520	23.609	23.609	No	0
14	97.83	0.0204	13020.83	-167.374	24.320	24.320	No	0
15	100.25	0.0193	13020.83	-150.737	25.030	25.030	No	0
16	108.83	0.0179	2083.33	71.544	25.741	71.544	Yes	2083.33
17	119.19	0.0163	2083.33	85.249	31.397	85.249	Yes	2083.33
18	125.19	0.0145	2083.33	94.920	32.412	94.920	Yes	2083.33
19	131.19	0.0127	2083.33	104.791	33.427	104.791	Yes	2083.33
20	106.65	0.0108	18229.17	-89.985	34.441	34.441	No	0
21	79.30	0.0090	18229.17	-83.889	35.456	35.456	No	0
22	113.59	0.0072	997.44	106.374	36.470	106.374	Yes	997.44
23	149.19	0.0057	997.44	143.557	37.485	143.557	Yes	997.44
24	112.96	0.0042	32280.7	-23.329	38.499	38.499	No	0
25	75.46	0.0030	32280.7	-21.671	85.641	85.641	No	0
26	77.77	0.0020	32280.7	11.663	86.747	86.747	No	0
27	80.09	0.0013	32280.7	36.927	87.854	87.854	No	0
28	127.72	0.0008	533.33	127.275	88.961	127.275	Yes	533.33
29	176.78	0.0005	533.33	176.532	90.067	176.532	Yes	533.33
30	128.83	0.0002	49122.81	118.416	91.174	118.416	Yes	49122.81
31	80.06	0.0000	49122.81	77.848	92.280	92.280	No	0
32	75.65	0.0000	110961.2	71.208	93.387	93.387	No	0
33	71.37	-0.0001	110961.2	64.822	78.026	78.026	No	0
34	74.77	0.0000	110961.2	71.218	79.526	79.526	No	0
35	78.17	0.0000	110961.2	78.168	81.026	81.026	No	0

Tabel 5.44 Tekanan Tanah di Depan Dinding Penggalian Kelima Iterasi Pertama

H (m)	P ₀	δ (m)	K _s (kN/m ²)	P _p (kN)	P _p max (kN)	P _p pakai	Spring	
10.5	2.67	0.0211	23437.5	498.07	5.15	5.15	No.	0
11.5	8	0.0215	23437.5	511.25	15.44	15.44	No.	0
12.5	12	0.0213	13020.83	289.88	22.33	22.33	No.	0
13.5	14.67	0.0208	13020.83	285.34	27.30	27.30	No.	0
14.5	17.33	0.0199	13020.83	275.94	32.26	32.26	No.	0
15.5	20	0.0186	13020.83	262.41	37.22	37.22	No.	0
16.5	24.33	0.0171	2083.33	59.99	61.00	59.99	Yes	2083.33
17.5	30.33	0.0154	2083.33	62.47	67.00	62.47	Yes	2083.33
18.5	36.33	0.0136	2083.33	64.68	73.00	64.68	Yes	2083.33
19.5	42.33	0.0117	2083.33	66.76	79.00	66.76	Yes	2083.33
20.5	47.33	0.0099	18229.17	227.02	89.71	89.71	No.	0
21.5	51.33	0.0081	997.44	59.38	97.29	59.38	Yes	997.44
22.5	55.33	0.0064	997.44	61.74	61.58	61.58	No.	0
23.5	59.33	0.0049	32280.7	217.86	65.58	65.58	No.	0
24.5	63.75	0.0036	32280.7	179.38	141.31	141.31	No.	0
25.5	68.60	0.0025	32280.7	149.04	152.04	149.04	Yes	32280.7
26.5	73.44	0.0017	32280.7	127.02	162.77	127.02	Yes	32280.7
27.5	78.28	0.0011	533.33	78.85	173.50	78.85	Yes	533.33
28.5	82.81	0.0006	533.33	83.15	119.48	83.15	Yes	533.33
29.5	87.04	0.0003	49122.81	103.05	123.70	103.05	Yes	49122.81
30.5	92.83	0.0001	49122.81	98.48	229.65	98.48	Yes	49122.81
31.5	100.20	0.0000	110961.2	101.25	247.88	101.25	Yes	110961.2
32.5	108.78	-0.0001	110961.2	115.32	324.69	115.32	Yes	110961.2
33.5	118.57	-0.0001	110961.2	124.34	353.91	124.34	Yes	110961.2
34.5	128.36	0.0000	110961.2	130.24	383.13	130.24	Yes	110961.2

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 menjadi beban dinding pada iterasi terakhir dapat dilihat pada Tabel 5.45 untuk tekanan tanah di belakang dinding dan Tabel 5.46 untuk tekanan tanah di depan dinding. Hasil defleksi yang terjadi dapat dilihat pada Tabel 5.47 dan Gambar 5.13. Hasil iterasi secara keseluruhan dapat dilihat pada Lampiran.

Tabel 5.45 Tekanan Tanah di Belakang Dinding Penggalian
Kelima Iterasi Terakhir

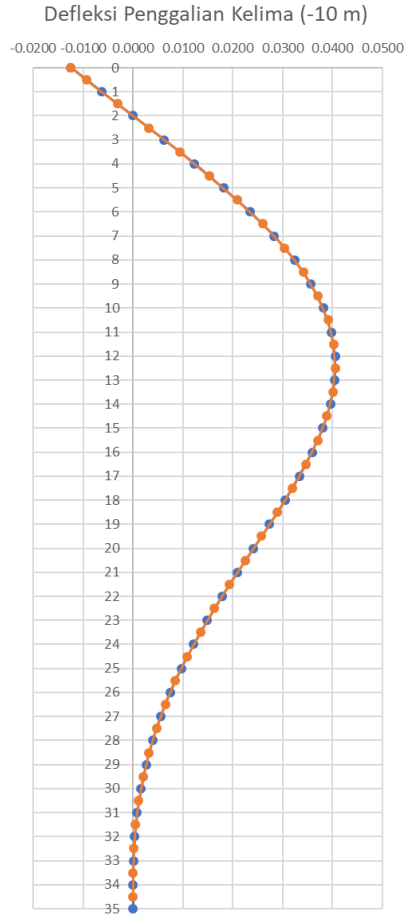
H (m)	P ₀	δ (m)	K _s (kN/m ²)	Pa (kN)	Pa min (kN)	Pa pakai	Spring	
0	3.27	-0.0125	32280.7	-399.94	0	0	No	0
1	11.86	-0.0062	32280.7	-189.73	4.30	4.30	No	0
2	20.84	0	15625	20.84	6.63	20.84	Yes	15625
3	28.64	0.0063	15625	-69.29	8.95	8.95	No	0
4	27.94	0.0124	54945.05	-652.50	11.28	11.28	No	0
5	27.94	0.0182	54945.05	-972.01	17.02	17.02	No	0
6	32.22	0.0236	29473.68	-662.32	19.65	19.65	No	0
7	37.35	0.0284	29473.68	-798.26	21.30	21.30	No	0
8	42.32	0.0324	23437.5	-718.11	21.96	21.96	No	0
9	47.69	0.0358	23437.5	-790.43	15.15	15.15	No	0
10	50.63	0.0382	23437.5	-845.57	16.19	16.19	No	0
11	53.57	0.0399	23437.5	-880.41	17.23	17.23	No	0
12	74.62	0.0406	13020.83	-454.05	18.26	18.26	No	0
13	95.42	0.0405	13020.83	-432.27	23.61	23.61	No	0
14	97.83	0.0397	13020.83	-418.87	24.32	24.32	No	0
15	100.25	0.0382	13020.83	-396.57	25.03	25.03	No	0
16	108.83	0.0360	2083.33	33.73	25.74	33.73	Yes	2083.33
17	119.19	0.0335	2083.33	49.43	31.40	49.43	Yes	2083.33
18	125.19	0.0306	2083.33	61.47	32.41	61.47	Yes	2083.33
19	131.19	0.0275	2083.33	73.98	33.43	73.98	Yes	2083.33
20	106.65	0.0242	18229.17	-335.06	34.44	34.44	No	0
21	79.30	0.0210	18229.17	-303.57	35.46	35.46	No	0
22	113.59	0.0179	997.44	95.73	36.47	95.73	Yes	997.44
23	149.19	0.0150	997.44	134.25	37.48	134.25	Yes	997.44
24	112.96	0.0122	32280.7	-281.96	38.50	38.50	No	0
25	75.46	0.0097	32280.7	-238.56	85.64	85.64	No	0
26	77.77	0.0075	32280.7	-164.33	86.75	86.75	No	0
27	80.09	0.0056	32280.7	-99.98	87.85	87.85	No	0
28	127.72	0.0040	533.33	125.60	88.96	125.60	Yes	533.33
29	176.78	0.0027	533.33	175.37	90.07	175.37	Yes	533.33
30	128.83	0.0016	49122.81	49.94	91.17	91.17	No	0
31	80.06	0.0008	49122.81	38.99	92.28	92.28	No	0
32	75.65	0.0003	110961.2	37.92	93.39	93.39	No	0
33	71.37	0.0001	110961.2	62.49	78.03	78.03	No	0
34	74.77	0.0000	110961.2	73.93	79.53	79.53	No	0
35	78.17	0	110961.2	78.17	81.03	81.03	No	0

Tabel 5.46 Tekanan Tanah di Depan Dinding Penggalan Kelima Iterasi Terakhir

H (m)	P ₀	δ (m)	K _s (kN/m ²)	P _p (kN)	P _p max (kN)	P _p pakai	Spring	
10.5	2.67	0.0211	23437.5	920.32	5.15	5.15	No.	0
11.5	8	0.0215	23437.5	953.28	15.44	15.44	No.	0
12.5	12	0.0213	13020.83	541.48	22.33	22.33	No.	0
13.5	14.67	0.0208	13020.83	538.04	27.30	27.30	No.	0
14.5	17.33	0.0199	13020.83	525.13	32.26	32.26	No.	0
15.5	20	0.0186	13020.83	503.95	37.22	37.22	No.	0
16.5	24.33	0.0171	2083.33	96.87	61.00	61.00	No.	0
17.5	30.33	0.0154	2083.33	97.15	67.00	67.00	No.	0
18.5	36.33	0.0136	2083.33	96.84	73.00	73.00	No.	0
19.5	42.33	0.0117	2083.33	96.19	79.00	79.00	No.	0
20.5	47.33	0.0099	18229.17	459.46	89.71	89.71	No.	0
21.5	51.33	0.0081	997.44	70.71	97.29	70.71	Yes	997.44
22.5	55.33	0.0064	997.44	71.71	61.58	61.58	No.	0
23.5	59.33	0.0049	32280.7	497.67	65.58	65.58	No.	0
24.5	63.75	0.0036	32280.7	417.07	141.31	141.31	No.	0
25.5	68.60	0.0025	32280.7	345.37	152.04	152.04	No.	0
26.5	73.44	0.0017	32280.7	283.13	162.77	162.77	No.	0
27.5	78.28	0.0011	533.33	80.80	173.50	80.80	Yes	533.33
28.5	82.81	0.0006	533.33	84.56	119.48	84.56	Yes	533.33
29.5	87.04	0.0003	49122.81	189.95	123.70	123.70	No.	0
30.5	92.83	0.0001	49122.81	150.89	229.65	150.89	Yes	49122.81
31.5	100.20	0.0000	110961.2	161.45	247.88	161.45	Yes	110961.2
32.5	108.78	-0.0001	110961.2	128.86	324.69	128.86	Yes	110961.2
33.5	118.57	-0.0001	110961.2	120.34	353.91	120.34	Yes	110961.2
34.5	128.36	0.0000	110961.2	129.80	383.13	129.80	Yes	110961.2

Tabel 5.47 Defleksi pada Penggalan Kelima Iterasi Terakhir

H (m)	δ (m)	H (m)	δ (m)
0	-0.0125	0	-0.0125
1	-0.0062	0.5	-0.0094
2	0.0000	1.5	-0.0031
3	0.0063	2.5	0.0031
4	0.0124	3.5	0.0093
5	0.0182	4.5	0.0153
6	0.0235	5.5	0.0209
7	0.0283	6.5	0.0260
8	0.0324	7.5	0.0304
9	0.0357	8.5	0.0341
10	0.0382	9.5	0.0370
11	0.0398	10.5	0.0391
12	0.0405	11.5	0.0403
13	0.0404	12.5	0.0406
14	0.0396	13.5	0.0401
15	0.0381	14.5	0.0389
16	0.0360	15.5	0.0371
17	0.0334	16.5	0.0347
18	0.0305	17.5	0.0320
19	0.0274	18.5	0.0290
20	0.0242	19.5	0.0258
21	0.0209	20.5	0.0225
22	0.0178	21.5	0.0194
23	0.0149	22.5	0.0164
24	0.0122	23.5	0.0135
25	0.0097	24.5	0.0109
26	0.0075	25.5	0.0085
27	0.0055	26.5	0.0065
28	0.0039	27.5	0.0047
29	0.0026	28.5	0.0033
30	0.0016	29.5	0.0021
31	0.0008	30.5	0.0012
32	0.0003	31.5	0.0005
33	0.0001	32.5	0.0002
34	0.0000	33.5	0.0000
35	0.0000	34.5	0.0000

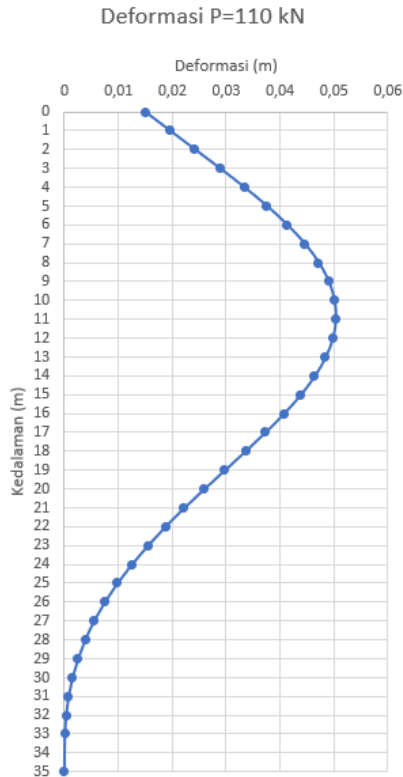


Gambar 5.13 Defleksi pada Penggalan Kelima Iterasi Terakhir
(Sumber : Penulis, 2019)

5.3.3 Perhitungan jangkar

a. Perhitungan gaya Jangkar

Gaya yang terjadi pada jangkar (F) diperoleh dari reaksi perletakan pada iterasi terakhir. Besar gaya yang terjadi adalah sebesar 398 kN. Karena dengan gaya tersebut defleksi yang terjadi masih dibawah defleksi ijin sebesar 0,5 H atau setara 0,05 m, maka gaya pada jangkar diperkecil. Dalam hal ini digunakan gaya sebesar 110 kN. Adapun defleksi yang terjadi seperti ditunjukkan pada Gambar 5.14.



Gambar 5.14 Defleksi *Diaphragm Wall* Akibat Jangkar
(Sumber : Penulis, 2019)

Pada Gambar 5.14 menunjukkan bahwa defleksi maksimal yang terjadi sebesar 0,05 m, maka gaya jangkar dapat digunakan dalam perencanaan. Jangkar direncanakan menggunakan PC Strand dari produk Sumiden Indonesia dengan spesifikasi sebagai berikut :

$$f_u = 1670 \text{ MPa}$$

$$d = 15,2 \text{ mm}$$

$$S = 1,5 \text{ m}$$

$$\theta = 30^\circ$$

Gaya rencana jangkar dapat dicari menggunakan Persamaan (2.14).

$$\begin{aligned} T_w &= \frac{F}{\cos \theta} \\ &= \frac{110}{\cos(30^\circ)} \\ &= 127,071 \text{ kN} \end{aligned}$$

Gaya tarik yang diterima jangkar dapat dicari menggunakan Persamaan (2.17).

$$T_{rod} = T_w S = 127,071 \times 1,5 = 190,526 \text{ kN}$$

Berdasarkan SNI 8460 – 2017 Pasal 10.6.4.5 faktor keamanan minimum untuk jangkar permanen sebesar 3. Sebagai akibatnya, gaya yang dibutuhkan jangkar sebesar :

$$T_{rod} = 3T = 3 \times 190,526 = 571,577 \text{ kN}$$

Gaya tarik ijin (f_{all}) material jangkar diperoleh dari Persamaan (2.18).

$$\begin{aligned} f_{all} &= 0,9 f_t \\ &= 0,9 \times 1670 \\ &= 1503 \text{ kN} \end{aligned}$$

Diameter jangkar yang dibutuhkan dapat dicari dengan hubungan antara luas dan gaya pada Jangkar seperti pada Persamaan (2.19).

$$A_{net} = \frac{T_{rod}}{f_{all}}$$

$$= \frac{571,71}{1503} = 380,2906 \text{ mm}^2$$

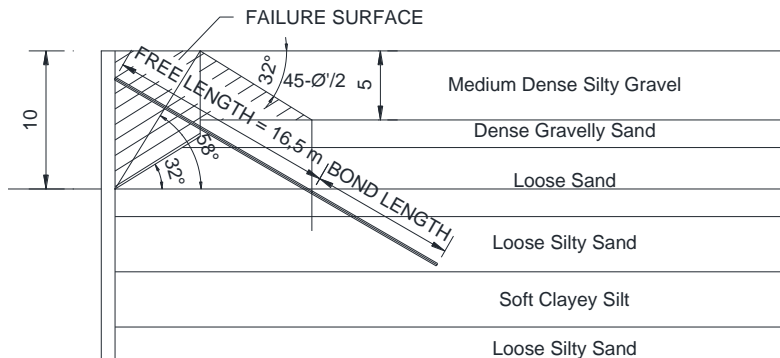
Selanjutnya kebutuhan jumlah strand (n) dapat dicari dengan membagi luasan yang dibutuhkan dengan luasan 1 buah jangkar.

$$n = \frac{A_{net}}{A} = \frac{380,2906}{\frac{1}{4}\pi d^2} = \frac{380,2906}{\frac{1}{4}\pi(15,2)^2} = 2,0957 \text{ buah}$$

Jangkar yang dipakai yaitu PC Strand 1x7 1670 MPa ($d = 15,2 \text{ mm}$) dengan jumlah 3 buah.

a. Perhitungan Panjang Jangkar

Panjang penjangkaran terdiri dari *free section* atau *free length* (FL) dan *fixed section* atau *bond length* (BL). Adapun perhitungan *free length* berdasarkan pada garis keruntuhan yang terjadi pada dinding penahan tanah. Dengan bantuan program Autocad didapatkan panjang FL sebesar 16,5 m.



Gambar 5.15 Failure Surface Dinding Penahan
(Sumber : Penulis, 2019)

Sedangkan *bond length* berdasarkan pada Persamaan (2.15) untuk tanah pasir dan Persamaan (2.16) untuk tanah lempung. Dalam hal ini letak *fixed section* berada pada tanah pasir jika dilihat berdasarkan Gambar 5.15. Oleh karena itu, untuk mencari BL digunakan Persamaan (2.15). Adapun material grout berupa beton dengan parameter sebagai berikut :

$$d = 0,3 \text{ m}$$

$$l = 5,8 \text{ m}$$

$$h = 13 \text{ m}$$

$$\gamma = 15,272 \text{ m}$$

$$\phi = 29,808^\circ$$

$$P_u = \pi dl \sigma \tan \phi$$

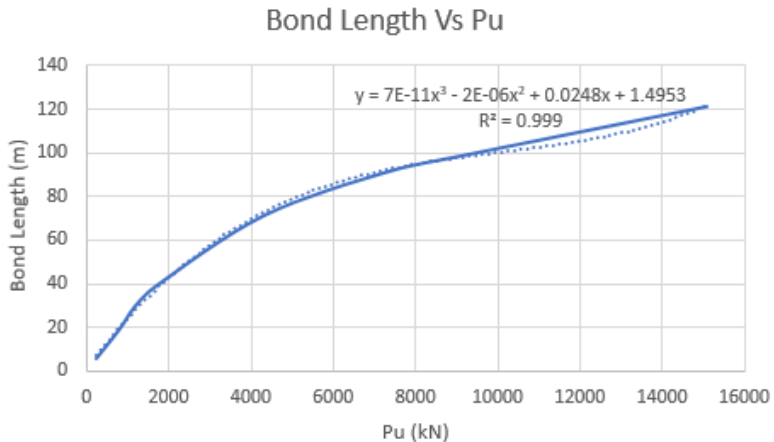
$$= \pi \cdot 0,3 \cdot 5,8 \cdot [(15,272 - 10) \cdot 13] \tan (29,808^\circ)$$

$$= 240,3606 \text{ kN}$$

Untuk memudahkan perhitungan dibuat variasi panjang *fixed section* seperti ditunjukkan pada Tabel 5.48. Selain itu, hubungan antara gaya jangkar dengan panjang *fixed section* seperti ditunjukkan pada Gambar 5.16.

Tabel 5.48 Variasi Panjang *Fixed Section*

BL (m)	d (m)	h (m)	γ (kN/m ³)	ϕ	Cu (kN/m ²)	Pu (kN)	FL (m)	L (m)
5.8	0.3	13	15.272	29.808	0	240.361	16.5	22.3
19.5	0.3	16	14.959	24.094	1.67	813.516	16.5	36
29.5	0.3	17.5	14.719	21.321	1.64	1170.981	16.5	46
39.5	0.3	20	14.682	20.207	3.15	1720.241	16.5	56
71.5	0.3	28	14.733	22.452	1.46	4320.938	16.5	88
91.5	0.3	33	15.331	23.160	2.62	7313.518	16.5	108
99.5	0.3	35	15.674	24.513	2.42	9282.640	16.5	116
121.5	0.3	40.5	16.167	26.611	2.10	15084.120	16.5	138



Gambar 5.16 Grafik Hubungan *Fixed Section* dengan P_u
(Sumber : Penulis, 2019)

Berdasarkan Gambar 5.16 untuk $P_u = 571,577$ kN dibutuhkan panjang *fixed section* atau BL sebesar 15 m. Sehingga, panjang jangkar keseluruhan sebesar $16,5 \text{ m} + 15 \text{ m} = 31,5 \text{ m}$. Adapun properti material jangkar yang digunakan adalah sebagai berikut :


Panjang <i>free section</i>	= 16,5 m
Panjang <i>fixed section</i>	= 15 m
Jarak antar jangkar (L_s)	= 1,5 m
Diameter jangkar	= 15,2 mm
Jumlah jangkar	= 3 buah
Luas penampang (A_{jr})	= $544,375 \text{ mm}^2$
E_{jangkar}	= 200.000 MPa
EA_{jangkar}	= 108875 kN
Diameter grout (d)	= 0,3 m
Luas penampang (A_{gr})	= $0,070685 \text{ m}^2$
Mutu beton (f'_c)	= 30 MPa
E_{grout}	= 25.742,96 MPa
EA_{grout}	= 1.819.662,63 kN







5.3.4 Analisa stabilitas

Setelah mendapatkan dimensi dan jangkar langkah selanjutnya yaitu analisa stabilitas. Analisa stabilitas dilakukan dengan menggunakan bantuan program Plaxis V8.6. Hasil analisa stabilitas berupa defleksi dinding dan safety factor secara keseluruhan. Adapun langkah – langkah analisa menggunakan program Plaxis adalah seperti berikut :

a. *Input* atau masukan

Pada umumnya Plaxis merupakan sebuah program bantu 2D dengan metode analisa berdasarkan FEM (*Finite Element Method*). Oleh karena itu, dalam melakukan input material tanah maupun model struktur dilakukan dengan membuat garis – garis geometri. Selanjutnya langkah – langkah dalam memodelkan geometri tanah dan strukturnya adalah sebagai berikut :

- Buka program Plaxis Input V8.6.
- Pilih *New Project* maka akan muncul jendela *General Setting*
- Pada tab *Project* bagian *General options*, pilih *Model Plane Strain* dan *Element 15 Node*
- Pada tab *Dimensions* bagian *Units* atur satuan yang akan digunakan dalam hal ini digunakan satuan meter (m) untuk *length*, kilonewton (kN) untuk *force* dan *day* untuk *time*.
- Pada *Dimensions* bagian *Geometry dimensions* masukkan ukuran *workspace* yang dibutuhkan. Pada tugas akhir ini menggunakan ukuran batas kiri, kanan, bawah dan atas secara berurutan yaitu -50 , 50 m, -70 m, dan 1 m. Sedangkan pada bagian *Grid* digunakan jarak antara titik sebesar 0,5 m.
- Setelah selesai mengatur *workspace*, langkah selanjutnya yaitu menggambar geometri tanah menggunakan *Geometry Line*  dengan cara menarik garis dari titik – titik koordinat yang membentuk lapisan tanah sesuai kondisi di lapangan.

- Setelah selesai menggambar geometri tanah, langkah selanjutnya yaitu dengan membuat struktur dinding penahan tanah menggunakan fitur *Plate* .
- Setelah membuat dinding penahan, langkah selanjutnya membuat jangkar menggunakan fitur *node to node anchor*  untuk bagian *free length* dan *geogrid*  untuk bagian *fixed end*.
- Setelah semua bentuk geometri tergambar, selanjutnya memasukkan beban luar menggunakan fitur *Distributed Load*  dengan cara menarik garis ke samping selebar beban yang terjadi dalam hal ini 10 m. Selanjutnya masukkan nilai bebannya sebesar 10 kN/m² dengan cara klik dua kali pada bagian bawah gambar beban.
- Selanjutnya dengan menambahkan interaksi antara dinding penahan tanah dan tanah menggunakan fitur *Interfaces* . Dalam hal ini tarik garis *interfaces* dari ujung atas dinding menuju ujung bawah dan sebaliknya.
- Langkah selanjutnya yaitu mendefinisikan parameter tiap lapisan tanah dan parameter struktural yang dapat dilakukan dengan klik *Material Sets* . Pada bagian *Soil & Interfaces* klik *New*, kemudian masukkan parameter pada tab *General*. Untuk bagian *Material Set* ada tiga kriteria diantaranya *Material Model* yang dapat diisi dengan *Mohr-Coulomb*. Pada bagian *General Properties* terdapat parameter γ_{sat} dan γ_{unsat} diisi sesuai dengan data tanah pada Tabel 4.1. Sedangkan pada bagian *Permeability* tidak perlu diisi karena perencanaan ini tidak memperhitungkan permeabilitas tanah.
- Selanjutnya klik pada tab *Parameters* dan isi pada bagian *Stiffness* dengan parameter *Modulus Elastisitas (E)* dan *Poisson Rasio (v)* sesuai dengan Tabel 4.1. Selain itu, pada bagian *Strength* diisi dengan parameter *C* dan ϕ sesuai Tabel 4.1. Sedangkan bagian *Alternatives* akan terisi secara otomatis setelah input semua parameter tanah sebelumnya.

- Setelah mengisi semua parameter tanah, langkah selanjutnya yaitu dengan klik pada tab *Interfaces* dan pada bagian R_{inter} diisi berdasarkan Manual Plaxis yang ditunjukkan seperti pada Gambar 5.17.


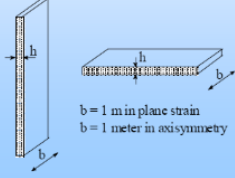
Suggestions for R_{inter} :	
- Interaction sand/steel	$= R_{inter} \approx 0.6 - 0.7$
- Interaction clay/steel	$= R_{inter} \approx 0.5$
- Interaction sand/concrete	$= R_{inter} \approx 1.0 - 0.8$
- Interaction clay/concrete	$= R_{inter} \approx 1.0 - 0.7$
- Interaction soil/geogrid (interface may not be required)	$= R_{inter} \approx 1.0$
- Interaction soil/geotextile (foil, textile)	$= R_{inter} \approx 0.9 - 0.5$

Gambar 5.17 Rentang Nilai *Interfaces* pada Plaxis
(Sumber : GOUW Tjie-Liong, 2007)

- Ulangi langkah – langkah diatas untuk setiap input lapisan tanah yang akan digunakan dalam perencanaan.
- Setelah input material tanah, langkah selanjutnya yaitu input material dinding penahan dengan cara memilih *Plate* pada jendela *Material Sets*. Klik *New* lalu akan muncul jendela *Plate Properties*. Pada bagian *Material type* pilih *Elastic*. Untuk nilai EA dan EI mengikuti petunjuk Manual Plaxis seperti pada Gambar 5.18. Sedangkan untuk berat (w) seperti ditunjukkan pada Gambar 5.19.

Input parameters for plates

- Flexural rigidity $EI = E \cdot \frac{h^3 \cdot b}{12}$ (b=1 m)
- Normal stiffness $EA = E \cdot h \cdot b$ (b=1 m)
- Element thickness $d = h = \sqrt{12 \frac{EI}{EA}}$

PLAXIS Course - Presented by GOUW Tjie-Liong

Gambar 5.18 *Input Parameters* untuk Pelat pada Plaxis
(Sumber : GOUW Tjie-Liong, 2007)


Untuk material beton nilai $\nu = 0,2$ dan untuk material baja digunakan nilai $\nu = 0,3$. Sedangkan *Rayleigh α* dan *Rayleigh β* tidak perlu diisi (*default*).

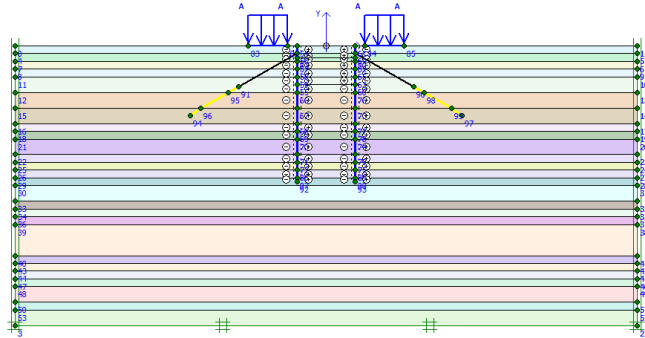
- Setelah input material pelat, langkah selanjutnya yaitu input material jangkar dengan cara memilih *Anchors* pada jendela *Material Sets*. Klik *New* lalu akan muncul jendela *Anchor Properties*. Pada bagian *Material type* pilih *Elastic*. Untuk nilai EA dan L_{spacing} diisi sesuai data *preliminary design* pada sub bab sebelumnya.

Plate Weights



- Compensate for overlap: $w = (\gamma_{concrete} - \gamma_{soil}) \cdot d_{real}$
- For soil weight use: γ_{unsat} above phreatic level
 γ_{sat} below phreatic level

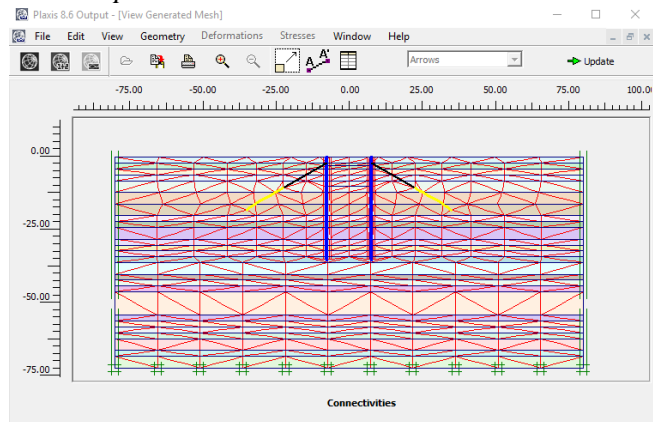
Gambar 5.19 Berat Pelat pada Plaxis
(Sumber : GOUW Tjie-Liong, 2007)

- Setelah *input* material jangkar pada daerah *free section*, langkah selanjutnya yaitu *input* material daerah *fixed section* dengan cara memilih *Geogrids* pada jendela *Material Sets*. Klik *New* lalu akan muncul jendela *Geogrid Properties*. Pada bagian *Material type* pilih *Elastic*. Untuk nilai EA diisi sesuai data perencanaan pada sub bab sebelumnya.
- Setelah semua material tanah dan struktur terdefinisi, langkah selanjutnya yaitu dengan mendefinisikan material tersebut ke geometri yang sudah dibuat sebelumnya. Hal ini dapat dilakukan dengan cara klik dua kali pada bidang yang akan didefinisikan lalu pilih materialnya. Jika berhasil maka bidang yang didefinisikan akan berkedip warna merah.
- Setelah selesai mendefinisikan material, langkah selanjutnya yaitu dengan memberikan batas kekakuan pada *workspace* dengan cara klik pada *Standard Fixities*  hingga terlihat seperti pada Gambar 5.20.






Gambar 5.20 *Standard Fixities* pada Plaxis
(Sumber : Penulis, 2019)

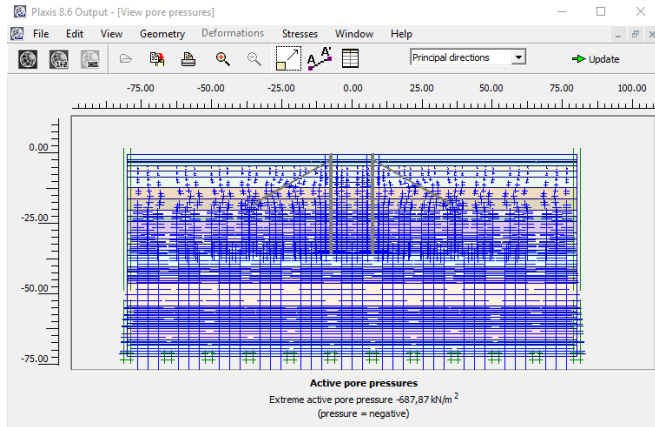
- Setelah selesai memberikan kekakuan pada *workspace* selanjutnya dilakukan pembuatan jaring elemen dengan cara klik *Generate Mesh* . Setelah itu klik *OK* untuk melanjutkan hingga muncul jendela seperti pada Gambar 5.21. Lalu klik *Update*  untuk kembali ke *workspace*.





Gambar 5.21 *Generate Mesh* pada Plaxis
(Sumber : Penulis, 2019)

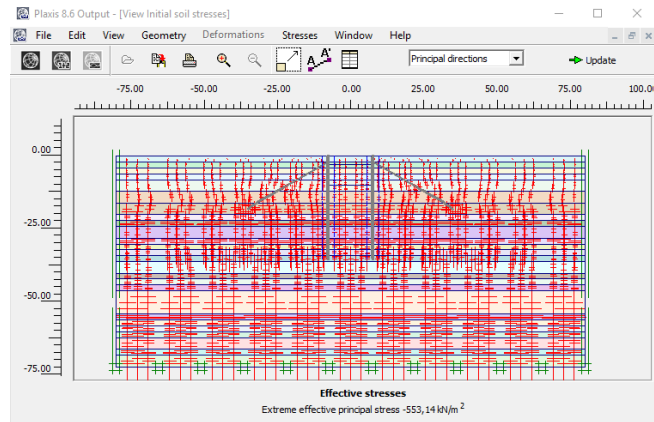
- Langkah selanjutnya yaitu mendefinisikan air tanah dengan cara klik *Initial Condition* , lalu klik

Phreatic Level  untuk memasukkan elevasi muka air tanah. Selanjutnya, tarik garis dari ujung kiri ke ujung kanan geometri. Setelah selesai klik *Generate water pressure*  dan pilih *Generate by phreatic level* hingga muncul gambar tegangan air pori seperti pada Gambar 5.22.



Gambar 5.22 *Generate Water Pressure* pada Plaxis
(Sumber : Penulis, 2019)


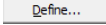
- Langkah selanjutnya yaitu memunculkan tegangan awal efektif dengan cara klik pada *Initial pore pressure* (sebelah kanan) , lalu klik *Generate Initial Stresses* . Atur nilai $\sum M\text{-Weight} = 1$, lalu klik *OK* hingga muncul jendela seperti pada Gambar 5.23. Kemudian klik *Update* untuk kembali ke *workspace*.
- Langkah terakhir yaitu dengan cara klik *Calculate* untuk masuk ke tahapan perhitungan. Setelah ini, Plaxis akan meminta untuk menyimpan *file*, klik *yes*, lalu simpan pada *directory* yang diinginkan. Kemudian Plaxis *Input* akan tertutup dan membuka jendela baru Plaxis *Calculations*.




Gambar 5.23 *Generate Initial Stress* pada Plaxis
(Sumber : Penulis, 2019)


b. *Calculation* atau perhitungan

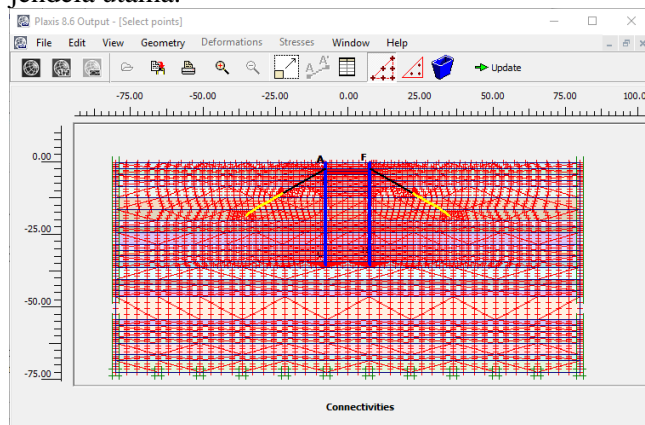
Pada tahap ini merupakan tahapan bagi program Plaxis untuk menghitung kondisi – kondisi yang telah dimasukkan pada Plaxis *Input*. Dalam pelaksanaan di lapangan penggalian dilakukan secara bertahap. Sebagai akibatnya, pada tahap kalkulasi ini dimodelkan dalam beberapa fase, dimulai dari pemasangan dinding sampai penggalian. Berikut merupakan langkah – langkah untuk memodelkan perhitungan :

- Pada jendela *Calculation* klik *Next*  untuk menambahkan fase baru. Pada fase pertama ini dimaksudkan untuk dimulainya instalasi alat berat yang dimodelkan beban tambahan 10kN/m^2 . Pada tab *General* bagian *Phase* diisi dengan nama fase. Sedangkan pada tab *Calculation type* diisi dengan *Plastic*.
- Selanjutnya klik pada tab *Parameter* lalu pilih *Define*  untuk memilih bagian – bagian yang aktif. Pada fase pertama ini bagian yang aktif hanya beban tambahan. Setelah selesai klik *Update* untuk kembali ke jendela utama.


- Setelah mengaktifkan beban tambahan pada fase pertama. Kemudian klik *Next* untuk melanjutkan ke fase kedua yaitu berupa instalasi dinding penahan berupa turap. Klik pada pelat turap untuk mengaktifkan model. Setelah selesai dalam hal ini model berubah warna menjadi biru lalu klik *Update*.
- Setelah fase instalasi dinding penahan penahan, langkah selanjutnya yaitu penggalian pertama sedalam -2 m. Masih sama seperti cara sebelumnya yaitu dengan klik *Define* lalu lakukan model penggalian dengan cara klik pada lapisan tanah pertama sampai warnanya berubah menjadi putih. Kemudian klik *Update* untuk kembali ke jendela utama dan melanjutkan ke fase penggalian kedua sampai kedalaman -3m.
- Setelah penggalian mencapai -3 m, langkah selanjutnya yaitu instalasi jangkar. Adapun langkahnya masih sama yaitu dengan cara klik *Define* lalu aktifkan model jangkarnya. Untuk *Prestress force* diberi gaya sebesar 75% - 100% gaya angkur sampai dengan deformasi yang dihasilkan mendekati nol. Jika belum tercapai ulangi dengan menambah gaya sampai dengan batas ijin maksimal jangkar. Setelah selesai klik *Update* untuk kembali ke jendela utama.
- Setelah fase instalasi jangkar dilanjutkan ke fase berikutnya yaitu penggalian ketiga. Pada fase ini sama seperti fase penggalian sebelumnya, namun yang berbeda adalah pengeringan air di depan galian karena sudah mencapai kedalaman muka air tanah. Untuk memodelkan dengan cara klik *Water Pressure*  kemudian klik dua kali pada daerah galian dan pilih *Cluster Dry* lalu klik *OK*. Kemudian klik *Update* untuk kembali ke jendela utama. Selain itu, cara lain yang bisa digunakan yaitu dengan klik dua kali pada permukaan tanah galian dan atur tinggi muka airnya. Berdasarkan (SNI 8460 2017) pasal 10.3.5.4.3 Tekanan air setinggi

muka air tanah desain bekerja pada bagian belakang dinding, sedangkan tekanan air setinggi 1 m di bawah dasar galian bekerja pada bagian muka dinding, pada daerah galian (SNI 8460 2017).

- Ulangi langkah diatas sampai penggalian terakhir.
- Setelah selesai semua fase penggalian, langkah selanjutnya yaitu mencari nilai *Safety Factor (SF)*. Cara yang dilakukan yaitu dengan mengubah *Calculation type* menjadi *Phi/c reduction*.
- Setelah semua fase terdefinisi, klik *Select point for curves* , lalu tentukan titik tinjau seperti pada Gambar 5.24. Setelah itu klik *Update* untuk kembali ke jendela utama.




Gambar 5.24 *Select Point for Curves* pada Plaxis
(Sumber : Penulis, 2019)

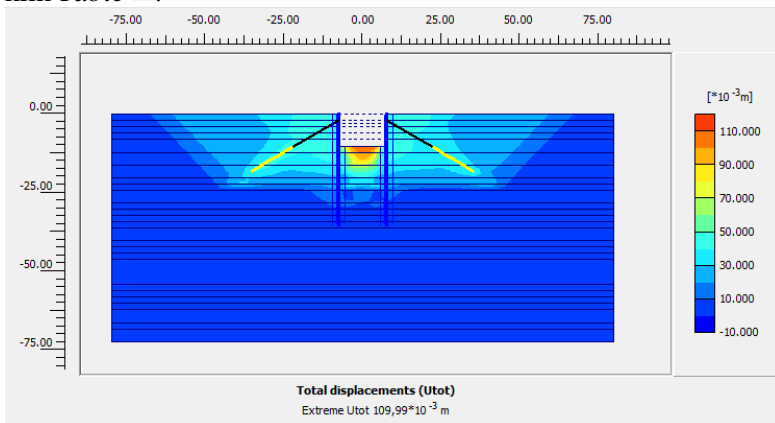
- Pada jendela utama klik *Calculate*  *Calculate...* untuk memulai proses perhitungan. Jika perhitungan selesai, maka jendela *output* akan bisa dibuka.

c. *Output* atau keluaran

Output dalam analisa program Plaxis menampilkan semua hasil perhitungan terhadap model dalam input. Untuk melihat nilai *SF* dapat dilihat pada tab *Multipliers* pada bagian *Total multipliers*.

Nilai SF yang dilambangkan dengan $\sum Msf$ merupakan SF keseluruhan struktur.

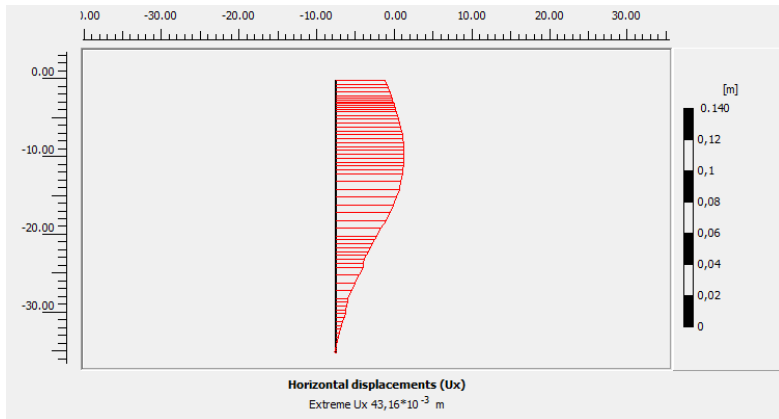
Untuk melihat deformasi yang terjadi pada dinding penahan tanah dapat dilakukan dengan mengarahkan kursor ke *Deformations* pada *toolbar* lalu klik *Deformed mesh*. Sedangkan untuk melihat perpindahan total (defleksi) klik *Total displacement* pada *toolbar Deformations* seperti ditunjukkan pada Gambar 5.25. selain itu, untuk melihat defleksi horizontal yang terjadi pada dinding penahan tanah dapat dilakukan dengan cara klik dua kali pada model dinding tersebut lalu klik *Horizontal displacement* pada *Deformations* seperti ditunjukkan pada Gambar 5.26. Jika ingin melihat defleksi tiap kedalaman dapat dilakukan dengan cara klik *Table* .



Gambar 5.25 Total Displacement pada Diaphragm Wall
(Sumber : Penulis, 2019)

Berdasarkan hasil permodelan pada Plaxis V8.6 didapatkan defleksi maksimal yang terjadi pada dinding penahan tanah Turap sebesar 43,16 mm atau 4,316 cm. Sedangkan hasil analisa menggunakan metode *beam on elastic foundation* seperti pada Sub Bab sebelumnya didapatkan defleksi maksimum sebesar 50 mm atau 5 cm. Berdasarkan SNI 8460-2017 Pasal 10.3.8.2 Jika lingkungan sekitar tidak mensyaratkan defleksi maksimum yang lebih ketat, defleksi maksimum 0,5% H harus dianggap sebagai

batas toleransi defleksi dinding. Maka, nilai defleksi maksimum untuk dinding penahan tanah ini adalah $0,5 \% \times 10 \text{ m} = 0,005 \text{ m} = 50 \text{ mm}$. Selain itu, angka keamanan yang diperoleh sebesar 1,9791 \geq angka keamanan yang diizinkan sebesar 1,5. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa desain dari *Diaphragm Wall* ini dapat digunakan sebagai perencanaan.



Gambar 5.26 Horizontal Displacement pada *Diaphragm Wall*
(Sumber : Penulis, 2019)

5.3.5 Perhitungan daya dukung tanah

Perhitungan daya dukung tanah dilakukan dengan menghitung berat sendiri dinding penahan tanah, lalu membandingkan dengan daya dukung tanah izin yang telah dihitung pada Bab IV.

$$P = \gamma_{\text{beton}} \times A_{\text{dinding}} \times H_{\text{dinding}}$$

$$= 24 \times 1 \times 35 = 840 \text{ kN}$$

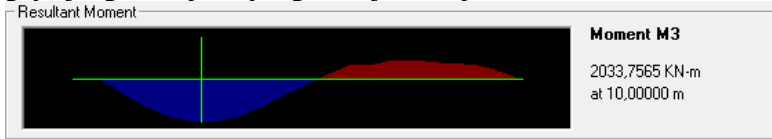
Kedalaman penanaman = 35 m

$$Q_u = 5034,81 \text{ kN}$$

Diperoleh bahwa Q_u tanah pada kedalaman 35 m lebih besar dari P, sehingga dapat disimpulkan bahwa daya dukung tanah mampu menahan berat struktur *Diaphragm wall*.

5.3.6 Perhitungan kebutuhan penulangan

Perencanaan kebutuhan penulangan pada *Diaphragm wall* terdiri dari penulangan vertikal, penulangan horizontal dan penulangan geser. Sebelum dilakukan perhitungan penulangan terlebih dahulu dicari nilai momen maksimum (M_u) untuk menentukan tulangan yang dibutuhkan. Nilai M_u didapatkan dengan menggunakan bantuan program SAP2000 setelah diberi gaya jangkar seperti yang ditunjukkan pada Gambar 5.27.



Gambar 5.27 Momen Maksimum *Diaphragm Wall*
(Sumber : Penulis, 2019)

Diketahui nilai M_u sebesar 2033,7565 kNm. Maka perhitungan kebutuhan penulangannya adalah sebagai berikut :

$$M_u = 2033,7565 \text{ kNm}$$

$$H_{\text{wall}} = 1 \text{ m}$$

$$f'_c = 41,5 \text{ MPa}$$

$$f_y = 400 \text{ MPa}$$

$$\text{Diameter tulangan} = 22 \text{ mm}$$

$$A_g = \frac{1}{4}\pi d^2 = 380,133 \text{ mm}^2$$

$$\text{Selimut beton} = 75 \text{ mm}$$

$$d = H_{\text{wall}} - \text{selimut beton} - \frac{1}{2} D_{\text{tulangan}}$$

$$= 1000 - 75 - 22/2$$

$$= 914 \text{ mm}$$

Mencari nilai β_1 berdasarkan Persamaan (2.23)

$$\beta_1 = 0,85 - 0,05 \left(\frac{f'_c - 28}{7} \right) > 0,65$$

$$= 0,85 - 0,05 \left(\frac{41,5 - 28}{7} \right) > 0,65$$

$$= 0,75357 > 0,65 \dots \text{OK}$$

Mencari nilai ρ_{max} berdasarkan Persamaan (2.22)

$$\begin{aligned}\rho_b &= \frac{0,85 f'_c}{f_y} \beta_1 \left(\frac{600}{600 + f_y} \right) \\ &= \frac{0,85 \cdot 41,5}{400} 0,75357_1 \left(\frac{600}{600 + 400} \right) \\ &= 0,03987 \\ \rho_{\max} &= 0,75 \rho_b \\ &= 0,75 \cdot 0,03987 \\ &= 0,02991\end{aligned}$$

Mencari nilai M_R berdasarkan Persamaan (2.21)

$$\begin{aligned}M_R &= \frac{1}{\phi} \left[\rho_{\max} f_y \left(1 - 0,59 \frac{\rho_{\max} f_y}{f'_c} \right) \right] b d^2 \\ &= \frac{1}{0,9} \left[0,02991 \cdot 400 \left(1 - 0,59 \frac{0,02991 \cdot 400}{41,5} \right) \right] 1000 (914)^2 \\ &= 11030,799 \text{ kNm}\end{aligned}$$

Karena $M_u \leq \phi M_R$, maka desain penulangan yang perlu direncanakan hanyalah tulangan lentur.

a. Penulangan vertikal (lentur)

Mencari nilai ρ_{pakai} :

$$\begin{aligned}\rho_{\max} &= 0,02991 \\ \rho_{\min} &= \frac{1}{f_y} = \frac{1}{400} = 0,0025\end{aligned}$$

Menentukan rasio kekuatan material (m) berdasarkan Persamaan (2.24)

$$m = \frac{f_y}{0,85 f'_c} = \frac{400}{0,85 \cdot 41,5} = 11,3395$$

Menentukan faktor tahanan lentur (R_n) berdasarkan Persamaan (2.25)

$$R_n = \frac{M_u}{\phi b d^2} = \frac{2033,7565}{0,9 \cdot 1000 \cdot 914^2} = 2,705$$

Menentukan rasio penulangan (ρ) berdasarkan Persamaan (2.26)

$$\begin{aligned}\rho &= \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2mR_n}{f_y b d^2}} \right) \\ &= \frac{1}{11,3395} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 11,3395 \cdot 2,705}{400 \cdot 1000 \cdot 914^2}} \right) \\ &= 0,007044\end{aligned}$$

Karena nilai $\rho \geq \rho_{min}$ maka digunakan $\rho_{pakai} = 0,007044$.

Menghitung kebutuhan luasan tulangan berdasarkan Persamaan (2.27)

$$\begin{aligned}A_{s_{perlu}} &= \rho b d \\ &= 0,007044 \cdot 1000 \cdot 914 = 6437,988 \text{ mm}^2 / \text{m} \\ n_{ulangan} &= \frac{A_s}{A_g} = \frac{6473,988}{380,133} = 16,94 \text{ buah} \approx 17 \text{ buah} / \text{m} \\ S_{ulangan} &= \frac{b_w}{n-1} = \frac{1000}{17-1} = 62,5 \text{ mm} \geq S_{min} = 25 \text{ mm} \dots \text{OK}\end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan tersebut, maka digunakan tulangan vertikal pada *diaphragm wall* dengan konfigurasi 17D22-62,5 mm.

b. Penulangan horizontal (bagi)

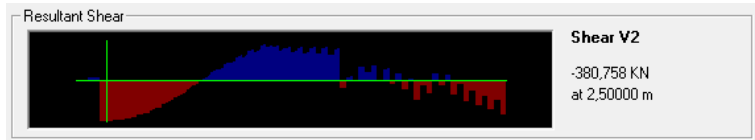
Berdasarkan Sub Bab 2.2.5 perencanaan tulangan horizontal diambil setengah dari kebutuhan tulangan vertikal/lentur.

$$\begin{aligned}A_{s_{perlu}} &= \frac{1}{2} A_{s_{lentur}} \\ &= \frac{1}{2} \cdot 6437,988 = 3218,994 \text{ mm}^2 / \text{m} \\ n_{ulangan} &= \frac{A_s}{A_g} = \frac{3218,994}{380,133} = 8,468 \text{ buah} \approx 9 \text{ buah} / \text{m} \\ S_{ulangan} &= \frac{b_w}{n-1} = \frac{1000}{9-1} = 125 \text{ mm} \geq S_{min} = 25 \text{ mm} \dots \text{OK}\end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan tersebut, maka digunakan tulangan horizontal pada *diaphragm wall* dengan konfigurasi 9D22-125 mm.

c. Penulangan geser

Perencanaan tulangan geser berdasarkan pada Sub Bab 2.2.5. Adapun persyaratan yang dibutuhkan diantaranya adalah nilai gaya geser (V_u) yang terjadi pada *diaphragm wall* didapatkan dari program bantu SAP2000 seperti ditunjukkan pada Gambar 5.28.



Gambar 5.28 Gaya Geser *Diaphragm Wall*
(Sumber : Penulis, 2019)

$$V_u = 380,758 \text{ kN}$$

$$\begin{aligned} \phi V_c &= 0,85 \left(\frac{1}{6} \sqrt{f'cbd} \right) \\ &= 0,85 \left(\frac{1}{6} \sqrt{41,5 \cdot 1000 \cdot 914} \right) = 834,138 \text{ kN} \end{aligned}$$

Karena nilai $V_u \leq \phi V_c$ maka tidak perlu direncanakan tulangan geser. Akan tetapi, tetap dipasang tulangan geser praktis dengan ukuran $\phi 10$ mm. Untuk jarak antar tulangan dipakai yang terkecil dari :

$$S_{max} = \frac{d}{2} = \frac{914}{2} = 457 \text{ atau}$$

$$S_{max} = 600 \text{ mm}$$

Jadi dipakai tulangan geser dengan konfigurasi $\phi 10$ -450 mm.

5.3.7 Rencana anggaran biaya

Pada tugas akhir ini rencana anggaran biaya berdasarkan pada material dinding penahannya saja. Perhitungan anggaran biaya berasal dari volume material dikalikan dengan harga satuan material. Rekapitulasi hasil perhitungan biaya untuk dinding penahan tanah jenis *Diaphragm Wall* dapat dilihat pada Tabel 5.49.

Tabel 5.49 Rencana Anggaran Biaya *Diphragm Wall*

ITEM	VOLUME	SATUAN	HARGA SATUAN	BIAYA TOTAL
Beton K-500	3.150	m ³	Rp 1.050.000	Rp 3.307.500.000
Pembesian				
D22	244.393	kg	Rp 16.930	Rp 4.137.451.665
φ10	11.652,56	kg	Rp 16.930	Rp 197.272.012
Angkur				
Kabel Prestressed Strand	4.230,612	kg	Rp 16.124	Rp 68.214.383
Beton Grout	63,61725	m ³	Rp 910.000	Rp 57.891.699
TOTAL BIAYA				Rp 7.768.329.758

5.4. Perencanaan *Tangent Pile Wall*

Dalam merencanakan dinding penahan tanah jenis *tangent pile wall*, gaya lateral tanah di belakang dinding akan ditahan oleh berat sendiri dari *tangent pile wall*. Selain itu, untuk menambah stabilitas *tangent pile wall* digunakan *ground anchor*. Selain untuk menambah stabilitas fungsi dari *anchor* tersebut untuk mengurangi panjang tertanam dinding. Output dari sub bab ini berupa nilai defleksi maksimum, kebutuhan tulangan dinding, rencana anggaran biaya (RAB) berdasarkan jumlah material yang dibutuhkan. Masing – masing item dari output ini nantinya akan dibandingkan dengan jenis dinding penahan tanah lainnya kemudian dipilih satu jenis dinding penahan tanah yang akan dipakai sebagai kesimpulan dari tugas akhir ini.

5.4.1 *Preliminary design*

Sebelum melakukan perhitungan diperlukan data – data yang akan digunakan seperti data tanah dan parameter – parameter tanah. Selanjutnya dilakukan *preliminary design* untuk mempermudah perencanaan.

a. *Data tanah*

Data tanah yang digunakan dalam perencanaan *tangent pile wall* menggunakan data tanah pada titik BR-05 seperti pada Tabel 4.1.

b. *Tangent Pile wall*

Berdasarkan perhitungan pada Sub Bab 5.1 didapatkan panjang dinding penahan yaitu sebesar 35 m. Selanjutnya dilakukan perencanaan awal / *preliminary design* untuk parameter – parameter lainnya sebagai berikut :

Diameter <i>tangent pile wall</i>	= 1,2 m
Luas penampang (A)	= 1,131 m ²
Inersia penampang (I)	= 0,1018 m ⁴
Mutu beton (f'c)	= 41,5 MPa
Mutu baja (fy)	= 400 MPa
Modulus elastisitas (E)	= 30.277,6 MPa
EA	= 34.243.195,06 kN
EI	= 3.081.887,556 kN.m ²
d	= 1,039 m
Berat (W)	= 9,578 kN/m

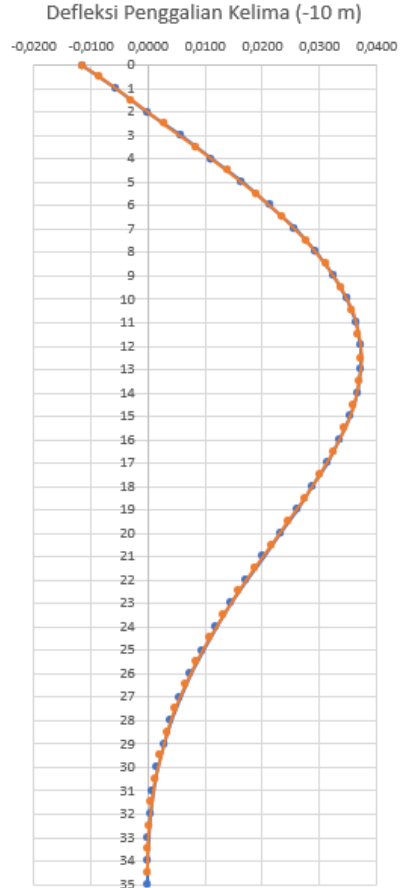
5.4.2 Analisa *beam on elastic foundation*

Perencanaan dinding penahan tanah *tangent pile wall* menggunakan metode *beam on elastic foundation* sama dengan perencanaan *diaphragm wall* pada Sub Bab 5.3. Namun yang membedakan adalah gaya yang menjadi masukan tiap titik beban harus dikalikan sebesar diameter *pile*. Pada perencanaan *tangent pile wall* akan dilakukan penggalian menjadi lima fase penggalian. Fase pertama yaitu pada elevasi -2 m, penggalian kedua pada elevasi -4 m, fase ketiga pada elevasi -6 m, fase keempat pada elevasi -8 m dan fase kelima pada elevasi -10 m. Dalam memodelkan beban pada SAP 2000 digunakan tekanan tanah pada kondisi *at-rest*. Pada fase pertama, *output* yang dihasilkan adalah defleksi yang nantinya akan diperhitungkan sebagai *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 dan seterusnya. Dinding penahan tanah yang direncanakan harus mampu menahan beban tanah pada proses penggalian dan masa operasionalnya. Hasil defleksi yang terjadi dapat dilihat pada Tabel 5.50 dan Gambar 5.29. Hasil iterasi secara keseluruhan dapat dilihat pada Lampiran.

Tabel 5.50 Defleksi pada
Tangent Pile Wall

H (m)	δ (m)	H (m)	δ (m)
0	-0.0114	0	-0.0114
1	-0.0057	0.5	-0.0085
2	0.0000	1.5	-0.0028
3	0.0057	2.5	0.0029
4	0.0112	3.5	0.0085
5	0.0165	4.5	0.0139
6	0.0214	5.5	0.0190
7	0.0258	6.5	0.0237
8	0.0295	7.5	0.0277
9	0.0326	8.5	0.0311
10	0.0349	9.5	0.0338
11	0.0365	10.5	0.0358
12	0.0373	11.5	0.0370
13	0.0373	12.5	0.0374
14	0.0367	13.5	0.0371
15	0.0354	14.5	0.0361
16	0.0336	15.5	0.0346
17	0.0314	16.5	0.0326
18	0.0288	17.5	0.0302
19	0.0260	18.5	0.0275
20	0.0231	19.5	0.0246
21	0.0202	20.5	0.0216
22	0.0173	21.5	0.0187
23	0.0146	22.5	0.0159
24	0.0120	23.5	0.0133
25	0.0096	24.5	0.0108
26	0.0075	25.5	0.0085
27	0.0056	26.5	0.0065
28	0.0041	27.5	0.0048
29	0.0028	28.5	0.0034
30	0.0017	29.5	0.0022
31	0.0009	30.5	0.0013
32	0.0004	31.5	0.0006
33	0.0001	32.5	0.0002
34	0.0000	33.5	0.0000
35	0.0000	34.5	0.0000

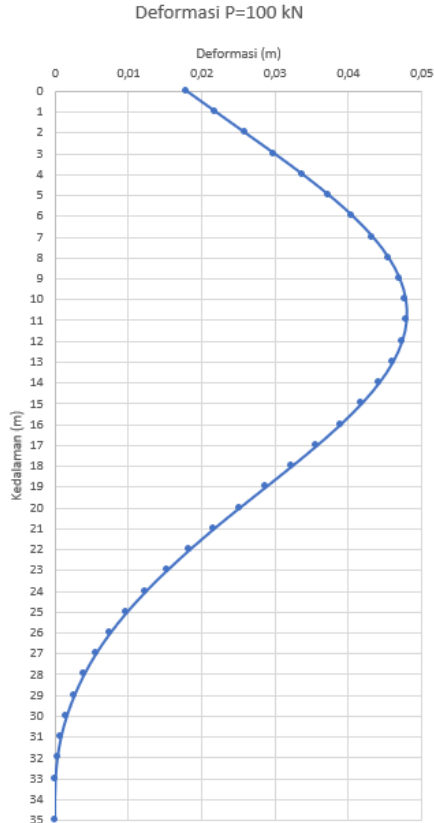


Gambar 5.29 Defleksi pada
Tangent Pile Wall
(Sumber : Penulis, 2019)

5.4.3 Perhitungan jangkar

a. Perhitungan gaya Jangkar

Gaya yang terjadi pada jangkar (F) diperoleh dari reaksi perletakan pada iterasi terakhir. Besar gaya yang terjadi adalah sebesar 428,4 kN. Karena dengan gaya tersebut defleksi yang terjadi masih dibawah defleksi ijin sebesar 0,5 H atau setara 0,05 m, maka gaya pada jangkar diperkecil. Dalam hal ini digunakan gaya sebesar 100 kN. Adapun defleksi yang terjadi seperti ditunjukkan pada Gambar 5.30.



Gambar 5.30 Defleksi *Diaphragm Wall* Akibat Jangkar
(Sumber : Penulis, 2019)

Pada Gambar 5.30 menunjukkan bahwa defleksi maksimal yang terjadi sebesar 0,048 m, maka gaya jangkar dapat digunakan dalam perencanaan. Jangkar direncanakan menggunakan PC Strand dari produk Sumiden Indonesia dengan spesifikasi sebagai berikut :

$$f_u = 1670 \text{ MPa}$$

$$d = 15,2 \text{ mm}$$

$$S = 1,2 \text{ m}$$

$$\theta = 30^\circ$$

Gaya rencana jangkar dapat dicari menggunakan Persamaan (2.14).

$$\begin{aligned} T_w &= \frac{F}{\cos \theta} \\ &= \frac{100}{\cos(30^\circ)} \\ &= 117,4701 \text{ kN} \end{aligned}$$

Gaya tarik yang diterima jangkar dapat dicari menggunakan Persamaan (2.17).

$$T_{rod} = T_w S = 117,4701 \times 1,2 = 138,564 \text{ kN}$$

Berdasarkan SNI 8460 – 2017 Pasal 10.6.4.5 faktor keamanan minimum untuk jangkar permanen sebesar 3. Sebagai akibatnya, gaya yang dibutuhkan jangkar sebesar :

$$T_{rod} = 3T = 3 \times 138,564 = 415,692 \text{ kN}$$

Gaya tarik ijin (f_{all}) material jangkar diperoleh dari Persamaan (2.18).

$$\begin{aligned} f_{all} &= 0,9 f_t \\ &= 0,9 \times 1670 \\ &= 1503 \text{ kN} \end{aligned}$$

Diameter jangkar yang dibutuhkan dapat dicari dengan hubungan antara luas dan gaya pada Jangkar seperti pada Persamaan (2.19).

$$A_{net} = \frac{T_{rod}}{f_{all}}$$

$$= \frac{415,692}{1503} = 276,575 \text{ mm}^2$$

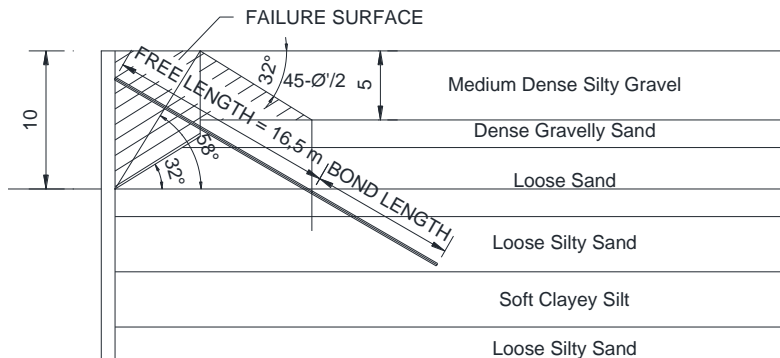
Selanjutnya kebutuhan jumlah strand (n) dapat dicari dengan membagi luasan yang dibutuhkan dengan luasan 1 buah jangkar.

$$n = \frac{A_{net}}{A} = \frac{276,575}{\frac{1}{4}\pi d^2} = \frac{276,575}{\frac{1}{4}\pi (15,2)^2} = 1,524 \text{ buah}$$

Jangkar yang dipakai yaitu PC Strand 1x7 1670 MPa ($d = 15,2 \text{ mm}$) dengan jumlah 2 buah.

b. Perhitungan Panjang Jangkar

Panjang penjangkaran terdiri dari *free section* atau *free length* (FL) dan *fixed section* atau *bond length* (BL). Adapun perhitungan *free length* berdasarkan pada garis keruntuhan yang terjadi pada dinding penahan tanah. Dengan bantuan program Autocad didapatkan panjang FL sebesar 16,5 m.



Gambar 5.31 Failure Surface Dinding Penahan
(Sumber : Penulis, 2019)

Sedangkan *bond length* berdasarkan pada Persamaan (2.15) untuk tanah pasir dan Persamaan (2.16) untuk tanah lempung. Dalam hal ini letak *fixed section* berada pada tanah pasir jika dilihat berdasarkan Gambar 5.31. Oleh karena itu, untuk mencari BL digunakan Persamaan (2.15). Adapun material grout berupa beton dengan parameter sebagai berikut :

$$d = 0,3 \text{ m}$$

$$l = 5,8 \text{ m}$$

$$h = 13 \text{ m}$$

$$\gamma = 15,272 \text{ m}$$

$$\phi = 29,808^\circ$$

$$P_u = \pi d l \sigma \tan \phi$$

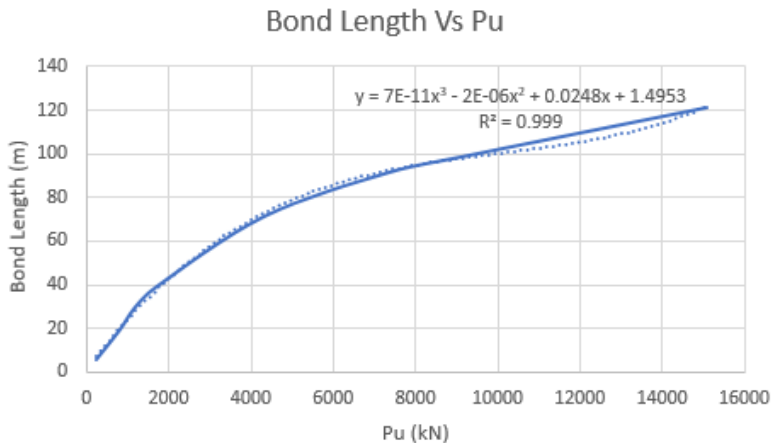
$$= \pi \cdot 0,3 \cdot 5,8 \cdot [(15,272 - 10) \cdot 13] \tan (29,808^\circ)$$

$$= 240,3606 \text{ kN}$$

Untuk memudahkan perhitungan dibuat variasi panjang *fixed section* seperti ditunjukkan pada Tabel 5.51. Selain itu, hubungan antara gaya jangkar dengan panjang *fixed section* seperti ditunjukkan pada Gambar 5.32.

Tabel 5.51 Variasi Panjang *Fixed Section*

BL (m)	d (m)	h (m)	γ (kN/m ³)	ϕ	Cu (kN/m ²)	Pu (kN)	FL (m)	L (m)
5.8	0.3	13	15.272	29.808	0	240.361	16.5	22.3
19.5	0.3	16	14.959	24.094	1.67	813.516	16.5	36
29.5	0.3	17.5	14.719	21.321	1.64	1170.981	16.5	46
39.5	0.3	20	14.682	20.207	3.15	1720.241	16.5	56
71.5	0.3	28	14.733	22.452	1.46	4320.938	16.5	88
91.5	0.3	33	15.331	23.160	2.62	7313.518	16.5	108
99.5	0.3	35	15.674	24.513	2.42	9282.640	16.5	116
121.5	0.3	40.5	16.167	26.611	2.10	15084.120	16.5	138



Gambar 5.32 Grafik Hubungan *Fixed Section* dengan P_u
(Sumber : Penulis, 2019)

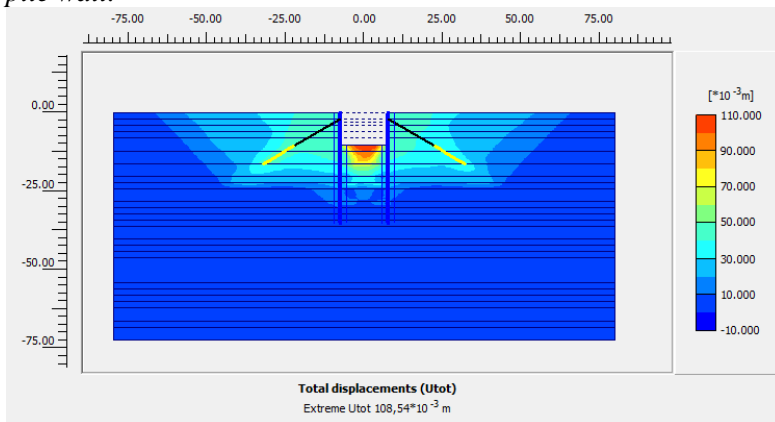
Berdasarkan Gambar 5.32 untuk $P_u = 415,692$ kN dibutuhkan panjang *fixed section* atau BL sebesar 11,464 m \approx 11,5 m. Sehingga, panjang jangkar keseluruhan sebesar 16,5 m + 11,5 m = 28 m. Adapun properti material jangkar yang digunakan adalah sebagai berikut :

Panjang <i>free section</i>	= 16,5 m
Panjang <i>fixed section</i>	= 11,5 m
Jarak antar jangkar (L_s)	= 1,2 m
Diameter jangkar	= 15,2 mm
Jumlah jangkar	= 2 buah
Luas penampang (A_{jr})	= 362,917 mm ²
$E_{jangkar}$	= 200.000 MPa
$EA_{jangkar}$	= 72583 kN
Diameter grout (d)	= 0,3 m
Luas penampang (A_{gr})	= 0,070685 m ²
Mutu beton ($f'c$)	= 30 MPa
E_{grout}	= 25.742,96 MPa
EA_{grout}	= 1.819.662,63 kN

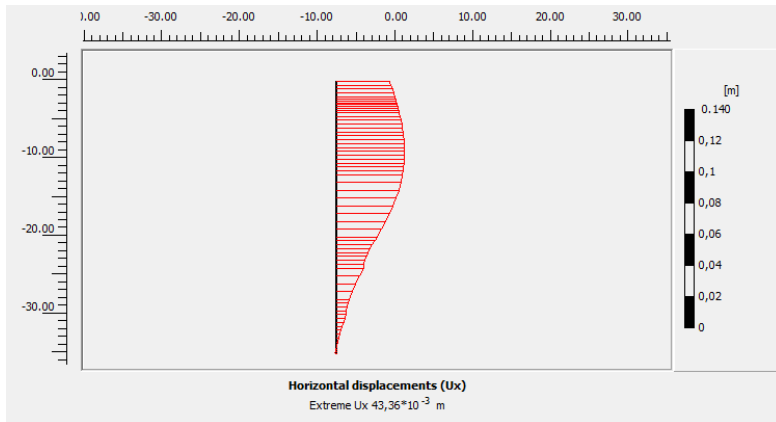
5.4.4 Analisa stabilitas

Setelah mendapatkan dimensi dan jangkar langkah selanjutnya yaitu analisa stabilitas. Analisa stabilitas dilakukan dengan menggunakan bantuan program Plaxis V8.6. Hasil analisa stabilitas berupa defleksi dinding dan safety factor secara keseluruhan.

Langkah – langkah *input* pada Plaxis untuk dinding penahan tanah jenis *tangent pile wall* sama dengan *input diaphragm wall* pada Sub Bab 5.3. Yang membedakan hanyalah parameter material *Plate*. Seperti ditunjukkan pada Gambar 5.33 dan Gambar 5.34 yang merupakan hasil permodelan *tangent pile wall* menggunakan program bantu Plaxis. Pada Gambar 5.33 menunjukkan *total displacement* dari *diaphragm wall* dan Gambar 5.34 menunjukkan *horizontal displacement* (defleksi) dari *tangent pile wall*.



Gambar 5.33 Total Displacement pada Tangent Pile Wall
(Sumber : Penulis, 2019)



Gambar 5.34 Horizontal Displacement pada Tangent Pile Wall
(Sumber : Penulis, 2019)

Berdasarkan hasil permodelan pada Plaxis V8.6 didapatkan defleksi maksimal yang terjadi pada dinding penahan tanah *Tangent Pile Wall* sebesar 43,36 mm atau 4,336 cm. Sedangkan hasil analisa menggunakan metode *beam on elastic foundation* seperti pada Sub Bab sebelumnya didapatkan defleksi maksimum sebesar 47,89 mm atau 4,789 cm. Berdasarkan (SNI 8460 2017) Pasal 10.3.8.2 Jika lingkungan sekitar tidak mensyaratkan defleksi maksimum yang lebih ketat, defleksi maksimum 0,5% H harus dianggap sebagai batas toleransi defleksi dinding. Maka, nilai defleksi maksimum untuk dinding penahan tanah ini adalah $0,5\% \times 10 \text{ m} = 0,005 \text{ m} = 50 \text{ mm}$. Selain itu, angka keamanan yang diperoleh sebesar $1,9187 \geq$ angka keamanan yang diizinkan sebesar 1,5. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa desain dari *Tangent Pile Wall* ini dapat digunakan sebagai perencanaan.

5.4.5 Perhitungan daya dukung tanah

Perhitungan daya dukung tanah dilakukan dengan menghitung berat sendiri dinding penahan tanah, lalu membandingkan dengan daya dukung tanah izin yang telah dihitung pada Bab IV.

$$\begin{aligned}
 P &= \gamma_{\text{beton}} \times A_{\text{dinding}} \times H_{\text{dinding}} \\
 &= 24 \times 1,131 \times 35 \\
 &= 950,0176 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

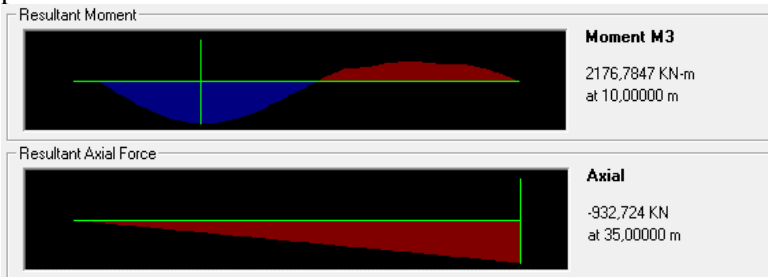
Kedalaman penanaman = 35 m

$$Q_u = 5034,81 \text{ kN}$$

Diperoleh bahwa Q_u tanah pada kedalaman 35 m lebih besar dari P , sehingga dapat disimpulkan bahwa daya dukung tanah mampu menahan berat struktur *Tangent Pile wall*.

5.4.6 Perhitungan kebutuhan penulangan

Perencanaan kebutuhan penulangan pada *Tangent Pile wall* menggunakan program bantu spColumn. Program ini akan membantu dalam menentukan banyaknya tulangan yang dibutuhkan. Sebelum dilakukan perhitungan penulangan terlebih dahulu dicari nilai momen maksimum (M_u) dan gaya aksial maksimum (P_u). Nilai M_u dan (P_u) didapatkan dengan menggunakan bantuan program SAP2000 seperti yang ditunjukkan pada Gambar 5.35.



Gambar 5.35 Momen Maksimum dan Gaya Aksial *Tangent Pile Wall*

(Sumber : Penulis, 2019)

a. Tulangan utama

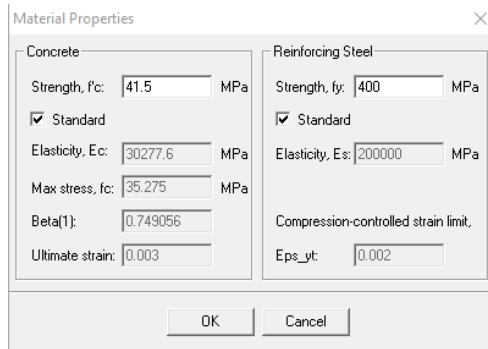
Diketahui nilai M_u sebesar 2176,7847 kNm dan P_u sebesar 932,724 kN. Selanjutnya perhitungan kebutuhan penulangan dilakukan menggunakan program bantu spColumn V5.1.0. Adapun langkah – langkah perhitungannya dijelaskan sebagai berikut :

a. *Input* atau masukan

Pada tab *input* pilih *General Information*. Pada bagian *Label*, isi sesuai yang diinginkan. Kemudian untuk *Units* gunakan *Metric*, *Run Option* gunakan *Design* dan *Run Axis* gunakan *Biaxial*, *Design Code* gunakan ACI 318 – 02, dan *consider slenderness* pilih *No*. Untuk lebih jelasnya seperti ditunjukkan pada Gambar 5.36.

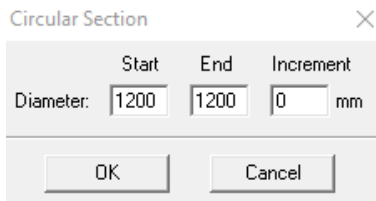
Gambar 5.36 *General Information* pada spColumn
(Sumber : Penulis, 2019)

- Kemudian untuk memasukkan parameter material melalui *taskbar input* pada menu *Material Properties*. Lalu isi f'_c , f_y , dan E_s sesuai dengan data perencanaan pada *preliminary design* seperti ditunjukkan pada Gambar 5.37.



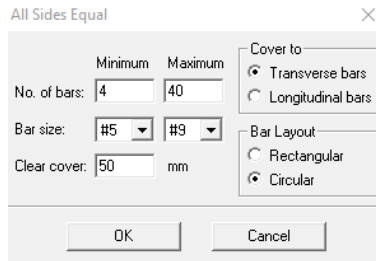
Gambar 5.37 *Material Properties* pada *spColumn*
(Sumber : Penulis, 2019)

- Langkah selanjutnya yaitu menentukan bentuk penampang melalui *taskbar input* pada menu *Section*. Lalu pilih *Circular* karena bentuk penampang *tangent pile* bulat dan isikan diameter penampang. Hal ini seperti ditunjukkan pada Gambar 5.38.

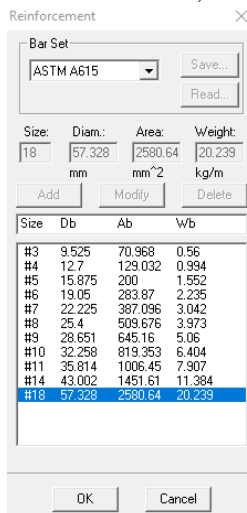


Gambar 5.38 *Section* pada *spColumn*
(Sumber : Penulis, 2019)

- Langkah berikutnya yaitu menentukan kriteria tulangan yang diinginkan melalui *taskbar input* pada menu *Reinforcement*. Lalu pilih *All Side Equal* untuk membuat jumlah tulangan sama di setiap sisi penampang. Masukkan jumlah tulangan minimal dan maksimal yang diinginkan berikut ukuran tulangannya. Hal ini seperti ditunjukkan pada Gambar 5.39. Dalam hal ini ukuran tulangannya berupa nomor, sehingga perlu dikonversi ke satuan mm sesuai pada Gambar 5.40.



Gambar 5.39 Reinforcement pada spColumn
(Sumber : Penulis, 2019)



Gambar 5.40 Ukuran tulangan pada spColumn
(Sumber : Penulis, 2019)

- Kemudian definisikan pula kriteria desain tulangannya melalui *taskbar input* pada menu *Design Criteria*. Isikan *Column Type* dengan *Structural*, *Bar Selection* dengan Minimum area of steel, dan spacing between bars dengan 100 mm. Hal ini seperti ditunjukkan pada Gambar 5.41.

Gambar 5.41 *Design Criteria* pada spColumn
(Sumber : Penulis, 2019)

- Langkah selanjutnya yaitu memasukkan beban melalui *taskbar input* pada menu *Loads* dengan kriteria *Factored*. Isi sesuai dengan data perencanaan seperti ditunjukkan pada Gambar 5.42.

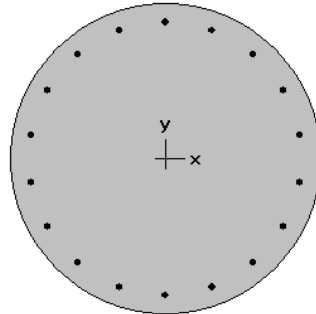
Load	X-Moment	Y-Moment
932.724 (kN)	2176.784 (kNm)	0 (kNm)

No.	P	Mx	My
1	932.724	2176.78	0

Gambar 5.42 *Loads* pada spColumn
(Sumber : Penulis, 2019)

b. *Output* atau keluaran

- Setelah selesai memasukkan parameter perencanaan, selanjutnya tekan tombol F5 atau melalui *taskbar solve* pada menu *Solve* untuk melihat hasil perhitungan. Hasil *output* berupa potongan melintang *tangent pile* beserta penulangannya seperti ditunjukkan pada Gambar 5.43.



1200 mm diam.
1.03% reinf.

MATERIAL:

=====

$f'_c = 41.5 \text{ MPa}$
 $E_c = 30277.6 \text{ MPa}$
 $f_c = 35.275 \text{ MPa}$
 $\text{Beta1} = 0.749056$
 $f_y = 400 \text{ MPa}$
 $E_s = 200000 \text{ MPa}$

SECTION:

=====

$A_g = 1.13097\text{e}+006 \text{ mm}^2$
 $I_x = 1.01788\text{e}+011 \text{ mm}^4$
 $I_y = 1.01788\text{e}+011 \text{ mm}^4$
 $X_o = 0 \text{ mm}$
 $Y_o = 0 \text{ mm}$

REINFORCEMENT:

=====

18 #9 bars @ 1.027%
 $A_s = 11612.9 \text{ mm}^2$
 Confinement: Tied
 Clear Cover = 59.53 mm
 Min Clear Spacing = 154.08 mm

SLENDERNESS:

=====

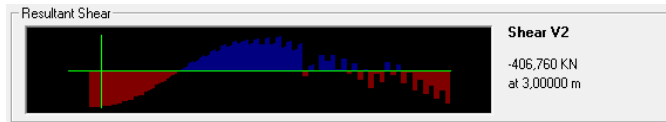
N/A

Gambar 5.43 *Output* pada spColumn
(Sumber : Penulis, 2019)

- Berdasarkan Gambar 5.43 dapat disimpulkan bahwa tulangan yang digunakan adalah D28 sejumlah 18 buah dengan jarak bersih antar tulangan sebesar 154,08 mm. Selain itu rasio penulangan yang didapat sebesar 1,03% telah memenuhi syarat minimal sebesar 1%.

c. Tulangan Geser

Perencanaan tulangan geser berdasarkan pada Sub Bab 2.2.5. Adapun persyaratan yang dibutuhkan diantaranya adalah nilai gaya geser (V_u) yang terjadi pada *tangent pile wall* didapatkan dari program bantu SAP2000 seperti ditunjukkan pada Gambar 5.44.



Gambar 5.44 Gaya Geser *Tangent Pile Wall*
(Sumber : Penulis, 2019)

$$V_u = 406,76 \text{ kN}$$

$$\phi V_c = 0,85 \left(\frac{1}{6} \sqrt{f'c} b d \right)$$

$$= 0,85 \left(\frac{1}{6} \sqrt{41,5} \cdot \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 1200^2 \right) = 1092,868 \text{ kN}$$

Karena nilai $V_u \leq \phi V_c$ maka tidak perlu direncanakan tulangan geser. Akan tetapi, tetap dipasang tulangan geser praktis dengan ukuran $\phi 10$ mm. Berdasarkan (SNI 03-2847 2013) untuk jarak vertikal antar tulangan pengikat dipakai yang terkecil dari :

$$S_{\max} = 16D_{\text{longitudinal}} = 16 \times 28 = 448 \text{ atau}$$

$$S_{\max} = 48D_{\text{pengikat}} = 48 \times 10 = 480 \text{ mm}$$

Jadi dipakai tulangan geser dengan konfigurasi $\phi 10$ -400 mm.

d. Penulangan *Capping Beam*

Perencanaan *capping beam* pada tugas akhir ini hanya berfungsi sebagai pengikat antar *tangent pile*. Hal ini dikarenakan pada perencanaan *tangent pile* dalam perhitungannya dianggap sebagai tiang tunggal, sehingga tidak ada momen yang terjadi pada *capping beam*. Untuk penulangan *capping beam* hanya menggunakan tulangan susut berdasarkan (SNI 03-2847 2013) pasal 7.12.2.1. Adapun data perencanaan sebagai berikut :

$$B = 1,6 \text{ m}$$

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

$$f'_c = 41,5 \text{ MPa}$$

$$f_y = 400 \text{ MPa}$$

$$\text{Selimut beton} = 50 \text{ mm}$$

$$D_{\text{tulangan}} = 19 \text{ mm}$$

$$A_g = \frac{1}{4}\pi d^2 = 283,529 \text{ mm}^2$$

$$\begin{aligned} d &= H - \text{selimut beton} - \frac{1}{2} D_{\text{tulangan}} \\ &= 1000 - 50 - 19/2 \\ &= 940,5 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\rho_{\text{perlu}} = \rho_{\text{min}} = \frac{1}{f_y} = \frac{1}{400} = 0,035$$

$$A_s = \rho b d$$

$$= 0,0035 \cdot 1600 \cdot 940,5 = 5266,8 \text{ mm}^2$$

$$n_{\text{tulangan}} = \frac{A_s}{A_g} = \frac{5266,8}{283,529} = 18,576 \text{ buah} \approx 19 \text{ buah}$$

$$S_{\text{tulangan}} = \frac{b_w}{n-1} = \frac{1600}{19-1} = 81,222 \text{ mm} \geq S_{\text{min}} = 25 \text{ mm} \dots \text{OK}$$

Jadi digunakan tulangan 19 D19. Selanjutnya untuk kebutuhan tulangan bagi digunakan sebesar 20% dari A_s perlu yaitu :

$$A_{s_{bagi}} = 20\% A_s$$

$$= 20\% \times 5266,8 = 1053,36 \text{ mm}^2$$

$$n_{tulangan} = \frac{A_s}{A_g} = \frac{1053,36}{132,732} = 7,936 \text{ buah} \approx 8 \text{ buah}$$

$$S_{tulangan} = \frac{b_w}{n-1} = \frac{1000}{8-1} = 142,857 \text{ mm} \geq S_{\min} = 25 \text{ mm} \dots OK$$

Maka untuk tulangan bagi digunakan tulangan 8 D13. Untuk panjang penyaluran minimum dihitung berdasarkan (SNI 03-2847 2013) pasal 12.5.2.

$$l_{dh} \text{ min} = 8d_b = 8 \cdot 19 = 152 \text{ mm}$$

$$l_{dh} \text{ min} = 150 \text{ mm}$$

Maka digunakan $l_{dh} = 160 \text{ mm}$.

5.4.7 Rencana anggaran biaya

Pada tugas akhir ini rencana anggaran biaya berdasarkan pada material dinding penahannya saja. Perhitungan anggaran biaya berasal dari volume material dikalikan dengan harga satuan material. Rekapitulasi hasil perhitungan biaya untuk dinding penahan tanah jenis *Tangent Pile Wall* dapat dilihat pada Tabel 5.52.

Tabel 5.52 Rencana Anggaran Biaya *Tangent Pile Wall*

ITEM	VOLUME	SATUAN	HARGA SATUAN	BIAYA TOTAL
Beton K-500	3.112,805	m ³	Rp 1.050.000	Rp 3.268.445.311
Pembesian				
D28	228.390,2	kg	Rp 16.930	Rp 3.866.531.435
D19	3.805,948	kg	Rp 16.930	Rp 64.432.797
D13	3.250,879	kg	Rp 16.930	Rp 55.035.760
φ10	15.253,17	kg	Rp 16.930	Rp 258.228.460
Angkur				
Kabel Prestressed Strand	3.525,51	kg	Rp 16.124	Rp 56.845.319
Beton Grout	60,96653	m ³	Rp 910.000	Rp 55.479.545
TOTAL BIAYA				Rp 7.624.998.626

BAB VI PERENCANAAN LANTAI DASAR DAN PONDASI

6.1. Perhitungan Daya Dukung Tanah

Pada perencanaan pondasi kali ini akan dilakukan perhitungan daya dukung tanah terhadap tiang berdasarkan nilai N-SPT. Adapun nilai N-SPT harus dikoreksi terlebih dahulu dalam menghitung daya dukung tanah. Dalam tugas akhir ini koreksi nilai N-SPT telah dibahas pada Sub Bab 4.1. Selanjutnya perhitungan daya dukung tanah dilakukan dengan menggunakan metode Luciano Decourt (1982). Akan tetapi karena pondasi tiang ini menerima gaya tarik atau *uplift force*, maka daya dukung tanah hanya berdasarkan pada nilai lekatan lateral (Q_s).

6.1.1 Perhitungan tahanan akibat lekatan lateral

Menurut Luciano Decourt (1982) nilai tahanan lekatan akibat lekatan lateral diperoleh dari mengalikan nilai tegangan akibat lekatan lateral dengan luas selimut tiang. Adapun perhitungannya berdasarkan Persamaan (2.41). Contoh perhitungan berikut ini untuk elevasi – 15 m.

$$H = 5 \text{ m}$$

$$D = 0,6 \text{ m}$$

$$N_s = 12,9$$

$$A_s = \pi DH = \pi \times 0,6 \times 5 = 9,425 \text{ m}^2$$

$$Q_s = q_s \cdot A_s = \left(\frac{\bar{N}_s}{3} + 1 \right) \cdot A_s$$

$$= \left(\frac{12,9}{3} + 1 \right) \cdot 9,425$$

$$= 49,979 \text{ ton} = 499,799 \text{ kN}$$

6.1.2 Perhitungan Q_u dan Q_{ijin}

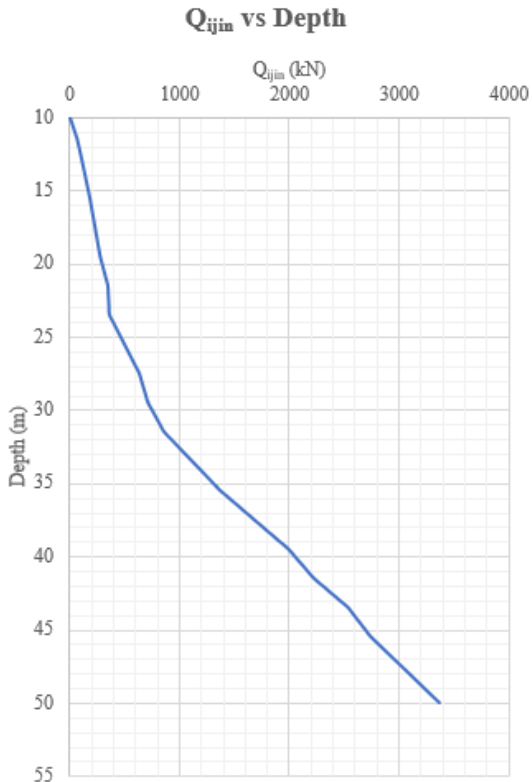
Nilai Q_u diperoleh dari nilai Q_s tanpa nilai Q_p karena perilaku tiang sebagai tiang tarik. Adapun Q_{ijin} adalah nilai Q_u yang

dibagi dengan *safety factor* (SF) sebesar 3. Contoh perhitungan Q_u berikut ini untuk elevasi – 15 m.

$$Q_u = Q_s = 499,799 \text{ kN}$$

$$Q_{ijin} = \frac{Q_u}{SF} = \frac{499,799}{3} = 166,6 \text{ kN}$$

Perhitungan daya dukung tiap kedalaman dapat dilihat pada Lampiran 5. Selanjutnya, hasil perhitungan daya dukung tiap kedalaman dapat dibuat menjadi grafik antara daya dukung dengan kedalaman seperti ditunjukkan pada Gambar 6.1.



Gambar 6.1 Grafik Q_u dengan *Depth*
(Sumber : Penulis, 2019)

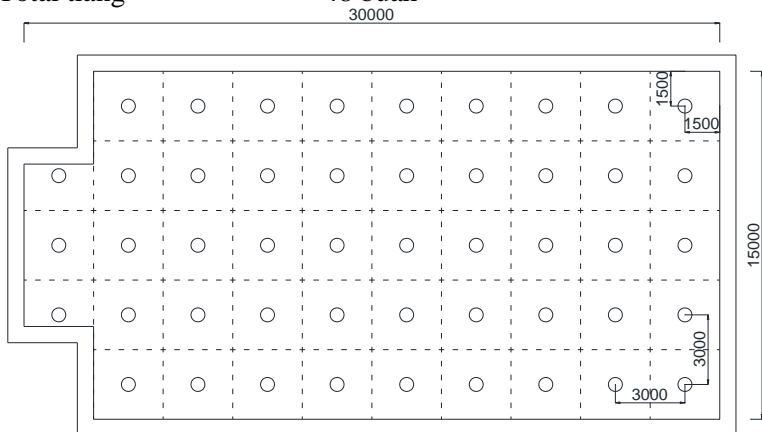
6.2. Perencanaan Pondasi Tiang

Pada perencanaan pondasi kali ini akan menggunakan *spun pile* dengan diameter 60 cm. Tiang tersebut nantinya diharapkan mampu menahan *uplift force* yang terjadi pada galian. Selain itu, penentuan jumlah tiang dan kedalaman pemancangan perlu dipertimbangkan berdasarkan kondisi tanah yang ada.

6.2.1 Menentukan konfigurasi tiang

Penentuan konfigurasi tiang meliputi jarak antar tiang dan jumlah tiang yang dibutuhkan. Hal ini akan berpengaruh pada *uplift force* yang harus ditahan tiap tiang serta kedalaman pemancangan tiang. Adapun konfigurasi tiang ditunjukkan seperti pada Gambar 6.2.

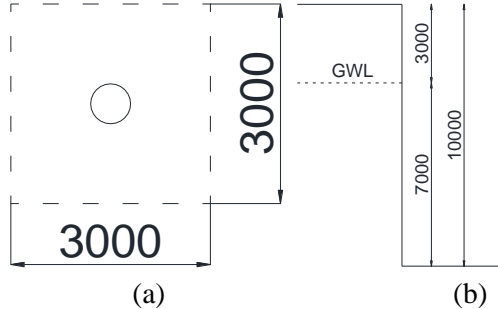
Diameter tiang	= 0,6 m
Jarak arah X	= $5D = 3$ m
Jarak arah Y	= $5D = 3$ m
Jumlah tiang arah X	= 5 buah
Jumlah tiang arah Y	= 10 buah
Total tiang	= 48 buah



Gambar 6.2 Konfigurasi Tiang Pancang
(Sumber : Penulis, 2019)

6.2.2 Menentukan panjang tiang

Gaya tekan keatas atau *uplift force* yang diterima tiap tiang dihitung berdasarkan area seperti pada Gambar 6.3.



Gambar 6.3 (a) Daerah *Uplift Force* Tiap Tiang, (b) *Head air*
(Sumber : Penulis, 2019)

$$\begin{aligned} \text{Posisi M.A.T} &= -3 \text{ m} \\ \text{Tinggi galian} &= 10 \text{ m} \\ \text{Head air} &= 10 - 3 = 7 \text{ m} \\ \text{Luas daerah uplift} &= 3 \times 3 = 9 \text{ m}^2 \\ \text{Uplift force} &= \gamma_w \times \text{head} \times A \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} &= 10 \times 7 \times 9 \\ &= 630 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$W_{\text{pelat}} = 24 \times 9 \times 0,4 = 86,4 \text{ kN}$$

$$W_{\text{balok}} = 24 \times (0,6 - 0,4) \times (0,3 \times 4/2) = 48 \text{ kN}$$

$$\begin{aligned} P_{\text{max}} &= \text{Uplift force} - W_{\text{pelat}} - W_{\text{balok}} \\ &= 630 - 86,4 - 48 = 495,6 \text{ kN} \end{aligned}$$

Jadi berdasarkan grafik Q_{ijin} vs Kedalaman pada Gambar 6.1 diperoleh $Q_{\text{ijin}} = 529,057 \text{ kN} > P_{\text{max}} = 495,6 \text{ kN}$ pada kedalaman - 26 m.

$$\begin{aligned} \text{Panjang tiang} &= \text{Depth} - \text{tinggi galian} \\ &= 26 - 10 \\ &= 16 \text{ m} \end{aligned}$$

Oleh karena itu, panjang tiang pancang yang diperlukan sebesar 16 m.

6.2.3 Kontrol kekuatan profil tiang

Kontrol kekuatan dilakukan berdasarkan spesifikasi tiang yang diproduksi Wika Beton seperti pada Gambar 6.4. Adapun spesifikasi tiang yang akan dipakai adalah sebagai berikut :

Gambar 6.4 Spesifikasi Tiang Pancang
(Sumber : Wika Beton, 2017)

Diameter	= 600 mm
Tebal dinding	= 100 mm
Luas penampang	= 1570,8 cm ²
Berat	= 393 kg/m
Kelas	= C
M_{crack}	= 284,374 kN.m
P_{allow}	= 2250,477 kN
$f'c$	= 52 MPa
I	= 510.508,81 cm ²

a. Kontrol tarik

Perhitungan kekuatan tarik profil berdasarkan tulangan yang ada pada tiang, hal ini karena material beton hanya kuat menerima tekan. Adapun jumlah tulangan pada *spun pile* Wika seperti ditunjukkan pada Gambar 6.5. Sedangkan mutu dari tulangan seperti ditunjukkan pada Gambar 6.6.

PRESTRESSED CONCRETE SPUN PILES SPECIFICATION										
Concrete Compressive Strength $f_c' = 52 \text{ MPa}$ (Cube 600 kg/cm^2)										
Size (mm)	Thickness Wall (t)	Cross Section (cm^2)	Section Inertia (cm^4)	Unit Weight (kg/m)	Class	Bending Moment		Allowable Compression (ton)	Decompression Tension (ton)	Length of Pile ** (m)
						Crack * (ton.m)	Break (ton.m)			
300	60	452.39	34,607.78	113	A2	2.50	3.75	72.60	23.11	6-12
					A3	3.00	4.50	70.75	29.86	6-13
					B	3.50	6.30	67.50	41.96	6-14
					C	4.00	8.00	65.40	49.66	6-15
350	65	581.98	62,162.74	145	A1	3.50	5.25	93.10	30.74	6-13
					A3	4.20	6.30	89.50	37.50	6-14
					B	5.00	9.00	86.40	49.93	6-15
					C	6.00	12.00	85.00	60.87	6-16
400	75	765.76	106,488.95	191	A2	5.50	8.25	121.10	38.62	6-14
					A3	6.50	9.75	117.60	45.51	6-15
					B	7.50	13.50	114.40	70.27	6-16
					C	9.00	18.00	111.50	80.94	6-17
450	80	929.91	166,570.38	232	A1	7.50	11.25	149.50	39.28	6-14
					A2	8.50	12.75	145.80	53.39	6-15
					A3	10.00	15.00	143.80	66.57	6-16
					B	11.00	19.80	139.10	78.84	6-17
					C	12.50	25.00	134.90	100.45	6-18
500	90	1,159.25	255,324.30	290	A1	10.50	15.75	185.30	54.56	6-15
					A2	12.50	18.75	181.70	68.49	6-16
					A3	14.00	21.00	178.20	88.00	6-17
					B	15.00	27.00	174.90	94.13	6-18
					C	17.00	34.00	169.00	122.04	6-19
600	100	1,570.80	510,508.81	393	A1	17.00	25.50	252.70	70.52	6-16
					A2	19.00	28.50	249.00	77.68	6-17
					A3	22.00	33.00	243.20	104.94	6-18
					B	25.00	45.00	238.30	131.10	6-19
					C	29.00	58.00	229.50	163.67	6-20
800	120	2,563.54	1,527,869.60	641	A1	40.00	60.00	415.00	119.34	6-20
					A2	46.00	69.00	406.10	151.02	6-21
					A3	51.00	76.50	399.17	171.18	6-22
					B	55.00	99.00	388.61	215.80	6-23
					C	65.00	130.00	368.17	290.82	6-24
1000 ***	140	3,782.48	3,589,571.20	946	A1	75.00	112.50	613.52	169.81	6-22
					A2	82.00	123.00	601.27	215.16	6-23
					A3	93.00	139.50	589.66	258.19	6-24
					B	105.00	189.00	575.33	311.26	6-24
					C	120.00	240.00	555.23	385.70	6-24
1200 ***	150	4,948.01	6,958,136.85	1,237	A1	120.00	180.00	802.80	221.30	6-24
					A2	130.00	195.00	794.50	252.10	6-24
					A3	145.00	217.50	778.60	311.00	6-24
					B	170.00	306.00	751.90	409.60	6-24
					C	200.00	400.00	721.50	522.20	6-24

Note : *) Crack Moment Based on JIS A 5335-1987 (Prestressed Spun Concrete Piles)

**) Length of pile may exceed usual standard whenever lifted in certain position

***) Type of Shoe for Bottom Pile is Mamira Shoe

Unit Conversion : 1 ton = 9.8066 kN

Sehingga untuk *spun pile* 600 mm didapatkan spesifikasi material tulangan sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 n &= 32 \text{ buah} \\
 D &= 9 \text{ mm} \\
 A_s &= n\pi D^2 = 32 \times \pi \times (9)^2 \\
 &= 2035,752 \text{ mm}^2 \\
 f_y &= 1275 \text{ MPa} \\
 T &= A_s \cdot f_y
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= 2035,752 \times 1275 \\
 &= 2595,584 \text{ kN} \\
 T_{\text{all}} &= 0,9T \\
 &= 0,9 \times 2595,584 \\
 &= 2336,025 \text{ kN} \\
 P_{\text{max}} &= 630 \text{ kN} \leq T_{\text{all}} = 2336,025 \text{ kN} \dots \text{OK}
 \end{aligned}$$

WIKA PILE CLASSIFICATION

No.	Pila Diameter (cm)	Thick (mm)	Cases	PC Wire		Area of Steel (cm ²)	Area of Concrete (cm ²)	Section Modulus (cm ³)	Effective Prestress (Kg/cm ²)	Allowable Axial (T)	Bending Moment	
				D (mm)	Numb						Crack (T/m)	UM (T/m)
1	350	70	A1	7	8	3.08	615.75	37.11.17	45.74	92.15	3.50	5.25
			A3	7	12	4.62	615.75	3734.91	66.67	88.39	4.20	6.30
			B	7	16	6.16	615.75	3758.55	84.46	85.37	5.00	7.00
			C	9	12	7.63	615.75	3731.43	102.95	83.26	6.00	12.00
2	400	75	A2	7	17	4.62	765.77	5405.79	55.25	112.87	5.50	8.25
			A3	7	16	6.16	765.77	5432.93	70.73	109.71	6.50	9.75
			B	9	12	7.63	765.77	5458.95	80.16	107.79	7.50	13.50
			B	7	20	7.70	765.77	5460.06	84.94	106.83	7.50	13.50
			C	9	16	10.18	765.77	5503.81	105.53	102.62	9.00	18.00
3	450	80	A1	7	12	4.62	929.91	7493.79	46.49	130.23	7.50	11.25
			A2	7	16	6.16	929.91	7532.03	59.97	135.90	8.50	12.75
			A3	9	12	7.63	929.91	7562.96	67.46	134.04	10.00	15.00
			B	7	20	7.70	929.91	7564.27	72.49	132.79	10.00	15.00
			B	7	24	9.24	929.91	7596.51	84.08	129.92	11.00	19.80
			C	9	20	12.72	929.91	7669.56	108.52	123.85	12.50	25.00
4	500	90	A1	7	16	6.16	1159.25	10362.44	49.45	172.66	10.50	15.75
			A2	7	20	7.70	1159.25	10399.83	60.39	169.34	12.50	18.75
			A3	9	12	7.53	1159.25	10399.31	56.02	170.63	12.50	18.75
			A3	7	24	9.24	1159.25	10437.22	70.32	166.21	14.00	21.00
			B	7	28	10.78	1159.25	10474.61	80.48	163.08	15.00	27.00
			C	9	24	15.27	1159.25	10583.74	104.56	155.84	17.00	34.00
5	600	100	A1	7	20	7.70	1570.80	17255.62	46.00	235.43	17.00	25.50
			A2	7	24	9.24	1570.80	17303.38	54.33	232.00	19.00	28.50
			A3	9	20	12.72	1570.80	17411.58	66.82	226.65	22.00	33.00
			B	7	32	12.32	1570.80	17398.90	69.38	225.62	22.00	33.00
			B	9	24	15.27	1570.80	17490.53	85.13	221.12	25.00	45.00
			C	9	32	20.36	1570.80	17648.44	102.89	211.60	28.00	58.00

Notes :

1. Piles generally comply to JIS A 5335 - 1987 and modified to suit ACI 543 - 1979 & P.B.I 71.
2. Specified Concrete cube Compressive strength is 600 Kg/cm² at 28 days.
3. Allowable axial load is applicable to pile acting as a short strut.

Gambar 6.5 Penulangan Tiang Pancang Wika
(Sumber : Herman Wahyudi, 1999)

• Mechanical Properties (JIS G3137:2008, Grade D SBPDN 1275/1420)

Nominal Diameter (mm)	Nominal Cross-Sectional Area (mm ²)	Unit Weight(kg/m)			Tensile Strength (kgf/mm ²) (N/mm ²)	Yield Strength at 0.2% (kgf/mm ²) (N/mm ²)	Elongation (%)	Straightness (mm)	Relaxation Value (%)		
		Standard Mass(m ₀) (kg/m)	Min (kg/m)	Max (kg/m)					Initial Stress	Testing Time	%
7.1 mm	40.0	0.314	0.295	0.333	Min. 145 1420	Min. 130 1275	Min. 5	Max. 30	0.70 pu1	1000 h	Max. 4.0
9.0 mm	64.0	0.502	0.472	0.533	Min. 145 1420	Min. 130 1275	Min. 5	Max. 30			
10.7 mm	90.0	0.707	0.664	0.749	Min. 145 1420	Min. 130 1275	Min. 5	Max. 30			
12.6 mm	125.0	0.981	0.922	1.04	Min. 145 1420	Min. 130 1275	Min. 5	Max. 30			

Gambar 6.6 Penulangan Tiang Pancang Wika
(Sumber : Sumiden Indonesia, 2019)

b. Kontrol defleksi

$$\begin{aligned}
 E &= 4700\sqrt{f'_c} \\
 &= 4700\sqrt{52} \\
 &= 33.892,18199 \text{ MPa} = 33.892.181,99 \text{ kN/m}^2 \\
 I &= 0,005105 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

Menentukan letak titik jepit tanah terhadap tiang pondasi (Z_f).

Nilai n_h diperoleh dari Tabel 6.1.

$$D = 0,6 \text{ m}$$

$$n_h = 1400 \text{ kN/m}^3$$

$$T = \sqrt[5]{\frac{EI}{n_h}} = \sqrt[5]{\frac{33.892.181,99 \cdot 0,005105}{1400}} = 2,621 \text{ m}$$

$$Z_f = 1,8T = 1,8 \cdot 2,621$$

$$= 4,717 \text{ m}$$

Tabel 6.1 Harga – harga n_h untuk *cohesionless soil* diperoleh dari Terzaghi (Herman Wahyudi, 1999)

Relative Density	Loose	Medium Dense	Dense
n_h untuk dry atau moist soil MN/m ³	2,5	7,5	20

	Tons/ft ³	7	21	56
nh	untuk submerged soil			
	MN/m ³	1,4	5	12
	Tons/ft ³	4	14	34

Berdasarkan grafik pada Gambar 6.7, untuk jenis tanah *sand* dengan konsistensi *loose to medium dense* diperoleh parameter sebagai berikut :

$$f = 10 \times 0,032$$

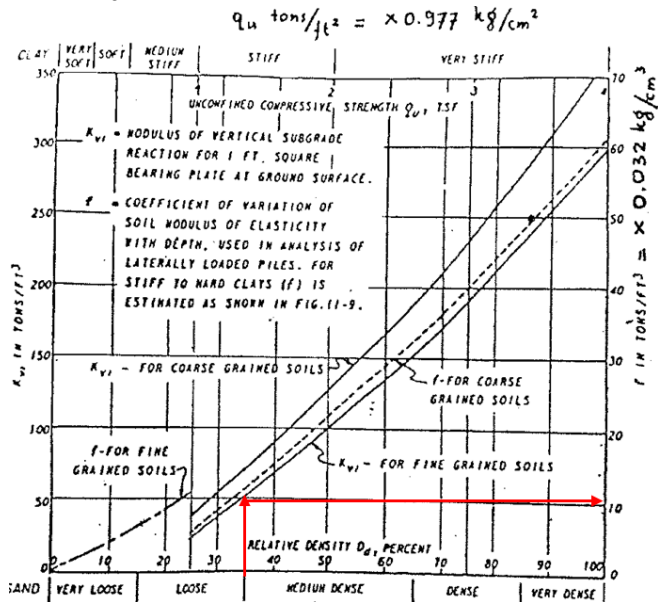
$$= 0,32 \text{ kg/cm}^2 = 3200 \text{ kN/m}^2$$

$$T = \sqrt[5]{\frac{EI}{f}} = \sqrt[5]{\frac{33.892.181,99 \cdot 0,005105}{3200}} = 2,221 \text{ m}$$

$$L/T = 18/2,221 = 8,104$$

$$L/T_{pakai} = 10$$

$$Z = 0$$



Gambar 6.7 Grafik nilai f
(Sumber : NAVFAC DM-7, 1986)

Berdasarkan grafik pada Gambar 6.8 diperoleh nilai defleksi sebagai berikut :

$$F_m = 0,89$$

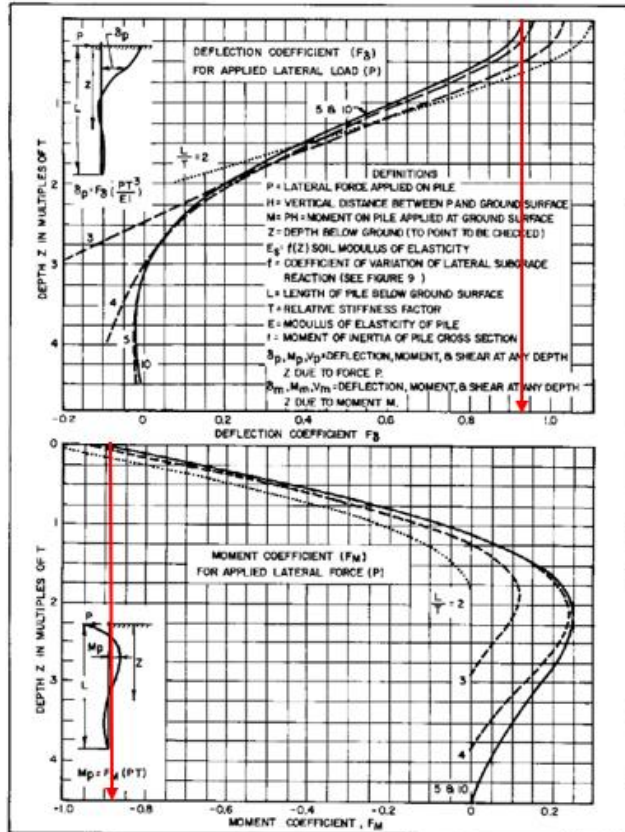
$$F_\delta = 0,93$$

$$M_u = 115,708 \text{ kNm (Hasil analisa SAP2000)}$$

$$H_u = P_h = \frac{2M_u}{Z_f} = \frac{2 \cdot 115,708}{4,717} = 49,06 \text{ kN}$$

$$\begin{aligned} \delta_p &= F_\delta \left(\frac{PT^3}{EI} \right) = 0,93 \left(\frac{49,06(2,221)^3}{33.892.181,99 \cdot 0,005105} \right) \\ &= 0,00289 \text{ m} = 0,289 \text{ cm} \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan diatas didapatkan nilai defleksi yang terjadi sebesar 0,289 cm, lebih kecil dari defleksi maksimum pada tiang yang disyaratkan yaitu sebesar 1” atau 2,54 cm.



Gambar 6.8 Grafik nilai F_m dan F_{δ}
(Sumber : NAVFAC DM-7, 1986)

c. Kontrol momen crack

$$\begin{aligned} M_{p \max} &= P \cdot F_m \cdot T \\ &= 49,06 \cdot 0,89 \cdot 2,221 \\ &= 96,985 \text{ kNm} \end{aligned}$$

$$M_{\text{crack}} = 284,374 \text{ kNm}$$

Momen yang terjadi adalah sebesar 96,985 kNm, lebih kecil dari M_{crack} maksimal sebesar 284,374 kNm. Oleh karena itu,

dapat disimpulkan berdasarkan kontrol terhadap tarik, defleksi dan momen, profil *spun pile* $\phi 600$ mm kelas C dapat digunakan.

6.2.4 Perencanaan *poer*

Pada perencanaan *poer* meliputi *preliminary design*, kontrol terhadap ketebalan *poer*, serta penulangannya. Selain itu, direncanakan pula penulangan penyaluran tiang. Adapun data perencanaan awal *poer* adalah sebagai berikut :

$$P = 630 \text{ kN}$$

$$\text{Lebar } poer = 0,8 \text{ m}$$

$$\text{Tinggi } poer = 0,3 \text{ m}$$

$$f'c = 35 \text{ MPa}$$

$$fy = 400 \text{ MPa}$$

$$D_{tulangan} = 16 \text{ mm}$$

$$Ag = \frac{1}{4}\pi d^2 = 201,062 \text{ mm}^2$$

$$\text{Selimut beton} = 50 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} dx &= H - \text{selimut beton} - \frac{1}{2} D_{tulangan} \\ &= 300 - 50 - 16/2 \\ &= 242 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} dy &= H - \text{selimut beton} - D_{tulangan} - \frac{1}{2} D_{tulangan} \\ &= 300 - 50 - 16 - 16/2 \\ &= 226 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$b_0 = 4S = 4 (0,8) = 3,2 \text{ m} = 3200 \text{ mm}$$

$$\beta_c = 1$$

$$\phi = 0,75$$

$$\alpha_s = 30$$

a. Kontrol Tebal *Poer*

Kontrol tebal *poer* dilakukan dengan meninjau kuat geser berdasarkan SNI 03-2847-2002 pasal 13.12. Nilai yang digunakan adalah yang paling kecil di antara ketiga persamaan berikut :

$$\begin{aligned}
 V_c &= \left(1 + \frac{2}{\beta_c}\right) \frac{\sqrt{f'_c} b_0 d}{6} \\
 &= \left(1 + \frac{2}{1}\right) \frac{\sqrt{35} \cdot 3200 \cdot 242}{6} \\
 &= 2290,706 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 V_c &= \left(\frac{\alpha_s d}{b_0} + 2\right) \frac{\sqrt{f'_c} b_0 d}{12} \\
 &= \left(\frac{30 \cdot 242}{3200} + 2\right) \frac{\sqrt{35} \cdot 3200 \cdot 242}{12} \\
 &= 1629,742 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 V_c &= \frac{1}{3} \sqrt{f'_c} b_0 d \\
 &= \frac{1}{3} \sqrt{35} \cdot 3200 \cdot 242 \\
 &= 1527,137 \text{ kN} \dots (\text{menentukan})
 \end{aligned}$$

Nilai kuat geser yang diizinkan (ϕV_c) harus lebih besar dari gaya geser ultimate (V_{u1}) agar *poer* tidak mengalami kegagalan ($\phi V_c > V_{u1}$). Gaya geser *ultimate* adalah besarnya gaya geser yang dihasilkan dari daya dukung tiang pancang. Sehingga perhitungan gaya geser *ultimate* adalah sebagai berikut :

$$V_{u1} = P = 630 \text{ kN}$$

Cek ketebalan *poer* :

$$\begin{aligned}
 \phi V_c &= 0,75 \cdot 1527,137 \\
 &= 1145,353 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

$\phi V_c > V_{u1} \dots \text{OK}$. Ketebalan *poer* memenuhi.

b. Penulangan *Poer*

Pada penulangan *poer* dilakukan perencanaan tulangan arah X dan arah Y. Adapun momen yang digunakan berasal dari hasil analisa SAP2000. Untuk perhitungan tulangan arah X ada sebagai berikut :

$$M_u = 70,202 \text{ kNm}$$

Mencari nilai β_1 berdasarkan Persamaan (2.27)

$$\begin{aligned}\beta_1 &= 0,85 - 0,05 \left(\frac{f'_c - 28}{7} \right) > 0,65 \\ &= 0,85 - 0,05 \left(\frac{35 - 28}{7} \right) > 0,65 \\ &= 0,8 > 0,65 \dots OK\end{aligned}$$

Mencari nilai ρ_{max} berdasarkan Persamaan (2.26)

$$\begin{aligned}\rho_b &= \frac{0,85 f'_c}{f_y} \beta_1 \left(\frac{600}{600 + f_y} \right) \\ &= \frac{0,85 \cdot 35}{400} \cdot 0,8 \left(\frac{600}{600 + 400} \right) \\ &= 0,0357 \\ \rho_{max} &= 0,75 \rho_b \\ &= 0,75 \cdot 0,0357 \\ &= 0,026775\end{aligned}$$

Menentukan rasio kekuatan material (m) berdasarkan Persamaan (2.28)

$$m = \frac{f_y}{0,85 f'_c} = \frac{400}{0,85 \cdot 35} = 13,445$$

Menentukan faktor tahanan lentur (R_n) berdasarkan Persamaan (2.29)

$$R_n = \frac{M_u}{\phi b d^2} = \frac{70,202}{0,9 \cdot 800 \cdot 242^2} = 1,665$$

Menentukan rasio penulangan (ρ) berdasarkan Persamaan (2.30)

$$\begin{aligned}\rho &= \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2mR_n}{f_y b d^2}} \right) \\ &= \frac{1}{13,445} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 13,445 \cdot 1,665}{400 \cdot 800 \cdot 242^2}} \right) \\ &= 0,004286\end{aligned}$$

Karena nilai $\rho \geq \rho_{min}$ maka digunakan $\rho_{pakai} = 0,004286$.

Menghitung kebutuhan luasan tulangan berdasarkan Persamaan (2.31)

$$\begin{aligned}A_{s_{perlu}} &= \rho b d \\ &= 0,004286 \cdot 800 \cdot 242 = 829,715 \text{ mm}^2\end{aligned}$$

$$n_{ulangan} = \frac{A_s}{A_g} = \frac{829,715}{201,062} = 4,127 \text{ buah} \approx 5 \text{ buah}$$

$$S_{ulangan} = \frac{b_w}{n-1} = \frac{800}{5-1} = 200 \text{ mm} \geq S_{min} = 25 \text{ mm} \dots OK$$

Berdasarkan perhitungan tersebut, maka digunakan tulangan *poer* arah X dengan konfigurasi 5D16-200 mm.

Penulangan *poer* arah Y

Menentukan faktor tahanan lentur (R_n) berdasarkan Persamaan (2.29)

$$R_n = \frac{M_u}{\phi b d^2} = \frac{70,202}{0,9 \cdot 800 \cdot 226^2} = 1,909$$

Menentukan rasio penulangan (ρ) berdasarkan Persamaan (2.30)

$$\rho = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2mR_n}{f_y b d^2}} \right)$$

$$= \frac{1}{13,445} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 13,445 \cdot 1,909}{400 \cdot 800 \cdot 226^2}} \right)$$

$$= 0,003094$$

Karena nilai $\rho \leq \rho_{min}$ maka digunakan $\rho_{pakai} = \rho_{min} = 0,0035$.

Menghitung kebutuhan luasan tulangan berdasarkan Persamaan (2.31)

$$A_{s_{perlu}} = \rho b d$$

$$= 0,0035 \cdot 800 \cdot 226 = 632,8 \text{ mm}^2$$

$$n_{tulangan} = \frac{A_s}{A_g} = \frac{632,8}{201,062} = 3,147 \text{ buah} \approx 4 \text{ buah}$$

$$S_{tulangan} = \frac{b_w}{n-1} = \frac{800}{4-1} = 266,67 \text{ mm} \geq S_{min} = 25 \text{ mm} \dots OK$$

Berdasarkan perhitungan tersebut, maka digunakan tulangan *poer* arah Y dengan konfigurasi 4D16-250 mm.

c. Penulangan Penyambung

Berdasarkan SNI 2847-2013 untuk luas tulangan penyalur tidak boleh kurang dari $0,005A_g$ dimana A_g adalah luas bruto komponen struktur yang ditumpu. Dalam hal ini komponen tersebut berupa *poer*. Oleh karena itu, luas tulangan yang dibutuhkan adalah sebagai berikut :

$$A_{s_{perlu}} = 0,005A_g$$

$$= 0,005 \cdot 800 \cdot 800 = 1200 \text{ mm}^2$$

$$\text{Gunakan } D = 16 \rightarrow A = 201,062 \text{ mm}^2$$

$$n_{tulangan} = \frac{A_s}{A} = \frac{1200}{201,062} = 5,968 \text{ buah} \approx 6 \text{ buah}$$

Jadi untuk tulangan penyambung digunakan 6 D16. Untuk panjang penyambung direncanakan berdasarkan SNI 2847:2013 pasal 15.6.1.

$$\text{Panjang sambungan tiang} = 2\phi = 2 \times 600 = 1200 \text{ mm}$$

$$\text{Panjang penyaluran } (l_{d \text{ min}}) = 200 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} \text{Panjang kaitan } (l_{dh \text{ min}}) &= 8D = 8 \times 16 = 128 \text{ mm} \\ \text{Panjang kaitan } (l_{dh \text{ min}}) &= 150 \text{ mm} \dots (\text{menentukan}) \end{aligned}$$

Untuk detail penulangan dapat dilihat pada Lampiran.

6.2.5 Rencana anggaran biaya

Pada tugas akhir ini rencana anggaran biaya berdasarkan pada material dinding penahannya saja. Perhitungan anggaran biaya berasal dari volume material dikalikan dengan harga satuan material. Rekapitulasi hasil perhitungan biaya untuk pondasi dapat dilihat pada Tabel 6.2.

Tabel 6.2 Rencana Anggaran Biaya Pondasi

ITEM	VOLUME	SATUAN	HARGA SATUAN	BIAYA TOTAL
Beton K-350	9,216	m ³	Rp 950.000	Rp 8.755.200
Spun Pile	768	m	Rp 446.667	Rp 343.040.000
Pembesian				
D19	303,0405	kg	Rp 16.930	Rp 5.130.325
D16	242,4324	kg	Rp 16.930	Rp 4.104.260
TOTAL BIAYA				Rp 361.029.785

6.3. Perencanaan Lantai Dasar

Pada perencanaan lantai dasar terdiri dari perencanaan balok dan pelat. Pada perencanaan balok digunakan program bantu SAP2000 untuk mencari momen dan gaya geser maksimal yang terjadi.

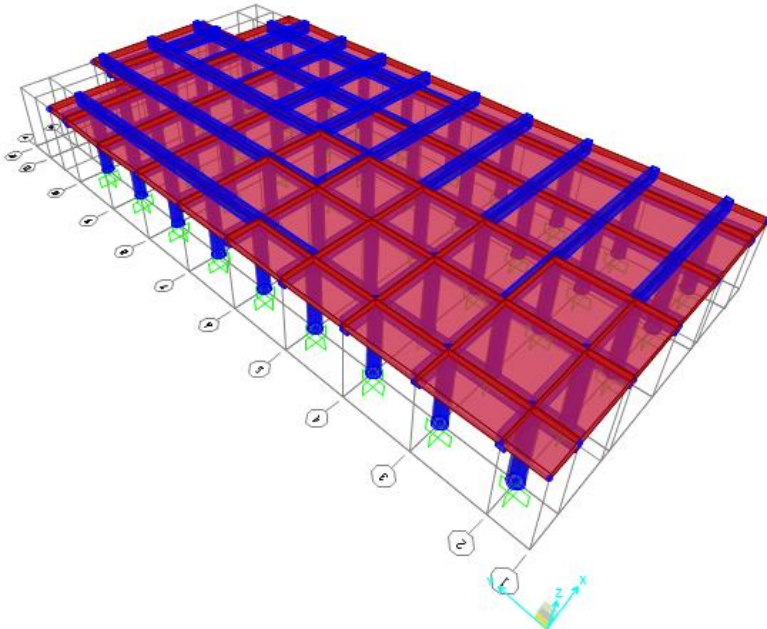
6.3.1 Pemodelan SAP2000

Sebelum dilakukan pemodelan harus ditentukan terlebih dahulu dimensi serta material yang akan digunakan. Adapun material yang digunakan dalam struktur adalah beton dengan dimensi sebagai berikut :

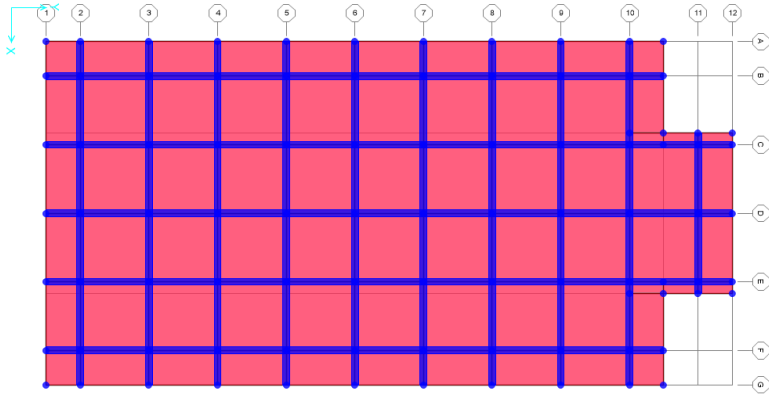
- Balok
 - Mutu beton (f'_c) = 35 MPa
 - f_y = 400 MPa
 - H = 0,6 m > $H_{\min} = l/10 = 3/10 = 0,3$ m
 - B = 0,3 m

- Pelat
 - Mutu beton (f'_c) = 35 MPa
 - f_y = 400 MPa
 - Tebal (h) = 0,3 m

Selanjutnya dari data di atas dapat dimasukkan ke SAP2000 hingga tampak seperti pada Gambar 6.9 dan Gambar 6.10. Untuk memodelkan pondasi tiang digunakan profil seperti pada Sub Bab 6.2 dengan panjang penjepitan sama dengan nilai Z_f . Selanjutnya untuk pembebanan digunakan berat sendiri dan beban *uplift* merata sebesar 70 kN/m². Kombinasi pembebanan yang digunakan dalam desain struktur yaitu 1,2D + 1,6L.



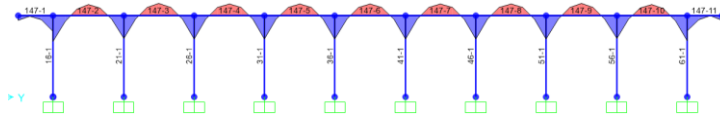
Gambar 6.9 Model 3D Lantai Dasar *Waterpond*
(Sumber : Penulis, 2019)



Gambar 6.10 Denah Lantai Dasar *Waterpond*
(Sumber : Penulis, 2019)

6.3.2 Perencanaan balok

Dari pemodelan pada SAP2000 didapatkan nilai M_u dan V_u tiap bentang seperti ditunjukkan pada Gambar 6.11. Selanjutnya, dari nilai tersebut digunakan untuk merencanakan kebutuhan penulangan. Berikut contoh perhitungan balok A – B.



Gambar 6.11 Diagram Momen Balok
(Sumber : Penulis, 2019)

$$\begin{aligned}
 M_u &= 57,592 \text{ kNm} \\
 V_u &= 38,884 \text{ kN} \\
 \text{Panjang} &= 3 \text{ m} \\
 B &= 0,3 \text{ m} \\
 H &= 0,6 \text{ m} \\
 (f'_c) &= 35 \text{ MPa} \\
 f_y &= 400 \text{ MPa} \\
 D_{\text{tulangan}} &= 19 \text{ mm} \\
 A_g &= \frac{1}{4}\pi d^2 = 283,529 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 C_c &= 50 \text{ mm} \\
 D_{\text{Sengkang}} &= 10 \text{ mm} \\
 d &= H - C_c - \frac{1}{2} D_{\text{tulangan}} - D_{\text{sengkang}} \\
 &= 600 - 50 - 19/2 - 10 \\
 &= 530,5 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Mencari nilai β_1 berdasarkan Persamaan (2.27)

$$\begin{aligned}
 \beta_1 &= 0,85 - 0,05 \left(\frac{f'_c - 28}{7} \right) > 0,65 \\
 &= 0,85 - 0,05 \left(\frac{35 - 28}{7} \right) > 0,65 \\
 &= 0,8 > 0,65 \dots OK
 \end{aligned}$$

Mencari nilai ρ_{max} berdasarkan Persamaan (2.26)

$$\begin{aligned}
 \rho_b &= \frac{0,85 f'_c}{f_y} \beta_1 \left(\frac{600}{600 + f_y} \right) \\
 &= \frac{0,85 \cdot 35}{400} \cdot 0,8 \left(\frac{600}{600 + 400} \right) \\
 &= 0,0357 \\
 \rho_{max} &= 0,75 \rho_b \\
 &= 0,75 \cdot 0,0357 \\
 &= 0,026775
 \end{aligned}$$

Menentukan rasio kekuatan material (m) berdasarkan Persamaan (2.28)

$$m = \frac{f_y}{0,85 f'_c} = \frac{400}{0,85 \cdot 35} = 13,445$$

Menentukan faktor tahanan lentur (R_n) berdasarkan Persamaan (2.29)

$$R_n = \frac{M_u}{\phi b d^2} = \frac{57,592}{0,9 \cdot 300 \cdot 530,5^2} = 1,049$$

Menentukan rasio penulangan (ρ) berdasarkan Persamaan (2.30)

$$\begin{aligned}\rho &= \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2mR_n}{f_y b d^2}} \right) \\ &= \frac{1}{13,445} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 13,445 \cdot 1,049}{400 \cdot 300 \cdot 530,5^2}} \right) \\ &= 0,0027\end{aligned}$$

Karena nilai $\rho \leq \rho_{min}$ maka digunakan $\rho_{pakai} = 0,0035$.

Menghitung kebutuhan luasan tulangan berdasarkan Persamaan (2.31)

$$\begin{aligned}A_{s_{perlu}} &= \rho b d \\ &= 0,0035 \cdot 300 \cdot 530,5 = 557,025 \text{ mm}^2\end{aligned}$$

$$n_{tulangan} = \frac{A_s}{A_g} = \frac{557,025}{283,529} = 1,965 \text{ buah} \approx 2 \text{ buah}$$

$$\begin{aligned}S_{tulangan} &= \frac{b_w}{n-1} = \frac{(300 - 2(50 + 10 + 19))}{2-1} \\ &= 142 \text{ mm} \geq S_{min} = 25 \text{ mm} \dots OK\end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan tersebut, maka digunakan tulangan pada balok A-B dengan konfigurasi 2D19. Adapun rekapitulasi perhitungan kebutuhan penulangan balok dapat dilihat pada Tabel 6.3.

Menghitung kebutuhan tulangan geser balok melintang.

$$V_u = 38,884 \text{ kN}$$

$$\begin{aligned}0,5\phi V_c &= 0,75 \left(\frac{1}{6} \sqrt{f' c} b d \right) \\ &= 0,75 \left(\frac{1}{6} \sqrt{35} \cdot 300 \cdot 530,5 \right) = 117,693 \text{ kN}\end{aligned}$$

$$0,5\phi V_c = 0,5 \cdot 117,693 = 58,8465 \text{ kN}$$

Karena nilai $V_u \leq 0,5\phi V_c$ maka dipasang tulangan geser minimum 2 kaki dengan ukuran $\phi 10$ mm. Sehingga jarak antar tulangan dipakai yaitu :

$$A_v = 2 \cdot \frac{1}{4} \pi \cdot 10^2 = 157,08 \text{ mm}^2$$

$$A_{v\min} = \frac{1}{3} \frac{b_w S}{f_{yt}}$$

$$S = \frac{3A_v f_{yt}}{b_w} = \frac{3 \cdot 157,08 \cdot 240}{300} = 376,99 \text{ mm}$$

$$S_{\max} = \frac{d}{2} = \frac{530,5}{2} = 265,25 \text{ atau } S_{\max} = 600 \text{ mm}$$

Jadi dipakai tulangan geser dengan konfigurasi $\phi 10$ -250 mm.

Tabel 6.3 Rekapitulasi Penulangan Balok (Penulis, 2019)

Lokasi		Mu (KNm)	Mn (KNm)	Rn (MPa)	ρ_{perlu}	ρ_{min}	d (mm)	As (mm ²)	n	n	s (mm)	Aspakai (mm ²)	
A-B	TUMP.	57,592	88,603	1,049	0,0027	0,0035	19	557,025	1,965	2	142	567,0575	
H-I	LAP.	4,116	15,998	0,189	0,0005	0,0035	19	557,025	1,965	2	142	567,0575	
B-C	TUMP.	43,706	67,240	0,796	0,0020	0,0035	19	557,025	1,965	2	142	567,0575	
G-H	LAP.	22,819	12,141	0,144	0,0004	0,0035	19	557,025	1,965	2	142	567,0575	
C-D	TUMP.	-8,630	-13,277	0,157	0,0004	0,0035	19	557,025	1,965	2	142	567,0575	
F-G	LAP.	-1,204	2,397	0,028	0,0001	0,0035	19	557,025	1,965	2	142	567,0575	
D-E	TUMP.	-5,217	-8,026	0,095	0,0002	0,0035	19	557,025	1,965	2	142	567,0575	
E-F	LAP.	-1,204	-1,338	0,016	0,0000	0,0035	19	557,025	1,965	2	142	567,0575	
1-2	TUMP.	103,3653	159,0235	1,8835	0,0049	0,0035	19	774,759	2,733	3	61,500	850,5862	
11-12	LAP.	59,3737	28,71258	0,3382	0,0009	0,0035	16	558,6	2,778	3	66	603,1858	
2-3	TUMP.	259,1889	287,9877	3,4110	0,0087	0,0035	19	1389,503	4,901	5	21,25	1417,644	
10-11	LAP.	-119,338	71,99692	0,8479	0,0021	0,0035	16	558,6	2,778	3	66	603,1858	
3-4	TUMP.	247,9465	275,4961	3,2630	0,0087	0,0035	19	1378,562	4,862	5	21,25	1417,644	
9-10	LAP.	-124,821	68,87403	0,8112	0,0021	0,0035	16	558,6	2,778	3	66	603,1858	
4-5,	TUMP.	248,1105	275,6783	3,2652	0,0083	0,0035	19	1328,726	4,686	5	21,25	1417,644	
5-6,	LAP.					0,0035	16						
6-7													
8-9,													
7-8		-124,14	-137,934	1,6245	0,0041					655,3602	3,259	4	38,667

Menghitung kebutuhan tulangan geser balok memanjang.

$$V_u = 501,451 \text{ kN}$$

$$\begin{aligned}\phi V_c &= \phi \left(\frac{1}{6} \sqrt{f'_{c,b,d}} \right) = 0,75 \left(\frac{1}{6} \sqrt{35} \cdot 300 \cdot 530,5 \right) \\ &= 117,693 \text{ kN}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\phi V'_s &= \phi \left(\frac{1}{3} \sqrt{f'_c b_w d} \right) = 0,75 \left(\frac{1}{3} \sqrt{35} \cdot 300 \cdot 530,5 \right) \\ &= 235,386 \text{ kN}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\phi V_{s,max} &= \phi \left(\frac{2}{3} \sqrt{f'_c b_w d} \right) = 0,75 \left(\frac{2}{3} \sqrt{35} \cdot 300 \cdot 530,5 \right) \\ &= 470,772 \text{ kN}\end{aligned}$$

$$\phi(V_c + V'_s) = 117,693 + 235,386 = 353,079 \text{ kN}$$

$$\phi(V_c + V_{s,max}) = 117,693 + 470,772 = 588,465 \text{ kN}$$

Karena nilai $\phi(V_c + V'_s) \leq V_u \leq \phi(V_c + V_{s,max})$ maka dibutuhkan tulangan geser dengan $S_{max} \leq d/4$ atau 300 mm. Dicoba dengan sengkang 3 kaki ukuran $\phi 10$ mm. Sehingga jarak antar tulangan yang dipakai yaitu :

$$V_s = \frac{V_u}{\phi} - V_c = \frac{501,451}{0,75} - \frac{117,693}{0,75} = 511,677 \text{ kN}$$

$$A_v = 3 \cdot \frac{1}{4} \pi \cdot 10^2 = 235,619 \text{ mm}^2$$

$$V_s = \frac{A_v f_{yt} d}{S}$$

$$S = \frac{A_v f_{yt} d}{V_s} = \frac{235,619 \cdot 240 \cdot 530,5}{511,677} = 58,629 \text{ mm}$$

$$S_{max} = \frac{d}{4} = \frac{530,5}{4} = 132,625 \text{ atau } S_{max} = 300 \text{ mm}$$

Jadi dipakai tulangan geser dengan konfigurasi $3\phi 10-50$ mm. Untuk detail penulangan dapat dilihat pada Lampiran.

6.3.3 Perencanaan pelat

Pada perencanaan pelat lantai dasar, beban yang terjadi pada pelat hanyalah beban dari berat mati pelat serta beban akibat *uplift*. Beban air yang mengisi *waterpond* sengaja tidak dimasukkan supaya mendapatkan kondisi paling kritis ketika *waterpond* dalam keadaan kosong. Berikut perhitungan pembebanan pada pelat :

$$\text{Berat pelat} = \gamma_{\text{beton}} \times h_{\text{pelat}} = 24 \times 0,45 = 10,8 \text{ kN/m}^2$$

$$Q_{\text{Uplift}} = \gamma_{\text{air}} \times \text{head} = 10 \times 7 = 70 \text{ kN/m}^2$$

$$\begin{aligned} Q_{\text{total}} &= 1,4D - Q_{\text{Uplift}} \\ &= 1,4(10,8) - 70 \\ &= -54,88 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

Beban yang terjadi pada pelat berlawanan dengan gravitasi. Sehingga, posisi tulangan lentur sama halnya dengan tulangan pada balok yaitu terletak pada bagian atas pelat. Berikut perhitungan penulangan pelat lantai *waterpond*.

$$B_{\text{pelat}} = 3 \text{ m}$$

$$L_{\text{pelat}} = 3 \text{ m}$$

$$h_{\text{pelat}} = 0,4 \text{ m}$$

$$B_{\text{balok}} = 0,3 \text{ m}$$

$$f'c = 35 \text{ MPa}$$

$$f_y = 400 \text{ MPa}$$

$$D_{\text{tulangan}} = 10 \text{ mm}$$

$$A_g = \frac{1}{4}\pi d^2 = 78,54 \text{ mm}^2$$

$$\text{Sengkang} = 10 \text{ mm}$$

$$cc = 50 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} dx &= h - cc - \text{sengkang} - \frac{1}{2} D_{\text{tulangan}} \\ &= 450 - 50 - 10 - 10/2 \\ &= 385 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} dy &= h - cc - \text{sengkang} - D_{\text{tulangan}} - \frac{1}{2} D_{\text{tulangan}} \\ &= 450 - 50 - 10 - 10 - 10/2 \\ &= 375 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$l_y = 3 \text{ m}$$

$$l_x = 3 \text{ m}$$

$$\beta = l_y/l_x = 1 < 2 \text{ (Pelat dua arah)}$$

$$b_0 = 4S = 4(3) = 12 \text{ m} = 12000 \text{ mm}$$

$$\beta_c = 1$$

$$\phi = 0,75$$

$$\alpha_s = 30$$

Dengan menggunakan koefisien momen pada (Direktorat Penyelidikan Masalah Bangunan 1971) seperti ditunjukkan pada Gambar 6.12 didapatkan persamaan momen untuk $l_y/l_x = 1$ sebagai berikut :

$$Mlx = 0,001 \times q \times lx^2 \times X$$

$$Mly = 0,001 \times q \times l x^2 \times X$$

$$Mtx = -0001 \times q \times l x^2 \times X$$

$$Mty = -0001 \times q \times l x^2 \times X$$

Tipe Pelat	Momen	l _y / l _x																
		1.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	> 2.5
I	$M_{lx} = +0.001 q l_x^2 X$	94	92	89	86	83	79	84	88	91	92	100	103	106	108	110	112	125
	$M_{ly} = +0.001 q l_y^2 X$	44	43	43	44	44	43	41	40	39	38	37	36	35	34	33	32	25
II	$M_{lx} = -0.001 q l_x^2 X$	21	25	28	31	34	36	37	38	40	40	41	41	41	42	42	42	42
	$M_{ly} = -0.001 q l_y^2 X$	21	21	20	19	18	17	16	14	13	12	12	11	11	11	10	10	8
III	$M_{lx} = +0.001 q l_x^2 X$	32	39	44	49	53	56	59	61	62	63	63	63	63	63	63	63	63
	$M_{ly} = +0.001 q l_y^2 X$	32	34	36	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37
IVa	$M_{lx} = -0.001 q l_x^2 X$	28	33	36	42	45	48	51	53	55	57	58	59	59	60	61	61	63
	$M_{ly} = -0.001 q l_y^2 X$	28	28	28	27	26	25	23	23	22	21	19	18	17	17	16	16	13
IVb	$M_{lx} = +0.001 q l_x^2 X$	68	77	85	92	98	103	107	111	113	116	118	119	120	121	122	123	125
	$M_{ly} = +0.001 q l_y^2 X$	68	72	74	74	73	71	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70
V	$M_{lx} = -0.001 q l_x^2 X$	22	28	34	43	49	53	62	68	74	80	85	89	93	97	100	103	125
	$M_{ly} = -0.001 q l_y^2 X$	32	33	37	39	40	41	41	41	41	40	39	38	37	36	35	35	25
VI	$M_{lx} = +0.001 q l_x^2 X$	70	79	87	94	100	105	109	112	115	117	119	120	121	122	123	123	125
	$M_{ly} = +0.001 q l_y^2 X$	32	34	36	38	39	40	41	41	42	42	42	42	42	42	42	42	42
VII	$M_{lx} = -0.001 q l_x^2 X$	22	20	18	17	15	14	13	12	11	10	10	9	9	9	9	9	8
	$M_{ly} = -0.001 q l_y^2 X$	70	74	77	79	81	82	83	84	84	84	84	84	83	83	83	83	83
VIII	$M_{lx} = +0.001 q l_x^2 X$	31	38	45	53	60	66	72	78	83	88	92	96	99	102	103	108	125
	$M_{ly} = +0.001 q l_y^2 X$	37	39	41	41	42	42	41	41	40	39	38	37	36	35	34	33	25
IX	$M_{lx} = -0.001 q l_x^2 X$	81	90	99	104	109	112	115	117	119	121	122	122	123	123	124	124	125
	$M_{ly} = -0.001 q l_y^2 X$	37	41	45	48	51	53	55	56	58	59	60	60	60	61	61	62	63
X	$M_{lx} = +0.001 q l_x^2 X$	31	36	40	43	46	48	50	52	53	54	54	54	54	54	54	54	54
	$M_{ly} = +0.001 q l_y^2 X$	31	30	27	25	24	22	21	20	19	18	17	17	16	16	15	15	13
XI	$M_{lx} = -0.001 q l_x^2 X$	84	92	98	103	108	111	114	117	119	120	121	122	122	123	123	123	125
	$M_{ly} = -0.001 q l_y^2 X$	21	26	31	36	40	43	46	49	51	53	55	56	57	58	59	60	63
XII	$M_{lx} = +0.001 q l_x^2 X$	55	63	74	83	89	94	99	103	106	110	114	116	117	118	119	120	125
	$M_{ly} = +0.001 q l_y^2 X$	60	63	65	73	74	76	77	78	78	78	78	78	78	78	78	78	78
XIII	$M_{lx} = -0.001 q l_x^2 X$	26	28	32	35	36	38	39	40	41	41	42	42	42	42	42	42	42
	$M_{ly} = -0.001 q l_y^2 X$	21	20	19	18	17	15	14	13	12	12	11	11	10	10	10	10	8
XIV	$M_{lx} = +0.001 q l_x^2 X$	60	66	71	74	77	79	80	82	83	83	83	83	83	83	83	83	83
	$M_{ly} = +0.001 q l_y^2 X$	55	57	57	57	58	57	57	57	57	57	57	57	57	57	57	57	57

Gambar 6.12 Momen Pelat Dua Arah
(Sumber : Faimun, 2014)

a. Penulangan tumpuan dan lapangan arah X

$$Ml_x(+) = 21$$

$$Mt_x(-) = 52$$

$$X \text{ pakai} = 52$$

$$\begin{aligned} M_{lx} &= 0,001 \times 54,88 \times 3^2 \times 52 \\ &= 25,684 \text{ kNm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \beta_1 &= 0,85 - 0,05 \left(\frac{f'_c - 28}{7} \right) > 0,65 \\ &= 0,85 - 0,05 \left(\frac{35 - 28}{7} \right) > 0,65 \\ &= 0,8 > 0,65 \dots \text{OK} \end{aligned}$$

Mencari nilai ρ_{max} berdasarkan Persamaan (2.26)

$$\begin{aligned} \rho_b &= \frac{0,85 f'_c}{f_y} \beta_1 \left(\frac{600}{600 + f_y} \right) \\ &= \frac{0,85 \cdot 35}{400} \cdot 0,8 \left(\frac{600}{600 + 400} \right) \\ &= 0,0357 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \rho_{max} &= 0,75 \rho_b \\ &= 0,75 \cdot 0,0357 \\ &= 0,026775 \end{aligned}$$

Menentukan rasio kekuatan material (m) berdasarkan Persamaan (2.28)

$$m = \frac{f_y}{0,85 f'_c} = \frac{400}{0,85 \cdot 35} = 13,445$$

Menentukan faktor tahanan lentur (R_n) berdasarkan Persamaan (2.29)

$$R_n = \frac{M_u}{\phi b d_x^2} = \frac{25,684}{0,9 \cdot 1000 \cdot 385^2} = 0,578$$

Menentukan rasio penulangan (ρ) berdasarkan Persamaan (2.30)

$$\begin{aligned} \rho &= \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2mR_n}{f_y b d^2}} \right) \\ &= \frac{1}{13,445} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 13,445 \cdot 0,578}{400 \cdot 1000 \cdot 385^2}} \right) \\ &= 0,00146 \end{aligned}$$

Karena nilai $\rho \leq \rho_{min}$ maka digunakan $\rho_{pakai} = 0,0035$.

Menghitung kebutuhan luasan tulangan tiap meter berdasarkan Persamaan (2.31)

$$A_{s_{perlu}} = \rho b d$$

$$= 0,0035 \cdot 1000 \cdot 385 = 1347,5 \text{ mm}^2/m$$

$$n_{tulangan} = \frac{A_s}{A_g} = \frac{1347,5}{78,54} = 17,157 \text{ buah} \approx 18 \text{ buah}$$

$$S_{tulangan} = \frac{b_w}{n-1} = \frac{1000}{18-1} = 58,823 \text{ mm} \geq S_{min} = 25 \text{ mm} \dots OK$$

Berdasarkan perhitungan tersebut, maka digunakan tulangan pelat arah X dengan konfigurasi 18 D10-50 mm per meternya.

b. Penulangan tumpuan dan lapangan arah Y

$$M_{ly} (+) = 21$$

$$M_{ly} (-) = 52$$

$$X_{pakai} = 52$$

$$M_{ly} = 0,001 \times 54,88 \times 3^2 \times 52$$

$$= 25,684 \text{ kNm}$$

$$\begin{aligned}
 \beta_1 &= 0,85 - 0,05 \left(\frac{f'_c - 28}{7} \right) > 0,65 \\
 &= 0,85 - 0,05 \left(\frac{35 - 28}{7} \right) > 0,65 \\
 &= 0,8 > 0,65 \dots OK
 \end{aligned}$$

Mencari nilai ρ_{max} berdasarkan Persamaan (2.26)

$$\begin{aligned}
 \rho_b &= \frac{0,85 f'_c}{f_y} \beta_1 \left(\frac{600}{600 + f_y} \right) \\
 &= \frac{0,85 \cdot 35}{400} 0,8 \left(\frac{600}{600 + 400} \right) \\
 &= 0,0357 \\
 \rho_{max} &= 0,75 \rho_b \\
 &= 0,75 \cdot 0,0357 \\
 &= 0,026775
 \end{aligned}$$

Menentukan rasio kekuatan material (m) berdasarkan Persamaan (2.28)

$$m = \frac{f_y}{0,85 f'_c} = \frac{400}{0,85 \cdot 35} = 13,445$$

Menentukan faktor tahanan lentur (R_n) berdasarkan Persamaan (2.29)

$$R_n = \frac{M_u}{\phi b d_x^2} = \frac{25,684}{0,9 \cdot 1000 \cdot 375^2} = 0,6088$$

Menentukan rasio penulangan (ρ) berdasarkan Persamaan (2.30)

$$\begin{aligned}\rho &= \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2mR_n}{f_y b d^2}} \right) \\ &= \frac{1}{13,445} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 13,445 \cdot 0,6088}{400 \cdot 1000 \cdot 375^2}} \right) \\ &= 0,00154\end{aligned}$$

Karena nilai $\rho \leq \rho_{min}$ maka digunakan $\rho_{pakai} = 0,0035$.

Menghitung kebutuhan luasan tulangan tiap meter berdasarkan Persamaan (2.31)

$$\begin{aligned}A_{s_{perlu}} &= \rho b d \\ &= 0,0035 \cdot 1000 \cdot 375 = 1312,5 \text{ mm}^2/m \\ n_{tulangan} &= \frac{A_s}{A_g} = \frac{1312,5}{78,54} = 16,711 \text{ buah} \approx 17 \text{ buah} \\ S_{tulangan} &= \frac{b_w}{n-1} = \frac{1000}{17-1} = 62,5 \text{ mm} \geq S_{min} = 25 \text{ mm} \dots OK\end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan tersebut, maka digunakan tulangan pelat arah X dengan konfigurasi 17 D10-62,5 mm per meternya.

Pada perencanaan pelat, tebal pelat yang direncanakan harus memenuhi lebar retak yang diijinkan. Berdasarkan SNI 03-2847-2002 pasal 12.6.4 untuk penampang yang dipengaruhi cuaca luar lebar retak tidak boleh melebihi 0,3 mm. Adapun perhitungan lebar retak (ω) yang terjadi pada pelat adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned}\beta &= 1,35 \text{ (Pelat)} \\ f_s &= 0,4f_y = 0,4(420) = 240 \text{ MPa} \\ d_c &= h - d_x = 450 - 385 = 65 \text{ mm}\end{aligned}$$

$$A = \frac{2d_c b}{n_{bar}} = \frac{2 \cdot 65 \cdot 1000}{18} = 7222,22 \text{ mm}^2$$

$$\omega = 11 \times 10^{-6} \beta f_s \sqrt[3]{d_c A}$$

$$= 11 \times 10^{-6} \cdot 1,35 \cdot 240 \cdot \sqrt[3]{65 \cdot 7222,22} = 0,277 \text{ mm} < 0,3 \text{ mm}$$

Berdasarkan perhitungan tersebut diatas, dapat disimpulkan bahwa tebal pelat yang direncanakan aman terhadap retak. Sehingga, tebal pelat yang digunakan sebesar 0,45 m.

c. Kontrol Tebal Pelat

Kontrol tebal pelat dilakukan dengan meninjau kuat geser berdasarkan SNI 03-2847-2002 pasal 13.12. Nilai yang digunakan adalah yang paling kecil di antara ketiga persamaan berikut :

$$\begin{aligned} V_c &= \left(1 + \frac{2}{\beta_c}\right) \frac{\sqrt{f_c'} b_0 d}{6} \\ &= \left(1 + \frac{2}{1}\right) \frac{\sqrt{35} \cdot 12000 \cdot 385}{6} \\ &= 13666,1 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_c &= \left(\frac{\alpha_s d}{b_0} + 2\right) \frac{\sqrt{f_c'} b_0 d}{12} \\ &= \left(\frac{30 \cdot 385}{12000} + 2\right) \frac{\sqrt{35} \cdot 12000 \cdot 385}{12} \\ &= 6747,66 \text{ kN} \dots\dots (\text{menentukan}) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_c &= \frac{1}{3} \sqrt{f_c'} b_0 d \\ &= \frac{1}{3} \sqrt{35} \cdot 12000 \cdot 385 \\ &= 9110,76 \text{ kN} \end{aligned}$$

Nilai kuat geser yang diizinkan (ϕV_c) harus lebih besar dari gaya geser ultimate (V_{u1}) agar pelat tidak mengalami

kegagalan ($\phi V_c > V_{u1}$). Gaya geser *ultimate* adalah besarnya gaya geser yang dihasilkan dari daya dukung tiang pancang. Sehingga perhitungan gaya geser *ultimate* adalah sebagai berikut :

$$V_{u1} = P = 630 \text{ kN}$$

Cek ketebalan poer :

$$\begin{aligned}\phi V_c &= 0,75 \cdot 6747,66 \\ &= 5060,74 \text{ kN}\end{aligned}$$

$\phi V_c > V_{u1}$OK. Ketebalan pelat memenuhi.

6.3.4 Rencana anggaran biaya

Pada tugas akhir ini rencana anggaran biaya berdasarkan pada material dinding penahannya saja. Perhitungan anggaran biaya berasal dari volume material dikalikan dengan harga satuan material. Rekapitulasi hasil perhitungan biaya untuk lantai dasar dapat dilihat pada Tabel 6.4.

Tabel 6.4 Rencana Anggaran Biaya Lantai Dasar

ITEM	VOLUME	SATUAN	HARGA SATUAN	BIAYA TOTAL
Beton K-500	228,15	m ³	Rp 1.050.000	Rp 239.557.500
Pembesian				
D19	2.670,841	kg	Rp 16.930	Rp 45.215.998
D16	899,6516	kg	Rp 16.930	Rp 15.230.652
D10	14.565,7	kg	Rp 16.930	Rp 246.590.015
φ10	4.882,977	kg	Rp 16.930	Rp 82.666.367
TOTAL BIAYA				Rp 629.260.531

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB VII PENUTUP

7.1. Kesimpulan

Berdasarkan rumusan masalah dan perencanaan yang telah dilakukan, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Kondisi tanah yang ada pada lokasi proyek sebagian besar terdiri dari pasir dengan konsistensi medium. Akan tetapi jenis *loose sand* masih ditemui sampai kedalaman – 22 m.
2. Kedalaman penanaman dinding penahan yang dibutuhkan sebesar 25 m. Sehingga, panjang total dinding yang dibutuhkan sebesar 35 m.
3. Panjang total dinding penahan tanah digunakan sebesar 35 m. Selain itu, untuk menambah stabilitas digunakan jangkar berupa PC Strand dengan diameter 15,2 mm.
 - a. Perencanaan dinding penahan menggunakan turap tidak layak digunakan dalam perencanaan karena modulus penampang yang dibutuhkan melebihi modulus penampang yang tersedia di pasaran.
 - b. Dimensi *Diaphragm Wall* yang digunakan memiliki tebal 1 m dengan panjang tertanam 25 m. Selain itu, digunakan jangkar dengan jarak pemasangan sebesar 1,5 m. Serta dengan panjang *free length* 16,5 m dan *bond length* sebesar 15 m. Adapun defleksi yang terjadi sebesar 50 mm dengan angka keamanan sebesar 1,979.
 - c. Dimensi *Tangent Pile Wall* yang digunakan memiliki diameter 1,2 m dengan panjang tertanam sebesar 25 m. Selain itu, digunakan jangkar dengan jarak pemasangan sebesar 1,5 m. Serta dengan panjang *free length* 16,5 m dan *bond length* sebesar 11,5 m. Adapun defleksi yang terjadi sebesar 47,89 mm dengan angka keamanan sebesar 1,919.

4. Pondasi yang digunakan yaitu pondasi tiang pancang dengan jumlah 48 tiang dengan panjang masing – masing 16 m. Selanjutnya, untuk pelat lantai direncanakan memiliki tebal 45 cm dengan dimensi balok 30/60.
5. Total biaya konstruksi untuk dinding penahan jenis *Diaphragm Wall* adalah sebesar Rp 8.758.620.074,- sedangkan biaya untuk *Tangent Pile Wall* adalah sebesar Rp 8.615.288.942,-
6. Perencanaan dinding yang dipilih adalah *Tangent Pile Wall* karena dari segi biaya lebih murah. Selain itu, melihat kondisi tanah seperti dijelaskan pada poin 1 dikhawatirkan tanah akan runtuh saat dilakukan penggalian. Sebagai akibatnya, digunakan *casing* saat penggalian dan pengecoran.

7.2. Saran

Berdasarkan perencanaan yang telah dilakukan, penulis memberikan saran sebagai berikut :

1. Data yang digunakan dalam perencanaan sebaiknya menggunakan analisa laboratorium berupa parameter – parameter tanah yang dibutuhkan untuk perencanaan daripada hanya menggunakan tabel korelasi.
2. Analisa stabilitas dinding disarankan menggunakan program bantu lain untuk kemudian dibandingkan dan dihitung ulang untuk menentukan hasil perhitungan.
3. Struktur penahan *uplift* sebaiknya tidak hanya berupa tiang pancang, namun dapat berupa *ground anchor* maupun *pondasi tika*. Sebagai akibatnya, didapatkan hasil yang paling efektif digunakan.

DAFTAR PUSTAKA



- Bowles, Joseph E. 1997. **Foundation Analysis and Design**. 5th ed. Singapore: McGraw-Hill.
- Braja M.Das. 2016. **Principles of Foundation Engineering, Eighth Edition**. 8th ed. Boston: Cengage Learning.
- Direktorat Penyelidikan Masalah Bangunan. 1971. **Peraturan Beton Bertulang Indonesia 1971 N.I.-2**. Vol. 7.
- Gazzarrini, Paolo dan P. Eng. 1950. **“Diaphragm Walls : A Solution For Deep Excavations In Difficult Soil Conditions With Superficial Water Table.”**
- Indonesia, CNN. 2018. **“Rasio Elektrifikasi 2017 Diklaim Lampau Target 94,9 Persen.”** Diambil (<https://www.cnnindonesia.com/ekonomi/20180110154533-85-267926/rasio-elektrifikasi-2017-diklaim-lampau-target-949-persen>).
- Kurniawan, Dzaky Alpin. 2017. **“Perencanaan Dinding Penahan Tanah Pada Basementmidtown Point And Ibis Styles Hotel Jakarta.”**
- Ou, C. Y. 2006. **Deep Excavation, Theory and Practice**. London: Taylor & Francis Group.
- Pemerintah Kota Surabaya. 2018. **Daftar Standar Harga Satuan Pokok Kegiatan (HSPK) Perubahan I TA. 2019**. Surabaya.
- SNI 03-2847. 2013. **Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung**. Jakarta: Badan Standardisasi Indonesia.
- SNI 8460. 2017. **Persyaratan Perancangan Geoteknik**. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Terzaghi, K., R. B. Peck, dan G. Mesri. 1996. **“Soil Mechanics in Engineering Practice.”** 529.
- Wahyudi, Herman. 1999. **Daya dukung Pondasi Dalam**. Surabaya.


“Halaman ini sengaja dikosongkan”

LAMPIRAN



“Halaman ini sengaja dikosongkan”



Lampiran 1 Data Borelog BR 05


Client :		Submitted by:		BH ID: BR 05																		
 PT Pembangunan Perumahan Diva EPC J. TB. LETJEND. SMARUPUNG No. 57 PASAR REBO, JAKARTA, 13700		 OCEAN ENGINEERING SERVICES		Sheet: 1 of 8 Status: FINAL Job No: 17 OCE 002																		
Client: PT PP Div EPC		Date of commenced: 21 August 2017		SPT Hammer: Automatic Trip																		
Principal: PLTGU Lombok		Date of completed: 26 August 2017		Energy: 70 % (approximately)																		
Location: Lombok		Logged by: BS/SI																				
		Checked by: HC																				
Equipment type: YSO YBM 01		Easting: 398082.218 m		Elevation: m																		
Rig: Rig 01		Northing: 9050309.619 m		GWL: 3 m below ground surface																		
Driller: US		Coord system: UTM		Drilling Method: Core																		
Depth (m)	Samples or Field Test	Graphic Log	USCS Symbol	Soil Material Description				SPT			Water Content (%)	Atterberg Limit			Grain Size			Other Test				
				Soil Type, <small>fill, organic, color, secondary soil, observation, moisture, consistency, structure, soil/rock observations</small>	Scaling factor	Blows 1	Blows 2	Blows 3	Blows 4	Blows 5		Blows 6	Blows 7	Blows 8	LL (%)	PL (%)	FI (%)		Gravel (%)	Sand (%)	Silt (%)	Clay (%)
0																						
1	Core		ML	Silty SAND, fine to medium grained, brown to grey, with some clay and coarse gravel, medium dense (FLL)																		
2	SPT										15	32	11	22	6	53	25	16				
3	Core																					
4	SPT		SM	Silty SAND, fine to medium grained, well graded, with some fine to coarse grained gravel, black, moist, loose to medium dense																		
5	Core																					
6	SPT		SP	Gravelly SAND, medium to coarse grained, poorly graded, black, moist, medium dense							20				3	62	2	3				
7	Core																					
8	SPT		SM	SAND, fine to medium grained, well graded, with some fine to coarse grained gravel, black, moist, loose to medium dense																		
9	Core																					
10	SPT										29				6	62	0	2				

Client :		 PT Perbankan Pemurban Divisi EPC Jl. TB. LIT. ENDI SMATUNG No. 57 PASAR REBO, JAKARTA, 13760		Submitted by:		BH ID: BR 05 Sheet: 2 of 8 Status: FINAL Job No: 17 OCE 002														
Client: PT PP Div EPC		Date of commenced: 21 August 2017		SPT Hammer: Automatic Trip		Energy: 70 % (approximately)														
Principal: PLTGU Lombok		Date of completed: 26 August 2017		Logged by: BS/SI		Checked by: HC														
Location: Lombok		Equipment type: YSO YBM 01		Easting: 398082.218 m		Elevation: 3 m														
Rig: Rig 01		Northing: 9060309.619 m		GWL: m below ground surface		Drilling Method: Core														
Driller: US		Coord system: UTM																		
Depth (m)	Samples Of Field Test	Graphic Log	USCS Symbol	Soil Material Description <small>Soil TYPE, state & grain size, color, secondary soil, other data, markers, conditions/remarks, strata, additional observations.</small>		SPT				Penetration Cu (MPa)	Line Weight (KN/m ²)	Water Content (%)	Atterberg Limit				Grain Size	Other Test		
						Seating drive	Blows 1	Blows 2	N Value				LL (%)	PL (%)	PI (%)	Gravel (%)			Sand (%)	Silt (%)
10	Core		SM	SAND, fine to medium grained, well graded, with some fine to coarse grained gravel, black, moist, loose to medium dense	3	5	5	10												
11	SPT																			
12	Core		SM	Silty SAND, fine to medium grained, forty graded, rounded to sub rounded, with some fine to medium coarse grained gravel, black, mo	3	3	2	5												
13	SPT																			
14	Core		SM																	
15	SPT										54				1	45	45	10		
16	Core		ML	Clayey SILT, medium plasticity, dark gray, with trace of shell fragment and fine sand, moist, soft	4	2	2	4												
17	SPT																			
18	UDS										17	82	41	26	15	0	2	78	20	T - UU c = 20.7 kPa Φ = 36.7°
19	Core																			
20	SPT										54				4	83	8	5		




Client :		PT Pembangunan Pemukiman Divisi EPC Jl. TB. LESTI, JEND. SIMATUPANG No. 57 PASAR REBO, JAKARTA, 13760		Submitted by:		BH ID: BR 05 Sheet: 3 of 8 Status: FINAL Job No: 17 OCE 002													
Client: PT PP Div EPC		Date of commenced: 21 August 2017		SPT Hammer: Automatic Trip															
Principal: PLTGU Lombok		Date of completed: 26 August 2017		Energy: 70 % (approximately)															
Location: Lombok		Logged by: BS/SI		Checked by: HC															
Equipment type: YSO YBM 01		Easting: 398082.218 m		Elevation: 3 m															
Rig: Rig 01		Northing: 9060309.619 m		GWL: 3 m below ground surface															
Driller: US		Coord system: UTM		Drilling Method: Core															
Depth (m)	Samples or Field Test	Graphic Log	USCS Symbol	Soil Material Description				SPT		Pocket Penetrometer C _u (MPa)	Unit Weight (KN/m ³)	Water Content (%)	Atterberg Limit			Grain Size			Other Test
				Soil TYPE, plasticity, grain size, color, secondary soil, other data, moisture, consistency, structure, additional observation.	Soaking time	Blows 1	Blows 2	N Value	LL (%)				PL (%)	PI (%)	Gravel (%)	Sand (%)	Silt (%)	Clay (%)	
20	UOS		ML	Clayey SILT, medium plasticity, dark gray, with trace of shell fragment and fine sand, moist, soft						17	51	42	29	13	2	2	71	26	T - UU c = 54.2 kPa Φ = 9.9°
21	Core			Silty SAND, fine to medium grained, well graded, with some fine to coarse grained gravel, black, moist, loose															
22	SPT					3	3	4	7										
23	Core		SH																
24	SPT			Clayey SILT, medium plasticity, black, with trace of shell fragment and fine sand, moist, very soft															
25	UOS		ML			0					14	80	85	47	38	0	4	89	26
26	SPT			Gravelly SAND, fine to medium grained, well graded, with trace of silt, black, moist, medium dense															
27	Core		SH			0	9	13	22										
28	SPT				3	4	11	15											
29	Core		ML	Sandy SILT, low to medium plasticity, black, with some clay and with trace of fine to medium coarse grained gravel, moist, firm															
30	SPT					1	2	6	8										








Client :		 PT Pembangunan Pemukiman Divisi EPC J 18 LEL. DEK. SMATUPH No. 57 PASAR REBO, JAKARTA, 13700		Submitted by:		 OCEAN ENGINEERING SERVICES		BH ID: BR 05 Sheet: 4 of 8 Status: FINAL Job No: 17 OCE 002									
Client: PT PP Div EPC		Date of commenced: 21 August 2017		SPT Hammer: Automatic Trip		Project: PLTGU Lombok		Date of completed: 26 August 2017		Energy: 70% (approximately)							
Location: Lombok		Checked by: HC															
Equipment type: YSO YBM 01		Easting: 398082.218 m		Elevation: 3 m		Rig: Rlg 01		Northing: 9050309.619 m		GWL: 3 m below ground surface							
Driller: US		Coord system: UTM								Drilling Method: Core							
Depth (m)	Samples of Field Test	Graphic Log	USCS Symbol	Soil Material Description <small>See TYPE, plasticity, color, secondary soil, other notes, remarks, construction details, etc. on borehole log sheets.</small>	SPT			Penetration (cm)	Unit Weight (kN/m ³)	Water Content (%)	Atterberg Limit			Grain Size			Other Test
					Seating drive	Blows 1	Blows 2				LL (%)	PL (%)	PI (%)	Grave (%)	Sand (%)	Silt (%)	
30	Core		SM	Silty SAND, fine to medium grained, well graded, with trace of fine to coarse grained gravel and clay, black, moist, medium den													
31	SPT				7	10	17	27									
32	Core		SM	SAND, fine to medium grained, well graded, rounded sub rounded, with trace of fine to coarse grained gravel, brown, moist, dense													
33	SPT				17	21	39	49									
34	Core		SM	Silty SAND, fine to medium grained, well graded, some gravel, black, moist, dense to very dense													
35	SPT				16	18	31	40									
36	Core		SM														
37	SPT				13	30	30	60									
38	Core		SM														
39	SPT				16	38	22	60									
40																	



Client :		 PT Pengabdian Perumahan Divisi EPC J 1B, LETJEND SMARUNG No. 57 PASAR REBO, JAWARTA, 13700		Submitted by:		BH ID: BR 05 Sheet: 5 of 8 Status: FINAL Job No: 17 OCE 002														
Client: PT PP Div EPC		Date of commenced: 21 August 2017		SPT Hammer: Automatic Trip																
Principal: PLTGU Lombok		Date of completed: 26 August 2017		Energy: 70% (approximately)																
Location: Lombok		Logged by: BS/SI		Checked by: HC																
Equipment type: YSO YEM 01		Easting: 398082.218 m		Elevation: m																
Rig: Rig 01		Northing: 9050309.619 m		GWL: 3 m below ground surface																
Driller: US		Coord system: UTM		Drilling Method: Core																
Depth (m)	Samples or Field Test	Graphic Log	USCS Symbol	Soil Material Description <small>Soil TYPE, plasticity limits, color, secondary soil, other soil features, consistency, texture, additional observations.</small>	SPT				Pocket Penetrometer C _u (kPa)	Unit Weight (kN/m ³)	Water Content (%)	Atterberg Limit			Grain Size			Other Test		
					Seating depth	Blows 1	Blows 2	N Value				LL (%)	PL (%)	P _i (%)	Gravel (%)	Sand (%)	Silt (%)		Clay (%)	
40	Core		SM	Silty SAND, fine to medium grained, well graded, with trace of fine to coarse grained gravel and clay, black, moist, dense to very dense																
41	SPT				18	20	24	44												
42	Core																			
43	SPT				15	50	90	60												
44	Core																			
45	SPT				13	16	23	39												
46	Core																			
47	SPT				10	19	41	60												
48	Core																			
49	SPT				6	17	36	53												
50	Core																			
				Sandy SILT, low to medium plasticity, gray to brown, with some clay and with trace of fine to medium coarse grained gravel, moist, hard																



Client :		 PT Pembangunan Pemukiman Divisi EPC 41B, LETAJEN, SEMARANG No. 57 PASAR REBO, AMARTA, 5700		Submitted by:		BH ID: BR 05 Sheet: 6 of 8 Status: FINAL Job No: 17 OCE 002													
Client: PT PP Div EPC		Date of commenced: 21 August 2017		SPT Hammer: Automatic Trip		Sheet: 6 of 8													
Principal: PLTGU Lombok		Date of completed: 26 August 2017		Energy: 70 % (approximately)		Status: FINAL													
Location: Lombok		Checked by: HC				Job No: 17 OCE 002													
Equipment type: YSO YBM 01		Easting: 398082.218 m		Elevation: 3 m		m below ground surface													
Rig: Rig 01		Northing: 9050309.619 m		GWL: 3 m		Drilling Method: Core													
Driller: US		Coord system: UTM																	
Depth (m)	Samples or Field Test	Graphic Log	USCS Symbol	Soil Material Description				SPT		Penetration Resistance Cut (MPa)	Unit Weight (kN/m ³)	Water Content (%)	Atterberg Limit			Grain Size			Other Test
				Soil TYPE, plasticity, color, secondary color, texture, moisture, consistency, structure, additional observations	Seating drive	Blows 1	Blows 2	N Value	LL (%)				PL (%)	PI (%)	Gravel (%)	Sand (%)	Silt (%)	Clay (%)	
50	Core		ML	Sandy SILT, low to medium plasticity, gray to brown, with some clay and with trace of fine to medium coarse grained gravel, moist, hard	28	00	1	60											
51					SPT														
52	Core		ML		18	00	1	60											
53					SPT														
54	Core		SM	Silty SAND, fine to medium grained, well graded, with trace of fine to coarse grained gravel and clay, black, moist, dense to very dense	9	11	14	23											
55					SPT														
56	Core		SM	Silty SAND, fine to medium grained, well graded, with trace of fine to coarse grained gravel and clay, black, moist, dense	20	20	19	39											
57					SPT														
58	Core		SM	SAND, fine to medium grained, poorly graded, rounded sub rounded, with some fine to coarse grained gravel, black, moist, dense	26	40	20W	60											
59					SPT														
60																			



Client :		PT Pembangunan Perumahan Civil EPC 4 TIL LET. BND SIMATURING No. 57 PASAR REBO, JAKARTA, 13700		Submitted by:		OC ENVIRO OCEAN ENGINEERING SERVICES		BH ID: BR 05 Sheet: 7 of 8 Status: FINAL Job No: 17 OCE 002							
Client: PT PP Div EPC		Date of commenced: 21 August 2017		SPT Hammer: Automatic Trip											
Principal: PLTGU Lombok		Date of completed: 26 August 2017		Energy: 70% (approximately)											
Location: Lombok		Logged by: BS/SH		Checked by: HC											
Equipment type: YSO YBM 01		Easting: 398082.218 m		Elevation: 3 m											
Rig: Rig 01		Northing: 9050309.619 m		GWL: 3 m below ground surface											
Driller: US		Coord system: UTM		Drilling Method: Core											
Depth (m)	Samples or Field Test	Graphic Log	USCS Symbol	Soil Material Description <small>Soil type, state, grain size, color, secondary soil, other relevant features, consolidation, structure, soil behavior observations.</small>	SPT			Unit Weight (kN/m ³)	Water Content (%)	Atterberg Limit			Grain Size	Other Test	
					Seating drive	Blows 1	Blows 2			Penetration (MPa)	LL (%)	PL (%)			PI (%)
60	Core			Silty SAND, fine to medium grained, well graded, with trace of fine to coarse grained gravel and clay, black, moist, dense to very dense											
61															
62	SPT				24	22	22	44							
63	Core														
64	SPT				26	23	30	53							
65	Core		SM												
66	SPT				15	21	32	53							
67	Core														
68	SPT				15	21	19	40							
69	Core														
70	SPT				15	29	31	60							



Client :		 PT Pembangunan Perumahan Divisi EPC J1 TB. LETENDI SMATUNING No. 57 PASAR REBO, JAKARTA, 13700		Submitted by:		 OCEAN ENGINEERING SERVICES		BH ID: BR 05 Sheet: 8 of 8 Status: FINAL Job No: 17 OCE002									
Client: PT PP Div EPC		Date of commenced: 21 August 2017		SPT Hammer: Automatic Trip													
Principal:		Date of completed: 26 August 2017		Energy: 70 % (approximately)													
Project: PLTGU Lombok		Logged by: BS/SI		Checked by: HC													
Location: Lombok																	
Equipment type: YSO YBM 01		Easting: 398082.218 m		Elevation: 3 m													
Rig: RIG 01		Northing: 9050309.619 m		GWL: 3 m below ground surface													
Driller: US		Coord system: UTM		Drilling Method: Core													
Depth (m)	Samples or Field Test	Graphic Log	USCS Symbol	Soil Material Description <small>Soil TYPE: plasticity, color, secondary soil characteristics, moisture content, liquidity, shrinkage, and other observations</small>	SPT				Unit Weight (kN/m ³)	Water Content (%)	Atterberg Limits			Grain Size			Other Test
					Seating drive	Blows 1	Blows 2	N Value			LL (%)	PL (%)	P (%)	Gravel (%)	Sand (%)	Silt (%)	
70	Core		SM	Silty SAND, fine to medium grained, well graded, with trace of fine to coarse grained gravel and clay, black, moist, dense to very dense													
71					SPT	30	44	66	60								
BR 05 terminated at 71.85 m																	
PT OC ENVIRO																	









Client :		 PT Pembangunan Perumahan Divisi EPC J. TB. LETJEND SMATUPING No. 57 PASAR REBO, JAKARTA, 13760		Submitted by:		 BH ID: BR 04 Sheet: 1 of 5 Status: FINAL Job No: 17 OCE 002													
Client: PT PP Div EPC		Date of commenced: 28 August 2017		SPT Hammer: Automatic Trip															
Principal: Project: PLTGU Lombok		Date of completed: 30 August 2017		Energy: 70 % (approximately)															
Location: Lombok		Checked by: BS/SH HC																	
Equipment type: YSO YBM 01		Easting: 398086.061 m		Elevation: m															
Rig: Rig 01		Northing: 9050399.015 m		GWL: 3.5 m below ground surface															
Driller: US		Coord system: UTM		Drilling Method: Core															
Depth (m)	Samples of Field Test	Graphic Log	USCS Symbol	Soil Material Description <small>Soil TYPE, plasticity/grain size, colour, secondary soil, other minor, moisture, consistency/density, structure, additional observations.</small>			SPT			Pocket Penetrometer C _u (KPa)	Unit Weight (kN/m ³)	Water Content (%)	Atterberg Limit			Grain Size			Other Test
							Seating drive	Blows 1	Blows 2				N Value	LL (%)	PL (%)	PI (%)	Gravel (%)	Sand (%)	
0	Core			Sandy GRAVEL, fine to medium grained, brown to grey, with some clay, dry, medium dense															
1	SPT				11	17	12	29			8				56	32	7	5	
2	Core			Silty SAND, fine to medium grained, well graded, with some fine to coarse grained gravel, black, moist, medium dense to dense															
3	SPT				2	9	6	15											
4	Core			BOULDER (from 5.2 to 5.5 m)															
5	SPT				8	15	20	35			13				4	90	3	3	
6	Core			Silty SAND, fine to medium grained, well graded, with some fine to coarse grained gravel, black, moist, medium dense to dense															
7	SPT				7	8	7	15											
8	Core			SAND, fine to medium grained, poorly graded, rounded to sub rounded, with some fine to															
9	SPT				3	4	3	7			29				6	89	2	3	
10																			








Client :		 PT Pembangunan Perumahan Divisi EPC Jl TB LETAENDI SIBATUNING No. 57 PASAR REBO, JAKARTA, 13760		Submitted by:		 OCEAN ENGINEERING SERVICES		BH ID: BR 04 Sheet: 2 of 5 Status: FINAL Job No: 17 OCE 002										
Client: PT PP Div EPC		Date of commenced: 28 August 2017		SPT Hammer: Automatic Trip		Principal: Project: PLTGU Lombok		Date of completed: 30 August 2017		Energy: 70 % (approximately)								
Location: Lombok		Checked by: HC		Easting: 398086.061 m		Elevation: m		Northing: 9050399.015 m		GWL: 3.5 m below ground surface								
Equipment type: YSO YBM 01		Rig: Rig 01		Driller: US		Coord system: UTM		Drilling Method: Core										
Depth (m)	Samples of Field Test	Graphic Log	USCS Symbol	Soil Material Description <small>Soil TYPE, plasticity/grain size, colour, secondary soil, other fines, moisture, consistency/plasticity, structure, additional observations.</small>	SPT			Pocket Penetrometer C _u (KPa)	Unit Weight (kN/m ³)	Water Content (%)	Atterberg Limit			Grain Size			Other Test	
					Sealing drive	Blows 1	Blows 2				N Value	LL (%)	PL (%)	PI (%)	Gravel (%)	Sand (%)		Silt (%)
10	Core			medium coarse grained gravel, black, moist, loose														
11	SPT			SAND, fine to medium grained, poorly graded, rounded to sub rounded, with some fine to coarse grained gravel, black, moist, loose	5	4	6	10										
12	Core																	
13	SPT									59								
14	Core																	
15	SPT																	
16	Core																	
17	SPT																	
18	UDS			Clayey SILT, medium plasticity, dark gray, with trace of shell fragment and fine sand, moist, soft to stiff	2	5	6	11		17	59	52	42	10	0	1	76	24
19	Core		ML															
20	SPT				2	2	1	3		45	42	27	15	7	5	66	22	



Client :		 PT Pembangunan Perumahan Divisi EPC Jl. TB. LETHENDI SMATUPING No. 57 PASAR REBO, JAKARTA, 13760		Submitted by:		 OCEAN ENGINEERING SERVICES		BH ID: BR 04 Sheet: 3 of 5 Status: FINAL Job No: 17 OCE 002									
Client: PT PP Div EPC		Date of commenced: 28 August 2017		SPT Hammer: Automatic Trip		Project: PLTGU Lombok		Date of completed: 30 August 2017		Energy: 70 % (approximately)							
Location: Lombok		Checked by: HC		Equipment type: YSO YBM 01		Easting: 398086.061 m		Elevation: 3.5 m		m below ground surface							
Rig: Rig 01		US		Northing: 9050399.015 m		Coord system: UTM		GWL: 3.5 m		Drilling Method: Core							
Depth (m)	Samples or Field Test	Graphic Log	USCS Symbol	Soil Material Description <small>Soil TYPE, plasticity/grain size, colour, secondary wall, other minor, moisture, consistency/density, structure, additional observations.</small>	SPT				Pocket Penetrometer Cu (KPa)	Unit Weight (kN/m ³)	Water Content (%)	Atterberg Limit			Grain Size		Other Test
					Seating depth	Blows 1	Blows 2	N Value				LL (%)	PL (%)	PI (%)	Gravel (%)	Sand (%)	
20	Core			Sandy GRAVEL, fine to medium coarse grained, poorly graded, blackish grey, dry to moist, loose													
21	SPT				3	4	4	8									
22	Core			Gravely SAND, fine to medium coarse grained, well graded, with some silt, black, moist, loose													
23	SPT																
24	Core			SAND, fine to medium grained, well graded, with trace of fine to coarse grained gravel and clay, black, moist, loose to medium dense	HW	45		0									
25	SPT				11	9	1	10									
26	Core			SAND, fine to medium grained, well graded, with trace of fine to coarse grained gravel and clay, black, moist, loose to medium dense													
27	SPT				1	2	1	3									
28	Core			SAND, fine to medium grained, well graded, with trace of fine to coarse grained gravel and clay, black, moist, loose to medium dense													
29	SPT				24	39	21	60									
30	Core			BOULDER, dark grey, moist, very dense													

Client :  PT Pembangunan Perumahan Divisi EPC Jl TB. LUTJENDI SIMATUPANG No. 57 PASAR REBO, JAKARTA, 13760 <small>CONSTRUCTION & INVESTMENT</small>		Submitted by:  OC ENVIRO OCEAN ENGINEERING SERVICES		BH ID: BR 04 Sheet: 4 of 5 Status: FINAL Job No: 17 OCE 002																
Client: PT PP Div EPC Principal: PLTGU Lombok Location: Lombok		Date of commenced: 28 August 2017 Date of completed: 30 August 2017 Logged by: BS/SI Checked by: HC		SPT Hammer: Automatic Trip Energy: 70 % (approximately)																
Equipment type: YSO YBM 01 Rig: Rig 01 Driller: US		Easting: 398086.061 m Northing: 9050399.015 m Coord system: UTM		Elevation: m GWL: 3.5 m below ground surface Drilling Method: Core																
Depth (m)	Samples or Field Test	Graphic Log	USCS Symbol	Soil Material Description				SPT			Cone Penetration Test (KPa)	Unit Weight (KN/m ³)	Water Content (%)	Atterberg Limit			Grain Size			Other Test
				Soil TYPE, plasticity/grain size, colour, secondary soil, other minor, moisture, consistency/density, structure, additional observations.				Seating drive	Blows 1	Blows 2				N Value	LL (%)	PL (%)	PI (%)	Gravel (%)	Sand (%)	
30	Core		SM	Gravelly SAND, fine to medium graded, well graded, with trace of silt and clay, black, moist, dense to very dense																
31								SPT	4	5	4	9								
32	Core		SM																	
33								SPT	7	7	21	28								
34	Core		SM																	
35								SPT	7	15	20	33								
36	Core		SM																	
37								SPT	15	25	35	60								
38	Core		SM																	
39								SPT	15	32	28	60								
40																				



Client :		 PT Pembangunan Perumahan Divisi EPC J. TB. LESTIENDI, SIMATUPING No. 57 PASAR REBO, JAKARTA, 13760	Submitted by:		 OCEAN ENGINEERING SERVICES	BH ID: BR 04										
PT PP Div EPC Principal: PLTGU Lombok Location: Lombok			Date of commenced: 28 August 2017 Date of completed: 30 August 2017 Logged by: BS/SI Checked by: HC			Sheet: 5 of 5 Status: FINAL Job No: 17 OCE 002										
Equipment type: YSO YBM 01		Easting: 398086.061 m		Elevation: m		SPT Hammer: Automatic Trip										
Rig: Rig 01		Northing: 9050399.015 m		GWL: 3.5 m below ground surface		Energy: 70 % (approximately)										
Driller: US		Coord system: UTM		Drilling Method: Core												
Depth (m)	Samples or Field Test	Graphic Log	USCS Symbol	Soil Material Description <small>Soil TYPE, plasticity/grain size, colour, secondary soil, other minor, moisture, consistency/density, structure, additional observations.</small>	SPT			Pocket Penetrometer Cu (KPa)	Unit Weight (kN/m ³)	Water Content (%)	Atterberg Limit			Grain Size		Other Test
					Sealing drive	Blows 1	Blows 2				N Value	LL (%)	PL (%)	PI (%)	Gravel (%)	
40	Core			Silty SAND, fine to medium grained, well graded, with trace of fine to coarse grained gravel and clay, black, moist, very dense												
41																
42	SPT				22	28	27	55								
43	Core															
44					SPT			16	60		60					
45	Core															
46					SPT			16	60 1/3		60					
47	Core															
47.92					SPT			10	15	45 1/2	60					
BR 04 terminated at 47.92 m																
PT OC ENVIRO																




Client :  PT Pembangunan Perumahan DIVISI EPC Jl.TB. LETENDI SMATUPUNG No. 57 PASAR REBO, JAKARTA, 13760		Submitted by:  OCEAN ENGINEERING SERVICES		BH ID: BR 03 Sheet: 1 of 5 Status: FINAL Job No: 17 OC 002														
Client: PT PP Div EPC Principal: PLTGU Lombok Location: Lombok		Date of commenced: 10 August 2017 Date of completed: 14 August 2017 Logged by: BS/SI Checked by: HC		SPT Hammer: Automatic Trip Energy: 70 % (approximately)														
Equipment type: YSO YBM 01 Rig: Rig 01 Driller: US		Easting: 398180.343 m Northing: 9050403.817 m Coord system: UTM		Elevation: 4.5 m GWL: 4.5 m below ground surface Drilling Method: Core														
Depth (m)	Samples or Field Test	Graphic Log	USCS Symbol	Soil Material Description <small>Soil TYPE, plasticity, grain size, colour, secondary soil, other minor, moisture, consistency, density, structure, additional observations.</small>	SPT			Penetration Rate (KPa)	Unit Weight (Kc/Mm ³)	Water Content (%)	Atterberg Limit			Grain Size			Other Test	
					Sealing drive	Blows 1	Blows 2				N Value	LL (%)	PL (%)	Pi (%)	Gravel (%)	Sand (%)		Silt (%)
0	Core			Sandy GRAVEL, fine to medium grained, brown to grey, with some clay, dry, medium dense														
1	SPT				4	5	13	18		11			48	37	8	7		
2	Core																	
3	SPT				4	4	3	7										
4	Core		SM	Silty SAND, fine to medium grained, well graded, with some fine to coarse gravel, black, moist, loose to medium dense														
5	SPT				4	3	3	6		17			0	96	2	2		
6	Core		BOULDER	BOULDER, dark grey, moist, very dense														
7	Core		SM	Silty SAND, fine to medium grained, well graded, with some fine to coarse gravel, black, moist, loose to medium dense														
8	SPT				6	9	11	20										
9	Core			SAND, fine to medium grained, poorly graded, rounded to sub rounded, with some fine to coarse grained gravel, black, moist, medium dense														
10	SPT				4	4	8	12		48			1	81	14	5		
PT OC ENVIRO																		









Client :		 PT Pembangunan Perumahan Divisi EPC JI TB. LETJEND SIMATUPANG No. 57 PASAR REBO, JAKARTA, 13760		Submitted by:		 OCEAN ENGINEERING SERVICES		BH ID: BR 03 Sheet: 2 of 5 Status: FINAL Job No: 17 OCE 002									
Client: PT PP Div EPC		Date of commenced: 10 August 2017		SPT Hammer: Automatic Trip													
Principal: PLTGU Lombok		Date of completed: 14 August 2017		Energy: 70 % (approximately)													
Location: Lombok		Checked by: HC															
Equipment type: YSO YBM 01		Easting: 398180.343 m		Elevation: m													
Rig: Rig 01		Northing: 9050403.817 m		GWL: 4.5 m below ground surface													
Driller: US		Coord system: UTM		Drilling Method: Core													
Depth (m)	Samples of Field Test	Graphic Log	USCS Symbol	Soil Material Description <small>Soil TYPE, plasticity/grain size, colour, secondary soil, other minor, moisture, consistency/density, texture, additional observations.</small>	SPT			Pocket Penetrometer C _u (kPa)	Unit Weight (kN/m ³)	Water Content (%)	Atterberg Limit			Grain Size			Other Test
					Seating drive	Blows 1	Blows 2				PL (%)	PI (%)	Gravel (%)	Silt (%)	Clay (%)		
10	Core		SC	SAND, fine to medium grained, poorly graded, rounded to sub rounded, with some fine to coarse grained gravel, black, moist, medium dense													
11	SPT				6	7	7	14									
12	Core		SH	Clayey SILT, low plasticity, black, moist, very soft													
13	SPT				2	2	1	3		65			1	17	71	11	
14	Core		SC	SAND, fine to medium grained, poorly graded, rounded to sub rounded, with some fine to coarse grained gravel, black, moist, loose													
15	SPT				2	4	4	8									
16	UDS		ML	Clayey SILT, low plasticity, black, moist, very soft					16	50			0	2	73	25	T - UU c = 12.8 kPa Φ = 21°
17	Core																
18	SPT				1	1	1	2									
19	Core		ML														
20	SPT				1	1	1	2		35			7	88	2	3	



Client :		 PT Pembangunan Perumahan Divisi EPC Jl TB. LETJEND SIMATUPANG No. 57 PASAR REBO, JAKARTA, 13760		Submitted by:		 OCEAN ENGINEERING SERVICES		BH ID: BR 03 Sheet: 3 of 5 Status: FINAL Job No: 17 OCE 002									
Client: PT PP Div EPC		Date of commenced: 10 August 2017		SPT Hammer: Automatic Trip													
Principal: PLTGU Lombok		Date of completed: 14 August 2017		Energy: 70 % (approximately)													
Location: Lombok		Logged by: BS/IS		Checked by: HC													
Equipment type: YSO YBM 01		Easting: 398180.343 m		Elevation: m													
Rig: Rig 01		Northing: 9050403.817 m		GWL: 4.5 m below ground surface													
Driller: US		Coord system: UTM		Drilling Method: Core													
Depth (m)	Samples or Field Test	Graphic Log	USCS Symbol	Soil Material Description <small>Soil TYPE, plasticity, grain size, colour, secondary soil, other inclusions, moisture, consistency, structure, additional observations.</small>	SPT			Pocket Penetrometer C _u (KPa)	Unit Weight (kN/m ³)	Water Content (%)	Atterberg Limit			Grain Size			Other Test
					Seating drive	Blows 1	Blows 2				LL (%)	PL (%)	PI (%)	Gravel (%)	Sand (%)	Silt (%)	
20	Core		SM	Silty SAND, fine to medium grained, poorly graded, with trace of fine to coarse grained gravel, blackish brown, moist, very loose													
21																	
22	SPT					145	0										
23	Core		ML	Sandy SILT, low to medium plasticity, black, with some clay and coarse gravel, moist, hard													
24	UDS								15	55	67	26	41	6	32	48	14
24	SPT		CL	Gravelly CLAY, low plasticity, greyish brown, with some sand, moist, very stiff	8	10	39	49									
25	Core		BOULDER	BOULDER, dark grey, moist, very dense													
26	SPT		ML	Clayey SILT, medium plasticity, dark gray, with trace of shell fragment and fine sand, moist, soft	1	2	1	3									
27	Core		BOULDER	BOULDER, dark grey, moist, very dense													
27			ML	Clayey SILT, medium plasticity, dark gray, with trace of shell fragment and fine sand, moist, soft													
28	SPT		SM	Silty SAND, fine to medium grained, poorly graded, with trace of fine to coarse grained gravel and clay, brown, moist, medium dense	4	8	10	18									
29	Core		BOULDER	BOULDER, dark grey, moist, very dense													
30	SPT				14	14	15	29									



T-UU
c = 13.8 kPa
φ = 9.7°

Client :		 PT Pembangunan Perumahan Divisi EPC J. TB. LETJEND SIMATUPANG No. 57 PASAR REBO, JAKARTA, 13760		Submitted by:		 OCEAN ENGINEERING SERVICES		BH ID: BR 03 Sheet: 4 of 5 Status: FINAL Job No: 17 OCE 002									
Client: PT PP Div EPC		Date of commenced: 10 August 2017		SPT Hammer: Automatic Trip		Principal: PLTGU Lombok		Date of completed: 14 August 2017		Energy: 70 % (approximately)							
Location: Lombok		Checked by: BS/SH HC		Equipment type: YSO YBM 01		Easting: 398180.343 m		Elevation: m		m below ground surface							
Rig: US		Northing: 9050403.817 m		Drilling Method: Core		GWL: 4.5											
Driller:		Coord system: UTM															
Depth (m)	Samples or Field Test	Graphic Log	USCS Symbol	Soil Material Description <small>Soil TYPE, plasticity/grain size, colour, secondary soil, other minor, moisture, consistency/density, structure, additional observations.</small>	SPT			C _u Penetrometer (KPa)	Unit Weight (kN/m ³)	Water Content (%)	Atterberg Limit			Grain Size			Other Test
					Sealing drive	Blows 1	Blows 2				LL (%)	PL (%)	PI (%)	Gravel (%)	Sand (%)	Silt (%)	
30	Core		SM	Silty SAND, fine to medium grained, poorly graded, with trace of fine to coarse grained gravel and clay, brown, moist, medium dense													
31	SPT				9	8	18	26									
32	Core		SM	Silty SAND, fine to medium grained, well graded, with trace of fine to coarse grained gravel, black to brown, moist, dense to very dense													
33	SPT				21	60		60									
34	Core																
35	SPT				3	17	24	41									
36	Core		SM														
37	SPT				23	37	23/0	60									
38	Core																
39	SPT				15	22	28/0	60									
40	Core																



Client :		 PT Pembangunan Perumahan Divisi EPC Jl TB. LUTJEND SIMATUPANG No. 57 PASAR REBO, JAKARTA, 13760		Submitted by:		 OCEAN ENGINEERING SERVICES		BH ID: BR 03 Sheet: 5 of 5 Status: FINAL Job No: 17 OCE 002									
Client: PT PP Div EPC		Date of commenced: 10 August 2017		SPT Hammer: Automatic Trip		Principal: PLTGU Lombok		Date of completed: 14 August 2017		Energy: 70 % (approximately)							
Location: Lombok		Checked by: HC		Logged by: BS/SI		Equipment type: YSO YBM 01		Easting: 398180.343 m		Elevation: m							
Rig: RIG 01		Northing: 9050403.817 m		Coord system: UTM		Driller: US		GWL: 4.5 m below ground surface		Drilling Method: Core							
Depth (m)	Samples of Field Test	Graphic Log	USCS Symbol	Soil Material Description <small>Soil TYPE, plasticity/grain size, colour, secondary soil, other minor, moisture, consistency/density, structure, additional observations.</small>	SPT				Unit Weight (kN/m ³)	Water Content (%)	Atterberg Limit			Grain Size			Other Test
					Seating drive	Blows 1	Blows 2	N Value			Penetration Cu (KPa)	LL (%)	PL (%)	PI (%)	Gravel (%)	Sand (%)	
40	Core		SM	Silty SAND, fine to medium grained, well graded, with trace of fine to coarse grained gravel, black to brown, moist, dense to very dense													
41																	
	SPT					31	60	60									
BR 03 terminated at 41.77 m																	
PT OC ENVIRO																	




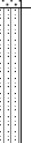
Client :		 PT Pembangunan Perumahan Divisi EPC J. TB. LETJEND SIMATUPANG No. 57 PASAR REBO, JAKARTA, 13760		Submitted by:		 OCEAN ENGINEERING SERVICES		BH ID: BR 02 Sheet: 1 of 5 Status: FINAL Job No: 17 OCE 002										
Client: PT PP Div EPC		Date of commenced: 06 August 2017		SPT Hammer: Automatic Trip		Principal: PLTGU Lombok		Date of completed: 09 August 2017		Energy: 70 % (approximately)								
Location: Lombok		Checked by: BS/SHC		Equipment type: YSO YBM 01		Easting: 398170.244 m		Elevation: m		Rig: Rig 01		Northing: 9050374.416 m		GWL: 2.7 m below ground surface				
Driller: US		Coord system: UTM		Drilling Method: Core														
Depth (m)	Samples of Field Test	Graphic Log	USCS Symbol	Soil Material Description <small>Soil TYPE, plasticity/grain size, colour, secondary soil, other minor, moisture, consistency/density, structure, additional observations.</small>	SPT				C _u Penetrometer (kPa)	Unit Weight (kN/m ³)	Water Content (%)	Atterberg Limit			Grain Size			Other Test
					Sealing drive	Blows 1	Blows 2	N Value				LL (%)	PL (%)	PI (%)	Gravel (%)	Sand (%)	Silt (%)	
0	Core		SM	Gravelly SAND, fine grained, poorly graded, brown, with some silt and clay, moist loose	3	4	3	7		18				18	55	16	11	
1	SPT																	
2	Core		SM	Silty SAND, fine to medium grained, well graded, with fine to medium coarse gravel, black, moist, medium dense to dense	3	5	6	11		16				8	88	3	2	
3	SPT																	
4	Core		SM	SAND, fine to medium grained, poorly graded, rounded to sub rounded, with some fine to	6	13	18	31		30				7	73	14	6	
5	SPT																	
6	Core		SM		6	6	9	15										
7	SPT																	
8	Core		SM		2	8	5	13										
9	SPT																	
10	Core		SM		2	8	5	13										
10	SPT																	



Client :  PT Pembangunan Penumahan Divisi EPC Jl TB. LETJEND SIMATUPING No. 57 PASAR REBO, JAKARTA, 13760		Submitted by:  OCEAN ENGINEERING SERVICES		BH ID: BR 02 Sheet: 2 of 5 Status: FINAL Job No: 17 OCE 002													
Client: PT PP Div EPC Principal: PLTGU Lombok Location: Lombok		Date of commenced: 06 August 2017 Date of completed: 09 August 2017 Logged by: BS/SI Checked by: HC		SPT Hammer: Automatic Trip Energy: 70 % (approximately)													
Equipment type: YSO YBM 01 Rig: Rig 01 Driller: US		Easting: 398170.244 m Northing: 9050374.416 m Coord system: UTM		Elevation: m GWL: 2.7 m below ground surface Drilling Method: Core													
Depth (m)	Samples of Field Test	Graphic Log	USCS Symbol	Soil Material Description <small>Soil TYPE, plasticity, grain size, colour, secondary soil, other notes, moisture, consistency/plasticity, structure, additional observations.</small>	SPT			Pocket Penetrometer C _u (K Pa)	Unit Weight (kN/m ³)	Water Content (%)	Atterberg Limit			Grain Size			Other Test
					Sealing drive	Blows 1	Blows 2				N Value	LL (%)	PL (%)	PI (%)	Gravel (%)	Sand (%)	
10	Core		SM	medium grained gravel, black, moist, medium dense													
11				Gravelly SAND, fine to medium grained, poorly graded, rounded to sub rounded, black, moist, medium dense													
12	SPT				9	11	9	20									
13	Core			Silty SAND, sand is fine to medium grained, poorly graded, with trace of fine to medium grained gravel, black, moist, loose													
14	SPT				1	2	3	5		23			2	91	4	3	
15	Core																
16	SPT		SM		6	2	7	9									
17	Core																
18	SPT				4	5	5	10									
19	Core																
19	UDS								11	57			2	84	9	6	
20	SPT				2	3	6	9		35			4	84	7	5	





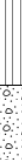

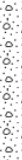
Client :		 PT Pembangunan Perumahan Divisi EPC J. TB. LETJEND SIMATUPANG No. 57 PASAR REBO, JAKARTA, 13750		Submitted by:		 BH ID: BR 02 Sheet: 3 of 5 Status: FINAL Job No: 17 OCE 002												
Client: PT PP Div EPC		Date of commenced: 06 August 2017		SPT Hammer: Automatic Trip														
Principal: PLTGU Lombok		Date of completed: 09 August 2017		Energy: 70 % (approximately)														
Location: Lombok		Logged by: BS/SH		Checked by: HC														
Equipment type: YSO YBM 01		Easting: 398170.244 m		Elevation: m														
Rig: Rig 01		Northing: 9050374.416 m		GWL: 2.7 m below ground surface														
Driller: US		Coord system: UTM		Drilling Method: Core														
Depth (m)	Samples or Field Test	Graphic Log	USCS Symbol	Soil Material Description <small>Soil TYPE, plasticity/grain size, colour, secondary soil, other finer, moisture, consistency/density, structure, additional observations.</small>	SPT			C _u Penetrometer (kPa)	Unit Weight (KN/m ³)	Water Content (%)	Atterberg Limit			Grain Size			Other Test	
					Standard drive	Blows 1	Blows 2				N Value	LL (%)	PL (%)	PI (%)	Gravel (%)	Sand (%)		Silt (%)
20	Core		ML	Sandy SILT, low plasticity, black, sand is fined grained, with trace gravel, moist, stiff														
21	SPT				145		0											
22	Core																	
23	UDS							15	56			6	32	48	14			T - UU c = 9.1 kPa Φ = 4°
24	Core																	
25	SPT				1	130	1											
26	Core																	
27	SPT				2	3	3	6										
28	Core		SM	Silty SAND, fine to medium grained, well graded, black, with trace fine to medium gravel and fragment of shell, moist, dense														
29	SPT				15	60	60											
30	Core		SM	Sandy GRAVEL, fine to medium grained, poorly graded, angular to sub angular, light grey, moist, very dense														
31	SPT				13	13	16	29										
32	Core		SM	Silty SAND, fine to medium grained, well graded, black, with trace fine to medium gravel and fragment of shell, moist, dense														



Client :		PT Pembangunan Perumahan Divisi EPC Jl TB LETAENDI SMIATURING No. 57 PASAR REBO, JAKARTA, 13760		Submitted by:		OC ENVIRO OCEAN ENGINEERING SERVICES		BH ID: BR 02 Sheet: 4 of 5 Status: FINAL Job No: 17 OCE 002											
Client: PT PP Div EPC		Date of commenced: 06 August 2017		SPT Hammer: Automatic Trip															
Principal: Project: PLTGU Lombok		Date of completed: 09 August 2017		Energy: 70 % (approximately)															
Location: Lombok		Checked by: HC																	
Equipment type: YSO YBM 01		Easting: 398170.244 m		Elevation: m															
Rig: Rig 01		Northing: 9050374.416 m		GWL: 2.7 m below ground surface															
Driller: US		Coord system: UTM		Drilling Method: Core															
Depth (m)	Samples of Field Test	Graphic Log	USCS Symbol	Soil Material Description			SPT			Soil Penetration Cui (kPa)	Unit Weight (kN/m ³)	Water Content (%)	Atterberg Limit			Grain Size			Other Test
				Soil TYPE, plasticity, grain size, colour, secondary soil, other minor, moisture, consistency, density, structure, additional observations.	Seating drive	Blows 1	Blows 2	N Value	LL (%)				PL (%)	PI (%)	Gravel (%)	Sand (%)	Silt (%)	Clay (%)	
30	Core		SM	Silty SAND, sand is fine to medium grained, well graded, black to brown, with trace fine to medium grained gravel, moist, dense															
31	SPT				7	11	22	33											
32	Core		SM																
33	SPT				7	11	17	28											
34	Core		SM																
35	SPT		SM	Sandy GRAVEL, medium grained, poorly graded, angular to sub angular, dark grey to black, moist, very dense	11	20	28	43											
36	Core		SM	Silty SAND, sand is fine to medium grained, well graded, black to brown, with trace fine to medium grained gravel, moist, very dense															
37	SPT				4	13	13	26											
38	Core		SM																
39	SPT				31	36	246	60											
40																			

Client :  PT Pembangunan Penumahan Divisi EPC Jl TB. LETJEND SIMATUPING No. 57 PASAR REBO, JAKARTA, 13750		Submitted by:  OCEAN ENGINEERING SERVICES		BH ID: BR 02 Sheet: 5 of 5 Status: FINAL Job No: 17 OCE 002														
Client: PT PP Div EPC Principal: PLTGU Lombok Location: Lombok		Date of commenced: 06 August 2017 Date of completed: 09 August 2017 Logged by: BS/ISI Checked by: HC		SPT Hammer: Automatic Trip Energy: 70 % (approximately)														
Equipment type: YSO YBM 01 Rig: Rig 01 Driller: US		Eastings: 398170.244 m Northings: 9050374.416 m Coord system: UTM		Elevation: m GWL: 2.7 m below ground surface Drilling Method: Core														
Depth (m)	Samples of Field Test	Graphic Log	USCS Symbol	Soil Material Description <small>Soil TYPE, plasticity/grain size, colour, secondary soil, other minor, moisture, consistency/plasticity, structure, additional observations.</small>	SPT				Penetrometer Cui (KPa)	Unit Weight (KN/m ³)	Water Content (%)	Atterberg Limit			Grain Size			Other Test
					Seating drive	Blows 1	Blows 2	N Value				LL (%)	PL (%)	PI (%)	Gravel (%)	Sand (%)	Silt (%)	
40	Core		SM	Silty SAND, sand is fine to medium grained, well graded, black to brown, with trace fine to medium grained gravel, moist, very dense														
41																		
42	SPT				14	40	20/5	60										
43	Core		SM															
43					SPT			12	20	40/14	60							
BR 02 terminated at 43.94 m																		
PT OC ENVIRO																		

Client :  PT Pembangunan Perumahan Divisi EPC Jl TB LUTEND SIMATUPANG No. 57 PASAR REBO, JAKARTA, 13760		Submitted by:  OC ENVIRO OCEAN ENGINEERING SERVICES		BH ID: BR 01 Sheet: 1 of 4 Status: FINAL Job No: 17 OCE 002																	
Client: PT PP Div EPC Principal: Project: PLTGU Lombok Location: Lombok		Date of commenced: 01 August 2017 Date of completed: 04 August 2017 Logged by: BS/SI Checked by: HC		SPT Hammer: Automatic Trip Energy: 70 % (approximately)																	
Equipment type: YSO YBM 01 Rig: Rig 01 Driller: US		Easting: 398256.144 m Northing: 9050390.729 m Coord system: UTM		Elevation: m GWL: 4.4 m below ground surface Drilling Method: Core																	
Depth (m)	Samples Of Field Test	Graphic Log	USCS Symbol	Soil Material Description				SPT			Penetration Cone Penetrometer Cui (KPa)	Unit Weight (KN/m ³)	Water Content (%)	Atterberg Limit			Grain Size			Other Test	
				Soil TYPE, plasticity, grain size, colour, secondary soil, other minor, moisture, consistency, structure, additional observations				Seating drive	Blows 1	Blows 2				N Value	LL (%)	PL (%)	PI (%)	Gravel (%)	Sand (%)		Silt (%)
0	Core		SW	Gravelly SAND, fine to medium grained, well graded, light brown to brown, with some clay, medium dense				2	8	11	19										
2	SPT																				
3	Core		SM	Silty SAND, fine to medium grained, well graded, black, with some fine to medium coarse gravel, moist, medium dense to dense				2	6	9	15										
4	SPT																				
6	SPT																				
8	SPT																				
10	SPT																				

Client :		 PT Pembangunan Perumahan Divisi EPC J. TB. LETJEND. SMATUPING No. 57 PASAR REBO, JAKARTA, 13760		Submitted by:		 OCEAN ENGINEERING SERVICES		BH ID: BR 01 Sheet: 2 of 4 Status: FINAL Job No: 17 OCE 002									
Client: PT PP Div EPC		Date of commenced: 01 August 2017		SPT Hammer: Automatic Trip		Principal: PLTGU Lombok		Date of completed: 04 August 2017		Energy: 70 % (approximately)							
Location: Lombok		Checked by: HC		Equipment type: YSO YBM 01		Easting: 398256.144 m		Elevation: m		Rig: Rig 01		Northing: 9050390.729 m		GWL: 4.4 m below ground surface			
Driller: US		Coord system: UTM		Drilling Method: Core													
Depth (m)	Samples or Field Test	Graphic Log	USCS Symbol	Soil Material Description <small>Soil TYPE, plasticity/grain size, colour, secondary soil, other minor, moisture, consistency/density, structure, additional observations.</small>	SPT				Pocket Penetrometer Cu (R/Fa)	Unit Weight (kN/m ³)	Water Content (%)	Atterberg Limit			Grain Size		Other Test
					Sealing drive	Blows 1	Blows 2	N Value				LL (%)	PL (%)	PI (%)	Gravel (%)	Sand (%)	
10	Core		SM	Silty SAND, fine to medium grained, well graded, black, with some gravel, moist, medium dense													
11	SPT				2	3	5	8									
12	Core																
13	SPT				1	3	4	7				0	46	45	9		
14	Core																
15	SPT				4	5	7	12				1	21	50	28		
16	Core																
17	Core		GS	GRAVEL, coarse to fine grained, poorly graded, angular to sub angular, grey, moist, dense													
18	SPT		SW	Gravelly SAND, fine to medium grained, well graded, black, with some silt, moist, medium dense	6	6	8	14				6	84	6	5		
19	Core		ML	Clayey SILT, medium plasticity, black, with some fine grained sand, wet, very soft													
20	SPT				0/45			0				0	15	69	16		

Client :		 PT Pembangunan Perumahan Divisi EPC Jl TB. LETJEND SIMATUPANG No. 57 PASAR REBO, JAKARTA, 13760		Submitted by:		 BH ID: BR 01 Sheet: 3 of 4 Status: FINAL Job No: 17 OCE 002														
Client: PT PP Div EPC		Date of commenced: 01 August 2017		SPT Hammer: Automatic Trip		Energy: 70 % (approximately)														
Principal: PLTGU Lombok		Date of completed: 04 August 2017		Logged by: BS/SI		Checked by: HC														
Location: Lombok		Equipment type: YSO YBM 01		Easting: 398256.144 m		Elevation: m														
Rig: Rig 01		US		Northing: 9050390.729 m		GWL: 4.4 m below ground surface														
Driller:		Coord system: UTM		Drilling Method: Core																
Depth (m)	Samples of Field Test	Graphic Log	USCS Symbol	Soil Material Description				SPT	Proctor Penetration C _u (K/Pa)	Unit Weight (kN/m ³)	Water Content (%)	Atterberg Limit			Grain Size			Other Test		
				Soil TYPE, plasticity, grain size, colour, secondary soil, other minor, moisture, consistency, density, structure, additional observations	Seating drive	Blows 1	Blows 2					N Value	LL (%)	PL (%)	PI (%)	Gravel (%)	Sand (%)		Silt (%)	Clay (%)
20	Core		SM	Sandy SILT, medium plasticity, black, with some gravel, wet, hard				5	20	20	40					18	22	47	14	
21	SPT																			
22	Core		ML	Silty SAND, fine to medium grained, well graded, black, with some clay, moist, medium dense to dense				1	2	2	4					9	71	13	7	
23	SPT																			
24	Core		GP	GRAVEL, coarse to fine grained, poorly graded, angular to sub angular, dark grey, moist, dense				8	11	20	31					12	62	22	5	
25	SPT																			
26	Core		GP					7	14	25	39					3	61	31	4	
27	SPT																			
28	Core		GP					2	6	6	12					5	76	13	6	
29	SPT																			
30																				

Client :		 PT Pembangunan Perumahan Divisi EPC J. TB. LETJEND SIMATUPANG No. 57 PASAR REBO, JAKARTA, 13760		Submitted by:		 OCEAN ENGINEERING SERVICES		BH ID: BR 01 Sheet: 4 of 4 Status: FINAL Job No: 17 OCE 002			
Client: PT PP Div EPC		Date of commenced: 01 August 2017		SPT Hammer: Automatic Trip		Principal: PLTGU Lombok		Date of completed: 04 August 2017		Energy: 70 % (approximately)	
Location: Lombok		Checked by: HC		Equipment type: YSO YBM 01		Easting: 398256.144 m		Elevation: m		GWL: 4.4 m below ground surface	
Rig: US		Northing: 9050390.729 m		Drilling Method: Core		Coord system: UTM					

Depth (m)	Samples or Field Test	Graphic Log	USCS Symbol	Soil Material Description <small>Soil TYPE, plasticity/grain size, colour, secondary soil, other minor, moisture, consistency/density, structure, additional observations.</small>	SPT				C Pocket Penetrometer (KPa)	Unit Weight (kN/m ³)	Water Content (%)	Atterberg Limit			Grain Size			Other Test	
					Sealing drive	Blow 1	Blow 2	N Value				LL (%)	PL (%)	PI (%)	Gravel (%)	Sand (%)	Silt (%)		Clay (%)
30	Core			Silty SAND, fine to medium grained, dark gray to black, with a some fine to medium grained gravel, moist and dense to very dense															
31	SPT				2	4	5	9					16	66	12	6			
32	Core																		
33	SPT				14	24	28	52					18	78	1	3			
34	Core																		
35	SPT				13	35	24	60					7	83	6	4			
36	Core																		
37	SPT				30	60	0	60					0	83	12	6			
38	Core																		
39	SPT			38	46	14	60					1	83	10	6				
				BR 01 terminated at 39.85 m															

Lampiran 2 Spesifikasi Jangkar PC Strand Sumiden Indonesia

		Nominal Dia		Dia Tolerance Of Istrand		Min. Difference between diameters of Core Wire & Side Wire		Pitch	Nominal Cross Section Area		Unit Mass		Unit Mass Tolerance	Breaking Strength													
		Inch	mm	Inch	mm	Inch	mm		Inch ²	mm ²	Lbs/1.000ft	g/m		%	lbf	kgf	kN										
																		Min Breaking Strength	Max. Breaking Strength	kN							
INI 1154 : 2016	KBP-27 N A KBP-27 R A	1/4	6.4	± 0.016	± 0.40	0.001	0.025	12 - 16 D	0.036	23	122	182	-	22,811	10,461	102											
		5/16	7.9			0.015	0.026		0.057	37	198	294	-				6,992	4,079	40								
		3/8	9.5			0.002	0.051		0.081	52	272	405	-				14,800	8,577	84.5								
		7/16	11.1			0.0025	0.064		0.108	69.7	368	548	-				20,008	9,076	89								
		1/2	12.7			0.003	0.076		0.144	92.9	491	730	-				26,977	12,237	120								
		0.6	15.2			0.004	0.102		0.215	139	732	1090	-				35,969	16,316	160								
	A17M A416 / A416M-12a	GRADE 250	1/4	6.4	± 0.016	± 0.40	0.0010	0.025	12 - 16 D	0.036	23	122	182	-	22,811	10,461	102										
5/16			7.9	0.0015			0.026	0.058		37	197	294	-	6,992				4,079	40								
3/8			9.5	0.0020			0.051	0.080		52	272	405	-	14,800				8,577	84.5								
7/16			11.1	0.0025			0.064	0.109		69.7	367	548	-	20,008				9,076	89.0								
1/2			12.7	0.0030			0.076	0.144		92.9	490	730	-	26,977				12,237	120								
0.6			15.2	0.0040			0.102	0.216		139	737	1090	-	35,969				16,316	160								
J1 G 3536-2008 *		IWRP 7AN IWRP 7AL	3/8	9.3	+ 0.016 - 0.008	+ 0.4 - 0.2	0.002	0.05	12 - 18 D	0.080	51.61	272	405	-	22,811	10,461	102										
	7/16		10.8	0.0028			0.07	0.108		69.65	367	546	-	19,963				9,005	88.8								
	1/2		12.4	0.003			0.08	0.144		92.90	490	729	-	26,977				12,237	120								
	0.6		15.2	0.003			0.08	0.215		138.7	740	1101	-	35,969				16,316	160								
	3/8		9.5	0.002			0.05	0.085		54.84	290	430	-	53,954				24,473	240								
	7/16		11.1	0.0025			0.064	0.109		69.65	367	548	-	22,811				10,461	102								
	B1 5856 2012	1670	1/2	12.5	+ 0.016 - 0.008	+ 0.4 - 0.2	%	3.0	14 - 18 D	0.215	139	730	1086	± 2	21,730	9,861	96.7	24,664	11,319	111							
3/8			9.3	+ 0.012						+ 0.3	0.081	52	273	406.1							-	52,196	23,658	232	60,024	27,227	267
7/16			11.0	- 0.006						- 0.15	0.109	70	367	546.7							± 2	20,682	9,361	92	23,830	10,609	106
1/2			12.5	+ 0.016						+ 0.4	0.144	93	488	726.3							-	27,876	12,645	124	32,148	14,582	143
0.6			15.7	- 0.008						- 0.2	0.233	150	788	1172							-	37,093	16,825	165	42,714	19,375	190
3/8			9.3	+ 0.012						+ 0.3	0.085	55	289	429.6							-	59,799	27,125	268	68,792	31,203	306

Lampiran 3 Koreksi N-SPT

Diameter (m) = 0.6											
Depth (m)	N lapangan	Jenis Tanah	N1 Terzaghi	N1 Bazaraa	N1 Pakai	γ_{SAT} (kN/m ³)	γ' (kN/m ³)	Po (kN/m ²)	N2	2N1	N Pakai
0	15	Medium Silty Sand	15	15	15	14.842	14.842	0.000	60.000	30	30
0.5	15	Medium Silty Sand	15	15	15	14.842	14.842	7.421	46.266	30	30
1	15	Medium Silty Sand	15	15	15	14.842	14.842	7.421	46.266	30	30
1.5	15	Medium Silty Sand	15	15	15	14.842	14.842	7.421	46.266	30	30
2	6	Loose Silty Sand	6	6	6	13.333	13.333	6.667	18.947	12	12
2.5	6	Loose Silty Sand	6	6	6	13.333	13.333	6.667	18.947	12	12
3	6	Loose Silty Sand	6	6	6	13.333	13.333	6.667	18.947	12	12
3.5	6	Loose Silty Sand	6	6	6	13.333	3.333	1.667	22.500	12	12
4	30	Dense Gravelly Sand	22.5	18	18	15.474	5.474	2.737	64.896	36	36
4.5	30	Dense Gravelly Sand	22.5	18	18	15.474	5.474	2.737	64.896	36	36
5	30	Dense Gravelly Sand	22.5	18	18	15.474	5.474	2.737	64.896	36	36
5.5	30	Dense Gravelly Sand	22.5	18	18	15.474	5.474	2.737	64.896	36	36
6	13	Medium Sand	15	15	15	14.842	4.842	2.421	54.702	30	30
6.5	13	Medium Sand	15	15	15	14.842	4.842	2.421	54.702	30	30
7	13	Medium Sand	15	15	15	14.842	4.842	2.421	54.702	30	30
7.5	13	Medium Sand	15	15	15	14.842	4.842	2.421	54.702	30	30
8	9	Loose Sand	9	9	9	15.333	5.333	2.667	32.530	18	18
8.5	9	Loose Sand	9	9	9	15.333	5.333	2.667	32.530	18	18
9	9	Loose Sand	9	9	9	15.333	5.333	2.667	32.530	18	18
9.5	9	Loose Sand	9	9	9	15.333	5.333	2.667	32.530	18	18
10	9	Loose Sand	9	9	9	15.333	5.333	2.667	32.530	18	18
10.5	9	Loose Sand	9	9	9	15.333	5.333	2.667	32.530	18	18
11	9	Loose Sand	9	9	9	15.333	5.333	2.667	32.530	18	18
11.5	9	Loose Sand	9	9	9	15.333	5.333	2.667	32.530	18	18
12	5	Loose Silty Sand	5	5	5	12.667	2.667	1.333	18.987	10	10
12.5	5	Loose Silty Sand	5	5	5	12.667	2.667	1.333	18.987	10	10
13	5	Loose Silty Sand	5	5	5	12.667	2.667	1.333	18.987	10	10

Depth (m)	N lapangan	Jenis Tanah	N1 Terzaghi	N1 Bazaraa	N1 Pakai	γ_{SAT} (kN/m3)	γ' (kN/m3)	Po (kN/m2)	N2	2N1	N Pakai
13.5	5	Loose Silty Sand	5	5	5	12.667	2.667	1.333	18.987	10	10
14	5	Loose Silty Sand	5	5	5	12.667	2.667	1.333	18.987	10	10
14.5	5	Loose Silty Sand	5	5	5	12.667	2.667	1.333	18.987	10	10
15	5	Loose Silty Sand	5	5	5	12.667	2.667	1.333	18.987	10	10
15.5	5	Loose Silty Sand	5	5	5	12.667	2.667	1.333	18.987	10	10
16	4	Soft Clayey Silt	4	4	4	16.000	6.000	3.000	14.286	8	8
16.5	4	Soft Clayey Silt	4	4	4	16.000	6.000	3.000	14.286	8	8
17	4	Soft Clayey Silt	4	4	4	16.000	6.000	3.000	14.286	8	8
17.5	4	Soft Clayey Silt	4	4	4	16.000	6.000	3.000	14.286	8	8
18	4	Soft Clayey Silt	4	4	4	16.000	6.000	3.000	14.286	8	8
18.5	4	Soft Clayey Silt	4	4	4	16.000	6.000	3.000	14.286	8	8
19	4	Soft Clayey Silt	4	4	4	16.000	6.000	3.000	14.286	8	8
19.5	4	Soft Clayey Silt	4	4	4	16.000	6.000	3.000	14.286	8	8
20	7	Loose Silty Sand	7	7	7	14.000	4.000	2.000	25.926	14	14
20.5	7	Loose Silty Sand	7	7	7	14.000	4.000	2.000	25.926	14	14
21	7	Loose Silty Sand	7	7	7	14.000	4.000	2.000	25.926	14	14
21.5	7	Loose Silty Sand	7	7	7	14.000	4.000	2.000	25.926	14	14
22	0	Very Soft Clayey Silt	0	0	0	14.000	4.000	2.000	0.000	0	0
22.5	0	Very Soft Clayey Silt	0	0	0	14.000	4.000	2.000	0.000	0	0
23	0	Very Soft Clayey Silt	0	0	0	14.000	4.000	2.000	0.000	0	0
23.5	0	Very Soft Clayey Silt	0	0	0	14.000	4.000	2.000	0.000	0	0
24	15	Medium Gravelly Sand	15	15	15	14.842	4.842	2.421	54.702	30	30
24.5	15	Medium Gravelly Sand	15	15	15	14.842	4.842	2.421	54.702	30	30
25	15	Medium Gravelly Sand	15	15	15	14.842	4.842	2.421	54.702	30	30
25.5	15	Medium Gravelly Sand	15	15	15	14.842	4.842	2.421	54.702	30	30
26	15	Medium Gravelly Sand	15	15	15	14.842	4.842	2.421	54.702	30	30
26.5	15	Medium Gravelly Sand	15	15	15	14.842	4.842	2.421	54.702	30	30
27	15	Medium Gravelly Sand	15	15	15	14.842	4.842	2.421	54.702	30	30
27.5	15	Medium Gravelly Sand	15	15	15	14.842	4.842	2.421	54.702	30	30
28	8	Medium Sandy Silt	8	8	8	14.222	4.222	2.111	29.508	16	16
28.5	8	Medium Sandy Silt	8	8	8	14.222	4.222	2.111	29.508	16	16

Depth (m)	N lapangan	Jenis Tanah	N1 Terzaghi	N1 Bazaraa	N1 Pakai	γ_{SAT} (kN/m ³)	γ' (kN/m ³)	Po (kN/m ²)	N2	2N1	N Pakai
29	8	Medium Sandy Silt	8	8	8	14.222	4.222	2.111	29.508	16	16
29.5	8	Medium Sandy Silt	8	8	8	14.222	4.222	2.111	29.508	16	16
30	27	Medium Silty Sand	21	16.2	16.2	15.095	5.095	2.547	58.808	32.4	32.4
30.5	27	Medium Silty Sand	21	16.2	16.2	15.095	5.095	2.547	58.808	32.4	32.4
31	27	Medium Silty Sand	21	16.2	16.2	15.095	5.095	2.547	58.808	32.4	32.4
31.5	27	Medium Silty Sand	21	16.2	16.2	15.095	5.095	2.547	58.808	32.4	32.4
32	49	Dense Sand	32	29.4	29.4	17.874	7.874	3.937	101.601	58.8	58.8
32.5	49	Dense Sand	32	29.4	29.4	17.874	7.874	3.937	101.601	58.8	58.8
33	49	Dense Sand	32	29.4	29.4	17.874	7.874	3.937	101.601	58.8	58.8
33.5	49	Dense Sand	32	29.4	29.4	17.874	7.874	3.937	101.601	58.8	58.8
34	49	Dense Silty Sand	32	29.4	29.4	17.874	7.874	3.937	101.601	58.8	58.8
34.5	49	Dense Silty Sand	32	29.4	29.4	17.874	7.874	3.937	101.601	58.8	58.8
35	49	Dense Silty Sand	32	29.4	29.4	17.874	7.874	3.937	101.601	58.8	58.8
35.5	49	Dense Silty Sand	32	29.4	29.4	17.874	7.874	3.937	101.601	58.8	58.8
36	60	Very Dense Silty Sand	37.5	36	36	17.053	7.053	3.526	126.199	72	72
36.5	60	Very Dense Silty Sand	37.5	36	36	17.053	7.053	3.526	126.199	72	72
37	60	Very Dense Silty Sand	37.5	36	36	17.053	7.053	3.526	126.199	72	72
37.5	60	Very Dense Silty Sand	37.5	36	36	17.053	7.053	3.526	126.199	72	72
38	60	Very Dense Silty Sand	37.5	36	36	17.053	7.053	3.526	126.199	72	72
38.5	60	Very Dense Silty Sand	37.5	36	36	17.053	7.053	3.526	126.199	72	72
39	60	Very Dense Silty Sand	37.5	36	36	17.053	7.053	3.526	126.199	72	72
39.5	60	Very Dense Silty Sand	37.5	36	36	17.053	7.053	3.526	126.199	72	72
40	44	Dense Silty Sand	29.5	26.4	26.4	17.242	7.242	3.621	92.240	52.8	52.8
40.5	44	Dense Silty Sand	29.5	26.4	26.4	17.242	7.242	3.621	92.240	52.8	52.8
41	44	Dense Silty Sand	29.5	26.4	26.4	17.242	7.242	3.621	92.240	52.8	52.8
41.5	44	Dense Silty Sand	29.5	26.4	26.4	17.242	7.242	3.621	92.240	52.8	52.8
42	60	Very Dense Silty Sand	37.5	36	36	17.053	7.053	3.526	126.199	72	72
42.5	60	Very Dense Silty Sand	37.5	36	36	17.053	7.053	3.526	126.199	72	72
43	60	Very Dense Silty Sand	37.5	36	36	17.053	7.053	3.526	126.199	72	72
43.5	60	Very Dense Silty Sand	37.5	36	36	17.053	7.053	3.526	126.199	72	72
44	39	Dense Silty Sand	27	23.4	23.4	16.611	6.611	3.305	82.670	46.8	46.8

Depth (m)	N lapangan	Jenis Tanah	N1 Terzaghi	N1 Bazaraa	N1 Pakai	γ_{SAT} (kN/m3)	γ' (kN/m3)	Po (kN/m2)	N2	2N1	N Pakai
44.5	39	Dense Silty Sand	27	23.4	23.4	16.611	6.611	3.305	82.670	46.8	46.8
45	39	Dense Silty Sand	27	23.4	23.4	16.611	6.611	3.305	82.670	46.8	46.8
45.5	39	Dense Silty Sand	27	23.4	23.4	16.611	6.611	3.305	82.670	46.8	46.8
46	53	Hard Sandy Silt	53	31.8	31.8	20.000	10.000	5.000	106.000	63.6	63.6
46.5	53	Hard Sandy Silt	53	31.8	31.8	20.000	10.000	5.000	106.000	63.6	63.6
47	53	Hard Sandy Silt	53	31.8	31.8	20.000	10.000	5.000	106.000	63.6	63.6
47.5	53	Hard Sandy Silt	53	31.8	31.8	20.000	10.000	5.000	106.000	63.6	63.6
48	53	Hard Sandy Silt	53	31.8	31.8	20.000	10.000	5.000	106.000	63.6	63.6
48.5	53	Hard Sandy Silt	53	31.8	31.8	20.000	10.000	5.000	106.000	63.6	63.6
49	53	Hard Sandy Silt	53	31.8	31.8	20.000	10.000	5.000	106.000	63.6	63.6
49.5	53	Hard Sandy Silt	53	31.8	31.8	20.000	10.000	5.000	106.000	63.6	63.6
50	53	Hard Sandy Silt	53	31.8	31.8	20.000	10.000	5.000	106.000	63.6	63.6
50.5	53	Hard Sandy Silt	53	31.8	31.8	20.000	10.000	5.000	106.000	63.6	63.6
51	53	Hard Sandy Silt	53	31.8	31.8	20.000	10.000	5.000	106.000	63.6	63.6
51.5	53	Hard Sandy Silt	53	31.8	31.8	20.000	10.000	5.000	106.000	63.6	63.6
52	53	Hard Sandy Silt	53	31.8	31.8	20.000	10.000	5.000	106.000	63.6	63.6
52.5	53	Hard Sandy Silt	53	31.8	31.8	20.000	10.000	5.000	106.000	63.6	63.6
53	53	Hard Sandy Silt	53	31.8	31.8	20.000	10.000	5.000	106.000	63.6	63.6
53.5	53	Hard Sandy Silt	53	31.8	31.8	20.000	10.000	5.000	106.000	63.6	63.6
54	25	Stiff Sandy Silt	25	15	15	15.778	5.778	2.889	53.785	30	30
54.5	25	Stiff Sandy Silt	25	15	15	15.778	5.778	2.889	53.785	30	30
55	25	Stiff Sandy Silt	25	15	15	15.778	5.778	2.889	53.785	30	30
55.5	25	Stiff Sandy Silt	25	15	15	15.778	5.778	2.889	53.785	30	30
56	39	Dense Silty Sand	27	23.4	23.4	16.611	6.611	3.305	82.670	46.8	46.8
56.5	39	Dense Silty Sand	27	23.4	23.4	16.611	6.611	3.305	82.670	46.8	46.8
57	39	Dense Silty Sand	27	23.4	23.4	16.611	6.611	3.305	82.670	46.8	46.8
57.5	39	Dense Silty Sand	27	23.4	23.4	16.611	6.611	3.305	82.670	46.8	46.8
58	60	Very Dense Sand	37.5	36	36	17.053	7.053	3.526	126.199	72	72
58.5	60	Very Dense Sand	37.5	36	36	17.053	7.053	3.526	126.199	72	72
59	60	Very Dense Sand	37.5	36	36	17.053	7.053	3.526	126.199	72	72
59.5	60	Very Dense Sand	37.5	36	36	17.053	7.053	3.526	126.199	72	72

Depth (m)	N lapangan	Jenis Tanah	N1 Terzaghi	N1 Bazaraa	N1 Pakai	γ_{SAT} (kN/m ³)	γ' (kN/m ³)	Po (kN/m ²)	N2	2N1	N Pakai
60	44	Dense Silty Sand	29.5	26.4	26.4	17.242	7.242	3.621	92.240	52.8	52.8
60.5	44	Dense Silty Sand	29.5	26.4	26.4	17.242	7.242	3.621	92.240	52.8	52.8
61	44	Dense Silty Sand	29.5	26.4	26.4	17.242	7.242	3.621	92.240	52.8	52.8
61.5	44	Dense Silty Sand	29.5	26.4	26.4	17.242	7.242	3.621	92.240	52.8	52.8
62	53	Very Dense Silty Sand	34	31.8	31.8	16.168	6.168	3.084	113.231	63.6	63.6
62.5	53	Very Dense Silty Sand	34	31.8	31.8	16.168	6.168	3.084	113.231	63.6	63.6
63	53	Very Dense Silty Sand	34	31.8	31.8	16.168	6.168	3.084	113.231	63.6	63.6
63.5	53	Very Dense Silty Sand	34	31.8	31.8	16.168	6.168	3.084	113.231	63.6	63.6
64	53	Very Dense Silty Sand	34	31.8	31.8	16.168	6.168	3.084	113.231	63.6	63.6
64.5	53	Very Dense Silty Sand	34	31.8	31.8	16.168	6.168	3.084	113.231	63.6	63.6
65	53	Very Dense Silty Sand	34	31.8	31.8	16.168	6.168	3.084	113.231	63.6	63.6
65.5	53	Very Dense Silty Sand	34	31.8	31.8	16.168	6.168	3.084	113.231	63.6	63.6
66	40	Dense Silty Sand	27.5	24	24	16.737	6.737	3.368	84.601	48	48
66.5	40	Dense Silty Sand	27.5	24	24	16.737	6.737	3.368	84.601	48	48
67	40	Dense Silty Sand	27.5	24	24	16.737	6.737	3.368	84.601	48	48
67.5	40	Dense Silty Sand	27.5	24	24	16.737	6.737	3.368	84.601	48	48
68	60	Very Dense Silty Sand	37.5	36	36	17.053	7.053	3.526	126.199	72	72
68.5	60	Very Dense Silty Sand	37.5	36	36	17.053	7.053	3.526	126.199	72	72
69	60	Very Dense Silty Sand	37.5	36	36	17.053	7.053	3.526	126.199	72	72
69.5	60	Very Dense Silty Sand	37.5	36	36	17.053	7.053	3.526	126.199	72	72
70	60	Very Dense Silty Sand	37.5	36	36	17.053	7.053	3.526	126.199	72	72
70.5	60	Very Dense Silty Sand	37.5	36	36	17.053	7.053	3.526	126.199	72	72
71	60	Very Dense Silty Sand	37.5	36	36	17.053	7.053	3.526	126.199	72	72
71.5	60	Very Dense Silty Sand	37.5	36	36	17.053	7.053	3.526	126.199	72	72
72	60	Very Dense Silty Sand	37.5	36	36	17.053	7.053	3.526	126.199	72	72

Lampiran 4 Daya dukung BR 05

Diameter (m) = 0,6 m						Depth of Increment = 0.5		
Depth (m)	N Pakai	N rata" ujung	Q Ujung (kN)	f _{si} (kN/m ²)	R _{si} (kN)	∑ R _{si}	Q _{ult} = Q _{ujung} + ∑ R _{si}	Q _{ijin} = Q _{ult} /SF, SF = 3
0	30	24.000	271.434	15	0.000	0.000	271.434	90.478
0.5	30	22.286	252.045	15	7.069	7.069	259.114	86.371
1	30	21.000	237.504	15	14.137	21.206	258.710	86.237
1.5	30	22.667	256.354	15	21.206	42.412	298.765	99.588
2	12	24.000	271.434	6	11.310	53.721	325.155	108.385
2.5	12	25.091	283.771	6	14.137	67.858	351.630	117.210
3	12	25.636	289.940	6	16.965	84.823	374.763	124.921
3.5	12	25.636	289.940	6	19.792	104.615	394.555	131.518
4	36	25.636	289.940	18	67.858	172.473	462.414	154.138
4.5	36	25.636	289.940	18	76.341	248.814	538.755	179.585
5	36	27.273	308.447	18	84.823	333.637	642.084	214.028
5.5	36	27.818	314.616	18	93.305	426.942	741.559	247.186
6	30	28.364	320.785	15	84.823	511.765	832.551	277.517
6.5	30	28.909	326.954	15	91.892	603.657	930.611	310.204
7	30	27.273	308.447	15	98.960	702.617	1011.064	337.021
7.5	30	25.636	289.940	15	106.029	808.646	1098.586	366.195
8	18	24.000	271.434	9	67.858	876.504	1147.938	382.646
8.5	18	22.364	252.927	9	72.100	948.604	1201.531	400.510
9	18	21.273	240.589	9	76.341	1024.945	1265.533	421.844
9.5	18	19.455	220.026	9	80.582	1105.526	1325.552	441.851
10	18	17.636	199.463	9	84.823	1190.349	1389.812	463.271
10.5	18	15.818	178.899	9	89.064	1279.414	1458.313	486.104
11	18	15.091	170.674	9	93.305	1372.719	1543.393	514.464
11.5	18	14.364	162.449	9	97.546	1470.265	1632.714	544.238
12	10	13.636	154.224	5	56.549	1526.814	1681.038	560.346
12.5	10	12.909	145.998	5	58.905	1585.719	1731.717	577.239
13	10	12.182	137.773	5	61.261	1646.980	1784.753	594.918

Depth (m)	N Pakai	N rata'' ujung	Q Ujung (kN)	fsi (kN/m ²)	Rsi (kN)	Σ Rsi	Qult = Qujung + Σ Rsi	Qijin = Qult/SF, SF = 3
13.5	10	11.273	127.492	5	63.617	1710.597	1838.089	612.696
14	10	10.364	117.210	5	65.973	1776.571	1893.781	631.260
14.5	10	9.455	106.928	5	68.330	1844.900	1951.829	650.610
15	10	9.273	104.872	5	70.686	1915.586	2020.458	673.486
15.5	10	9.091	102.816	5	73.042	1988.628	2091.444	697.148
16	8	8.909	100.759	1.6	24.127	2012.756	2113.515	704.505
16.5	8	8.727	98.703	1.6	24.881	2037.637	2136.340	712.113
17	8	8.545	96.647	1.6	25.635	2063.272	2159.919	719.973
17.5	8	8.909	100.759	1.6	26.389	2089.662	2190.421	730.140
18	8	9.273	104.872	1.6	27.143	2116.805	2221.677	740.559
18.5	8	9.636	108.985	1.6	27.897	2144.702	2253.687	751.229
19	8	10.182	115.154	1.6	28.651	2173.354	2288.507	762.836
19.5	8	9.455	106.928	1.6	29.405	2202.759	2309.687	769.896
20	14	8.727	98.703	7	131.947	2334.706	2433.409	811.136
20.5	14	8.000	90.478	7	135.246	2469.952	2560.429	853.476
21	14	7.273	82.253	7	138.544	2608.496	2690.748	896.916
21.5	14	9.273	104.872	7	141.843	2750.339	2855.211	951.737
22	0	11.273	127.492	0	0.000	2750.339	2877.830	959.277
22.5	0	13.273	150.111	0	0.000	2750.339	2900.450	966.817
23	0	14.727	166.562	0	0.000	2750.339	2916.900	972.300
23.5	0	16.182	183.012	0	0.000	2750.339	2933.351	977.784
24	30	17.636	199.463	15	339.292	3089.631	3289.093	1096.364
24.5	30	19.091	215.913	15	346.361	3435.991	3651.904	1217.301
25	30	21.818	246.758	15	353.429	3789.420	4036.178	1345.393
25.5	30	23.273	263.208	15	360.498	4149.918	4413.127	1471.042
26	30	24.727	279.659	15	367.566	4517.485	4797.143	1599.048
26.5	30	26.182	296.109	15	374.635	4892.119	5188.229	1729.410
27	30	24.909	281.715	15	381.704	5273.823	5555.538	1851.846
27.5	30	25.127	284.183	15	388.772	5662.595	5946.778	1982.259
28	16	25.345	286.650	3.2	84.446	5747.041	6033.691	2011.230
28.5	16	25.564	289.118	3.2	85.954	5832.995	6122.113	2040.704

Depth (m)	N Pakai	N rata'' ujung	Q Ujung (kN)	f _{si} (kN/m ²)	R _{si} (kN)	∑ R _{si}	Qult = Qujung + ∑ R _{si}	Qijin = Qult/SF, SF = 3
29	16	25.782	291.585	3.2	87.462	5920.457	6212.043	2070.681
29.5	16	28.400	321.196	3.2	88.970	6009.427	6330.623	2110.208
30	32.4	31.018	350.807	16.2	458.044	6467.471	6818.279	2272.760
30.5	32.4	33.636	380.418	16.2	465.678	6933.149	7313.568	2437.856
31	32.4	37.527	424.423	16.2	473.312	7406.462	7830.885	2610.295
31.5	32.4	41.418	468.429	16.2	480.946	7887.408	8355.837	2785.279
32	58.8	45.309	512.434	29.4	886.683	8774.091	9286.525	3095.508
32.5	58.8	49.200	556.439	29.4	900.538	9674.629	10231.068	3410.356
33	58.8	51.600	583.582	29.4	914.392	10589.021	11172.603	3724.201
33.5	58.8	55.200	624.297	29.4	928.246	11517.267	12141.564	4047.188
34	58.8	58.800	665.012	29.4	942.101	12459.368	13124.380	4374.793
34.5	58.8	62.400	705.727	29.4	955.955	13415.323	14121.051	4707.017
35	58.8	63.600	719.299	29.4	969.810	14385.133	15104.432	5034.811
35.5	58.8	64.800	732.871	29.4	983.664	15368.797	16101.668	5367.223
36	72	66.000	746.442	36	1221.451	16590.248	17336.691	5778.897
36.5	72	67.200	760.014	36	1238.416	17828.664	18588.678	6196.226
37	72	68.400	773.586	36	1255.380	19084.044	19857.630	6619.210
37.5	72	67.855	767.417	36	1272.345	20356.389	21123.806	7041.269
38	72	67.309	761.248	36	1289.310	21645.699	22406.947	7468.982
38.5	72	66.764	755.079	36	1306.274	22951.973	23707.052	7902.351
39	72	65.018	735.338	36	1323.239	24275.212	25010.550	8336.850
39.5	72	65.018	735.338	36	1340.203	25615.416	26350.754	8783.585
40	52.8	65.018	735.338	26.4	995.257	26610.672	27346.010	9115.337
40.5	52.8	65.018	735.338	26.4	1007.697	27618.369	28353.708	9451.236
41	52.8	65.018	735.338	26.4	1020.138	28638.507	29373.846	9791.282
41.5	52.8	62.727	709.429	26.4	1032.579	29671.086	30380.515	10126.838
42	72	60.436	683.519	36	1425.026	31096.112	31779.632	10593.211
42.5	72	58.145	657.610	36	1441.991	32538.103	33195.713	11065.238
43	72	57.600	651.441	36	1458.956	33997.059	34648.500	11549.500
43.5	72	58.582	662.545	36	1475.920	35472.979	36135.524	12045.175
44	46.8	59.564	673.649	23.4	970.375	36443.354	37117.003	12372.334

Depth (m)	N Pakai	N rata'' ujung	Q Ujung (kN)	f _{si} (kN/m ²)	R _{si} (kN)	∑ R _{si}	Q _{ult} = Q _{ujung} + ∑ R _{si}	Q _{ijin} = Q _{ult} /SF, SF = 3
44.5	46.8	60.545	684.753	23.4	981.402	37424.757	38109.510	12703.170
45	46.8	59.782	676.116	23.4	992.429	38417.186	39093.302	13031.101
45.5	46.8	59.018	667.480	23.4	1003.456	39420.642	40088.122	13362.707
46	63.6	58.255	658.843	12.72	551.463	39972.104	40630.948	13543.649
46.5	63.6	57.491	650.207	12.72	557.457	40529.561	41179.768	13726.589
47	63.6	59.018	667.480	12.72	563.451	41093.012	41760.492	13920.164
47.5	63.6	60.545	684.753	12.72	569.445	41662.457	42347.210	14115.737
48	63.6	62.073	702.026	12.72	575.439	42237.896	42939.922	14313.307
48.5	63.6	63.600	719.299	12.72	581.433	42819.330	43538.629	14512.876
49	63.6	63.600	719.299	12.72	587.428	43406.757	44126.056	14708.685
49.5	63.6	63.600	719.299	12.72	593.422	44000.179	44719.478	14906.493
50	63.6	63.600	719.299	12.72	599.416	44599.595	45318.894	15106.298
50.5	63.6	63.600	719.299	12.72	605.410	45205.005	45924.304	15308.101
51	63.6	63.600	719.299	12.72	611.404	45816.409	46535.708	15511.903
51.5	63.6	60.545	684.753	12.72	617.398	46433.808	47118.561	15706.187
52	63.6	57.491	650.207	12.72	623.393	47057.200	47707.407	15902.469
52.5	63.6	54.436	615.661	12.72	629.387	47686.587	48302.248	16100.749
53	63.6	51.382	581.115	12.72	635.381	48321.968	48903.082	16301.027
53.5	63.6	49.855	563.842	12.72	641.375	48963.343	49527.184	16509.061
54	30	48.327	546.569	6	305.363	49268.705	49815.274	16605.091
54.5	30	46.800	529.296	6	308.190	49576.896	50106.191	16702.064
55	30	45.273	512.022	6	311.018	49887.913	50399.936	16799.979
55.5	30	46.036	520.659	6	313.845	50201.758	50722.417	16907.472
56	46.8	46.800	529.296	23.4	1235.023	51436.781	51966.077	17322.026
56.5	46.8	47.564	537.932	23.4	1246.050	52682.831	53220.763	17740.254
57	46.8	51.382	581.115	23.4	1257.077	53939.908	54521.023	18173.674
57.5	46.8	53.455	604.557	23.4	1268.104	55208.012	55812.569	18604.190
58	72	55.527	627.999	36	1967.894	57175.906	57803.904	19267.968
58.5	72	57.600	651.441	36	1984.858	59160.764	59812.204	19937.401
59	72	58.145	657.610	36	2001.823	61162.587	61820.196	20606.732
59.5	72	59.673	674.883	36	2018.787	63181.374	63856.257	21285.419

Depth (m)	N Pakai	N rata'' ujung	Q Ujung (kN)	fsi (kN/m ²)	Rsi (kN)	∑ Rsi	Qult = Qujung + ∑ Rsi	Qijin = Qult/SF, SF = 3
60	52.8	61.200	692.156	26.4	1492.885	64674.259	65366.415	21788.805
60.5	52.8	62.727	709.429	26.4	1505.326	66179.584	66889.013	22296.338
61	52.8	61.964	700.792	26.4	1517.766	67697.351	68398.143	22799.381
61.5	52.8	61.200	692.156	26.4	1530.207	69227.558	69919.713	23306.571
62	63.6	60.436	683.519	31.8	1858.189	71085.747	71769.266	23923.089
62.5	63.6	59.673	674.883	31.8	1873.175	72958.922	73633.804	24544.601
63	63.6	60.655	685.987	31.8	1888.160	74847.082	75533.068	25177.689
63.5	63.6	60.218	681.052	31.8	1903.145	76750.227	77431.279	25810.426
64	63.6	59.782	676.116	31.8	1918.131	78668.358	79344.474	26448.158
64.5	63.6	59.345	671.181	31.8	1933.116	80601.474	81272.655	27090.885
65	63.6	57.927	655.142	31.8	1948.102	82549.576	83204.718	27734.906
65.5	63.6	58.691	663.779	31.8	1963.087	84512.663	85176.441	28392.147
66	48	59.455	672.415	24	1492.885	86005.547	86677.962	28892.654
66.5	48	60.218	681.052	24	1504.195	87509.742	88190.794	29396.931
67	48	60.982	689.688	24	1515.504	89025.246	89714.934	29904.978
67.5	48	61.745	698.325	24	1526.814	90552.060	91250.385	30416.795
68	72	62.509	706.961	36	2307.186	92859.246	93566.207	31188.736
68.5	72	63.273	715.598	36	2324.150	95183.396	95898.994	31966.331
69	72	65.455	740.273	36	2341.115	97524.511	98264.784	32754.928
69.5	72	67.636	764.949	36	2358.079	99882.590	100647.540	33549.180
70	72	69.600	787.157	36	2375.044	102257.635	103044.792	34348.264
70.5	72	72.000	814.301	36	2392.009	104649.643	105463.944	35154.648
71	72	72.000	814.301	36	2408.973	107058.616	107872.917	35957.639
71.5	72	72.000	814.301	36	2425.938	109484.554	110298.855	36766.285
72	72	72.000	814.301	36	2442.902	111927.457	112741.758	37580.586

Lampiran 5 Daya dukung BR 05 untuk pondasi

Diameter (m) = 0,6 m								Depth of Increment = 0.5 m					
Depth (m)	Jenis Tanah	N1 Pak ai	γ_{SAT} (kN/m ³)	Po (kN/m ²)	N2	2N1	N Pak ai	Ns	qs (kN/m ²)	As	Qs	QL	Qijin = QL/SF, SF = 3
10	Loose Sand	9	15.333	0	32.530	18	18	18.000	70.000	0.000	0.000	0.000	0
10.5	Loose Sand	9	15.333	2.67	32.530	18	18	18.000	70.000	0.942	65.973	65.973	21.99115
11	Loose Sand	9	15.333	2.67	32.530	18	18	18.000	70.000	1.885	131.947	131.947	43.9823
11.5	Loose Sand	9	15.333	2.67	32.530	18	18	18.000	70.000	2.827	197.920	197.920	65.97345
12	Loose Silty Sand	5	12.667	1.33	18.987	10	10	16.400	64.667	3.770	243.788	243.788	81.26253
12.5	Loose Silty Sand	5	12.667	1.33	18.987	10	10	15.333	61.111	4.712	287.979	287.979	95.99311
13	Loose Silty Sand	5	12.667	1.33	18.987	10	10	14.571	58.571	5.655	331.214	331.214	110.4045
13.5	Loose Silty Sand	5	12.667	1.33	18.987	10	10	14.000	56.667	6.597	373.850	373.850	124.6165
14	Loose Silty Sand	5	12.667	1.33	18.987	10	10	13.556	55.185	7.540	416.086	416.086	138.6955
14.5	Loose Silty Sand	5	12.667	1.33	18.987	10	10	13.200	54.000	8.482	458.044	458.044	152.6814
15	Loose Silty Sand	5	12.667	1.33	18.987	10	10	12.909	53.030	9.425	499.799	499.799	166.5996
15.5	Loose Silty Sand	5	12.667	1.33	18.987	10	10	12.667	52.222	10.367	541.401	541.401	180.467
16	Soft Clayey Silt	4	16	3.00	14.286	8	8	12.308	51.026	11.310	577.086	577.086	192.3621

Depth (m)	Jenis Tanah	N1 Pak ai	γ_{SAT} (kN/m ³)	Po (kN/m ²)	N2	2N1	N Pak ai	Ns	qs (kN/m ²)	As	Qs	QL	Qijin = QL/SF, SF = 3
16.5	Soft Clayey Silt	4	16	3.00	14.286	8	8	12.000	50.000	12.252	612.611	612.611	204.2035
17	Soft Clayey Silt	4	16	3.00	14.286	8	8	11.733	49.111	13.195	648.006	648.006	216.0019
17.5	Soft Clayey Silt	4	16	3.00	14.286	8	8	11.500	48.333	14.137	683.296	683.296	227.7655
18	Soft Clayey Silt	4	16	3.00	14.286	8	8	11.294	47.647	15.080	718.501	718.501	239.5002
18.5	Soft Clayey Silt	4	16	3.00	14.286	8	8	11.111	47.037	16.022	753.633	753.633	251.2111
19	Soft Clayey Silt	4	16	3.00	14.286	8	8	10.947	46.491	16.965	788.705	788.705	262.9017
19.5	Soft Clayey Silt	4	16	3.00	14.286	8	8	10.800	46.000	17.907	823.726	823.726	274.5752
20	Loose Silty Sand	7	14	2.00	25.926	14	14	10.952	46.508	18.850	876.654	876.654	292.218
20.5	Loose Silty Sand	7	14	2.00	25.926	14	14	11.091	46.970	19.792	929.626	929.626	309.8753
21	Loose Silty Sand	7	14	2.00	25.926	14	14	11.217	47.391	20.735	982.636	982.636	327.5452
21.5	Loose Silty Sand	7	14	2.00	25.926	14	14	11.333	47.778	21.677	1035.678	1035.678	345.2261
22	Very Soft Clayey Silt	0	14	2.00	0.000	0	0	10.880	46.267	22.619	1046.527	1046.527	348.8424
22.5	Very Soft Clayey Silt	0	14	2.00	0.000	0	0	10.462	44.872	23.562	1057.267	1057.267	352.4223
23	Very Soft Clayey Silt	0	14	2.00	0.000	0	0	10.074	43.580	24.509	1067.909	1067.909	355.9696
23.5	Very Soft Clayey Silt	0	14	2.00	0.000	0	0	9.714	42.381	25.447	1078.464	1078.464	359.488

Dept h (m)	Jenis Tanah	N1 Pak ai	γ_{SAT} (kN/m ³)	Po (kN/m ²)	N2	2N1	N Pak ai	Ns	qs (kN/m ²)	As	Qs	QL	Qijin = QL/SF, SF = 3
24	Medium Gravelly Sand	15	14.842	2.42	54.702	30	30	10.414	44.713	26.389	1179.939	1179.939	393.313
24.5	Medium Gravelly Sand	15	14.842	2.42	54.702	30	30	11.067	46.889	27.332	1281.560	1281.560	427.1868
25	Medium Gravelly Sand	15	14.842	2.42	54.702	30	30	11.677	48.925	28.274	1383.314	1383.314	461.1047
25.5	Medium Gravelly Sand	15	14.842	2.42	54.702	30	30	12.250	50.833	29.217	1485.188	1485.188	495.0626
26	Medium Gravelly Sand	15	14.842	2.42	54.702	30	30	12.788	52.626	30.159	1587.171	1587.171	529.0569
26.5	Medium Gravelly Sand	15	14.842	2.42	54.702	30	30	13.294	54.314	31.102	1689.253	1689.253	563.0843
27	Medium Gravelly Sand	15	14.842	2.42	54.702	30	30	13.771	55.905	32.044	1791.426	1791.426	597.142
27.5	Medium Gravelly Sand	15	14.842	2.42	54.702	30	30	14.222	57.407	32.987	1893.682	1893.682	631.2274
28	Medium Sandy Silt	8	14.222	2.11	29.508	16	16	14.270	57.568	33.929	1953.222	1953.222	651.0739
28.5	Medium Sandy Silt	8	14.222	2.11	29.508	16	16	14.316	57.719	34.872	2012.769	2012.769	670.9229
29	Medium Sandy Silt	8	14.222	2.11	29.508	16	16	14.359	57.863	35.814	2072.323	2072.323	690.7745
29.5	Medium Sandy Silt	8	14.222	2.11	29.508	16	16	14.400	58.000	36.757	2131.885	2131.885	710.6283
30	Medium Silty Sand	16.2	15.095	2.55	76.232	32.4	32.4	14.839	59.463	37.699	2241.718	2241.718	747.2393
30.5	Medium Silty Sand	16.2	15.095	2.55	76.232	32.4	32.4	15.257	60.857	38.642	2351.617	2351.617	783.8722
31	Medium Silty Sand	16.2	15.095	2.55	76.232	32.4	32.4	15.656	62.186	39.584	2461.577	2461.577	820.5256

Dept h (m)	Jenis Tanah	N1 Pak ai	γ_{SAT} (kN/m ³)	Po (kN/m ²)	N2	2N 1	N Pak ai	Ns	qs (kN/m ²)	As	Qs	QL	Qijin = QL/SF, SF = 3
31.5	Medium Silty Sand	16.2	15.095	2.55	76.232	32.4	32.4	16.036	63.455	40.527	2571.594	2571.594	857.1978
32	Dense Sand	29.4	17.874	3.94	110.586	58.8	58.8	16.987	66.622	41.469	2762.758	2762.758	920.9195
32.5	Dense Sand	29.4	17.874	3.94	110.586	58.8	58.8	17.896	69.652	42.412	2954.053	2954.053	984.6844
33	Dense Sand	29.4	17.874	3.94	110.586	58.8	58.8	18.766	72.553	43.354	3145.470	3145.470	1048.49
33.5	Dense Sand	29.4	17.874	3.94	110.586	58.8	58.8	19.600	75.333	44.296	3337.000	3337.000	1112.333
34	Dense Silty Sand	29.4	17.874	3.94	110.586	58.8	58.8	20.400	78.000	45.239	3528.637	3528.637	1176.212
34.5	Dense Silty Sand	29.4	17.874	3.94	110.586	58.8	58.8	21.168	80.560	46.181	3720.375	3720.375	1240.125
35	Dense Silty Sand	29.4	17.874	3.94	110.586	58.8	58.8	21.906	83.020	47.124	3912.207	3912.207	1304.069
35.5	Dense Silty Sand	29.4	17.874	3.94	110.586	58.8	58.8	22.615	85.385	48.066	4104.128	4104.128	1368.043
36	Very Dense Silty Sand	36	17.053	3.53	131.458	72	72	23.547	88.491	49.009	4336.820	4336.820	1445.607
36.5	Very Dense Silty Sand	36	17.053	3.53	131.458	72	72	24.444	91.481	49.951	4569.621	4569.621	1523.207
37	Very Dense Silty Sand	36	17.053	3.53	131.458	72	72	25.309	94.364	50.894	4802.524	4802.524	1600.841
37.5	Very Dense Silty Sand	36	17.053	3.53	131.458	72	72	26.143	97.143	51.836	5035.524	5035.524	1678.508
38	Very Dense Silty Sand	36	17.053	3.53	131.458	72	72	26.947	99.825	52.779	5268.616	5268.616	1756.205
38.5	Very Dense Silty Sand	36	17.053	3.53	131.458	72	72	27.724	102.414	53.721	5501.795	5501.795	1833.932

Depth (m)	Jenis Tanah	N ₁ Pak ai	γ_{SAT} (kN/m ³)	P _o (kN/m ²)	N ₂	2N ₁	N Pak ai	N _s	q _s (kN/m ²)	As	Q _s	QL	Q _{ijin} = QL/SF, SF = 3
39	Very Dense Silty Sand	36	17.053	3.53	131.458	72	72	28.475	104.915	54.664	5735.057	5735.057	1911.686
39.5	Very Dense Silty Sand	36	17.053	3.53	131.458	72	72	29.200	107.333	55.606	5968.398	5968.398	1989.466
40	Dense Silty Sand	26.4	17.242	3.62	103.071	52.8	52.8	29.587	108.623	56.549	6142.483	6142.483	2047.494
40.5	Dense Silty Sand	26.4	17.242	3.62	103.071	52.8	52.8	29.961	109.871	57.491	6316.608	6316.608	2105.536
41	Dense Silty Sand	26.4	17.242	3.62	103.071	52.8	52.8	30.324	111.079	58.434	6490.770	6490.770	2163.59
41.5	Dense Silty Sand	26.4	17.242	3.62	103.071	52.8	52.8	30.675	112.250	59.376	6664.967	6664.967	2221.656
42	Very Dense Silty Sand	36	17.053	3.53	131.458	72	72	31.311	114.369	60.319	6898.589	6898.589	2299.53
42.5	Very Dense Silty Sand	36	17.053	3.53	131.458	72	72	31.927	116.424	61.261	7132.272	7132.272	2377.424
43	Very Dense Silty Sand	36	17.053	3.53	131.458	72	72	32.525	118.418	62.204	7366.013	7366.013	2455.338
43.5	Very Dense Silty Sand	36	17.053	3.53	131.458	72	72	33.106	120.353	63.146	7599.808	7599.808	2533.269
44	Dense Silty Sand	23.4	16.611	3.31	95.389	46.8	46.8	33.304	121.014	64.088	7755.636	7755.636	2585.212
44.5	Dense Silty Sand	23.4	16.611	3.31	95.389	46.8	46.8	33.497	121.657	65.031	7911.482	7911.482	2637.161
45	Dense Silty Sand	23.4	16.611	3.31	95.389	46.8	46.8	33.685	122.282	65.973	8067.344	8067.344	2689.115
45.5	Dense Silty Sand	23.4	16.611	3.31	95.389	46.8	46.8	33.867	122.889	66.913	8223.223	8223.223	2741.074
46	Hard Sandy Silt	31.8	20	5.00	176.667	63.6	63.6	34.274	124.247	67.858	8431.174	8431.174	2810.391

Dept h (m)	Jenis Tanah	N1 Pak ai	γ_{SAT} (kN/m ³)	Po (kN/m ²)	N2	2N 1	N Pak ai	Ns	qs (kN/m ²)	As	Qs	QL	Qijin = QL/SF, SF = 3
46.5	Hard Sandy Silt	31.8	20	5.00	176.667	63.6	63.6	34.670	125.568	68.801	8639.159	8639.159	2879.72
47	Hard Sandy Silt	31.8	20	5.00	176.667	63.6	63.6	35.056	126.853	69.743	8847.177	8847.177	2949.059
47.5	Hard Sandy Silt	31.8	20	5.00	176.667	63.6	63.6	35.432	128.105	70.686	9055.227	9055.227	3018.409
48	Hard Sandy Silt	31.8	20	5.00	176.667	63.6	63.6	35.797	129.325	71.628	9263.308	9263.308	3087.769
48.5	Hard Sandy Silt	31.8	20	5.00	176.667	63.6	63.6	36.154	130.513	72.571	9471.419	9471.419	3157.14
49	Hard Sandy Silt	31.8	20	5.00	176.667	63.6	63.6	36.501	131.671	73.513	9679.557	9679.557	3226.519
49.5	Hard Sandy Silt	31.8	20	5.00	176.667	63.6	63.6	36.840	132.800	74.456	9887.723	9887.723	3295.908
50	Hard Sandy Silt	31.8	20	5.00	176.667	63.6	63.6	37.170	133.901	75.398	10095.915	10095.915	3365.305

Lampiran 6 Perhitungan Tegangan Tanah Aktif

Lokasi	h (m)	γ (kN/m ³)	ϕ (°)	ϕ' (°)	σ_v' (kN/m ²)	Ka	Ka. σ_v' (kN/m ²)	C (kN/m ²)	C' (kN/m ²)	2C \sqrt{Ka}	σ_h' (kN/m ²)	σ_w' (kN/m ²)
A	0	0.000	31.500	22.222	10.000	0.451	4.512	0.000	0.000	0.000	4.512	0
B Atas	2	14.842	31.500	22.222	39.684	0.451	17.905	0.000	0.000	0.000	17.905	0
B Bawah	2	14.842	25.667	17.764	69.368	0.532	36.936	0.000	0.000	0.000	36.936	0
C Atas	2	13.333	25.667	17.764	86.035	0.532	45.810	0.000	0.000	0.000	45.810	10
C Bawah	2	13.333	36.000	25.844	102.702	0.393	40.345	0.000	0.000	0.000	40.345	10
D Atas	2	18.000	36.000	25.844	118.702	0.393	46.630	0.000	0.000	0.000	46.630	30
D Bawah	2	18.000	30.900	21.752	134.702	0.459	61.859	0.000	0.000	0.000	61.859	30

Lokasi	h (m)	γ (kN/m ³)	ϕ (°)	ϕ' (°)	σ_v' (kN/m ²)	Ka	Ka. σ_v' (kN/m ²)	C (kN/m ²)	C' (kN/m ²)	2C \sqrt{Ka}	σ_h' (kN/m ²)	σ_w' (kN/m ²)
E Atas	2	14.421	30.900	21.752	143.544	0.459	65.920	0.000	0.000	0.000	65.920	50
E Bawah	2	14.421	26.667	18.511	152.386	0.518	78.942	0.000	0.000	0.000	78.942	50
F Atas	2	14.421	26.667	18.511	161.228	0.518	83.522	0.000	0.000	0.000	83.522	70
F bawah	2	14.421	26.667	18.511	170.070	0.518	88.103	0.000	0.000	0.000	88.103	70
G Atas	2	15.333	26.667	18.511	180.737	0.518	93.629	0.000	0.000	0.000	93.629	90
G Bawah	2	15.333	25.333	17.516	191.404	0.537	102.843	0.000	0.000	0.000	102.843	90
H Atas	4	12.667	25.333	17.516	202.070	0.537	108.575	0.000	0.000	0.000	108.575	130
H Bawah	4	12.667	0.000	0.000	212.737	1.000	212.737	10.000	6.667	6.667	206.070	130
I Atas	4	16.000	0.000	0.000	236.737	1.000	236.737	10.000	6.667	6.667	230.070	170
I Bawah	4	16.000	26.000	18.012	260.737	0.528	137.572	0.000	0.000	0.000	137.572	170
J Atas	2	14.000	26.000	18.012	268.737	0.528	141.793	0.000	0.000	0.000	141.793	190
J Bawah	2	14.000	0.000	0.000	276.737	1.000	276.737	3.125	2.083	2.083	274.654	190
K Atas	2	14.000	0.000	0.000	284.737	1.000	284.737	3.125	2.083	2.083	282.654	210
K Bawah	2	14.000	31.500	22.222	292.737	0.451	132.076	0.000	0.000	0.000	132.076	210
L Atas	4	14.842	31.500	22.222	312.105	0.451	140.815	0.000	0.000	0.000	140.815	250
L Bawah	4	14.842	0.000	0.000	331.474	1.000	331.474	18.333	12.222	12.222	319.251	250
M Atas	2	14.222	0.000	0.000	339.918	1.000	339.918	18.333	12.222	12.222	327.696	270
M Bawah	2	14.222	35.100	25.105	348.363	0.404	140.815	0.000	0.000	0.000	140.815	270
N Atas	2	17.368	35.100	25.105	363.099	0.404	146.772	0.000	0.000	0.000	146.772	290
N Bawah	2	17.368	40.750	29.875	377.836	0.335	126.583	0.000	0.000	0.000	126.583	290
O Atas	2	19.789	40.750	29.875	397.415	0.335	133.142	0.000	0.000	0.000	133.142	310
O Bawah	2	19.789	40.750	29.875	416.994	0.335	139.702	0.000	0.000	0.000	139.702	310
P Atas	2	19.789	40.750	29.875	436.573	0.335	146.261	0.000	0.000	0.000	146.261	330
P Bawah	2	19.789	41.000	30.093	456.573	0.332	151.619	0.000	0.000	0.000	151.619	330
Q Atas	4	20.000	41.000	30.093	416.573	0.332	138.336	0.000	0.000	0.000	138.336	370

Lampiran 7 Perhitungan Tegangan Tanah Pasif

Lokasi	h (m)	γ (kN/m ³)	ϕ (°)	ϕ' (°)	σ_v' (kN/m ²)	Ka	Ka. σ_v' (kN/m ²)	C (kN/m ²)	C' (kN/m ²)	2Cv/Ka	σ_h' (kN/m ²)	σ_w' (kN/m ²)
F	2	0	0	0	0	0.518	0	0.000	0.000	0.000	0	0
G Atas	2	15.333	26.667	18.511	10.67	1.93	20.59	0.00	0.00	0.00	20.59	24.67
G Bawah	2	15.333	25.333	17.516	21.33	1.86	39.70	0.00	0.00	0.00	39.70	24.67
H Atas	4	12.667	25.333	17.516	32.00	1.86	59.56	0.00	0.00	0.00	59.56	74.00
H Bawah	4	12.667	0.000	0.000	42.67	1.00	42.67	10.00	6.67	6.67	49.33	74.00
I Atas	4	16.000	0.000	0.000	53.33	1.00	53.33	10.00	6.67	6.67	60.00	123.33
I Bawah	4	16.000	26.000	18.012	77.33	1.90	146.57	0.00	0.00	0.00	146.57	123.33
J Atas	2	14.000	26.000	18.012	85.33	1.90	161.73	0.00	0.00	0.00	161.73	148.00
J Bawah	2	14.000	0.000	0.000	93.33	1.00	93.33	3.13	2.08	2.08	95.42	148.00
K Atas	2	14.000	0.000	0.000	101.33	1.00	101.33	3.13	2.08	2.08	103.42	172.67
K Bawah	2	14.000	31.500	22.222	109.33	2.22	242.33	0.00	0.00	0.00	242.33	172.67
L Atas	4	14.842	31.500	22.222	128.70	2.22	285.26	0.00	0.00	0.00	285.26	222.00
L Bawah	4	14.842	0.000	0.000	148.07	1.00	148.07	18.33	12.22	12.22	160.29	222.00
M Atas	2	14.222	0.000	0.000	156.51	1.00	156.51	18.33	12.22	12.22	168.74	246.67
M Bawah	2	14.222	35.100	25.105	171.25	2.47	423.66	0.00	0.00	0.00	423.66	246.67
N Atas	2	17.368	35.100	25.105	185.99	2.47	460.12	0.00	0.00	0.00	460.12	271.33
N Bawah	2	17.368	40.750	29.875	200.73	2.98	599.14	0.00	0.00	0.00	599.14	271.33
O Atas	2	19.789	40.750	29.875	220.30	2.98	657.58	0.00	0.00	0.00	657.58	296.00
O Bawah	2	19.789	40.750	29.875	239.88	2.98	716.02	0.00	0.00	0.00	716.02	296.00
P Atas	2	19.789	40.750	29.875	259.46	2.98	774.47	0.00	0.00	0.00	774.47	320.67
P Bawah	2	19.789	41.000	30.093	279.04	3.01	840.28	0.00	0.00	0.00	840.28	320.67
Q Atas	4	20.000	41.000	30.093	319.04	3.01	960.73	0.00	0.00	0.00	960.73	370.00

Lampiran 8 Tegangan Tanah di Belakang Dinding Penggalian Pertama Iterasi Pertama

Titik	Z (m)	H (m)	γ' (kN/m ³)	σ_v' (kN/m ²)	ϕ (°)	Cu (kPa)	K _s	σ_{h0}' (kN/m ²)	K _a	K _p	ehmin (kN/m ²)	ehmax (kN/m ²)
0	0	0	0	10	31.50	0	0.48	4.78	0.31	3.19	3.14	31.88
1a	0.5	0.5	14.84	17.42	31.50	0	0.48	8.32	0.31	3.19	5.46	55.55
1b	0.5		14.84	17.42	31.50	0	0.48	8.32	0.31	3.19	5.46	55.55
2a	1	0.5	14.84	24.84	31.50	0	0.48	11.86	0.31	3.19	7.79	79.21
2b	1		14.84	24.84	31.50	0	0.48	11.86	0.31	3.19	7.79	79.21
3a	1.5	0.5	14.84	32.26	31.50	0	0.48	15.41	0.31	3.19	10.12	102.87
3b	1.5		14.84	32.26	31.50	0	0.48	15.41	0.31	3.19	10.12	102.87
4a	2	0.5	14.84	39.68	31.50	0	0.48	18.95	0.31	3.19	12.45	126.53
4b	2		14.84	39.68	25.67	0	0.57	22.50	0.40	2.53	15.70	100.33
5a	2.5	0.5	13.33	46.35	25.67	0	0.57	26.27	0.40	2.53	18.33	117.18
5b	2.5		13.33	46.35	25.67	0	0.57	26.27	0.40	2.53	18.33	117.18
6a	3	0.5	13.33	53.02	25.67	0	0.57	30.05	0.40	2.53	20.97	134.04
6b	3		13.33	53.02	25.67	0	0.57	30.05	0.40	2.53	20.97	134.04
7a	3.5	0.5	3.33	54.68	25.67	0	0.57	31.00	0.40	2.53	21.63	138.25
7b	3.5		3.33	54.68	25.67	0	0.57	31.00	0.40	2.53	21.63	138.25
8a	4	0.5	3.33	56.35	25.67	0	0.57	31.94	0.40	2.53	22.29	142.46
8b	4		3.33	56.35	36.00	0	0.41	23.23	0.26	3.85	14.63	217.05
9a	4.5	0.5	8	60.35	36.00	0	0.41	24.88	0.26	3.85	15.67	232.46
9b	4.5		8	60.35	36	0	0.41	24.88	0.26	3.85	15.67	232.46
10a	5	0.5	8	64.35	36	0	0.41	26.53	0.26	3.85	16.71	247.87
10b	5		8	64.35	36	0	0.41	26.53	0.26	3.85	16.71	247.87
11a	5.5	0.5	8	68.35	36	0	0.41	28.18	0.26	3.85	17.74	263.28
11b	5.5		8	68.35	36	0	0.41	28.18	0.26	3.85	17.74	263.28
12a	6	0.5	8	72.35	36	0	0.41	29.82	0.26	3.85	18.78	278.68
12b	6		8	72.35	30.90	0	0.49	35.20	0.32	3.11	23.25	225.11
13a	6.5	0.5	4.42	74.56	30.9	0	0.49	36.27	0.32	3.11	23.96	231.99
13b	6.5		4.42	74.56	30.9	0	0.49	36.27	0.32	3.11	23.96	231.99
14a	7	0.5	4.42	76.77	30.9	0	0.49	37.35	0.32	3.11	24.67	238.86
14b	7		4.42	76.77	30.9	0	0.49	37.35	0.32	3.11	24.67	238.86
15a	7.5	0.5	4.42	78.98	30.9	0	0.49	38.42	0.32	3.11	25.39	245.74
15b	7.5		4.42	78.98	30.9	0	0.49	38.42	0.32	3.11	25.39	245.74
16a	8	0.5	4.42	81.19	30.9	0	0.49	39.50	0.32	3.11	26.10	252.62
16b	8		4.42	81.19	26.67	0	0.55	44.75	0.38	2.63	30.89	213.41
17a	8.5	0.5	5.33	83.86	26.67	0	0.55	46.22	0.38	2.63	31.90	220.42
17b	8.5		5.33	83.86	26.67	0	0.55	46.22	0.38	2.63	31.90	220.42
18a	9	0.5	5.33	86.53	26.67	0	0.55	47.69	0.38	2.63	32.92	227.43
18b	9		5.33	86.53	26.67	0	0.55	47.69	0.38	2.63	32.92	227.43
19a	9.5	0.5	5.33	89.19	26.67	0	0.55	49.16	0.38	2.63	33.93	234.44
19b	9.5		5.33	89.19	26.67	0	0.55	49.16	0.38	2.63	33.93	234.44
20a	10	0.5	5.33	91.86	26.67	0	0.55	50.63	0.38	2.63	34.95	241.45
20b	10		5.33	91.86	26.67	0	0.55	50.63	0.38	2.63	34.95	241.45
21a	10.5	0.5	5.33	94.53	26.67	0	0.55	52.10	0.38	2.63	35.96	248.46
21b	10.5		5.33	94.53	26.67	0	0.55	52.10	0.38	2.63	35.96	248.46
22a	11	0.5	5.33	97.19	26.67	0	0.55	53.57	0.38	2.63	36.98	255.47
22b	11		5.33	97.19	26.67	0	0.55	53.57	0.38	2.63	36.98	255.47
23a	11.5	0.5	5.33	99.86	26.67	0	0.55	55.04	0.38	2.63	37.99	262.48
23b	11.5		5.33	99.86	26.67	0	0.55	55.04	0.38	2.63	37.99	262.48
24a	12	0.5	5.33	102.53	26.67	0	0.55	56.51	0.38	2.63	39.01	269.48
24b	12		5.33	102.53	5.33	0	0.91	93.00	0.83	1.20	85.09	123.54
25a	12.5	0.5	2.67	103.86	5.33	0	0.91	94.21	0.83	1.20	86.19	125.15
25b	12.5		2.67	103.86	5.33	0	0.91	94.21	0.83	1.20	86.19	125.15
26a	13	0.5	2.67	105.19	5.33	0	0.91	95.42	0.83	1.20	87.30	126.75
26b	13		2.67	105.19	5.33	0	0.91	95.42	0.83	1.20	87.30	126.75
27a	13.5	0.5	2.67	106.53	5.33	0	0.91	96.62	0.83	1.20	88.41	128.36
27b	13.5		2.67	106.53	5.33	0	0.91	96.62	0.83	1.20	88.41	128.36
28a	14	0.5	2.67	107.86	5.33	0	0.91	97.83	0.83	1.20	89.51	129.97
28b	14		2.67	107.86	5.33	0	0.91	97.83	0.83	1.20	89.51	129.97
29a	14.5	0.5	2.67	109.19	5.33	0	0.91	99.04	0.83	1.20	90.62	131.57
29b	14.5		2.67	109.19	5.33	0	0.91	99.04	0.83	1.20	90.62	131.57
30a	15	0.5	2.67	110.53	5.33	0	0.91	100.25	0.83	1.20	91.73	133.18
30b	15		2.67	110.53	5.33	0	0.91	100.25	0.83	1.20	91.73	133.18
31a	15.5	0.5	2.67	111.86	5.33	0	0.91	101.46	0.83	1.20	92.83	134.79
31b	15.5		2.67	111.86	5.33	0	0.91	101.46	0.83	1.20	92.83	134.79
32a	16	0.5	2.67	113.19	5.33	0	0.91	102.67	0.83	1.20	93.94	136.39
32b	16		2.67	113.19	0.00	18.33	1.00	113.19	1.00	1.00	76.53	149.86
33a	16.5	0.5	6	116.19	0.00	18.33	1.00	116.19	1.00	1.00	79.53	152.86

Tiik	Z (m)	H (m)	γ' (kN/m ³)	σ_v (kN/m ²)	ϕ (°)	Cu (kPa)	K_0	σ_{h0} (kN/m ²)	Ka	Kp	σ_{hmin} (kN/m ²)	σ_{hmax} (kN/m ²)
33b	16.5		6	116.19	0	18.33	1.00	116.19	1.00	1.00	79.53	152.86
34a	17	0.5	6	119.19	0	18.33	1.00	119.19	1.00	1.00	82.53	155.86
34b	17		6	119.19	0	18.33	1.00	119.19	1.00	1.00	82.53	155.86
35a	17.5	0.5	6	122.19	0	18.33	1.00	122.19	1.00	1.00	85.53	158.86
35b	17.5		6	122.19	0	18.33	1.00	122.19	1.00	1.00	85.53	158.86
36a	18	0.5	6	125.19	0	18.33	1.00	125.19	1.00	1.00	88.53	161.86
36b	18		6	125.19	0	18.33	1.00	125.19	1.00	1.00	88.53	161.86
37a	18.5	0.5	6	128.19	0	18.33	1.00	128.19	1.00	1.00	91.53	164.86
37b	18.5		6	128.19	0	18.33	1.00	128.19	1.00	1.00	91.53	164.86
38a	19	0.5	6	131.19	0	18.33	1.00	131.19	1.00	1.00	94.53	167.86
38b	19		6	131.19	0	18.33	1.00	131.19	1.00	1.00	94.53	167.86
39a	19.5	0.5	6	134.19	0	18.33	1.00	134.19	1.00	1.00	97.53	170.86
39b	19.5		6	134.19	0	18.33	1.00	134.19	1.00	1.00	97.53	170.86
40a	20	0.5	6	137.19	0	18.33	1.00	137.19	1.00	1.00	100.53	173.86
40b	20		6	137.19	26	0	0.56	77.05	0.39	2.56	53.57	351.36
41a	20.5	0.5	4	139.19	26	0	0.56	78.17	0.39	2.56	54.35	356.48
41b	20.5		4	139.19	26	0	0.56	78.17	0.39	2.56	54.35	356.48
42a	21	0.5	4	141.19	26	0	0.56	79.30	0.39	2.56	55.13	361.61
42b	21		4	141.19	26	0	0.56	79.30	0.39	2.56	55.13	361.61
43a	21.5	0.5	4	143.19	26	0	0.56	80.42	0.39	2.56	55.91	366.73
43b	21.5		4	143.19	26	0	0.56	80.42	0.39	2.56	55.91	366.73
44a	22	0.5	4	145.19	26	0	0.56	81.54	0.39	2.56	56.69	371.85
44b	22		4	145.19	0	3.13	1.00	145.19	1.00	1.00	138.94	151.44
45a	22.5	0.5	4	147.19	0	3.13	1.00	147.19	1.00	1.00	140.94	153.44
45b	22.5		4	147.19	0	3.13	1.00	147.19	1.00	1.00	140.94	153.44
46a	23	0.5	4	149.19	0	3.13	1.00	149.19	1.00	1.00	142.94	155.44
46b	23		4	149.19	0	3.13	1.00	149.19	1.00	1.00	142.94	155.44
47a	23.5	0.5	4	151.19	0	3.13	1.00	151.19	1.00	1.00	144.94	157.44
47b	23.5		4	151.19	0	3.13	1.00	151.19	1.00	1.00	144.94	157.44
48a	24	0.5	4	153.19	0	3.13	1.00	153.19	1.00	1.00	146.94	159.44
48b	24		4	153.19	31.5	0	0.48	73.15	0.31	3.19	48.05	488.45
49a	24.5	0.5	4.84	155.61	31.5	0	0.48	74.31	0.31	3.19	48.81	496.17
49b	24.5		4.84	155.61	31.5	0	0.48	74.31	0.31	3.19	48.81	496.17
50a	25	0.5	4.84	158.04	31.5	0	0.48	75.46	0.31	3.19	49.56	503.89
50b	25		4.84	158.04	31.5	0	0.48	75.46	0.31	3.19	49.56	503.89
51a	25.5	0.5	4.84	160.46	31.5	0	0.48	76.62	0.31	3.19	50.32	511.61
51b	25.5		4.84	160.46	31.5	0	0.48	76.62	0.31	3.19	50.32	511.61
52a	26	0.5	4.84	162.88	31.5	0	0.48	77.77	0.31	3.19	51.08	519.33
52b	26		4.84	162.88	31.5	0	0.48	77.77	0.31	3.19	51.08	519.33
53a	26.5	0.5	4.84	165.30	31.5	0	0.48	78.93	0.31	3.19	51.84	527.05
53b	26.5		4.84	165.30	31.5	0	0.48	78.93	0.31	3.19	51.84	527.05
54a	27	0.5	4.84	167.72	31.5	0	0.48	80.09	0.31	3.19	52.60	534.77
54b	27		4.84	167.72	31.5	0	0.48	80.09	0.31	3.19	52.60	534.77
55a	27.5	0.5	4.84	170.14	31.5	0	0.48	81.24	0.31	3.19	53.36	542.49
55b	27.5		4.84	170.14	31.5	0	0.48	81.24	0.31	3.19	53.36	542.49
56a	28	0.5	4.84	172.56	31.5	0	0.48	82.40	0.31	3.19	54.12	550.21
56b	28		4.84	172.56	0	18.33	1.00	172.56	1.00	1.00	135.89	209.23
57a	28.5	0.5	4.22	174.67	0	18.33	1.00	174.67	1.00	1.00	138.01	211.34
57b	28.5		4.22	174.67	0	18.33	1.00	174.67	1.00	1.00	138.01	211.34
58a	29	0.5	4.22	176.78	0	18.33	1.00	176.78	1.00	1.00	140.12	213.45
58b	29		4.22	176.78	0	18.33	1.00	176.78	1.00	1.00	140.12	213.45
59a	29.5	0.5	4.22	178.89	0	18.33	1.00	178.89	1.00	1.00	142.23	215.56
59b	29.5		4.22	178.89	0	18.33	1.00	178.89	1.00	1.00	142.23	215.56
60a	30	0.5	4.22	181.01	0	18.33	1.00	181.01	1.00	1.00	144.34	217.67
60b	30		4.22	181.01	35.1	0	0.42	76.93	0.27	3.71	48.84	670.80
61a	30.5	0.5	7.37	184.69	35.1	0	0.42	78.49	0.27	3.71	49.84	684.45
61b	30.5		7.37	184.69	35.1	0	0.42	78.49	0.27	3.71	49.84	684.45
62a	31	0.5	7.37	188.37	35.1	0	0.42	80.06	0.27	3.71	50.83	698.10
62b	31		7.37	188.37	35.1	0	0.42	80.06	0.27	3.71	50.83	698.10
63a	31.5	0.5	7.37	192.06	35.1	0	0.42	81.62	0.27	3.71	51.82	711.76
63b	31.5		7.37	192.06	35.1	0	0.42	81.62	0.27	3.71	51.82	711.76
64a	32	0.5	7.37	195.74	35.1	0	0.42	83.19	0.27	3.71	52.82	725.41
64b	32		7.37	195.74	40.75	0	0.35	69.97	0.21	4.76	41.12	931.68
65a	32.5	0.5	9.79	200.64	40.75	0	0.35	69.67	0.21	4.76	42.15	954.97
65b	32.5		9.79	200.64	40.75	0	0.35	69.67	0.21	4.76	42.15	954.97
66a	33	0.5	9.79	205.53	40.75	0	0.35	71.37	0.21	4.76	43.18	978.27
66b	33		9.79	205.53	40.75	0.00	0.35	71.37	0.21	4.76	43.18	978.27
67a	33.5	0.5	9.79	210.43	40.75	0	0.35	73.07	0.21	4.76	44.21	1001.57
67b	33.5		9.79	210.43	40.75	0	0.35	73.07	0.21	4.76	44.21	1001.57
68a	34	0.5	9.79	215.32	40.75	0	0.35	74.77	0.21	4.76	45.24	1024.87

Titik	Z (m)	H (m)	γ' (kN/m ³)	σ_v' (kN/m ²)	ϕ (°)	Cu (kPa)	K_a	eh^0 (kN/m ²)	Ka	Kp	ehmin (kN/m ²)	ehmax (kN/m ²)
69b	34	0.5	9.79	215.32	40.75	0	0.35	74.77	0.21	4.76	45.24	1024.87
70a	34.5		9.79	220.22	40.75	0	0.35	76.47	0.21	4.76	46.27	1048.16
70b	34.5		9.79	220.22	40.75	0	0.35	76.47	0.21	4.76	46.27	1048.16
71a	35	0.5	9.79	225.11	40.75	0	0.35	78.17	0.21	4.76	47.30	1071.46
71b	35		9.79	225.11	40.75	0	0.35	78.17	0.21	4.76	47.30	1071.46

Lampiran 9 Tegangan Tanah di Depan Dinding Penggalian Pertama Iterasi Pertama

Titik	Z (m)	H (m)	γ' (kN/m ³)	σ_v' (kN/m ²)	ϕ (°)	Cu (kPa)	K_a	eh^0 (kN/m ²)	Ka	Kp	ehmin (kN/m ²)	ehmax (kN/m ²)
2	2	0	0	0	25.67	0	0.69	0.00	0.53	1.88	0.00	0.00
3a	3	1	13.33	13.33	25.67	0	0.69	9.27	0.53	1.88	7.10	25.04
3b	3		13.33	13.33	25.67	0	0.69	9.27	0.53	1.88	7.10	25.04
4a	4	1	3.33	16.67	25.67	0	0.69	11.58	0.53	1.88	8.87	31.30
4b	4		3.33	16.67	36.00	0	0.56	9.40	0.39	2.55	6.55	42.43
5a	5	1	8.00	24.67	36.00	0	0.56	13.91	0.39	2.55	9.69	62.79
5b	5		8.00	24.67	36.00	0	0.56	13.91	0.39	2.55	9.69	62.79
6a	6	1	6.00	32.67	36.00	0	0.56	18.43	0.39	2.55	12.83	83.16
6b	6		8.00	32.67	30.90	0	0.63	20.56	0.46	2.18	15.00	71.13
7a	7	1	4.42	37.09	30.90	0	0.63	23.34	0.46	2.18	17.03	80.76
7b	7		4.42	37.09	30.90	0	0.63	23.34	0.46	2.18	17.03	80.76
8a	8	1	4.42	41.51	30.90	0	0.63	26.13	0.46	2.18	19.06	90.39
8b	8		4.42	41.51	26.67	0	0.68	28.33	0.52	1.93	21.50	80.13
9a	9	1	5.33	46.84	26.67	0	0.68	31.97	0.52	1.93	24.27	90.42
9b	9		5.33	46.84	26.67	0	0.68	31.97	0.52	1.93	24.27	90.42
10a	10	1	5.33	52.18	26.67	0	0.68	35.61	0.52	1.93	27.03	100.72
10b	10		5.33	52.18	26.67	0	0.68	35.61	0.52	1.93	27.03	100.72
11a	11	1	5.33	57.51	26.67	0	0.68	39.25	0.52	1.93	29.79	111.01
11b	11		5.33	57.51	26.67	0	0.68	39.25	0.52	1.93	29.79	111.01
12a	12	1	5.33	62.84	26.67	0	0.68	42.89	0.52	1.93	32.55	121.31
12b	12		5.33	62.84	25.33	0	0.70	43.93	0.54	1.86	33.77	116.96
13a	13	1	2.67	65.51	25.33	0	0.70	45.79	0.54	1.86	35.20	121.92
13b	13		2.67	65.51	25.33	0	0.70	45.79	0.54	1.86	35.20	121.92
14a	14	1	2.67	68.18	25.33	0	0.70	47.66	0.54	1.86	36.63	126.88
14b	14		2.67	68.18	25.33	0	0.70	47.66	0.54	1.86	36.63	126.88
15a	15	1	2.67	70.84	25.33	0	0.70	49.52	0.54	1.86	38.06	131.85
15b	15		2.67	70.84	25.33	0	0.70	49.52	0.54	1.86	38.06	131.85
16a	16	1	2.67	73.51	25.33	0	0.70	51.38	0.54	1.86	39.50	136.81
16b	16		2.67	73.51	0.00	18.33	1.00	73.51	1.00	1.00	36.84	110.18
17a	17	1	6.00	79.51	0.00	18.33	1.00	79.51	1.00	1.00	42.84	116.18
17b	17		6.00	79.51	0.00	18.33	1.00	79.51	1.00	1.00	42.84	116.18
18a	18	1	6.00	85.51	0.00	18.33	1.00	85.51	1.00	1.00	48.84	122.18
18b	18		6.00	85.51	0.00	18.33	1.00	85.51	1.00	1.00	48.84	122.18
19a	19	1	6.00	91.51	0.00	18.33	1.00	91.51	1.00	1.00	54.84	128.18
19b	19		6.00	91.51	0.00	18.33	1.00	91.51	1.00	1.00	54.84	128.18
20a	20	1	6.00	97.51	0.00	18.33	1.00	97.51	1.00	1.00	60.84	134.18
20b	20		6.00	97.51	26.00	0	0.69	67.36	0.53	1.90	51.45	184.81
21a	21	1	4.00	101.51	26.00	0	0.69	70.12	0.53	1.90	53.56	192.39
21b	21		4.00	101.51	26.00	0	0.69	70.12	0.53	1.90	53.56	192.39
22a	22	1	4.00	105.51	26.00	0	0.69	72.88	0.53	1.90	55.67	199.97
22b	22		4.00	105.51	0.00	3.13	1.00	105.51	1.00	1.00	99.26	111.76
23a	23	1	4.00	109.51	0.00	3.13	1.00	109.51	1.00	1.00	103.26	115.76
23b	23		4.00	109.51	0.00	3.13	1.00	109.51	1.00	1.00	103.26	115.76
24a	24	1	4.00	113.51	0.00	3.13	1.00	113.51	1.00	1.00	107.26	119.76
24b	24		4.00	113.51	31.50	0	0.62	70.58	0.45	2.22	51.21	251.58
25a	25	1	4.84	118.35	31.50	0	0.62	73.59	0.45	2.22	53.40	262.32
25b	25		4.84	118.35	31.50	0	0.62	73.59	0.45	2.22	53.40	262.32
26a	26	1	4.84	123.19	31.50	0	0.62	76.60	0.45	2.22	55.58	273.05
26b	26		4.84	123.19	31.50	0	0.62	76.60	0.45	2.22	55.58	273.05
27a	27	1	4.84	128.04	31.50	0	0.62	79.61	0.45	2.22	57.77	283.78
27b	27		4.84	128.04	31.50	0	0.62	79.61	0.45	2.22	57.77	283.78
28a	28	1	4.84	132.88	31.50	0	0.62	82.62	0.45	2.22	59.95	294.51
28b	28		4.84	132.88	0.00	18.33	1.00	132.88	1.00	1.00	96.21	169.54
29a	29	1	4.22	137.10	0.00	18.33	1.00	137.10	1.00	1.00	100.43	173.77
29b	29		4.22	137.10	0.00	18.33	1.00	137.10	1.00	1.00	100.43	173.77
30a	30	1	4.22	141.32	0.00	18.33	1.00	141.32	1.00	1.00	104.65	177.99
30b	30		4.22	141.32	35.10	0	0.58	81.36	0.40	2.47	57.12	349.62

Titik	Z (m)	H (m)	γ' (kN/m ³)	σ_v' (kN/m ²)	ϕ (°)	Cu (kPa)	K_o	σ_h^0 (kN/m ²)	K_a	K_p	σ_{hmin} (kN/m ²)	σ_{hmax} (kN/m ²)
31a	31	1	7.37	148.69	35.10	0	0.58	85.60	0.40	2.47	60.10	367.84
31b	31		7.37	148.69	35.10	0	0.58	85.60	0.40	2.47	60.10	367.84
32a	32	1	7.37	156.06	35.10	0	0.58	89.85	0.40	2.47	63.08	386.07
32b	32		7.37	156.06	40.75	0	0.50	78.33	0.34	2.98	52.28	465.82
33a	33	1	9.79	165.85	40.75	0	0.50	83.24	0.34	2.98	55.56	495.04
33b	33		9.79	165.85	40.75	0	0.50	83.24	0.34	2.98	55.56	495.04
34a	34	1	9.79	175.64	40.75	0	0.50	88.15	0.34	2.98	58.84	524.26
34b	34		9.79	175.64	40.75	0	0.50	88.15	0.34	2.98	58.84	524.26
35	35	1	9.79	185.43	40.75	0	0.50	93.07	0.34	2.98	62.12	553.48

Lampiran 10 Tekanan Tanah di Belakang Dinding Penggalian Pertama Iterasi Ketiga

H (m)	P_0	δ (m)	K_s (kN/m ²)	P_a (kN)	P_a min (kN)	P_a pakai	Spring
0	3.27	0.0000	32280.7	1.72	0.00	1.72	Yes
1	11.86	0.0000	32280.7	11.09	4.30	11.09	Yes
2	20.84	0	15625	20.84	6.63	20.84	Yes
3	28.64	0.0000	15625	28.37	8.95	28.37	Yes
4	27.94	0.0000	54945.05	25.91	11.28	25.91	Yes
5	27.94	-0.0001	54945.05	24.48	17.02	24.48	Yes
6	32.22	-0.0001	29473.68	29.57	19.65	29.57	Yes
7	37.35	-0.0001	29473.68	34.02	21.30	34.02	Yes
8	42.32	-0.0001	23437.5	39.44	21.96	39.44	Yes
9	47.69	-0.0001	23437.5	45.02	15.15	45.02	Yes
10	50.63	-0.0001	23437.5	48.80	16.19	48.80	Yes
11	53.57	0.0000	23437.5	53.34	17.23	53.34	Yes
12	74.62	0.0001	13020.83	73.45	18.26	73.45	Yes
13	95.42	0.0002	13020.83	92.68	23.61	92.68	Yes
14	97.83	0.0003	13020.83	93.50	24.32	93.50	Yes
15	100.25	0.0004	13020.83	94.48	25.03	94.48	Yes
16	108.83	0.0005	2083.33	107.73	25.74	107.73	Yes
17	119.19	0.0006	2083.33	118.03	31.40	118.03	Yes
18	125.19	0.0005	2083.33	124.09	32.41	124.09	Yes
19	131.19	0.0004	2083.33	130.28	33.43	130.28	Yes
20	106.65	0.0003	18229.17	101.29	34.44	101.29	Yes
21	79.30	0.0001	18229.17	76.93	35.46	76.93	Yes
22	113.59	0.0000	997.44	113.55	36.47	113.55	Yes
23	149.19	-0.0002	997.44	148.98	37.48	148.98	Yes
24	112.96	-0.0004	32280.7	100.53	38.50	100.53	Yes
25	75.46	-0.0005	32280.7	57.80	85.64	85.64	No
26	77.77	-0.0007	32280.7	56.05	86.75	86.75	No
27	80.09	-0.0008	32280.7	55.84	87.85	87.85	No
28	127.72	-0.0008	533.33	127.30	88.96	127.30	Yes
29	176.78	-0.0008	533.33	176.38	90.07	176.38	Yes
30	128.83	-0.0007	49122.81	93.90	91.17	93.90	Yes
31	80.06	-0.0006	49122.81	49.90	92.28	92.28	No
32	75.65	-0.0005	110961.2	24.05	93.39	93.39	No
33	71.37	-0.0003	110961.2	40.19	78.03	78.03	No
34	74.77	-0.0001	110961.2	63.45	79.53	79.53	No
35	78.17	0	110961.2	78.17	81.03	81.03	No

**Lampiran 11 Tekanan Tanah di Depan Dinding Penggalian
Pertama Iterasi Ketiga**

H (m)	P ₀	δ (m)	K _s (kN/m ²)	P _p (kN)	P _p max (kN)	P _p pakai	Spring
2.5	6.67	0.0000	15625	6.80	12.52	6.80	Yes 15625.00
3.5	15.00	0.0000	15625	15.42	28.17	15.42	Yes 15625.00
4.5	20.67	-0.0001	54945.05	23.41	52.61	23.41	Yes 54945.05
5.5	28.67	-0.0001	54945.05	32.90	72.97	32.90	Yes 54945.05
6.5	34.88	-0.0001	29473.68	37.91	75.95	37.91	Yes 29473.68
7.5	39.30	-0.0001	29473.68	42.86	85.57	42.86	Yes 29473.68
8.5	44.18	-0.0001	23437.5	47.06	85.27	47.06	Yes 23437.50
9.5	49.51	-0.0001	23437.5	51.88	95.57	51.88	Yes 23437.50
10.5	54.84	-0.0001	23437.5	56.01	105.86	56.01	Yes 23437.50
11.5	60.18	0.0000	23437.5	61.00	116.16	61.00	Yes 23437.50
12.5	64.18	0.0001	13020.83	66.09	119.44	66.09	Yes 13020.83
13.5	66.84	0.0003	13020.83	70.36	124.40	70.36	Yes 13020.83
14.5	69.51	0.0004	13020.83	74.56	129.36	74.56	Yes 13020.83
15.5	72.18	0.0005	13020.83	78.52	134.33	78.52	Yes 13020.83
16.5	76.51	0.0005	2083.33	77.65	113.18	77.65	Yes 2083.33
17.5	82.51	0.0006	2083.33	83.65	119.18	83.65	Yes 2083.33
18.5	88.51	0.0005	2083.33	89.53	125.18	89.53	Yes 2083.33
19.5	94.51	0.0004	2083.33	95.28	131.18	95.28	Yes 2083.33
20.5	99.51	0.0002	18229.17	103.36	188.60	103.36	Yes 18229.17
21.5	103.51	0.0000	997.44	103.55	196.18	103.55	Yes 997.44
22.5	107.51	-0.0001	997.44	107.63	113.76	107.63	Yes 997.44
23.5	111.51	-0.0003	32280.7	121.23	117.76	117.76	No. 0.00
24.5	115.93	-0.0005	32280.7	131.17	256.95	131.17	Yes 32280.70
25.5	120.77	-0.0006	32280.7	140.72	267.68	140.72	Yes 32280.70
26.5	125.61	-0.0007	32280.7	148.89	278.41	148.89	Yes 32280.70
27.5	130.46	-0.0008	533.33	130.87	289.15	130.87	Yes 533.33
28.5	134.99	-0.0008	533.33	135.40	171.65	135.40	Yes 533.33
29.5	139.21	-0.0007	49122.81	175.91	175.88	175.88	No. 0.00
30.5	145.01	-0.0007	49122.81	178.02	358.73	178.02	Yes 49122.81
31.5	152.37	-0.0005	110961.2	213.29	376.96	213.29	Yes 110961.2
32.5	160.95	-0.0004	110961.2	202.90	480.43	202.90	Yes 110961.2
33.5	170.74	-0.0002	110961.2	191.83	509.65	191.83	Yes 110961.2
34.5	180.53	0.0000	110961.2	184.86	538.87	184.86	Yes 110961.2

Lampiran 12 Hasil Defleksi pada Tiap Titik Tangkap Beban
Penggalian Pertama Iterasi Ketiga

H (m)	δ (m)	H (m)	δ (m)
0	0.0000	0	0.0000
1	0.0000	0.5	0.0000
2	0	1.5	0.0000
3	0.0000	2.5	0.0000
4	0.0000	3.5	0.0000
5	0.0000	4.5	0.0000
6	0.0000	5.5	0.0000
7	0.0000	6.5	0.0000
8	0.0001	7.5	0.0000
9	0.0002	8.5	0.0001
10	0.0003	9.5	0.0002
11	0.0005	10.5	0.0004
12	0.0006	11.5	0.0005
13	0.0008	12.5	0.0007
14	0.0010	13.5	0.0009
15	0.0011	14.5	0.0011
16	0.0012	15.5	0.0012
17	0.0012	16.5	0.0012
18	0.0011	17.5	0.0012
19	0.0009	18.5	0.0010
20	0.0007	19.5	0.0008
21	0.0004	20.5	0.0006
22	0.0002	21.5	0.0003
23	-0.0001	22.5	0.0000
24	-0.0004	23.5	-0.0003
25	-0.0007	24.5	-0.0006
26	-0.0009	25.5	-0.0008
27	-0.0010	26.5	-0.0009
28	-0.0010	27.5	-0.0010
29	-0.0010	28.5	-0.0010
30	-0.0009	29.5	-0.0010
31	-0.0008	30.5	-0.0009
32	-0.0006	31.5	-0.0007
33	-0.0003	32.5	-0.0005
34	-0.0001	33.5	-0.0002
35	0	34.5	0.0000

**Lampiran 13 Tekanan Tanah di Belakang Dinding Penggalian
Pertama Iterasi Keempat**

H (m)	P ₀	δ (m)	K _s (kN/m ²)	Pa (kN)	Pa min (kN)	Pa pakai	Spring	
0	3.27	0.0000	32280.7	2.05	0.00	2.05	Yes	32280.70
1	11.86	0.0000	32280.7	11.25	4.30	11.25	Yes	32280.70
2	20.84	0	15625	20.84	6.63	20.84	Yes	15625.00
3	28.64	0.0000	15625	28.43	8.95	28.43	Yes	15625.00
4	27.94	0.0000	54945.05	26.62	11.28	26.62	Yes	54945.05
5	27.94	0.0000	54945.05	26.34	17.02	26.34	Yes	54945.05
6	32.22	0.0000	29473.68	31.66	19.65	31.66	Yes	29473.68
7	37.35	0.0000	29473.68	36.93	21.30	36.93	Yes	29473.68
8	42.32	0.0001	23437.5	40.56	21.96	40.56	Yes	23437.50
9	47.69	0.0002	23437.5	43.71	15.15	43.71	Yes	23437.50
10	50.63	0.0003	23437.5	43.63	16.19	43.63	Yes	23437.50
11	53.57	0.0005	23437.5	42.82	17.23	42.82	Yes	23437.50
12	74.62	0.0006	13020.83	66.28	18.26	66.28	Yes	13020.83
13	95.42	0.0008	13020.83	84.66	23.61	84.66	Yes	13020.83
14	97.83	0.0010	13020.83	84.92	24.32	84.92	Yes	13020.83
15	100.25	0.0011	13020.83	85.64	25.03	85.64	Yes	13020.83
16	108.83	0.0012	2083.33	106.33	25.74	106.33	Yes	2083.33
17	119.19	0.0012	2083.33	116.69	31.40	116.69	Yes	2083.33
18	125.19	0.0011	2083.33	122.87	32.41	122.87	Yes	2083.33
19	131.19	0.0009	2083.33	129.22	33.43	129.22	Yes	2083.33
20	106.65	0.0007	18229.17	93.71	34.44	93.71	Yes	18229.17
21	79.30	0.0004	18229.17	71.33	35.46	71.33	Yes	18229.17
22	113.59	0.0002	997.44	113.44	36.47	113.44	Yes	997.44
23	149.19	-0.0001	997.44	149.06	37.48	149.06	Yes	997.44
24	112.96	-0.0004	32280.7	99.40	38.50	99.40	Yes	32280.70
25	75.46	-0.0007	32280.7	53.87	85.64	85.64	No	0
26	77.77	-0.0009	32280.7	50.01	86.75	86.75	No	0
27	80.09	-0.0010	32280.7	48.52	87.85	87.85	No	0
28	127.72	-0.0010	533.33	127.17	88.96	127.17	Yes	533.33
29	176.78	-0.0010	533.33	176.25	90.07	176.25	Yes	533.33
30	128.83	-0.0009	49122.81	83.05	91.17	91.17	No	0
31	80.06	-0.0008	49122.81	41.10	92.28	92.28	No	0
32	75.65	-0.0006	110961.2	10.18	93.39	93.39	No	0
33	71.37	-0.0003	110961.2	32.75	78.03	78.03	No	0
34	74.77	-0.0001	110961.2	61.12	79.53	79.53	No	0
35	78.17	0	110961.2	78.17	81.03	81.03	No	0

**Lampiran 14 Tekanan Tanah di Depan Dinding Penggalan
Pertama Iterasi Keempat**

H (m)	P₀	δ (m)	K_s (kN/m²)	P_p (kN)	P_p max (kN)	P_p pakai	Spring	
2.5	6.67	0.0000	15625	6.78	12.52	6.78	Yes	15625.00
3.5	15.00	0.0000	15625	15.31	28.17	15.31	Yes	15625.00
4.5	20.67	0.0000	54945.05	22.21	52.61	22.21	Yes	54945.05
5.5	28.67	0.0000	54945.05	30.15	72.97	30.15	Yes	54945.05
6.5	34.88	0.0000	29473.68	35.08	75.95	35.08	Yes	29473.68
7.5	39.30	0.0000	29473.68	40.45	85.57	40.45	Yes	29473.68
8.5	44.18	0.0001	23437.5	46.92	85.27	46.92	Yes	23437.50
9.5	49.51	0.0002	23437.5	54.88	95.57	54.88	Yes	23437.50
10.5	54.84	0.0004	23437.5	63.61	105.86	63.61	Yes	23437.50
11.5	60.18	0.0005	23437.5	72.97	116.16	72.97	Yes	23437.50
12.5	64.18	0.0007	13020.83	73.71	119.44	73.71	Yes	13020.83
13.5	66.84	0.0009	13020.83	78.69	124.40	78.69	Yes	13020.83
14.5	69.51	0.0011	13020.83	83.31	129.36	83.31	Yes	13020.83
15.5	72.18	0.0012	13020.83	87.36	134.33	87.36	Yes	13020.83
16.5	76.51	0.0012	2083.33	79.02	113.18	79.02	Yes	2083.33
17.5	82.51	0.0012	2083.33	84.94	119.18	84.94	Yes	2083.33
18.5	88.51	0.0010	2083.33	90.67	125.18	90.67	Yes	2083.33
19.5	94.51	0.0008	2083.33	96.24	131.18	96.24	Yes	2083.33
20.5	99.51	0.0006	18229.17	109.97	188.60	109.97	Yes	18229.17
21.5	103.51	0.0003	997.44	103.80	196.18	103.80	Yes	997.44
22.5	107.51	0.0000	997.44	107.51	113.76	107.51	Yes	997.44
23.5	111.51	-0.0003	32280.7	120.68	117.76	117.76	No.	0.00
24.5	115.93	-0.0006	32280.7	133.78	256.95	133.78	Yes	32280.70
25.5	120.77	-0.0008	32280.7	145.82	267.68	145.82	Yes	32280.70
26.5	125.61	-0.0009	32280.7	155.67	278.41	155.67	Yes	32280.70
27.5	130.46	-0.0010	533.33	131.00	289.15	131.00	Yes	533.33
28.5	134.99	-0.0010	533.33	135.54	171.65	135.54	Yes	533.33
29.5	139.21	-0.0010	49122.81	187.45	175.88	175.88	No.	0.00
30.5	145.01	-0.0009	49122.81	187.94	358.73	187.94	Yes	49122.81
31.5	152.37	-0.0007	110961.2	230.27	376.96	230.27	Yes	110961.2
32.5	160.95	-0.0005	110961.2	213.55	480.43	213.55	Yes	110961.2
33.5	170.74	-0.0002	110961.2	196.49	509.65	196.49	Yes	110961.2
34.5	180.53	0.0000	110961.2	185.53	538.87	185.53	Yes	110961.2

Lampiran 15 Hasil Defleksi pada Tiap Titik Tangkap Beban
Penggalian Pertama Iterasi Keempat

H (m)	δ (m)	H (m)	δ (m)
0	0.0000	0	0.0000
1	0.0000	0.5	0.0000
2	0	1.5	0.0000
3	0.0000	2.5	0.0000
4	0.0000	3.5	0.0000
5	0.0000	4.5	0.0000
6	0.0000	5.5	0.0000
7	0.0000	6.5	0.0000
8	0.0000	7.5	0.0000
9	0.0000	8.5	0.0000
10	0.0001	9.5	0.0000
11	0.0002	10.5	0.0001
12	0.0003	11.5	0.0002
13	0.0004	12.5	0.0003
14	0.0005	13.5	0.0005
15	0.0007	14.5	0.0006
16	0.0007	15.5	0.0007
17	0.0007	16.5	0.0007
18	0.0007	17.5	0.0007
19	0.0005	18.5	0.0006
20	0.0003	19.5	0.0004
21	0.0001	20.5	0.0002
22	-0.0002	21.5	0.0000
23	-0.0004	22.5	-0.0003
24	-0.0007	23.5	-0.0006
25	-0.0009	24.5	-0.0008
26	-0.0011	25.5	-0.0011
27	-0.0013	26.5	-0.0012
28	-0.0013	27.5	-0.0013
29	-0.0013	28.5	-0.0013
30	-0.0012	29.5	-0.0013
31	-0.0010	30.5	-0.0011
32	-0.0007	31.5	-0.0009
33	-0.0004	32.5	-0.0006
34	-0.0001	33.5	-0.0003
35	0	34.5	-0.0001

Lampiran 16 Tekanan Tanah di Belakang Dinding Penggalian Pertama Iterasi Kelima

H (m)	P ₀	δ (m)	K _s (kN/m ²)	Pa (kN)	Pa min (kN)	Pa pakai	Spring	
0	3.27	0.0000	32280.7	2.27	0.00	2.27	Yes	32280.70
1	11.86	0.0000	32280.7	11.38	4.30	11.38	Yes	32280.70
2	20.84	0	15625	20.84	6.63	20.84	Yes	15625.00
3	28.64	0.0000	15625	28.50	8.95	28.50	Yes	15625.00
4	27.94	0.0000	54945.05	26.89	11.28	26.89	Yes	54945.05
5	27.94	0.0000	54945.05	26.23	17.02	26.23	Yes	54945.05
6	32.22	0.0000	29473.68	31.01	19.65	31.01	Yes	29473.68
7	37.35	0.0000	29473.68	36.11	21.30	36.11	Yes	29473.68
8	42.32	0.0000	23437.5	41.62	21.96	41.62	Yes	23437.50
9	47.69	0.0000	23437.5	47.61	15.15	47.61	Yes	23437.50
10	50.63	0.0001	23437.5	49.13	16.19	49.13	Yes	23437.50
11	53.57	0.0002	23437.5	49.94	17.23	49.94	Yes	23437.50
12	74.62	0.0003	13020.83	71.03	18.26	71.03	Yes	13020.83
13	95.42	0.0004	13020.83	90.06	23.61	90.06	Yes	13020.83
14	97.83	0.0005	13020.83	90.76	24.32	90.76	Yes	13020.83
15	100.25	0.0007	13020.83	91.74	25.03	91.74	Yes	13020.83
16	108.83	0.0007	2083.33	107.31	25.74	107.31	Yes	2083.33
17	119.19	0.0007	2083.33	117.65	31.40	117.65	Yes	2083.33
18	125.19	0.0007	2083.33	123.78	32.41	123.78	Yes	2083.33
19	131.19	0.0005	2083.33	130.08	33.43	130.08	Yes	2083.33
20	106.65	0.0003	18229.17	100.62	34.44	100.62	Yes	18229.17
21	79.30	0.0001	18229.17	77.66	35.46	77.66	Yes	18229.17
22	113.59	-0.0002	997.44	113.42	36.47	113.42	Yes	997.44
23	149.19	-0.0004	997.44	148.76	37.48	148.76	Yes	997.44
24	112.96	-0.0007	32280.7	90.27	38.50	90.27	Yes	32280.70
25	75.46	-0.0009	32280.7	44.86	85.64	85.64	No	0
26	77.77	-0.0011	32280.7	40.94	86.75	86.75	No	0
27	80.09	-0.0013	32280.7	39.25	87.85	87.85	No	0
28	127.72	-0.0013	533.33	127.02	88.96	127.02	Yes	533.33
29	176.78	-0.0013	533.33	176.10	90.07	176.10	Yes	533.33
30	128.83	-0.0012	49122.81	70.32	91.17	91.17	No	0
31	80.06	-0.0010	49122.81	30.98	92.28	92.28	No	0
32	75.65	-0.0007	110961.2	-5.36	93.39	93.39	No	0
33	71.37	-0.0004	110961.2	24.54	78.03	78.03	No	0
34	74.77	-0.0001	110961.2	58.57	79.53	79.53	No	0
35	78.17	0	110961.2	78.17	81.03	81.03	No	0

**Lampiran 17 Tekanan Tanah di Depan Dinding Penggalian
Pertama Iterasi Kelima**

H (m)	P ₀	δ (m)	K _s (kN/m ²)	P _p (kN)	P _p max (kN)	P _p pakai	Spring
2.5	6.67	0.0000	15625	6.74	12.52	6.74	Yes 15625.00
3.5	15.00	0.0000	15625	15.22	28.17	15.22	Yes 15625.00
4.5	20.67	0.0000	54945.05	22.10	52.61	22.10	Yes 54945.05
5.5	28.67	0.0000	54945.05	30.75	72.97	30.75	Yes 54945.05
6.5	34.88	0.0000	29473.68	36.17	75.95	36.17	Yes 29473.68
7.5	39.30	0.0000	29473.68	40.45	85.57	40.45	Yes 29473.68
8.5	44.18	0.0000	23437.5	44.57	85.27	44.57	Yes 23437.50
9.5	49.51	0.0000	23437.5	50.19	95.57	50.19	Yes 23437.50
10.5	54.84	0.0001	23437.5	57.28	105.86	57.28	Yes 23437.50
11.5	60.18	0.0002	23437.5	65.12	116.16	65.12	Yes 23437.50
12.5	64.18	0.0003	13020.83	68.62	119.44	68.62	Yes 13020.83
13.5	66.84	0.0005	13020.83	73.04	124.40	73.04	Yes 13020.83
14.5	69.51	0.0006	13020.83	77.32	129.36	77.32	Yes 13020.83
15.5	72.18	0.0007	13020.83	81.22	134.33	81.22	Yes 13020.83
16.5	76.51	0.0007	2083.33	78.05	113.18	78.05	Yes 2083.33
17.5	82.51	0.0007	2083.33	84.00	119.18	84.00	Yes 2083.33
18.5	88.51	0.0006	2083.33	89.79	125.18	89.79	Yes 2083.33
19.5	94.51	0.0004	2083.33	95.42	131.18	95.42	Yes 2083.33
20.5	99.51	0.0002	18229.17	103.36	188.60	103.36	Yes 18229.17
21.5	103.51	0.0000	997.44	103.55	196.18	103.55	Yes 997.44
22.5	107.51	-0.0003	997.44	107.81	113.76	107.81	Yes 997.44
23.5	111.51	-0.0006	32280.7	130.01	117.76	117.76	No. 0.00
24.5	115.93	-0.0008	32280.7	142.82	256.95	142.82	Yes 32280.70
25.5	120.77	-0.0011	32280.7	154.83	267.68	154.83	Yes 32280.70
26.5	125.61	-0.0012	32280.7	164.84	278.41	164.84	Yes 32280.70
27.5	130.46	-0.0013	533.33	131.15	289.15	131.15	Yes 533.33
28.5	134.99	-0.0013	533.33	135.69	171.65	135.69	Yes 533.33
29.5	139.21	-0.0013	49122.81	200.91	175.88	175.88	No. 0.00
30.5	145.01	-0.0011	49122.81	199.43	358.73	199.43	Yes 49122.81
31.5	152.37	-0.0009	110961.2	249.58	376.96	249.58	Yes 110961.2
32.5	160.95	-0.0006	110961.2	225.31	480.43	225.31	Yes 110961.2
33.5	170.74	-0.0003	110961.2	201.59	509.65	201.59	Yes 110961.2
34.5	180.53	-0.0001	110961.2	186.30	538.87	186.30	Yes 110961.2

Lampiran 18 Hasil Defleksi pada Tiap Titik Tangkap Beban
Penggalian Pertama Iterasi Kelima

H (m)	δ (m)	H (m)	δ (m)
0	0.0000	0	0.0000
1	0.0000	0.5	0.0000
2	0	1.5	0.0000
3	0.0000	2.5	0.0000
4	0.0000	3.5	0.0000
5	0.0000	4.5	0.0000
6	0.0000	5.5	0.0000
7	0.0000	6.5	0.0000
8	0.0001	7.5	0.0001
9	0.0002	8.5	0.0001
10	0.0003	9.5	0.0002
11	0.0004	10.5	0.0003
12	0.0006	11.5	0.0005
13	0.0007	12.5	0.0006
14	0.0009	13.5	0.0008
15	0.0010	14.5	0.0009
16	0.0011	15.5	0.0010
17	0.0010	16.5	0.0011
18	0.0010	17.5	0.0010
19	0.0008	18.5	0.0009
20	0.0005	19.5	0.0006
21	0.0002	20.5	0.0004
22	-0.0001	21.5	0.0000
23	-0.0004	22.5	-0.0003
24	-0.0008	23.5	-0.0006
25	-0.0011	24.5	-0.0009
26	-0.0013	25.5	-0.0012
27	-0.0014	26.5	-0.0014
28	-0.0015	27.5	-0.0015
29	-0.0014	28.5	-0.0015
30	-0.0013	29.5	-0.0014
31	-0.0011	30.5	-0.0012
32	-0.0008	31.5	-0.0010
33	-0.0005	32.5	-0.0006
34	-0.0002	33.5	-0.0003
35	0	34.5	-0.0001

**Lampiran 19 Tekanan Tanah di Belakang Dinding Penggalian
Kedua Iterasi Kedua**

H (m)	P ₀	δ (m)	K _s (kN/m ²)	P _a (kN)	P _a min (kN)	P _a pakai	Spring	
0	3.27	-0.0002	32280.7	-2.44	0	0	No	0
1	11.86	-0.0001	32280.7	8.96	4.30	8.96	Yes	32280.70
2	20.84	0	15625	20.84	6.63	20.84	Yes	15625.00
3	28.64	0.0001	15625	27.03	8.95	27.03	Yes	15625.00
4	27.94	0.0002	54945.05	16.73	11.28	16.73	Yes	54945.05
5	27.94	0.0003	54945.05	11.23	17.02	17.02	No	0.00
6	32.22	0.0004	29473.68	20.11	19.65	20.11	Yes	29473.68
7	37.35	0.0005	29473.68	21.67	21.30	21.67	Yes	29473.68
8	42.32	0.0007	23437.5	26.50	21.96	26.50	Yes	23437.50
9	47.69	0.0008	23437.5	27.89	15.15	27.89	Yes	23437.50
10	50.63	0.0010	23437.5	26.05	16.19	26.05	Yes	23437.50
11	53.57	0.0013	23437.5	23.32	17.23	23.32	Yes	23437.50
12	74.62	0.0016	13020.83	54.27	18.26	54.27	Yes	13020.83
13	95.42	0.0018	13020.83	71.40	23.61	71.40	Yes	13020.83
14	97.83	0.0021	13020.83	70.40	24.32	70.40	Yes	13020.83
15	100.25	0.0023	13020.83	69.95	25.03	69.95	Yes	13020.83
16	108.83	0.0025	2083.333	103.67	25.74	103.67	Yes	2083.33
17	119.19	0.0025	2083.333	113.95	31.40	113.95	Yes	2083.33
18	125.19	0.0024	2083.33	120.12	32.41	120.12	Yes	2083.33
19	131.19	0.0022	2083.33	126.56	33.43	126.56	Yes	2083.33
20	106.65	0.0019	18229.17	72.00	34.44	72.00	Yes	18229.17
21	79.30	0.0015	18229.17	51.70	35.46	51.70	Yes	18229.17
22	113.59	0.0011	997.44	112.50	36.47	112.50	Yes	997.44
23	149.19	0.0007	997.44	148.54	37.48	148.54	Yes	997.44
24	112.96	0.0002	32280.7	106.15	38.50	106.15	Yes	32280.70
25	75.46	-0.0002	32280.7	69.33	85.64	85.64	No	0
26	77.77	-0.0005	32280.7	61.12	86.75	86.75	No	0
27	80.09	-0.0008	32280.7	55.81	87.85	87.85	No	0
28	127.72	-0.0009	533.33	127.24	88.96	127.24	Yes	533.33
29	176.78	-0.0010	533.33	176.27	90.07	176.27	Yes	533.33
30	128.83	-0.0010	49122.81	81.57	91.17	91.17	No	0
31	80.06	-0.0009	49122.81	38.16	92.28	92.28	No	0
32	75.65	-0.0006	110961.2	3.63	93.39	93.39	No	0
33	71.37	-0.0004	110961.2	28.54	78.03	78.03	No	0
34	74.77	-0.0001	110961.2	59.68	79.53	79.53	No	0
35	78.17	0	110961.2	78.17	81.03	81.03	No	0

**Lampiran 20 Tekanan Tanah di Depan Dinding Penggalan
Kedua Iterasi Kedua**

H (m)	P ₀	δ (m)	K _s (kN/m ²)	P _p (kN)	P _p max (kN)	P _p pakai	Spring	
4.5	4	0.0003	54945.05	17.90	10.18	10.18	No.	0.00
5.5	12	0.0004	54945.05	31.56	30.55	30.55	No.	0.00
6.5	18.21	0.0005	29473.68	32.03	39.65	32.03	Yes	29473.68
7.5	22.63	0.0006	29473.68	40.29	49.28	40.29	Yes	29473.68
8.5	27.51	0.0008	23437.5	45.20	53.10	45.20	Yes	23437.50
9.5	32.84	0.0009	23437.5	54.90	63.40	54.90	Yes	23437.50
10.5	38.18	0.0012	23437.5	65.46	73.69	65.46	Yes	23437.50
11.5	43.51	0.0014	23437.5	76.84	83.99	76.84	Yes	23437.50
12.5	47.51	0.0017	13020.83	69.68	88.42	69.68	Yes	13020.83
13.5	50.18	0.0020	13020.83	75.93	93.38	75.93	Yes	13020.83
14.5	52.84	0.0022	13020.83	81.77	98.35	81.77	Yes	13020.83
15.5	55.51	0.0024	13020.83	86.89	103.31	86.89	Yes	13020.83
16.5	59.84	0.0025	2083.33	65.07	96.51	65.07	Yes	2083.33
17.5	65.84	0.0025	2083.33	71.03	102.51	71.03	Yes	2083.33
18.5	71.84	0.0023	2083.33	76.72	108.51	76.72	Yes	2083.33
19.5	77.84	0.0021	2083.33	82.15	114.51	82.15	Yes	2083.33
20.5	82.84	0.0017	18229.17	114.03	157.01	114.03	Yes	18229.17
21.5	86.84	0.0013	997.44	88.14	164.59	88.14	Yes	997.44
22.5	90.84	0.0009	997.44	91.71	97.09	91.71	Yes	997.44
23.5	94.84	0.0004	32280.7	108.66	101.09	101.09	No.	0.00
24.5	99.26	0.0000	32280.7	99.28	220.01	99.28	Yes	32280.70
25.5	104.11	-0.0004	32280.7	115.92	230.74	115.92	Yes	32280.70
26.5	108.95	-0.0006	32280.7	129.90	241.47	129.90	Yes	32280.70
27.5	113.79	-0.0008	533.33	114.24	252.21	114.24	Yes	533.33
28.5	118.32	-0.0009	533.33	118.83	154.99	118.83	Yes	533.33
29.5	122.54	-0.0010	49122.81	170.78	159.21	159.21	No.	0.00
30.5	128.34	-0.0009	49122.81	173.68	317.50	173.68	Yes	49122.81
31.5	135.71	-0.0008	110961.2	220.59	335.73	220.59	Yes	110961.2
32.5	144.29	-0.0005	110961.2	202.43	430.68	202.43	Yes	110961.2
33.5	154.08	-0.0003	110961.2	182.48	459.90	182.48	Yes	110961.2
34.5	163.87	0.0000	110961.2	169.30	489.12	169.30	Yes	110961.2

**Lampiran 21 Hasil Defleksi pada Tiap Titik Tangkap Beban
Penggalian Kedua Iterasi Kedua**

H (m)	δ (m)	H (m)	δ (m)
0	0.0000	0	0.0000
1	0.0000	0.5	0.0000
2	0	1.5	0.0000
3	0.0000	2.5	0.0000
4	0.0000	3.5	0.0000
5	0.0000	4.5	0.0000
6	0.0000	5.5	0.0000
7	0.0000	6.5	0.0000
8	0.0000	7.5	0.0000
9	0.0000	8.5	0.0000
10	0.0001	9.5	0.0000
11	0.0002	10.5	0.0001
12	0.0004	11.5	0.0003
13	0.0006	12.5	0.0005
14	0.0008	13.5	0.0007
15	0.0010	14.5	0.0009
16	0.0012	15.5	0.0011
17	0.0013	16.5	0.0013
18	0.0014	17.5	0.0014
19	0.0013	18.5	0.0013
20	0.0011	19.5	0.0012
21	0.0010	20.5	0.0011
22	0.0008	21.5	0.0009
23	0.0005	22.5	0.0006
24	0.0003	23.5	0.0004
25	0.0000	24.5	0.0001
26	-0.0002	25.5	-0.0001
27	-0.0004	26.5	-0.0003
28	-0.0005	27.5	-0.0005
29	-0.0006	28.5	-0.0006
30	-0.0007	29.5	-0.0007
31	-0.0006	30.5	-0.0007
32	-0.0005	31.5	-0.0006
33	-0.0003	32.5	-0.0004
34	-0.0001	33.5	-0.0002
35	0	34.5	0.0000

Lampiran 22 Tekanan Tanah di Belakang Dinding Penggalian Kedua Iterasi Ketiga

H (m)	P ₀	δ (m)	Ks (kN/m ²)	Pa (kN)	Pa min (kN)	Pa pakai	Spring	
0	3.27	0.0000	32280.7	2.92	0.00	2.92	Yes	32280.70
1	11.86	0.0000	32280.7	11.69	4.30	11.69	Yes	32280.70
2	20.84	0	15625	20.84	6.63	20.84	Yes	15625.00
3	28.64	0.0000	15625	28.48	8.95	28.48	Yes	15625.00
4	27.94	0.0000	54945.05	27.39	11.28	27.39	Yes	54945.05
5	27.94	0.0000	54945.05	27.82	17.02	27.82	Yes	54945.05
6	32.22	0.0000	29473.68	31.66	19.65	31.66	Yes	29473.68
7	37.35	0.0000	29473.68	36.46	21.30	36.46	Yes	29473.68
8	42.32	0.0000	23437.5	41.78	21.96	41.78	Yes	23437.50
9	47.69	0.0000	23437.5	47.41	15.15	47.41	Yes	23437.50
10	50.63	0.0001	23437.5	48.59	16.19	48.59	Yes	23437.50
11	53.57	0.0002	23437.5	48.58	17.23	48.58	Yes	23437.50
12	74.62	0.0004	13020.83	69.57	18.26	69.57	Yes	13020.83
13	95.42	0.0006	13020.83	87.63	23.61	87.63	Yes	13020.83
14	97.83	0.0008	13020.83	87.16	24.32	87.16	Yes	13020.83
15	100.25	0.0010	13020.83	86.78	25.03	86.78	Yes	13020.83
16	108.83	0.0012	2083.33	106.29	25.74	106.29	Yes	2083.33
17	119.19	0.0013	2083.33	116.41	31.40	116.41	Yes	2083.33
18	125.19	0.0014	2083.33	122.36	32.41	122.36	Yes	2083.33
19	131.19	0.0013	2083.33	128.51	33.43	128.51	Yes	2083.33
20	106.65	0.0011	18229.17	85.82	34.44	85.82	Yes	18229.17
21	79.30	0.0010	18229.17	61.85	35.46	61.85	Yes	18229.17
22	113.59	0.0008	997.44	112.83	36.47	112.83	Yes	997.44
23	149.19	0.0005	997.44	148.67	37.48	148.67	Yes	997.44
24	112.96	0.0003	32280.7	104.21	38.50	104.21	Yes	32280.70
25	75.46	0.0000	32280.7	74.98	85.64	85.64	No	0
26	77.77	-0.0002	32280.7	70.83	86.75	86.75	No	0
27	80.09	-0.0004	32280.7	67.04	87.85	87.85	No	0
28	127.72	-0.0005	533.33	127.43	88.96	127.43	Yes	533.33
29	176.78	-0.0006	533.33	176.44	90.07	176.44	Yes	533.33
30	128.83	-0.0007	49122.81	95.87	91.17	95.87	Yes	49122.81
31	80.06	-0.0006	49122.81	49.36	92.28	92.28	No	0
32	75.65	-0.0005	110961.2	20.83	93.39	93.39	No	0
33	71.37	-0.0003	110961.2	37.64	78.03	78.03	No	0
34	74.77	-0.0001	110961.2	62.45	79.53	79.53	No	0
35	78.17	0	110961.2	78.17	81.03	81.03	No	0

**Lampiran 23 Tekanan Tanah di Depan Dinding Penggalian
Kedua Iterasi Ketiga**

H (m)	P ₀	δ (m)	K _s (kN/m ²)	P _p (kN)	P _p max (kN)	P _p pakai	Spring
4.5	4	0.0000	54945.05	4.27	10.18	4.27	Yes 54945.05
5.5	12	0.0000	54945.05	12.60	30.55	12.60	Yes 54945.05
6.5	18.21	0.0000	29473.68	18.98	39.65	18.98	Yes 29473.68
7.5	22.63	0.0000	29473.68	23.52	49.28	23.52	Yes 29473.68
8.5	27.51	0.0000	23437.5	27.77	53.10	27.77	Yes 23437.50
9.5	32.84	0.0000	23437.5	33.85	63.40	33.85	Yes 23437.50
10.5	38.18	0.0001	23437.5	41.50	73.69	41.50	Yes 23437.50
11.5	43.51	0.0003	23437.5	50.38	83.99	50.38	Yes 23437.50
12.5	47.51	0.0005	13020.83	53.86	88.42	53.86	Yes 13020.83
13.5	50.18	0.0007	13020.83	59.38	93.38	59.38	Yes 13020.83
14.5	52.84	0.0009	13020.83	64.93	98.35	64.93	Yes 13020.83
15.5	55.51	0.0011	13020.83	70.24	103.31	70.24	Yes 13020.83
16.5	59.84	0.0013	2083.33	62.52	96.51	62.52	Yes 2083.33
17.5	65.84	0.0014	2083.33	68.67	102.51	68.67	Yes 2083.33
18.5	71.84	0.0013	2083.33	74.62	108.51	74.62	Yes 2083.33
19.5	77.84	0.0012	2083.33	80.39	114.51	80.39	Yes 2083.33
20.5	82.84	0.0011	18229.17	102.00	157.01	102.00	Yes 18229.17
21.5	86.84	0.0009	997.44	87.70	164.59	87.70	Yes 997.44
22.5	90.84	0.0006	997.44	91.48	97.09	91.48	Yes 997.44
23.5	94.84	0.0004	32280.7	107.66	101.09	101.09	No. 0.00
24.5	99.26	0.0001	32280.7	103.75	220.01	103.75	Yes 32280.70
25.5	104.11	-0.0001	32280.7	107.56	230.74	107.56	Yes 32280.70
26.5	108.95	-0.0003	32280.7	119.21	241.47	119.21	Yes 32280.70
27.5	113.79	-0.0005	533.33	114.05	252.21	114.05	Yes 533.33
28.5	118.32	-0.0006	533.33	118.64	154.99	118.64	Yes 533.33
29.5	122.54	-0.0007	49122.81	155.26	159.21	155.26	Yes 49122.81
30.5	128.34	-0.0007	49122.81	160.86	317.50	160.86	Yes 49122.81
31.5	135.71	-0.0006	110961.2	199.29	335.73	199.29	Yes 110961.2
32.5	144.29	-0.0004	110961.2	189.45	430.68	189.45	Yes 110961.2
33.5	154.08	-0.0002	110961.2	176.93	459.90	176.93	Yes 110961.2
34.5	163.87	0.0000	110961.2	168.53	489.12	168.53	Yes 110961.2

Lampiran 24 Hasil Defleksi pada Tiap Titik Tangkap Beban
Penggalian Kedua Iterasi Ketiga

H (m)	δ (m)	H (m)	δ (m)
0	-0.0002	0	-0.0002
1	-0.0001	0.5	-0.0002
2	0	1.5	-0.0001
3	0.0001	2.5	0.0001
4	0.0002	3.5	0.0002
5	0.0004	4.5	0.0003
6	0.0005	5.5	0.0004
7	0.0006	6.5	0.0006
8	0.0008	7.5	0.0007
9	0.0010	8.5	0.0009
10	0.0012	9.5	0.0011
11	0.0014	10.5	0.0013
12	0.0016	11.5	0.0015
13	0.0018	12.5	0.0017
14	0.0020	13.5	0.0019
15	0.0022	14.5	0.0021
16	0.0023	15.5	0.0023
17	0.0024	16.5	0.0024
18	0.0023	17.5	0.0023
19	0.0021	18.5	0.0022
20	0.0018	19.5	0.0020
21	0.0016	20.5	0.0017
22	0.0013	21.5	0.0014
23	0.0009	22.5	0.0011
24	0.0006	23.5	0.0008
25	0.0003	24.5	0.0005
26	0.0001	25.5	0.0002
27	-0.0001	26.5	0.0000
28	-0.0003	27.5	-0.0002
29	-0.0004	28.5	-0.0003
30	-0.0005	29.5	-0.0004
31	-0.0005	30.5	-0.0005
32	-0.0004	31.5	-0.0004
33	-0.0002	32.5	-0.0003
34	-0.0001	33.5	-0.0002
35	0	34.5	0.0000

**Lampiran 25 Tekanan Tanah di Belakang Dinding Penggalian
Kedua Iterasi Keempat**

H (m)	P ₀	δ (m)	K _s (kN/m ²)	P _a (kN)	P _a min (kN)	P _a pakai	Spring	
0	3.27	-0.0002	32280.7	-3.51	0	0	No	0
1	11.86	-0.0001	32280.7	8.44	4.30	8.44	Yes	32280.70
2	20.84	0	15625	20.84	6.63	20.84	Yes	15625.00
3	28.64	0.0001	15625	26.75	8.95	26.75	Yes	15625.00
4	27.94	0.0002	54945.05	14.64	11.28	14.64	Yes	54945.05
5	27.94	0.0004	54945.05	7.94	17.02	17.02	No	0.00
6	32.22	0.0005	29473.68	17.60	19.65	19.65	No	0.00
7	37.35	0.0006	29473.68	18.42	21.30	21.30	No	0.00
8	42.32	0.0008	23437.5	23.43	21.96	23.43	Yes	23437.50
9	47.69	0.0010	23437.5	24.51	15.15	24.51	Yes	23437.50
10	50.63	0.0012	23437.5	22.79	16.19	22.79	Yes	23437.50
11	53.57	0.0014	23437.5	20.88	17.23	20.88	Yes	23437.50
12	74.62	0.0016	13020.83	53.57	18.26	53.57	Yes	13020.83
13	95.42	0.0018	13020.83	71.46	23.61	71.46	Yes	13020.83
14	97.83	0.0020	13020.83	71.19	24.32	71.19	Yes	13020.83
15	100.25	0.0022	13020.83	71.39	25.03	71.39	Yes	13020.83
16	108.83	0.0023	2083.33	103.97	25.74	103.97	Yes	2083.33
17	119.19	0.0024	2083.33	114.28	31.40	114.28	Yes	2083.33
18	125.19	0.0023	2083.33	120.44	32.41	120.44	Yes	2083.33
19	131.19	0.0021	2083.33	126.81	33.43	126.81	Yes	2083.33
20	106.65	0.0018	18229.17	73.02	34.44	73.02	Yes	18229.17
21	79.30	0.0016	18229.17	51.02	35.46	51.02	Yes	18229.17
22	113.59	0.0013	997.44	112.34	36.47	112.34	Yes	997.44
23	149.19	0.0009	997.44	148.26	37.48	148.26	Yes	997.44
24	112.96	0.0006	32280.7	92.91	38.50	92.91	Yes	32280.70
25	75.46	0.0003	32280.7	65.04	85.64	85.64	No	0
26	77.77	0.0001	32280.7	75.58	86.75	86.75	No	0
27	80.09	-0.0001	32280.7	75.73	87.85	87.85	No	0
28	127.72	-0.0003	533.33	127.57	88.96	127.57	Yes	533.33
29	176.78	-0.0004	533.33	176.58	90.07	176.58	Yes	533.33
30	128.83	-0.0005	49122.81	106.58	91.17	106.58	Yes	49122.81
31	80.06	-0.0005	49122.81	57.90	92.28	92.28	No	0
32	75.65	-0.0004	110961.2	34.04	93.39	93.39	No	0
33	71.37	-0.0002	110961.2	44.74	78.03	78.03	No	0
34	74.77	-0.0001	110961.2	64.67	79.53	79.53	No	0
35	78.17	0	110961.2	78.17	81.03	81.03	No	0

**Lampiran 26 Tekanan Tanah di Depan Dinding Penggalian
Kedua Iterasi Keempat**

H (m)	P ₀	δ (m)	K _s (kN/m ²)	P _p (kN)	P _p max (kN)	P _p pakai	Spring	
4.5	4	0.0003	54945.05	20.59	10.18	10.18	No.	0.00
5.5	12	0.0004	54945.05	35.52	30.55	30.55	No.	0.00
6.5	18.21	0.0006	29473.68	34.89	39.65	34.89	Yes	29473.68
7.5	22.63	0.0007	29473.68	43.88	49.28	43.88	Yes	29473.68
8.5	27.51	0.0009	23437.5	48.46	53.10	48.46	Yes	23437.50
9.5	32.84	0.0011	23437.5	58.30	63.40	58.30	Yes	23437.50
10.5	38.18	0.0013	23437.5	68.39	73.69	68.39	Yes	23437.50
11.5	43.51	0.0015	23437.5	78.74	83.99	78.74	Yes	23437.50
12.5	47.51	0.0017	13020.83	70.01	88.42	70.01	Yes	13020.83
13.5	50.18	0.0019	13020.83	75.50	93.38	75.50	Yes	13020.83
14.5	52.84	0.0021	13020.83	80.64	98.35	80.64	Yes	13020.83
15.5	55.51	0.0023	13020.83	85.21	103.31	85.21	Yes	13020.83
16.5	59.84	0.0024	2083.33	64.75	96.51	64.75	Yes	2083.33
17.5	65.84	0.0023	2083.33	70.70	102.51	70.70	Yes	2083.33
18.5	71.84	0.0022	2083.33	76.43	108.51	76.43	Yes	2083.33
19.5	77.84	0.0020	2083.33	81.97	114.51	81.97	Yes	2083.33
20.5	82.84	0.0017	18229.17	113.80	157.01	113.80	Yes	18229.17
21.5	86.84	0.0014	997.44	88.24	164.59	88.24	Yes	997.44
22.5	90.84	0.0011	997.44	91.93	97.09	91.93	Yes	997.44
23.5	94.84	0.0008	32280.7	119.92	101.09	101.09	No.	0.00
24.5	99.26	0.0005	32280.7	114.27	220.01	114.27	Yes	32280.70
25.5	104.11	0.0002	32280.7	110.14	230.74	110.14	Yes	32280.70
26.5	108.95	0.0000	32280.7	110.34	241.47	110.34	Yes	32280.70
27.5	113.79	-0.0002	533.33	113.91	252.21	113.91	Yes	533.33
28.5	118.32	-0.0003	533.33	118.51	154.99	118.51	Yes	533.33
29.5	122.54	-0.0004	49122.81	143.76	159.21	143.76	Yes	49122.81
30.5	128.34	-0.0005	49122.81	151.13	317.50	151.13	Yes	49122.81
31.5	135.71	-0.0004	110961.2	182.87	335.73	182.87	Yes	110961.2
32.5	144.29	-0.0003	110961.2	179.35	430.68	179.35	Yes	110961.2
33.5	154.08	-0.0002	110961.2	172.61	459.90	172.61	Yes	110961.2
34.5	163.87	0.0000	110961.2	167.86	489.12	167.86	Yes	110961.2

Lampiran 27 Hasil Defleksi pada Tiap Titik Tangkap Beban
Penggalian Kedua Iterasi Keempat

H (m)	δ (m)	H (m)	δ (m)
0	0.0000	0	0.0000
1	0.0000	0.5	0.0000
2	0	1.5	0.0000
3	0.0000	2.5	0.0000
4	0.0000	3.5	0.0000
5	-0.0001	4.5	-0.0001
6	-0.0001	5.5	-0.0001
7	-0.0001	6.5	-0.0001
8	-0.0001	7.5	-0.0001
9	-0.0001	8.5	-0.0001
10	0.0000	9.5	-0.0001
11	0.0001	10.5	0.0001
12	0.0003	11.5	0.0002
13	0.0006	12.5	0.0004
14	0.0008	13.5	0.0007
15	0.0010	14.5	0.0009
16	0.0012	15.5	0.0011
17	0.0013	16.5	0.0013
18	0.0014	17.5	0.0014
19	0.0013	18.5	0.0013
20	0.0012	19.5	0.0012
21	0.0010	20.5	0.0011
22	0.0008	21.5	0.0009
23	0.0006	22.5	0.0007
24	0.0004	23.5	0.0005
25	0.0002	24.5	0.0003
26	0.0000	25.5	0.0001
27	-0.0001	26.5	0.0000
28	-0.0002	27.5	-0.0001
29	-0.0003	28.5	-0.0002
30	-0.0003	29.5	-0.0003
31	-0.0003	30.5	-0.0003
32	-0.0003	31.5	-0.0003
33	-0.0002	32.5	-0.0002
34	-0.0001	33.5	-0.0001
35	0	34.5	0.0000

Lampiran 28 Tekanan Tanah di Belakang Dinding Penggalian Ketiga Iterasi Kedua

H (m)	P ₀	δ (m)	K _s (kN/m ²)	Pa (kN)	Pa min (kN)	Pa pakai	Spring	
0	3.27	-0.0005	32280.7	-12.54	0	0	No	0
1	11.86	-0.0002	32280.7	3.86	4.30	4.30	No	0
2	20.84	0	15625	20.84	6.63	20.84	Yes	15625
3	28.64	0.0003	15625	24.37	8.95	24.37	Yes	15625
4	27.94	0.0005	54945.05	-1.79	11.28	11.28	No	0
5	27.94	0.0008	54945.05	-15.91	17.02	17.02	No	0
6	32.22	0.0010	29473.68	1.51	19.65	19.65	No	0
7	37.35	0.0013	29473.68	-0.35	21.30	21.30	No	0
8	42.32	0.0015	23437.5	6.51	21.96	21.96	No	0
9	47.69	0.0018	23437.5	5.48	15.15	15.15	No	0
10	50.63	0.0021	23437.5	1.18	16.19	16.19	No	0
11	53.57	0.0025	23437.5	-4.04	17.23	17.23	No	0
12	74.62	0.0028	13020.83	37.63	18.26	37.63	Yes	13020.83
13	95.42	0.0032	13020.83	53.34	23.61	53.34	Yes	13020.83
14	97.83	0.0036	13020.83	51.00	24.32	51.00	Yes	13020.83
15	100.25	0.0039	13020.83	49.30	25.03	49.30	Yes	13020.83
16	108.83	0.0041	2083.33	100.20	25.74	100.20	Yes	2083.33
17	119.19	0.0042	2083.33	110.35	31.40	110.35	Yes	2083.33
18	125.19	0.0042	2083.33	116.47	32.41	116.47	Yes	2083.33
19	131.19	0.0040	2083.33	122.91	33.43	122.91	Yes	2083.33
20	106.65	0.0036	18229.17	40.24	34.44	40.24	Yes	18229.17
21	79.30	0.0033	18229.17	20.02	35.46	35.46	No	0
22	113.59	0.0028	997.44	110.75	36.47	110.75	Yes	997.44
23	149.19	0.0024	997.44	146.79	37.48	146.79	Yes	997.44
24	112.96	0.0020	32280.7	49.59	38.50	49.59	Yes	32280.7
25	75.46	0.0015	32280.7	25.59	85.64	85.64	No	0
26	77.77	0.0012	32280.7	39.78	86.75	86.75	No	0
27	80.09	0.0009	32280.7	52.20	87.85	87.85	No	0
28	127.72	0.0006	533.33	127.40	88.96	127.40	Yes	533.33
29	176.78	0.0004	533.33	176.59	90.07	176.59	Yes	533.33
30	128.83	0.0002	49122.81	120.53	91.17	120.53	Yes	49122.81
31	80.06	0.0000	49122.81	79.17	92.28	92.28	No	0
32	75.65	-0.0001	110961.2	68.66	93.39	93.39	No	0
33	71.37	-0.0001	110961.2	62.94	78.03	78.03	No	0
34	74.77	0.0000	110961.2	70.33	79.53	79.53	No	0
35	78.17	0	110961.2	78.17	81.03	81.03	No	0

Lampiran 29 Tekanan Tanah di Depan Dinding Penggalian
Ketiga Iterasi Kedua

H (m)	P ₀	δ (m)	K _s (kN/m ²)	P _p (kN)	P _p max (kN)	P _p pakai	Spring	
6.5	2.21	0.0012	29473.68	36.40	4.81	4.81	No.	0
7.5	6.63	0.0014	29473.68	47.89	14.44	14.44	No.	0
8.5	11.51	0.0017	23437.5	50.42	22.22	22.22	No.	0
9.5	16.84	0.0020	23437.5	62.55	32.51	32.51	No.	0
10.5	22.18	0.0023	23437.5	75.57	42.81	42.81	No.	0
11.5	27.51	0.0026	23437.5	89.50	53.10	53.10	No.	0
12.5	31.51	0.0030	13020.83	71.03	58.64	58.64	No.	0
13.5	34.18	0.0034	13020.83	78.67	63.60	63.60	No.	0
14.5	36.84	0.0038	13020.83	85.83	68.57	68.57	No.	0
15.5	39.51	0.0040	13020.83	92.10	73.53	73.53	No.	0
16.5	43.84	0.0042	2083.33	52.61	80.51	52.61	Yes	2083.33
17.5	49.84	0.0042	2083.33	58.66	86.51	58.66	Yes	2083.33
18.5	55.84	0.0041	2083.33	64.38	92.51	64.38	Yes	2083.33
19.5	61.84	0.0038	2083.33	69.80	98.51	69.80	Yes	2083.33
20.5	66.84	0.0034	18229.17	129.71	126.68	126.68	No.	0.00
21.5	70.84	0.0030	997.44	73.88	134.27	73.88	Yes	997.44
22.5	74.84	0.0026	997.44	77.46	81.09	77.46	Yes	997.44
23.5	78.84	0.0022	32280.7	149.34	85.09	85.09	No.	0.00
24.5	83.26	0.0017	32280.7	139.63	184.55	139.63	Yes	32280.70
25.5	88.11	0.0014	32280.7	131.72	195.28	131.72	Yes	32280.70
26.5	92.95	0.0010	32280.7	125.58	206.01	125.58	Yes	32280.70
27.5	97.79	0.0007	533.33	98.18	216.74	98.18	Yes	533.33
28.5	102.32	0.0005	533.33	102.58	138.99	102.58	Yes	533.33
29.5	106.54	0.0003	49122.81	119.41	143.21	119.41	Yes	49122.81
30.5	112.34	0.0001	49122.81	116.42	277.92	116.42	Yes	49122.81
31.5	119.71	0.0000	110961.2	123.59	296.15	123.59	Yes	110961.2
32.5	128.29	-0.0001	110961.2	137.27	382.92	137.27	Yes	110961.2
33.5	138.08	-0.0001	110961.2	145.29	412.14	145.29	Yes	110961.2
34.5	147.87	0.0000	110961.2	150.08	441.36	150.08	Yes	110961.2

**Lampiran 30 Hasil Defleksi pada Tiap Titik Tangkap Beban
Penggalian Ketiga Iterasi Kedua**

H (m)	δ (m)	H (m)	δ (m)
0	-0.0017	0	-0.0017
1	-0.0009	0.5	-0.0013
2	0	1.5	-0.0004
3	0.0009	2.5	0.0005
4	0.0018	3.5	0.0014
5	0.0026	4.5	0.0022
6	0.0034	5.5	0.0030
7	0.0039	6.5	0.0037
8	0.0043	7.5	0.0041
9	0.0046	8.5	0.0045
10	0.0047	9.5	0.0047
11	0.0048	10.5	0.0048
12	0.0048	11.5	0.0048
13	0.0047	12.5	0.0047
14	0.0046	13.5	0.0047
15	0.0045	14.5	0.0046
16	0.0043	15.5	0.0044
17	0.0040	16.5	0.0042
18	0.0037	17.5	0.0039
19	0.0032	18.5	0.0034
20	0.0027	19.5	0.0029
21	0.0022	20.5	0.0024
22	0.0017	21.5	0.0020
23	0.0013	22.5	0.0015
24	0.0009	23.5	0.0011
25	0.0006	24.5	0.0007
26	0.0004	25.5	0.0005
27	0.0002	26.5	0.0003
28	0.0002	27.5	0.0002
29	0.0001	28.5	0.0001
30	0.0000	29.5	0.0000
31	0.0000	30.5	0.0000
32	-0.0001	31.5	-0.0001
33	-0.0001	32.5	-0.0001
34	0.0000	33.5	-0.0001
35	0	34.5	0.0000

**Lampiran 31 Tekanan Tanah di Belakang Dinding Penggalian
Ketiga Iterasi Ketiga**

H (m)	P ₀	δ (m)	Ks (kN/m ²)	Pa (kN)	Pa min (kN)	Pa pakai	Spring	
0	3.27	-0.0017	32280.7	-51.54	0	0	No	0
1	11.86	-0.0009	32280.7	-15.83	4.30	4.30	No	0
2	20.84	0	15625	20.84	6.63	20.84	Yes	15625
3	28.64	0.0009	15625	14.31	8.95	14.31	Yes	15625
4	27.94	0.0018	54945.05	-71.90	11.28	11.28	No	0
5	27.94	0.0026	54945.05	-117.34	17.02	17.02	No	0
6	32.22	0.0034	29473.68	-66.63	19.65	19.65	No	0
7	37.35	0.0039	29473.68	-78.16	21.30	21.30	No	0
8	42.32	0.0043	23437.5	-59.21	21.96	21.96	No	0
9	47.69	0.0046	23437.5	-60.12	15.15	15.15	No	0
10	50.63	0.0047	23437.5	-60.58	16.19	16.19	No	0
11	53.57	0.0048	23437.5	-58.76	17.23	17.23	No	0
12	74.62	0.0048	13020.83	12.49	18.26	18.26	No	0
13	95.42	0.0047	13020.83	34.11	23.61	34.11	Yes	13020.83
14	97.83	0.0046	13020.83	37.78	24.32	37.78	Yes	13020.83
15	100.25	0.0045	13020.83	41.92	25.03	41.92	Yes	13020.83
16	108.83	0.0043	2083.33	99.87	25.74	99.87	Yes	2083.33
17	119.19	0.0040	2083.33	110.80	31.40	110.80	Yes	2083.33
18	125.19	0.0037	2083.33	117.57	32.41	117.57	Yes	2083.33
19	131.19	0.0032	2083.33	124.52	33.43	124.52	Yes	2083.33
20	106.65	0.0027	18229.17	57.63	34.44	57.63	Yes	18229.17
21	79.30	0.0022	18229.17	39.34	35.46	39.34	Yes	18229.17
22	113.59	0.0017	997.44	111.86	36.47	111.86	Yes	997.44
23	149.19	0.0013	997.44	147.89	37.48	147.89	Yes	997.44
24	112.96	0.0009	32280.7	83.39	38.50	83.39	Yes	32280.7
25	75.46	0.0006	32280.7	55.96	85.64	85.64	No	0
26	77.77	0.0004	32280.7	65.48	86.75	86.75	No	0
27	80.09	0.0002	32280.7	72.37	87.85	87.85	No	0
28	127.72	0.0002	533.33	127.64	88.96	127.64	Yes	533.33
29	176.78	0.0001	533.33	176.74	90.07	176.74	Yes	533.33
30	128.83	0.0000	49122.81	128.09	91.17	128.09	Yes	49122.81
31	80.06	0.0000	49122.81	78.14	92.28	92.28	No	0
32	75.65	-0.0001	110961.2	68.21	93.39	93.39	No	0
33	71.37	-0.0001	110961.2	64.38	78.03	78.03	No	0
34	74.77	0.0000	110961.2	71.33	79.53	79.53	No	0
35	78.17	0	110961.2	78.17	81.03	81.03	No	0

**Lampiran 32 Tekanan Tanah di Depan Dinding Penggalan
Ketiga Iterasi Ketiga**

H (m)	P ₀	δ (m)	K _s (kN/m ²)	P _p (kN)	P _p max (kN)	P _p pakai	Spring	
6.5	2.21	0.0037	29473.68	109.94	4.81	4.81	No.	0
7.5	6.63	0.0041	29473.68	128.77	14.44	14.44	No.	0
8.5	11.51	0.0045	23437.5	116.58	22.22	22.22	No.	0
9.5	16.84	0.0047	23437.5	126.67	32.51	32.51	No.	0
10.5	22.18	0.0048	23437.5	134.18	42.81	42.81	No.	0
11.5	27.51	0.0048	23437.5	139.73	53.10	53.10	No.	0
12.5	31.51	0.0047	13020.83	93.27	58.64	58.64	No.	0
13.5	34.18	0.0047	13020.83	94.89	63.60	63.60	No.	0
14.5	36.84	0.0046	13020.83	96.09	68.57	68.57	No.	0
15.5	39.51	0.0044	13020.83	96.75	73.53	73.53	No.	0
16.5	43.84	0.0042	2083.33	52.54	80.51	52.54	Yes	2083.33
17.5	49.84	0.0039	2083.33	57.87	86.51	57.87	Yes	2083.33
18.5	55.84	0.0034	2083.33	63.00	92.51	63.00	Yes	2083.33
19.5	61.84	0.0029	2083.33	67.98	98.51	67.98	Yes	2083.33
20.5	66.84	0.0024	18229.17	111.19	126.68	111.19	Yes	18229.17
21.5	70.84	0.0020	997.44	72.79	134.27	72.79	Yes	997.44
22.5	74.84	0.0015	997.44	76.35	81.09	76.35	Yes	997.44
23.5	78.84	0.0011	32280.7	114.45	85.09	85.09	No.	0.00
24.5	83.26	0.0007	32280.7	107.34	184.55	107.34	Yes	32280.70
25.5	88.11	0.0005	32280.7	103.57	195.28	103.57	Yes	32280.70
26.5	92.95	0.0003	32280.7	102.60	206.01	102.60	Yes	32280.70
27.5	97.79	0.0002	533.33	97.89	216.74	97.89	Yes	533.33
28.5	102.32	0.0001	533.33	102.38	138.99	102.38	Yes	533.33
29.5	106.54	0.0000	49122.81	108.75	143.21	108.75	Yes	49122.81
30.5	112.34	0.0000	49122.81	113.22	277.92	113.22	Yes	49122.81
31.5	119.71	-0.0001	110961.2	126.37	296.15	126.37	Yes	110961.2
32.5	128.29	-0.0001	110961.2	136.28	382.92	136.28	Yes	110961.2
33.5	138.08	-0.0001	110961.2	143.85	412.14	143.85	Yes	110961.2
34.5	147.87	0.0000	110961.2	149.64	441.36	149.64	Yes	110961.2

**Lampiran 33 Hasil Defleksi pada Tiap Titik Tangkap Beban
Penggalian Ketiga Iterasi Ketiga**

H (m)	δ (m)	H (m)	δ (m)
0	-0.0019	0	-0.0019
1	-0.0009	0.5	-0.0014
2	0	1.5	-0.0005
3	0.0009	2.5	0.0005
4	0.0018	3.5	0.0014
5	0.0026	4.5	0.0023
6	0.0033	5.5	0.0030
7	0.0038	6.5	0.0036
8	0.0042	7.5	0.0040
9	0.0044	8.5	0.0043
10	0.0045	9.5	0.0044
11	0.0045	10.5	0.0045
12	0.0044	11.5	0.0045
13	0.0044	12.5	0.0044
14	0.0044	13.5	0.0044
15	0.0043	14.5	0.0044
16	0.0043	15.5	0.0043
17	0.0041	16.5	0.0042
18	0.0039	17.5	0.0040
19	0.0036	18.5	0.0038
20	0.0032	19.5	0.0034
21	0.0028	20.5	0.0030
22	0.0024	21.5	0.0026
23	0.0020	22.5	0.0022
24	0.0016	23.5	0.0018
25	0.0012	24.5	0.0014
26	0.0010	25.5	0.0011
27	0.0007	26.5	0.0008
28	0.0005	27.5	0.0006
29	0.0004	28.5	0.0005
30	0.0002	29.5	0.0003
31	0.0001	30.5	0.0002
32	0.0000	31.5	0.0000
33	0.0000	32.5	0.0000
34	0.0000	33.5	0.0000
35	0	34.5	0.0000

Lampiran 34 Tekanan Tanah di Belakang Dinding Penggalian Ketiga Iterasi Keempat

H (m)	P ₀	δ (m)	K _s (kN/m ²)	Pa (kN)	Pa min (kN)	Pa pakai	Spring	
0	3.27	-0.0019	32280.7	-57.25	0	0	No	0
1	11.86	-0.0009	32280.7	-18.42	4.30	4.30	No	0
2	20.84	0	15625	20.84	6.63	20.84	Yes	15625
3	28.64	0.0009	15625	13.82	8.95	13.82	Yes	15625
4	27.94	0.0018	54945.05	-73.49	11.28	11.28	No	0
5	27.94	0.0026	54945.05	-117.28	17.02	17.02	No	0
6	32.22	0.0033	29473.68	-65.16	19.65	19.65	No	0
7	37.35	0.0038	29473.68	-74.92	21.30	21.30	No	0
8	42.32	0.0042	23437.5	-55.11	21.96	21.96	No	0
9	47.69	0.0044	23437.5	-54.59	15.15	15.15	No	0
10	50.63	0.0045	23437.5	-53.85	16.19	16.19	No	0
11	53.57	0.0045	23437.5	-51.29	17.23	17.23	No	0
12	74.62	0.0044	13020.83	16.71	18.26	18.26	No	0.00
13	95.42	0.0044	13020.83	37.93	23.61	37.93	Yes	13020.83
14	97.83	0.0044	13020.83	40.76	24.32	40.76	Yes	13020.83
15	100.25	0.0043	13020.83	43.65	25.03	43.65	Yes	13020.83
16	108.83	0.0043	2083.33	99.90	25.74	99.90	Yes	2083.33
17	119.19	0.0041	2083.33	110.56	31.40	110.56	Yes	2083.33
18	125.19	0.0039	2083.33	117.05	32.41	117.05	Yes	2083.33
19	131.19	0.0036	2083.33	123.74	33.43	123.74	Yes	2083.33
20	106.65	0.0032	18229.17	48.70	34.44	48.70	Yes	18229.17
21	79.30	0.0028	18229.17	28.82	35.46	35.46	No	0.00
22	113.59	0.0024	997.44	111.22	36.47	111.22	Yes	997.44
23	149.19	0.0020	997.44	147.23	37.48	147.23	Yes	997.44
24	112.96	0.0016	32280.7	61.96	38.50	61.96	Yes	32280.70
25	75.46	0.0012	32280.7	35.63	85.64	85.64	No	0
26	77.77	0.0010	32280.7	47.11	86.75	86.75	No	0
27	80.09	0.0007	32280.7	56.71	87.85	87.85	No	0
28	127.72	0.0005	533.33	127.43	88.96	127.43	Yes	533.33
29	176.78	0.0004	533.33	176.58	90.07	176.58	Yes	533.33
30	128.83	0.0002	49122.81	117.73	91.17	117.73	Yes	49122.81
31	80.06	0.0001	49122.81	75.39	92.28	92.28	No	0
32	75.65	0.0000	110961.2	74.84	93.39	93.39	No	0
33	71.37	0.0000	110961.2	68.04	78.03	78.03	No	0
34	74.77	0.0000	110961.2	72.22	79.53	79.53	No	0
35	78.17	0	110961.2	78.17	81.03	81.03	No	0

Lampiran 35 Tekanan Tanah di Depan Dinding Penggalian
Ketiga Iterasi Keempat

H (m)	P ₀	δ (m)	K _s (kN/m ²)	P _p (kN)	P _p max (kN)	P _p pakai	Spring	
6.5	2.21	0.0036	29473.68	107.61	4.81	4.81	No.	0
7.5	6.63	0.0040	29473.68	124.56	14.44	14.44	No.	0
8.5	11.51	0.0043	23437.5	111.73	22.22	22.22	No.	0
9.5	16.84	0.0044	23437.5	120.48	32.51	32.51	No.	0
10.5	22.18	0.0045	23437.5	127.01	42.81	42.81	No.	0
11.5	27.51	0.0045	23437.5	132.13	53.10	53.10	No.	0
12.5	31.51	0.0044	13020.83	89.20	58.64	58.64	No.	0
13.5	34.18	0.0044	13020.83	91.44	63.60	63.60	No.	0
14.5	36.84	0.0044	13020.83	93.69	68.57	68.57	No.	0
15.5	39.51	0.0043	13020.83	95.75	73.53	73.53	No.	0
16.5	43.84	0.0042	2083.33	52.64	80.51	52.64	Yes	2083.33
17.5	49.84	0.0040	2083.33	58.25	86.51	58.25	Yes	2083.33
18.5	55.84	0.0038	2083.33	63.66	92.51	63.66	Yes	2083.33
19.5	61.84	0.0034	2083.33	68.89	98.51	68.89	Yes	2083.33
20.5	66.84	0.0030	18229.17	120.98	126.68	120.98	Yes	18229.17
21.5	70.84	0.0026	997.44	73.40	134.27	73.40	Yes	997.44
22.5	74.84	0.0022	997.44	77.01	81.09	77.01	Yes	997.44
23.5	78.84	0.0018	32280.7	136.01	85.09	85.09	No.	0.00
24.5	83.26	0.0014	32280.7	128.36	184.55	128.36	Yes	32280.70
25.5	88.11	0.0011	32280.7	123.00	195.28	123.00	Yes	32280.70
26.5	92.95	0.0008	32280.7	119.64	206.01	119.64	Yes	32280.70
27.5	97.79	0.0006	533.33	98.12	216.74	98.12	Yes	533.33
28.5	102.32	0.0005	533.33	102.57	138.99	102.57	Yes	533.33
29.5	106.54	0.0003	49122.81	121.18	143.21	121.18	Yes	49122.81
30.5	112.34	0.0002	49122.81	119.85	277.92	119.85	Yes	49122.81
31.5	119.71	0.0000	110961.2	124.37	296.15	124.37	Yes	110961.2
32.5	128.29	0.0000	110961.2	130.62	382.92	130.62	Yes	110961.2
33.5	138.08	0.0000	110961.2	141.85	412.14	141.85	Yes	110961.2
34.5	147.87	0.0000	110961.2	149.42	441.36	149.42	Yes	110961.2

Lampiran 36 Hasil Defleksi pada Tiap Titik Tangkap Beban
Penggalian Ketiga Iterasi Keempat

H (m)	δ (m)	H (m)	δ (m)
0	-0.0019	0	-0.0019
1	-0.0010	0.5	-0.0014
2	0	1.5	-0.0005
3	0.0010	2.5	0.0005
4	0.0019	3.5	0.0014
5	0.0027	4.5	0.0023
6	0.0034	5.5	0.0031
7	0.0039	6.5	0.0037
8	0.0042	7.5	0.0041
9	0.0045	8.5	0.0044
10	0.0045	9.5	0.0045
11	0.0045	10.5	0.0046
12	0.0045	11.5	0.0045
13	0.0044	12.5	0.0045
14	0.0043	13.5	0.0044
15	0.0043	14.5	0.0043
16	0.0041	15.5	0.0042
17	0.0039	16.5	0.0040
18	0.0036	17.5	0.0038
19	0.0032	18.5	0.0034
20	0.0028	19.5	0.0030
21	0.0023	20.5	0.0026
22	0.0019	21.5	0.0021
23	0.0015	22.5	0.0017
24	0.0011	23.5	0.0013
25	0.0008	24.5	0.0009
26	0.0005	25.5	0.0007
27	0.0004	26.5	0.0005
28	0.0003	27.5	0.0003
29	0.0002	28.5	0.0002
30	0.0001	29.5	0.0001
31	0.0000	30.5	0.0000
32	-0.0001	31.5	0.0000
33	-0.0001	32.5	-0.0001
34	0.0000	33.5	0.0000
35	0	34.5	0.0000

**Lampiran 37 Tekanan Tanah di Belakang Dinding Penggalan
Keempat Iterasi Kedua**

H (m)	P ₀	δ (m)	K _s (kN/m ²)	Pa (kN)	Pa min (kN)	Pa pakai	Spring	
0	3.27	-0.0038	32280.7	-118.72	0	0	No	0
1	11.86	-0.0019	32280.7	-49.12	4.30	4.30	No	0
2	20.84	0	15625	20.84	6.63	20.84	Yes	15625
3	28.64	0.0019	15625	-0.99	8.95	8.95	No	0
4	27.94	0.0037	54945.05	-176.62	11.28	11.28	No	0
5	27.94	0.0054	54945.05	-268.93	17.02	17.02	No	0
6	32.22	0.0069	29473.68	-170.26	19.65	19.65	No	0
7	37.35	0.0081	29473.68	-200.54	21.30	21.30	No	0
8	42.32	0.0090	23437.5	-167.98	21.96	21.96	No	0
9	47.69	0.0096	23437.5	-176.58	15.15	15.15	No	0
10	50.63	0.0099	23437.5	-180.88	16.19	16.19	No	0
11	53.57	0.0099	23437.5	-179.44	17.23	17.23	No	0
12	74.62	0.0098	13020.83	-53.19	18.26	18.26	No	0
13	95.42	0.0096	13020.83	-29.26	23.61	23.61	No	0
14	97.83	0.0093	13020.83	-22.67	24.32	24.32	No	0
15	100.25	0.0089	13020.83	-15.23	25.03	25.03	No	0
16	108.83	0.0084	2083.33	91.31	25.74	91.31	Yes	2083.33
17	119.19	0.0078	2083.33	102.88	31.40	102.88	Yes	2083.33
18	125.19	0.0071	2083.33	110.35	32.41	110.35	Yes	2083.33
19	131.19	0.0063	2083.33	118.04	33.43	118.04	Yes	2083.33
20	106.65	0.0054	18229.17	7.47	34.44	34.44	No	0
21	79.30	0.0046	18229.17	-4.48	35.46	35.46	No	0
22	113.59	0.0038	997.44	109.79	36.47	109.79	Yes	997.44
23	149.19	0.0031	997.44	146.13	37.48	146.13	Yes	997.44
24	112.96	0.0024	32280.7	35.84	38.50	38.50	No	0
25	75.46	0.0018	32280.7	16.90	85.64	85.64	No	0
26	77.77	0.0014	32280.7	33.90	86.75	86.75	No	0
27	80.09	0.0010	32280.7	47.42	87.85	87.85	No	0
28	127.72	0.0007	533.33	127.32	88.96	127.32	Yes	533.33
29	176.78	0.0005	533.33	176.51	90.07	176.51	Yes	533.33
30	128.83	0.0003	49122.81	112.91	91.17	112.91	Yes	49122.81
31	80.06	0.0002	49122.81	71.95	92.28	92.28	No	0
32	75.65	0.0001	110961.2	69.65	93.39	93.39	No	0
33	71.37	0.0000	110961.2	70.95	78.03	78.03	No	0
34	74.77	0.0000	110961.2	73.21	79.53	79.53	No	0
35	78.17	0	110961.2	78.17	81.03	81.03	No	0

**Lampiran 38 Tekanan Tanah di Depan Dinding Penggalian
Keempat Iterasi Kedua**

H (m)	P ₀	δ (m)	K _s (kN/m ²)	P _p (kN)	P _p max (kN)	P _p pakai	Spring	
8.5	2.67	0.0093	23437.5	220.85	5.15	5.15	No.	0
9.5	8	0.0098	23437.5	236.68	15.44	15.44	No.	0
10.5	13.33	0.0099	23437.5	246.23	25.74	25.74	No.	0
11.5	18.67	0.0099	23437.5	250.65	36.03	36.03	No.	0
12.5	22.67	0.0097	13020.83	149.06	42.19	42.19	No.	0
13.5	25.33	0.0094	13020.83	148.03	47.15	47.15	No.	0
14.5	28	0.0091	13020.83	146.10	52.11	52.11	No.	0
15.5	30.67	0.0086	13020.83	143.28	57.07	57.07	No.	0
16.5	35	0.0081	2083.33	51.94	71.67	51.94	Yes	2083.33
17.5	41	0.0075	2083.33	56.61	77.67	56.61	Yes	2083.33
18.5	47	0.0067	2083.33	61.02	83.67	61.02	Yes	2083.33
19.5	53	0.0059	2083.33	65.25	89.67	65.25	Yes	2083.33
20.5	58	0.0050	18229.17	149.31	109.93	109.93	No.	0
21.5	62	0.0042	997.44	66.18	117.51	66.18	Yes	997.44
22.5	66	0.0034	997.44	69.42	72.25	69.42	Yes	997.44
23.5	70	0.0027	32280.7	157.77	76.25	76.25	No.	0
24.5	74.42	0.0021	32280.7	141.69	164.95	141.69	Yes	32280.70
25.5	79.26	0.0016	32280.7	129.91	175.68	129.91	Yes	32280.70
26.5	84.11	0.0012	32280.7	121.87	186.41	121.87	Yes	32280.70
27.5	88.95	0.0009	533.33	89.41	197.14	89.41	Yes	533.33
28.5	93.48	0.0006	533.33	93.81	130.15	93.81	Yes	533.33
29.5	97.70	0.0004	49122.81	118.14	134.37	118.14	Yes	49122.81
30.5	103.50	0.0002	49122.81	115.09	256.04	115.09	Yes	49122.81
31.5	110.87	0.0001	110961.2	121.96	274.27	121.96	Yes	110961.2
32.5	119.44	0.0000	110961.2	121.22	356.53	121.22	Yes	110961.2
33.5	129.23	0.0000	110961.2	131.12	385.75	131.12	Yes	110961.2
34.5	139.02	0.0000	110961.2	140.24	414.97	140.24	Yes	110961.2

**Lampiran 39 Hasil Defleksi pada Tiap Titik Tangkap Beban
Penggalian Keempat Iterasi Kedua**

H (m)	δ (m)	H (m)	δ (m)
0	-0.0079	0	-0.0017
1	-0.0039	0.5	-0.0013
2	0	1.5	-0.0004
3	0.0040	2.5	0.0005
4	0.0078	3.5	0.0014
5	0.0114	4.5	0.0022
6	0.0147	5.5	0.0030
7	0.0176	6.5	0.0037
8	0.0199	7.5	0.0041
9	0.0218	8.5	0.0045
10	0.0230	9.5	0.0047
11	0.0238	10.5	0.0048
12	0.0240	11.5	0.0048
13	0.0237	12.5	0.0047
14	0.0229	13.5	0.0047
15	0.0218	14.5	0.0046
16	0.0203	15.5	0.0044
17	0.0185	16.5	0.0042
18	0.0164	17.5	0.0039
19	0.0143	18.5	0.0034
20	0.0120	19.5	0.0029
21	0.0098	20.5	0.0024
22	0.0077	21.5	0.0020
23	0.0058	22.5	0.0015
24	0.0041	23.5	0.0011
25	0.0028	24.5	0.0007
26	0.0018	25.5	0.0005
27	0.0010	26.5	0.0003
28	0.0006	27.5	0.0002
29	0.0002	28.5	0.0001
30	0.0000	29.5	0.0000
31	-0.0001	30.5	0.0000
32	-0.0001	31.5	-0.0001
33	-0.0001	32.5	-0.0001
34	0.0000	33.5	-0.0001
35	0	34.5	0.0000

Lampiran 40 Tekanan Tanah di Belakang Dinding Penggalian Keempat Iterasi Ketiga

H (m)	P ₀	δ (m)	K _s (kN/m ²)	Pa (kN)	Pa min (kN)	Pa pakai	Spring	
0	3.27	-0.0079	32280.7	-251.45	0	0	No	0
1	11.86	-0.0039	32280.7	-115.52	4.30	4.30	No	0
2	20.84	0	15625	20.84	6.63	20.84	Yes	15625
3	28.64	0.0040	15625	-33.18	8.95	8.95	No	0
4	27.94	0.0078	54945.05	-400.47	11.28	11.28	No	0
5	27.94	0.0114	54945.05	-599.04	17.02	17.02	No	0
6	32.22	0.0147	29473.68	-400.86	19.65	19.65	No	0
7	37.35	0.0176	29473.68	-480.06	21.30	21.30	No	0
8	42.32	0.0199	23437.5	-424.69	21.96	21.96	No	0
9	47.69	0.0218	23437.5	-462.35	15.15	15.15	No	0
10	50.63	0.0230	23437.5	-489.46	16.19	16.19	No	0
11	53.57	0.0238	23437.5	-503.70	17.23	17.23	No	0
12	74.62	0.0240	13020.83	-237.64	18.26	18.26	No	0
13	95.42	0.0237	13020.83	-213.05	23.61	23.61	No	0
14	97.83	0.0229	13020.83	-200.89	24.32	24.32	No	0
15	100.25	0.0218	13020.83	-183.45	25.03	25.03	No	0
16	108.83	0.0203	2083.33	66.58	25.74	66.58	Yes	2083.33
17	119.19	0.0185	2083.33	80.70	31.40	80.70	Yes	2083.33
18	125.19	0.0164	2083.33	90.93	32.41	90.93	Yes	2083.33
19	131.19	0.0143	2083.33	101.49	33.43	101.49	Yes	2083.33
20	106.65	0.0120	18229.17	-112.21	34.44	34.44	No	0
21	79.30	0.0098	18229.17	-99.22	35.46	35.46	No	0
22	113.59	0.0077	997.44	105.89	36.47	105.89	Yes	997.44
23	149.19	0.0058	997.44	143.39	37.48	143.39	Yes	997.44
24	112.96	0.0041	32280.7	-20.78	38.50	38.50	No	0
25	75.46	0.0028	32280.7	-14.67	85.64	85.64	No	0
26	77.77	0.0018	32280.7	20.60	86.75	86.75	No	0
27	80.09	0.0010	32280.7	46.32	87.85	87.85	No	0
28	127.72	0.0006	533.33	127.42	88.96	127.42	Yes	533.33
29	176.78	0.0002	533.33	176.66	90.07	176.66	Yes	533.33
30	128.83	0.0000	49122.81	127.45	91.17	127.45	Yes	49122.81
31	80.06	-0.0001	49122.81	75.93	92.28	92.28	No	0
32	75.65	-0.0001	110961.2	62.55	93.39	93.39	No	0
33	71.37	-0.0001	110961.2	60.83	78.03	78.03	No	0
34	74.77	0.0000	110961.2	70.11	79.53	79.53	No	0
35	78.17	0	110961.2	78.17	81.03	81.03	No	0

**Lampiran 41 Tekanan Tanah di Depan Dinding Penggalian
Keempat Iterasi Ketiga**

H (m)	P ₀	δ (m)	K _s (kN/m ²)	P _p (kN)	P _p max (kN)	P _p pakai	Spring	
8.5	2.67	0.0209	23437.5	492.79	5.15	5.15	No.	0
9.5	8	0.0225	23437.5	534.69	15.44	15.44	No.	0
10.5	13.33	0.0235	23437.5	563.60	25.74	25.74	No.	0
11.5	18.67	0.0239	23437.5	579.83	36.03	36.03	No.	0
12.5	22.67	0.0239	13020.83	333.80	42.19	42.19	No.	0
13.5	25.33	0.0234	13020.83	329.62	47.15	47.15	No.	0
14.5	28	0.0224	13020.83	319.82	52.11	52.11	No.	0
15.5	30.67	0.0211	13020.83	305.07	57.07	57.07	No.	0
16.5	35	0.0194	2083.33	75.44	71.67	71.67	No.	0.00
17.5	41	0.0175	2083.33	77.43	77.67	77.43	Yes	2083.33
18.5	47	0.0154	2083.33	79.01	83.67	79.01	Yes	2083.33
19.5	53	0.0131	2083.33	80.36	89.67	80.36	Yes	2083.33
20.5	58	0.0109	18229.17	256.46	109.93	109.93	No.	0.00
21.5	62	0.0087	997.44	70.71	117.51	70.71	Yes	997.44
22.5	66	0.0067	997.44	72.72	72.25	72.25	No.	0.00
23.5	70	0.0049	32280.7	229.60	76.25	76.25	No.	0.00
24.5	74.42	0.0034	32280.7	184.89	164.95	164.95	No.	0.00
25.5	79.26	0.0022	32280.7	151.54	175.68	151.54	Yes	32280.70
26.5	84.11	0.0014	32280.7	128.39	186.41	128.39	Yes	32280.70
27.5	88.95	0.0008	533.33	89.36	197.14	89.36	Yes	533.33
28.5	93.48	0.0004	533.33	93.68	130.15	93.68	Yes	533.33
29.5	97.70	0.0001	49122.81	103.40	134.37	103.40	Yes	49122.81
30.5	103.50	0.0000	49122.81	105.56	256.04	105.56	Yes	49122.81
31.5	110.87	-0.0001	110961.2	123.40	274.27	123.40	Yes	110961.2
32.5	119.44	-0.0001	110961.2	132.09	356.53	132.09	Yes	110961.2
33.5	129.23	-0.0001	110961.2	137.22	385.75	137.22	Yes	110961.2
34.5	139.02	0.0000	110961.2	141.13	414.97	141.13	Yes	110961.2

Lampiran 42 Hasil Defleksi pada Tiap Titik Tangkap Beban
Penggalian Keempat Iterasi Ketiga

H (m)	δ (m)	H (m)	δ (m)
0	-0.00706	0	-0.0019
1	-0.00353	0.5	-0.0014
2	0	1.5	-0.0005
3	0.003541	2.5	0.0005
4	0.006974	3.5	0.0014
5	0.010192	4.5	0.0023
6	0.013097	5.5	0.0030
7	0.015606	6.5	0.0036
8	0.017656	7.5	0.0040
9	0.019206	8.5	0.0043
10	0.020248	9.5	0.0044
11	0.020789	10.5	0.0045
12	0.020858	11.5	0.0045
13	0.020492	12.5	0.0044
14	0.019739	13.5	0.0044
15	0.018654	14.5	0.0044
16	0.017296	15.5	0.0043
17	0.01573	16.5	0.0042
18	0.01402	17.5	0.0040
19	0.012227	18.5	0.0038
20	0.010417	19.5	0.0034
21	0.008662	20.5	0.0030
22	0.007023	21.5	0.0026
23	0.005517	22.5	0.0022
24	0.004157	23.5	0.0018
25	0.003002	24.5	0.0014
26	0.002084	25.5	0.0011
27	0.001399	26.5	0.0008
28	0.000904	27.5	0.0006
29	0.000542	28.5	0.0005
30	0.000272	29.5	0.0003
31	0.000087	30.5	0.0002
32	-1.6E-05	31.5	0.0000
33	-4.9E-05	32.5	0.0000
34	-0.00003	33.5	0.0000
35	0	34.5	0.0000

**Lampiran 43 Tekanan Tanah di Belakang Dinding Penggalan
Keempat Iterasi Keempat**

H (m)	P ₀	δ (m)	K _s (kN/m ²)	Pa (kN)	Pa min (kN)	Pa pakai	Spring	
0	3.27	-0.00706	32280.7	-224.73	0	0	No	0
1	11.86	-0.00353	32280.7	-102.12	4.30	4.30	No	0
2	20.84	0	15625	20.84	6.63	20.84	Yes	15625
3	28.64	0.003541	15625	-26.69	8.95	8.95	No	0
4	27.94	0.006974	54945.05	-355.25	11.28	11.28	No	0
5	27.94	0.010192	54945.05	-532.06	17.02	17.02	No	0
6	32.22	0.013097	29473.68	-353.79	19.65	19.65	No	0
7	37.35	0.015606	29473.68	-422.62	21.30	21.30	No	0
8	42.32	0.017656	23437.5	-371.49	21.96	21.96	No	0
9	47.69	0.019206	23437.5	-402.45	15.15	15.15	No	0
10	50.63	0.020248	23437.5	-423.93	16.19	16.19	No	0
11	53.57	0.020789	23437.5	-433.67	17.23	17.23	No	0
12	74.62	0.020858	13020.83	-196.96	18.26	18.26	No	0
13	95.42	0.020492	13020.83	-171.41	23.61	23.61	No	0
14	97.83	0.019739	13020.83	-159.18	24.32	24.32	No	0
15	100.25	0.018654	13020.83	-142.64	25.03	25.03	No	0
16	108.83	0.017296	2083.33	72.79	25.74	72.79	Yes	2083.33
17	119.19	0.01573	2083.33	86.42	31.40	86.42	Yes	2083.33
18	125.19	0.01402	2083.33	95.98	32.41	95.98	Yes	2083.33
19	131.19	0.012227	2083.33	105.72	33.43	105.72	Yes	2083.33
20	106.65	0.010417	18229.17	-83.24	34.44	34.44	No	0
21	79.30	0.008662	18229.17	-78.60	35.46	35.46	No	0
22	113.59	0.007023	997.44	106.58	36.47	106.58	Yes	997.44
23	149.19	0.005517	997.44	143.69	37.48	143.69	Yes	997.44
24	112.96	0.004157	32280.7	-21.23	38.50	38.50	No	0
25	75.46	0.003002	32280.7	-21.44	85.64	85.64	No	0
26	77.77	0.002084	32280.7	10.50	86.75	86.75	No	0
27	80.09	0.001399	32280.7	34.93	87.85	87.85	No	0
28	127.72	0.000904	533.33	127.24	88.96	127.24	Yes	533.33
29	176.78	0.000542	533.33	176.49	90.07	176.49	Yes	533.33
30	128.83	0.000272	49122.81	115.47	91.17	115.47	Yes	49122.81
31	80.06	0.000087	49122.81	75.78	92.28	92.28	No	0
32	75.65	-1.6E-05	110961.2	73.87	93.39	93.39	No	0
33	71.37	-4.9E-05	110961.2	65.93	78.03	78.03	No	0
34	74.77	-0.00003	110961.2	71.44	79.53	79.53	No	0
35	78.17	0	110961.2	78.17	81.03	81.03	No	0

**Lampiran 44 Tekanan Tanah di Depan Dinding Penggalian
Keempat Iterasi Keempat**

H (m)	P ₀	δ (m)	K _s (kN/m ²)	P _p (kN)	P _p max (kN)	P _p pakai	Spring	
8.5	2.67	0.0185	23437.5	436.12	5.15	5.15	No.	0
9.5	8	0.0198	23437.5	471.83	15.44	15.44	No.	0
10.5	13.33	0.0206	23437.5	495.65	25.74	25.74	No.	0
11.5	18.67	0.0209	23437.5	508.04	36.03	36.03	No.	0
12.5	22.67	0.0207	13020.83	292.54	42.19	42.19	No.	0
13.5	25.33	0.0202	13020.83	287.83	47.15	47.15	No.	0
14.5	28	0.0192	13020.83	278.43	52.11	52.11	No.	0
15.5	30.67	0.0180	13020.83	265.09	57.07	57.07	No.	0
16.5	35	0.0165	2083.33	69.44	71.67	69.44	Yes	2083.33
17.5	41	0.0149	2083.33	72.01	77.67	72.01	Yes	2083.33
18.5	47	0.0131	2083.33	74.35	83.67	74.35	Yes	2083.33
19.5	53	0.0113	2083.33	76.58	89.67	76.58	Yes	2083.33
20.5	58	0.0095	18229.17	231.67	109.93	109.93	No.	0.00
21.5	62	0.0078	997.44	69.80	117.51	69.80	Yes	997.44
22.5	66	0.0063	997.44	72.24	72.25	72.24	Yes	997.44
23.5	70	0.0048	32280.7	225.37	76.25	76.25	No.	0.00
24.5	74.42	0.0035	32280.7	188.95	164.95	164.95	No.	0.00
25.5	79.26	0.0025	32280.7	160.26	175.68	160.26	Yes	32280.70
26.5	84.11	0.0017	32280.7	139.34	186.41	139.34	Yes	32280.70
27.5	88.95	0.0011	533.33	89.55	197.14	89.55	Yes	533.33
28.5	93.48	0.0007	533.33	93.86	130.15	93.86	Yes	533.33
29.5	97.70	0.0004	49122.81	117.01	134.37	117.01	Yes	49122.81
30.5	103.50	0.0002	49122.81	111.65	256.04	111.65	Yes	49122.81
31.5	110.87	0.0000	110961.2	113.42	274.27	113.42	Yes	110961.2
32.5	119.44	0.0000	110961.2	124.22	356.53	124.22	Yes	110961.2
33.5	129.23	0.0000	110961.2	134.34	385.75	134.34	Yes	110961.2
34.5	139.02	0.0000	110961.2	140.80	414.97	140.80	Yes	110961.2

Lampiran 45 Hasil Defleksi pada Tiap Titik Tangkap Beban
Penggalian Keempat Iterasi Keempat

H (m)	δ (m)	H (m)	δ (m)
0	-0.0073	0	-0.0073
1	-0.0037	0.5	-0.0055
2	0	1.5	-0.0018
3	0.0037	2.5	0.0018
4	0.0072	3.5	0.0055
5	0.0106	4.5	0.0089
6	0.0136	5.5	0.0121
7	0.0162	6.5	0.0149
8	0.0183	7.5	0.0173
9	0.0200	8.5	0.0192
10	0.0211	9.5	0.0206
11	0.0217	10.5	0.0215
12	0.0218	11.5	0.0218
13	0.0215	12.5	0.0217
14	0.0208	13.5	0.0212
15	0.0197	14.5	0.0203
16	0.0183	15.5	0.0190
17	0.0167	16.5	0.0175
18	0.0149	17.5	0.0158
19	0.0130	18.5	0.0139
20	0.0111	19.5	0.0120
21	0.0092	20.5	0.0101
22	0.0074	21.5	0.0083
23	0.0058	22.5	0.0066
24	0.0043	23.5	0.0051
25	0.0031	24.5	0.0037
26	0.0021	25.5	0.0026
27	0.0014	26.5	0.0017
28	0.0008	27.5	0.0011
29	0.0005	28.5	0.0006
30	0.0002	29.5	0.0003
31	0.0000	30.5	0.0001
32	0.0000	31.5	0.0000
33	-0.0001	32.5	-0.0001
34	0.0000	33.5	-0.0001
35	0	34.5	0.0000

**Lampiran 46 Tekanan Tanah di Belakang Dinding Penggalian
Kelima Iterasi Kedua**

H (m)	P ₀	δ (m)	K _s (kN/m ²)	Pa (kN)	Pa min (kN)	Pa pakai	Spring	
0	3.27	-0.0121	32280.7	-387.19	0	0	No	0
1	11.86	-0.0060	32280.7	-183.37	4.30	4.30	No	0
2	20.84	0	15625	20.84	6.63	20.84	Yes	15625
3	28.64	0.0061	15625	-66.07	8.95	8.95	No	0
4	27.94	0.0120	54945.05	-629.59	11.28	11.28	No	0
5	27.94	0.0176	54945.05	-937.23	17.02	17.02	No	0
6	32.22	0.0227	29473.68	-637.24	19.65	19.65	No	0
7	37.35	0.0273	29473.68	-766.73	21.30	21.30	No	0
8	42.32	0.0312	23437.5	-687.94	21.96	21.96	No	0
9	47.69	0.0343	23437.5	-755.23	15.15	15.15	No	0
10	50.63	0.0365	23437.5	-805.47	16.19	16.19	No	0
11	53.57	0.0379	23437.5	-835.53	17.23	17.23	No	0
12	74.62	0.0385	13020.83	-426.56	18.26	18.26	No	0
13	95.42	0.0382	13020.83	-402.37	23.61	23.61	No	0
14	97.83	0.0372	13020.83	-386.72	24.32	24.32	No	0
15	100.25	0.0355	13020.83	-362.33	25.03	25.03	No	0
16	108.83	0.0333	2083.33	39.51	25.74	39.51	Yes	2083.33
17	119.19	0.0306	2083.33	55.48	31.40	55.48	Yes	2083.33
18	125.19	0.0276	2083.33	67.73	32.41	67.73	Yes	2083.33
19	131.19	0.0244	2083.33	80.39	33.43	80.39	Yes	2083.33
20	106.65	0.0211	18229.17	-278.07	34.44	34.44	No	0
21	79.30	0.0179	18229.17	-246.24	35.46	35.46	No	0
22	113.59	0.0148	997.44	98.86	36.47	98.86	Yes	997.44
23	149.19	0.0119	997.44	137.35	37.48	137.35	Yes	997.44
24	112.96	0.0092	32280.7	-184.60	38.50	38.50	No	0
25	75.46	0.0069	32280.7	-146.66	85.64	85.64	No	0
26	77.77	0.0049	32280.7	-81.43	86.75	86.75	No	0
27	80.09	0.0034	32280.7	-29.57	87.85	87.85	No	0
28	127.72	0.0022	533.33	126.53	88.96	126.53	Yes	533.33
29	176.78	0.0014	533.33	176.05	90.07	176.05	Yes	533.33
30	128.83	0.0007	49122.81	92.58	91.17	92.58	Yes	49122.81
31	80.06	0.0003	49122.81	64.19	92.28	92.28	No	0
32	75.65	0.0001	110961.2	66.21	93.39	93.39	No	0
33	71.37	0.0000	110961.2	69.48	78.03	78.03	No	0
34	74.77	0.0000	110961.2	71.88	79.53	79.53	No	0
35	78.17	0	110961.2	78.17	81.03	81.03	No	0

Lampiran 47 Tekanan Tanah di Depan Dinding Penggalian
Kelima Iterasi Kedua

H (m)	P ₀	δ (m)	K _s (kN/m ²)	P _p (kN)	P _p max (kN)	P _p pakai	Spring	
10.5	2.67	0.0373	23437.5	877.78	5.15	5.15	No.	0
11.5	8	0.0383	23437.5	906.08	15.44	15.44	No.	0
12.5	12	0.0385	13020.83	512.77	22.33	22.33	No.	0
13.5	14.67	0.0378	13020.83	507.00	27.30	27.30	No.	0
14.5	17.33	0.0364	13020.83	491.90	32.26	32.26	No.	0
15.5	20	0.0345	13020.83	468.72	37.22	37.22	No.	0
16.5	24.33	0.0320	2083.33	90.94	61.00	61.00	No.	0
17.5	30.33	0.0291	2083.33	90.98	67.00	67.00	No.	0
18.5	36.33	0.0260	2083.33	90.50	73.00	73.00	No.	0
19.5	42.33	0.0227	2083.33	89.72	79.00	79.00	No.	0
20.5	47.33	0.0195	18229.17	402.24	89.71	89.71	No.	0
21.5	51.33	0.0163	997.44	67.57	97.29	67.57	Yes	997.44
22.5	55.33	0.0133	997.44	68.59	61.58	61.58	No.	0
23.5	59.33	0.0105	32280.7	398.57	65.58	65.58	No.	0
24.5	63.75	0.0080	32280.7	322.06	141.31	141.31	No.	0
25.5	68.60	0.0058	32280.7	257.41	152.04	152.04	No.	0
26.5	73.44	0.0041	32280.7	206.11	162.77	162.77	No.	0
27.5	78.28	0.0028	533.33	79.76	173.50	79.76	Yes	533.33
28.5	82.81	0.0018	533.33	83.75	119.48	83.75	Yes	533.33
29.5	87.04	0.0010	49122.81	137.19	123.70	123.70	No.	0
30.5	92.83	0.0005	49122.81	117.54	229.65	117.54	Yes	49122.81
31.5	100.20	0.0002	110961.2	120.39	247.88	120.39	Yes	110961.2
32.5	108.78	0.0000	110961.2	110.66	324.69	110.66	Yes	110961.2
33.5	118.57	0.0000	110961.2	122.12	353.91	122.12	Yes	110961.2
34.5	128.36	0.0000	110961.2	130.13	383.13	130.13	Yes	110961.2

Lampiran 48 Hasil Defleksi pada Tiap Titik Tangkap Beban
Penggalian Kelima Iterasi Kedua

H (m)	δ (m)	H (m)	δ (m)
0	-0.0127	0	-0.0127
1	-0.0063	0.5	-0.0095
2	0	1.5	-0.0032
3	0.0064	2.5	0.0032
4	0.0126	3.5	0.0095
5	0.0185	4.5	0.0156
6	0.0239	5.5	0.0213
7	0.0288	6.5	0.0265
8	0.0330	7.5	0.0310
9	0.0364	8.5	0.0348
10	0.0389	9.5	0.0378
11	0.0406	10.5	0.0399
12	0.0414	11.5	0.0411
13	0.0413	12.5	0.0415
14	0.0405	13.5	0.0410
15	0.0390	14.5	0.0399
16	0.0369	15.5	0.0380
17	0.0343	16.5	0.0357
18	0.0314	17.5	0.0329
19	0.0282	18.5	0.0298
20	0.0249	19.5	0.0266
21	0.0216	20.5	0.0232
22	0.0184	21.5	0.0200
23	0.0154	22.5	0.0169
24	0.0126	23.5	0.0140
25	0.0100	24.5	0.0113
26	0.0077	25.5	0.0088
27	0.0057	26.5	0.0067
28	0.0041	27.5	0.0049
29	0.0027	28.5	0.0034
30	0.0016	29.5	0.0021
31	0.0009	30.5	0.0012
32	0.0004	31.5	0.0006
33	0.0001	32.5	0.0002
34	0.0000	33.5	0.0000
35	0	34.5	0.0000

**Lampiran 49 Tekanan Tanah di Belakang Dinding Penggalan
Kelima Iterasi Ketiga**

H (m)	P ₀	δ (m)	Ks (kN/m ²)	Pa (kN)	Pa min (kN)	Pa pakai	Spring	
0	3.27	-0.0127	32280.7	-406.21	0	0	No	0
1	11.86	-0.0063	32280.7	-192.86	4.30	4.30	No	0
2	20.84	0	15625	20.84	6.63	20.84	Yes	15625
3	28.64	0.0064	15625	-70.80	8.95	8.95	No	0
4	27.94	0.0126	54945.05	-663.16	11.28	11.28	No	0
5	27.94	0.0185	54945.05	-987.83	17.02	17.02	No	0
6	32.22	0.0239	29473.68	-673.47	19.65	19.65	No	0
7	37.35	0.0288	29473.68	-811.94	21.30	21.30	No	0
8	42.32	0.0330	23437.5	-730.86	21.96	21.96	No	0
9	47.69	0.0364	23437.5	-804.92	15.15	15.15	No	0
10	50.63	0.0389	23437.5	-861.60	16.19	16.19	No	0
11	53.57	0.0406	23437.5	-897.78	17.23	17.23	No	0
12	74.62	0.0414	13020.83	-464.29	18.26	18.26	No	0
13	95.42	0.0413	13020.83	-442.98	23.61	23.61	No	0
14	97.83	0.0405	13020.83	-429.89	24.32	24.32	No	0
15	100.25	0.0390	13020.83	-407.70	25.03	25.03	No	0
16	108.83	0.0369	2083.33	31.95	25.74	31.95	Yes	2083.33
17	119.19	0.0343	2083.33	47.70	31.40	47.70	Yes	2083.33
18	125.19	0.0314	2083.33	59.82	32.41	59.82	Yes	2083.33
19	131.19	0.0282	2083.33	72.43	33.43	72.43	Yes	2083.33
20	106.65	0.0249	18229.17	-347.36	34.44	34.44	No	0
21	79.30	0.0216	18229.17	-314.54	35.46	35.46	No	0
22	113.59	0.0184	997.44	95.21	36.47	95.21	Yes	997.44
23	149.19	0.0154	997.44	133.81	37.48	133.81	Yes	997.44
24	112.96	0.0126	32280.7	-293.68	38.50	38.50	No	0
25	75.46	0.0100	32280.7	-247.73	85.64	85.64	No	0
26	77.77	0.0077	32280.7	-171.17	86.75	86.75	No	0
27	80.09	0.0057	32280.7	-104.75	87.85	87.85	No	0
28	127.72	0.0041	533.33	125.55	88.96	125.55	Yes	533.33
29	176.78	0.0027	533.33	175.34	90.07	175.34	Yes	533.33
30	128.83	0.0016	49122.81	48.42	91.17	91.17	No	0
31	80.06	0.0009	49122.81	37.67	92.28	92.28	No	0
32	75.65	0.0004	110961.2	35.37	93.39	93.39	No	0
33	71.37	0.0001	110961.2	61.05	78.03	78.03	No	0
34	74.77	0.0000	110961.2	74.43	79.53	79.53	No	0
35	78.17	0	110961.2	78.17	81.03	81.03	No	0

**Lampiran 50 Tekanan Tanah di Depan Dinding Penggalan
Kelima Iterasi Ketiga**

H (m)	P₀	δ (m)	K_s (kN/m²)	P_p (kN)	P_p max (kN)	P_p pakai	Spring	
10.5	2.67	0.0399	23437.5	937.05	5.15	5.15	No.	0
11.5	8	0.0411	23437.5	971.21	15.44	15.44	No.	0
12.5	12	0.0415	13020.83	551.99	22.33	22.33	No.	0
13.5	14.67	0.0410	13020.83	548.94	27.30	27.30	No.	0
14.5	17.33	0.0399	13020.83	536.23	32.26	32.26	No.	0
15.5	20	0.0380	13020.83	515.08	37.22	37.22	No.	0
16.5	24.33	0.0357	2083.333	98.62	61.00	61.00	No.	0
17.5	30.33	0.0329	2083.333	98.84	67.00	67.00	No.	0
18.5	36.33	0.0298	2083.333	98.44	73.00	73.00	No.	0
19.5	42.33	0.0266	2083.333	97.67	79.00	79.00	No.	0
20.5	47.33	0.0232	18229.17	471.11	89.71	89.71	No.	0
21.5	51.33	0.0200	997.4425	71.27	97.29	71.27	Yes	997.44
22.5	55.33	0.0169	997.4425	72.19	61.58	61.58	No.	0
23.5	59.33	0.0140	32280.7	510.68	65.58	65.58	No.	0
24.5	63.75	0.0113	32280.7	427.53	141.31	141.31	No.	0
25.5	68.60	0.0088	32280.7	353.34	152.04	152.04	No.	0
26.5	73.44	0.0067	32280.7	288.91	162.77	162.77	No.	0
27.5	78.28	0.0049	533.3333	80.87	173.50	80.87	Yes	533.33
28.5	82.81	0.0034	533.3333	84.60	119.48	84.60	Yes	533.33
29.5	87.04	0.0021	49122.81	191.96	123.70	123.70	No.	0
30.5	92.83	0.0012	49122.81	152.27	229.65	152.27	Yes	49122.81
31.5	100.20	0.0006	110961.2	164.33	247.88	164.33	Yes	110961.2
32.5	108.78	0.0002	110961.2	130.97	324.69	130.97	Yes	110961.2
33.5	118.57	0.0000	110961.2	121.34	353.91	121.34	Yes	110961.2
34.5	128.36	0.0000	110961.2	129.58	383.13	129.58	Yes	110961.2

**Lampiran 51 Hasil Defleksi pada Tiap Titik Tangkap Beban
Penggalian Kelima Iterasi Ketiga**

H (m)	δ (m)	H (m)	δ (m)
0	-0.0124	0	-0.0124
1	-0.0062	0.5	-0.0093
2	0	1.5	-0.0031
3	0.0062	2.5	0.0031
4	0.0123	3.5	0.0093
5	0.0181	4.5	0.0152
6	0.0234	5.5	0.0208
7	0.0281	6.5	0.0258
8	0.0322	7.5	0.0303
9	0.0355	8.5	0.0339
10	0.0379	9.5	0.0368
11	0.0395	10.5	0.0388
12	0.0402	11.5	0.0400
13	0.0402	12.5	0.0403
14	0.0393	13.5	0.0398
15	0.0378	14.5	0.0386
16	0.0357	15.5	0.0368
17	0.0331	16.5	0.0344
18	0.0302	17.5	0.0317
19	0.0271	18.5	0.0287
20	0.0239	19.5	0.0255
21	0.0207	20.5	0.0223
22	0.0176	21.5	0.0191
23	0.0147	22.5	0.0162
24	0.0120	23.5	0.0134
25	0.0096	24.5	0.0108
26	0.0074	25.5	0.0084
27	0.0055	26.5	0.0064
28	0.0039	27.5	0.0046
29	0.0026	28.5	0.0032
30	0.0015	29.5	0.0020
31	0.0008	30.5	0.0011
32	0.0003	31.5	0.0005
33	0.0001	32.5	0.0002
34	0.0000	33.5	0.0000
35	0	34.5	0.0000

**Lampiran 52 Tekanan Tanah di Belakang Dinding Penggalian
KeempatKelima Iterasi Keempat**

H (m)	P ₀	δ (m)	K _s (kN/m ²)	Pa (kN)	Pa min (kN)	Pa pakai	Spring	
0	3.27	-0.0124	32280.7	-397.14	0	0	No	0
1	11.86	-0.0062	32280.7	-188.31	4.30	4.30	No	0
2	20.84	0	15625	20.84	6.63	20.84	Yes	15625
3	28.64	0.0062	15625	-68.60	8.95	8.95	No	0
4	27.94	0.0123	54945.05	-647.78	11.28	11.28	No	0
5	27.94	0.0181	54945.05	-964.92	17.02	17.02	No	0
6	32.22	0.0234	29473.68	-657.34	19.65	19.65	No	0
7	37.35	0.0281	29473.68	-792.13	21.30	21.30	No	0
8	42.32	0.0322	23437.5	-712.36	21.96	21.96	No	0
9	47.69	0.0355	23437.5	-783.92	15.15	15.15	No	0
10	50.63	0.0379	23437.5	-838.37	16.19	16.19	No	0
11	53.57	0.0395	23437.5	-872.61	17.23	17.23	No	0
12	74.62	0.0402	13020.83	-449.43	18.26	18.26	No	0
13	95.42	0.0402	13020.83	-427.44	23.61	23.61	No	0
14	97.83	0.0393	13020.83	-413.88	24.32	24.32	No	0
15	100.25	0.0378	13020.83	-391.52	25.03	25.03	No	0
16	108.83	0.0357	2083.33	34.53	25.74	34.53	Yes	2083.33
17	119.19	0.0331	2083.33	50.22	31.40	50.22	Yes	2083.33
18	125.19	0.0302	2083.33	62.23	32.41	62.23	Yes	2083.33
19	131.19	0.0271	2083.33	74.70	33.43	74.70	Yes	2083.33
20	106.65	0.0239	18229.17	-329.24	34.44	34.44	No	0
21	79.30	0.0207	18229.17	-298.26	35.46	35.46	No	0
22	113.59	0.0176	997.44	95.99	36.47	95.99	Yes	997.44
23	149.19	0.0147	997.44	134.48	37.48	134.48	Yes	997.44
24	112.96	0.0120	32280.7	-275.47	38.50	38.50	No	0
25	75.46	0.0096	32280.7	-232.98	85.64	85.64	No	0
26	77.77	0.0074	32280.7	-159.65	86.75	86.75	No	0
27	80.09	0.0055	32280.7	-96.13	87.85	87.85	No	0
28	127.72	0.0039	533.33	125.65	88.96	125.65	Yes	533.33
29	176.78	0.0026	533.33	175.41	90.07	175.41	Yes	533.33
30	128.83	0.0015	49122.81	52.84	91.17	91.17	No	0
31	80.06	0.0008	49122.81	41.10	92.28	92.28	No	0
32	75.65	0.0003	110961.2	40.92	93.39	93.39	No	0
33	71.37	0.0001	110961.2	64.16	78.03	78.03	No	0
34	74.77	0.0000	110961.2	73.44	79.53	79.53	No	0
35	78.17	0	110961.2	78.17	81.03	81.03	No	0

Lampiran 53 Tekanan Tanah di Depan Dinding Penggalian
Kelima Iterasi Keempat

H (m)	P ₀	δ (m)	K _s (kN/m ²)	P _p (kN)	P _p max (kN)	P _p pakai	Spring	
10.5	2.67	0.0388	23437.5	912.79	5.15	5.15	No.	0
11.5	8	0.0400	23437.5	945.20	15.44	15.44	No.	0
12.5	12	0.0403	13020.83	536.74	22.33	22.33	No.	0
13.5	14.67	0.0398	13020.83	533.12	27.30	27.30	No.	0
14.5	17.33	0.0386	13020.83	520.09	32.26	32.26	No.	0
15.5	20	0.0368	13020.83	498.88	37.22	37.22	No.	0
16.5	24.33	0.0344	2083.333	96.07	61.00	61.00	No.	0
17.5	30.33	0.0317	2083.333	96.37	67.00	67.00	No.	0
18.5	36.33	0.0287	2083.333	96.10	73.00	73.00	No.	0
19.5	42.33	0.0255	2083.333	95.50	79.00	79.00	No.	0
20.5	47.33	0.0223	18229.17	453.88	89.71	89.71	No.	0
21.5	51.33	0.0191	997.4425	70.43	97.29	70.43	Yes	997.44
22.5	55.33	0.0162	997.4425	71.46	61.58	61.58	No.	0
23.5	59.33	0.0134	32280.7	490.70	65.58	65.58	No.	0
24.5	63.75	0.0108	32280.7	411.06	141.31	141.31	No.	0
25.5	68.60	0.0084	32280.7	340.24	152.04	152.04	No.	0
26.5	73.44	0.0064	32280.7	278.91	162.77	162.77	No.	0
27.5	78.28	0.0046	533.3333	80.75	173.50	80.75	Yes	533.33
28.5	82.81	0.0032	533.3333	84.52	119.48	84.52	Yes	533.33
29.5	87.04	0.0020	49122.81	186.61	123.70	123.70	No.	0
30.5	92.83	0.0011	49122.81	148.39	229.65	148.39	Yes	49122.81
31.5	100.20	0.0005	110961.2	157.57	247.88	157.57	Yes	110961.2
32.5	108.78	0.0002	110961.2	126.53	324.69	126.53	Yes	110961.2
33.5	118.57	0.0000	110961.2	119.41	353.91	119.41	Yes	110961.2
34.5	128.36	0.0000	110961.2	129.91	383.13	129.91	Yes	110961.2

Lampiran 54 Hasil Defleksi pada Tiap Titik Tangkap Beban
Penggalian Kelima Iterasi Keempat

H (m)	δ (m)	H (m)	δ (m)
0	-0.0125	0	-0.0125
1	-0.0062	0.5	-0.0094
2	0	1.5	-0.0031
3	0.0063	2.5	0.0031
4	0.0124	3.5	0.0094
5	0.0182	4.5	0.0153
6	0.0236	5.5	0.0209
7	0.0284	6.5	0.0260
8	0.0324	7.5	0.0305
9	0.0358	8.5	0.0342
10	0.0382	9.5	0.0371
11	0.0399	10.5	0.0392
12	0.0406	11.5	0.0403
13	0.0405	12.5	0.0407
14	0.0397	13.5	0.0402
15	0.0382	14.5	0.0390
16	0.0360	15.5	0.0372
17	0.0335	16.5	0.0348
18	0.0306	17.5	0.0321
19	0.0275	18.5	0.0290
20	0.0242	19.5	0.0259
21	0.0210	20.5	0.0226
22	0.0179	21.5	0.0194
23	0.0150	22.5	0.0164
24	0.0122	23.5	0.0136
25	0.0097	24.5	0.0109
26	0.0075	25.5	0.0086
27	0.0056	26.5	0.0065
28	0.0040	27.5	0.0047
29	0.0027	28.5	0.0033
30	0.0016	29.5	0.0021
31	0.0008	30.5	0.0012
32	0.0003	31.5	0.0006
33	0.0001	32.5	0.0002
34	0.0000	33.5	0.0000
35	0	34.5	0.0000

Iterasi Tangent Pile Wall

Lampiran 55 Tegangan Tanah di Belakang Dinding Penggalian Pertama Iterasi Pertama

Titik	Z (m)	H (m)	γ' (kN/m ³)	$e\gamma'$ (kN/m ²)	ϕ (°)	Cu (kPa)	K_a	eh^0 (kN/m ²)	K_a	K_p	eh_{min} (kN/m ²)	eh_{max} (kN/m ²)
0	0	0	0	10	31.50	0	0.48	4.78	0.31	3.19	3.14	31.88
1a	0.5	0.5	14.84	17.42	31.50	0	0.48	8.32	0.31	3.19	5.46	55.55
1b	0.5		14.84	17.42	31.50	0	0.48	8.32	0.31	3.19	5.46	55.55
2a	1	0.5	14.84	24.84	31.50	0	0.48	11.86	0.31	3.19	7.79	79.21
2b	1		14.84	24.84	31.50	0	0.48	11.86	0.31	3.19	7.79	79.21
3a	1.5	0.5	14.84	32.26	31.50	0	0.48	15.41	0.31	3.19	10.12	102.87
3b	1.5		14.84	32.26	31.50	0	0.48	15.41	0.31	3.19	10.12	102.87
4a	2	0.5	14.84	39.68	31.50	0	0.48	18.95	0.31	3.19	12.45	126.53
4b	2		14.84	39.68	25.67	0	0.57	22.50	0.40	2.53	15.70	100.33
5a	2.5	0.5	13.33	46.35	25.67	0	0.57	26.27	0.40	2.53	18.33	117.18
5b	2.5		13.33	46.35	25.67	0	0.57	26.27	0.40	2.53	18.33	117.18
6a	3	0.5	13.33	53.02	25.67	0	0.57	30.05	0.40	2.53	20.97	134.04
6b	3		13.33	53.02	25.67	0	0.57	30.05	0.40	2.53	20.97	134.04
7a	3.5	0.5	3.33	54.68	25.67	0	0.57	31.00	0.40	2.53	21.63	138.25
7b	3.5		3.33	54.68	25.67	0	0.57	31.00	0.40	2.53	21.63	138.25
8a	4	0.5	3.33	56.35	25.67	0	0.57	31.94	0.40	2.53	22.29	142.46
8b	4		3.33	56.35	36.00	0	0.41	23.23	0.26	3.85	14.63	217.05
9a	4.5	0.5	8	60.35	36.00	0	0.41	24.88	0.26	3.85	15.67	232.46
9b	4.5		8	60.35	36	0	0.41	24.88	0.26	3.85	15.67	232.46
10a	5	0.5	8	64.35	36	0	0.41	26.53	0.26	3.85	16.71	247.87
10b	5		8	64.35	36	0	0.41	26.53	0.26	3.85	16.71	247.87
11a	5.5	0.5	8	68.35	36	0	0.41	28.18	0.26	3.85	17.74	263.28
11b	5.5		8	68.35	36	0	0.41	28.18	0.26	3.85	17.74	263.28
12a	6	0.5	8	72.35	36	0	0.41	29.82	0.26	3.85	18.78	278.68
12b	6		8	72.35	30.90	0	0.49	35.20	0.32	3.11	23.25	225.11
13a	6.5	0.5	4.42	74.56	30.9	0	0.49	36.27	0.32	3.11	23.96	231.99
13b	6.5		4.42	74.56	30.9	0	0.49	36.27	0.32	3.11	23.96	231.99
14a	7	0.5	4.42	76.77	30.9	0	0.49	37.35	0.32	3.11	24.67	238.86
14b	7		4.42	76.77	30.9	0	0.49	37.35	0.32	3.11	24.67	238.86
15a	7.5	0.5	4.42	78.98	30.9	0	0.49	38.42	0.32	3.11	25.39	245.74
15b	7.5		4.42	78.98	30.9	0	0.49	38.42	0.32	3.11	25.39	245.74
16a	8	0.5	4.42	81.19	30.9	0	0.49	39.50	0.32	3.11	26.10	252.62
16b	8		4.42	81.19	26.67	0	0.55	44.75	0.38	2.63	30.89	213.41
17a	8.5	0.5	5.33	83.86	26.67	0	0.55	46.22	0.38	2.63	31.90	220.42
17b	8.5		5.33	83.86	26.67	0	0.55	46.22	0.38	2.63	31.90	220.42
18a	9	0.5	5.33	86.53	26.67	0	0.55	47.69	0.38	2.63	32.92	227.43
18b	9		5.33	86.53	26.67	0	0.55	47.69	0.38	2.63	32.92	227.43
19a	9.5	0.5	5.33	89.19	26.67	0	0.55	49.16	0.38	2.63	33.93	234.44
19b	9.5		5.33	89.19	26.67	0	0.55	49.16	0.38	2.63	33.93	234.44
20a	10	0.5	5.33	91.86	26.67	0	0.55	50.63	0.38	2.63	34.95	241.45
20b	10		5.33	91.86	26.67	0	0.55	50.63	0.38	2.63	34.95	241.45
21a	10.5	0.5	5.33	94.53	26.67	0	0.55	52.10	0.38	2.63	35.96	248.46
21b	10.5		5.33	94.53	26.67	0	0.55	52.10	0.38	2.63	35.96	248.46
22a	11	0.5	5.33	97.19	26.67	0	0.55	53.57	0.38	2.63	36.98	255.47
22b	11		5.33	97.19	26.67	0	0.55	53.57	0.38	2.63	36.98	255.47
23a	11.5	0.5	5.33	99.86	26.67	0	0.55	55.04	0.38	2.63	37.99	262.48
23b	11.5		5.33	99.86	26.67	0	0.55	55.04	0.38	2.63	37.99	262.48
24a	12	0.5	5.33	102.53	26.67	0	0.55	56.51	0.38	2.63	39.01	269.48
24b	12		5.33	102.53	5.33	0	0.91	93.00	0.83	1.20	85.09	123.54
25a	12.5	0.5	2.67	103.86	5.33	0	0.91	94.21	0.83	1.20	86.19	125.15
25b	12.5		2.67	103.86	5.33	0	0.91	94.21	0.83	1.20	86.19	125.15
26a	13	0.5	2.67	105.19	5.33	0	0.91	95.42	0.83	1.20	87.30	126.75
26b	13		2.67	105.19	5.33	0	0.91	95.42	0.83	1.20	87.30	126.75
27a	13.5	0.5	2.67	106.53	5.33	0	0.91	96.62	0.83	1.20	88.41	128.36
27b	13.5		2.67	106.53	5.33	0	0.91	96.62	0.83	1.20	88.41	128.36
28a	14	0.5	2.67	107.86	5.33	0	0.91	97.83	0.83	1.20	89.51	129.97
28b	14		2.67	107.86	5.33	0	0.91	97.83	0.83	1.20	89.51	129.97
29a	14.5	0.5	2.67	109.19	5.33	0	0.91	99.04	0.83	1.20	90.62	131.57
29b	14.5		2.67	109.19	5.33	0	0.91	99.04	0.83	1.20	90.62	131.57
30a	15	0.5	2.67	110.53	5.33	0	0.91	100.25	0.83	1.20	91.73	133.18
30b	15		2.67	110.53	5.33	0	0.91	100.25	0.83	1.20	91.73	133.18
31a	15.5	0.5	2.67	111.86	5.33	0	0.91	101.46	0.83	1.20	92.83	134.79
31b	15.5		2.67	111.86	5.33	0	0.91	101.46	0.83	1.20	92.83	134.79

Tiik	Z (m)	H (m)	γ' (kN/m ³)	σ_v (kN/m ²)	ϕ (°)	Cu (kPa)	K_0	σ_{h0} (kN/m ²)	K_a	K_p	σ_{hmin} (kN/m ²)	σ_{hmax} (kN/m ²)
32a	16	0.5	2.67	113.19	5.33	0	0.91	102.67	0.83	1.20	93.94	136.39
32b	16		2.67	113.19	0.00	18.33	1.00	113.19	1.00	1.00	76.53	149.86
33a	16.5	0.5	6	116.19	0.00	18.33	1.00	116.19	1.00	1.00	79.53	152.86
33b	16.5		6	116.19	0	18.33	1.00	116.19	1.00	1.00	79.53	152.86
34a	17	0.5	6	119.19	0	18.33	1.00	119.19	1.00	1.00	82.53	155.86
34b	17		6	119.19	0	18.33	1.00	119.19	1.00	1.00	82.53	155.86
35a	17.5	0.5	6	122.19	0	18.33	1.00	122.19	1.00	1.00	85.53	158.86
35b	17.5		6	122.19	0	18.33	1.00	122.19	1.00	1.00	85.53	158.86
36a	18	0.5	6	125.19	0	18.33	1.00	125.19	1.00	1.00	88.53	161.86
36b	18		6	125.19	0	18.33	1.00	125.19	1.00	1.00	88.53	161.86
37a	18.5	0.5	6	128.19	0	18.33	1.00	128.19	1.00	1.00	91.53	164.86
37b	18.5		6	128.19	0	18.33	1.00	128.19	1.00	1.00	91.53	164.86
38a	19	0.5	6	131.19	0	18.33	1.00	131.19	1.00	1.00	94.53	167.86
38b	19		6	131.19	0	18.33	1.00	131.19	1.00	1.00	94.53	167.86
39a	19.5	0.5	6	134.19	0	18.33	1.00	134.19	1.00	1.00	97.53	170.86
39b	19.5		6	134.19	0	18.33	1.00	134.19	1.00	1.00	97.53	170.86
40a	20	0.5	6	137.19	0	18.33	1.00	137.19	1.00	1.00	100.53	173.86
40b	20		6	137.19	26	0	0.56	77.05	0.39	2.56	53.57	351.36
41a	20.5	0.5	4	139.19	26	0	0.56	78.17	0.39	2.56	54.35	356.48
41b	20.5		4	139.19	26	0	0.56	78.17	0.39	2.56	54.35	356.48
42a	21	0.5	4	141.19	26	0	0.56	79.30	0.39	2.56	55.13	361.61
42b	21		4	141.19	26	0	0.56	79.30	0.39	2.56	55.13	361.61
43a	21.5	0.5	4	143.19	26	0	0.56	80.42	0.39	2.56	55.91	366.73
43b	21.5		4	143.19	26	0	0.56	80.42	0.39	2.56	55.91	366.73
44a	22	0.5	4	145.19	26	0	0.56	81.54	0.39	2.56	56.69	371.85
44b	22		4	145.19	0	3.13	1.00	145.19	1.00	1.00	138.94	151.44
45a	22.5	0.5	4	147.19	0	3.13	1.00	147.19	1.00	1.00	140.94	153.44
45b	22.5		4	147.19	0	3.13	1.00	147.19	1.00	1.00	140.94	153.44
46a	23	0.5	4	149.19	0	3.13	1.00	149.19	1.00	1.00	142.94	155.44
46b	23		4	149.19	0	3.13	1.00	149.19	1.00	1.00	142.94	155.44
47a	23.5	0.5	4	151.19	0	3.13	1.00	151.19	1.00	1.00	144.94	157.44
47b	23.5		4	151.19	0	3.13	1.00	151.19	1.00	1.00	144.94	157.44
48a	24	0.5	4	153.19	0	3.13	1.00	153.19	1.00	1.00	146.94	159.44
48b	24		4	153.19	31.5	0	0.48	73.15	0.31	3.19	48.05	488.45
49a	24.5	0.5	4.84	155.61	31.5	0	0.48	74.31	0.31	3.19	48.81	496.17
49b	24.5		4.84	155.61	31.5	0	0.48	74.31	0.31	3.19	48.81	496.17
50a	25	0.5	4.84	158.04	31.5	0	0.48	75.46	0.31	3.19	49.56	503.89
50b	25		4.84	158.04	31.5	0	0.48	75.46	0.31	3.19	49.56	503.89
51a	25.5	0.5	4.84	160.46	31.5	0	0.48	76.62	0.31	3.19	50.32	511.61
51b	25.5		4.84	160.46	31.5	0	0.48	76.62	0.31	3.19	50.32	511.61
52a	26	0.5	4.84	162.88	31.5	0	0.48	77.77	0.31	3.19	51.08	519.33
52b	26		4.84	162.88	31.5	0	0.48	77.77	0.31	3.19	51.08	519.33
53a	26.5	0.5	4.84	165.30	31.5	0	0.48	78.93	0.31	3.19	51.84	527.05
53b	26.5		4.84	165.30	31.5	0	0.48	78.93	0.31	3.19	51.84	527.05
54a	27	0.5	4.84	167.72	31.5	0	0.48	80.09	0.31	3.19	52.60	534.77
54b	27		4.84	167.72	31.5	0	0.48	80.09	0.31	3.19	52.60	534.77
55a	27.5	0.5	4.84	170.14	31.5	0	0.48	81.24	0.31	3.19	53.36	542.49
55b	27.5		4.84	170.14	31.5	0	0.48	81.24	0.31	3.19	53.36	542.49
56a	28	0.5	4.84	172.56	31.5	0	0.48	82.40	0.31	3.19	54.12	550.21
56b	28		4.84	172.56	0	18.33	1.00	172.56	1.00	1.00	135.89	209.23
57a	28.5	0.5	4.22	174.67	0	18.33	1.00	174.67	1.00	1.00	138.01	211.34
57b	28.5		4.22	174.67	0	18.33	1.00	174.67	1.00	1.00	138.01	211.34
58a	29	0.5	4.22	176.78	0	18.33	1.00	176.78	1.00	1.00	140.12	213.45
58b	29		4.22	176.78	0	18.33	1.00	176.78	1.00	1.00	140.12	213.45
59a	29.5	0.5	4.22	178.89	0	18.33	1.00	178.89	1.00	1.00	142.23	215.56
59b	29.5		4.22	178.89	0	18.33	1.00	178.89	1.00	1.00	142.23	215.56
60a	30	0.5	4.22	181.01	0	18.33	1.00	181.01	1.00	1.00	144.34	217.67
60b	30		4.22	181.01	35.1	0	0.42	76.93	0.27	3.71	48.84	670.80
61a	30.5	0.5	7.37	184.69	35.1	0	0.42	78.49	0.27	3.71	49.84	684.45
62b	30.5		7.37	184.69	35.1	0	0.42	78.49	0.27	3.71	49.84	684.45
63a	31	0.5	7.37	188.37	35.1	0	0.42	80.06	0.27	3.71	50.83	698.10
63b	31		7.37	188.37	35.1	0	0.42	80.06	0.27	3.71	50.83	698.10
64a	31.5	0.5	7.37	192.06	35.1	0	0.42	81.62	0.27	3.71	51.82	711.76
64b	31.5		7.37	192.06	35.1	0	0.42	81.62	0.27	3.71	51.82	711.76
65a	32	0.5	7.37	195.74	35.1	0	0.42	83.19	0.27	3.71	52.82	725.41
65b	32		7.37	195.74	40.75	0	0.35	67.97	0.21	4.76	41.12	931.68
66a	32.5	0.5	9.79	200.64	40.75	0	0.35	69.67	0.21	4.76	42.15	954.97
66b	32.5		9.79	200.64	40.75	0	0.35	69.67	0.21	4.76	42.15	954.97
67a	33	0.5	9.79	205.53	40.75	0	0.35	71.37	0.21	4.76	43.18	978.27
67b	33		9.79	205.53	40.75	0.00	0.35	71.37	0.21	4.76	43.18	978.27

Titik	Z (m)	H (m)	γ' (kN/m ³)	σ_v' (kN/m ²)	ϕ (°)	Cu (kPa)	K _s	σ_{H0} (kN/m ²)	K _a	K _p	σ_{Hmin} (kN/m ²)	σ_{Hmax} (kN/m ²)
68a	33.5	0.5	9.79	210.43	40.75	0	0.35	73.07	0.21	4.76	44.21	1001.57
68b	33.5		9.79	210.43	40.75	0	0.35	73.07	0.21	4.76	44.21	1001.57
69a	34	0.5	9.79	215.32	40.75	0	0.35	74.77	0.21	4.76	45.24	1024.87
69b	34		9.79	215.32	40.75	0	0.35	74.77	0.21	4.76	45.24	1024.87
70a	34.5	0.5	9.79	220.22	40.75	0	0.35	76.47	0.21	4.76	46.27	1048.16
70b	34.5		9.79	220.22	40.75	0	0.35	76.47	0.21	4.76	46.27	1048.16
71a	35	0.5	9.79	225.11	40.75	0	0.35	78.17	0.21	4.76	47.30	1071.46
71b	35		9.79	225.11	40.75	0	0.35	78.17	0.21	4.76	47.30	1071.46

Lampiran 56 Tegangan Tanah di Depan Dinding Penggalian Pertama Iterasi Pertama

Titik	Z (m)	H (m)	γ' (kN/m ³)	σ_v' (kN/m ²)	ϕ (°)	Cu (kPa)	K _s	σ_{H0} (kN/m ²)	K _a	K _p	σ_{Hmin} (kN/m ²)	σ_{Hmax} (kN/m ²)
2	2	0	0	0	25.67	0	0.69	0.00	0.53	1.88	0.00	0.00
3a	3	1	13.33	13.33	25.67	0	0.69	9.27	0.53	1.88	7.10	25.04
3b	3		13.33	13.33	25.67	0	0.69	9.27	0.53	1.88	7.10	25.04
4a	4	1	3.33	16.67	25.67	0	0.69	11.58	0.53	1.88	8.87	31.30
4b	4		3.33	16.67	36.00	0	0.56	9.40	0.39	2.55	6.55	42.43
5a	5	1	8.00	24.67	36.00	0	0.56	13.91	0.39	2.55	9.69	62.79
5b	5		8.00	24.67	36.00	0	0.56	13.91	0.39	2.55	9.69	62.79
6a	6	1	8.00	32.67	36.00	0	0.56	18.43	0.39	2.55	12.83	83.16
6b	6		8.00	32.67	30.90	0	0.63	20.56	0.46	2.18	15.00	71.13
7a	7	1	4.42	37.09	30.90	0	0.63	23.34	0.46	2.18	17.03	80.76
7b	7		4.42	37.09	30.90	0	0.63	23.34	0.46	2.18	17.03	80.76
8a	8	1	4.42	41.51	30.90	0	0.63	26.13	0.46	2.18	19.06	90.39
8b	8		4.42	41.51	26.67	0	0.68	28.33	0.52	1.93	21.50	80.13
9a	9	1	5.33	46.84	26.67	0	0.68	31.97	0.52	1.93	24.27	90.42
9b	9		5.33	46.84	26.67	0	0.68	31.97	0.52	1.93	24.27	90.42
10a	10	1	5.33	52.18	26.67	0	0.68	35.61	0.52	1.93	27.03	100.72
10b	10		5.33	52.18	26.67	0	0.68	35.61	0.52	1.93	27.03	100.72
11a	11	1	5.33	57.51	26.67	0	0.68	39.25	0.52	1.93	29.79	111.01
11b	11		5.33	57.51	26.67	0	0.68	39.25	0.52	1.93	29.79	111.01
12a	12	1	5.33	62.84	26.67	0	0.68	42.89	0.52	1.93	32.55	121.31
12b	12		5.33	62.84	25.33	0	0.70	43.93	0.54	1.86	33.77	116.96
13a	13	1	2.67	65.51	25.33	0	0.70	45.79	0.54	1.86	35.20	121.92
13b	13		2.67	65.51	25.33	0	0.70	45.79	0.54	1.86	35.20	121.92
14a	14	1	2.67	68.18	25.33	0	0.70	47.66	0.54	1.86	36.63	126.88
14b	14		2.67	68.18	25.33	0	0.70	47.66	0.54	1.86	36.63	126.88
15a	15	1	2.67	70.84	25.33	0	0.70	49.52	0.54	1.86	38.06	131.85
15b	15		2.67	70.84	25.33	0	0.70	49.52	0.54	1.86	38.06	131.85
16a	16	1	2.67	73.51	25.33	0	0.70	51.38	0.54	1.86	39.50	136.81
16b	16		2.67	73.51	0.00	18.33	1.00	73.51	1.00	1.00	36.84	110.18
17a	17	1	6.00	79.51	0.00	18.33	1.00	79.51	1.00	1.00	42.84	116.18
17b	17		6.00	79.51	0.00	18.33	1.00	79.51	1.00	1.00	42.84	116.18
18a	18	1	6.00	85.51	0.00	18.33	1.00	85.51	1.00	1.00	48.84	122.18
18b	18		6.00	85.51	0.00	18.33	1.00	85.51	1.00	1.00	48.84	122.18
19a	19	1	6.00	91.51	0.00	18.33	1.00	91.51	1.00	1.00	54.84	128.18
19b	19		6.00	91.51	0.00	18.33	1.00	91.51	1.00	1.00	54.84	128.18
20a	20	1	6.00	97.51	0.00	18.33	1.00	97.51	1.00	1.00	60.84	134.18
20b	20		6.00	97.51	26.00	0	0.69	67.36	0.53	1.90	51.45	184.81
21a	21	1	4.00	101.51	26.00	0	0.69	70.12	0.53	1.90	53.56	192.39
21b	21		4.00	101.51	26.00	0	0.69	70.12	0.53	1.90	53.56	192.39
22a	22	1	4.00	105.51	26.00	0	0.69	72.88	0.53	1.90	55.67	199.97
22b	22		4.00	105.51	0.00	3.13	1.00	105.51	1.00	1.00	99.26	111.76
23a	23	1	4.00	109.51	0.00	3.13	1.00	109.51	1.00	1.00	103.26	115.76
23b	23		4.00	109.51	0.00	3.13	1.00	109.51	1.00	1.00	103.26	115.76
24a	24	1	4.00	113.51	0.00	3.13	1.00	113.51	1.00	1.00	107.26	119.76
24b	24		4.00	113.51	31.50	0	0.62	70.58	0.45	2.22	51.21	251.58
25a	25	1	4.84	118.35	31.50	0	0.62	73.59	0.45	2.22	53.40	262.32
25b	25		4.84	118.35	31.50	0	0.62	73.59	0.45	2.22	53.40	262.32
26a	26	1	4.84	123.19	31.50	0	0.62	76.60	0.45	2.22	55.58	273.05
26b	26		4.84	123.19	31.50	0	0.62	76.60	0.45	2.22	55.58	273.05
27a	27	1	4.84	128.04	31.50	0	0.62	79.61	0.45	2.22	57.77	283.78
27b	27		4.84	128.04	31.50	0	0.62	79.61	0.45	2.22	57.77	283.78
28a	28	1	4.84	132.88	31.50	0	0.62	82.62	0.45	2.22	59.95	294.51
28b	28		4.84	132.88	0.00	18.33	1.00	132.88	1.00	1.00	96.21	169.54
29a	29	1	4.22	137.10	0.00	18.33	1.00	137.10	1.00	1.00	100.43	173.77

Titik	Z (m)	H (m)	γ' (kN/m ³)	σ_v' (kN/m ²)	ϕ (°)	Cu (kPa)	K _o	σ_h^0 (kN/m ²)	K _a	K _p	σ_{hmin} (kN/m ²)	σ_{hmax} (kN/m ²)
29b	29		4.22	137.10	0.00	18.33	1.00	137.10	1.00	1.00	100.43	173.77
30a	30		4.22	141.32	0.00	18.33	1.00	141.32	1.00	1.00	104.65	177.99
30b	30	1	4.22	141.32	35.10	0	0.58	81.36	0.40	2.47	57.12	349.62
31a	31		7.37	148.69	35.10	0	0.58	85.60	0.40	2.47	60.10	367.84
31b	31	1	7.37	148.69	35.10	0	0.58	85.60	0.40	2.47	60.10	367.84
32a	32		7.37	156.06	35.10	0	0.58	89.85	0.40	2.47	63.08	386.07
32b	32	1	7.37	156.06	40.75	0	0.50	78.33	0.34	2.98	52.28	465.82
33a	33		9.79	165.85	40.75	0	0.50	83.24	0.34	2.98	55.56	495.04
33b	33	1	9.79	165.85	40.75	0	0.50	83.24	0.34	2.98	55.56	495.04
34a	34		9.79	175.64	40.75	0	0.50	88.15	0.34	2.98	58.84	524.26
34b	34	1	9.79	175.64	40.75	0	0.50	88.15	0.34	2.98	58.84	524.26
35	35	1	9.79	185.43	40.75	0	0.50	93.07	0.34	2.98	62.12	553.48

Lampiran 57 Tekanan
Tanah di Belakang Dinding
Penggalian Pertama Iterasi 1

H (m)	P ₀ (kN/m)	K _s (kN/m ²)
0	3.93	26900.58
1	14.23	26900.58
2	25.01	13020.83
3	34.36	13020.83
4	33.53	45787.55
5	33.53	45787.55
6	38.67	24561.4
7	44.82	24561.4
8	50.79	19531.25
9	57.23	19531.25
10	60.76	19531.25
11	64.29	19531.25
12	89.55	10850.69
13	114.50	10850.69
14	117.40	10850.69
15	120.30	10850.69
16	130.59	1736.11
17	143.03	1736.11
18	150.23	1736.11
19	157.43	1736.11
20	127.98	15190.97
21	95.16	15190.97
22	136.31	831.20
23	179.03	831.20
24	135.55	26900.58
25	90.55	26900.58
26	93.33	26900.58
27	96.10	26900.58
28	153.26	444.44
29	212.14	444.44
30	154.60	40935.67
31	96.07	40935.67
32	90.78	92467.64
33	85.64	92467.64
34	89.72	92467.64
35	93.80	92467.64

Lampiran 58 Tekanan
Tanah di Depan Dinding
Penggalian Pertama Iterasi 1

H (m)	P ₀ (kN/m)	K _s (kN/m ²)
0	0	26900.58
0.5	0	26900.58
1.5	0	26900.58
2.5	8.00	13020.83
3.5	18	13020.83
4.5	24.80	45787.55
5.5	34.40	45787.55
6.5	41.85	24561.4
7.5	47.16	24561.4
8.5	53.01	19531.25
9.5	59.41	19531.25
10.5	65.81	19531.25
11.5	72.21	19531.25
12.5	77.01	10850.69
13.5	80.21	10850.69
14.5	83.41	10850.69
15.5	86.61	10850.69
16.5	91.81	1736.11
17.5	99.01	1736.11
18.5	106.21	1736.11
19.5	113.41	1736.11
20.5	119.41	15190.97
21.5	124.21	831.20
22.5	129.01	831.20
23.5	133.81	26900.58
24.5	139.12	26900.58
25.5	144.93	26900.58
26.5	150.74	26900.58
27.5	156.55	444.44
28.5	161.99	444.44
29.5	167.05	40935.67
30.5	174.01	40935.67
31.5	182.85	92467.64
32.5	193.14	92467.64
33.5	204.89	92467.64
34.5	216.64	92467.64

Lampiran 59 Hasil Defleksi pada Tiap Titik Tangkap Beban
Penggalian Pertama Iterasi Pertama

H (m)	δ (m)	H (m)	δ (m)
0	0.0000	0	0.0000
1	0.0000	0.5	0.0000
2	0.0000	1.5	0.0000
3	0.0000	2.5	0.0000
4	0.0000	3.5	0.0000
5	0.0000	4.5	0.0000
6	0.0001	5.5	0.0001
7	0.0001	6.5	0.0001
8	0.0002	7.5	0.0002
9	0.0004	8.5	0.0003
10	0.0005	9.5	0.0004
11	0.0007	10.5	0.0006
12	0.0009	11.5	0.0008
13	0.0012	12.5	0.0011
14	0.0014	13.5	0.0013
15	0.0015	14.5	0.0015
16	0.0016	15.5	0.0016
17	0.0017	16.5	0.0017
18	0.0016	17.5	0.0016
19	0.0014	18.5	0.0015
20	0.0012	19.5	0.0013
21	0.0009	20.5	0.0011
22	0.0007	21.5	0.0008
23	0.0004	22.5	0.0005
24	0.0001	23.5	0.0002
25	-0.0001	24.5	0.0000
26	-0.0003	25.5	-0.0002
27	-0.0004	26.5	-0.0004
28	-0.0005	27.5	-0.0005
29	-0.0005	28.5	-0.0005
30	-0.0005	29.5	-0.0005
31	-0.0004	30.5	-0.0004
32	-0.0003	31.5	-0.0004
33	-0.0002	32.5	-0.0003
34	-0.0001	33.5	-0.0001
35	0.0000	34.5	0.0000

**Lampiran 60 Tekanan Tanah di Belakang Dinding Penggalian
Pertama Iterasi Kedua**

H (m)	P ₀	δ (m)	K _s (kN/m ²)	Pa (kN)	Pa min (kN)	Pa pakai	Spring	
0	3.93	0.0000	26900.58	3.85	0	3.85	Yes	26900.58
1	14.23	0.0000	26900.58	14.21	5.16	14.21	Yes	26900.58
2	25.01	0.0000	13020.83	25.01	7.17	25.01	Yes	13020.83
3	34.36	0.0000	13020.83	34.27	10.75	34.27	Yes	13020.83
4	33.53	0.0000	45787.55	32.70	13.54	32.70	Yes	45787.55
5	33.53	0.0000	45787.55	31.79	20.42	31.79	Yes	45787.55
6	38.67	0.0001	24561.4	36.85	23.58	36.85	Yes	24561.4
7	44.82	0.0001	24561.4	41.52	25.56	41.52	Yes	24561.4
8	50.79	0.0002	19531.25	46.39	26.35	46.39	Yes	19531.25
9	57.23	0.0004	19531.25	50.38	18.18	50.38	Yes	19531.25
10	60.76	0.0005	19531.25	50.72	19.42	50.72	Yes	19531.25
11	64.29	0.0007	19531.25	50.36	20.67	50.36	Yes	19531.25
12	89.55	0.0009	10850.69	79.38	21.92	79.38	Yes	10850.69
13	114.50	0.0012	10850.69	101.86	28.33	101.86	Yes	10850.69
14	117.40	0.0014	10850.69	102.52	29.18	102.52	Yes	10850.69
15	120.30	0.0015	10850.69	103.64	30.04	103.64	Yes	10850.69
16	130.59	0.0016	1736.11	127.75	30.89	127.75	Yes	1736.11
17	143.03	0.0017	1736.11	140.15	37.68	140.15	Yes	1736.11
18	150.23	0.0016	1736.11	147.48	38.89	147.48	Yes	1736.11
19	157.43	0.0014	1736.11	154.95	40.11	154.95	Yes	1736.11
20	127.98	0.0012	15190.97	109.77	41.33	109.77	Yes	15190.97
21	95.16	0.0009	15190.97	80.97	42.55	80.97	Yes	15190.97
22	136.31	0.0007	831.20	135.76	43.76	135.76	Yes	831.20
23	179.03	0.0004	831.20	178.71	44.98	178.71	Yes	831.20
24	135.55	0.0001	26900.58	132.51	46.20	132.51	Yes	26900.58
25	90.55	-0.0001	26900.58	87.19	102.77	102.77	No	0
26	93.33	-0.0003	26900.58	85.10	104.10	104.10	No	0
27	96.10	-0.0004	26900.58	84.72	105.42	105.42	No	0
28	153.26	-0.0005	444.44	153.05	106.75	153.05	Yes	444.44
29	212.14	-0.0005	444.44	211.92	108.08	211.92	Yes	444.44
30	154.60	-0.0005	40935.67	135.60	109.41	135.60	Yes	40935.67
31	96.07	-0.0004	40935.67	79.29	110.74	110.74	No	0
32	90.78	-0.0003	92467.64	61.46	112.06	112.06	No	0
33	85.64	-0.0002	92467.64	67.43	93.63	93.63	No	0
34	89.72	-0.0001	92467.64	82.88	95.43	95.43	No	0
35	93.80	0.0000	92467.64	93.80	97.23	97.23	No	0

**Lampiran 61 Tekanan Tanah di Depan Dinding Penggalan
Pertama Iterasi Kedua**

H (m)	P ₀	δ (m)	K _s (kN/m ²)	P _p (kN)	P _p max (kN)	P _p pakai	Spring
2.5	8.00	0.0000	13020.83	8.03	15.02	8.03	Yes 13020.83
3.5	18	0.0000	13020.83	18.14	33.81	18.14	Yes 13020.83
4.5	24.80	0.0000	45787.55	25.99	75.76	25.99	Yes 45787.55
5.5	34.40	0.0001	45787.55	36.78	87.57	36.78	Yes 45787.55
6.5	41.85	0.0001	24561.4	44.28	91.14	44.28	Yes 24561.40
7.5	47.16	0.0002	24561.4	51.43	102.69	51.43	Yes 24561.40
8.5	53.01	0.0003	19531.25	58.52	102.33	58.52	Yes 19531.25
9.5	59.41	0.0004	19531.25	67.75	114.68	67.75	Yes 19531.25
10.5	65.81	0.0006	19531.25	77.69	127.04	77.69	Yes 19531.25
11.5	72.21	0.0008	19531.25	88.25	139.39	88.25	Yes 19531.25
12.5	77.01	0.0011	10850.69	88.40	143.33	88.40	Yes 10850.69
13.5	80.21	0.0013	10850.69	93.99	149.28	93.99	Yes 10850.69
14.5	83.41	0.0015	10850.69	99.23	155.24	99.23	Yes 10850.69
15.5	86.61	0.0016	10850.69	103.90	161.19	103.90	Yes 10850.69
16.5	91.81	0.0017	1736.11	94.69	135.81	94.69	Yes 1736.11
17.5	99.01	0.0016	1736.11	101.84	143.01	101.84	Yes 1736.11
18.5	106.21	0.0015	1736.11	108.84	150.21	108.84	Yes 1736.11
19.5	113.41	0.0013	1736.11	115.70	157.41	115.70	Yes 1736.11
20.5	119.41	0.0011	15190.97	135.62	226.32	135.62	Yes 15190.97
21.5	124.21	0.0008	831.20	124.87	235.41	124.87	Yes 831.20
22.5	129.01	0.0005	831.20	129.44	136.51	129.44	Yes 831.20
23.5	133.81	0.0002	26900.58	140.35	141.31	140.35	Yes 26900.58
24.5	139.12	0.0000	26900.58	139.49	308.34	139.49	Yes 26900.58
25.5	144.93	-0.0002	26900.58	151.01	321.22	151.01	Yes 26900.58
26.5	150.74	-0.0004	26900.58	160.82	334.10	160.82	Yes 26900.58
27.5	156.55	-0.0005	444.44	156.75	346.98	156.75	Yes 444.44
28.5	161.99	-0.0005	444.44	162.20	205.99	162.20	Yes 444.44
29.5	167.05	-0.0005	40935.67	186.82	211.05	186.82	Yes 40935.67
30.5	174.01	-0.0004	40935.67	192.22	430.48	192.22	Yes 40935.67
31.5	182.85	-0.0004	92467.64	217.15	452.35	217.15	Yes 92467.64
32.5	193.14	-0.0003	92467.64	217.37	576.51	217.37	Yes 92467.64
33.5	204.89	-0.0001	92467.64	217.56	611.58	217.56	Yes 92467.64
34.5	216.64	0.0000	92467.64	219.41	646.64	219.41	Yes 92467.64

**Lampiran 62 Hasil Defleksi pada Tiap Titik Tangkap Beban
Penggalian Pertama Iterasi Kedua**

H (m)	δ (m)	H (m)	δ (m)
0	0.0001	0	0.0001
1	0.0000	0.5	0.0000
2	0	1.5	0.0000
3	0.0000	2.5	0.0000
4	-0.0001	3.5	0.0000
5	-0.0001	4.5	-0.0001
6	-0.0001	5.5	-0.0001
7	-0.0001	6.5	-0.0001
8	-0.0001	7.5	-0.0001
9	-0.0001	8.5	-0.0001
10	-0.0001	9.5	-0.0001
11	0.0000	10.5	0.0000
12	0.0001	11.5	0.0001
13	0.0003	12.5	0.0002
14	0.0004	13.5	0.0003
15	0.0005	14.5	0.0005
16	0.0006	15.5	0.0006
17	0.0007	16.5	0.0006
18	0.0006	17.5	0.0007
19	0.0005	18.5	0.0006
20	0.0004	19.5	0.0005
21	0.0002	20.5	0.0003
22	0.0000	21.5	0.0001
23	-0.0001	22.5	-0.0001
24	-0.0003	23.5	-0.0002
25	-0.0005	24.5	-0.0004
26	-0.0006	25.5	-0.0006
27	-0.0007	26.5	-0.0007
28	-0.0007	27.5	-0.0007
29	-0.0007	28.5	-0.0007
30	-0.0007	29.5	-0.0007
31	-0.0006	30.5	-0.0006
32	-0.0004	31.5	-0.0005
33	-0.0003	32.5	-0.0004
34	-0.0001	33.5	-0.0002
35	0	34.5	0.0000

Lampiran 63 Tekanan Tanah di Belakang Dinding Penggalian Pertama Iterasi Ketiga

H (m)	P ₀	δ (m)	K _s (kN/m ²)	P _a (kN)	P _a min (kN)	P _a pakai	Spring	
0	3.93	0.0001	26900.58	2.23	0	2.23	Yes	26900.58
1	14.23	0.0000	26900.58	13.40	5.16	13.40	Yes	26900.58
2	25.01	0	13020.83	25.01	7.17	25.01	Yes	13020.83
3	34.36	0.0000	13020.83	34.04	10.75	34.04	Yes	13020.83
4	33.53	-0.0001	45787.55	31.19	13.54	31.19	Yes	45787.55
5	33.53	-0.0001	45787.55	29.82	20.42	29.82	Yes	45787.55
6	38.67	-0.0001	24561.4	35.99	23.58	35.99	Yes	24561.40
7	44.82	-0.0001	24561.4	41.65	25.56	41.65	Yes	24561.40
8	50.79	-0.0001	19531.25	48.19	26.35	48.19	Yes	19531.25
9	57.23	-0.0001	19531.25	55.03	18.18	55.03	Yes	19531.25
10	60.76	-0.0001	19531.25	59.55	19.42	59.55	Yes	19531.25
11	64.29	0.0000	19531.25	63.84	20.67	63.84	Yes	19531.25
12	89.55	0.0001	10850.69	88.03	21.92	88.03	Yes	10850.69
13	114.50	0.0003	10850.69	111.50	28.33	111.50	Yes	10850.69
14	117.40	0.0004	10850.69	112.92	29.18	112.92	Yes	10850.69
15	120.30	0.0005	10850.69	114.51	30.04	114.51	Yes	10850.69
16	130.59	0.0006	1736.11	129.51	30.89	129.51	Yes	1736.11
17	143.03	0.0007	1736.11	141.89	37.68	141.89	Yes	1736.11
18	150.23	0.0006	1736.11	149.14	38.89	149.14	Yes	1736.11
19	157.43	0.0005	1736.11	156.51	40.11	156.51	Yes	1736.11
20	127.98	0.0004	15190.97	122.14	41.33	122.14	Yes	15190.97
21	95.16	0.0002	15190.97	91.92	42.55	91.92	Yes	15190.97
22	136.31	0.0000	831.20	136.27	43.76	136.27	Yes	831.20
23	179.03	-0.0001	831.20	178.91	44.98	178.91	Yes	831.20
24	135.55	-0.0003	26900.58	126.70	46.20	126.70	Yes	26900.58
25	90.55	-0.0005	26900.58	77.18	102.77	102.77	No	0
26	93.33	-0.0006	26900.58	76.46	104.10	104.10	No	0
27	96.10	-0.0007	26900.58	77.11	105.42	105.42	No	0
28	153.26	-0.0007	444.44	152.94	106.75	152.94	Yes	444.44
29	212.14	-0.0007	444.44	211.82	108.08	211.82	Yes	444.44
30	154.60	-0.0007	40935.67	127.13	109.41	127.13	Yes	40935.67
31	96.07	-0.0006	40935.67	72.12	110.74	110.74	No	0
32	90.78	-0.0004	92467.64	49.44	112.06	112.06	No	0
33	85.64	-0.0003	92467.64	60.49	93.63	93.63	No	0
34	89.72	-0.0001	92467.64	80.48	95.43	95.43	No	0
35	93.80	0	92467.64	93.80	97.23	97.23	No	0

Lampiran 64 Tekanan Tanah di Depan Dinding Penggalian
Pertama Iterasi Ketiga

H (m)	P ₀	δ (m)	K _s (kN/m ²)	P _p (kN)	P _p max (kN)	P _p pakai	Spring
2.5	8.00	0.0000	13020.83	8.17	15.02	8.17	Yes
3.5	18	0.0000	13020.83	18.49	33.81	18.49	Yes
4.5	24.80	-0.0001	45787.55	27.87	75.76	27.87	Yes
5.5	34.40	-0.0001	45787.55	38.80	87.57	38.80	Yes
6.5	41.85	-0.0001	24561.4	44.82	91.14	44.82	Yes
7.5	47.16	-0.0001	24561.4	50.45	102.69	50.45	Yes
8.5	53.01	-0.0001	19531.25	55.49	102.33	55.49	Yes
9.5	59.41	-0.0001	19531.25	61.23	114.68	61.23	Yes
10.5	65.81	0.0000	19531.25	66.32	127.04	66.32	Yes
11.5	72.21	0.0001	19531.25	73.69	139.39	73.69	Yes
12.5	77.01	0.0002	10850.69	79.23	143.33	79.23	Yes
13.5	80.21	0.0003	10850.69	83.93	149.28	83.93	Yes
14.5	83.41	0.0005	10850.69	88.55	155.24	88.55	Yes
15.5	86.61	0.0006	10850.69	92.93	161.19	92.93	Yes
16.5	91.81	0.0006	1736.11	92.93	135.81	92.93	Yes
17.5	99.01	0.0007	1736.11	100.14	143.01	100.14	Yes
18.5	106.21	0.0006	1736.11	107.23	150.21	107.23	Yes
19.5	113.41	0.0005	1736.11	114.21	157.41	114.21	Yes
20.5	119.41	0.0003	15190.97	123.94	226.32	123.94	Yes
21.5	124.21	0.0001	831.20	124.31	235.41	124.31	Yes
22.5	129.01	-0.0001	831.20	129.06	136.51	129.06	Yes
23.5	133.81	-0.0002	26900.58	140.27	141.31	140.27	Yes
24.5	139.12	-0.0004	26900.58	150.39	308.34	150.39	Yes
25.5	144.93	-0.0006	26900.58	160.29	321.22	160.29	Yes
26.5	150.74	-0.0007	26900.58	168.92	334.10	168.92	Yes
27.5	156.55	-0.0007	444.44	156.87	346.98	156.87	Yes
28.5	161.99	-0.0007	444.44	162.31	205.99	162.31	Yes
29.5	167.05	-0.0007	40935.67	195.79	211.05	195.79	Yes
30.5	174.01	-0.0006	40935.67	200.08	430.48	200.08	Yes
31.5	182.85	-0.0005	92467.64	231.39	452.35	231.39	Yes
32.5	193.14	-0.0004	92467.64	226.89	576.51	226.89	Yes
33.5	204.89	-0.0002	92467.64	222.00	611.58	222.00	Yes
34.5	216.64	0.0000	92467.64	220.15	646.64	220.15	Yes

Lampiran 65 Hasil Defleksi pada Tiap Titik Tangkap Beban
Penggalian Pertama Iterasi Ketiga

H (m)	δ (m)	H (m)	δ (m)
0	0.0000	0	0.0000
1	0.0000	0.5	0.0000
2	0	1.5	0.0000
3	0.0000	2.5	0.0000
4	0.0000	3.5	0.0000
5	0.0000	4.5	0.0000
6	0.0000	5.5	0.0000
7	0.0000	6.5	0.0000
8	0.0001	7.5	0.0001
9	0.0002	8.5	0.0002
10	0.0004	9.5	0.0003
11	0.0005	10.5	0.0005
12	0.0007	11.5	0.0006
13	0.0009	12.5	0.0008
14	0.0011	13.5	0.0010
15	0.0012	14.5	0.0012
16	0.0013	15.5	0.0013
17	0.0013	16.5	0.0013
18	0.0012	17.5	0.0013
19	0.0011	18.5	0.0012
20	0.0008	19.5	0.0010
21	0.0006	20.5	0.0007
22	0.0003	21.5	0.0004
23	0.0000	22.5	0.0001
24	-0.0003	23.5	-0.0002
25	-0.0005	24.5	-0.0004
26	-0.0007	25.5	-0.0006
27	-0.0008	26.5	-0.0008
28	-0.0009	27.5	-0.0009
29	-0.0009	28.5	-0.0009
30	-0.0008	29.5	-0.0008
31	-0.0007	30.5	-0.0008
32	-0.0005	31.5	-0.0006
33	-0.0003	32.5	-0.0004
34	-0.0001	33.5	-0.0002
35	0	34.5	0.0000

**Lampiran 66 Tekanan Tanah di Belakang Dinding Penggalian
Pertama Iterasi Keempat**

H (m)	P ₀	δ (m)	K _s (kN/m ²)	Pa (kN)	Pa min (kN)	Pa pakai	Spring	
0	3.93	0.0000	26900.58	3.01	0	3.01	Yes	26900.58
1	14.23	0.0000	26900.58	13.78	5.16	13.78	Yes	26900.58
2	25.01	0	13020.83	25.01	7.17	25.01	Yes	13020.83
3	34.36	0.0000	13020.83	34.22	10.75	34.22	Yes	13020.83
4	33.53	0.0000	45787.55	32.66	13.54	32.66	Yes	45787.55
5	33.53	0.0000	45787.55	32.70	20.42	32.70	Yes	45787.55
6	38.67	0.0000	24561.4	38.64	23.58	38.64	Yes	24561.40
7	44.82	0.0000	24561.4	43.71	25.56	43.71	Yes	24561.40
8	50.79	0.0001	19531.25	48.44	26.35	48.44	Yes	19531.25
9	57.23	0.0002	19531.25	52.74	18.18	52.74	Yes	19531.25
10	60.76	0.0004	19531.25	53.47	19.42	53.47	Yes	19531.25
11	64.29	0.0005	19531.25	53.58	20.67	53.58	Yes	19531.25
12	89.55	0.0007	10850.69	81.49	21.92	81.49	Yes	10850.69
13	114.50	0.0009	10850.69	104.32	28.33	104.32	Yes	10850.69
14	117.40	0.0011	10850.69	105.32	29.18	105.32	Yes	10850.69
15	120.30	0.0012	10850.69	106.76	30.04	106.76	Yes	10850.69
16	130.59	0.0013	1736.11	128.29	30.89	128.29	Yes	1736.11
17	143.03	0.0013	1736.11	140.72	37.68	140.72	Yes	1736.11
18	150.23	0.0012	1736.11	148.07	38.89	148.07	Yes	1736.11
19	157.43	0.0011	1736.11	155.57	40.11	155.57	Yes	1736.11
20	127.98	0.0008	15190.97	115.27	41.33	115.27	Yes	15190.97
21	95.16	0.0006	15190.97	86.59	42.55	86.59	Yes	15190.97
22	136.31	0.0003	831.20	136.07	43.76	136.07	Yes	831.20
23	179.03	0.0000	831.20	179.03	44.98	179.03	Yes	831.20
24	135.55	-0.0003	26900.58	127.83	46.20	127.83	Yes	26900.58
25	90.55	-0.0005	26900.58	76.19	102.77	102.77	No	0
26	93.33	-0.0007	26900.58	73.93	104.10	104.10	No	0
27	96.10	-0.0008	26900.58	73.64	105.42	105.42	No	0
28	153.26	-0.0009	444.44	152.87	106.75	152.87	Yes	444.44
29	212.14	-0.0009	444.44	211.76	108.08	211.76	Yes	444.44
30	154.60	-0.0008	40935.67	121.48	109.41	121.48	Yes	40935.67
31	96.07	-0.0007	40935.67	67.54	110.74	110.74	No	0
32	90.78	-0.0005	92467.64	42.14	112.06	112.06	No	0
33	85.64	-0.0003	92467.64	56.42	93.63	93.63	No	0
34	89.72	-0.0001	92467.64	79.27	95.43	95.43	No	0
35	93.80	0	92467.64	93.80	97.23	97.23	No	0

**Lampiran 67 Tekanan Tanah di Depan Dinding Penggalan
Pertama Iterasi Keempat**

H (m)	P₀	δ (m)	K_s (kN/m²)	P_p (kN)	P_p max (kN)	P_p pakai	Spring	
2.5	8.00	0.0000	13020.83	8.08	15.02	8.08	Yes	13020.83
3.5	18	0.0000	13020.83	18.21	33.81	18.21	Yes	13020.83
4.5	24.80	0.0000	45787.55	25.72	75.76	25.72	Yes	45787.55
5.5	34.40	0.0000	45787.55	34.95	87.57	34.95	Yes	45787.55
6.5	41.85	0.0000	24561.4	42.29	91.14	42.29	Yes	24561.40
7.5	47.16	0.0001	24561.4	49.05	102.69	49.05	Yes	24561.40
8.5	53.01	0.0002	19531.25	56.31	102.33	56.31	Yes	19531.25
9.5	59.41	0.0003	19531.25	65.19	114.68	65.19	Yes	19531.25
10.5	65.81	0.0005	19531.25	74.72	127.04	74.72	Yes	19531.25
11.5	72.21	0.0006	19531.25	84.75	139.39	84.75	Yes	19531.25
12.5	77.01	0.0008	10850.69	86.13	143.33	86.13	Yes	10850.69
13.5	80.21	0.0010	10850.69	91.35	149.28	91.35	Yes	10850.69
14.5	83.41	0.0012	10850.69	96.27	155.24	96.27	Yes	10850.69
15.5	86.61	0.0013	10850.69	100.65	161.19	100.65	Yes	10850.69
16.5	91.81	0.0013	1736.11	94.13	135.81	94.13	Yes	1736.11
17.5	99.01	0.0013	1736.11	101.26	143.01	101.26	Yes	1736.11
18.5	106.21	0.0012	1736.11	108.23	150.21	108.23	Yes	1736.11
19.5	113.41	0.0010	1736.11	115.08	157.41	115.08	Yes	1736.11
20.5	119.41	0.0007	15190.97	130.04	226.32	130.04	Yes	15190.97
21.5	124.21	0.0004	831.20	124.56	235.41	124.56	Yes	831.20
22.5	129.01	0.0001	831.20	129.12	136.51	129.12	Yes	831.20
23.5	133.81	-0.0002	26900.58	137.93	141.31	137.93	Yes	26900.58
24.5	139.12	-0.0004	26900.58	150.39	308.34	150.39	Yes	26900.58
25.5	144.93	-0.0006	26900.58	162.09	321.22	162.09	Yes	26900.58
26.5	150.74	-0.0008	26900.58	171.99	334.10	171.99	Yes	26900.58
27.5	156.55	-0.0009	444.44	156.93	346.98	156.93	Yes	444.44
28.5	161.99	-0.0009	444.44	162.38	205.99	162.38	Yes	444.44
29.5	167.05	-0.0008	40935.67	201.77	211.05	201.77	Yes	40935.67
30.5	174.01	-0.0008	40935.67	205.28	430.48	205.28	Yes	40935.67
31.5	182.85	-0.0006	92467.64	240.36	452.35	240.36	Yes	92467.64
32.5	193.14	-0.0004	92467.64	232.54	576.51	232.54	Yes	92467.64
33.5	204.89	-0.0002	92467.64	224.49	611.58	224.49	Yes	92467.64
34.5	216.64	0.0000	92467.64	220.52	646.64	220.52	Yes	92467.64

Lampiran 68 Hasil Defleksi pada Tiap Titik Tangkap Beban
Penggalian Pertama Iterasi Keempat

H (m)	δ (m)	H (m)	δ (m)
0	0.0000	0	0.0000
1	0.0000	0.5	0.0000
2	0	1.5	0.0000
3	0.0000	2.5	0.0000
4	0.0000	3.5	0.0000
5	0.0000	4.5	0.0000
6	0.0000	5.5	0.0000
7	0.0000	6.5	-0.0001
8	0.0000	7.5	0.0000
9	0.0000	8.5	0.0000
10	0.0001	9.5	0.0000
11	0.0002	10.5	0.0001
12	0.0004	11.5	0.0003
13	0.0005	12.5	0.0004
14	0.0007	13.5	0.0006
15	0.0008	14.5	0.0008
16	0.0009	15.5	0.0009
17	0.0010	16.5	0.0010
18	0.0010	17.5	0.0010
19	0.0009	18.5	0.0010
20	0.0008	19.5	0.0009
21	0.0006	20.5	0.0007
22	0.0004	21.5	0.0005
23	0.0002	22.5	0.0003
24	0.0000	23.5	0.0001
25	-0.0002	24.5	-0.0001
26	-0.0004	25.5	-0.0003
27	-0.0005	26.5	-0.0005
28	-0.0006	27.5	-0.0006
29	-0.0007	28.5	-0.0007
30	-0.0007	29.5	-0.0007
31	-0.0006	30.5	-0.0007
32	-0.0005	31.5	-0.0006
33	-0.0003	32.5	-0.0004
34	-0.0001	33.5	-0.0002
35	0	34.5	0.0000

**Lampiran 69 Tekanan Tanah di Belakang Dinding Penggalian
Pertama Iterasi Kelima**

H (m)	P ₀	δ (m)	K _s (kN/m ²)	Pa (kN)	Pa min (kN)	Pa pakai	Spring	
0	3.93	0.0000	26900.58	2.93	0	2.93	Yes	26900.58
1	14.23	0.0000	26900.58	13.72	5.16	13.72	Yes	26900.58
2	25.01	0	13020.83	25.01	7.17	25.01	Yes	13020.83
3	34.36	0.0000	13020.83	34.21	10.75	34.21	Yes	13020.83
4	33.53	0.0000	45787.55	32.38	13.54	32.38	Yes	45787.55
5	33.53	0.0000	45787.55	31.74	20.42	31.74	Yes	45787.55
6	38.67	0.0000	24561.4	37.46	23.58	37.46	Yes	24561.40
7	44.82	0.0000	24561.4	43.64	25.56	43.64	Yes	24561.40
8	50.79	0.0000	19531.25	50.22	26.35	50.22	Yes	19531.25
9	57.23	0.0000	19531.25	56.92	18.18	56.92	Yes	19531.25
10	60.76	0.0001	19531.25	58.96	19.42	58.96	Yes	19531.25
11	64.29	0.0002	19531.25	60.28	20.67	60.28	Yes	19531.25
12	89.55	0.0004	10850.69	85.74	21.92	85.74	Yes	10850.69
13	114.50	0.0005	10850.69	108.89	28.33	108.89	Yes	10850.69
14	117.40	0.0007	10850.69	109.99	29.18	109.99	Yes	10850.69
15	120.30	0.0008	10850.69	111.26	30.04	111.26	Yes	10850.69
16	130.59	0.0009	1736.11	128.95	30.89	128.95	Yes	1736.11
17	143.03	0.0010	1736.11	141.28	37.68	141.28	Yes	1736.11
18	150.23	0.0010	1736.11	148.50	38.89	148.50	Yes	1736.11
19	157.43	0.0009	1736.11	155.84	40.11	155.84	Yes	1736.11
20	127.98	0.0008	15190.97	116.15	41.33	116.15	Yes	15190.97
21	95.16	0.0006	15190.97	85.91	42.55	85.91	Yes	15190.97
22	136.31	0.0004	831.20	135.95	43.76	135.95	Yes	831.20
23	179.03	0.0002	831.20	178.84	44.98	178.84	Yes	831.20
24	135.55	0.0000	26900.58	135.20	46.20	135.20	Yes	26900.58
25	90.55	-0.0002	26900.58	85.28	102.77	102.77	No	0
26	93.33	-0.0004	26900.58	83.13	104.10	104.10	No	0
27	96.10	-0.0005	26900.58	82.01	105.42	105.42	No	0
28	153.26	-0.0006	444.44	152.99	106.75	152.99	Yes	444.44
29	212.14	-0.0007	444.44	211.84	108.08	211.84	Yes	444.44
30	154.60	-0.0007	40935.67	126.80	109.41	126.80	Yes	40935.67
31	96.07	-0.0006	40935.67	70.61	110.74	110.74	No	0
32	90.78	-0.0005	92467.64	45.47	112.06	112.06	No	0
33	85.64	-0.0003	92467.64	57.63	93.63	93.63	No	0
34	89.72	-0.0001	92467.64	79.46	95.43	95.43	No	0
35	93.80	0	92467.64	93.80	97.23	97.23	No	0

**Lampiran 70 Tekanan Tanah di Depan Dinding Penggalan
Pertama Iterasi Kelima**

H (m)	P₀	δ (m)	K_s (kN/m²)	P_p (kN)	P_p max (kN)	P_p pakai	Spring	
2.5	8.00	0.0000	13020.83	8.08	15.02	8.08	Yes	13020.83
3.5	18	0.0000	13020.83	18.25	33.81	18.25	Yes	13020.83
4.5	24.80	0.0000	45787.55	26.31	75.76	26.31	Yes	45787.55
5.5	34.40	0.0000	45787.55	36.46	87.57	36.46	Yes	45787.55
6.5	41.85	-0.0001	24561.4	43.11	91.14	43.11	Yes	24561.40
7.5	47.16	0.0000	24561.4	48.19	102.69	48.19	Yes	24561.40
8.5	53.01	0.0000	19531.25	53.23	102.33	53.23	Yes	19531.25
9.5	59.41	0.0000	19531.25	60.35	114.68	60.35	Yes	19531.25
10.5	65.81	0.0001	19531.25	68.60	127.04	68.60	Yes	19531.25
11.5	72.21	0.0003	19531.25	77.54	139.39	77.54	Yes	19531.25
12.5	77.01	0.0004	10850.69	81.69	143.33	81.69	Yes	10850.69
13.5	80.21	0.0006	10850.69	86.71	149.28	86.71	Yes	10850.69
14.5	83.41	0.0008	10850.69	91.65	155.24	91.65	Yes	10850.69
15.5	86.61	0.0009	10850.69	96.31	161.19	96.31	Yes	10850.69
16.5	91.81	0.0010	1736.11	93.52	135.81	93.52	Yes	1736.11
17.5	99.01	0.0010	1736.11	100.76	143.01	100.76	Yes	1736.11
18.5	106.21	0.0010	1736.11	107.88	150.21	107.88	Yes	1736.11
19.5	113.41	0.0009	1736.11	114.89	157.41	114.89	Yes	1736.11
20.5	119.41	0.0007	15190.97	129.95	226.32	129.95	Yes	15190.97
21.5	124.21	0.0005	831.20	124.64	235.41	124.64	Yes	831.20
22.5	129.01	0.0003	831.20	129.28	136.51	129.28	Yes	831.20
23.5	133.81	0.0001	26900.58	136.98	141.31	136.98	Yes	26900.58
24.5	139.12	-0.0001	26900.58	141.70	308.34	141.70	Yes	26900.58
25.5	144.93	-0.0003	26900.58	152.84	321.22	152.84	Yes	26900.58
26.5	150.74	-0.0005	26900.58	163.08	334.10	163.08	Yes	26900.58
27.5	156.55	-0.0006	444.44	156.81	346.98	156.81	Yes	444.44
28.5	161.99	-0.0007	444.44	162.28	205.99	162.28	Yes	444.44
29.5	167.05	-0.0007	40935.67	195.18	211.05	195.18	Yes	40935.67
30.5	174.01	-0.0007	40935.67	201.15	430.48	201.15	Yes	40935.67
31.5	182.85	-0.0006	92467.64	235.37	452.35	235.37	Yes	92467.64
32.5	193.14	-0.0004	92467.64	230.50	576.51	230.50	Yes	92467.64
33.5	204.89	-0.0002	92467.64	223.94	611.58	223.94	Yes	92467.64
34.5	216.64	0.0000	92467.64	220.52	646.64	220.52	Yes	92467.64

**Lampiran 71 Hasil Defleksi pada Tiap Titik Tangkap Beban
Penggalian Pertama Iterasi Kelima**

H (m)	δ (m)	H (m)	δ (m)
0	0.0000	0	0.0000
1	0.0000	0.5	0.0000
2	0	1.5	0.0000
3	0.0000	2.5	0.0000
4	0.0000	3.5	0.0000
5	0.0000	4.5	0.0000
6	0.0000	5.5	0.0000
7	0.0001	6.5	0.0000
8	0.0001	7.5	0.0001
9	0.0002	8.5	0.0002
10	0.0003	9.5	0.0002
11	0.0005	10.5	0.0004
12	0.0006	11.5	0.0005
13	0.0008	12.5	0.0007
14	0.0009	13.5	0.0009
15	0.0011	14.5	0.0010
16	0.0011	15.5	0.0011
17	0.0011	16.5	0.0011
18	0.0011	17.5	0.0011
19	0.0009	18.5	0.0010
20	0.0007	19.5	0.0008
21	0.0005	20.5	0.0006
22	0.0002	21.5	0.0004
23	0.0000	22.5	0.0001
24	-0.0003	23.5	-0.0001
25	-0.0005	24.5	-0.0004
26	-0.0007	25.5	-0.0006
27	-0.0008	26.5	-0.0007
28	-0.0008	27.5	-0.0008
29	-0.0008	28.5	-0.0008
30	-0.0008	29.5	-0.0008
31	-0.0007	30.5	-0.0007
32	-0.0005	31.5	-0.0006
33	-0.0003	32.5	-0.0004
34	-0.0001	33.5	-0.0002
35	0	34.5	0.0000

**Lampiran 72 Tekanan Tanah di Belakang Dinding Penggalian
Pertama Iterasi Terakhir**

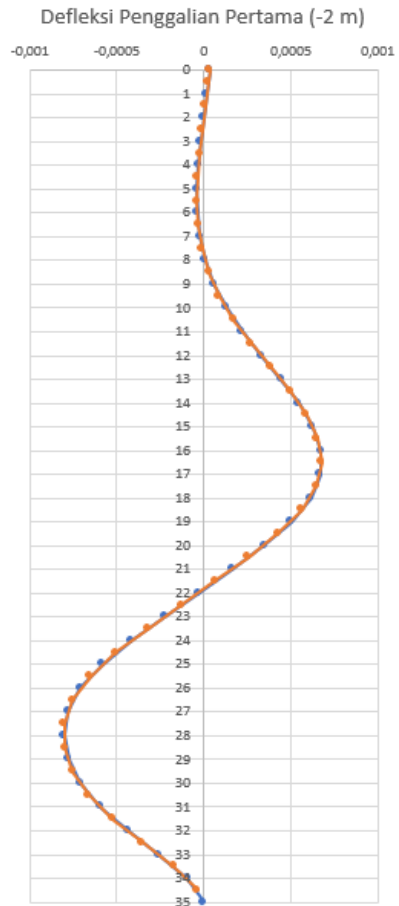
H (m)	P₀	δ (m)	K_s (kN/m²)	P_a (kN)	P_a min (kN)	P_a pakai	Spring	
0	3.93	0.0000	26900.58	3.47	0	3.47	Yes	26900.58
1	14.23	0.0000	26900.58	14.01	5.16	14.01	Yes	26900.58
2	25.01	0	13020.83	25.01	7.17	25.01	Yes	13020.83
3	34.36	0.0000	13020.83	34.34	10.75	34.34	Yes	13020.83
4	33.53	0.0000	45787.55	33.47	13.54	33.47	Yes	45787.55
5	33.53	0.0000	45787.55	33.34	20.42	33.34	Yes	45787.55
6	38.67	0.0000	24561.4	38.15	23.58	38.15	Yes	24561.40
7	44.82	0.0001	24561.4	43.44	25.56	43.44	Yes	24561.40
8	50.79	0.0001	19531.25	48.56	26.35	48.56	Yes	19531.25
9	57.23	0.0002	19531.25	53.36	18.18	53.36	Yes	19531.25
10	60.76	0.0003	19531.25	54.69	19.42	54.69	Yes	19531.25
11	64.29	0.0005	19531.25	55.48	20.67	55.48	Yes	19531.25
12	89.55	0.0006	10850.69	82.89	21.92	82.89	Yes	10850.69
13	114.50	0.0008	10850.69	106.00	28.33	106.00	Yes	10850.69
14	117.40	0.0009	10850.69	107.24	29.18	107.24	Yes	10850.69
15	120.30	0.0011	10850.69	108.81	30.04	108.81	Yes	10850.69
16	130.59	0.0011	1736.11	128.62	30.89	128.62	Yes	1736.11
17	143.03	0.0011	1736.11	141.05	37.68	141.05	Yes	1736.11
18	150.23	0.0011	1736.11	148.37	38.89	148.37	Yes	1736.11
19	157.43	0.0009	1736.11	155.83	40.11	155.83	Yes	1736.11
20	127.98	0.0007	15190.97	117.08	41.33	117.08	Yes	15190.97
21	95.16	0.0005	15190.97	87.84	42.55	87.84	Yes	15190.97
22	136.31	0.0002	831.20	136.11	43.76	136.11	Yes	831.20
23	179.03	0.0000	831.20	179.03	44.98	179.03	Yes	831.20
24	135.55	-0.0003	26900.58	128.80	46.20	128.80	Yes	26900.58
25	90.55	-0.0005	26900.58	77.78	102.77	102.77	No	0
26	93.33	-0.0007	26900.58	75.82	104.10	104.10	No	0
27	96.10	-0.0008	26900.58	75.47	105.42	105.42	No	0
28	153.26	-0.0008	444.44	152.90	106.75	152.90	Yes	444.44
29	212.14	-0.0008	444.44	211.78	108.08	211.78	Yes	444.44
30	154.60	-0.0008	40935.67	122.79	109.41	122.79	Yes	40935.67
31	96.07	-0.0007	40935.67	68.27	110.74	110.74	No	0
32	90.78	-0.0005	92467.64	42.88	112.06	112.06	No	0
33	85.64	-0.0003	92467.64	56.70	93.63	93.63	No	0
34	89.72	-0.0001	92467.64	79.27	95.43	95.43	No	0
35	93.80	0	92467.64	93.80	97.23	97.23	No	0

**Lampiran 73 Tekanan Tanah di Depan Dinding Penggalian
Pertama Iterasi Terakhir**

H (m)	P ₀	δ (m)	K _s (kN/m ²)	P _p (kN)	P _p max (kN)	P _p pakai	Spring
2.5	8.00	0.0000	13020.83	8.02	15.02	8.02	Yes 13020.83
3.5	18	0.0000	13020.83	18.03	33.81	18.03	Yes 13020.83
4.5	24.80	0.0000	45787.55	24.81	75.76	24.81	Yes 45787.55
5.5	34.40	0.0000	45787.55	34.85	87.57	34.85	Yes 45787.55
6.5	41.85	0.0000	24561.4	42.71	91.14	42.71	Yes 24561.40
7.5	47.16	0.0001	24561.4	49.12	102.69	49.12	Yes 24561.40
8.5	53.01	0.0002	19531.25	55.96	102.33	55.96	Yes 19531.25
9.5	59.41	0.0002	19531.25	64.27	114.68	64.27	Yes 19531.25
10.5	65.81	0.0004	19531.25	73.15	127.04	73.15	Yes 19531.25
11.5	72.21	0.0005	19531.25	82.54	139.39	82.54	Yes 19531.25
12.5	77.01	0.0007	10850.69	84.57	143.33	84.57	Yes 10850.69
13.5	80.21	0.0009	10850.69	89.54	149.28	89.54	Yes 10850.69
14.5	83.41	0.0010	10850.69	94.27	155.24	94.27	Yes 10850.69
15.5	86.61	0.0011	10850.69	98.56	161.19	98.56	Yes 10850.69
16.5	91.81	0.0011	1736.11	93.80	135.81	93.80	Yes 1736.11
17.5	99.01	0.0011	1736.11	100.94	143.01	100.94	Yes 1736.11
18.5	106.21	0.0010	1736.11	107.95	150.21	107.95	Yes 1736.11
19.5	113.41	0.0008	1736.11	114.84	157.41	114.84	Yes 1736.11
20.5	119.41	0.0006	15190.97	128.51	226.32	128.51	Yes 15190.97
21.5	124.21	0.0004	831.20	124.51	235.41	124.51	Yes 831.20
22.5	129.01	0.0001	831.20	129.11	136.51	129.11	Yes 831.20
23.5	133.81	-0.0001	26900.58	137.36	141.31	137.36	Yes 26900.58
24.5	139.12	-0.0004	26900.58	149.07	308.34	149.07	Yes 26900.58
25.5	144.93	-0.0006	26900.58	160.31	321.22	160.31	Yes 26900.58
26.5	150.74	-0.0007	26900.58	170.11	334.10	170.11	Yes 26900.58
27.5	156.55	-0.0008	444.44	156.90	346.98	156.90	Yes 444.44
28.5	161.99	-0.0008	444.44	162.35	205.99	162.35	Yes 444.44
29.5	167.05	-0.0008	40935.67	200.17	211.05	200.17	Yes 40935.67
30.5	174.01	-0.0007	40935.67	204.26	430.48	204.26	Yes 40935.67
31.5	182.85	-0.0006	92467.64	239.25	452.35	239.25	Yes 92467.64
32.5	193.14	-0.0004	92467.64	232.17	576.51	232.17	Yes 92467.64
33.5	204.89	-0.0002	92467.64	224.49	611.58	224.49	Yes 92467.64
34.5	216.64	0.0000	92467.64	220.61	646.64	220.61	Yes 92467.64

Lampiran 74 Defleksi pada
Penggalian Pertama Iterasi
Terakhir

H (m)	δ (m)	H (m)	δ (m)
0	0.0000	0	0.0000
1	0.0000	0.5	0.0000
2	0.0000	1.5	0.0000
3	0.0000	2.5	0.0000
4	0.0000	3.5	0.0000
5	0.0000	4.5	0.0000
6	0.0000	5.5	0.0000
7	0.0000	6.5	0.0000
8	0.0000	7.5	0.0000
9	0.0001	8.5	0.0000
10	0.0002	9.5	0.0001
11	0.0003	10.5	0.0002
12	0.0004	11.5	0.0004
13	0.0006	12.5	0.0005
14	0.0008	13.5	0.0007
15	0.0009	14.5	0.0008
16	0.0010	15.5	0.0009
17	0.0010	16.5	0.0010
18	0.0009	17.5	0.0010
19	0.0008	18.5	0.0009
20	0.0006	19.5	0.0007
21	0.0004	20.5	0.0005
22	0.0001	21.5	0.0002
23	-0.0001	22.5	0.0000
24	-0.0004	23.5	-0.0003
25	-0.0006	24.5	-0.0005
26	-0.0008	25.5	-0.0007
27	-0.0009	26.5	-0.0008
28	-0.0009	27.5	-0.0009
29	-0.0009	28.5	-0.0009
30	-0.0008	29.5	-0.0009
31	-0.0007	30.5	-0.0008
32	-0.0006	31.5	-0.0007
33	-0.0003	32.5	-0.0004
34	-0.0001	33.5	-0.0002
35	0.0000	34.5	0.0000



Lampiran 75 Defleksi pada
Penggalian Pertama Iterasi
Terakhir
(Sumber : Penulis, 2019)

**Lampiran 76 Tekanan Tanah di Belakang Dinding Penggalian
Kedua Iterasi Pertama**

H (m)	P ₀	δ (m)	K _s (kN/m ²)	Pa (kN)	Pa min (kN)	Pa pakai	Spring	
0	3.93	0.0000	26900.58	3.15	0	3.15	Yes	26900.58
1	14.23	0.0000	26900.58	13.86	5.16	13.86	Yes	26900.58
2	25.01	0.0000	13020.83	25.01	7.17	25.01	Yes	13020.83
3	34.36	0.0000	13020.83	34.27	10.75	34.27	Yes	13020.83
4	33.53	0.0000	45787.55	32.84	13.54	32.84	Yes	45787.55
5	33.53	0.0000	45787.55	32.52	20.42	32.52	Yes	45787.55
6	38.67	0.0000	24561.4	38.10	23.58	38.10	Yes	24561.40
7	44.82	0.0000	24561.4	44.55	25.56	44.55	Yes	24561.40
8	50.79	0.0000	19531.25	50.40	26.35	50.40	Yes	19531.25
9	57.23	0.0001	19531.25	55.73	18.18	55.73	Yes	19531.25
10	60.76	0.0002	19531.25	57.54	19.42	57.54	Yes	19531.25
11	64.29	0.0003	19531.25	58.68	20.67	58.68	Yes	19531.25
12	89.55	0.0004	10850.69	84.81	21.92	84.81	Yes	10850.69
13	114.50	0.0006	10850.69	108.00	28.33	108.00	Yes	10850.69
14	117.40	0.0008	10850.69	109.22	29.18	109.22	Yes	10850.69
15	120.30	0.0009	10850.69	110.73	30.04	110.73	Yes	10850.69
16	130.59	0.0010	1736.11	128.91	30.89	128.91	Yes	1736.11
17	143.03	0.0010	1736.11	141.32	37.68	141.32	Yes	1736.11
18	150.23	0.0009	1736.11	148.62	38.89	148.62	Yes	1736.11
19	157.43	0.0008	1736.11	156.05	40.11	156.05	Yes	1736.11
20	127.98	0.0006	15190.97	118.90	41.33	118.90	Yes	15190.97
21	95.16	0.0004	15190.97	89.58	42.55	89.58	Yes	15190.97
22	136.31	0.0001	831.20	136.20	43.76	136.20	Yes	831.20
23	179.03	-0.0001	831.20	178.93	44.98	178.93	Yes	831.20
24	135.55	-0.0004	26900.58	125.46	46.20	125.46	Yes	26900.58
25	90.55	-0.0006	26900.58	74.41	102.77	102.77	No	0
26	93.33	-0.0008	26900.58	72.53	104.10	104.10	No	0
27	96.10	-0.0009	26900.58	72.40	105.42	105.42	No	0
28	153.26	-0.0009	444.44	152.85	106.75	152.85	Yes	444.444
29	212.14	-0.0009	444.44	211.74	108.08	211.74	Yes	444.444
30	154.60	-0.0008	40935.67	119.92	109.41	119.92	Yes	40935.67
31	96.07	-0.0007	40935.67	66.19	110.74	110.74	No	0
32	90.78	-0.0006	92467.64	39.83	112.06	112.06	No	0
33	85.64	-0.0003	92467.64	55.13	93.63	93.63	No	0
34	89.72	-0.0001	92467.64	78.81	95.43	95.43	No	0
35	93.80	0.0000	92467.64	93.80	97.23	97.23	No	0

**Lampiran 77 Tekanan Tanah di Depan Dinding Penggalian
Kedua Iterasi Pertama**

H (m)	P ₀	δ (m)	K _s (kN/m ²)	P _p (kN)	P _p max (kN)	P _p pakai	Spring
4.5	4.80	0.0000	45787.55	5.67	12.22	5.67	Yes 45787.55
5.5	14.40	0.0000	45787.55	15.50	36.66	15.50	Yes 45787.55
6.5	21.85	0.0000	24561.4	22.34	47.59	22.34	Yes 24561.40
7.5	27.16	0.0000	24561.4	27.16	59.14	27.16	Yes 24561.40
8.5	33.01	0.0000	19531.25	33.85	63.72	33.85	Yes 19531.25
9.5	39.41	0.0001	19531.25	41.68	76.08	41.68	Yes 19531.25
10.5	45.81	0.0002	19531.25	50.11	88.43	50.11	Yes 19531.25
11.5	52.21	0.0004	19531.25	59.18	100.79	59.18	Yes 19531.25
12.5	57.01	0.0005	10850.69	62.61	106.10	62.61	Yes 10850.69
13.5	60.21	0.0007	10850.69	67.55	112.06	67.55	Yes 10850.69
14.5	63.41	0.0008	10850.69	72.31	118.01	72.31	Yes 10850.69
15.5	66.61	0.0009	10850.69	76.69	123.97	76.69	Yes 10850.69
16.5	71.81	0.0010	1736.11	73.52	115.81	73.52	Yes 1736.11
17.5	79.01	0.0010	1736.11	80.69	123.01	80.69	Yes 1736.11
18.5	86.21	0.0009	1736.11	87.72	130.21	87.72	Yes 1736.11
19.5	93.41	0.0007	1736.11	94.63	137.41	94.63	Yes 1736.11
20.5	99.41	0.0005	15190.97	106.73	188.41	106.73	Yes 15190.97
21.5	104.21	0.0002	831.20	104.41	197.51	104.41	Yes 831.20
22.5	109.01	0.0000	831.20	109.01	116.51	109.01	Yes 831.20
23.5	113.81	-0.0003	26900.58	120.64	121.31	120.64	Yes 26900.58
24.5	119.12	-0.0005	26900.58	132.43	264.01	132.43	Yes 26900.58
25.5	124.93	-0.0007	26900.58	143.68	276.89	143.68	Yes 26900.58
26.5	130.74	-0.0008	26900.58	153.28	289.77	153.28	Yes 26900.58
27.5	136.55	-0.0009	444.44	136.95	302.65	136.95	Yes 444.44
28.5	141.99	-0.0009	444.44	142.40	185.99	142.40	Yes 444.44
29.5	147.05	-0.0009	40935.67	183.36	191.05	183.36	Yes 40935.67
30.5	154.01	-0.0008	40935.67	186.76	381.00	186.76	Yes 40935.67
31.5	162.85	-0.0007	92467.64	223.05	402.87	223.05	Yes 92467.64
32.5	173.14	-0.0004	92467.64	214.38	516.82	214.38	Yes 92467.64
33.5	184.89	-0.0002	92467.64	205.33	551.88	205.33	Yes 92467.64
34.5	196.64	0.0000	92467.64	200.71	586.94	200.71	Yes 92467.64

**Lampiran 78 Hasil Defleksi pada Tiap Titik Tangkap Beban
Penggalian Kedua Iterasi Pertama**

H (m)	δ (m)	H (m)	δ (m)
0	-0.0002	0	-0.0002
1	-0.0001	0.5	-0.0002
2	0	1.5	-0.0001
3	0.0001	2.5	0.0001
4	0.0002	3.5	0.0002
5	0.0004	4.5	0.0003
6	0.0005	5.5	0.0004
7	0.0006	6.5	0.0005
8	0.0008	7.5	0.0007
9	0.0010	8.5	0.0009
10	0.0012	9.5	0.0011
11	0.0015	10.5	0.0013
12	0.0018	11.5	0.0016
13	0.0021	12.5	0.0019
14	0.0023	13.5	0.0022
15	0.0026	14.5	0.0024
16	0.0027	15.5	0.0026
17	0.0028	16.5	0.0027
18	0.0027	17.5	0.0027
19	0.0025	18.5	0.0026
20	0.0022	19.5	0.0023
21	0.0018	20.5	0.0020
22	0.0014	21.5	0.0016
23	0.0011	22.5	0.0012
24	0.0007	23.5	0.0009
25	0.0003	24.5	0.0005
26	0.0000	25.5	0.0001
27	-0.0002	26.5	-0.0001
28	-0.0004	27.5	-0.0003
29	-0.0005	28.5	-0.0004
30	-0.0005	29.5	-0.0005
31	-0.0005	30.5	-0.0005
32	-0.0004	31.5	-0.0005
33	-0.0002	32.5	-0.0003
34	-0.0001	33.5	-0.0002
35	0	34.5	0.0000

**Lampiran 79 Tekanan Tanah di Belakang Dinding Penggalian
Kedua Iterasi Kedua**

H (m)	P ₀	δ (m)	K _s (kN/m ²)	P _a (kN)	P _a min (kN)	P _a pakai	Spring	
0	3.93	-0.0002	26900.58	-1.72	0	0	No	0
1	14.23	-0.0001	26900.58	11.38	5.16	11.38	Yes	26900.58
2	25.01	0	13020.83	25.01	7.17	25.01	Yes	13020.83
3	34.36	0.0001	13020.83	32.81	10.75	32.81	Yes	13020.83
4	33.53	0.0002	45787.55	22.67	13.54	22.67	Yes	45787.55
5	33.53	0.0004	45787.55	17.27	20.42	20.42	No	0.00
6	38.67	0.0005	24561.4	26.83	23.58	26.83	Yes	24561.40
7	44.82	0.0006	24561.4	29.51	25.56	29.51	Yes	24561.40
8	50.79	0.0008	19531.25	35.44	26.35	35.44	Yes	19531.25
9	57.23	0.0010	19531.25	38.13	18.18	38.13	Yes	19531.25
10	60.76	0.0012	19531.25	37.26	19.42	37.26	Yes	19531.25
11	64.29	0.0015	19531.25	35.69	20.67	35.69	Yes	19531.25
12	89.55	0.0018	10850.69	70.52	21.92	70.52	Yes	10850.69
13	114.50	0.0021	10850.69	92.25	28.33	92.25	Yes	10850.69
14	117.40	0.0023	10850.69	92.19	29.18	92.19	Yes	10850.69
15	120.30	0.0026	10850.69	92.62	30.04	92.62	Yes	10850.69
16	130.59	0.0027	1736.11	125.90	30.89	125.90	Yes	1736.11
17	143.03	0.0028	1736.11	138.25	37.68	138.25	Yes	1736.11
18	150.23	0.0027	1736.11	145.58	38.89	145.58	Yes	1736.11
19	157.43	0.0025	1736.11	153.12	40.11	153.12	Yes	1736.11
20	127.98	0.0022	15190.97	94.82	41.33	94.82	Yes	15190.97
21	95.16	0.0018	15190.97	67.40	42.55	67.40	Yes	15190.97
22	136.31	0.0014	831.20	135.10	43.76	135.10	Yes	831.20
23	179.03	0.0011	831.20	178.16	44.98	178.16	Yes	831.20
24	135.55	0.0007	26900.58	117.83	46.20	117.83	Yes	26900.58
25	90.55	0.0003	26900.58	82.40	102.77	102.77	No	0.00
26	93.33	0.0000	26900.58	93.09	104.10	104.10	No	0.00
27	96.10	-0.0002	26900.58	90.43	105.42	105.42	No	0.00
28	153.26	-0.0004	444.44	153.10	106.75	153.10	Yes	444.44
29	212.14	-0.0005	444.44	211.94	108.08	211.94	Yes	444.44
30	154.60	-0.0005	40935.67	134.01	109.41	134.01	Yes	40935.67
31	96.07	-0.0005	40935.67	76.22	110.74	110.74	No	0.00
32	90.78	-0.0004	92467.64	54.25	112.06	112.06	No	0.00
33	85.64	-0.0002	92467.64	62.62	93.63	93.63	No	0.00
34	89.72	-0.0001	92467.64	81.12	95.43	95.43	No	0.00
35	93.80	0	92467.64	93.80	97.23	97.23	No	0.00

Lampiran 80 Tekanan Tanah di Depan Dinding Penggalian Kedua Iterasi Kedua

H (m)	P ₀	δ (m)	K _s (kN/m ²)	P _p (kN)	P _p max (kN)	P _p pakai	Spring	
4.5	4.80	0.0003	45787.55	18.31	12.22		No.	0.00
5.5	14.40	0.0004	45787.55	33.45	36.66	33.45	Yes	45787.55
6.5	21.85	0.0005	24561.4	35.34	47.59	35.34	Yes	24561.40
7.5	27.16	0.0007	24561.4	44.35	59.14	44.35	Yes	24561.40
8.5	33.01	0.0009	19531.25	50.14	63.72	50.14	Yes	19531.25
9.5	39.41	0.0011	19531.25	60.60	76.08	60.60	Yes	19531.25
10.5	45.81	0.0013	19531.25	71.75	88.43	71.75	Yes	19531.25
11.5	52.21	0.0016	19531.25	83.56	100.79	83.56	Yes	19531.25
12.5	57.01	0.0019	10850.69	77.64	106.10	77.64	Yes	10850.69
13.5	60.21	0.0022	10850.69	83.96	112.06	83.96	Yes	10850.69
14.5	63.41	0.0024	10850.69	89.91	118.01	89.91	Yes	10850.69
15.5	66.61	0.0026	10850.69	95.22	123.97	95.22	Yes	10850.69
16.5	71.81	0.0027	1736.11	76.57	115.81	76.57	Yes	1736.11
17.5	79.01	0.0027	1736.11	83.75	123.01	83.75	Yes	1736.11
18.5	86.21	0.0026	1736.11	90.71	130.21	90.71	Yes	1736.11
19.5	93.41	0.0023	1736.11	97.47	137.41	97.47	Yes	1736.11
20.5	99.41	0.0020	15190.97	129.90	188.41	129.90	Yes	15190.97
21.5	104.21	0.0016	831.20	105.57	197.51	105.57	Yes	831.20
22.5	109.01	0.0012	831.20	110.05	116.51	110.05	Yes	831.20
23.5	113.81	0.0009	26900.58	136.70	121.31	121.31	No.	0.00
24.5	119.12	0.0005	26900.58	131.81	264.01	131.81	Yes	26900.58
25.5	124.93	0.0001	26900.58	128.83	276.89	128.83	Yes	26900.58
26.5	130.74	-0.0001	26900.58	133.78	289.77	133.78	Yes	26900.58
27.5	136.55	-0.0003	444.44	136.68	302.65	136.68	Yes	444.44
28.5	141.99	-0.0004	444.44	142.17	185.99	142.17	Yes	444.44
29.5	147.05	-0.0005	40935.67	167.15	191.05	167.15	Yes	40935.67
30.5	154.01	-0.0005	40935.67	174.72	381.00	174.72	Yes	40935.67
31.5	162.85	-0.0005	92467.64	204.64	402.87	204.64	Yes	92467.64
32.5	173.14	-0.0003	92467.64	203.66	516.82	203.66	Yes	92467.64
33.5	184.89	-0.0002	92467.64	200.80	551.88	200.80	Yes	92467.64
34.5	196.64	0.0000	92467.64	199.97	586.94	199.97	Yes	92467.64

**Lampiran 81 Hasil Defleksi pada Tiap Titik Tangkap Beban
Penggalian Kedua Iterasi Kedua**

H (m)	δ (m)	H (m)	δ (m)
0	0.0000	0	0.0000
1	0.0000	0.5	0.0000
2	0	1.5	0.0000
3	0.0000	2.5	0.0000
4	0.0000	3.5	0.0000
5	0.0000	4.5	0.0000
6	0.0000	5.5	0.0000
7	0.0000	6.5	0.0000
8	0.0000	7.5	0.0000
9	0.0001	8.5	0.0000
10	0.0002	9.5	0.0001
11	0.0003	10.5	0.0002
12	0.0005	11.5	0.0004
13	0.0007	12.5	0.0006
14	0.0010	13.5	0.0009
15	0.0012	14.5	0.0011
16	0.0014	15.5	0.0013
17	0.0015	16.5	0.0015
18	0.0015	17.5	0.0015
19	0.0015	18.5	0.0015
20	0.0013	19.5	0.0014
21	0.0011	20.5	0.0012
22	0.0009	21.5	0.0010
23	0.0007	22.5	0.0008
24	0.0005	23.5	0.0006
25	0.0003	24.5	0.0004
26	0.0001	25.5	0.0002
27	-0.0001	26.5	0.0000
28	-0.0002	27.5	-0.0001
29	-0.0002	28.5	-0.0002
30	-0.0003	29.5	-0.0003
31	-0.0003	30.5	-0.0003
32	-0.0003	31.5	-0.0003
33	-0.0002	32.5	-0.0002
34	-0.0001	33.5	-0.0001
35	0	34.5	0.0000

**Lampiran 82 Tekanan Tanah di Belakang Dinding Penggalian
Kedua Iterasi Ketiga**

H (m)	P ₀	δ (m)	Ks (kN/m ²)	Pa (kN)	Pa min (kN)	Pa pakai	Spring	
0	3.93	0.0000	26900.58	3.83	0	3.83	Yes	26900.58
1	14.23	0.0000	26900.58	14.19	5.16	14.19	Yes	26900.58
2	25.01	0	13020.83	25.01	7.17	25.01	Yes	13020.83
3	34.36	0.0000	13020.83	34.28	10.75	34.28	Yes	13020.83
4	33.53	0.0000	45787.55	33.33	13.54	33.33	Yes	45787.55
5	33.53	0.0000	45787.55	33.23	20.42	33.23	Yes	45787.55
6	38.67	0.0000	24561.4	38.25	23.58	38.25	Yes	24561.40
7	44.82	0.0000	24561.4	44.40	25.56	44.40	Yes	24561.40
8	50.79	0.0000	19531.25	50.66	26.35	50.66	Yes	19531.25
9	57.23	0.0001	19531.25	56.00	18.18	56.00	Yes	19531.25
10	60.76	0.0002	19531.25	57.58	19.42	57.58	Yes	19531.25
11	64.29	0.0003	19531.25	58.14	20.67	58.14	Yes	19531.25
12	89.55	0.0005	10850.69	83.96	21.92	83.96	Yes	10850.69
13	114.50	0.0007	10850.69	106.39	28.33	106.39	Yes	10850.69
14	117.40	0.0010	10850.69	106.70	29.18	106.70	Yes	10850.69
15	120.30	0.0012	10850.69	107.16	30.04	107.16	Yes	10850.69
16	130.59	0.0014	1736.11	128.17	30.89	128.17	Yes	1736.11
17	143.03	0.0015	1736.11	140.41	37.68	140.41	Yes	1736.11
18	150.23	0.0015	1736.11	147.57	38.89	147.57	Yes	1736.11
19	157.43	0.0015	1736.11	154.90	40.11	154.90	Yes	1736.11
20	127.98	0.0013	15190.97	108.10	41.33	108.10	Yes	15190.97
21	95.16	0.0011	15190.97	78.07	42.55	78.07	Yes	15190.97
22	136.31	0.0009	831.20	135.53	43.76	135.53	Yes	831.20
23	179.03	0.0007	831.20	178.44	44.98	178.44	Yes	831.20
24	135.55	0.0005	26900.58	122.45	46.20	122.45	Yes	26900.58
25	90.55	0.0003	26900.58	83.24	102.77	102.77	No	0
26	93.33	0.0001	26900.58	90.96	104.10	104.10	No	0
27	96.10	-0.0001	26900.58	94.57	105.42	105.42	No	0
28	153.26	-0.0002	444.44	153.19	106.75	153.19	Yes	444.44
29	212.14	-0.0002	444.44	212.03	108.08	212.03	Yes	444.44
30	154.60	-0.0003	40935.67	142.15	109.41	142.15	Yes	40935.67
31	96.07	-0.0003	40935.67	82.97	110.74	110.74	No	0
32	90.78	-0.0003	92467.64	64.98	112.06	112.06	No	0
33	85.64	-0.0002	92467.64	68.35	93.63	93.63	No	0
34	89.72	-0.0001	92467.64	82.88	95.43	95.43	No	0
35	93.80	0	92467.64	93.80	97.23	97.23	No	0

**Lampiran 83 Tekanan Tanah di Depan Dinding Penggalan
Kedua Iterasi Ketiga**

H (m)	P ₀	δ (m)	K _s (kN/m ²)	P _p (kN)	P _p max (kN)	P _p pakai	Spring
4.5	4.80	0.0000	45787.55	4.83	12.22	4.83	Yes 45787.55
5.5	14.40	0.0000	45787.55	15.00	36.66	15.00	Yes 45787.55
6.5	21.85	0.0000	24561.4	22.32	47.59	22.32	Yes 24561.40
7.5	27.16	0.0000	24561.4	27.39	59.14	27.39	Yes 24561.40
8.5	33.01	0.0000	19531.25	33.58	63.72	33.58	Yes 19531.25
9.5	39.41	0.0001	19531.25	41.48	76.08	41.48	Yes 19531.25
10.5	45.81	0.0002	19531.25	50.32	88.43	50.32	Yes 19531.25
11.5	52.21	0.0004	19531.25	60.18	100.79	60.18	Yes 19531.25
12.5	57.01	0.0006	10850.69	63.81	106.10	63.81	Yes 10850.69
13.5	60.21	0.0009	10850.69	69.60	112.06	69.60	Yes 10850.69
14.5	63.41	0.0011	10850.69	75.35	118.01	75.35	Yes 10850.69
15.5	66.61	0.0013	10850.69	80.81	123.97	80.81	Yes 10850.69
16.5	71.81	0.0015	1736.11	74.35	115.81	74.35	Yes 1736.11
17.5	79.01	0.0015	1736.11	81.67	123.01	81.67	Yes 1736.11
18.5	86.21	0.0015	1736.11	88.82	130.21	88.82	Yes 1736.11
19.5	93.41	0.0014	1736.11	95.82	137.41	95.82	Yes 1736.11
20.5	99.41	0.0012	15190.97	117.90	188.41	117.90	Yes 15190.97
21.5	104.21	0.0010	831.20	105.06	197.51	105.06	Yes 831.20
22.5	109.01	0.0008	831.20	109.69	116.51	109.69	Yes 831.20
23.5	113.81	0.0006	26900.58	129.92	121.31	121.31	No. 0.00
24.5	119.12	0.0004	26900.58	129.18	264.01	129.18	Yes 26900.58
25.5	124.93	0.0002	26900.58	129.58	276.89	129.58	Yes 26900.58
26.5	130.74	0.0000	26900.58	130.95	289.77	130.95	Yes 26900.58
27.5	136.55	-0.0001	444.44	136.60	302.65	136.60	Yes 444.44
28.5	141.99	-0.0002	444.44	142.08	185.99	142.08	Yes 444.44
29.5	147.05	-0.0003	40935.67	158.60	191.05	158.60	Yes 40935.67
30.5	154.01	-0.0003	40935.67	167.15	381.00	167.15	Yes 40935.67
31.5	162.85	-0.0003	92467.64	191.51	402.87	191.51	Yes 92467.64
32.5	173.14	-0.0002	92467.64	195.43	516.82	195.43	Yes 92467.64
33.5	184.89	-0.0001	92467.64	197.19	551.88	197.19	Yes 92467.64
34.5	196.64	0.0000	92467.64	199.41	586.94	199.41	Yes 92467.64

**Lampiran 84 Hasil Defleksi pada Tiap Titik Tangkap Beban
Penggalian Kedua Iterasi Ketiga**

H (m)	δ (m)	H (m)	δ (m)
0	-0.0002	0	-0.0002
1	-0.0001	0.5	-0.0002
2	0	1.5	-0.0001
3	0.0001	2.5	0.0001
4	0.0002	3.5	0.0002
5	0.0004	4.5	0.0003
6	0.0005	5.5	0.0004
7	0.0006	6.5	0.0005
8	0.0008	7.5	0.0007
9	0.0009	8.5	0.0008
10	0.0011	9.5	0.0010
11	0.0014	10.5	0.0012
12	0.0016	11.5	0.0015
13	0.0019	12.5	0.0017
14	0.0021	13.5	0.0020
15	0.0023	14.5	0.0022
16	0.0025	15.5	0.0024
17	0.0025	16.5	0.0025
18	0.0025	17.5	0.0025
19	0.0023	18.5	0.0024
20	0.0020	19.5	0.0022
21	0.0018	20.5	0.0019
22	0.0015	21.5	0.0016
23	0.0011	22.5	0.0013
24	0.0008	23.5	0.0010
25	0.0005	24.5	0.0007
26	0.0003	25.5	0.0004
27	0.0001	26.5	0.0002
28	0.0000	27.5	0.0000
29	-0.0001	28.5	-0.0001
30	-0.0002	29.5	-0.0002
31	-0.0002	30.5	-0.0002
32	-0.0002	31.5	-0.0002
33	-0.0002	32.5	-0.0002
34	-0.0001	33.5	-0.0001
35	0	34.5	0.0000

**Lampiran 85 Tekanan Tanah di Belakang Dinding Penggalian
Kedua Iterasi Keempat**

H (m)	P ₀	δ (m)	K _s (kN/m ²)	P _a (kN)	P _a min (kN)	P _a pakai	Spring
0	3.93	-0.0002	26900.58	-1.77	0	0	No 0
1	14.23	-0.0001	26900.58	11.36	5.16	11.36	Yes 26900.58
2	25.01	0	13020.83	25.01	7.17	25.01	Yes 13020.83
3	34.36	0.0001	13020.83	32.80	10.75	32.80	Yes 13020.83
4	33.53	0.0002	45787.55	22.58	13.54	22.58	Yes 45787.55
5	33.53	0.0004	45787.55	17.23	20.42	20.42	No 0.00
6	38.67	0.0005	24561.4	26.95	23.58	26.95	Yes 24561.40
7	44.82	0.0006	24561.4	29.88	25.56	29.88	Yes 24561.40
8	50.79	0.0008	19531.25	36.00	26.35	36.00	Yes 19531.25
9	57.23	0.0009	19531.25	39.09	18.18	39.09	Yes 19531.25
10	60.76	0.0011	19531.25	38.71	19.42	38.71	Yes 19531.25
11	64.29	0.0014	19531.25	37.72	20.67	37.72	Yes 19531.25
12	89.55	0.0016	10850.69	71.99	21.92	71.99	Yes 10850.69
13	114.50	0.0019	10850.69	94.09	28.33	94.09	Yes 10850.69
14	117.40	0.0021	10850.69	94.33	29.18	94.33	Yes 10850.69
15	120.30	0.0023	10850.69	95.01	30.04	95.01	Yes 10850.69
16	130.59	0.0025	1736.11	126.30	30.89	126.30	Yes 1736.11
17	143.03	0.0025	1736.11	138.65	37.68	138.65	Yes 1736.11
18	150.23	0.0025	1736.11	145.96	38.89	145.96	Yes 1736.11
19	157.43	0.0023	1736.11	153.45	40.11	153.45	Yes 1736.11
20	127.98	0.0020	15190.97	96.92	41.33	96.92	Yes 15190.97
21	95.16	0.0018	15190.97	68.50	42.55	68.50	Yes 15190.97
22	136.31	0.0015	831.20	135.10	43.76	135.10	Yes 831.20
23	179.03	0.0011	831.20	178.08	44.98	178.08	Yes 831.20
24	135.55	0.0008	26900.58	113.23	46.20	113.23	Yes 26900.58
25	90.55	0.0005	26900.58	75.95	102.77	102.77	No 0
26	93.33	0.0003	26900.58	85.20	104.10	104.10	No 0
27	96.10	0.0001	26900.58	93.04	105.42	105.42	No 0
28	153.26	0.0000	444.44	153.25	106.75	153.25	Yes 444.44
29	212.14	-0.0001	444.44	212.08	108.08	212.08	Yes 444.44
30	154.60	-0.0002	40935.67	146.00	109.41	146.00	Yes 40935.67
31	96.07	-0.0002	40935.67	85.92	110.74	110.74	No 0
32	90.78	-0.0002	92467.64	69.51	112.06	112.06	No 0
33	85.64	-0.0002	92467.64	70.85	93.63	93.63	No 0
34	89.72	-0.0001	92467.64	83.71	95.43	95.43	No 0
35	93.80	0	92467.64	93.80	97.23	97.23	No 0

Lampiran 86 Tekanan Tanah di Depan Dinding Penggalian
Kedua Iterasi Keempat

H (m)	P ₀	δ (m)	K _s (kN/m ²)	P _p (kN)	P _p max (kN)	P _p pakai	Spring	
4.5	4.80	0.0003	45787.55	18.40	12.22	12.22	No.	0.00
5.5	14.40	0.0004	45787.55	33.40	36.66	33.40	Yes	45787.55
6.5	21.85	0.0005	24561.4	35.12	47.59	35.12	Yes	24561.40
7.5	27.16	0.0007	24561.4	43.84	59.14	43.84	Yes	24561.40
8.5	33.01	0.0008	19531.25	49.40	63.72	49.40	Yes	19531.25
9.5	39.41	0.0010	19531.25	59.41	76.08	59.41	Yes	19531.25
10.5	45.81	0.0012	19531.25	70.03	88.43	70.03	Yes	19531.25
11.5	52.21	0.0015	19531.25	81.21	100.79	81.21	Yes	19531.25
12.5	57.01	0.0017	10850.69	75.99	106.10	75.99	Yes	10850.69
13.5	60.21	0.0020	10850.69	81.97	112.06	81.97	Yes	10850.69
14.5	63.41	0.0022	10850.69	87.64	118.01	87.64	Yes	10850.69
15.5	66.61	0.0024	10850.69	92.76	123.97	92.76	Yes	10850.69
16.5	71.81	0.0025	1736.11	76.17	115.81	76.17	Yes	1736.11
17.5	79.01	0.0025	1736.11	83.36	123.01	83.36	Yes	1736.11
18.5	86.21	0.0024	1736.11	90.36	130.21	90.36	Yes	1736.11
19.5	93.41	0.0022	1736.11	97.19	137.41	97.19	Yes	1736.11
20.5	99.41	0.0019	15190.97	128.27	188.41	128.27	Yes	15190.97
21.5	104.21	0.0016	831.20	105.54	197.51	105.54	Yes	831.20
22.5	109.01	0.0013	831.20	110.09	116.51	110.09	Yes	831.20
23.5	113.81	0.0010	26900.58	140.28	121.31	121.31	No.	0.00
24.5	119.12	0.0007	26900.58	137.38	264.01	137.38	Yes	26900.58
25.5	124.93	0.0004	26900.58	136.04	276.89	136.04	Yes	26900.58
26.5	130.74	0.0002	26900.58	136.09	289.77	136.09	Yes	26900.58
27.5	136.55	0.0000	444.44	136.56	302.65	136.56	Yes	444.44
28.5	141.99	-0.0001	444.44	142.02	185.99	142.02	Yes	444.44
29.5	147.05	-0.0002	40935.67	154.34	191.05	154.34	Yes	40935.67
30.5	154.01	-0.0002	40935.67	163.75	381.00	163.75	Yes	40935.67
31.5	162.85	-0.0002	92467.64	185.87	402.87	185.87	Yes	92467.64
32.5	173.14	-0.0002	92467.64	191.91	516.82	191.91	Yes	92467.64
33.5	184.89	-0.0001	92467.64	195.62	551.88	195.62	Yes	92467.64
34.5	196.64	0.0000	92467.64	199.14	586.94	199.14	Yes	92467.64

Lampiran 87 Hasil Defleksi pada Tiap Titik Tangkap Beban
Penggalian Kedua Iterasi Keempat

H (m)	δ (m)	H (m)	δ (m)
0	0.0000	0	0.0000
1	0.0000	0.5	0.0000
2	0	1.5	0.0000
3	0.0000	2.5	0.0000
4	0.0000	3.5	0.0000
5	0.0000	4.5	0.0000
6	0.0000	5.5	0.0000
7	0.0000	6.5	0.0000
8	0.0001	7.5	0.0000
9	0.0001	8.5	0.0001
10	0.0002	9.5	0.0002
11	0.0004	10.5	0.0003
12	0.0006	11.5	0.0005
13	0.0009	12.5	0.0007
14	0.0011	13.5	0.0010
15	0.0013	14.5	0.0012
16	0.0015	15.5	0.0014
17	0.0016	16.5	0.0016
18	0.0016	17.5	0.0016
19	0.0015	18.5	0.0016
20	0.0014	19.5	0.0015
21	0.0012	20.5	0.0013
22	0.0010	21.5	0.0011
23	0.0007	22.5	0.0008
24	0.0005	23.5	0.0006
25	0.0003	24.5	0.0004
26	0.0001	25.5	0.0002
27	0.0000	26.5	0.0000
28	-0.0001	27.5	-0.0001
29	-0.0002	28.5	-0.0001
30	-0.0002	29.5	-0.0002
31	-0.0002	30.5	-0.0002
32	-0.0002	31.5	-0.0002
33	-0.0001	32.5	-0.0002
34	-0.0001	33.5	-0.0001
35	0	34.5	0.0000

**Lampiran 88 Tekanan Tanah di Belakang Dinding Penggalian
Kedua Iterasi Terakhir**

H (m)	P ₀	δ (m)	K _s (kN/m ²)	Pa (kN)	Pa min (kN)	Pa pakai	Spring	
0	3.93	0.0000	26900.58	3.52	0	3.52	Yes	26900.58
1	14.23	0.0000	26900.58	14.04	5.16	14.04	Yes	26900.58
2	25.01	0	13020.83	25.01	7.17	25.01	Yes	13020.83
3	34.36	0.0000	13020.83	34.21	10.75	34.21	Yes	13020.83
4	33.53	0.0000	45787.55	32.79	13.54	32.79	Yes	45787.55
5	33.53	0.0000	45787.55	32.93	20.42	32.93	Yes	45787.55
6	38.67	0.0000	24561.4	38.37	23.58	38.37	Yes	24561.40
7	44.82	0.0000	24561.4	44.23	25.56	44.23	Yes	24561.40
8	50.79	0.0001	19531.25	49.62	26.35	49.62	Yes	19531.25
9	57.23	0.0001	19531.25	54.67	18.18	54.67	Yes	19531.25
10	60.76	0.0002	19531.25	55.96	19.42	55.96	Yes	19531.25
11	64.29	0.0004	19531.25	56.26	20.67	56.26	Yes	19531.25
12	89.55	0.0006	10850.69	82.78	21.92	82.78	Yes	10850.69
13	114.50	0.0009	10850.69	105.12	28.33	105.12	Yes	10850.69
14	117.40	0.0011	10850.69	105.39	29.18	105.39	Yes	10850.69
15	120.30	0.0013	10850.69	105.87	30.04	105.87	Yes	10850.69
16	130.59	0.0015	1736.11	127.97	30.89	127.97	Yes	1736.11
17	143.03	0.0016	1736.11	140.23	37.68	140.23	Yes	1736.11
18	150.23	0.0016	1736.11	147.42	38.89	147.42	Yes	1736.11
19	157.43	0.0015	1736.11	154.77	40.11	154.77	Yes	1736.11
20	127.98	0.0014	15190.97	107.25	41.33	107.25	Yes	15190.97
21	95.16	0.0012	15190.97	77.48	42.55	77.48	Yes	15190.97
22	136.31	0.0010	831.20	135.51	43.76	135.51	Yes	831.20
23	179.03	0.0007	831.20	178.43	44.98	178.43	Yes	831.20
24	135.55	0.0005	26900.58	122.21	46.20	122.21	Yes	26900.58
25	90.55	0.0003	26900.58	82.86	102.77	102.77	No	0
26	93.33	0.0001	26900.58	90.21	104.10	104.10	No	0
27	96.10	0.0000	26900.58	95.85	105.42	105.42	No	0
28	153.26	-0.0001	444.44	153.22	106.75	153.22	Yes	444.44
29	212.14	-0.0002	444.44	212.07	108.08	212.07	Yes	444.44
30	154.60	-0.0002	40935.67	145.92	109.41	145.92	Yes	40935.67
31	96.07	-0.0002	40935.67	86.41	110.74	110.74	No	0
32	90.78	-0.0002	92467.64	70.99	112.06	112.06	No	0
33	85.64	-0.0001	92467.64	71.87	93.63	93.63	No	0
34	89.72	-0.0001	92467.64	84.08	95.43	95.43	No	0
35	93.80	0	92467.64	93.80	97.23	97.23	No	0

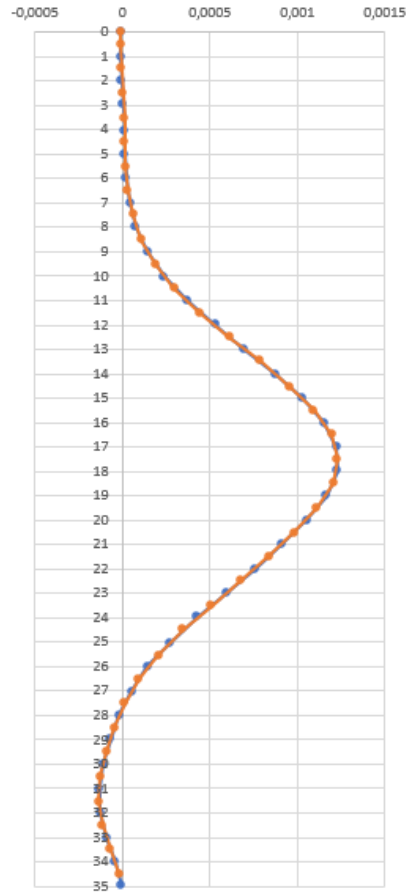
**Lampiran 89 Tekanan Tanah di Depan Dinding Penggalan
Kedua Iterasi Terakhir**

H (m)	P₀	δ (m)	K_s (kN/m²)	P_p (kN)	P_p max (kN)	P_p pakai	Spring	
4.5	4.80	0.0000	45787.55	5.49	12.22	5.49	Yes	45787.55
5.5	14.40	0.0000	45787.55	14.90	36.66	14.90	Yes	45787.55
6.5	21.85	0.0000	24561.4	22.22	47.59	22.22	Yes	24561.40
7.5	27.16	0.0000	24561.4	28.07	59.14	28.07	Yes	24561.40
8.5	33.01	0.0001	19531.25	34.75	63.72	34.75	Yes	19531.25
9.5	39.41	0.0002	19531.25	42.95	76.08	42.95	Yes	19531.25
10.5	45.81	0.0003	19531.25	52.08	88.43	52.08	Yes	19531.25
11.5	52.21	0.0005	19531.25	62.19	100.79	62.19	Yes	19531.25
12.5	57.01	0.0007	10850.69	65.04	106.10	65.04	Yes	10850.69
13.5	60.21	0.0010	10850.69	70.89	112.06	70.89	Yes	10850.69
14.5	63.41	0.0012	10850.69	76.65	118.01	76.65	Yes	10850.69
15.5	66.61	0.0014	10850.69	82.08	123.97	82.08	Yes	10850.69
16.5	71.81	0.0016	1736.111	74.54	115.81	74.54	Yes	1736.11
17.5	79.01	0.0016	1736.111	81.84	123.01	81.84	Yes	1736.11
18.5	86.21	0.0016	1736.111	88.96	130.21	88.96	Yes	1736.11
19.5	93.41	0.0015	1736.111	95.93	137.41	95.93	Yes	1736.11
20.5	99.41	0.0013	15190.97	118.61	188.41	118.61	Yes	15190.97
21.5	104.21	0.0011	831.202	105.09	197.51	105.09	Yes	831.20
22.5	109.01	0.0008	831.202	109.71	116.51	109.71	Yes	831.20
23.5	113.81	0.0006	26900.58	130.19	121.31	121.31	No.	0.00
24.5	119.12	0.0004	26900.58	129.45	264.01	129.45	Yes	26900.58
25.5	124.93	0.0002	26900.58	130.12	276.89	130.12	Yes	26900.58
26.5	130.74	0.0000	26900.58	131.95	289.77	131.95	Yes	26900.58
27.5	136.55	-0.0001	444.4444	136.57	302.65	136.57	Yes	444.44
28.5	141.99	-0.0001	444.4444	142.05	185.99	142.05	Yes	444.44
29.5	147.05	-0.0002	40935.67	154.91	191.05	154.91	Yes	40935.67
30.5	154.01	-0.0002	40935.67	163.46	381.00	163.46	Yes	40935.67
31.5	162.85	-0.0002	92467.64	184.49	402.87	184.49	Yes	92467.64
32.5	173.14	-0.0002	92467.64	190.62	516.82	190.62	Yes	92467.64
33.5	184.89	-0.0001	92467.64	194.88	551.88	194.88	Yes	92467.64
34.5	196.64	0.0000	92467.64	199.04	586.94	199.04	Yes	92467.64

Lampiran 90 Defleksi pada
Penggalian Kedua Iterasi
Terakhir

H (m)	δ (m)	H (m)	δ (m)
0	0.0000	0	0.0000
1	0.0000	0.5	0.0000
2	0.0000	1.5	0.0000
3	0.0000	2.5	0.0000
4	0.0000	3.5	0.0000
5	0.0000	4.5	0.0000
6	0.0000	5.5	0.0000
7	0.0000	6.5	0.0000
8	0.0001	7.5	0.0000
9	0.0001	8.5	0.0001
10	0.0002	9.5	0.0002
11	0.0004	10.5	0.0003
12	0.0006	11.5	0.0005
13	0.0009	12.5	0.0007
14	0.0011	13.5	0.0010
15	0.0013	14.5	0.0012
16	0.0015	15.5	0.0014
17	0.0016	16.5	0.0016
18	0.0016	17.5	0.0016
19	0.0015	18.5	0.0016
20	0.0014	19.5	0.0015
21	0.0012	20.5	0.0013
22	0.0010	21.5	0.0011
23	0.0007	22.5	0.0008
24	0.0005	23.5	0.0006
25	0.0003	24.5	0.0004
26	0.0001	25.5	0.0002
27	0.0000	26.5	0.0000
28	-0.0001	27.5	-0.0001
29	-0.0002	28.5	-0.0001
30	-0.0002	29.5	-0.0002
31	-0.0002	30.5	-0.0002
32	-0.0002	31.5	-0.0002
33	-0.0001	32.5	-0.0002
34	-0.0001	33.5	-0.0001
35	0.0000	34.5	0.0000

Defleksi Penggalian Kedua (-4 m)



Lampiran 91 Defleksi pada
Penggalian Kedua Iterasi
Terakhir
(Sumber : Penulis, 2019)

Lampiran 92 Tekanan Tanah di Belakang Dinding Penggalian Ketiga Iterasi Pertama

H (m)	P ₀	δ (m)	K _s (kN/m ²)	Pa (kN)	Pa min (kN)	Pa pakai	Spring	
0	3.93	0.0000	26900.58	3.52	0	3.52	Yes	26900.58
1	14.23	0.0000	26900.58	14.04	5.16	14.04	Yes	26900.58
2	25.01	0.0000	13020.83	25.01	7.17	25.01	Yes	13020.83
3	34.36	0.0000	13020.83	34.21	10.75	34.21	Yes	13020.83
4	33.53	0.0000	45787.55	32.79	13.54	32.79	Yes	45787.55
5	33.53	0.0000	45787.55	32.93	20.42	32.93	Yes	45787.55
6	38.67	0.0000	24561.4	38.37	23.58	38.37	Yes	24561.40
7	44.82	0.0000	24561.4	44.23	25.56	44.23	Yes	24561.40
8	50.79	0.0001	19531.25	49.62	26.35	49.62	Yes	19531.25
9	57.23	0.0001	19531.25	54.67	18.18	54.67	Yes	19531.25
10	60.76	0.0002	19531.25	55.96	19.42	55.96	Yes	19531.25
11	64.29	0.0004	19531.25	56.26	20.67	56.26	Yes	19531.25
12	89.55	0.0006	10850.69	82.78	21.92	82.78	Yes	10850.69
13	114.50	0.0009	10850.69	105.12	28.33	105.12	Yes	10850.69
14	117.40	0.0011	10850.69	105.39	29.18	105.39	Yes	10850.69
15	120.30	0.0013	10850.69	105.87	30.04	105.87	Yes	10850.69
16	130.59	0.0015	1736.11	127.97	30.89	127.97	Yes	1736.11
17	143.03	0.0016	1736.11	140.23	37.68	140.23	Yes	1736.11
18	150.23	0.0016	1736.11	147.42	38.89	147.42	Yes	1736.11
19	157.43	0.0015	1736.11	154.77	40.11	154.77	Yes	1736.11
20	127.98	0.0014	15190.97	107.25	41.33	107.25	Yes	15190.97
21	95.16	0.0012	15190.97	77.48	42.55	77.48	Yes	15190.97
22	136.31	0.0010	831.20	135.51	43.76	135.51	Yes	831.20
23	179.03	0.0007	831.20	178.43	44.98	178.43	Yes	831.20
24	135.55	0.0005	26900.58	122.21	46.20	122.21	Yes	26900.58
25	90.55	0.0003	26900.58	82.86	102.77	102.77	No	0
26	93.33	0.0001	26900.58	90.21	104.10	104.10	No	0
27	96.10	0.0000	26900.58	95.85	105.42	105.42	No	0
28	153.26	-0.0001	444.44	153.22	106.75	153.22	Yes	444.44
29	212.14	-0.0002	444.44	212.07	108.08	212.07	Yes	444.44
30	154.60	-0.0002	40935.67	145.92	109.41	145.92	Yes	40935.67
31	96.07	-0.0002	40935.67	86.41	110.74	110.74	No	0
32	90.78	-0.0002	92467.64	70.99	112.06	112.06	No	0
33	85.64	-0.0001	92467.64	71.87	93.63	93.63	No	0
34	89.72	-0.0001	92467.64	84.08	95.43	95.43	No	0
35	93.80	0.0000	92467.64	93.80	97.23	97.23	No	0

Lampiran 93 Tekanan Tanah di Depan Dinding Penggalian
Ketiga Iterasi Pertama

H (m)	P ₀	δ (m)	K _s (kN/m ²)	P _p (kN)	P _p max (kN)	P _p pakai	Spring
6.5	2.65	0.0000	24561.4	3.02	5.78	3.02	Yes 24561.40
7.5	7.96	0.0000	24561.4	8.87	17.33	8.87	Yes 24561.40
8.5	13.81	0.0001	19531.25	15.55	26.66	15.55	Yes 19531.25
9.5	20.21	0.0002	19531.25	23.75	39.01	23.75	Yes 19531.25
10.5	26.61	0.0003	19531.25	32.88	51.37	32.88	Yes 19531.25
11.5	33.01	0.0005	19531.25	42.99	63.72	42.99	Yes 19531.25
12.5	37.81	0.0007	10850.69	45.84	70.37	45.84	Yes 10850.69
13.5	41.01	0.0010	10850.69	51.69	76.33	51.69	Yes 10850.69
14.5	44.21	0.0012	10850.69	57.45	82.28	57.45	Yes 10850.69
15.5	47.41	0.0014	10850.69	62.88	88.24	62.88	Yes 10850.69
16.5	52.61	0.0016	1736.11	55.34	96.61	55.34	Yes 1736.11
17.5	59.81	0.0016	1736.11	62.64	103.81	62.64	Yes 1736.11
18.5	67.01	0.0016	1736.11	69.76	111.01	69.76	Yes 1736.11
19.5	74.21	0.0015	1736.11	76.73	118.21	76.73	Yes 1736.11
20.5	80.21	0.0013	15190.97	99.41	152.02	99.41	Yes 15190.97
21.5	85.01	0.0011	831.20	85.89	161.12	85.89	Yes 831.20
22.5	89.81	0.0008	831.20	90.51	97.31	90.51	Yes 831.20
23.5	94.61	0.0006	26900.58	110.99	102.11	102.11	No. 0.00
24.5	99.92	0.0004	26900.58	110.25	221.46	110.25	Yes 26900.58
25.5	105.73	0.0002	26900.58	110.92	234.33	110.92	Yes 26900.58
26.5	111.54	0.0000	26900.58	112.75	247.21	112.75	Yes 26900.58
27.5	117.35	-0.0001	444.44	117.37	260.09	117.37	Yes 444.44
28.5	122.79	-0.0001	444.44	122.85	166.79	122.85	Yes 444.44
29.5	127.85	-0.0002	40935.67	135.71	171.85	135.71	Yes 40935.67
30.5	134.81	-0.0002	40935.67	144.26	333.50	144.26	Yes 40935.67
31.5	143.65	-0.0002	92467.64	165.29	355.37	165.29	Yes 92467.64
32.5	153.94	-0.0002	92467.64	171.42	459.51	171.42	Yes 92467.64
33.5	165.69	-0.0001	92467.64	175.68	494.57	175.68	Yes 92467.64
34.5	177.44	0.0000	92467.64	179.84	529.63	179.84	Yes 92467.64

Lampiran 94 Hasil Defleksi pada Tiap Titik Tangkap Beban
Penggalian Ketiga Iterasi Pertama

H (m)	δ (m)	H (m)	δ (m)
0	-0.0005	0	-0.0005
1	-0.0003	0.5	-0.0004
2	0	1.5	-0.0001
3	0.0003	2.5	0.0001
4	0.0006	3.5	0.0004
5	0.0008	4.5	0.0007
6	0.0011	5.5	0.0010
7	0.0014	6.5	0.0012
8	0.0017	7.5	0.0015
9	0.0020	8.5	0.0018
10	0.0023	9.5	0.0021
11	0.0027	10.5	0.0025
12	0.0031	11.5	0.0029
13	0.0035	12.5	0.0033
14	0.0039	13.5	0.0037
15	0.0042	14.5	0.0040
16	0.0045	15.5	0.0043
17	0.0046	16.5	0.0045
18	0.0045	17.5	0.0046
19	0.0043	18.5	0.0044
20	0.0040	19.5	0.0042
21	0.0036	20.5	0.0038
22	0.0032	21.5	0.0034
23	0.0027	22.5	0.0029
24	0.0022	23.5	0.0025
25	0.0018	24.5	0.0020
26	0.0014	25.5	0.0016
27	0.0011	26.5	0.0012
28	0.0008	27.5	0.0009
29	0.0005	28.5	0.0006
30	0.0003	29.5	0.0004
31	0.0001	30.5	0.0002
32	0.0000	31.5	0.0000
33	0.0000	32.5	0.0000
34	0.0000	33.5	0.0000
35	0	34.5	0.0000

**Lampiran 95 Tekanan Tanah di Belakang Dinding Penggalian
Ketiga Iterasi Kedua**

H (m)	P ₀	δ (m)	K _s (kN/m ²)	Pa (kN)	Pa min (kN)	Pa pakai	Spring	
0	3.93	-0.0005	26900.58	-9.98	0	0	No	0
1	14.23	-0.0003	26900.58	7.21	5.16	7.21	Yes	26900.58
2	25.01	0	13020.83	25.01	7.17	25.01	Yes	13020.83
3	34.36	0.0003	13020.83	30.71	10.75	30.71	Yes	13020.83
4	33.53	0.0006	45787.55	7.75	13.54	13.54	No	0
5	33.53	0.0008	45787.55	-4.94	20.42	20.42	No	0
6	38.67	0.0011	24561.4	11.40	23.58	23.58	No	0
7	44.82	0.0014	24561.4	10.97	25.56	25.56	No	0
8	50.79	0.0017	19531.25	18.44	26.35	26.35	No	0
9	57.23	0.0020	19531.25	19.01	18.18	19.01	Yes	19531.25
10	60.76	0.0023	19531.25	16.01	19.42	19.42	No	0
11	64.29	0.0027	19531.25	12.26	20.67	20.67	No	0
12	89.55	0.0031	10850.69	56.23	21.92	56.23	Yes	10850.69
13	114.50	0.0035	10850.69	76.68	28.33	76.68	Yes	10850.69
14	117.40	0.0039	10850.69	75.35	29.18	75.35	Yes	10850.69
15	120.30	0.0042	10850.69	74.63	30.04	74.63	Yes	10850.69
16	130.59	0.0045	1736.11	122.86	30.89	122.86	Yes	1736.11
17	143.03	0.0046	1736.11	135.10	37.68	135.10	Yes	1736.11
18	150.23	0.0045	1736.11	142.38	38.89	142.38	Yes	1736.11
19	157.43	0.0043	1736.11	149.93	40.11	149.93	Yes	1736.11
20	127.98	0.0040	15190.97	67.39	41.33	67.39	Yes	15190.97
21	95.16	0.0036	15190.97	40.58	42.55	42.55	No	0
22	136.31	0.0032	831.20	133.67	43.76	133.67	Yes	831.20
23	179.03	0.0027	831.20	176.77	44.98	176.77	Yes	831.20
24	135.55	0.0022	26900.58	75.13	46.20	75.13	Yes	26900.58
25	90.55	0.0018	26900.58	42.11	102.77	102.77	No	0
26	93.33	0.0014	26900.58	55.53	104.10	104.10	No	0
27	96.10	0.0011	26900.58	67.45	105.42	105.42	No	0
28	153.26	0.0008	444.44	152.92	106.75	152.92	Yes	444.44
29	212.14	0.0005	444.44	211.91	108.08	211.91	Yes	444.44
30	154.60	0.0003	40935.67	142.77	109.41	142.77	Yes	40935.67
31	96.07	0.0001	40935.67	91.57	110.74	110.74	No	0
32	90.78	0.0000	92467.64	90.62	112.06	112.06	No	0
33	85.64	0.0000	92467.64	81.67	93.63	93.63	No	0
34	89.72	0.0000	92467.64	86.95	95.43	95.43	No	0
35	93.80	0	92467.64	93.80	97.23	97.23	No	0

**Lampiran 96 Tekanan Tanah di Depan Dinding Penggalian
Ketiga Iterasi Kedua**

H (m)	P ₀	δ (m)	K _s (kN/m ²)	P _p (kN)	P _p max (kN)	P _p pakai	Spring	
6.5	2.65	0.0012	24561.4	33.18	5.78	5.78	No.	0
7.5	7.96	0.0015	24561.4	45.14	17.33	17.33	No.	0
8.5	13.81	0.0018	19531.25	49.03	26.66	26.66	No.	0
9.5	20.21	0.0021	19531.25	61.58	39.01	39.01	No.	0
10.5	26.61	0.0025	19531.25	74.87	51.37	51.37	No.	0
11.5	33.01	0.0029	19531.25	88.93	63.72	63.72	No.	0
12.5	37.81	0.0033	10850.69	73.38	70.37	70.37	No.	0
13.5	41.01	0.0037	10850.69	80.97	76.33	76.33	No.	0
14.5	44.21	0.0040	10850.69	88.14	82.28	82.28	No.	0
15.5	47.41	0.0043	10850.69	94.55	88.24	88.24	No.	0
16.5	52.61	0.0045	1736.11	60.47	96.61	60.47	Yes	1736.11
17.5	59.81	0.0046	1736.11	67.73	103.81	67.73	Yes	1736.11
18.5	67.01	0.0044	1736.11	74.71	111.01	74.71	Yes	1736.11
19.5	74.21	0.0042	1736.11	81.44	118.21	81.44	Yes	1736.11
20.5	80.21	0.0038	15190.97	137.85	152.02	137.85	Yes	15190.97
21.5	85.01	0.0034	831.20	87.82	161.12	87.82	Yes	831.20
22.5	89.81	0.0029	831.20	92.26	97.31	92.26	Yes	831.20
23.5	94.61	0.0025	26900.58	161.32	102.11	102.11	No.	0.00
24.5	99.92	0.0020	26900.58	154.15	221.46	154.15	Yes	26900.58
25.5	105.73	0.0016	26900.58	148.61	234.33	148.61	Yes	26900.58
26.5	111.54	0.0012	26900.58	144.52	247.21	144.52	Yes	26900.58
27.5	117.35	0.0009	444.44	117.75	260.09	117.75	Yes	444.44
28.5	122.79	0.0006	444.44	123.07	166.79	123.07	Yes	444.44
29.5	127.85	0.0004	40935.67	144.06	171.85	144.06	Yes	40935.67
30.5	134.81	0.0002	40935.67	142.54	333.50	142.54	Yes	40935.67
31.5	143.65	0.0000	92467.64	147.53	355.37	147.53	Yes	92467.64
32.5	153.94	0.0000	92467.64	157.09	459.51	157.09	Yes	92467.64
33.5	165.69	0.0000	92467.64	169.85	494.57	169.85	Yes	92467.64
34.5	177.44	0.0000	92467.64	178.92	529.63	178.92	Yes	92467.64

**Lampiran 97 Hasil Defleksi pada Tiap Titik Tangkap Beban
Penggalian Ketiga Iterasi Kedua**

H (m)	δ (m)	H (m)	δ (m)
0	-0.0015	0	-0.0015
1	-0.0007	0.5	-0.0011
2	0	1.5	-0.0004
3	0.0007	2.5	0.0004
4	0.0014	3.5	0.0011
5	0.0021	4.5	0.0018
6	0.0026	5.5	0.0024
7	0.0031	6.5	0.0029
8	0.0034	7.5	0.0033
9	0.0037	8.5	0.0035
10	0.0039	9.5	0.0038
11	0.0040	10.5	0.0039
12	0.0041	11.5	0.0041
13	0.0042	12.5	0.0042
14	0.0043	13.5	0.0043
15	0.0043	14.5	0.0043
16	0.0042	15.5	0.0043
17	0.0041	16.5	0.0041
18	0.0038	17.5	0.0039
19	0.0034	18.5	0.0036
20	0.0029	19.5	0.0031
21	0.0024	20.5	0.0027
22	0.0020	21.5	0.0022
23	0.0015	22.5	0.0017
24	0.0011	23.5	0.0013
25	0.0008	24.5	0.0009
26	0.0005	25.5	0.0006
27	0.0003	26.5	0.0004
28	0.0002	27.5	0.0002
29	0.0001	28.5	0.0001
30	0.0000	29.5	0.0001
31	0.0000	30.5	0.0000
32	-0.0001	31.5	-0.0001
33	-0.0001	32.5	-0.0001
34	0.0000	33.5	-0.0001
35	0	34.5	0.0000

**Lampiran 98 Tekanan Tanah di Belakang Dinding Penggalian
Ketiga Iterasi Ketiga**

H (m)	P ₀	δ (m)	Ks (kN/m ²)	Pa (kN)	Pa min (kN)	Pa pakai	Spring	
0	3.93	-0.0015	26900.58	-35.13	0	0	No	0
1	14.23	-0.0007	26900.58	-5.30	5.16	5.16	No	0
2	25.01	0	13020.83	25.01	7.17	25.01	Yes	13020.83
3	34.36	0.0007	13020.83	24.75	10.75	24.75	Yes	13020.83
4	33.53	0.0014	45787.55	-32.55	13.54	13.54	No	0
5	33.53	0.0021	45787.55	-61.80	20.42	20.42	No	0
6	38.67	0.0026	24561.4	-25.88	23.58	23.58	No	0
7	44.82	0.0031	24561.4	-30.56	25.56	25.56	No	0
8	50.79	0.0034	19531.25	-15.78	26.35	26.35	No	0
9	57.23	0.0037	19531.25	-14.31	18.18	18.18	No	0
10	60.76	0.0039	19531.25	-14.71	19.42	19.42	No	0
11	64.29	0.0040	19531.25	-14.21	20.67	20.67	No	0
12	89.55	0.0041	10850.69	44.65	21.92	44.65	Yes	10850.69
13	114.50	0.0042	10850.69	68.64	28.33	68.64	Yes	10850.69
14	117.40	0.0043	10850.69	70.98	29.18	70.98	Yes	10850.69
15	120.30	0.0043	10850.69	73.84	30.04	73.84	Yes	10850.69
16	130.59	0.0042	1736.11	123.27	30.89	123.27	Yes	1736.11
17	143.03	0.0041	1736.11	136.00	37.68	136.00	Yes	1736.11
18	150.23	0.0038	1736.11	143.70	38.89	143.70	Yes	1736.11
19	157.43	0.0034	1736.11	151.59	40.11	151.59	Yes	1736.11
20	127.98	0.0029	15190.97	84.01	41.33	84.01	Yes	15190.97
21	95.16	0.0024	15190.97	58.46	42.55	58.46	Yes	15190.97
22	136.31	0.0020	831.20	134.68	43.76	134.68	Yes	831.20
23	179.03	0.0015	831.20	177.77	44.98	177.77	Yes	831.20
24	135.55	0.0011	26900.58	106.02	46.20	106.02	Yes	26900.58
25	90.55	0.0008	26900.58	70.30	102.77	102.77	No	0
26	93.33	0.0005	26900.58	80.04	104.10	104.10	No	0
27	96.10	0.0003	26900.58	87.60	105.42	105.42	No	0
28	153.26	0.0002	444.44	153.18	106.75	153.18	Yes	444.44
29	212.14	0.0001	444.44	212.09	108.08	212.09	Yes	444.44
30	154.60	0.0000	40935.67	153.78	109.41	153.78	Yes	40935.67
31	96.07	0.0000	40935.67	94.35	110.74	110.74	No	0
32	90.78	-0.0001	92467.64	84.21	112.06	112.06	No	0
33	85.64	-0.0001	92467.64	79.63	93.63	93.63	No	0
34	89.72	0.0000	92467.64	86.76	95.43	95.43	No	0
35	93.80	0	92467.64	93.80	97.23	97.23	No	0

**Lampiran 99 Tekanan Tanah di Depan Dinding Penggalian
Ketiga Iterasi Ketiga**

H (m)	P ₀	δ (m)	K _s (kN/m ²)	P _p (kN)	P _p max (kN)	P _p pakai	Spring	
6.5	2.65	0.0029	24561.4	72.95	5.78	5.78	No.	0
7.5	7.96	0.0033	24561.4	87.78	17.33	17.33	No.	0
8.5	13.81	0.0035	19531.25	83.03	26.66	26.66	No.	0
9.5	20.21	0.0038	19531.25	93.82	39.01	39.01	No.	0
10.5	26.61	0.0039	19531.25	103.68	51.37	51.37	No.	0
11.5	33.01	0.0041	19531.25	112.74	63.72	63.72	No.	0
12.5	37.81	0.0042	10850.69	83.22	70.37	70.37	No.	0
13.5	41.01	0.0043	10850.69	87.19	76.33	76.33	No.	0
14.5	44.21	0.0043	10850.69	90.72	82.28	82.28	No.	0
15.5	47.41	0.0043	10850.69	93.62	88.24	88.24	No.	0
16.5	52.61	0.0041	1736.11	59.81	96.61	59.81	Yes	1736.11
17.5	59.81	0.0039	1736.11	66.61	103.81	66.61	Yes	1736.11
18.5	67.01	0.0036	1736.11	73.22	111.01	73.22	Yes	1736.11
19.5	74.21	0.0031	1736.11	79.65	118.21	79.65	Yes	1736.11
20.5	80.21	0.0027	15190.97	120.48	152.02	120.48	Yes	15190.97
21.5	85.01	0.0022	831.20	86.82	161.12	86.82	Yes	831.20
22.5	89.81	0.0017	831.20	91.25	97.31	91.25	Yes	831.20
23.5	94.61	0.0013	26900.58	129.53	102.11	102.11	No.	0.00
24.5	99.92	0.0009	26900.58	124.45	221.46	124.45	Yes	26900.58
25.5	105.73	0.0006	26900.58	122.14	234.33	122.14	Yes	26900.58
26.5	111.54	0.0004	26900.58	122.11	247.21	122.11	Yes	26900.58
27.5	117.35	0.0002	444.44	117.46	260.09	117.46	Yes	444.44
28.5	122.79	0.0001	444.44	122.85	166.79	122.85	Yes	444.44
29.5	127.85	0.0001	40935.67	130.15	171.85	130.15	Yes	40935.67
30.5	134.81	0.0000	40935.67	135.50	333.50	135.50	Yes	40935.67
31.5	143.65	-0.0001	92467.64	149.57	355.37	149.57	Yes	92467.64
32.5	153.94	-0.0001	92467.64	160.88	459.51	160.88	Yes	92467.64
33.5	165.69	-0.0001	92467.64	170.59	494.57	170.59	Yes	92467.64
34.5	177.44	0.0000	92467.64	178.92	529.63	178.92	Yes	92467.64

**Lampiran 100 Hasil Defleksi pada Tiap Titik Tangkap Beban
Penggalian Ketiga Iterasi Ketiga**

H (m)	δ (m)	H (m)	δ (m)
0	-0.0018	0	-0.0018
1	-0.0009	0.5	-0.0013
2	0	1.5	-0.0004
3	0.0009	2.5	0.0005
4	0.0018	3.5	0.0014
5	0.0026	4.5	0.0022
6	0.0033	5.5	0.0029
7	0.0038	6.5	0.0036
8	0.0042	7.5	0.0040
9	0.0045	8.5	0.0044
10	0.0047	9.5	0.0046
11	0.0048	10.5	0.0048
12	0.0049	11.5	0.0049
13	0.0049	12.5	0.0049
14	0.0049	13.5	0.0049
15	0.0049	14.5	0.0049
16	0.0048	15.5	0.0049
17	0.0046	16.5	0.0047
18	0.0043	17.5	0.0045
19	0.0039	18.5	0.0041
20	0.0035	19.5	0.0037
21	0.0030	20.5	0.0032
22	0.0026	21.5	0.0028
23	0.0021	22.5	0.0023
24	0.0017	23.5	0.0019
25	0.0013	24.5	0.0015
26	0.0010	25.5	0.0012
27	0.0008	26.5	0.0009
28	0.0006	27.5	0.0007
29	0.0004	28.5	0.0005
30	0.0002	29.5	0.0003
31	0.0001	30.5	0.0002
32	0.0000	31.5	0.0001
33	0.0000	32.5	0.0000
34	0.0000	33.5	0.0000
35	0	34.5	0.0000

**Lampiran 101 Tekanan Tanah di Belakang Dinding Penggalian
Ketiga Iterasi Keempat**

H (m)	P ₀	δ (m)	K _s (kN/m ²)	Pa (kN)	Pa min (kN)	Pa pakai	Spring	
0	3.93	-0.0018	26900.58	-44.36	0	0	No	0
1	14.23	-0.0009	26900.58	-9.90	5.16	5.16	No	0
2	25.01	0	13020.83	25.01	7.17	25.01	Yes	13020.83
3	34.36	0.0009	13020.83	22.50	10.75	22.50	Yes	13020.83
4	33.53	0.0018	45787.55	-48.21	13.54	13.54	No	0
5	33.53	0.0026	45787.55	-84.70	20.42	20.42	No	0
6	38.67	0.0033	24561.4	-41.60	23.58	23.58	No	0
7	44.82	0.0038	24561.4	-49.06	25.56	25.56	No	0
8	50.79	0.0042	19531.25	-32.06	26.35	26.35	No	0
9	57.23	0.0045	19531.25	-31.38	18.18	18.18	No	0
10	60.76	0.0047	19531.25	-31.58	19.42	19.42	No	0
11	64.29	0.0048	19531.25	-30.28	20.67	20.67	No	0
12	89.55	0.0049	10850.69	36.35	21.92	36.35	Yes	10850.69
13	114.50	0.0049	10850.69	60.98	28.33	60.98	Yes	10850.69
14	117.40	0.0049	10850.69	63.85	29.18	63.85	Yes	10850.69
15	120.30	0.0049	10850.69	67.12	30.04	67.12	Yes	10850.69
16	130.59	0.0048	1736.11	122.24	30.89	122.24	Yes	1736.11
17	143.03	0.0046	1736.11	134.99	37.68	134.99	Yes	1736.11
18	150.23	0.0043	1736.11	142.70	38.89	142.70	Yes	1736.11
19	157.43	0.0039	1736.11	150.59	40.11	150.59	Yes	1736.11
20	127.98	0.0035	15190.97	75.21	41.33	75.21	Yes	15190.97
21	95.16	0.0030	15190.97	49.60	42.55	49.60	Yes	15190.97
22	136.31	0.0026	831.20	134.19	43.76	134.19	Yes	831.20
23	179.03	0.0021	831.20	177.27	44.98	177.27	Yes	831.20
24	135.55	0.0017	26900.58	90.01	46.20	90.01	Yes	26900.58
25	90.55	0.0013	26900.58	54.96	102.77	102.77	No	0
26	93.33	0.0010	26900.58	65.97	104.10	104.10	No	0
27	96.10	0.0008	26900.58	75.28	105.42	105.42	No	0
28	153.26	0.0006	444.44	153.01	106.75	153.01	Yes	444.44
29	212.14	0.0004	444.44	211.96	108.08	211.96	Yes	444.44
30	154.60	0.0002	40935.67	144.65	109.41	144.65	Yes	40935.67
31	96.07	0.0001	40935.67	91.73	110.74	110.74	No	0
32	90.78	0.0000	92467.64	89.48	112.06	112.06	No	0
33	85.64	0.0000	92467.64	83.15	93.63	93.63	No	0
34	89.72	0.0000	92467.64	87.60	95.43	95.43	No	0
35	93.80	0	92467.64	93.80	97.23	97.23	No	0

Lampiran 102 Tekanan Tanah di Depan Dinding Penggalian
Ketiga Iterasi Keempat

H (m)	P ₀	δ (m)	K _s (kN/m ²)	P _p (kN)	P _p max (kN)	P _p pakai	Spring	
6.5	2.65	0.0036	24561.4	90.14	5.78	5.78	No.	0
7.5	7.96	0.0040	24561.4	107.38	17.33	17.33	No.	0
8.5	13.81	0.0044	19531.25	99.81	26.66	26.66	No.	0
9.5	20.21	0.0046	19531.25	110.89	39.01	39.01	No.	0
10.5	26.61	0.0048	19531.25	120.22	51.37	51.37	No.	0
11.5	33.01	0.0049	19531.25	128.26	63.72	63.72	No.	0
12.5	37.81	0.0049	10850.69	91.20	70.37	70.37	No.	0
13.5	41.01	0.0049	10850.69	94.57	76.33	76.33	No.	0
14.5	44.21	0.0049	10850.69	97.62	82.28	82.28	No.	0
15.5	47.41	0.0049	10850.69	100.20	88.24	88.24	No.	0
16.5	52.61	0.0047	1736.11	60.83	96.61	60.83	Yes	1736.11
17.5	59.81	0.0045	1736.11	67.62	103.81	67.62	Yes	1736.11
18.5	67.01	0.0041	1736.11	74.21	111.01	74.21	Yes	1736.11
19.5	74.21	0.0037	1736.11	80.65	118.21	80.65	Yes	1736.11
20.5	80.21	0.0032	15190.97	129.31	152.02	129.31	Yes	15190.97
21.5	85.01	0.0028	831.20	87.31	161.12	87.31	Yes	831.20
22.5	89.81	0.0023	831.20	91.75	97.31	91.75	Yes	831.20
23.5	94.61	0.0019	26900.58	145.67	102.11	102.11	No.	0.00
24.5	99.92	0.0015	26900.58	140.19	221.46	140.19	Yes	26900.58
25.5	105.73	0.0012	26900.58	136.90	234.33	136.90	Yes	26900.58
26.5	111.54	0.0009	26900.58	135.37	247.21	135.37	Yes	26900.58
27.5	117.35	0.0007	444.44	117.64	260.09	117.64	Yes	444.44
28.5	122.79	0.0005	444.44	123.00	166.79	123.00	Yes	444.44
29.5	127.85	0.0003	40935.67	140.91	171.85	140.91	Yes	40935.67
30.5	134.81	0.0002	40935.67	141.64	333.50	141.64	Yes	40935.67
31.5	143.65	0.0001	92467.64	148.36	355.37	148.36	Yes	92467.64
32.5	153.94	0.0000	92467.64	155.42	459.51	155.42	Yes	92467.64
33.5	165.69	0.0000	92467.64	168.65	494.57	168.65	Yes	92467.64
34.5	177.44	0.0000	92467.64	178.73	529.63	178.73	Yes	92467.64

**Lampiran 103 Hasil Defleksi pada Tiap Titik Tangkap Beban
Penggalian Ketiga Iterasi Keempat**

H (m)	δ (m)	H (m)	δ (m)
0	-0.0017	0	-0.0017
1	-0.0008	0.5	-0.0012
2	0	1.5	-0.0004
3	0.0008	2.5	0.0004
4	0.0016	3.5	0.0013
5	0.0024	4.5	0.0020
6	0.0030	5.5	0.0027
7	0.0035	6.5	0.0033
8	0.0039	7.5	0.0037
9	0.0041	8.5	0.0040
10	0.0042	9.5	0.0042
11	0.0043	10.5	0.0043
12	0.0043	11.5	0.0043
13	0.0044	12.5	0.0044
14	0.0043	13.5	0.0043
15	0.0043	14.5	0.0043
16	0.0042	15.5	0.0043
17	0.0040	16.5	0.0041
18	0.0037	17.5	0.0039
19	0.0034	18.5	0.0036
20	0.0029	19.5	0.0031
21	0.0025	20.5	0.0027
22	0.0020	21.5	0.0022
23	0.0016	22.5	0.0018
24	0.0012	23.5	0.0014
25	0.0009	24.5	0.0011
26	0.0007	25.5	0.0008
27	0.0005	26.5	0.0005
28	0.0003	27.5	0.0004
29	0.0002	28.5	0.0003
30	0.0001	29.5	0.0001
31	0.0000	30.5	0.0000
32	0.0000	31.5	0.0000
33	-0.0001	32.5	-0.0001
34	0.0000	33.5	0.0000
35	0	34.5	0.0000

**Lampiran 104 Tekanan Tanah di Belakang Dinding Penggalan
Ketiga Iterasi Terakhir**

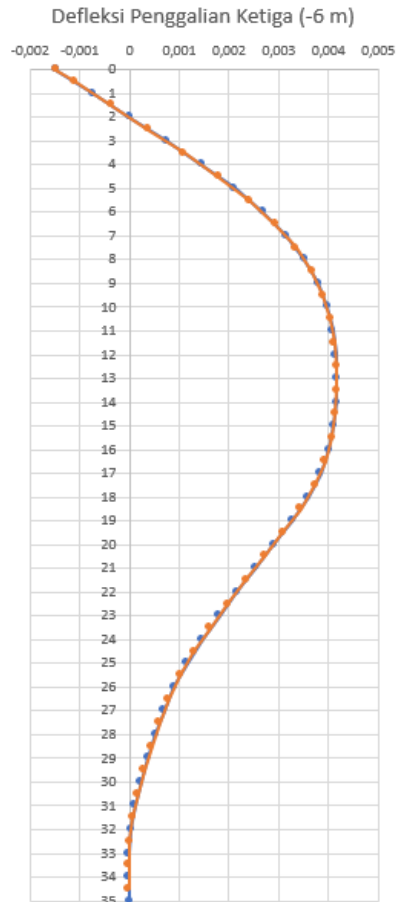
H (m)	P ₀	δ (m)	K _s (kN/m ²)	Pa (kN)	Pa min (kN)	Pa pakai	Spring	
0	3.93	-0.0017	26900.58	-40.73	0	0	No	0
1	14.23	-0.0008	26900.58	-8.09	5.16	5.16	No	0
2	25.01	0	13020.83	25.01	7.17	25.01	Yes	13020.83
3	34.36	0.0008	13020.83	23.39	10.75	23.39	Yes	13020.83
4	33.53	0.0016	45787.55	-41.98	13.54	13.54	No	0
5	33.53	0.0024	45787.55	-75.45	20.42	20.42	No	0
6	38.67	0.0030	24561.4	-35.07	23.58	23.58	No	0
7	44.82	0.0035	24561.4	-41.05	25.56	25.56	No	0
8	50.79	0.0039	19531.25	-24.58	26.35	26.35	No	0
9	57.23	0.0041	19531.25	-22.87	18.18	18.18	No	0
10	60.76	0.0042	19531.25	-22.17	19.42	19.42	No	0
11	64.29	0.0043	19531.25	-20.07	20.67	20.67	No	0
12	89.55	0.0043	10850.69	42.39	21.92	42.39	Yes	10850.69
13	114.50	0.0044	10850.69	67.30	28.33	67.30	Yes	10850.69
14	117.40	0.0043	10850.69	70.36	29.18	70.36	Yes	10850.69
15	120.30	0.0043	10850.69	73.74	30.04	73.74	Yes	10850.69
16	130.59	0.0042	1736.11	123.30	30.89	123.30	Yes	1736.11
17	143.03	0.0040	1736.11	136.05	37.68	136.05	Yes	1736.11
18	150.23	0.0037	1736.11	143.75	38.89	143.75	Yes	1736.11
19	157.43	0.0034	1736.11	151.61	40.11	151.61	Yes	1736.11
20	127.98	0.0029	15190.97	83.85	41.33	83.85	Yes	15190.97
21	95.16	0.0025	15190.97	57.89	42.55	57.89	Yes	15190.97
22	136.31	0.0020	831.20	134.62	43.76	134.62	Yes	831.20
23	179.03	0.0016	831.20	177.68	44.98	177.68	Yes	831.20
24	135.55	0.0012	26900.58	102.28	46.20	102.28	Yes	26900.58
25	90.55	0.0009	26900.58	66.10	102.77	102.77	No	0
26	93.33	0.0007	26900.58	75.76	104.10	104.10	No	0
27	96.10	0.0005	26900.58	83.62	105.42	105.42	No	0
28	153.26	0.0003	444.44	153.12	106.75	153.12	Yes	444.44
29	212.14	0.0002	444.44	212.05	108.08	212.05	Yes	444.44
30	154.60	0.0001	40935.67	150.54	109.41	150.54	Yes	40935.67
31	96.07	0.0000	40935.67	95.62	110.74	110.74	No	0
32	90.78	0.0000	92467.64	87.17	112.06	112.06	No	0
33	85.64	-0.0001	92467.64	81.02	93.63	93.63	No	0
34	89.72	0.0000	92467.64	87.13	95.43	95.43	No	0
35	93.80	0	92467.64	93.80	97.23	97.23	No	0

**Lampiran 105 Tekanan Tanah di Depan Dinding Penggalian
Ketiga Iterasi Terakhir**

H (m)	P ₀	δ (m)	K _s (kN/m ²)	P _p (kN)	P _p max (kN)	P _p pakai	Spring	
6.5	2.65	0.0033	24561.4	82.85	5.78	5.78	No.	0
7.5	7.96	0.0037	24561.4	98.66	17.33	17.33	No.	0
8.5	13.81	0.0040	19531.25	91.80	26.66	26.66	No.	0
9.5	20.21	0.0042	19531.25	101.93	39.01	39.01	No.	0
10.5	26.61	0.0043	19531.25	110.38	51.37	51.37	No.	0
11.5	33.01	0.0043	19531.25	117.70	63.72	63.72	No.	0
12.5	37.81	0.0044	10850.69	85.01	70.37	70.37	No.	0
13.5	41.01	0.0043	10850.69	88.15	76.33	76.33	No.	0
14.5	44.21	0.0043	10850.69	91.04	82.28	82.28	No.	0
15.5	47.41	0.0043	10850.69	93.55	88.24	88.24	No.	0
16.5	52.61	0.0041	1736.11	59.76	96.61	59.76	Yes	1736.11
17.5	59.81	0.0039	1736.11	66.56	103.81	66.56	Yes	1736.11
18.5	67.01	0.0036	1736.11	73.18	111.01	73.18	Yes	1736.11
19.5	74.21	0.0031	1736.11	79.65	118.21	79.65	Yes	1736.11
20.5	80.21	0.0027	15190.97	120.83	152.02	120.83	Yes	15190.97
21.5	85.01	0.0022	831.20	86.87	161.12	86.87	Yes	831.20
22.5	89.81	0.0018	831.20	91.33	97.31	91.33	Yes	831.20
23.5	94.61	0.0014	26900.58	132.92	102.11	102.11	No.	0.00
24.5	99.92	0.0011	26900.58	128.48	221.46	128.48	Yes	26900.58
25.5	105.73	0.0008	26900.58	126.41	234.33	126.41	Yes	26900.58
26.5	111.54	0.0005	26900.58	126.31	247.21	126.31	Yes	26900.58
27.5	117.35	0.0004	444.44	117.52	260.09	117.52	Yes	444.44
28.5	122.79	0.0003	444.44	122.90	166.79	122.90	Yes	444.44
29.5	127.85	0.0001	40935.67	133.91	171.85	133.91	Yes	40935.67
30.5	134.81	0.0000	40935.67	136.77	333.50	136.77	Yes	40935.67
31.5	143.65	0.0000	92467.64	145.68	355.37	145.68	Yes	92467.64
32.5	153.94	-0.0001	92467.64	158.75	459.51	158.75	Yes	92467.64
33.5	165.69	0.0000	92467.64	169.85	494.57	169.85	Yes	92467.64
34.5	177.44	0.0000	92467.64	178.83	529.63	178.83	Yes	92467.64

Lampiran 106 Defleksi pada
Penggalian Ketiga Iterasi
Terakhir

H (m)	δ (m)	H (m)	δ (m)
0	-0.0019	0	-0.0019
1	-0.0009	0.5	-0.0014
2	0.0000	1.5	-0.0005
3	0.0009	2.5	0.0005
4	0.0018	3.5	0.0014
5	0.0026	4.5	0.0022
6	0.0033	5.5	0.0030
7	0.0039	6.5	0.0036
8	0.0043	7.5	0.0041
9	0.0046	8.5	0.0044
10	0.0047	9.5	0.0047
11	0.0048	10.5	0.0048
12	0.0049	11.5	0.0049
13	0.0049	12.5	0.0049
14	0.0049	13.5	0.0049
15	0.0049	14.5	0.0049
16	0.0048	15.5	0.0048
17	0.0046	16.5	0.0047
18	0.0043	17.5	0.0044
19	0.0039	18.5	0.0041
20	0.0034	19.5	0.0036
21	0.0029	20.5	0.0032
22	0.0025	21.5	0.0027
23	0.0020	22.5	0.0022
24	0.0016	23.5	0.0018
25	0.0012	24.5	0.0014
26	0.0009	25.5	0.0011
27	0.0007	26.5	0.0008
28	0.0005	27.5	0.0006
29	0.0004	28.5	0.0004
30	0.0002	29.5	0.0003
31	0.0001	30.5	0.0001
32	0.0000	31.5	0.0000
33	0.0000	32.5	0.0000
34	0.0000	33.5	0.0000
35	0.0000	34.5	0.0000



Lampiran 107 Defleksi pada
Penggalian Ketiga Iterasi
Terakhir
(Sumber : Penulis, 2019)

**Lampiran 108 Tekanan Tanah di Belakang Dinding Penggalian
Keempat Iterasi Pertama**

H (m)	P ₀	δ (m)	K _s (kN/m ²)	Pa (kN)	Pa min (kN)	Pa pakai	Spring	
0	3.93	-0.0019	26900.58	-45.92	0	0	No	0
1	14.23	-0.0009	26900.58	-10.68	5.16	5.16	No	0
2	25.01	0.0000	13020.83	25.01	7.17	25.01	Yes	13020.83
3	34.36	0.0009	13020.83	22.24	10.75	22.24	Yes	13020.83
4	33.53	0.0018	45787.55	-49.76	13.54	13.54	No	0
5	33.53	0.0026	45787.55	-86.62	20.42	20.42	No	0
6	38.67	0.0033	24561.4	-42.68	23.58	23.58	No	0
7	44.82	0.0039	24561.4	-50.09	25.56	25.56	No	0
8	50.79	0.0043	19531.25	-32.75	26.35	26.35	No	0
9	57.23	0.0046	19531.25	-31.91	18.18	18.18	No	0
10	60.76	0.0047	19531.25	-31.94	19.42	19.42	No	0
11	64.29	0.0048	19531.25	-30.42	20.67	20.67	No	0
12	89.55	0.0049	10850.69	36.40	21.92	36.40	Yes	10850.69
13	114.50	0.0049	10850.69	61.13	28.33	61.13	Yes	10850.69
14	117.40	0.0049	10850.69	64.10	29.18	64.10	Yes	10850.69
15	120.30	0.0049	10850.69	67.45	30.04	67.45	Yes	10850.69
16	130.59	0.0048	1736.11	122.30	30.89	122.30	Yes	1736.11
17	143.03	0.0046	1736.11	135.07	37.68	135.07	Yes	1736.11
18	150.23	0.0043	1736.11	142.79	38.89	142.79	Yes	1736.11
19	157.43	0.0039	1736.11	150.69	40.11	150.69	Yes	1736.11
20	127.98	0.0034	15190.97	76.20	41.33	76.20	Yes	15190.97
21	95.16	0.0029	15190.97	50.69	42.55	50.69	Yes	15190.97
22	136.31	0.0025	831.20	134.25	43.76	134.25	Yes	831.20
23	179.03	0.0020	831.20	177.34	44.98	177.34	Yes	831.20
24	135.55	0.0016	26900.58	92.32	46.20	92.32	Yes	26900.58
25	90.55	0.0012	26900.58	57.28	102.77	102.77	No	0
26	93.33	0.0009	26900.58	68.15	104.10	104.10	No	0
27	96.10	0.0007	26900.58	77.25	105.42	105.42	No	0
28	153.26	0.0005	444.44	153.03	106.75	153.03	Yes	444.44
29	212.14	0.0004	444.44	211.98	108.08	211.98	Yes	444.44
30	154.60	0.0002	40935.67	146.12	109.41	146.12	Yes	40935.67
31	96.07	0.0001	40935.67	92.67	110.74	110.74	No	0
32	90.78	0.0000	92467.64	90.63	112.06	112.06	No	0
33	85.64	0.0000	92467.64	82.68	93.63	93.63	No	0
34	89.72	0.0000	92467.64	87.60	95.43	95.43	No	0
35	93.80	0.0000	92467.64	93.80	97.23	97.23	No	0

Tabel 5.53 Tekanan Tanah di Depan Dinding Penggalian
Keempat Iterasi Pertama

H (m)	P ₀	δ (m)	K _s (kN/m ²)	P _p (kN)	P _p max (kN)	P _p pakai	Spring	
8.5	3.20	0.0044	19531.25	89.82	6.18	6.18	No.	0
9.5	9.60	0.0047	19531.25	100.73	18.53	18.53	No.	0
10.5	16.00	0.0048	19531.25	109.85	30.89	30.89	No.	0
11.5	22.40	0.0049	19531.25	117.67	43.24	43.24	No.	0
12.5	27.20	0.0049	10850.69	80.49	50.62	50.62	No.	0
13.5	30.40	0.0049	10850.69	83.76	56.58	56.58	No.	0
14.5	33.60	0.0049	10850.69	86.73	62.53	62.53	No.	0
15.5	36.80	0.0048	10850.69	89.22	68.49	68.49	No.	0
16.5	42.00	0.0047	1736.11	50.15	86.00	50.15	Yes	1736.11
17.5	49.20	0.0044	1736.11	56.92	93.20	56.92	Yes	1736.11
18.5	56.40	0.0041	1736.11	63.51	100.40	63.51	Yes	1736.11
19.5	63.60	0.0036	1736.11	69.94	107.60	69.94	Yes	1736.11
20.5	69.60	0.0032	15190.97	117.66	131.91	117.66	Yes	15190.97
21.5	74.40	0.0027	831.20	76.64	141.01	76.64	Yes	831.20
22.5	79.20	0.0022	831.20	81.07	86.70	81.07	Yes	831.20
23.5	84.00	0.0018	26900.58	132.74	91.50	91.50	No.	0.00
24.5	89.31	0.0014	26900.58	127.26	197.94	127.26	Yes	26900.58
25.5	95.12	0.0011	26900.58	124.03	210.82	124.03	Yes	26900.58
26.5	100.93	0.0008	26900.58	122.66	223.70	122.66	Yes	26900.58
27.5	106.74	0.0006	444.44	107.00	236.57	107.00	Yes	444.44
28.5	112.18	0.0004	444.44	112.37	156.18	112.37	Yes	444.44
29.5	117.24	0.0003	40935.67	128.54	161.24	128.54	Yes	40935.67
30.5	124.20	0.0001	40935.67	129.85	307.25	129.85	Yes	40935.67
31.5	133.04	0.0000	92467.64	136.18	329.12	136.18	Yes	92467.64
32.5	143.33	0.0000	92467.64	145.55	427.83	145.55	Yes	92467.64
33.5	155.08	0.0000	92467.64	158.32	462.90	158.32	Yes	92467.64
34.5	166.83	0.0000	92467.64	168.12	497.96	168.12	Yes	92467.64

Lampiran 109 Hasil Defleksi pada Tiap Titik Tangkap Beban
Penggalian Keempat Iterasi Pertama

H (m)	δ (m)	H (m)	δ (m)
0	-0.0037	0	-0.0037
1	-0.0018	0.5	-0.0028
2	0	1.5	-0.0009
3	0.0019	2.5	0.0009
4	0.0036	3.5	0.0028
5	0.0053	4.5	0.0045
6	0.0067	5.5	0.0060
7	0.0079	6.5	0.0074
8	0.0089	7.5	0.0084
9	0.0095	8.5	0.0092
10	0.0099	9.5	0.0098
11	0.0101	10.5	0.0100
12	0.0100	11.5	0.0101
13	0.0098	12.5	0.0099
14	0.0096	13.5	0.0097
15	0.0092	14.5	0.0094
16	0.0087	15.5	0.0090
17	0.0081	16.5	0.0084
18	0.0074	17.5	0.0078
19	0.0065	18.5	0.0070
20	0.0056	19.5	0.0061
21	0.0047	20.5	0.0052
22	0.0039	21.5	0.0043
23	0.0032	22.5	0.0036
24	0.0025	23.5	0.0028
25	0.0019	24.5	0.0022
26	0.0015	25.5	0.0017
27	0.0011	26.5	0.0013
28	0.0008	27.5	0.0010
29	0.0006	28.5	0.0007
30	0.0004	29.5	0.0005
31	0.0002	30.5	0.0003
32	0.0001	31.5	0.0001
33	0.0000	32.5	0.0000
34	0.0000	33.5	0.0000
35	0	34.5	0.0000

**Lampiran 110 Tekanan Tanah di Belakang Dinding Penggalian
Keempat Iterasi Kedua**

H (m)	P ₀	δ (m)	K _s (kN/m ²)	Pa (kN)	Pa min (kN)	Pa pakai	Spring	
0	3.93	-0.0037	26900.58	-95.25	0	0	No	0
1	14.23	-0.0018	26900.58	-35.37	5.16	5.16	No	0
2	25.01	0	13020.83	25.01	7.17	25.01	Yes	13020.83
3	34.36	0.0019	13020.83	10.28	10.75	10.75	No	0
4	33.53	0.0036	45787.55	-132.87	13.54	13.54	No	0
5	33.53	0.0053	45787.55	-208.37	20.42	20.42	No	0
6	38.67	0.0067	24561.4	-126.78	23.58	23.58	No	0
7	44.82	0.0079	24561.4	-150.30	25.56	25.56	No	0
8	50.79	0.0089	19531.25	-122.61	26.35	26.35	No	0
9	57.23	0.0095	19531.25	-128.86	18.18	18.18	No	0
10	60.76	0.0099	19531.25	-132.79	19.42	19.42	No	0
11	64.29	0.0101	19531.25	-132.12	20.67	20.67	No	0
12	89.55	0.0100	10850.69	-19.10	21.92	21.92	No	0
13	114.50	0.0098	10850.69	7.75	28.33	28.33	No	0
14	117.40	0.0096	10850.69	13.66	29.18	29.18	No	0
15	120.30	0.0092	10850.69	20.56	30.04	30.04	No	0
16	130.59	0.0087	1736.11	115.45	30.89	115.45	Yes	1736.11
17	143.03	0.0081	1736.11	128.93	37.68	128.93	Yes	1736.11
18	150.23	0.0074	1736.11	137.41	38.89	137.41	Yes	1736.11
19	157.43	0.0065	1736.11	146.09	40.11	146.09	Yes	1736.11
20	127.98	0.0056	15190.97	42.53	41.33	42.53	Yes	15190.97
21	95.16	0.0047	15190.97	23.06	42.55	42.55	No	0
22	136.31	0.0039	831.20	133.03	43.76	133.03	Yes	831.20
23	179.03	0.0032	831.20	176.37	44.98	176.37	Yes	831.20
24	135.55	0.0025	26900.58	67.92	46.20	67.92	Yes	26900.58
25	90.55	0.0019	26900.58	38.53	102.77	102.77	No	0
26	93.33	0.0015	26900.58	53.81	104.10	104.10	No	0
27	96.10	0.0011	26900.58	66.32	105.42	105.42	No	0
28	153.26	0.0008	444.44	152.90	106.75	152.90	Yes	444.44
29	212.14	0.0006	444.44	211.88	108.08	211.88	Yes	444.44
30	154.60	0.0004	40935.67	139.53	109.41	139.53	Yes	40935.67
31	96.07	0.0002	40935.67	88.13	110.74	110.74	No	0
32	90.78	0.0001	92467.64	84.12	112.06	112.06	No	0
33	85.64	0.0000	92467.64	85.24	93.63	93.63	No	0
34	89.72	0.0000	92467.64	88.61	95.43	95.43	No	0
35	93.80	0	92467.64	93.80	97.23	97.23	No	0

**Lampiran 111 Tekanan Tanah di Depan Dinding Penggalian
Keempat Iterasi Kedua**

H (m)	P ₀	δ (m)	K _s (kN/m ²)	P _p (kN)	P _p max (kN)	P _p pakai	Spring	
8.5	3.20	0.0092	19531.25	183.61	6.18	6.18	No.	0
9.5	9.60	0.0098	19531.25	200.03	18.53	18.53	No.	0
10.5	16.00	0.0100	19531.25	211.49	30.89	30.89	No.	0
11.5	22.40	0.0101	19531.25	218.77	43.24	43.24	No.	0
12.5	27.20	0.0099	10850.69	135.06	50.62	50.62	No.	0
13.5	30.40	0.0097	10850.69	135.77	56.58	56.58	No.	0
14.5	33.60	0.0094	10850.69	135.47	62.53	62.53	No.	0
15.5	36.80	0.0090	10850.69	134.14	68.49	68.49	No.	0
16.5	42.00	0.0084	1736.11	56.65	86.00	56.65	Yes	1736.11
17.5	49.20	0.0078	1736.11	62.68	93.20	62.68	Yes	1736.11
18.5	56.40	0.0070	1736.11	68.50	100.40	68.50	Yes	1736.11
19.5	63.60	0.0061	1736.11	74.16	107.60	74.16	Yes	1736.11
20.5	69.60	0.0052	15190.97	148.21	131.91	131.91	No.	0.00
21.5	74.40	0.0043	831.20	78.00	141.01	78.00	Yes	831.20
22.5	79.20	0.0036	831.20	82.16	86.70	82.16	Yes	831.20
23.5	84.00	0.0028	26900.58	160.51	91.50	91.50	No.	0.00
24.5	89.31	0.0022	26900.58	148.65	197.94	148.65	Yes	26900.58
25.5	95.12	0.0017	26900.58	140.44	210.82	140.44	Yes	26900.58
26.5	100.93	0.0013	26900.58	135.17	223.70	135.17	Yes	26900.58
27.5	106.74	0.0010	444.44	107.16	236.57	107.16	Yes	444.44
28.5	112.18	0.0007	444.44	112.48	156.18	112.48	Yes	444.44
29.5	117.24	0.0005	40935.67	136.40	161.24	136.40	Yes	40935.67
30.5	124.20	0.0003	40935.67	135.37	307.25	135.37	Yes	40935.67
31.5	133.04	0.0001	92467.64	144.41	329.12	144.41	Yes	92467.64
32.5	143.33	0.0000	92467.64	145.92	427.83	145.92	Yes	92467.64
33.5	155.08	0.0000	92467.64	156.19	462.90	156.19	Yes	92467.64
34.5	166.83	0.0000	92467.64	167.75	497.96	167.75	Yes	92467.64

**Lampiran 112 Hasil Defleksi pada Tiap Titik Tangkap Beban
Penggalian Keempat Iterasi Kedua**

H (m)	δ (m)	H (m)	δ (m)
0	-0.0066	0	-0.0066
1	-0.0033	0.5	-0.0049
2	0	1.5	-0.0016
3	0.0033	2.5	0.0017
4	0.0065	3.5	0.0049
5	0.0095	4.5	0.0080
6	0.0122	5.5	0.0109
7	0.0146	6.5	0.0134
8	0.0165	7.5	0.0156
9	0.0180	8.5	0.0173
10	0.0190	9.5	0.0186
11	0.0196	10.5	0.0194
12	0.0198	11.5	0.0198
13	0.0195	12.5	0.0197
14	0.0189	13.5	0.0192
15	0.0179	14.5	0.0184
16	0.0167	15.5	0.0173
17	0.0151	16.5	0.0159
18	0.0134	17.5	0.0143
19	0.0116	18.5	0.0125
20	0.0097	19.5	0.0107
21	0.0080	20.5	0.0088
22	0.0063	21.5	0.0071
23	0.0048	22.5	0.0056
24	0.0035	23.5	0.0042
25	0.0025	24.5	0.0030
26	0.0016	25.5	0.0020
27	0.0010	26.5	0.0013
28	0.0006	27.5	0.0008
29	0.0003	28.5	0.0005
30	0.0001	29.5	0.0002
31	0.0000	30.5	0.0000
32	-0.0001	31.5	0.0000
33	-0.0001	32.5	-0.0001
34	0.0000	33.5	-0.0001
35	0	34.5	0.0000

**Lampiran 113 Tekanan Tanah di Belakang Dinding Penggalian
Keempat Iterasi Ketiga**

H (m)	P ₀	δ (m)	K _s (kN/m ²)	Pa (kN)	Pa min (kN)	Pa pakai	Spring	
0	3.93	-0.0066	26900.58	-172.51	0	0	No	0
1	14.23	-0.0033	26900.58	-73.97	5.16	5.16	No	0
2	25.01	0	13020.83	25.01	7.17	25.01	Yes	13020.83
3	34.36	0.0033	13020.83	-8.45	10.75	10.75	No	0
4	33.53	0.0065	45787.55	-263.13	13.54	13.54	No	0
5	33.53	0.0095	45787.55	-400.40	20.42	20.42	No	0
6	38.67	0.0122	24561.4	-260.83	23.58	23.58	No	0
7	44.82	0.0146	24561.4	-312.68	25.56	25.56	No	0
8	50.79	0.0165	19531.25	-271.54	26.35	26.35	No	0
9	57.23	0.0180	19531.25	-294.37	18.18	18.18	No	0
10	60.76	0.0190	19531.25	-311.12	19.42	19.42	No	0
11	64.29	0.0196	19531.25	-318.99	20.67	20.67	No	0
12	89.55	0.0198	10850.69	-125.00	21.92	21.92	No	0
13	114.50	0.0195	10850.69	-97.25	28.33	28.33	No	0
14	117.40	0.0189	10850.69	-87.49	29.18	29.18	No	0
15	120.30	0.0179	10850.69	-74.11	30.04	30.04	No	0
16	130.59	0.0167	1736.11	101.67	30.89	101.67	Yes	1736.11
17	143.03	0.0151	1736.11	116.74	37.68	116.74	Yes	1736.11
18	150.23	0.0134	1736.11	126.90	38.89	126.90	Yes	1736.11
19	157.43	0.0116	1736.11	137.28	40.11	137.28	Yes	1736.11
20	127.98	0.0097	15190.97	-20.05	41.33	41.33	No	0
21	95.16	0.0080	15190.97	-25.90	42.55	42.55	No	0
22	136.31	0.0063	831.20	131.05	43.76	131.05	Yes	831.20
23	179.03	0.0048	831.20	175.01	44.98	175.01	Yes	831.20
24	135.55	0.0035	26900.58	40.67	46.20	46.20	No	0
25	90.55	0.0025	26900.58	24.46	102.77	102.77	No	0
26	93.33	0.0016	26900.58	49.27	104.10	104.10	No	0
27	96.10	0.0010	26900.58	68.05	105.42	105.42	No	0
28	153.26	0.0006	444.44	152.98	106.75	152.98	Yes	444.44
29	212.14	0.0003	444.44	211.99	108.08	211.99	Yes	444.44
30	154.60	0.0001	40935.67	149.48	109.41	149.48	Yes	40935.67
31	96.07	0.0000	40935.67	95.83	110.74	110.74	No	0
32	90.78	-0.0001	92467.64	84.77	112.06	112.06	No	0
33	85.64	-0.0001	92467.64	79.36	93.63	93.63	No	0
34	89.72	0.0000	92467.64	86.58	95.43	95.43	No	0
35	93.80	0	92467.64	93.80	97.23	97.23	No	0

**Lampiran 114 Tekanan Tanah di Depan Dinding Penggalian
Keempat Iterasi Ketiga**

H (m)	P ₀	δ (m)	K _s (kN/m ²)	P _p (kN)	P _p max (kN)	P _p pakai	Spring	
8.5	3.20	0.0173	19531.25	341.27	6.18	6.18	No.	0
9.5	9.60	0.0186	19531.25	372.45	18.53	18.53	No.	0
10.5	16.00	0.0194	19531.25	394.67	30.89	30.89	No.	0
11.5	22.40	0.0198	19531.25	408.16	43.24	43.24	No.	0
12.5	27.20	0.0197	10850.69	240.87	50.62	50.62	No.	0
13.5	30.40	0.0192	10850.69	239.20	56.58	56.58	No.	0
14.5	33.60	0.0184	10850.69	233.68	62.53	62.53	No.	0
15.5	36.80	0.0173	10850.69	224.73	68.49	68.49	No.	0
16.5	42.00	0.0159	1736.11	69.65	86.00	69.65	Yes	1736.11
17.5	49.20	0.0143	1736.11	74.05	93.20	74.05	Yes	1736.11
18.5	56.40	0.0125	1736.11	78.16	100.40	78.16	Yes	1736.11
19.5	63.60	0.0107	1736.11	82.13	107.60	82.13	Yes	1736.11
20.5	69.60	0.0088	15190.97	203.90	131.91	131.91	No.	0.00
21.5	74.40	0.0071	831.20	80.32	141.01	80.32	Yes	831.20
22.5	79.20	0.0056	831.20	83.82	86.70	83.82	Yes	831.20
23.5	84.00	0.0042	26900.58	195.80	91.50	91.50	No.	0.00
24.5	89.31	0.0030	26900.58	168.85	197.94	168.85	Yes	26900.58
25.5	95.12	0.0020	26900.58	149.29	210.82	149.29	Yes	26900.58
26.5	100.93	0.0013	26900.58	136.22	223.70	136.22	Yes	26900.58
27.5	106.74	0.0008	444.44	107.10	236.57	107.10	Yes	444.44
28.5	112.18	0.0005	444.44	112.38	156.18	112.38	Yes	444.44
29.5	117.24	0.0002	40935.67	126.08	161.24	126.08	Yes	40935.67
30.5	124.20	0.0000	40935.67	126.12	307.25	126.12	Yes	40935.67
31.5	133.04	0.0000	92467.64	137.38	329.12	137.38	Yes	92467.64
32.5	143.33	-0.0001	92467.64	150.27	427.83	150.27	Yes	92467.64
33.5	155.08	-0.0001	92467.64	160.26	462.90	160.26	Yes	92467.64
34.5	166.83	0.0000	92467.64	168.40	497.96	168.40	Yes	92467.64

Lampiran 115 Hasil Defleksi pada Tiap Titik Tangkap Beban
Penggalian Keempat Iterasi Ketiga

H (m)	δ (m)	H (m)	δ (m)
0	-0.0066	0	-0.0066
1	-0.0033	0.5	-0.0050
2	0	1.5	-0.0017
3	0.0033	2.5	0.0017
4	0.0065	3.5	0.0050
5	0.0096	4.5	0.0081
6	0.0123	5.5	0.0110
7	0.0147	6.5	0.0136
8	0.0167	7.5	0.0158
9	0.0183	8.5	0.0176
10	0.0194	9.5	0.0189
11	0.0200	10.5	0.0198
12	0.0202	11.5	0.0202
13	0.0200	12.5	0.0202
14	0.0195	13.5	0.0198
15	0.0186	14.5	0.0191
16	0.0175	15.5	0.0181
17	0.0161	16.5	0.0168
18	0.0145	17.5	0.0153
19	0.0127	18.5	0.0136
20	0.0109	19.5	0.0118
21	0.0091	20.5	0.0100
22	0.0075	21.5	0.0083
23	0.0059	22.5	0.0066
24	0.0044	23.5	0.0051
25	0.0032	24.5	0.0038
26	0.0023	25.5	0.0027
27	0.0015	26.5	0.0019
28	0.0010	27.5	0.0012
29	0.0006	28.5	0.0008
30	0.0003	29.5	0.0004
31	0.0001	30.5	0.0002
32	0.0000	31.5	0.0000
33	0.0000	32.5	0.0000
34	0.0000	33.5	0.0000
35	0	34.5	0.0000

**Lampiran 116 Tekanan Tanah di Belakang Dinding Penggalian
Keempat Iterasi Keempat**

H (m)	P ₀	δ (m)	K _s (kN/m ²)	Pa (kN)	Pa min (kN)	Pa pakai	Spring	
0	3.93	-0.0066	26900.58	-174.40	0	0	No	0
1	14.23	-0.0033	26900.58	-74.91	5.16	5.16	No	0
2	25.01	0	13020.83	25.01	7.17	25.01	Yes	13020.83
3	34.36	0.0033	13020.83	-8.90	10.75	10.75	No	0
4	33.53	0.0065	45787.55	-266.34	13.54	13.54	No	0
5	33.53	0.0096	45787.55	-405.30	20.42	20.42	No	0
6	38.67	0.0123	24561.4	-264.42	23.58	23.58	No	0
7	44.82	0.0147	24561.4	-317.27	25.56	25.56	No	0
8	50.79	0.0167	19531.25	-276.07	26.35	26.35	No	0
9	57.23	0.0183	19531.25	-299.86	18.18	18.18	No	0
10	60.76	0.0194	19531.25	-317.68	19.42	19.42	No	0
11	64.29	0.0200	19531.25	-326.71	20.67	20.67	No	0
12	89.55	0.0202	10850.69	-130.00	21.92	21.92	No	0
13	114.50	0.0200	10850.69	-103.04	28.33	28.33	No	0
14	117.40	0.0195	10850.69	-94.16	29.18	29.18	No	0
15	120.30	0.0186	10850.69	-81.73	30.04	30.04	No	0
16	130.59	0.0175	1736.11	100.29	30.89	100.29	Yes	1736.11
17	143.03	0.0161	1736.11	115.16	37.68	115.16	Yes	1736.11
18	150.23	0.0145	1736.11	125.13	38.89	125.13	Yes	1736.11
19	157.43	0.0127	1736.11	135.34	40.11	135.34	Yes	1736.11
20	127.98	0.0109	15190.97	-38.05	41.33	41.33	No	0
21	95.16	0.0091	15190.97	-43.82	42.55	42.55	No	0
22	136.31	0.0075	831.20	130.11	43.76	130.11	Yes	831.20
23	179.03	0.0059	831.20	174.15	44.98	174.15	Yes	831.20
24	135.55	0.0044	26900.58	16.17	46.20	46.20	No	0
25	90.55	0.0032	26900.58	3.91	102.77	102.77	No	0
26	93.33	0.0023	26900.58	32.64	104.10	104.10	No	0
27	96.10	0.0015	26900.58	55.00	105.42	105.42	No	0
28	153.26	0.0010	444.44	152.82	106.75	152.82	Yes	444.44
29	212.14	0.0006	444.44	211.87	108.08	211.87	Yes	444.44
30	154.60	0.0003	40935.67	141.78	109.41	141.78	Yes	40935.67
31	96.07	0.0001	40935.67	91.44	110.74	110.74	No	0
32	90.78	0.0000	92467.64	90.72	112.06	112.06	No	0
33	85.64	0.0000	92467.64	81.85	93.63	93.63	No	0
34	89.72	0.0000	92467.64	87.13	95.43	95.43	No	0
35	93.80	0	92467.64	93.80	97.23	97.23	No	0

**Lampiran 117 Tekanan Tanah di Depan Dinding Penggalian
Keempat Iterasi Keempat**

H (m)	P ₀	δ (m)	K _s (kN/m ²)	P _p (kN)	P _p max (kN)	P _p pakai	Spring
8.5	3.20	0.0168	19531.25	71.13	86.00	71.13	Yes 1736.11
9.5	9.60	0.0153	19531.25	75.72	93.20	75.72	Yes 1736.11
10.5	16.00	0.0136	19531.25	80.02	100.40	80.02	Yes 1736.11
11.5	22.40	0.0118	19531.25	84.14	107.60	84.14	Yes 1736.11
12.5	27.20	0.0100	10850.69	221.98	131.91	131.91	No. 0.00
13.5	30.40	0.0083	10850.69	81.29	141.01	81.29	Yes 831.20
14.5	33.60	0.0066	10850.69	84.72	86.70	84.72	Yes 831.20
15.5	36.80	0.0051	10850.69	222.05	91.50	91.50	No. 0.00
16.5	42.00	0.0038	1736.11	191.39	197.94	191.39	Yes 26900.58
17.5	49.20	0.0027	1736.11	167.85	210.82	167.85	Yes 26900.58
18.5	56.40	0.0019	1736.11	150.99	223.70	150.99	Yes 26900.58
19.5	63.60	0.0012	1736.11	107.29	236.57	107.29	Yes 444.44
20.5	69.60	0.0008	15190.97	112.52	156.18	112.52	Yes 444.44
21.5	74.40	0.0004	831.20	135.42	161.24	135.42	Yes 40935.67
22.5	79.20	0.0002	831.20	132.34	307.25	132.34	Yes 40935.67
23.5	84.00	0.0000	26900.58	137.01	329.12	137.01	Yes 92467.64
24.5	89.31	0.0000	26900.58	146.29	427.83	146.29	Yes 92467.64
25.5	95.12	0.0000	26900.58	158.96	462.90	158.96	Yes 92467.64
26.5	100.93	0.0000	26900.58	168.22	497.96	168.22	Yes 92467.64
27.5	106.74	0.0168	444.44	71.13	86.00	71.13	Yes 1736.11
28.5	112.18	0.0153	444.44	75.72	93.20	75.72	Yes 1736.11
29.5	117.24	0.0136	40935.67	80.02	100.40	80.02	Yes 1736.11
30.5	124.20	0.0118	40935.67	84.14	107.60	84.14	Yes 1736.11
31.5	133.04	0.0100	92467.64	221.98	131.91	131.91	No. 0.00
32.5	143.33	0.0083	92467.64	81.29	141.01	81.29	Yes 831.20
33.5	155.08	0.0066	92467.64	84.72	86.70	84.72	Yes 831.20
34.5	166.83	0.0051	92467.64	222.05	91.50	91.50	No. 0.00

**Lampiran 118 Hasil Defleksi pada Tiap Titik Tangkap Beban
Penggalian Keempat Iterasi Keempat**

H (m)	δ (m)	H (m)	δ (m)
0	-0.0065	0	-0.0065
1	-0.0033	0.5	-0.0049
2	0	1.5	-0.0016
3	0.0033	2.5	0.0016
4	0.0064	3.5	0.0049
5	0.0094	4.5	0.0079
6	0.0121	5.5	0.0108
7	0.0144	6.5	0.0133
8	0.0164	7.5	0.0155
9	0.0179	8.5	0.0172
10	0.0189	9.5	0.0184
11	0.0195	10.5	0.0193
12	0.0197	11.5	0.0196
13	0.0195	12.5	0.0196
14	0.0189	13.5	0.0192
15	0.0180	14.5	0.0185
16	0.0168	15.5	0.0174
17	0.0154	16.5	0.0161
18	0.0138	17.5	0.0146
19	0.0121	18.5	0.0129
20	0.0103	19.5	0.0112
21	0.0085	20.5	0.0094
22	0.0069	21.5	0.0077
23	0.0053	22.5	0.0061
24	0.0039	23.5	0.0046
25	0.0027	24.5	0.0033
26	0.0018	25.5	0.0023
27	0.0012	26.5	0.0015
28	0.0007	27.5	0.0009
29	0.0004	28.5	0.0005
30	0.0002	29.5	0.0003
31	0.0000	30.5	0.0001
32	-0.0001	31.5	0.0000
33	-0.0001	32.5	-0.0001
34	0.0000	33.5	-0.0001
35	0	34.5	0.0000

**Lampiran 119 Tekanan Tanah di Belakang Dinding Penggalian
Keempat Iterasi Terakhir**

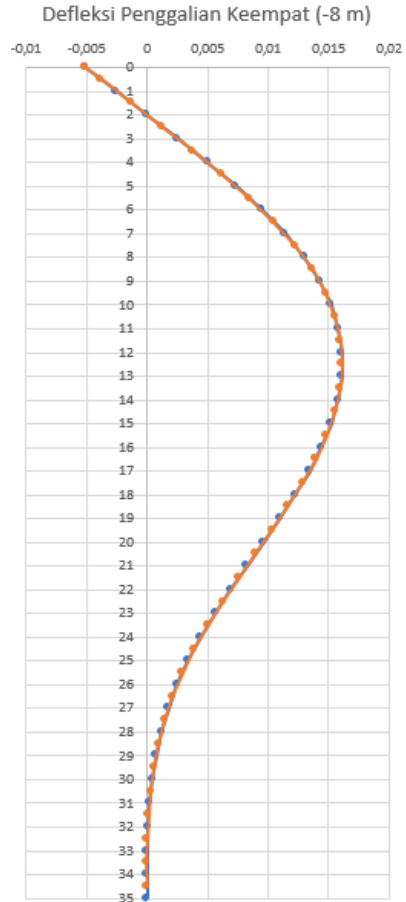
H (m)	P ₀	δ (m)	K _s (kN/m ²)	Pa (kN)	Pa min (kN)	Pa pakai	Spring	
0	3.93	-0.0065	26900.58	-170.95	0	0	No	0
1	14.23	-0.0033	26900.58	-73.19	5.16	5.16	No	0
2	25.01	0	13020.83	25.01	7.17	25.01	Yes	13020.83
3	34.36	0.0033	13020.83	-8.07	10.75	10.75	No	0
4	33.53	0.0064	45787.55	-260.52	13.54	13.54	No	0
5	33.53	0.0094	45787.55	-396.65	20.42	20.42	No	0
6	38.67	0.0121	24561.4	-258.28	23.58	23.58	No	0
7	44.82	0.0144	24561.4	-309.70	25.56	25.56	No	0
8	50.79	0.0164	19531.25	-268.96	26.35	26.35	No	0
9	57.23	0.0179	19531.25	-291.71	18.18	18.18	No	0
10	60.76	0.0189	19531.25	-308.56	19.42	19.42	No	0
11	64.29	0.0195	19531.25	-316.73	20.67	20.67	No	0
12	89.55	0.0197	10850.69	-124.01	21.92	21.92	No	0
13	114.50	0.0195	10850.69	-96.67	28.33	28.33	No	0
14	117.40	0.0189	10850.69	-87.46	29.18	29.18	No	0
15	120.30	0.0180	10850.69	-74.78	30.04	30.04	No	0
16	130.59	0.0168	1736.11	101.43	30.89	101.43	Yes	1736.11
17	143.03	0.0154	1736.11	116.32	37.68	116.32	Yes	1736.11
18	150.23	0.0138	1736.11	126.29	38.89	126.29	Yes	1736.11
19	157.43	0.0121	1736.11	136.48	40.11	136.48	Yes	1736.11
20	127.98	0.0103	15190.97	-28.23	41.33	41.33	No	0
21	95.16	0.0085	15190.97	-34.30	42.55	42.55	No	0
22	136.31	0.0069	831.20	130.61	43.76	130.61	Yes	831.20
23	179.03	0.0053	831.20	174.62	44.98	174.62	Yes	831.20
24	135.55	0.0039	26900.58	30.37	46.20	46.20	No	0
25	90.55	0.0027	26900.58	16.79	102.77	102.77	No	0
26	93.33	0.0018	26900.58	43.94	104.10	104.10	No	0
27	96.10	0.0012	26900.58	64.55	105.42	105.42	No	0
28	153.26	0.0007	444.44	152.95	106.75	152.95	Yes	444.44
29	212.14	0.0004	444.44	211.97	108.08	211.97	Yes	444.44
30	154.60	0.0002	40935.67	148.33	109.41	148.33	Yes	40935.67
31	96.07	0.0000	40935.67	95.70	110.74	110.74	No	0
32	90.78	-0.0001	92467.64	85.32	112.06	112.06	No	0
33	85.64	-0.0001	92467.64	79.54	93.63	93.63	No	0
34	89.72	0.0000	92467.64	86.58	95.43	95.43	No	0
35	93.80	0	92467.64	93.80	97.23	97.23	No	0

**Lampiran 120 Tekanan Tanah di Depan Dinding Penggalian
Keempat Iterasi Terakhir**

H (m)	P ₀	δ (m)	K _s (kN/m ²)	P _p (kN)	P _p max (kN)	P _p pakai	Spring	
8.5	3.20	0.0172	19531.25	338.63	6.18	6.18	No.	0
9.5	9.60	0.0184	19531.25	369.83	18.53	18.53	No.	0
10.5	16.00	0.0193	19531.25	392.23	30.89	30.89	No.	0
11.5	22.40	0.0196	19531.25	406.09	43.24	43.24	No.	0
12.5	27.20	0.0196	10850.69	240.07	50.62	50.62	No.	0
13.5	30.40	0.0192	10850.69	238.86	56.58	56.58	No.	0
14.5	33.60	0.0185	10850.69	233.97	62.53	62.53	No.	0
15.5	36.80	0.0174	10850.69	225.82	68.49	68.49	No.	0
16.5	42.00	0.0161	1736.11	69.98	86.00	69.98	Yes	1736.11
17.5	49.20	0.0146	1736.11	74.56	93.20	74.56	Yes	1736.11
18.5	56.40	0.0129	1736.11	78.86	100.40	78.86	Yes	1736.11
19.5	63.60	0.0112	1736.11	83.00	107.60	83.00	Yes	1736.11
20.5	69.60	0.0094	15190.97	212.29	131.91	131.91	No.	0.00
21.5	74.40	0.0077	831.20	80.78	141.01	80.78	Yes	831.20
22.5	79.20	0.0061	831.20	84.24	86.70	84.24	Yes	831.20
23.5	84.00	0.0046	26900.58	207.26	91.50	91.50	No.	0.00
24.5	89.31	0.0033	26900.58	177.81	197.94	177.81	Yes	26900.58
25.5	95.12	0.0023	26900.58	155.72	210.82	155.72	Yes	26900.58
26.5	100.93	0.0015	26900.58	140.55	223.70	140.55	Yes	26900.58
27.5	106.74	0.0009	444.44	107.14	236.57	107.14	Yes	444.44
28.5	112.18	0.0005	444.44	112.41	156.18	112.41	Yes	444.44
29.5	117.24	0.0003	40935.67	127.64	161.24	127.64	Yes	40935.67
30.5	124.20	0.0001	40935.67	126.98	307.25	126.98	Yes	40935.67
31.5	133.04	0.0000	92467.64	136.37	329.12	136.37	Yes	92467.64
32.5	143.33	-0.0001	92467.64	149.90	427.83	149.90	Yes	92467.64
33.5	155.08	-0.0001	92467.64	160.17	462.90	160.17	Yes	92467.64
34.5	166.83	0.0000	92467.64	168.40	497.96	168.40	Yes	92467.64

Lampiran 121 Defleksi pada
Penggalian Keempat Iterasi
Terakhir

H (m)	δ (m)	H (m)	δ (m)
0	-0.0066	0	-0.0066
1	-0.0033	0.5	-0.0049
2	0.0000	1.5	-0.0016
3	0.0033	2.5	0.0017
4	0.0065	3.5	0.0049
5	0.0095	4.5	0.0080
6	0.0123	5.5	0.0109
7	0.0146	6.5	0.0135
8	0.0166	7.5	0.0157
9	0.0181	8.5	0.0174
10	0.0192	9.5	0.0187
11	0.0198	10.5	0.0196
12	0.0200	11.5	0.0200
13	0.0198	12.5	0.0200
14	0.0193	13.5	0.0196
15	0.0184	14.5	0.0189
16	0.0172	15.5	0.0178
17	0.0158	16.5	0.0166
18	0.0142	17.5	0.0150
19	0.0125	18.5	0.0134
20	0.0107	19.5	0.0116
21	0.0089	20.5	0.0098
22	0.0072	21.5	0.0081
23	0.0057	22.5	0.0064
24	0.0043	23.5	0.0049
25	0.0031	24.5	0.0036
26	0.0021	25.5	0.0026
27	0.0014	26.5	0.0017
28	0.0009	27.5	0.0011
29	0.0005	28.5	0.0007
30	0.0003	29.5	0.0004
31	0.0001	30.5	0.0002
32	0.0000	31.5	0.0000
33	0.0000	32.5	0.0000
34	0.0000	33.5	0.0000
35	0.0000	34.5	0.0000



Lampiran 122 Defleksi pada
Penggalian Keempat Iterasi
Terakhir
(Sumber : Penulis, 2019)

**Lampiran 123 Tekanan Tanah di Belakang Dinding Penggalian
Kelima Iterasi Pertama**

H (m)	P ₀	δ (m)	K _s (kN/m ²)	Pa (kN)	Pa min (kN)	Pa pakai	Spring	
0	3.93	-0.0066	26900.58	-173.21	0	0	No	0
1	14.23	-0.0033	26900.58	-74.32	5.16	5.16	No	0
2	25.01	0.0000	13020.83	25.01	7.17	25.01	Yes	13020.83
3	34.36	0.0033	13020.83	-8.62	10.75	10.75	No	0
4	33.53	0.0065	45787.55	-264.37	13.54	13.54	No	0
5	33.53	0.0095	45787.55	-402.37	20.42	20.42	No	0
6	38.67	0.0123	24561.4	-262.31	23.58	23.58	No	0
7	44.82	0.0146	24561.4	-314.69	25.56	25.56	No	0
8	50.79	0.0166	19531.25	-273.65	26.35	26.35	No	0
9	57.23	0.0181	19531.25	-297.08	18.18	18.18	No	0
10	60.76	0.0192	19531.25	-314.55	19.42	19.42	No	0
11	64.29	0.0198	19531.25	-323.29	20.67	20.67	No	0
12	89.55	0.0200	10850.69	-127.94	21.92	21.92	No	0
13	114.50	0.0198	10850.69	-100.84	28.33	28.33	No	0
14	117.40	0.0193	10850.69	-91.84	29.18	29.18	No	0
15	120.30	0.0184	10850.69	-79.33	30.04	30.04	No	0
16	130.59	0.0172	1736.11	100.68	30.89	100.68	Yes	1736.11
17	143.03	0.0158	1736.11	115.56	37.68	115.56	Yes	1736.11
18	150.23	0.0142	1736.11	125.54	38.89	125.54	Yes	1736.11
19	157.43	0.0125	1736.11	135.74	40.11	135.74	Yes	1736.11
20	127.98	0.0107	15190.97	-34.61	41.33	41.33	No	0
21	95.16	0.0089	15190.97	-40.48	42.55	42.55	No	0
22	136.31	0.0072	831.20	130.28	43.76	130.28	Yes	831.20
23	179.03	0.0057	831.20	174.31	44.98	174.31	Yes	831.20
24	135.55	0.0043	26900.58	21.06	46.20	46.20	No	0
25	90.55	0.0031	26900.58	8.27	102.77	102.77	No	0
26	93.33	0.0021	26900.58	36.41	104.10	104.10	No	0
27	96.10	0.0014	26900.58	58.09	105.42	105.42	No	0
28	153.26	0.0009	444.44	152.86	106.75	152.86	Yes	444.44
29	212.14	0.0005	444.44	211.90	108.08	211.90	Yes	444.44
30	154.60	0.0003	40935.67	143.67	109.41	143.67	Yes	40935.67
31	96.07	0.0001	40935.67	92.59	110.74	110.74	No	0
32	90.78	0.0000	92467.64	89.39	112.06	112.06	No	0
33	85.64	0.0000	92467.64	81.30	93.63	93.63	No	0
34	89.72	0.0000	92467.64	87.04	95.43	95.43	No	0
35	93.80	0.0000	92467.64	93.80	97.23	97.23	No	0

**Lampiran 124 Tekanan Tanah di Depan Dinding Penggalian
Kelima Iterasi Pertama**

H (m)	P ₀	δ (m)	K _s (kN/m ²)	P _p (kN)	P _p max (kN)	P _p pakai	Spring	
10.5	3.20	0.0196	19531.25	385.72	6.18	6.18	No.	0
11.5	9.60	0.0200	19531.25	400.13	18.53	18.53	No.	0
12.5	14.40	0.0200	10850.69	231.33	26.80	26.80	No.	0
13.5	17.60	0.0196	10850.69	230.35	32.76	32.76	No.	0
14.5	20.80	0.0189	10850.69	225.64	38.71	38.71	No.	0
15.5	24.00	0.0178	10850.69	217.63	44.67	44.67	No.	0
16.5	29.20	0.0166	1736.11	57.93	73.20	57.93	Yes	1736.11
17.5	36.40	0.0150	1736.11	62.51	80.40	62.51	Yes	1736.11
18.5	43.60	0.0134	1736.11	66.81	87.60	66.81	Yes	1736.11
19.5	50.80	0.0116	1736.11	70.94	94.80	70.94	Yes	1736.11
20.5	56.80	0.0098	15190.97	205.78	107.65	107.65	No.	0.00
21.5	61.60	0.0081	831.20	68.31	116.75	68.31	Yes	831.20
22.5	66.40	0.0064	831.20	71.75	73.90	71.75	Yes	831.20
23.5	71.20	0.0049	26900.58	204.12	78.70	78.70	No.	0.00
24.5	76.51	0.0036	26900.58	173.94	169.57	169.57	No.	0.00
25.5	82.32	0.0026	26900.58	150.97	182.45	150.97	Yes	26900.58
26.5	88.13	0.0017	26900.58	134.77	195.33	134.77	Yes	26900.58
27.5	93.94	0.0011	444.44	94.44	208.20	94.44	Yes	444.44
28.5	99.38	0.0007	444.44	99.69	143.38	99.69	Yes	444.44
29.5	104.44	0.0004	40935.67	120.33	148.44	120.33	Yes	40935.67
30.5	111.40	0.0002	40935.67	118.07	275.58	118.07	Yes	40935.67
31.5	120.24	0.0000	92467.64	122.37	297.46	122.37	Yes	92467.64
32.5	130.53	0.0000	92467.64	134.32	389.63	134.32	Yes	92467.64
33.5	142.28	0.0000	92467.64	146.44	424.69	146.44	Yes	92467.64
34.5	154.03	0.0000	92467.64	155.51	459.76	155.51	Yes	92467.64

**Lampiran 125 Hasil Defleksi pada Tiap Titik Tangkap Beban
Penggalian Kelima Iterasi Pertama**

H (m)	δ (m)	H (m)	δ (m)
0	-0.0113	0	-0.0113
1	-0.0057	0.5	-0.0085
2	0	1.5	-0.0028
3	0.0057	2.5	0.0028
4	0.0112	3.5	0.0085
5	0.0164	4.5	0.0139
6	0.0213	5.5	0.0189
7	0.0256	6.5	0.0235
8	0.0293	7.5	0.0276
9	0.0323	8.5	0.0309
10	0.0346	9.5	0.0336
11	0.0361	10.5	0.0354
12	0.0368	11.5	0.0366
13	0.0368	12.5	0.0369
14	0.0361	13.5	0.0365
15	0.0347	14.5	0.0355
16	0.0328	15.5	0.0338
17	0.0305	16.5	0.0317
18	0.0278	17.5	0.0291
19	0.0248	18.5	0.0263
20	0.0217	19.5	0.0233
21	0.0186	20.5	0.0202
22	0.0156	21.5	0.0171
23	0.0128	22.5	0.0142
24	0.0101	23.5	0.0114
25	0.0077	24.5	0.0089
26	0.0057	25.5	0.0066
27	0.0040	26.5	0.0048
28	0.0028	27.5	0.0034
29	0.0018	28.5	0.0022
30	0.0010	29.5	0.0014
31	0.0005	30.5	0.0007
32	0.0002	31.5	0.0003
33	0.0000	32.5	0.0001
34	0.0000	33.5	0.0000
35	0	34.5	0.0000

Lampiran 126 Tekanan Tanah di Belakang Dinding Penggalian Kelima Iterasi Kedua

H (m)	P ₀	δ (m)	K _s (kN/m ²)	Pa (kN)	Pa min (kN)	Pa pakai	Spring	
0	3.93	-0.0113	26900.58	-300.16	0	0	No	0
1	14.23	-0.0057	26900.58	-137.81	5.16	5.16	No	0
2	25.01	0	13020.83	25.01	7.17	25.01	Yes	13020.83
3	34.36	0.0057	13020.83	-39.39	10.75	10.75	No	0
4	33.53	0.0112	45787.55	-478.79	13.54	13.54	No	0
5	33.53	0.0164	45787.55	-719.22	20.42	20.42	No	0
6	38.67	0.0213	24561.4	-484.17	23.58	23.58	No	0
7	44.82	0.0256	24561.4	-584.30	25.56	25.56	No	0
8	50.79	0.0293	19531.25	-521.93	26.35	26.35	No	0
9	57.23	0.0323	19531.25	-574.35	18.18	18.18	No	0
10	60.76	0.0346	19531.25	-615.10	19.42	19.42	No	0
11	64.29	0.0361	19531.25	-640.75	20.67	20.67	No	0
12	89.55	0.0368	10850.69	-309.97	21.92	21.92	No	0
13	114.50	0.0368	10850.69	-284.76	28.33	28.33	No	0
14	117.40	0.0361	10850.69	-274.02	29.18	29.18	No	0
15	120.30	0.0347	10850.69	-256.40	30.04	30.04	No	0
16	130.59	0.0328	1736.11	73.63	30.89	73.63	Yes	1736.11
17	143.03	0.0305	1736.11	90.16	37.68	90.16	Yes	1736.11
18	150.23	0.0278	1736.11	102.05	38.89	102.05	Yes	1736.11
19	157.43	0.0248	1736.11	114.36	40.11	114.36	Yes	1736.11
20	127.98	0.0217	15190.97	-202.07	41.33	41.33	No	0
21	95.16	0.0186	15190.97	-187.79	42.55	42.55	No	0
22	136.31	0.0156	831.20	123.32	43.76	123.32	Yes	831.20
23	179.03	0.0128	831.20	168.42	44.98	168.42	Yes	831.20
24	135.55	0.0101	26900.58	-136.09	46.20	46.20	No	0
25	90.55	0.0077	26900.58	-116.93	102.77	102.77	No	0
26	93.33	0.0057	26900.58	-59.52	104.10	104.10	No	0
27	96.10	0.0040	26900.58	-12.52	105.42	105.42	No	0
28	153.26	0.0028	444.44	152.04	106.75	152.04	Yes	444.44
29	212.14	0.0018	444.44	211.36	108.08	211.36	Yes	444.44
30	154.60	0.0010	40935.67	113.21	109.41	113.21	Yes	40935.67
31	96.07	0.0005	40935.67	75.72	110.74	110.74	No	0
32	90.78	0.0002	92467.64	74.04	112.06	112.06	No	0
33	85.64	0.0000	92467.64	83.33	93.63	93.63	No	0
34	89.72	0.0000	92467.64	88.24	95.43	95.43	No	0
35	93.80	0	92467.64	93.80	97.23	97.23	No	0

**Lampiran 127 Tekanan Tanah di Depan Dinding Penggalian
Kelima Iterasi Kedua**

H (m)	P ₀	δ (m)	K _s (kN/m ²)	P _p (kN)	P _p max (kN)	P _p pakai	Spring	
10.5	3.20	0.0354	19531.25	695.54	6.18	6.18	No.	0
11.5	9.60	0.0366	19531.25	723.55	18.53	18.53	No.	0
12.5	14.40	0.0369	10850.69	414.77	26.80	26.80	No.	0
13.5	17.60	0.0365	10850.69	413.83	32.76	32.76	No.	0
14.5	20.80	0.0355	10850.69	405.66	38.71	38.71	No.	0
15.5	24.00	0.0338	10850.69	391.05	44.67	44.67	No.	0
16.5	29.20	0.0317	1736.11	84.20	73.20	73.20	No.	0
17.5	36.40	0.0291	1736.11	86.99	80.40	80.40	No.	0
18.5	43.60	0.0263	1736.11	89.26	87.60	87.60	No.	0
19.5	50.80	0.0233	1736.11	91.21	94.80	91.21	Yes	1736.11
20.5	56.80	0.0202	15190.97	363.20	107.65	107.65	No.	0
21.5	61.60	0.0171	831.20	75.81	116.75	75.81	Yes	831.20
22.5	66.40	0.0142	831.20	78.18	73.90	73.90	No.	0
23.5	71.20	0.0114	26900.58	377.87	78.70	78.70	No.	0
24.5	76.51	0.0089	26900.58	314.93	169.57	169.57	No.	0
25.5	82.32	0.0066	26900.58	261.07	182.45	182.45	No.	0
26.5	88.13	0.0048	26900.58	217.49	195.33	195.33	No.	0
27.5	93.94	0.0034	444.44	95.43	208.20	95.43	Yes	444.44
28.5	99.38	0.0022	444.44	100.36	143.38	100.36	Yes	444.44
29.5	104.44	0.0014	40935.67	159.75	148.44	148.44	No.	0
30.5	111.40	0.0007	40935.67	141.03	275.58	141.03	Yes	40935.67
31.5	120.24	0.0003	92467.64	149.27	297.46	149.27	Yes	92467.64
32.5	130.53	0.0001	92467.64	138.21	389.63	138.21	Yes	92467.64
33.5	142.28	0.0000	92467.64	143.11	424.69	143.11	Yes	92467.64
34.5	154.03	0.0000	92467.64	155.23	459.76	155.23	Yes	92467.64

**Lampiran 128 Hasil Defleksi pada Tiap Titik Tangkap Beban
Penggalian Kelima Iterasi Kedua**

H (m)	δ (m)	H (m)	δ (m)
0	-0.0114	0	-0.0114
1	-0.0057	0.5	-0.0086
2	0	1.5	-0.0029
3	0.0057	2.5	0.0029
4	0.0113	3.5	0.0086
5	0.0166	4.5	0.0140
6	0.0216	5.5	0.0192
7	0.0260	6.5	0.0238
8	0.0298	7.5	0.0279
9	0.0328	8.5	0.0314
10	0.0352	9.5	0.0341
11	0.0368	10.5	0.0361
12	0.0376	11.5	0.0373
13	0.0377	12.5	0.0377
14	0.0370	13.5	0.0374
15	0.0358	14.5	0.0365
16	0.0340	15.5	0.0349
17	0.0317	16.5	0.0329
18	0.0292	17.5	0.0305
19	0.0263	18.5	0.0278
20	0.0234	19.5	0.0249
21	0.0204	20.5	0.0219
22	0.0175	21.5	0.0189
23	0.0147	22.5	0.0161
24	0.0121	23.5	0.0134
25	0.0097	24.5	0.0109
26	0.0075	25.5	0.0086
27	0.0056	26.5	0.0065
28	0.0040	27.5	0.0048
29	0.0027	28.5	0.0034
30	0.0017	29.5	0.0022
31	0.0009	30.5	0.0013
32	0.0004	31.5	0.0006
33	0.0001	32.5	0.0002
34	0.0000	33.5	0.0000
35	0	34.5	0.0000

**Lampiran 129 Tekanan Tanah di Belakang Dinding Penggalian
Kelima Iterasi Ketiga**

H (m)	P ₀	δ (m)	K _s (kN/m ²)	Pa (kN)	Pa min (kN)	Pa pakai	Spring	
0	3.93	-0.0114	26900.58	-303.87	0	0	No	0
1	14.23	-0.0057	26900.58	-139.66	5.16	5.16	No	0
2	25.01	0	13020.83	25.01	7.17	25.01	Yes	13020.83
3	34.36	0.0057	13020.83	-40.28	10.75	10.75	No	0
4	33.53	0.0113	45787.55	-485.16	13.54	13.54	No	0
5	33.53	0.0166	45787.55	-728.75	20.42	20.42	No	0
6	38.67	0.0216	24561.4	-491.02	23.58	23.58	No	0
7	44.82	0.0260	24561.4	-592.97	25.56	25.56	No	0
8	50.79	0.0298	19531.25	-530.29	26.35	26.35	No	0
9	57.23	0.0328	19531.25	-584.25	18.18	18.18	No	0
10	60.76	0.0352	19531.25	-626.58	19.42	19.42	No	0
11	64.29	0.0368	19531.25	-653.90	20.67	20.67	No	0
12	89.55	0.0376	10850.69	-318.23	21.92	21.92	No	0
13	114.50	0.0377	10850.69	-294.04	28.33	28.33	No	0
14	117.40	0.0370	10850.69	-284.36	29.18	29.18	No	0
15	120.30	0.0358	10850.69	-267.87	30.04	30.04	No	0
16	130.59	0.0340	1736.11	71.60	30.89	71.60	Yes	1736.11
17	143.03	0.0317	1736.11	87.93	37.68	87.93	Yes	1736.11
18	150.23	0.0292	1736.11	99.62	38.89	99.62	Yes	1736.11
19	157.43	0.0263	1736.11	111.73	40.11	111.73	Yes	1736.11
20	127.98	0.0234	15190.97	-227.01	41.33	41.33	No	0
21	95.16	0.0204	15190.97	-214.62	42.55	42.55	No	0
22	136.31	0.0175	831.20	121.76	43.76	121.76	Yes	831.20
23	179.03	0.0147	831.20	166.79	44.98	166.79	Yes	831.20
24	135.55	0.0121	26900.58	-190.13	46.20	46.20	No	0
25	90.55	0.0097	26900.58	-170.03	102.77	102.77	No	0
26	93.33	0.0075	26900.58	-108.94	104.10	104.10	No	0
27	96.10	0.0056	26900.58	-55.48	105.42	105.42	No	0
28	153.26	0.0040	444.44	151.46	106.75	151.46	Yes	444.44
29	212.14	0.0027	444.44	210.93	108.08	210.93	Yes	444.44
30	154.60	0.0017	40935.67	86.03	109.41	109.41	No	0
31	96.07	0.0009	40935.67	59.19	110.74	110.74	No	0
32	90.78	0.0004	92467.64	54.53	112.06	112.06	No	0
33	85.64	0.0001	92467.64	75.47	93.63	93.63	No	0
34	89.72	0.0000	92467.64	89.49	95.43	95.43	No	0
35	93.80	0	92467.64	93.80	97.23	97.23	No	0

**Lampiran 130 Tekanan Tanah di Depan Dinding Penggalian
Kelima Iterasi Ketiga**

H (m)	P ₀	δ (m)	K _s (kN/m ²)	P _p (kN)	P _p max (kN)	P _p pakai	Spring	
10.5	3.20	0.0361	19531.25	707.85	6.18	6.18	No.	0
11.5	9.60	0.0373	19531.25	737.53	18.53	18.53	No.	0
12.5	14.40	0.0377	10850.69	423.54	26.80	26.80	No.	0
13.5	17.60	0.0374	10850.69	423.64	32.76	32.76	No.	0
14.5	20.80	0.0365	10850.69	416.56	38.71	38.71	No.	0
15.5	24.00	0.0349	10850.69	403.09	44.67	44.67	No.	0
16.5	29.20	0.0329	1736.11	86.33	73.2	73	No.	0
17.5	36.40	0.0305	1736.11	89.31	80.4	80	No.	0
18.5	43.60	0.0278	1736.11	91.79	87.6	88	No.	0
19.5	50.80	0.0249	1736.11	93.95	94.8	94	Yes	1736.11
20.5	56.80	0.0219	15190.97	389.12	107.65	107.65	No.	0
21.5	61.60	0.0189	831.20	77.33	116.75	77.33	Yes	831.20
22.5	66.40	0.0161	831.20	79.78	73.90	73.90	No.	0
23.5	71.20	0.0134	26900.58	431.59	78.70	78.70	No.	0
24.5	76.51	0.0109	26900.58	368.78	169.57	169.57	No.	0
25.5	82.32	0.0086	26900.58	312.75	182.45	182.45	No.	0
26.5	88.13	0.0065	26900.58	264.00	195.33	195.33	No.	0
27.5	93.94	0.0048	444.44	96.07	208.20	96.07	Yes	444.44
28.5	99.38	0.0034	444.44	100.87	143.38	100.87	Yes	444.44
29.5	104.44	0.0022	40935.67	193.15	148.44	148.44	No.	0
30.5	111.40	0.0013	40935.67	162.57	275.58	162.57	Yes	40935.67
31.5	120.24	0.0006	92467.64	176.83	297.46	176.83	Yes	92467.64
32.5	130.53	0.0002	92467.64	151.15	389.63	151.15	Yes	92467.64
33.5	142.28	0.0000	92467.64	145.61	424.69	145.61	Yes	92467.64
34.5	154.03	0.0000	92467.64	154.92	459.76	154.92	Yes	92467.64

**Lampiran 131 Hasil Defleksi pada Tiap Titik Tangkap Beban
Penggalian Kelima Iterasi Ketiga**

H (m)	δ (m)	H (m)	δ (m)
0	-0.0113	0	-0.0113
1	-0.0057	0.5	-0.0085
2	0	1.5	-0.0028
3	0.0057	2.5	0.0028
4	0.0112	3.5	0.0085
5	0.0165	4.5	0.0139
6	0.0214	5.5	0.0190
7	0.0257	6.5	0.0236
8	0.0295	7.5	0.0277
9	0.0325	8.5	0.0311
10	0.0348	9.5	0.0338
11	0.0364	10.5	0.0357
12	0.0372	11.5	0.0369
13	0.0372	12.5	0.0373
14	0.0366	13.5	0.0370
15	0.0353	14.5	0.0360
16	0.0335	15.5	0.0345
17	0.0313	16.5	0.0325
18	0.0287	17.5	0.0301
19	0.0259	18.5	0.0274
20	0.0230	19.5	0.0245
21	0.0201	20.5	0.0216
22	0.0172	21.5	0.0187
23	0.0145	22.5	0.0159
24	0.0120	23.5	0.0132
25	0.0096	24.5	0.0107
26	0.0075	25.5	0.0085
27	0.0056	26.5	0.0065
28	0.0041	27.5	0.0048
29	0.0028	28.5	0.0034
30	0.0017	29.5	0.0022
31	0.0009	30.5	0.0013
32	0.0004	31.5	0.0006
33	0.0001	32.5	0.0002
34	0.0000	33.5	0.0000
35	0	34.5	0.0000

**Lampiran 132 Tekanan Tanah di Belakang Dinding Penggalian
Kelima Iterasi Keempat**

H (m)	P ₀	δ (m)	Ks (kN/m ²)	Pa (kN)	Pa min (kN)	Pa pakai	Spring	
0	3.93	-0.0113	26900.58	-301.12	0	0	No	0
1	14.23	-0.0057	26900.58	-138.29	5.16	5.16	No	0
2	25.01	0	13020.83	25.01	7.17	25.01	Yes	13020.83
3	34.36	0.0057	13020.83	-39.62	10.75	10.75	No	0
4	33.53	0.0112	45787.55	-480.53	13.54	13.54	No	0
5	33.53	0.0165	45787.55	-721.88	20.42	20.42	No	0
6	38.67	0.0214	24561.4	-486.18	23.58	23.58	No	0
7	44.82	0.0257	24561.4	-587.00	25.56	25.56	No	0
8	50.79	0.0295	19531.25	-524.74	26.35	26.35	No	0
9	57.23	0.0325	19531.25	-577.94	18.18	18.18	No	0
10	60.76	0.0348	19531.25	-619.63	19.42	19.42	No	0
11	64.29	0.0364	19531.25	-646.36	20.67	20.67	No	0
12	89.55	0.0372	10850.69	-313.79	21.92	21.92	No	0
13	114.50	0.0372	10850.69	-289.41	28.33	28.33	No	0
14	117.40	0.0366	10850.69	-279.60	29.18	29.18	No	0
15	120.30	0.0353	10850.69	-263.06	30.04	30.04	No	0
16	130.59	0.0335	1736.11	72.37	30.89	72.37	Yes	1736.11
17	143.03	0.0313	1736.11	88.68	37.68	88.68	Yes	1736.11
18	150.23	0.0287	1736.11	100.33	38.89	100.33	Yes	1736.11
19	157.43	0.0259	1736.11	112.38	40.11	112.38	Yes	1736.11
20	127.98	0.0230	15190.97	-221.86	41.33	41.33	No	0
21	95.16	0.0201	15190.97	-210.12	42.55	42.55	No	0
22	136.31	0.0172	831.20	121.97	43.76	121.97	Yes	831.20
23	179.03	0.0145	831.20	166.95	44.98	166.95	Yes	831.20
24	135.55	0.0120	26900.58	-186.04	46.20	46.20	No	0
25	90.55	0.0096	26900.58	-167.23	102.77	102.77	No	0
26	93.33	0.0075	26900.58	-107.32	104.10	104.10	No	0
27	96.10	0.0056	26900.58	-54.86	105.42	105.42	No	0
28	153.26	0.0041	444.44	151.46	106.75	151.46	Yes	444.44
29	212.14	0.0028	444.44	210.92	108.08	210.92	Yes	444.44
30	154.60	0.0017	40935.67	84.84	109.41	109.41	No	0
31	96.07	0.0009	40935.67	58.49	110.74	110.74	No	0
32	90.78	0.0004	92467.64	54.07	112.06	112.06	No	0
33	85.64	0.0001	92467.64	75.47	93.63	93.63	No	0
34	89.72	0.0000	92467.64	89.59	95.43	95.43	No	0
35	93.80	0	92467.64	93.80	97.23	97.23	No	0

**Lampiran 133 Tekanan Tanah di Depan Dinding Penggalian
Kelima Iterasi Keempat**

H (m)	P ₀	δ (m)	K _s (kN/m ²)	P _p (kN)	P _p max (kN)	P _p pakai	Spring	
10.5	3.20	0.0357	19531.25	700.58	6.18	6.18	No.	0
11.5	9.60	0.0369	19531.25	729.76	18.53	18.53	No.	0
12.5	14.40	0.0373	10850.69	418.99	26.80	26.80	No.	0
13.5	17.60	0.0370	10850.69	418.93	32.76	32.76	No.	0
14.5	20.80	0.0360	10850.69	411.76	38.71	38.71	No.	0
15.5	24.00	0.0345	10850.69	398.29	44.67	44.67	No.	0
16.5	29.20	0.0325	1736.11	85.57	73.20	73.20	No.	0
17.5	36.40	0.0301	1736.11	88.59	80.40	80.40	No.	0
18.5	43.60	0.0274	1736.11	91.11	87.60	87.60	No.	0
19.5	50.80	0.0245	1736.11	93.33	94.80	93.33	Yes	1736.11
20.5	56.80	0.0216	15190.97	384.27	107.65	107.65	No.	0
21.5	61.60	0.0187	831.20	77.10	116.75	77.10	Yes	831.20
22.5	66.40	0.0159	831.20	79.59	73.90	73.90	No.	0
23.5	71.20	0.0132	26900.58	426.83	78.70	78.70	No.	0
24.5	76.51	0.0107	26900.58	365.34	169.57	169.57	No.	0
25.5	82.32	0.0085	26900.58	310.54	182.45	182.45	No.	0
26.5	88.13	0.0065	26900.58	262.87	195.33	195.33	No.	0
27.5	93.94	0.0048	444.44	96.07	208.20	96.07	Yes	444.44
28.5	99.38	0.0034	444.44	100.87	143.38	100.87	Yes	444.44
29.5	104.44	0.0022	40935.67	194.30	148.44	148.44	No.	0
30.5	111.40	0.0013	40935.67	163.51	275.58	163.51	Yes	40935.67
31.5	120.24	0.0006	92467.64	177.75	297.46	177.75	Yes	92467.64
32.5	130.53	0.0002	92467.64	151.25	389.63	151.25	Yes	92467.64
33.5	142.28	0.0000	92467.64	145.52	424.69	145.52	Yes	92467.64
34.5	154.03	0.0000	92467.64	154.95	459.76	154.95	Yes	92467.64

Lampiran 134 Hasil Defleksi pada Tiap Titik Tangkap Beban
Penggalian Kelima Iterasi Keempat

H (m)	δ (m)	H (m)	δ (m)
0	-0.0114	0	-0.0114
1	-0.0057	0.5	-0.0085
2	0	1.5	-0.0028
3	0.0057	2.5	0.0029
4	0.0113	3.5	0.0085
5	0.0165	4.5	0.0139
6	0.0214	5.5	0.0190
7	0.0258	6.5	0.0237
8	0.0295	7.5	0.0278
9	0.0326	8.5	0.0312
10	0.0349	9.5	0.0339
11	0.0365	10.5	0.0358
12	0.0373	11.5	0.0370
13	0.0373	12.5	0.0374
14	0.0367	13.5	0.0371
15	0.0355	14.5	0.0362
16	0.0337	15.5	0.0346
17	0.0314	16.5	0.0326
18	0.0289	17.5	0.0302
19	0.0261	18.5	0.0275
20	0.0231	19.5	0.0246
21	0.0202	20.5	0.0217
22	0.0173	21.5	0.0187
23	0.0146	22.5	0.0159
24	0.0120	23.5	0.0133
25	0.0096	24.5	0.0108
26	0.0075	25.5	0.0085
27	0.0056	26.5	0.0065
28	0.0041	27.5	0.0048
29	0.0028	28.5	0.0034
30	0.0017	29.5	0.0022
31	0.0009	30.5	0.0013
32	0.0004	31.5	0.0006
33	0.0001	32.5	0.0002
34	0.0000	33.5	0.0000
35	0	34.5	0.0000

**Lampiran 135 Tekanan Tanah di Belakang Dinding Penggalian
Kelima Iterasi Terakhir**

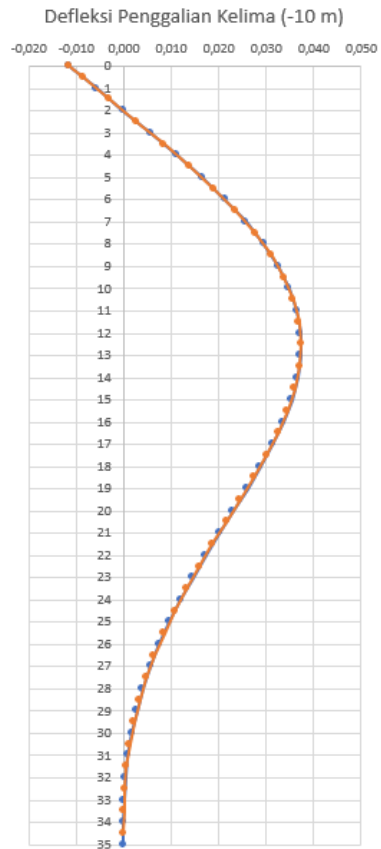
H (m)	P ₀	δ (m)	K _s (kN/m ²)	Pa (kN)	Pa min (kN)	Pa pakai	Spring	
0	3.93	-0.0114	26900.58	-301.88	0	0	No	0
1	14.23	-0.0057	26900.58	-138.67	5.16	5.16	No	0
2	25.01	0	13020.83	25.01	7.17	25.01	Yes	13020.83
3	34.36	0.0057	13020.83	-39.80	10.75	10.75	No	0
4	33.53	0.0113	45787.55	-481.81	13.54	13.54	No	0
5	33.53	0.0165	45787.55	-723.80	20.42	20.42	No	0
6	38.67	0.0214	24561.4	-487.54	23.58	23.58	No	0
7	44.82	0.0258	24561.4	-588.67	25.56	25.56	No	0
8	50.79	0.0295	19531.25	-526.28	26.35	26.35	No	0
9	57.23	0.0326	19531.25	-579.70	18.18	18.18	No	0
10	60.76	0.0349	19531.25	-621.56	19.42	19.42	No	0
11	64.29	0.0365	19531.25	-648.47	20.67	20.67	No	0
12	89.55	0.0373	10850.69	-315.04	21.92	21.92	No	0
13	114.50	0.0373	10850.69	-290.71	28.33	28.33	No	0
14	117.40	0.0367	10850.69	-280.94	29.18	29.18	No	0
15	120.30	0.0355	10850.69	-264.43	30.04	30.04	No	0
16	130.59	0.0337	1736.11	72.15	30.89	72.15	Yes	1736.11
17	143.03	0.0314	1736.11	88.46	37.68	88.46	Yes	1736.11
18	150.23	0.0289	1736.11	100.12	38.89	100.12	Yes	1736.11
19	157.43	0.0261	1736.11	112.19	40.11	112.19	Yes	1736.11
20	127.98	0.0231	15190.97	-223.41	41.33	41.33	No	0
21	95.16	0.0202	15190.97	-211.52	42.55	42.55	No	0
22	136.31	0.0173	831.20	121.90	43.76	121.90	Yes	831.20
23	179.03	0.0146	831.20	166.90	44.98	166.90	Yes	831.20
24	135.55	0.0120	26900.58	-187.60	46.20	46.20	No	0
25	90.55	0.0096	26900.58	-168.50	102.77	102.77	No	0
26	93.33	0.0075	26900.58	-108.29	104.10	104.10	No	0
27	96.10	0.0056	26900.58	-55.59	105.42	105.42	No	0
28	153.26	0.0041	444.44	151.45	106.75	151.45	Yes	444.44
29	212.14	0.0028	444.44	210.91	108.08	210.91	Yes	444.44
30	154.60	0.0017	40935.67	84.60	109.41	109.41	No	0
31	96.07	0.0009	40935.67	58.41	110.74	110.74	No	0
32	90.78	0.0004	92467.64	53.97	112.06	112.06	No	0
33	85.64	0.0001	92467.64	75.56	93.63	93.63	No	0
34	89.72	0.0000	92467.64	89.61	95.43	95.43	No	0
35	93.80	0	92467.64	93.80	97.23	97.23	No	0

**Lampiran 136 Tekanan Tanah di Depan Dinding Penggalan
Kelima Iterasi Terakhir**

H (m)	P ₀	δ (m)	K _s (kN/m ²)	P _p (kN)	P _p max (kN)	P _p pakai	Spring	
10.5	3.20	0.0358	19531.25	702.61	6.18	6.18	No.	0
11.5	9.60	0.0370	19531.25	731.94	18.53	18.53	No.	0
12.5	14.40	0.0374	10850.69	420.26	26.80	26.80	No.	0
13.5	17.60	0.0371	10850.69	420.26	32.76	32.76	No.	0
14.5	20.80	0.0362	10850.69	413.12	38.71	38.71	No.	0
15.5	24.00	0.0346	10850.69	399.66	44.67	44.67	No.	0
16.5	29.20	0.0326	1736.11	85.79	73.20	73.20	No.	0
17.5	36.40	0.0302	1736.11	88.80	80.40	80.40	No.	0
18.5	43.60	0.0275	1736.11	91.31	87.60	87.60	No.	0
19.5	50.80	0.0246	1736.11	93.51	94.80	93.51	Yes	1736.11
20.5	56.80	0.0217	15190.97	385.75	107.65	107.65	No.	0
21.5	61.60	0.0187	831.20	77.18	116.75	77.18	Yes	831.20
22.5	66.40	0.0159	831.20	79.66	73.90	73.90	No.	0
23.5	71.20	0.0133	26900.58	428.55	78.70	78.70	No.	0
24.5	76.51	0.0108	26900.58	366.76	169.57	169.57	No.	0
25.5	82.32	0.0085	26900.58	311.67	182.45	182.45	No.	0
26.5	88.13	0.0065	26900.58	263.73	195.33	195.33	No.	0
27.5	93.94	0.0048	444.44	96.08	208.20	96.08	Yes	444.44
28.5	99.38	0.0034	444.44	100.88	143.38	100.88	Yes	444.44
29.5	104.44	0.0022	40935.67	194.62	148.44	148.44	No.	0
30.5	111.40	0.0013	40935.67	163.67	275.58	163.67	Yes	40935.67
31.5	120.24	0.0006	92467.64	177.94	297.46	177.94	Yes	92467.64
32.5	130.53	0.0002	92467.64	151.25	389.63	151.25	Yes	92467.64
33.5	142.28	0.0000	92467.64	145.42	424.69	145.42	Yes	92467.64
34.5	154.03	0.0000	92467.64	154.95	459.76	154.95	Yes	92467.64

Lampiran 137 Defleksi pada
Penggalian Kelima Iterasi
Terakhir

H (m)	δ (m)	H (m)	δ (m)
0	-0.0114	0	-0.0114
1	-0.0057	0.5	-0.0085
2	0.0000	1.5	-0.0028
3	0.0057	2.5	0.0029
4	0.0112	3.5	0.0085
5	0.0165	4.5	0.0139
6	0.0214	5.5	0.0190
7	0.0258	6.5	0.0237
8	0.0295	7.5	0.0277
9	0.0326	8.5	0.0311
10	0.0349	9.5	0.0338
11	0.0365	10.5	0.0358
12	0.0373	11.5	0.0370
13	0.0373	12.5	0.0374
14	0.0367	13.5	0.0371
15	0.0354	14.5	0.0361
16	0.0336	15.5	0.0346
17	0.0314	16.5	0.0326
18	0.0288	17.5	0.0302
19	0.0260	18.5	0.0275
20	0.0231	19.5	0.0246
21	0.0202	20.5	0.0216
22	0.0173	21.5	0.0187
23	0.0146	22.5	0.0159
24	0.0120	23.5	0.0133
25	0.0096	24.5	0.0108
26	0.0075	25.5	0.0085
27	0.0056	26.5	0.0065
28	0.0041	27.5	0.0048
29	0.0028	28.5	0.0034
30	0.0017	29.5	0.0022
31	0.0009	30.5	0.0013
32	0.0004	31.5	0.0006
33	0.0001	32.5	0.0002
34	0.0000	33.5	0.0000
35	0.0000	34.5	0.0000



Lampiran 138 Defleksi pada
Penggalian Kelima Iterasi
Terakhir
(Sumber : Penulis, 2019)

Lampiran 139 Perhitungan Kebutuhan Material

L =	30	m
B =	15	m
H =	35,000	m
Kebutuhan Material <i>Diaphragm Wall</i>		
Item	Volume	Satuan
Beton	3150	m ³
Tulangan		
Vertikal D22	20,356	m ³
Horizontal D22	10,777	m ³
Geser ϕ 10	1,484	m ³
Total	32,617	m³
Total Berat	256.045,582	kg
Angkur		
PC Strand	0,539	m ³
Beton Grouting	63,617	m ³
Kebutuhan Material <i>Tangent Pile Wall</i>		
Item	Volume	Satuan
Beton		
Tangent Pile	2.968,81	m ³
Capping Beam	144	m ³
Total	2.580,305	m³
Tulangan		
Pile D28	29,094	m ³
Capping Beam	0,485	m ³
Bagi D13	0,414	m ³
Geser ϕ 10	1,943	m ³
Total	31,936	m³
Total Berat	250.700	kg
Angkur		
PC Strand	0,449	m ³
Beton Grouting	60,967	m ³

Item	Volume	Satuan
Spun Pile	48	buah
	768	m
Beton		
Poer	9,216	m ³
Balok	51,3	m ³
Pelat	154,35	m ³
Tulangan		
Poer D19	0,039	m ³
Poer D16	0,031	m ³
Balok D19	0,364	m ³
Balok D16	0,115	m ³
Pelat D13	1,590	m ³
Geser ϕ 10	0,622	m ³
Total	2,760	m³
Total	21.667,4	kg

Lampiran 140 HSPK Surabaya 2019

DAFTAR HARGA SATUAN POKOK KEGIATAN

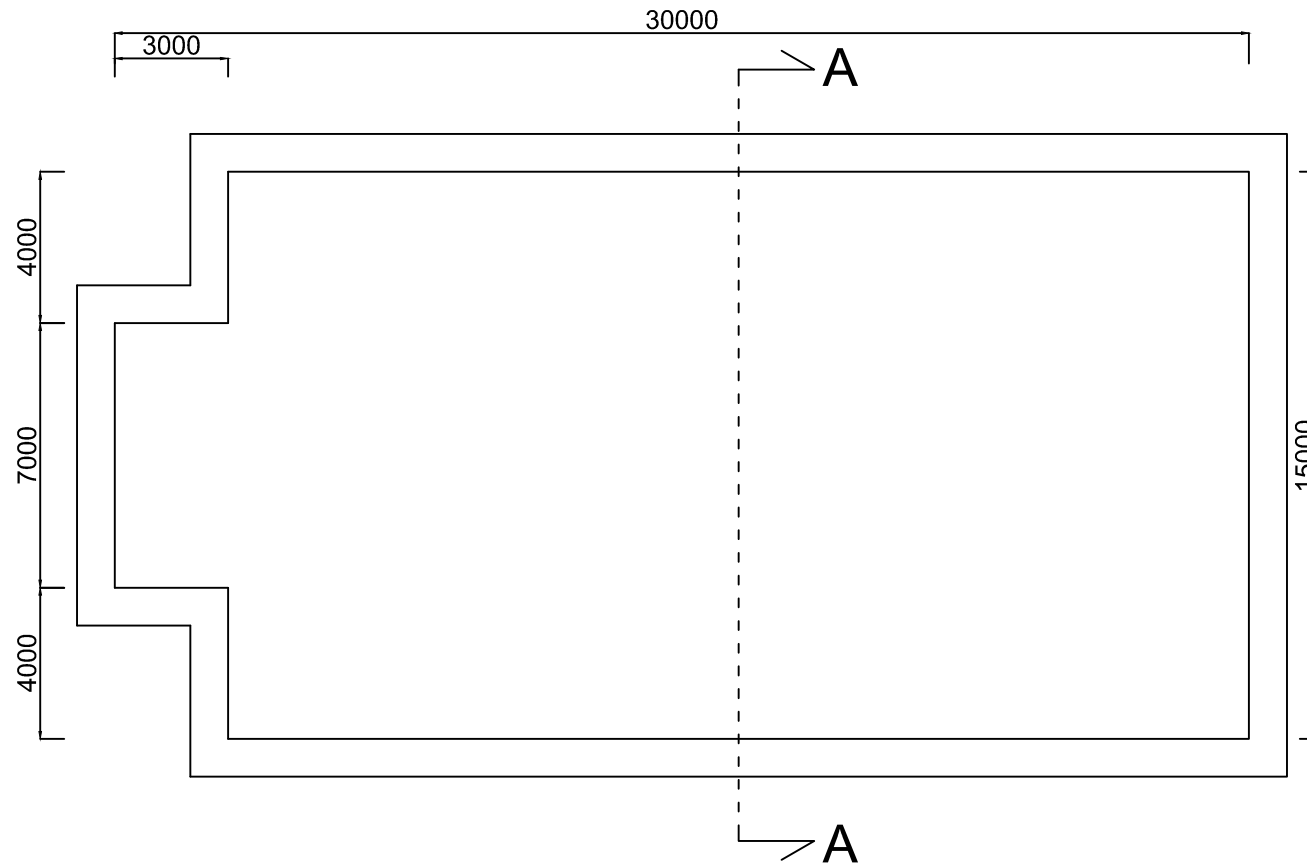
(HSPK)

NOMOR	URAIAN KEGIATAN	Koef.	SATUAN	HARGA SATUAN	HARGA
24.03.01.14	Pekerjaan Pembesian dengan besi beton (polos/ulir)		kg	SNI 7394:2008 (6.17)	
	Upah:				
23.02.04.01.02.F	Kepala Tukang / Mandor	0,0007	Orang Hari	180.000	126
23.02.04.01.03.F	Tukang	0,007	Orang Hari	165.000	1.155
23.02.04.01.04.F	Pembantu Tukang	0,007	Orang Hari	155.000	1.085
				Jumlah:	2.366
	Bahan:				
20.01.01.09.01.01.F	Besi Beton Polos	1,05	Kg	13.500	14.175
20.01.01.35.01.01.F	Kawat Beton	0,015	Kg	25.900	389
				Jumlah:	14.564
				Nilai HSPK :	16.929,5
24.03.01.16	Pekerjaan Pemasangan Kabel prestressed polos/strand		kg	SNI 7394:2008 (6.18)	
	Upah:				
23.02.04.01.02.F	Kepala Tukang / Mandor	0,0005	Orang Hari	180.000	90
23.02.04.01.03.F	Tukang	0,005	Orang Hari	165.000	825
23.02.04.01.04.F	Pembantu Tukang	0,005	Orang Hari	155.000	775
				Jumlah:	1.690
	Bahan:				
20.01.01.09.01.01.F	Besi Beton Polos	1,05	Kg	13.500	14.175
20.01.01.35.01.01.F	Kawat Beton	0,01	Kg	25.900	259
				Jumlah:	14.434
				Nilai HSPK :	16.124

Lampiran 141 Estimasi Biaya

DIAPHRAGM WALL				
ITEM	VOLUME	SATUAN	HARGA SATUAN	BIAYA TOTAL
Beton K-500	3.150	m ³	Rp 1.050.000	Rp 3.307.500.000
Pembesian				
D22	244.393	kg	Rp 16.930	Rp 4.137.451.665
φ10	11.652,56	kg	Rp 16.930	Rp 197.272.012
Angkur				
Kabel Prestressed Strand	4.230,612	kg	Rp 16.124	Rp 68.214.383
Beton Grout	63,61725	m ³	Rp 910.000	Rp 57.891.699
TOTAL BIAYA				Rp 7.768.329.758
BIAYA KONSTRUKSI PER m²				Rp 2.466.136.43
TANGENT PILE WALL				
ITEM	VOLUME	SATUAN	HARGA SATUAN	BIAYA TOTAL
Beton K-500	3.112.805	m ³	Rp 1.050.000	Rp 3.268.445.311
Pembesian				
D28	228.390,2	kg	Rp 16.930	Rp 3.866.531.435
D19	3.805,948	kg	Rp 16.930	Rp 64.432.797
D13	3.250,879	kg	Rp 16.930	Rp 55.035.760
φ10	15.253,17	kg	Rp 16.930	Rp 258.228.460
Angkur				
Kabel Prestressed Strand	3.525,51	kg	Rp 16.124	Rp 56.845.319
Beton Grout	60,96653	m ³	Rp 910.000	Rp 55.479.545
TOTAL BIAYA				Rp 7.624.998.626
BIAYA PER KONSTRUKSI m²				Rp 2.420.634.48
PONDASI				
ITEM	VOLUME	SATUAN	HARGA SATUAN	BIAYA TOTAL
Beton K-350	9,216	m ³	Rp 950.000	Rp 8.755.200
Spun Pile	768	m	Rp 446.667	Rp 343.040.000
Pembesian				
D19	303,0405	kg	Rp 16.930	Rp 5.130.325
D16	242,4324	kg	Rp 16.930	Rp 4.104.260
TOTAL BIAYA				Rp 361.029.785
LANTAI DASAR				
ITEM	VOLUME	SATUAN	HARGA SATUAN	BIAYA TOTAL
Beton K-500	228,15	m ³	Rp 1.050.000	Rp 239.557.500
Pembesian				
D19	2.670,841	kg	Rp 16.930	Rp 45.215.998
D16	899,6516	kg	Rp 16.930	Rp 15.230.652
D10	14.565,7	kg	Rp 16.930	Rp 246.590.015
φ10	4.882,977	kg	Rp 16.930	Rp 82.666.367
TOTAL BIAYA				Rp 629.260.531
BIAYA KONSTRUKSI PER m²				Rp 1.398.356,74
TOTAL BIAYA KONSTRUKSI (DINDING+LANTAI+PONDASI)				
DIAPHRAGM WALL				Rp 8.758.620.074
TANGENT PILE WALL				Rp 8.615.288.942

“Halaman ini sengaja dikosongkan”




 DENAH DIAPHRAGM WALL
 SKALA 1 : 200



DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL, LINGKUNGAN DAN KEBUMIHAN
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
 SURABAYA

JUDUL TUGAS AKHIR
 PERENCANAAN DINDING
 PENAHAN DAN PONDASI
 WATERPOND PADA PROYEK
 GECC LOMBOK PEAKER

NAMA GAMBAR
 DENAH *DIAPHRAGM WALL*

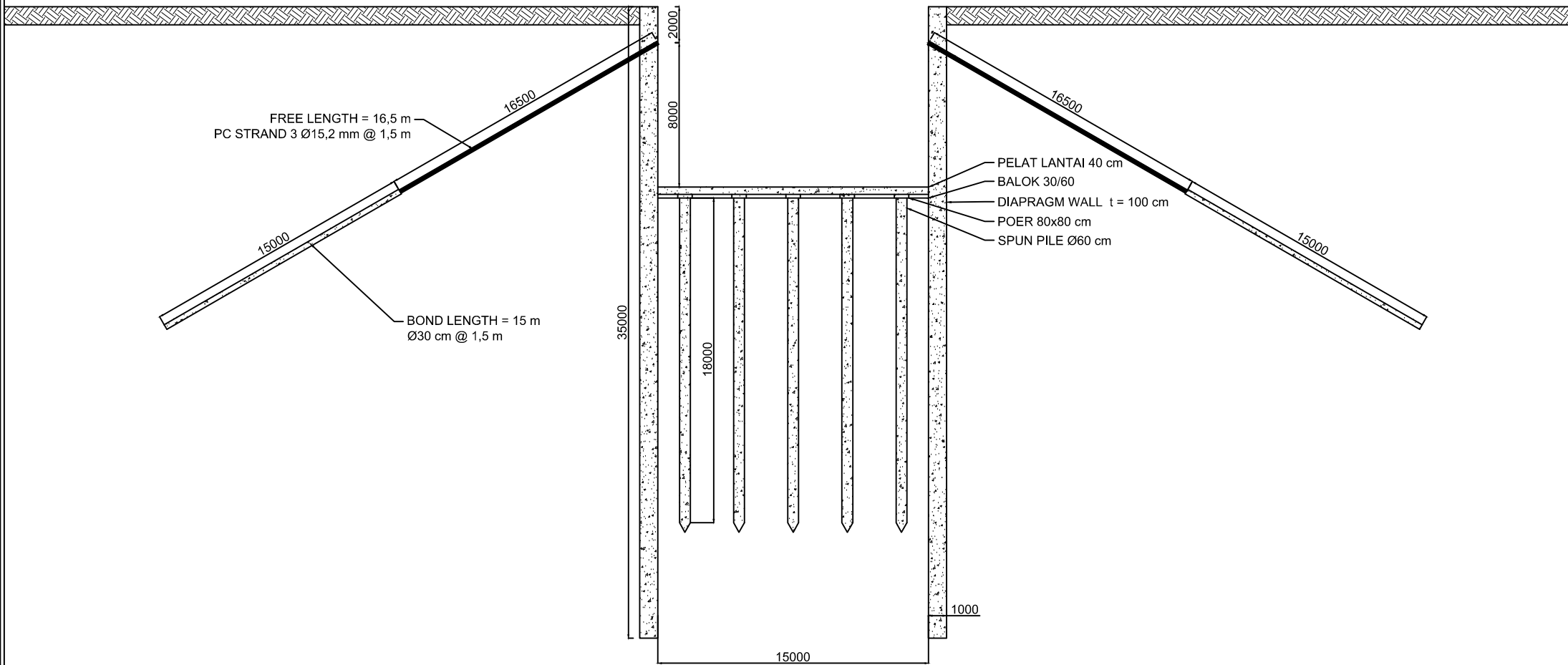
SKALA
 1 : 200

NO. LEMBAR
 01

JML. LEMBAR
 13

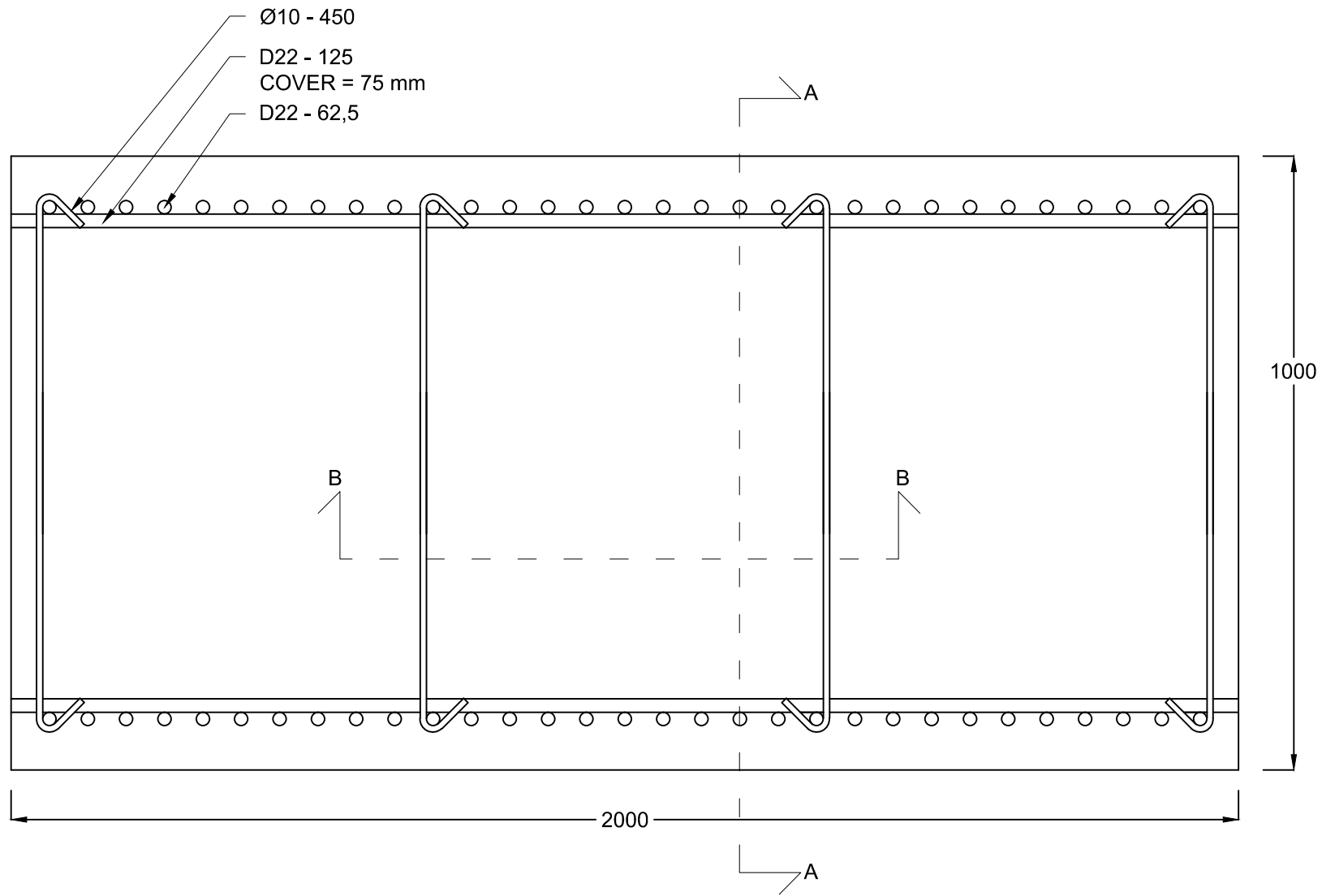
DOSEN PEMBIMBING
 Dr. TRIHANYNDIO RENDY SATRYA, ST., MT.
 Prof. Ir. INDRASURYA B. MOCHTAR, M.Sc., PHD.


NAMA & NRP MAHASISWA
 HAFID ALFIANTO
 (031115400069)




POTONGAN A-A DIAPHRAGM WALL
SKALA 1 : 300

	DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK SIPIL, LINGKUNGAN DAN KEBUMIHAN INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA	JUDUL TUGAS AKHIR	NAMA GAMBAR	SKALA	NO. LEMBAR	JML. LEMBAR	DOSEN PEMBIMBING	NAMA & NRP MAHASISWA
		PERENCANAAN DINDING PENAHAN DAN PONDASI WATERPOND PADA PROYEK GECC LOMBOK PEAKER	POTONGAN A-A DIAPHRAGM WALL	1 : 300	02	13	Dr. TRIHANYNDIO RENDY SATRYA, ST., MT. Prof. Ir. INDRASURYA B. MOCHTAR, M.Sc., PHD.	HAFID ALFIANTO (031115400069)




PENULANGAN SEGMENT DIAPHRAGM WALL
 SKALA 1 : 10

	DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK SIPIL, LINGKUNGAN DAN KEBUMIHAN INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA	JUDUL TUGAS AKHIR PERENCANAAN DINDING PENAHAN DAN PONDASI WATERPOND PADA PROYEK GECC LOMBOK PEAKER	NAMA GAMBAR PENULANGAN SEGMENT DIAPHRAGM WALL	SKALA 1 : 10	NO. LEMBAR 03	JML. LEMBAR 13	DOSEN PEMBIMBING Dr. TRIHANYNDIO RENDY SATRYA, ST., MT. Prof. Ir. INDRASURYA B. MOCHTAR, M.Sc., PHD.	NAMA & NRP MAHASISWA HAFID ALFIANTO (031115400069)
--	---	--	---	-----------------	------------------	-------------------	--	--

Ø10 - 450

D22 - 125

D22 - 62,5

COVER = 75 mm

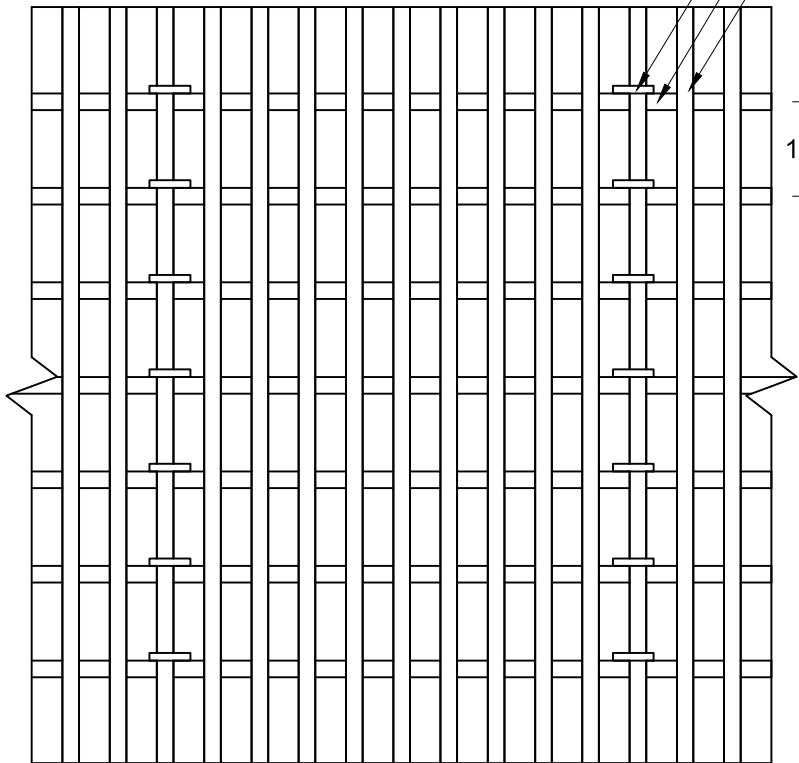
Ø10 - 450

D22 - 125

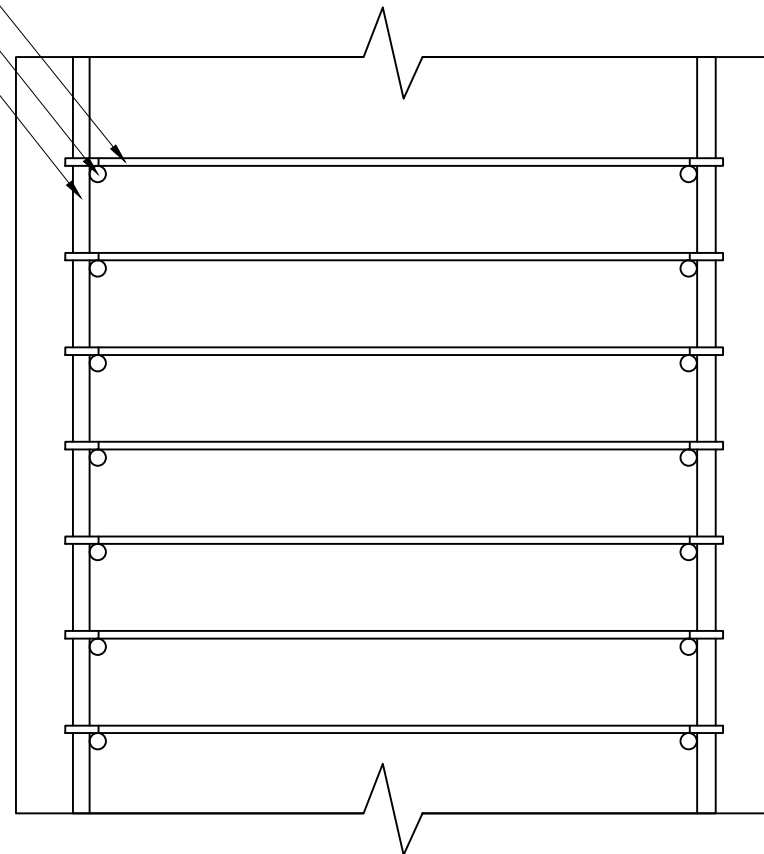
D22 - 62,5

COVER = 75 mm

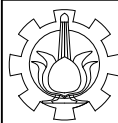
125



POTONGAN B-B
SKALA 1 : 10



POTONGAN A-A
SKALA 1 : 10



DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL, LINGKUNGAN DAN KEBUMIHAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA

JUDUL TUGAS AKHIR
PERENCANAAN DINDING
PENAHAN DAN PONDASI
WATERPOND PADA PROYEK
GECC LOMBOK PEAKER

NAMA GAMBAR
DETAIL PENULANGAN SEGMENT
DIAPHRAGM WALL

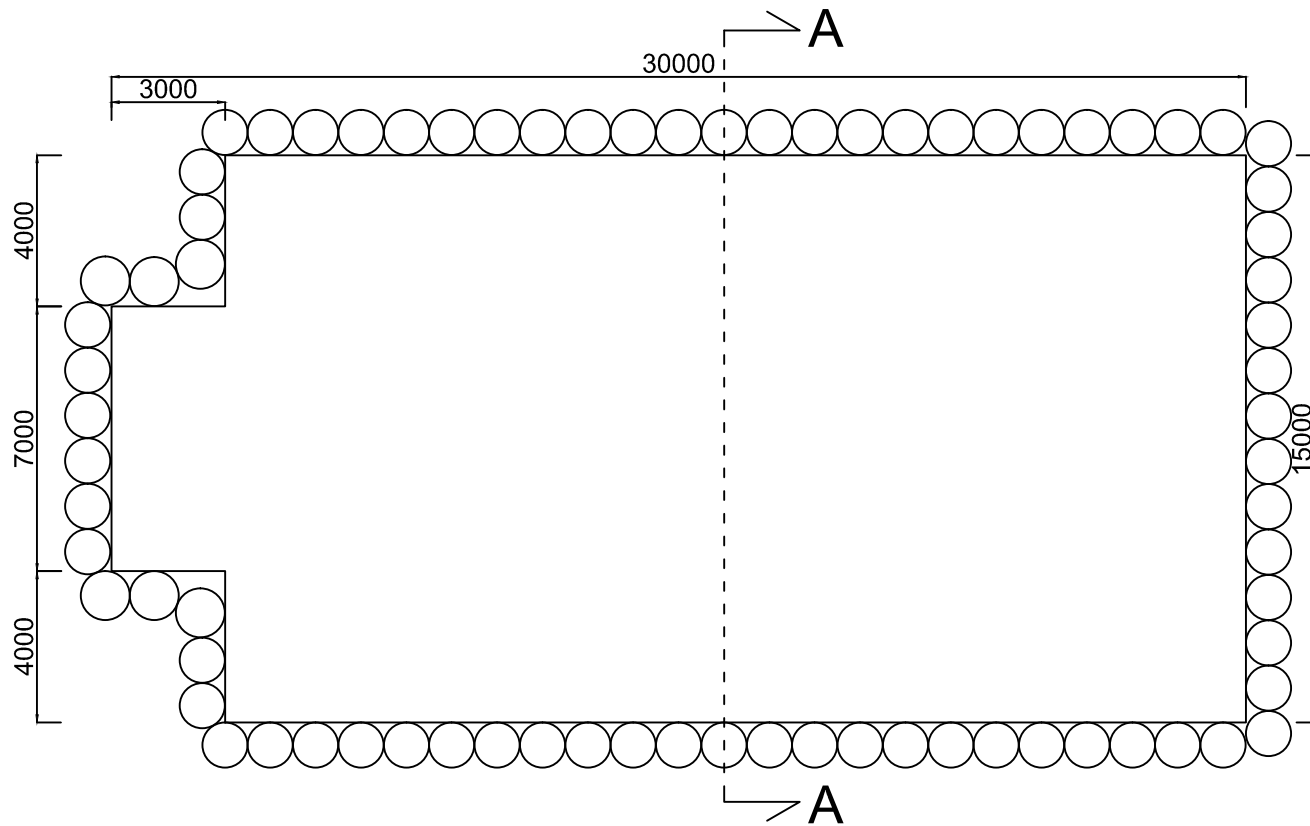
SKALA
1 : 10


NO. LEMBAR
04


JML. LEMBAR
13

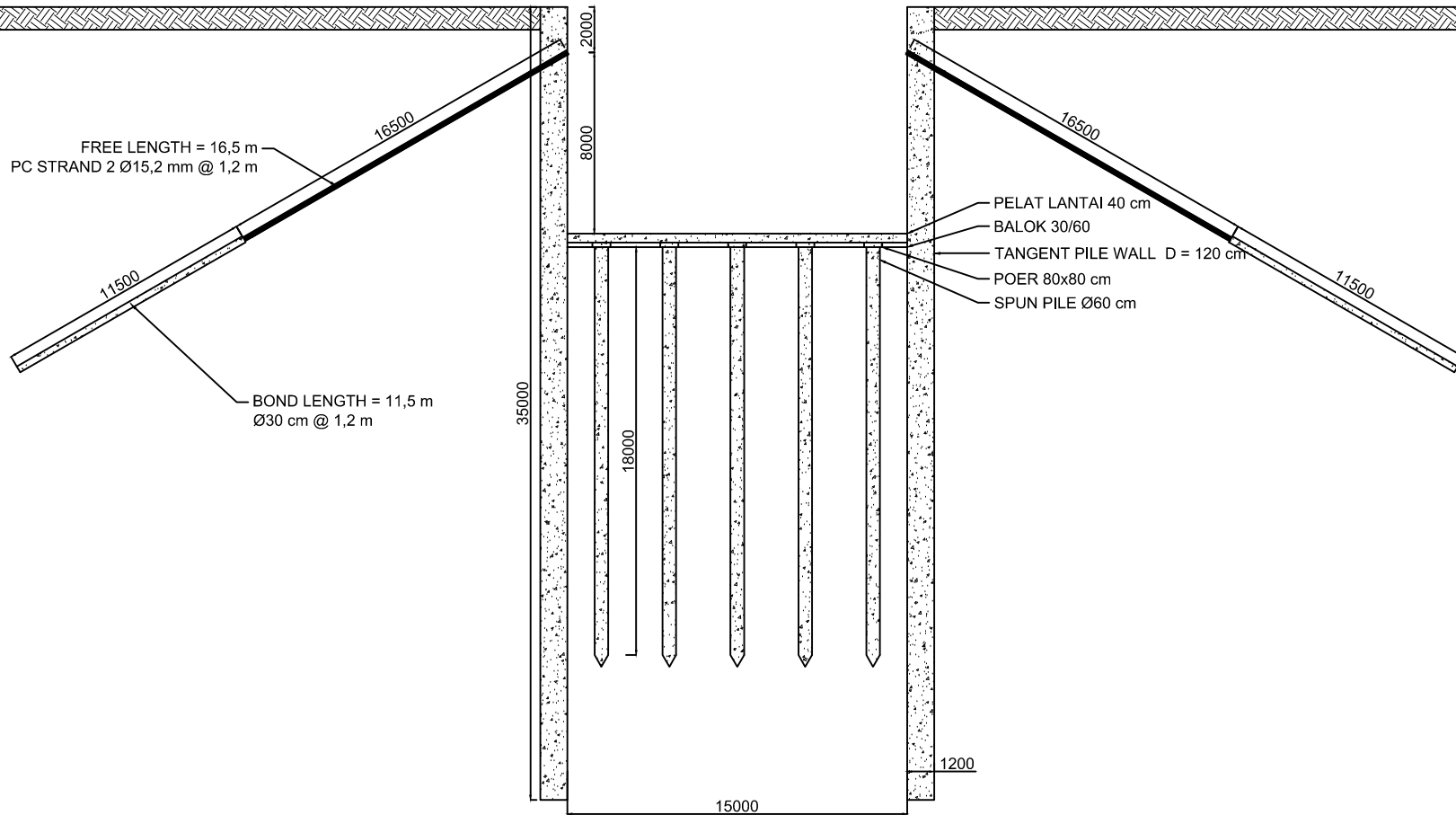
DOSEN PEMBIMBING
Dr. TRIHANYNDIO RENDY SATRYA, ST., MT.
Prof. Ir. INDRASURYA B. MOCHTAR, M.Sc., PHD.

NAMA & NRP MAHASISWA
HAFID ALFIANTO
(031115400069)




DENAH DIAPHRAGM WALL
 SKALA 1 : 200

	DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK SIPIL, LINGKUNGAN DAN KEBUMIHAN INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA	JUDUL TUGAS AKHIR	NAMA GAMBAR	SKALA	NO. LEMBAR	JML. LEMBAR	DOSEN PEMBIMBING	NAMA & NRP MAHASISWA
		PERENCANAAN DINDING PENAHAN DAN PONDASI WATERPOND PADA PROYEK GECC LOMBOK PEAKER	DENAH <i>TANGENT PILE WALL</i>	1 : 200	05	13	Dr. TRIHANYNDIO RENDY SATRYA, ST., MT. Prof. Ir. INDRASURYA B. MOCHTAR, M.Sc., PHD.	HAFID ALFIANTO (031115400069)



POTONGAN A-A TANGENT PILE WALL
SKALA 1 : 300



DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL, LINGKUNGAN DAN KEBUMIHAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA

JUDUL TUGAS AKHIR
PERENCANAAN DINDING
PENAHAN DAN PONDASI
WATERPOND PADA PROYEK
GECC LOMBOK PEAKER

NAMA GAMBAR
POTONGAN A-A TANGENT PILE
WALL

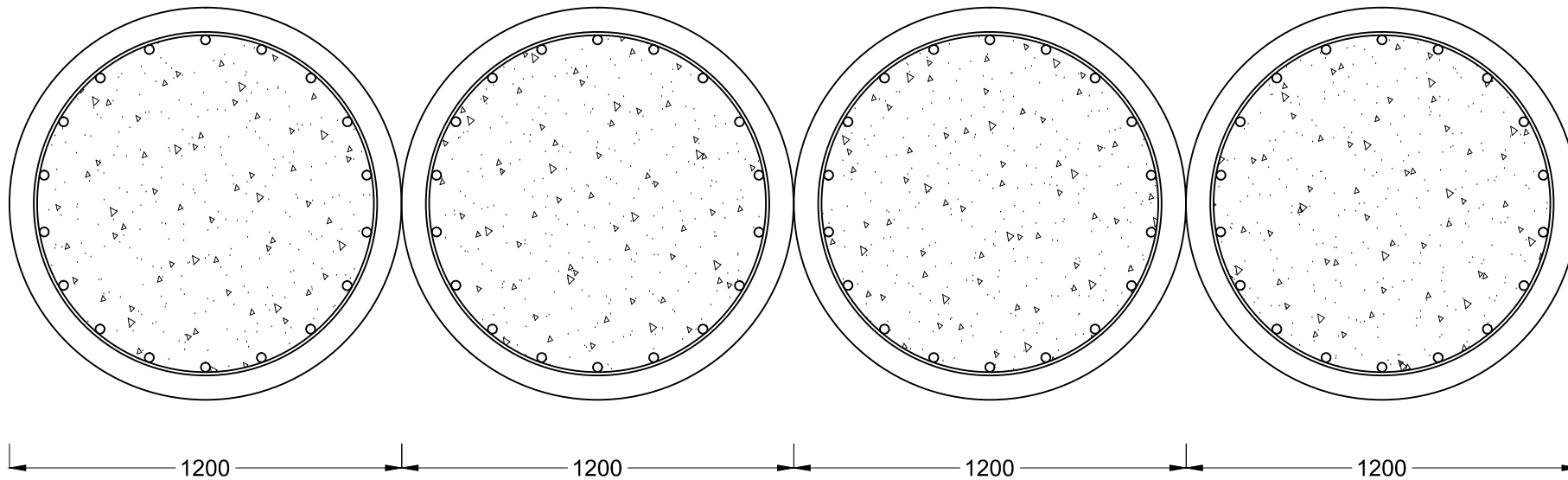
SKALA
1 : 300

NO. LEMBAR
06

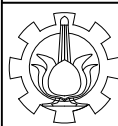
JML. LEMBAR
13

DOSEN PEMBIMBING
Dr. TRIHANYNDIO RENDY SATRYA, ST., MT.
Prof. Ir. INDRASURYA B. MOCHTAR, M.Sc., PHD.

NAMA & NRP MAHASISWA
HAFID ALFIANTO
(031115400069)



PENULANGAN TANGENT PILE WALL
 SKALA 1 : 20



DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL, LINGKUNGAN DAN KEBUMIHAN
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
 SURABAYA

JUDUL TUGAS AKHIR
 PERENCANAAN DINDING
 PENAHAN DAN PONDASI
 WATERPOND PADA PROYEK
 GECC LOMBOK PEAKER

NAMA GAMBAR
 PENULANGAN TANGENT PILE
 WALL

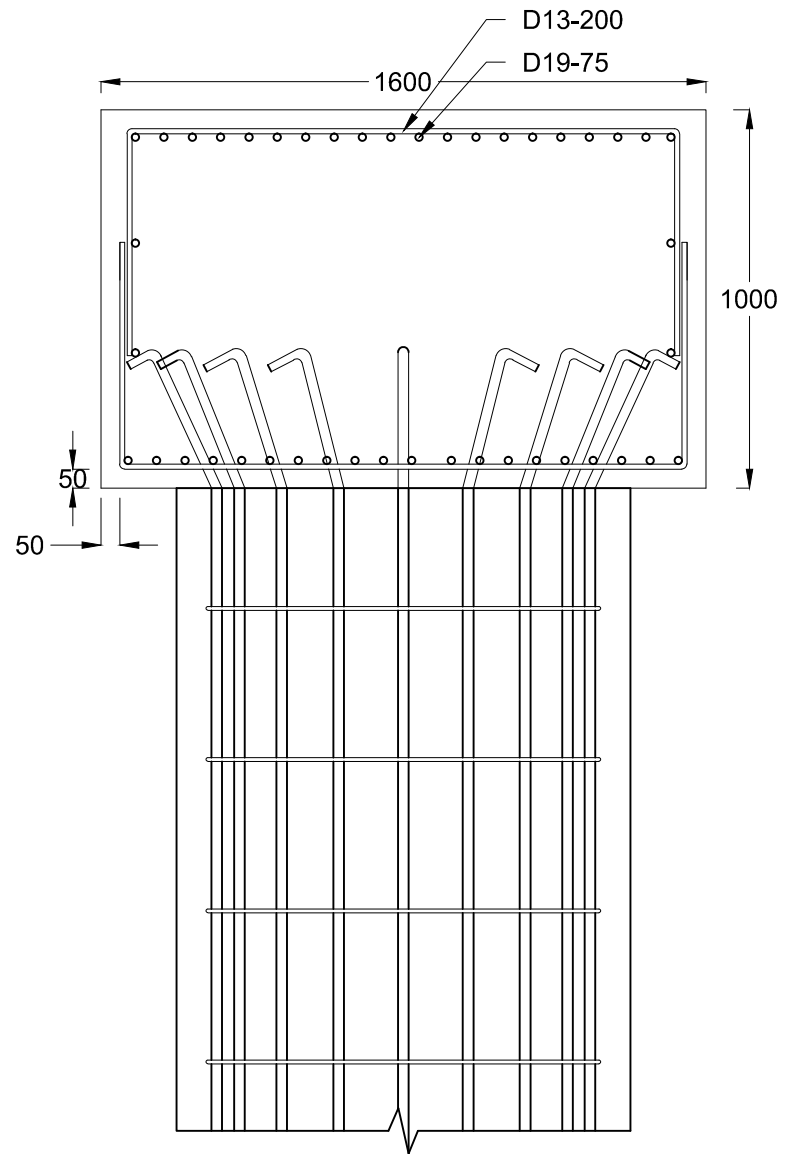
SKALA
 1 : 20

NO. LEMBAR
 07

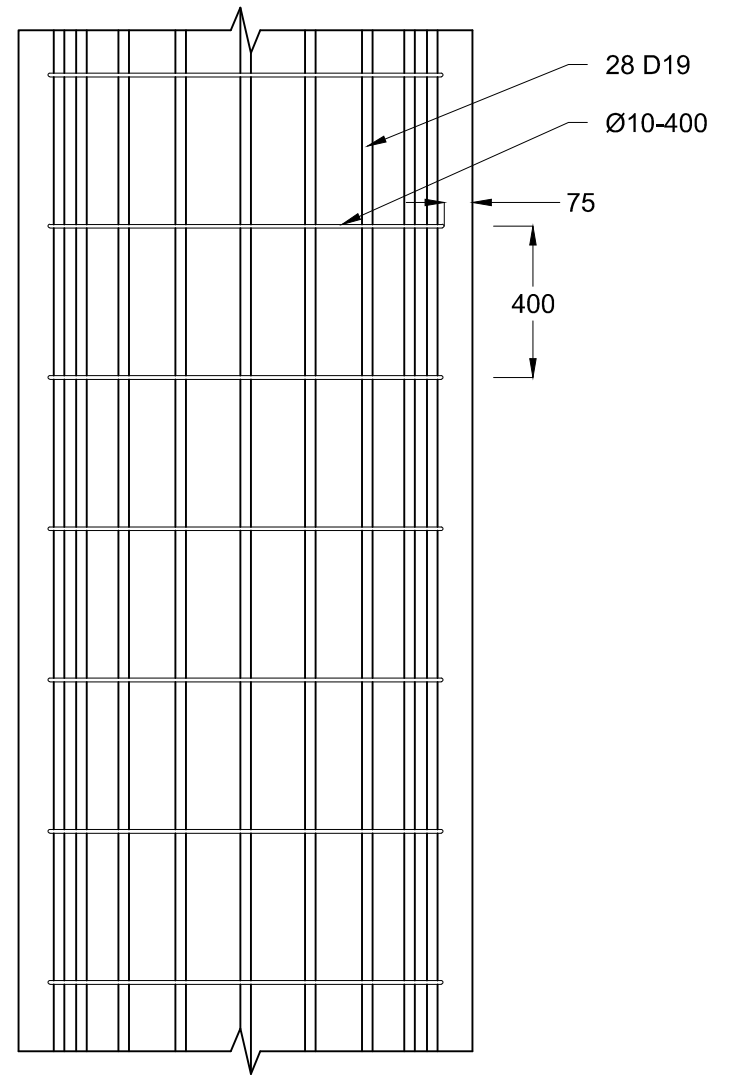
JML. LEMBAR
 13

DOSEN PEMBIMBING
 Dr. TRIHANYNDIO RENDY SATRYA, ST., MT.
 Prof. Ir. INDRASURYA B. MOCHTAR, M.Sc., PHD.

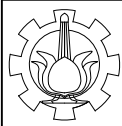
NAMA & NRP MAHASISWA
 HAFID ALFIANTO
 (031115400069)



DETAIL PENULANGAN CAPPING BEAM
SKALA 1 : 20



DETAIL PENULANGAN TANGENT PILE WALL
SKALA 1 : 20



DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL, LINGKUNGAN DAN KEBUMIHAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA

JUDUL TUGAS AKHIR
PERENCANAAN DINDING
PENAHAN DAN PONDASI
WATERPOND PADA PROYEK
GECC LOMBOK PEAKER

NAMA GAMBAR
DETAIL PENULANGAN
TANGENT PILE WALL

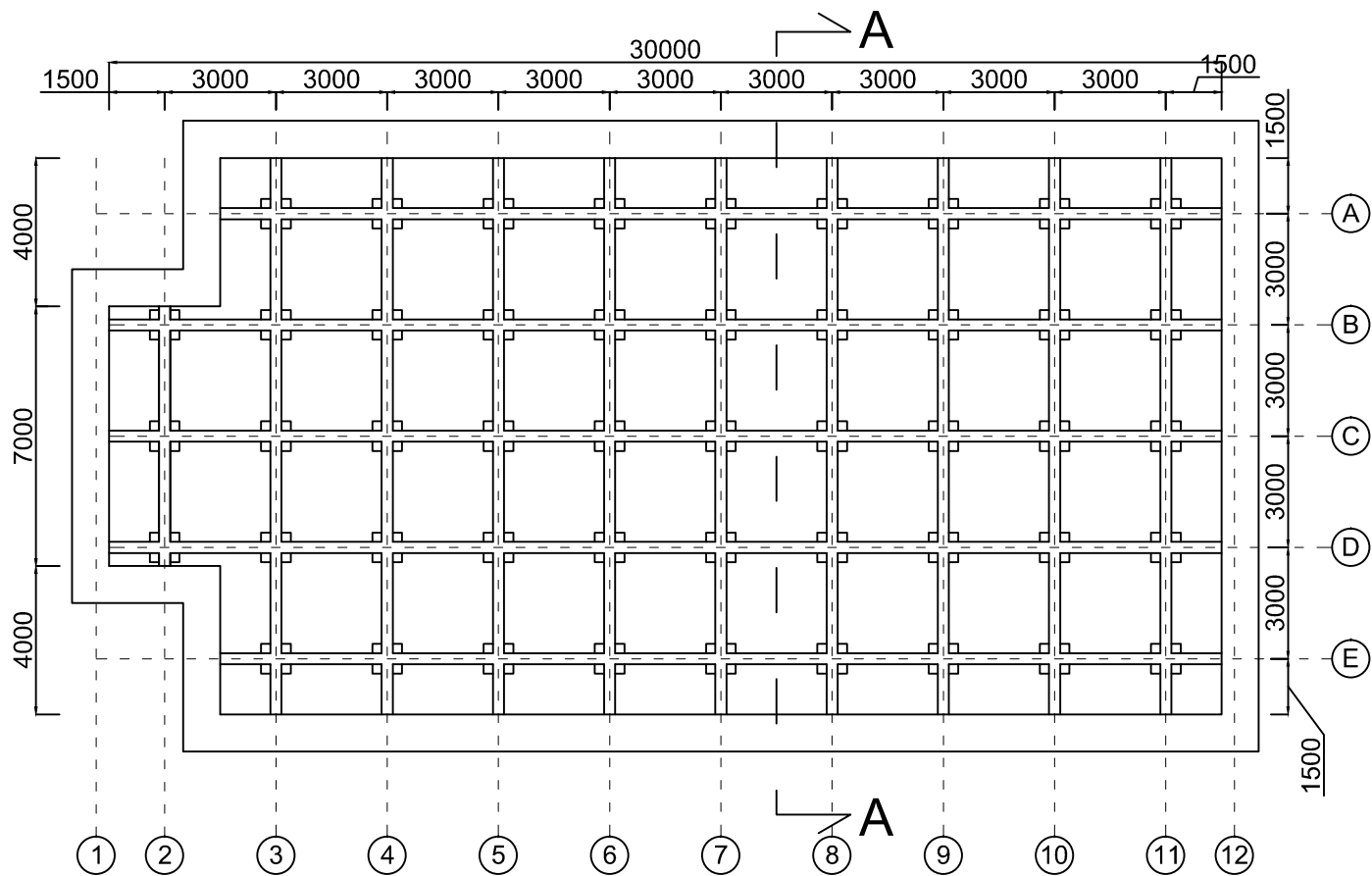
SKALA
1 : 20


NO. LEMBAR
08

JML. LEMBAR
13

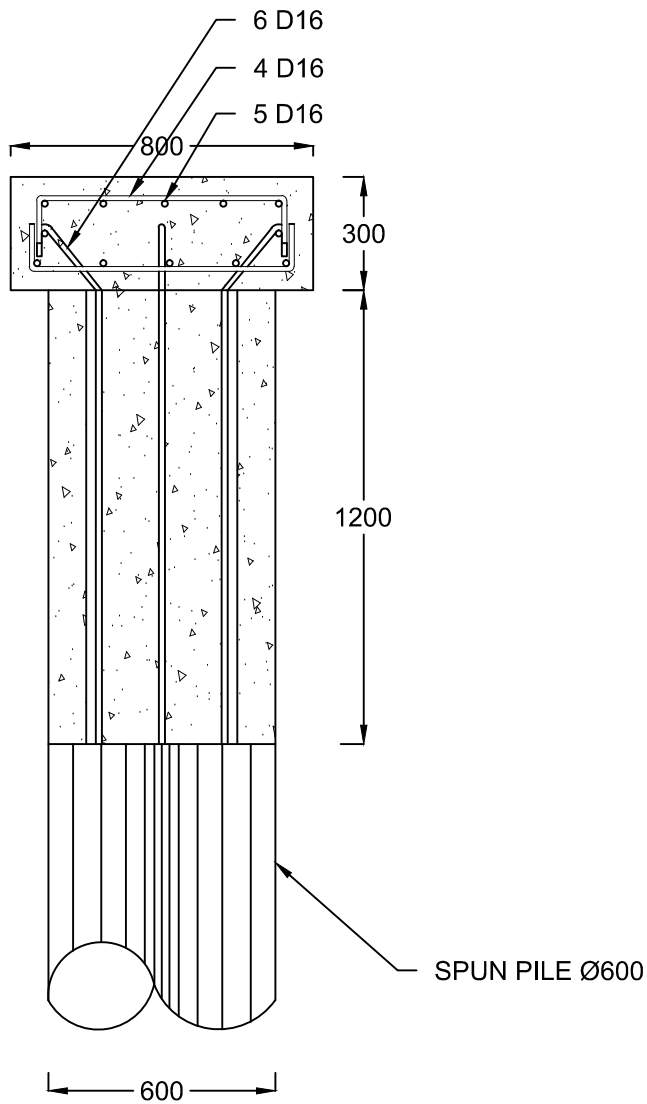
DOSEN PEMBIMBING
Dr. TRIHANYNDIO RENDY SATRYA, ST., MT.
Prof. Ir. INDRASURYA B. MOCHTAR, M.Sc., PHD.

NAMA & NRP MAHASISWA
HAFID ALFIANTO
(031115400069)

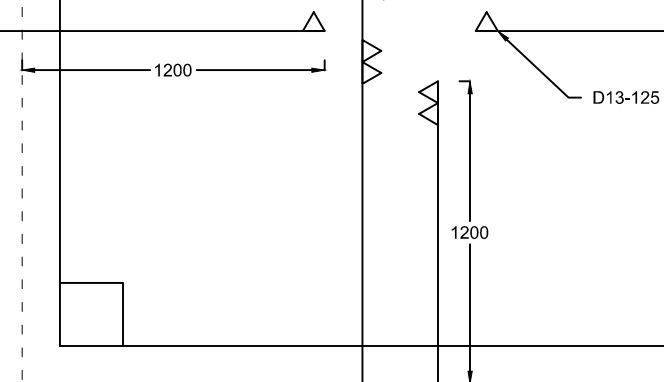



 DENAH LANTAI DAN PONDASI
 SKALA 1 : 200

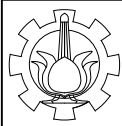
	DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK SIPIL, LINGKUNGAN DAN KEBUMIHAN INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA	JUDUL TUGAS AKHIR	NAMA GAMBAR	SKALA	NO. LEMBAR	JML. LEMBAR	DOSEN PEMBIMBING	NAMA & NRP MAHASISWA
		PERENCANAAN DINDING PENAHAN DAN PONDASI WATERPOND PADA PROYEK GECC LOMBOK PEAKER	DENAH LANTAI DAN PONDASI	1 : 200	09	13	Dr. TRIHANYNDIO RENDY SATRYA, ST., MT. Prof. Ir. INDRASURYA B. MOCHTAR, M.Sc., PHD.	HAFID ALFIANTO (031115400069)



DETAIL PENULANGAN POER
SKALA 1 : 20



DETAIL PENULANGAN PELAT LANTAI
SKALA 1 : 30



DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL, LINGKUNGAN DAN KEBUMIHAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA

JUDUL TUGAS AKHIR
PERENCANAAN DINDING
PENAHAN DAN PONDASI
WATERPOND PADA PROYEK
GECC LOMBOK PEAKER

NAMA GAMBAR
DETAIL PENULANGAN
LANTAI DAN POER

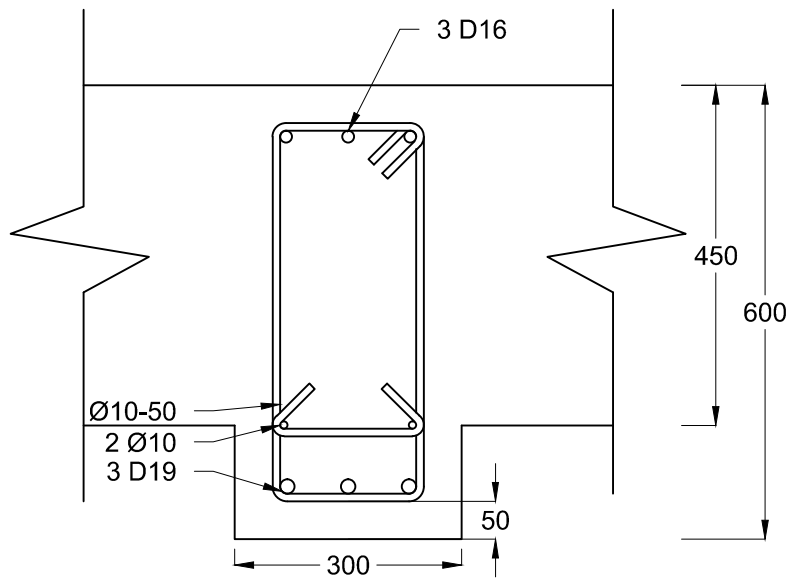
SKALA
1 : 20
1 : 30

NO. LEMBAR
10

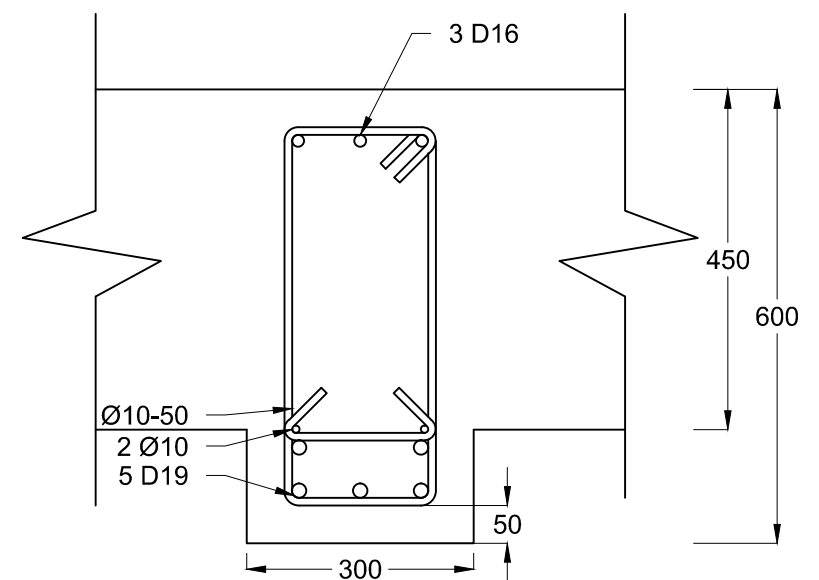
JML. LEMBAR
13

DOSEN PEMBIMBING
Dr. TRIHANYNDIO RENDY SATRYA, ST., MT.
Prof. Ir. INDRASURYA B. MOCHTAR, M.Sc., PHD.

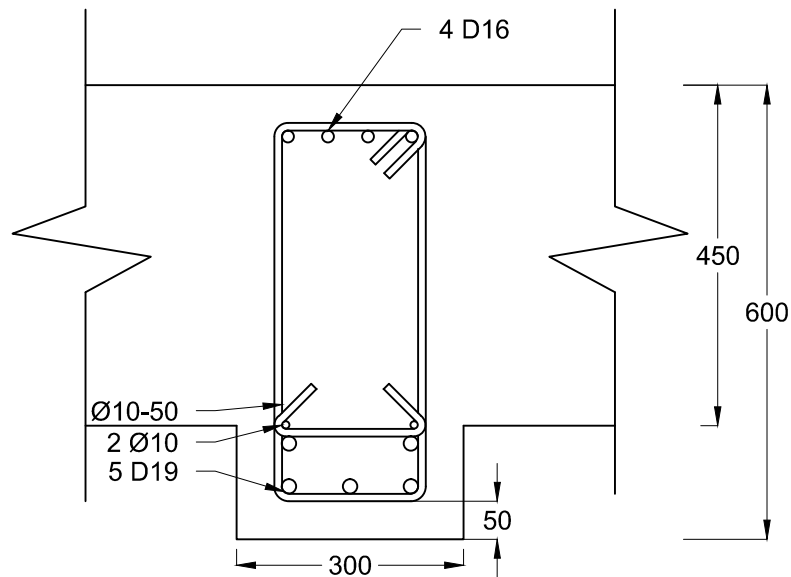
NAMA & NRP MAHASISWA
HAFID ALFIANTO
(031115400069)



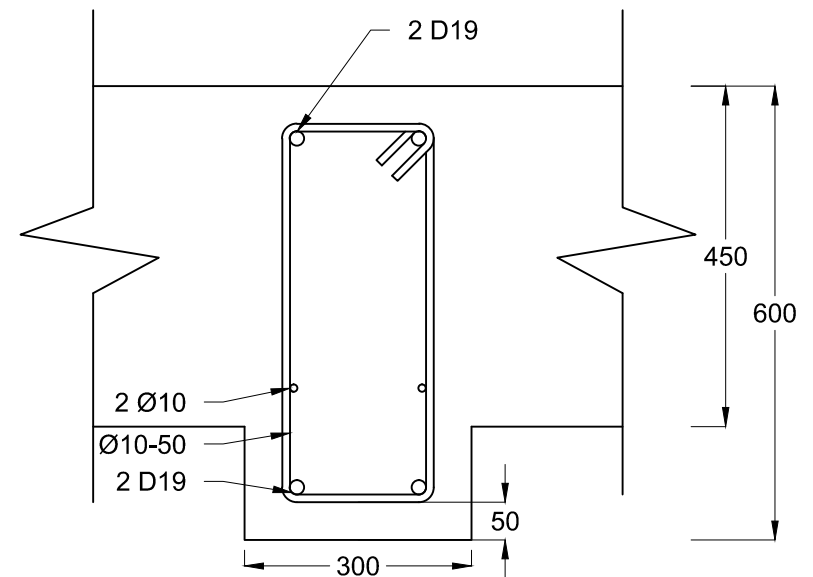
DETAIL PENULANGAN BALOK 1-2, 11-12
SKALA 1 : 10



DETAIL PENULANGAN BALOK 2-3, 3-4, 9-10, 10-11
SKALA 1 : 10



DETAIL PENULANGAN BALOK 4-5, 5-6, 6-7, 7-8, 8-9
SKALA 1 : 10



DETAIL PENULANGAN BALOK A-B, H-I
SKALA 1 : 10



DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL, LINGKUNGAN DAN KEBUMIHAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA

JUDUL TUGAS AKHIR
PERENCANAAN DINDING
PENAHAN DAN PONDASI
WATERPOND PADA PROYEK
GECC LOMBOK PEAKER

NAMA GAMBAR
DETAIL PENULANGAN
BALOK

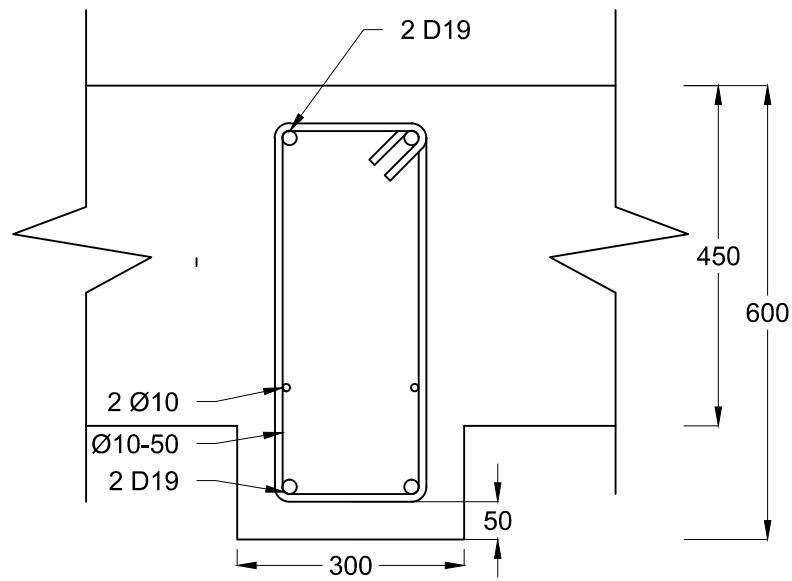
SKALA
1 : 10

NO. LEMBAR
11

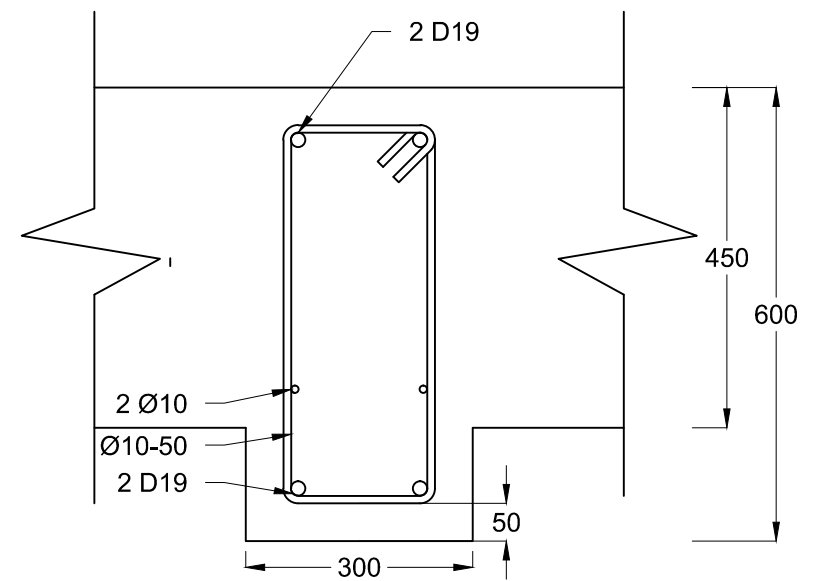
JML. LEMBAR
13

DOSEN PEMBIMBING
Dr. TRIHANYNDIO RENDY SATRYA, ST., MT.
Prof. Ir. INDRASURYA B. MOCHTAR, M.Sc., PHD.

NAMA & NRP MAHASISWA
HAFID ALFIANTO
(031115400069)



DETAIL PENULANGAN BALOK C-D, D-E, E-F, F-G
SKALA 1 : 10



DETAIL PENULANGAN BALOK B-C, G-H
SKALA 1 : 10



DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL, LINGKUNGAN DAN KEBUMIHAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA

JUDUL TUGAS AKHIR
PERENCANAAN DINDING
PENAHAN DAN PONDASI
WATERPOND PADA PROYEK
GECC LOMBOK PEAKER

NAMA GAMBAR
DETAIL PENULANGAN
BALOK

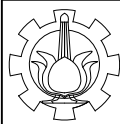
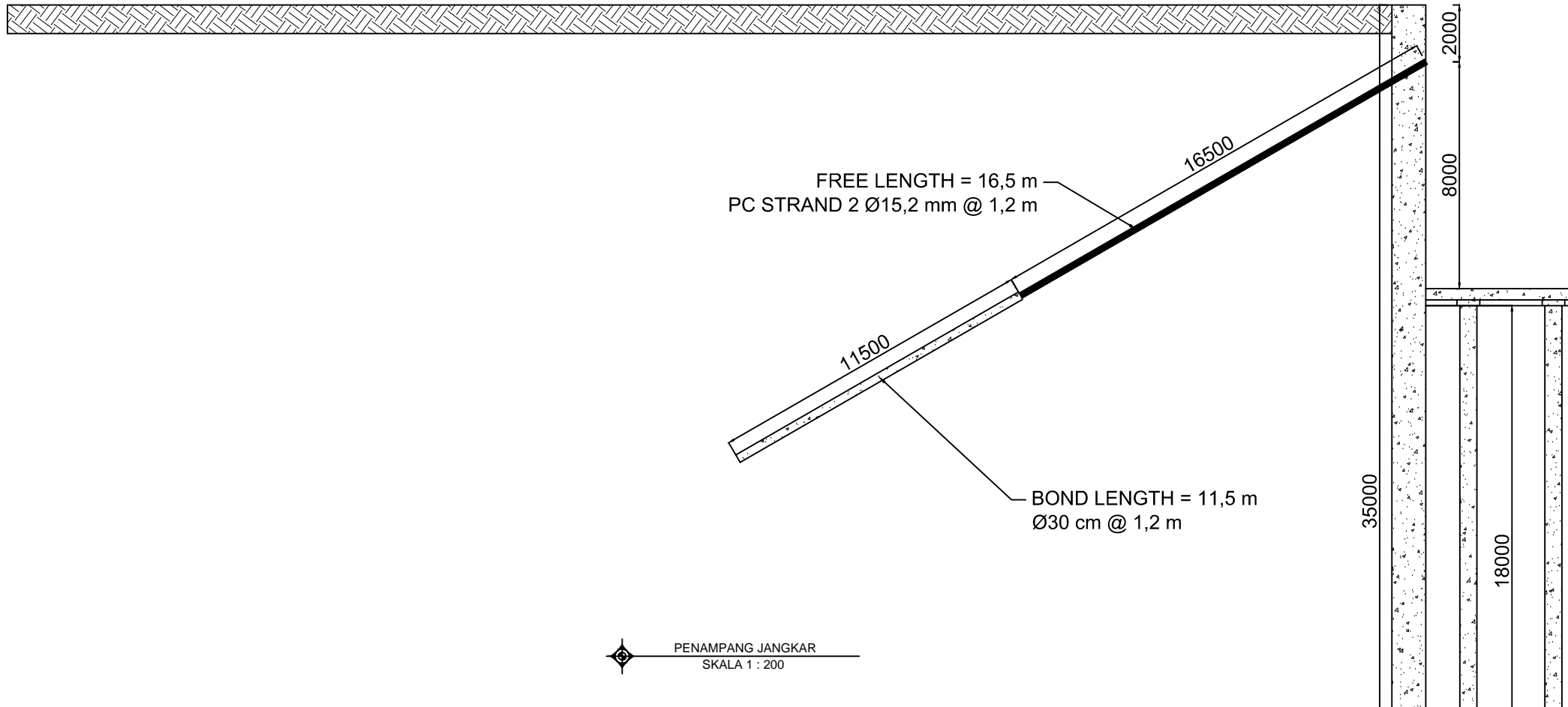
SKALA
1 : 10

NO. LEMBAR
12

JML. LEMBAR
13

DOSEN PEMBIMBING
Dr. TRIHANYNDIO RENDY SATRYA, ST., MT.
Prof. Ir. INDRASURYA B. MOCHTAR, M.Sc., PHD.

NAMA & NRP MAHASISWA
HAFID ALFIANTO
(031115400069)



DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL, LINGKUNGAN DAN KEBUMIHAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA

JUDUL TUGAS AKHIR	NAMA GAMBAR	SKALA	NO. LEMBAR	JML. LEMBAR	DOSEN PEMBIMBING	NAMA & NRP MAHASISWA
PERENCANAAN DINDING PENAHAN DAN PONDASI WATERPOND PADA PROYEK GECC LOMBOK PEAKER	PENAMPANG JANGKAR	1 : 200	13	13	Dr. TRIHANYNDIO RENDY SATRYA, ST., MT. Prof. Ir. INDRASURYA B. MOCHTAR, M.Sc., PHD.	HAFID ALFIANTO (031115400069)

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BIODATA PENULIS



Penulis bernama **Hafid Alfianto** yang dilahirkan di Banyuwangi, 21 April 1997, merupakan anak pertama dari dua bersaudara. Penulis telah menempuh pendidikan formal di TK Khodijah 45 Kaligondo (Banyuwangi), SDN 7 Kaligondo (Banyuwangi), SMP Negeri 1 Genteng (Banyuwangi), SMA Negeri 1 Genteng (Banyuwangi). Setelah lulus dari SMA Negeri 1 Genteng tahun 2015, Penulis diterima di Departemen Teknik Sipil FTSLK,

Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya pada tahun yang sama melalui jalur SNMPTN dan terdaftar dengan NRP 03111540000069. Selama kuliah di Departemen Teknik Sipil ITS penulis mengambil bidang studi Geoteknik. Selama kuliah penulis aktif melakukan pengembangan diri khususnya dalam bidang manajerial. Pada beberapa kepanitiaan penulis pernah menjadi Wakil Ketua ITS Edufair 2017, Koordinator *Sponsorship* YES Summit ITS 2017, PJ Talkshow Dialog Pasca Kampus 2017. Sedangkan dalam organisasi penulis pernah menjadi Ketua Departemen Media dan Informasi LDJ Al Hadiid 2017 – 2018, Asisten Dirjen Pelayanan dan Akademik Kementerian Advokasi dan Kesejahteraan Mahasiswa BEM ITS 2018 – 2019. Selain itu, penulis pernah mendapatkan Juara Harapan 1 Lomba *Geo Challenge Competition* 2019 di Universitas Katolik Parahyangan dan Finalis Lomba *Floating Breakwater* 2018 di Universitas Hasanuddin. Penulis berharap agar Tugas Akhir ini bermanfaat bagi pembaca serta bagi penulis sendiri. Penulis dapat dihubungi melalui : alfiantohafid@gmail.com.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”



Form AK/TA-04
rev01

PROGRAM STUDI S-1 JURUSAN TEKNIK SIPIL FTSP - ITS
LEMBAR KEGIATAN ASISTENSI TUGAS AKHIR (WAJIB DIISI)

Jurusan Teknik Sipil Lt.2, Kampus ITS Sukolilo, Surabaya 60111

Telp.031-5946094, Fax.031-5947284



NAMA PEMBIMBING	: Dr. Triharyandio Rendy S., ST.MT
NAMA MAHASISWA	: HAFID ALFIAUTO
NRP	: 03011590000069
JUDUL TUGAS AKHIR	: Perencanaan Dinding Penahan dan Pondasi Waterpond pada Proyek GECC Lembah Pedler
TANGGAL PROPOSAL	: 9 November 2018
NO. SP-MMTA	: 086678 / IT2.VI.4.1/PP.05-02.00/2018

NO	TANGGAL	KEGIATAN		PARAF ASISTEN
		REALISASI	RENCANA MINGGU DEPAN	
1.	18-12-18	-	Membuat konsistensi / normalisasi data tanah	#
2.	18-01-19	Tabul konsistensi data tanah	Statigrafi data tanah	#
3.	21-01-19	Statigrafi data tanah BR-05	Statigrafi data tanah	#
4.	24-01-19	Statigrafi data tanah BR-01 - BR-05	BR-01, BR-02, BR-03, BR-04 Korelasi Para meter tanah	#
5.	01-02-19	Korelasi Parameter tanah	Melengkapi cc, cs, cv	#
6.	18-02-19	Korelasi Parameter tanah	Relap cc dan poisson ratio	# 18/02
7.	23-02-19	Relapitulasi cc, cv, poisson ratio	Relapitulasi parameter tanah	#
8.	04-03-19	Relapitulasi parameter tanah	Kedalaman turap tanpa anchor dan anchor	# 04/03
9.	08-03-19	Kedalaman tertanam turap	Cela kedalaman saat z=19m dan z=25 m	# 08/03
10.	13-03-19	Kedalaman tertanam turap	Pershitungan angkur & Mmax	#
11.	21-03-19	Pershitungan angkur & Mmax	Permodelan dengan jepit dan gaya angkur	# 21/03/19
12.	28-03-19	Permodelan dengan jepit dan gaya angkur	Varasi angkur dengan D, T baru	# 02/04/19
13.	02-04-19	Permodelan dengan jepit dan gaya angkur	Analisa diaphragm wall baru & penulangan. Difiles	# 11/04/19
14.	11-04-19	Analisa diaphragm wall	Cela poisson ratio, modulus gesernya	# 18/04/19
15.	18-04-19	Analisa diaphragm wall masih not ok	Buat lantai dasar & pondasi	# 30/04/19
16.	30-04-19	Permodelan diaphragm wall, tangent pile	Perbaiki permodelan pondasi	# 7/5/19
17.	07-05-19	Permodelan lantai dasar & pondasi		#



Form AK/TA-04
rev01

PROGRAM STUDI S-1 JURUSAN TEKNIK SIPIL FTSP - ITS
LEMBAR KEGIATAN ASISTENSI TUGAS AKHIR (WAJIB DIISI)

Jurusan Teknik Sipil Lt.2, Kampus ITS Sukolilo, Surabaya 60111

Telp.031-5946094, Fax.031-5947284



NAMA PEMBIMBING	: Prof Ir. Indrasurya B. Mochtar, Msc.PhD
NAMA MAHASISWA	: HAFID ALFIANTO
NRP	: 03111590000069
JUDUL TUGAS AKHIR	: Perencanaan Dinding Penahan dan Pondasi Waterpond pada Proyek GEC Lombok Pealer
TANGGAL PROPOSAL	: 9 Nopember 2018
NO. SP-MMTA	: 086178 / IT2.YI 4.1 / PP.05.02-00/2018

NO	TANGGAL	KEGIATAN		PARAF ASISTEN
		REALISASI	RENCANA MINGGU DEPAN	
1	20-03-19		Korelasi menggunakan Tabel P. Indra & Hitung tekanan tanah	slm
2	27-03-19	<p>Tekanan air ke samping harus disemaihan pd ujung bawah sheet pile</p>	Dirubah ke bored pile atau diaphragm wall	slm
3	24-04-19	Perencanaan diaphragm wall	Beri gaya sampai malar = 0 pada titik angkur	slm
4	26-04-19	Defleksi pada turap diaphragm wall masih > $s_{max} = 5 \text{ cm}$	Cek semua parameter tanah dan analisa.	slm
5	29-04-19	Defleksi DW < $s_{max} = 5 \text{ cm}$, SF > 1.5.	Coba membuat bentuk bulat (bored pile) untuk mengurangi kuruntuban.	slm
6	06-05-19	Perencanaan tangent pile	Perbaiki parameter c_u, ϕ dan tihat defleksi.	slm
7	07-05-19	Deformasi sudah terpenuhi	Perencanaan pondasi dan pelat lantai	slm
8	08-05-19	Perencanaan pondasi 3x3 m	Perbaiki gaya uplift yang terjadi. Dihitung ulang tunggal	slm
9		<p>Perencanaan pondasi tunggal 3x3 m - Perulangan pelat dan balok, poer</p>	Laporan draft TA hardcopy	slm