



PROYEK AKHIR TERAPAN - RC096599

PERENCANAAN STRUKTUR DINDING PENAHAN TANAH *AT GRADE* PROYEK PEMBANGUNAN *LIGHT RAIL* *TRANSIT (LRT)* JAKARTA

DERAI TARITA HIDAY

NRP 3113 041 044

Dosen Pembimbing

Ir. Chomaedhi, CES, Geo.

NIP 19550319 198403 1 001

PROGRAM STUDI DILPOMA IV TEKNIK SIPIL
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA 2017



PROYEK AKHIR TERAPAN - RC096599

**PERENCANAAN STRUKTUR DINDING PENAHAN TANAH
AT GRADE PROYEK PEMBANGUNAN *LIGHT RAIL
TRANSIT (LRT) JAKARTA***

**DERAI TARITA HIDAY
NRP 3113 041 044**

**Dosen Pembimbing
Ir. Chomaedhi, CES, Geo.
NIP 19550319 198403 1 001**

**PROGRAM STUDI DIPLOMA IV TEKNIK SIPIL
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA 2017**



FINAL PROJECT - RC096599

THE PLANNING OF RETAINING WALL WITH AT GRADE STRUCTURE AT JAKARTA LIGHT RAIL TRANSIT DEVELOPMENT PROJET (LRT)

**DERAI TARITA HIDAY
NRP 3113 041 044**

**Supervisor Lecture
Ir. Chomaedhi, CES, Geo.
NIP 19550319 198403 1 001**

**DIPLOMA IV OF CIVIL ENGINEERING
CIVIL INFRASTRUCTURE ENGINEERING DEPARTEMENT
FACULTY OF VOCATION
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA 2017**

LEMBAR PENGESAHAN
PERENCANAAN STRUKTUR DINDING PENAHAN
TANAH AT GRADE PROYEK PEMBANGUNAN LIGHT
RAIL TRANSIT (LRT) JAKARTA
TUGAS AKHIR TERAPAN

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh
Gelar Sarjana Terapan

Pada

Program Studi Diploma IV Teknik Sipil

Departemen Teknik Infrastruktur Sipil

Fakultas Vokasi

Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya

Surabaya, 28 Juli 2017

Disusun Oleh :

MAHASISWA

DERAI TARITA HIDAY

NRP. 3113 041 044



DOSEN PEMBIMBING

13 1 JUL 2017

Ir. CHOMARIDHI, CES, Geo.

NIP. 19550319 198403 1 001



BERITA ACARA
TUGAS AKHIR TERAPAN
 PROGRAM STUDI DIPLOMA EMPAT TEKNIK SIPIL
 DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
 FAKULTAS VOKASI ITS

No. Agenda :
 037713/IT2.VI.8.1/PP.06.00/2017

Tanggal : 7/14/2017

Judul Tugas Akhir Terapan	Perencanaan Struktur Dinding Penahan Tanah At Grade Proyek Pembangunan Light Rail Transit (LRT) Jakarta		
Nama Mahasiswa	Derai Tarita Hiday	NRP	3113041044
Dosen Pembimbing 1	Ir. Chomaedhi, CES.Geo. NIP 19550319 198403 1 001	Tanda tangan	
Dosen Pembimbing 2	NIP -	Tanda tangan	

URAIAN REVISI	Dosen Penguji
1. Perhitungan momen secara manual pada dinding penahan, SAP, Plaxis 2. Momen plat beton per m di sampel 3. P.V. tiap dari plaxis tidak perlu 4. Every layer tidak perlu 5. Ge reformasi 6. Gambar pelaksanaan 1. Tabel tabel (sumber ?) 2. Bab VIII, Perintah & Kompiler dan terlihat hanya nya	 M. Khoiri, ST., MT., Ph.D. NIP 19740626 200312 1 001
	 Ir. Djoko Sulistiono, MT. NIP 19541002 198512 1 001
	NIP -
	NIP -

PERSETUJUAN HASIL REVISI			
Dosen Penguji 1	Dosen Penguji 2	Dosen Penguji 3	Dosen Penguji 4
M. Khoiri, ST., MT., Ph.D. NIP 19740626 200312 1 001	Ir. Djoko Sulistiono, MT. NIP 19541002 198512 1 001	- NIP -	- NIP -

Persetujuan Dosen Pembimbing Untuk Penjilidan Buku Laporan Tugas Akhir Terapan	Dosen Pembimbing 1	Dosen Pembimbing 2
	 Ir. Chomaedhi, CES.Geo.	



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

FAKULTAS VOKASI
 DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
 Kampus ITS, Jl. Menur 127 Surabaya 60116
 Telp. 031-5947637 Fax. 031-5938025
<http://www.diplomasipil-its.ac.id>

ASISTENSI TUGAS AKHIR TERAPAN

Nama : 1 DERAL TARITA HIDAY 2
NRP : 1 3113041099 2
Judul Tugas Akhir : PERENCANAAN STRUKTUR DINDING PENAHAN TANAH AT GRADE
 PROYEK PEMBANGUNAN LIGHT RAIL TRANSIT (LRT) JAKARTA
Dosen Pembimbing : Ir. CHOMAEDHI, CES, Geo.

No	Tanggal	Tugas / Materi yang dibahas	Tanda tangan	Keterangan		
		- Lanjutkan perhitungan tekanan tanah aktif dan tekanan tanah pasif		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		- Permodelan plaxis disesuaikan dengan kondisi yang sebenarnya		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		- perhitungan tekanan tanah dibuat sesuai dengan jarak antar pancang		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		- permodelan dengan SAP				
		- Perbaiki plaxis				
		- displacement kurang dari 1 inch		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		- permodelan sap ukuran U-shape dibuat sesuai dengan eksisting.				
		- Ka menggunakan Ka untuk gempa		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		- Plaxis gempa diperbaiki				
		- pembebanan untuk SAP		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Ket. :
 B = Lebih cepat dari jadwal
 C = Sesuai dengan jadwal
 K = Terlambat dari jadwal

**PERENCANAAN STRUKTUR DINDING PENAHAN
TANAH AT GRADE PROYEK PEMBANGUNAN LIGHT
RAIL TRANSIT (LRT) JAKARTA**

Nama Mahasiswa : Derai Tarita Hiday
NRP : 3113041044
Jurusan : DIV Teknik Sipil Departemen
Teknik Infrastruktur Sipil
FVOKASI-ITS
Dosen Pembimbing : Ir. Chomaedhi, CES, Geo.

ABSTRAK

Light Rail Transit (LRT) adalah sebuah sistem transportasi massal dengan menggunakan kereta api ringan yang sedang dibangun di Jakarta, Indonesia. Struktur LRT direncanakan akan dibangun *elevated* dengan ketinggian antara 9-12 meter di atas permukaan tanah dengan menggunakan *U-Shape Girder*. Namun, ada beberapa bagian dari struktur LRT ini yang akan dibangun tepat berada di atas tanah atau dapat disebut dengan *at grade* karena lokasi yang tidak memungkinkan untuk menggunakan struktur *elevated*. Pada struktur *at grade* LRT, *U-Shape Girder* direncanakan hampir berhimpitan dengan lereng yang berada di salah satu sisi dan kemiringan lereng hampir tegak lurus. Oleh karena itu, perlu direncanakan struktur dinding penahan tanah yang memungkinkan untuk digunakan pada struktur tersebut yaitu struktur dinding penahan tanah menggunakan *U-Shape Girder*.

Pada Pembangunan *Light Rail Transit* (LRT) *at grade*, direncanakan struktur dinding penahan tanah menggunakan *U-*

Shape Girder yang merupakan struktur utama dari LRT yang diteruskan di salah satu sisinya hingga ketinggian tertentu.

Penulisan tugas akhir dengan judul Perencanaan Struktur Dinding Penahan Tanah *at Grade* Proyek Pembangunan *Light Rail Transit* (LRT) Jakarta ini diharapkan dapat menghasilkan perencanaan dinding penahan tanah yang efektif dan efisien.

Kata kunci : dinding penahan, u-shape girder, LRT

THE PLANNING OF RETAINING WALL WITH AT GRADE STRUCTURE AT JAKARTA LIGHT RAIL TRANSIT DEVELOPMENT PROJECT (LRT)

Student Name : Derai Tarita Hiday
Student Number : 3113041044
Majors : DIV Teknik Sipil Departemen
Teknik Infrastruktur Sipil
FVOKASI-ITS
Advisor Lectturer : Ir. Chomaedhi, CES, Geo.

ABSTRACT

Light Rail Transit (LRT) is a mass transportation system using a light railway currently under construction in Jakarta, Indonesia. The LRT structure is planned to be elevated with 9-12 meters height using the U-Shape Girder. However, there are some parts of the structure that will be built right on the ground or can be called at grade because of the location that is not possible to use the elevated structures. In the LRT at-grade structure, the U-Shape Girder is planned to be almost coincident with the slopes on one side and the slope almost perpendicularly. Therefore, it is necessary to plan the structure of the retaining wall that fits with the structure by using U-Shape Girder.

In the construction of LRT with at grade structure, a retaining wall structure is planned using U-Shape Girder which is the main structure of the LRT forwarded on one side to a certain height.

The tittle of this thesis is Planning of Retaining Wall Structure at Grade Light Rail Transit Development Project (LRT)

Jakarta and is expected to have result in effective and efficient retaining wall design.

Keyword : retaining wall, u-shape girder, LRT

KATA PENGANTAR

Puji syukur terpanjatkan kehadirat Allah S.W.T. atas segala limpahan rahmat, hidayah, dan karunia-Nya, serta shalawat dan salam tercurah kepada Nabi Muhammad S.A.W. sehingga laporan proyek akhir ini dapat terselesaikan.

Tersusunnya proyek akhir ini juga tidak terlepas dari dukungan dan motivasi dari berbagai pihak yang telah banyak membantu dan memberi masukan serta arahan. Untuk itu begitu banyak ucapan terimakasih kepada:

1. Kedua orang tua serta saudara tercinta, sebagai penyemangat dan telah memberikan banyak dukungan moril maupun materiil, serta doa.
2. Bapak Dr. Machsus ST., MT., selaku kepala koordinator Program Studi Diploma Sipil ITS.
3. Bapak Ir. Ibnu Pudji Rahardjo, MS. selaku dosen wali.
4. Bapak Ir. Chomaedhi, CES, Geo. selaku Dosen Pembimbing yang telah banyak memberikan bimbingan, arahan, petunjuk, dan motivasi dalam penyusunan proyek akhir ini.
5. Teman-teman terdekat yang tidak bisa disebutkan satu-persatu, terimakasih atas bantuan dan saran selama proses pengerjaan proyek akhir ini.

Disadari bahwa dalam penyusunan proyek akhir ini terdapat masih banyak kekurangan dan masih jauh dari kesempurnaan, untuk itu diharapkan terdapat kritik dan saran yang membangun demi kesempurnaan proyek akhir ini.

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
ABSTRACT	iii
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xvii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Manfaat.....	2
1.4 Batasan Masalah	2
1.5 Manfaat.....	3
1.6 Peta Lokasi	3
1.7 Eksisting dan Rencana.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	9
2.1 Tanah	9
2.2 Penentuan Parameter Tanah	10
2.2.1 N-SPT (<i>Standard Penetration Test</i>)	10
2.2.2 Sudut Geser Friksi Tanah (\emptyset)	10
2.2.3 Kohesi (C_u)	11
2.3 Dinding Penahan Tanah.....	12
2.3.1 <i>U-Shape Girder</i>	12

2.4	Perencanaan Dinding Penahan Tanah	12
2.5	Perencanaan Pondasi	13
2.6	Data Bahan	14
2.6.1	Beton	14
2.6.2	Baja.....	15
2.7	Tekanan Tanah Lateral	16
2.7.1	Tekanan Tanah Dalam Keadaan Diam....	17
2.7.2	Tekanan Tanah Aktif.....	20
2.7.3	Tekanan Tanah Pasif Menurut Rankine ..	23
2.8	Stabilitas Dinding Penahan Tanah.....	25
2.8.1	Stabilitas terhadap Guling	25
2.8.2	Stabilitas terhadap Geser	26
2.8.3	Stabilitas Keruntuhan Daya Dukung Tanah	26
2.9	Analisis Pembebanan Struktur LRT	28
2.9.1	Beban mati.....	28
2.9.2	Beban mati tambahan	29
2.9.3	Beban hidup kendaraan	29
2.9.4	Beban kejut.....	32
2.9.5	Beban angin pada struktur	33
2.9.6	Beban angin pada kendaraan	33
2.9.7	Beban gempa	33
2.10	Sambungan Pada U-Shape Girder	38

2.11	<i>Waterstop</i>	40
2.10.1	<i>PVC Waterstop</i>	40
2.10.2	<i>Swellable Waterstop</i>	41
BAB III	METODOLOGI	43
3.1	Metode Perencanaan.....	43
3.2	Uraian Metode.....	43
3.2.1	Pengumpulan Data.....	43
3.2.2	<i>Preliminary Design</i>	44
3.2.3	Analisa Pembebanan.....	44
3.2.4	Pemodelan Struktur.....	45
3.2.5	Kontrol Desain dan Stabilitas.....	48
3.2.6	Gambar Rencana.....	49
3.3	Metode Pelaksanaan.....	49
3.4	Diagram Alir.....	51
BAB IV	ANALISA DATA	53
4.1	Data Tanah.....	53
4.1.1	Berat Jenis Tanah (γ).....	53
4.1.2	Kohesi (c) dan Sudut Geser Tanah (\emptyset)...53	
4.1.3	N-SPT.....	54
4.2	Data Bahan.....	54
BAB V	PERHITUNGAN PEMBEBANAN	55
5.1	Beban Mati.....	55
5.2	Beban Mati Tambahan.....	55

5.3	Beban Hidup Kendaraan.....	56
5.4	Beban Kejut.....	56
5.5	Beban Longitudinal.....	56
5.6	Beban Angin Pada Kendaraan.....	56
5.7	Beban Angin Pada Struktur.....	60
5.8	Beban Gempa.....	63
5.9	Tekanan Tanah Lateral.....	70
BAB VI	PERHITUNGAN STRUKTUR.....	79
6.1	Perhitungan Tinggi Kritis.....	79
6.2	Pemodelan Struktur Dengan Plaxis.....	80
6.3	Pemodelan Struktur Dengan SAP 2000.....	86
6.4	Perhitungan Momen.....	89
6.4.1	Perhitungan Momen Pada Pelat.....	89
6.4.2	Perhitungan Momen Pada Dinding.....	95
6.4.3	Rekapitulasi Momen.....	99
6.5	Perhitungan Tulangan.....	99
6.5.1	Perhitungan Tulangan Pelat.....	99
6.5.2	Perhitungan Tulangan Dinding.....	101
6.6	Perencanaan Pondasi.....	102
6.7	Kontrol Stabilitas Dinding Penahan.....	110
BAB VII	METODE PELAKSANAAN.....	115
BAB VIII	PENUTUP.....	121
8.1	Kesimpulan.....	121

DAFTAR PUSTAKA	123
LAMPIRAN.....	125

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1	Peta Lokasi Pembangunan Proyek <i>Light Rail Transit</i> (LRT) Jakarta.....	4
Gambar 1. 2	Rute <i>Light Rail Transit</i> (LRT) Jakarta	4
Gambar 1. 3	<i>Light Rail Transit</i> (LRT) Jakarta Struktur At Grade	5
Gambar 1. 4	Kondisi eksisting lokasi proyek	6
Gambar 1. 5	<i>U-Shape Girder</i> Eksisting dan <i>U-Shape Girder</i> Rencana.....	7
Gambar 1. 6	Kondisi eksisting lokasi proyek	7
Gambar 2. 1	Diagram fase tanah.....	10
Gambar 2. 2	Tekanan tanah dalam keadaan diam (<i>at rest</i>).....	17
Gambar 2. 3	Distribusi tekanan tanah dalam keadaan diam (<i>at rest</i>)	19
Gambar 2. 4	Tekanan tanah aktif menurut Rankine	22
Gambar 2. 5	Tekanan tanah pasif menurut Rankine	24
Gambar 2. 6	Faktor daya dukung tanah terzaghi	28
Gambar 2. 7	Spesifikasi Kereta.....	30
Gambar 2. 8	Ilustrasi realisasi LRT 6 kereta (1 trainset).....	32
Gambar 2. 10	Spektrum Rencana Gempa (2013)	37
Gambar 2. 11	Potongan Memanjang LRT at grade	39
Gambar 2. 12	Potongan Memanjang LRT at grade	39
Gambar 2. 13	Sambungan Balok Gerber	39
Gambar 2. 14	Detail Balok Gerber	40
Gambar 2. 15	PVC Waterstop.....	41
Gambar 2. 16	Swellable Waterstop.....	41
Gambar 3. 1	Potongan melintang <i>U-Shape Girder at grade</i>	44

Gambar 5. 1	Peta percepatan puncak di batuan dasar (PGA) untuk probabilitas terlampaui 7% dalam 75 tahun	66
Gambar 5. 2	Peta respons spektra percepatan 0,2 detik di batuan dasar untuk probabilitas terlampaui 7% dalam 75 tahun.....	66
Gambar 5. 3	Peta respons spektra 1 detik di batuan dasar untuk probabilitas terlampaui 7% dalam 75 tahun	67
Gambar 5. 4	Grafik respon spektrum.....	69
Gambar 5. 5	pembebanan akibat tekanan tanah.....	70
Gambar 5. 6	pembebanan akibat tekanan tanah dan air.....	70
Gambar 5. 7	Diagram tekanan tanah.....	74
Gambar 6. 1	Pemodelan pada Plaxis.....	84
Gambar 6. 2	Hasil pemodelan.....	85
Gambar 6. 3	Momen pelat dengan pemodelan Plaxis.....	85
Gambar 6. 4	Momen dinding pada pemodelan Plaxis	86
Gambar 6. 5	Deformasi pada tiang pancang	86
Gambar 6. 6	Pemodelan struktur LRT at grade dengan SAP 2000.....	88
Gambar 6. 7	Momen pelat pada pemodelan SAP	88
Gambar 6. 8	Momen dinding pada pemodelan SAP	89
Gambar 6. 9	Pemodelan beban yang terjadi pada pelat	90
Gambar 6. 10	Bidang momen yang terjadi pada pelat.....	92
Gambar 6. 11	Koefisien X untuk perhitungan momen pelat.....	94
Gambar 6. 12	Pemodelan pembebanan pada dinding	96
Gambar 6. 13	Bidang momen yang terjadi pada dinding.....	96
Gambar 6. 14	Koefisien X untuk perhitungan momen pelat.....	98
Gambar 6. 15	Diagram perhitungan dari intensitas daya dukung ultimate tanah pondasi pada ujung tiang	105
Gambar 6. 16	Denah pondasi untuk C1TM 102	108

Gambar 6. 17	Potongan melintang u-shape untuk perhitungan kontrol stabilitas guling dan geser.....	110
Gambar 7. 1	Pembuatan kantor proyek dan direksi keet.....	115
Gambar 7. 2	Pemasangan pagar pembatas proyek.....	116
Gambar 7. 3	Galian dan perataan tanah	116
Gambar 7. 4	Pengukuran titik-titik pondasi	117
Gambar 7. 5	Pemancangan spun pile	118
Gambar 7. 6	Pengelasan sambungan tiang.....	118
Gambar 7. 7	Pemasangan bekisting dan penulangan	119
Gambar 7. 8	pekerjaan pengecoran pelat dan dinding	120

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1	Tebal Selimut Beton Nominal	15
Tabel 2. 2	Sifat Mekanis Baja.....	16
Tabel 2. 3	Komposisi Pembebanan.....	30
Tabel 2. 4	Beban Penumpang	31
Tabel 2. 5	Beban Kereta dan Penumpang	31
Tabel 2. 6	Spesifikasi Kelas Situs.....	35
Tabel 2. 7	Faktor Amplifikasi Periode 0 detik dan 0,2 detik (F_{PGA}/F_A)	36
Tabel 2. 8	Besarnya nilai faktor amplifikasi untuk periode 1 detik (F_v)	36
Tabel 3. 1	Kombinasi beban servis.....	45
Tabel 3. 2	Kombinasi pembebanan.....	45
Tabel 3. 3	Parameter Tanah pada Model Geometri	47
Tabel 4. 1	Rekapitulasi nilai kohesi dan sudut geser	54
Tabel 5. 1	Beban mati tambahan.....	55
Tabel 5. 2	Rekapitulasi beban angin yang terjadi terhadap kendaraan.....	57
Tabel 5. 3	Rekapitulasi beban angin yang terjadi terhadap struktur.....	60
Tabel 5. 4	Data N-SPT tanah.....	63
Tabel 5. 5	Kelas situs tanah	65
Tabel 5. 6	Faktor amplifikasi untuk periode 0 detik dan 0,2 detik (F_{PGA} / F_a).....	67
Tabel 5. 7	Besarnya nilai faktor amplifikasi untuk periode 1 detik (F_v)	68
Tabel 5. 8	Rekapitulasi perhitungan beban gempa	69
Tabel 5. 9	Rekapitulasi tekanan tanah lateral	75
Tabel 6. 1	Rekapitulasi perhitungan tinggi kritis tanah	79
Tabel 6. 2	modulus young.....	81

Tabel 6. 3	Angka poisson.....	82
Tabel 6. 4	Parameter tanah dalam pemodelan dengan menggunakan Plaxis	82
Tabel 6. 5	Parameter bahan dalam pemodelan dengan menggunakan Plaxis	83
Tabel 6. 6	Parameter bahan dalam melakukan pemodelan SAP	87
Tabel 6. 7	Hasil perhitungan momen dengan metode cross	91
Tabel 6. 8	Rekapitulasi hasil perhitungan momen.....	99
Tabel 6. 9	Data N-SPT tanah.....	103
Tabel 6. 10	Rekapitulasi hasil perhitungan daya dukung pondasi	108
Tabel 6. 11	Rekapitulasi hasil perhitungan daya dukung tiang pancang kelompok	110
Tabel 6. 12	Hasil perhitungan momen akibat berat sendiri u-shape	111
Tabel 6. 13	Hasil perhitungan momen tahanan	112
Tabel 6. 14	Hasil perhitungan momen yang menyebabkan guling	112
Tabel 6. 15	Rekapitulasi hasil perhitungan kontrol stabilitas guling dan geser	113

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Light Rail Transit atau LRT adalah sebuah sistem transportasi massal dengan menggunakan kereta api ringan yang sedang dibangun di Jakarta, Indonesia. LRT ini dibangun untuk mengurangi kemacetan yang ada di ibukota dan menghubungkan Jakarta dengan kota-kota di sekitarnya (Jabodetabek). Pembangunan LRT terbagi menjadi dua tahap dengan panjang 42,1 km untuk tahap pertama dan 41,5 km untuk tahap kedua.

Struktur LRT direncanakan akan dibangun *elevated* dengan ketinggian antara 9-12 meter di atas permukaan tanah menggunakan *U-Shape Girder*. Namun, ada beberapa bagian dari struktur LRT ini yang akan dibangun tepat berada di atas tanah (*non elevated*) atau dapat disebut dengan *at grade*. Untuk struktur *at grade*, dibutuhkan konstruksi dinding penahan tanah untuk menjaga kestabilan tanah dan mencegah terjadinya keruntuhan tanah, sehingga perlu diperhatikan mengenai aspek geotekniknya.

Pada tugas akhir ini penulis akan merencanakan struktur dinding penahan tanah dengan mengubah dimensi dari struktur *U-Shape Girder*. Penulis merencanakan struktur dinding penahan tanah dengan menggunakan *U-Shape Girder* karena lahan yang terbatas dan kemiringan tebing hampir tegak lurus, yang tidak memungkinkan untuk digunakan struktur lain sebagai dinding penahan tanah seperti *secant pile* dan lainnya. Perencanaan konstruksi dinding penahan tanah ini

diharapkan dapat menghasilkan perencanaan yang efektif dan efisien.

1.2 Rumusan Masalah

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

1. Merencanakan struktur dinding penahan tanah menggunakan *U-Shape Girder* yang berhimpitan dengan tebing yang cukup tinggi.
2. Menganalisa stabilitas struktur *U-Shape Girder* sebagai dinding penahan tanah
3. Metode pelaksanaan konstruksi dinding penahan tanah menggunakan struktur *U-Shape Girder*

1.3 Manfaat

Tujuan penyusunan Tugas Akhir ini adalah:

1. Mampu menganalisa gaya-gaya yang terjadi pada konstruksi dinding penahan tanah.
2. Mampu merencanakan konstruksi dinding penahan tanah dengan menggunakan struktur *U-Shape Girder*.
3. Mampu menganalisa stabilitas struktur *U-Shape Girder* sebagai dinding penahan tanah.
4. Mampu mengetahui metode pelaksanaan konstruksi dinding penahan tanah menggunakan struktur *U-Shape Girder*.

1.4 Batasan Masalah

Di dalam penyusunan Tugas Akhir ini yang menjadi batasan masalah dalam perencanaan konstruksi dinding penahan tanah ini adalah:

1. Masalah yang ditinjau hanya perencanaan dinding penahan tanah pada Proyek Pembangunan *Light Rapid Transit* (LRT) Jakarta C1TM 082A hingga C1TM 105D.
2. Tidak merencanakan struktur sekunder dan arsitektur pada Proyek Pembangunan *Light Rapid Transit* (LRT) Jakarta.
3. Manajemen konstruksi yang dibahas hanya sebatas metode pelaksanaan.

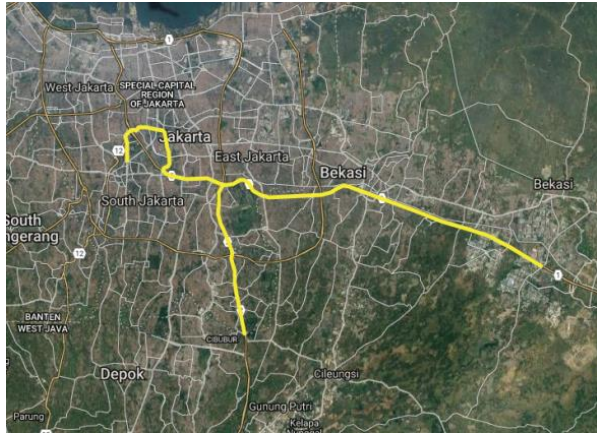
1.5 Manfaat

Manfaat penyusunan Tugas Akhir ini adalah:

1. Dapat merencanakan konstruksi dinding penahan tanah yang efektif dan efisien.
2. Dapat merencanakan konstruksi dinding penahan tanah menggunakan struktur *U-Shape Girder*.
3. Dapat menjadi referensi bagi perencanaan konstruksi dinding penahan tanah berikutnya.

1.6 Peta Lokasi

Light Rail Transit (LRT) dibangun untuk menghubungkan Ibukota Jakarta dengan kota-kota disekitarnya (Jabodetabek). Pembangunan LRT terbagi menjadi dua tahap dengan panjang 42,1 km untuk tahap pertama dengan rute Cibubur-Cawang, Bekasi Timur-Cawang, Cawang-Dukuh Atas dengan 18 stasiun dan 41,5 km untuk tahap kedua dengan rute Cibubur-Bogor, Dukuh Atas-Palmerah-Senayan, dan Palmerah Grogol.

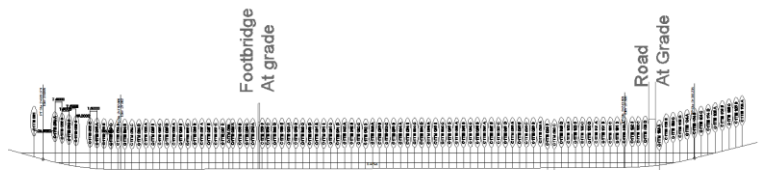


Gambar 1. 1 Peta Lokasi Pembangunan Proyek *Light Rail Transit (LRT)* Jakarta



Gambar 1. 2 Rute *Light Rail Transit (LRT)* Jakarta

Pada Proyek Pembangunan Light Rail Transit (LRT) Jakarta struktur at grade perlu direncanakan dinding penahan tanah untuk mencegah terjadinya kelongsoran. Struktur dinding penahan tanah pada proyek akhir ini direncanakan mulai dari C1TM 082A hingga C1TM 105D.



Gambar 1. 3 *Light Rail Transit (LRT) Jakarta Struktur At Grade*

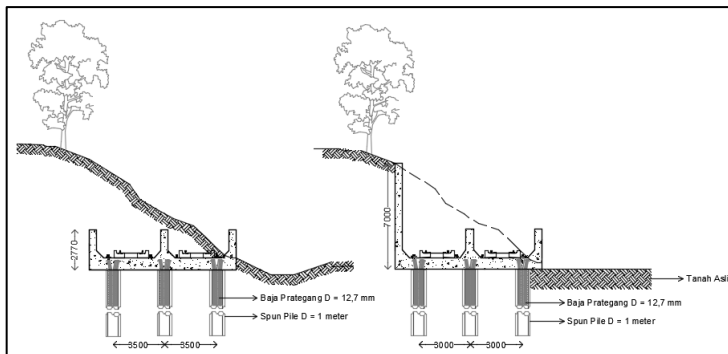
1.7 Eksisting dan Rencana

Struktur LRT *at grade* direncanakan berada pada sisi bawah tebing sehingga mengharuskan perencana untuk mengikis sebagian tebing tersebut. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar berikut:



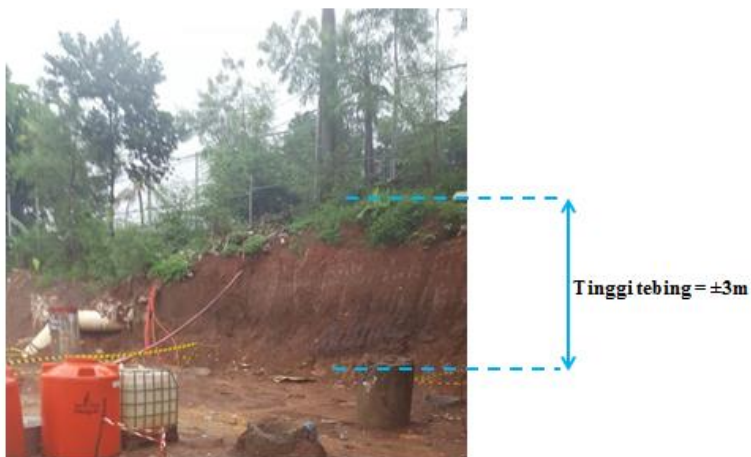
Gambar 1. 4 Kondisi eksisting lokasi proyek

Untuk menghindari terjadinya kelongsoran, maka direncanakan digunakan struktur dinding penahan tanah pada tebing. Karena struktur LRT yang sangat berhimpitan dengan tebing dan lahan yang terbatas, maka direncanakan dinding penahan tanah dari *U-Shape Girder* yang merupakan struktur utama dari LRT. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 1. 5 *U-Shape Girder* Eksisting dan *U-Shape Girder* Rencana

Ketinggian tebing bervariasi. Untuk tebing dengan ketinggian kurang dari 3 meter dan jika terdapat lahan yang cukup, maka direncanakan digunakan turap berupa *Corrugated Concrete Sheet Pile* (CCSP) sebagai dinding penahan tanah.



Gambar 1. 6 Kondisi eksisting lokasi proyek

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB II

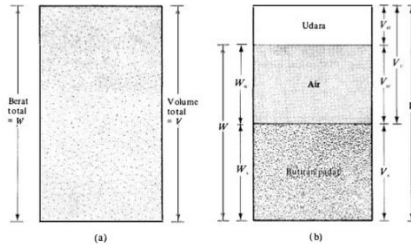
TINJAUAN PUSTAKA

Dalam melakukan perencanaan konstruksi dinding penahan tanah ini merujuk pada beberapa tata cara desain bangunan dan juga pada beberapa referensi khusus yang lazim digunakan. Beberapa acuan tersebut adalah:

1. Mekanika Tanah dan Teknik Pondasi – Dr. Ir. Suyono Sosrodarsono
2. Mekanika Tanah (Prinsip-prinsip Rekayasa Geoteknis) Jilid 2 – Braja M. Das
3. Mekanika Tanah 1 – Hary Christady Hardiyatmo
4. Peraturan Menteri Perhubungan PM. 60 Tahun 2012
5. American Railway Engineering and Maintenance of Way Association (AREMA)
6. American Concrete Institute (ACI)
7. International union of Railway (UIC)
8. AASHTO LRFD

2.1 Tanah

Tanah dapat didefinisikan sebagai material yang terdiri dari agregat (butiran) mineral-mineral padat yang tidak tersementasi (terikat secara kimia) satu sama lain dan dari bahan-bahan organik yang telah melapuk (yang berpartikel padat) disertai dengan zat cair dan gas yang mengisi ruang-ruang kosong di antara partikel-partikel padat tersebut. Untuk membuat hubungan volume – berat agregat tanah, tiga fase (yaitu: butiran padat, air, dan udara) dipisahkan seperti ditunjukkan dalam Gambar 2.1



Gambar 2. 1 Diagram fase tanah

2.2 Penentuan Parameter Tanah

2.2.1 N-SPT (*Standard Penetration Test*)

Standard Penetration Test (SPT) merupakan pengujian yang bertujuan untuk mengetahui kedalaman lapisan tanah keras serta sifat daya dukung setiap kedalaman. Dengan mengetahui jenis tanah tersebut, dapat dilakukan stabilitas dan perhitungan desain pondasi dan dapat diketahui respon seismic lokasi untuk merancang bangunan tahan gempa.

Standard tentang “Cara Uji Penetrasi Lapangan dengan SPT” di Indonesia menggunakan SNI 4153-2008 yang mengacu pada ASTM D 1586-84 “*Standard penetration test and split barrel sampling of soils*”

2.2.2 Sudut Geser Friksi Tanah (ϕ)

2.2.2.1 Korelasi Data SPT (*Standard Penetration Test*)

Sudut geser friksi tanah dapat dijumpai pada tanah jenis granular atau pasir (*sand*). Parameter tanah jenis ini sangat diperlukan dalam analisis dan desain baik untuk pondasi dalam maupun pondasi dangkal.

Sebuah persamaan yang bisa dipakai untuk menentukan sudut geser friksi dari nilai N-SPT adalah sebagai berikut (Dunham, 1954):

$$\phi = \sqrt{12(N_1)_{60} + 15^\circ} \quad (2.1)$$

dimana:

ϕ = sudut geser friksi ($^\circ$)

$(N_1)_{60}$ = nilai N-SPT yang telah dikoreksi terhadap prosedur tes dan terhadap tegangan vertikal

2.2.3 Kohesi (C_u)

2.2.3.1 Korelasi Data SPT (Standard Penetration Test)

Lain halnya dengan tanah granular, parameter tanah yang satu ini atau yang dikenal sebagai kohesi dapat dijumpai pada tanah jenis lempung (*clay*). Dan parameter kohesi ini juga memegang peran penting dalam hal analisa pondasi terutama pada tanah lempung (*clay*).

Besarnya nilai kohesi untuk kondisi *undrained* untuk tanah lempung yang tidak sensitif dapat dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut (Stroud, 1974):

$$C_u = KN_{60} \text{ kN/m}^2 \quad (2.2)$$

dimana:

C_u = kohesi untuk kondisi *undrained*

K = 3,5 sampai dengan 6,5

N_{60} = hasil koreksi N-SPT terhadap metode pelaksanaan lapangan

2.3 Dinding Penahan Tanah

Dinding penahan tanah adalah suatu bangunan yang dibangun untuk mencegah keruntuhan tanah yang curam atau lereng yang dibangun di tempat di mana kemantapannya tidak dapat dijamin oleh lereng tanah itu sendiri, menyokong tanah serta mencegahnya dari bahaya kelongsoran. Baik akibat beban air hujan, berat tanah itu sendiri maupun akibat beban yang bekerja di atasnya. Jenis-jenis dinding penahan tanah bermacam-macam, disesuaikan dengan keadaan lapangan dan aplikasi yang akan digunakan.

2.3.1 *U-Shape Girder*

Perencanaan dinding penahan tanah pada Proyek Pembangunan *Light Rapid Transit* (LRT) menggunakan struktur *U-Shape Girder*. Dengan menggunakan struktur *U-Shape Girder* sebagai dinding penahan tanah, maka harus memperhitungkan struktur girder tidak hanya sebagai lantai kendaraan LRT tetapi juga sebagai dinding penahan tanah. Untuk pembeban LRT akan di bahas pada sub bab 2.7 Analisa Pembebanan Struktur LRT.

2.4 Perencanaan Dinding Penahan Tanah

Hal-hal dasar dalam merencanakan dinding penahan tanah dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. Beban yang digunakan dalam perencanaan
 - a. Berat sendiri tembok penahan
Berat sendiri tembok penahan yang digunakan dalam perhitungan kemantapan (*stability*) adalah berat dinding penahan tanah itu sendiri dan berat tanah pada bagian atas tumit pelat lantai.
 - b. Tekanan tanah

Tekanan tanah akan dijelaskan lebih rinci pada sub bab 2.4 Tekanan Tanah Lateral

- c. Pembebanan
Apabila permukaan tanah di belakang dinding akan digunakan untuk jalan raya atau lainnya, maka pembebanan itu harus dimasukkan dalam perhitungan.
 - d. Beban lainnya
Beban lainnya seperti daya apung dan tekanan air bila disebutkan maka beban itu harus dimasukkan dalam perhitungan.
2. Kemantapan tembok penahan
 - a. Kemantapan terhadap guling
 - b. Kemantapan terhadap longsor
 - c. Kemantapan terhadap daya dukung pondasi
 - d. Kemantapan keseluruhan sistem termasuk penanggulangan atau pengisian pada bagian belakang dan tanah pondasi sebagai suatu kesatuan.

2.5 Perencanaan Pondasi

Perhitungan daya dukung tiang pancang baik dari arah vertikal dan horizontal dihitung dengan menggunakan metode spring constant. Perbandingan tekanan tanah aktif dan pasif biasanya kurang lebih adalah 1 : 2-3. Dengan metode spring constant ini akan dimodelkan perbandingan tekanan tanah aktif dan tekanan tanah pasif adalah 1 : 1, jadi kekuatan tekanan tanah pasif yang akan melawan tekanan tanah aktif dimodelkan setara dengan kekuatan tanah aktif yang terjadi. Metode ini memodelkan keliling permukaan

sepanjang tiang pancang adalah spring/pegas dan ujung tiang adalah rol.

Salah satu contoh rumus yang digunakan adalah spring constant nakazawa.

- Perhitungan daya dukung vertikal

$$K_v = 0,2 \cdot E_o \cdot D^{-0,75} \cdot A$$

Keterangan :

K_v : daya dukung vertikal (T/m)

E_o : 28 N (N = jumlah SPT tiap 1 m) (kg/cm²)

D : diameter tiang pancang (cm)

A : luas permukaan tiang pancang (cm²)

- Perhitungan daya dukung horizontal

$$K = 0,2 \cdot E_o \cdot D^{-0,75} \cdot y^{-0,75}$$

Keterangan :

Y : tinjauan per 1 cm

$$K_x = K_y = K \cdot D \cdot D_z$$

Keterangan:

D_z : kedalaman tinjauan (m)

2.6 Data Bahan

2.6.1 Beton

Berdasarkan RSNI T-12-2004 beton dengan kuat tekan (benda uji silinder) yang kurang dari 20 MPa tidak dibenarkan untuk digunakan dalam pekerjaan struktur beton untuk jembatan, kecuali untuk pembetonan yang tidak dituntut persyaratan kekuatan.

a. *Elasticity of concrete* (E_c)

Adalah amdulus elastisitas beton (E_c) berdasarkan SNI 2847 – 2013 untuk beton normal dapat ditentukan dengan persamaan berikut :

$$E_c = 4700\sqrt{f_c'} \quad (2.3)$$

f_c' = kuat tekan silinder beton 28 hari

b. Tebal selimut beton

Tebal selimut beton beton direncanakan menurut keadaan lingkungan jembatan dan mutu beton yang digunakan, berdasarkan RSNI T-12-2004

Tabel 2. 1 Tebal Selimut Beton Nominal

Klasifikasi Lingkungan	Tebal selimut beton nominal (mm) untuk beton dengan kuat tekan f_c' yang tidak kurang dari				
	20 MPa	25 MPa	30 MPa	35 Mpa	40 MPa
A	35	30	25	25	25
B1	65	45	40	35	25
B2	75	55	45	35	B2
C			90	70	60

2.6.2 Baja

a. Tegangan leleh

Menurut SNI T-12-2004 kuat Tarik leleh (F_y) ditentukan dari pengujian, tetapi perencanaan tulangan tidak boleh didasarkan pada kuat leleh f_y yang melebihi 550 MPa. Sedangkan sifat mekanis baja structural menurut SNI T-03-2005 adalah sebagai berikut :

Tabel 2. 2 Sifat Mekanis Baja

Jenis baja	Tegangan putus minimum, F_u (MPa)	Tegangan leleh minimum, F_y (MPa)	Peregangan minimum (%)
BJ 34	340	210	22
BJ 37	370	240	20
BJ 41	410	250	18
Bj 50	500	290	16
Bj 55	550	410	13

Sifat-sifat mekanis baja structural lainnya yang dimaksud perencanaan ditetapkan sebagai berikut :

Elasticity of steel (E_s) = 200.000 MPa

Modulus geser (G) = 80.000 MPa

Angka poisson (μ) = 0,3

Koefisien pemuaian (α) = 12×10^{-6} per °C

b. Tegangan ijin

Tegangan ijin pada pembeban non-prategang boleh diambil dari ketentuan di bawah ini :

- Tulangan dengan $f_y = 300$ MPa, tidak boleh diambil melebihi 140 MPa
- Tulangan dengan $f_y = 400$ MPa, atau lebih, dan anyaman kawat las (polos atau ulir) tidak boleh diambil melebihi 170 MPa

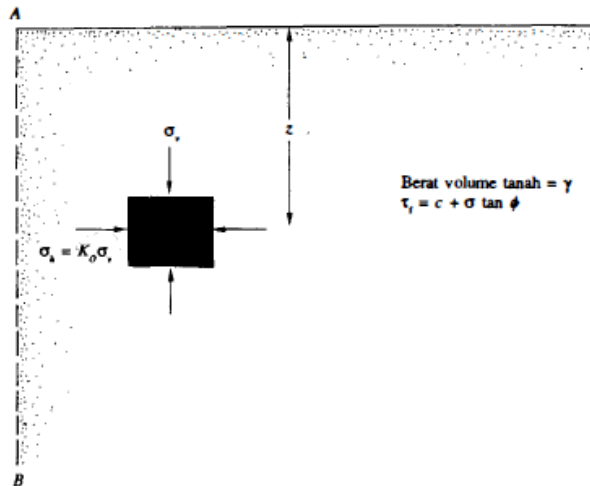
2.7 Tekanan Tanah Lateral

Konstruksi penahan tanah seperti dinding penahan, dinding bangunan bawah tanah (basement), dan turap baja, pada umumnya digunakan dalam teknik pondasi,

konstruksi penahan tanah tersebut biasanya digunakan untuk menahan massa tanah dengan talud vertikal. Agar dapat merencanakan konstruksi penahan tanah dengan benar, maka kita perlu mengetahui gaya horisontal yang bekerja antara konstruksi penahan dan massa tanah yang ditahan. Gaya horisontal tadi disebabkan oleh tekanan tanah arah horisontal.

2.7.1 Tekanan Tanah Dalam Keadaan Diam

Pada Gambar 2.2 dapat dilihat bahwa massa tanah dibatasi oleh dinding dengan permukaan licin (*frictionless wall*) AB yang dipasang sampai kedalaman tak terhingga. Suatu elemen tanah yang terletak pada kedalaman z akan terkena tekanan arah vertikal σ_z , dan tekanan arah horisontal σ_h .



Gambar 2. 2 Tekanan tanah dalam keadaan diam (*at rest*)

Bila dinding AB dalam keadaan diam, yaitu bila dinding tidak bergerak ke salah satu arah baik ke kanan maupun ke kiri dari posisi awal, maka massa tanah akan berada dalam keadaan keseimbangan elastis (*elastic equilibrium*). Rasio tekanan arah horisontal dan tekanan arah vertikal dinamakan "koefisien tekanan tanah dalam keadaan diam (*coefficient of earth pressure at rest*), K_0 ", atau :

$$K_0 = \frac{\sigma_h}{\sigma_v} \quad (2.4)$$

Karena, $\sigma_v = \gamma z$, maka:

$$\sigma_h = K_0(\gamma z) \quad (2.5)$$

Untuk tanah berbutir, koefisien tekanan tanah dalam keadaan diam dapat diwakili oleh hubungan empiris yang diperkenalkan oleh Jaky (1944), yaitu:

$$K_0 = 1 - \sin \phi \quad (2.6)$$

Brooker dan Ireland (1965) menyarankan agar kita menggunakan persamaan berikut ini untuk menghitung harga K_0 dari tanah lempung yang terkonsolidasi normal (*normally consolidated*):

$$K_0 = 0,95 - \sin \phi \quad (2.7)$$

dimana sudut ϕ dalam persamaan di atas adalah sudut geser tanah dalam keadaan air teralirkan (*drained*).

Untuk tanah lempung yang terkonsolidasi lebih (*overconsolidated*), koefisien tekanan tanah dalam keadaan diam (*at rest*) dapat diperkirakan sebagai berikut:

$$K_0 (\text{overconsolidated}) = K_0 (\text{normally consolidated}) \sqrt{\text{OCR}} \quad (2.8)$$

dengan:

OCR = *overconsolidation ratio* (rasio terkonsolidasi lebih)

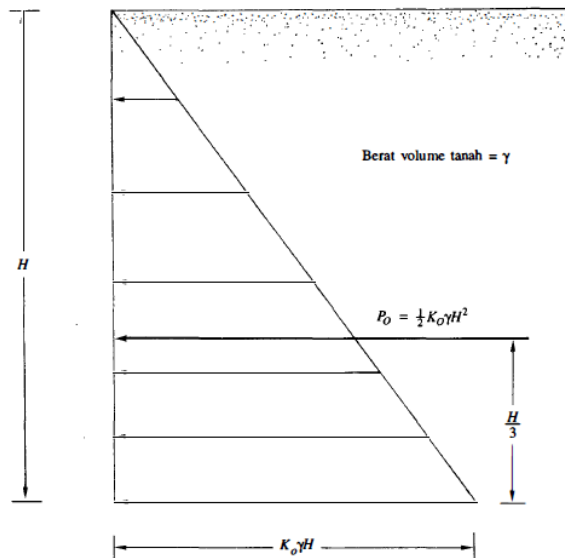
$$\text{OCR} = \frac{\text{tekanan pra konsolidasi}}{\text{tekanan efektif akibat lapisan tanah di atasnya}} \quad (2.9)$$

Untuk tanah lempung yang terkonsolidasi normal, persamaan empiris yang lain untuk K_0 telah diperkenalkan oleh Alpan (1967), yaitu:

$$K_0 = 0,19 + 0,233 \log(\text{PI}) \quad (2.10)$$

dengan

PI = indeks plastis



Gambar 2. 3 Distribusi tekanan tanah dalam keadaan diam (*at rest*)

Pada gambar di atas dapat ditunjukkan bahwa distribusi tekanan tanah dalam keadaan diam yang bekerja pada dinding setinggi H . Gaya total per satuan lebar dinding, P_0 , adalah sama dengan luas dari diagram tekanan tanah yang bersangkutan. Jadi,

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

2.7.2 Tekanan Tanah Aktif

Pada Gambar 2.2 ditunjukkan bahwa suatu massa tanah yang dibatasi oleh tembok dengan permukaan licin, AB, yang dipasang sampai kedalaman tak terhingga. Tegangan-tegangan utama arah vertikal dan horisontal (total dan efektif) pada elemen tanah di suatu kedalaman z adalah berturut-turut σ_v dan σ_h . Apabila dinding AB tidak diijinkan bergerak sama sekali, maka $\sigma_h = K_0 \sigma_v$. Kondisi tegangan dalam elemen tanah tadi dapat diwakili oleh lingkaran Mohr a seperti pada Gambar 2.4 (b).

Bila kondisi dinding AB diijinkan bergerak menjauhi massa tanah secara perlahan-lahan, maka tegangan utama arah horisontal akan berkurang secara terus menerus. Akhirnya suatu kondisi, yaitu kondisi keseimbangan plastis, akan dicapai bila kondisi tegangan di dalam elemen tanah dapat diwakili oleh lingkaran Mohr b, dan kelonggaran di dalam tanah terjadi. Keadaan tersebut di atas dinamakan sebagai "kondisi aktif menurut Rankine (*Rankine's Active State*); tekanan σ_a yang bekerja pada bidang vertikal (yang merupakan bidang utama) adalah tekanan tanah aktif menurut Rankine (*Rankine's active earth pressure*). Berikut ini adalah penurunan dari σ_a sebagai fungsi y , z , c , dan ϕ .

$$\sin \phi = \frac{CD}{AC} = \frac{CD}{AO + OC} \quad (2.12)$$

dengan:

$$CD = \text{jari - jari lingkaran keruntuhan} = \frac{\sigma_v - \sigma_a}{2}$$

$$AO = c \cot \phi$$

$$OC = \frac{\sigma_v + \sigma_a}{2}$$

sehingga:

$$\sin \phi = \frac{\frac{\sigma_v - \sigma_a}{2}}{c \cot \phi + \frac{\sigma_v + \sigma_a}{2}}$$

$$c \cos \phi + \frac{\sigma_v + \sigma_a}{2} \sin \phi = \frac{\sigma_v - \sigma_a}{2}$$

$$\sigma_a = \sigma_v \frac{1 - \sin \phi}{1 + \sin \phi} - 2c \frac{\cos \phi}{1 + \sin \phi} \quad (2.13)$$

Dalam kasus ini, $\sigma_v = \text{tekanan efektif akibat lapisan tanah di atasnya} = \gamma z$

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

$$\frac{\cos \phi}{1 + \sin \phi} = \tan \left(45 - \frac{\phi}{2} \right)$$

Dengan memasukkan persamaan-persamaan di atas ke dalam Persamaan (2.14), kita dapatkan:

$$\sigma_a = \gamma z \tan^2 \left(45 - \frac{\phi}{2} \right) - 2c \tan \left(45 - \frac{\phi}{2} \right) \quad (2.14)$$

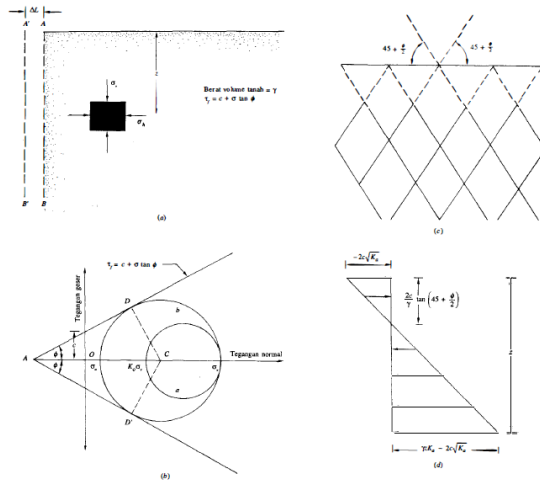
Variasi σ_a dengan kedalaman diberikan dalam Gambar 2.4 (d). Untuk tanah yang tidak berkohesi (*cohesionless soil*), $c = 0$ maka:

$$\sigma_a = \sigma_v \tan^2 \left(45 - \frac{\phi}{2} \right) \tag{2.15}$$

Rasio σ_a dan σ_v dinamakan koefisien tekanan tanah aktif, K_a Atau:

$$K_a = \frac{\sigma_a}{\sigma_v} = \tan^2 \left(45 - \frac{\phi}{2} \right) \tag{2.16}$$

Dari Gambar 2.4 (b) kita dapat melihat bahwa bidang runtuh di dalam tanah membentuk sudut $\pm (45 + (\phi : 2))$ dengan arah dari bidang utama besar (major principal plane), yaitu, bidang horisontal. Bidang runtuh ini dinamakan bidang geser (slip plane). Bidang geser tersebut dapat dilihat dalam Gambar 2.4 (c).



Gambar 2. 4 Tekanan tanah aktif menurut Rankine

2.7.3 Tekanan Tanah Pasif Menurut Rankine

Kondisi pasif menurut Rankine dapat dijelaskan dengan Gambar 2.5. AB adalah tembok licin tak terhingga. Keadaan tegangan awal pada suatu elemen tanah diwakili oleh lingkaran Mohr a dalam Gambar 2.5 (b). Apabila tembok didorong secara perlahan-lahan ke arah masuk ke dalam massa tanah, maka tegangan utama σ_h akan bertambah secara terus menerus. Akhirnya kita akan mendapatkan suatu keadaan yang menyebabkan kondisi tegangan elemen tanah dapat diwakili oleh lingkaran Mohr b. Pada keadaan ini, keruntuhan tanah akan terjadi yang saat ini kita kenal sebagai kondisi pasif menurut Rankine (*Rankine's passive state*). Di samping itu tekanan tanah ke samping σ_p , yang merupakan tegangan utama besar (*majar principal stress*), kita namakan tekanan tanah pasif menurut Rankine (*Rankine's passive earth pressure*). Dari Gambar 2.5 (b) dapat kita lihat bahwa:

$$\sigma_p = \sigma_v \tan^2 \left(45 + \frac{\phi}{2} \right) + 2c \tan \left(45 + \frac{\phi}{2} \right) \quad (2.17)$$

$$\sigma_p = \gamma z \tan^2 \left(45 + \frac{\phi}{2} \right) + 2c \left(45 + \frac{\phi}{2} \right) \quad (2.18)$$

Penurunannya serupa dengan penurunan untuk kondisi aktif menurut Rankine (*Rankine's active state*).

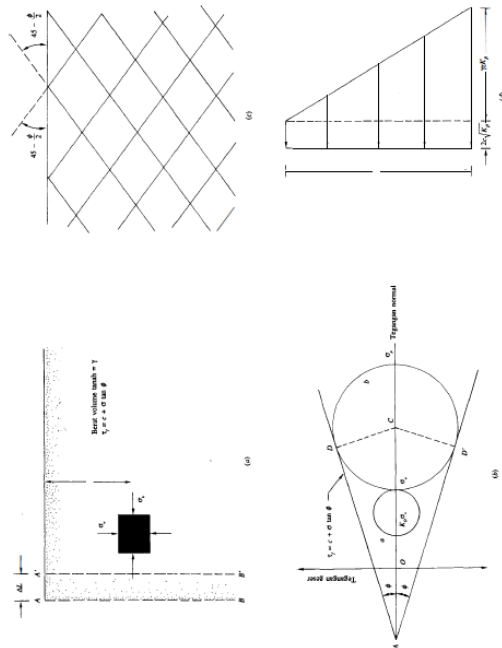
Gambar 2.5 (b) menunjukkan variasi tekanan aktif dengan kedalaman. Untuk tanah tidak berkohesi ($c = 0$),

$$\sigma_p = \sigma_v \tan^2 \left(45 + \frac{\phi}{2} \right) \quad (2.19)$$

$$\frac{\sigma_p}{\sigma_v} = K_p = \tan^2 \left(45 + \frac{\phi}{2} \right) \quad (2.20)$$

K_p dari persamaan di atas dinamakan sebagai koefisien tekanan tanah pasif menurut Rankine.

Titik-titik D dan D' pada lingkaran keruntuhan (Gambar 2.7 (b)) bersesuaian dengan bidang geser di dalam tanah. Untuk kondisi pasif (menurut Rankine) bidang geser membuat sudut $\pm (45 + (\phi : 2))$ dengan arah dari bidang utama kecil (minor principal plane), yaitu arah horisontal Gambar 2.7 (c) menunjukkan distribusi bidang-bidang geser di dalam massa tanah.



Gambar 2. 5 Tekanan tanah pasif menurut Rankine

2.8 Stabilitas Dinding Penahan Tanah

Tekanan tanah dan gaya-gaya yang bekerja pada dinding penahan tanah sangat mempengaruhi stabilitas dinding penahan tanah itu sendiri, secara umum pemampatan atau penggunaan bahan dalam konstruksi dinding penahan tanah yang berarti memberikan perkuatan pada massa tanah, memperbesar timbunan di belakang dinding penahan tanah. Perkuatan ini, juga mengurangi potensi gaya lateral yang menimbulkan perpindahan kearah horizontal dari pada dinding tersebut sebagai akibat adanya beban vertikal yang dipindahkan menjadi tekanan horizontal yang bekerja dibelakang dinding penahan tanah atau biasa dikenal sebagai tekanan tanah aktif (Suryolelono, 1994).

2.8.1 Stabilitas terhadap Guling

Kestabilan struktur terhadap kemungkinan terguling (overtuning stability) dihitung dengan membandingkan jumlah momen-momen yang menyebabkan guling dengan jumlah momen perlawanan guling. Persamaan dibawah ini berlaku untuk dinding gravitasi dimana momen penyebab guling berasal dari tekanan-tekanan tanah, dan momen perlawanan guling berasal dari berat sendiri konstruksi. Menurut PPIURG 1987, Faktor stabilitas guling diambil sebesar 1,5.

$$\text{Stabilitas Guling} = \frac{\sum M_{\text{lawan}}}{\sum M_{\text{guling}}} \geq 1,5 \quad (2. 21)$$

dimana :

$\sum M_{\text{lawan}}$ = Jumlah momen perlawanan guling

$\sum M_{\text{guling}}$ = Jumlah momen penyebab guling

2.8.2 Stabilitas terhadap Geser

Gaya tanah aktif selain menimbulkan terjadinya momen juga menimbulkan gaya dorong sehingga dinding akan bergeser, Perlawanan terhadap gaya dorong ini terjadi pada bidang kontak antara tanah dengan dasar pondasi. (Suryolelono,1994) Untuk gaya perlawanan geser (sliding stability) dengan jenis tanah didasar pondasi yaitu tanah non kohesif adalah keseimbangan gaya vertical akibat berat sendiri konstruksi (V) dikalikan dengan koefisien gesek antar dinding beton dan tanah dasar pondasi (f) dibagi dengan keseimbangan gaya tanah aktif horizontal. Menurut PPIURG 1987, Factor stabilitas geser diambil sebesar 1,5.

$$\text{Stabilitas Geser} = \frac{Vf(+P_p)}{P_a} \geq 1,5 \quad (2. 22)$$

f = tan φ (untuk tanah relatif kasar)

dimana :

V = Berat sendiri konstruksi

P_p = Tekanan tanah pasif

f = Koefisien gesek beton dan tanah dasar pondasi

2.8.3 Stabilitas Keruntuhan Daya Dukung Tanah

Pada dasarnya daya dukung tanah adalah kemampuan tanah dalam mendukung beban fondasi yang bekerja di atasnya. Fondasi adalah bagian dari struktur yang berfungsi meneruskan beban akibat berat struktur secara langsung ke tanah yang terletak dibawahnya. Tegangan maximum (σ_{max}) akibat berat pondasi pada tanah pasir, lempung atau campuran dapat dihitung dengan persamaan berikut :

$$\sigma_{\max} = \frac{\Sigma V}{b} + \frac{1}{12} b \quad (2.23)$$

dimana :

σ_{\max} = Tegangan maksimum dari konstruksi

ΣV = Jumlah gaya-gaya vertikal

b = Lebar pondasi

Banyak cara yang telah dibuat untuk merumuskan persamaan kapasitas dukung tanah, namun seluruhnya hanya merupakan cara pendekatan untuk memudahkan hitungan. Persamaan-persamaan yang dibuat dikaitkan dengan sifat- sifat tanah dan bentuk bidang geser yang terjadi saat keruntuhannya. daya dukung tanah ultimate untuk tanah non kohesif (σ_{tanah}) dapat ditentukan dengan teori Terzaqhi sebagai berikut :

$$\sigma_{\text{tanah}} = (D_f \gamma) N_q + (\beta b \gamma N_g) \quad (2.24)$$

dimana :

σ_{tanah} = Tegangan tanah maximum

q = Beban terbagi rata tanah diatas pondasi
($D_f \cdot \gamma$)

D_f = Kedalaman galian pondasi

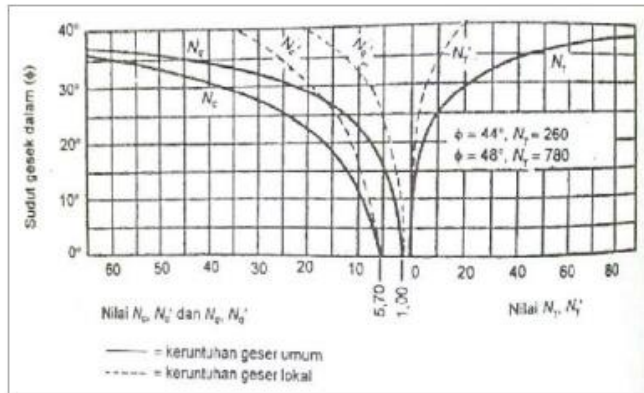
γ = Berat volume tanah

β = Faktor bentuk pondasi menerus 0,5

b = Lebar pondasi 12

N_q dan N_g = Faktor daya dukung Terzaqhi

Faktor – faktor daya dukung tanah Terzaqhi dapat diambil dari grafik Terzaghi. Dalam grafik tersebut terdapat keruntuhan geser lokal dan umum yang berhubungan dengan sudut geser tanah.



Gambar 2. 6 Faktor daya dukung tanah terzaghi

Tekanan yang disebabkan oleh gaya-gaya yang terjadi pada dinding penahan ke tanah harus dipastikan lebih kecil dari daya dukung ijin tanah. Penentuan daya dukung ijin pada dasar dinding penahan/abutmen dilakukan seperti dalam perencanaan pondasi dangkal.

$$\text{Stabilitas daya dukung} = \sigma_{\max} \leq \sigma_{\text{tanah}}$$

dimana :

σ_{\max} = Beban terbagi rata tanah diatas pondasi (Df. γ)

σ_{tanah} = Kedalaman galian pondasi

2.9 Analisis Pembebanan Struktur LRT

2.9.1 Beban mati

Beban mati adalah beban yang dihasilkan oleh komponen struktur. Beban ini sifatnya tetap dan tidak

berpindah. Contoh beban mati adalah beban berat sendiri balok.

2.9.2 Beban mati tambahan

Beban mati tambahan adalah beban yang sifatnya menetap namun berada diluar komponen struktur

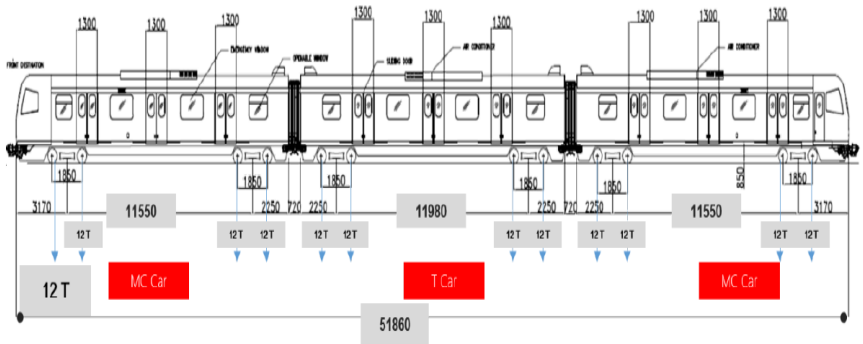
2.9.3 Beban hidup kendaraan

Struktur akan direncanakan agar dapat menahan beban hidup yang diperoleh dari standar spesifikasi *light rail* (kereta ringan).

2.9.3.1 Standar Beban LRT

LRT didesain dengan beban maksimum bekerja pada as kendaraan (*axle load*). Beban pada as kendaraan diatur seperti gambar 1 dimana di setiap as kendaraan mendistribusikan beban sebesar 12 ton dengan jarak antar rel adalah 1067 mm. *Axle load* untuk kereta LRT Jakarta dihitung berdasarkan beban maksimum yang terjadi. Beban maksimum yang terjadi adalah beban kereta ditambah dengan beban penumpang yang berada didalamnya.

Kereta LRT yang dirujuk dalam proyek LRT Jakarta ini adalah kereta yang terdiri dari 3 gerbong dimana tiap gerbong memiliki 4 axle.



Gambar 2. 7 Spesifikasi Kereta

Gerbong tengah disebut T car, sedangkan gerbong lainnya disebut MC car. Karakteristik dan dimensi kereta dapat dilihat pada tabel 2 berikut :

Tabel 2. 3 Komposisi Pembebanan

Kondisi	Definisi
AW0	Maksimum beban operasi untuk kereta tanpa penumpang
AW1	Beban ketika semua kursi penumpang terpenuhi + AW0
AW2 (normal)	Beban ketika 4 orang penumpang berdiri/m ² + AW1
AW3	Beban ketika 6 orang penumpang berdiri/m ² + AW1
AW4 (crush load)	Beban ketika 8 orang penumpang berdii/m ² + AW1

2.9.3.1.1 Beban penumpang, unit -org

Tabel 2. 4 Beban Penumpang

Beban	Kapasitas penumpang		
	MC	T	Total
AW1	32	32	96
AW2 (normal)	131	138	400
AW3	181	191	553
AW4 (crush load)	231	244	706

Berat penumpang / orang diasumsikan 75 kg.

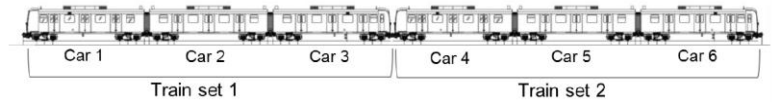
2.9.3.1.2 Beban kereta + penumpang (sesuai dengan kondisi pembebanan sebelumnya), unit = kg.

Tabel 2. 5 Beban Kereta dan Penumpang

Beban	Kapasitas penumpang		
	MC	T	Total
AW1	2900	2800	86000
AW2 (normal)	31400	30400	116000
AW3	42575	42325	127475
AW4 (crush load)	46325	46300	138950

Beban maksimum yang terjadi adalah berdasarkan kondisi beban AW4 (*crush load*). Pada tabel beban kereta dan penumpang dapat dilihat bahwa beban maksimum untuk tipe kereta MC adalah 46325 kg (46 ton). Beban maksimum yang terjadi pada 1 axle untuk kereta tipe MC adalah $46325/4=11581$ kg (11,5 ton). Pembulatan keatas digunakan untuk beban maksimum *axle load* adalah 12 ton.

Struktur direncanakan untuk memikul enam buah kereta.



Gambar 2. 8 Ilustrasi realisasi LRT 6 kereta (1 trainset)

2.9.3.2 Kecepatan Rencana LRT

Berdasarkan Peraturan Menteri no.60 tahun 2012, kecepatan rencana kereta api adalah sebagai berikut :

$$V_{\text{rencana}} = 1,25V_{\text{maks}}$$

Dimana :

V_{max} = kecepatan maksimum (km/jam)

V_{rencana} = Kecepatan rencana (km/jam)

Untuk LRT memiliki kecepatan maksimum 80 km/jam, jadi kecepatan rencana LRT adalah 100 km/jam.

2.9.4 Beban kejut

Beban kejut (impact) akan ditambahkan pada *axle load* yang bekerja di atas rel dimana distribusi beban kejut ini adalah sama dengan *axle load*. Persamaan yang digunakan untuk menentukan beban kejut ini adalah sebagai berikut :

$$I = \frac{100L}{L + D}$$

Dimana :

I = persentase beban kejut yang bekerja pada beban hidup

D = beban mati pada elemen yang menerima beban kejut

L = total beban hidup pada elemen yang menerima beban kejut

2.9.5 Beban angin pada struktur

Berdasarkan peraturan menteri perhubungan 60 tahun 2012, beban angina yang bekerja tegak lurus rel, secara horizontal dengan nilai sebagai berikut :

- a. $3,0 \text{ kN/m}^2$ pada area proyeksi vertical jembatan tanpa kereta di atasnya
- b. $2,0 \text{ kN/m}^2$ pada area proyeksi rangka batang pada arah datangnya angina, tidak termasuk area sistem lantai.

2.9.6 Beban angin pada kendaraan

Berdasarkan peraturan menteri perhubungan 60 tahun 2012, beban angina yang bekerja tegak lurus rel, secara horizontal dengan nilai sebagai berikut :

- a. $1,5 \text{ kN/m}^2$ pada areal kereta dan jembatan dengan kereta di atasnya
- b. $1,2 \text{ kN/m}^2$ untuk jembatan selain gelagar, dek, rusuk atau jembatan komposit
- c. $0,8 \text{ kN/m}^2$ untuk areal proyeksi rangka batang pada arah datangnya angin.

2.9.7 Beban gempa

Berdasarkan peraturan SNI 2833 2013 Perancangan Gempa Terhadap Beban Jembatan, perencanaan beban rencana akibat gempa minimum diperoleh dari serangkaian rumus berikut:

2.9.7.1 Penentuan kelas situs tanah

$$\overline{N} = \frac{\sum_{i=1}^m t_i}{\sum_{i=1}^m \left(\frac{t_i}{N} \right)}$$

$$\overline{V}_s = \frac{\sum_{i=1}^m t_i}{\sum_{i=1}^m \left(\frac{t_i}{V_{si}} \right)}$$

$$\overline{S}_u = \frac{\sum_{i=1}^m t_i}{\sum_{i=1}^m \left(\frac{t_i}{S_{ui}} \right)}$$

Dimana :

\overline{V}_s = nilai rata-rata cepat rambat gelombang geser

\overline{N} = hasil uji penetrasi standar

\overline{S}_u = kuat geser tak terdrainase dengan tebal lapisan tanah sebagai besaran pembobotnya

t_i = tebal lapisan tanah ke-i

V_{si} = kecepatan rambat gelombang geser melalui lapisan tanah ke-i

N_i = nilai hasil uji penetrasi standar lapis tanah ke-i

S_{ui} = kuat geser tak terdrainase lapis tanah ke-i

M = jumlah lapis tanah yang ada di atas batuan dasar

Dari hasil yang didapat pada perhitungan diatas dapat ditentukan kelas situs menggunakan tabel 2.6

Tabel 2. 6 Spesifikasi Kelas Situs

Kelas Situs	\bar{V}_s (m/s)	\bar{N}	\bar{S}_u (kPa)
A. Batuan Keras	$\bar{V}_s \geq 1500$	N/A	N/A
B. Batuan	$750 < \bar{V}_s \leq 1500$	N/A	N/A
C. Tanah Sangat Padat dan Batuan Lunak	$350 < \bar{V}_s \leq 750$	$\bar{N} > 50$	$\bar{S}_u \geq 100$
D. Tanah Sedang	$175 < \bar{V}_s \leq 350$	$15 \leq \bar{N} \leq 50$	$50 \leq \bar{S}_u \leq 100$
E. Tanah Lunak	$\bar{V}_s < 175$	$\bar{N} < 15$	$\bar{S}_u < 50$
	Atau setiap profil lapisan tanah dengan ketebalan lebih dari 3 m dengan karakteristik sebagai berikut : 1. Indeks plastisitas, $PI > 20$, 2. Kadar air (w) $\geq 40\%$, dan 3. Kuat geser tak terdrainase $\bar{S}_u < 25$ kPa		
F. Lokasi yang membutuhkan penyelidikan geoteknik dan analisis respons dinamik spesifik	Setiap profil lapisan tanah yang memiliki salah satu atau lebih dari karakteristik seperti : - Rentan dan berpotensi gagal terhadap beban gempa seperti likuifaksi, tanah lempung sangat sensitif, tanah tersementasi lemah - Lempung organik tinggi dan/atau gambut (dengan ketebalan > 3 m) - Plastisitas tinggi (ketebalan $H > 7.5$ m dengan $PI > 75$) - Lapisan lempung lunak/medium kaku dengan ketebalan $H > 35$ m		

Catatan : N/A = tidak dapat digunakan

2.9.7.2 Penentuan faktor situs

Untuk penentuan respon spektrum di permukaan tanah diperlukan suatu faktor amplifikasi pada period nol detik (F_{PGA}) periode pendek $T=0,2$ detik (F_A) dan periode 1 detik (F_V)

Tabel 2. 7 Faktor Ampifikasi Periode 0 detik dan 0,2 detik (F_{PGA}/F_A)

Kelas situs	$PGA \leq 0,1$ $S_s \leq 0,25$	$PGA = 0,2$ $S_s = 0,5$	$PGA = 0,3$ $S_s = 0,75$	$PGA = 0,4$ $S_s = 1,0$	$PGA > 0,5$ $S_s \geq 1,25$
Batuan Keras (SA)	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
Batuan (SB)	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Tanah Keras (SC)	1,2	1,2	1,1	1,0	1,0
Tanah Sedang (SD)	1,6	1,4	1,2	1,1	1,0
Tanah Lunak (SE)	2,5	1,7	1,2	0,9	0,9
Tanah Khusus (SF)	SS	SS	SS	SS	SS

Catatan : Untuk nilai-nilai antara dapat dilakukan interpolasi linier

Keterangan:

P_{GA} adalah percepatan puncak batuan dasar mengacu pada Peta Gempa Indonesia 2010 (Gambar 1 atau Gambar 4).

S_s adalah parameter respons spektral percepatan gempa untuk periode pendek ($T=0,2$ detik) mengacu pada Peta Gempa Indonesia 2010 (Gambar 2 atau Gambar 5).

SS adalah lokasi yang memerlukan investigasi geoteknik dan analisis respons dinamik spesifik.

Tabel 2. 8 Besarnya nilai faktor amplifikasi untuk periode 1 detik (F_v)

Kelas situs	$S_1 \leq 0,1$	$S_1 = 0,2$	$S_1 = 0,3$	$S_1 = 0,4$	$S_1 \geq 0,5$
Batuan Keras (SA)	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
Batuan (SB)	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Tanah Keras (SC)	1,7	1,6	1,5	1,4	1,3
Tanah Sedang (SD)	2,4	2,0	1,8	1,6	1,5
Tanah Lunak (SE)	3,5	3,2	2,8	2,4	2,4
Tanah Khusus (SF)	SS	SS	SS	SS	SS

Catatan : Untuk nilai-nilai antara dapat dilakukan interpolasi linier

Keterangan:

S_1 adalah parameter respons spektral percepatan gempa untuk periode 1 detik mengacu pada Peta Gempa Indonesia 2010 (Gambar 3 atau Gambar 6).

SS adalah lokasi yang memerlukan investigasi geoteknik dan analisis respons dinamik spesifik

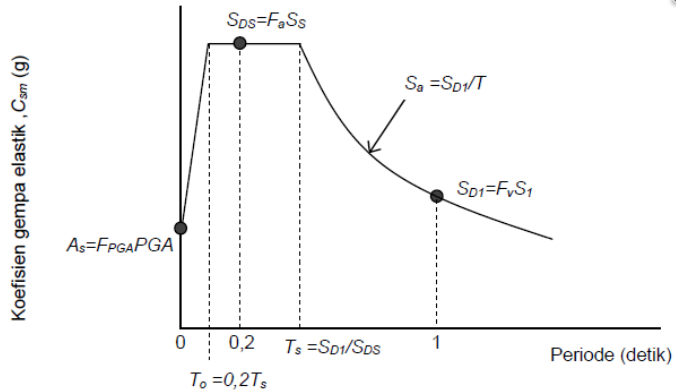
P_{GA} = percepatan puncak batuan dasar mengacu pada Peta Gempa Indonesia 2010

S_s = parameter respons spektral percepatan gempa untuk periode pendek ($T=0,2$ detik) mengacu pada Peta Gempa Indonesia 2010

SS = lokasi yang memerlukan investigasi geoteknik dan analisis respons dinamik spesifik

S_1 = parameter respons spektral percepatan gempa untuk periode 1 detik mengacu pada Peta Gempa Indonesia 2010

2.9.7.3 Respon spektrum rencana



Gambar 2. 9 Spektrum Rencana Gempa (2013)

Perumusan desain respon spektrum adalah sebagai berikut :

$$A_S = F_{PGA} \times PGA$$

$$S_{DS} = F_a \times S_S$$

$$S_{D1} = F_v \times S_I$$

2.9.7.4 Koefisien respon gempa elastik

Untuk periode lebih kecil dari T_0 , koefisien respons gempa elastik (C_{SM}) didapatkan dari persamaan berikut :

$$C_{SM} = \left(S_{DS} - A_S \right) \frac{T}{T_0} + A_S$$

Untuk periode lebih besar atau sama dengan T_0 , dan lebih kecil atau sama dengan T_S , respons spektra percepatan, C_{SM} adalah sama dengan S_{DS} .

Untuk periode lebih besar dari T_S , koefisien respons gempa elastik (C_{SM}) didapatkan dari persamaan berikut :

$$C_{SM} = \frac{S_{D1}}{T}$$

S_{DS} = nilai spectra permukaan tanah pada periode pendek ($T = 0,2$ detik)

S_{D1} = nilai spectra permukaan tanah pada periode 1 detik

$T_0 = 0,2 T_s$

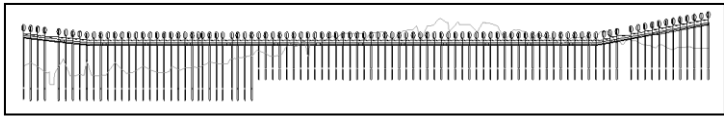
$T_s = S_{D1} / S_{DS}$

2.9.7.5 Faktor modifikasi respons

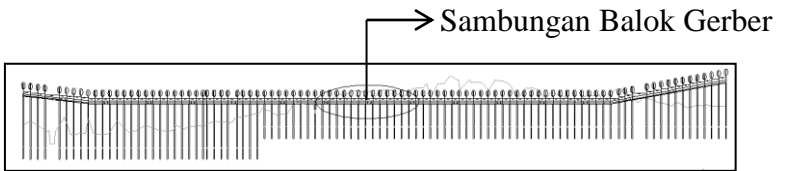
Struktur LRT diklasifikasikan dalam kategori jembatan lainnya (other bridges). Berdasarkan tabel nilai R yang digunakan untuk kolom tunggal pada kategori jembatan lainnya adalah 3. Jadi nilai R untuk pier (struktur atas) LRT dapat diambil 3, baik untuk arah longitudinal maupun transversal. Sedangkan untuk desain pondasi (struktur bawah) nilai R dapat diambil setengah dari nilai struktur atas.

2.10 Sambungan Pada U-Shape Girder

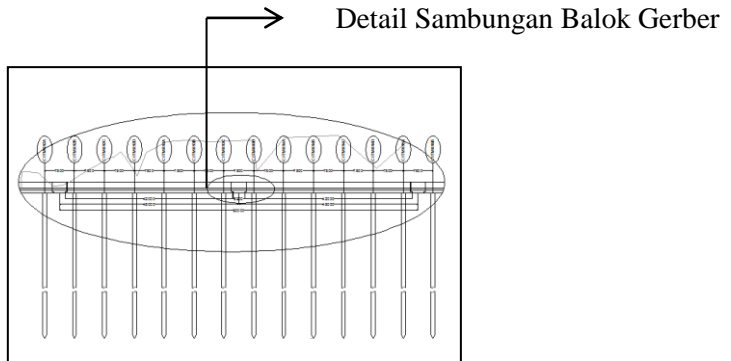
Struktur at grade Light Rail Transit (LRT Jakarta) pada C1TM 082A hingga C1TM 105D memiliki panjang total sekitar 730 meter. Dengan bentang yang cukup panjang tersebut, perlu dilakukan dilatasi atau pemisahan struktur untuk mencegah terjadinya kerusakan atau retak-retak pada struktur akibat beban vertikal dan horizontal yang bekerja. Dilatasi yang digunakan pada stuktur *U-Shape Girder Light Rail Transit* Jakarta adalah dengan menggunakan balok gerber. Dilatasi dengan balok gerber dilakukan pada setiap jarak 45 meter.



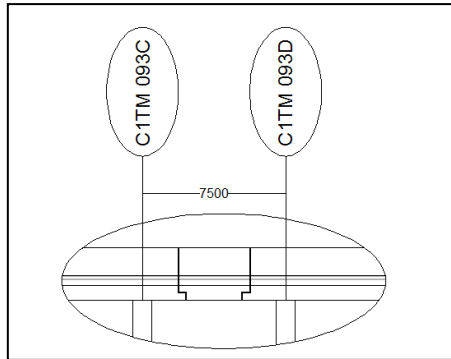
Gambar 2. 10 Potongan Memanjang LRT at grade



Gambar 2. 11 Potongan Memanjang LRT at grade



Gambar 2. 12 Sambungan Balok Gerber



Gambar 2. 13 Detail Balok Gerber

2.11 *Waterstop*

Waterstop adalah material pengisi celah pada rongga sambungan beton. Pemasangan *waterstop* dilakukan untuk mencegah terjadinya kerusakan pada sambungan akibat masuknya air pada celah sambungan. Mengingat sering terjadinya banjir sekitar area konstruksi, maka pemasangan *waterstop* pada sambungan perlu dilakukan.

2.10.1 *PVC Waterstop*

Polyvinylchloride (PVC) *Waterstops* adalah *waterstop* dengan kandungan bahan yang fleksibel. Sifat fisik bahan sangat elastisitas dan dapat melekat dengan baik serta memiliki ketahanan terhadap bahan kimia dan tekanan air.



Gambar 2. 14 PVC Waterstop

2.10.2 *Swellable Waterstop*

Swellable waterstop merupakan waterstop yang terbuat dari bahan khusus yaitu komposisi bentonite dengan butyl rubber compound yang akan mengembang beberapa hari setelah bersentuhan dengan air dengan maksimum pemuaihan 300% dari volume atau bentuk semula. Ditempatkan pada sambungan pengecoran beton untuk menghambat dan menghentikan air menembus struktur beton melalui celah sambungan. *Waterstop* yang mengembang di dalam celah sambungan akan menutup semua celah. Sangat cocok digunakan pada struktur beton yang rumit, misalnya lantai dan dinding basement, tangki air, kolam renang, dan lainnya yang berhubungan dengan air, dimana waterstop tipe lain sulit digunakan atau diaplikasikan secara sempurna.



Gambar 2. 15 Swellable Waterstop

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB III

METODOLOGI

Langkah-langkah yang digunakan dalam merencanakan konstruksi dinding penahan tanah pada *Pembangunan Light Rail Transit (LRT) Jakarta STA 2+619.179 hingga STA 3+243.024* adalah sebagai berikut :

3.1 Metode Perencanaan

1. Pengumpulan data
2. *Preliminary design* dari konstruksi dinding penahan tanah
3. Analisis pembebanan
 - a. Beban – beban
 - b. Kombinasi pembebanan
4. Perhitungan struktur
5. Kontrol desain dan stabilitas
6. Gambar rencana

3.2 Uraian Metode

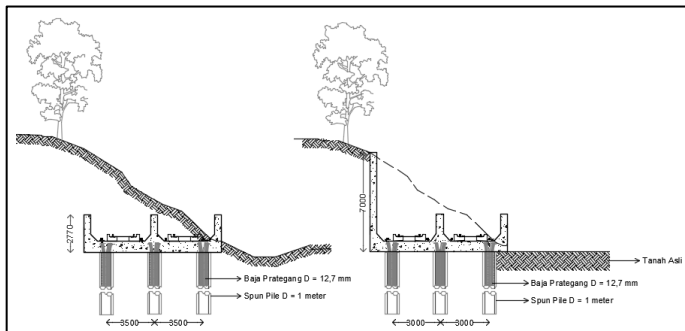
3.2.1 Pengumpulan Data

1. Data Primer

Tidak dilakukan pengamatan langsung ke lokasi
2. Data Sekunder
 - a. Gambar rencana bangunan
 - b. Data tanah
 - c. Data gempa
 - d. Peraturan – peraturan dan buku penunjang lain sebagai dasar teori

3.2.2 Preliminary Design

Desain *U-Shape Girder* yang digunakan sesuai dengan dimensi *U-Shape Girder* yang telah direncanakan oleh perencana sebelumnya. Namun, salah satu sisi dari *U-Shape Girder* diteruskan menjadi dinding penahan tanah. Sedangkan tinggi dinding penahan tanah disesuaikan dengan tinggi tebing yang akan ditahan. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 3. 1 Potongan melintang *U-Shape Girder at grade*

3.2.3 Analisa Pembebanan

3.2.3.1 Beban-beban

Beban-beban yang terjadi dan berpengaruh pada struktur LRT dijelaskan pada su bab 2.7 Analisa Pembebanan Struktur LRT.

3.2.3.2 Kombinasi Pembebanan Untuk Struktur LRT

Kombinasi beban

- DL = beban mati
- SDL = beban mati tambahan
- LL+1 = beban hidup + beban kejut (impact)
- WS = beban angin pada struktur

WL = beban angin pada beban hidup

EQ = beban gempa

Kombinasi beban yang digunakan berdasarkan ACI 343
1R-12 Chapter 5

Tabel 3. 1 Kombinasi beban servis



S1	DC + DW + LL + IM + PS + LFn + (CE or HF) + SE
S2	S1 + [0.3(WL + WS) or IC or WA]
S3	S2 + TU + TG + SH + CR
S4	PS + DC + DW + WS + TU + TG + SH + CR + SE


Tabel 3. 2 Kombinasi pembebanan

Load Component	Strength Load Combinations					
	U0	U1	U3a	U3b	U5	U6
DC + DW	1.3*	1.3*	1.0	1.0	1.3*	1.3*
LL, IM, and either CE or HF	1.7	1.4	γ_{EQ}	γ_{EQ}	1.4 [†]	-
SH and CR	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	-
PS	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
WL + WS	1.0	1.5	-	-	1.5	-
TU + TG	-	-	-	1.0	-	-
WA	-	-	1.0	1.0	-	-
EQ	-	-	1.0	-	-	-
LFn	-	-	1.0	-	-	-
LF _e	-	-	-	1.0	-	-
BR(F_B, F_r)	-	-	-	-	-	1.2
CT	-	-	-	-	-	1.3
DR or CT	-	-	-	-	1.4	-
SE	1.0	1.0	-	-	-	-

3.2.4 Pemodelan Struktur

Pemodelan dinding penahan tanah pada program Plaxis V8.2 dibuat secara umum sebagai berikut:

1. Dinding penahan tanah dianalisa menggunakan model regangan bidang dimana elemen tanah dimodelkan sebagai elemen dengan 15 titik nodal.
2. Pada saat jendela Plaxis input ditampilkan, gambarkan model geometri tanah, dinding penahan tanah, pelat lantai yang akan dianalisa.
3. Elemen tanah digambar dengan mengakses Geometry > Geometry Line pada baris menu
4. Untuk menggambar elemen dinding penahan tanah dan pelat lantai pilih Geometry > Plate pada baris menu
5. Untuk menggambar strut, pilih Geometry > Fixed End Anchor pada baris menu
6. Untuk menggambar beban merata dapat diakses melalui Loads > Distributed Load – Load System A pada baris menu
7. Setelah gambar desain selesai dibuat, perlu dibuat interaksi antara dinding antara dinding penahan tanah dengan tanahnya yang diaplikasikan oleh Interface pada material dinding penahan tanah dengan memilih toolbar interface . Sedangkan untuk membentuk kondisi batas (boundary condition) pada model geometri yang dibuat, dapat dengan memilih tombol  pada toolbar.
8. Setelah boundary condition untuk model geometri terbentuk, langkah berikutnya adalah pengidentifikasian dan pengaplikasian data tanah., dinding penahan tanah, pelat lantai, dan strut pada model geometri. Adapun langkah untuk

mendefinisikan parameter tanah yang digunakan adalah dengan memilih tombol  pada toolbar.

9. Untuk mendefinisikan data tanah dari hasil analisa data tanah, dibuat pada kotak dialog parameter tanah.


Parameter tanah yang digunakan dalam model dinding penahan tanah ini dalam Plaxis Input dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 3. 3 Parameter Tanah pada Model Geometri


Parameter Tanah	Keterangan
Model material	Mohr – Coulomb
Tipe material	Undrained
Berat isi jenuh γ_{sat}	dalam kN/m^3
Berat isi kering γ_{dry}	dalam kN/m^3
Modulus Young (E)	dalam kN/m^3
Poisson Ratio (ν)	-
Kohesi (c_{ref})	dalam kN/m^3
Sudut geser (ϕ)	°
Sudut dilatasi (ψ)	°
Interface	manual


10. Pendefinisian material dinding penahan tanah dan pelat lantai dilakukan pada kotak dialog plate properties. Desain dinding penahan tanah dari pelat lantai dibuat dengan mengisi kolom EA dan EI untuk menentukan tebalnya. Sedangkan w adalah berat pelat per meternya dan ν adalah poisson ratio dari pelat.
11. Setelah pendefinisian dan pengaplikasian data material selesai dilakukan, tahap berikutnya adalah membuat


jaring elemen hingga pada model geometri. Adapun langkah penyusunan jaring elemen hingga dapat


dilakukan dengan memilih tombol . Setelah itu akan ditampilkan sebuah jendela Plaxis Output.

12. Langkah selanjutnya adalah menghitung tegangan air pori dan tegangan tanah dengan terlebih dahulu

memilih tombol  Initial conditions lalu menggambar garis muka air tanah pada model geometri. Tegangan

air pori dapat dihitung dengan memilih tombol . Sedangkan tegangan tanah dapat dihitung dengan

memilih tombol  terlebih dahulu, kemudian pilih

tombol  untuk mengeluarkan kotak dialog KO-procedure.

13. Setelah proses identifikasi dan pendefinisian model geometri tanah selesai dilakukan, maka tahap berikutnya adalah melakukan perhitungan pada model geometri. Setelah jendela Plaxis Calculation ditampilkan, maka tahap selanjutnya adalah melakukan pengidentifikasian tahapan perhitungan.

3.2.5 Kontrol Desain dan Stabilitas

Setelah dilakukan pemodelan dan perhitungan struktur, desain struktur dinding penahan tanah yang telah direncanakan harus dicek, apakah desain tersebut memenuhi syarat dan mampu menahan beban-beban yang telah ditentukan.

Struktur dinding penahan tanah yang direncanakan juga harus dikontrol terhadap stabilitas. Perhitungan kontrol stabilitas dijelaskan pada Subbab 2.8 Stabilitas Dinding Penahan Tanah.

3.2.6 Gambar Rencana

1. Gambar Arsitektur
 - a. Gambar denah
 - b. Gambar tampak
2. Gambar Potongan
 - a. Potongan memanjang
 - b. Potongan melintang
3. Gambar Penulangan
 - a. Gambar penulangan dinding penahan tanah
 - b. Gambar penulangan U-Shape Girder
 - c. Gambar penulangan pile cap
4. Gambar Struktur
 - a. Gambar dinding penahan tanah
 - b. Gambar U-Shape Girder
 - c. Gambar pile cap dan pondasi

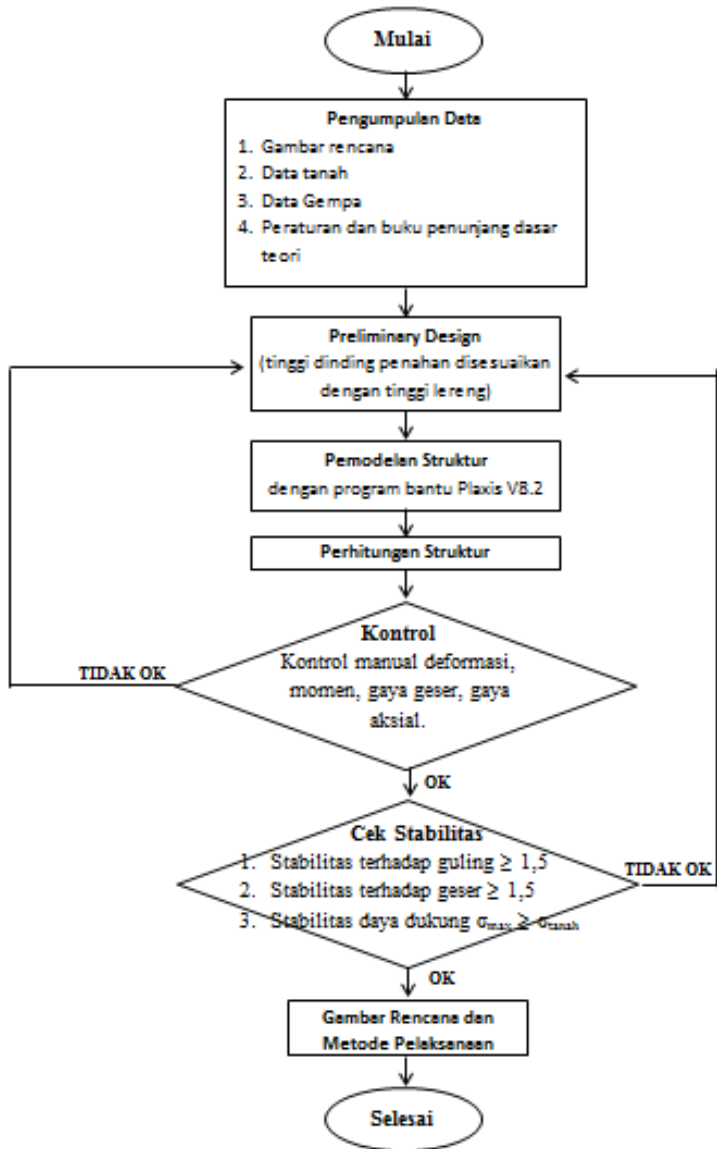
3.3 Metode Pelaksanaan

- 1) Pekerjaan Persiapan
 - a. Pembuatan kantor proyek/ *direksi keet*.
 - b. Pembuatan gudang material, peralatan dan los kerja besi.
 - c. Pembuatan *base camp* staf proyek dan barak pekerja.
 - d. Pos jaga.
 - e. Tempat parkir alat berat.
- 2) Pekerjaan Pondasi Tiang Pancang

Pemancangan pondasi tiang pancang dilakukan dengan menggunakan *drop hammer*. Tiang pancang yang dipakai berbentuk bulat berongga berjenis *prestressed concrete spun piles*. Alat yang digunakan sebagai palu untuk memukul tiang pancang agar masuk ke dalam tanah adalah *drop hammer*. Sebelumnya dilakukan preboring terlebih dahulu dengan kedalaman kurang lebih 80cm. Preboring tersebut dilakukan untuk memudahkan proses pemancangan karena tanah di lokasi proyek tergolong tanah keras.

- 3) Pemasangan U-Shape Girder dan Dinding Penahan Tanah
 - a. Pemasangan bekisting
 - b. Pemasangan tulangan U-Shape Girder dan dinding penahan tanah
 - c. Pengecoran

3.4 Diagram Alir



Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB IV

ANALISA DATA

Dalam Perencanaan Struktur Dinding Penahan Tanah At Grade Proyek Pembangunan Light Rail Transit (LRT) Jakarta dibutuhkan beberapa data untuk menunjang kelancaran perencanaan, meliputi: data tanah, data gempa, serta lainnya. Data-data tersebut nantinya akan digunakan sebagai dasar perhitungan dalam perencanaan struktur dinding penahan.

4.1 Data Tanah

Parameter data tanah sangat dibutuhkan dalam perencanaan struktur dinding penahan ini.

4.1.1 Berat Jenis Tanah (γ)

Nilai berat jenis tanah dapat diperoleh dari hasil uji laboratorium, yaitu uji *density test*. Nilai berat jenis tanah digunakan dalam berbagai perhitungan dalam merencanakan desain struktur dinding penahan ini.

Berikut adalah data berat jenis tanah:

$$\gamma_{\text{tanah1}} = 1,682\text{Mg/m}^3 = 16,50 \text{ kN/m}^3$$

$$\gamma_{\text{tanah2}} = 1,611\text{Mg/m}^3 = 15,80 \text{ kN/m}^3$$

$$\gamma_{\text{tanah3}} = 1,632\text{Mg/m}^3 = 16,01 \text{ kN/m}^3$$

4.1.2 Kohesi (c) dan Sudut Geser Tanah (\emptyset)

Nilai kohesi dan sudut geser tanah dapat diperoleh dari hasil uji laboratorium, yaitu uji *triaxial unconsolidated undrained*. Nilai kohesi dan sudut geser tanah ini nantinya digunakan untuk perhitungan tinggi kritis, tekanan tanah lateral, permodelan pada Plaxis, dan lain sebagainya.

Berdasarkan hasil pengujian *triaxial unconsolidated undrained* (terlampir), nilai dari kohesi dan sudut geser tanah adalah:

Tabel 4. 1 Rekapitulasi nilai kohesi dan sudut geser

kedalaman	c	c	Ø
(m)	(kg/cm²)	(kN/m²)	(°)
1 – 1,5	0,861	84,46	5,864
5 – 5,5	0,566	55,52	6,554
9 – 9,5	0,755	74,07	7,028

4.1.3 N-SPT

Nilai N-SPT tanah dapat diperoleh dari hasil SPT atau Standart Penetration Test. Nilai N-SPT ini nantinya digunakan untuk perencanaan pondasi dan perhitungan gempa serta perhitungan lainnya. Berdasarkan hasil SPT(terlampir), tanah pada area ini tergolong tanah keras. Terdapat 6 data hasil SPT yang digunakan dalam perencanaan dinding penahan ini.

4.2 Data Bahan

Dalam perencanaan dinding penahan, digunakan stuktur u-shape yang merupakan struktur utama sekaligus sebagai dinding penahan. Struktur utama ini juga ditopang oleh pondasi berupa tiang pancang dengan jenis spun pile. Berikut adalah spesifikasi dari u-shape dan spun pile yang digunakan dalam perencanaan, yaitu:

- Mutu beton u-shape : K-350
- Mutu beton spun pile: K-500
- Mutu baja :

BAB V

PERHITUNGAN PEMBEBANAN

5.1 Beban Mati

Beban mati adalah beban yang dihasilkan oleh komponen struktur. Beban ini sifatnya tetap dan tidak berpindah. Beban mati pada struktur ini adalah beban akibat berat sendiri u-shape. Komponen berat jenis yang diambil adalah sebagai berikut:

BJ Beton : 2,4 ton/m³

BJ Baja : 7,8 ton/m³

5.2 Beban Mati Tambahan

Beban mati tambahan adalah beban yang sifatnya menetap namun berada di luar komponen struktur. Berikut adalah beban mati yang terjadi pada struktur u-shape:

Tabel 5. 1 Beban mati tambahan

SIDL for Single-Track U girder on straight alignment	
Item	Loading (kN/m)
Concrete Plinths	10.5
Running rails and Fasteners	2.9
3 rd rail	1.0
Hand rail	0.5
Cable Tray and Cable	3.6
Others	3.0
Total	21.5

5.3 **Beban Hidup Kendaraan**

LRT didesain dengan beban maksimum bekerja pada as kendaraan (axe load). Beban pada as kendaraan di atur seperti gambar di bawah di mana tiap as kendaraan mendistribusikan beban sebesar 12 ton dengan jarak antar rel adalah sebesar 1067 mm.

5.4 **Beban Kejut**

Beban kejut bekerja di atas rel dimana posisi distribusi beban kejut ini adalah sama dengan axle load. Nilai dari beban kejut adalah 0,3.

5.5 **Beban Longitudinal**

Beban longitudinal yang terjadi adalah beban akibat rem dan cengkaman. Nilai dari beban longitudinal tersebut adalah:

$$\begin{aligned} L_{fe} &= \text{beban longitudinal dalam kondisi darurat} \\ &= (0,30 \times L) / 51,86 \text{ m} \\ &= (0,30 \times 120 \text{ kN}) / 51,86 \text{ m} \\ &= 0,694 \text{ kN/m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} L_{fn} &= \text{beban longitudinal dalam kondisi normal} \\ &= (0,15 \times L) / 51,86 \text{ m} \\ &= (0,15 \times 120 \text{ kN}) / 51,86 \text{ m} \\ &= 03,47 \text{ kN/m} \end{aligned}$$

5.6 **Beban Angin Pada Kendaraan**

Beban angin bekerja tegak lurus rel, secara horizontal. Dengan nilai sebagai berikut:

$$WL = 1,5 \text{ kN/m}^2 \times ((\text{tebal rel} + \text{tinggi bagian kereta yang tidak tertutup dinding}) - \text{tinggi dinding})$$

Berikut adalah hasil perhitungan beban angin yang terjadi pada kereta:

Tabel 5. 2 Rekapitulasi beban angin yang terjadi terhadap kendaraan

no.	h	h _{rel}	Δh	beban angin	beban angin
	dinding (m)	(m)	(m)	(kN/m ²)	(kN/m)
82 A	2,77	4,87	2,10	1,5	3,15
82 B	2,77	4,87	2,10	1,5	3,15
82 C	2,77	4,87	2,10	1,5	3,15
82 D	2,77	4,87	2,10	1,5	3,15
82 E	2,77	4,87	2,10	1,5	3,15
83 A	2,77	4,87	2,10	1,5	3,15
83 B	2,77	4,87	2,10	1,5	3,15
83 C	2,77	4,87	2,10	1,5	3,15
83 D	2,77	4,87	2,10	1,5	3,15
84 A	2,77	4,87	2,10	1,5	3,15
84 B	2,77	4,87	2,10	1,5	3,15
84 C	2,77	4,87	2,10	1,5	3,15
84 D	2,77	4,87	2,10	1,5	3,15
85 A	2,77	4,87	2,10	1,5	3,15
85 B	2,77	4,87	2,10	1,5	3,15
85 C	2,77	4,87	2,10	1,5	3,15
85 D	2,77	4,87	2,10	1,5	3,15
86 A	2,77	4,87	2,10	1,5	3,15
86 B	2,77	4,87	2,10	1,5	3,15
86 C	2,77	4,87	2,10	1,5	3,15
86 D	2,77	4,87	2,10	1,5	3,15
87 A	2,77	4,87	2,10	1,5	3,15
87 B	2,77	4,87	2,10	1,5	3,15
87 C	2,77	4,87	2,10	1,5	3,15
87 D	2,77	4,87	2,10	1,5	3,15

88 A	2,77	4,87	2,10	1,5	3,15
88 B	2,77	4,87	2,10	1,5	3,15
88 C	2,77	4,87	2,10	1,5	3,15
88 D	2,77	4,87	2,10	1,5	3,15
89 A	2,77	4,87	2,10	1,5	3,15
89 B	2,77	4,87	2,10	1,5	3,15
89 C	2,77	4,87	2,10	1,5	3,15
89 D	2,77	4,87	2,10	1,5	3,15
89 E	2,77	4,87	2,10	1,5	3,15
90 A	2,77	4,87	2,10	1,5	3,15
90 B	2,77	4,87	2,10	1,5	3,15
90 C	2,77	4,87	2,10	1,5	3,15
90 D	2,77	4,87	2,10	1,5	3,15
91 A	2,77	4,87	2,10	1,5	3,15
91 B	2,77	4,87	2,10	1,5	3,15
91 C	2,77	4,87	2,10	1,5	3,15
91 D	2,77	4,87	2,10	1,5	3,15
92 A	2,77	4,87	2,10	1,5	3,15
92 B	2,77	4,87	2,10	1,5	3,15
92 C	2,77	4,87	2,10	1,5	3,15
92 D	2,77	4,87	2,10	1,5	3,15
93 A	3,25	4,87	1,62	1,5	2,43
93 B	3,25	4,87	1,62	1,5	2,43
93 C	3,25	4,87	1,62	1,5	2,43
93 D	3,25	4,87	1,62	1,5	2,43
94 A	3,92	4,87	0,95	1,5	1,43
94 B	3,92	4,87	0,95	1,5	1,43
94 C	3,92	4,87	0,95	1,5	1,43
94 D	3,92	4,87	0,95	1,5	1,43
95 A	4,65	4,87	0,22	1,5	0,33
95 B	4,65	4,87	0,22	1,5	0,33
95 C	4,65	4,87	0,22	1,5	0,33
95 D	4,65	4,87	0,22	1,5	0,33

96 A	5,32	4,87	-0,45	1,5	0,00
96 B	5,32	4,87	-0,45	1,5	0,00
96 C	5,32	4,87	-0,45	1,5	0,00
96 D	6,17	4,87	-1,30	1,5	0,00
97 A	6,17	4,87	-1,30	1,5	0,00
97 B	6,17	4,87	-1,30	1,5	0,00
97 C	6,17	4,87	-1,30	1,5	0,00
97 D	6,17	4,87	-1,30	1,5	0,00
98 A	6,52	4,87	-1,65	1,5	0,00
98 B	6,52	4,87	-1,65	1,5	0,00
98 C	6,52	4,87	-1,65	1,5	0,00
98 D	6,52	4,87	-1,65	1,5	0,00
99 A	5,94	4,87	-1,07	1,5	0,00
99 B	5,94	4,87	-1,07	1,5	0,00
99 C	5,94	4,87	-1,07	1,5	0,00
99 D	5,73	4,87	-0,86	1,5	0,00
100 A	5,73	4,87	-0,86	1,5	0,00
100 B	5,73	4,87	-0,86	1,5	0,00
100 C	5,73	4,87	-0,86	1,5	0,00
100 D	5,73	4,87	-0,86	1,5	0,00
101 A	5,73	4,87	-0,86	1,5	0,00
101 B	6,11	4,87	-1,24	1,5	0,00
101 C	6,11	4,87	-1,24	1,5	0,00
101 D	6,11	4,87	-1,24	1,5	0,00
102 A	7,07	4,87	-2,20	1,5	0,00
102 B	7,07	4,87	-2,20	1,5	0,00
102 C	7,07	4,87	-2,20	1,5	0,00
103 C	5,81	4,87	-0,94	1,5	0,00
103 D	6,01	4,87	-1,14	1,5	0,00
104 C	2,77	4,87	2,10	1,5	3,15
104 D	2,77	4,87	2,10	1,5	3,15
105 A	3,38	4,87	1,49	1,5	2,24
105 B	3,18	4,87	1,69	1,5	2,54

105 C	2,98	4,87	1,89	1,5	2,84
105 D	2,78	4,87	2,09	1,5	3,14

5.7 Beban Angin Pada Struktur

Beban angin bekerja tegak lurus rel, secara horizontal. Dengan nilai sebagai berikut:

$$WS = 3,0 \text{ kN/m}^2 \times \text{tinggi dinding}$$

Berikut adalah hasil perhitungan beban angin yang terjadi pada kereta:

Tabel 5. 3 Rekapitulasi beban angin yang terjadi terhadap struktur

no.	h_{dinding}	beban angin	beban angin
	(m)	(kN/m ²)	(kN/m)
82 A	2,77	3	8,31
82 B	2,77	3	8,31
82 C	2,77	3	8,31
82 D	2,77	3	8,31
82 E	2,77	3	8,31
83 A	2,77	3	8,31
83 B	2,77	3	8,31
83 C	2,77	3	8,31
83 D	2,77	3	8,31
84 A	2,77	3	8,31
84 B	2,77	3	8,31
84 C	2,77	3	8,31
84 D	2,77	3	8,31
85 A	2,77	3	8,31
85 B	2,77	3	8,31
85 C	2,77	3	8,31
85 D	2,77	3	8,31
86 A	2,77	3	8,31

86 B	2,77	3	8,31
86 C	2,77	3	8,31
86 D	2,77	3	8,31
87 A	2,77	3	8,31
87 B	2,77	3	8,31
87 C	2,77	3	8,31
87 D	2,77	3	8,31
88 A	2,77	3	8,31
88 B	2,77	3	8,31
88 C	2,77	3	8,31
88 D	2,77	3	8,31
89 A	2,77	3	8,31
89 B	2,77	3	8,31
89 C	2,77	3	8,31
89 D	2,77	3	8,31
89 E	2,77	3	8,31
90 A	2,77	3	8,31
90 B	2,77	3	8,31
90 C	2,77	3	8,31
90 D	2,77	3	8,31
91 A	2,77	3	8,31
91 B	2,77	3	8,31
91 C	2,77	3	8,31
91 D	2,77	3	8,31
92 A	2,77	3	8,31
92 B	2,77	3	8,31
92 C	2,77	3	8,31
92 D	2,77	3	8,31
93 A	3,25	3	9,75
93 B	3,25	3	9,75
93 C	3,25	3	9,75
93 D	3,25	3	9,75
94 A	3,92	3	11,76

94 B	3,92	3	11,76
94 C	3,92	3	11,76
94 D	3,92	3	11,76
95 A	4,65	3	13,95
95 B	4,65	3	13,95
95 C	4,65	3	13,95
95 D	4,65	3	13,95
96 A	5,32	3	15,96
96 B	5,32	3	15,96
96 C	5,32	3	15,96
96 D	6,17	3	18,51
97 A	6,17	3	18,51
97 B	6,17	3	18,51
97 C	6,17	3	18,51
97 D	6,17	3	18,51
98 A	6,52	3	19,56
98 B	6,52	3	19,56
98 C	6,52	3	19,56
98 D	6,52	3	19,56
99 A	5,94	3	17,82
99 B	5,94	3	17,82
99 C	5,94	3	17,82
99 D	5,73	3	17,19
100 A	5,73	3	17,19
100 B	5,73	3	17,19
100 C	5,73	3	17,19
100 D	5,73	3	17,19
101 A	5,73	3	17,19
101 B	6,11	3	18,33
101 C	6,11	3	18,33
101 D	6,11	3	18,33
102 A	7,07	3	21,21
102 B	7,07	3	21,21

102 C	7,07	3	21,21
103 C	5,81	3	17,43
103 D	6,01	3	18,03
104 C	2,77	3	8,31
104 D	2,77	3	8,31
105 A	3,38	3	10,14
105 B	3,18	3	9,54
105 C	2,98	3	8,94
105 D	2,78	3	8,34

5.8 Beban Gempa

Beban gempa direncanakan dengan menggunakan SNI gempa untuk jembatan (RSNI 2833 – 2013). Berikut adalah perhitungan beban gempa untuk titik C1TM 082 – 085.

Tabel 5. 4 Data N-SPT tanah

depth	tebal lapisan (m)	jenis tanah	nilai N-SPT	tebal N-SPT
1	1	clay	0	0
2	1	silty clay	0	0
3	1	clay silt	11	0,09
4	1	sandy silt	11	0,09
5	1	sandy clay with silt	52	0,02
6	1	medium sand with silt	60	0,02
7	1	medium to coarse gravel with silty sand	60	0,02
8	1	coarse sand with silt	60	0,02

9	1	fine sand with silt	60	0,02
10	1	silt	60	0,02
11	1	sandy silt	60	0,02
12	1	coarse sand with silt	60	0,02
13	1	sandy silt	60	0,02
14	1	fine to medium sand with silt	60	0,02
15	1	fine sand with silt	60	0,02
16	1	sandy silt	60	0,02
17	1	medium sand with silt	60	0,02
18	1	medium sand with silt	60	0,02
19	1	medium gravel with silty sand	60	0,02
20	1	medium sand with silt	60	0,02
21	1	fine sand with silt	60	0,02
22	1	medium sand with silt	47	0,02
23	1	sandy silt	60	0,02
24	1	medium sand with silt	60	0,02
25	1	medium sand with silt	60	0,02
26	1	silty clay	60	0,02
27	1	sandy silt	60	0,02
28	1	medium sand with silt	60	0,02
29	1	clay	60	0,02

30	1	clay	44	0,02
Total	30		1545	0,63

$$N = \frac{\sum \text{tebal lapisan tanah}}{\sum \frac{\text{tebal lapisan}}{N - \text{SPT}}} = \frac{30}{0,63} = 47,7$$

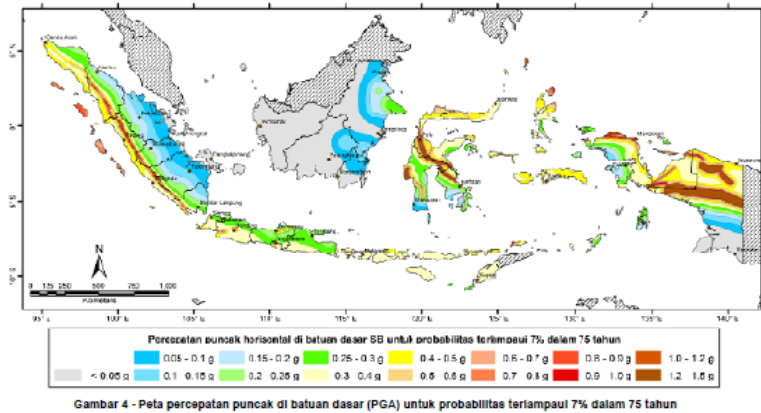
Berdasarkan RSNI 2833-2010 Tabel 2. Kelas Situs Lokasi yang ditinjau tergolong SD (tanah sedang).

Tabel 5. 5 Kelas situs tanah

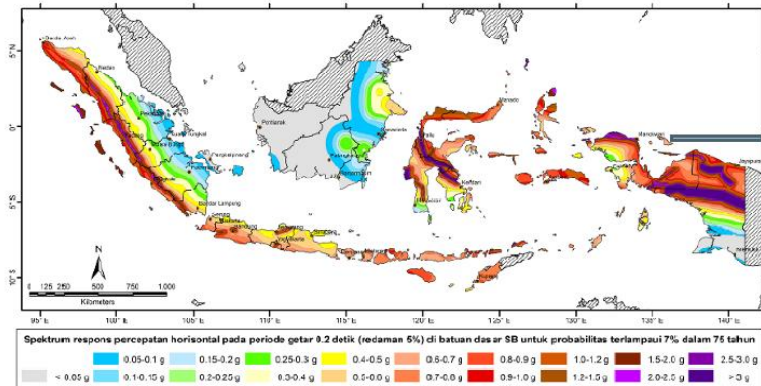
Kelas Situs	\bar{v}_s (m/s)	\bar{N}	\bar{s}_u (kPa)
A. Batuan Keras	$\bar{v}_s \geq 1500$	N/A	N/A
B. Batuan	$750 < \bar{v}_s \leq 1500$	N/A	N/A
C. Tanah Sangat Padat dan Batuan Lunak	$350 < \bar{v}_s \leq 750$	$\bar{N} > 50$	$\bar{s}_u \geq 100$
D. Tanah Sedang	$175 < \bar{v}_s \leq 350$	$15 \leq \bar{N} \leq 50$	$50 \leq \bar{s}_u \leq 100$
E. Tanah Lunak	$\bar{v}_s < 175$	$\bar{N} < 15$	$\bar{s}_u < 50$
	Atau setiap profil lapisan tanah dengan ketebalan lebih dari 3 m dengan karakteristik sebagai berikut : 1. Indeks plastisitas, $PI > 20$, 2. Kadar air (w) $\geq 40\%$, dan 3. Kuat geser tak terdrainase $\bar{s}_u < 25$ kPa		
F. Lokasi yang membutuhkan penyelidikan geoteknik dan analisis respons dinamik spesifik	Setiap profil lapisan tanah yang memiliki salah satu atau lebih dari karakteristik seperti : - Rentan dan berpotensi gagal terhadap beban gempa seperti likuifaksi, tanah lempung sangat sensitif, tanah tersementasi lemah - Lempung organik tinggi dan/atau gambut (dengan ketebalan > 3 m) - Plastisitas tinggi (ketebalan $H > 7.5$ m dengan $PI > 75$) - Lapisan lempung lunak/medium kaku dengan ketebalan $H > 35$ m		

Catatan : N/A = tidak dapat digunakan

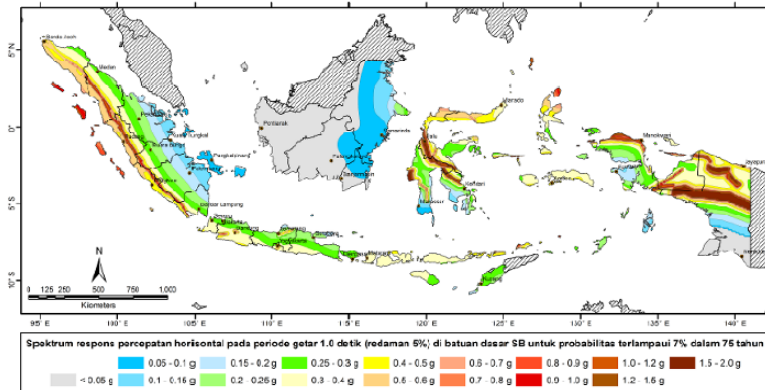
Berdasarkan RSNI 2833-2013 dan Peta Zonasi Gempa, diketahui:



Gambar 5. 1Peta percepatan puncak di batuan dasar (PGA) untuk probabilitas terlampaui 7% dalam 75 tahun



Gambar 5. 2Peta respons spektra percepatan 0,2 detik di batuan dasar untuk probabilitas terlampaui 7% dalam 75 tahun



Gambar 6 - Peta respons spektra percepatan 1 detik di batuan dasar untuk probabilitas terlampaui 7% dalam 75 tahun

Gambar 5. 3 Peta respons spektra 1 detik di batuan dasar untuk probabilitas terlampaui 7% dalam 75 tahun

Tabel 5. 6 Faktor amplifikasi untuk periode 0 detik dan 0,2 detik (F_{PGA} / F_a)

Kelas situs	$PGA \leq 0,1$ $S_s \leq 0,25$	$PGA = 0,2$ $S_s = 0,5$	$PGA = 0,3$ $S_s = 0,75$	$PGA = 0,4$ $S_s = 1,0$	$PGA > 0,5$ $S_s \geq 1,25$
Batuan Keras (SA)	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
Batuan (SB)	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
Tanah Keras (SC)	1.2	1.2	1.1	1.0	1.0
Tanah Sedang (SD)	1.6	1.4	1.2	1.1	1.0
Tanah Lunak (SE)	2.5	1.7	1.2	0.9	0.9
Tanah Khusus (SF)	SS	SS	SS	SS	SS

Catatan : Untuk nilai-nilai antara dapat dilakukan interpolasi linier

Keterangan:

PGA adalah percepatan puncak batuan dasar mengacu pada Peta Gempa Indonesia 2010 (Gambar 1 atau Gambar 4).

S_s adalah parameter respons spektral percepatan gempa untuk periode pendek ($T=0.2$ detik) mengacu pada Peta Gempa Indonesia 2010 (Gambar 2 atau Gambar 5).

SS adalah lokasi yang memerlukan investigasi geoteknik dan analisis respons dinamik spesifik.

Tabel 5. 7 Besarnya nilai faktor amplifikasi untuk periode 1 detik (F_v)

Kelas situs	$S_T \leq 0.1$	$S_T = 0.2$	$S_T = 0.3$	$S_T = 0.4$	$S_T \geq 0.5$
Batuan Keras (SA)	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
Batuan (SB)	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
Tanah Keras (SC)	1.7	1.6	1.5	1.4	1.3
Tanah Sedang (SD)	2.4	2.0	1.8	1.6	1.5
Tanah Lunak (SE)	3.5	3.2	2.8	2.4	2.4
Tanah Khusus (SF)	SS	SS	SS	SS	SS

Catatan : Untuk nilai-nilai antara dapat dilakukan interpolasi linier

Keterangan:

S_T adalah parameter respons spektral percepatan gempa untuk periode 1 detik mengacu pada Peta Gempa Indonesia 2010 (Gambar 3 atau Gambar 6).

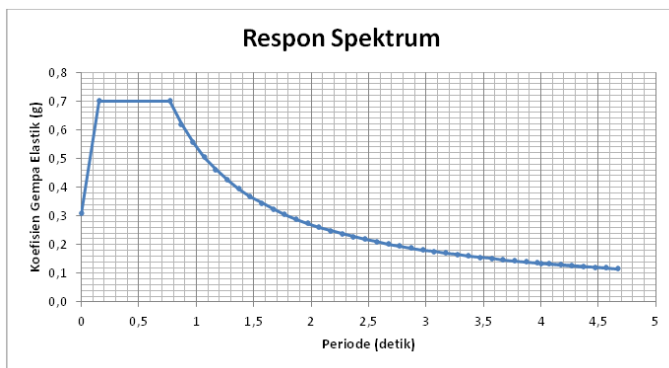
SS adalah lokasi yang memerlukan investigasi geoteknik dan analisis respons dinamik spesifik

- PGA = percepatan batuan dasar pada periode nol
= 0,30
- S_s = percepatan batuan dasar pada periode pendek
= 0,50
- S_1 = percepatan batuan dasar pada periode 1 detik
= 0,30
- F_{PGA} = faktor amplifikasi getaran periode pendek
= 1,20
- F_a = faktor amplifikasi getaran periode pendek
= 1,40
- F_v = faktor amplifikasi getaran periode 1 detik
= 1,80

Berdasarkan RSNI 2833-2010, diketahui parameter percepatan spektral desain untuk:

- A_s = periode nol
= $F_{PGA} \times PGA$
= $1,80 \times 0,30$
= 0,36
- S_{DS} = periode pendek
= $F_a \times S_s$

$$\begin{aligned}
 &= 1,40 \times 0,50 \\
 &= 0,70 \\
 - \text{SD1} &= \text{periode 1 detik} \\
 &= F_v \times S_1 \\
 &= 1,80 \times 0,30 \\
 &= 0,54
 \end{aligned}$$



Gambar 5. 4 Grafik respon spektrum

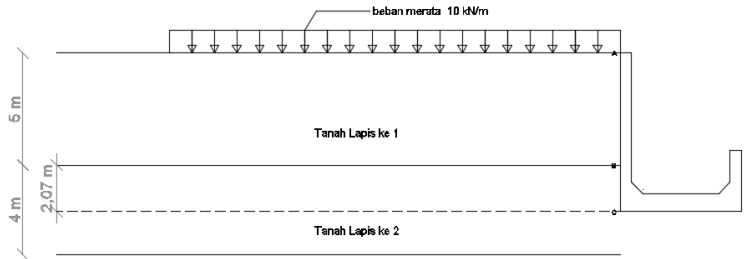
Berikut adalah resume hasil perhitungan beban gempa untuk perencanaan dinding penahan tanah dengan menggunakan struktur u-shape:

Tabel 5. 8 Rekapitulasi perhitungan beban gempa

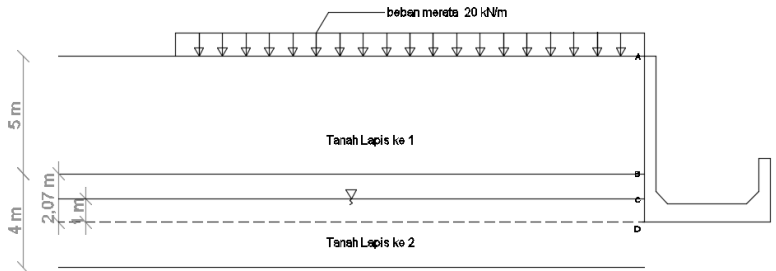
parameter	C1TM 082 - 085	C1TM 086 - 089	C1TM 090 - 093	C1TM 094 - 097	C1TM 098 - 101	C1TM 102 - 105
N	47,74	64,29	61,11	69,14	16,82	84,29
kelas situs	SD	SC	SC	SC	SD	SC
PGA	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30
Ss	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
S1	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30
FPGA	1,20	1,10	1,10	1,10	1,20	1,10
Fa	1,40	1,20	1,20	1,20	1,40	1,20
Fv	1,80	1,50	1,50	1,50	1,80	1,50
As	0,36	0,33	0,33	0,33	0,36	0,33
SDS	0,70	0,60	0,60	0,60	0,70	0,60
SD1	0,54	0,45	0,45	0,45	0,54	0,45

5.9 Tekanan Tanah Lateral

Titik yang ditinjau dalam perhitungan ini adalah C1TM 102 A, karena pada titik tersebut, lereng memiliki tinggi yang paling besar dibanding lereng lain.



Gambar 5. 5 pembebanan akibat tekanan tanah



Gambar 5. 6 pembebanan akibat tekanan tanah dan air

Dalam perhitungan tekanan tanah lateral, perlu diketahui data-data sebagai berikut:

- q = beban merata permukiman
= 10 kN/m
- H_1 = tinggi tanah lapis ke-1
= 5 m

$$\begin{aligned}
 H_2 &= \text{tinggi tanah lapis ke 2} \\
 &= 1,07 \text{ m} \\
 H_3 &= 1 \text{ m} \\
 \gamma_1 &= \text{berat jenis tanah lapis ke-1} \\
 &= 16,50 \text{ kN/m}^3 \\
 \gamma_2 &= \text{berat jenis tanah lapis ke-2} \\
 &= 15,80 \text{ kN/m}^3 \\
 \gamma_{\text{sat}} &= \text{berat jenis tanah jenuh lapis ke-2} \\
 &= 16,50 \text{ kN/m}^3 \\
 \gamma' &= \text{berat jenis tanah efektif} \\
 &= \gamma_{\text{sat}} - \gamma_w \\
 &= 16,50 - 10 \\
 &= 6,50 \text{ kN/m}^3 \\
 c_1 &= \text{kohesi tanah lapis ke-1} \\
 &= 84,46 \text{ kN/m}^2 \\
 c_2 &= \text{kohesi tanah lapis ke-2} \\
 &= 55,52 \text{ kN/m}^2 \\
 \phi_1 &= \text{sudut geser tanah lapis ke-1} \\
 &= 5,86^\circ \\
 \phi_2 &= \text{sudut geser tanah lapis ke-2} \\
 &= 6,55^\circ
 \end{aligned}$$

Perhitungan Koefisien Tekanan Tanah Aktif

Untuk menghitung tekanan tanah aktif, perlu diketahui nilai koefisien tekanan tanah aktif yang terjadi pada tanah. Koefisien tekanan tanah aktif dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut:

$$K_{a \text{ tot}} = K_a + K_{ac}$$

Dimana:

$$K_a = \tan^2 \left(45^\circ - \frac{\phi}{2} \right)$$

$$K_{a1} = \tan^2 \left(45^\circ - \frac{5,86^\circ}{2} \right) = 0,81$$

$$K_{a2} = \tan^2 \left(45^\circ - \frac{6,55^\circ}{2} \right) = 0,80$$

$$K_{AE} = \frac{\cos^2(\phi - \theta - \beta)}{\cos^2 \beta \cos \theta \cos(\delta + \theta + \beta) \left\{ 1 + \left[\frac{\sin(\delta + \phi) \sin(\phi - \theta - \alpha)}{\cos(\delta + \theta + \beta) \cos(\alpha - \beta)} \right]^{1/2} \right\}^2}$$

$$k_H = 0,5 \times A_s = 0,5 \times 0,33 = 0,17$$

$$k_v = 0$$

$$\theta = \tan^{-1} \left(\frac{k_h}{1 - k_v} \right) = \tan^{-1} \left(\frac{0,17}{1 - 0} \right) = 9,37$$

$$\beta = 0$$

$$\alpha = 0$$

$$\delta = 0$$

$$K_{AE1} = \frac{\cos^2(5,86 - 9,37 - 0)}{\cos^2 0 \cos 9,37 \cos(0 + 9,37 + 0) \left\{ 1 + \left[\frac{\sin(0 + 5,86) \sin(5,86 - 9,37 - 0)}{\cos(0 + 9,37 + 0) \cos(0 - 0)} \right]^{1/2} \right\}^2} = 0,59$$

$$K_{AE2} = \frac{\cos^2(6,55 - 9,37 - 0)}{\cos^2 0 \cos 9,37 \cos(0 + 9,37 + 0) \left\{ 1 + \left[\frac{\sin(0 + 6,55) \sin(6,55 - 9,37 - 0)}{\cos(0 + 9,37 + 0) \cos(0 - 0)} \right]^{1/2} \right\}^2} = 0,57$$

Maka:

$$K_{a \text{ tot } 1} = 0,81 + 0,59 = 1,40$$

$$K_{a \text{ tot } 2} = 0,80 + 0,57 = 1,37$$

Direncanakan, perhitungan tekanan tanah aktif terjadi saat muka air tanah mengalami kenaikan hingga ketinggian tertentu akibat pengaruh hujan.

Titik A

$$\begin{aligned}\sigma_A &= (K_{a \text{ tot } 1} \cdot q) - 2c_1 \sqrt{K_{a \text{ tot } 1}} \\ &= (1,40 \times 10) - (2 \times 84,46 \sqrt{1,40}) \\ &= -185,90 \text{ kN/m}^2\end{aligned}$$

Titik B

$$\begin{aligned}\sigma_{B1} &= (K_{a \text{ tot } 1} \cdot q) + (K_{a \text{ tot } 1} \cdot \gamma_1 \cdot h_1) \\ &= (1,40 \times 10) + (1,40 \times 16,50 \times 5) \\ &= -70,37 \text{ kN/m}^2\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\sigma_{B2} &= (K_{a \text{ tot } 2} \cdot q) + (K_{a \text{ tot } 2} \cdot \gamma_2 \cdot h_2) \\ &= (1,37 \times 10) + (1,37 \times 15,80 \times 5) \\ &= -3,45 \text{ kN/m}^2\end{aligned}$$

Titik C

$$\begin{aligned}\sigma_C &= (K_{a \text{ tot } 2} \cdot q) + (K_{a \text{ tot } 2} \cdot \gamma_1 \cdot h_1) + (K_{a \text{ tot } 2} \cdot \gamma_2 \cdot h_2) \\ &= (1,37 \times 10) + (1,37 \times 16,50 \times 5) + (1,37 \times 15,80 \times \\ &\quad 1,07) \\ &= 19,65 \text{ kN/m}^2\end{aligned}$$

Titik D

$$\begin{aligned}\sigma_C &= (K_{a \text{ tot } 2} \cdot q) + (K_{a \text{ tot } 2} \cdot \gamma_1 \cdot h_1) + (K_{a \text{ tot } 2} \cdot \gamma_2 \cdot h_2) + \\ &\quad (K_{a \text{ tot } 2} \cdot \gamma' \cdot h^3) \\ &= (1,37 \times 10) + (1,37 \times 16,50 \times 5) + (1,37 \times 15,80 \times \\ &\quad 1,07) + (1,37 \times 6,50 \times 1) \\ &= 38,50 \text{ kN/m}^2\end{aligned}$$

Karena jarak antar tiang pancang pada titik ini adalah 8 m, maka:

$$\sigma_A = -185,90 \text{ kN/m}^2 \times 8 \text{ m} = -1487,20 \text{ kN/m}$$

$$\sigma_{B1} = -70,37 \text{ kN/m}^2 \times 8 \text{ m} = -562,94 \text{ kN/m}$$

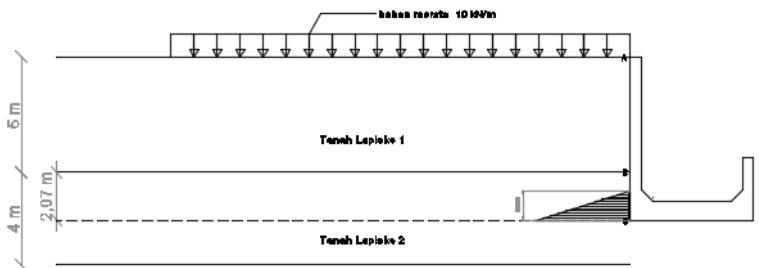
$$\sigma_{B2} = -3,45 \text{ kN/m}^2 \times 8 \text{ m} = -27,56 \text{ kN/m}$$

$$\sigma_C = 19,65 \text{ kN/m}^2 \times 8 \text{ m} = 157,19 \text{ kN/m}$$

$$\sigma_D = 38,50 \text{ kN/m}^2 \times 8 \text{ m} = 307,96 \text{ kN/m}$$

Dengan menggunakan perhitungan rumus segitiga dapat diketahui tinggi tegangan tanah yang terjadi, yaitu:

$$y = 1,21 \text{ m}$$



Gambar 5. 7 Diagram tekanan tanah

Tekanan tanah yang terjadi adalah:

$$P_1 = 0,5 \times 157,19 \text{ kN/m} \times (1,21 - 1) \text{ m} \\ = 16,64 \text{ kN}$$

$$P_2 = 157,19 \text{ kN/m} \times 1 \text{ m} \\ = 157,19 \text{ kN}$$

$$P_3 = 0,5 \times (307,96 - 157,19) \text{ kN/m} \times 1 \text{ m} \\ = 75,4 \text{ kN}$$

$$P_{\text{tot}} = P_1 + P_2 + P_3$$

$$= 16,64 + 157,19 + 75,4$$

$$= 249,22 \text{ kN/m}$$

Tekanan tanah terjadi pada tinggi:

$$H_1 = 1 + [(1/3) \times (1,21 - 1)]$$

$$= 1,07 \text{ m}$$

$$H_2 = 0,5 \times 1$$

$$= 0,5 \text{ m}$$

$$H_3 = (1/3) \times 1$$

$$= 0,67 \text{ m}$$

$$H = \frac{(P_1 \times H_1) + (P_2 \times H_2) + (P_3 \times H_3)}{P_{\text{tot}}}$$

$$= 0,488 \text{ m}$$

Berikut adalah hasil rekapitulasi tekanan tanah yang terjadi untuk perencanaan dinding penahan, yaitu:

Tabel 5. 9 Rekapitulasi tekanan tanah lateral

no.	A	B ₁	B ₂	C	P _H	1/3 y
	(kN/m)	(kN/m)	(kN/m)	(kN/m)	(kN)	(m)
89 B	-1487,20	-1350,41				
89 C	-1254,83	-1134,73				
89 D	-1394,25	-1252,15				
89 E	-1394,25	-1252,15				
90 A	-1394,25	-1250,42				
90 B	-1394,25	-1250,42				
90 C	-1394,25	-1250,42				
90 D	-1394,25	-1248,68				
91 A	-1394,25	-1163,77				
91 B	-1394,25	-1165,50				

91 C	-1394,25	-1165,50				
91 D	-1394,25	-1165,50				
92 A	-1394,25	-950,61				
92 B	-1394,25	-952,34				
92 C	-1394,25	-952,34				
92 D	-1394,25	-952,34				
93 A	-1394,25	-831,03				
93 B	-1394,25	-832,77				
93 C	-1394,25	-832,77				
93 D	-1394,25	-832,77				
94 A	-1394,25	-714,92				
94 B	-1394,25	-714,92				
94 C	-1394,25	-714,92				
94 D	-1394,25	-716,66				
95 A	-1394,25	-588,41				
95 B	-1394,25	-588,41				
95 C	-1394,25	-590,15				
95 D	-1394,25	-590,15				
96 A	-1394,25	-527,76	-25,84	25,96	1,26	0,03
96 B	-1394,25	-527,76	-25,84	24,34	1,11	0,03
96 C	-1394,25	-527,76	-25,84	24,34	1,11	0,03
96 D	-1394,25	-527,76	-25,84	163,55	52,97	0,22
97 A	-1394,25	-527,76	-25,84	158,70	49,79	0,21
97 B	-1394,25	-527,76	-25,84	163,55	52,97	0,22
97 C	-1394,25	-527,76	-25,84	157,08	48,75	0,21
97 D	-1394,25	-527,76	-25,84	157,08	48,75	0,21
98 A	-1394,91	-527,54	-25,31	221,02	98,55	0,30
98 B	-1394,91	-527,54	-25,31	221,02	98,55	0,30
98 C	-1394,91	-527,54	-25,31	219,40	97,06	0,29

98 D	-1394,91	-527,54	-25,31	219,40	97,06	0,29
99 A	-1394,91	-527,54	-25,31	128,65	32,32	0,17
99 B	-1394,91	-527,54	-25,31	127,03	31,49	0,17
99 C	-1394,91	-527,54	-25,31	127,03	31,49	0,17
99 D	-1394,91	-527,54	-25,31	92,99	16,65	0,12
100 A	-1394,91	-527,54	-25,31	92,99	16,65	0,12
100 B	-1394,91	-527,54	-25,31	92,99	16,65	0,12
100 C	-1394,91	-527,54	-25,31	91,37	16,07	0,12
101 A	-1394,91	-527,54	-25,31	91,37	16,07	0,12
101 B	-1394,91	-527,54	-25,31	154,58	47,11	0,20
101 C	-1394,91	-527,54	-25,31	154,58	47,11	0,20
101 D	-1394,91	-527,54	-25,31	152,96	46,10	0,20
102 A	-1487,20	-562,94	-27,56	329,86	211,68	0,43
102 B	-1394,25	-527,76	-25,84	309,24	198,45	0,43
102 C	-1301,30	-492,58	-24,12	279,56	173,28	0,41
103 C	-1395,69	-528,31	-25,87	105,39	21,49	0,14
103 D	-1394,25	-527,76	-25,84	137,65	37,17	0,18
104 C	-1394,25	-915,95				
104 D	-1394,25	-950,61				
105 A	-1394,25	-808,50				
105 B	-1394,25	-843,16				
105 C	-1394,25	-877,82				
105 D	-1294,28	-847,05				
max	-1254,83	-492,58	-24,12	329,86	211,68	0,43

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB VI PERHITUNGAN STRUKTUR

6.1 Perhitungan Tinggi Kritis

Tinggi maksimum tanah sebelum terjadi keruntuhan dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut:

$$H_c = \frac{2c}{\gamma} \tan\left(\frac{\pi}{4} + \frac{\phi}{2}\right)$$

Dimana:

H_c = tinggi kritis (m)

c = kohesi tanah lapis (kN/m²)

ϕ = sudut geser tanah lapis (°)

γ = berat jenis tanah lapis (kN/m³)

maka:

Tabel 6. 1 Rekapitulasi perhitungan tinggi kritis tanah

Tanah Lapis ke	γ	c	ϕ	H_c	H	Kontrol
	(kN/m ³)	(kN/m ²)	(°)	(meter)	(meter)	
1	16,50	84,46	5,86	0,67	4,00	TDK OK
2	15,80	55,52	6,55	0,50	5,50	TDK OK
3	16,01	74,07	7,03	0,70	2,50	TDK OK

Berdasarkan hasil perhitungan, dapat disimpulkan bahwa tanah tidak mampu menahan dan akan terjadi keruntuhan. Oleh karena itu diperlukan stuktur dinding penahan untuk mencegah terjadinya keruntuhan.

6.2 Pemodelan Struktur Dengan Plaxis

Dalam perencanaan struktur dinding penahan, dilakukan permodelan dengan menggunakan aplikasi Plaxis untuk mengetahui gaya-gaya yang terjadi pada dinding penahan akibat beban tekanan tanah lateral.

Parameter-parameter yang digunakan dalam memodelkan dinding penahan tanah menggunakan Plaxis adalah sebagai berikut:

Parameter Tanah

Jenis tanah = jenis tanah dapat diketahui dari hasil tes N-SPT

γ_{sat} = berat volume tanah jenuh
 $= \frac{(G_s + e)\gamma_w}{1 + e}$

γ_{unsat} = berat volume tanah tidak jenuh
 k = permeabilitas tanah
 $= \frac{[(e_1 - e_2) / (p_1 - p_2)]^x c_v \times \gamma_w}{1 + e_1} \text{ cm/dt}$

E_{ref} = modulus elastisitas tanah (di dapat dari tabel modulus young berdasarkan jenis tanah)

ν = angka poisson

c = kohesi tanah (di dapat dari hasil uji laboratorium Triaxial UU)

ϕ = sudut geser tanah kohesi tanah (di dapat dari hasil uji laboratorium Triaxial UU)

Tabel 6. 2 modulus young

Soil	E_s	
	ksf	Mpa
CLAY		
- very soft	50 - 250	2 - 15
- soft	100 - 500	5 - 25
- medium	300 - 1000	15 - 50
- hard	1000 - 2000	50 - 100
- sandy	500 - 5000	25 - 250
GLACIAL TILL		
- loose	230 - 3200	10 - 150
- dense	3000 - 15000	150 - 270
- very dense	10000 - 30000	500 - 1440
- loess	300 - 1200	15 - 60
SAND		
- silty	150 - 450	5 - 20
- loose	200 - 500	10 - 25
- dense	1000 - 1700	50 - 81
SAND AND GRAVEL		
- loose	1000 - 3000	50 - 150
- dense	2000 - 4000	100 - 200
SHALE	3000 - 300000	150 - 5000
SILT	40 - 400	2 - 20

Tabel 6. 3 Angka poisson

Jenis Tanah	μ
clay saturated	0,4 - 0,5
clay unsaturated	0,1 - 0,3
sandy clay	0,2 - 0,3
silt	0,3 - 0,35
sand, gravelly sand	0,1 - 1
rock	0,3 - 0,4
loess	0,1 - 0,3
ice	0,36
concrete	0,15

Tabel 6. 4 Parameter tanah dalam pemodelan dengan menggunakan Plaxis

Parameter	Satuan	Tanah 1	Tanah 2	Tanah 3
jenis	-	clay	med sand	silt
γ_{sat}	kN/m ³	16,80	16,17	16,01
γ_{unsat}		16,50	15,80	16,01
k	m/hari	0,0000351	0,0000351	0,0000351
Eref	kN/m ²	100000	50000	20000
v	-	0,35	0,30	0,35
c	kN/m ²	84,46	55,20	74,07
ϕ	°	5,86	6,55	7,03
interfaces	-	0,67	0,67	0,67

Parameter Pelat

Pada perencanaan ini, digunakan material beton sebanyak 3 macam untuk u-shape 1, u-shape 2, dan spun pile.

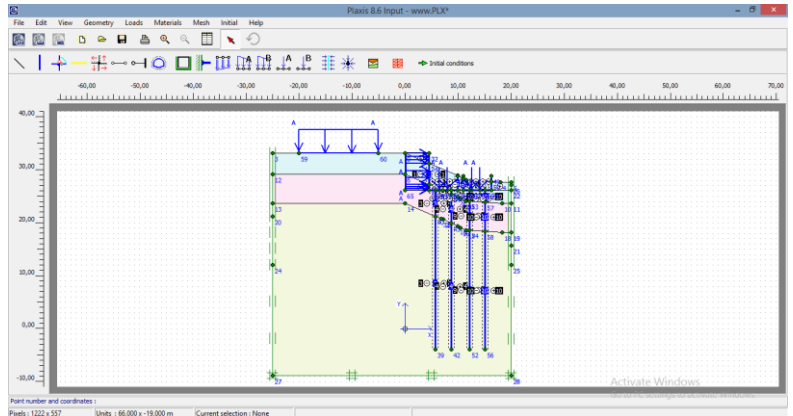
Berikut adalah parameter-parameter yang diperlukan dalam pemodelan Plaxis, yaitu:

- γ_c = berat jenis beton
 = 24 kN/m^3
 f_c = kuat tekan beton
 E = modulus elastisitas beton
 = $4700 \sqrt{f_c}$
 A = luas penampang
 w = berat sendiri pelat
 = $\gamma_c \times A$

Tabel 6. 5 Parameter bahan dalam pemodelan dengan menggunakan Plaxis

nama	E (kN/m ²)	A (m ²)	I (m ⁴)	EA (kN)	EI (kNm ²)	w (kN/m)
u-shape 1	27805575	8,645	49,310	240379196	1371092902	207
u-shape 2	27805575	6,470	3,375	179902070	93843816	155
spun pile	33234019	0,785	0,047	26088705	1561999	19
				3478494	208267	3
pengaku	27805575	0,500	0,010	13902787	289641	0,021

Dari parameter yang diketahui, dilakukan pemodelan dan pemberian beban sesuai dengan kondisi eksisting.



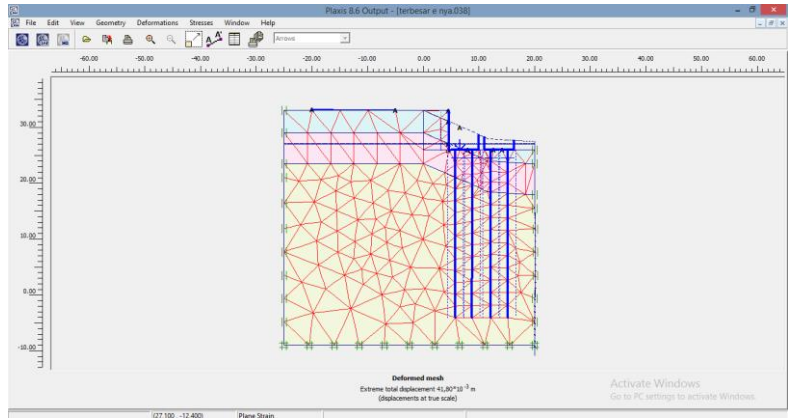
Gambar 6. 1 Pemodelan pada Plaxis
Berikut ini adalah hasil dari permodelan stuktur dinding penahan dengan menggunakan aplikasi Plaxis :

- Momen pada pelat = -1.460.000.000 Nmm/m
- Momen pada dinding = -1.460.000.000 Nmm/m
- Deformasi tiang = 17,63 mm

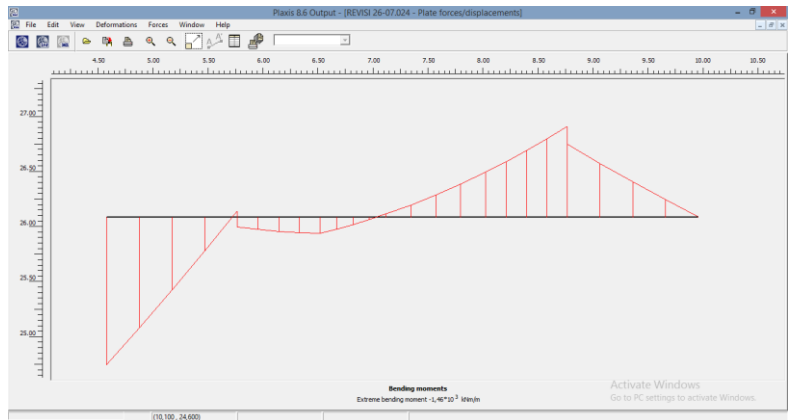
dimana:

$$\begin{aligned}
 y_o &= \text{deformasi lateral ijin} \\
 &= \frac{0,93 H}{(E_s^{3/5}) (E_{sp} \times I_{sp})^{2/5}} \\
 &= \frac{0,93 \times 855,4}{(10000^{3/5}) (33234019 \times 0,047)^{2/5}} \\
 &= 0,0105 \text{ m} \\
 &= 10,5 \text{ mm} < 17,63 \text{ mm (TIDAK OKE)}
 \end{aligned}$$

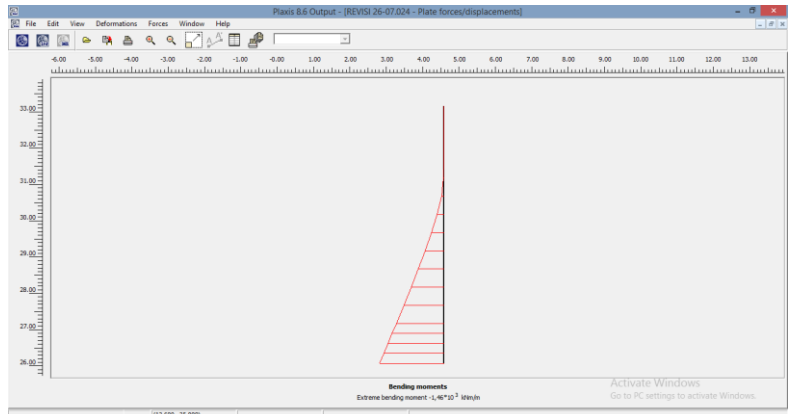
Karena di dapat hasil momen dari pemodelan Plaxis yang jauh cukup besar dibanding dengan SAP dan perhitungan manual serta defleksi yang tidak memenuhi ijin, maka diperkirakan terdapat kesalahan dalam melakukan pemodelan dan hasil yang didapat tidak valid dan tidak dapat digunakan.



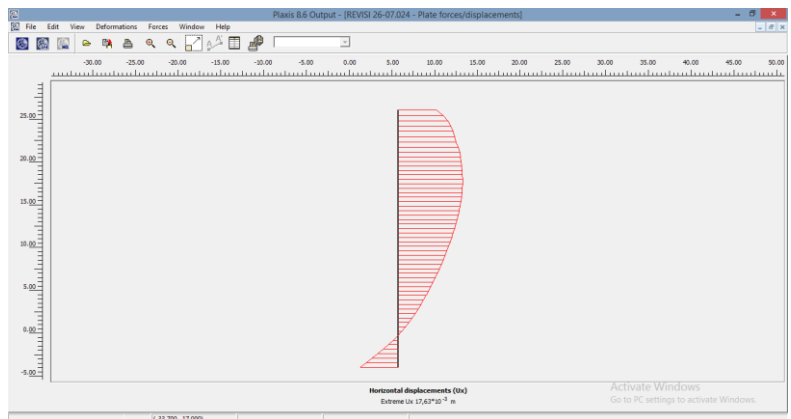
Gambar 6. 2 Hasil pemodelan



Gambar 6. 3 Momen pelat dengan pemodelan Plaxis



Gambar 6. 4 Momen dinding pada pemodelan Plaxis



Gambar 6. 5 Deformasi pada tiang pancang

6.3 Pemodelan Struktur Dengan SAP 2000

Dalam perencanaan struktur dinding penahan dengan u-shape, dilakukan pemodelan dengan menggunakan aplikasi SAP untuk mengetahui gaya-gaya yang terjadi. Hasil dari pemodelan SAP ini nantinya juga dapat

digunakan untuk merencanakan kebutuhan tulangan u-shape.

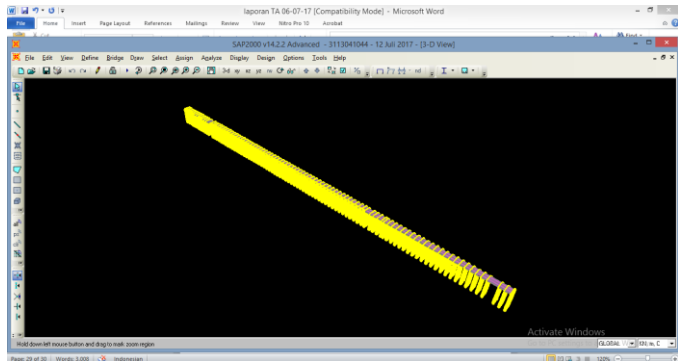
Parameter material yang dibutuhkan dalam pemodelan SAP adalah:

- f_c' = kuat tekan beton
- γ_c = berat jenis beton
- E = modulus elastisitas beton
- ν = poisson ratio beton

Tabel 6. 6 Parameter bahan dalam melakukan pemodelan SAP

parameter	satuan	u-shape	spun pile
γ_c	kN/m ²	24	24
f_c	MPa	35	50
E	MPa	27805,575	33234,0187
ν	-	0,2	0,2

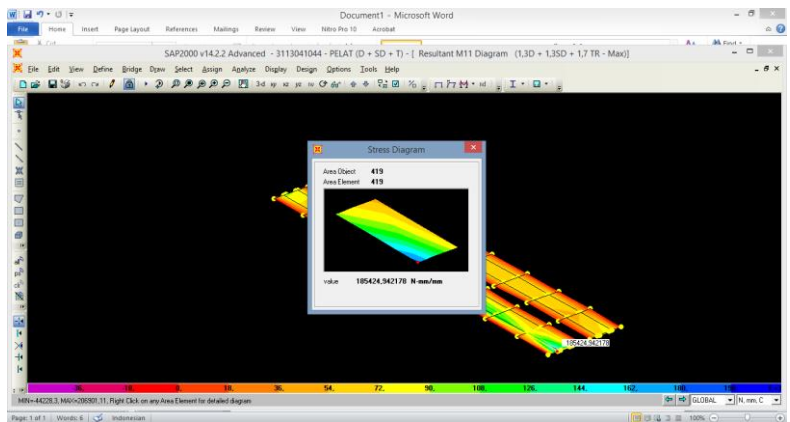
Berikut ini adalah hasil dari permodelan stuktur u-shape sebagai dinding penahan tanah dengan menggunakan aplikasi SAP 2000 :



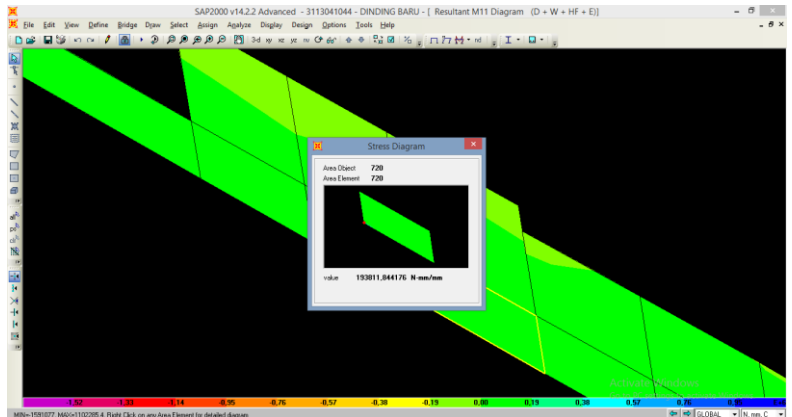
Gambar 6. 6 Pemodelan struktur LRT at grade dengan SAP 2000

Berikut ini adalah hasil dari permodelan struktur dinding penahan dengan menggunakan aplikasi SAP 2000 :

- Momen pada pelat = 185.424.942 Nmm/m
- Momen pada dinding = 193.811.844Nmm/m



Gambar 6. 7 Momen pelat pada pemodelan SAP



Gambar 6. 8 Momen dinding pada pemodelan SAP

Dari hasil permodelan spring tiang pancang pada SAP 2000, didapat hasil berikut:

$$\begin{aligned}
 P_{\text{terjadi}} &= -494,623 \text{ Ton} < R_a = 495,32 \text{ Ton (OKE)} \\
 &= +231,527 \text{ Ton} < R_c = 263,89 \text{ Ton (OKE)}
 \end{aligned}$$

6.4 Perhitungan Momen

6.4.1 Perhitungan Momen Pada Pelat

CARA 1

Pembebanan yang terjadi pada pelat lantai adalah:

- Beban mati (berat sendiri)

$$\begin{aligned}
 q_1 &= \gamma_c \times L \times t_1 & P_1 &= q_1 \times b_1 \\
 &= 2,4 \times 7,5 \times 7,07 & &= 127,26 \times 0,5 \\
 &= 127,26 \text{ ton/m} & &= 63,63 \text{ ton}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 q_2 &= \gamma_c \times L \times t_2 & P_2 &= q_2 \times b_2 \\
 &= 2,4 \times 7,5 \times 1,3 & &= 23,4 \times 0,5 \\
 &= 23,4 \text{ ton/m} & &= 11,7 \text{ ton}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 q_3 &= \gamma_c \times L \times t_3 & P_3 &= q_3 \times b_3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= 2,4 \times 7,5 \times 0,8 &= 14,4 \times 0,1875 \\
 &= 14,4 \text{ ton/m} &= 2,7 \text{ ton} \\
 q_4 &= \gamma_c \times L \times t_4 &P_4 &= q_4 \times b_4 \\
 &= 2,4 \times 7,5 \times 1,3 &= 23,4 \times 0,5 \\
 &= 23,4 \text{ ton/m} &= 11,7 \text{ ton} \\
 q_5 &= \gamma_c \times L \times t_5 &P_5 &= q_5 \times b_5 \\
 &= 2,4 \times 7,5 \times 2,77 &= 49,86 \times 0,5 \\
 &= 49,86 \text{ ton/m} &= 24,93 \text{ ton}
 \end{aligned}$$

- Beban mati tambahan

$$Q_{sd} = 2,15 \text{ ton}$$

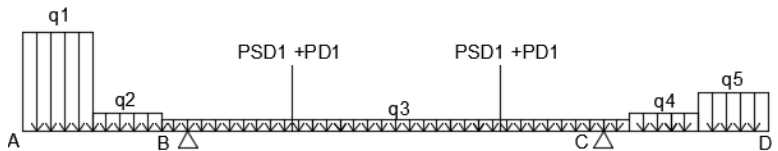
$$P_{sd} = q_{sd} \times L$$

$$= 2,15 \times 7,5 = 16,125 \text{ ton}$$

- Beban Hidup Kereta

$$P_T = 12 \text{ ton}$$

Dimisalkan titik B adalah jepit, maka angka kekakuan untuk jepit – sendi adalah $3EI/L$.



Gambar 6. 9 Pemodelan beban yang terjadi pada pelat

Perhitungan Momen Primair, yaitu:

$$MF_{BA} = (-P_1.X_1) + (-P_2.X_2) + (-P_3.X_3)$$

$$= (-63,63 \times 0,9375) + (-11,7 \times 0,4375) + (-14,4 \times 0,09375)$$

$$= 66,12 \text{ ton m}$$

$$MF_{BC} = (1/8 \cdot 14,4^3 \cdot 3^2) + [(16,125 + 12) \times 0,7525] + [(16,125 + 12) \times 2,2575]$$

$$\begin{aligned}
 &= 100,85 \text{ ton m} \\
 MF_{CB} &= -MF_{BC} \\
 &= -100,85 \\
 MF_{CD} &= (24,93 \times 0,9375) + (11,7 \times 0,4375) \times (2,7 \times 0,09375) \\
 &= 28,74 \text{ ton m}
 \end{aligned}$$

Perhitungan momen distribusi, yaitu:

$$\begin{aligned}
 MD &= (MF_1 + MF_2) \times FD \\
 MD_{BA} &= (-66,12 + 100,85) \times 0 = 0 \\
 MD_{BC} &= (-66,12 + 100,85) \times -1 = 34,73 \\
 MD_{CB} &= (-100,85 + 28,74) \times -1 = 72,11 \\
 MD_{CD} &= (-100,85 + 28,74) \times 0 = 0
 \end{aligned}$$

Tabel 6. 7 Hasil perhitungan momen dengan metode cross

Titik	B		C	
	BA	BC	CB	CD
K	0,00	EI	EI	0,00
FD	0,00	-1,00	-1,00	0,00
MF	-66,12	100,85	-100,85	28,74
MD	0,00	-34,73	72,11	0,00
MI	0,00	36,06	-17,37	0,00
MD	0,00	-36,06	17,37	0,00
MI	0,00	8,68	-18,03	0,00
MD	0,00	-8,68	18,03	0,00
MI	0,00	9,01	-4,34	0,00
MD	0,00	-9,01	4,34	0,00
MI	0,00	2,17	-4,51	0,00

MD	0,00	-2,17	4,51	0,00
MI	0,00	2,25	-1,09	0,00
MD	0,00	-2,25	1,09	0,00
MI	0,00	0,54	-1,13	0,00
MD	0,00	-0,54	1,13	0,00
MI	0,00	0,56	-0,27	0,00
MD	0,00	-0,56	0,27	0,00
MI	0,00	0,14	-0,28	0,00
MD	0,00	-0,14	0,28	0,00
MI	0,00	0,14	-0,07	0,00
MD	0,00	-0,14	0,07	0,00
MI	0,00	0,03	-0,07	0,00
MD	0,00	-0,03	0,07	0,00
MI	0,00	0,04	-0,02	0,00
MD	0,00	-0,04	0,02	0,00
MI	0,00	0,01	-0,02	0,00
MD	0,00	-0,01	0,02	0,00
Jumlah	-66,12	66,12	-28,74	28,74



Gambar 6. 10 Bidang momen yang terjadi pada pelat

Maka, momen maksimum yang terjadi pada pelat adalah:

$$\begin{aligned}
 M &= MB / L \\
 &= 661.200.000 \text{ Nmm} / 7,5 \text{ m} \\
 &= 88.160.000 \text{ Nmm/m}
 \end{aligned}$$

CARA 2

Diketahui data-data sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \gamma_c &= \text{berat jenis beton} \\ &= 24 \text{ kN/m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A &= \text{luas penampang u-shape} \\ &= 8,65 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} L_x &= \text{lebar pelat arah} \\ &= 5,38 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} L_y &= \text{panjang pelat} \\ &= 7,50 \text{ m} \end{aligned}$$

Perhitungan Pembebanan:

- Beban mati (berat sendiri)

$$\begin{aligned} q_D &= (\gamma_c \times A \times L_y) / (L_y \times L_x) \\ &= (24 \times 8,65 \times 7,5) / (7,5 \times 5,38) \\ &= 38,6 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

- Beban mati tambahan

$$\begin{aligned} q_{SD} &= (2 \times 21,5 \text{ kN/m}) / 5,38 \text{ m} \\ &= 7,99 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

- Beban hidup kereta

$$\begin{aligned} n &= \text{jumlah roda} \\ &= 8 \text{ roda} \end{aligned}$$

$$P = 120 \text{ kN}$$

$$\begin{aligned} q_L &= n \times (P / (L_x * L_y)) \\ &= 8 \times (120 / (5,38 \times 7,5)) \\ &= 23,8 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

- Kombinasi pembebanan

$$\begin{aligned} Q_u &= 1,3q_D + 1,7q_L \\ &= (1,3 \times (38,6 + 7,99)) + (1,7 \times 23,8) \\ &= 90,6 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

Diketahui, jenis pelat merupakan pelat dua arah karena:

$$\frac{L_y}{L_x} = \frac{7,5}{5,38} = 1,39 < 2$$

Tipe Pelat	Momen	ly / lx																
		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	$M_{lx} = + 0,001 q_u l_x^2 X$	44	52	59	66	73	78	84	88	93	97	100	103	106	108	110	112	126
	$M_{ly} = + 0,001 q_u l_y^2 X$	44	45	45	44	44	43	41	40	39	38	37	36	35	34	33	32	25
II	$M_{lx} = + 0,001 q_u l_x^2 X$	21	25	28	31	34	36	37	38	40	40	41	41	41	42	42	42	42
	$M_{ly} = + 0,001 q_u l_y^2 X$	21	21	20	19	18	17	16	14	13	12	12	11	11	11	11	10	10
III	$M_{lx} = + 0,001 q_u l_x^2 X$	32	39	44	49	53	56	57	57	58	58	58	58	58	58	58	58	58
	$M_{ly} = + 0,001 q_u l_y^2 X$	32	32	31	30	29	28	27	26	25	23	22	21	19	18	17	16	13
IV	$M_{lx} = + 0,001 q_u l_x^2 X$	68	77	85	92	98	103	107	111	113	116	118	119	120	121	122	122	126
	$M_{ly} = + 0,001 q_u l_y^2 X$	68	72	74	76	77	77	78	78	78	78	79	79	79	79	79	79	79
IVA	$M_{lx} = + 0,001 q_u l_x^2 X$	22	28	34	42	49	55	62	68	74	80	85	89	93	97	100	103	126
	$M_{ly} = + 0,001 q_u l_y^2 X$	70	79	87	94	100	105	109	112	115	117	119	120	121	122	123	123	126
IVB	$M_{lx} = + 0,001 q_u l_x^2 X$	32	34	36	38	39	40	41	41	42	42	42	42	42	42	42	42	42
	$M_{ly} = + 0,001 q_u l_y^2 X$	22	20	18	17	15	14	13	12	11	10	10	10	9	9	9	9	8
VA	$M_{lx} = + 0,001 q_u l_x^2 X$	70	74	77	79	81	82	83	84	84	84	84	84	84	83	83	83	83
	$M_{ly} = + 0,001 q_u l_y^2 X$	31	38	45	53	60	66	72	78	83	88	92	96	99	102	105	108	126
VB	$M_{lx} = + 0,001 q_u l_x^2 X$	37	39	41	41	42	42	41	41	40	39	38	37	36	35	34	33	25
	$M_{ly} = + 0,001 q_u l_y^2 X$	84	92	99	104	109	112	115	117	119	121	122	122	123	123	124	124	126
VIA	$M_{lx} = + 0,001 q_u l_x^2 X$	37	41	45	48	51	53	55	56	58	59	60	60	60	61	61	62	63
	$M_{ly} = + 0,001 q_u l_y^2 X$	31	30	28	27	25	24	22	21	20	19	18	17	17	16	16	15	13
VIB	$M_{lx} = + 0,001 q_u l_x^2 X$	84	92	98	103	108	111	114	117	119	120	121	122	122	123	123	124	126
	$M_{ly} = + 0,001 q_u l_y^2 X$	21	26	31	36	40	43	46	48	51	53	55	56	57	58	59	60	63
VIIA	$M_{lx} = + 0,001 q_u l_x^2 X$	26	27	28	28	27	26	25	23	22	21	21	20	20	19	19	18	13
	$M_{ly} = + 0,001 q_u l_y^2 X$	55	65	74	82	89	94	99	103	106	110	114	116	117	118	119	120	126
VIIB	$M_{lx} = + 0,001 q_u l_x^2 X$	60	65	69	72	74	76	77	78	78	78	78	78	78	78	78	79	79
	$M_{ly} = + 0,001 q_u l_y^2 X$	26	29	32	35	36	38	39	40	40	41	41	42	42	42	42	42	42
VIII	$M_{lx} = + 0,001 q_u l_x^2 X$	21	20	19	18	17	15	14	13	12	12	11	11	10	10	10	10	8
	$M_{ly} = + 0,001 q_u l_y^2 X$	60	66	71	74	77	79	80	82	83	83	83	83	83	83	83	83	83
Keterangan :																		

Gambar 6. 11 Koefisien X untuk perhitungan momen pelat

Perhitungan momen berdasarkan PBI 1971, maka:

$$\begin{aligned}
 M_{lx} &= 0,001 \times q_u \times L_x^2 \times X \\
 &= 0,001 \times 90,6 \times 28,94 \times 73 \\
 &= 191 \text{ kNm/m} \\
 &= 191.000.000 \text{ Nmm/m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 M_{ly} &= 0,001 \times q_u \times L_x^2 \times X \\
 &= 0,001 \times 90,6 \times 28,94 \times 44 \\
 &= 115 \text{ kNm/m} \\
 &= 115.000.000 \text{ Nmm/m}
 \end{aligned}$$

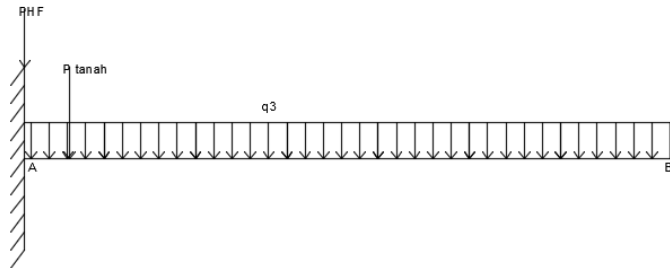
Maka, momen maksimum yang terjadi pada pelat adalah 191.000.000 Nmm/m

6.4.2 Perhitungan Momen Pada Dinding

CARA 1

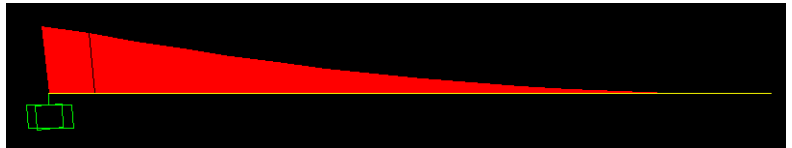
Pembebanan yang terjadi pada dinding adalah:

- Tekanan tanah lateral
Berdasarkan perhitungan tekanan tanah lateral, diketahui:
 $P = 38,50 \text{ kN}$
- Beban angin
Berdasarkan perhitungan beban angin pada bab sebelumnya, diambil beban angin terbesar pada struktur dan kendaraan, yaitu:
 $q_{WL} = 3,15 + 21,21 = 24,36 \text{ kN/m}$
- Hunting force
 $n = \text{jumlah roda}$
 $= 8 \text{ roda}$
 $P_L = \text{beban hidup kereta}$
 $= 120 \text{ kN}$
 $P_{HF} = n \times (8\% \times P_L)$
 $= 8 \times (8\% \times 120 \text{ kN})$
 $= 76,8 \text{ kN}$



Gambar 6. 12 Pemodelan pembebanan pada dinding

$$\begin{aligned}
 0 &= -M_A + (P_{\text{tanah}} \times L_1) + (0,5 \times q_{\text{WL}} \times L_2^2) \\
 0 &= -M_A + (38,50 \times 0,488) + (0,5 \times 24,36 \times 7,07^2) \\
 0 &= -M_A + 730,4 \text{ kNm} \\
 M_A &= -730,4 \text{ kNm} \\
 &= -730.400.000 \text{ Nmm}
 \end{aligned}$$



Gambar 6. 13 Bidang momen yang terjadi pada dinding

Maka, momen maksimum yang terjadi pada dinding adalah:

$$\begin{aligned}
 M &= M_A / L \\
 &= 730.400.000 \text{ Nmm} / 7,5 \text{ m} \\
 &= 97.386.666,67 \text{ Nmm/m}
 \end{aligned}$$

CARA 2

Diketahui data-data sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 L_x &= \text{lebar dinding} \\
 &= 7,07 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$L_y = \text{panjang dinding}$$
















$$= 7,50 \text{ m}$$

Perhitungan Pembebanan:

- Tekanan tanah lateral
Berdasarkan perhitungan tekanan tanah lateral, diketahui:
 $P = 38,50 \text{ kN}$
- Beban angin
Berdasarkan Peraturan Menteri Perhubungan PM 60 Tahun 2012, nilai beban angin adalah:
Pada struktur = 3 kN/m^2
Pada kendaraan = $1,5 \text{ kN/m}^2$
- Hunting force
 $n = \text{jumlah roda}$
 $= 8 \text{ roda}$
 $P_L = \text{beban hidup kereta}$
 $= 120 \text{ kN}$
 $P_{HF} = n \times (8\% \times P_L)$
 $= 8 \times (8\% \times 120 \text{ kN})$
 $= 76,8 \text{ kN}$
 $q_{HF} = P_{HF} / (L_x \times L_y)$
 $= 76,8 / (7,07 \times 7,50)$
 $= 1,45 \text{ kN/m}^2$
- Kombinasi pembebanan
 $Q_u = q_{\text{tanah}} + 1,4 \text{ HF} + 1,5 \text{ W}$
 $= 38,50 + (1,4 \times 1,45) + (1,5 \times (1,5 + 3))$
 $= 47,27 \text{ kN/m}^2$

Diketahui, jenis pelat merupakan pelat dua arah karena:

$$\frac{L_y}{L_x} = \frac{7,5}{7,07} = 1,06 < 2$$

Tipe Pelat	Momen	ly / lx																
		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	 $M_{lx} = + 0,001 q_u L_x^2 X$	44	52	59	66	73	78	84	88	93	97	100	103	106	108	110	112	125
	$M_{ly} = + 0,001 q_u L_y^2 X$	44	45	45	44	44	43	41	40	39	38	37	36	35	34	33	32	25
II	 $M_{lx} = + 0,001 q_u L_x^2 X$	21	25	28	31	34	36	37	38	40	40	41	41	41	42	42	42	42
	$M_{ly} = + 0,001 q_u L_y^2 X$	21	21	20	19	18	17	16	14	13	12	12	11	11	11	10	10	8
III	 $M_{lx} = + 0,001 q_u L_x^2 X$	52	59	64	69	73	76	79	81	82	83	83	83	83	83	83	83	83
	$M_{ly} = + 0,001 q_u L_y^2 X$	52	54	56	57	57	57	57	57	57	57	57	57	57	57	57	57	57
IV	 $M_{lx} = + 0,001 q_u L_x^2 X$	28	33	38	42	45	48	51	53	55	57	58	59	59	60	61	61	63
	$M_{ly} = + 0,001 q_u L_y^2 X$	28	28	28	27	26	25	23	22	21	19	18	17	17	16	16	16	13
IVa	 $M_{lx} = + 0,001 q_u L_x^2 X$	68	77	83	92	98	103	107	111	113	116	118	119	120	121	122	122	125
	$M_{ly} = + 0,001 q_u L_y^2 X$	68	72	74	76	77	77	78	78	78	79	79	79	79	79	79	79	79
IVb	 $M_{lx} = + 0,001 q_u L_x^2 X$	22	28	34	42	49	55	62	68	74	80	85	89	93	97	100	103	125
	$M_{ly} = + 0,001 q_u L_y^2 X$	32	38	37	39	40	41	41	41	41	40	39	38	37	36	35	35	25
V	 $M_{lx} = + 0,001 q_u L_x^2 X$	70	79	87	94	100	106	109	112	115	117	119	120	121	122	123	123	125
	$M_{ly} = + 0,001 q_u L_y^2 X$	32	34	36	38	39	40	41	41	42	42	42	42	42	42	42	42	42
Va	 $M_{lx} = + 0,001 q_u L_x^2 X$	22	20	18	17	15	14	13	12	11	10	10	10	9	9	9	9	8
	$M_{ly} = + 0,001 q_u L_y^2 X$	70	74	77	79	81	82	83	84	84	84	84	84	84	83	83	83	83
Vb	 $M_{lx} = + 0,001 q_u L_x^2 X$	31	38	45	53	60	66	72	78	83	88	92	96	99	102	105	108	125
	$M_{ly} = + 0,001 q_u L_y^2 X$	37	39	41	41	42	42	41	41	40	39	38	37	36	35	34	33	25
Vb	 $M_{lx} = + 0,001 q_u L_x^2 X$	84	92	99	104	109	112	115	117	119	121	122	122	123	123	124	125	
	$M_{ly} = + 0,001 q_u L_y^2 X$	37	41	45	48	51	53	55	56	58	59	60	60	60	61	61	62	63
Vc	 $M_{lx} = + 0,001 q_u L_x^2 X$	31	30	28	27	25	24	22	21	20	19	18	17	17	16	16	15	13
	$M_{ly} = + 0,001 q_u L_y^2 X$	84	92	98	103	108	111	114	117	119	120	121	122	122	123	123	124	125
Vd	 $M_{lx} = + 0,001 q_u L_x^2 X$	21	26	31	36	40	43	46	49	51	53	55	56	57	58	59	60	63
	$M_{ly} = + 0,001 q_u L_y^2 X$	26	27	28	28	27	26	25	23	22	21	21	20	20	19	19	18	13
Ve	 $M_{lx} = + 0,001 q_u L_x^2 X$	58	65	74	82	89	94	99	103	106	110	114	116	117	118	119	120	125
	$M_{ly} = + 0,001 q_u L_y^2 X$	60	63	65	72	74	75	77	78	78	78	78	78	78	78	78	78	79
Vf	 $M_{lx} = + 0,001 q_u L_x^2 X$	26	28	32	35	36	38	39	40	40	41	41	42	42	42	42	42	42
	$M_{ly} = + 0,001 q_u L_y^2 X$	21	20	19	18	17	15	14	13	12	12	11	11	10	10	10	10	8
Vg	 $M_{lx} = + 0,001 q_u L_x^2 X$	60	66	71	74	77	79	80	82	83	83	83	83	83	83	83	83	83
	$M_{ly} = + 0,001 q_u L_y^2 X$	58	57	57	57	58	57	57	57	57	57	57	57	57	57	57	57	57
Keterangan :		= Terletak bebas																
[-----]		= Terjepit penuh																

Gambar 6. 14 Koefisien X untuk perhitungan momen pelat

Perhitungan momen berdasarkan PBI 1971, maka:

$$\begin{aligned}
 M_{lx} &= 0,001 \times q_u \times L_x^2 \times X \\
 &= 0,001 \times 47,27 \times 49,98 \times 52 \\
 &= 122,9 \text{ kNm/m} \\
 &= 122.900.000 \text{ Nmm/m} \\
 M_{ly} &= 0,001 \times q_u \times L_x^2 \times X \\
 &= 0,001 \times 47,27 \times 49,98 \times 45 \\
 &= 106,3 \text{ kNm/m} \\
 &= 106.300.000 \text{ Nmm/m}
 \end{aligned}$$

Maka, momen maksimum yang terjadi pada dinding adalah 122.900.000 Nmm/m.

6.4.3 Rekapitulasi Momen

Berikut adalah rekapitulasi momen yang terjadi pada pelat dan dinding berdasarkan hasil pemodelan SAP, Plaxis, dan perhitungan manual, yaitu:

Tabel 6. 8 Rekapitulasi hasil perhitungan momen

Metode		Momen (Nmm/m)	
		Pelat	Dinding
Plaxis		1.460.000.000	1.460.000.000
SAP		185.424.942	193.811.844
Manual	Cara I	88.160.000	97.386.667
	Cara II	191.000.000	122.900.000

6.5 Perhitungan Tulangan

Kebutuhan tulangan dihitung secara terpisah antara dinding u-shape sekaligus sebagai dinding penahan, dan pelat lantai u-shape.

6.5.1 Perhitungan Tulangan Pelat

Pelat direncanakan dengan data-data sebagai berikut:

- Mutu beton = K-350
- Kuat tekan beton $f_c = 30$ MPa
- Kuat leleh $f_y = 400$ MPa
- Berat jenis beton $\gamma_c = 2400$ kg/m³
- Decking = 100 mm
- Faktor reduksi $\emptyset = 0,80$

Diambil momen terbesar dari perhitungan manual dan SAP:

$$M_u = 191.000.000 \text{ Nmm/m}$$

Direncanakan pelat dengan tulangan D-19.

$$b = 1000 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} d &= \text{tinggi pelat} - \text{cover} - (\text{diameter tulangan} : 2) \\ &= 800 \text{ mm} - 100 \text{ mm} - 19 \text{ mm} - (19 \text{ mm} : 2) \\ &= 751 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} m &= \frac{f_y}{0,85 f_c} = \frac{400 \text{ MPa}}{0,85 \times 35 \text{ MPa}} \\ &= 13,4 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} R_n &= \frac{M_u}{\phi b d^2} = \frac{191000000}{0,80 \times 1000 \times 751^2} \\ &= 0,42 \end{aligned}$$

$$\beta = 0,85$$

$$\begin{aligned} \rho_{\min} &= \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{400} \\ &= 0,0035 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \rho_b &= 0,85 \times \beta \times \frac{f_c}{f_y} \times \frac{600}{600+f_y} \\ &= 0,85 \times 0,85 \times \frac{35}{400} \times \frac{600}{600+400} \\ &= 0,038 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \rho_{\max} &= 0,75 \times \rho_b = 0,75 \times 0,036 \\ &= 0,0284 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \rho &= \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2m \times R_n}{f_y}} \right) \\ &= \frac{1}{13,4} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 13,4 \times 0,42}{400}} \right) \\ &= 0,0011 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_{S_{\text{perlu}}} &= \rho \times b \times d \\ &= 0,0035 \times 1000 \text{ mm} \times 751 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$= 2627 \text{ mm}^2$$

Digunakan tulangan:

$$D = 19 \text{ mm}$$

$$s = 100 \text{ mm}$$

$$A_s = 0,25 \cdot \pi \cdot D^2 \cdot (1000/s)$$

$$= 0,25 \times 3,14 \times (19 \text{ mm})^2 \cdot (1000/100)$$

$$= 2835 \text{ mm}^2 > A_{s \text{ perlu}} = 2627 \text{ mm}^2 \text{ (OKE)}$$

6.5.2 Perhitungan Tulangan Dinding

Pelat direncanakan dengan data-data sebagai berikut:

- Mutu beton = K-350
- Kuat tekan beton $f_c = 30 \text{ MPa}$
- Kuat leleh $f_y = 400 \text{ MPa}$
- Berat jenis beton $\gamma_c = 2400 \text{ kg/m}^3$
- Decking = 100 mm
- Faktor reduksi $\emptyset = 0,80$

Diambil momen terbesar dari perhitungan manual dan SAP:

$$M_u = 193.811.844 \text{ Nmm/m}$$

Direncanakan pelat dengan tulangan D-19.

$$b = 1000 \text{ mm}$$

$$d = \text{tinggi pelat} - \text{cover} - (\text{diameter tulangan} : 2)$$

$$= 800 \text{ mm} - 100 \text{ mm} - 19 \text{ mm} - (19 \text{ mm} : 2)$$

$$= 751 \text{ mm}$$

$$m = \frac{f_y}{0,85 f_c} = \frac{400 \text{ MPa}}{0,85 \times 35 \text{ MPa}}$$

$$= 13,4$$

$$R_n = \frac{M_u}{\emptyset b d^2} = \frac{193811844}{0,80 \times 1000 \times 751^2}$$

$$= 0,43$$

$$\begin{aligned}
\beta &= 0,85 \\
\rho_{\min} &= \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{400} \\
&= 0,0035 \\
\rho_b &= 0,85 \times \beta \times \frac{f_c}{f_y} \times \frac{600}{600+f_y} \\
&= 0,85 \times 0,85 \times \frac{35}{400} \times \frac{600}{600+400} \\
&= 0,038 \\
\rho_{\max} &= 0,75 \times \rho_b = 0,75 \times 0,036 \\
&= 0,0284 \\
\rho &= \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2m \times R_n}{f_y}} \right) \\
&= \frac{1}{13,4} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 13,4 \times 0,43}{400}} \right) \\
&= 0,0011 \\
A_{S_{\text{perlu}}} &= \rho \times b \times d \\
&= 0,0035 \times 1000 \text{ mm} \times 751 \text{ mm} \\
&= 2627 \text{ mm}^2 \\
\text{Digunakan tulangan:} \\
D &= 19 \text{ mm} \\
s &= 100 \text{ mm} \\
A_s &= 0,25 \cdot \pi \cdot D^2 \cdot (1000/s) \\
&= 0,25 \times 3,14 \times (19 \text{ mm})^2 \cdot (1000/100) \\
&= 2835 \text{ mm}^2 > A_{S_{\text{perlu}}} = 2627 \text{ mm}^2 \text{ (OKE)}
\end{aligned}$$

6.6 Perencanaan Pondasi

Direncanakan struktur u-shape sebagai dinding penahan menggunakan pondasi tiang pancang dengan data-data sebagai berikut:

Jenis = spun pile

D = diameter tiang

$$\begin{aligned}
 &= 1 \text{ m} \\
 \gamma_c &= \text{berat jenis beton} \\
 &= 2400 \text{ kg/m}^3 \\
 A &= \text{luas total} \\
 &= 0,25 \pi D^2 \\
 &= 0,25 \times 3,14 \times 1^2 \\
 &= 0,79 \text{ m}^2 \\
 W_t &= \text{berat tiang} \\
 &= A \times \gamma_c \\
 &= 0,79 \text{ m}^2 \times 2,4 \text{ ton/m}^3 \\
 &= 1,88 \text{ ton/m} \\
 W_p &= W_t \times L \\
 &= 1,88 \text{ ton/m} \times 30 \text{ m} \\
 &= 56,5 \text{ ton} \\
 U_p &= \text{keliling tiang} \\
 &= \pi D \\
 &= 3,14 \times 1 \text{ m} \\
 &= 3,14 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Tabel 6. 9 Data N-SPT tanah

depth	l_i	N	f_i	$l_i f_i$
(m)	(m)		(t/m ²)	(t/m)
1	1	0	0	0
2	1	0	0	0
3	1	50	12	12
4	1	60	12	12
5	1	60	12	12
6	1	60	12	12
7	1	60	12	12
8	1	60	12	12

9	1	60	12	12
10	1	60	12	12
11	1	60	12	12
12	1	60	12	12
13	1	60	12	12
14	1	60	12	12
15	1	60	12	12
16	1	60	12	12
17	1	60	12	12
18	1	60	12	12
19	1	60	12	12
20	1	60	12	12
21	1	60	12	12
22	1	0	0	0
23	1	0	0	0
24	1	0	0	0
25	1	0	0	0
26	1	0	0	0
27	1	0	0	0
28	1	0	0	0
29	1	52	12	12
30	1	60	12	12
Total				252

Daya Dukung Aksial Pondasi Pancang

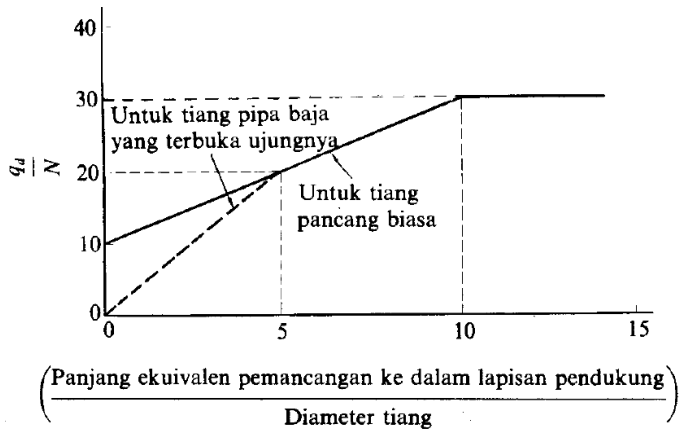
Tiang pancang direncanakan dengan panjang 20 m.

$$\sum l_i \cdot f_i = 252 \text{ t/m}$$

$$R_f = \text{gaya geser maksimum dinding tiang}$$

$$= U_p \times \sum l_i f_i$$

$$\begin{aligned}
 &= 3,14 \text{ m} \times 252 \text{ t/m} \\
 &= 792 \text{ ton} \\
 l/D &= 7,5 \\
 l &= \text{panjang penetrasi} \\
 &= 7,5 \times D \\
 &= 7,5 \times 1 \text{ m} \\
 &= 7,5 \text{ m} \\
 q_D/N &= 25 \text{ (didapat dari diagram perhitungan dari} \\
 &\text{intensitas daya dukung ultimate tanah pondasi} \\
 &\text{pada ujung tiang)}
 \end{aligned}$$



Gambar 6. 15 Diagram perhitungan dari intensitas daya dukung ultimate tanah pondasi pada ujung tiang

$$\begin{aligned}
 N_1 &= \text{harga } N \text{ pada ujung tiang} \\
 &= 60 \\
 N_2 &= \text{harga } N \text{ rata-rata pada jarak } 4D \text{ dari ujung} \\
 &\text{tiang} \\
 &= 28 \\
 N &= (N_1 + N_2)/2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= (60 + 28)/2 \\
 &= 44 \\
 q_D &= 25 \times N \\
 &= 25 \times 44 \\
 &= 1100 \text{ t/m}^2 \\
 R_t &= \text{daya dukung ujung tiang} \\
 &= q_D \times A \\
 &= 1100 \text{ ton/m}^2 \times 0,79 \text{ m}^2 \\
 &= 864 \text{ ton} \\
 R_u &= \text{daya dukung ultimate} \\
 &= R_f + R_t \\
 &= 792 \text{ ton} + 864 \text{ ton} \\
 &= 1656 \text{ ton/ tiang} \\
 SF &= \text{angka keamanan} \\
 &= 3 \\
 R_a &= \text{daya dukung ijin tiang} \\
 &= (R_u/SF) - W_p \\
 &= (1656 \text{ ton}/3) - 56,5 \text{ ton} \\
 &= 495 \text{ ton}
 \end{aligned}$$

Daya Dukung Horizontal Pondasi Pancang

$$\begin{aligned}
 N &= 50 \text{ (diambil nilai N-SPT minimal)} \\
 E_o &= \text{modulus elastisitas tanah} \\
 &= 28 \times N \\
 &= 28 \times 50 \\
 &= 1400 \text{ kg/cm}^2 \\
 y_i &= \text{deformasi horizontal ijin} \\
 &= 1 \text{ cm} \\
 k &= \text{koefisien reaksi tanah dasar} \\
 &= 0,2 \times E_o \times D^{-0,75} \times y_i^{-0,5} \\
 &= 0,2 \times 1400 \times 100^{-0,75} \times 1^{-0,5}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= 8,85 \text{ kg/cm}^3 \\
 \beta &= (kD/(4EI))^{0,25} \\
 &= (8,85 \times 100 / (4 \times 1561998879641))^{0,25} \\
 &= 0,00345 \text{ cm}^{-1} \\
 L_m &= \text{virtual vixity point} \\
 &= \pi/2\beta \\
 &= 3,14 / (2 \times 0,00345) \\
 &= 455,30 \text{ cm} = 4,55 \text{ m} \\
 H_a &= \text{daya dukung gaya horizontal tiang tegak} \\
 &= [(kD) \times 1/\beta] / y_i \\
 &= [(8,85 \times 100) \times 1/0,00345] / 1 \\
 &= 257 \text{ ton/tiang} \\
 H_{a \text{ ijin}} &= H_a / SF \\
 &= 257 \text{ ton} / 3 \\
 &= 85,5 \text{ ton/tiang} \\
 M_a &= \text{momen lentur pada posisi virtual fixity point} \\
 &= H_a \times L_m \\
 &= 85,5 \text{ ton/tiang} \times 4,55 \text{ m} \\
 &= 389 \text{ ton m/tiang}
 \end{aligned}$$

Kapasitas Cabut Tiang

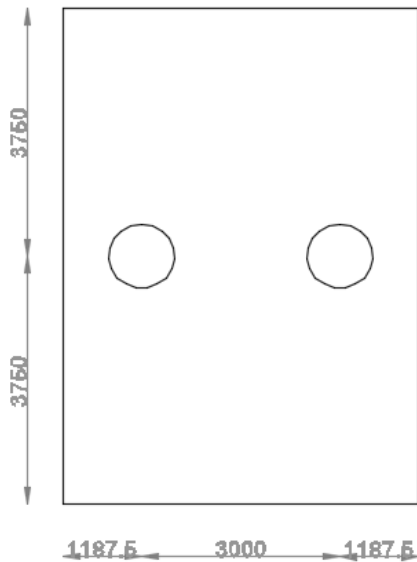
$$\begin{aligned}
 R_c &= \text{kapasitas cabut tiang} \\
 &= R_f / SF + W_p \\
 &= 792 \text{ ton} / 3 + 56,5 \text{ ton} \\
 &= 320 \text{ ton/tiang}
 \end{aligned}$$

Berikut adalah hasil rekapitulasi daya dukung pondasi tiang pancang untuk perencanaan dinding penahan:

Tabel 6. 10 Rekapitulasi hasil perhitungan daya dukung pondasi

titik	Ra	Rc	Ha
	(ton)	(ton)	(ton)
82 - 85	620,5	406,3	27,5
86 - 89	688,0	408,4	98,1
90 - 93	700,6	421,0	83,0
94 - 97	662,9	383,3	95,6
98 - 101	647,2	367,6	12,9
102 - 105	495,3	320,4	85,5

Konfigurasi Tiang Pancang



Gambar 6. 16 Denah pondasi untuk C1TM 102

Direncanakan tiang pancang kelompok seperti gambar di atas.

$$\begin{aligned} m &= \text{jumlah tiang pancang arah } x \\ &= 2 \text{ tiang} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} n &= \text{jumlah tiang pancang arah } y \\ &= 1 \text{ tiang} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} s &= \text{jarak antar tiang pancang} \\ &= 3D = 3 \times 1 \text{ m} \\ &= 3 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \theta &= \tan^{-1} (D/S) \\ &= \tan^{-1} (1 / 3) \\ &= 0,32 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} E &= \text{effisiensi tiang pancang kelompok} \\ &= 1 - \theta \frac{(n-1)m + (m-1)n}{90 \, m \, n} \\ &= 1 - 0,322 \frac{(1-1)2 + (2-1)1}{90 \cdot 2 \cdot 1} \\ &= 0,998 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P &= R_a \times E \times \text{jumlah total tiang} \\ &= 495,32 \text{ ton} \times 0,998 \times 2 \\ &= 988,88 \text{ ton} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} H &= H_a \times E \times \text{jumlah total tiang} \\ &= 85,54 \text{ ton} \times 0,998 \times 2 \\ &= 170,78 \text{ ton} \end{aligned}$$

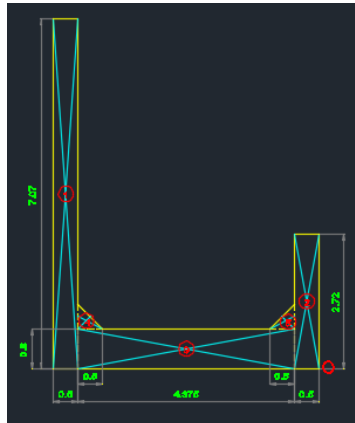
Berikut adalah hasil rekapitulasi konfigurasi pile untuk perencanaan dinding penahan tanah:

Tabel 6. 11 Rekapitulasi hasil perhitungan daya dukung tiang pancang kelompok

titik	m	n	Pkel	Hkel
	(tiang)	(tiang)	(ton)	(ton)
82 - 85	3,0	1,0	1857,0	82,2
86 - 89	3,0	1,0	2059,1	293,5
90 - 93	3,0	1,0	2096,7	248,3
94 - 97	3,0	1,0	1983,9	286,2
98 - 101	3,0	1,0	1936,9	38,5
	2,0	1,0	1291,3	25,7
102 - 105	2,0	1,0	988,9	170,8

6.7 Kontrol Stabilitas Dinding Penahan

Dalam menentukan nilai dari stabilitas guling dan geser pada dinding penahan, u-shape dibagi menjadi beberapa bagian untuk menghitung nilai dari momen akibat berat sendiri, yaitu:



Gambar 6. 17 Potongan melintang u-shape untuk perhitungan kontrol stabilitas guling dan geser

Perhitungan Momen Terhadap Titik O

Tabel 6. 12 Hasil perhitungan momen akibat berat sendiri u-shape

i	perhitungan berat sendiri						Wi	li	Wi x li
							(kN)	(m)	(kNm)
1	7,07	0,5	8	24		678,72	5,13	3478,44	
2	2,72	0,5	8	24		261,12	0,25	65,28	
3	4,38	0,8	8	24		672,0	2,69	1806,00	
4	0,5	0,5	0,5	8	24	24	4,71	113,00	
5	0,5	0,5	0,5	8	24	24	0,67	16,00	
	$\Sigma =$						1659,8		5478,72

Dari perhitungan tekanan tanah lateral, dapat diketahui data-data sebagai berikut:

$$P_H = \text{tekanan tanah arah horizontal} \\ = 249,22 \text{ kN/m}$$

$$P_V = \text{tekanan tanah arah vertikal} \\ = 0$$

$$H = \text{titik tangkap kerja tekanan tanah} \\ = 0,488 \text{ n}$$

$$B = \text{lebar struktur} \\ = 5,38 \text{ m}$$

$$\mu = \text{koefisien geser alas} \\ = 0,60$$

Maka, keseluruhan gaya irisan terhadap titik O adalah sebagai berikut:

Momen yang menahan guling:

Tabel 6. 13 Hasil perhitungan momen tahanan

	gaya vertikal	jarak mendatar	momen tahan M_r
berat sendiri total	1659,8	-	5478,7
tekanna tanah vertikal	0	0	0
jarak mendatar	-	-	-
$\Sigma =$	1659,8	0	5478,7

Momen yang menyebabkan guling:

Tabel 6. 14 Hasil perhitungan momen yang menyebabkan guling

	gaya mendatar	jarak vertikal	momen guling M_o
berat sendiri total	-	-	-
tekanna tanah vertikal	0	-	-
jarak mendatar	249,22	0,49	121,54
$\Sigma =$	249,22	0,49	121,54

Kontrol Stabilitas Guling

$$\frac{\Sigma \text{momen yang menahan guling}}{\Sigma \text{momen yang menyebabkan guling}} = \frac{5478,7}{121,54} = 45 > 1,5$$

Kontrol Stabilitas Geser

$$F_s = \frac{\Sigma W \mu}{P_H} = \frac{1659,8 \times 0,60}{249,22} = 4 > 1,5$$

Berikut adalah rekapitulasi dari kontrol stabiitas guling dan geser untuk perencanaan dinding penahan:

Tabel 6. 15 Rekapitulasi hasil perhitungan kontrol stabilitas guling dan geser

no.	guling	kontrol	geser	kontrol
	(kN/m ²)	(kN/m ²)	(kN/m ²)	(kN/m ²)
96 A	318293,98	OKE	1102,07	OKE
96 B	373180,04	OKE	1237,39	OKE
96 C	371871,60	OKE	1235,76	OKE
96 D	1170,25	OKE	26,83	OKE
97 A	1291,37	OKE	28,60	OKE
97 B	1185,67	OKE	26,98	OKE
97 C	1365,41	OKE	29,49	OKE
97 D	1392,18	OKE	29,72	OKE
98 A	500,49	OKE	15,02	OKE
98 B	511,65	OKE	15,15	OKE
98 C	535,16	OKE	15,52	OKE
98 D	546,07	OKE	15,64	OKE
99 A	789,98	OKE	26,35	OKE
99 B	821,61	OKE	27,04	OKE
99 C	818,26	OKE	26,98	OKE
99 D	2104,75	OKE	50,46	OKE
100 A	2104,75	OKE	50,46	OKE
100 B	2104,75	OKE	50,46	OKE
100 C	2221,66	OKE	52,30	OKE
101 A	2221,66	OKE	52,30	OKE
101 B	490,47	OKE	18,78	OKE
101 C	454,42	OKE	18,27	OKE
101 D	469,58	OKE	18,67	OKE
102 A	60,50	OKE	4,70	OKE

102 B	60,50	OKE	4,70	OKE
102 C	66,59	OKE	5,01	OKE
103 C	1560,23	OKE	40,31	OKE
103 D	693,87	OKE	23,56	OKE
max	60,50		4,70	

BAB VII

METODE PELAKSANAAN

Berikut adalah metode pelaksanaan dari perencanaan struktur dinding penahan tanah menggunakan u-shape girder:

Pekerjaan Persiapan

Pekerjaan persiapan dalam sebuah proyek bangunan adalah:

- Pembuatan direksi keet, gudang material, dan lain sebagainya.



Gambar 7. 1 Pembuatan kantor proyek dan direksi keet

- Pembuatan pagar proyek sebagai batas terhadap lahan yang akan dibangun.



Gambar 7. 2 Pemasangan pagar pembatas proyek

Pekerjaan Galian

Pekerjaan galian dapat diklasifikasikan menjadi beberapa bagian. Galian jenis ini merupakan galian struktur yang artinya galian pada segala jenis tanah dalam batas pekerjaan yang disebut atau ditunjukkan dalam gambar untuk struktur.



Gambar 7. 3 Galian dan perataan tanah

Pekerjaan Pondasi Spun Pile

- Sebelum melakukan pekerjaan pondasi dilakukan pengukuran titik-titik yang akan dijadikan pondasi. Pengukuran dimaksudkan untuk mencari ketepatan letak dan elevasi muka tanah .



Gambar 7. 4 Pengukuran titik-titik pondasi

- Selanjutnya adalah mobilisasi tiang pancang dapat dilakukan menggunakan truck trailer.
- Handling spun pile untuk mengangkat dan memposisikan spun pile yang akan dipancang menggunakan crane.
- Alat pancang ditempatkan sedemikian rupa sehingga as hammer jatuh pada patok titik pancang yang telah ditentukan.
- Tiang diangkat pada titik angkat yang disediakan pada setiap tiang.
- Pemancangan dimulai dengan mengangkat dan menjatuhkan hammer secara kontinyu.



Gambar 7. 5 Pemancangan spun pile

- Pemancangan dapat dihentikan sementara untuk penyambungan batang berikutnya bila kepala tiang telah mencapai muka tanah namun tanah keras yang diharapkan belum tercapai.



Gambar 7. 6 Pengelasan sambungan tiang

- Pemancangan tiang dapat dihentikan bila ujung bawah tiang telah mencapai lapisan tanah keras yang ditentukan.
- Pemotongan tiang pancang pada cut off level yang ditentukan

Pekerjaan U-Shape

- Spun pile yang dipotong pada cut off level, nantinya akan disambungkan pada tulangan pelat.
- Pada pekerjaan pelat lantai u-shape, yang pertama adalah pemasangan bekisting.
- Setelah pemasangan bekisting adalah pemasangan tulangan pelat yang juga disambung dengan tulangan spun pile.



Gambar 7. 7 Pemasangan bekisting dan penulangan

- Setelah pemasangan tulangan dilakukan, selanjutnya adalah pengerjaan pengecoran pelat lantai.
- Pekerjaan pengecoran dinding u-shape dapat dilakukan setelah pekerjaan pelat lantai selesai.



Gambar 7. 8 pekerjaan pengecoran pelat dan dinding

BAB VIII

PENUTUP

8.1 Kesimpulan

Proyek pembangunan LRT yang seharusnya berupa jembatan melayang harus dibangun tepat berada di atas tanah dengan beberapa pertimbangan tertentu. Namun, tepat di samping lokasi pembangunan terdapat lereng yang cukup tinggi dimana terdapat permukiman di lereng tersebut. Untuk mencegah terjadinya keruntuhan, direncanakan struktur dinding penahan menggunakan u-shape girder dimana u-shape girder merupakan struktur utama dari lintasan LRT. Dari hasil perencanaan, dapat disimpulkan bahwa:

- Dinding penahan = u-shape girder
- Tebal dinding penahan = 0,50 m
- Tinggi dinding penahan = disesuaikan dengan ketinggian lereng di masing - masing titik (tinggi dinding maksimal 7,10 m)
- Lebar dinding penahan = disesuaikan dengan jarak antar tiang pancang arah memanjang (rata-rata 7,5 m)
- Tebal pelat = 0,80 m
- Tulangan pelat = D19 - 100
- Tulangan dinding = D19 - 100
- Pondasi = Spun pile diameter 1 m
- Jarak antar pancang = 3 m (arah melintang)

- Jarak antar pancang = 7,5 m (arah memanjang)

Berdasarkan hasil perhitungan, selain sebagai struktur utama, u-shape girder juga mampu untuk menahan tekanan tanah lateral dan gempa untuk mencegah terjadinya keruntuhan pada lereng.

DAFTAR PUSTAKA

Das, Braja M. 1993. *Mekanika Tanah (Prinsip-prinsip Rekayasa Geoteknis) Jilid II*. Jakarta: Erlangga

Hardiyatmo, Hary Christady. 2002. *Mekanika Tanah I*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press

Hardiyatmo, Hary Christady. 2003. *Teknik Fondasi 2*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press

Sosrodarsono, Suyono. 2000. *Mekanika Tanah & Teknik Pondasi*. Jakarta: PT. Pradnya Paramita

Halaman ini sengaja dikosongkan

LAMPIRAN

LABORATORY TEST RESULT

PROJECT : LRT ADHI KARYA
LOCATION : TAMAN MINI

BORING NO.		C1TM - 95A	C1TM - 95A	C1TM - 95A
DEPTH (m)		1.00 - 1.50	5.00 - 5.50	9.00 - 9.50
SAMPLE STATUS		UDS	UDS	UDS
I N D E X	VOLUMIC WEIGHT			
	Specific Gravity (Gs)	2.584	2.598	2.606
	Natural Water Content (w)	44.67	52.84	59.13
	Bulk Density (g m)	1.682	1.611	1.632
	Dry Density (g d)	1.163	1.054	1.026
	Void Ratio (e)	1.222	1.465	1.540
	Porosity (n)	0.550	0.594	0.606
	Degree of Saturation (Sr)	94.44	93.71	100.00
	ATTERBERG LIMITS			
	Liquid Limits (LL)	75.26	70.44	72.35
	Plastic Limits (PL)	32.53	29.94	34.23
	Plasticity Index (PI)	42.73	40.50	38.12
	HIDROMETER ANALYSIS			
	Gravel	0.00	0.00	0.00
	Sand	1.67	5.61	3.40
Silt	16.38	38.97	49.51	
Clay	81.95	55.42	47.09	
E N G I N E R I N G	CONSOLIDATION TEST			
	Coefficient of Consolidation (Cv)	0.00171	0.00167	0.00170
	Compression Index (Cc)	0.422	0.509	0.542
	TRIAXIAL (UU TEST)			
	Cohesion (c)	0.861	0.566	0.755
	Friction Angle (f)	5.864	6.554	7.028
	UNCONFINED COMPRESSION TEST			
	Undisturbed Compressive Strenth (Quu)	1.943	1.205	1.590
	Remolded Compressive Strenth (Qur)	1.760	1.126	1.498
	Sensitivity (SI)	1.104	1.069	1.061
	DIRECT SHEAR			
	Cohesion (c)	0.32	0.26	0.29
Friction Angle (f)	12.2	16.0	19.0	
COMPACTION				
Optimal Water Content (W opt)				
Maximum Dry Density (g d max)				
C B R				
CBR Design				
PERMEABILITY				
Coefficient of permeability (k x -07)				
UNIFIED CLASSIFICATION	CH	CH	MH	

	Project	LRT ADHI KARYA		
	Job No.		Date	'30/09/2016
	Tested By	Agus	Checked By	WHD

INDEX PROPERTIES

Location : TAMAN MINI

Bore Hole No		C1TM - 95A	C1TM - 95A	C1TM - 95A
Depth	m	1.00 - 1.50	5.00 - 5.50	9.00 - 9.50
Sample Type		UDS	UDS	UDS

SPECIFIC GRAVITY TEST (ASTM D - 854)

Pycnometer No.		7	3	15	18	2	6
Wt. Of dry Soil (A)	g	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00
Temperature (T)	°C	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00
Wt. Pycnometer + Water + Soil (B)	g	178.58	174.01	79.90	73.11	178.60	170.33
Wt Pycnometer + Water at T °C (C)	g	172.44	167.87	73.74	66.95	172.43	164.16
A+(C-B)	g	3.86	3.87	3.84	3.85	3.83	3.83
Specific Gravity (Gs)		2.584	2.583	2.600	2.596	2.607	2.604
SPECIFIC GRAVITY Average (Gs)		2.584		2.598		2.606	

MOISTURE CONTENT TEST (BS 1377 : 1975)

No. Container		C.4	C.67	C.66	C.30	C.44	C.72
Wt. Container + Wet Soil	g	40.96	40.92	45.75	45.53	43.21	43.30
Wt. Container + Dry Soil	g	29.70	29.69	31.58	31.15	28.77	28.94
Wt. Container	g	4.50	4.54	4.28	4.41	4.49	4.51
Wt. Water	g	11.26	11.23	14.17	14.38	14.44	14.36
Wt. Dry Soil	g	25.20	25.15	27.30	26.74	24.28	24.43
Moisture Content (w)	%	44.68	44.65	51.90	53.78	59.47	58.78
MOISTURE CONTENT Average (w)	%	44.67		52.84		59.13	

DENSITY TEST (BS 1377 : 1975)

No. Ring		1	1	1
Wt. Ring + Wet Soil	g	144.64	141.54	142.46
Wt. Ring	g	71.43	71.43	71.43
Vol. Wet Soil (= Vol. Ring)	cm ³	43.52	43.52	43.52
BULK DENSITY (gm)	Mg/m ³	1.682	1.611	1.632

DRY DENSITY (gd)	Mg/m ³	1.163	1.054	1.026
VOID RATIO (e)		1.222	1.465	1.540
POROSITY (n)		0.550	0.594	0.606
DEGREE OF SATURATION (Sr)	%	94.44	93.71	100.00

TRIAXIAL COMPRESSION TEST (UU)

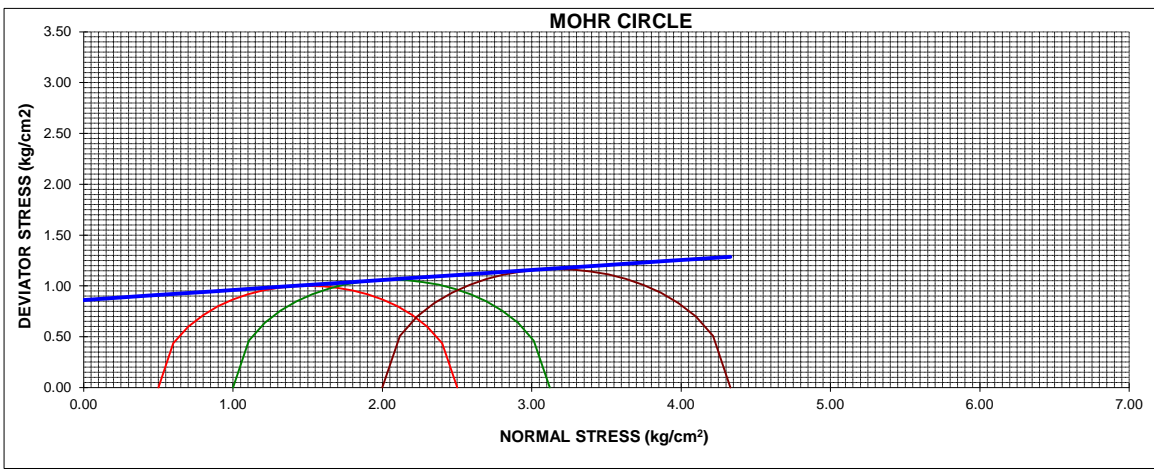
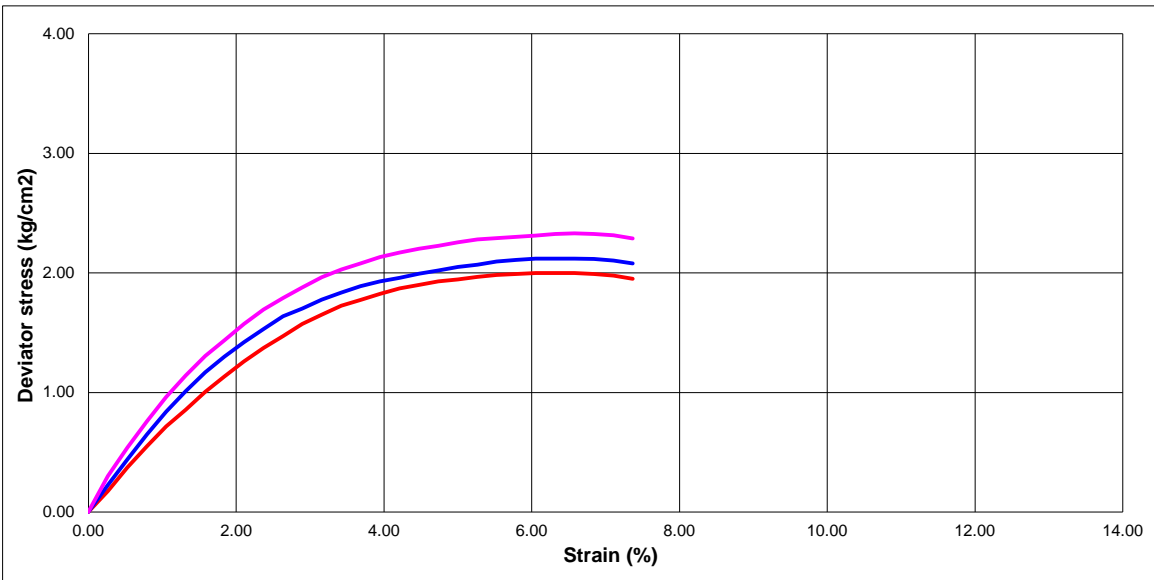
LRT ADHI KARYA

LOCATION	TAMAN MINI		
BORE HOLE No	C1TM - 95A	DATE OF TEST	03/10/2016
SAMPLE No	UDS	TESTED BY	Aji
SAMPLE DEPTH	1.00 - 1.50 m	CHECKED BY	WHD

S P E C I M E N D A T A				
Number Of Specimen	1	2	3	
Specimen Diameter	cm	3.800	3.800	3.800
Specimen Height	cm	7.600	7.600	7.600
Specimen Area	cm ²	11.341	11.341	11.341
Dial Gauge Subdivision	mm/div	0.001	0.001	0.001
Load Rate	kg/min	0.760	0.760	0.760
Load Ring Constant	kg/div	0.100	0.100	0.100
Lateral Pressure	kg/cm ²	0.500	1.000	2.000
Maximum Deviator Stress	kg/cm ²	2.000	2.120	2.330
Maximum Value Of Vertical Stress	kg/cm ²	2.500	3.120	4.330

ANGEL OF INTERNAL FRICTION		
ϕ	=	5.864 °
ϕ'	=	°

C O H E S I O N		
C	=	0.861 kg/cm ²
C'	=	kg/cm ²



TRIAXIAL COMPRESSION TEST (UU)

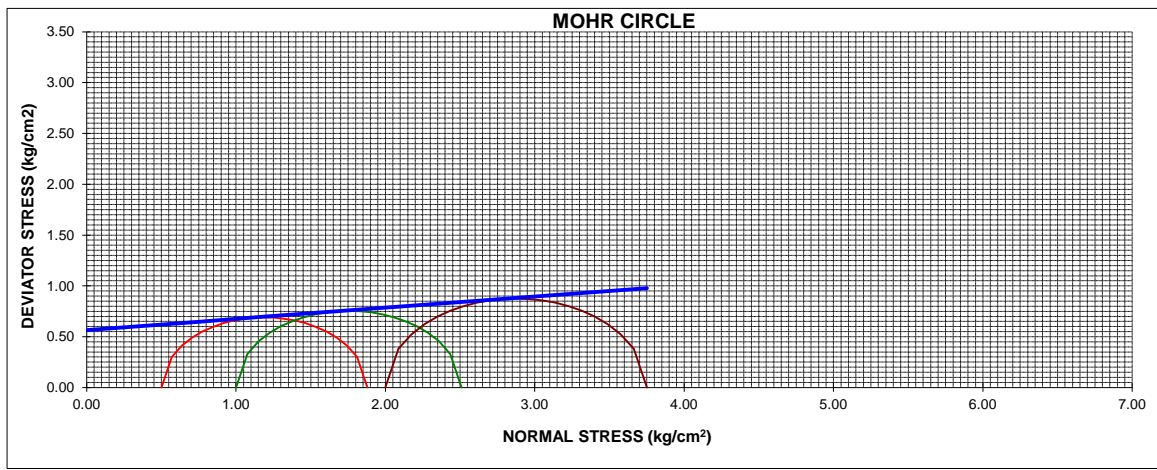
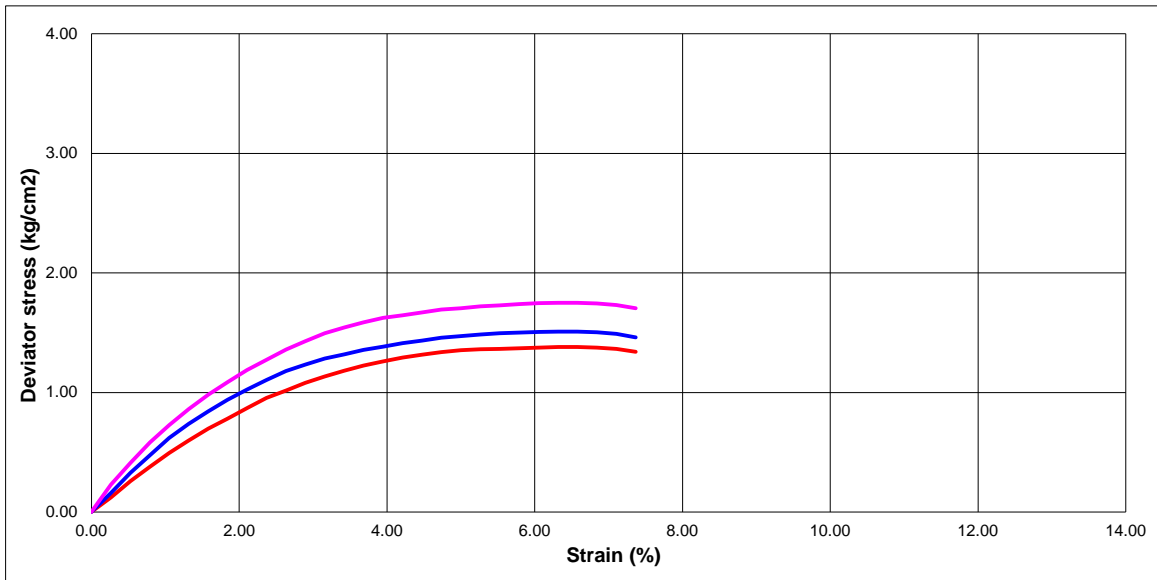
LRT ADHI KARYA

LOCATION	TAMAN MINI		
BORE HOLE No	C1TM - 95A	DATE OF TEST	03/10/2016
SAMPLE No	UDS	TESTED BY	Aji
SAMPLE DEPTH	5.00 - 5.50 m	CHECKED BY	WHD

SPECIMEN DATA				
Number Of Specimen	1	2	3	
Specimen Diameter	cm	3.800	3.800	3.800
Specimen Height	cm	7.600	7.600	7.600
Specimen Area	cm ²	11.341	11.341	11.341
Dial Gauge Subdivision	mm/div	0.001	0.001	0.001
Load Rate	kg/min	0.760	0.760	0.760
Load Ring Constant	kg/div	0.100	0.100	0.100
Lateral Pressure	kg/cm ²	0.500	1.000	2.000
Maximum Deviator Stress	kg/cm ²	1.380	1.510	1.750
Maximum Value Of Vertical Stress	kg/cm ²	1.880	2.510	3.750

ANGEL OF INTERNAL FRICTION		
ϕ	=	6.554 °
ϕ'	=	°

COHESION		
C	=	0.566 kg/cm ²
C'	=	kg/cm ²



TRIAXIAL COMPRESSION TEST (UU)

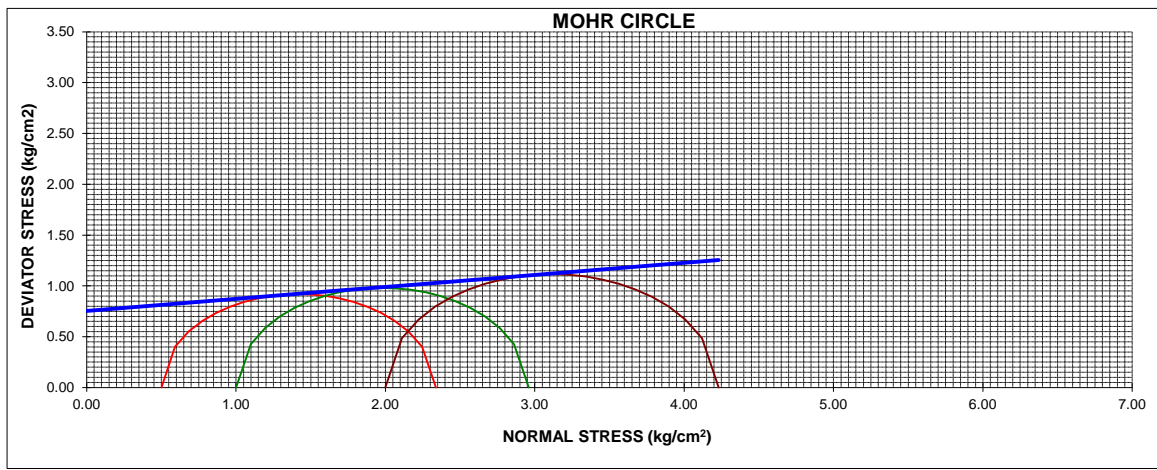
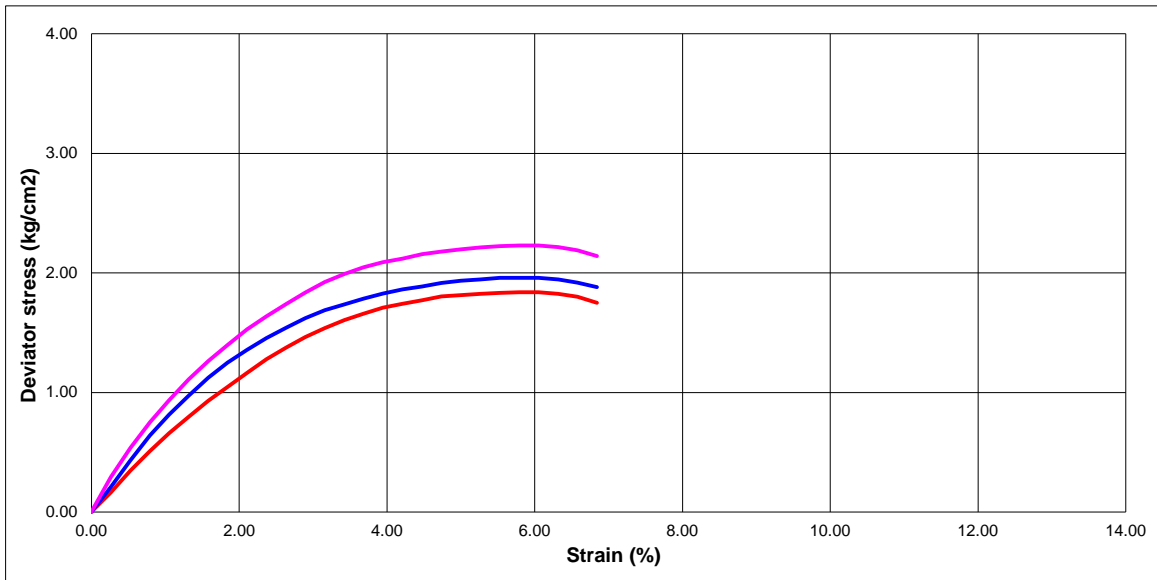
LRT ADHI KARYA

LOCATION	TAMAN MINI		
BORE HOLE No	C1TM - 95A	DATE OF TEST	03/10/2016
SAMPLE No	UDS	TESTED BY	Aji
SAMPLE DEPTH	9.00 - 9.50 m	CHECKED BY	WHD

S P E C I M E N D A T A				
Number Of Specimen		1	2	3
Specimen Diameter	cm	3.800	3.800	3.800
Specimen Height	cm	7.600	7.600	7.600
Specimen Area	cm ²	11.341	11.341	11.341
Dial Gauge Subdivision	mm/div	0.001	0.001	0.001
Load Rate	kg/min	0.760	0.760	0.760
Load Ring Constant	kg/div	0.100	0.100	0.100
Lateral Pressure	kg/cm ²	0.500	1.000	2.000
Maximum Deviator Stress	kg/cm ²	1.838	1.960	2.230
Maximum Value Of Vertical Stress	kg/cm ²	2.338	2.960	4.230

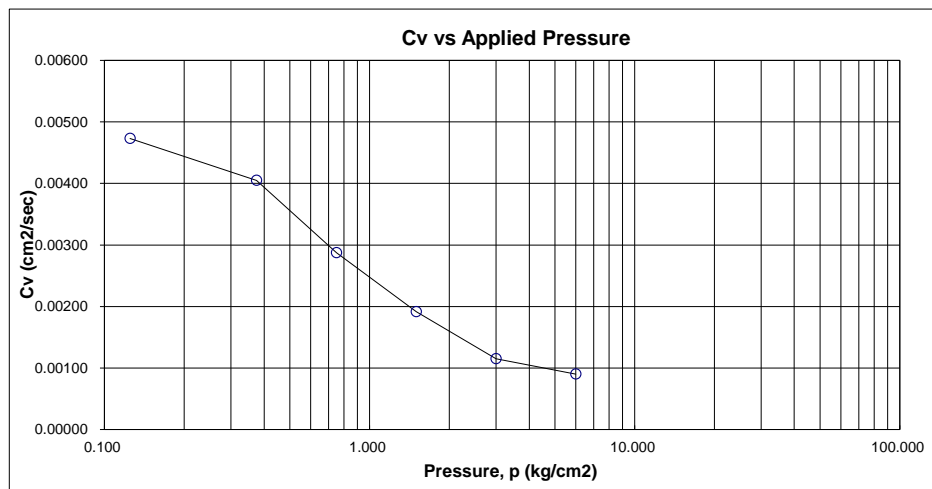
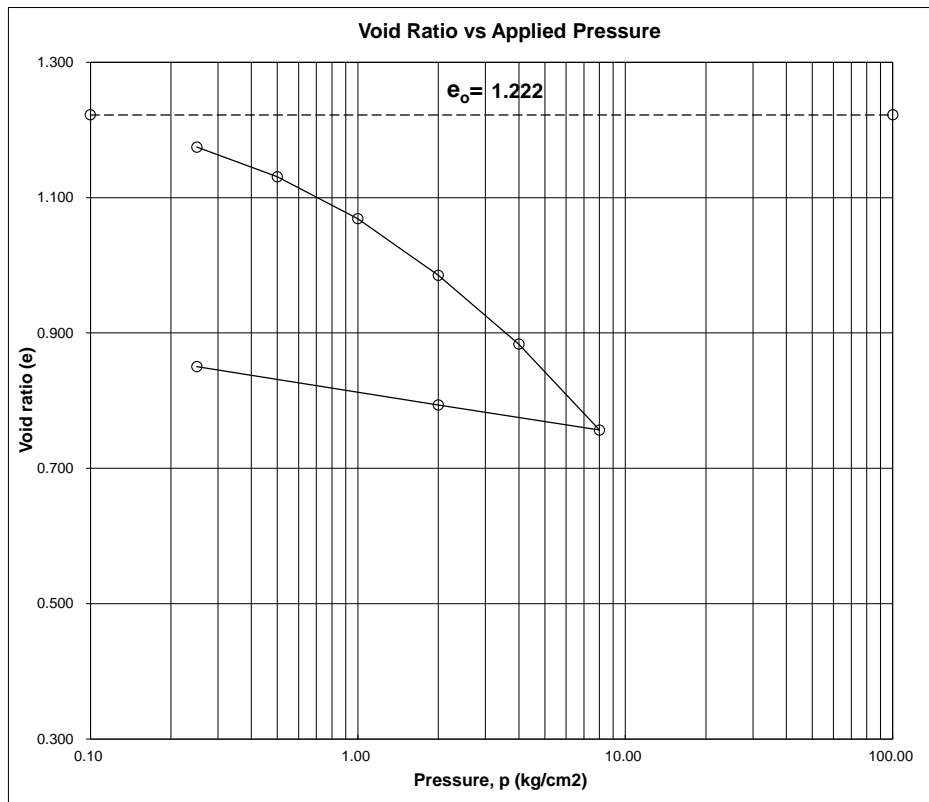
ANGEL OF INTERNAL FRICTION		
ϕ	=	7.028 °
ϕ'	=	°

C O H E S I O N		
C	=	0.755 kg/cm ²
C'	=	kg/cm ²



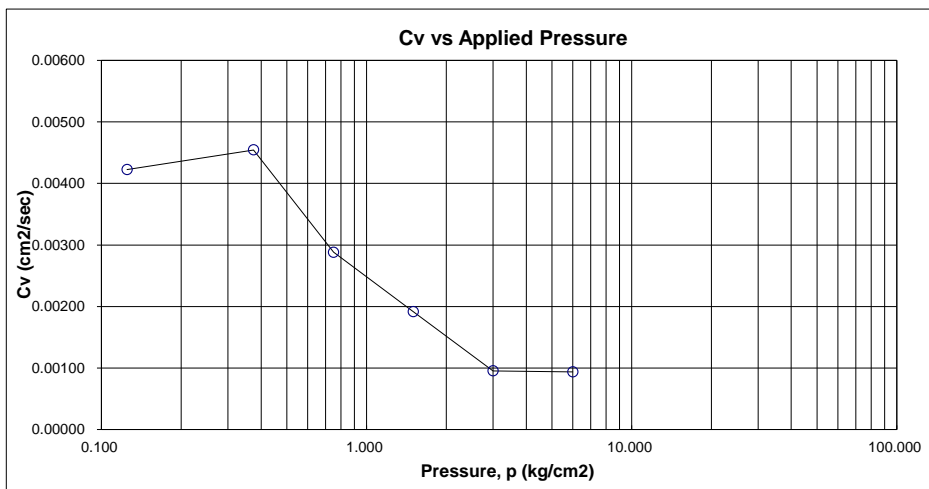
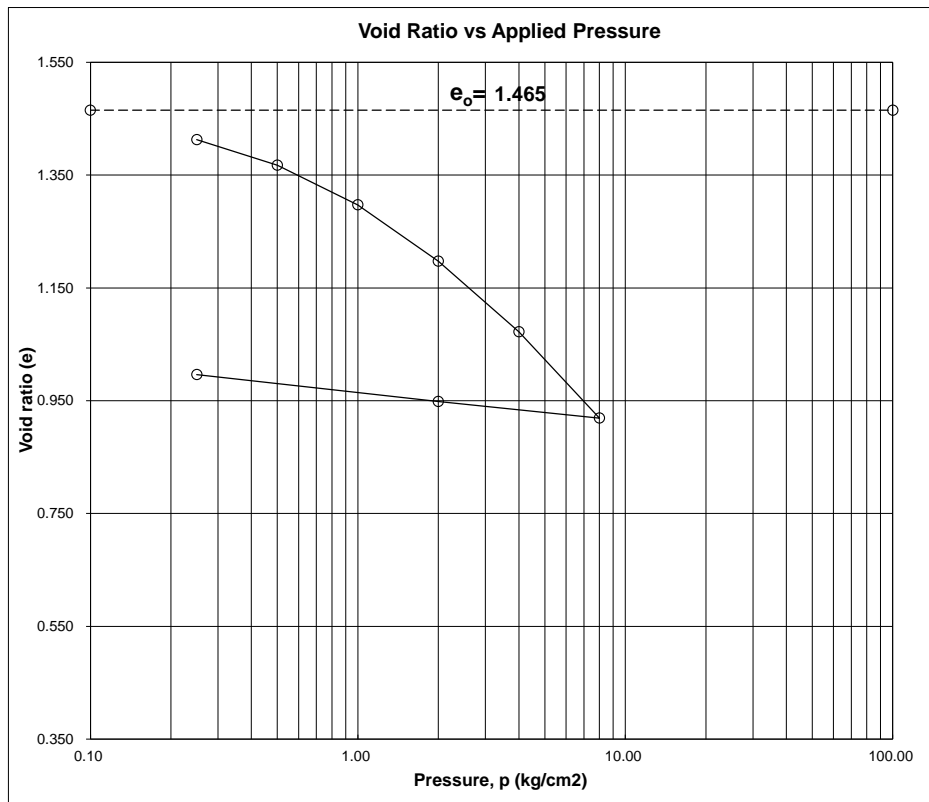
CONSOLIDATION TEST

PROJECT	: LRT ADHI KARYA		
LOCATION	: TAMAN MINI		
BORING NO.	: C1TM - 95A	Coefficient of Consolidation (Cv)	: 0.00171 cm ² /sec
DEPTH	: 1.00 - 1.50 m	Compression Index (Cc)	: 0.422
TESTED BY	: Yudi cs	Swell Index (Cs)	: 0.062
DATE	: 01/10/2016	Coeff. of Volume Comp. (mv)	: 0.051 cm ² /kg
DESCRIPTION	: Silty CLAY		



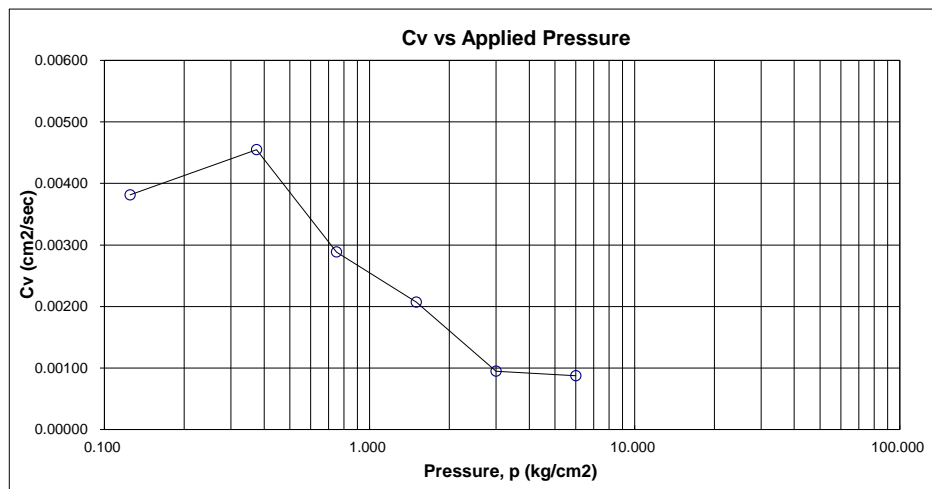
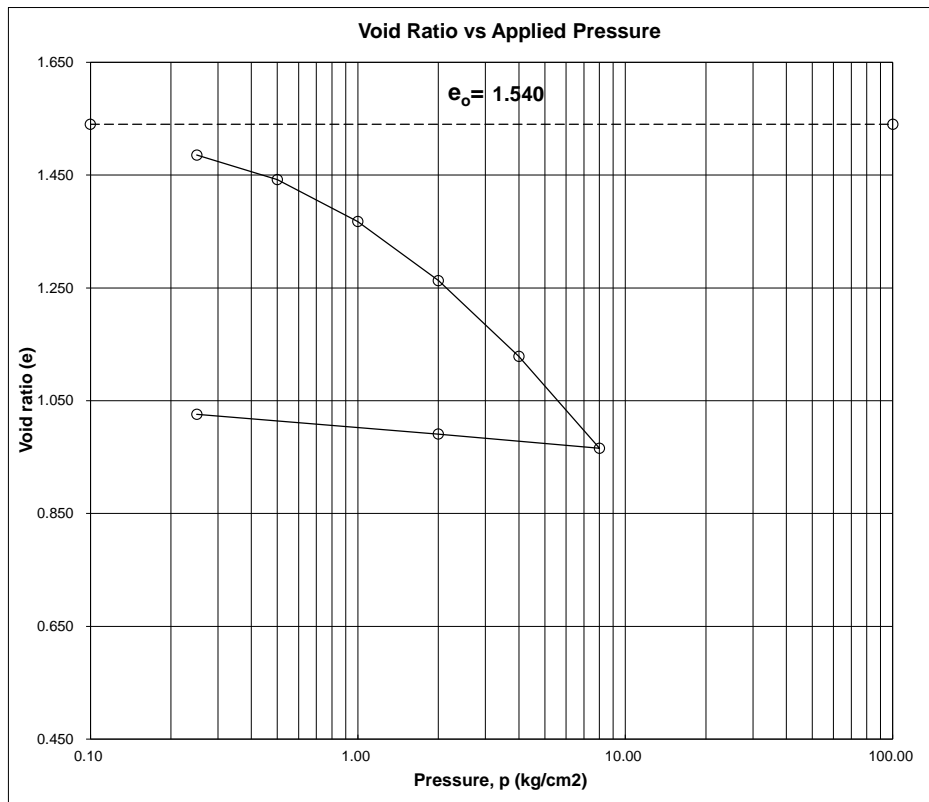
CONSOLIDATION TEST

PROJECT : LRT ADHI KARYA	
LOCATION : TAMAN MINI	
BORING NO. : C1TM - 95A	Coefficient of Consolidation (Cv) : 0.00167 cm ² /sec
DEPTH : 5.00 - 5.50 m	Compression Index (Cc) : 0.509
TESTED BY : Yudi cs	Swell Index (Cs) : 0.051
DATE : 01/10/2016	Coeff. of Volume Comp. (mv) : 0.052 cm ² /kg
DESCRIPTION : Silty CLAY	



CONSOLIDATION TEST

PROJECT : LRT ADHI KARYA	
LOCATION : TAMAN MINI	
BORING NO. : C1TM - 95A	Coefficient of Consolidation (Cv) : 0.00170 cm ² /sec
DEPTH : 9.00 - 9.50 m	Compression Index (Cc) : 0.542
TESTED BY : Yudi cs	Swell Index (Cs) : 0.040
DATE : 01/10/2016	Coeff. of Volume Comp. (mv) : 0.052 cm ² /kg
DESCRIPTION : Clayey SILT	



BORING NUMBER SI C1TM 082



TIGENCO GRAHA PERSADA

PROJECT SOIL INVESTIGATION LIGHT RAIL TRANSIT

LOCATION CAWANG - TMII

CLIENT PT. ADHI KARYA

DATE STARTED 21/10/15 COMPLETED 24/10/15

DRILLER Anto

DRILLING METHOD Continuous Boring

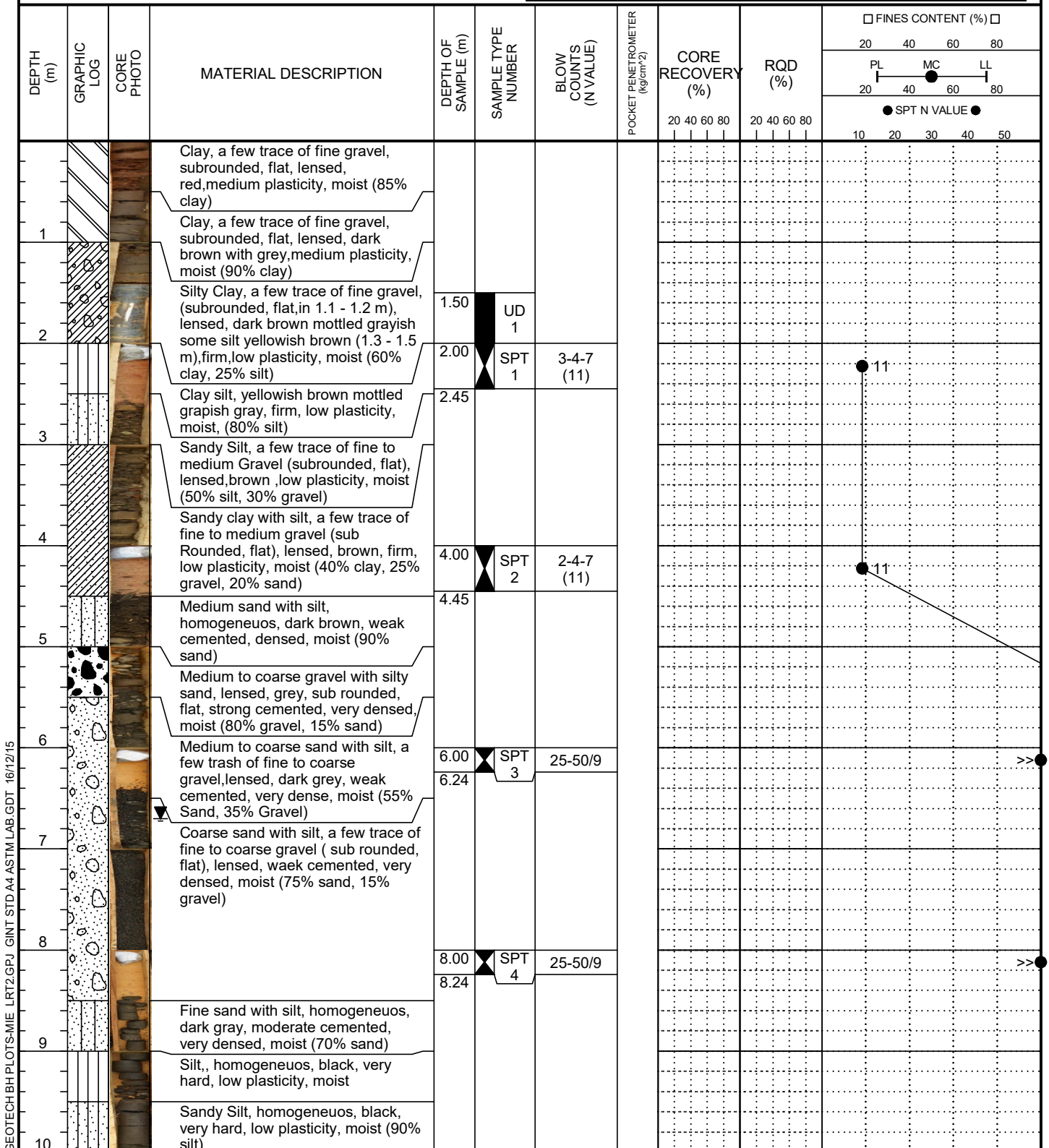
LOGGED BY Budi F CHECKED BY Andrianto HN

REMARKS _____

NORTHING,EASTING,ELEV. 9306474.428 , 707204.399 , 24.309 m

GROUND WATER LEVELS, AVERAGE: 6.70

DATE	START	END	DATE	START	END	DATE	START	END
22/10/2015	6.50 m	6.50 m	23/10/2015	7.30 m	7.30 m	24/10/2015	6.30 m	6.30 m



GEOTECH BH PLOTS-MIE LRT2.GPJ GINT STD A4 ASTM LAB.GDT 16/12/15

BORING NUMBER SI C1TM 082



TIGENCO GRAHA PERSADA

PROJECT SOIL INVESTIGATION LIGHT RAIL TRANSIT

LOCATION CAWANG - TMII

CLIENT PT. ADHI KARYA

DEPTH (m)	GRAPHIC LOG	CORE PHOTO	MATERIAL DESCRIPTION	DEPTH OF SAMPLE (m)	SAMPLE TYPE NUMBER	BLOW COUNTS (N VALUE)	POCKET PENETROMETER (kg/cm ²)	CORE RECOVERY (%)	RQD (%)	FINES CONTENT (%)	
										PL	MC
10.00				10.00	SPT 5	15-25-25/8					>>
11			Sandy silt, a few trace of fine to coarse gravel (sub rounded, flat) on 10.4 - 10.5, homogeneous, black, low plasticity, moist (85% silt, 10% sand)	10.38							
12			Coarse sand with silt, a few trace of fine gravel (sub angular, flat), lensed, black, weak cemented, moist (70% sand, 20% gravel)	12.00	SPT 6	25-50/8					>>
13			Sandy Silt, homogeneous, black, very hard, low plasticity, moist (90% silt)	12.23							
14			Fine to coarse gravel with silty sand, lensed, gray, sub rounded, flat, strong cemented, very densed, moist (70% gravel, 20% sand)	14.00	SPT 7	15-25-25/8					>>
15			Fine to medium sand with silt, a few trace of medium gravel (sub rounded, flat), lensed, dark grey, moderate cemented, moist (75% gravel, 20% sand)	14.38							
16			Fine sand with silt, homogeneous, dark grey, strong cemented, very densed, moist (80% sand)								
17			Sandy silt, homogeneous, dark grey, very hard, low plasticity, moist (70% silt)	16.00	SPT 8	21-50/7					>>
18			Medium sand with silt, a few trace of fine gravel (sub rounded, flat), lensed, black, strong cemented, very densed, moist (70% sand, 20% gravel)	16.22							
19			Medium sand with silt, homogeneous, black, strong cemented, very densed, moist (90% sand)	18.00	SPT 9	18-27-23/4					>>
20			Medium sand with silt, homogeneous, black, weak cemented, very densed, moist (90% sand)	18.34							
21			Medium gravel with silty sand, lensed, grey, sub rounded, flat, strong cemented, very densed, moist (80% gravel)	20.00	SPT 10	15-21-29/4					>>
				20.34							

GEOTECH BH PLOTS-MIE LRT2.GPJ GINT STD A4 ASTM LAB.GDT 16/12/15

BORING NUMBER SI C1TM 082



TIGENCO GRAHA PERSADA

PROJECT SOIL INVESTIGATION LIGHT RAIL TRANSIT

LOCATION CAWANG - TMII

CLIENT PT. ADHI KARYA

DEPTH (m)	GRAPHIC LOG	CORE PHOTO	MATERIAL DESCRIPTION	DEPTH OF SAMPLE (m)	SAMPLE TYPE NUMBER	BLOW COUNTS (N VALUE)	POCKET PENETROMETER (kg/cm ²)	CORE RECOVERY (%)	RQD (%)	FINES CONTENT (%)	
										PL	MC
22			Medium sand with silt, homogeneous, black, weak cemented, very dense, moist (90% sand) (continued)								
			Fine sand with silt, homogeneous, black, weak cemented, very dense, moist (70% sand)	22.00	SPT 11	15-13-24 (37)					37
			Silt, homogeneous, black, firm, low plasticity, moist	22.45							
23			Medium sand with silt, homogeneous, black, weak cemented, very dense, moist (90% sand)								
24			Sandy silt, homogeneous, dark grey, low plasticity, moist (85% silt)								
				24.00	SPT 12	15-27-23/5					>>
				24.35							
25											
26			Medium sand with silt, a few trace of fine gravel (sub rounded, flat), lensed, dark grey, weak cemented, very dense, moist (70% sand)								
				26.00	SPT 13	25-50/10					>>
				26.25							
27			Medium sand with silt, a few trace of fine to coarse gravel (sub angular, flat), lensed, dark grey, weak cemented, very dense, moist (60% sand, 30% gravel)								
			Silty Clay, a few trace of medium gravel, (subrounded, flat), lensed, dark grey, hard, medium plasticity, moist (75% clay, 15% gravel)								
28			Sandy silt, homogeneous, black, very hard, low plasticity, moist (85% silt)								
				28.00	SPT 14	37-50/10					>>
				28.25							
29			Medium sand with silt, a few trace of fine to medium gravel (sub angular, flat), moderate cemented, very dense, moist (60% sand, 25% silt)								
30			Clay, homogeneous, grey, high plasticity, moist								
				30.00	SPT 15	10-18-16 (34)					34

Bottom of borehole at 30.45 meters. 30.45

BORING NUMBER SI C1TM 086



TIGENCO GRAHA PERSADA

PROJECT SOIL INVESTIGATION LIGHT RAIL TRANSIT

NORTHING,EASTING,ELEV. 9306338.918 , 707209.82 , 25.218 m

LOCATION CAWANG - TMII

GROUND WATER LEVELS, AVERAGE: 3.79

CLIENT PT. ADHI KARYA

DATE	START	END	DATE	START	END	DATE	START	END
16/10/2015	3.26 m	3.26 m	17/10/2015	5.00 m	2.00 m	18/10/2015	5.20 m	4.00 m

DATE STARTED 16/10/15 COMPLETED 18/10/15

DRILLER Karman

DRILLING METHOD Continuous Boring

LOGGED BY Erna PN CHECKED BY Andrianto HN

REMARKS _____

DEPTH (m)	GRAPHIC LOG	CORE PHOTO	MATERIAL DESCRIPTION	DEPTH OF SAMPLE (m)	SAMPLE TYPE NUMBER	BLOW COUNTS (N VALUE)	POCKET PENETROMETER (kg/cm ²)	CORE RECOVERY (%)	RQD (%)	FINES CONTENT (%)			
										PL	MC	LL	
										20	40	60	80
1			Silt, stratified, brownish red, hard to very hard consisted , low to medium plasticity, dry										
2			Silt, lensed, yellowish grey, firm to hard consisted, low plasticity, dry										
3			Silt stone, lensed, greyish, yellow, moderate to strong cemented, dry	2.00	SPT 1	4-10-13 (23)							
4			Medium sand with sandstone (5%), lensed, black with olives, yellow, weak cemented, wet	2.45									
5			Fine sand with cobble (20%), homogeneous, dark brown with light grey, weak cemented, moist	4.00 4.10	SPT 2	50/10							
6			Silt Stone, homogeneous, black, moderate to strong cemented, moist	6.00 6.05	SPT 3	50/5							
7													
8													
9			Silt, homogeneous, brownish grey, firm consisted, low plasticity, moist	8.00 8.25	SPT 4	15-50/10							
10													

GEOTECH BH PLOTS-MIE LRT2.GPJ GINT STD A4 ASTM LAB.GDT 16/12/15

BORING NUMBER SI C1TM 086



TIGENCO GRAHA PERSADA

PROJECT SOIL INVESTIGATION LIGHT RAIL TRANSIT

LOCATION CAWANG - TMII

CLIENT PT. ADHI KARYA

DEPTH (m)	GRAPHIC LOG	CORE PHOTO	MATERIAL DESCRIPTION	DEPTH OF SAMPLE (m)	SAMPLE TYPE NUMBER	BLOW COUNTS (N VALUE)	POCKET PENETROMETER (kg/cm ²)	CORE RECOVERY (%)	RQD (%)	FINES CONTENT (%)		
										PL	MC	LL
11			Silt Stone, homogeneous, black, moderate to strong cemented, moist	10.00	SPT 5	20-30-20/5						
					10.35							
12			Silt, few trace of medium sand, homogeneous, light brown, firm consisted, low plasticity, moist	12.00	SPT 6	50/10						
					12.10							
13			Silt Stone, homogeneous, black, moderate to strong cemented, moist									
14			Fine Sand, homogeneous, black, weak cemented, non plastic, wet Cobble with silt (5%), a few trace of medium gravel, black, strong cemented, moist									
					14.00	SPT 7	30-50/5					
					14.20							
15			Cobble, homogeneous, blackish white, strong cemented, moist									
16			Fine Sand, with cobble (7%), homogeneous, black, weak cemented, wet									
			16.00	SPT 8	50/5							
			16.05									
17	Clayey Silt, homogeneous, black, hard to very hard consisted, low to medium plasticity, moist											
18	Fine Sand, homogeneous, black, weak cemented, wet											
			18.00	SPT 9	50/7							
			18.07									
19	Sand Stone, a few trace of Coarse Gravel, homogeneous, black, moderate to strong cemented, moist											
20	Fine Sand, homogeneous, grey, weak cemented, wet											
			20.00	SPT 10	50/10							
			20.10									
21												

GEOTECH BH PLOTS-MIE LRT2.GPJ GINT STD A4 ASTM LAB.GDT 16/12/15

BORING NUMBER SI C1TM 086



TIGENCO GRAHA PERSADA

PROJECT SOIL INVESTIGATION LIGHT RAIL TRANSIT

LOCATION CAWANG - TMII

CLIENT PT. ADHI KARYA

DEPTH (m)	GRAPHIC LOG	CORE PHOTO	MATERIAL DESCRIPTION	DEPTH OF SAMPLE (m)	SAMPLE TYPE NUMBER	BLOW COUNTS (N VALUE)	POCKET PENETROMETER (kg/cm ²)	CORE RECOVERY (%)	RQD (%)	FINES CONTENT (%)	
										PL	MC
22			Medium Sand with sand stone (5%), dark grey, weak cemented, wet								
22.00			Silt Stone, homogeneous, dark grey, strong cemented, moist	22.00	SPT 11	50/5					
22.05				22.05							
23			Silt, homogeneous, black, firm to hard consisted, low plasticity, moist								
24			Silty sand, homogeneous, (95% fine sand), dark grey, soft, weak cemented, wet	24.00	SPT 12	50/5					
24.05				24.05							
25			Clay, homogeneous, grey, firm to hard, medium plasticity, moist								
26			Clay, a few trace of medium gravel, grey, soft, low plasticity, moist								
26.00			Fine sand, homogeneous, grey, weak cemented, non plastic, wet	26.00	SPT 13	50/10					
26.10				26.10							
27			Clay sand, homogeneous, dark grey whitish, strong cemented, moist								
28			Sandy silt, homogeneous, (80% silt), dark grey, hard to very hard, low plasticity, moist								
28.00			Silt, a few trace of medium gravel, black, firm cemented, low plasticity, moist	28.00	SPT 14	25-50/10					
28.25				28.25							
29			Sand stone, homogeneous black, strong cemented, moist								
30			Cobble with medium gravel (7%), dark grey whitish, strong cemented, moist								
			Sand Stone, homogeneous, dark grey, strong cemented, moist								
30.00			Sandy silt, homogeneous, dark grey, soft consisted, low plasticity, moist	30.00	SPT 15	30-50/11					
30.26				30.26							

Bottom of borehole at 30.26 meters.

BORING NUMBER SI C1TM 090



TIGENCO GRAHA PERSADA

PROJECT SOIL INVESTIGATION LIGHT RAIL TRANSIT

NORTHING,EASTING,ELEV. 9306241.499 , 707222.727 , 26.399 m

LOCATION CAWANG - TMII

GROUND WATER LEVELS, AVERAGE:

CLIENT PT. ADHI KARYA

DATE	START	END	DATE	START	END	DATE	START	END

DATE STARTED 21/10/15 COMPLETED 23/10/15

DRILLER Karman

DRILLING METHOD Continuous Boring

LOGGED BY Budi F CHECKED BY Andrianto HN

REMARKS _____

DEPTH (m)	GRAPHIC LOG	CORE PHOTO	MATERIAL DESCRIPTION	DEPTH OF SAMPLE (m)	SAMPLE TYPE NUMBER	BLOW COUNTS (N VALUE)	POCKET PENETROMETER (kg/cm ²)	CORE RECOVERY (%)	RQD (%)	FINES CONTENT (%)	
										PL	MC
								20 40 60 80	20 40 60 80	20 40 60 80	
								20 40 60 80	20 40 60 80	10 20 30 40 50	
1			Clay, a few trace of fine gravel, subrounded, flat, lensed, red, hard consisted, medium plasticity, dry								
2			Clay, homogen, red, firm, moist	1.50	UD 1						
3			Clay, homogen, red, firm, moist	2.00	SPT 1	2-3-3 (6)				6	
4			Silty Clay, white grey, mottled greyish some silt yellowish brown, firm, high plasticity, moist (85% clay)	2.45							
5			Clay silt with fine sand, brown mottled grayish white gray, hard, low plasticity, moist (85% silt)	4.00	SPT 2	12-20-30/10					
6			Boulders gravel, with sand stone (5.4 - 5.5), homogen, dark brown, rounded, flat and elongated, strong cemented, very densed, moist (90% gravel)	4.40							
7			Clay silt with fine sand, light brown mottled, some fine sand (5.7- 5.8), hard, low plasticity, moist (90% silt, 10% sand)	6.00	SPT 3	14-18-25 (43)				43	
8			Sandy silt, homogen, dark grey, hard, low plasticity, moist (90% silt)	6.45							
9			Medium sand with silt, homogen, dark brown, weak cemented, very densed, moist, (90% sand)	8.00	SPT 4	50/10					
10			Fine to coarse gravel with silty sand, lensed, gray, sub rounded, flat, strong cemented, very densed, moist (70% gravel, 20% sand)	8.10							
			Medium sand with silt, homogeneuos, brown, weak cemented, very densed, moist (90%								

GEOTECH BH PLOTS-MIE LRT2.GPJ GINT STD A4 ASTM LAB.GDT 16/12/15

BORING NUMBER SI C1TM 090



TIGENCO GRAHA PERSADA

PROJECT SOIL INVESTIGATION LIGHT RAIL TRANSIT

LOCATION CAWANG - TMII

CLIENT PT. ADHI KARYA

DEPTH (m)	GRAPHIC LOG	CORE PHOTO	MATERIAL DESCRIPTION	DEPTH OF SAMPLE (m)	SAMPLE TYPE NUMBER	BLOW COUNTS (N VALUE)	POCKET PENETROMETER (kg/cm ²)	CORE RECOVERY (%)	RQD (%)	FINES CONTENT (%)	
										PL	MC
11			sand) Fine to coarse gravel with silty sand (65% gravel, 20% sand), lensed, dark gray, sub rounded, flat, strong cemented, very densed, moist	10.00 10.10	SPT 5	50/10					
12			Fine sand with silt, homogeneuos, black, moderate cemented, very densed, moist (85% sand)	12.00	SPT 6	15-20-30/10					
13			Sandy Silt, homogeneuos, dark grey, very hard, low plasticity, moist (80% silt)	12.40							
14				14.00 14.10	SPT 7	50/10					
16			Fine sand with silt, a few trace of medium gravel, lensed, dark grey, strong cemented, very densed, moist (70% sand, 15% gravel)	16.00 16.10	SPT 8	50/10					
17			Medium sand with silt, homogeneuos, black, weak cemented, very densed, moist (90% sand)								
18			Coarse Gravel with sand, lensed, gray, sub rounded, flat, strong cemented, very densed, moist (85% gravel)	18.00 18.07	SPT 9	50-50/0					
18			Fine to medium sand with silt, homogeneuos, dark grey, strong cemented, very densed, moist (70% sand)								
20				20.00 20.10	SPT 10	50/10					
21			Fine sand with silt, homogeneuos, dark grey, strong cemented, very densed, moist (60% sand)								

GEOTECH BH PLOTS-MIE LRT2.GPJ GINT STD A4 ASTM LAB.GDT 16/12/15

BORING NUMBER SI C1TM 090



TIGENCO GRAHA PERSADA

PROJECT SOIL INVESTIGATION LIGHT RAIL TRANSIT

LOCATION CAWANG - TMII

CLIENT PT. ADHI KARYA

DEPTH (m)	GRAPHIC LOG	CORE PHOTO	MATERIAL DESCRIPTION	DEPTH OF SAMPLE (m)	SAMPLE TYPE NUMBER	BLOW COUNTS (N VALUE)	POCKET PENETROMETER (kg/cm ²)	CORE RECOVERY (%)	RQD (%)	FINES CONTENT (%)	
										PL	MC
22			Sandy silt, homogeneous, dark grey, very hard, low plasticity, moist (75% silt)	22.00	SPT 11	50/5					
23			Medium sand with silt, homogeneous, dark grey, strong cemented, very dense, moist (75% sand)	22.05							
24			Medium sand with silt, homogeneous, dark grey, weak cemented, very dense, moist (80% sand)	24.00	SPT 12	12-20-30 (50)					50
25			Sandy Silt, homogeneous, dark grey, very hard, low plasticity, moist (80% silt)	24.45							
26			Fine sand with silt, homogeneous, black, weak cemented, very dense, moist (70% sand)	26.00	SPT 13	20-50/10					
27			Silt stone, homogeneous, dark grey, very hard, low plasticity, moist	26.25							
28			Clay, homogeneous, dark grey, hard, medium plasticity, moist								
29			Sand Stone with fine sand (5%0, homogeneous, dark grey, strong cemented, very dense, moist (sand 90%)								
30			Bottom of borehole at 30.00 meters.								

GEOTECH BH PLOTS-MIE LRT2.GPJ GINT STD A4 ASTM LAB.GDT 16/12/15

BORING NUMBER SI C1TM 094



TIGENCO GRAHA PERSADA

PROJECT SOIL INVESTIGATION LIGHT RAIL TRANSIT

NORTHING,EASTING,ELEV. 9306103.87 , 707234.401 , 25.923 m

LOCATION CAWANG - TMII

GROUND WATER LEVELS, AVERAGE: 4.32

CLIENT PT. ADHI KARYA

DATE	START	END	DATE	START	END	DATE	START	END
16/10/2015	2.80 m	2.80 m	17/10/2015	3.40 m	5.80 m	18/10/2015	6.10 m	5.00 m

DATE STARTED 16/10/15 COMPLETED 18/10/15

DRILLER Wasju

DRILLING METHOD Continuous Boring

LOGGED BY Erna PN CHECKED BY Andrianto HN

REMARKS _____

DEPTH (m)	GRAPHIC LOG	CORE PHOTO	MATERIAL DESCRIPTION	DEPTH OF SAMPLE (m)	SAMPLE TYPE NUMBER	BLOW COUNTS (N VALUE)	POCKET PENETROMETER (kg/cm ²)	CORE RECOVERY (%)	RQD (%)	FINES CONTENT (%)	
										PL	MC
								20 40 60 80	20 40 60 80	20 40 60 80	
1			Silty Clay, Laminated (75% clay), brownish black, very hard consisted, low to medium plasticity, dry								
			Clay, homogeneous, brown whitish, firm to hard consisted, medium to high plasticity, moist								
2			Clay, homogeneous, yellowish whitish, firm to hard consisted, medium to high plasticity, moist	1.50	UD 1						
			Clay, homogeneous, light grey whitish, firm consisted, high plasticity, moist	2.00	SPT 1	1-1					
				2.45							
3											
4											
			Medium sand with cobble (5%), homogeneous, black, strong cemented, moist	4.00	SPT 2	5-9-12 (21)					21
				4.45							
5											
			Silty sand, lensed (10% fine sand), dark brown, weak cemented, moist								
6											
			Medium sand with cobble (5%), homogeneous, dark brown, weak cemented, wet	6.00	SPT 3	21-50/14					>>
				6.29							
7											
8											
			Medium sand with cobble (5%), homogeneous, dark brown, weak cemented, wet	8.00	SPT 4	50/7					>>
				8.07							
9											
10			Silt, homogeneous, dark grey, hard consisted, low plasticity, moist								

GEOTECH BH PLOTS-MIE LRT2.GPJ GINT STD A4 ASTM LAB.GDT 16/12/15

BORING NUMBER SI C1TM 094



TIGENCO GRAHA PERSADA

PROJECT SOIL INVESTIGATION LIGHT RAIL TRANSIT

LOCATION CAWANG - TMII

CLIENT PT. ADHI KARYA

DEPTH (m)	GRAPHIC LOG	CORE PHOTO	MATERIAL DESCRIPTION	DEPTH OF SAMPLE (m)	SAMPLE TYPE NUMBER	BLOW COUNTS (N VALUE)	POCKET PENETROMETER (kg/cm ²)	CORE RECOVERY (%)	RQD (%)	FINES CONTENT (%)	
										PL	MC
10.00			Silt, homogeneous, dark grey, hard consisted, low plasticity, moist <i>(continued)</i>	10.00	SPT 5	11-28-22/9					
10.39				10.39							
12.00			Silt stone, lensed, dark grey, moderate to strong cemented, moist	12.00	SPT 6	24-50/11					
12.26				12.26							
14.00			Cobble, homogeneous, black, subrounded & flat, strong cemented, dry Medium Sand with cobble, a few trace of medium gravel, homogeneous, black, weak cemented, wet	14.00	SPT 7	50/13					
14.13				14.13							
16.00				16.00	SPT 8	50/11					
16.11				16.11							
18.00			Clayey Silt, homogeneous (90% silt), firm to hard consisted, low to medium plasticity, dry	18.00	SPT 9	15-50/14					
18.29				18.29							
20.00			Silty sand, homogeneous (90% fine sand), dark grey, weak cemented, non plastic, moist	20.00	SPT 10	17-26-24/13					
20.43				20.43							

GEOTECH BH PLOTS-MIE LRT2.GPJ GINT STD A4 ASTM LAB.GDT 16/12/15

BORING NUMBER SI C1TM 094



TIGENCO GRAHA PERSADA

PROJECT SOIL INVESTIGATION LIGHT RAIL TRANSIT

LOCATION CAWANG - TMII

CLIENT PT. ADHI KARYA

DEPTH (m)	GRAPHIC LOG	CORE PHOTO	MATERIAL DESCRIPTION	DEPTH OF SAMPLE (m)	SAMPLE TYPE NUMBER	BLOW COUNTS (N VALUE)	POCKET PENETROMETER (kg/cm ²)	CORE RECOVERY (%)	RQD (%)	FINES CONTENT (%)	
										PL	MC
22			Silty sand, homogeneous (90% fine sand), dark grey, weak cemented, non plastic, moist (<i>continued</i>)								
22.00			Silt, homogeneous, black, firm to hard consisted, low plasticity, wet	22.00	SPT 11	15-29-21/10					
22.40				22.40							
23											
24											
24.00			Clay homogeneous, dark grey, hard to very hard consisted, medium to high plasticity, moist	24.00	SPT 12	11-21-29/14					
24.44				24.44							
25											
26			Silt Stone, homogeneous, dark grey, strong cemented, moist	26.00	SPT 13	18-28-22/12					
26.42				26.42							
27											
28			Silty Sand, homogeneous, dark grey, weak cemented, non plastic, moist								
28.00			Clayey Silt, homogeneous, dark grey, firm to hard consisted, low to medium plasticity, wet	28.00	SPT 14	20-30-20/9					
28.39				28.39							
29											
30			Silt Stone, homogeneous, dark grey, moderate to strong cemented, moist	30.00	SPT 15	50/6					
30.06				30.06							
			Bottom of borehole at 30.06 meters.								

GEOTECH BH PLOTS-MIE LRT2.GPJ GINT STD A4 ASTM LAB.GDT 16/12/15

BORING NUMBER SI C1TM 098



TIGENCO GRAHA PERSADA

PROJECT SOIL INVESTIGATION LIGHT RAIL TRANSIT

NORTHING,EASTING,ELEV. 9305986.578 , 707260.597 , 26.302 m

LOCATION CAWANG - TMII

GROUND WATER LEVELS, AVERAGE: 5.82

CLIENT PT. ADHI KARYA

DATE	START	END	DATE	START	END	DATE	START	END
19/10/2015	4.80 m	4.80 m	20/10/2015	5.30 m	6.30 m	21/10/2015	6.60 m	7.10 m

DATE STARTED 19/10/15 COMPLETED 21/10/15

DRILLER Wasju

DRILLING METHOD Continuous Boring

LOGGED BY Erna PN CHECKED BY Andrianto HN

REMARKS _____

DEPTH (m)	GRAPHIC LOG	CORE PHOTO	MATERIAL DESCRIPTION	DEPTH OF SAMPLE (m)	SAMPLE TYPE NUMBER	BLOW COUNTS (N VALUE)	POCKET PENETROMETER (kg/cm ²)	CORE RECOVERY (%)	RQD (%)	FINES CONTENT (%)			
										PL	MC	LL	
										20	40	60	80
1			Silt, stratified, brownish, black, hard to very hard, low plasticity, dry										
			Silt, homogeneuos, red, soft consisted, low to medium plasticity, wet										
2			Clay, homogeneuos, brown, firm to hard consisted, medium to high plasticity, moist	1.50	UD 1								
				2.00	SPT 1	1-1-2 (3)							
				2.45									
3													
4			Silt, lensed, brown, soft to firm consisted, low plasticity, moist	3.50	UD 2								
				4.00	SPT 2	1-2-4 (6)							
				4.45									
5													
6			Silt, homogeneuos, brown, soft consisted, low plasticity, wet	6.00	SPT 3	2-4-7 (11)							
				6.45									
7			Clay, homogeneuos, brownish white, soft to firm consisted, medium plasticity, moist										
8			Silt, homogeneuos, brownish white, firm consisted, low lasticity, moist										
9			Silt, homogeneuos, light brown, firm consisted, low plasticity, moist	8.00	SPT 4	2-4-5 (9)							
10				9.50	UD 3								

GEOTECH BH PLOTS-MIE LRT2.GPJ GINT STD A4 ASTM LAB.GDT 16/12/15

BORING NUMBER SI C1TM 098



TIGENCO GRAHA PERSADA

PROJECT SOIL INVESTIGATION LIGHT RAIL TRANSIT

LOCATION CAWANG - TMII

CLIENT PT. ADHI KARYA

DEPTH (m)	GRAPHIC LOG	CORE PHOTO	MATERIAL DESCRIPTION	DEPTH OF SAMPLE (m)	SAMPLE TYPE NUMBER	BLOW COUNTS (N VALUE)	POCKET PENETROMETER (kg/cm ²)	CORE RECOVERY (%)	RQD (%)	FINES CONTENT (%)	
										PL	MC
11			Clayey silt, homogeneous (85% silt), grayish light brown, soft to firm consisted, low to medium plasticity, moist (<i>continued</i>)	10.00	SPT 5	2-4-4 (8)					8
12				10.45							
13			Silty sand, homogeneous (85% fine sand), light brown, soft consisted, low plasticity, wet	12.00	SPT 6	3-5-6 (11)					11
14				12.45							
15			Sand stone, homogeneous, light brown, moderate to strong cemented, moist	14.00	SPT 7	4-5-7 (12)					12
16				14.45							
16			Clayey sand, homogeneous (95% fine sand), grey, moderate cemented, low plasticity, moist								
17			Sand Stone, homogeneous, dark grey, strong cemented, moist	16.00	SPT 8	15-26-24/11					>>
18				16.41							
18			Fine sand, a few trace of coarse gravel, homogeneous, weak cemented, moist								
19			Sand Stone, homogeneous, dark grey, strong cemented, moist	18.00	SPT 9	20-35-15/5					>>
20				18.35							
20			Fine sand, homogeneous, dark grey, very hard consisted, non plastic, moist	20.00	SPT 10	25-50/11					>>
21				20.26							

GEOTECH BH PLOTS-MIE LRT2.GPJ GINT STD A4 ASTM LAB.GDT 16/12/15

BORING NUMBER SI C1TM 098



TIGENCO GRAHA PERSADA

PROJECT SOIL INVESTIGATION LIGHT RAIL TRANSIT

LOCATION CAWANG - TMII

CLIENT PT. ADHI KARYA

DEPTH (m)	GRAPHIC LOG	CORE PHOTO	MATERIAL DESCRIPTION	DEPTH OF SAMPLE (m)	SAMPLE TYPE NUMBER	BLOW COUNTS (N VALUE)	POCKET PENETROMETER (kg/cm ²)	CORE RECOVERY (%)	RQD (%)	FINES CONTENT (%)	
										PL	MC
22			Silty sand, homogeneous, dark grey, soft to firm consistency, low plasticity, moist (<i>continued</i>)								
23			Silt, homogeneous, dark grey, hard consistency, low plasticity, moist	22.00	SPT 11	14-27-23/13					
			Silt, homogeneous, dark grey, hard to very hard consistency, low plasticity, moist	22.43							
24											
25			Sand stone, homogeneous, dark grey, weak to moderate cemented, moist	24.00	SPT 12	14-24-26/12					
				24.42							
26											
27			Sand Stone, homogeneous, grey whitish, strong cemented, moist	26.00	SPT 13	19-50/10					
				26.25							
28											
29			Silt, homogeneous, dark grey, firm to hard consistency, low to medium plasticity, moist	28.00	SPT 14	50/13					
				28.13							
30			Silt Stone, homogeneous, dark grey, moderate to strong cemented, moist								
			Bottom of borehole at 30.00 meters.	30.00	SPT 15	27-50/0					
				30.10							

GEOTECH BH PLOTS-MIE LRT2.GPJ GINT STD A4 ASTM LAB.GDT 16/12/15

BORING NUMBER SI C1TM 102



TIGENCO GRAHA PERSADA

PROJECT SOIL INVESTIGATION LIGHT RAIL TRANSIT

NORTHING,EASTING,ELEV. 9305877.963 , 707292.067 , 26.188 m

LOCATION CAWANG - TMII

GROUND WATER LEVELS, AVERAGE: 5.70

CLIENT PT. ADHI KARYA

DATE	START	END	DATE	START	END	DATE	START	END
16/10/2015	5.21 m	5.21 m	17/10/2015	5.10 m	5.40 m	18/10/2015	6.20 m	7.10 m

DATE STARTED 16/10/15 COMPLETED 17/10/15

DRILLER Sutris

DRILLING METHOD Continuous Boring

LOGGED BY Erna PN CHECKED BY Andrianto HN

REMARKS _____

DEPTH (m)	GRAPHIC LOG	CORE PHOTO	MATERIAL DESCRIPTION	DEPTH OF SAMPLE (m)	SAMPLE TYPE NUMBER	BLOW COUNTS (N VALUE)	POCKET PENETROMETER (kg/cm ²)	CORE RECOVERY (%)	RQD (%)	FINES CONTENT (%)	
										PL	MC
								20 40 60 80	20 40 60 80	20 40 60 80	
1			Sand Silt, lensed (80% silt), light brown with greyish white, soft consisted, low plasticity, wet								
2				1.50	UD 1						
				2.00	SPT 1	3-4-6 (10)					10
3			Silty Clay, homogeneous (90% clay), dark brown, firm, low to medium plasticity, moist	2.45							
4			Cobble with coarse sand, dark brown, homogeneous, (5% cobble), weak cemented, wet	4.00	SPT 2	14-25-25/8					
				4.38							
5			Medium to coarse sand, with sandstone, homogeneous, dark grey with light brown, weak cemented, moist								
6				6.00	SPT 3	50/8					
				6.08							
7											
8				8.00	SPT 4	50/5					
				8.05							
9											
10			Sandy clay, homogeneous, (9% clay), light brown, firm to hard consisted, low to medium plasticity, moist								

GEOTECH BH PLOTS-MIE LRT2.GPJ GINT STD A4 ASTM LAB.GDT 16/12/15

BORING NUMBER SI C1TM 102



TIGENCO GRAHA PERSADA

PROJECT SOIL INVESTIGATION LIGHT RAIL TRANSIT

LOCATION CAWANG - TMII

CLIENT PT. ADHI KARYA

DEPTH (m)	GRAPHIC LOG	CORE PHOTO	MATERIAL DESCRIPTION	DEPTH OF SAMPLE (m)	SAMPLE TYPE NUMBER	BLOW COUNTS (N VALUE)	POCKET PENETROMETER (kg/cm ²)	CORE RECOVERY (%)	RQD (%)	FINES CONTENT (%)	
										PL	MC
11			Fine sand with cobble (5%), lensed, black, weak cemented, moist	10.00	SPT 5	9-21-29/12					
			Clay stone, homogeneous, light brown, strong cemented, moist	10.42							
12			Silty clay, homogeneous, light brown, firm to hard, low to medium plasticity, moist		SPT 6	19-27-23/10					
			Clay with medium gravel (8%), homogeneous, light grey, soft consisted, low plasticity, wet	12.00							
13			Silt Stone, lensed, grey moderate cemented, non plastic, wet	12.40	SPT 7	27-38-12/3					
			Sand stone, homogeneous, grey, moderate to strong cemented, moist	14.00							
15			Clay stone with cobble (5%), homogeneous, dark grey, strong cemented, wet	14.33	SPT 8	20-27-23/1					
			Sandy Silt, homogeneous (80% silt), light grey, hard to very hard consisted, low plasticity, moist	16.00							
16			Sand Stone, homogeneous, dark grey, strong cemented, moist	16.31	SPT 9	17-24-26/12					
			Silt a few trace of fine gravel, homogeneous, brown, firm consisted, low plasticity, wet	18.00							
19			Cobble, homogeneous, black, strong cemented, moist	18.42	SPT 10	15-23-27/13					
			Silty sand, homogeneous (65% fine sand), black, hard to very hard consisted, low plasticity, moist	20.00							
20			Fine sand, homogeneous, black, weak cemented, non plastic, moist	20.43							
21											

GEOTECH BH PLOTS-MIE LRT2.GPJ GINT STD A4 ASTM LAB.GDT 16/12/15

BORING NUMBER SI C1TM 102



TIGENCO GRAHA PERSADA

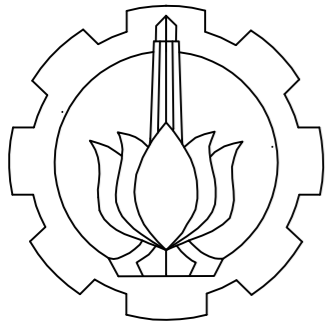
PROJECT SOIL INVESTIGATION LIGHT RAIL TRANSIT

LOCATION CAWANG - TMII

CLIENT PT. ADHI KARYA

DEPTH (m)	GRAPHIC LOG	CORE PHOTO	MATERIAL DESCRIPTION	DEPTH OF SAMPLE (m)	SAMPLE TYPE NUMBER	BLOW COUNTS (N VALUE)	POCKET PENETROMETER (kg/cm ²)	CORE RECOVERY (%)	RQD (%)	FINES CONTENT (%)	
										PL	MC
22			Fine sand, homogeneous, black, weak cemented, non plastic, moist (continued)	22.00	SPT 11	20-28					
23				22.45							
24			Silt with fine sand (8%), homogeneous, dark grey, strong cemented, moist								
25			Silt Stone, homogeneous, dark grey, strong cemented, moist	24.00	SPT 12	27-23					
26				24.45							
26			Silty Clay, homogeneous (85% clay), grey, firm to hard consist, low to medium plasticity, moist								
27			Claystone, homogeneous, grey, moderate cemented, moist	26.00	SPT 13	30-20					
28				26.45							
28			Cobble, homogeneous, black, strong cemented, wet	28.00	SPT 14	8					8
29				28.45							
30			Fine Sand, homogeneous, dark grey, weak cemented, non plastic, wet	30.00	SPT 15	27-50/0					
Bottom of borehole at 30.12 meters.				30.12							

GEOTECH BH PLOTS-MIE LRT2.GPJ GINT STD A4 ASTM LAB.GDT 16/12/15

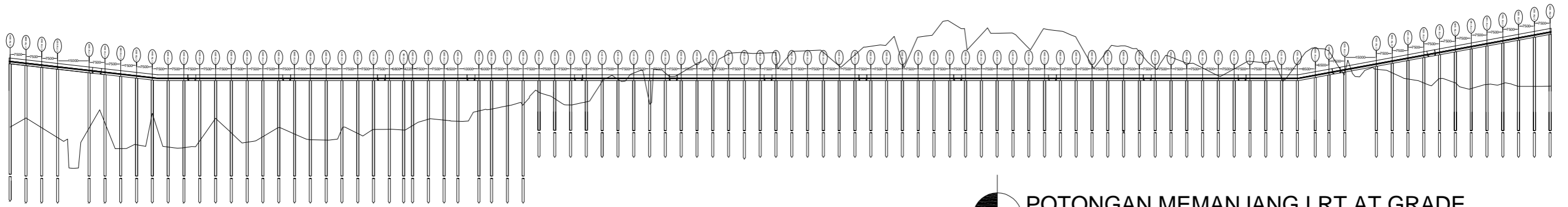


DAFTAR GAMBAR

PERENCANAAN STRUKTUR DINDING PENAHAN TANAH AT GRADE PROYEK PEMBANGUNAN
LIGHT RAIL TRANSIT (LRT) JAKARTA

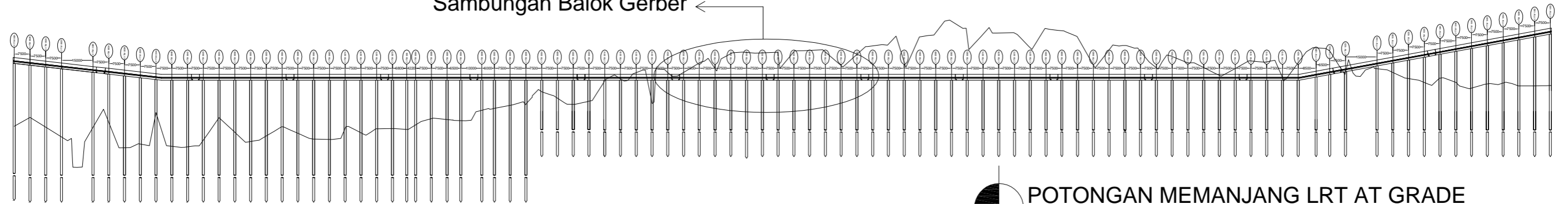
NO LEMBAR

Tampak Atas	1
Potongan Memanjang	2
Sambungan Balok Gerber	2
Potongan Melintang Eksisting dan Rencana	3
Penulangan Pelat	12
Detail Tiang Pancang	13



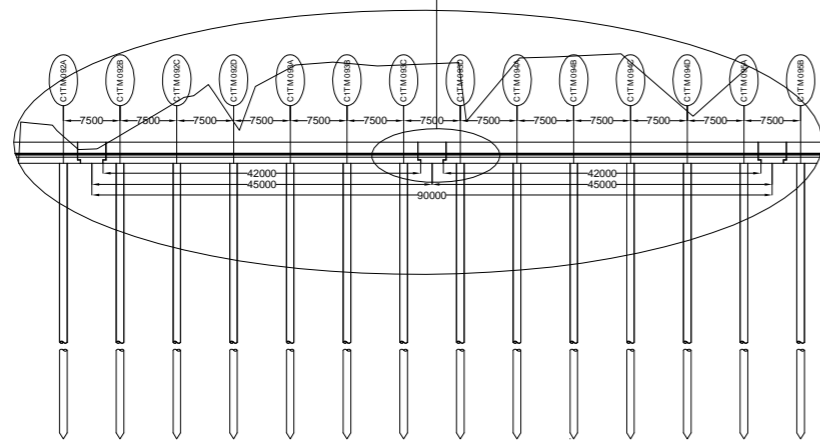
POTONGAN MEMANJANG LRT AT GRADE
SKALA 1 : 2000

Sambungan Balok Gerber ←

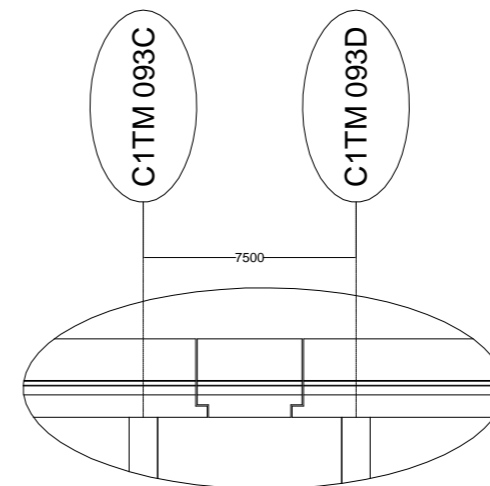


POTONGAN MEMANJANG LRT AT GRADE
SKALA 1 : 2000

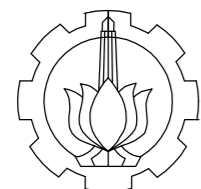
→ Detail Sambungan Balok Gerber



SAMBUNGAN BALOK GERBER
SKALA 1 : 1000



DETAIL SAMBUNGAN BALOK GERBER
SKALA 1 : 250



D4 TEKNIK SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA

MAHASISWA

DERAI TARITA HIDAY
3113041044

DOSEN PEMBIMBING

Ir. CHOMAEDHI, CES, Geo.
NIP 19550319 198403 1 001

KETERANGAN

Satuan dalam mm

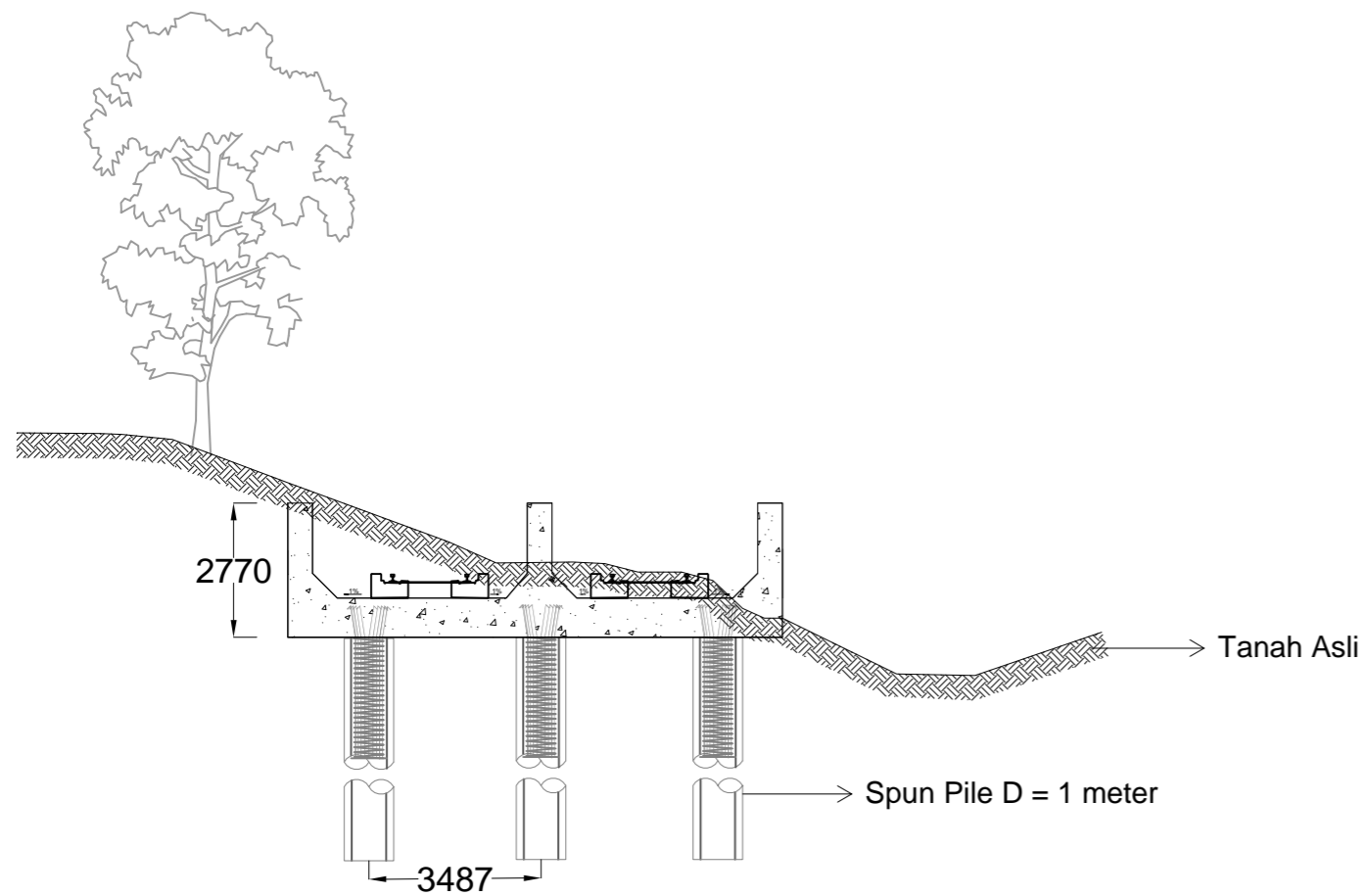
NO. GAMBAR

HALAMAN

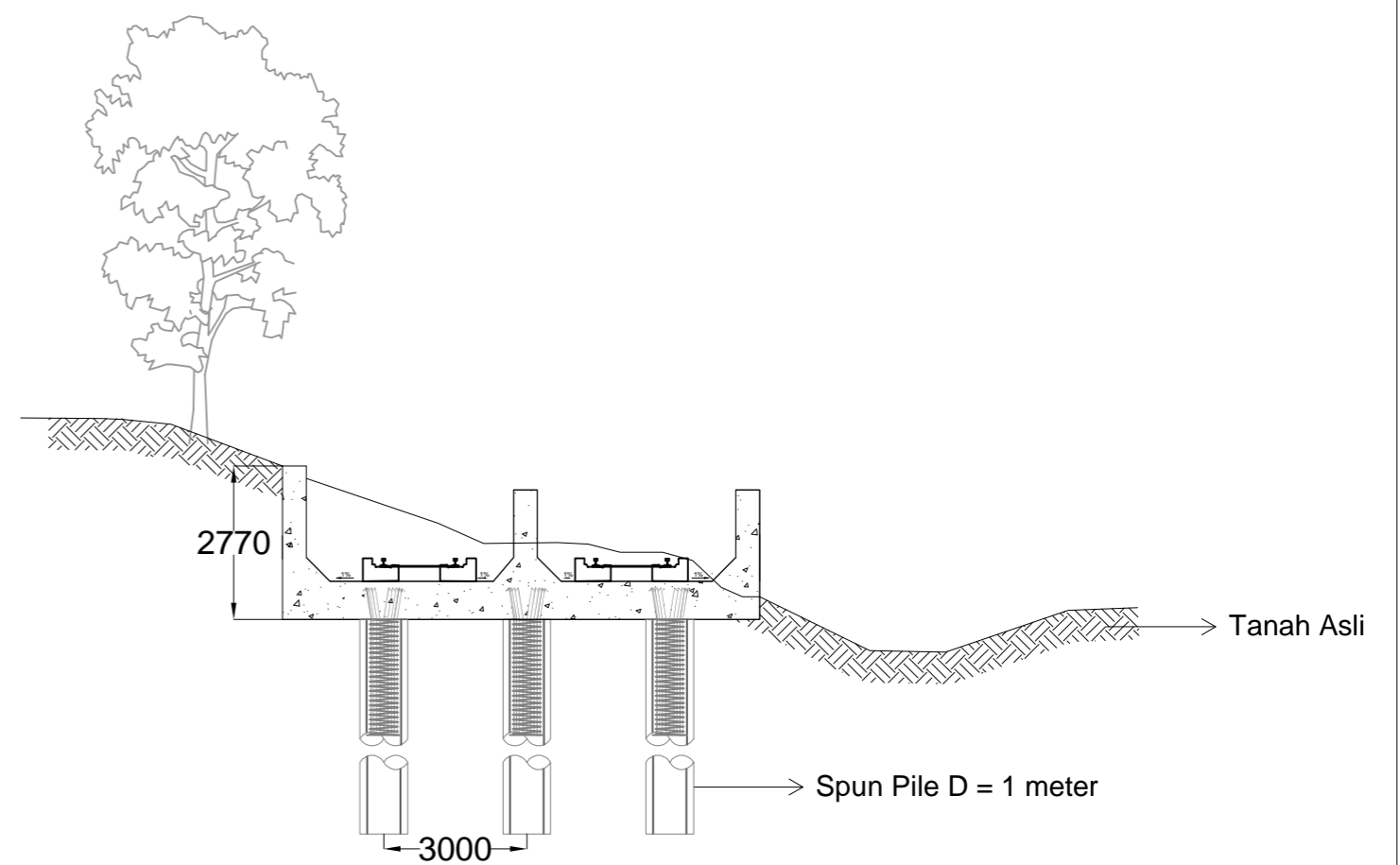
2

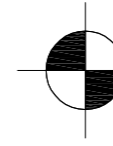
TOTAL

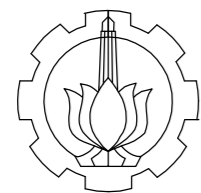
13




POTONGAN MELINTANG EKSTING
 SKALA 1 : 150

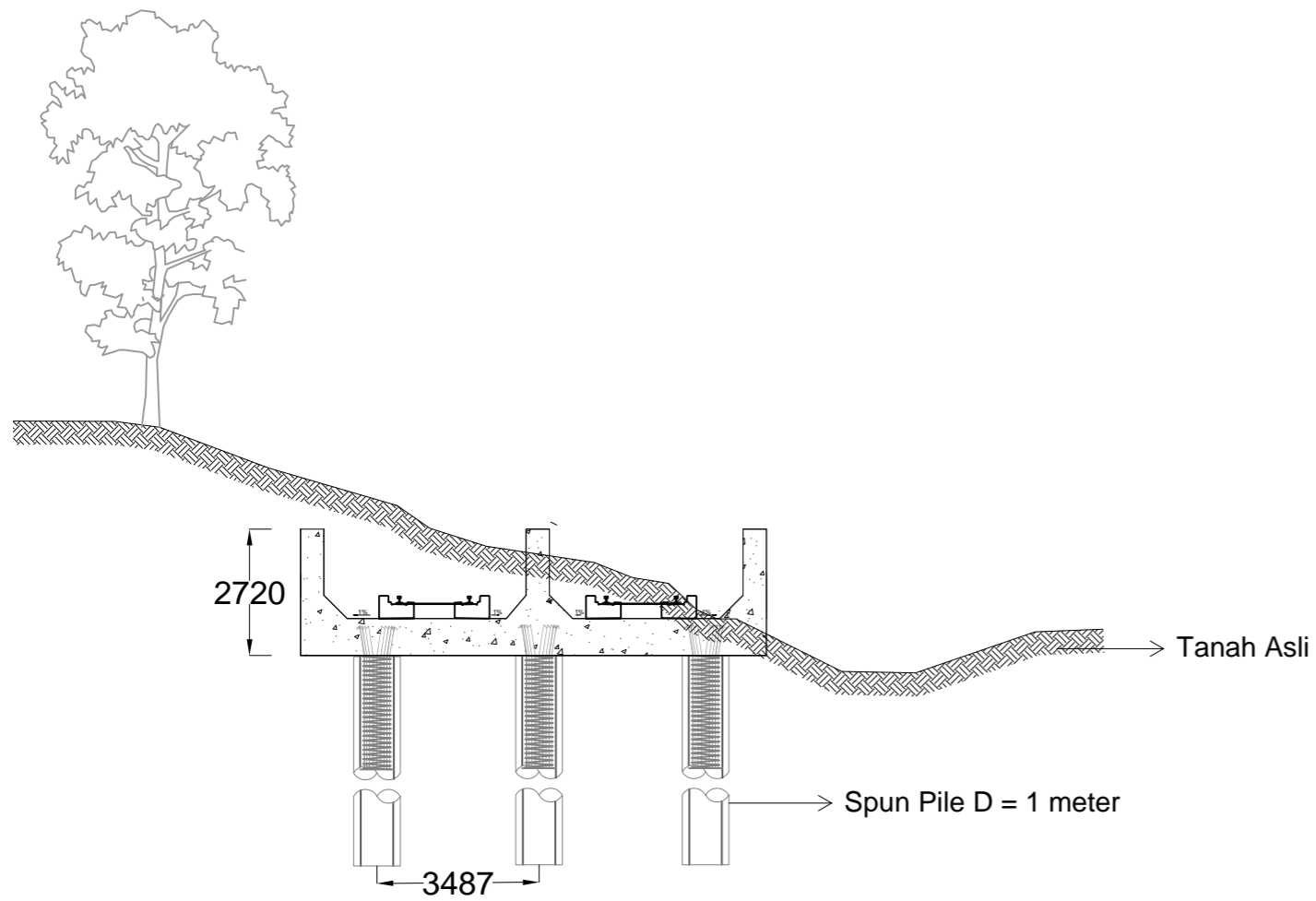



POTONGAN MELINTANG RENCANA
 SKALA 1 : 150

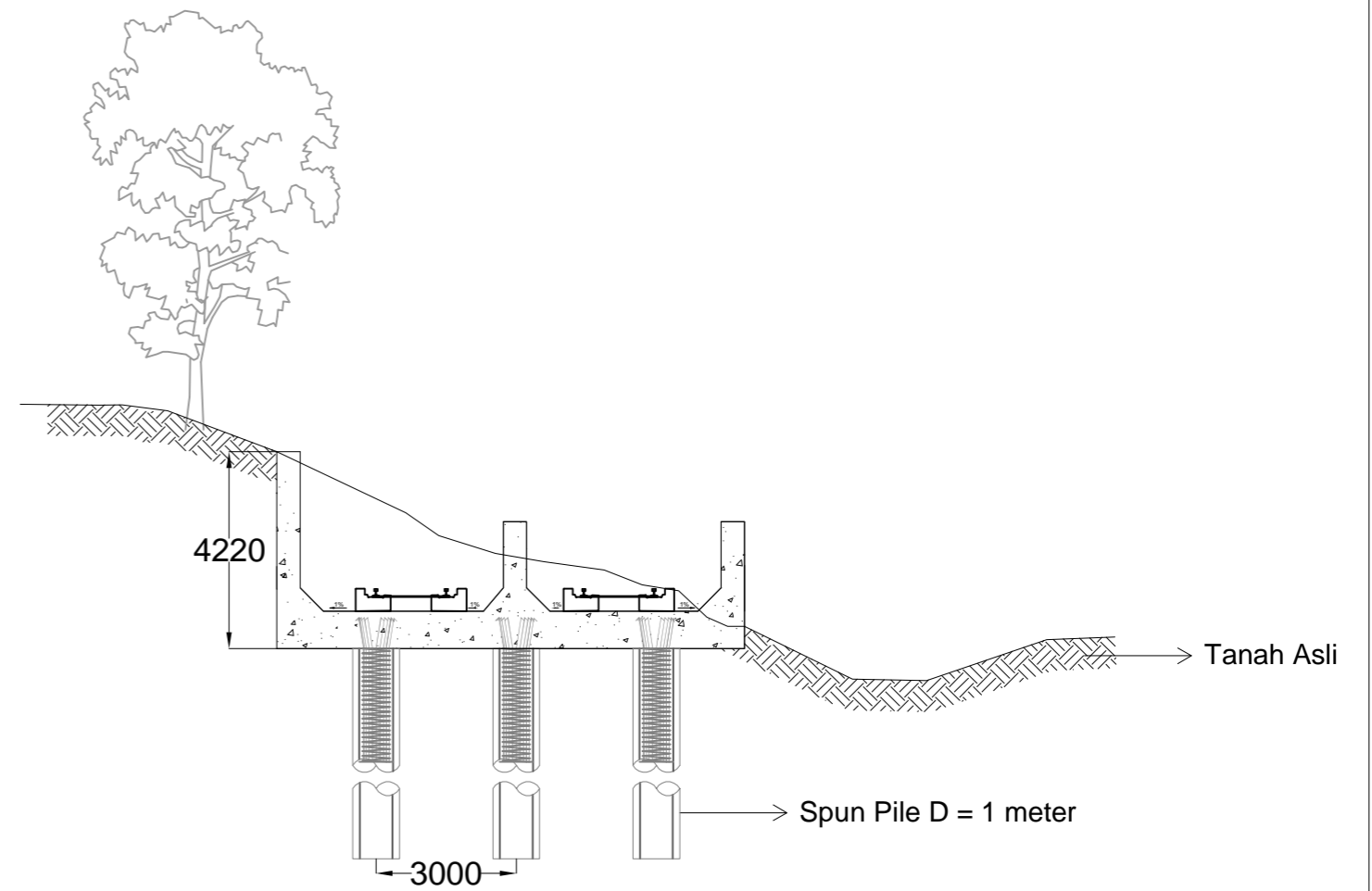


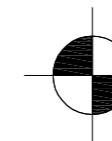
D4 TEKNIK SIPIL
 FAKULTAS VOKASI
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA

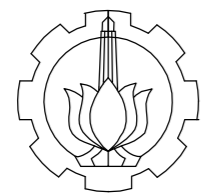
MAHASISWA	DOSEN PEMBIMBING	KETERANGAN	NO. GAMBAR	
			HALAMAN	TOTAL
DERAJ TARITA HIDAY 3113041044	Ir. CHOMAEDHI, CES, Geo. NIP 19550319 198403 1 001	Satuan dalam mm C1TM 082A - 092D	3	13




POTONGAN MELINTANG EKSTING
 SKALA 1 : 150

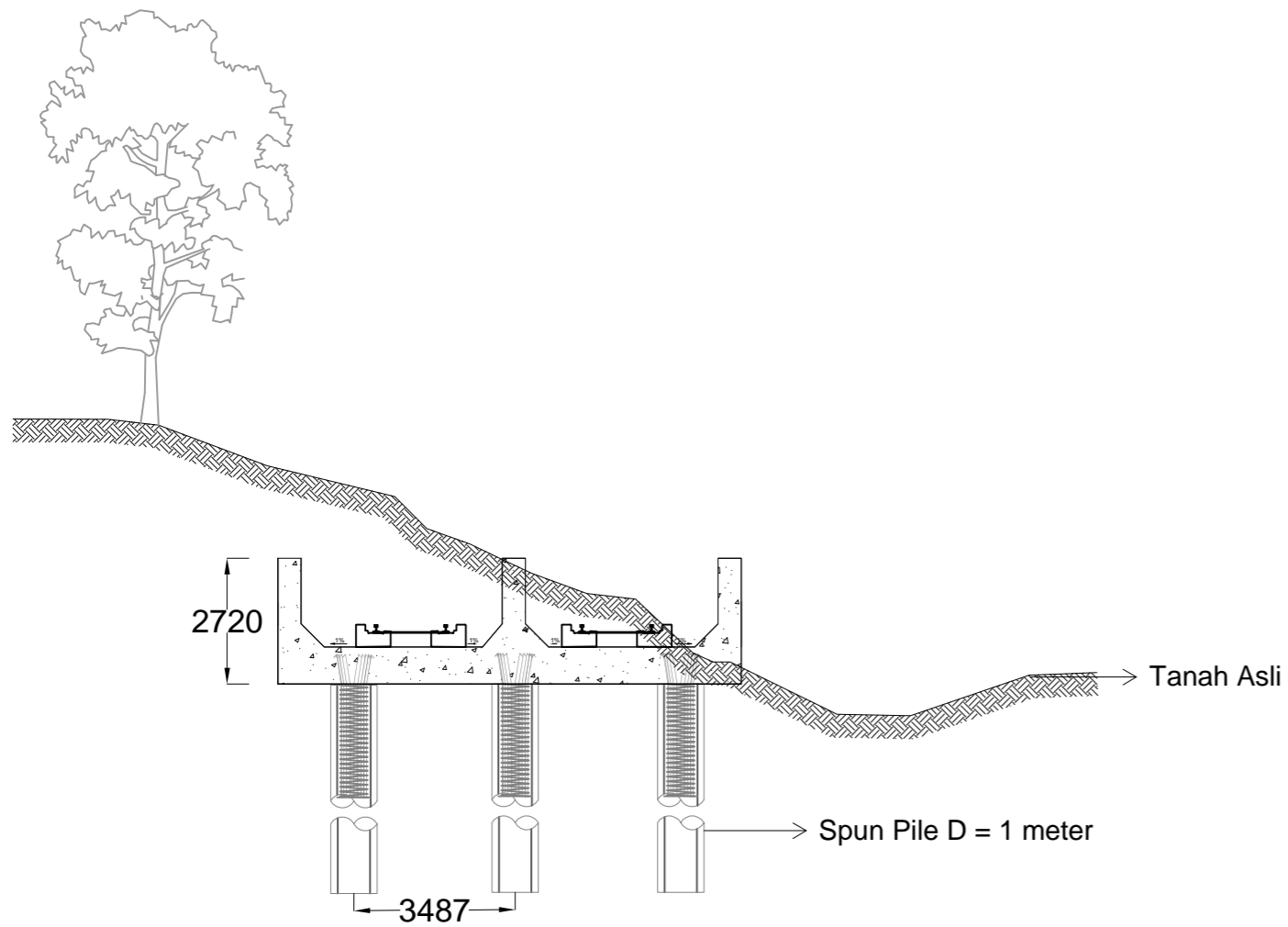



POTONGAN MELINTANG RENCANA
 SKALA 1 : 150

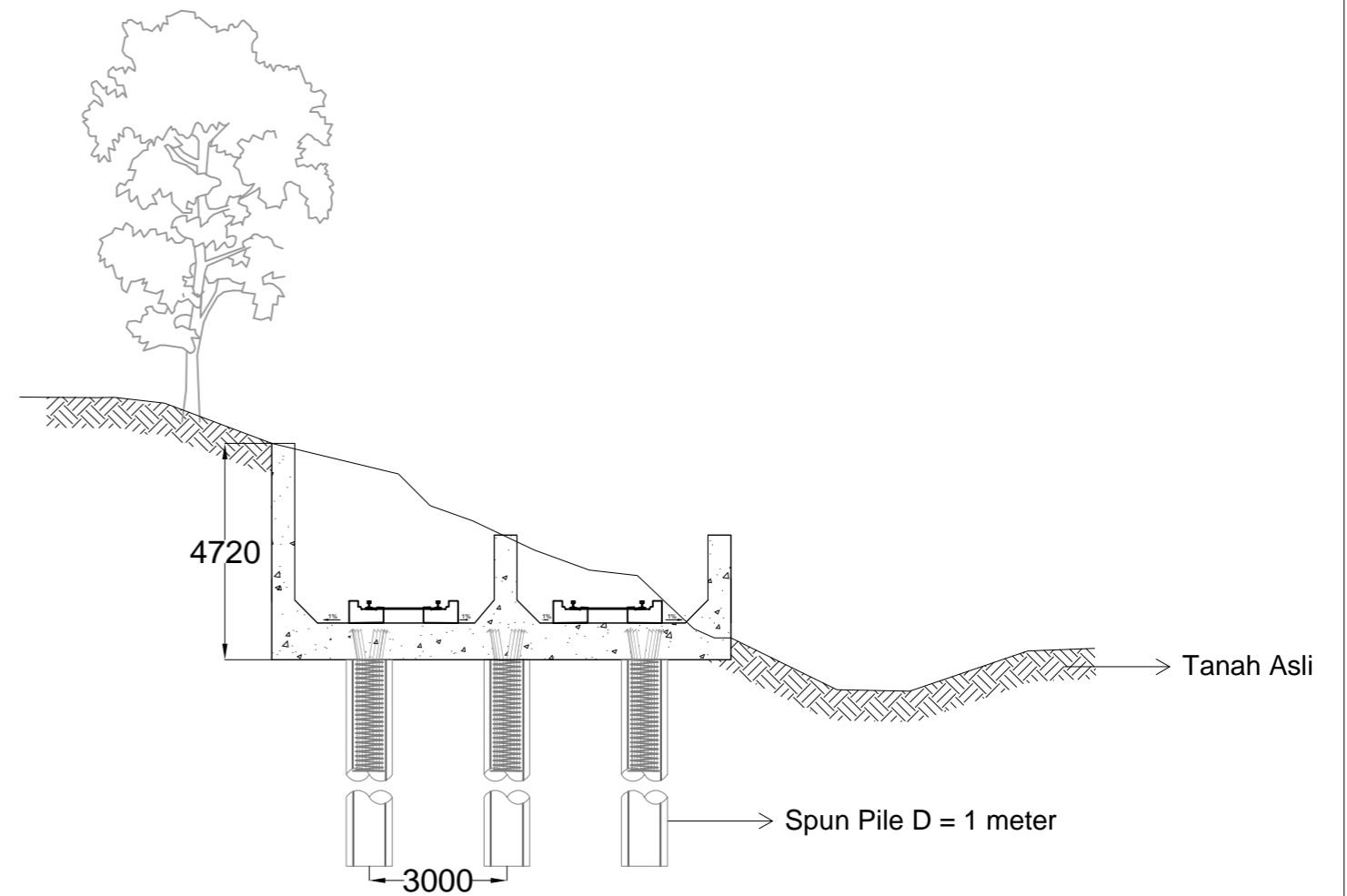


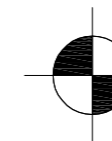
D4 TEKNIK SIPIL
 FAKULTAS VOKASI
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA

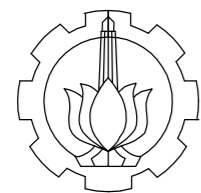
MAHASISWA	DOSEN PEMBIMBING	KETERANGAN	NO. GAMBAR	
			HALAMAN	TOTAL
DERAJ TARITA HIDAY 3113041044	Ir. CHOMAEDHI, CES, Geo. NIP 19550319 198403 1 001	Satuan dalam mm C1TM 092D - 094D	4	13




POTONGAN MELINTANG EKSISTING
 SKALA 1 : 150

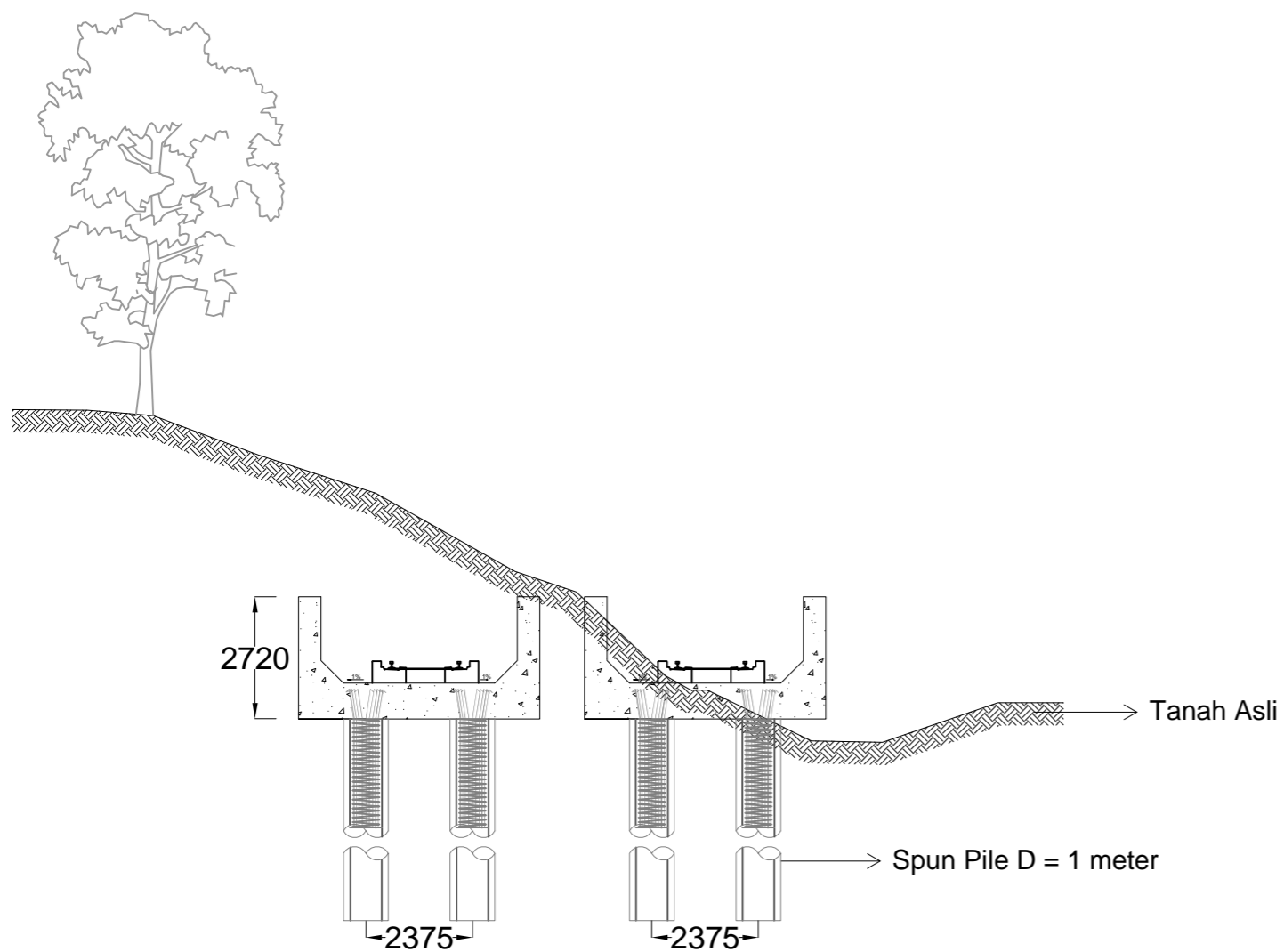



POTONGAN MELINTANG RENCANA
 SKALA 1 : 150

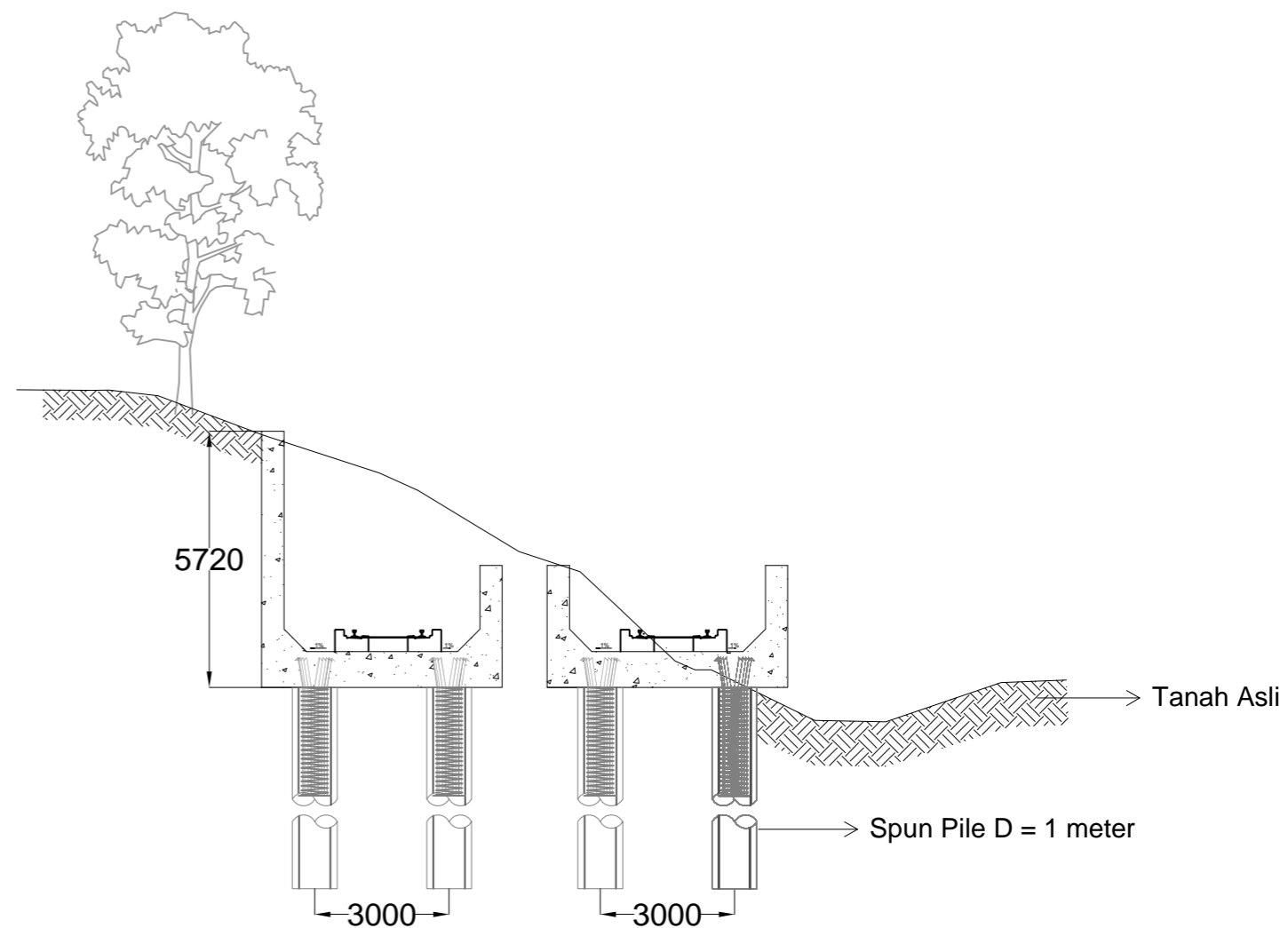


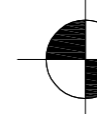
D4 TEKNIK SIPIL
 FAKULTAS VOKASI
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA

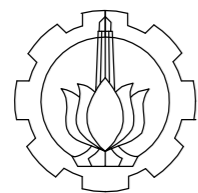
	MAHASISWA	DOSEN PEMBIMBING	KETERANGAN	NO. GAMBAR	
	DERAI TARITA HIDAY 3113041044	Ir. CHOMAEDHI, CES, Geo. NIP 19550319 198403 1 001		HALAMAN	TOTAL
			Satuan dalam mm C1TM 094D - 095D	5	13




POTONGAN MELINTANG EKSISTING
 SKALA 1 : 150

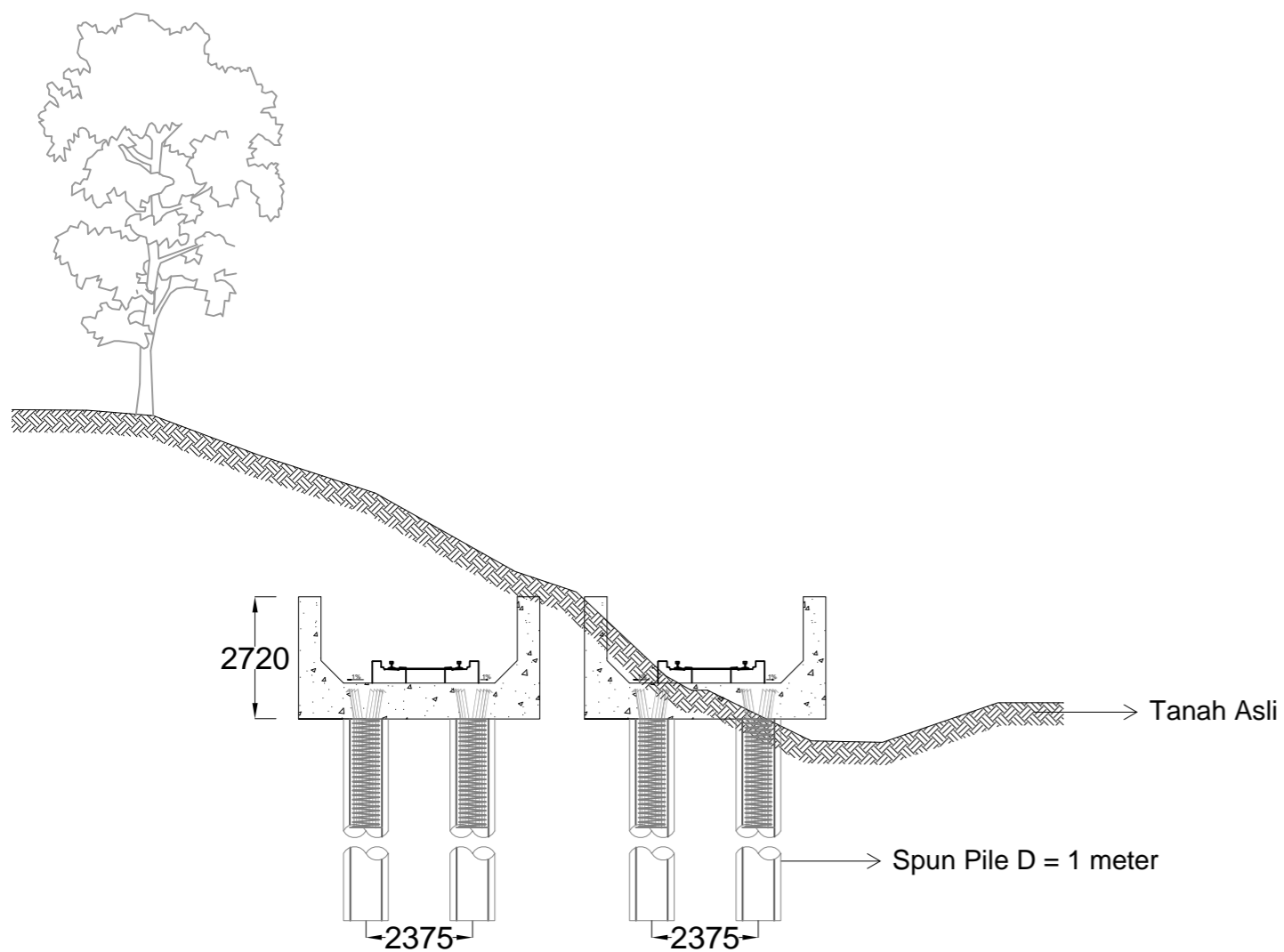



POTONGAN MELINTANG RENCANA
 SKALA 1 : 150

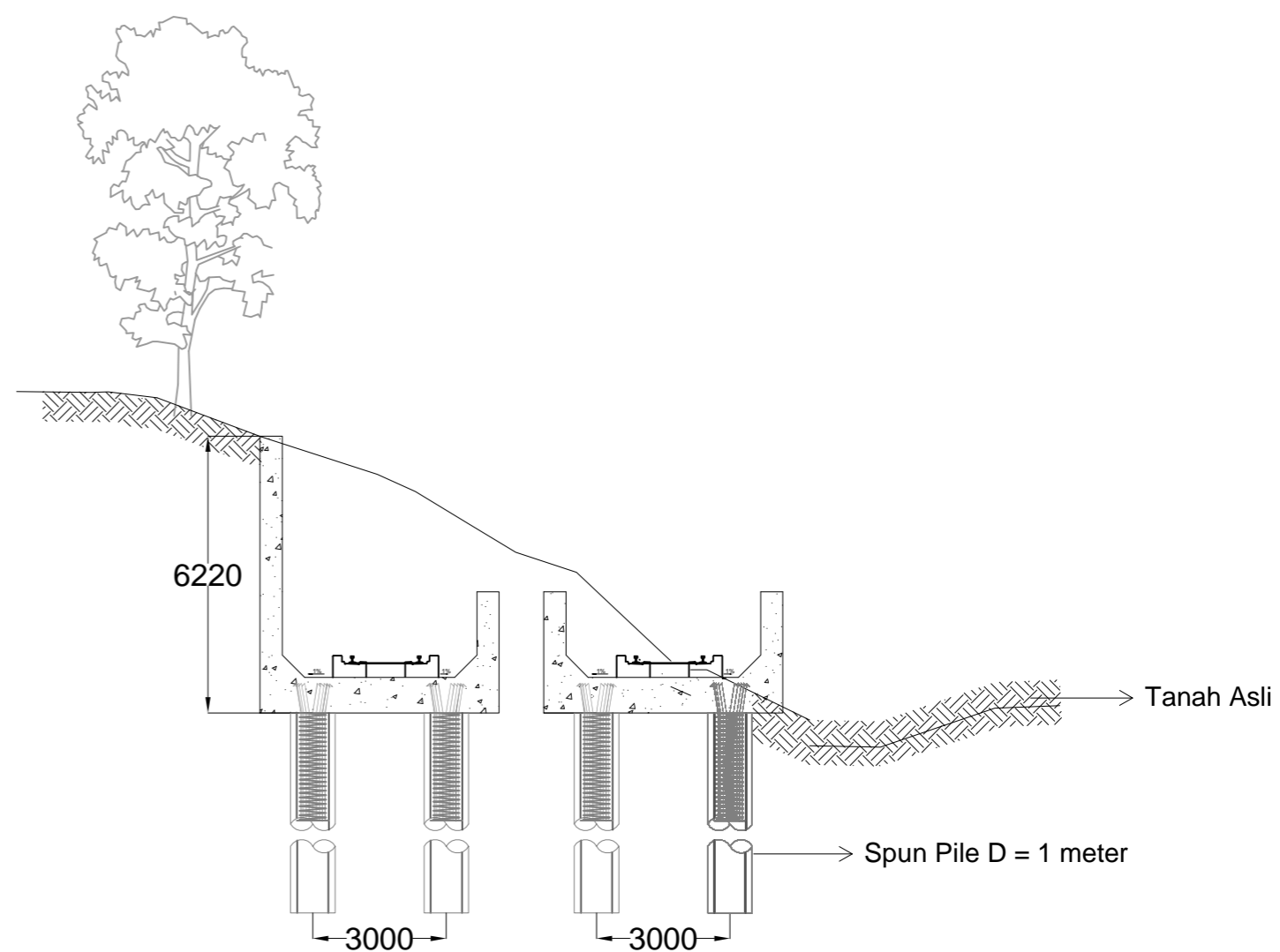


D4 TEKNIK SIPIL
 FAKULTAS VOKASI
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA

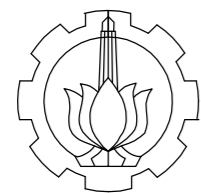
MAHASISWA	DOSEN PEMBIMBING	KETERANGAN	NO. GAMBAR	
			HALAMAN	TOTAL
DERAJ TARITA HIDAY 3113041044	Ir. CHOMAEDHI, CES, Geo. NIP 19550319 198403 1 001	Satuan dalam mm C1TM 096A - 096C	6	13




POTONGAN MELINTANG EKSISTING
 SKALA 1 : 150

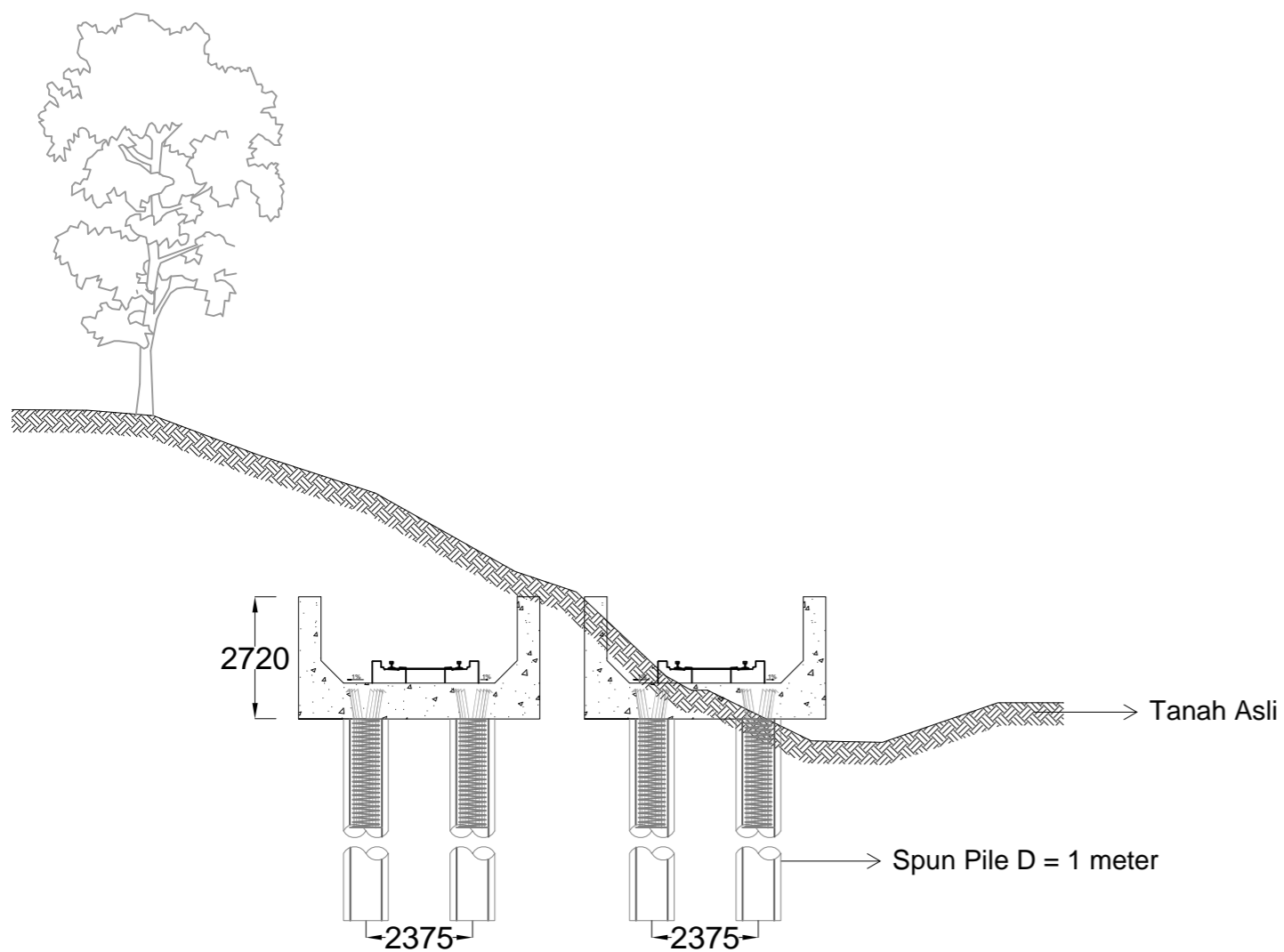


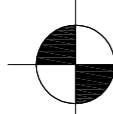

POTONGAN MELINTANG RENCANA
 SKALA 1 : 150

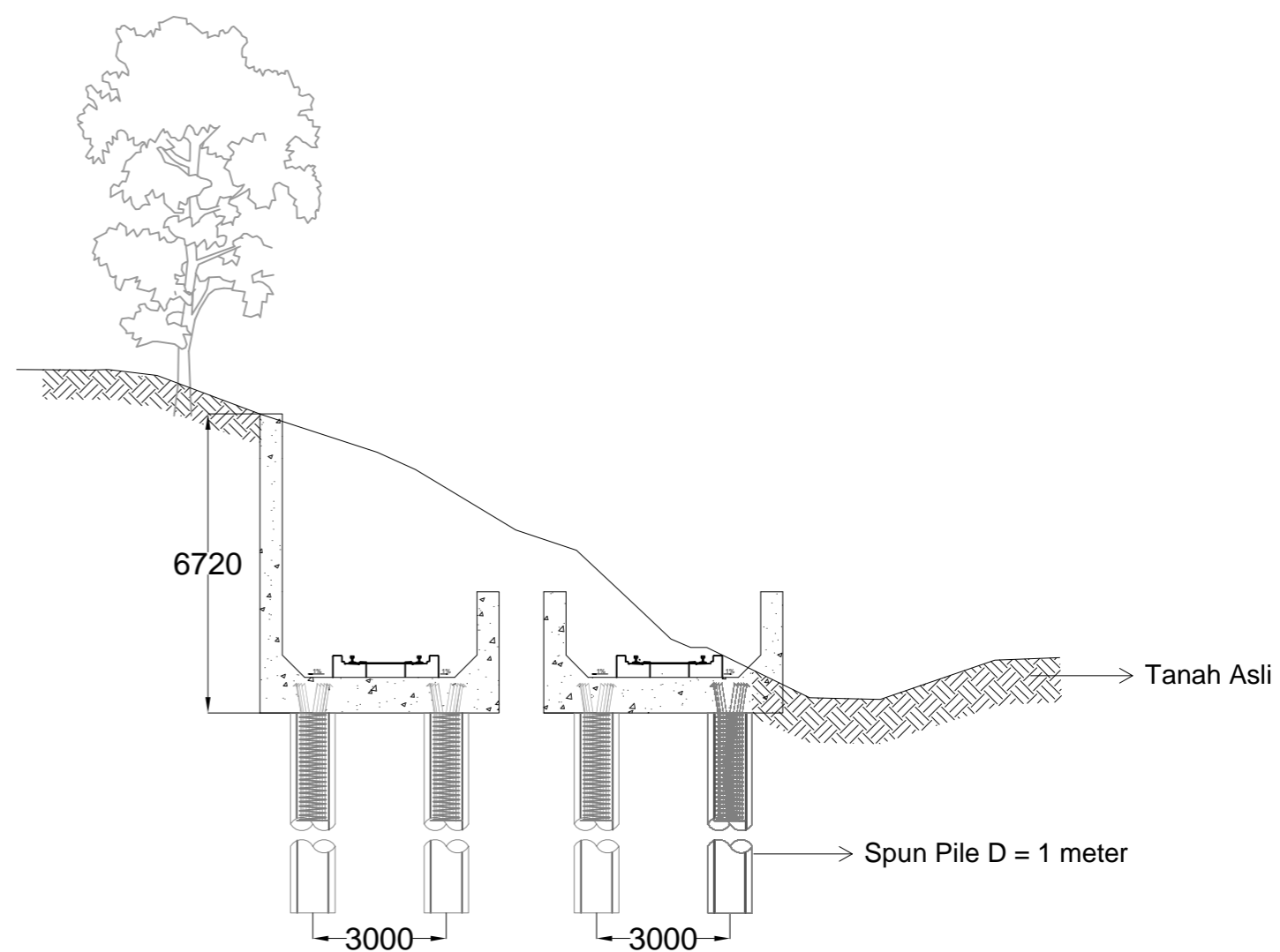


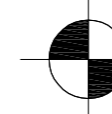
D4 TEKNIK SIPIL
 FAKULTAS VOKASI
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA

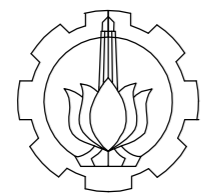
	MAHASISWA	DOSEN PEMBIMBING	KETERANGAN	NO. GAMBAR	
	DERAI TARITA HIDAY 3113041044	Ir. CHOMAEDHI, CES, Geo. NIP 19550319 198403 1 001		HALAMAN	TOTAL
			Satuan dalam mm C1TM 096D - 097D	7	13




POTONGAN MELINTANG EKSISTING
 SKALA 1 : 150

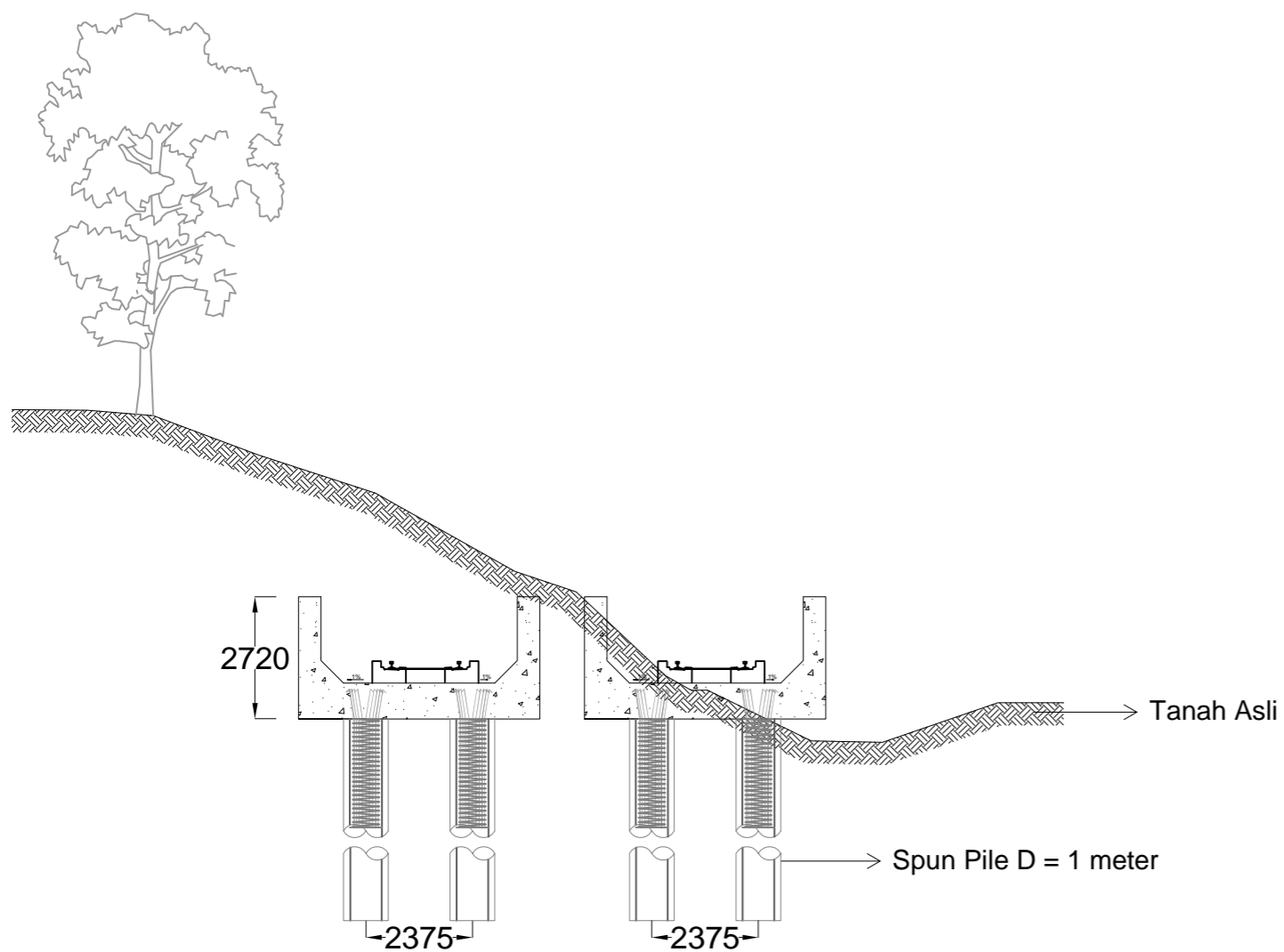



POTONGAN MELINTANG RENCANA
 SKALA 1 : 150

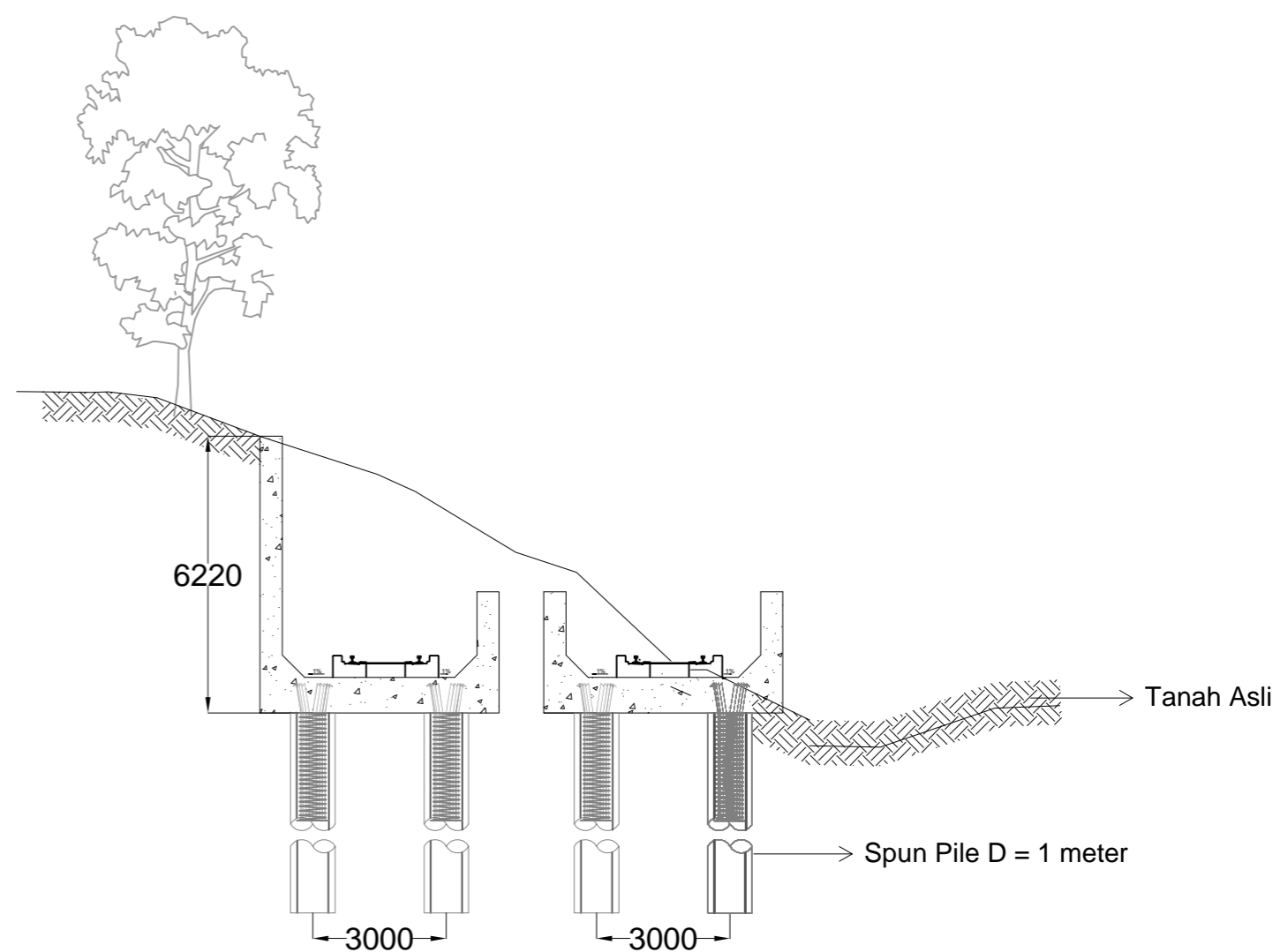


D4 TEKNIK SIPIL
 FAKULTAS VOKASI
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA

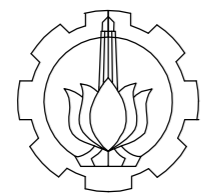
MAHASISWA	DOSEN PEMBIMBING	KETERANGAN	NO. GAMBAR	
			HALAMAN	TOTAL
DERAJ TARITA HIDAY 3113041044	Ir. CHOMAEDHI, CES, Geo. NIP 19550319 198403 1 001	Satuan dalam mm C1TM 098A - 098D	8	13




POTONGAN MELINTANG EKSISTING
 SKALA 1 : 150

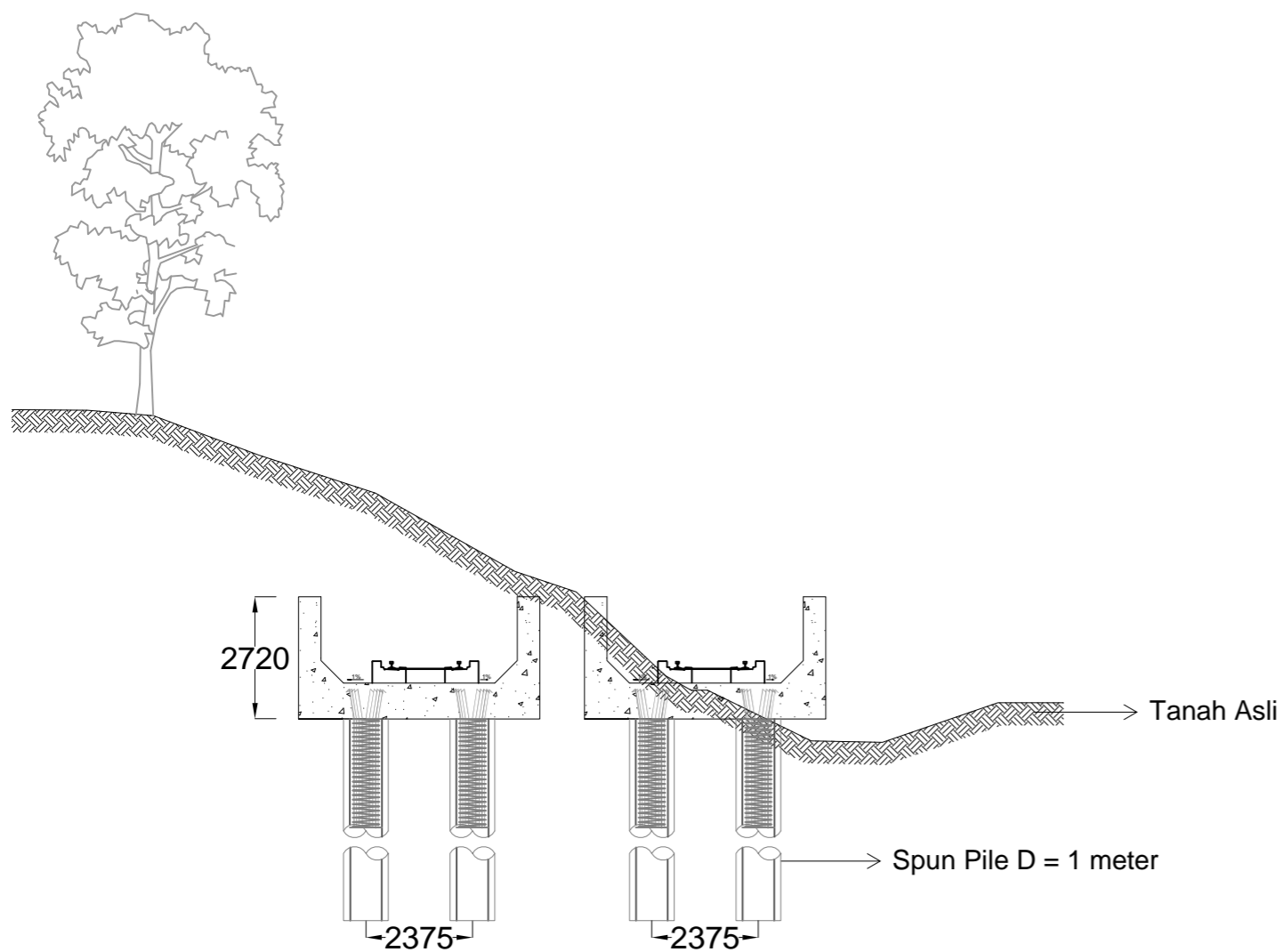



POTONGAN MELINTANG RENCANA
 SKALA 1 : 150

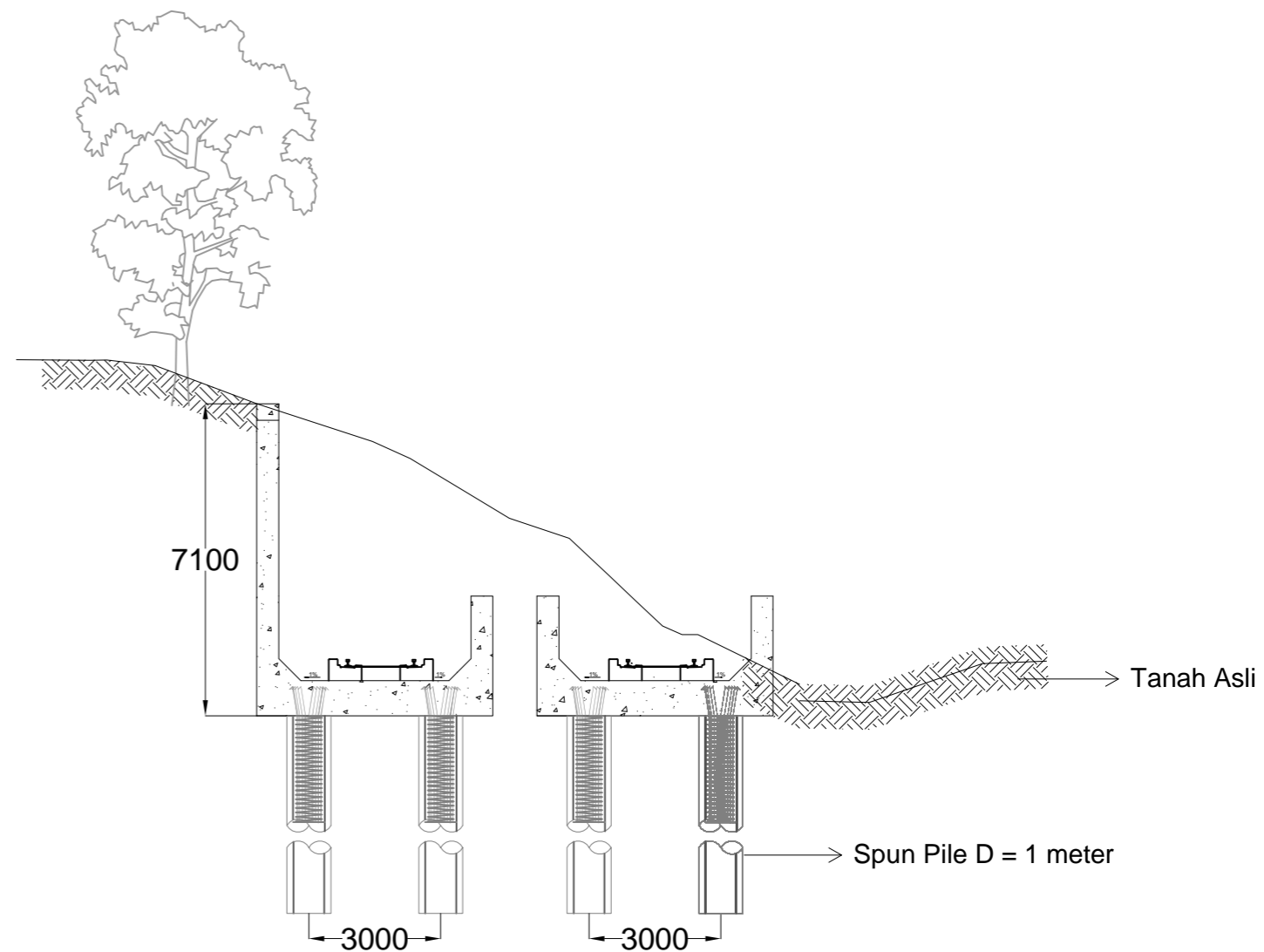


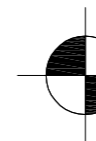
D4 TEKNIK SIPIL
 FAKULTAS VOKASI
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA

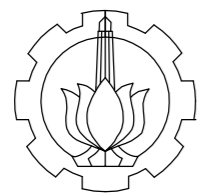
MAHASISWA	DOSEN PEMBIMBING	KETERANGAN	NO. GAMBAR	
			HALAMAN	TOTAL
DERAJ TARITA HIDAY 3113041044	Ir. CHOMAEDHI, CES, Geo. NIP 19550319 198403 1 001	Satuan dalam mm C1TM 099A - 101D	9	13




POTONGAN MELINTANG EKSISTING
 SKALA 1 : 150

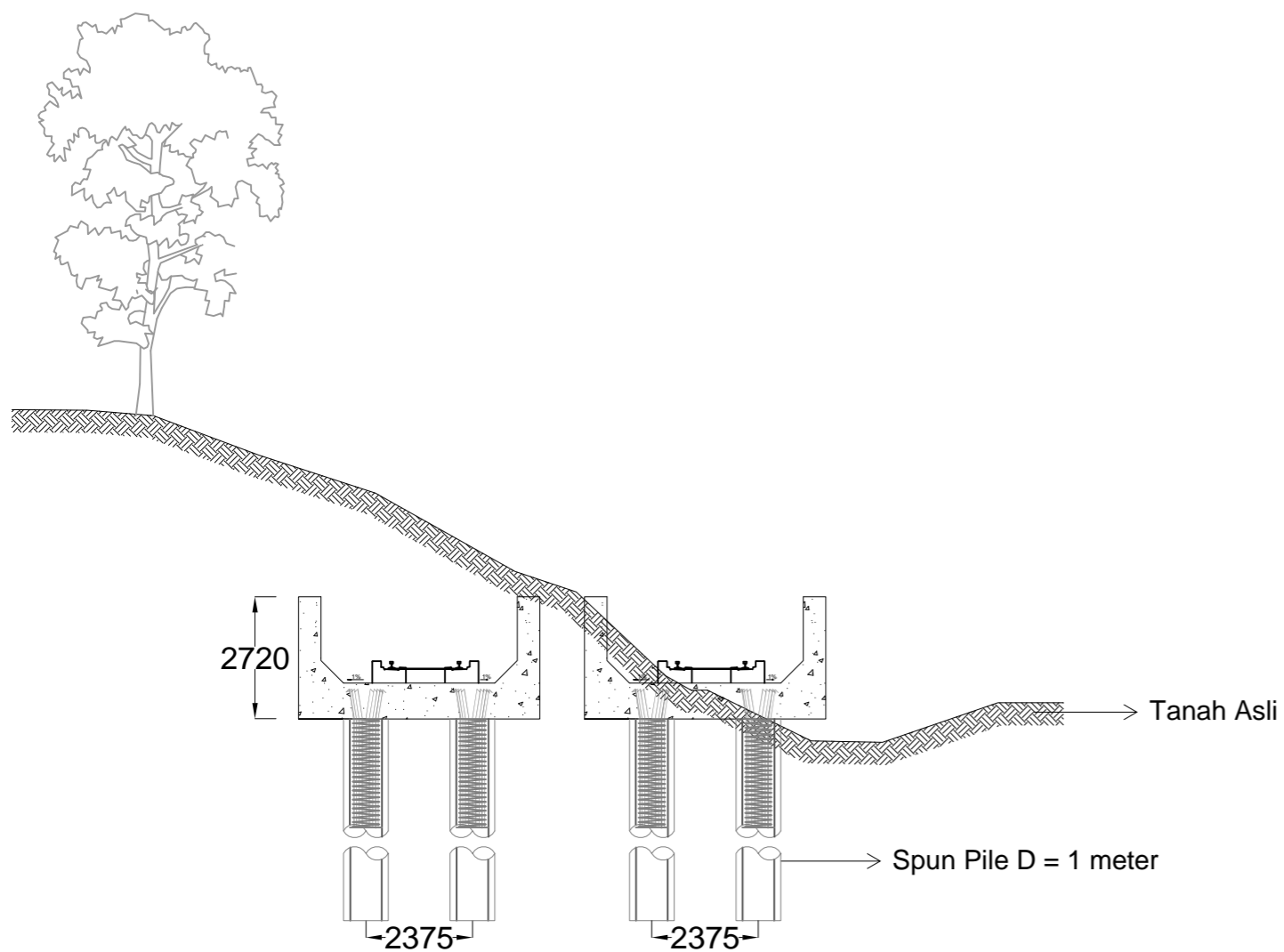



POTONGAN MELINTANG RENCANA
 SKALA 1 : 150

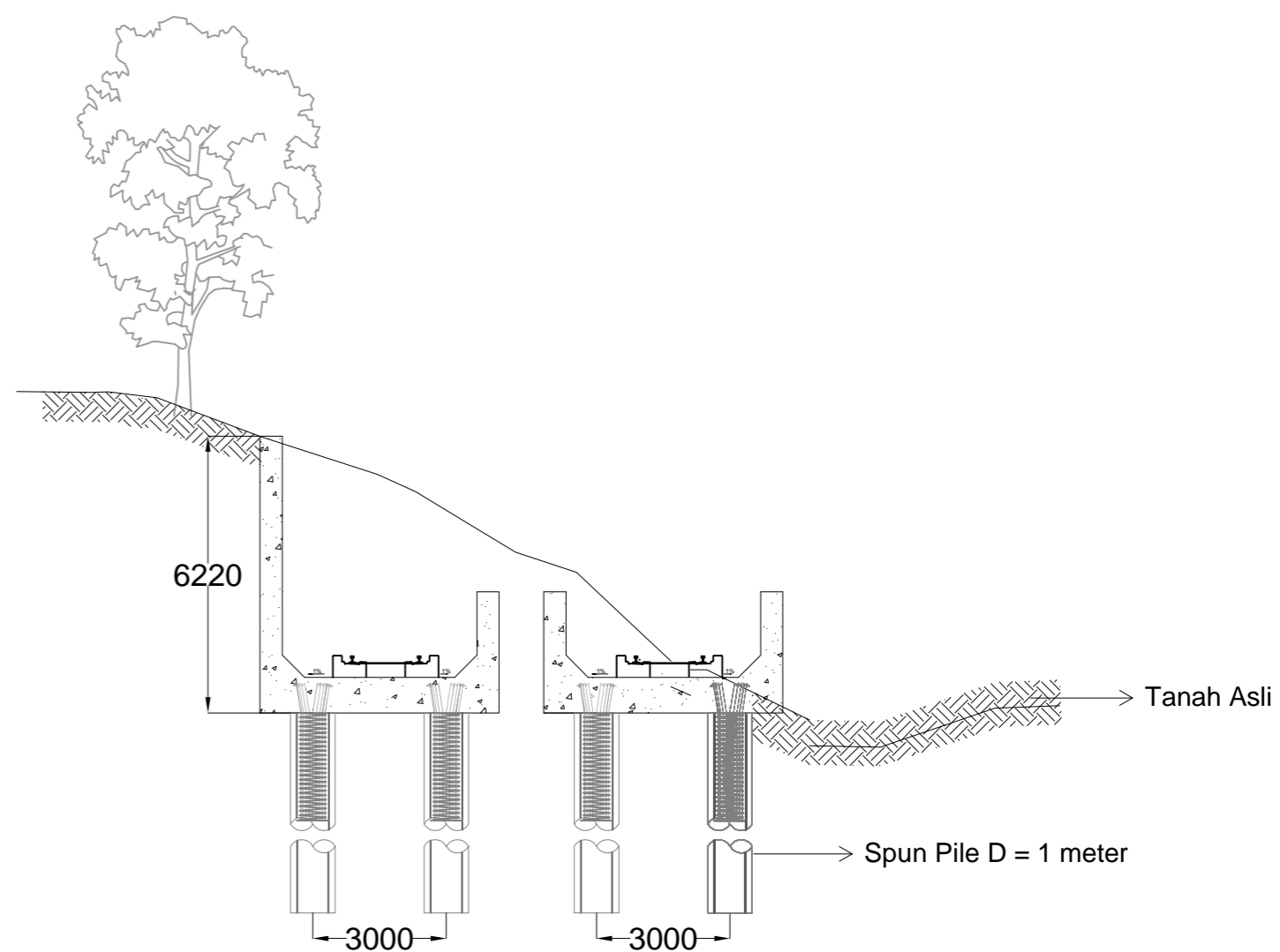


D4 TEKNIK SIPIL
 FAKULTAS VOKASI
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA

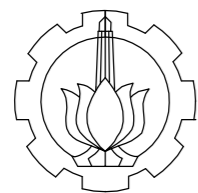
	MAHASISWA	DOSEN PEMBIMBING	KETERANGAN	NO. GAMBAR	
				HALAMAN	TOTAL
	DERAI TARITA HIDAY 3113041044	Ir. CHOMAEDHI, CES, Geo. NIP 19550319 198403 1 001	Satuan dalam mm C1TM 102A - 102 C	10	13




POTONGAN MELINTANG EKSISTING
 SKALA 1 : 150

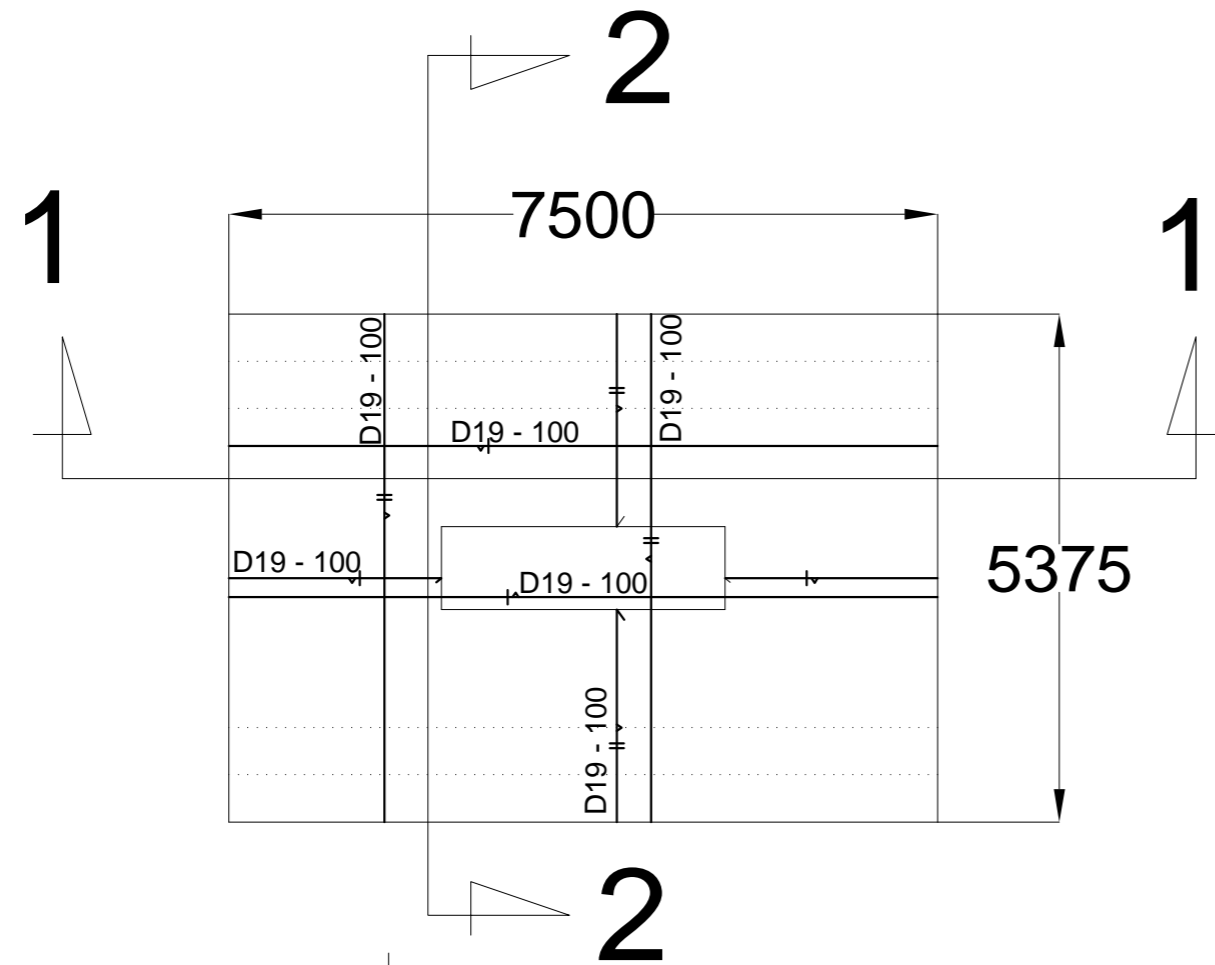



POTONGAN MELINTANG RENCANA
 SKALA 1 : 150

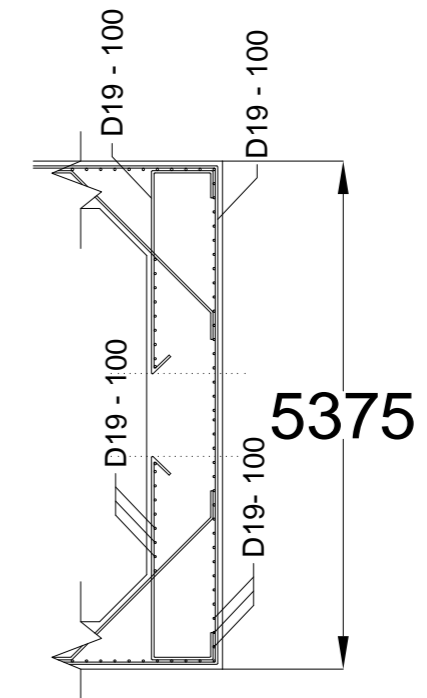


D4 TEKNIK SIPIL
 FAKULTAS VOKASI
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA

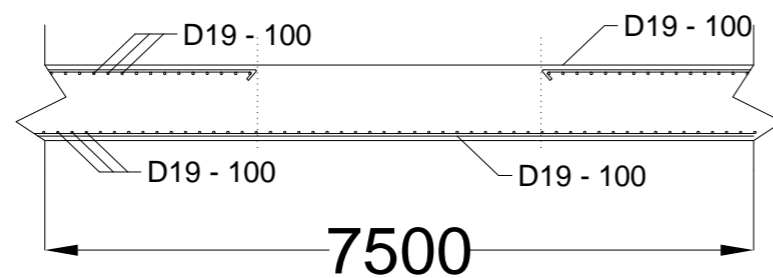
MAHASISWA	DOSEN PEMBIMBING	KETERANGAN	NO. GAMBAR	
			HALAMAN	TOTAL
DERAJ TARITA HIDAY 3113041044	Ir. CHOMAEDHI, CES, Geo. NIP 19550319 198403 1 001	Satuan dalam mm C1TM 103C - 103D	11	13



PENULANGAN PLAT LRT AT GRADE
SKALA 1 : 80

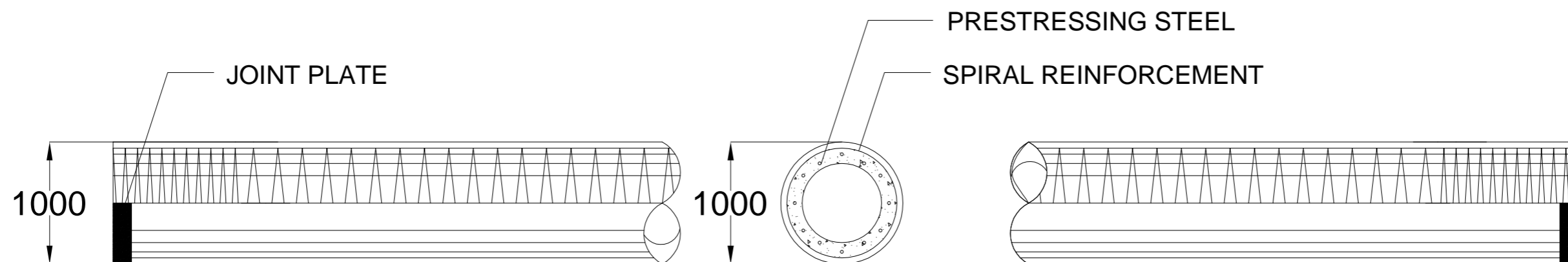
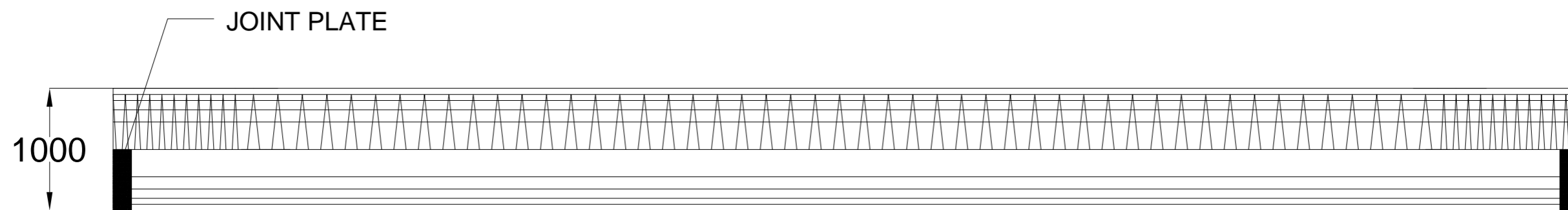


POTONGAN 2 - 2
SKALA 1 : 80

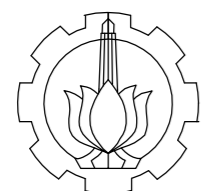


PTONGAN 1 - 1
SKALA 1 : 80

MAHASISWA	DOSEN PEMBIMBING	KETERANGAN	NO. GAMBAR	
			HALAMAN	TOTAL
DERAI TARITA HIDAY 3113041044	Ir. CHOMAEDHI, CES, Geo. NIP 19550319 198403 1 001	Satuan dalam mm	12	13



 **DETAIL SPUN PILE D 1M**
SKALA 1 : 40



D4 TEKNIK SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA

MAHASISWA	DOSEN PEMBIMBING	KETERANGAN	NO. GAMBAR	
			HALAMAN	TOTAL
DERAI TARITA HIDAY 3113041044	Ir. CHOMAEDHI, CES, Geo. NIP 19550319 198403 1 001	Satuan dalam mm	13	13

BIODATA PENULIS



Penulis bernama lengkap Derai Tarita Hiday. Lahir di Surabaya pada tanggal 24 Oktober 1995. Anak pertama dari 2 bersaudara, pendidikan formal yang ditempuh antara lain: Sekolah Dasar Negeri Margorejo V Surabaya, Sekolah Menengah Pertama Negeri 12 Surabaya, Sekolah Menengah Atas Negeri 15 Surabaya dan tamat tahun 2013. Penulis melanjutkan studi di D-IV Teknik Infrastruktur Sipil, Fakultas Vokasi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember pada tahun 2013 dan terdaftar dengan NRP 3113 041 044. Di Departemen Diploma IV Teknik Infrastruktur Sipil ini penulis mengambil bidang studi Bangunan Transportasi. Penulis aktif dalam berbagai kegiatan yang diselenggarakan oleh kampus ITS.