

TUGAS AKHIR

**ANALISIS STABILITAS DINDING PENAHAN TANAH
PADA UTARA BANGUNAN GEDUNG FTSP UII
DARI AS A0-B
(*STABILITY ANALYSIS OF SOIL RETAINING WALL
AT NORTH FTSP UII BUILDING FROM AS A0 TO B*)**

**Diajukan Kepada Universitas Islam Indonesia Yogyakarta Untuk Memenuhi
Persyaratan Memperoleh Derajat Sarjana Teknik Sipil**



**Iqbal Dwi Prabawa
09511175**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
2017**

TUGAS AKHIR

ANALISIS STABILITAS DINDING PENAHAN TANAH PADA UTARA BANGUNAN GEDUNG FTSP UII DARI AS A0-B (*STABILITY ANALYSIS OF SOIL RETAINING WALL AT NORTH FTSP UII BUILDING FROM AS A0 TO B*)

disusun oleh

Iqbal Dwi Prabawa
09511175

telah diterima sebagai salah satu persyaratan
untuk memperoleh derajat Sarjana Teknik Sipil

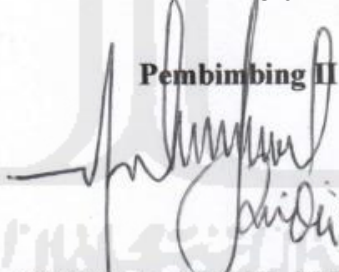
diuji pada tanggal

28 Februari 2017
oleh Dewan Penguji:

Pembimbing I



Pembimbing II



Penguji



Ir. Akhmad Marzuko, M.T., M. Rifqi Abdurrozak, ST., M.Eng. Berlian Kushari, ST., M.Eng

Mengesahkan,

Ketua Program Studi Teknik Sipil



Miftahul Fauziah, ST, MT, Ph.D

PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa laporan Tugas Akhir yang saya susun sebagai syarat untuk penyelesaian program Sarjana di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia merupakan hasil karya saya sendiri. Adapun bagian-bagian tertentu dalam penulisan laporan Tugas Akhir yang saya kutip dari hasil karya orang lain telah dituliskan dalam sumbernya secara jelas sesuai dengan norma, kaidah, dan etika penulisan karya ilmiah. Apabila dikemudian hari ditemukan seluruh atau sebagian laporan Tugas Akhir ini bukan hasil karya saya sendiri atau adanya plagiasi dalam bagian - bagian tertentu, saya bersedia menerima sanksi, termasuk pencabutan gelar akademik yang saya sandang sesuai dengan perundang-undangan yang berlaku.

Yogyakarta, 28 Februari 2017

Yang membuat pernyataan,



Iqbal Dwi Prabawa
(09511175)

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah puji syukur selalu tercurahkan kehadiran Allah SWT atas pemberian rahmat dan hidayah-Nya. Shalawat serta salam selalu ditujukan kepada junjungan kita Nabi Besar Muhammad SAW yang telah membawa kita ke jalan yang terang dan kita nanti-nantikan syafaat-nya di hari yaumulqiyamah nanti.

Laporan Tugas Akhir ini disusun sebagai satu wujud nyata untuk memenuhi impian yang mana menjadi kewajiban yang harus dipenuhi untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Sipil. Pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar - besarnya kepada :

1. Bapak Ir. Akhmad Marzuko, M.T. selaku Dosen Pembimbing I Tugas Akhir,
2. Bapak M. Rifqi Abdurrozak, ST., M.Eng. selaku Dosen Pembimbing II Tugas Akhir,
3. Bapak Berlian Kushari, ST., M.Eng. selaku Dosen Penguji Tugas Akhir,
4. Ibu Miftahul Fauziah, ST. MT. Ph.D. selaku Ketua Program Studi,
5. almarhumah Mamah, almarhum Papah, Mami Yanti, Ilham, Kak Adi, Mbak Rika dan semua saudara-saudaraku yang selalu memberikan dukungan semangat, doanya, dan
6. teman - teman semua yang senantiasa menemani dalam pengambilan data, serta menemani dalam pengerjaan laporan.

Penyusun menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih banyak kekurangannya. Oleh karena itu, penyusun mengharapkan saran dan kritik yang bersifat membangun demi perbaikan laporan Tugas Akhir ini dan semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi penyusun khususnya dan semua pihak yang membutuhkan umumnya.

Yogyakarta, 28 Februari 2017



Iqbal Dwi Prabawa

DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

AASHTO	= <i>American Association of State Highway and Transportation Officials</i>
USBR	= <i>United State Bureau of Reclamation</i>
P_E	= Gaya gempa
g	= Gravitasi bumi
H'	= Tinggi dinding penahan tanah
$a_{h_{max}}$	= Percepatan gempa maksimum
q_u	= Kapasitas daya dukung ultimit
q_{max}	= q_{kaki} = tekanan maksimum yang terjadi di ujung bagian kaki dinding
q_{min}	= $q_{tumpukan}$ = tekanan minimum yang terjadi di ujung bagian tumpukan dinding
ΣV	= Penjumlahan gaya-gaya vertikal
B	= Lebar dasar slab
e	= Eksentrisitas
M_{net}	= Momen netto
I	= Momen inersia per satuan panjang dari bagian dasar dinding
k_1, k_2	= Konstanta
c', ϕ'	= Kohesi dan sudut gesek tanah efektif, berturutan
$\Sigma F_R'$	= Penjumlahan gaya-gaya penahan horisontal
ΣF_d	= Penjumlahan gaya-gaya penggerak horisontal
ΣM_o	= Penjumlahan momen-momen dari gaya-gaya yang cenderung menggulingkan terhadap titik C
ΣM_R	= Penjumlahan momen-momen dari gaya-gaya yang cenderung untuk melawan atau menahan terhadap titik C
q	= Beban terbagi merata
P_a	= Tekanan tanah aktif total
P_p	= Tekanan tanah pasif total
γ	= Berat volume tanah
τ	= Kuat geser tanah
c	= Kohesi tanah
ϕ	= Sudut gesek dalam tanah

- σ = Tegangan normal pada bidang runtuh
 p_p = Tekanan tanah pasif
 K_p = Koefisien tekanan pasif
 p_a = Tekanan tanah aktif
 K_a = Koefisien tekanan aktif



DAFTAR ISI

Halaman Judul	i
Halaman Pengesahan	ii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR LAMPIRAN	x
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN	xii
ABSTRAK	xiv
<i>ABSTRACT</i>	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 LATAR BELAKANG	1
1.2 RUMUSAN MASALAH	3
1.3 TUJUAN PENELITIAN	3
1.4 MANFAAT PENELITIAN	4
1.5 BATASAN PENELITIAN	4
BAB II STUDI PUSTAKA	6
2.1 DINDING PENAHAN KANTILEVER	6
2.2 DINDING PENAHAN GRAVITASI	6
2.3 PERBEDAAN PENELITIAN	7
BAB III LANDASAN TEORI	10
3.1 PROPERTI TANAH (<i>SOIL PROPERTIES</i>)	10
3.1.1 Parameter-Parameter Tanah	10
3.2 KLASIFIKASI TANAH	13
3.2.1 Klasifikasi Tanah Sistem <i>Unified</i>	13
3.3 KUAT GESER TANAH	14
3.3.1 Uji Geser Langsung (<i>Direct Shear Test</i>)	15

3.4	TEKANAN TANAH LATERAL	17
3.4.1	Tekanan Tanah Aktif dan Tekanan Tanah Pasif	17
3.4.2	Teori Rankine	18
3.4.3	Tekanan Tanah Lateral dengan Kondisi Permukaan Horizontal	19
3.4.4	Tekanan Tanah Lateral untuk Tanah Kohesif	21
3.4.5	Pengaruh Beban Terbagi Merata di atas Tanah Urugan	23
3.6	STABILITAS DINDING PENAHAN	24
3.6.1	Stabilitas terhadap Penggulingan	25
3.6.2	Stabilitas terhadap Penggeseran	28
3.6.3	Stabilitas terhadap Kegagalan Kapasitas Daya Dukung Tanah	30
3.6.4	Menghitung Beban Gempa pada Dinding Penahan Tanah	32
BAB IV	METODE PENELITIAN	34
4.1	TINJAUAN UMUM	34
4.2	DATA PENELITIAN	34
4.3	LOKASI PENELITIAN	34
4.4	MODEL PENELITIAN	35
4.5	LANGKAH-LANGKAH PENELITIAN	37
BAB V	ANALISIS, HASIL, DAN PEMBAHASAN	39
5.1	DATA PENELITIAN	39
5.1.1	Data Primer	39
5.1.2	Data Sekunder	40
5.2	ANALISIS STABILITAS DINDING PENAHAN TANAH	42
5.2.1	Perhitungan Stabilitas Terhadap Penggulingan	42
5.2.2	Perhitungan Stabilitas Terhadap Penggeseran	45
5.2.3	Perhitungan Stabilitas Terhadap Kegagalan Kapasitas Daya Dukung Tanah	46
5.3	PEMBAHASAN	48
5.4	ALTERNATIF SOLUSI	50
BAB VI	SIMPULAN DAN SARAN	54
	DAFTAR PUSTAKA	56
	LAMPIRAN	58

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Perbedaan Penelitian Terdahulu	7
Tabel 3.1 Sistem Klasifikasi Tanah Sistem <i>Unified</i>	14
Tabel 3.2 Prosedur untuk Menghitung ΣMR	27
Tabel 3.3 Persyaratan Angka Keamanan Minimal terhadap Gaya Gempa	33
Tabel 5.1 Rangkuman Hasil Pengujian Laboratorium	40
Tabel 5.2 Beban Lalu Lintas untuk Analisis Stabilitas	41
Tabel 5.3 Perhitungan Momen Penahan	45
Tabel 5.4 Rangkuman Hasil Penelitian Tanpa Beban Gempa	49
Tabel 5.5 Rangkuman Hasil Penelitian Dengan Beban Gempa	49
Tabel 5.6 Perhitungan Momen Penahan Desain Dinding Baru	51
Tabel 5.7 Rangkuman Hasil Desain Baru Tanpa Beban Gempa	52
Tabel 5.8 Rangkuman Hasil Desain Baru Dengan Beban Gempa	52

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1.1 Sebuah Kendaraan Roda Empat Terlihat Melintas di Jalan Milik Warga di Utara Gedung FTSP UII	2
Gambar 1.2 Dinding Penahan Tanah dari As A0 – B	2
Gambar 3.1 Diagram Fase Tanah	10
Gambar 3.2 Kriteria Kegagalan Mohr dan Coulomb	15
Gambar 3.3 Skema Pengujian Geser Langsung (<i>Direct Shear</i>)	16
Gambar 3.4 Skema Pembebanan	16
Gambar 3.5 Tekanan Tanah Lateral Saat Tanah Runtuh	18
Gambar 3.6 Distribusi Tekanan Tanah Aktif dan Pasif Rankine Untuk Permukaan Tanah Horisontal	19
Gambar 3.7 Galian pada Tanah Kohesif	21
Gambar 3.8 Tekanan Tanah Lateral Akibat Beban Terbagi Merata (q)	23
Gambar 3.9 Kegagalan Dinding Penahan	24
Gambar 3.10 Pemeriksaan Stabilitas terhadap Penggulingan, dengan Asumsi bahwa Tekanan Rankine Berlaku	25
Gambar 3.11 Pemeriksaan Stabilitas terhadap Penggeseran Sepanjang Dasar Dinding	28
Gambar 3.12 Pemeriksaan Stabilitas terhadap Kegagalan Kapasitas Daya Dukung	30
Gambar 3.13 Tekanan Aktif Akibat Gaya Gempa	32
Gambar 4.1 Gambar Potongan Melintang Dinding Penahan Tanah dari as A0-B	35
Gambar 4.2 Dinding Penahan Tanah dari as A0-B dengan Beban Lalu-Lintas	36
Gambar 4.3 Dinding Penahan Tanah dari as A0-B dengan Beban Lalu-Lintas dan Beban Gempa	37
Gambar 4.4 Bagan Alir Penelitian	38
Gambar 5.1 Peta Zonasi Gempa Indonesia 2010	41

Gambar 5.2 Gambar Potongan Melintang Dinding Penahan Tanah dari as A0-B	42
Gambar 5.3 Gambar Diagram Tekanan Tanah Aktif	44
Gambar 5.4 Gambar Desain Ulang Dinding Penahan Tanah dari as A0-B	50



DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1 Surat Permohonan Pinjam Peralatan Laboratorium Mekanika Tanah	59
Lampiran 2 Lokasi Titik B.1 Pengambilan Sampel Tanah	60
Lampiran 3 Pengambilan Sampel Tanah Menggunakan Alat <i>Hand Auger</i>	60
Lampiran 4 Uji Kadar Air Kedalaman Sampel 0-25 cm	61
Lampiran 5 Uji Kadar Air Kedalaman Sampel 25-50 cm	62
Lampiran 6 Uji Kadar Air Kedalaman Sampel 50-75 cm	63
Lampiran 7 Uji Kadar Air Kedalaman Sampel 75-100 cm	64
Lampiran 8 Uji Berat Jenis Kedalaman Sampel 0-25 cm	65
Lampiran 9 Uji Berat Jenis Kedalaman Sampel 25-50 cm	66
Lampiran 10 Uji Berat Jenis Kedalaman Sampel 50-75 cm	67
Lampiran 11 Uji Berat Jenis Kedalaman Sampel 75-100 cm	68
Lampiran 12 Uji Analisis Saringan Kedalaman Sampel 0-25 cm	69
Lampiran 13 Grafik Analisis Saringan Kedalaman Sampel 0-25 cm	70
Lampiran 14 Uji Analisis Saringan Kedalaman Sampel 25-50 cm	71
Lampiran 15 Grafik Analisis Saringan Kedalaman Sampel 25-50 cm	72
Lampiran 16 Uji Analisis Saringan Kedalaman Sampel 50-75 cm	73
Lampiran 17 Grafik Analisis Saringan Kedalaman Sampel 50-75 cm	74
Lampiran 18 Uji Analisis Saringan Kedalaman Sampel 75-100 cm	75
Lampiran 19 Grafik Analisis Saringan Kedalaman Sampel 75-100 cm	76
Lampiran 20 Uji Berat Volume Kedalaman Sampel 0-50 cm	77
Lampiran 21 Uji Berat Volume Kedalaman Sampel 50-100 cm	78
Lampiran 22 Uji Geser Langsung Sampel 1 Kedalaman 0-50 cm	79
Lampiran 23 Uji Geser Langsung Sampel 2 Kedalaman 0-50 cm	80
Lampiran 24 Uji Geser Langsung Sampel 3 Kedalaman 0-50 cm	81
Lampiran 25 Grafik Uji Geser Langsung Sampel 1-3	82
Lampiran 26 Uji Geser Langsung Sampel 4 Kedalaman 50-100 cm	83

Lampiran 27 Uji Geser Langsung Sampel 5 Kedalaman 50-100 cm	84
Lampiran 28 Uji Geser Langsung Sampel 6 Kedalaman 50-100 cm	85
Lampiran 29 Grafik Uji Geser Langsung Sampel 4-6	86
Lampiran 30 Gambar Denah Dinding Penahan Tanah di Utara Gedung FTSP	87
Lampiran 31 Gambar Detail Potongan 1 Dinding Penahan Tanah dari as A0-B	88



ABSTRAK

Lingkungan di sekitar bangunan gedung FTSP UII tumbuh seiring pertumbuhan jumlah mahasiswa yang masuk setiap tahunnya. Pertumbuhan jumlah mahasiswa setiap tahunnya juga berbanding lurus dengan jumlah kendaraan yang berlalu-lalang di jalan kampus maupun jalan milik warga utamanya di utara gedung FTSP UII. Letak Indonesia yang berada di antara tiga lempeng utama dunia yaitu lempeng Australia, lempeng Eurasia dan lempeng Pasifik serta berada di posisi Ring of Fire menjadikan Indonesia kerap kali diterpa bencana gempa bumi dan letusan gunung berapi. Tentu gempa bumi ini merupakan salah satu aspek yang perlu diperhatikan dalam mengevaluasi keamanan dinding penahan tanah.

Penelitian ini dimulai dengan pengambilan sampel tanah dengan alat hand auger. Selanjutnya dilakukan uji laboratorium untuk mengetahui propertis material tanah. Analisis stabilitas dinding dilakukan dengan cara manual. Pada penelitian ini dinding penahan tanah dimodelkan dengan dua kondisi yakni kondisi tanpa beban gempa dan kondisi dengan tambahan beban gempa serta dengan data masukan pembebanan yang sama yaitu beban lalu-lintas. Perhitungan beban gempa dengan menggunakan metode Seed-Whitman.

Dari hasil perhitungan stabilitas dinding penahan tipe gravitasi pada potongan 1 dari as A0-B pada utara bangunan gedung FTSP UII untuk kondisi tanpa beban gempa didapatkan nilai angka keamanan terhadap guling 2,612, angka aman terhadap geser 1,682, dan angka aman terhadap daya dukung 3,362. Kondisi dengan tambahan beban gempa memberikan nilai angka keamanan terhadap guling 1,136, angka aman terhadap geser 1,0253, angka aman terhadap daya dukung 0,921. Untuk memenuhi persyaratan yang ditetapkan oleh AASHTO Design Method (1995), dilakukan desain ulang pada dinding penahan tanah eksisting. Hasil perhitungan stabilitas yang dilakukan pada desain baru dinding penahan tanah pada kondisi tanpa beban gempa, memberikan nilai angka keamanan terhadap guling 3,523, angka aman terhadap geser 2,109, angka aman terhadap daya dukung 3,090. Kondisi dengan tambahan beban gempa menunjukkan hasil angka aman terhadap guling 1,533, angka aman terhadap geser 1,286, angka aman terhadap daya dukung 1,061. Hasil keseluruhan nilai angka aman pada dinding penahan tanah desain baru mengalami peningkatan dan memenuhi persyaratan yang ditetapkan.

Kata kunci : stabilitas, dinding penahan tanah, faktor aman

ABSTRACT

The neighborhood around the building FTSP UII grow as the growth of the number of students admitted each year. Growth in the number of students each year is also directly proportional to the number of vehicles passing by on the street campus and its main street belonging to residents in the north building FTSP UII. Location of Indonesia who was among three world major plates, namely the Australian plate, the Eurasian plate and the Pacific plate and is in position to make Indonesia Ring of Fire is often buffeted by earthquakes and volcanic eruptions. Of course this earthquake is one of the aspects to be considered in evaluating the security of retaining wall.

This study begins with the soil sampling by means of hand auger. Further laboratory tests to determine the material properties of the soil. Analysis of the stability of the walls done by hand. In this study the retaining wall is modeled with two conditions: a condition without the burden of earthquake and seismic load conditions with the addition and with the same loading input data ie traffic load. Earthquake load calculation using the Seed-Whitman method.

From the calculation of the gravity type retaining wall stability in one of the pieces as A0-B on the north building FTSP UII for no seismic load condition value safety factor against overturning moment of 2,612, safety factor against sliding of 1,682, and safety factor against bearing capacity failure of 3,362. With additional seismic load conditions provides the numerical value of safety factor against overturning moment 1,136, safety factor against sliding of 1,0253 , safety factor against bearing capacity failure of 0,921. To meet the requirements established by AASHTO Design Method (1995), the redesign is done on the existing retaining wall. Results of stability calculations done on the design of a new retaining wall in no-load condition earthquake, providing safety factor against overturning moment of 3,523, safety factor against sliding of 2,109, safety factor against bearing capacity failure of 3,090. Additional seismic load conditions with figures showing the results safety factor against overturning moment of 1,533, safety factor against sliding of 1,286, safety factor against bearing capacity failure of 1,061. The overall results of the numerical value of retaining wall safe in the new design has increased and meet the requirements set.

Keywords: *stability, retaining walls, safety factor*

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 LATAR BELAKANG

Dinding penahan tanah adalah sebuah dinding yang dibangun untuk menahan tanah yang akan runtuh (Wesley, 2012). Dewasa ini penelitian - penelitian dan analisis mengenai stabilitas dinding penahan tanah sudah sering dilakukan. Penelitian yang dilakukan adalah mengenai analisis stabilitas dinding penahan tanah terhadap mekanisme keruntuhan yang mungkin terjadi. Dalam perancangan dinding penahan, biasanya dilakukan dengan cara menganalisis kondisi-kondisi yang akan terjadi pada keadaan runtuh, kemudian memberikan faktor aman yang cukup yang dipertimbangkan terhadap keruntuhan tersebut.

Secara teoritis menurut Wesley (2012), ketiga kemungkinan mekanisme keruntuhan pada dinding penahan tanah adalah sebagai berikut:

1. dinding mungkin bergeser secara horisontal (keruntuhan geser),
2. dinding mungkin terguling (keruntuhan guling), dan
3. daya dukung tanah yang menahan dinding mungkin dilampaui, terutama pada tumit dinding dimana tekanan pada tanah menjadi besar (keruntuhan daya dukung).

Lingkungan di sekitar bangunan gedung FTSP UII tumbuh seiring pertumbuhan jumlah mahasiswa yang masuk setiap tahunnya. Pertumbuhan jumlah mahasiswa setiap tahunnya juga berbanding lurus dengan jumlah kendaraan yang berlalu-lalang di jalan kampus maupun jalan milik warga utamanya di utara gedung FTSP UII. Baik itu kendaraan roda empat maupun roda dua milik warga sekitar dan mahasiswa-mahasiswi Universitas Islam Indonesia, seperti ditampilkan dalam Gambar 1.1.



Gambar 1.1 Sebuah Kendaraan Roda Empat Terlihat Melintas di Jalan Milik Warga di Utara Gedung FTSP UII

Bangunan gedung FTSP UII dibangun di bawah elevasi jalan kampus maupun jalan warga sekitar. Untuk melindungi bangunan dari lereng yang cukup curam, maka di beberapa bagian di sekitar gedung dibangun dinding penahan tanah. Tinggi dinding penahan tanah di utara gedung FTSP UII bervariasi antara 4,75 m – 2,95 m. Penulis memilih dinding penahan tanah dari as A0 – B setinggi 4,75 m sebagai tema penelitian Tugas Akhir (Gambar 1.2).



Gambar 1.2 Dinding Penahan Tanah dari As A0 – B

Lokasi dinding penahan tanah tersebut berada di area gedung FTSP UII, Sleman, Yogyakarta. Pada bulan Mei 2006 lalu, terjadi peristiwa gempa bumi tektonik kuat yang mengguncang Daerah Istimewa Yogyakarta dan Jawa Tengah yaitu pada tanggal 27 Mei 2006 kurang lebih pukul 05:55:03WIB selama

57 detik. Gempa bumi tersebut berkekuatan 5,9 pada skala *Richter*. *United States Geological Survey* melaporkan bahwa gempa terjadi sebesar 6,2 pada skala *Richter*.

Letak Indonesia yang berada di antara tiga lempeng utama dunia yaitu lempeng Australia, lempeng Eurasia dan lempeng Pasifik serta berada di posisi *Ring of Fire* menjadikan Indonesia kerap kali diterpa bencana gempa bumi dan letusan gunung berapi. Tentu gempa bumi ini merupakan salah satu aspek yang perlu diperhatikan dalam mengevaluasi keamanan dinding penahan tanah.

Gambaran kondisi-kondisi di atas mengundang rasa ingin tahu penulis, bagaimana jika kondisi-kondisi tersebut mempengaruhi keamanan dari dinding penahan tanah di utara gedung FTSP UII. Penulis misalkan bahwa jumlah hunian warga sekitar semakin bertambah serta kondisi lalu lintas di jalan milik warga di utara gedung FTSP UII dilewati oleh kendaraan roda empat bukan hanya mobil penumpang tetapi juga kendaraan roda empat yang lebih besar.

Berangkat dari permasalahan-permasalahan yang sudah disebutkan di atas, dalam penelitian Tugas Akhir ini diangkat topik dengan judul sebagai berikut ini.

“ Analisis Stabilitas Dinding Penahan Tanah Pada Utara Bangunan Gedung FTSP UII Dari As A0-B “

1.2 RUMUSAN MASALAH

Dari uraian di atas, masalah yang dibahas dalam Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut ini.

1. Bagaimana kondisi angka keamanan dinding penahan tanah dari as A0-B di utara Gedung FTSP UII dengan penambahan beban akibat lalu-lintas dan akibat tambahan beban gempa?
2. Bagaimana desain dinding penahan tanah yang memenuhi kriteria aman terhadap tambahan beban lalu-lintas dan beban gempa?

1.3 TUJUAN PENELITIAN

Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah:

1. mendapatkan angka keamanan terhadap gaya-gaya eksternal yang diasumsikan oleh penulis guna meninjau kestabilan dinding penahan tanah dari as A0-B, dan

2. mendapatkan alternatif desain dinding penahan tanah yang memenuhi kriteria aman.

1.4 MANFAAT PENELITIAN

Diharapkan dari hasil penelitian ini didapatkan manfaat sebagai berikut:

1. menambah wawasan pembaca tentang bagaimana menganalisis stabilitas dinding penahan tanah dengan menggunakan cara manual, dan
2. menambah wawasan pembaca tentang bagaimana membuat alternatif desain guna mengatasi dinding penahan tanah yang tidak stabil.

1.5 BATASAN PENELITIAN

Pembatasan masalah dalam Tugas Akhir ini dimaksudkan agar penelitian yang dilakukan menjadi lebih fokus dan terarah. Adapun batasan-batasan masalah dalam Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

1. dinding penahan tanah yang ditinjau adalah dinding penahan tanah di utara bangunan gedung FTSP UII dari as A0-B (lihat Lampiran 31),
2. tanah yang diuji di laboratorium berasal dari pengambilan sampel tanah dengan pengujian *hand boring* di titik B.1 di depan dinding penahan tanah dari as A0-B (lihat Lampiran 2-3),
3. sifat-sifat fisik dan jenis tanah di belakang dan di depan dinding penahan tanah dianggap sama,
4. data rata-rata dari sampel 1-4 pada uji laboratorium penulis asumsikan mewakili data tanah di depan maupun di belakang dinding penahan tanah yang ditinjau,
5. penelitian ini tidak menganalisis unsur kimia tanah,
6. percepatan gempa yang digunakan dalam analisis berdasarkan peta Zonasi Gempa Indonesia tahun 2010 (respon spektra percepatan 1 detik di batuan dasar S_B untuk probabilitas terlampaui 2% dalam 50 tahun redaman 5%),
7. dalam penelitian ini tidak ditinjau pengaruh perubahan temperatur pada sampel tanah,
8. dalam penelitian ini tidak ditinjau kenaikan tinggi muka air tanah, dalam artian kondisi drainase dinding dalam keadaan normal,
9. dalam mengklasifikasikan jenis tanah menggunakan sistem *unified*,

10. jenis pengujian yang dipakai untuk menentukan parameter kekuatan geser tanah adalah uji geser langsung (*direct shear test*),
11. teori tekanan tanah lateral yang digunakan ialah teori tekanan tanah lateral Rankine,
12. teori tekanan tanah aktif akibat beban gempa menggunakan metode Seed-Whitman,
13. batasan angka keamanan minimum sebelum terjadi gempa menggunakan persyaratan Das, B.M. (2016),
14. batasan angka keamanan minimum saat terjadi gempa menggunakan persyaratan *AASHTO Design Method For Reinforced Earth Structures Subject to Seismic Forces* (1995),
15. beban pagar galvanis di atas dinding penahan tanah diabaikan, karena beban per-meternya sangat kecil,
16. hitungan stabilitas dinding penahan tanah yang dilakukan adalah hitungan stabilitas terhadap gaya-gaya eksternal yang diasumsikan oleh penulis, dan
17. penelitian dilakukan di Laboratorium Mekanika Tanah, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.

BAB II STUDI PUSTAKA

2.1 DINDING PENAHAN KANTILEVER

Penelitian yang dilakukan oleh Yulianto (2013) memiliki tujuan untuk mengetahui stabilitas struktur dinding penahan tanah dari beton bertulang, mengetahui angka aman kondisi lereng asli, mengetahui angka aman stabilitas struktur *counter weight* dengan dan tanpa beban gempa disisi kanan *abutment A2*. Yulianto (2013) melakukan perhitungan analisis stabilitas dinding penahan tanah secara matematis dan sebagai data sekunder digunakan data dari PT. Global Perfex Synergi. Dari hasil analisis dinding penahan tanah dengan dimensi lebar 5,50 m dan tinggi 7,00 m, berdasarkan pada tinjauan eksternal didapat stabilitas terhadap gaya guling sebesar 4,574, sementara stabilitas terhadap gaya geser $2,288 \geq SF 1,50$, maka kondisi dinding penahan tanah dari gaya guling dan geser aman.

2.2 DINDING PENAHAN GRAVITASI

Nugraha (2014), melakukan penelitian yang bertujuan untuk mengetahui angka aman dari lereng pada wilayah Situs Candi Ratu Boko, karena situs tersebut dibangun di atas perbukitan yang terjal sehingga dimungkinkan adanya ketidakstabilan lereng. Penelitian dimulai dengan mengumpulkan data sekunder dan melakukan uji *hand boring test*. Pada lereng yang ditinjau terdapat sebanyak 9 struktur dinding pasangan batu, dalam analisis ini masing-masing diberi nama 1 sampai dengan 9. Analisis stabilitas lereng dan dinding pasangan batu dilakukan dengan menggunakan metode kesetimbangan batas dengan bantuan program *Geostudio 2004 Slope/W Analysis*. Hasil penelitian oleh Nugraha (2014) menunjukkan dalam analisis beban statis, dinding pasangan batu 6, 7, dan 8 sudah memenuhi persyaratan stabilitas penggulingan dan penggeseran, sedangkan dinding pasangan batu 9 belum memenuhi persyaratan.

Penelitian yang dilaksanakan oleh Hidayat (2014) menganalisis pergerakan dinding pasangan batu Plaza Andrawina bagian bawah, Komplek Situs Candi Ratu

Boko, Yogyakarta. Analisis pergerakan dinding dimulai dengan analisis dimensi eksisting, gaya-gaya yang bekerja, serta stabilitas struktur. Analisis dilanjutkan dengan pemodelan lereng dan struktur pada program Plaxis v8.6 untuk mendapatkan nilai *displacement* setiap dinding yang ditinjau. Dari hasil penelitian yang diperoleh diberikan rekomendasi perbaikan dengan dinding *counterfort*. Dengan adanya struktur *counterfort*, faktor aman stabilitas geser naik dari 1,511 menjadi 2,531, faktor aman stabilitas guling naik dari 1,454 menjadi 3,124, dan faktor aman kuat dukung tanah dasar naik dari 0,283 menjadi 4,719. *Total displacement* maksimum terletak pada dinding penahan tanah 8 sebesar 3,495 cm dan berkurang dengan adanya perkuatan dinding *counterfort* menjadi 3,452 cm. Hasil tersebut dapat dikatakan relatif aman terhadap bahaya longsor.

2.3 PERBEDAAN PENELITIAN

Tabel 2.1 di bawah ini menyajikan perbedaan penelitian yang dilakukan oleh penulis dengan penelitian terdahulu.

Tabel 2.1 Perbedaan Penelitian Terdahulu

No.	Nama	Hasil	Perbedaan
1.	Yulianto (2013)	Hasil analisis dinding penahan tanah beton bertulang dengan lebar 5,5 m dan tinggi 7 m berdasarkan tinjauan eksternal didapat stabilitas terhadap gaya guling sebesar 4,574 dan stabilitas terhadap gaya geser 2,288, yang berarti kondisi dinding penahan tanah tersebut aman terhadap gaya geser dan gaya guling.	Dinding penahan tanah yang ditinjau oleh penulis merupakan jenis dinding penahan tanah pasangan batu dengan tinggi 4,95 m dan merekomendasikan perbaikan dimensi dinding guna mengatasi tambahan beban gempa.

Lanjutan Tabel 2.1

No.	Nama	Hasil	Perbedaan
2.	Nugraha (2014)	<p>Analisis stabilitas dinding pasangan batu pada wilayah Situs Candi Ratu Boko dilakukan dengan bantuan program <i>Geostudio 2004 Slope/W Analysis</i>. Hasil analisis terhadap beban statis menunjukkan dinding pasangan batu 6, 7, dan 8 sudah memenuhi persyaratan stabilitas penggulingan dan penggeseran sedangkan dinding pasangan batu 9 belum memenuhi.</p>	<p>Analisis stabilitas dinding pasangan batu di utara gedung FTSP UII penulis lakukan dengan perhitungan manual.</p>
3.	Hidayat (2014)	<p>Analisis pergerakan dinding pasangan batu Plaza Andrawina bagian bawah di Komplek Situs Candi Ratu Boko dilakukan dengan bantuan program <i>Plaxis v8.6</i>. Dari hasil penelitian yang diperoleh diberikan rekomendasi perbaikan dengan dinding <i>counterfort</i>. Dengan adanya struktur <i>counterfort</i>, faktor aman stabilitas geser, stabilitas</p>	<p>Penulis menganalisis stabilitas dinding pasangan batu dan dilakukan dengan cara manual serta merekomendasikan perbaikan dinding penahan tanah dengan penambahan dimensi dinding.</p>

Lanjutan Tabel 2.1

No.	Nama	Hasil	Perbedaan
		<p>guling, dan faktor aman kuat dukung tanah dasar naik. <i>Total displacement</i> maksimum terletak pada dinding penahan tanah 8 dan berkurang dengan adanya perkuatan dinding <i>counterfort</i> serta dapat dikatakan relatif aman terhadap bahaya longsor.</p>	



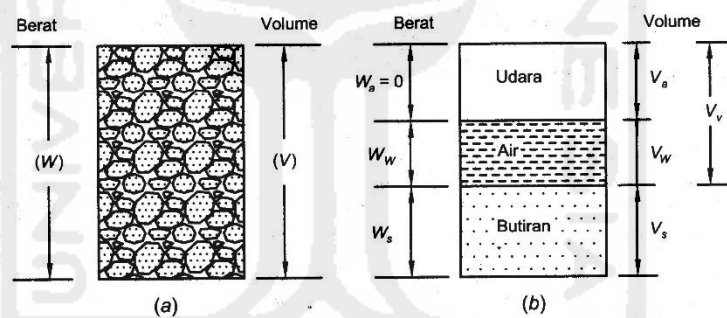
BAB III

LANDASAN TEORI

3.1 PROPERTI TANAH (*SOIL PROPERTIES*)

3.1.1 Parameter-Parameter Tanah

Dalam segumpal tanah dapat terdiri dari dua atau tiga bagian. Pada tanah yang kering, hanya terdapat dua bagian, yaitu butir-butir tanah dan pori-pori udara. Pada tanah yang jenuh juga terdiri dua bagian, yaitu bagian padat atau butiran dan air pori. Sedangkan dalam keadaan tidak jenuh, tanah terdiri dari tiga bagian, yaitu bagian padat (butiran), pori-pori udara, dan air pori. Bagian-bagian tanah tersebut dapat digambarkan dalam bentuk diagram fase, seperti ditunjukkan dalam Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Diagram Fase Tanah

Sumber: Hardiyatmo (2012)

Gambar 3.1a memperlihatkan elemen tanah yang mempunyai volume (V) dan berat total (W), sedangkan Gambar 3.1b memperlihatkan hubungan erat dengan volumenya. Dari gambar tersebut di atas dapat dibuat Persamaan 3.1, Persamaan 3.2, dan Persamaan 3.3 sebagai berikut ini.

$$W = W_s + W_w \quad (3.1)$$

dan

$$V = V_s + V_w + V_a \quad (3.2)$$

$$V_v = V_w + V_a \quad (3.3)$$

dengan,

W_s = berat butiran padat

W_w = berat air

$W_a = 0$

V_s = volume butiran padat

V_w = volume air

V_a = volume udara

Perbandingan antara berat air (W_w) terhadap berat butiran padat (W_s) disebut kadar air (w) dapat dilihat pada Persamaan 3.4, dan dinyatakan dalam persen.

$$w (\%) = \frac{W_w}{W_s} \times 100 \quad (3.4)$$

Angka pori (e), dinyatakan sebagai perbandingan antara volume rongga (V_v) dengan volume butiran (V_s) seperti terlihat pada Persamaan 3.5, umumnya dinyatakan dalam desimal.

$$e = \frac{V_v}{V_s} \quad (3.5)$$

Berat volume lembab atau basah (γ), ialah perbandingan antara berat butiran tanah termasuk air dan udara (W) dengan volume total tanah (V), dapat dilihat pada Persamaan 3.6.

$$\gamma = \frac{W}{V} \quad (3.6)$$

Apabila ruang udara terisi oleh air seluruhnya ($V_a = 0$) dengan $W = W_w + W_s + W_a$ ($W_a = 0$), maka tanah menjadi jenuh air.

Berat volume kering (γ_d) adalah perbandingan antara berat butiran (W_s) dengan volume total tanah (V), seperti dijabarkan dalam Persamaan 3.7.

$$\gamma_d = \frac{W_s}{V} \quad (3.7)$$

Berat spesifik atau berat jenis (*specific gravity*) (G_s) yaitu perbandingan antara berat volume butiran padat (γ_s), dengan berat volume air (γ_w) pada suhu 4°C, dapat dilihat pada Persamaan 3.8, serta G_s tidak berdimensi.

$$G_s = \frac{\gamma_s}{\gamma_w} \quad (3.8)$$

Persamaan-persamaan tersebut di atas dapat dibentuk hubungan antara masing-masing persamaan sebagai berikut ini.

1. Angka pori pada kondisi tertentu di lapangan (e) dapat dilihat pada Persamaan 3.9.

$$e = \frac{(G_s \gamma_w)}{\gamma_d} - 1 \quad (3.9)$$

2. Jika tanah terendam oleh air seluruhnya, berat volume apung atau berat volume efektif dapat disebut sebagai (γ'), seperti dijabarkan dalam Persamaan 3.10 dan Persamaan 3.11.

$$\gamma' = \frac{(G_s - 1) \gamma_w}{1 + e} \quad (3.10)$$

$$\gamma' = \gamma_{\text{sat}} - \gamma_w \quad (3.11)$$

dengan $\gamma_w = 1 \text{ t/m}^3$ atau $9,81 \text{ kN/m}^3$

3. Berat volume kering (γ_d) dalam kaitannya dengan berat volume basah (γ_b) dan kadar air (w) seperti terlihat pada Persamaan 3.12.

$$\gamma_d = \frac{\gamma_b}{1 + w} \quad (3.12)$$

3.2 KLASIFIKASI TANAH

Masalah-masalah teknis seperti perencanaan perkerasan jalan, bendungan dalam urugan, gedung, dan lain-lain yang dihadapi oleh perancang, memerlukan pemilihan/klasifikasi tanah-tanah ke dalam kelompok atau subkelompok yang menunjukkan sifat sama agar mempermudah dalam perencanaan. Pada umumnya, klasifikasi tanah menggunakan indeks tipe pengujian yang sangat sederhana untuk memperoleh karakteristik tanah. Karakteristik tersebut digunakan untuk menentukan kelompok klasifikasi. Kebanyakan, klasifikasi tanah didasarkan atas ukuran partikel yang diperoleh pada pengujian analisis saringan serta uji sedimentasi dan plastisitas.

3.2.1 Klasifikasi Tanah Sistem *Unified*

Klasifikasi tanah dari sistem *unified* pada mulanya diusulkan oleh Cassagrande (1942), kemudian direvisi oleh kelompok teknisi dari USBR (*United State Bureau of Reclamation*). Pada sistem *unified*, tanah diklasifikasikan ke dalam tanah berbutir kasar (kerikil dan pasir) jika kurang dari 50% lolos saringan nomor 200, dan sebagai tanah berbutir halus (lanau/lempung) jika lebih dari 50% lolos saringan nomor 200. Kemudian, tanah diklasifikasikan ke dalam sejumlah kelompok dan subkelompok yang dapat dilihat pada Tabel 3.1. Simbol-simbol yang digunakan tersebut ialah seperti di bawah ini.

- G = kerikil (*gravel*)
- S = pasir (*sand*)
- C = lempung (*clay*)
- M = lanau (*silt*)
- O = lanau atau lempung organik (*organic silt or clay*)
- Pt = tanah gambut dan tanah organik tinggi (*peat and highly organic soil*)
- W = gradasi baik (*well-graded*)
- P = gradasi buruk (*poorly-graded*)
- H = plastisitas tinggi (*high-plasticity*)
- L = plastisitas rendah (*low-plasticity*)

Tabel 3.1 Sistem Klasifikasi Tanah *Unified*

Divisi Utama		Simbol Kelompok	Nama Jenis	Kriteria laboratorium		
Tanah berbutir kasar 50% atau lebih tertahan saringan no. 200 (0,075 mm)	Kerikil 50% atau lebih dari fraksi kasar lebih dari saringan no. 4 (4,75 mm)	GW	Kerikil gradasi baik dan campuran pasir - kerikil, sedikit atau tidak mengandung butiran halus	$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}} > 4$, $C_c = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \times D_{60}}$ antara 1 dan 3 Tidak memenuhi kriteria untuk GW Batas-batas Atterberg di bawah garis A atau $P_l < 4$ Batas-batas Atterberg di atas garis A atau $P_l > 7$ $C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}} > 6$, $C_c = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \times D_{60}}$ antara 1 dan 3 Tidak memenuhi kriteria untuk SW Batas-batas Atterberg di bawah garis A atau $P_l < 4$ Batas-batas Atterberg di atas garis A atau $P_l > 7$ Bila batas Atterberg berada di daerah arsi dari diagram plastisitas, maka dipakai simbol Bila batas Atterberg berada di daerah arsi dari diagram plastisitas, maka dipakai simbol		
		GP	Kerikil gradasi buruk dan campuran pasir - kerikil, atau tidak mengandung butiran halus			
		GM	Kerikil berlanau, campuran kerikil pasir-lempung			
		GC	Kerikil berlempung, campuran kerikil pasir-lempung			
	Pasir lebih dari 50 % fraksi kasar lolos saringan no. 4 (4,75 mm)	SW	Pasir gradasi baik, pasir berkerikil, sedikit atau tidak mengandung butiran halus			
		SP	Pasir gradasi buruk, pasir berkerikil, sedikit atau tidak mengandung butiran halus			
		SM	Pasir berlanau, campuran pasir - lanau			
		SC	Pasir berlempung, campuran pasir - lempung			
		Tanah berbutir halus 50% atau lebih lolos saringan no. 200 (0,075 mm)	Lanau dan lempung batas cair 50 % atau kurang		ML	Lanau tak organik dan pasir sangat halus, serbuk batuan atau pasir halus berlanau atau berlempung
					CL	Lempung tak organik dengan plastisitas rendah sampai sedang, lempung berkerikil, lempung berpasir, lempung berlanau, lempung kunus ("lean clays")
OL	Lanau organik dan lempung berlanau organik dengan plastisitas rendah					
Lanau dan lempung batas cair > 50 %	MH	Lanau tak organik atau pasir halus diatomae, lanau elastis				
	CH	Lempung tak organik dengan plastisitas tinggi, lempung gemuk ("fat clays")				
	OH	Lempung organik dengan plastisitas sedang sampai tinggi				
Tanah dengan kadar organik tinggi		P _t	Gambut ("peat") dan tanah lain dengan kandungan organik tinggi	Manual untuk identifikasi secara visual dapat dilihat di ASTM Designation D-2488		

Sumber: Hardiyatmo (2012)

3.3 KUAT GESER TANAH

Parameter kuat geser tanah dibutuhkan untuk analisis gaya dorong pada dinding penahan tanah. Teori Mohr (1910) mengemukakan bahwa kondisi keruntuhan suatu bahan terjadi akibat adanya kombinasi keadaan kritis dari tegangan normal dan tegangan geser pada bidang runtuhnya, dituliskan dalam Persamaan 3.13.

$$\tau = f(\sigma) \tag{3.13}$$

adalah,

τ = tegangan geser saat runtuh atau gagal

σ = tegangan normal saat runtuh atau gagal

Kuat geser tanah adalah gaya perlawanan yang dilakukan oleh butir-butir tanah terhadap desakan atau tarikan (Hardiyatmo, 2012). Dengan dasar pengertian tersebut, apabila tanah dibebani maka ditahan oleh:

1. kohesi tanah yang bergantung pada jenis tanah dan tingkat kepadatannya, tetapi tidak tergantung dari tegangan normal yang bekerja pada bidang geser.

2. gesekan antara butir-butir tanah yang besarnya berbanding lurus dengan tegangan normal pada bidang gesernya.

Penentuan parameter kuat geser tanah yaitu sudut geser dalam (φ) dan kohesi (c) dapat dilakukan dengan pengujian geser langsung (*direct shear test*). Coulomb (1776) mendefinisikan $f(\sigma)$ seperti terlihat pada Persamaan 3.14.

$$\tau = c + \sigma \tan \varphi \quad (3.14)$$

ialah,

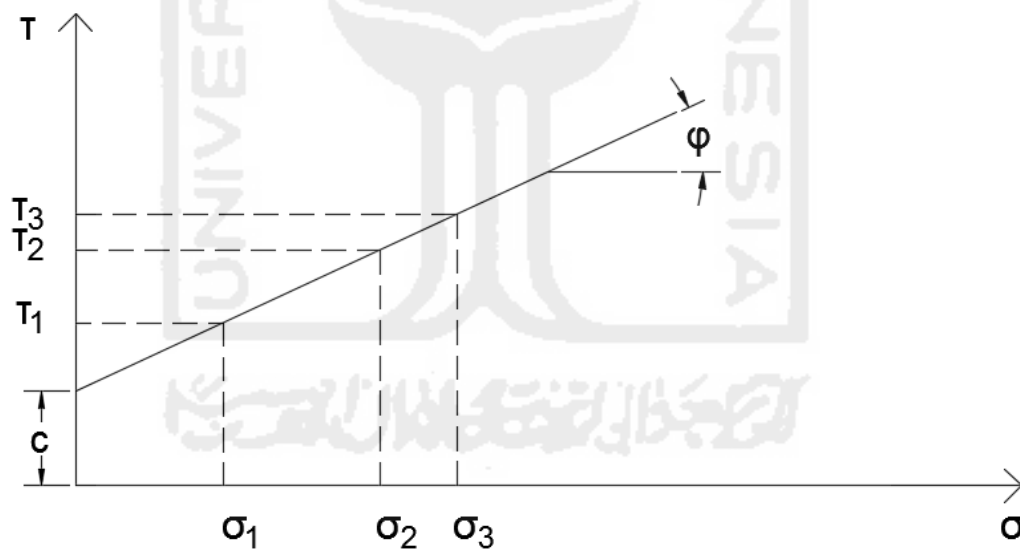
τ = kuat geser tanah

c = kohesi tanah

φ = sudut gesek dalam tanah

σ = tegangan normal pada bidang runtuh

Kriteria keruntuhan Mohr-Coulomb dimana garis selubung kegagalan dari persamaan tersebut digambarkan dalam bentuk garis lurus pada Gambar 3.2.

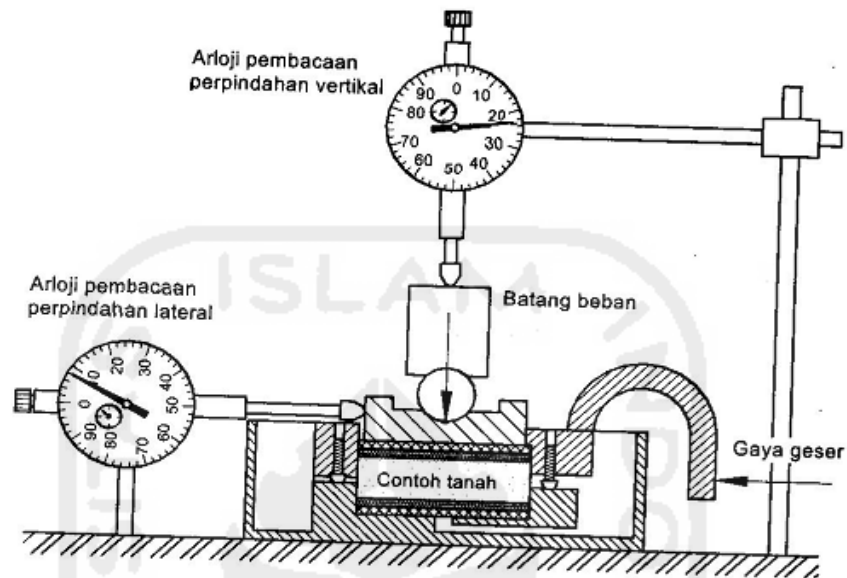


Gambar 3.2 Kriteria Kegagalan Mohr dan Coulomb

3.3.1 Uji Geser Langsung (*Direct Shear Test*)

Pada pengujian geser langsung (*direct shear*) seperti terlihat pada Gambar 3.3 kekuatan geser tanah diperoleh dengan cara menggeser contoh tanah yang diberi gaya normal (N). Kekuatan tanah yang diperoleh dari percobaan tersebut adalah

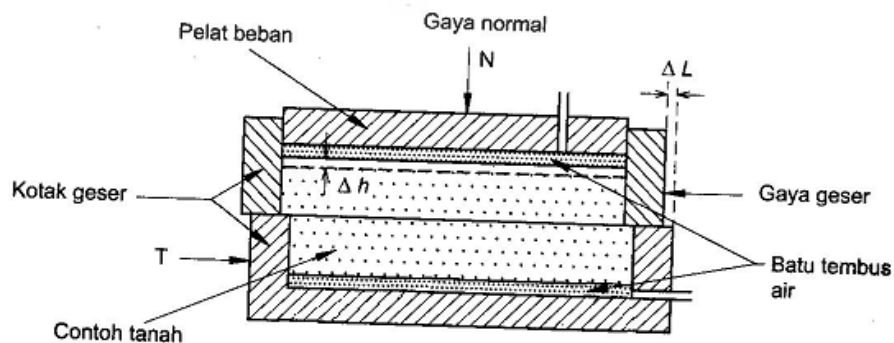
dalam kondisi terdrainasi (*drained*), karena air di dalam pori tanah diijinkan keluar selama pembebanan. Oleh karena itu, percobaan geser langsung (*direct shear*) pada umumnya digunakan untuk tanah berpasir (*granular*).



Gambar 3.3 Skema Pengujian Geser Langsung (*Direct Shear*)

Sumber: Hardiyatmo (2012)

Hubungan antara besarnya gaya geser (T) dan gaya normal (N) digambarkan dalam skema seperti terlihat pada Gambar 3.4, untuk menentukan parameter kohesi (c) dan sudut geser dalam (ϕ). Agar diperoleh hasil yang akurat, maka pengujian dilakukan minimal 3 kali dengan beban normal yang berbeda-beda.



Gambar 3.4 Skema Pembebanan

Sumber: Hardiyatmo (2012)

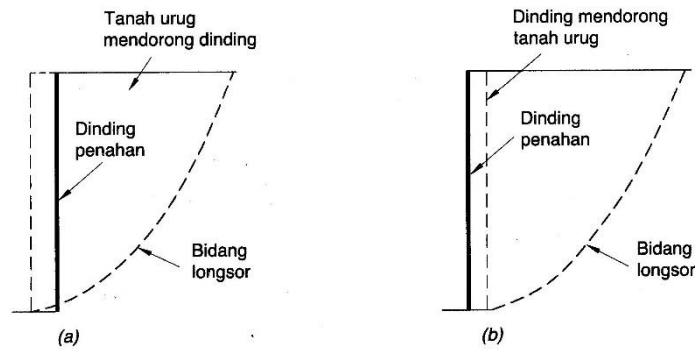
3.4 TEKANAN TANAH LATERAL

Analisis tekanan tanah lateral dipergunakan untuk perancangan dinding penahan tanah dan struktur penahan yang lain, seperti: pangkal jembatan, turap, terowongan, saluran beton di bawah tanah dan lain-lainnya. Tekanan tanah lateral merupakan gaya yang ditimbulkan oleh akibat dorongan tanah di belakang struktur penahan tanah (Hardiyatmo, 2010). Besarnya tekanan lateral sangat dipengaruhi oleh perubahan letak (*displacement*) dari dinding penahan dan sifat-sifat tanahnya.

3.4.1 Tekanan Tanah Aktif dan Tekanan Tanah Pasif

Apabila dinding turap mengalami kegagalan atau bergerak menjauhi tanah urug di belakangnya, maka tanah urug juga akan dalam kondisi runtuh. Pada kondisi runtuh ini, tanah urug bergerak ke bawah dan ke samping menekan dinding turap seperti terlihat pada Gambar 3.5a. Tekanan seperti ini disebut tekanan tanah aktif (*active earth pressure*), sedangkan nilai banding tekanan horisontal dan tekanan vertikal yang terjadi didefinisikan sebagai koefisien tekanan tanah aktif (*coefficient of active earth pressure*) yang dinotasikan dengan K_a . Gerakan dinding menjauhi tanah urug menghilangkan pertahanan baji tanah di belakang dinding. Dapat diambil kesimpulan, tekanan tanah aktif adalah gaya yang cenderung mengurangi keseimbangan dinding penahan tanah.

Jika suatu gaya mendorong dinding penahan ke arah tanah urug sampai tanah urug dalam kondisi runtuh, maka tekanan tanah dalam kondisi ini disebut tekanan tanah pasif (*passive earth pressure*) dapat dilihat pada Gambar 3.5b. Sedangkan, nilai banding tekanan horisontal dan tekanan vertikal yang terjadi didefinisikan sebagai koefisien tekanan tanah pasif (*coefficient of passive earth pressure*) yang dinotasikan dengan K_p . Tekanan tanah pasif menunjukkan nilai maksimum dari gaya yang dapat dikembangkan oleh tanah pada gerakan struktur penahan terhadap tanah urug, yaitu gaya perlawanan tanah sebelum dinding mengalami keruntuhan.



Gambar 3.5 Tekanan Tanah Lateral Saat Tanah Runtuh

(a) Tekanan Tanah Aktif

(b) Tekanan Tanah Pasif

Sumber: Hardiyatmo (2010)

3.4.2 Teori Rankine

Ditinjau suatu tanah tak berkohesi yang homogen dan isotropis yang terletak pada ruangan semi tak terhingga dengan permukaan horisontal, dan dinding penahan vertikal berupa dinding yang licin sempurna. Untuk mengevaluasi tekanan tanah aktif dan tahanan tanah pasif, ditinjau kondisi keseimbangan batas pada suatu elemen di dalam tanah, dengan kondisi permukaan yang horisontal dan tidak ada tegangan geser pada kedua bidang vertikal maupun horisontalnya. Dianggap tanah ditahan dalam arah horisontal. Pada kondisi aktif sembarang elemen tanah akan sama seperti benda uji dalam alat triaksial yang diuji dengan penerapan tekanan sel yang dikurangi, sedangkan tekanan aksial tetap. Ketika tekanan horisontal dikurangi pada suatu nilai tertentu, kuat geser tanah pada suatu saat akan sepenuhnya berkembang dan tanah kemudian mengalami keruntuhan. Gaya horisontal yang menyebabkan keruntuhan ini merupakan tekanan tanah aktif dan nilai banding tekanan horisontal dan vertikal pada kondisi ini, merupakan koefisien tekanan aktif (*coefficient of active pressure*) atau K_a , seperti dinyatakan dalam Persamaan 3.15.

$$K_a = \tan^2 \left(45^\circ - \frac{\phi}{2} \right) \quad (3.15)$$

dengan,

K_a = koefisien tekanan aktif

φ = sudut gesek dalam tanah

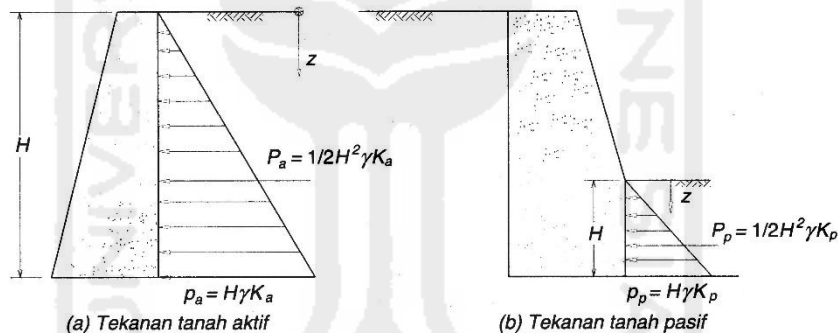
Sekarang bila tanah ditekan dalam arah horisontalnya, sembarang elemen tanah akan sama kondisinya seperti keadaan benda uji dalam alat triaksial yang dibebani sampai runtuh melalui penambahan tekanan sel sedang tekanan aksial tetap. Nilai banding tegangan horisontal dan vertikal pada kondisi ini merupakan koefisien tekanan pasif (*coefficient of passive pressure*) atau K_p . Besaran K_p dapat dituliskan dalam Persamaan 3.16.

$$K_p = \tan^2 \left(45^\circ + \frac{\varphi}{2} \right) \quad (3.16)$$

ialah,

K_p = koefisien tekanan pasif

3.4.3 Tekanan Tanah Lateral dengan Kondisi Permukaan Tanah Horisontal



Gambar 3.6 Distribusi Tekanan Tanah Aktif dan Pasif Rankine untuk Permukaan Tanah Horisontal.

Sumber: Hardiyatmo (2010)

Gambar 3.6 menunjukkan dinding penahan dengan tanah urug tak berkoheesi seperti pasir ($c = 0$), dengan berat volume γ dan sudut gesek dalam φ , dan tidak terdapat air tanah. Untuk kedudukan aktif Rankine, tekanan tanah aktif (p_a) pada dinding penahan tanah di sembarang kedalaman dapat dilihat pada Persamaan 3.17.

$$p_a = z \gamma K_a ; \text{ untuk } c = 0 \quad (3.17)$$

Tekanan tanah aktif total (P_a) untuk dinding penahan setinggi H sama dengan luas diagram tekanannya Gambar 3.6a, seperti dijabarkan dalam Persamaan 3.18.

$$P_a = \frac{1}{2} H^2 \gamma K_a \quad (3.18)$$

adalah,

p_a = tekanan tanah aktif

P_a = tekanan tanah aktif total

γ = berat volume tanah

K_a = koefisien tekanan aktif

H = tinggi dinding penahan

Distribusi tekanan tanah lateral terhadap dinding penahan untuk kedudukan pasif Rankine, ditunjukkan dalam Gambar 3.6b. Tekanan tanah pasif (p_p) pada sembarang kedalaman dinding penahan seperti terlihat pada Persamaan 3.19.

$$p_p = z \gamma K_p ; \text{ untuk } c = 0 \quad (3.19)$$

Tekanan tanah pasif pada dasar dinding penahan tanah: $p_p = H\gamma K_p$

Tekanan tanah pasif total (P_p) adalah luas diagram tekanan pasifnya, yaitu Persamaan 3.20.

$$P_p = \frac{1}{2} H^2 \gamma K_p \quad (3.20)$$

keterangan,

p_p = tekanan tanah pasif

P_p = tekanan tanah pasif total

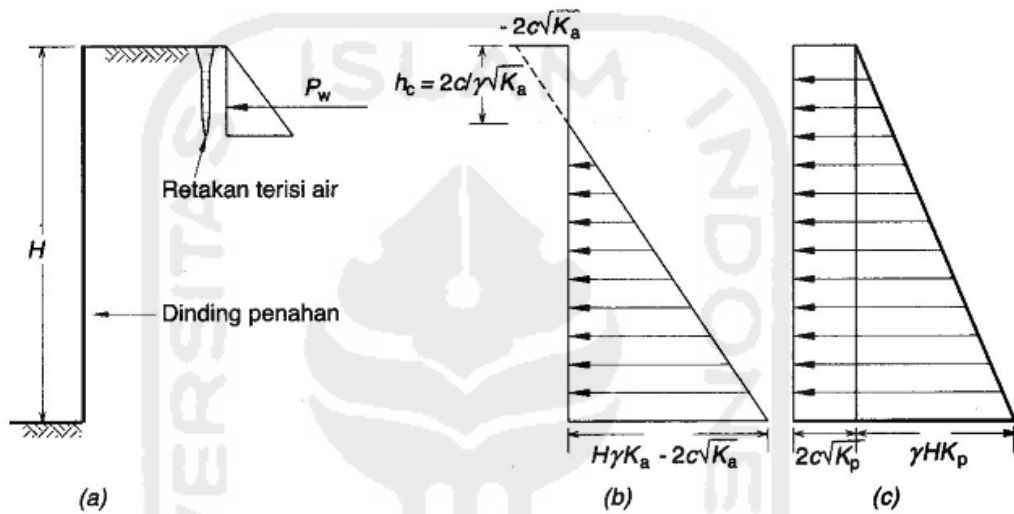
γ = berat volume tanah

K_p = koefisien tekanan pasif

H = tinggi dinding penahan

3.4.4 Tekanan Tanah Lateral untuk Tanah Kohesif

Kondisi tanah urugan kembali yang berupa tanah kohesif seperti tanah lempung, besarnya tekanan tanah aktif menjadi berkurang. (Bell, 1915) mengusulkan suatu penyelesaian hitungan tekanan tanah lateral pada dinding penahan dengan tanah urugan kembali untuk tanah berlempung, seperti ditunjukkan dalam Gambar 3.7. Hitungan didasarkan pada persamaan Rankine dan Coulomb dengan mempertimbangkan kondisi-kondisi tegangan pada lingkaran Mohr.



Gambar 3.7 Galian pada Tanah Kohesif

- (a) Pengaruh Retakan yang Terisi Air
- (b) Diagram Tekanan Aktif Secara Teoritis
- (c) Diagram Tekanan Pasif

Sumber: Hardiyatmo (2010)

Melihat Gambar 3.7, terdapat kemungkinan bahwa galian tanah pada tanah kohesif dapat dibuat dengan tebing galian yang vertikal. Di permukaan tanah atau $z = 0$, maka menjadi Persamaan 3.21.

$$p_a = -2c \operatorname{tg} \left(45^\circ - \frac{\varphi}{2} \right) = -2c\sqrt{K_a} \quad (3.21)$$

Nilai negatif memberi pengertian adanya gaya tarik yang bekerja, dimulai dari kedalaman tertentu (h_c) dari permukaan tanah (Gambar 3.7b). Kedalaman

dimana $p_a = 0$, akan memberikan kedalaman retakan tanah urugan akibat gaya tarik, seperti dinyatakan dalam Persamaan 3.22.

$$h_c = \frac{2c}{\gamma\sqrt{K_a}} \quad (3.22)$$

Di permukaan tanah dimana $z = 0$, maka dapat ditulis Persamaan 3.23.

$$p_p = 2c \operatorname{tg} \left(45^\circ + \frac{\varphi}{2} \right) = 2c\sqrt{K_p} \quad (3.23)$$

Nilai tekanan tanah aktif dan pasif total pada dinding penahan setinggi H , dengan tanah urug yang berupa tanah kohesif dapat dinyatakan oleh Persamaan 3.24a dan Persamaan 3.24b.

$$P_a = \frac{1}{2} \gamma H^2 K_a - 2c H \sqrt{K_a} \quad (3.24a)$$

$$P_p = \frac{1}{2} \gamma H^2 K_p + 2c H \sqrt{K_p} \quad (3.24b)$$

dengan,

P_a = tekanan tanah aktif total

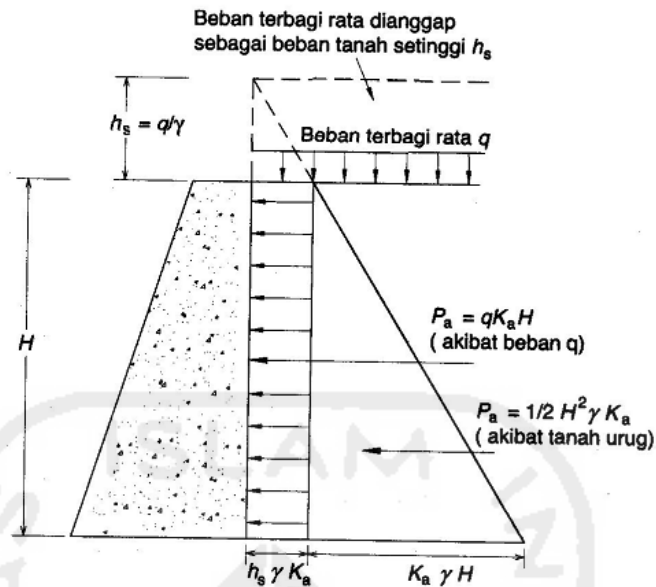
P_p = tekanan tanah pasif total

H = tinggi dinding penahan tanah

γ = berat volume tanah

c = kohesi

3.4.5 Pengaruh Beban Terbagi Merata di atas Tanah Urugan



Gambar 3.8 Tekanan Tanah Lateral Akibat Beban Terbagi Merata (q).

Sumber: Hardiyatmo (2010)

Terkadang tanah urug di belakang dinding penahan tanah dipengaruhi oleh beban terbagi merata. Dengan asumsi beban terbagi rata (q) sebagai beban tanah (h_s) dengan berat volume (γ) tertentu, maka tinggi lapisan tanah $h_s = q/\gamma$ (Gambar 3.8). Tekanan tanah lateral pada kedalaman h_s dari tinggi tanah asumsi (atau di permukaan tanah urug) akan sebesar Persamaan 3.25.

$$p_a = h_s \gamma K_a = q K_a \quad (3.25)$$

Jadi, sebagai akibat dari adanya beban terbagi merata ini, tambahan tekanan tanah aktif total pada dinding penahan tanah setinggi H dapat dinyatakan oleh Persamaan 3.26.

$$P_a = q K_a H \quad (3.26)$$

ialah,

P_a = tambahan tekanan tanah aktif total akibat beban terbagi merata

q = beban terbagi merata

H = tinggi dinding penahan tanah

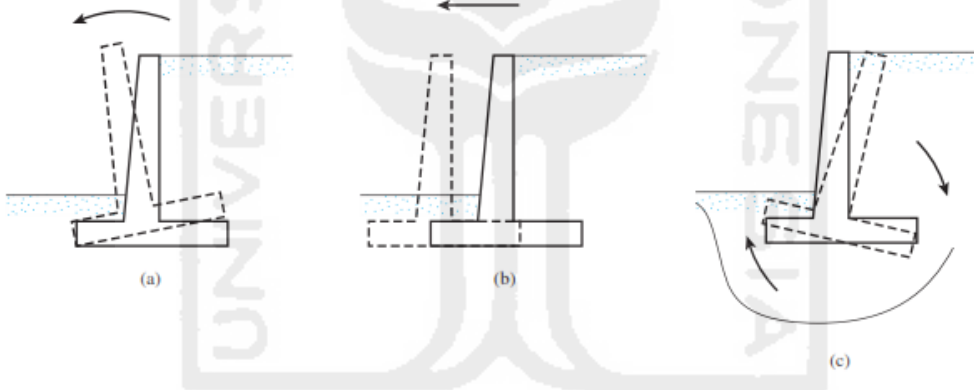
K_a = koefisien tekanan tanah aktif

Gambar diagram tekanan aktif akibat beban terbagi merata ini akan berupa segi empat dengan tinggi H dan lebar sisi $q K_a$.

3.6 STABILITAS DINDING PENAHAN

Sebuah dinding penahan mungkin gagal dalam salah satu cara berikut:

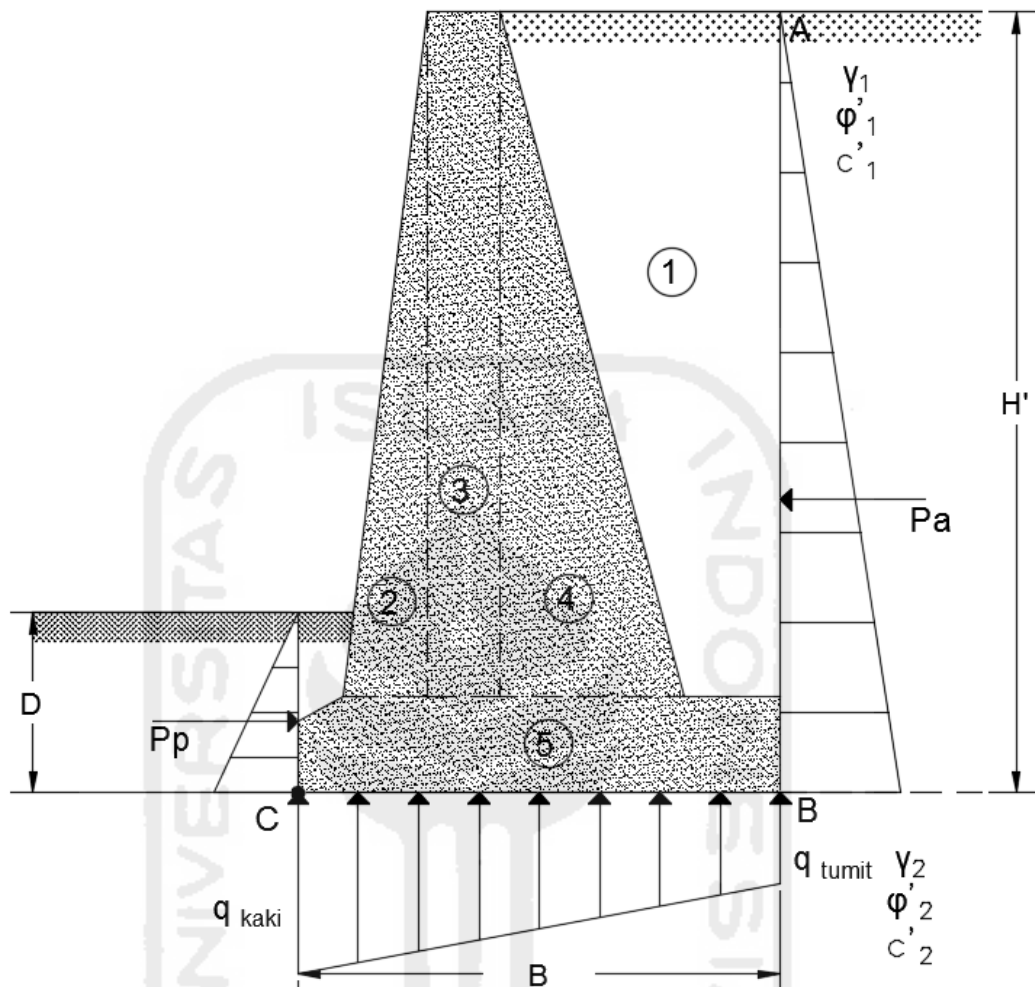
1. mungkin terguling terhadap kaki dindingnya, lihat Gambar (3.9a),
2. mungkin tergelincir sepanjang dasar dindingnya, nampak pada Gambar (3.9b), dan
3. mungkin gagal karena hilangnya daya dukung tanah yang mendukung dasar dinding, seperti terlihat pada Gambar (3.9c).



Gambar 3.9 Kegagalan Dinding Penahan

Sumber: Das (2016, Gambar 13.5:656)

3.6.1 Stabilitas terhadap Penggulingan



Gambar 3.10 Pemeriksaan Stabilitas terhadap Penggulingan, dengan Asumsi bahwa Tekanan Rankine Berlaku

Gambar 3.10 menunjukkan gaya-gaya yang bekerja pada sebuah dinding penahan gravitasi, didasarkan pada asumsi bahwa tekanan aktif Rankine bekerja sepanjang bidang vertikal AB ditarik melalui tumpi struktur tersebut. P_p adalah tekanan pasif Rankine, dan besarnya ialah Persamaan 3.27.

$$P_p = \frac{1}{2} K_p \gamma_2 D^2 + 2 c'_2 \sqrt{K_p} D \quad (3.27)$$

dengan,

γ_2 = berat volume tanah di depan tumpi dan di bawah dasar slab

K_p = koefisien tekanan tanah pasif Rankine = $\tan^2 (45 + \frac{\phi'_2}{2})$

c'_2, ϕ'_2 = kohesi dan sudut gesek tanah efektif, berturutan

Faktor keamanan terhadap penggulingan (*overturning*) di kaki dinding yaitu terhadap titik C dalam Gambar 3.10, dapat dinyatakan sebagai Persamaan 3.28.

$$FS_{(penggulingan)} = \frac{\Sigma M_R}{\Sigma M_O} \quad (3.28)$$

ialah,

ΣM_O = penjumlahan momen-momen dari gaya-gaya yang cenderung menggulingkan terhadap titik C

ΣM_R = penjumlahan momen-momen dari gaya-gaya yang cenderung untuk melawan atau menahan terhadap titik C

Momen penggulingan dapat dijabarkan pada Persamaan 3.29.

$$\Sigma M_O = P_a \left(\frac{H'}{3} \right) \quad (3.29)$$

adalah,

P_a = tekanan tanah aktif total

H' = tinggi bidang vertikal AB

Untuk menghitung momen penahan, ΣM_R (mengabaikan P_p), sebuah tabel seperti Tabel 3.2 dapat disiapkan. Berat tanah di atas tumit dan berat beton atau pasangan batu adalah kedua gaya yang berkontribusi sebagai momen penahan.

Sekali ΣM_R diketahui, faktor keamanan terhadap penggulingan (*overturning*) dapat dihitung sebagai Persamaan 3.30. Nilai minimum yang diinginkan dari faktor keamanan sehubungan dengan stabilitas terhadap penggulingan adalah 2 sampai 3 (Das, 2016).

$$FS_{(penggulingan)} = \frac{M_1 + M_2 + M_3 + M_4 + M_5}{P_a \left(\frac{H'}{3} \right)} \quad (3.30)$$

dengan,

M_1 = momen dari berat tanah W_1 terhadap titik C,

M_2 = momen dari berat beton atau pasangan batu W_2 terhadap titik C,

M_3 = momen dari berat beton atau pasangan batu W_3 terhadap titik C,

M_4 = momen dari berat beton atau pasangan batu W_4 terhadap titik C,

M_5 = momen dari berat beton atau pasangan batu W_5 terhadap titik C.

Tabel 3.2 Prosedur untuk Menghitung ΣM_R

Bagian	Area	Berat per satuan panjang dinding	Lengan momen diukur dari C	Momen terhadap C
1	A1	$W_1 = \gamma_1 \times A_1$	X1	M1
2	A2	$W_2 = \gamma_c \times A_2$	X2	M2
3	A3	$W_3 = \gamma_c \times A_3$	X3	M3
4	A4	$W_4 = \gamma_c \times A_4$	X4	M4
5	A5	$W_5 = \gamma_c \times A_5$	X5	M5
		ΣV		ΣM_R

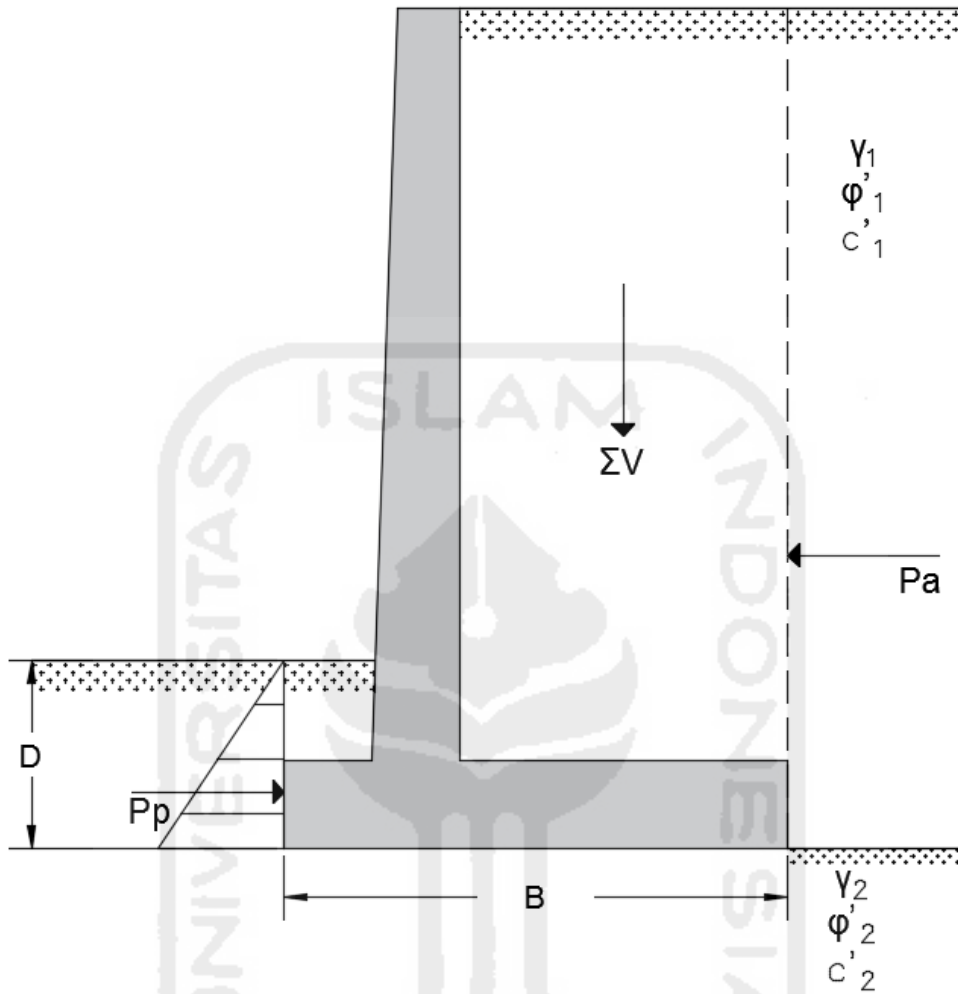
Catatan: γ_1 = berat volume timbunan

γ_c = berat volume beton atau pasangan batu

X_i = jarak horisontal antara titik C dan pusat massa dari tiap bagian

Sumber: Das (2016, Tabel 13.1:659)

3.6.2 Stabilitas terhadap Penggeseran



Gambar 3.11 Pemeriksaan Stabilitas terhadap Penggeseran Sepanjang Dasar Dinding Penahan Tanah

Berdasarkan Gambar 3.11 di atas, faktor keamanan terhadap penggeseran dapat dinyatakan oleh Persamaan 3.31.

$$FS_{(penggeseran)} = \frac{\Sigma F_{R'}}{\Sigma F_d} \quad (3.31)$$

ialah,

$\Sigma F_{R'}$ = penjumlahan gaya-gaya penahan horisontal

ΣF_d = penjumlahan gaya-gaya penggerak horisontal

Gambar 3.11 menunjukkan bahwa tekanan pasif P_p juga merupakan gaya penahan horisontal, karenanya $\Sigma F_{R'}$ menjadi Persamaan 3.32.

$$\Sigma F_{R'} = (\Sigma V) \tan \delta' + B c'_a + P_p \quad (3.32)$$

Satu-satunya gaya horisontal yang cenderung untuk menyebabkan dinding menggeser (sebuah gaya penggerak) adalah tekanan aktif P_a pada Persamaan 3.33.

$$\Sigma F_d = P_a \quad (3.33)$$

Mengkombinasikan Persamaan 3.31, 3.32, dan 3.33 menghasilkan Persamaan 3.34 dibawah ini.

$$FS_{(penggeseran)} = \frac{(\Sigma V) \tan \delta' + B c'_a + P_p}{P_a} \quad (3.34)$$

Faktor keamanan minimal 1,5 terhadap penggeseran umumnya diperlukan (Das, 2016). Dalam banyak kasus, tekanan pasif P_p diabaikan dalam menghitung faktor keamanan sehubungan dengan penggeseran. Secara umum, δ' dan c'_a berturutan dapat ditulis sebagai $\delta' = k_1 \phi'_2$ dan $c'_a = k_2 c'_2$. Umumnya, k_1 dan k_2 adalah pada rentang dari $\frac{1}{2}$ sampai $\frac{2}{3}$, sehingga dapat dinyatakan dalam Persamaan 3.35.

$$FS_{(penggeseran)} = \frac{(\Sigma V) \tan (k_1 \phi'_2) + B k_2 c'_2 + P_p}{P_a} \quad (3.35)$$

keterangan,

ΣV = penjumlahan gaya-gaya vertikal

k_1, k_2 = konstanta

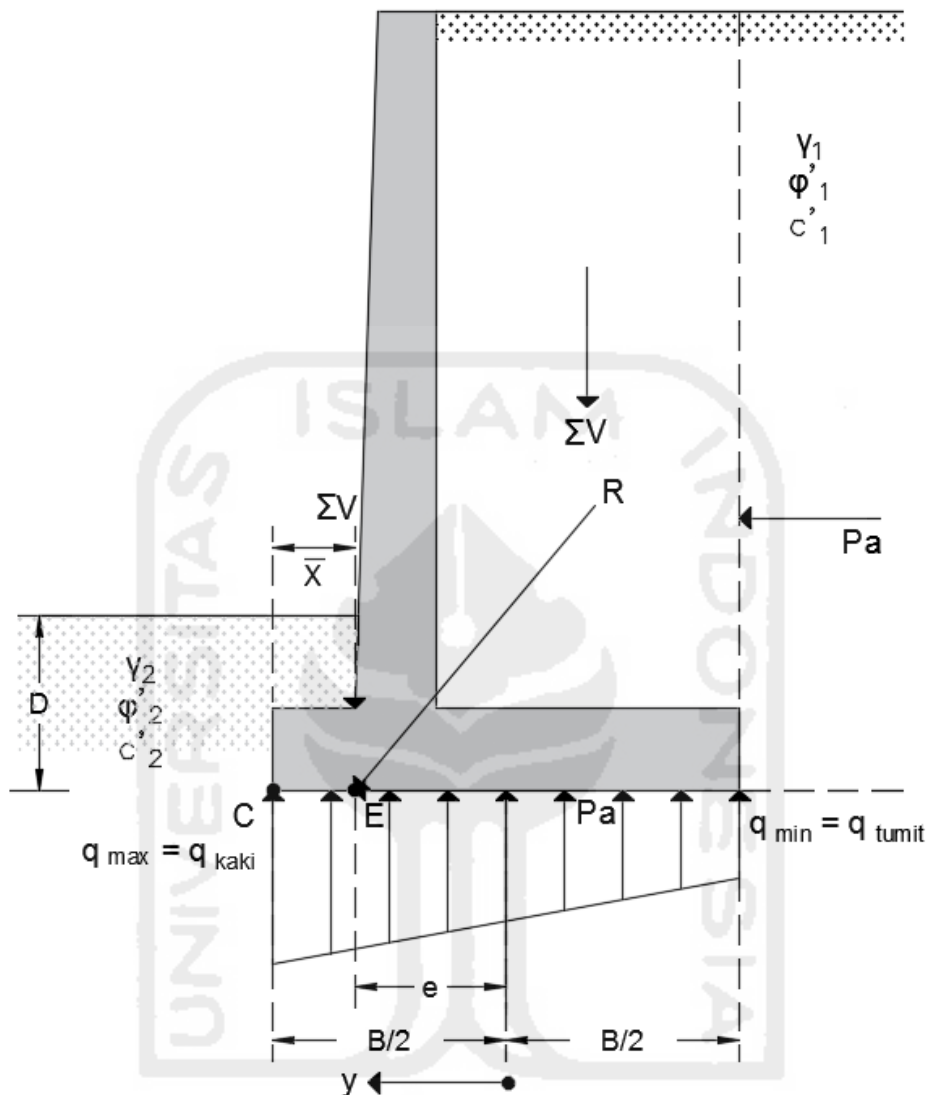
c'_2, ϕ'_2 = kohesi dan sudut gesek tanah efektif, berturutan

B = lebar dasar slab

P_a = tekanan tanah aktif total

P_p = tekanan tanah pasif total

3.6.3 Stabilitas terhadap Kegagalan Kapasitas Daya Dukung Tanah



Gambar 3.12 Pemeriksaan Stabilitas terhadap Kegagalan Kapasitas Daya Dukung

Tekanan vertikal ditransmisikan ke tanah oleh dasar slab dari dinding penahan harus diperiksa terhadap kapasitas daya dukung ultimit tanah. Sifat variasi dari tekanan vertikal yang ditransmisikan oleh dasar slab ke dalam tanah diperlihatkan dalam Gambar 3.12. Catatan bahwa q_{kaki} dan q_{tumit} adalah tekanan maksimum dan minimum yang terjadi di ujung bagian kaki dinding dan tumit dinding, berturut-turut. Besarnya q_{kaki} dan q_{tumit} dapat ditentukan dengan cara berikut ini.

Distribusi tekanan di bawah dasar slab dapat ditentukan dengan menggunakan prinsip-prinsip sederhana dari mekanika material. Pertama, kita memiliki Persamaan 3.36.

$$q = \frac{\Sigma V}{A} \pm \frac{M_{net} y}{I} \quad (3.36)$$

dengan,

M_{net} = momen netto = $(\Sigma V) e$

I = momen inersia per satuan panjang dari bagian dasar dinding

$$= \frac{1}{12} (1)(B^3)$$

Untuk tekanan maksimum dan minimum, nilai dari y dalam Persamaan 3.36 sama dengan $\frac{B}{2}$. Substitusi ke Persamaan 3.36 memberikan Persamaan 3.37.

$$q_{max} = q_{kaki} = \frac{\Sigma V}{(B)(1)} + \frac{e(\Sigma V)\frac{B}{2}}{\left(\frac{1}{12}\right)(B^3)} = \frac{\Sigma V}{B} \left(1 + \frac{6e}{B}\right) \quad (3.37)$$

Sama halnya dengan Persamaan 3.38.

$$q_{min} = q_{tumis} = \frac{\Sigma V}{B} \left(1 - \frac{6e}{B}\right) \quad (3.38)$$

ialah,

$q_{max} = q_{kaki}$ = tekanan maksimum yang terjadi di ujung bagian kaki dinding

$q_{min} = q_{tumis}$ = tekanan minimum yang terjadi di ujung bagian tumis dinding

ΣV = penjumlahan gaya-gaya vertikal

B = lebar dasar slab

e = eksentrisitas

Perlu dicatat bahwa ΣV termasuk berat tanah diatas tumis dinding, seperti dijabarkan dalam Tabel 3.2, dan ketika nilai dari eksentrisitas e menjadi lebih besar dari $\frac{B}{6}$, q_{min} pada Persamaan 3.38 menjadi bernilai negatif. Jadi, akan ada beberapa tegangan tarik di ujung bagian tumis dinding. Tegangan ini tidak diinginkan, karena

gaya tarik tanah sangat kecil. Jika analisis dari desain menunjukkan bahwa $e > \frac{B}{6}$, maka desain tersebut harus diproporsikan dan dihitung ulang.

Hubungan yang berkaitan dengan kapasitas daya dukung ultimit dari fondasi dangkal dapat dilihat pada Persamaan 3.39.

$$q_u = c' \cdot 2 N_c F_{cd} F_{ci} + q N_q F_{qd} F_{qi} + \frac{1}{2} \gamma_2 B' N_\gamma F_{\gamma d} F_{\gamma i} \quad (3.39)$$

Catatan bahwa faktor-faktor bentuk F_{cs} , F_{qs} , dan $F_{\gamma s}$ semua sama dengan kesatuan, karena dinding penahan tanah dapat diperlakukan sebagai fondasi menerus sehingga faktor-faktor bentuk tidak ditunjukkan dalam Persamaan 3.39.

Sekali kapasitas daya dukung ultimit tanah telah dikalkulasi menggunakan Persamaan 3.39, faktor keamanan terhadap kegagalan kapasitas daya dukung dapat ditentukan dengan Persamaan 3.40.

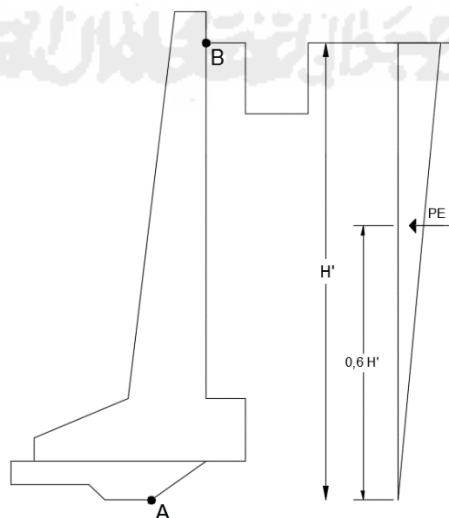
$$FS_{(\text{kapasitas daya dukung})} = \frac{q_u}{q_{\max}} \quad (3.40)$$

adalah,

q_u = kapasitas daya dukung ultimit

q_{\max} = tekanan maksimum yang terjadi di ujung bagian kaki dinding

3.6.4 Menghitung Beban Gempa pada Dinding Penahan Tanah



Gambar 3.13 Tekanan Aktif Akibat Gaya Gempa

Berdasarkan Gambar 3.13 di atas, Seed dan Whitman (1970) dalam Liong (2013) menganjurkan untuk menghitung gaya gempa pada dinding penahan tanah sebagai Persamaan 3.41 berikut ini.

$$P_E = \frac{3}{8} \frac{a_{h,max}}{g} \gamma (H')^2 \quad (3.41)$$

dengan,

P_E = gaya gempa

g = gravitasi bumi

γ = berat volume tanah

H' = tinggi dinding penahan tanah

$a_{h,max}$ = percepatan gempa maksimum

Pusat gaya gempa bekerja pada 0,6 H' dari dasar dinding penahan (titik A). Kriteria angka keamanan minimal yang harus dipenuhi menurut persyaratan *AASHTO Design Method For Reinforced Earth Structures Subject to Seismic Forces* (1995), ditunjukkan pada Tabel 3.3 di bawah ini.

Tabel 3.3 Persyaratan Angka Keamanan Minimal terhadap Gaya Gempa

Jenis Angka Keamanan	Persyaratan <i>AASHTO Design Method</i> (1995)
SF Guling	1,5
SF Geser	1,1
SF Daya Dukung	1

Sumber: *AASHTO Design Method For Reinforced Earth Structures Subject to Seismic Forces* (1995)

BAB IV

METODE PENELITIAN

4.1 TINJAUAN UMUM

Metodologi penelitian adalah salah satu bagian terpenting yang berisi langkah-langkah atau kegiatan yang sistematis guna mencapai tujuan penyelesaian Tugas Akhir.

Analisis stabilitas dinding penahan tanah yang dilakukan oleh penulis dengan menggunakan hitungan manual. Pada penelitian ini dinding penahan tanah dimodelkan dengan dua kondisi yakni kondisi tanpa beban gempa dan kondisi dengan tambahan beban gempa serta dengan data masukan pembebanan yang sama yaitu beban lalu-lintas. Selanjutnya, penulis mengamati dan membandingkan dari kedua kondisi serta pembebanan tersebut memberikan pengaruh yang signifikan terhadap kestabilan dinding penahan tanah atau tidak. Jika kondisi dinding penahan tanah tidak stabil, maka dilakukan desain ulang pada dinding penahan tanah tersebut.

4.2 DATA PENELITIAN

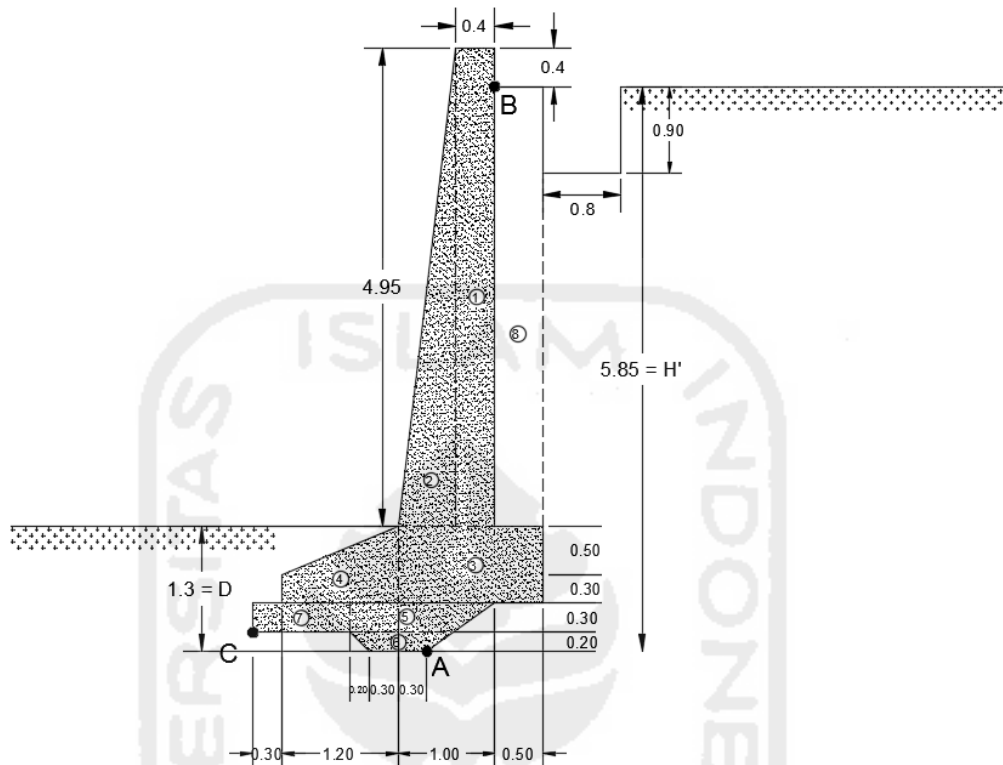
Data penelitian yang dianalisis pada Tugas Akhir ini didapat dari dua sumber yaitu pengambilan sampel serta uji laboratorium selanjutnya disebut data primer dan data sekunder. Data sekunder meliputi gambar peta lokasi penelitian, gambar detail potongan dinding penahan tanah, data beban lalu lintas, dan data percepatan gempa.

4.3 LOKASI PENELITIAN

Penelitian dilakukan pada dinding penahan tanah wilayah utara gedung Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Jalan Kaliurang Km 14,5 Sleman, Yogyakarta.

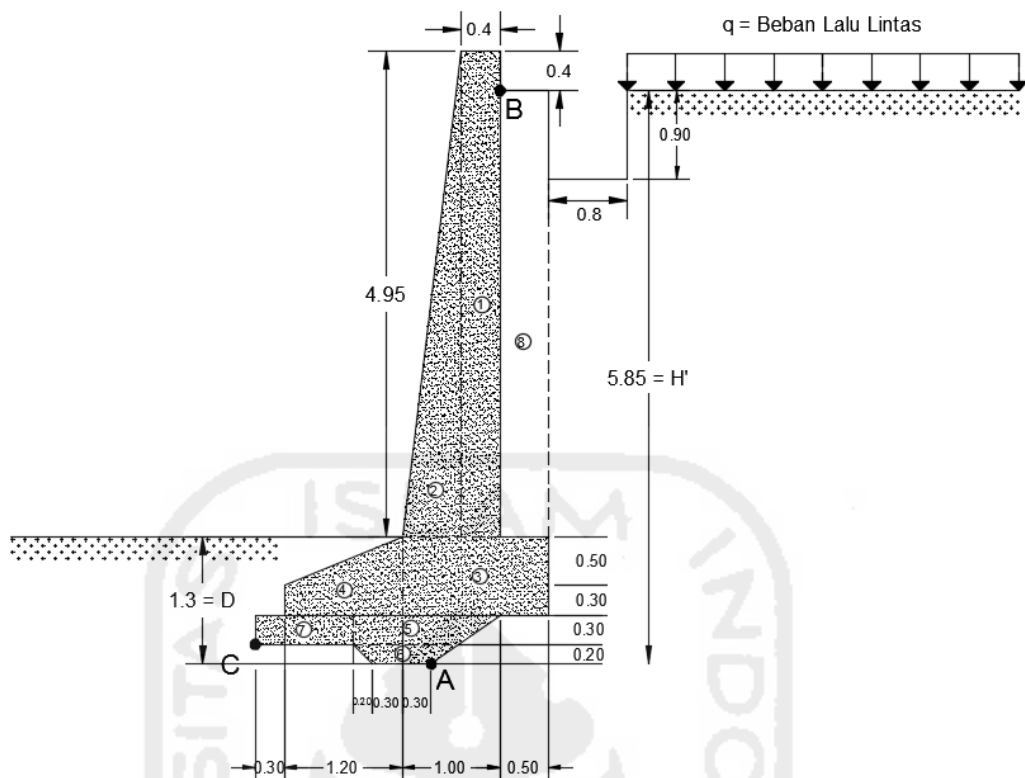
4.4 MODEL PENELITIAN

Model dinding penahan tanah yang ditinjau pada penelitian ini seperti ditunjukkan dalam Gambar 4.1.



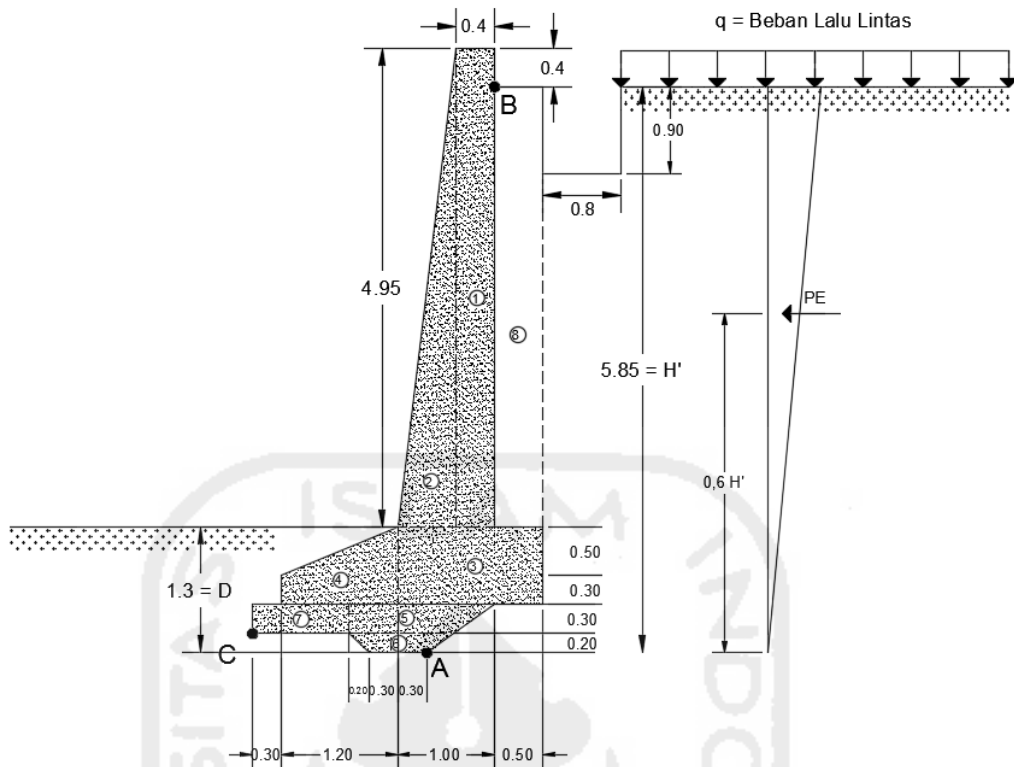
Gambar 4.1 Gambar Potongan Melintang Dinding Penahan Tanah dari as A0-B

Model dinding penahan tanah pada Gambar 4.1 selanjutnya dimodelkan dengan diberikan pembebanan berupa beban lalu-lintas. Beban lalu-lintas yang bekerja menjadi beban terbagi merata diatas tanah urug (q) di belakang dinding penahan seperti terlihat pada Gambar 4.2. Pada kondisi ini, dinding penahan tanah tersebut dilakukan analisis stabilitas terhadap penggulingan, stabilitas terhadap penggeseran, dan stabilitas terhadap kegagalan kapasitas daya dukung tanah. Kondisi ini dianalisis tanpa tambahan beban gempa.



Gambar 4.2 Dinding Penahan Tanah dari as A0-B dengan Beban Lalu-Lintas

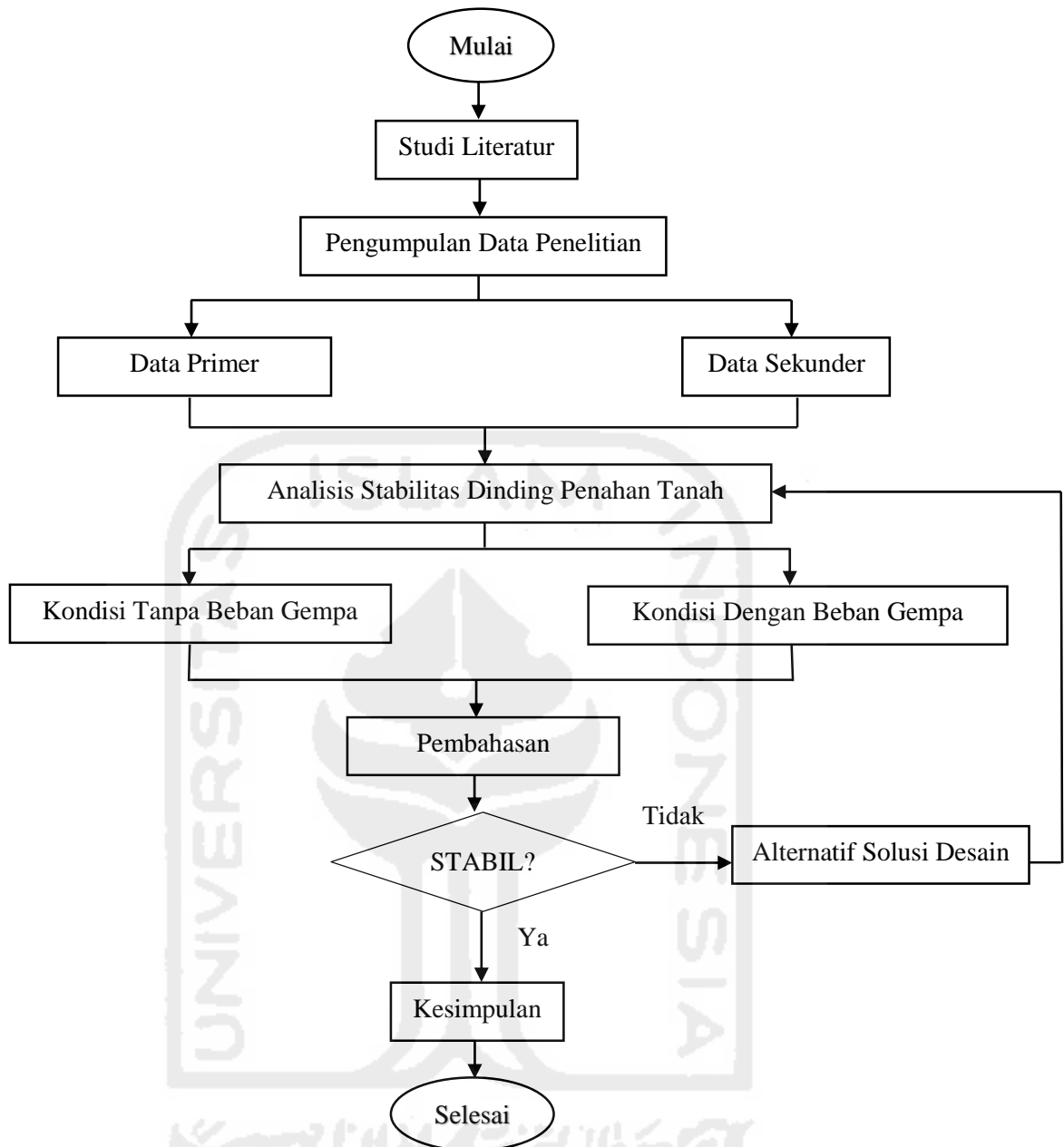
Pada kondisi dengan tambahan beban gempa, Gambar 4.2 di atas diberi tambahan beban gempa kearah dinding (P_E) yang bekerja pada ketinggian $0,6 H'$ dari titik A, seperti ditampilkan pada Gambar 4.3 di bawah ini. Pada kondisi ini, dinding penahan tanah tersebut dilakukan analisis stabilitas terhadap penggulingan, stabilitas terhadap penggeseran, dan stabilitas terhadap kegagalan kapasitas daya dukung tanah.



Gambar 4.3 Dinding Penahan Tanah dari as A0-B dengan Beban Lalu-Lintas dan Beban Gempa

4.5 LANGKAH-LANGKAH PENELITIAN

Langkah-langkah penelitian yang dilakukan oleh penulis disajikan dalam bentuk bagan alir guna memberikan gambaran spesifik dan komprehensif, yang dimulai dari proses awal pengumpulan data hingga hasil analisis dan pembahasan, dapat dilihat pada Gambar 4.4.



Gambar 4.4 Bagan Alir Penelitian

BAB V

ANALISIS, HASIL, DAN PEMBAHASAN

5.1 DATA PENELITIAN

Data pada penelitian ini bersumber dari dua macam data, yaitu data primer dan data sekunder. Data sekunder pada penelitian ini berupa gambar denah topografi dinding penahan tanah dan gambar detail potongan melintang dinding penahan tanah dari as A0-B pada utara bangunan gedung FTSP UII. Data sekunder tersebut diperoleh dari bagian kearsipan gedung FTSP UII (lihat Lampiran 30-31). Selain itu, data sekunder pada penelitian ini meliputi data beban lalu lintas dan data percepatan gempa. Untuk melengkapi data yang ada, dilakukan pengambilan data primer berupa pengujian *hand boring* di titik B.1 yang berada di dekat dinding penahan tanah beserta pengujian laboratorium dari sampel yang diperoleh tersebut (lihat Lampiran 2-3).

5.1.1 Data Primer

Penelitian ini akan memfokuskan studi mengenai stabilitas dinding penahan tanah pada utara bangunan gedung FTSP UII dari as A0-B. Penulis tidak menemukan data properti tanah yang berada di depan maupun di belakang dinding penahan yang ditinjau sehingga perlu untuk dilakukan pengujian *hand boring* untuk melengkapi data yang telah ada. Adapun rangkuman data hasil pengujian laboratorium dari sampel-sampel tanah uji *hand boring* tersebut ditampilkan dalam Tabel 5.1 berikut ini.

Tabel 5.1 Rangkuman Hasil Pengujian Laboratorium

No.	Pengujian	Sampel	Sampel	Sampel	Sampel	Rata-rata
		1	2	3	4	
1	Berat Jenis, Gs	2,579	2,654	2,459	2,428	2,530
2	Kadar Air, w (%)	8,256	9,189	10,244	11,182	9,718
3	Berat Volume Basah, γ (gr/cm ³)	1,606	1,626	1,681	1,966	1,720
4	Berat Volume Kering, γ_d (gr/cm ³)	1,484	1,489	1,525	1,768	1,567
5	Angka pori, e	0,738	0,782	0,612	0,374	0,627
6	Analisa Ukuran Butiran					
	(%) <i>Gravel</i>	55,4	23,2	15	9,8	
	(%) <i>Sand</i>	42	74	82,4	87	
	(%) <i>Fines</i>	2,5	2,7	2,6	3,2	
7	Klasifikasi tanah sistem <i>Unified</i>	GP	SP	SP	SW	
8	Uji Geser Langsung					
	Sudut Geser Dalam, ϕ (°)	25,23		31,11		28,17
	Kohesi, c (kg/cm ²)	0,1041		0,0244		0,064
9	Kedalaman Pengambilan Sampel (m)	0 – 0,25	0,25 – 0,5	0,5 – 0,75	0,75 – 1	

Analisis stabilitas dinding penahan tanah dalam penelitian ini menggunakan data rata-rata sebagai data uji. Data rata-rata ini penulis asumsikan mewakili data tanah di depan maupun di belakang dinding penahan tanah yang ditinjau (sesuai batasan masalah).

Hasil pengujian klasifikasi tanah menurut sistem *unified* pada sampel 1 menunjukkan jenis tanah kerikil gradasi buruk atau GP (lihat Lampiran 13). Untuk sampel 2 dan sampel 3 berturut-turut jenis tanahnya sama yaitu pasir gradasi buruk atau SP (lihat Lampiran 15 dan 17). Sementara, untuk sampel 4 jenis tanahnya pasir gradasi baik atau SW (lihat Lampiran 19).

5.1.2 Data Sekunder

Data sekunder dalam penelitian ini digunakan untuk meninjau salah satu potongan melintang (potongan 1) yang merupakan dinding penahan tanah dengan ketinggian paling tinggi pada sepanjang dinding penahan tanah bagian utara gedung FTSP UII tersebut (4,95 m dari tanah padat di depan dinding, lihat Lampiran 31).

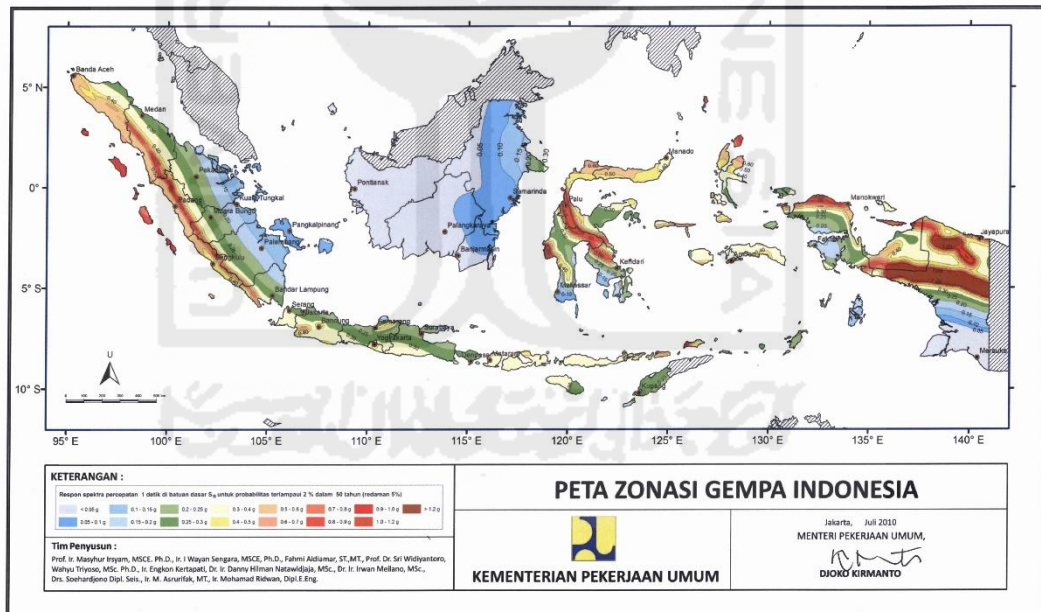
Data sekunder lainnya berupa data beban lalu lintas. Beban lalu lintas harus ditambahkan ketika melakukan analisis stabilitas dinding penahan tanah. Beban lalu lintas tersebut juga harus diperhitungkan pada seluruh lebar permukaan timbunan tanah urug. Tabel 5.2 di bawah ini menunjukkan beban lalu lintas berdasarkan kelas jalan.

Tabel 5.2 Beban Lalu Lintas untuk Analisis Stabilitas

Kelas Jalan	Beban Lalu Lintas (kPa)/(kN/m ²)
I	15
II	12
III	12

Sumber: Panduan Geoteknik 4, Departemen Perumahan dan Prasarana Wilayah
Kementerian PU (2002)

Data percepatan gempa didapat dari peta zonasi gempa tahun 2010 yang dikeluarkan oleh kementerian pekerjaan umum (sesuai batasan masalah). Berdasarkan Gambar 5.1 di bawah ini nilai percepatan gempa untuk daerah Sleman senilai 0,25 g.



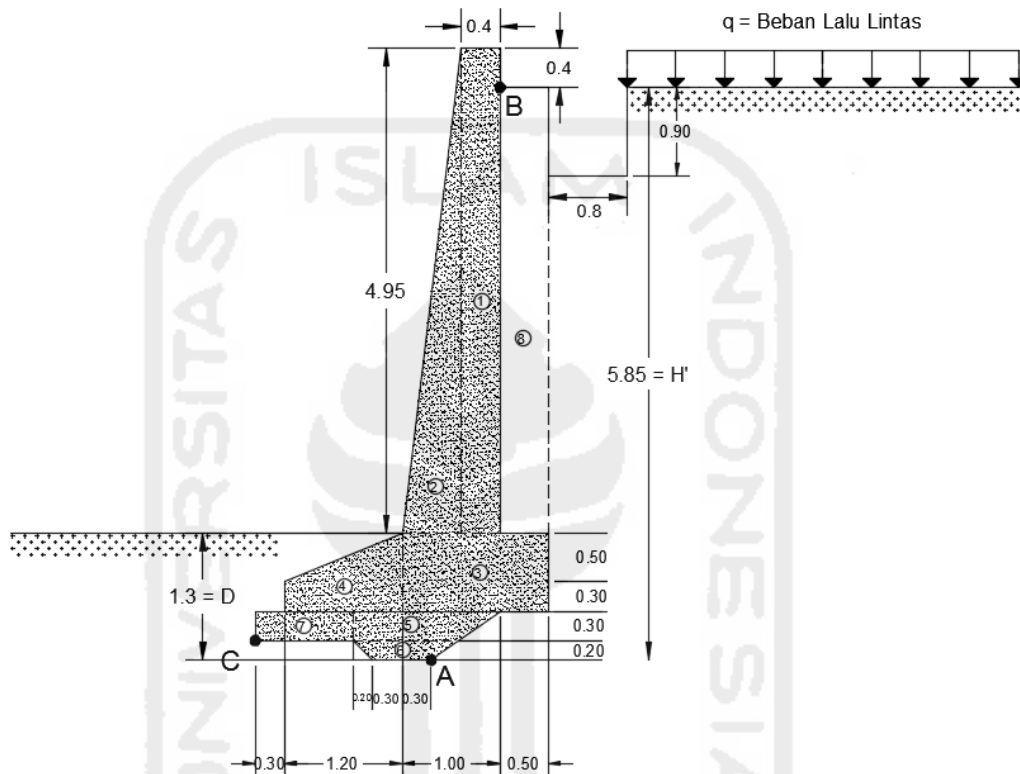
Gambar 5.1 Peta Zonasi Gempa Indonesia 2010

Sumber: Kementerian Pekerjaan Umum (2010)

5.2 ANALISIS STABILITAS DINDING PENAHAN TANAH

Perhitungan stabilitas dinding penahan tanah pada penelitian ini meninjau stabilitas terhadap penggulingan, stabilitas terhadap penggeseran, serta stabilitas terhadap kegagalan kapasitas daya dukung tanah.

5.2.1 Perhitungan Stabilitas Terhadap Penggulingan



Gambar 5.2 Gambar Potongan Melintang Dinding Penahan Tanah dari as A0-B

$$H' = 5,85 \text{ m}$$

$$q = 12 \text{ kN/m}^2$$

$$\gamma = 1,72 \text{ gr/cm}^3 = 16,87 \text{ kN/m}^3$$

$$\varphi = 28,17^\circ$$

$$c = 0,064 \text{ kg/cm}^2 = 6,301 \text{ kN/m}^2$$

$$e = 0,627$$

1. Menghitung tekanan tanah aktif total sebelum terjadi gempa:

- koefisien tekanan tanah aktif Rankine

$$K_a = \operatorname{tg}^2 \left(45^\circ - \frac{\varphi}{2} \right)$$

$$K_a = \operatorname{tg}^2 \left(45^\circ - \frac{28,17}{2} \right)$$

$$K_a = 0,3586$$

b. tekanan aktif pada dinding penahan akibat beban merata (q)

$$p_{a1} = q \times K_a = 12 \times 0,3586 = 4,3 \text{ kN/m}^2$$

$$P_{a1} = q \times K_a \times H' = 4,3 \times 5,85 = 25,17 \text{ kN/m}^1$$

$$\text{titik tangkap gayanya: } \frac{1}{2} \times H' = \frac{1}{2} \times 5,85 = 2,925 \text{ m}$$

c. tekanan aktif pada dinding penahan akibat beban tanah urug

$$p_{a2} = H' \times \gamma \times K_a = 5,85 \times 16,87 \times 0,3586 = 35,38 \text{ kN/m}^2$$

$$P_{a2} = \frac{1}{2} \times (H')^2 \times \gamma \times K_a = 0,5 \times 5,85 \times 35,38 = 103,49 \text{ kN/m}^1$$

$$\text{titik tangkap gayanya: } \frac{1}{3} \times H' = \frac{1}{3} \times 5,85 = 1,95 \text{ m}$$

d. tekanan aktif pada dinding penahan tanah akibat kohesi tanah

$$p_{a3} = -2 \times c \times \sqrt{K_a} = -2 \times 6,301 \times \sqrt{0,3586} = -7,55 \text{ kN/m}^2$$

$$P_{a3} = -2 \times c \times \sqrt{K_a} \times H' = -44,15 \text{ kN/m}^1$$

$$\text{titik tangkap gayanya: } \frac{1}{2} \times H' = \frac{1}{2} \times 5,85 = 2,925 \text{ m}$$

jadi, jumlah tekanan tanah aktif total sebelum terjadi gempa adalah:

$$\sum P_a = P_{a1} + P_{a2} + P_{a3} = 84,52 \text{ kN/m}^1$$

Guna mencari titik tangkap gaya dari $\sum P_a$, dihitung momen terhadap titik A.

$$84,52 \times y = 25,17 \times 2,925 + 103,49 \times 1,95 + (-44,15 \times 2,925)$$

$$y = 1,73 \text{ m diukur dari titik A.}$$

2. Menghitung tekanan tanah aktif total setelah terjadi gempa:

a. tekanan tanah aktif pada dinding penahan tanah akibat beban gempa

(metoda Seed-Whitman)

$$a_h (\text{percepatan gempa}) = 0,25 \text{ g}$$

$$P_e = \frac{3}{8} \times \frac{a_h}{g} \times \gamma \times (H')^2 = \frac{3}{8} \times \frac{0,25 \text{ g}}{g} \times 16,87 \times (5,85)^2 = 54,11 \text{ kN/m}$$

$$\text{titik tangkap gayanya: } 0,6 \times H' = 0,6 \times 5,85 = 3,51 \text{ m}$$

jadi, jumlah tekanan tanah aktif total setelah terjadi gempa adalah:

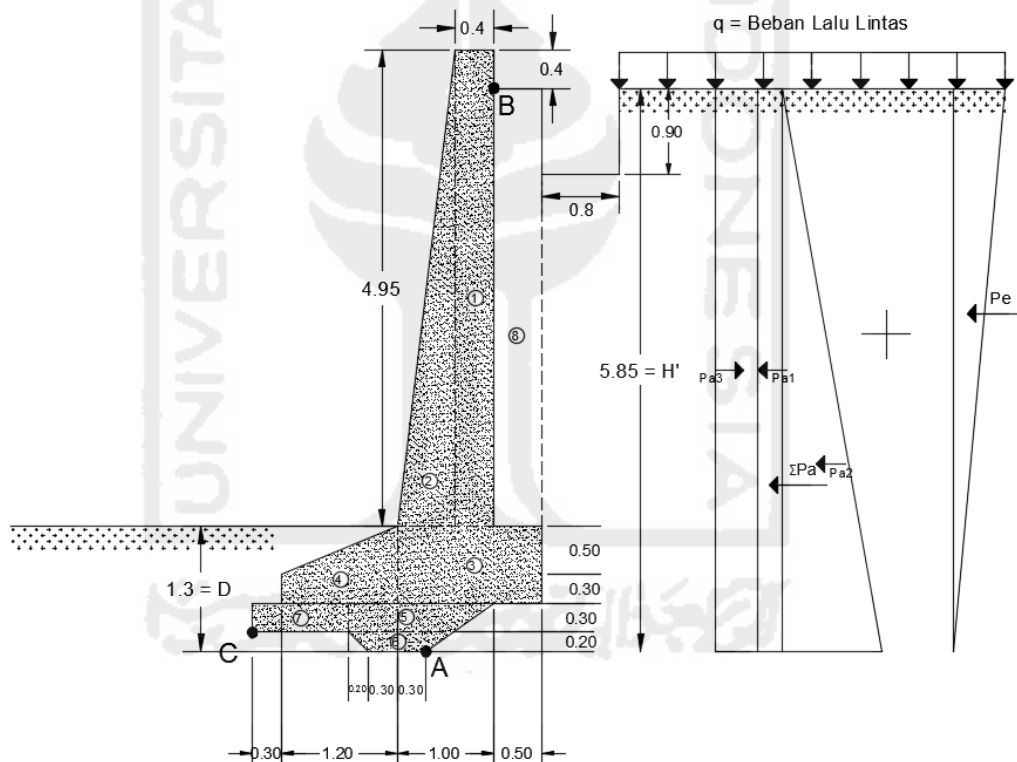
$$\sum P_{ae} = \sum P_a + P_e = 138,63 \text{ kN/m}^1$$

Guna mencari titik tangkap gaya dari $\sum P_{ae}$, dihitung momen terhadap titik A.

$$138,63 y = 25,17 \times 2,925 + 103,49 \times 1,95 + (-44,15 \times 2,925) + 54,11 \times 3,51$$

$$y = 2,43 \text{ m diukur dari titik A.}$$

Bentuk diagram tekanan tanah aktif akibat beban terbagi merata dan kohesif berbentuk persegi panjang, sedangkan akibat beban tanah urug berupa segitiga sama kaki. Bentuk diagram akibat tambahan beban gempa berbentuk segitiga sama kaki terbalik, seperti ditunjukkan pada Gambar 5.3.



Gambar 5.3 Gambar Diagram Tekanan Tanah Aktif

3. Meninjau stabilitas terhadap penggulingan:

untuk menentukan jumlah momen penahan dapat disiapkan Tabel 5.3 seperti di bawah ini.

Tabel 5.3 Perhitungan Momen Penahan

No.	Area (m ²)	W (kN/m)	Lengan Momen dari Titik C (m)	M (kN-m/m)	
1	1,98	46,69	2,3	107,38	(+)
2	1,485	35,02	1,9	66,53	(+)
3	1,2	28,30	2,25	63,67	(+)
4	0,66	15,56	0,99	15,41	(+)
5	0,375	8,84	1,63	14,41	(+)
6	0,16	3,77	1,5	5,66	(+)
7	0,3	7,07	0,5	3,54	(+)
8	2,275	38,37	2,75	105,52	(+)
	$\Sigma V/W =$	183,62	$\Sigma MR =$	382,11	

$$\gamma_{\text{beton}} = 23,58 \text{ kN/m}^3$$

a. stabilitas terhadap penggulingan sebelum terjadi gempa.

$$M_o = \Sigma Pa \times y = 84,52 \times 1,73 = 146,31 \text{ kN-m/m}$$

$$FS_{\text{Guling}} = \frac{\Sigma M_R}{M_o} = \frac{382,11}{146,31} = 2,612 > 2 \text{ (memenuhi)}$$

b. stabilitas terhadap penggulingan setelah terjadi gempa.

$$M_o = \Sigma Pae \times y = 138,63 \times 2,43 = 336,24 \text{ kN-m/m}$$

$$FS_{\text{Guling}} = \frac{\Sigma M_R}{M_o} = \frac{382,11}{336,24} = 1,136 < 1,5 \text{ (tidak memenuhi)}$$

5.2.2 Perhitungan Stabilitas Terhadap Penggeseran

$$\gamma = 16,87 \text{ kN/m}^3$$

$$D = 1,3 \text{ m}$$

$$B = 3 \text{ m}$$

$$k_1 = k_2 = 2/3$$

$$\varphi = 28,17^\circ$$

$$c = 6,301 \text{ kN/m}^2$$

1. Koefisien tekanan tanah pasif Rankine

$$K_p = tg^2 \left(45^\circ + \frac{\varphi}{2} \right)$$

$$K_p = tg^2 \left(45^\circ + \frac{28,17}{2} \right)$$

$$K_p = 2,7885$$

2. Tekanan tanah pasif

$$P_p = \frac{1}{2} K_p \gamma D^2 + 2 c D \sqrt{K_p} = 39,74 + 27,36 = 67,1 \text{ kN/m}^1$$

3. Meninjau stabilitas terhadap penggeseran

a. stabilitas terhadap penggeseran sebelum terjadi gempa.

$$FS_{Geser} = \frac{\sum V \tan(k_1 \varphi) + B k_2 c + P_p}{\sum P_a}$$

$$FS_{Geser} = 1,682 > 1,5 \text{ (memenuhi)}$$

b. stabilitas terhadap penggeseran setelah terjadi gempa.

$$FS_{Geser} = \frac{\sum V \tan(k_1 \varphi) + B k_2 c + P_p}{\sum P_{ae}}$$

$$FS_{Geser} = 1,0253 < 1,1 \text{ (tidak memenuhi)}$$

5.2.3 Perhitungan Stabilitas Terhadap Kegagalan Kapasitas Daya Dukung

Tanah

$$\gamma = 16,87 \text{ kN/m}^3$$

$$D = 1,3 \text{ m}$$

$$B = 3 \text{ m}$$

$$\varphi = 28,17^\circ$$

$$c = 6,301 \text{ kN/m}^2$$

$$\sum V = 183,62 \text{ kN/m}$$

$$\sum M_R = 382,11 \text{ kN-m/m}$$

1. Stabilitas terhadap kegagalan kapasitas daya dukung tanah sebelum terjadi gempa.

$$M_o = 146,31 \text{ kN-m/m}$$

$$e = \frac{B}{2} - \frac{\sum M_R - M_o}{\sum V} = 0,216 \text{ m} < \frac{B}{6}$$

$$q_{kaki} = \frac{\sum V}{B} \left(1 + \frac{6e}{B} \right) = \frac{183,62}{3} \left(1 + \frac{6 \times 0,216}{3} \right) = 87,631 \text{ kN/m}^2$$

$$q_{tumit} = \frac{\sum V}{B} \left(1 - \frac{6e}{B} \right) = \frac{183,62}{3} \left(1 - \frac{6 \times 0,216}{3} \right) = 34,784 \text{ kN/m}^2$$

untuk $\varphi = 28,17^\circ$ (Lihat tabel 4.2 hal 169, sumber: Das, B.M. 2016), maka faktor kapasitas daya dukung, $N_c = 25,8$; $N_q = 14,72$; $N_\gamma = 16,72$.

$$q = \gamma \times D = 16,87 \times 1,3 = 21,93 \text{ kN/m}^2$$

$$B' = B - (2 \times e) = 3 - (2 \times 0,216) = 2,568 \text{ m}$$

$$F_{qd} = 1 + 2 \tan \varphi (1 - \sin \varphi)^2 \frac{D}{B'} = 1,129$$

$$F_{cd} = F_{qd} - \frac{1 - F_{qd}}{N_c \tan \varphi} = 1,139$$

$$F_{\gamma d} = 1$$

$$\psi = \tan^{-1} \left(\frac{\sum P_a}{\sum V} \right) = 24,716^\circ$$

$$F_{ci} = F_{qi} = \left(1 - \frac{\psi}{90} \right)^2 = 0,526$$

$$F_{\gamma i} = \left(1 - \frac{\psi}{\varphi} \right)^2 = 0,015$$

Jadi,

$$q_u = c N_c F_{cd} F_{ci} + q N_q F_{qd} F_{qi} + \frac{1}{2} \gamma' B' N_\gamma F_{\gamma d} F_{\gamma i}$$

$$q_u = 294,626 \text{ kN/m}^2$$

$$FS_{\text{Daya Dukung}} = \frac{q_u}{q_{kaki}} = \frac{294,626}{87,6308} = 3,362 > 3 \text{ (memenuhi)}$$

2. Stabilitas terhadap kegagalan kapasitas daya dukung tanah setelah terjadi gempa.

$$M_o = 336,24 \text{ kN-m/m}$$

$$e = \frac{B}{2} - \frac{\sum M_R - M_o}{\sum V} = 1,2502 \text{ m} > \frac{B}{6}$$

$$q_{kaki} = \frac{\sum V}{B} \left(1 + \frac{6e}{B} \right) = \frac{183,62}{3} \left(1 + \frac{6 \times 1,2502}{3} \right) = 214,25 \text{ kN/m}^2$$

$$q_{tunit} = \frac{\sum V}{B} \left(1 - \frac{6e}{B} \right) = \frac{183,62}{3} \left(1 - \frac{6 \times 1,2502}{3} \right) = -91,836 \text{ kN/m}^2$$

untuk $\varphi = 28,17^\circ$ (Lihat tabel 4.2 hal 169, sumber: Das, B.M. 2016), maka faktor kapasitas daya dukung, $N_c = 25,8$; $N_q = 14,72$; $N_\gamma = 16,72$.

$$q = \gamma \times D = 16,87 \times 1,3 = 21,93 \text{ kN/m}^2$$

$$B' = B - (2 \times e) = 3 - (2 \times 1,2502) = 0,4996 \text{ m}$$

$$F_{qd} = 1 + 2 \tan \varphi (1 - \sin \varphi)^2 \frac{D}{B'} = 1,129$$

$$F_{cd} = F_{qd} - \frac{1 - F_{qd}}{N_c \tan \varphi} = 1,139$$

$$F_{\gamma d} = 1$$

$$\psi = \tan^{-1} \left(\frac{\sum P_a}{\sum V} \right) = 37,052^\circ$$

$$F_{ci} = F_{qi} = \left(1 - \frac{\psi}{90} \right)^2 = 0,346$$

$$F_{\gamma i} = \left(1 - \frac{\psi}{\varphi} \right)^2 = 0,099$$

jadi,

$$q_u = c N_c F_{cd} F_{ci} + q N_q F_{qd} F_{qi} + \frac{1}{2} \gamma' B' N_\gamma F_{\gamma d} F_{\gamma i}$$

$$q_u = 197,225 \text{ kN/m}^2$$

$$FS_{\text{Daya Dukung}} = \frac{q_u}{q_{kaki}} = \frac{197,225}{214,25} = 0,921 < 1 \text{ (tidak memenuhi)}$$

5.3 PEMBAHASAN

Analisis yang dilakukan pada penelitian ini meninjau stabilitas dinding penahan tanah terhadap penggeseran, stabilitas terhadap penggulingan, serta stabilitas terhadap kegagalan kapasitas daya dukung tanah dasar. Perhitungan dilakukan secara manual dengan tanpa beban gempa dan dengan kondisi tambahan beban gempa.

Hasil dari analisis tersebut di atas didapatkan angka keamanan untuk masing-masing kondisi terhadap gaya-gaya eksternal yang terjadi. Hasil tersebut dapat penulis rangkum dalam Tabel 5.4 dan Tabel 5.5 di bawah ini.

Tabel 5.4 Rangkuman Hasil Penelitian Tanpa Beban Gempa

Jenis Angka Keamanan	Kondisi Tanpa Beban Gempa	Persyaratan Das, B.M. (2016)	Keterangan
SF Guling	2,612	2 - 3	Memenuhi
SF Geser	1,682	1,5	Memenuhi
SF Daya Dukung	3,362	3	Memenuhi

Tabel 5.5 Rangkuman Hasil Penelitian Dengan Beban Gempa

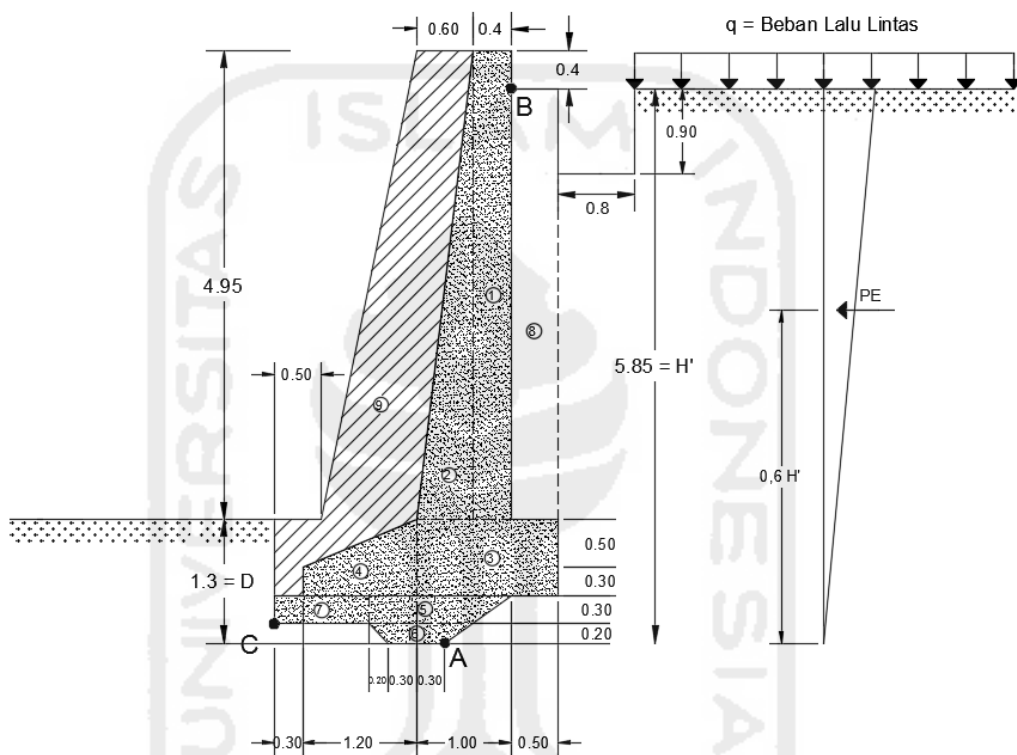
Jenis Angka Keamanan	Kondisi Dengan Beban Gempa	Persyaratan <i>AASHTO Design Method</i> (1995)	Keterangan
SF Guling	1,136	1,5	Tidak Memenuhi
SF Geser	1,0253	1,1	Tidak Memenuhi
SF Daya Dukung	0,921	1	Tidak Memenuhi

Kita lihat hasil pada Tabel 5.4 di atas, semua hasil angka keamanan memenuhi persyaratan yang ditetapkan oleh Das, B. M. (2016). Kemudian, kita perhatikan Tabel 5.5 menunjukkan bahwa pengaruh tambahan beban gempa terhadap penurunan faktor keamanan cukup signifikan.

Hasil faktor keamanan terhadap daya dukung tanah pada Tabel 5.5 menunjukkan angka SF Daya Dukung < 1 . Ini tidak diperbolehkan sebab nilai angka keamanan < 1 , menunjukkan bahwa dinding tersebut runtuh. Guna mengatasi permasalahan ini, maka diperlukan alternatif solusi yaitu rekomendasi desain ulang pada dinding penahan tanah eksisting.

5.4 ALTERNATIF SOLUSI

Berdasarkan perhitungan stabilitas yang telah dilakukan, diketahui bahwa nilai angka keamanan terhadap kapasitas daya dukung saat terjadi gempa (SF Daya Dukung < 1), maka dilakukan rekomendasi desain ulang dari dinding penahan tanah eksisting. Desain ulang dinding penahan tanah tersebut ditunjukkan pada Gambar 5.4 di bawah ini.



Gambar 5.4 Gambar Desain Ulang Dinding Penahan Tanah dari as A0-B

1. Stabilitas terhadap penggulingan

Tabel 5.6 Perhitungan Momen Penahan Desain Dinding Baru

No.	Area (m ²)	W (kN/m)	Lengan Momen dari Titik C (m)	M (kN-m/m)	
1	1,98	46,69	2,3	107,38	(+)
2	1,485	35,02	1,9	66,53	(+)
3	1,2	28,30	2,25	63,67	(+)
4	0,66	15,56	0,99	15,41	(+)
5	0,375	8,84	1,63	14,41	(+)
6	0,16	3,77	1,5	5,66	(+)
7	0,3	7,07	0,5	3,54	(+)
8	2,275	38,37	2,75	105,52	(+)
9	4,5	106,11	1,2573	133,41	
	ΣV/W =	289,73	ΣMR =	515,52	

$$\gamma_{\text{beton}} = 23,58 \text{ kN/m}^3$$

a. stabilitas terhadap penggulingan sebelum terjadi gempa

$$M_o = \Sigma Pa \times y = 84,52 \times 1,73 = 146,31 \text{ kN-m/m}$$

$$FS_{\text{Guling}} = \frac{\Sigma MR}{M_o} = \frac{515,52}{146,31} = 3,523 > 2 \text{ (memenuhi)}$$

b. stabilitas terhadap penggulingan setelah terjadi gempa

$$M_o = \Sigma Pae \times y = 138,63 \times 2,43 = 336,24 \text{ kN-m/m}$$

$$FS_{\text{Guling}} = \frac{\Sigma MR}{M_o} = \frac{515,52}{336,24} = 1,533 > 1,5 \text{ (memenuhi)}$$

2. Stabilitas terhadap penggeseran

a. stabilitas terhadap penggeseran sebelum terjadi gempa

$$FS_{\text{Geser}} = \frac{\Sigma V \tan(k_1 \varphi) + B k_2 c + P_p}{\Sigma P_a}$$

$$FS_{\text{Geser}} = 2,109 > 1,5 \text{ (memenuhi)}$$

b. stabilitas terhadap penggeseran setelah terjadi gempa

$$FS_{\text{Geser}} = \frac{\Sigma V \tan(k_1 \varphi) + B k_2 c + P_p}{\Sigma P_{ae}}$$

$$FS_{\text{Geser}} = 1,286 > 1,1 \text{ (memenuhi)}$$

3. Stabilitas terhadap kegagalan kapasitas daya dukung

- a. Stabilitas terhadap kegagalan kapasitas daya dukung tanah sebelum terjadi gempa

$$q_u = c N_c F_{cd} F_{ci} + q N_q F_{qd} F_{qi} + \frac{1}{2} \gamma' B' N_\gamma F_{\gamma d} F_{\gamma i}$$

$$q_u = 433,125 \text{ kN/m}^2$$

$$FS_{\text{Daya Dukung}} = \frac{q_u}{q_{kaki}} = \frac{433,125}{140,169} = 3,090 > 3 \text{ (memenuhi)}$$

- b. Stabilitas terhadap kegagalan kapasitas daya dukung tanah setelah terjadi gempa

$$q_u = c N_c F_{cd} F_{ci} + q N_q F_{qd} F_{qi} + \frac{1}{2} \gamma' B' N_\gamma F_{\gamma d} F_{\gamma i}$$

$$q_u = 283,153 \text{ kN/m}^2$$

$$FS_{\text{Daya Dukung}} = \frac{q_u}{q_{kaki}} = \frac{283,153}{266,789} = 1,061 > 1 \text{ (memenuhi)}$$

Tabel 5.7 Rangkuman Hasil Desain Baru Tanpa Beban Gempa

Jenis Angka Keamanan	Kondisi Tanpa Beban Gempa	Persyaratan Das, B.M. (2016)	Keterangan
SF Guling	3,523	2 - 3	Memenuhi
SF Geser	2,109	1,5	Memenuhi
SF Daya Dukung	3,090	3	Memenuhi

Tabel 5.8 Rangkuman Hasil Desain Baru Dengan Beban Gempa

Jenis Angka Keamanan	Kondisi Dengan Beban Gempa	Persyaratan AASHTO Design Method (1995)	Keterangan
SF Guling	1,533	1,5	Memenuhi
SF Geser	1,286	1,1	Memenuhi
SF Daya Dukung	1,061	1	Memenuhi

Hasil angka keamanan dari desain ulang dinding penahan tanah menunjukkan angka aman terhadap kapasitas daya dukung tanah kondisi dengan beban gempa naik dari sebelumnya 0,921 menjadi 1,061. Dari hasil keseluruhan nilai angka aman pada dinding penahan tanah desain baru mengalami peningkatan dan memenuhi persyaratan yang ditetapkan, sehingga desain tersebut dapat dijadikan acuan jika kedepannya ada perbaikan struktur dinding penahan tanah dari as A0-B pada utara bangunan gedung FTSP UII.



BAB VI

SIMPULAN DAN SARAN

6.1 SIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis yang telah diuraikan pada bab sebelumnya dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut ini.

1. Hasil perhitungan stabilitas dinding penahan tipe gravitasi pada potongan 1 dari as A0-B pada utara bangunan gedung FTSP UII (lihat Lampiran 31) untuk kondisi tanpa beban gempa didapatkan nilai angka keamanan terhadap guling 2,612, angka aman terhadap geser 1,682, dan angka aman terhadap daya dukung 3,362. Kondisi dengan tambahan beban gempa memberikan nilai angka keamanan terhadap guling 1,136, angka aman terhadap geser 1,0253, angka aman terhadap daya dukung 0,921.
2. Berdasarkan hasil analisis stabilitas dinding penahan tanah pada penelitian ini menunjukkan bahwa kondisi dengan tambahan beban gempa membuat dinding tidak stabil. Persyaratan yang ditetapkan oleh *AASHTO Design Method* (1995) dalam kondisi tambahan beban gempa angka aman minimum terhadap guling 1,5, angka aman terhadap geser 1,1, dan angka aman terhadap daya dukung 1. Untuk memenuhi persyaratan yang ditetapkan oleh *AASHTO Design Method* (1995), dilakukan desain ulang pada dinding penahan tanah eksisting. Hasil perhitungan stabilitas yang dilakukan pada desain baru dinding penahan tanah (lihat Gambar 5.4) pada kondisi tanpa beban gempa, memberikan nilai angka keamanan terhadap guling 3,523, angka aman terhadap geser 2,109, angka aman terhadap daya dukung 3,090. Kondisi dengan tambahan beban gempa menunjukkan hasil angka aman terhadap guling 1,533, angka aman terhadap geser 1,286, angka aman terhadap daya dukung 1,061. Hasil keseluruhan nilai angka aman pada dinding penahan tanah desain baru mengalami peningkatan dan memenuhi persyaratan yang ditetapkan.

6.2 SARAN

Saran yang dapat diusulkan oleh penulis adalah:

1. perhitungan stabilitas untuk penelitian selanjutnya dapat dilakukan dengan bantuan software guna menambah keakuratan dalam melakukan analisis,
2. penelitian selanjutnya bisa ditambahkan pengaruh stabilitas dinding penahan tanah terhadap kenaikan tinggi muka air tanah, dan
3. untuk penelitian lanjutan, desain dinding penahan tersebut dapat didesain ulang dengan tipe dinding penahan tanah lainnya, misal: dinding penahan tanah tipe kantilever.



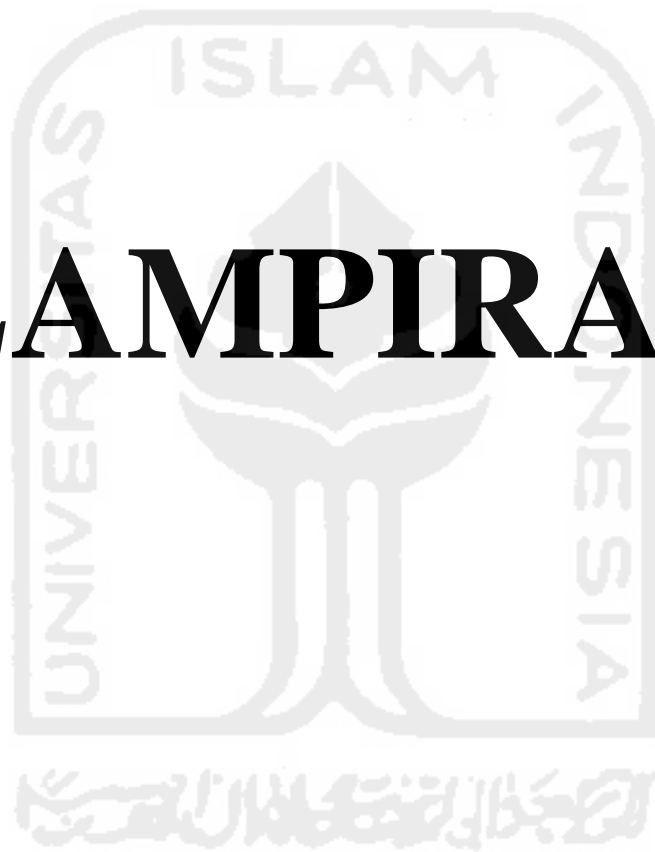
DAFTAR PUSTAKA

- American Association of State Highway and Transportation Officials. 1995. *Seismic Design of Reinforced Earth Retaining Walls and Bridge Abutments*. Washington, D. C.
- Das, B.M. (2016). *Principles of Foundation Engineering 8th Edition*. Cengage Learning. Boston, M.A.
- Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah (2002). *Panduan Geoteknik 4 Desain dan Konstruksi*. Kementrian Pekerjaan Umum. Indonesia.
- Budi, G. S. (2011). *Pengujian Tanah di Laboratorium Penjelasan dan Panduan*. Graha Ilmu. Yogyakarta.
- Hardiyatmo, H. C. (2010). *Mekanika Tanah 2 Edisi Ke-5*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Hardiyatmo, H. C. (2012). *Mekanika Tanah 1 Edisi Ke-6*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Hidayat, R. F. (2014). Analisis Pergerakan Dinding Penahan Tanah Plaza Andrawina Komplek Situs Ratu Boko Yogyakarta. *Tugas Akhir*. Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Liong, G. T., dkk (2013). Analisa Beban Gempa pada Dinding Besmen dengan Plaxis 2D. *Jurnal Pertemuan Ilmiah Tahunan ke-17 HATTI*. Jakarta
- Nugraha, H. (2014). Analisis Stabilitas Dinding Penahan Tanah Plaza Andrawina Komplek Situs Ratu Boko Yogyakarta. *Tugas Akhir*. Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Standar Nasional Indonesia 03-1726-2002. (2002). *Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Bangunan Gedung*. Badan Standarisasi Nasional. Indonesia
- Sunggono. (1995). *Buku Teknik Sipil*. Penerbit Nova. Bandung.
- Wesley, L.D. (2012). *Mekanika Tanah untuk Tanah Endapan dan Residu*. Penerbit Andi. Yogyakarta.
- Wibisono, D. (2013). *Panduan Penyusunan Skripsi, Tesis, dan Disertasi*. Penerbit Andi. Yogyakarta.

Yulianto, D. (2013). Analisis Dinding Penahan Tanah Dan Stabilitas Lereng Dengan Struktur *Counter Weight* Menggunakan Program Plaxis 8.5. *Tugas Akhir*. Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.



LAMPIRAN



Lampiran 1. Surat Permohonan Pinjam Peralatan Laboratorium Mekanika Tanah

Hal : Permohonan Pinjam Peralatan Lab.

Kepada
Yth. **Kepala Lab. Mekanika Tanah**
Prodi Teknik Sipil
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Universitas Islam Indonesia
Di –
Yogyakarta

Assalamu'alaikum, Wr.Wb.

Yang bertandatangan di bawah ini saya :

Nama : Iqbal Dwi Prabawa
No.mhs : 09 511 175
Program studi : Teknik Sipil

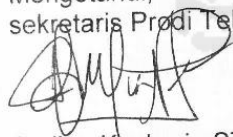
Sehubungan dengan Penelitian yang akan saya lakukan guna menyusun mata kuliah tugas akhir saya, maka bersama ini saya mengajukan permohonan Pemakaian Lab. Beserta peralatannya untuk mendukung kelancaran dalam penyusunan Tugas Akhir saya.

Demikian surat permohonan ini kami sampaikan, atas perkenan dan bantuan serta kerjasamanya saya haturkan terimakasih.

Wassalamu'alaikum.Wr.Wb.

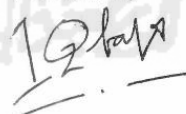
Yogyakarta, 3 Agustus 2016

Mengetahui,
sekretaris Prodi Teknik Sipil



Berlian Kushari., ST.,M.Eng.

Pemohon,



Iqbal Dwi Prabawa
09 511 175


Lampiran 2. Lokasi Titik B.1 Pengambilan Sampel Tanah



Lampiran 3. Pengambilan Sampel Tanah Menggunakan Alat *Hand Auger*



Lampiran 4. Uji Kadar Air Kedalaman Sampel 0-25 cm

	LABORATORIUM MEKANIKA TANAH JURUSAN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN, UII Jl. Kaliurang KM. 14,4 Telp. (0274) 895042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584																																										
	PENGUJIAN KADAR AIR ASTM D - 2216 - 71																																										
Lokasi : _____ No. Titik : <u>B-1</u> Kedalaman : <u>(0-25) cm</u>	Rombongan : - Semester : - Tanggal : <u>13-01-2017</u>																																										
<table border="1"> <thead> <tr> <th>1</th> <th>No Pengujian</th> <th></th> <th>1</th> <th>2</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>2</td> <td>Berat Countainer (W1)</td> <td>(gr)</td> <td>21,79</td> <td>22,10</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>Berat Countainer + tanah basah (W2)</td> <td>(gr)</td> <td>40,85</td> <td>41,73</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>Berat Countainer + tanah kering, (W3)</td> <td>(gr)</td> <td>39,38</td> <td>40,25</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>Berat air, (Ww = W2-W3)</td> <td>(gr)</td> <td>1,47</td> <td>1,48</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>Berat tanah kering, (Ws= W3-W1)</td> <td>(gr)</td> <td>17,59</td> <td>18,15</td> </tr> <tr> <td>7</td> <td>Kadar air (Ww : WS) X 100 %</td> <td>%</td> <td>8,357</td> <td>8,154</td> </tr> <tr> <td>8</td> <td>Kadar air rata-rata (w)</td> <td>%</td> <td colspan="2" style="text-align: center;">8,256</td> </tr> </tbody> </table>				1	No Pengujian		1	2	2	Berat Countainer (W1)	(gr)	21,79	22,10	3	Berat Countainer + tanah basah (W2)	(gr)	40,85	41,73	4	Berat Countainer + tanah kering, (W3)	(gr)	39,38	40,25	5	Berat air, (Ww = W2-W3)	(gr)	1,47	1,48	6	Berat tanah kering, (Ws= W3-W1)	(gr)	17,59	18,15	7	Kadar air (Ww : WS) X 100 %	%	8,357	8,154	8	Kadar air rata-rata (w)	%	8,256	
1	No Pengujian		1	2																																							
2	Berat Countainer (W1)	(gr)	21,79	22,10																																							
3	Berat Countainer + tanah basah (W2)	(gr)	40,85	41,73																																							
4	Berat Countainer + tanah kering, (W3)	(gr)	39,38	40,25																																							
5	Berat air, (Ww = W2-W3)	(gr)	1,47	1,48																																							
6	Berat tanah kering, (Ws= W3-W1)	(gr)	17,59	18,15																																							
7	Kadar air (Ww : WS) X 100 %	%	8,357	8,154																																							
8	Kadar air rata-rata (w)	%	8,256																																								
Yogyakarta, Kepala Laboratorium Ir. Akhmad Marzuko, M.T.																																											

Lampiran 5. Uji Kadar Air Kedalaman Sampel 25-50 cm



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN, UII
 Jl. Kaliurang KM. 14,4 Telp. (0274) 895042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

PENGUJIAN KADAR AIR
ASTM D - 2216 - 71

Lokasi : _____ Rombongan : _____
 No. Titik : B-1 Semester : _____
 Kedalaman : (25-50) cm Tanggal : 13-01-2017

1	No Pengujian		3	4
2	Berat Countainer (W1)	(gr)	21,88	21,84
3	Berat Countainer + tanah basah (W2)	(gr)	42,39	39,69
4	Berat Countainer + tanah kering. (W3)	(gr)	40,65	38,2
5	Berat air , (Ww = W2-W3)	(gr)	1,74	1,49
6	Berat tanah kering, (Ws= W3-W1)	(gr)	18,77	16,36
7	Kadar air (Ww : WS) X 100 %	%	9,27	9,108
8	Kadar air rata-rata (w)	%	9,189	

Yogyakarta,
 Kepala Laboratorium

Ir. Akhmad Marzuko, M.T.

Lampiran 6. Uji Kadar Air Kedalaman Sampel 50-75 cm



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN, UII
 Jl. Kaliurang KM. 14,4 Telp. (0274) 895042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

PENGUJIAN KADAR AIR
ASTM D - 2216 - 71

Lokasi : _____ Rombongan : -
 No. Titik : B 1 Semester : -
 Kedalaman : (50 - 75) cm Tanggal : 18 - 01 - 2017

1	No Pengujian		5	6
2	Berat Countainer (W1)	(gr)	21,98	21,51
3	Berat Countainer + tanah basah (W2)	(gr)	42,38	39,62
4	Berat Countainer + tanah kering, (W3)	(gr)	40,47	37,95
5	Berat air , (Ww = W2-W3)	(gr)	1,91	1,67
6	Berat tanah kering, (Ws= W3-W1)	(gr)	18,49	16,44
7	Kadar air (Ww : WS) X 100 %	%	10,33	10,158
8	Kadar air rata-rata (w)	%	10,244	

Yogyakarta,
 Kepala Laboratorium

Ir. Akhmad Marzuko, M.T.

Lampiran 7. Uji Kadar Air Kedalaman Sampel 75-100 cm



**LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN, UII**

Jl. Kaliurang KM. 14,4 Telp. (0274) 895042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

**PENGUJIAN KADAR AIR
ASTM D - 2216 - 71**


Lokasi : _____ Rombongan : _____
 No. Titik : B-1 Semester : _____
 Kedalaman : (75-100) cm Tanggal : 13-01-2017

1	No Pengujian		7	8
2	Berat Countainer (W1)	(gr)	22,08	21,66
3	Berat Countainer + tanah basah (W2)	(gr)	43,88	44,92
4	Berat Countainer + tanah kering, (W3)	(gr)	41,66	42,61
5	Berat air , (Ww = W2-W3)	(gr)	2,22	2,31
6	Berat tanah kering, (Ws= W3-W1)	(gr)	19,58	20,95
7	Kadar air (Ww : WS) X 100 %	%	11,338	11,026
8	Kadar air rata-rata (w)	%	11,182	

Yogyakarta,
Kepala Laboratorium

Ir. Akhmad Marzuko, M.T.

Lampiran 8. Uji Berat Jenis Kedalaman Sampel 0-25 cm

 <p style="text-align: center;">LABORATORIUM MEKANIKA TANAH JURUSAN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN, UII Jl. Kaliurang KM. 14,4 Telp. (0274) 895042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584</p>																																																																						
PENGUJIAN BERAT JENIS ASTM D - 854 - 02																																																																						
Proyek : <u>TUGAS AKHIR</u> Lokasi : _____ No. Titik : <u>B L</u> Kedalaman : <u>(0-25) cm</u> Rombongan : _____ Semester : _____ Tanggal : <u>8 - 01 - 2017</u>																																																																						
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 5%;">1</th> <th style="width: 65%;">No Pengujian</th> <th style="width: 5%;"></th> <th style="width: 10%;">1</th> <th style="width: 15%;">2</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>2</td> <td>Berat piknometer(W1)</td> <td>gr</td> <td>36,49</td> <td>41,10</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>Berat piknometer + Tanah kering,(W2)</td> <td>gr</td> <td>56,63</td> <td>51,03</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>Berat piknometer + Tanah + air,(penuh)..... (W3)</td> <td>gr</td> <td>148,35</td> <td>150,19</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>Berat piknometer + air,(penuh)..... (W4)</td> <td>gr</td> <td>135,67</td> <td>144,3</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>Suhu air (t° C)</td> <td>° C</td> <td>27</td> <td>27</td> </tr> <tr> <td>7</td> <td>γ_w pada suhu (t° C)</td> <td>gr/cm³</td> <td>0,99652</td> <td>0,99652</td> </tr> <tr> <td>8</td> <td>γ_w pada suhu (27,5° C)</td> <td>gr/cm³</td> <td>0,99638</td> <td>0,99638</td> </tr> <tr> <td>9</td> <td>Berat Tanah kering (Ws)=(W3)-(W1)</td> <td>gr</td> <td>20,11</td> <td>9,93</td> </tr> <tr> <td>10</td> <td>A = Ws + W4</td> <td>gr</td> <td>155,81</td> <td>154,23</td> </tr> <tr> <td>11</td> <td>I = A - W3</td> <td>gr</td> <td>7,46</td> <td>4,04</td> </tr> <tr> <td>12</td> <td>Berat Jenis tanah pada suhu (t° C), $G_s(t^\circ C) = W_s / I$</td> <td></td> <td>2,6997</td> <td>2,4579</td> </tr> <tr> <td>13</td> <td>Berat Jenis tanah pada suhu (27,5° C)= $G_s(t^\circ C) \times (\gamma_w t^\circ C / \gamma_w t 27,5^\circ C)$</td> <td></td> <td>2,7001</td> <td>2,4583</td> </tr> <tr> <td>14</td> <td>Berat jenis rata-rata pada suhu (27,5° C)</td> <td></td> <td colspan="2" style="text-align: center;">2,579</td> </tr> </tbody> </table>	1	No Pengujian		1	2	2	Berat piknometer(W1)	gr	36,49	41,10	3	Berat piknometer + Tanah kering,(W2)	gr	56,63	51,03	4	Berat piknometer + Tanah + air,(penuh)..... (W3)	gr	148,35	150,19	5	Berat piknometer + air,(penuh)..... (W4)	gr	135,67	144,3	6	Suhu air (t° C)	° C	27	27	7	γ_w pada suhu (t° C)	gr/cm ³	0,99652	0,99652	8	γ_w pada suhu (27,5° C)	gr/cm ³	0,99638	0,99638	9	Berat Tanah kering (Ws)=(W3)-(W1)	gr	20,11	9,93	10	A = Ws + W4	gr	155,81	154,23	11	I = A - W3	gr	7,46	4,04	12	Berat Jenis tanah pada suhu (t° C), $G_s(t^\circ C) = W_s / I$		2,6997	2,4579	13	Berat Jenis tanah pada suhu (27,5° C)= $G_s(t^\circ C) \times (\gamma_w t^\circ C / \gamma_w t 27,5^\circ C)$		2,7001	2,4583	14	Berat jenis rata-rata pada suhu (27,5° C)		2,579	
1	No Pengujian		1	2																																																																		
2	Berat piknometer(W1)	gr	36,49	41,10																																																																		
3	Berat piknometer + Tanah kering,(W2)	gr	56,63	51,03																																																																		
4	Berat piknometer + Tanah + air,(penuh)..... (W3)	gr	148,35	150,19																																																																		
5	Berat piknometer + air,(penuh)..... (W4)	gr	135,67	144,3																																																																		
6	Suhu air (t° C)	° C	27	27																																																																		
7	γ_w pada suhu (t° C)	gr/cm ³	0,99652	0,99652																																																																		
8	γ_w pada suhu (27,5° C)	gr/cm ³	0,99638	0,99638																																																																		
9	Berat Tanah kering (Ws)=(W3)-(W1)	gr	20,11	9,93																																																																		
10	A = Ws + W4	gr	155,81	154,23																																																																		
11	I = A - W3	gr	7,46	4,04																																																																		
12	Berat Jenis tanah pada suhu (t° C), $G_s(t^\circ C) = W_s / I$		2,6997	2,4579																																																																		
13	Berat Jenis tanah pada suhu (27,5° C)= $G_s(t^\circ C) \times (\gamma_w t^\circ C / \gamma_w t 27,5^\circ C)$		2,7001	2,4583																																																																		
14	Berat jenis rata-rata pada suhu (27,5° C)		2,579																																																																			
Yogyakarta, Kepala Laboratorium Ir. Akhmad Marzuko, M.T.																																																																						

Lampiran 9. Uji Berat Jenis Kedalaman Sampel 25-50 cm



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN, UII
 Jl. Kaliurang KM. 14,4 Telp. (0274) 895042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

PENGUJIAN BERAT JENIS
ASTM D - 854 - 02

Proyek : TUGAS AKHIR
 Lokasi : _____
 No. Titik : B.1
 Kedalaman : (25 - 50) cm
 Rombongan : _____
 Semester : _____
 Tanggal : 18-01-2017

1	No Pengujian		3	4
2	Berat piknometer(W1)	gr	39,93	38,30
3	Berat piknometer + Tanah kering,(W2)	gr	59,65	52,00
4	Berat piknometer + Tanah + air,(penuh)..... (W3)	gr	149,73	147,14
5	Berat piknometer + air,(penuh)..... (W4)	gr	140,56	138,6
6	Suhu air (t°C)	°C	27	27
7	γ_w pada suhu (t°C)	gr/cm ³	0,99652	0,99652
8	γ_w pada suhu (27,5 °C)	gr/cm ³	0,99638	0,99638
9	Berat Tanah kering (Ws)=(W3)-(W1)	gr	14,72	13,7
10	A = Ws + W4	gr	155,28	152,3
11	I = A - W3	gr	5,55	5,16
12	Berat Jenis tanah pada suhu (t°C), $G_s(t^\circ C) = W_s / I$		2,6523	2,655
13	Berat Jenis tanah pada suhu (27,5°C)= $G_s(t^\circ C) \times (\gamma_w t^\circ C / \gamma_w t 27,5^\circ C)$		2,6526	2,6554
14	Berat jenis rata-rata pada suhu (27,5°C)		2,654	

Yogyakarta,
 Kepala Laboratorium

Ir. Akhmad Marzuko, M.T.

Lampiran 10. Uji Berat Jenis Kedalaman Sampel 50-75 cm



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN, UII
 Jl. Kaliurang KM. 14,4 Telp. (0274) 895042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

PENGUJIAN BERAT JENIS
ASTM D - 854 - 02

Proyek : TUGAS AKHIR
 Lokasi : _____
 No. Titik : B I
 Kedalaman : (50 - 75) cm
 Rombongan : _____
 Semester : _____
 Tanggal : 18 - 01 - 2017

1	No Pengujian		5	6
2	Berat piknometer(W1)	gr	39,41	38,94
3	Berat piknometer + Tanah kering,(W2)	gr	51,96	51,40
4	Berat piknometer + Tanah + air,(penuh)..... (W3)	gr	150,41	145,83
5	Berat piknometer + air,(penuh)..... (W4)	gr	141,48	138,22
6	Suhu air (t° C)	° C	27	27
7	γ_w pada suhu (t° C)	gr/cm ³	0,99652	0,99652
8	γ_w pada suhu (27,5 °C)	gr/cm ³	0,99638	0,99638
9	Berat Tanah kering (Ws)=(W3)-(W1)	gr	15,55	12,46
10	A = Ws + W4	gr	157,03	150,68
11	I = A - W3	gr	6,62	4,85
12	Berat Jenis tanah pada suhu (t° C), $G_s(t° C) = W_s / I$		2,3489	2,5691
13	Berat Jenis tanah pada suhu (27,5° C)= $G_s(t° C) \times (\gamma_w t° C / \gamma_w t 27,5° C)$		2,3493	2,5694
14	Berat jenis rata-rata pada suhu (27,5° C)		2,459	

Yogyakarta,
Kepala Laboratorium

Ir. Akhmad Marzuko, M.T.

Lampiran 11. Uji Berat Jenis Kedalaman Sampel 75-100 cm



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN, UII
 Jl. Kaliurang KM. 14,4 Telp. (0274) 895042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

PENGUJIAN BERAT JENIS
ASTM D - 854 - 02


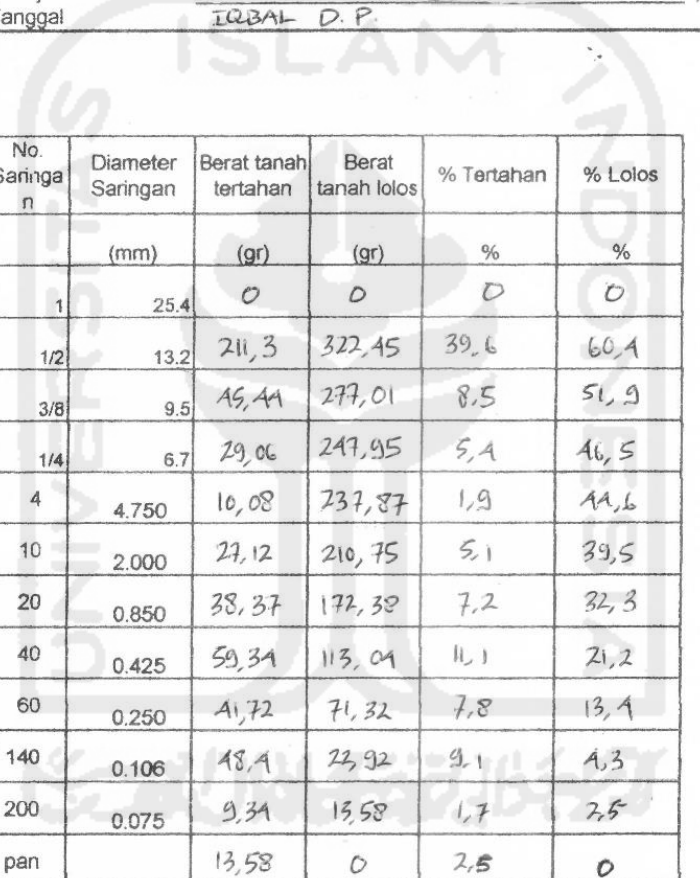
Proyek : TUGAS AKHIR
 Lokasi : _____
 No. Titik : B.1
 Kedalaman : (75 - 100) cm
 Rombongan : _____
 Semester : _____
 Tanggal : 13 - 01 - 2017

1	No Pengujian		7	8
2	Berat piknometer(W1)	gr	40,56	39,58
3	Berat piknometer + Tanah kering,(W2)	gr	55,13	53,04
4	Berat piknometer + Tanah + air,(penuh)..... (W3)	gr	150,15	147
5	Berat piknometer + air,(penuh)..... (W4)	gr	141,5	139
6	Suhu air (t° C)	° C	27	27
7	γ_w pada suhu (t° C)	gr/cm ³	0,99652	0,99652
8	γ_w pada suhu (27,5° C)	gr/cm ³	0,99638	0,99638
9	Berat Tanah kering (Ws)=(W3)-(W1)	gr	119,59	107,46
10	A = Ws + W4	gr	156,37	152,46
11	I = A - W3	gr	6,22	5,46
12	Berat Jenis tanah pada suhu (t° C), $G_s(t^\circ C) = W_s / I$		2,3507	2,1652
13	Berat Jenis tanah pada suhu (27,5° C)= $G_s(t^\circ C) \times (\gamma_w t^\circ C / \gamma_w t 27,5^\circ C)$		2,391	2,1655
14	Berat jenis rata-rata pada suhu (27,5° C)		2,128	

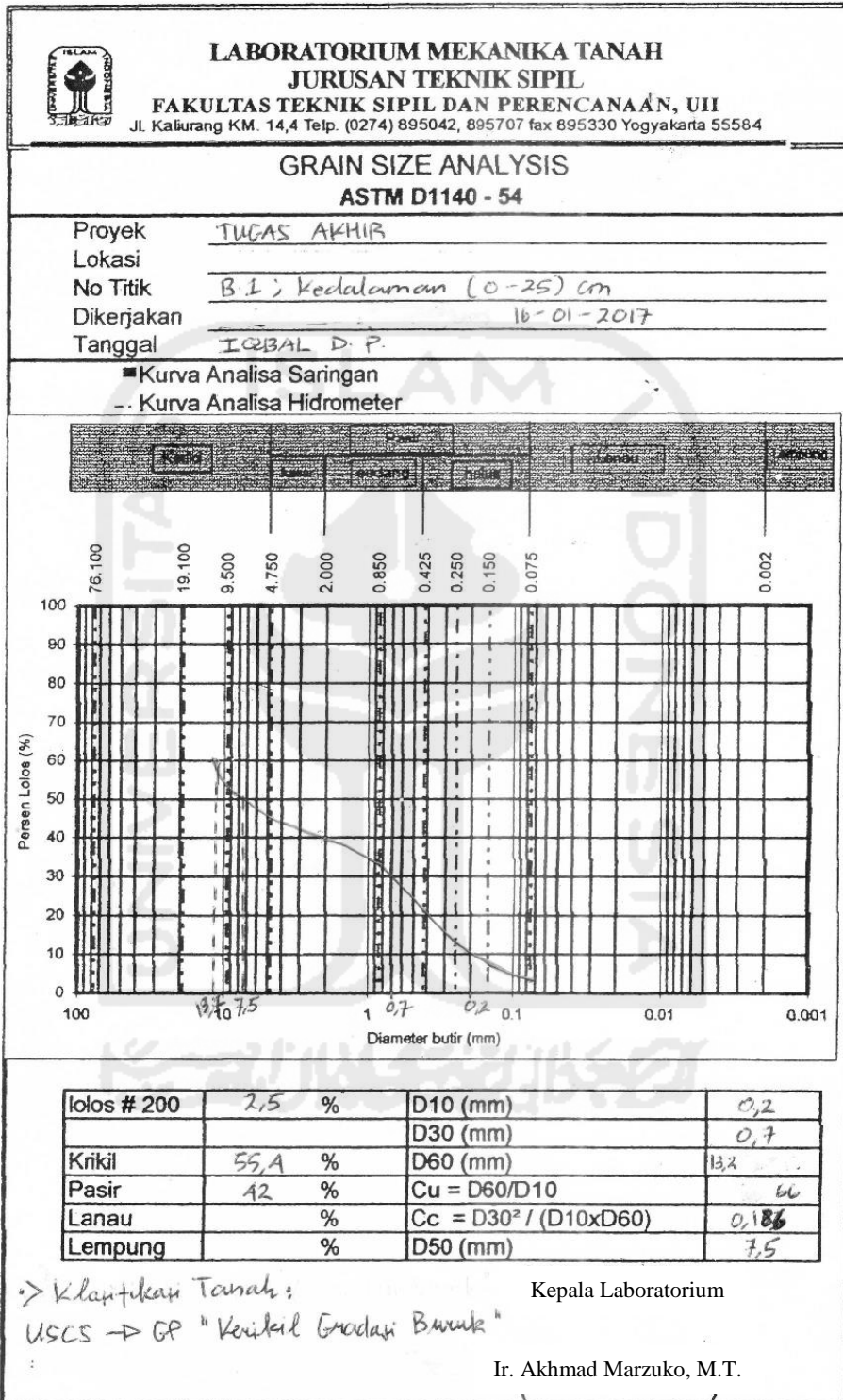
Yogyakarta,
Kepala Laboratorium

Ir. Akhmad Marzuko, M.T.


Lampiran 12. Uji Analisis Saringan Kedalaman Sampel 0-25 cm

 LABORATORIUM MEKANIKA TANAH JURUSAN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN, UII Jl. Kalirejo KM. 14,4 Telp. (0274) 895042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584					
Sieve Analysis					
Proyek	<u>TUGAS AKHIR</u>				
Lokasi	<u>B.L : Kedalaman (0-25) cm</u>				
No Titik					
Dikerjakan	<u>16-01-2017</u>				
Tanggal	<u>IRBAL D.P.</u>				
					
No. Saringan	Diameter Saringan (mm)	Berat tanah tertahan (gr)	Berat tanah lolos (gr)	% Tertahan (%)	% Lolos (%)
1	25.4	0	0	0	0
1/2	13.2	211,3	322,45	39,6	60,4
3/8	9.5	45,44	277,01	8,5	51,9
1/4	6.7	29,06	247,95	5,4	46,5
4	4.750	10,08	237,87	1,9	44,6
10	2.000	27,12	210,75	5,1	39,5
20	0.850	38,37	172,38	7,2	32,3
40	0.425	50,34	113,04	11,1	21,2
60	0.250	41,72	71,32	7,8	13,4
140	0.106	48,4	23,92	9,1	4,3
200	0.075	9,34	13,58	1,7	2,5
pan		13,58	0	2,5	0
		533,75 Jumlah		100	
Kepala Laboratorium					
Ir. Akhmad Marzuko, M.T.					

Lampiran 13. Grafik Analisis Saringan Kedalaman Sampel 0-25 cm



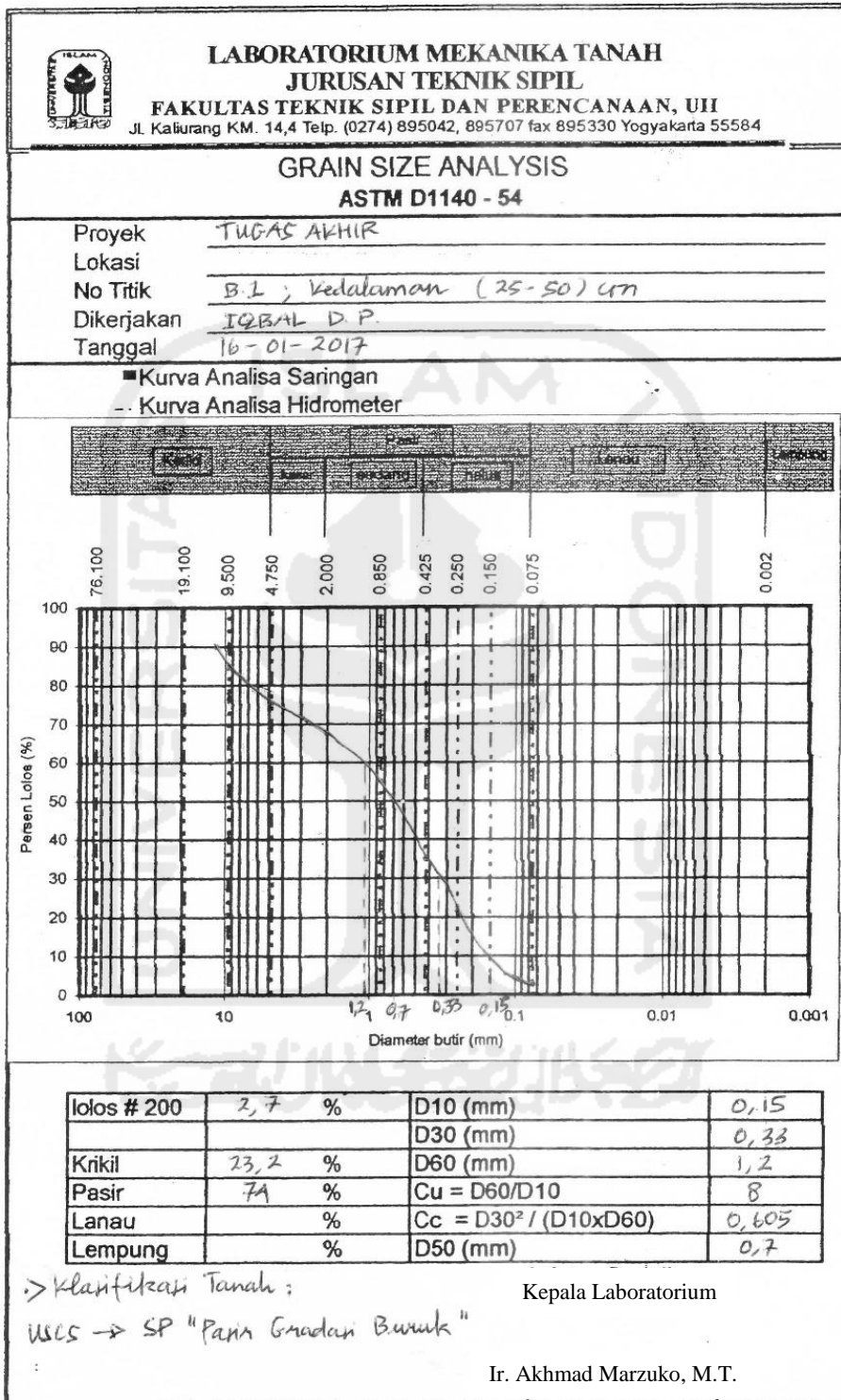
Lampiran 14. Uji Analisis Saringan Kedalaman Sampel 25-50 cm

 LABORATORIUM MEKANIKA TANAH JURUSAN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN, UII Jl. Kaliurang KM. 14,4 Telp. (0274) 895042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584					
Sieve Analysis					
Proyek	TUGAS AKHIR				
Lokasi	B.I ; Kedalaman (25-50) cm				
No Titik					
Dikerjakan	16-01-2017				
Tanggal	IQBAL D.P.				
No. Saringan	Diameter Saringan (mm)	Berat tanah tertahan (gr)	Berat tanah lolos (gr)	% Tertahan (%)	% Lolos (%)
1	25.4	0	0	0	0
1/2	13.2	42,34	392,13	9,7	90,3
3/8	9.5	21,42	370,71	4,9	85,3
1/4	6.7	26,8	343,91	6,2	79,2
4	4.750	10,33	333,58	2,4	76,8
10	2.000	31,5	299,08	7,9	68,8
20	0.850	53,41	245,67	12,3	56,5
40	0.425	85,7	159,97	19,7	36,8
60	0.250	68	91,97	15,7	21,2
140	0.106	70,98	20,99	16,3	1,8
200	0.075	9,05	11,91	2,1	2,7
pan		11,91	0	2,7	0
		434,47 Jumlah		100	


Kepala Laboratorium

Ir. Akhmad Marzuko, M.T.

Lampiran 15. Grafik Analisis Saringan Kedalaman Sampel 25-50 cm



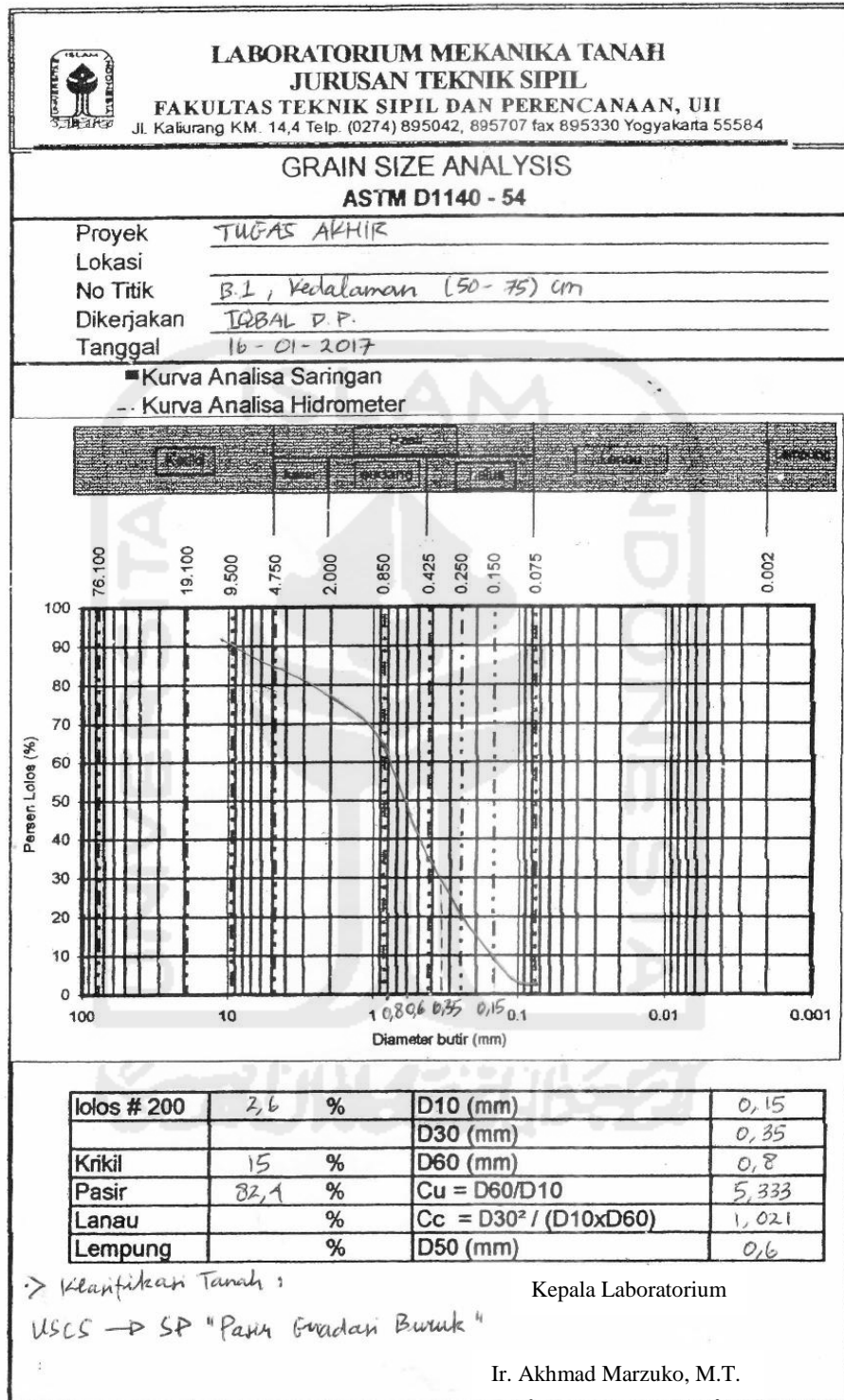
Lampiran 16. Uji Analisis Saringan Kedalaman Sampel 50-75 cm

 LABORATORIUM MEKANIKA TANAH JURUSAN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN, UII <small>Jl. Kalurang KM. 14,4 Telp. (0274) 895042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584</small>					
Sive Analisis					
Proyek	TUGAS AKHIR				
Lokasi	B.1; Kedalaman (50-75) cm				
No Titik	IQBAL D. P.				
Dikerjakan	16-01-2017				
Tanggal					
No. Saringan	Diameter Saringan	Berat tanah tertahan	Berat tanah lolos	% Tertahan	% Lolos
	(mm)	(gr)	(gr)	%	%
1	25.4	0	0	0	0
1/2	13.2	29,23	392,82	6,9	93,1
3/8	9.5	11,47	381,35	2,7	90,4
1/4	6.7	14,09	367,26	3,3	87
4	4.750	8,46	358,8	2	85
10	2.000	29,92	328,88	7,1	77,9
20	0.850	58,16	270,72	13,8	64,1
40	0.425	121,3	149,12	28,7	35,4
60	0.250	65,24	84,18	15,5	19,9
140	0.106	63,97	20,21	15,2	4,8
200	0.075	9,22	10,99	2,2	2,6
pan		10,99	0	2,6	0
		122,05 Jumlah		100	


Kepala Laboratorium

Ir. Akhmad Marzuko, M.T.

Lampiran 17. Grafik Analisis Saringan Kedalaman Sampel 50-75 cm



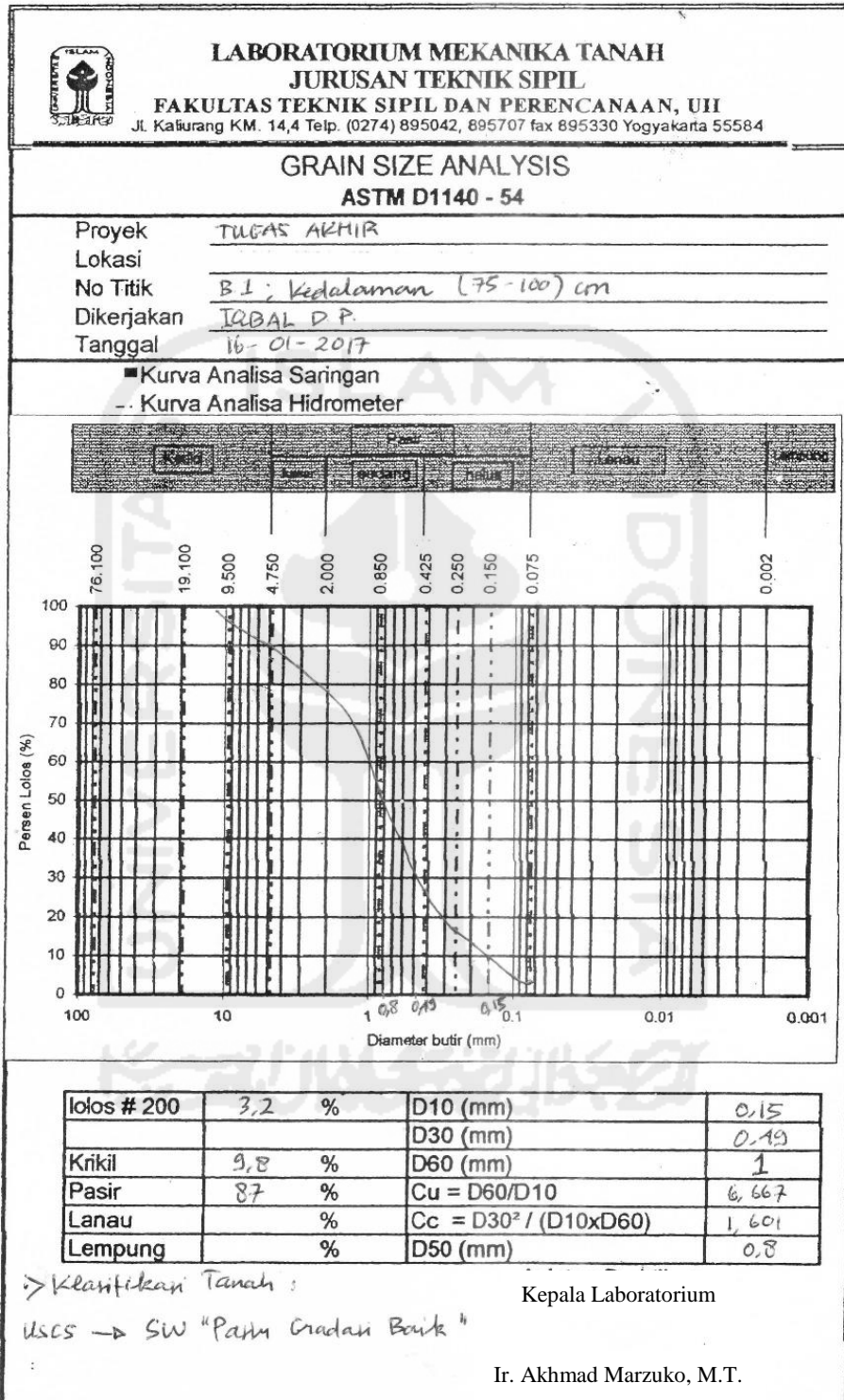
Lampiran 18. Uji Analisis Saringan Kedalaman Sampel 75-100 cm

 LABORATORIUM MEKANIKA TANAH JURUSAN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN, UII Jl. Kaliurang KM. 14,4 Telp. (0274) 895042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584					
Sieve Analysis					
Proyek	TUGAS AKHIR				
Lokasi					
No Titik	B.1; Kedalaman (75-100) cm				
Dikerjakan	IRBAL D.P.				
Tanggal	16-01-2017				
No. Saringan	Diameter Saringan (mm)	Berat tanah tertahan (gr)	Berat tanah lolos (gr)	% Tertahan (%)	% Lolos (%)
1	25.4	0	0	0	0
1/2	13.2	3,22	331,47	1	99
3/8	9.5	8,33	326,14	2,5	96,6
1/4	6.7	14,12	312,02	4,2	92,1
4	4.750	7,26	304,76	2,1	90,2
10	2.000	39,19	265,57	11,6	78,6
20	0.850	87,92	177,65	26	52,6
40	0.425	85,8	91,85	25,1	27,2
60	0.250	34,32	57,53	10,2	17
140	0.106	39,66	17,87	11,7	5,3
200	0.075	6,97	10,9	2,1	3,2
pan		10,9	0	3,2	0
		Jumlah		100	

Kepala Laboratorium

Ir. Akhmad Marzuko, M.T.

Lampiran 19. Grafik Analisis Saringan Kedalaman Sampel 75-100 cm



Lampiran 20. Uji Berat Volume Kedalaman Sampel 0-50 cm



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN, UII
 Jl. Kaliurang KM. 14,4 Telp. (0274) 895042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

PENGUJIAN BERAT VOLUME

Lokasi : _____ Rombongan : _____
 No. Titik : B.1 Semester : _____
 Kedalaman : (0-50) cm Tanggal : _____ 17-01-2017

No.	Pengujian		1	2	3
1	Diameter ring (d)	cm	6	6	6
2	Tinggi ring (t)	cm	2	2	2
3	Volume ring (V)	cm ³	72	72	72
4	Berat ring (W1)	gr	151,28	151,28	151,28
5	Berat ring + tanah basah (W2)	gr	266,89	271,23	265,55
6	Berat tanah basah (W3= W2-W1)	gr	115,61	119,95	114,27
7	Berat volume tanah ($\gamma_b = W3/V$)	gr/cm ³	1,606	1,666	1,587
8	Berat volume rata-rata	gr/cm ³	1,62		

Yogyakarta,
 Kepala Laboratorium

Ir. Akhmad Marzuko, M.T.

Lampiran 21. Uji Berat Volume Kedalaman Sampel 50-100 cm



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN, UII
 Jl. Kaliurang KM. 14,4 Telp. (0274) 895042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

PENGUJIAN BERAT VOLUME


Lokasi : _____ Rombongan : -
 No. Titik : B 1 Semester : -
 Kedalaman : (50-100) cm Tanggal : 19-01-2017

No.	Pengujian		1	2	3
1	Diameter ring (d) cm		6	6	6
2	Tinggi ring (t) cm		2	2	2
3	Volume ring (V) cm ³		72	72	72
4	Berat ring (W1) gr		151,28	151,28	151,28
5	Berat ring + tanah basah (W2) gr		272,3	293,62	292,05
6	Berat tanah basah (W3= W2-W1) (W3) gr		121,02	142,34	140,77
7	Berat volume tanah ($\gamma_b = W3/V$) gr/cm ³		1,681	1,977	1,955
8	Berat volume rata-rata gr/cm ³		1,871		

Yogyakarta,
Kepala Laboratorium

Ir. Akhmad Marzuko, M.T.


Lampiran 22. Uji Geser Langsung Sampel 1 Kedalaman 0-50 cm

 LABORATORIUM MEKANIKA TANAH JURUSAN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN, UII Jl. Kaliurang KM. 14,4 Telp. (0274) 895042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584								
UJI GESER LANGSUNG UU								
Proyek : TA	Kedalaman tanah : (0-50) cm							
Lokasi Proyek : 1	Nama Operator : IQBAL							
Kode sampel : 1	Tanggal : 17-01-2017							
Deskripsi Tanah :	Jenis Sampel :							
PENGUKURAN AWAL								
S ₁₄ , s = 6 cm Tinggi, H = 2 cm Berat, W = 266,89 gr Kadar Air, w = 8,256 % Angka Pori, e = 0,738	Luas, A = 36 cm ² Volume, V = 72 cm ³ Berat Isi Basah, γ = 1,606 gr/cm ³ Berat Isi Kering, γ _d = 1,484 gr/cm ³							
PENGGESERAN								
Mesin No = Kalibrasi (k) = 0,266091 kg/div Kecepatan peralihan = 1,2 mm/mn	Proving ring no = Beban Total = 10 kg Tegangan Normal = 0,278 kg/cm ²							
Waktu	Peralihan Horizontal (δ)	Regangan	Pembacaan dial beban	Beban horizontal	Luas terkoreksi	Tegangan Geser	Pergerakan Vertikal	
a	b	c = (b/D) × 100	d	e = d × k	f	g = e/f	h	i
menit	(div)	(%)	(div)	(kg)	(cm ²)	(kg/cm ²)	(div)	(mm)
0.0	0	0	0	0	36	0		
0.5	30	0.5	1	0.266	35.64	0.007		
1.0	60	1	2	0.532	35.28	0.015		
1.5	90	1.5	3	0.798	34.92	0.022		
2.0	120	2	4	1.064	34.56	0.030		
2.5	150	2.5	5	1.330	34.20	0.038		
3.0	180	3	6	1.596	33.84	0.046		
3.5	210	3.5	7	1.862	33.48	0.054		
4.0	240	4	8	2.128	33.12	0.062		
4.5	270	4.5	9	2.394	32.76	0.070		
5.0	300	5	10	2.660	32.40	0.078		
5.5	330	5.5	11	2.926	32.04	0.086		
6.0	360	6	12	3.192	31.68	0.094		
6.5	390	6.5	13	3.458	31.32	0.102		
7.0	420	7	14	3.724	30.96	0.110		
7.5	450	7.5	15	3.990	30.60	0.118		
8.0	480	8	16	4.256	30.24	0.126		
8.5	510	8.5	17	4.522	29.88	0.134		
9.0	540	9	18	4.788	29.52	0.142		
9.5	570	9.5	19	5.054	29.16	0.150		
10.0	600	10	20	5.320	28.80	0.158		
10.5	630	10.5	21	5.586	28.44	0.166		
11.0	660	11	22	5.852	28.08	0.174		
11.5	690	11.5	23	6.118	27.72	0.182		
12.0	720	12	24	6.384	27.36	0.190		
12.5	750	12.5	25	6.650	27.00	0.198		
13.0	780	13	26	6.916	26.64	0.206		
13.5	810	13.5	27	7.182	26.28	0.214		
14.0	840	14	28	7.448	25.92	0.222		
14.5	870	14.5	29	7.714	25.56	0.230		
15.0	900	15	30	7.980	25.20	0.238		
15.5	930	15.5	31	8.246	24.84	0.246		
16.0	960	16	32	8.512	24.48	0.254		
16.5	990	16.5	33	8.778	24.12	0.262		
17.0	1020	17	34	9.044	23.76	0.270		
17.5								
18.0								
18.5								
19.0								
19.5								
20.0								
20.5								
20.5								
20.5								

Diperiksa
 Kepala Laboratorium
 Ir. Akhmad Marzuko, M.T.

$$f = \frac{D^2}{2} \times \left(\cos \frac{\delta}{D} - \left(\frac{\delta}{D} \sin \left(\cos \frac{\delta}{D} \right) \right) \right)$$

Lampiran 23. Uji Geser Langsung Sampel 2 Kedalaman 0-50 cm



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN, UII
 Jl. Kaliurang KM. 14,4 Telp. (0274) 895042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

UJI GESER LANGSUNG UU

Proyek : TA Lokasi Proyek : kode sampel : Z Deskripsi Tanah :	Kedalaman tanah : (0-50) cm Nama Operator : IGIBAL Tanggal : 17-01-2017 Jenis Sampel :
--	---

PENGUKURAN AWAL

Tinggi, H = 6 cm Berat, W = 271,23 gr Kadar Air, w = 9,134 % Angke Pori, e = 0,733	Luas, A = 36 cm ² Volume, V = 72 cm ³ Berat Isi Basah, γ = 1,666 gr/cm ³ Berat Isi Kering, γ _d = 1,526 gr/cm ³
---	--

PENGGESERAN


Mesin No = Kalibrasi (k) = 0,266091 kg/div Kecepatan peralihan = 1/2 mm/mn	Proving ring no = Beban Total = 20 kg Tegangan Normal = 0,556 kg/cm ²
--	--

Waktu	Peralihan Horizontal (δ)	Regangan	Pembacaan dial beban	Beban horizontal	Luas terkoreksi	Tegangan Geser	Pergerakan Vertikal	
							h	i
a	b	c = (b/D) x 100	d	e = d x k	f	g = e/f		
menit	(div)	(%)	(div)	(kg)	(cm ²)	(kg/cm ²)	(div)	(mm)
0.0	0	0	0	0	36	0		
0.5	30	0,83	9	2,315	35,64	0,067		
1.0	60	1	17	4,524	35,28	0,128		
1.5	90	1,5	21	5,688	34,92	0,16		
2.0	120	2	25	6,652	34,56	0,192		
2.5	150	2,5	28	7,451	34,2	0,218		
3.0	180	3	30	7,583	33,84	0,236		
3.5	210	3,5	33	8,731	33,48	0,262		
4.0	240	4	35	9,313	33,12	0,281		
4.5	270	4,5	38	10,111	32,76	0,304		
5.0	300	5	53	10,378	32,4	0,32		
5.5	330	5,5	40	10,644	32,04	0,332		
6.0	360	6	41,5	11,013	31,68	0,349		
6.5	390	6,5	43,5	11,303	31,32	0,361		
7.0	420	7	44	11,708	30,96	0,378		
7.5	450	7,5	45	11,974	30,6	0,391		
8.0	480	8	46	12,24	30,24	0,405		
8.5	510	8,5	47	12,606	29,88	0,419		
9.0	540	9	48	12,972	29,52	0,433		
9.5	570	9,5	49	13,038	29,16	0,447		
10.0	600	10	51	13,524	28,8	0,471		
10.5	630	10,5	51,5	13,704	28,44	0,482		
11.0	660	11	52,5	13,97	28,08	0,497		
11.5	690	11,5	53	14,103	27,72	0,509		
12.0	720	12	53	14,103	27,36	0,515		
12.5	750	12,5	53,5	14,236	27	0,527		
13.0	780	13	53,5	14,236	26,64	0,534		
13.5								
14.0								
14.5								
15.0								
15.5								
16.0								
16.5								
17.0								
17.5								
18.0								
18.5								
19.0								
19.5								
20.0								
20.5								
20.5								

Diperiksa
 Kepala Laboratorium
 Ir. Akhmad Marzuko, M.T.

$$f = \frac{D^2}{2} \left(\cos \frac{\delta}{D} - \left(\frac{\delta}{D} \sin \left(\cos \frac{\delta}{D} \right) \right) \right)$$

Lampiran 24. Uji Geser Langsung Sampel 3 Kedalaman 0-50 cm

 LABORATORIUM MEKANIKA TANAH JURUSAN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN, UII Jl. Kaliurang KM. 14,4 Telp. (0274) 895042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584									
UJI GESER LANGSUNG UU									
Proyek : TA Lokasi Proyek : kode sampel : 3 Deskripsi Tanah :					Kedalaman tanah : (0-50) cm Nama Operator : IQBAL Tanggal : 17-01-2017 Jenis Sampel :				
PENGUKURAN AWAL									
Tinggi, H = 6 cm Berat, W = 265,55 gr Kadar Air, w = 3,103 % Angka Pori, e = 0,826					Luas, A = 36 cm ² Volume, V = 72 cm ³ Berat Isi Basah, γ = 1,587 gr/cm ³ Berat Isi Kering, γ _d = 1,453 gr/cm ³				
PENGGESERAN									
Mesin No = Kalibrasi (k) = 0,266051 kg/div Kecepatan peralihan = 1,2 mm/mn					Proving ring no = Beban Total = 30 kg Tegangan Normal = 0,833 kg/cm ²				
Waktu	Peralihan Horizontal (δ)	Regangan	Pembacaan dial beban	Beban horizontal	Luas terkoreksi	Tegangan Geser	Pergerakan Vertikal		
							Pembacaan dial	Pergerakan vertikal	
a	b	c=(b/D)x100	d	e = d x k	f	g = e/f	h	i	
menit	(div)	(%)	(div)	(kg)	(cm ²)	(kg/cm ²)	(div)	(mm)	
0.0	0	0	0	0	36	0			
0.5	30	0.8	15	3,991	35,61	0,112			
1.0	60	1	26	6,918	35,28	0,196			
1.5	90	1.5	31,5	8,382	31,92	0,24			
2.0	120	2	35	9,313	31,56	0,264			
2.5	150	2,5	42,5	11,309	31,2	0,331			
3.0	180	3	42,5	11,309	33,84	0,331			
3.5	210	3,5	44	11,708	33,18	0,35			
4.0	240	4	45,5	12,107	33,12	0,366			
4.5	270	4,5	48	12,772	32,76	0,39			
5.0	300	5	50	13,305	32,7	0,411			
5.5	330	5,5	51	13,571	32,04	0,424			
6.0	360	6	51,5	13,709	31,68	0,433			
6.5	390	6,5	51,5	13,709	31,32	0,435			
7.0	420	7	53	14,103	30,96	0,456			
7.5	450	7,5	61,5	17,163	30,6	0,561			
8.0									
8.5									
9.0									
9.5									
10.0									
10.5									
11.0									
11.5									
12.0									
12.5									
13.0									
13.5									
14.0									
14.5									
15.0									
15.5									
16.0									
16.5									
17.0									
17.5									
18.0									
18.5									
19.0									
19.5									
20.0									
20.5									
20.5									
20.5									

Diperiksa
 Kepala Laboratorium
 Ir. Akhmad Marzuko, M.T.

$$f = \frac{D^2}{2} \times \left(\cos \frac{\delta}{D} - \left(\frac{\delta}{D} \sin \left(\cos \frac{\delta}{D} \right) \right) \right)$$

Lampiran 25. Grafik Uji Geser Langsung Sampel 1-3 Kedalaman 0-50 cm

PENGUKURAN AWAL		Satuan	Sampel		
			I	II	III
Tinggi, H	SiH, c	cm	6	6	6
Berat, W		gr	266,89	271,23	265,55
Kadar Air, w		%	8,256	9,189	9,189
Luas, A		cm ²	36	36	36
Volume, V		cm ³	72	72	72
Berat Isi Basah, γ		gr/cm ³	1,606	1,666	1,587
Berat Isi Kering, γ_d		gr/cm ³	1,489	1,526	1,453
Angka Pori, e			0,738	0,739	0,826


PENGGESERAN		satuan	Sampel		
			I	II	III
Tegangan Normal		kg/cm ²	0,278	0,556	0,833
Tegangan geser Max.		kg/cm ²	0,225	0,355	0,177

Sudut geser dalam, ϕ	25,23	°
kohesi, c	0,1091	kg/cm ²

Diperiksa
Kepala Laboratorium

Ir. Akhmad Marzuko, M.T.

Lampiran 26. Uji Geser Langsung Sampel 4 Kedalaman 50-100 cm



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN, UII
 Jl. Kaliurang KM. 14,4 Telp. (0274) 895042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

UJI GESER LANGSUNG UU

Proyek : TA
 Lokasi Proyek :
 kode sampel : 4
 Deskripsi Tanah :

Kedalaman tanah : (50-100) cm
 Nama Operator : IQEBAL
 Tanggal : 19-01-2017
 Jenis Sampel :

PENGUKURAN AWAL

Dim. s = 6 cm
 Tinggi, H = 2 cm
 Berat, W = 272,3 gr
 Kadar Air, w = 10,211 %
 Angka Por, e = 0,612

Luas, A = 36 cm²
 Volume, V = 72 cm³
 Berat Isi Basah, γ = 1,681 gr/cm³
 Berat Isi Kering, γ_d = 1,525 gr/cm³

PENGGESERAN

Mesin No =
 Kalibrasi (K) = 0,266091 kg/div
 Kecepatan peralihan = 1,2 mm/mn


Proving ring no =
 Beban Total = 10 kg
 Tegangan Normal = 0,278 kg/cm²

Waktu	Peralihan Horizontal (B)	Regangan	Pembacaan dial beban	Beban horizontal	Luas terkoreksi	Tegangan Geser	Pergerakan Vertikal	
							Pembacaan dial	Pergerakan vertikal
a	b	c = (b/D) x 100	d	e = d x k	f	g = e/f	h	i
menit	(div)	(%)	(div)	(kg)	(cm ²)	(kg/cm ²)	(div)	(mm)
0.0	0	0	0	0	36	0		
0.5	30	0.8	4	1,064	35,61	0,03		
1.0	60	1	9	2,335	35,28	0,068		
1.5	90	1.5	13	3,454	34,92	0,099		
2.0	120	2	15	3,991	34,56	0,115		
2.5	150	2.5	15.5	4,124	34,2	0,121		
3.0	180	3	16	4,257	33,84	0,126		
3.5	210	3.5	17	4,391	33,48	0,135		
4.0	240	4	18	4,524	33,12	0,145		
4.5	270	4.5	19	4,658	32,76	0,151		
5.0	300	5	22	5,851	32,4	0,181		
5.5	330	5.5	22.5	5,987	32,04	0,187		
6.0	360	6	22.5	5,987	31,68	0,189		
6.5	390	6.5	22.5	5,987	31,32	0,191		
7.0	420	7	22.5	5,987	30,96	0,193		
7.5	450	7.5	22.5	5,987	30,6	0,196		
8.0	480	8	22.5	6,253	30,24	0,207		
8.5	510	8.5	21	6,386	29,88	0,214		
9.0	540	9	21	6,386	29,52	0,216		
9.5	570	9.5	21	6,386	29,16	0,219		
10.0	600	10	25	6,652	28,8	0,231		
10.5								
11.0								
11.5								
12.0								
12.5								
13.0								
13.5								
14.0								
14.5								
15.0								
15.5								
16.0								
16.5								
17.0								
17.5								
18.0								
18.5								
19.0								
19.5								
20.0								
20.5								
20.5								
20.5								

Diperiksa
 Kepala Laboratorium
 Ir. Akhmad Marzuko, M.T.

$$f = \frac{D^2}{2} \left(\cos \frac{\delta}{D} - \left(\frac{\delta}{D} \sin \left(\cos \frac{\delta}{D} \right) \right) \right)$$

Lampiran 27. Uji Geser Langsung Sampel 5 Kedalaman 50-100 cm



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN, UHI
 Jl. Kaliurang KM. 14,4 Telp. (0274) 895042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

UJI GESER LANGSUNG UU

Proyek : TA Lokasi Proyek : kode sampel : 5 Deskripsi Tanah :	Kedalaman tanah : (50-100) cm Nama Operator : IQBAL Tanggal : 19-01-2017 Jenis Sampel :
--	--

PENGUKURAN AWAL

Tinggi, H = 6 cm Berat, W = 293,62 gr Kadar Air, w = 11,182 % Angka Poros, e = 0,366	Luas, A = 36 cm ² Volume, V = 72 cm ³ Berat Isi Basah, γ = 1,977 gr/cm ³ Berat Isi Kering, γ _d = 1,778 gr/cm ³
---	--

PENGGESERAN


Mesin No = Kalibrasi (K) = 0,266091 kg/div Kecepatan peralihan = 1,2 mm/mn	Proving ring no = Beban Total = 20 kg Tegangan Normal = 0,556 kg/cm ²
--	--

Waktu	Peralihan Horizontal (δ)	Regangan	Pembacaan dial beban	Beban horizontal	Luas terkoreksi	Tegangan Geser	Pergerakan Vertikal	
							Pembacaan dial	Pergerakan vertikal
a	b	c = (b/D) x 100	d	e = d x k	f	g = e/f	h	i
menit	(div)	(%)	(div)	(kg)	(cm ²)	(kg/cm ²)	(div)	(mm)
0.0	0	0	0	0	36	0		
0.5	30	0.5	8	2,129	35,61	0,06		
1.0	60	1	22	5,851	35,28	0,166		
1.5	90	1.5	29	7,717	34,92	0,221		
2.0	120	2	33	8,791	34,56	0,254		
2.5	150	2.5	37	9,845	34,2	0,288		
3.0	180	3	39	10,378	33,84	0,307		
3.5	210	3.5	41.5	11,043	33,48	0,33		
4.0	240	4	43	11,412	33,12	0,345		
4.5	270	4.5	45	11,921	32,76	0,366		
5.0	300	5	47	12,506	32,4	0,386		
5.5	330	5.5	48.5	12,905	32,04	0,403		
6.0	360	6	50	13,305	31,68	0,42		
6.5	390	6.5	51	13,571	31,32	0,433		
7.0	420	7	51	13,571	30,96	0,438		
7.5	450	7.5	51	13,571	30,6	0,443		
8.0								
8.5								
9.0								
9.5								
10.0								
10.5								
11.0								
11.5								
12.0								
12.5								
13.0								
13.5								
14.0								
14.5								
15.0								
15.5								
16.0								
16.5								
17.0								
17.5								
18.0								
18.5								
19.0								
19.5								
20.0								
20.5								
20.5								
20.5								

Diperiksa
 Kepala Laboratorium
 Ir. Akhmad Marzuko, M.T.

$$f = \frac{D^2}{2} \times \left(\cos \frac{\delta}{D} - \left(\frac{\delta}{D} \sin \left(\cos \frac{\delta}{D} \right) \right) \right)$$

Lampiran 28. Uji Geser Langsung Sampel 6 Kedalaman 50-100 cm



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN, UII
Jl. Kaliurang KM. 14,4 Telp. (0274) 895042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

UJI GESER LANGSUNG UU

Proyek : TA

Lokasi Proyek : :

Kode sampel : 6

Deskripsi Tanah : :

Kedalaman tanah : (50-100) cm

Nama Operator : IQBAL

Tanggal : 19-01-2017

Jenis Sampel : :

PENGUKURAN AWAL

Tinggi, H = 6 cm	Luas, A = 36 cm ²
Berat, W = 252,05 gr	Volume, V = 72 cm ³
Kadar Air, w = 11,182 %	Berat Isi Basah, γ = 1,955 gr/cm ³
Angka Pori, e = 0,381	Berat Isi Kering, γ _d = 1,758 gr/cm ³

PENGESERAN

Mesin No =	Proving ring no =
Kalibrasi (K) = 0,266031 kg/div	Beban Total = 30 kg
Kecepatan peralihan = 1,2 mm/mn	Tegangan Normal = 0,833 kg/cm ²

Waktu	Peralihan Horizontal (δ)	Regangan	Pembacaan dial beban	Beban horizontal	Luas terkoreksi	Tegangan Geser	Pergerakan Vertikal	
							Pembacaan dial	Pergerakan vertikal
a	b	c = (b/D) x 100	d	e = d x k	f	g = e/f	h	i
menit	(div)	(%)	(div)	(kg)	(cm ²)	(kg/cm ²)	(div)	(mm)
0.0	0	0	0	0	36	0		
0.5	30	0,5	3	0,795	35,61	0,022		
1.0	60	1	11	3,725	35,28	0,106		
1.5	90	1,5	31	8,249	34,92	0,236		
2.0	120	2	42	11,176	34,56	0,323		
2.5	150	2,5	49	13,038	34,2	0,381		
3.0	180	3	55	14,635	33,84	0,432		
3.5	210	3,5	58,5	15,566	33,48	0,465		
4.0	240	4	60	15,965	33,12	0,482		
4.5	270	4,5	61	16,232	32,76	0,495		
5.0	300	5	61	17,03	32,4	0,526		
5.5	330	5,5	66	17,562	32,04	0,518		
6.0	360	6	67,5	17,961	31,68	0,567		
6.5	390	6,5	69	18,36	31,32	0,586		
7.0	420	7	70	18,626	30,96	0,609		
7.5	450	7,5	70	18,626	30,6	0,616		
8.0	480	8	70	18,626	30,24	0,616		
8.5								
9.0								
9.5								
10.0								
10.5								
11.0								
11.5								
12.0								
12.5								
13.0								
13.5								
14.0								
14.5								
15.0								
15.5								
16.0								
16.5								
17.0								
17.5								
18.0								
18.5								
19.0								
19.5								
20.0								
20.5								
20.5								
20.5								

Diperiksa

Kepala Laboratorium

Ir. Akhmad Marzuko, M.T.

$$f = \frac{D^2}{2} \times \left(\cos \frac{\delta}{D} - \left(\frac{\delta}{D} \sin \left(\cos \frac{\delta}{D} \right) \right) \right)$$

Lampiran 29. Grafik Uji Geser Langsung Sampel 4-6 Kedalaman 50-100 cm

PENGUKURAN AWAL		Sampel		
SIK, S	Satuan	I	II	III
Tinggi, H	cm	6	6	6
Berat, W	gr	272,3	293,62	292,05
Kadar Air, w	%	10,244	11,182	11,182
Luas, A	cm ²	36	36	36
Volume, V	cm ³	72	72	72
Berat Isi Basah, γ	gr/cm ³	1,681	1,977	1,955
Berat Isi Kering, γ_d	gr/cm ³	1,525	1,778	1,758
Angka Pori, e		0,612	0,366	0,381

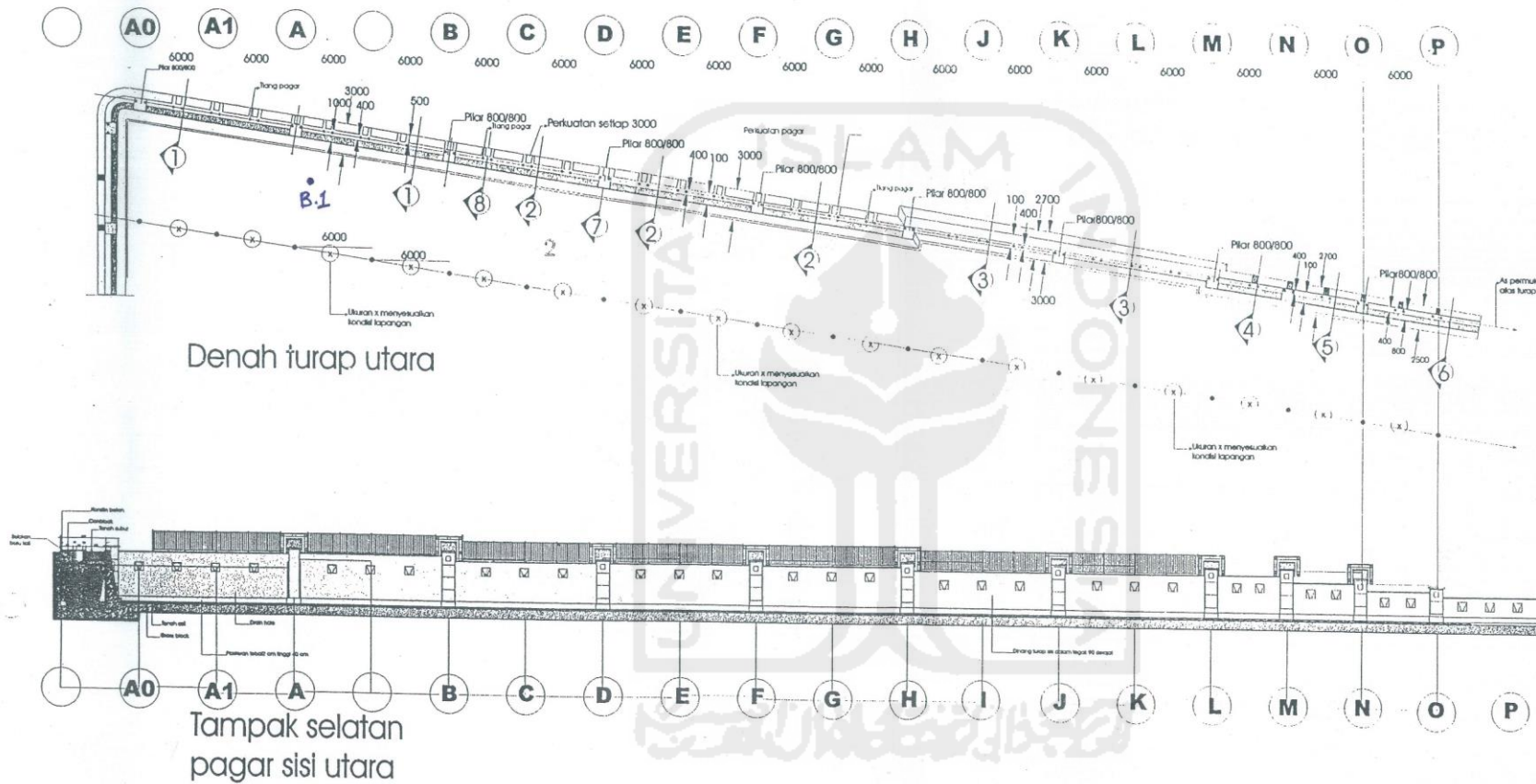
PENGGESERAN		Sampel		
Tegangan geser Max.	satuan	I	II	III
Tegangan Normal	kg/cm ²	0,278	0,556	0,833
Tegangan geser Max.	kg/cm ²	0,185	0,377	0,517

Sudut geser dalam, ϕ	31,11 °
kohesi, c	0,0244 kg/cm ²

Diperiksa
Kepala Laboratorium

Ir. Akhmad Marzuko, M.T.

Lampiran 30. Gambar Denah Dinding Penahan Tanah di Utara Gedung FTSP UII



BADAN WAKAF
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

PEMBANGUNAN
KAMPUS TERPADU
UNIT VII
UNIVERSITAS ISLAM
INDONESIA

JUDUL GAMBAR

DETIL TURAP UTARA

KODE	NO	JML.LBR
------	----	---------

TRP - UT	01	10
----------	----	----

DIRENCANAKAN
11 SEP 1999

Ir. Widodo, MSCE PhD
Koordinator Perencanaan

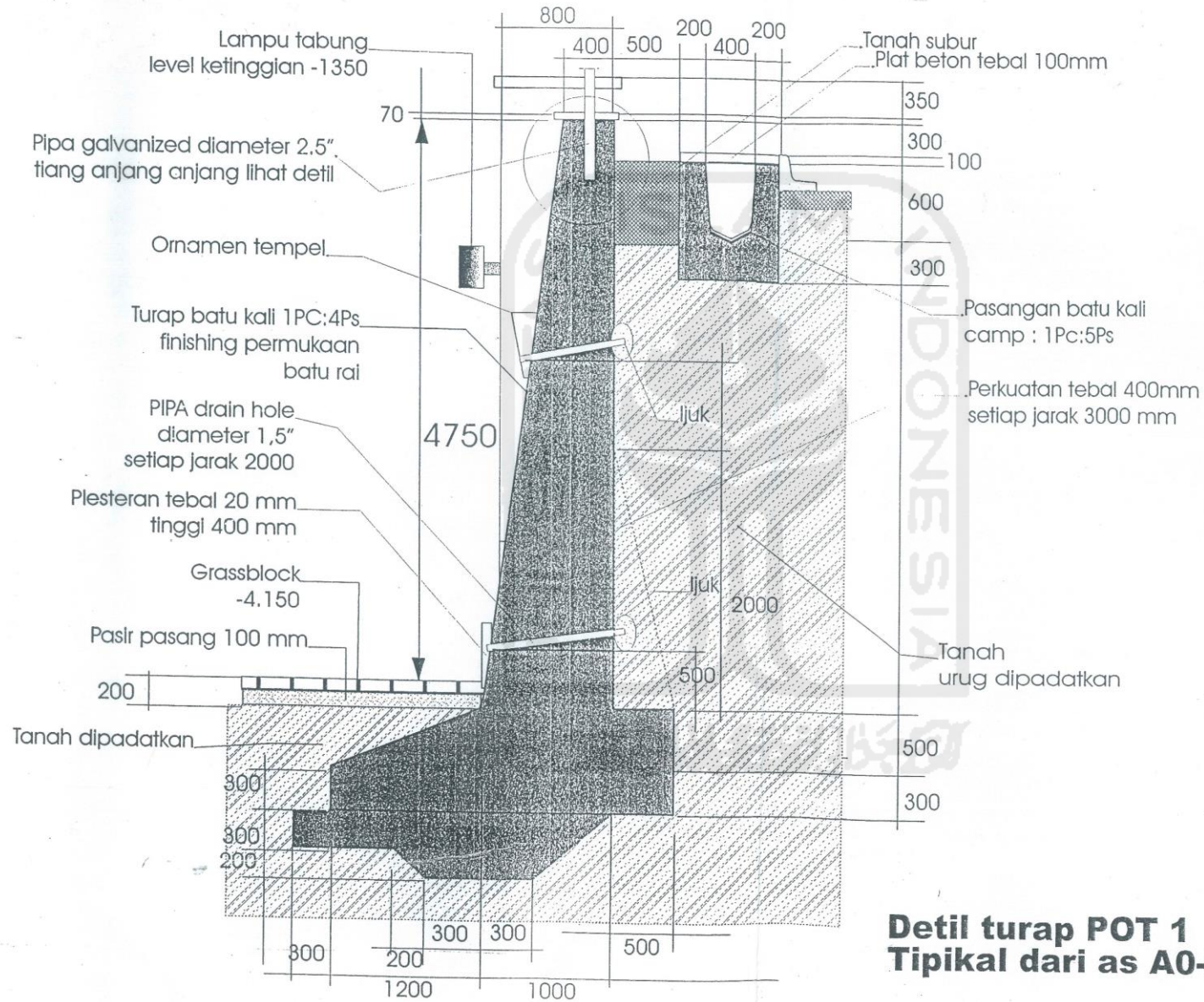

Konstruktor/Arsitek

DIGAMBAR

DISETUJUI

Ir. H. Susastrawan, MS
Pemimpin Proyek

Lampiran 31. Gambar Detail Potongan 1 Dinding Penahan Tanah dari as A0-B di Utara Gedung FTSP UII



**Detail turap POT 1
Tipikal dari as A0-B**



BADAN WAKAF
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

**PEMBANGUNAN
KAMPUS TERPADU
UNIT VII
UNIVERSITAS ISLAM
INDONESIA**

JUDUL GAMBAR

DETIL TURAP UTARA
POT 1 dari AS: A0-B

KODE	NO	JML LBR
TRP - UT	02	10

DIRENCANAKAN

11 SEP 1999

Ir. Widodo, MSCE PhD
Koordinator Perencanaan

Konstruktur/Arsitek

DIGAMBAR

DISETUJUI

Ir. H. Susastrawan, MS
Pemimpin Proyek