



**IDENTIFIKASI KARAKTERISTIK TANAH PADA WADUK  
SIDODADI GLENMORE BANYUWANGI**

**SKRIPSI**

Oleh

**LAELATUL EVIYAH  
NIM 121910301043**

**PROGRAM STUDI SI TEKNIK  
JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS JEMBER  
2016**



**IDENTIFIKASI KARAKTERISTIK TANAH PADA WADUK  
SIDODADI GLENMORE BANYUWANGI**

**SKRIPSI**

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan Program Studi Teknik Sipil (S1) dan mencapai gelar Sarjana Teknik

Oleh

**LAELATUL EVIYAH  
NIM 121910301043**

**PROGRAM STUDI STRATA I TEKNIK  
JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS JEMBER  
2016**

## PERSEMBAHAN

Puji syukur kehadirat Allah SWT, Skripsi ini saya persembahkan untuk :

1. Kedua orang tua tercinta, Ibunda Yulianti dan Ayahanda Jumiadi yang selalu memberi semangat dan motivasi dalam hidupku.
2. Adikku Nofin Dwi Lestari, yang tersayang.
3. Hady Rahmad Alamin yang selalu memberi semangat.
4. Sahabatku Widyanti Sukma Rohani, Elis wahyuni dan Nur Fatmala yang selalu mendukung dan membantuku.
5. Teknisi laboratorium Mekanika Tanah yang selalu mendampingi selama penelitian.
6. Teman-teman satu angkatan Teknik Sipil 2012 yang senasib dan seperjuangan, terimakasih atas kerjasama dan kekompakannya selama ini.
7. Teman kost An-nissa Jalan Mastrip V No.3 yang memberikan semangat, terutama Irma.
8. Almamater Fakultas Teknik jurusan Teknik Sipil Universitas Jember.

**MOTTO**

“Minta tolonglah (kepada Allah SWT untuk mencapai cita-citamu) dengan sifat sabar dan shalat. Dan sesungguhnya shalat itu berat sekali, kecuali bagi orang-orang yang khusus”

(QS. Al-Baqarah : 45)<sup>1</sup>

Allah akan meninggikan orang-orang yang beriman diantara kamu dan orang-orang yang diberi ilmu pengetahuan beberapa derajat.

*(Terjemahan Surat Al-Mujadalah Ayat 11)*<sup>2</sup>

Sesungguhnya dimana ada kesulitan disitu ada kelapangan.

( Terjemahan Surat AL-Insyirah ayat 5)<sup>3</sup>

**PERNYATAAN**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Laelatul Eviyah

NIM : 121910301043

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul : “Identifikasi Karakteristik Tanah Pada Waduk Sidodadi Glenmore Banyuwangi” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali jika dalam pengutipan substansi disebutkan sumbernya, dan belum pernah diajukan pada institusi manapun, serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

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

Jember, 29 Mei 2016

Yang Menyatakan,

Laelatul Eviyah

NIM 121910301043

**SKRIPSI**

**IDENTIFIKASI KARAKTERISTIK TANAH PADA WADUK  
SIDODADI GLENMORE BANYUWANGI**

Oleh

**LAELATUL EVIYAH**  
**NIM 121910301043**

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : M. Farid Ma'ruf, ST., MT. Ph. D

Dosen Pembimbing Anggota : Dr. Ir. Entin Hidayah, M.UM

**PENGESAHAN**

Skripsi berjudul : “Identifikasi Karakteristik Tanah Pada Waduk Sidodadi Glenmore Banyuwangi : Laelatul Eviyah, 121910301043” telah diuji dan disahkan pada :

hari :

tanggal :

tempat : Fakultas Teknik Universitas Jember

Tim Penguji

Pembimbing Utama,

Pembimbing Anggota,

M. Farid Ma’ruf, ST., MT., Ph.D  
NIP 19721223 199803 1 002

Dr. Ir. Entin Hidayah, M.UM  
NIP 19661215 199503 2 001

Penguji I

Penguji II

Wiwik Yunarni W, ST., MT  
NIP 19700613 199802 2 001

Sri Wahyuni, ST., MT., Ph.D  
NIP 19711209 199803 2 001

Mengesahkan  
Fakultas Teknik  
Universitas Jember  
Dekan,

Dr. Ir. Entin Hidayah, M.UM  
NIP 19661215 199503 2 001

RINGKASAN

**Identifikasi Karakteristik Tanah Pada Waduk Sidodadi Glenmore Banyuwangi;** Laelatul Eviyah, 121910301043; 2016; 47 halaman, Jurusan Teknik Sipil; Fakultas Teknik; Universitas Jember.

Pengambilan sampel tanah dilakukan di desa Karangharjo lokasi Kecamatan Glenmore Kabupaten Banyuwangi. Pada lokasi tersebut terdapat embung yang digunakan untuk pengairan kebun Kalirejo. Di lokasi tersebut akan direncanakan pembangunan bendung, PLTMH dan perencanaan bangunan pelimpah dan pintu air. Berdasarkan observasi yang dilakukan di lapangan, kondisi bendung masih berupa bendung sementara yang dibangun dari tumpukan batu kali, sehingga perlu perencanaan untuk bendung. Pengambilan sampel tanah dilakukan di 2 titik. Titik pertama di area perencanaan bendung. Titik kedua di area perencanaan bangunan pelimpah dan pintu air.

Salah satu cara untuk mengetahui karakteristik tanah di lapangan adalah dengan uji laboratorium. Pengambilan sample di lapangan dengan uji pemboran tangan. Kekuatan geser tanah dilakukan dengan uji *direct shear test* atau uji geser langsung. Berdasarkan pengujian karakteristik tanah yang dilakukan, jenis tanah pada penelitian ini adalah tanah lempung dengan batas cair rendah (Clay Low). Karena jenis sample tanah pada penelitian ini adalah lempung, maka penelitian ini menggunakan uji geser langsung secara terkonsolidasi (*CD*) dalam mencari parameter kuat geser tanah yaitu nilai kohesi (*c*) dan sudut geser tanah ( $\phi$ ).

Berdasarkan pengujian di laboratorium, sample tanah pada titik 1 dengan kedalaman 1 – 2m termasuk jenis tanah lempung dengan plastisitas sedang dan sample tanah pada titik 2 dengan kedalaman 1 – 2m termasuk jenis tanah pasir halus



berlempung dengan plastisitas rendah. Sedangkan uji *direct shear test* di laboratorium, sample tanah pada titik 1 dengan kedalaman 1m memiliki nilai  $c = 0,2$  kPa &  $\phi = 32,5^\circ$ , sample tanah kedalaman 2m memiliki nilai  $c = 0,32$  kPa &  $\phi = 46,49^\circ$ , dan pada titik 2 sample tanah kedalaman 1m memiliki nilai  $c = 0,18$  kPa &  $\phi = 43,5^\circ$ , sample tanah kedalaman 2m memiliki nilai  $c = 0,12$  kPa &  $\phi = 45,2^\circ$ .

Daya dukung tanah pada setiap kedalaman, sample tanah pada titik 1 dengan kedalaman 1m memiliki nilai daya dukung tanah  $0,133$  kg/cm<sup>2</sup>, kedalaman 2m memiliki nilai daya dukung tanah  $1,711$  kg/cm<sup>2</sup>, dan pada titik 2 dengan kedalaman 1m memiliki nilai daya dukung tanah  $1,469$  kg/cm<sup>2</sup>, kedalaman 2m memiliki nilai daya dukung tanah  $1,711$  kg/cm<sup>2</sup>. Semakin besar nilai daya dukung tanah, keadaan konsistensi tanah semakin keras.

**SUMMARY**

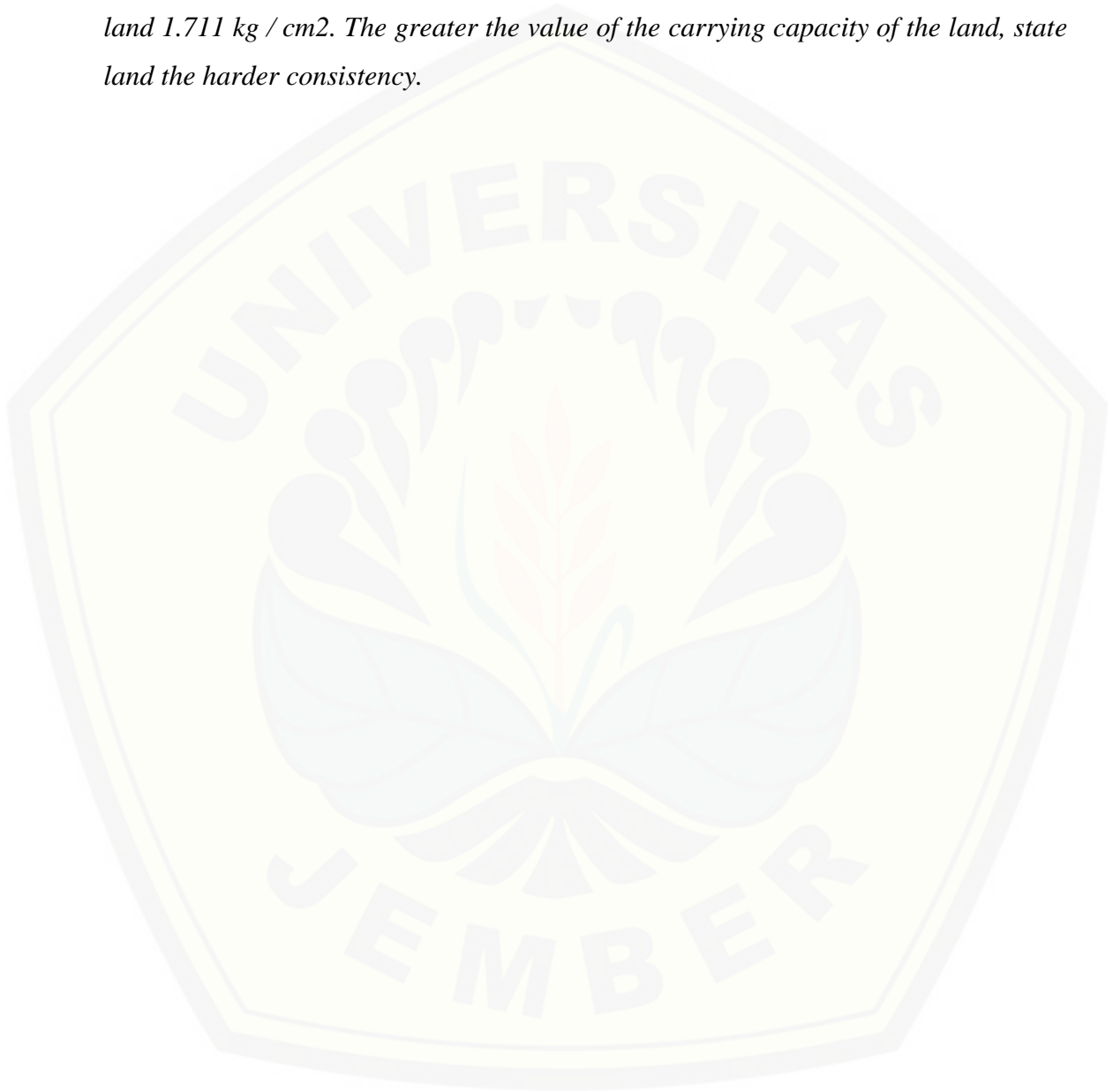
***Identification of Geotechnical Characteristics of Panti Slope By Using Tri-Axial Test; Dewantami Putri Pertiwi, 101910301052; 2014; 47 Pages, Department of Civil Engineering; Faculty of Engineering; University of Jember.***

*Soil sampling conducted in the village of Karangharjo location Glenmore District of Banyuwangi. At that location there are ponds used for watering gardens Kalirejo. At these locations will be planned construction of weirs, MHP and building planning spillway and sluice. Based on observations made in the field, the condition of the dam is still a temporary dam built of stone piles, so the need to plan for the weir. Soil sampling conducted at two points. The first point in the planning area of the weir. The second point in the area of planning and building spillway and sluice.*

*One way to determine the characteristics of the soil in the field is by laboratory testing. The samples in the field with hand drilling test. Soil shear strength tests conducted by direct shear test or direct shear tests. Based on testing conducted soil characteristics, soil type in this study is clay with low liquid limit (Clay Low). Because this type of soil samples in this study are the clay, this study used a direct shear tests consolidated (CD) in finding the shear strength parameters of a value of cohesion ( $c$ ) and ground friction angle ( $\phi$ ).*

*Based on laboratory testing, soil samples at point 1 to a depth of 1 - 2m including the type of clay with moderate plasticity and soil samples at point 2 with a depth of 1 - 2m including fine sand argillaceous soil types with low plasticity. While testing the direct shear test in the laboratory, soil samples at point 1 to a depth of 1m have a value of  $c = 0.2$  kPa and  $\phi = 32,5^\circ$ , 2m of soil samples have values  $c = 0.32$  kPa and  $\phi = 46,49^\circ$ , and at point 2 1m depth of soil samples have values  $c = 0.18$  kPa and  $\phi = 43,5^\circ$ , 2m of soil samples have values  $c = 0.12$  kPa and  $\phi = 45.2^\circ$ .*

*Carrying capacity of the ground at any depth, soil samples at point 1 to a depth of 1m have a carrying capacity of land 0.133 kg / cm<sup>2</sup>, the depth of 2m has a carrying capacity of land 1.711 kg / cm<sup>2</sup>, and at point 2 with a depth of 1m have a carrying capacity of land 1,469 kg / cm<sup>2</sup>, the depth of 2m has a carrying capacity of land 1.711 kg / cm<sup>2</sup>. The greater the value of the carrying capacity of the land, state land the harder consistency.*



## PRAKATA

Puji syukur kehadiran Allah Swt. atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Identifikasi Karakteristik Tanah Pada Waduk Sidodadi Glenmore Banyuwangi”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Jember.

Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak, oleh karena itu penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Allah SWT yang memberikan hidayah-Nya kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
2. M. Farid Ma'ruf, ST., MT. Ph. D selaku Dosen Pembimbing Utama
3. Dr. Ir. Entin Hidayah, M.UM selaku Dosen Pembimbing Anggota.
4. Dwi Nurtanto, ST., MT., selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah membimbing selama penulis menjadi mahasiswa.
5. Kedua orang tuaku yang telah memberikan dukungan moril dan materiil selama penyusunan skripsi ini.
6. Rekan kerja Keluarga Laboratorium Mekanika Tanah yang telah membantu mendapatkan data.
7. Teman Teknik Sipil 2012 yang selalu menemani dan menghibur.
8. Dan semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Penulis juga menerima segala kritik dan saran dari semua pihak demi kesempurnaan skripsi ini. Akhirnya penulis berharap, semoga skripsi ini dapat bermanfaat.

Jember, 29 Mei 2016

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
<b>HALAMAN SAMPUL</b> .....	<b>i</b>
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	<b>ii</b>
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....	<b>iii</b>
<b>HALAMAN MOTTO</b> .....	<b>iv</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN</b> .....	<b>v</b>
<b>HALAMAN PEMBIMBINGAN</b> .....	<b>vi</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	<b>vii</b>
<b>RINGKASAN</b> .....	<b>viii</b>
<b>SUMMARY</b> .....	<b>ix</b>
<b>PRAKATA</b> .....	<b>x</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>xi</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>xiv</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>xv</b>
<b>BAB 1. PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
<b>1.1 Latar Belakang</b> .....	<b>1</b>
<b>1.2 Rumusan Masalah</b> .....	<b>2</b>
<b>1.3 Tujuan Penelitian</b> .....	<b>2</b>
<b>1.4 Manfaat Penelitian</b> .....	<b>2</b>
<b>1.5 Batasan Masalah</b> .....	<b>3</b>
<b>BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>4</b>
<b>2.1 Tanah</b> .....	<b>4</b>
<b>2.2 Klasifikasi Tanah</b> .....	<b>4</b>
2.2.1 Indeks Properties .....	<b>6</b>
<b>2.3 Uji Konsolidasi Tanah</b> .....	<b>11</b>
<b>2.4 Uji Geser</b> .....	<b>13</b>

2.4.1 Uji Geser Langsung .....	15
2.4.2 Uji Geser Langsung Pada Tanah Pasir .....	16
2.4.3 Uji Geser Langsung Pada Tanah Lempung .....	17
<b>2.5 Daya Dukung Tanah .....</b>	<b>18</b>
2.5.1 Teori Daya Dukung Terzaghi .....	20
<b>2.6 Uji Sondir .....</b>	<b>22</b>
<b>2.7 Pengeboran Menggunakan Bor Tangan .....</b>	<b>22</b>
<b>BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>24</b>
<b>3.1 Pencarian Referensi .....</b>	<b>24</b>
<b>3.2 Lokasi Penelitian .....</b>	<b>24</b>
<b>3.3 Alat dan Bahan Penelitian .....</b>	<b>24</b>
3.3.1 Bahan Penelitian .....	24
3.3.2 Alat Penelitian .....	24
<b>3.4 Tahapan Pengujian .....</b>	<b>25</b>
3.4.1 Pengujian sifat fisik tanah .....	25
3.4.2 Pengujian Konsolidasi .....	26
3.4.3 Pengujian Geser .....	26
<b>BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>28</b>
<b>4.1 Pengambilan Sampel .....</b>	<b>28</b>
<b>4.2 Pengujian Indeks Properties Tanah .....</b>	<b>28</b>
4.2.1 Pengujian Kadar air .....	29
4.2.2 Pengujian Berat Isi .....	29
4.2.3 Pengujian Berat Jenis Tanah .....	30
<b>4.3 Pengujian Batas Atteberg Limit .....</b>	<b>31</b>
<b>4.4 Pengujian Konsolidasi .....</b>	<b>33</b>

4.4.1 Pengujian Konsolidasi Manual .....	33
4.4.2 Pengujian Konsolidasi <i>Automatic</i> .....	35
<b>4.5 Pengujian Geser .....</b>	<b>38</b>
4.5.1 Tahap Konsolidasi .....	39
4.5.2 Tahap Pembebanan .....	40
4.5.3 Perhitungan Daya Dukung Tanah .....	41
<b>4.6 Hasil Uji Karakteristik Tanah .....</b>	<b>44</b>
<b>BAB 5. PENUTUP .....</b>	<b>45</b>
5.1 Kesimpulan .....	45
5.2 Saran .....	45
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	
<b>LAMPIRAN - LAMPIRAN</b>	

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Sistem Klasifikasi Tanah <i>Unified</i> .....	5
Tabel 2.2 Kadar Air untuk Beberapa Jenis Tanah Dalam Keadaan Jenuh .....	7
Tabel 2.3 Berat Jenis Tanah .....	8
Tabel 2.4 Nilai Indeks Plastisitas dan Macam Tanah .....	11
Tabel 2.5 Sudut Gesek Untuk Tanah Pasir .....	17
Tabel 2.6 Nilai-nilai Tekstur Daya Dukung Tanah Terzaghi .....	21
Tabel 4.1 Hasil Pengujian Kadar Air Tanah .....	29
Tabel 4.2 Hasil Pengujian Berat Isi .....	30
Tabel 4.3 Hasil Pengujian Berat Jenis Tanah .....	30
Tabel 4.4 Hasil Pengujian Batas Atteberg Limmit .....	31
Tabel 4.5 Hasil Pengujian Konsolidasi BH 1 (1m) .....	33
Tabel 4.6 Hasil Pengujian Konsolidasi BH 1 (2m) .....	34
Tabel 4.7 Hasil Pengujian Konsolidasi BH 2 (1m) .....	36
Tabel 4.8 Hasil Pengujian Konsolidasi BH 2 (2m) .....	37
Tabel 4.9 Hasil Pengujian Geser .....	39
Tabel 4.10 Hasil Perhitungan $q_u$ .....	43
Tabel 4.11 Hasil Pengklasifikasian Tanah .....	44



DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Distribusi Ukuran Tanah .....	10
Gambar 2.2 Alat Uji Oedometer Vj Tech .....	11
Gambar 2.3 Jenis Keruntuhan Tipikal Yang Membutuhkan Evaluasi Kuat Geser Tanah .....	13
Gambar 2.4 Alat Uji <i>Direct Shear</i> .....	16
Gambar 2.5 Hasil Uji Geser Langsung Tanah Pasir .....	16
Gambar 2.6 Kurva Penurunan Terhadap Beban Yang Diterapkan .....	19
Gambar 2.7 Macam-macam Keruntuhan Geser Pada Pondasi .....	20
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian .....	27
Gambar 4.1 Peta Lokasi Pengambilan Sampel .....	28
Gambar 4.2 Diagram Plastisitas .....	32
Gambar 4.3 Grafik Konsolidasi BH 1 (1m) .....	34
Gambar 4.4 Grafik Konsolidasi BH 1 (2m) .....	35
Gambar 4.5 Grafik Konsolidasi BH 2 (1m) .....	36
Gambar 4.6 Grafik Konsolidasi BH 2 (2m) .....	37
Gambar 4.7 Grafik Konsolidasi Dengan <i>Automatic Oedometer</i> BH 2 (2m) .....	39
Gambar 4.8 Grafik Uji Geser Dengan <i>Direct Shear Test</i> BH 2 (2m) .....	40

## BAB 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Tanah adalah akumulasi partikel mineral yang tidak mempunyai atau lemah ikatan antar partikelnya, yang terbentuk karena pelapukan dari batuan (Craig, 1994:1). Struktur lapisan tanah pada suatu segmen tertentu mempunyai karakteristik yang berbeda dengan tanah di lokasi yang lain. Karena itu perlu dilakukan penyelidikan tanah. Penyelidikan tanah di lapangan bertujuan untuk menghasilkan keterangan yang diperlukan untuk perencanaan proyek pembangunan. Keterangan ini meliputi keadaan geologi, jenis lapisan-lapisan tanah (stratigrafi). Sedangkan parameter-parameter untuk perancangan berasal dari pengujian-pengujian laboratorium (Wesley, 2012:299).

Pengambilan sampel tanah dilakukan di desa Karangharjo lokasi Kecamatan Glenmore Kabupaten Banyuwangi. Pada lokasi tersebut terdapat embung yang digunakan untuk pengairan kebun Kalirejo. Di lokasi tersebut akan direncanakan pembangunan bendung, PLTMH dan perencanaan bangunan pelimpah dan pintu air. Berdasarkan observasi yang dilakukan di lapangan, kondisi bendung masih berupa bendung sementara yang dibangun dari tumpukan batu kali, sehingga perlu perencanaan untuk bendung. Pengambilan sampel tanah dilakukan di 2 titik. Titik pertama di area perencanaan bendung. Titik kedua di area perencanaan bangunan pelimpah dan pintu air.

Berdasarkan uraian di atas, maka perlu dilakukan identifikasi karakteristik tanah untuk perencanaan bangunan-bangunan tersebut agar supaya mendapatkan gambaran yang jelas tentang lapisan tanah di bawah lapis tanah dasar. Dalam tugas akhir ini peneliti akan melakukan identifikasi karakteristik tanah pada Waduk Sidodadi Glenmore Banyuwangi.

### **1.1 Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang, penulis dapat merumuskan permasalahan sebagai berikut :

1. Bagaimana karakteristik tanah pada Waduk Sidodadi di Kecamatan Glenmore Kabupaten Banyuwangi ?
2. Berapa nilai parameter kekuatan geser tanah pada Waduk Sidodadi di Kecamatan Glenmore Kabupaten Banyuwangi ?
3. Berapa nilai daya dukung tanah pada Waduk Sidodadi di Kecamatan Glenmore Kabupaten Banyuwangi ?

### **1.2 Tujuan Penelitian**

Adapun tujuan dari penelitian ini yaitu :

1. Mengetahui karakteristik tanah pada waduk Sidodadi di Kecamatan Glenmore Kabupaten Banyuwangi.
2. Mengetahui nilai parameter kekuatan geser pada waduk Sidodadi di Kecamatan Glenmore Kabupaten Banyuwangi.
3. Mengetahui nilai daya dukung tanah pada Waduk Sidodadi di Kecamatan Glenmore Kabupaten Banyuwangi

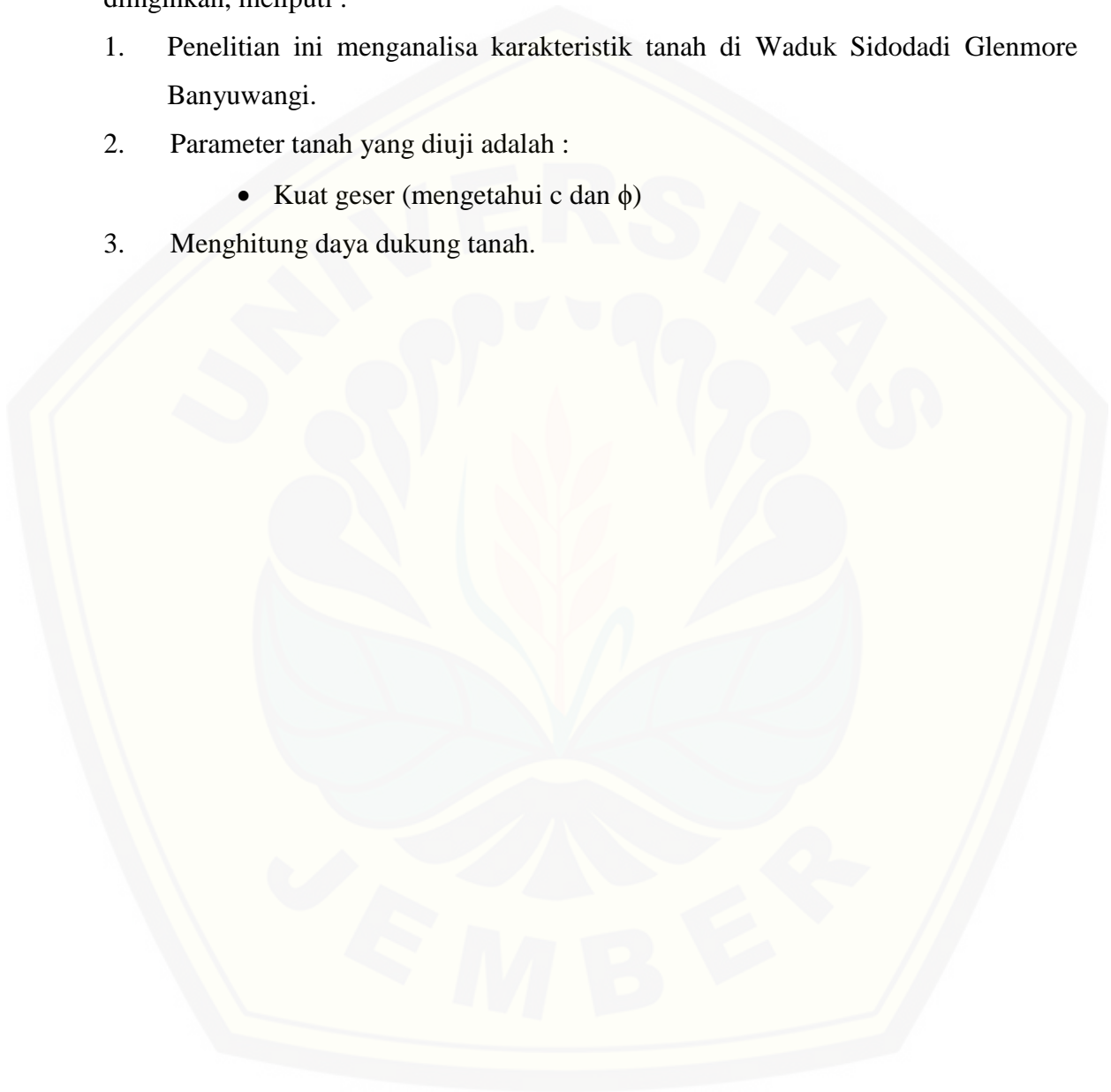
### **1.3 Manfaat Penelitian**

Kegiatan pengujian tanah ini dilaksanakan untuk memperoleh informasi mengenai struktur lapisan tanah dan mendapatkan gambaran kondisi litologi profil geoteknis tanah pada waduk Sidodadi di Kecamatan Glenmore Kabupaten Banyuwangi. Selanjutnya data dan hasil penyelidikan sebagai dasar dan bahan acuan untuk perencanaan pekerjaan lebih lanjut.

#### 1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam pembahasan Tugas Akhir sesuai dengan tujuan yang diinginkan, meliputi :

1. Penelitian ini menganalisa karakteristik tanah di Waduk Sidodadi Glenmore Banyuwangi.
2. Parameter tanah yang diuji adalah :
  - Kuat geser (mengetahui  $c$  dan  $\phi$ )
3. Menghitung daya dukung tanah.



## BAB.2 TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Tanah

Tanah adalah bagian dari kulit bumi yang terdiri dari mineral dan bahan organik. Tanah sangat vital peranannya dalam kehidupan di bumi, karena tanah mampu mendukung kehidupan tumbuhan, manusia dan hewan. Karena tanah adalah tempat produksi sebagian besar makanan bagi makhluk hidup.

Tanah terdiri atas berbagai lapisan yang disebut horison-horison. Sehingga dikenal lapisan atas atau horison A atau top soil, di bawahnya ada horison B atau sub soil, kemudian horison C yang terdiri dari hasil pelapukan batuan, dan dibawahnya lagi terdapat batuan-batuan atau *bedrock*.

Komposisi tanah berbeda-beda dari tempat yang satu dengan tempat yang lain. Sifat-sifat suatu macam tanah banyak tergantung pada ukuran butiran. Butiran tanah sangat berpengaruh dalam pengklasifikasian tanah. Kebanyakan tanah terdiri dari butir-butir pasir, lempung, lanau, dan kerikil.

Suatu tanah yang terdiri dari berbagai butiran dengan ruang-ruang yang disebut pori antar butiran. Pori-pori ini biasanya berisi air dan udara. Karena adanya pori inilah maka terjadi pergerakan air di dalam yang disebut dengan rembesan (*permeability*). Sifat dan karakteristik tanah akan sangat mempengaruhi proses rembesan (Hardiyatmo, 2002:1).

### 2.2 Klasifikasi Tanah

Tanah secara umum dapat diklasifikasikan sebagai tanah kohesif dan tanah tidak kohesif, istilah ini terlalu umum sehingga memungkinkan terjadinya identifikasi yang sama pada beberapa jenis tanah. Sistem klasifikasi tanah yang umum digunakan adalah sistem klasifikasi Unified.

Menurut sistem ini, tanah dikelompokkan dalam tiga kelompok, yang masing-masing diuraikan lagi dengan memberi simbol pada setiap jenis yang terdiri dari lima belas jenis seperti pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Sistem klasifikasi tanah unified

Tabel 1.6 Sistem klasifikasi tanah Unified		Nama Jenis	
Detail Utama Tanah berbutir halus 50% atau lebih (lebih dari 0,075 mm) Tanah berbutir kasar 50% atau lebih (lebih dari 0,075 mm)	Simbol Kelompok GW GP GM GC SW SP SM SC ML CL OL MH CH OH PT	Nama Jenis Keras gradasi baik dan campuran pasir-kerik, sedikit atau tidak mengandung butiran halus Keras gradasi buruk dan campuran pasir-kerik atau tidak mengandung butiran halus Keras berlempung, campuran kerik-pasir-lempung Keras berlempung, campuran kerik-pasir-lempung Pasir gradasi baik, pasir berkerik, sedikit atau tidak mengandung butiran halus Pasir gradasi buruk, pasir kerik, sedikit atau tidak mengandung butiran halus Pasir berlempung, campuran pasir-lempung Pasir berlempung, campuran pasir-lempung Lempung tak organik dan pasir sangat halus, serbuk batuan atau pasir halus berlempung atau berlempung Lempung tak organik dengan plastisitas rendah sampai sedang, lempung berkerik, lempung berpasir, lempung berlempung, lempung liat (lean clay) Lempung organik dan lempung berlempung organik dengan plastisitas rendah Lempung tak organik atau pasir halus datar, lempung atau liat Lempung tak organik dengan plastisitas tinggi Lempung organik dengan plastisitas sedang sampai tinggi Gambut (peat) dan tanah lain dengan kandungan organik tinggi	Nama Jenis $C_u = \frac{D_{60}}{D_{30}} > 4$ , $C_c = \frac{D_{30}^2}{D_{60} D_{10}}$ atau 1 dan 3 Tidak memenuhi kedua kriteria untuk GW Batas-batas Atterberg di daerah atau dari diagram bowditch A atau $PI < 4$ Batas-batas Atterberg di atas garis A atau $PI > 4$ Batas-batas Atterberg di atas garis A atau $PI > 7$ Tidak memenuhi kedua kriteria untuk SW Batas-batas Atterberg di daerah atau dari diagram bowditch, maka dipakai simbol Batas-batas Atterberg di atas garis A atau $PI > 7$
		Manual untuk identifikasi secara visual dapat dilihat di ASTM Geoguide G-2408	

Sumber : Hary Christady H, Mekanika Tanah 1, 2002:57

Untuk tanah berbutir kasar dibagi atas kerikil dan tanah kerikilan (G), pasir dan tanah kepasiran (S). Yang termasuk dalam kerikil adalah tanah yang mempunyai persentase lolos saringan No.4 < 50 % sedangkan tanah yang mempunyai lolos saringan No.4 > 50 % termasuk kelompok pasir. Tanah berbutir halus dibagi dalam lanau (M) dan lempung (C) yang didasarkan atas batas cair dan indeks plastisitas (Hardiyatmo, 2002:57).

Untuk mendapatkan komposisi tanah dan klasifikasi tanah maka dilakukan suatu penyelidikan di laboratorium geologi dan mekanika tanah Fakultas Teknik Universitas Jember yang meliputi :

### 2.2.1 Indeks Properties

Indeks properties bertujuan untuk mengetahui sifat fisik tanah sebelum dilakukan pengujian yang lebih lanjut. Pengujian ini meliputi : pengujian kadar air, berat jenis, berat isi/volume, analisa saringan dan atterberg limit.

#### a. Kadar air

Bertujuan untuk menentukan kadar air tanah yaitu perbandingan antara berat air yang terkandung dalam tanah dengan berat kering tanah tersebut. Menurut Hardiyatmo (2002: 4), kadar air ditentukan dengan menggunakan rumus :

$$W = \frac{W_w}{W_s} \times 100\% \dots\dots\dots(2.1)$$

Keterangan :

- W = Kadar air
- $W_w$  = Berat tanah basah
- $W_s$  = Berat tanah kering

Tabel 2.2 Kadar air untuk beberapa jenis tanah dalam keadaan jenuh

Jenis Tanah	Kadar air alami dalam keadaan jenuh %
Pasir lepas seragam	30
Pasir padat seragam	16
Pasir kelanauan lepas berbutir tajam/bersudut	25
Lempung kaku	21
Lempung lunak	30-50
Loess	25
Lempung organik lunak	90-120
Tanahglasial	10

Sumber: Ir. G. Djatmiko Soedarmo, Mekanika Tanah 1, 1993:20

b. Berat isi/volume

Bertujuan untuk menentukan berat isi/volume tanah. Berat isi tanah tergantung dari berat jenisnya, derajat kejenuhan, dan porositas dari tanah tersebut. Menurut Hardiyatmo (2002: 4), berat isi/volume ditentukan dengan menggunakan rumus :

$$\gamma = \frac{w_2 - w_1}{V} \dots\dots\dots(2.2)$$

Keterangan :

$\gamma$  = Berat isi tanah ( gr/cm<sup>3</sup> )

$w_1$  = Berat silinder/ring ( gr )



$W_2$  = Berat silinder/ring + tanah ( gr )

$V$  = Volume silinder/ring (  $\text{cm}^3$  )

c. Berat jenis

Berat jenis tanah adalah perbandingan antara berat isi butiran tanah dengan berat air. Menurut Hardiyatmo (2002:5), berat jenis dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$GS = \frac{(W_2 - W_1)}{(W_4 - W_1) - (W_3 - W_2)} \dots\dots\dots (2.3)$$

Keterangan :

$W_1$  = Berat picnometer ( gr )

$W_2$  = Berat picno + tanah ( gr )

$W_3$  = Berat picno + tanah + air ( gr )

$W_4$  = Berat picno + air ( gr )

$GS$  = Berat jenis

Nilai-nilai berat jenis dari berbagai jenis tanah diberikan dalam Tabel 2.2.

Tabel 2.3 Berat jenis tanah

Macam tanah	Berat jenis ( $G_s$ )
Kerikil	2,65 - 2,68
Pasir	2,65 - 2,68
Lanau anorganik	2,62 - 2,68
Lempung organik	2,58 - 2,65
Lempung anorganik	2,68 - 2,75
Humus	1,37
Gambut	1,25 - 1,80

Sumber : Hary Christady Hardiyatmo, 2002: 5

#### d. Analisa Saringan

Analisa saringan bertujuan untuk menentukan pembagian ukuran butir suatu contoh tanah. Variasi ukuran dari suatu campuran harus mempunyai gradasi yang baik sesuai dengan standart analisa saringan dari ASTM. Sifat-sifat suatu jenis tanah tergantung pada ukuran butirnya. Untuk itu pengukuran besar butir tanah paling sering dilakukan dalam laboratorium. Penentuan deskripsi tanah atau klasifikasi tanah dapat diketahui dari pembagian besar butiran tanah tersebut.

Untuk mengklasifikasikan tanah berbutir kasar dapat dicari dengan parameter yaitu  $C_u$  (koefisien keseragaman),  $C_c$  (koefisien gradasi) dan dengan persamaan berikut :

$$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}} \dots\dots\dots (2.4)$$

Koefisien gradasi :

$$C_c = \frac{D_{30}^2}{D_{60} \times D_{10}} \dots\dots\dots (2.5)$$

Keterangan :

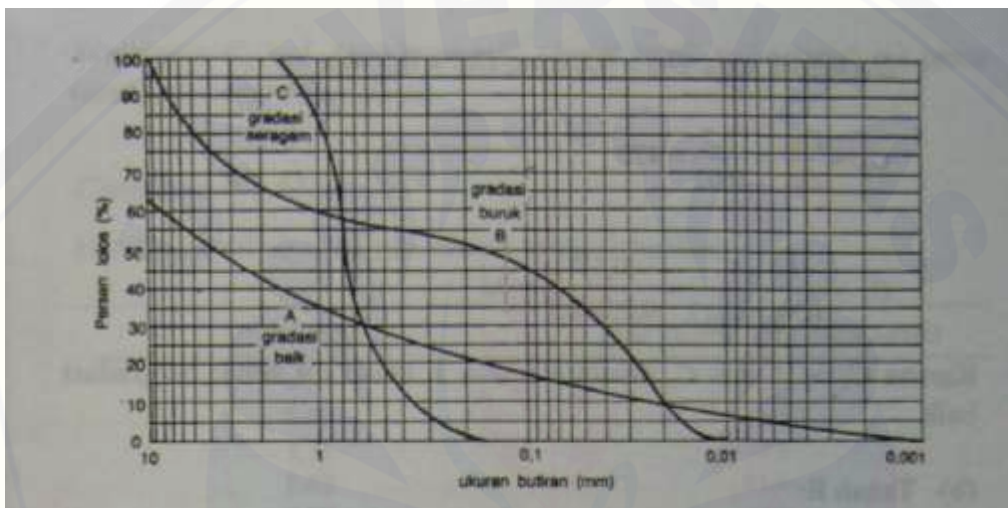
$D_{60}$  = diameter yang bersesuaian dengan 60% lolos saringan yang ditentukan dari kurva distribusi ukuran butiran.

$D_{10}$  = diameter yang bersesuaian dengan 10% lolos saringan yang ditentukan dari kurva distribusi ukuran butiran.

$D_{30}$  = diameter yang bersesuaian dengan 30% lolos saringan yang ditentukan dari kurva distribusi ukuran butiran.

Untuk pasir, tanah bergradasi baik jika nilai  $C_c$  berkisar  $1 < C_c < 3$  dengan  $C_u > 4$ . Kerikil bergradasi baik jika nilai  $C_c$  berkisar  $1 < C_c < 3$ . Bila persyaratan  $C_c$  telah terpenuhi, dan nilai  $C_u > 15$ , maka tanah termasuk bergradasi sangat baik (Hardiyatmo, 2002: 39).

Tanah berbutir kasar bergradasi seragam yaitu mempunyai ukuran butir yang hampir sama. Bergradasi baik yaitu mempunyai distribusi ukuran butir yang mencakup hampir semua ukuran butir, tanpa adanya salah satu ukuran butir yang tidak terwakili. Dan bergradasi buruk yaitu mempunyai distribusi ukuran butir yang beberapa ukuran diantaranya tidak terwakili sedangkan ukuran butir lainnya lebih dominan, untuk melihat distribusi ukuran butir tanah dapat dilihat pada gambar 2.1.



Gambar 2.1 Distribusi ukuran butir tanah

e. Uji Plastisitas tanah

Uji plastisitas tanah bertujuan untuk menentukan batas terendah kadar air ketika tanah dalam keadaan plastis, dan angka Indeks Plastisitas Tanah. Untuk pengujian ini menggunakan alat cassagandre. Sedangkan angka Indeks Plastisitas Tanah didapat setelah pengujian Batas cair (*Liquid Limit*, LL) dan Batas Plastis (*Plastic Limit*, PL) dilakukan karena angka Indeks Plastisitas Tanah didapat dengan rumus (Hardiyatmo, 2002: 48) :

$$IP = LL - PL \dots\dots\dots (2.6)$$

Keterangan :

- IP = Indeks plastisitas tanah  
LL = Batas cair tanah  
PL = Batas plastis tanah

Tabel 2.4 Nilai indeks plastisitas dan macam tanah

PI	Sifat	Macam tanah
0	Non plastis	Pasir
<7	Plastisitas rendah	Lanau
7-17	Plastisitas sedang	Lempung berlanau
>17	Plastisitas tinggi	Lempung

Sumber : Hary Christady Hardiyatmo, 2002: 48

### 2.3 Uji Konsolidasi Tanah

Pemeriksaan konsolidasi dimaksudkan untuk menentukan sifat pemampatan suatu macam tanah yang diakibatkan adanya tekanan vertikal dan sifat pemampatan ini berupa adanya perubahan isi dan proses keluarnya air dalam pori tanah. Untuk pengujian ini menggunakan alat konsolidasi manual dan otomatis. Di bawah ini Gambar 2.2 menunjukkan alat uji oedometer Vj Tech.



Gambar 2.2 Alat uji oedometer Vj tech (Vj tech, 2012)

Koefisien kemampatan,  $C_v$  adalah perubahan angka pori per satuan perubahan tegangan akibat konsolidasi pada perubahan tegangan tersebut (Hardiyatmo, 2010:70).

$$\alpha_v = \frac{\Delta e}{\Delta p} \dots \dots \dots (2.7)$$

Keterangan :

$\Delta e$  = Selisih angka pori pada tegangan  $p_1$

Koefisien pemampatan volume,  $m_v$  adalah perubahan volume per satuan volume untuk setiap satuan perubahan tegangan (Hardiyatmo, 2010:70).

$$m_v = \frac{\alpha_v \Delta p}{1 + e_1} \dots \dots \dots (2.8)$$

Koefisien konsolidasi,  $C_v$  adalah parameter yang menghubungkan perubahan tekanan air pori terhadap waktu (Wesley, 2012:185).

$$C_v = \frac{0,848.d^2}{t_{90}} \dots\dots\dots(2.9)$$

Faktor waktu,  $T_v$  adalah parameter tak berdimensi yang menghubungkan waktu, koefisien konsolidasi, dan jarak pengaliran (*drainage path*); digunakan untuk menentukan kecepatan pengaliran air secara teoritis pada kurva konsolidasi (Wesley, 2012:186).

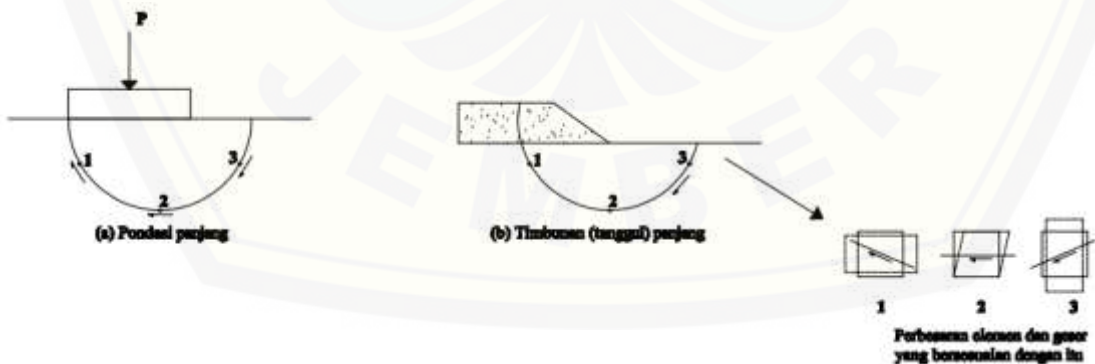
$$T_v = \frac{c_v t}{d^2} \dots\dots\dots(2.10)$$

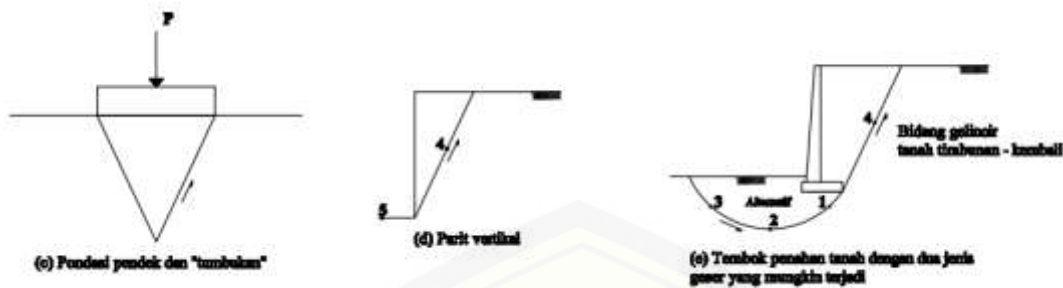
Keterangan :

$d$  = setengah dari ketebalan contoh tanah dalam uji oedometer

### 2.4 Uji Geser

Tanah mengalami keruntuhan akibat ketidakmampuan tanah dalam menahan beban yang diterimanya, sehingga terjadi gerakan yang berupa gelinciran antara dua permukaan yang disebut dengan keruntuhan geser. Gambar 2.3 menunjukkan jenis – jenis keruntuhan yang membutuhkan evaluasi kuat geser tanah (Bowles, 1984:408).





Gambar 2.3 Jenis keruntuhan tipikal yang membutuhkan evaluasi kuat geser tanah (Bowles, 1984:408)

Menurut Bowles (1984:407), karena keruntuhan pada tanah yang terjadi berupa geseran, maka kekuatan tanah yang perlu ditinjau adalah kuat gesernya. Pada dasarnya kekuatan geser tanah merupakan gaya perlawanan tanah yang dilakukan oleh butir – butir tanah terhadap desakan atau tarikan dan bergantung pada tegangan. Kekuatan geser tanah tidak sama pada jenis tanah tertentu, hal ini dikarenakan tanah dengan kedalaman yang besar umumnya lebih kuat daripada tanah dipermukaan. Di lapangan kekuatan geser tanah dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu:

- Keadaan tanah : angka pori, ukuran butiran dan bentuk.
- Jenis tanah : pasir, berpasir, kerikil, lempung, lanau dan sebagainya.
- Kadar air : terutama pada lempung
- Jenis pembebanan dan tingkatnya
- Anisotropis : adanya perbedaan tegangan antara arah vertikal dan horizontal

Sedangkan pada pengujian di laboratorium kuat geser tanah di pengaruhi oleh:

- Metode pengujian
- Gangguan terhadap contoh tanah
- Kadar air
- Tingkat regangan

Parameter utama pada kekuatan geser tanah yaitu kohesi ( $c$ ) yang merupakan tarikan atau ikatan antara butiran tanah dan sudut gesekan tanah ( $\phi$ ) yang bergantung pada tegangan normal. Menurut Wesley (2012:232), rumus kekuatan geser tanah yang dipergunakan secara umum adalah :

$$\tau = c + \sigma \operatorname{tg} \phi \dots\dots\dots (2.11)$$

Keterangan :

$\tau$  = kuat geser tanah (kN/m<sup>2</sup>)

$c$  = kohesi tanah (kN/m<sup>2</sup>)

$\sigma$  = tegangan normal pada bidang runtuh (kN/m<sup>2</sup>)

$\phi$  = sudut gesek dalam tanah (derajat)

Uji kekuatan biasanya dilakukan dalam dua tahap :

Tahap 1 : Pemberian tegangan normal – tahap konsolidasi

Tahap 2 : Pemberian tegangan geser sampai terjadi keruntuhan – tahap pembebanan

Dalam menentukan parameter kuat geser tanah dapat dilakukan dengan beberapa jenis pengujian yaitu :

- a. Uji geser langsung (*Direct Shear Test*)
- b. Uji triaksial (*Triaxial Test*)
- c. Uji tekan bebas (*Unconfined Compression Test*)
- d. Uji geser kipas (*Vane Shear Test*)

#### 2.4.1 Uji Geser Langsung (*Direct Shear Test*)

Diagram skematis dari alat uji geser langsung diperlihatkan pada Gambar 2.4. Peralatan pengujian meliputi kotak geser dari besi, yang berfungsi sebagai tempat benda uji. Kotak terpisah menjadi 2 bagian yang sama. Tegangan normal pada benda uji diberikan dari atas kotak geser. Gaya geser diterapkan pada setengah bagian atau dari kotak geser, untuk memberikan geseran pada tengah-tengah benda uji.

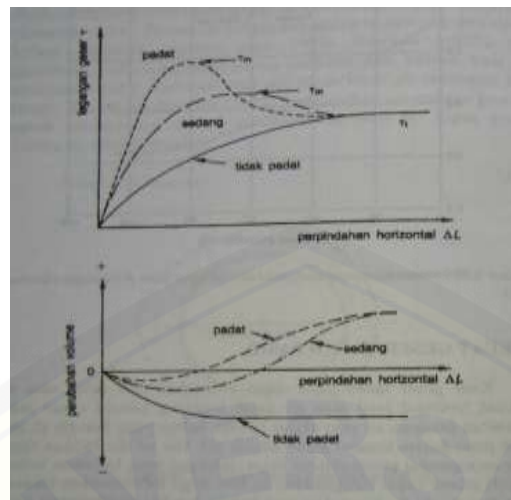




Gambar 2.4. Alat uji *direct shear* Vj tech

#### 2.4.2 Uji Geser Langsung pada Tanah Pasir

Gambar 2.5 memperlihatkan sifat khusus dari hasil uji geser langsung pada tanah pasir tidak padat, sedang, dan padat (Hardiyatmo, 2002:305).



Gambar 2.5 Hasil uji geser langsung pada tanah pasir

Tabel 2.5 memperlihatkan sudut gesek dari hasil uji geser langsung pada tanah pasir (Hardiyatmo, 2002:308).

Tabel 2.5 Sudut gesek untuk tanah pasir

Macam	Sudut gesek dalam efektif $\phi'$	
	Tidak padat	Padat
Pasir bulat, seragam	$27^\circ$	$35^\circ$
Pasir gradasi baik, bentuk bersudut	$33^\circ$	$45^\circ$
Kerikil berpasir	$35^\circ$	$50^\circ$
Pasir berlanau	$27^\circ - 30^\circ$	$30^\circ - 34^\circ$

#### 2.4.3 Uji Geser Langsung pada Tanah Lempung

Telah dipelajari pada pengujian pasir jenuh, bahwa perubahan volume dapat terjadi pada pengujian dengan drainase terbuka (*drained*). Perubahan volume dapat

berupa pengurangan atau penambahan, karena pelonggaran tergantung dari kerapatan relatif maupun tegangan kekang atau tegangan sel (*confining pressure*). Demikian pula yang terjadi pada kelakuan tanah kohesif yang jenuh air bila mengalami pembebanan. Kecepatan perubahan volume yang terjadi pada tanah pasir dan lempung berbeda. Karena, kecepatan perubahan volume tanah akan sangat tergantung dari permeabilitas tanah. Karena tanah lempung berpermeabilitas sangat rendah, sedangkan tanah pasir tinggi, kecepatan berkurangnya tekanan air pori akan lebih cepat terjadi pada tanah pasir. Jadi, untuk tanah pasir, perubahan volume akibat penghamburan tekanan air pori akan lebih cepat daripada tanah lempung (Hardiyatmo, 2002:315).

## 2.5 Daya Dukung Tanah

Analisis daya dukung tanah mempelajari kemampuan tanah dalam mendukung beban pondasi yang bekerja di atasnya. Bila tanah mengalami pembebanan seperti beban pondasi, tanah akan mengalami distorsi dan penurunan. Jika beban ini berangsur-angsur ditambah, penurunan pun juga bertambah. Akhirnya, pada suatu saat terjadi kondisi dimana pada beban yang tetap, pondasi mengalami penurunan yang sangat besar. Kondisi ini menunjukkan bahwa keruntuhan daya dukung telah terjadi.

Gambar kurva penurunan yang terjadi terhadap besarnya beban yang diterapkan diperlihatkan pada Gambar 2.6. Berdasarkan gambar tersebut, beban yang diterapkan mengalami penurunan yang terjadi kira-kira sebanding dengan bebannya. Hal ini digambarkan sebagai kurva yang mendekati garis lurus, yang menggambarkan hasil distorsi elastis dan pemampatan tanahnya. Bila beban bertambah terus, pada kurva terjadi suatu lengkungan tajam yang dilanjutkan dengan bagian garis lurus kedua dengan kemiringan yang lebih curam. Bagian ini menggambarkan keruntuhan geser telah terjadi pada tanahnya. Daya dukung ijin (*allowable*) ( $q_{all}$ ) didefinisikan sebagai

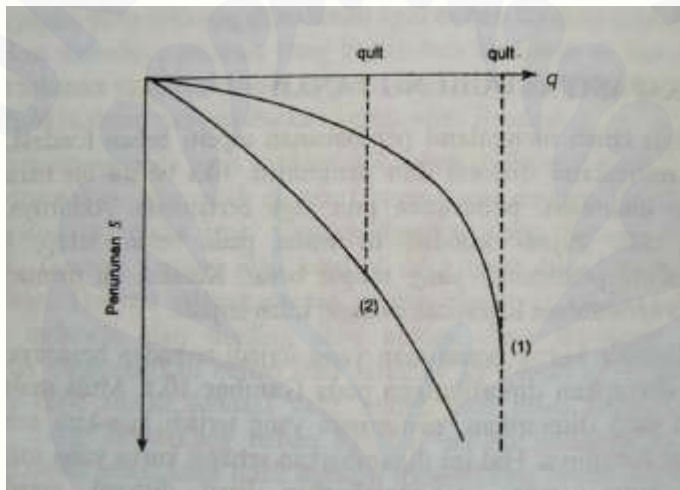
beban maksimum persatuan luas dimana tanah masih dapat mendukung beban dengan tanpa mengalami keruntuhan (Hardiyatmo, 2002: 333).

Bila dinyatakan dalam persamaan, maka :

$$q_{\text{all}} = \frac{q_u}{FS} \dots\dots\dots(2.12)$$

Keterangan :

- $q_{\text{all}}$  = daya dukung yang diijinkan  
 $q_u$  = beban ultimit atau beban batas  
 $FS$  = faktor keamanan

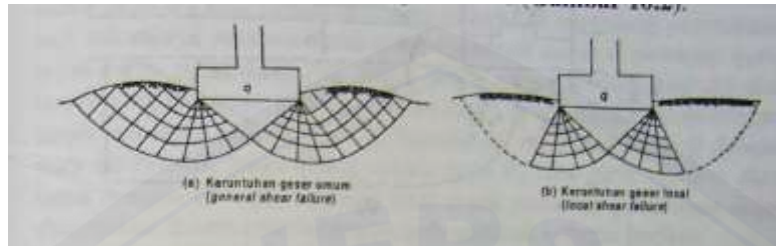


Gambar 2.6 Kurva penurunan terhadap beban yang diterapkan

Menurut Hardiyatmo (2010:335), dari pengamatan kelakuan tanah selama pembebanan hingga tercapainya keruntuhan, diperoleh kenampakan sebagai berikut :

1. Terjadi perubahan bentuk tanah yang berupa penggembungan kolom tanah tepat di bawah dasar fondasi ke arah lateral dan penurunan permukaan di sekitar fondasi.
2. Terdapat retakan lokal atau geseran tanah di sekeliling fondasi.

3. Suatu baji tanah terbentuk tepat di bawah fondasi yang mendesak tanah bergerak ke bawah maupun ke atas.



Gambar 2.7 Macam-macam keruntuhan geser pada fondasi

### 1.5.1 Teori Daya Dukung Terzaghi

Untuk menghitung nilai daya dukung tanah, teori yang sering dipakai adalah teori Terzaghi. Teori daya dukung Terzaghi dimaksudkan untuk pondasi langsung yang tidak begitu dalam (Braja, 1993:141). Teori Terzaghi ini menghasilkan sebuah rumus daya dukung sebagai berikut :

$$q = cN_c + \gamma DN_q + \frac{1}{2} \gamma BN_q \dots\dots\dots (2.13)$$

Keterangan :

$q$  = daya dukung keseimbangan (ultimite bearing capacity)

$B$  = lebar pondasi

$D$  = dalam pondasi

$\gamma$  = berat isi tanah

$c$  = kohesi

$\phi$  = sudut perlawanan geser

Faktor  $N_\gamma$  adalah faktor daya dukung yang disebabkan oleh berat tanah yang merupakan fungsi dari sudut gesek dalam tanahnya ( $\phi$ ). Faktor daya dukung  $N_c$  dan

$N_q$  merupakan faktor daya dukung akibat pengaruh kohesi dan beban terbagi rata yang keduanya merupakan fungsi dari sudut gesek dalam ( $\phi$ ). Nilai  $N_\gamma$ ,  $N_c$ , dan  $N_q$  dapat dilihat dari tabel 2.6.

Tabel 2.6 Nilai-nilai faktor daya dukung tanah Terzaghi

**Tabel 10.1** Nilai-nilai faktor kapasitas dukung tanah Terzaghi

$\phi$	Keruntuhan geser umum			Keruntuhan geser lokal		
	$N_c$	$N_q$	$N_\gamma$	$N_c'$	$N_q'$	$N_\gamma'$
0	5,7	1,0	0,0	5,7	1,0	0,0
5	7,3	1,6	0,5	6,7	1,4	0,2
10	9,6	2,7	1,2	8,0	1,9	0,5
15	12,9	4,4	2,5	9,7	2,7	0,9
20	17,7	7,4	5,0	11,8	3,9	1,7
25	25,1	12,7	9,7	14,8	5,6	3,2
30	37,2	22,5	19,7	19,0	8,3	5,7
34	52,6	36,5	35,0	23,7	11,7	9,0
35	57,8	41,4	42,4	25,2	12,6	10,1
40	95,7	81,3	100,4	34,9	20,5	18,8
45	172,3	173,3	297,5	51,2	35,1	37,7
48	258,3	287,9	780,1	66,8	50,5	60,4
50	347,6	415,1	1153,2	81,3	65,6	87,1

Sumber : Hary Christady H, Mekanika Tanah 2, 2002:341

Selain menggunakan teori Terzaghi, untuk menghitung daya dukung ijin pondasi berdasarkan lebar dan kedalaman pondasi, maka dapat digunakan rumus Mayerhoff sebagai berikut :

$$q_a = \frac{q_c \times B}{40} \times \left(1 + \frac{D}{B}\right) \dots \dots \dots (2.14)$$

Keterangan :

$q_a$  = tekanan dukung yang diijinkan

$q_c$  = tahanan ujung sondir

$B$  = lebar pondasi

$D$  = kedalaman pondasi

## 2.6 Uji Sondir

Uji sondir atau dikenal dengan uji penetrasi kerucut statis, banyak digunakan di Indonesia. Alat ini digunakan dengan cara ditekan ke dalam tanah terus menerus dengan kecepatan tetap 20 mm/detik, sementara itu besarnya perlawanan tanah terhadap kerucut penetrasi ( $q$ ) juga terus menerus diukur. Dari alat penetrometer yang lazim dipakai, sebagian besar mempunyai selubung geser (biconus) yang dapat bergerak mengikuti kerucut penetrometer tersebut. Jadi, kita dapat membaca secara terpisah harga perlawanan ujung conus dan harga hambatan geser dari tanah. Selubung geser mempunyai luas muka sekitar 23,25 in<sup>2</sup> (150 cm<sup>2</sup>). Di masa lampau, alat Sondir lebih banyak digunakan di Eropa daripada di Amerika Serikat. Tetapi, belakangan ini alat tersebut mulai banyak dipakai di Amerika Serikat (Braja, 1993).

Menurut Wesley (2012:317), uji sondir memiliki keuntungan dan kekurangan dalam pelaksanaannya.

Keuntungan uji sondir :

- Lubang bor tidak diperlukan, sehingga tanah yang diperiksa adalah dalam keadaan asli.
- Data yang diperoleh adalah lengkap pada seluruh kedalaman.
- Dipakai pada hampir semua negara.
- Sederhana dan mudah dilaksanakan.
- Pengangkutan perlengkapan tidak sulit.

Kekurangan uji sondir :

- Tidak dapat dipakai pada lapisan tanah yang keras.
- Pengujian empiris, sehingga diperlukan korelasi dengan parameter-parameter lain.

## 2.7 Pengeboran Menggunakan Bor Tangan

Pengeboran dilakukan untuk mendapatkan contoh dari tanah yang dapat diperiksa secara visual supaya sifat asli tanah dapat dicatat secara teliti dan teratur. Catatan ini mencakup jenis tanah pada setiap lapisan yang berbeda serta kedalamannya. Catatan ini, yang meliputi kedalaman penuh dari pengeboran disebut log pengeboran (*bore log*). Untuk mencatat keterangan ini diperlukan seorang yang hadir di tempat pengeboran untuk memeriksa setiap contoh dan mencatat keterangan seperlunya, sesuai dengan cara klasifikasi. Untuk memperoleh keterangan yang dapat dipercaya, contoh yang diambil dari lubang bor sedapat mungkin harus dalam keadaan asli (*undisturbed*), yaitu sifat-sifatnya masih seperti dalam keadaan aslinya di tempat asalnya.

Bor tangan mempergunakan berbagai macam “auger” pada ujung bagian bawah dari serangkaian stang-stang (*rods*) bor. Bagian atas dari rangkaian ini mempunyai tangkai yang dipakai untuk memutar alat tersebut. Jenis auger yang paling sering dipakai adalah tipe “Iwan”. Pada tanah yang lunak sampai sedang, bor tangan dapat mencapai 5 m tanpa kesulitan. Juga “tripod” (kaki tiga) dengan katrol dan tali sering dipakai di berbagai negara untuk mencabut kembali stang-stang dan auger-nya dari lubang bor. Dengan cara ini, pengeboran tangan dapat mencapai kedalaman sekitar 8 m sampai 10 m. Tentu tidak mungkin memakai bor tangan di dalam tanah keras ataupun pasir atau kerikil yang padat. “Casing” umumnya tidak dipakai pada pengeboran tangan, tetapi dapat dipakai bila dipandang perlu. Misalnya, untuk pengeboran bahan-bahan yang amat lunak atau lepas, yang akan mengalami keruntuhan bila casing tidak dipakai. Juga, apabila muka air tanah di tempat tersebut amat tinggi, mungkin perlu memakai casing (Wesley, 2012:300).



## BAB 3. METODE PENELITIAN

### 3.1 Pencarian Referensi

Landasan penelitian didasarkan pada kajian pustaka (*literature review*) atas beberapa tulisan ilmiah yang dimuat di jurnal dan buku referensi sebagaimana yang tertera pada daftar pustaka.

### 3.2 Lokasi Penelitian

Penelitian dilakukan di Laboratorium Mekanika Tanah Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Jember pada tahun 2016. Pengujian di Laboratorium dibagi menjadi dua kelompok yaitu, pengujian untuk memperoleh sifat fisik tanah dan pengujian untuk memperoleh kekuatan geser tanah. Sifat fisik yang diuji adalah kadar air, sifat indeks, berat volume dan berat jenis. Sedangkan kuat geser tanah direpresentasikan oleh kohesi  $c$  dan sudut geser tanah  $\phi$ .

### 3.3 Alat dan Bahan Penelitian

#### 3.3.1 Bahan Penelitian

1. Sampel tanah yang digunakan dalam penelitian tanah diambil dari 2 titik. Titik pertama di lokasi bendung, titik kedua terletak di lokasi waduk.
2. Pengambilan sampel tanah sedalam 2 meter. Sampel *Undisturb soil* diambil dengan menggunakan bor tangan.

#### 3.3.2 Alat Penelitian

Alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain:

1. Alat uji pemeriksaan kadar air

Alat yang digunakan adalah oven, timbangan, desikator, cawan

2. Alat uji berat jenis tanah (*Specific Gravity*)

Alat yang digunakan adalah picnometer, timbangan, saringan, oven, *sprayer*, hot plate.

3. Alat uji batas cair dan batas plastis tanah

Alat yang digunakan adalah alat batas cair standart, alat pembuat alur (grooving tool), neraca, plat kaca, spatula, cawan aluminium, *sprayer*, oven.

4. Alat uji konsolidasi

Alat yang digunakan adalah Oedometer manual dan *Automatic Oedometer VJ Tech*. Dalam pengoperasiannya *automatic consolidation* dikontrol dari komputer (PC) dengan menggunakan software *CLISP Studio*, tetapi dalam pengoperasiannya dapat juga dikendalikan secara manual dari unit dasar.

5. Alat uji geser

*Shear Test VJ Tech* adalah alat uji geser yang berasal dari UK (*United Kingdom*). Alat ini dirancang sesuai dengan fungsi dasar pengujian geser pada sampel secara mudah. Dalam pengoperasiannya alat ini dikontrol dari komputer (PC) dengan menggunakan software *CLISP Studio*, tetapi dalam pengoperasiannya dapat juga dikendalikan secara manual dari unit dasar.

### 3.4 Tahapan Pengujian

#### 3.4.1 Pengujian sifat fisik tanah

1. Pengujian kadar air tanah, untuk menentukan jumlah kandungan air pada tanah sesuai dengan SNI 1965-2008.

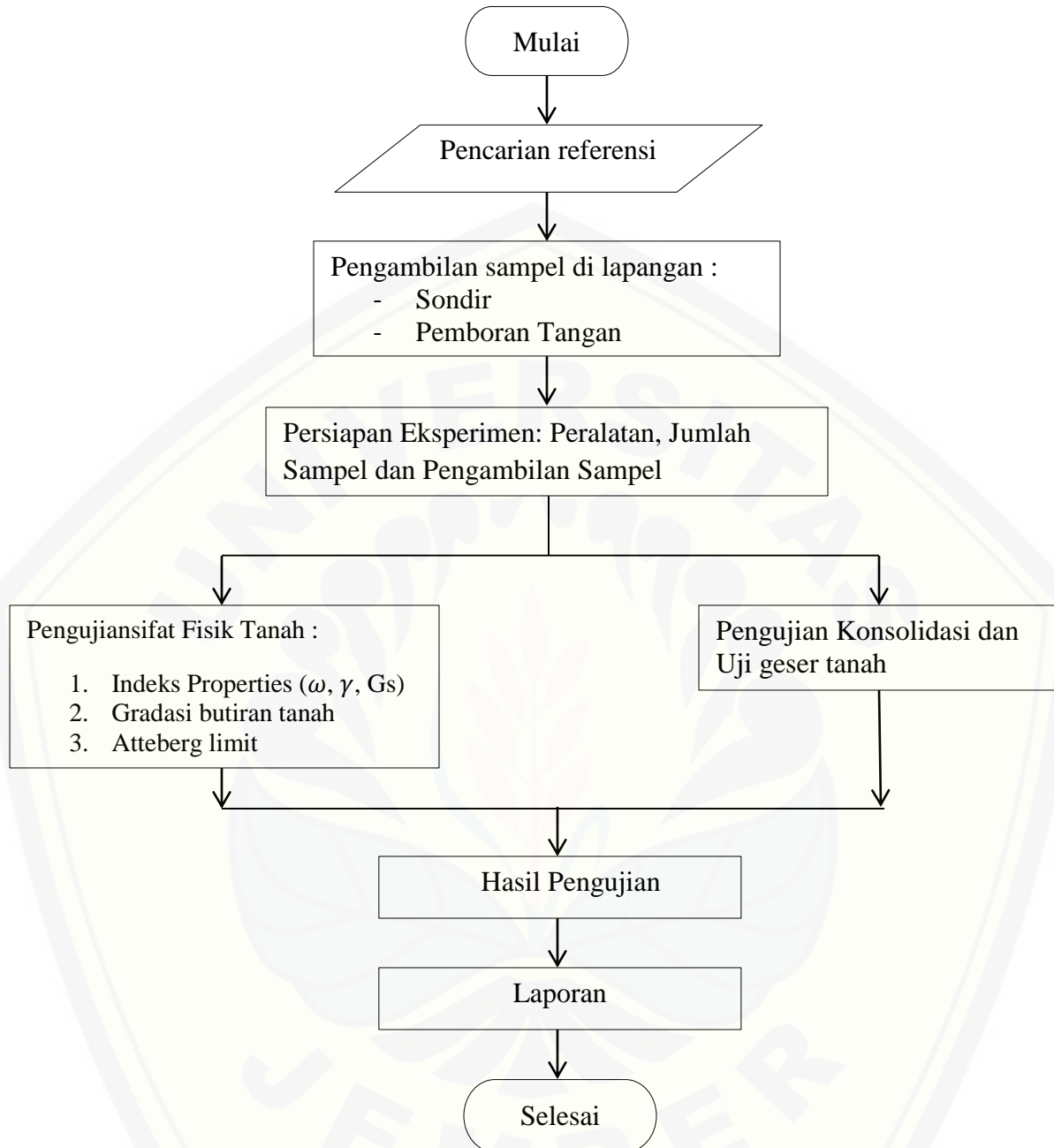
2. Pengujian berat jenis tanah, untuk menentukan perbandingan antara berat isi butir tanah dan berat isi air pada temperatur dan volume yang sama. Pengujian ini sesuai dengan SNI 1964-2008.
3. Pengujian batas *Atteberg*, untuk mengetahui batas cair (*Liquid Limit / LL*) dan batas plastis (*Plastis Limit / PL*) pada tanah. Pengujian ini sesuai dengan SNI 03-1990 dan SNI 1966-2008.

#### 3.4.2 Pengujian Konsolidasi

Pengujian konsolidasi dilakukan menggunakan alat manual dan *Automatic*. Untuk alat manual dilakukan sesuai dengan SNI 2812-2011. Sedangkan untuk alat *Automatic*, pengujiannya dilakukan selama 24 jam setiap bebannya. Beban yang digunakan 25 kPa, 50 kPa, 100 kPa, 200 kPa, 400 kPa, 800 kPa, dan untuk tahap *swelling* beban yang digunakan 200 kPa, 25 kPa. Dalam pengujian, 2 benda uji yang digunakan yaitu pada titik 1.

#### 3.4.3 Pengujian Geser

Pengujian kuat geser tanah dilakukan dengan cara tanah terkonsolidasi dan terdrainasi (CD) yang sesuai dengan BS 1377-8:1990 dan SNI 03-2455-1991, dalam pengoperasian alat ujinya sesuai dengan pelaksanaan berdasarkan *Manual User Guide Triaxial Test Version 3.0*. Penelitian ini menggunakan 3 benda uji pada setiap kedalamannya (per 1 meter), hal ini dikarenakan saat tahap pembebanan ó3 tekanan sel (*cell pressure*) pada benda uji pertama menggunakan tekanan sebesar 25 kPa, pada benda uji kedua menggunakan tekanan sebesar 50 kPa dan pada benda uji ketiga menggunakan tekanan sebesar 100 kPa. Pada tahap konsolidasi ada batasan waktu selama 2 jam.



Gambar 3.1 Diagram alir penelitian



## BAB 5. PENUTUP

### 5.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian dan analisa yang telah dilakukan maka dapat diambil kesimpulan bahwa :

1. Berdasarkan pengujian di laboratorium, sample tanah pada titik 1 dengan kedalaman 1 – 2m termasuk jenis tanah lempung dengan plastisitas sedang dan sample tanah pada titik 2 dengan kedalaman 1 – 2m termasuk jenis tanah pasir halus berlempung dengan plastisitas rendah.
2. Berdasarkan uji *direct shear test* di laboratorium, sample tanah pada titik 1 dengan kedalaman 1m memiliki nilai  $c = 0,2 \text{ kPa}$  &  $\phi = 32,5^\circ$ , sample tanah kedalaman 2m memiliki nilai  $c = 0,32 \text{ kPa}$  &  $\phi = 46,49^\circ$ , dan pada titik 2 sample tanah kedalaman 1m memiliki nilai  $c = 0,18 \text{ kPa}$  &  $\phi = 43,5^\circ$ , sample tanah kedalaman 2m memiliki nilai  $c = 0,12 \text{ kPa}$  &  $\phi = 45,2^\circ$ .
3. Daya dukung tanah pada setiap kedalaman, sample tanah pada titik 1 dengan kedalaman 1m memiliki nilai daya dukung tanah  $0,133 \text{ kg/cm}^2$ , kedalaman 2m memiliki nilai daya dukung tanah  $1,711 \text{ kg/cm}^2$ , dan pada titik 2 dengan kedalaman 1m memiliki nilai daya dukung tanah  $1,469 \text{ kg/cm}^2$ , kedalaman 2m memiliki nilai daya dukung tanah  $1,711 \text{ kg/cm}^2$ . Semakin besar nilai daya dukung tanah, keadaan konsistensi tanah semakin keras.

### 5.2 Saran

1. Pada penelitian ini digunakan 2 benda uji sebagai bahan perbandingan, hal ini dikarenakan keterbatasan bahan dalam pembuatan sample. Oleh sebab itu

untuk penelitian selanjutnya akan lebih baik jika menggunakan bahan perbandingan yang lebih banyak agar mendapatkan data yang lebih baik.

2. Dalam mengoperasikan alat *ShearScan VJ Tech*, pastikan sesuai dengan prosedur yang ada pada *Manual User Guide ShearScan Test Version 3.0*.



**DAFTAR PUSTAKA**

- Bowles Joseph E. 1984. *Sifat – Sifat Fisis Dan Geoteknis Tanah*. Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Craig R.F. 1994. *Mekanika Tanah*. Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Das, Braja M. 1991. *Mekanika Tanah Prinsip – Prinsip Rekayasa Geoteknik*. Jilid I Cetakan Ke dua. Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Faslih, Arman. 2011. *Jurnal Ilmiah*. Penyelidikan Lapisan Tanah Dengan Hand Boring Di Bantaran Sungai Wanggu Kota Kendari. Jurusan Arsitektur, Univ. Haluoleo Kendari.
- Hardiyatmo, Harry C. 2010. *Mekanika Tanah 1*. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Hardiyatmo, Harry C. 2010. *Mekanika Tanah 2*. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Soedarmo, G. D. dan S. J. Edy Purnomo, 1993. *Mekanika Tanah 1*. Malang : Penerbit Kanisius.
- SNI 1965-2008 *Cara Uji Penentuan Kadar Air Untuk Tanah Dan Batuan Di Laboraturium*
- SNI 03-1964-1990 *Cara Uji Berat Jenis Tanah Di Laboraturium*
- SNI 03-1966-1990 *Cara Uji Batas Plastis Dan Indeks Plastisitas Tanah*
- SNI 03-2455-1991 *Cara Uji Triaksial untuk Tanah dalam Keadaan Terkonsolidasi Tidak Terdrainase (CU) dan Terkonsolidasi Terdrainase (CD)*
- SNI 4153 – 2008 *Cara Uji Penetrasi Lapangan Dengan SPT*
- Universitas Jember. 2012. *Pedoman Penulisan Karya Ilmiah*. Jember University Press. Jember
- VJ Tech. 2012. *Shear test System Setup Version 1.0*.
- VJ Tech. 2012. *Shear test Version 3.0. Manual User Guide Shear test Version 3.0*.
- UK



Wesley Laurence D. 2012. *Mekanika Tanah Untuk Tanah Endapan & Residu*.

Penerbit Andi, Yogyakarta.



## LAMPIRAN A

### 1. Pengujian Sondir 1

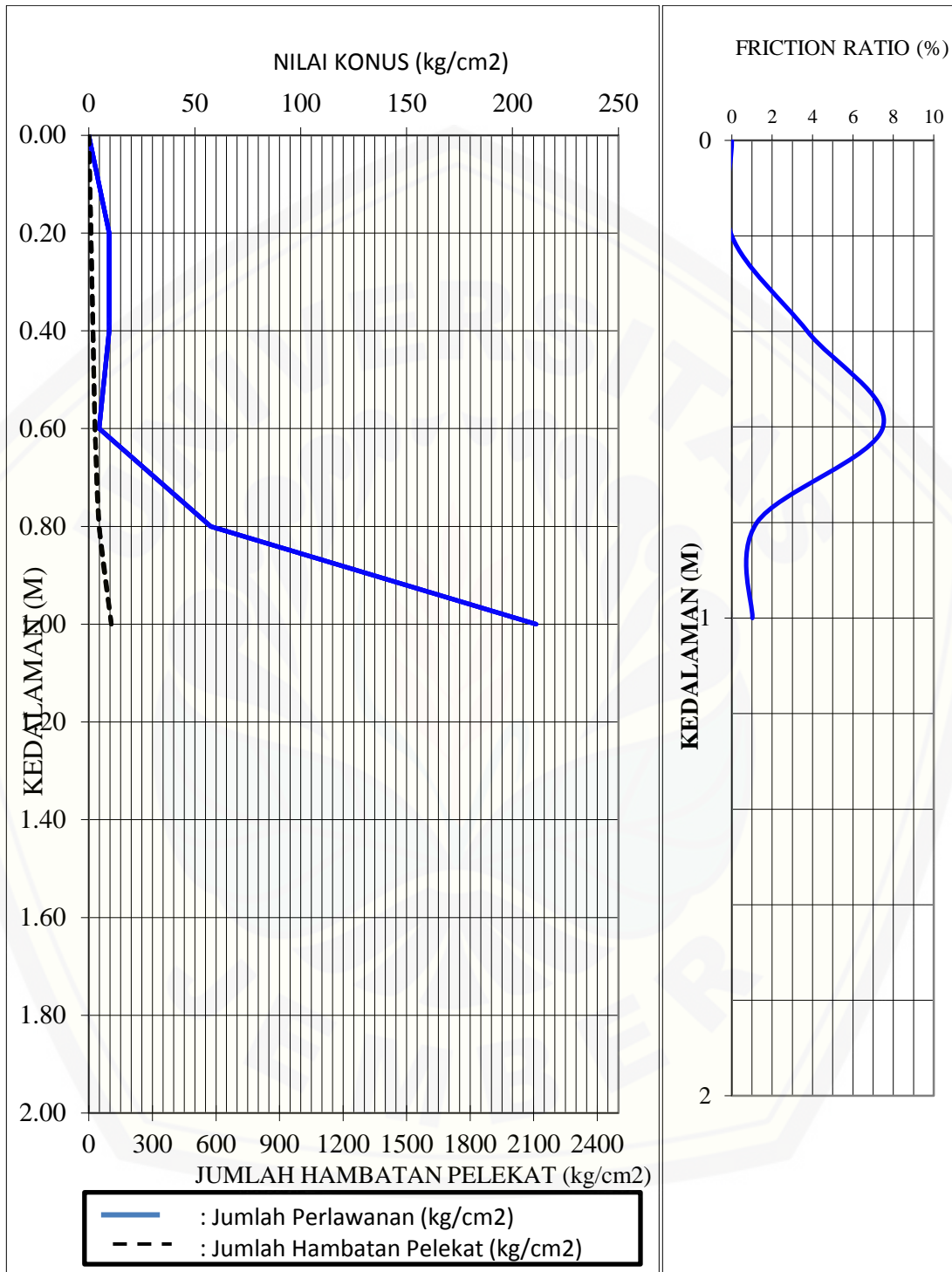
Kedalaman (meter)	Perlawanan Konus (qc) (kg/cm <sup>2</sup> )	Jumlah Perlawanan (kg/cm <sup>2</sup> )	Perlawanan Gesek (kg/cm <sup>2</sup> )	Hambatan Pelekat (kg/cm <sup>2</sup> )	Jumlah Ham batan Pelekat (kg/cm <sup>2</sup> )	Rasio Gesekan (%)
0,00	0	0	0	0	0	0
0,20	19,2	19,2	0	0	0	0,00
0,40	105,6	115,2	9,6	19,2	19,2	0,68
0,60	153,6	172,8	19,2	38,4	57,6	0,94
0,80	211,2	230,4	19,2	38,4	96	0,68
1,00	240	259,2	19,2	38,4	134,4	0,60

### 2. Pengujian Sondir 2

Kedalaman (meter)	Perlawanan Konus (qc) (kg/cm <sup>2</sup> )	Jumlah Perlawanan (kg/cm <sup>2</sup> )	Perlawanan Gesek (kg/cm <sup>2</sup> )	Hambatan Pelekat (kg/cm <sup>2</sup> )	Jumlah Ham batan Pelekat (kg/cm <sup>2</sup> )	Rasio Gesekan (%)
0,00	0	0	0	0	0	0
0,20	9,6	14,4	4,8	9,6	9,6	0,00
0,40	9,6	14,4	4,8	9,6	19,2	3,75
0,60	4,8	9,6	4,8	9,6	28,8	7,49
0,80	57,6	67,2	9,6	19,2	48	1,25
1,00	211,2	240	28,8	57,6	105,6	1,02



Gambar A1. Grafik hasil pengujian tanah di laboratorium s1



Gambar A2. Grafik hasil pengujian tanah di laboratorium s2

**LAMPIRAN B**

**1. Pengujian Kadar Air Tanah Asli**

1.1 Pengujian kadar air BH 1 kedalaman 1 meter

Kedalaman	m	1.0 - 1.5 m		
		A-1	B-1	C-1
Nomor Cawan				
Berat Cawan	( gram )	12,72	12,73	12,64
Berat Cawan + Tanah Basah	( gram )	93,92	77,6	73,84
Berat Cawan + Tanah Kering	( gram )	78,91	65,54	62,67
Berat Air	( gram )	15,01	12,06	11,17
Berat Tanah Kering	( gram )	66,19	52,81	50,03
Kadar Air Tanah	( % )	22,68	22,84	22,33
Kadar Air Tanah Rata-Rata	( % )		22,61	

1.2 Pengujian kadar air BH 1 kedalaman 2 meter

Kedalaman	m	1.5 - 2.0 m		
		A-1	B-1	C-1
Nomor Cawan				
Berat Cawan	( gram )	12,71	12,67	12,68
Berat Cawan + Tanah Basah	( gram )	83,71	79,76	80,23
Berat Cawan + Tanah Kering	( gram )	56,17	53,76	54,08
Berat Air	( gram )	27,54	26	26,15
Berat Tanah Kering	( gram )	43,46	41,09	41,4
Kadar Air Tanah	( % )	63,37	63,28	63,16
Kadar Air Tanah Rata-Rata	( % )		63,27	

1.3 Pengujian kadar air BH 2 kedalaman 1 meter

Kedalaman	m	1.0 - 1.5 m		
		A-1	B-1	C-1
Nomor Cawan				
Berat Cawan	( gram )	12,64	12,61	13,04
Berat Cawan + Tanah Basah	( gram )	60,44	67,06	73,22
Berat Cawan + Tanah Kering	( gram )	51,16	56,34	61,01
Berat Air	( gram )	9,28	10,72	12,21
Berat Tanah Kering	( gram )	38,52	43,73	47,97
Kadar Air Tanah	( % )	24,09	24,51	25,45
Kadar Air Tanah Rata-Rata	( % )		24,69	

1.4 Pengujian kadar air BH 2 kedalaman 2 meter

Nomor Cawan	Kedalaman m	1.5 - 2.0 m		
		A-1	B-1	C-1
Berat Cawan	( gram )	12,47	12,41	11,97
Berat Cawan + Tanah Basah	( gram )	65,42	61,23	55,21
Berat Cawan + Tanah Kering	( gram )	54,21	51,07	46,56
Berat Air	( gram )	11,21	10,16	8,65
Berat Tanah Kering	( gram )	41,74	38,66	34,59
Kadar Air Tanah	( % )	26,86	26,28	25,01
Kadar Air Tanah Rata-Rata	( % )		26,05	

## 2. Pengujian Berat Isi

### 2.1 Pengujian berat isi BH 1 kedalaman 1 meter

No. Contoh	Kedalaman (m)	Berat Cincin (gr)	Berat Tanah + Cincin (gr)	Berat Tanah (gr)	Isi Cincin (cm <sup>3</sup> )	Berat Isi (gr/cm <sup>3</sup> )	Rata-rata (gr/cm <sup>3</sup> )
1	1.0 m	57,89	165,26	107,37	61,00	1,76	1,797
2		57,89	166,17	108,28	61,00	1,78	
3		57,89	171,13	113,24	61,00	1,86	

### 2.2 Pengujian berat isi BH 1 kedalaman 2 meter

No. Contoh	Kedalaman (m)	Berat Cincin (gr)	Berat Tanah + Cincin (gr)	Berat Tanah (gr)	Isi Cincin (cm <sup>3</sup> )	Berat Isi (gr/cm <sup>3</sup> )	Rata-rata (gr/cm <sup>3</sup> )
1	2.0 m	57,89	167,21	109,32	61,00	1,79	1,862
2		57,89	172,14	114,25	61,00	1,87	
3		57,89	175,10	117,21	61,00	1,92	

### 2.3 Pengujian berat isi BH 2 kedalaman 1 meter

No. Contoh	Kedalaman (m)	Berat Cincin (gr)	Berat Tanah + Cincin (gr)	Berat Tanah (gr)	Isi Cincin (cm <sup>3</sup> )	Berat Isi (gr/cm <sup>3</sup> )	Rata-rata (gr/cm <sup>3</sup> )
1	1.0 m	57,89	156,26	98,37	61,00	1,61	1,597
2		57,89	152,34	94,45	61,00	1,55	
3		57,89	157,3	99,41	61,00	1,63	

2.4 Pengujian berat isi BH 2 kedalaman 2 meter

No. Contoh	Kedalaman (m)	Berat Cincin (gr)	Berat Tanah + Cincin (gr)	Berat Tanah (gr)	Isi Cincin (cm <sup>3</sup> )	Berat Isi (gr/cm <sup>3</sup> )	Rata-rata (gr/cm <sup>3</sup> )
1	2.0 m	57,89	163,23	105,34	61,00	1,73	1,763
2		57,89	163,57	105,68	61,00	1,73	
3		57,89	169,54	111,65	61,00	1,83	

3. Pengujian Berat Jenis Tanah

3.1 Pengujian berat jenis BH 1 kedalaman 1 meter

No. Contoh			1	2	3
No. Picnometer			1	2	3
Berat Picnometer	<b>W1</b>	gr	66,47	38,18	50,61
Berat Picnometer + Tanah	<b>W2</b>	gr	91,37	69,67	76,62
Berat Tanah	<b>Wt = W2 - W1</b>	gr	24,90	31,49	26,01
Berat Picnometer + air + tanah	<b>W3</b>	gr	181,00	157,34	165,42
Berat Picnometer + air	<b>W4</b>	gr	166,00	138,12	150,08
Berat Picnometer + air	<b>W4'</b>	gr	165,34	137,57	149,48
Faktor Koreksi			0,9960	0,9960	0,9960
Suhu		°C	30,00	30,00	30,00
Specific Grafity (W2-W1)/((W4'-W1)-(W3-W2))			2,70	2,69	2,58
<b>Rata-rata Specific Grafity,</b>		<b>Gs</b>		<b>2,66</b>	



#### 4. Pengujian Berat Jenis Tanah

##### 4.1 Pengujian berat jenis BH 1 kedalaman 1 meter

No. Contoh		1	2	3
No. Picnometer		1	2	3
Berat Picnometer	<b>W1</b> gr	66,47	38,18	50,61
Berat Picnometer + Tanah	<b>W2</b> gr	91,37	69,67	76,62
Berat Tanah				
<b>Wt = W2 - W1</b>	gr	24,90	31,49	26,01
Berat Picnometer + air + tanah	<b>W3</b> gr	181,00	157,34	165,42
Berat Picnometer + air	<b>W4</b> gr	166,00	138,12	150,08
Berat Picnometer + air	<b>W4'</b> gr	165,34	137,57	149,48
Faktor Koreksi		0,9960	0,9960	0,9960
Suhu	°C	30,00	30,00	30,00
Specific Gravity $(W2-W1)/((W4'-W1)-(W3-W2))$		2,70	2,69	2,58
<b>Rata-rata Specific Gravity,</b>	<b>Gs</b>		<b>2,66</b>	

##### 4.2 Pengujian berat jenis BH 1 kedalaman 2 meter

No. Contoh		1	2	3
No. Picnometer		1	2	3
Berat Picnometer				
<b>W1</b>	gr	50,24	65,93	70,26
Berat Picnometer + Tanah				
<b>W2</b>	gr	80,42	91,31	98,02
Berat Tanah				
<b>Wt = W2 - W1</b>	gr	30,18	25,38	27,76
Berat Picnometer + air + tanah	<b>W3</b> gr	163,68	179,12	185,94
Berat Picnometer + air				
<b>W4</b>	gr	145,00	163,78	169,09
Berat Picnometer + air				
<b>W4'</b>	gr	144,42	163,12	168,41
Faktor Koreksi		0,9960	0,9960	0,9960
Suhu	°C	30,00	30,00	30,00
Specific Gravity $(W2-W1)/((W4'-W1)-(W3-W2))$		2,76	2,70	2,71
<b>Rata-rata Specific Gravity,</b>	<b>Gs</b>		<b>2,73</b>	

4.3 Pengujian berat jenis BH 2 kedalaman 1 meter

<b>No. Contoh</b>		1	2	3
No. Picnometer		1	2	3
Berat Picnometer <b>W1</b>	gr	50,45	38,60	50,36
Berat Picnometer + Tanah <b>W2</b>	gr	87,12	77,68	80,91
Berat Tanah <b>Wt = W2 - W1</b>	gr	36,67	39,08	30,55
Berat Picnometer + air + tanah <b>W3</b>	gr	171,15	162,21	163,91
Berat Picnometer + air <b>W4</b>	gr	148,81	138,48	145,41
Berat Picnometer + air <b>W4'</b>	gr	148,21	137,93	144,83
Faktor Koreksi		0,9960	0,9960	0,9960
Suhu	°C	30,00	30,00	30,00
Specific Gravity <b>(W2-W1)/((W4'-W1)-(W3-W2))</b>		2,67	2,64	2,66
<b>Rata-rata Specific Gravity,</b>	<b>Gs</b>		<b>2,66</b>	

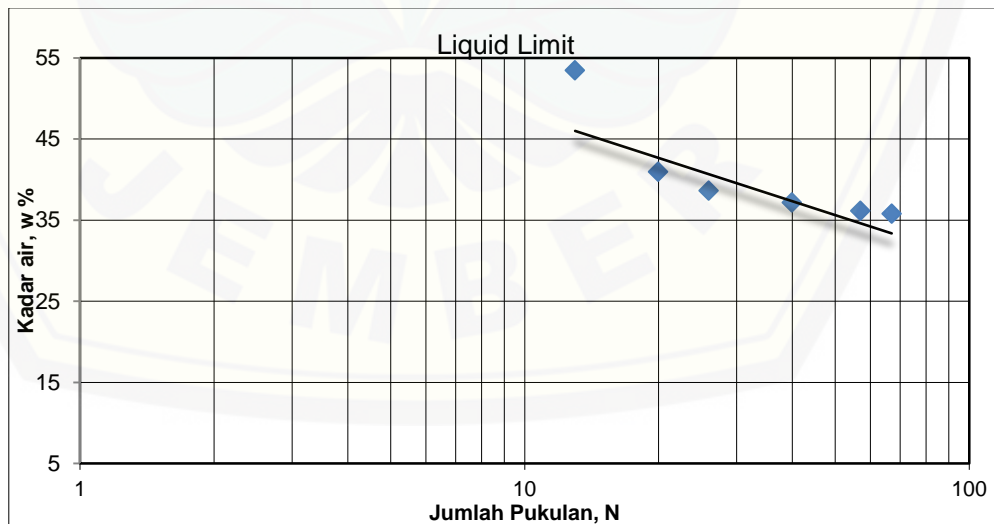
4.4 Pengujian berat jenis BH 2 kedalaman 2 meter

<b>No. Contoh</b>		1	2	3
No. Picnometer		1	2	3
Berat Picnometer <b>W1</b>	gr	50,66	38,70	50,38
Berat Picnometer + Tanah <b>W2</b>	gr	80,15	77,68	80,44
Berat Tanah <b>Wt = W2 - W1</b>	gr	29,49	38,98	30,06
Berat Picnometer + air + tanah <b>W3</b>	gr	166,56	162,35	163,37
Berat Picnometer + air <b>W4</b>	gr	148,84	138,44	145,39
Berat Picnometer + air <b>W4'</b>	gr	148,24	137,89	144,81
Faktor Koreksi		0,9960	0,9960	0,9960
Suhu	°C	30,00	30,00	30,00
Specific Gravity <b>(W2-W1)/((W4'-W1)-(W3-W2))</b>		2,64	2,69	2,61
<b>Rata-rata Specific Gravity,</b>	<b>Gs</b>		<b>2,65</b>	

5. Pengujian Atteberg Limmit Tanah Asli

5.1 Pengujian atteberg limmit BH 1 kedalaman 1 meter

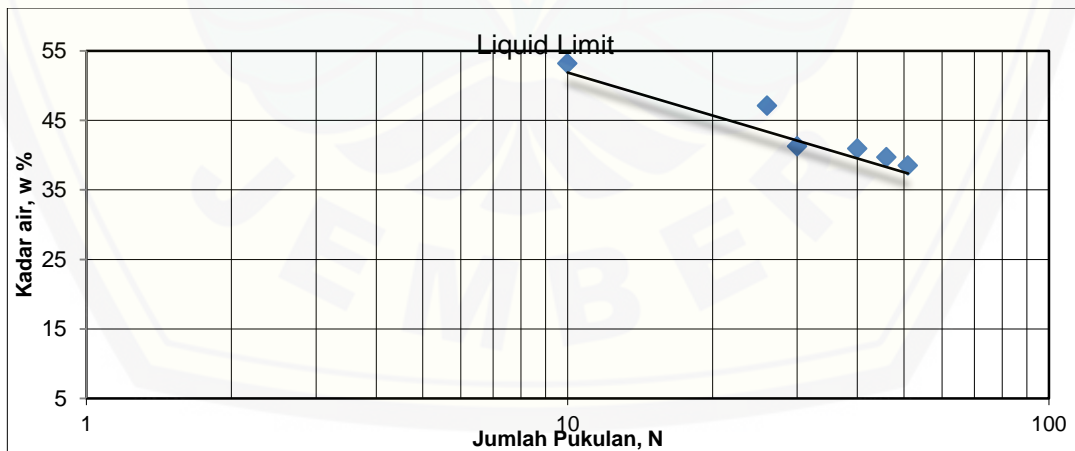
Batas Plastis				
Kedalaman		1		1
No. Contoh		1		2
Berat Cawan + Tanah Basah	gr	8,96		9,91
Berat Cawan + Tanah Kering	gr	8,77		9,70
Berat Air	gr	0,19		0,21
Berat Cawan	gr	8,17		8,81
Berat Kering	gr	0,60		0,89
Kadar Air	%	31,67		23,60
Rata-rata	%	<b>27,63</b>		
BATAS CAIR			BATAS PLASTIS	
No.	JUMLAH PUKULAN	KADAR AIR	No.	KADAR AIR
1	67	35,77		
2	57	36,11	1	31,67
3	40	37,13		
4	26	38,59		
5	20	40,93	2	23,60
6	13	53,45		
RATA-RATA		40,33	RATA-RATA 27,63	
Batas Cair		Batas Plastis	Index Plastisitas	
LL =	40,33%	PL =	27,63%	IP= 12,70%



Gambar B1. Grafik atteberg limmit BH 1 kedalaman 1 meter

5.2 Pengujian atteberg limmit BH 1 kedalaman 2 meter

Batas Plastis				
Kedalaman		2	2	
No. Contoh		1	2	
Berat Cawan + Tanah Basah	gr	12,93	12,76	
Berat Cawan + Tanah Kering	gr	12,82	12,59	
Berat Air	gr	0,11	0,17	
Berat Cawan	gr	12,47	11,99	
Berat Kering	gr	0,35	0,60	
Kadar Air	%	31,43	28,33	
Rata-rata	%	<b>29,88</b>		
BATAS CAIR			BATAS PLASTIS	
No.	JUMLAH PUKULAN	KADAR AIR	No.	KADAR AIR
1	51	38,48		
2	46	39,70	1	31,43
3	40	40,94		
4	30	41,27		
5	26	47,12	2	28,33
6	10	53,16		
RATA-RATA		43,44	RATA-RATA 29,88	
Batas Cair		Batas Plastis	Index Plastisitas	
LL =	43,44%	PL = 29,88%	IP= 13,56%	



Gambar B2. Grafik atteberg limmit BH 1 kedalaman 2 meter

## 5.3 Pengujian atterberg limmit BH 2 kedalaman 1 meter

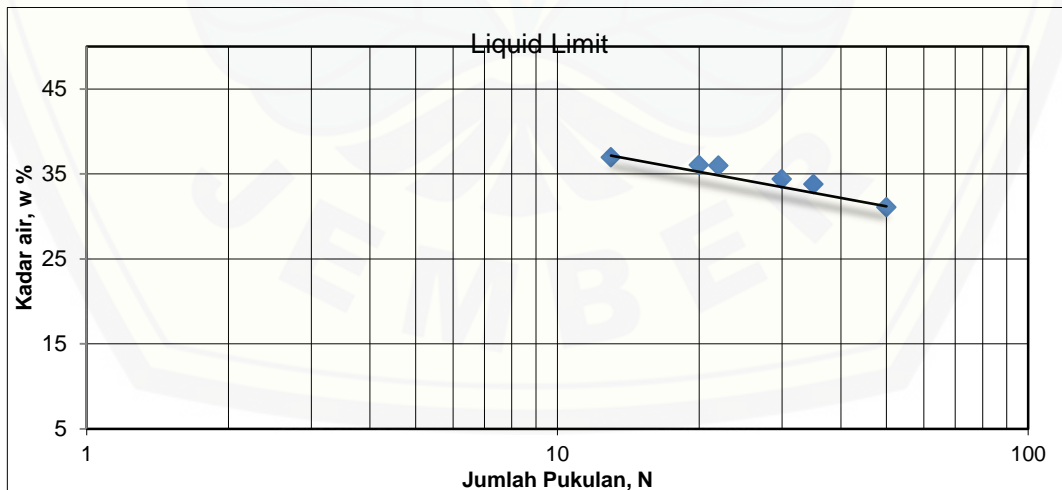
Batas Plastis				
Kedalaman			1	1
No. Contoh			1	2
Berat Cawan + Tanah Basah	gr		13,91	13,94
Berat Cawan + Tanah Kering	gr		13,62	13,67
Berat Air	gr		0,29	0,27
Berat Cawan	gr		12,62	12,69
Berat Kering	gr		1,00	0,98
Kadar Air	%		29,00	27,55
Rata-rata	%		<b>28,28</b>	

BATAS CAIR			BATAS PLASTIS	
No.	JUMLAH PUKULAN	KADAR AIR	No.	KADAR AIR
1	50	31,07		
2	35	33,78	1	29,00
3	30	34,39		
4	22	35,96		
5	20	36,05	2	27,55
6	13	36,94		
RATA-RATA		34,70	RATA-RATA 28,28	

Batas Cair	Batas Plastis	Index Plastisitas
LL = 34,70%	PL = 28,28%	IP = 6,42%



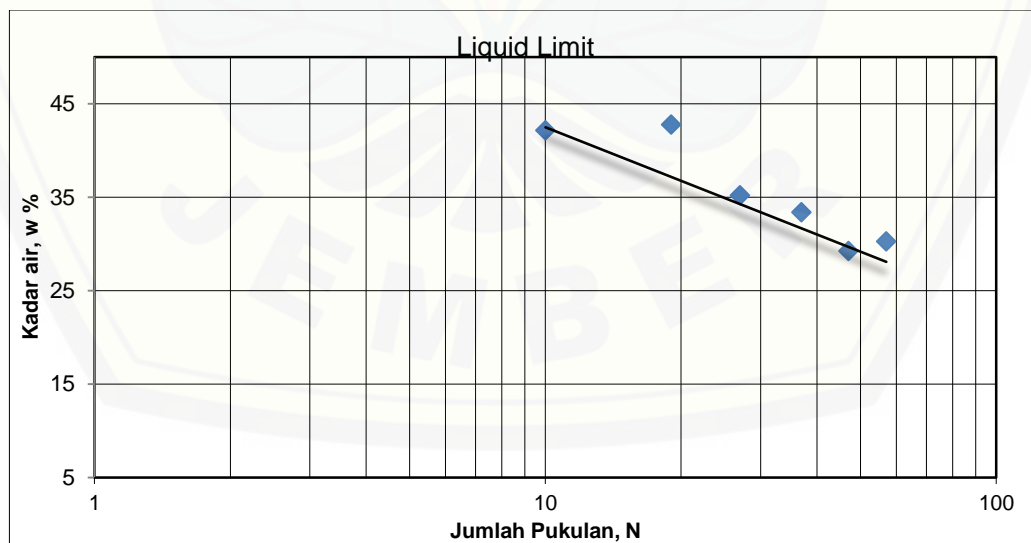
Gambar B3. Grafik atterberg limmit BH 2 kedalaman 1 meter

5.4 Pengujian atterberg limmit BH 2 kedalaman 2 meter

Batas Plastis				
Kedalaman			2	2
No. Contoh			1	2
Berat Cawan + Tanah Basah	gr	14,33		14,32
Berat Cawan + Tanah Kering	gr	13,96		13,93
Berat Air	gr	0,37		0,39
Berat Cawan	gr	12,65		12,55
Berat Kering	gr	1,31		1,38
Kadar Air	%	28,24		28,26
Rata-rata	%		<b>28,25</b>	

BATAS CAIR			BATAS PLASTIS	
No.	JUMLAH PUKULAN	KADAR AIR	No.	KADAR AIR
1	57	30,25		
2	47	29,23	1	28,24
3	37	33,37		
4	27	35,17		
5	19	42,74	2	28,26
6	10	42,15		
RATA-RATA		35,49	RATA-RATA 28,25	
Batas Cair		Batas Plastis	Index Plastisitas	
LL =	35,49%	PL =	28,25%	IP= 7,23%

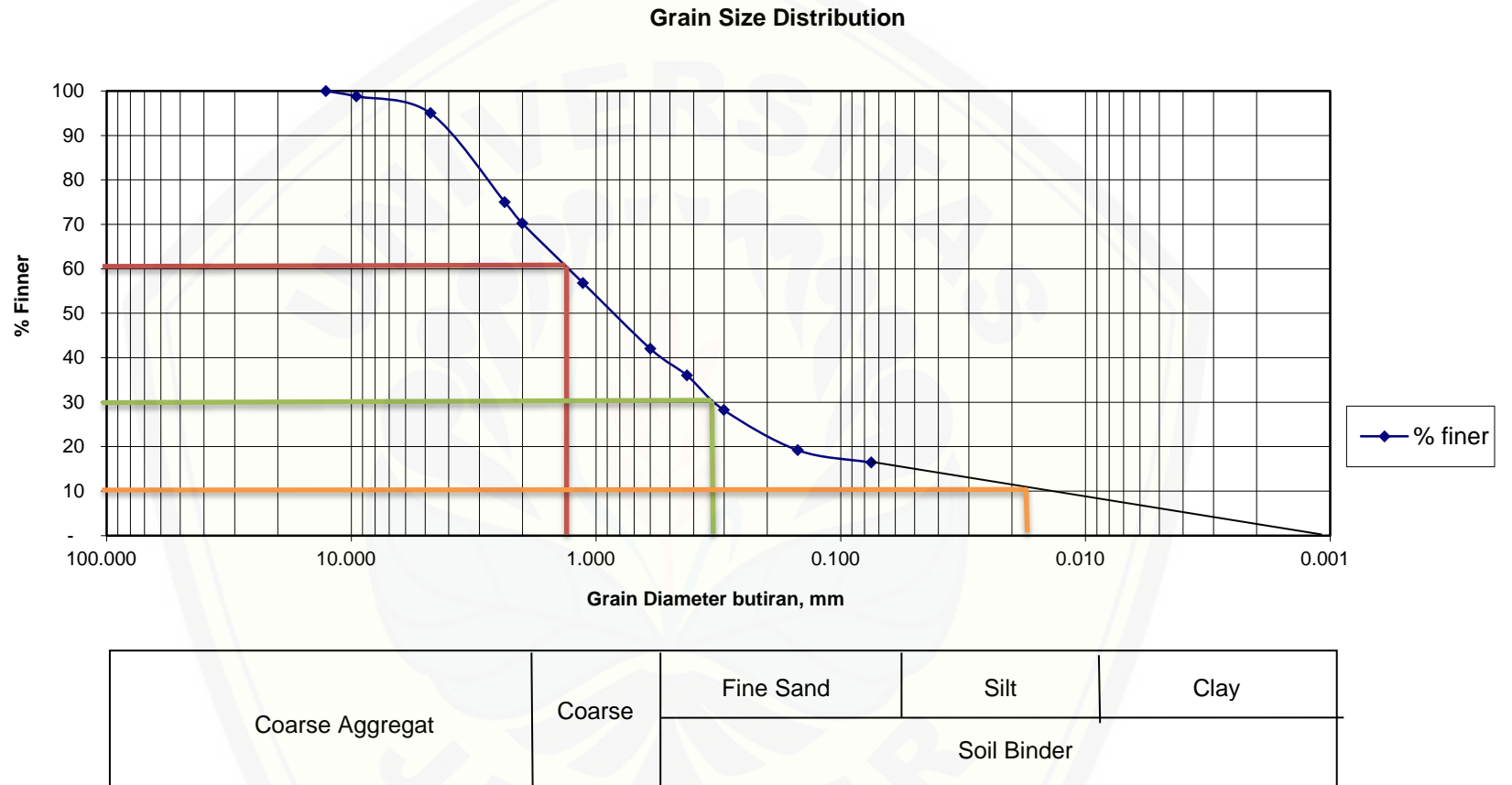


Gambar B4. Grafik atterberg limmit BH 2 kedalaman 2 meter

**6. Pengujian Analisis Saringan Tanah**

6.1 Pengujian Analisis Saringan BH 1 kedalaman 1 meter

SIEVE NO.	SIEVE OPENING (mm)	WT. SIEVE (gr)	WT. SIEVE + SOIL (gr)	WT. SOIL RETAINED (gr)	PERCENT RETAINED	CUMULATIVE PERCENT RETAINED	PERCENT FINER
3/4		606	606	-	-	-	100,000
1/2"	12,700	587	587	-	-	-	100,000
3/8"	9,525	575	581	6,00	1,200	1,200	98,800
4	4,750	485	504	19,00	3,800	5,000	95,000
8	2,360	439	539	100,00	20,000	25,000	75,000
10	2,000	291	315	24,00	4,800	29,800	70,200
16	1,130	285	352	67,00	13,400	43,200	56,800
30	0,600	421	495	74,00	14,800	58,000	42,000
40	0,425	419	449	30,00	6,000	64,000	36,000
50	0,300	418	457	39,00	7,800	71,800	28,200
100	0,150	413	458	45,00	9,000	80,800	19,200
200	0,075	273	287	14,00	2,800	83,600	16,400
pan		469	551	82,00	16,400	100,000	-
		<b>S U M</b>		<b>500,000</b>	<b>100,000</b>		

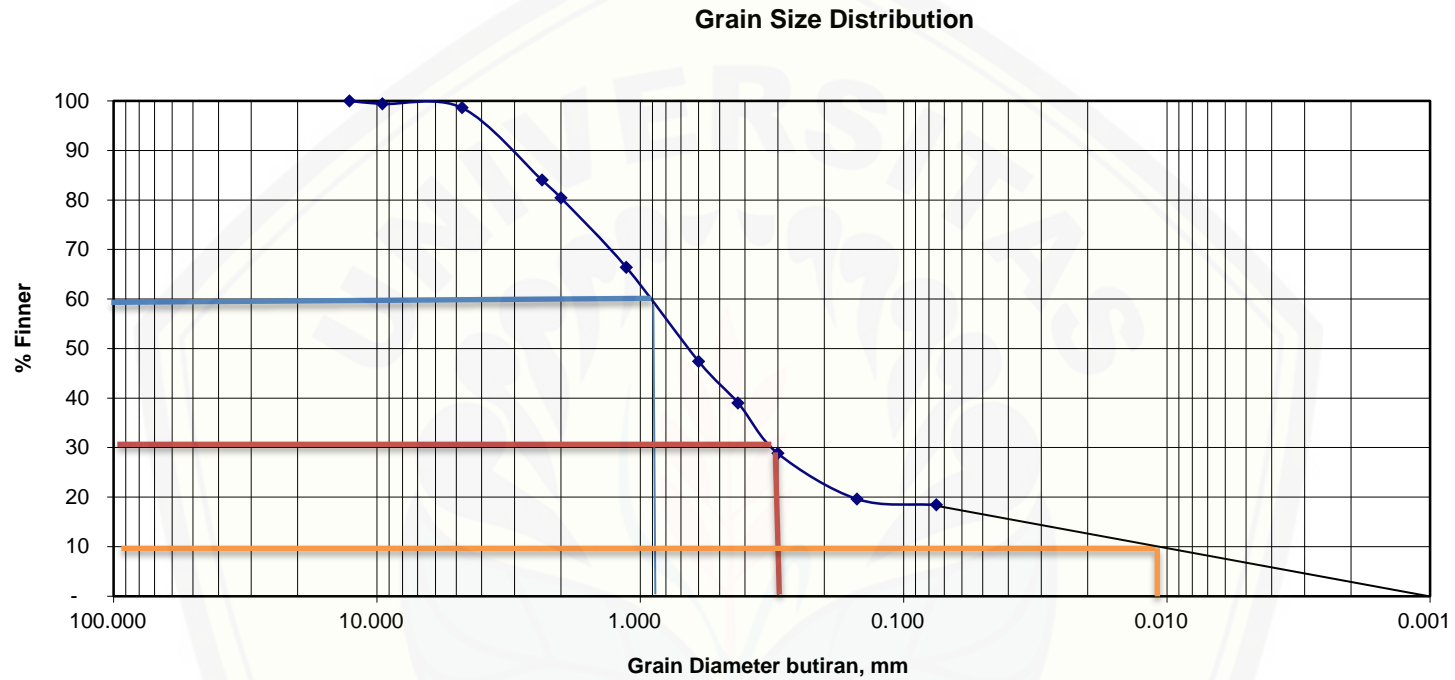


Gambar B.5 Grafik analisa saringan BH 1 kedalaman 1 meter



## 6.2 Pengujian Analisis Saringan BH 1 kedalaman 2 meter

SIEVE NO.	SIEVE OPENING (mm)	WT. SIEVE (gr)	WT. SIEVE + SOIL (gr)	WT. SOIL RETAINED (gr)	PERCENT RETAINED	CUMULATIVE PERCENT RETAINED	PERCENT FINER
3/4		606	606	-	-	-	100,000
1/2"	12,700	587	587	-	-	-	100,000
3/8"	9,525	575	578	3,00	0,600	0,600	99,400
4	4,750	485	489	4,00	0,800	1,400	98,600
8	2,360	439	512	73,00	14,600	16,000	84,000
10	2,000	291	309	18,00	3,600	19,600	80,400
16	1,130	285	355	70,00	14,000	33,600	66,400
30	0,600	421	516	95,00	19,000	52,600	47,400
40	0,425	419	461	42,00	8,400	61,000	39,000
50	0,300	418	469	51,00	10,200	71,200	28,800
100	0,150	413	459	46,00	9,200	80,400	19,600
200	0,075	273	279	6,00	1,200	81,600	18,400
pan		469	561	92,00	18,400	100,000	-
		<b>S U M</b>		<b>500,000</b>	<b>100,000</b>		

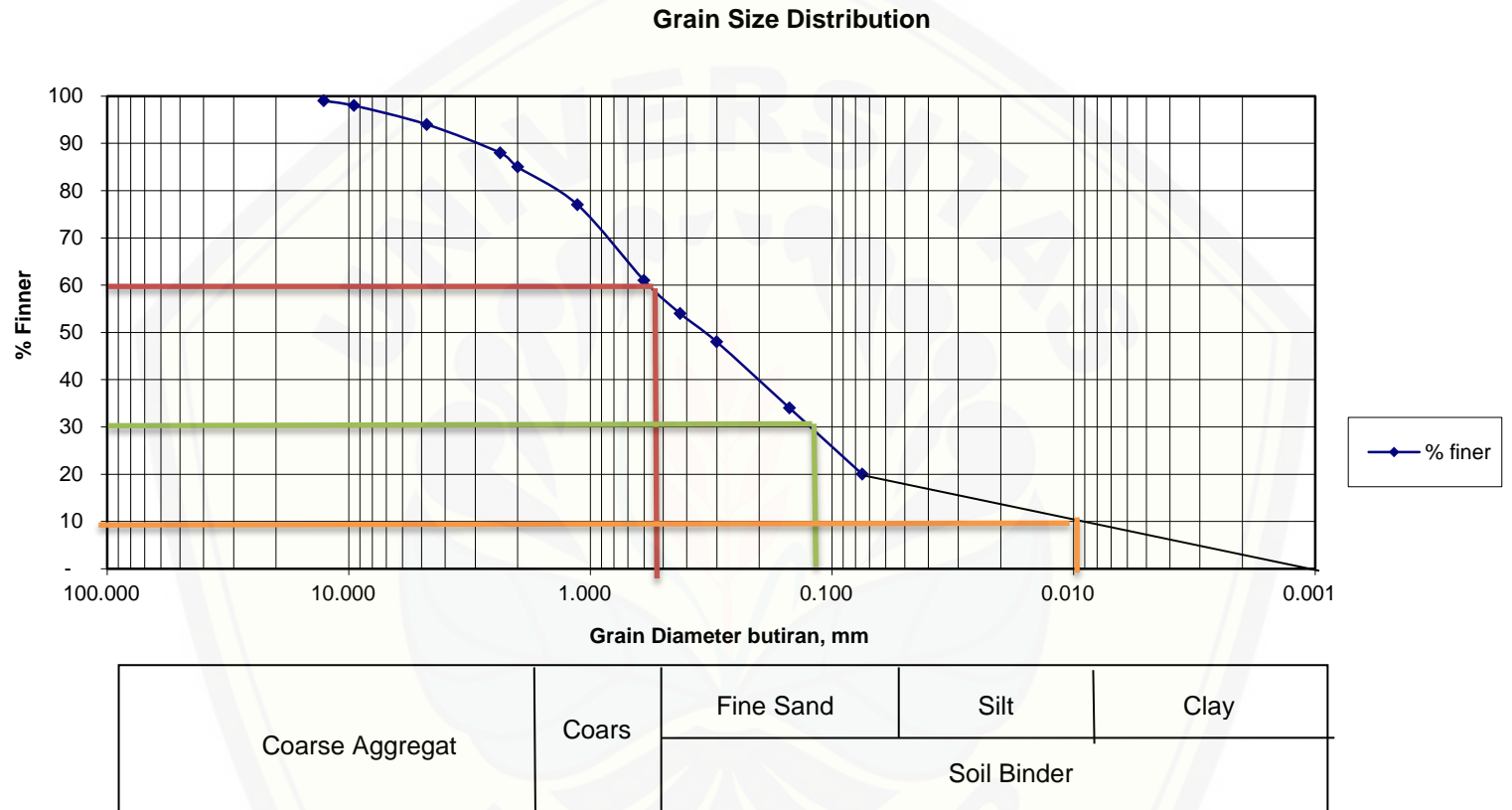


		Fine Sand	Silt	Clay
Coarse Agregat	Coars e Sand	Soil Binder		

Gambar B.6 Grafik analisa saringan BH 1 kedalaman 2 meter

## 6.3 Pengujian Analisis Saringan BH 2 kedalaman 1 meter

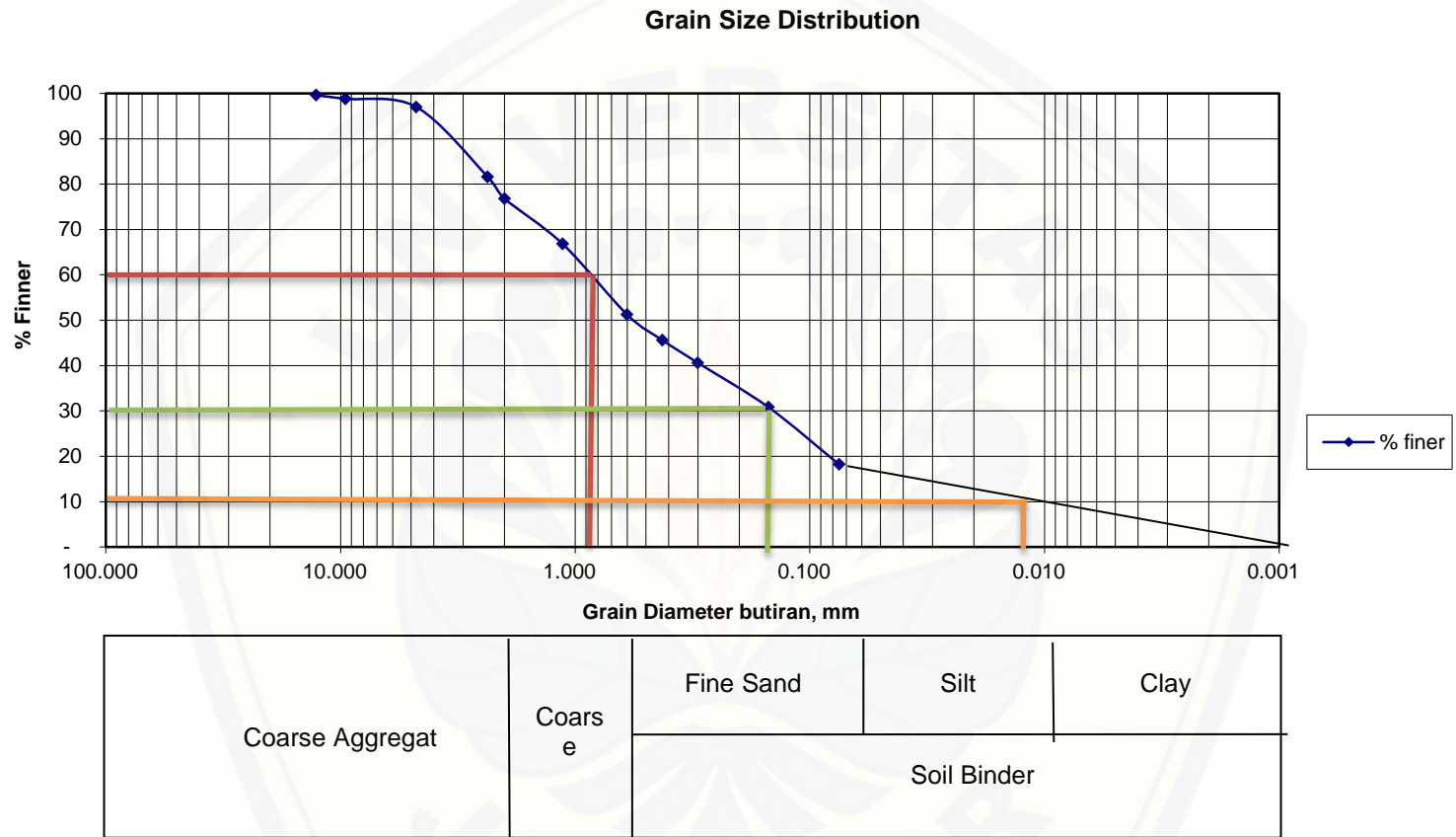
SIEVE NO.	SIEVE OPENING (mm)	WT. SIEVE (gr)	WT. SIEVE + SOIL (gr)	WT. SOIL RETAINED (gr)	PERCENT RETAINED	CUMULATIVE PERCENT RETAINED	PERCENT FINER
3/4		605	605	-	-	-	100,000
1/2"	12,700	585	590	5,00	1,000	1,000	99,000
3/8"	9,525	575	580	5,00	1,000	2,000	98,000
4	4,750	480	500	20,00	4,000	6,000	94,000
8	2,360	435	465	30,00	6,000	12,000	88,000
10	2,000	290	305	15,00	3,000	15,000	85,000
16	1,130	425	465	40,00	8,000	23,000	77,000
30	0,600	420	500	80,00	16,000	39,000	61,000
40	0,425	405	440	35,00	7,000	46,000	54,000
50	0,300	285	315	30,00	6,000	52,000	48,000
100	0,150	410	480	70,00	14,000	66,000	34,000
200	0,075	335	405	70,00	14,000	80,000	20,000
pan		470	570	100,00	20,000	100,000	-
<b>S U M</b>				<b>500,000</b>	<b>100,000</b>		



Gambar B.7 Grafik analisa saringan BH 2 kedalaman 1 meter

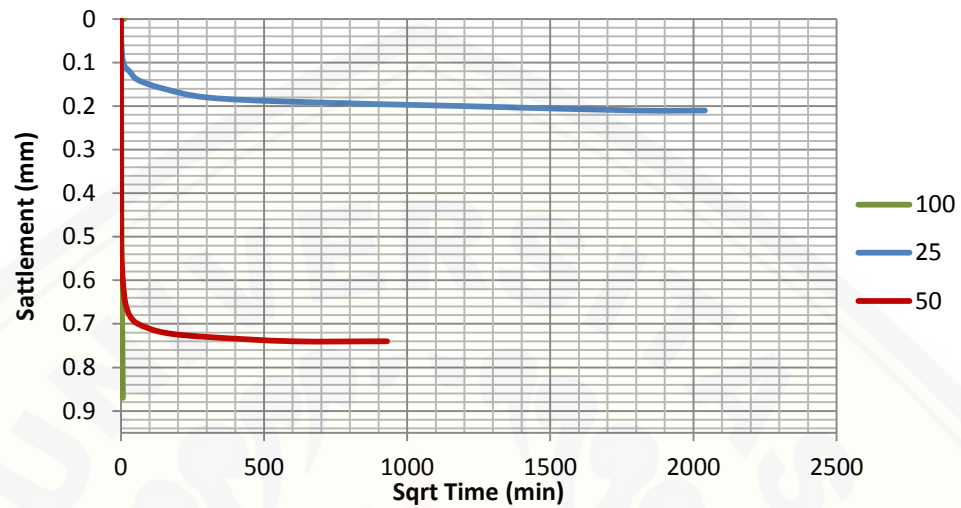
## 6.4 Pengujian Analisis Saringan BH 2 kedalaman 2 meter

SIEVE NO.	SIEVE OPENING (mm)	WT. SIEVE (gr)	WT. SIEVE + SOIL (gr)	WT. SOIL RETAINED (gr)	PERCENT RETAINED	CUMULATIVE PERCENT RETAINED	PERCENT FINER
3/4		605	605	-	-	-	100,000
1/2"	12,700	585	587	2,00	0,400	0,400	99,600
3/8"	9,525	575	579	4,00	0,800	1,200	98,800
4	4,750	480	489	9,00	1,800	3,000	97,000
8	2,360	435	512	77,00	15,400	18,400	81,600
10	2,000	290	314	24,00	4,800	23,200	76,800
16	1,130	425	475	50,00	10,000	33,200	66,800
30	0,600	420	498	78,00	15,600	48,800	51,200
40	0,425	405	433	28,00	5,600	54,400	45,600
50	0,300	285	310	25,00	5,000	59,400	40,600
100	0,150	410	459	49,00	9,800	69,200	30,800
200	0,075	335	398	63,00	12,600	81,800	18,200
pan		470	561	91,00	18,200	100,000	-
		<b>S U M</b>		<b>500,000</b>	<b>100,000</b>		

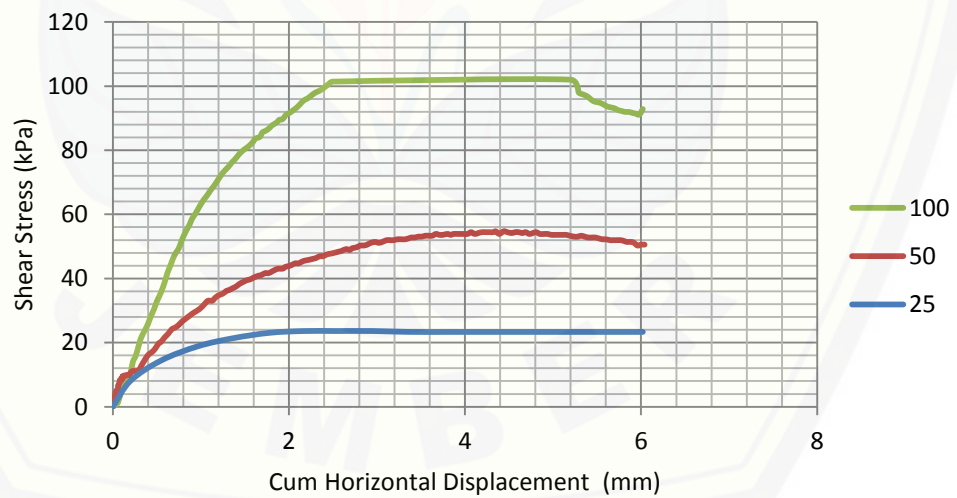


Gambar B.8 Grafik analisa saringan BH 2 kedalaman 2 meter

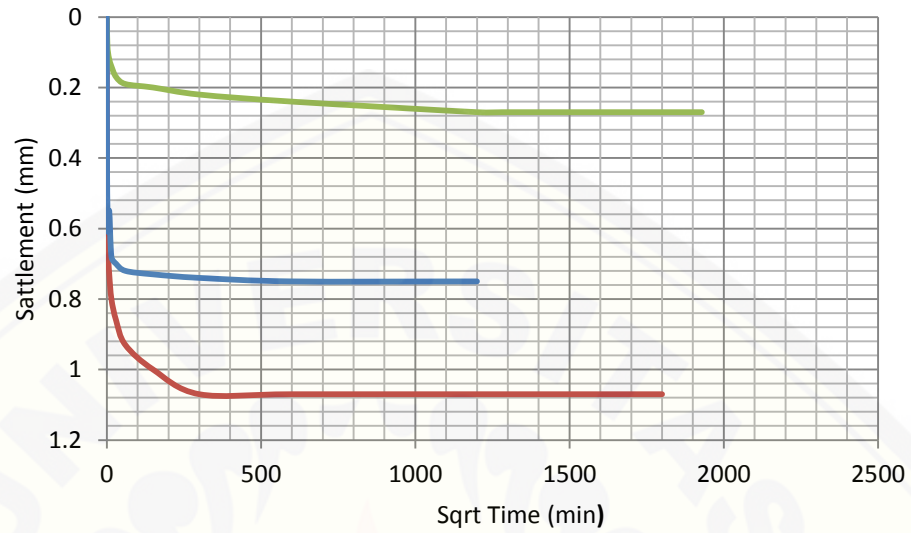
7. Pengujian *Direct Shear Test*



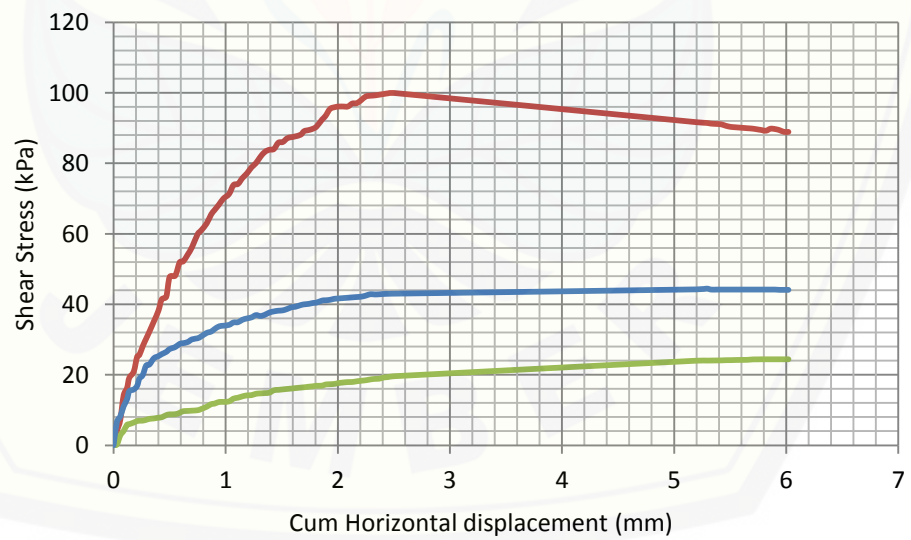
B.9 Grafik *Stage Consolidation* BH 1 1m



B.10 Grafik *Stage Shear* BH 1 1m



B.11 Grafik *Stage Consolidation* BH 2 1m



B.12 Grafik *Stage Shear* BH 2 1m



LAMPIRAN C



Gambar C1. Pengujian sondir dan pengambilan sampel



Gambar C2. Sampel tanah pada tiap kedalaman



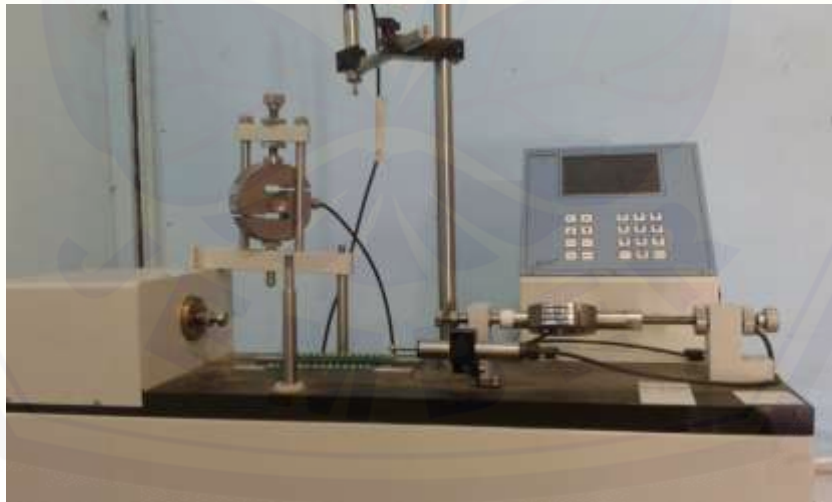
Gambar C3. Pengujian berat jenis tanah asli



Gambar C4. Pengujian atteberg limmit



Gambar C5. Pengujian konsolidasi manual dan *automatic*



Gambar C6. Pengujian *Direct Shear Test*