



**DAYA DUKUNG TANAH *LANDFILL* DI TEMPAT PEMBUANGAN
AKHIR (TPA) BULUSAN KECAMATAN KALIPURO KABUPATEN
BANYUWANGI**

TUGAS AKHIR

Oleh

**ZAHRA AMALIA ACHSANI
NIM 151903103012**

**PROGRAM STUDI DIPLOMA III TEKNIK SIPIL
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER
2018**



**DAYA DUKUNG TANAH *LANDFILL* DI TEMPAT PEMBUANGAN
AKHIR (TPA) BULUSAN KECAMATAN KALIPURO KABUPATEN
BANYUWANGI**

TUGAS AKHIR

diajukan guna melengkapi syarat tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan Program Studi Diploma III Teknik Sipil dan mencapai gelar Ahli Madya Teknik

Oleh

**ZAHRA AMALIA ACHSANI
NIM 151903103012**

**PROGRAM STUDI DIPLOMA III TEKNIK SIPIL
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER
2018**

PERSEMBAHAN

Tugas akhir ini saya persembahkan untuk :

1. Kedua orangtuaku, Ayah Drs. Pujiyanto, M.Pd., Ibu Dra. Rohayani Munawaroh yang telah membesarkan dengan penuh kasih sayang, kesabaran, dan selalu memanjatkan do'a beliau sehingga tugas akhir ini dapat diselesaikan.
2. Kakakku Faticha Putri Anggraini dan adikku Damara Premaswara serta keluarga besar lainnya yang telah memberikan kasih sayang, motivasi, do'a, dan semangat sehingga tugas akhir ini dapat terselesaikan
3. Teman-teman Jurusan Teknik Sipil Universitas Jember terutama angkatan 2015 yang namanya tidak bisa disebutkan satu persatu yang telah ikut berperan dalam berjuang bersama dan saling mendukung selama proses belajar serta ada dalam suka dan duka bersama.
4. Guru-guruku sejak zaman taman kanak-kanak hingga perguruan tinggi yang telah memberikan ilmu dan bimbingan yang bermanfaat dengan penuh keihklasan dan kesabaran
5. Almamater Program Studi D3 Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Jember

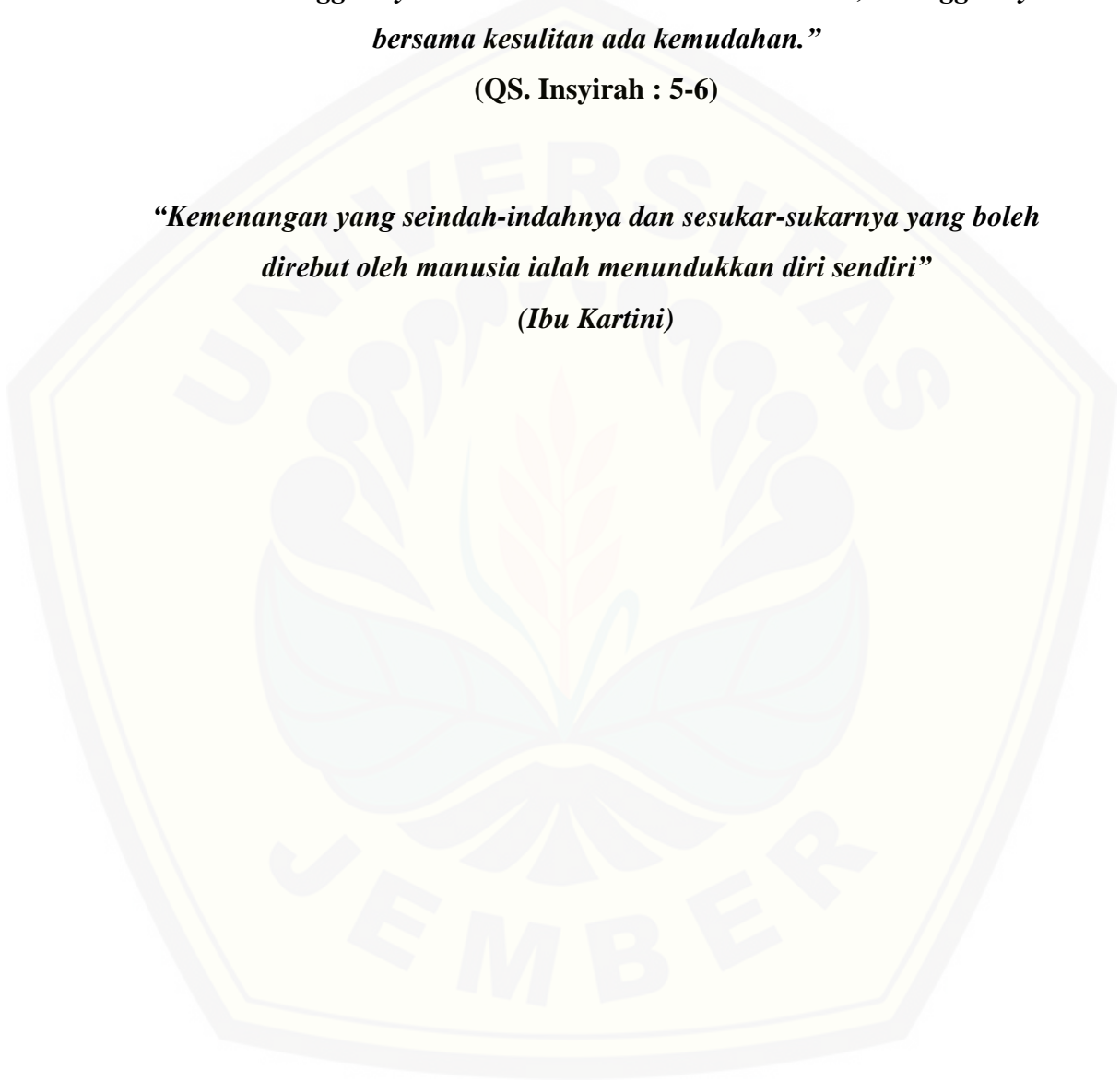
MOTTO

*“Maka sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan, sesungguhnya
bersama kesulitan ada kemudahan.”*

(QS. Insyirah : 5-6)

*“Kemenangan yang indah-indahnya dan sesukar-sukarnya yang boleh
direbut oleh manusia ialah menundukkan diri sendiri”*

(Ibu Kartini)



PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Zahra Amalia Achsani

NIM : 151903103012

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa tugas akhir ini yang berjudul: “**DAYA DUKUNG TANAH *LANDFILL* DI TEMPAT PEMBUANGAN AKHIR (TPA) BULUSAN KECAMATAN KALIPURO KABUPATEN 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 isinnya sesuai dengan sikap ilmiah yang dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan saya buat dengan sebenarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik apabila ternyata dikemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 21 Maret 2018

Yang menyatakan,

Zahra Amalia Achsani

NIM 151903103012

TUGAS AKHIR

**DAYA DUKUNG TANAH *LANDFILL* DI TEMPAT PEMBUANGAN
AKHIR (TPA) BULUSAN KECAMATAN KALIPURO KABUPATEN
BANYUWANGI**

Oleh

ZAHRA AMALIA ACHSANI
NIM 151903103012

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Ahmad Hasanuddin, S.T.,M.T.

Dosen Pembimbing Anggota : Luthfi Amri Wicaksono, S.T.,M.T.

PENGESAHAN

Tugas akhir berjudul “**Daya Dukung Tanah *Landfill* di Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Bulusan Kecamatan Kalipuro Kabupaten Banyuwangi**” telah diuji dan disahkan pada :

Hari : Selasa

Tanggal : 24 April 2018

Tempat : Fakultas Teknik Universitas Jember

Tim Penguji

Dosen Pembimbing Utama

Dosen Pembimbing Anggota

Ahmad Hasanuddin, S.T.,M.T

Luthfi Amri W., S.T.,M.T

NIP. 19710327 199803 1 003

NIP. 760016771

Penguji I

Penguji II

Syamsul Arifin, S.T.,M.T

Paksitya Purnama P., S.T.,M.T

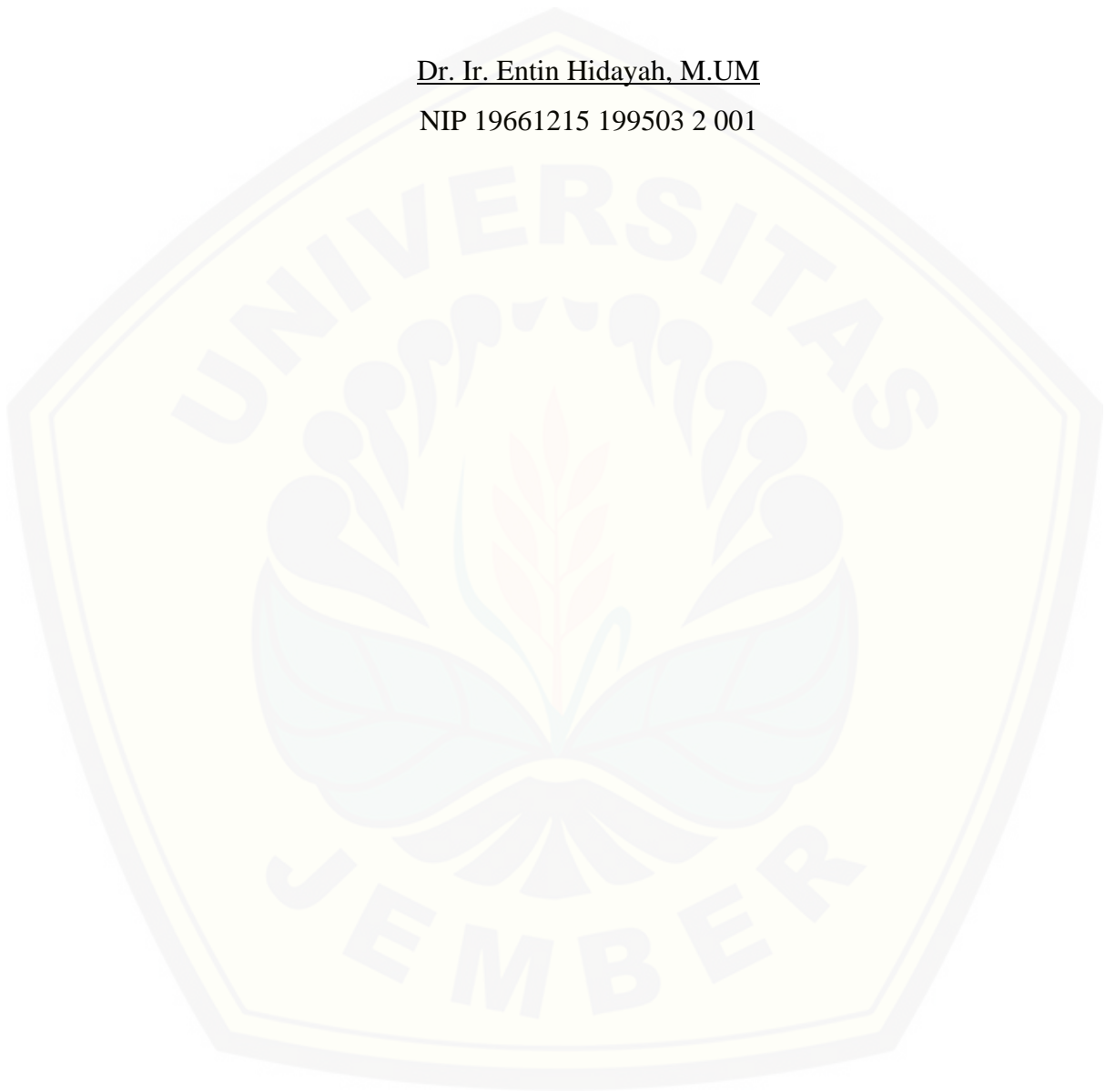
NIP. 19690709 199082 1 001

NIP. 760016798

Mengesahkan
Dekan Fakultas Teknik,

Dr. Ir. Entin Hidayah, M.UM

NIP 19661215 199503 2 001



RINGKASAN

Daya Dukung Tanah *Landfill* di TPA Bulusan Kecamatan Kalipuro Kabupaten Banyuwangi; Zahra Amalia Achsani, 151903103012; 2018: 80 halaman; Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Jember.

Tempat Pembuangan Akhir (TPA) adalah tempat pembuangan sampah berupa sisa aktifitas penduduk. Tanah *Landfill* merupakan timbunan tanah yang digunakan untuk menimbun sampah dengan timbunan yang berlapis-lapis. TPA Bulusan merupakan TPA yang berbatasan dengan pemukiman penduduk, oleh karena itu sangat memungkinkan bahwa suatu saat akan dijadikan sebagai lahan pemukiman. Karena merupakan daerah bekas timbunan sampah, diperlukan penyelidikan tanah apakah lokasi tersebut memenuhi syarat untuk dijadikan sebagai lahan tempat tinggal. Lahan yang digunakan sebagai lokasi penelitian adalah lahan pasif di TPA Bulusan. Artinya, lahan ini adalah sisa timbunan sampah terdahulu yang telah dipadatkan dan tidak digunakan lagi untuk menimbun sampah selama puluhan tahun.

Tujuan dari tugas akhir ini adalah untuk mengetahui karakteristik tanah dan daya dukung tanah *Landfill* di TPA Bulusan apabila dipakai sebagai lahan tempat tinggal. Metode yang digunakan yaitu dengan mengambil sampel tanah kemudian diuji di laboratorium dengan pengujian indeks propertis tanah, analisa gradasi, pengujian *atterberg limit*, pengujian pemadatan, pengujian CBR (*California Bearing Ratio*), dan pengujian kuat geser langsung. Setelah dilakukan pengujian menghasilkan nilai kohesi dan sudut geser tanah di titik pertama sebesar 5.795 kPa dan 19.919° , di titik kedua sebesar 10.758 kPa dan 19.912° , di titik ketiga sebesar 11.581838 kPa dan 22.0079° . Untuk hasil dari pengujian CBR di titik pertama sebesar 33.89%, di titik kedua sebesar 30.00%, dan di titik ketiga sebesar 29.44% . Sedangkan untuk hasil perhitungan daya dukung izin tanah di titik pertama sebesar 1.78 kg/cm², di titik kedua sebesar 2.16 kg/cm², dan di titik ketiga sebesar 3.24 kg/cm² . Secara keseluruhan ketiga titik pengambilan sampel

tanah di TPA Bulusan memiliki karakteristik yang baik dan memenuhi persyaratan sebagai tanah dasar untuk bangunan pondasi dangkal maupun sebagai lapis pondasi bawah dari jalan perumahan seperti yang telah direncanakan dalam tugas akhir ini.



SUMMARY

Bearing Capacity of Municipal Solid Waste in the Bulusan Final Disposal Kalipuro-Banyuwangi; *Zahra Amalia Achsani, 151903103012; 2018: 80 pages; Civil Engineering Department, Faculty of Engineering , University of Jember.*

Waste disposal site is a disposal of the remains (gerbage) activities of resident. Landfill is a heap of land used to accumulate the waste with phased method. TPA Bulusan is directly adjacent to redential areas, therefore it is possible to use this location as a residential land. Because it is a former Landfill areas, so it needs deep investigation. The land that used as research area is a normalized site in Bulusan waste disposal. It means, this site is the remnants of previous solid waste that has been compacted and used to be accumulate waste for long decades.

The research purpose to determine the characteristic and bearing capacity of Landfill soil in Bulusan waste disposal that can used to residential area. The method used is to take soil samples tested in the laboratory and continued the material test include the soil propeties index, the gradation analyze test, the atterberg limit test, the compaction test, the CBR test (California Bearing Ratio), and the direct shear test. This study yields the friction angle value in the first area is 19.919° and the value of cohession is 5.795 kPa. In the second area the value of friction angle is 19.912° and the value of cohession is 10.758 kPa. While in the third area the value of friction angle is 11.581838° and the value of cohession is 22.0079%. Furthermore, CBR test result value in the first area is 33.89%, in the second area is 30.00%, and the third area is 29.44%. Then, the ultimate bearing capacity in the first area is 1.78 kg/cm^2 , in the second area is 2.16 kg/cm^2 , and in third area is 3.24 kg/cm^2 . Based on the value of the test, Bulusan waste disposal has good characteristics soil and fulfill the specification for either shallow

foundation or the highway pavement material especially for sub-base course of residential.



PRAKATA

Alhamdulillah Robbil'alamin, Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul "**DAYA DUKUNG TANAH LANDFILL DI TEMPAT PEMBUANGAN AKHIR (TPA) BULUSAN KECAMATAN KALIPURO KABUPATEN BANYUWANGI**". Tugas akhir ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat dalam menyelesaikan pendidikan diploma tiga (D3) pada Fakultas Teknik Universitas Jember.

Penulis menyadari bahwa penulisan tugas akhir ini tidak akan selesai tanpa adanya bantuan dari berbagai pihak. Untuk itu, penulis menyampaikan rasa terima kasih yang sedalam-dalamnya kepada :

1. Allah SWT atas semua karunia yang telah diberikan
2. Dr. Ir. Entin Hidayah, M.UM., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Jember
3. Bapak Ahmad Hasanuddin, S.T.,M.T., selaku Dosen Pembimbing Utama dan Bapak Luthfi Amri Wicaksono, S.T.,M.T., selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah meluangkan waktunya, selalu bersabar dalam membimbing dan memberikan motivasi penulis selama proses menyelesaikan tugas akhir ini.
4. Bapak Syamsul Arifin, S.T.,M.T., selaku Dosen Penguji I dan Bapak Paksitya Purnama Putra, S.T.,M.T., selaku Dosen Penguji II yang telah banyak memberikan masukan untuk perbaikan tugas akhir ini
5. Bapak Dwi Nurtanto, S.T.,M.T., selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah meluangkan banyak waktu untuk membimbing dan memberikan saran serta motivasi kepada penulis selama menempuh masa studi.
6. Bapak dan Ibu Dosen Fakultas Teknik Universitas Jember yang telah mengajarkan ilmu pengetahuan yang berguna.

7. Mas Hasan dan Mas ilham terimakasih atas bantuan dan kerjasamanya dengan baik selama penulis melakukan uji laboratorium dalam proses mengerjakan tugas akhir
8. Kedua orangtua penulis, Pujianto dan Rohayani Munawaroh yang selalu memberikan kasih sayang, do'a, nasehat, kesadaran, dan dukungan moral serta material yang merupakan sebuah anugerah terbesar dalam kehidupan penulis.
9. Kakak penulis Faticha Putri Anggraini dan adik penulis Damara Premaswara yang selalu memberikan warna dan keceriaan di sepanjang kehidupan penulis
10. Orang terbaik yang selalu ada di sisi penulis, Ramadhana Candra Kirana yang selalu memberikan semangat, dukungan, dan do'a. Semoga kelak kesuksesan kita tercapai selamanya
11. Rekan-rekan terbaik Asadina Safitri, Ericha Devy Wijayanti, Nikmatul Khasanah, Ulfitania Riantami yang selalu mendampingi penulis dalam suka duka selama proses pengerjaan tugas akhir ini. Semoga persahabatan kita terjaga selamanya
12. Adik-adik kosan Mutiara, Firda, Leny, Bella, Gea, Mona yang selalu menebarkan semangat keceriaan sehingga tugas akhir ini dapat terselesaikan.
13. Keluarga Kupu-Kupu 2015 (Teknik Sipil 2015) terima kasih atas kebersamaan dan bantuan selama penulis menempuh studi dan sampai akhirnya dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
14. Alamamater Fakultas Teknik Universtas Jember.

Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini masih jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan saran dan kritik yang membangun dari semua pihak demi kesempurnaan tugas akhir ini. Akhir kata penulis berharap tugas akhir ini dapat bermanfaat.

Jember, 21 Maret 2018

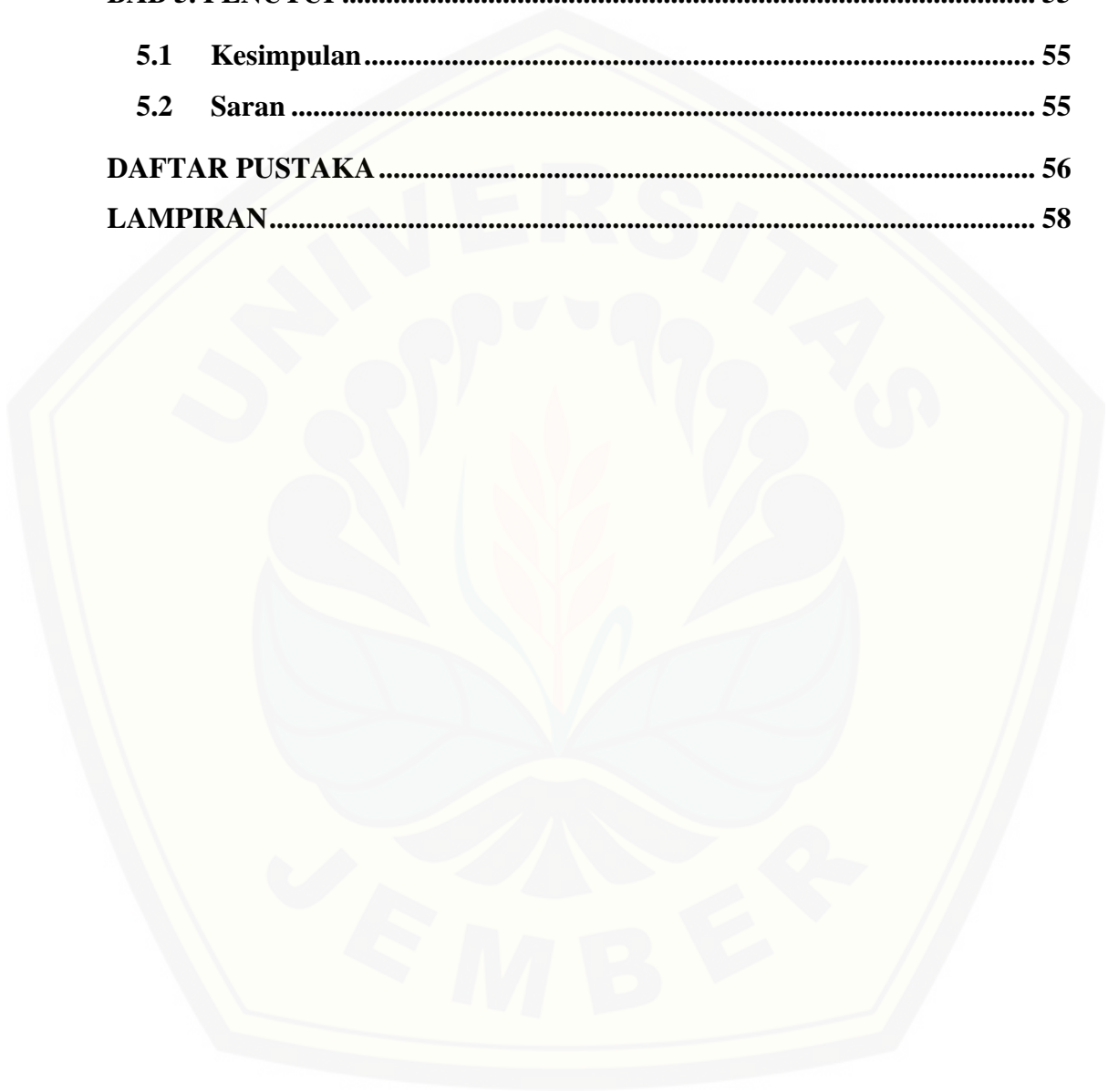
Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
PERSEMBAHAN.....	ii
MOTTO	iii
PERNYATAAN.....	iv
HALAMAN PEMBIMBING	v
PENGESAHAN.....	vi
RINGKASAN	viii
SUMMARY	x
PRAKATA	xii
DAFTAR ISI.....	xiv
DAFTAR TABEL	xvii
DAFTAR GAMBAR.....	xviii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xix
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan.....	2
1.4 Manfaat.....	2
1.5 Batasan Masalah	3
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Tinjauan Tentang <i>Landfill</i>	4
2.2 Indeks Propertis Tanah.....	4
2.3 Klasifikasi Tanah	6
2.3.1 Hidrometer	10
2.3.2 Analisa Saringan	11
2.4 Batas-batas konsistensi.....	13

2.4.1	Indeks Plastisitas (<i>plasticity index</i>)	13
2.5	Kepadatan Tanah	14
2.6	CBR (<i>California Bearing Ratio</i>)	14
2.7	Kuat Geser Tanah	15
2.7.1	Uji Geser Langsung (<i>Direct Shear</i>)	16
2.8	Daya Dukung Tanah	17
2.9	Pondasi Batu Kali	19
BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN	21
3.1	Objek Penelitian	21
3.2	Lokasi Penelitian	21
3.3	Waktu Penelitian	22
3.4	Studi Kepustakaan	22
3.5	Pengambilan Sampel Tanah	22
3.5.1	Sampel tanah terganggu (<i>Disturbed Soil</i>)	23
3.5.2	Sampel tanah tak terganggu (<i>Undisturbed Soil</i>)	23
3.6	Metode Pengujian	23
3.6.1	Persiapan Alat dan Bahan	23
3.6.2	Pengujian Material	25
3.7	Daya Dukung Pondasi Dangkal	32
3.8	Analisa dan Pembahasan	32
3.9	Kesimpulan	33
3.10	Alur Penelitian	34
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN	34
4.1	Pengujian Indeks Properties Tanah	34
4.2	Pengujian Analisa Gradasi	34
4.3	Pengujian Attererg Limit Tiap Lokasi	39
4.4	Pengujian Compaction dan CBR (<i>California Bearing Ratio</i>)	42
4.4.1	Compaction Test	42

4.4.2	Pengujian CBR.....	45
4.5	Hasil Pengujian Kuat Geser Tanah.....	49
4.6	Daya Dukung Tanah.....	52
BAB 5. PENUTUP.....		55
5.1	Kesimpulan.....	55
5.2	Saran	55
DAFTAR PUSTAKA		56
LAMPIRAN.....		58



DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 <i>Specific Gravity</i> Tanah.....	6
Tabel 2.2 Sistem klasifikasi tanah <i>Unified</i>	9
Tabel 2.3 Nilai indeks plastis dan macam tanah.....	12
Tabel 3.1 Jadwal penyusunan tugas akhir.....	22
Tabel 4.1 Analisa indeks properties tanah	34
Tabel 4.2 Analisa pengujian atterberg limit.....	39
Tabel 4.3 Hasil pengujian CBR tiap lokasi.....	44
Tabel 4.4 Hasil pengujian CBR titik 1	45
Tabel 4.5 Hasil pengujian CBR titik 2	46
Tabel 4.6 Hasil pengujian CBR titik 3	47
Tabel 4.7 Analisa kuat geser langsung titik 1	47
Tabel 4.8 Analisa kuat geser langsung titik 2	48
Tabel 4.9 Analisa kuat geser langsung titik 3	49
Tabel 4.10 Nilai koefisien daya dukung tanah terzaghi.....	51
Tabel 4.11 Daya dukung ultimate tiap lokasi.....	51
Tabel 4.12 Daya dukung izin	52
Tabel 4.13 Tegangan tiap lokasi	53

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Batas konsistensi Tanah	11
Gambar 2.2 Alat uji <i>direct shear</i>	16
Gambar 2.3 Bidang Keruntuhan geser	17
Gambar 2.4 Faktor daya dukung persamaan terzaghi's	18
Gambar 3.1 Lokasi pengambilan sampel	21
Gambar 3.2 Diagram alir pelaksanaan tugas akhir	33
Gambar 4.1 Grafik analisa gradasi titik 1	35
Gambar 4.2 Batas atterberg titik 1	36
Gambar 4.3 Grafik analisa gradasi titik 2	36
Gambar 4.4 Batas atterberg titik 2	37
Gambar 4.5 Grafik analisa gradasi titik 3	37
Gambar 4.6 Batas atterberg titik 3	38
Gambar 4.7 Batas cair titik 1	39
Gambar 4.8 Batas cair titik 2	40
Gambar 4.9 Batas cair titik 3	41
Gambar 4.10 Grafik kepadatan tanah titik 1	42
Gambar 4.11 Grafik kepadatan tanah titik 2	43
Gambar 4.12 Grafik kepadatan tanah titik 3	44
Gambar 4.13 Grafik CBR titik 1	45
Gambar 4.14 Grafik CBR titik 2	46
Gambar 4.15 Grafik CBR titik 3	46
Gambar 4.16 Grafik kuat geser langsung titik 1	48
Gambar 4.17 Grafik kuat geser langsung titik 2	49
Gambar 4.18 Grafik kuat geser langsung titik 3	50

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1 Pengujian analisa gradasi tiap lokasi.....	58
Lampiran 2 Pengujian indeks propertis tanah.....	61
Lampiran 3 Pengujian batas konsistensi tanah.....	64
Lampiran 4 Pengujian kepadatan tanah.....	67
Lampiran 5 Pengujian CBR tiap lokasi.....	70
Lampiran 6 Pengujian kuat geser langsung	73
Lampiran 7 Denah pembebanan pondasi	76
Lampiran 8 Hasil Pemeriksaan Laboratorium	77
Lampiran 9 Dokumentasi.....	78



BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kabupaten Banyuwangi merupakan kabupaten dengan perkembangan wilayah yang sangat pesat. Kabupaten Banyuwangi memiliki luas wilayah 5.782,50 km² dan jumlah penduduk sebanyak 1.668.438 jiwa. Angka pertumbuhan penduduk di Kabupaten Banyuwangi akan terus bertambah setiap tahunnya. Terbukti bahwa dalam kurun waktu Desember 2014 sampai dengan Desember 2015, pertumbuhan penduduk Kabupaten Banyuwangi telah mengalami peningkatan sebesar 0,73% (Profil Kabupaten Banyuwangi, 2016). Walaupun masih dalam kategori stabil, Kabupaten Banyuwangi akan terus mengalami peningkatan secara berkala.

Peningkatan jumlah penduduk akan menimbulkan berbagai masalah sosial seperti pengalihan fungsi lahan menjadi wilayah pemukiman dan semakin banyaknya limbah rumah tangga. Saat ini Kabupaten Banyuwangi hanya memiliki satu tempat pembuangan akhir, yaitu TPA Bulusan. Dengan luas lahan 1,5 Ha, volume sampah yang masuk ke TPA Bulusan rata-rata 125-130 m³ perhari. Sampah ini berasal dari berbagai daerah dan berbagai macam tempat seperti rumah sakit, pasar, sekolah, dan tempat pembuangan sementara. Sampah ini terdiri dari sampah organik yang dapat diuraikan oleh mikrobiologi dan anorganik yang tidak dapat diuraikan oleh mikrobiologi.

Di TPA Bulusan sampah yang masuk setiap hari diletakkan pada suatu lahan dengan metode operasional *controlled Landfill* yaitu penanganan sampah dengan cara ditimbun dan di urug secara bertahap dan berlapis-lapis. Metode ini akan terus dilakukan hingga batas waktu yang tidak dapat ditentukan oleh Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Banyuwangi. Pengaruh proses *Landfill* yang diterapkan oleh TPA Bulusan dengan memakai tanah untuk melapisi sampah, akan menyebabkan kerusakan tanah dasar akibat proses pembusukan sampah oleh mikrobiologi.

Letak TPA Bulusan ini berbatasan langsung dengan pemukiman penduduk yang tingkat kepadatannya akan semakin meningkat dari waktu ke waktu. Dengan tingkat kepadatan penduduk yang terus bertambah tersebut, sangat memungkinkan jika suatu saat akan terjadi pengalihan fungsi lahan TPA menjadi sebuah kawasan perumahan ataupun kawasan industri. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui daya dukung tanah *Landfill* yang ada di sekitar TPA Bulusan terkait jika suatu saat terjadi pengalihan fungsi lahan di wilayah tersebut.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka rumusan masalah dalam proyek akhir ini sebagai berikut:

1. Bagaimana klasifikasi tanah dan parameter kuat geser tanah di sekitar tempat pembuangan akhir (TPA) Bulusan Kecamatan Kalipuro Kabupaten Banyuwangi ?
2. Bagaimana nilai CBR dan daya dukung tanah untuk pondasi dangkal di sekitar tempat Pembuangan Akhir (TPA) Bulusan Kecamatan Kalipuro Kabupaten Banyuwangi?

1.3 Tujuan

Tujuan dari proyek akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui klasifikasi tanah dan parameter kuat geser tanah di sekitar wilayah TPA Bulusan Kecamatan Kalipuro Kabupaten Banyuwangi
2. Untuk mengetahui nilai CBR dan daya dukung tanah untuk pondasi dangkal di wilayah TPA Bulusan.

1.4 Manfaat

Melalui penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat yaitu untuk mengetahui karakteristik tanah, nilai CBR, dan parameter kuat geser tanah untuk

daya dukung tanah pondasi dangkal di sekitar TPA Bulusan Kecamatan Kalipuro Kabupaten Banyuwangi sebagai acuan jika nantinya terjadi pengembangan sektor pembangunan di daerah tersebut.

1.5 Batasan Masalah

Ditinjau dari rumusan masalah dan tujuan proyek akhir, maka batasan masalah proyek akhir ini yaitu:

1. Meninjau sifat fisik tanah yang dicari melalui pengujian dari kadar air, berat isi tanah, dan berat jenis tanah
2. Membahas terkait daya dukung tanah pondasi dangkal untuk dimensi pondasi tertentu berdasarkan penyelidikan sampel di TPA Bulusan.
3. Tidak melakukan analisis perhitungan jika terjadi ketimpangan hasil pengujian laboratorium dan teori yang telah ada.
4. Tidak memperhitungkan sifat kimia tanah.
5. Klasifikasi tanah hanya berdasarkan sistem USCS

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Tentang *Landfill*

Tanah berasal dari pelapukan batuan yang dapat terjadi secara fisika, kimia, maupun biologis. Proses pelapukan tanah ini terjadi dalam kurun waktu yang sangat lama. Tanah yang terjadi akibat suatu proses tertentu akan tetap memiliki komposisi yang sama dengan batuan asalnya. Komposisi tanah berbeda-beda dari tempat satu dengan tempat lainnya. Kebanyakan jenis tanah terdiri dari campuran dari beberapa ukuran. Dan umumnya terdiri lebih dari dua rentang ukuran. Butiran tanah akan berpengaruh pada pengklasifikasian tanah.

Tanah yang ada di lokasi sekitar TPA merupakan campuran dari tiga jenis tanah, yaitu : tanah asli dari daerah tersebut, sampah yang terurai, dan tanah yang dipergunakan untuk menutup lapisan dari sampah.

Tanah *Landfill* merupakan timbunan tanah yang digunakan untuk menimbun sampah dengan timbunan berlapis-lapis. Artinya, tanah *Landfill* merupakan campuran dari tanah asli di lokasi tersebut dengan sampah yang sudah terurai oleh aktifitas mikroorganisme.

2.2 Indeks Propertis Tanah

Pengujian indeks properties tanah terdiri dari pengujian kadar air, berat isi, dan *specific gravity* yang bertujuan untuk mengetahui sifat-sifat tanah.

Menurut Shirley (1994) kadar air tanah (w) didefinisikan sebagai perbandingan antara berat air yang terkandung dalam tanah dengan berat kering tanah tersebut yang dinyatakan dalam persen yang besarnya dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan 2.1 sebagai berikut:

$$W = \frac{W_w}{W_s} \times 100\% \quad (\text{Persamaan 2.1})$$

Dimana:

W_w = berat air (gr)

W_w = $(W_1 - W_2)$

W1 = berat cawan + tanah basah (gr)

W2 = berat cawan + tanah kering (gr)

Ws = berat butir tanah (gr)

Ws = (W2-W3)

W2 = berat cawan + tanah kering (gr)

W3 = berat cawan (gr)

Berat isi tanah (γ) didefinisikan sebagai perbandingan antara berat tanah basah dengan volumenya yang dinyatakan dalam gr/cm^3 . Berat isi tanah tergantung dari berat jenisnya, derajat kejenuhan, dan porositas dari tanah tersebut.

Besarnya γ dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 2.2 sebagai

$$\gamma = \frac{W2-W1}{V} \text{ gr}/\text{cm}^3 \quad (\text{Persamaan 2.2})$$

berikut:

Dimana:

γ = berat isi tanah (gr/cm^3)

W1 = berat silinder/ ring (gr)

W2 = berat silinder/ring + tanah (gr)

V = volume silinder atau ring (gr/cm^3)

Specific gravity tanah (G_s) didefinisikan sebagai perbandingan antara berat isi butir tanah dengan berat isi air.

Besarnya *specific gravity* dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 2.3 sebagai berikut:

$$G_s = \frac{W2-W1}{(W4-W1)-(W3-W2)} \quad (\text{Persamaan 2.3})$$

Dimana:

W1 = berat picnometer (gr)

W2 = berat picnometer + tanah (gr)

W3 = berat picnometer + tanah + air (gr)

W4 = berat picnometer + air (gr)

W_4' = berat picnometer + air terkoreksi

Tabel 2.1 *Specific gravity* tanah

Macam Tanah	<i>Specific Gravity</i>
Kerikil	2,65 – 2,68
Pasir	2,65 – 2,68
Lanau anorganik	2,62 – 2,68
Lanau nonorganik	2,58 – 2,65
Lempung anorganik	2,68 – 2,75
Humus	1,37
Gambut	1,25 – 1,80

Sumber : Hardiyatmo, (1999).

2.3 Klasifikasi Tanah

Pada sistem klasifikasi *unified*, dalam Bowles (1989) tanah diklasifikasikan kedalam tanah berbutir kasar (kerikil dan pasir) jika kurang dari 50% lolos saringan nomor 200, dan sebagai tanah berbutir halus (lanau atau lempung) jika lebih dari 50% lolos saringan nomor 200. Selanjutnya tanah diklasifikasikan dalam sekelompok dengan simbol-simbol yang digunakan sebagai berikut:

- 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 (*peat and higly organic soil*)
- W = gradasi baik (*well-graded*)
- P = gradasi buruk (*poorly-plasticity*)
- L = plastisitas rendah (*low-plasticity*)

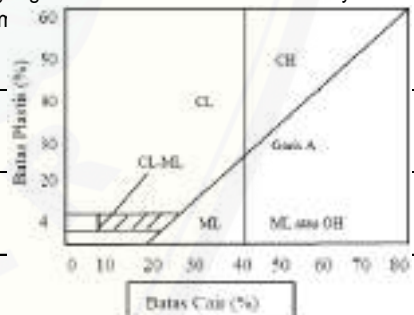
Prosedur untuk menemukan klasifikasi tanah sistem *unified* adalah sebagai berikut:

1. Tentukan apakah tanah merupakan butiran halus atau butiran kasar secara visual atau dengan cara menyaringnya dengan saringan No. 200.
2. Jika tanah berbutir kasar
 - a. Saring tanah dan gambarkan grafik distribusi butiran
 - b. Tentukan persen butiran lolos saringan No. 4, bila presentase butiran halus yang lolos kurang dari 50%, klasifikasi tanah tersebut sebagai kerikil. Bila butiran yang lolos lebih dari 50%, klasifikasi tanah tersebut sebagai pasir.
 - c. Tentukan jumlah butiran yang lolos saringan No. 200. Jika presentase butiran yang lolos kurang dari 5%, pertimbangkan bentuk grafik distribusi butiran dengan menghitung C_u dan C_c . Jika termasuk bergradasi baik, maka klasifikasikan sebagai GW (bila kerikil atau SW (bila pasir). Jika termasuk bergradasi buruk, klasifikasikan sebagai GP (bila kerikil atau SP (bila pasir)
 - d. Jika presentase butiran tanah yang lolos saringan No. 200 diantara 5 sampai 12%, tanah akan mempunyai simbol ganda dan mempunyai sifat plastis(GW-GM, SW-SM, dan sebagainya).
 - e. Jika presentase butiran yang lolos saringan no. 200 lebih besar 12%, harus dilakukan uji batas-batas Atterberg dengan menyingkirkan butiran tanah yang tinggal dalam saringan no. 40. Kemudian, dengan menggunakan diagram plastisitas, ditentukan klasifikasinya (GM, GC, SM, SC, GM-GC, atau SM-SC).
3. Jika tanah berbutir halus
 - a. Kerjakan uji-uji batas Atterberg dengan menyingkirkan butiran tanah yang tinggal dalam saringan no. 40. Jika batas cair lebih dari 50%, klasifikasikan sebagai H (plastisitas tinggi) dan jika kurang dari 50, klasifikasikan sebagai L (Plastisitas rendah).
 - b. Untuk H (plastisitas tinggi), jika titik potong batas-batas Atterberg pada grafik plastisitas di bawah garis A, tentukanlah apakah tanah

- organik (OH) atau anorganik (MH). Jika titik potongnya jatuh digaris A, klasifikasikan sebagai CH.
- c. Untuk L (plastisitas rendah), jika plot batas-batas Atterberg pada grafik plastisitas dibawah garis A dan area yang diarsir, tentukan klasifikasi tanah tersebut sebagai organik (OL) atau anorganik (ML) berdasarkan warna, bau, atau perubahan batas cair dan batas plastisnya dengan mengeringkan didalam oven.
 - d. Jika plot batas-batas Atterberg pada grafik plastisitas jatuh pada area yang diarsir, dekat dengan garis A atau nilai LL sekitar 50%, gunakan simbol ganda.

Kebanyakan jenis tanah terdiri dari banyak campuran atau lebih dari satu macam ukuran partikel. Ukuran partikel tanah dapat bervariasi lebih besar dari 100 mm sampai dengan lebih kecil dari 0,001 mm. Klasifikasi sistem *unified* dapat dilihat pada tabel 2.2 dibawah ini :

Tabel 2.2 Klasifikasi Tanah *Unified*

Tanah berbutir kasar $\geq 50\%$ butiran tertahan saringan No.200	kerikil 50% \geq fraksi kasar tertahan saringan No.4	kerikil bersih (hanya kerikil)	GW	kerikil bergradasi baik dan campuran kerikil-pasir, sedikit atau sama sekali tidak mengandung butiran halus	Klasifikasi berdasarkan prosentase butiran halus ; kurang dari 5% lolos saringan no.200: GM, GP, SW, SP. Lebih dari 12% lolos saingan No 200 : GM, GC, SM, SC. 5%-12% lolos saringan No.200: Batasan klasifikasi yang mempunyai simbol doble	$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}} > 4$ $C_c = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \times D_{60}}$ Antara 1 dan 3
		kerikil dengan butiran halus	GP	kerikil bergradasi buruk dan campuran kerikil-pasir, sedikit atau sama sekali tidak mengandung butiran halus		Tidak memenuhi kedua kriteria untuk GW
		Pasir dengan butiran halus	GM	kerikil berlanau, campuran kerikil-pasir-lanau		kerikil berlanau, campuran kerikil-pasir-lanau
			GC	kerikil berlempung, campuran kerikil-pasir-lempung		kerikil belempung, campuran kerikil-pasir-lempung
	pasir 50% \geq fraksi kasar tertahan saringan No.4	pasir bersih (hanya pasir)	SW	pasir bergradasi baik, pasir berkerikil, sedikit atau sama sekali tidak mengandung butiran halus		$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}} > 6$ $C_c = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \times D_{60}}$ Antara 1 dan 3
		Pasir dengan butiran halus	SP	pasir bergradasi buruk, pasir berkerikil, sedikit atau sama sekali tidak mengandung butiran halus		tidak memenuhi kriteria untuk SW
			SM	pasir berlanau, campuran pasir lanau		batas-batas atterberg di bawah garis A
		SC	pasir berlempung, campuran pasir-lempung	batas-batas atterberg di bawah garis A		Bila batas Atterberg berada di daerah arsir dari diagram plastisitas,
	Tanah berbutir halus 50% atau lebih lolos ayakan No.200	Lanau dan lempung batas cair $\leq 50\%$	ML	lanau anorganik, pasir halus sekali, serbuk batuan, pasir halus berlanau atau berlempung		Diagram Plaastisitas: Untuk mengklasifikasi kadar butiran halus yang terkandung dalam tanah berbutir halus dan kasar.
			CL	lempung anorganik denngan plastisitas rendah sampai dengan lempung berkerikil, lempung berpasir, lempung berlanau, lempung "kurus" (lean clays)		Batas Atterberg yang termasuk dalam daerah yang diarsir berarti batasan klasifikasinya
			OL	Lanau anorganik dan lempung berlanau organik dengan plastisitas rendah		
		Lanau dan lempung batas cair $\geq 50\%$	MH	Lanau anorganik atau pasir halus diatomae, atau lanau diatomae, lanau yang elastis		
CH			lempung organik dengan plastisitas tinggi, lempung "gemuk" (fat clays)			
OH			lempung organik dengan plastisitas sedang sampai dengan tinggi			
Tanah-tanah dengan kandungan organik sangat tinggi	PT	Peat (gambut), muck, dan tanah-tanah lain dengan kandungan organik tinggi	Manual untuk identifikasi secara visual dapat dilihat di ASTM Designation D-2488			

Sumber : Hardiyatmo, 1996

2.3.1 Hidrometer

Pada percobaan ini, sifat-sifat tanah diselidiki dengan cara mengukur berat jenis tanah yang berubah-ubah dari sebuah suspensi tanah pada saat butiran tanah sedang mengalami proses pengendapan. Menurut Das (1988) berdasarkan Hukum *Stokes* dapat ditentukan ukuran butir tanah dari kecepatan jatuh partikel. Agar persamaan *stokes* dapat diterapkan dalam percobaan, maka diasumsikan :

- Tiap butir berbentuk bola.
- Tidak ada interfensi antar partikel dan antara partikel dengan dinding, oleh sebab itu jumlah tanah yang digunakan relatif sedikit yaitu 50 gr/liter dan tabung gelas dengan 1000 cc campuran
- Specific gravity* dari partikel diketahui

Dalam Das (1988) perhitungan diameter efektif (D) butir tanah digunakan rumus sebagai berikut :

$$k = \sqrt{\frac{18\mu}{(\gamma_s - \gamma_w)g}} \quad \text{Persamaan 2.4}$$

$$D = \sqrt{\frac{2r}{t} \mu \gamma} \quad \text{Persamaan 2.5}$$

Dimana :

M = viskositas/kekentalan air (gr.detik/cm²).

γ_w = berat volume air (gr/cm²)

γ_s = berat volume butir (gr/cm²).

g = percepatan gravitasi (cm/detik²).

d = Ø butir

r = jarak permukaan campuran (suspensi) ke pusat volume hidrometer (table)

t = waktu.

Prosentase yang lewat (N) dapat dihitung dari :

$$N = \frac{(R - R_a)}{W \times A \times x} \times 100\% \quad \text{Persamaan 2.6}$$

Dimana :

R = pembacaan skala hidrometer dalam suspensi

Ra = pembacaan skala hidrometer dalam air

W = berat tanah atau butir kering yang lolos saringan No.200.

A = faktor koreksi

Prosentase yang sebenarnya (N') dicari dengan :

$$N' = N \times \frac{(W)}{(Ws)} \quad (\text{Persamaan 2.7})$$

$$N' = N \times \frac{(\% \text{ lolos saringan } 200)}{100} \quad (\text{Persamaan 2.8})$$

$$N' = N \times (N \text{ sisa sieve analysis}) \quad (\text{Persamaan 2.9})$$

Dimana :

W = berat tanah kering yang lolos saringan nomor 200

Ws = berat total tanah kering yang disaring dalam analisa saringan

2.3.2 Analisa Saringan

Analisa saringan bertujuan untuk menentukan pembagian besar butiran tanah. Sifat-sifat suatu jenis tanah tergantung pada ukuran butirnya. Karena itu, pengukuran besar butir tanah paling sering dilakukan dalam laboratorium. Penentuan deskripsi tanah atau klasifikasi tanah dapat diketahui dari pembagian besar butiran tanah tersebut.

Peralatan yang dibutuhkan adalah sebagai berikut:

1. Satu set saringan
2. Oven
3. Neraca dengan ketelitian 0,1 gr
4. Shieve Shaker
5. Talam
6. Scraper

Dalam Shielely (1994), uji analisa saringan dilakukan dengan prosedur sebagai berikut:

1. Timbang masing-masing ayakan.

2. Hancurkan benda uji dengan menggunakan palu karet
3. Timbang benda uji ± 500 gr.
Bila benda uji yang diperiksa mengandung butiran kasar lebih besar dari ayakan No. 4 benda uji perlu ditambah.
4. Saringlah benda uji melalui urutan-urutan saringan sambil digoyang dengan tangan atau diletakkan ke shieve shaker.
5. Timbanglah masing-masing saringan + benda uji yang tertinggal
6. Kurangkan berat tanah (e) – (a). Yang memeberiiikan hasil berat tanah yang tertinggi (jumlah berat butir yang tertinggal harus dikontrol dengan berat tanah semula).
7. Bila bagian benda uji yang tertinggal pada saringan No. 200 cukup besar, dalam hal tersebut dilakukan pencucian. Pencucian ini dilakukan dengan mencuci tanah yang tertinggal dalam ayakan dengan melakukan air kedalam ayakan tersebut. Kumpulkan tanah yang telah dicuci, keringkan dan timbang berat benda uji yang tertinggal pada ayakan No. 200 dan tambahkan hasil tersebut pada berat tanah yang tertinggal di pan (f).

Analisa pada benda uji dapat dijelaskan pada persamaan berikut:

1. Prosentase benda uji yang tertinggal pada masing-masing saringan

$$= \frac{\text{berat tanah yang tertinggal}}{\text{berat total}} \times 100\% \quad (\text{Persamaan 2.10})$$

2. Prosentase kumulatif tanah yang tertinggal pada saringan

$$= \sum \text{prosentase benda uji tertinggal pada saringan yang lebih besar} \quad (\text{Persamaan 2.11})$$

3. Prosentase lebih halus pada saringan

$$= 100\% - \text{prosentase kumulatif benda uji yang tertinggal} \quad (\text{Persamaan 2.12})$$

2.4 Batas-batas konsistensi

Atterberg (1911) memberikan cara untuk menggambarkan batas-batas konsistensi dari tanah berbutir halus dengan pertimbangan kandungan kadar airnya. Batas-batas tersebut adalah batas cair (*liquid limit*), batas plastis (*plastic limit*), dan batas susut (*shrinkage limit*). Batas-batas konsistensi tanah dapat dilihat pada gambar 2.1



Gambar 2.1 Batas-batas konsistensi tanah

2.4.1 Indeks Plastisitas (*plasticity index*)

Indeks plastisitas adalah perbedaan batas cair (LL) dan batas plastis tanah (PL). Dapat dinyatakan dalam persamaan berikut :

$$PI = LL - PL \quad (\text{Persamaan 2.13})$$

Menurut Atterberg dalam Hardiyatmo (1999) tingkat plastisitas tanah dibagi dalam empat tingkatan berdasarkan nilai indeks plastisitas nya yang ada dalam selang antara 0% dan 17%. Batasan mengenai indeks plastisitas, sifat, macam tanah, dapat dilihat pada tabel 2.3

Tabel 2.3 Nilai indeks plastis 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 : Atterberg dalam Hardiyatmo, (1999)

2.5 Kepadatan Tanah

Cara uji ini dilakukan untuk menentukan hubungan antara kadar air dan kepadatan tanah yang dipadatkan dalam sebuah cetakan di dalam sebuah cetakan berukuran tertentu dengan penumbuk yang dijatuhkan secara bebas. Dalam Shirley (1994) kepadatan basah dengan rumus sebagai berikut :

$$P = \frac{B2 - B1}{V} \quad \text{Persamaan 2.14}$$

Dimana

- P = kepadatan tanah basah (gr/cm²)
 B1 = massa cetakan dan keping alas (gr)
 B2 = massa cetakan, keping alas, dan benda uji (gr)
 V = volume benda uji atau volume cetakan (cm³)

2.6 CBR (*California Bearing Ratio*)

Penentuan nilai CBR dilakukan terhadap contoh tanah yang sudah dipadatkan dengan pemadatan standar. Hasil pengujian dapat diperoleh dengan mengukur besarnya beban pada penetrasi tertentu. Dalam SNI 03-1744-1989, besarnya penetrasi sebagai dasar menentukan CBR adalah penetrasi 0,1” dan 0,2” , dihitung dengan persamaan berikut :

- a. Penetrasi 0,1” (0,254 cm)

$$\text{CBR (\%)} = \frac{P1}{(3 \times 1000)} \times 100\% \quad \text{(Persamaan 2.15)}$$

- b. Penetrasi 0,2”

$$\text{CBR (\%)} = \frac{P2}{(3 \times 1500)} \times 100\% \quad \text{(Persamaan 2.16)}$$

Dengan :

- P1 = tekanan uji pada penetrasi 0,1” (g/cm³ atau psi)
 P2 = tekanan uji pada penetrasi 0,2” (g/cm³ atau psi)

Dari kedua nilai perhitungan diambil nilai yang terbesar

2.7 Kuat Geser Tanah

Kekuatan geser tanah didefinisikan sebagai kekuatan tanah berupa perlawanan tanah untuk memikul beban atau gaya yang diakibatkan oleh desakan dan tarikan butir-butir tanah yang dapat menyebabkan kelongsoran, keruntuhan, gelincir, dan pergeseran tanah. Melalui pengertian ini, bila tanah mengalami pembebanan akan ditahan oleh :

1. Kohesi tanah yang bergantung pada jenis tanah dan 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.

Menurut Coulumb (sekitar 1773) dalam Bowles (1989), kuat geser tanah dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$\tau = c + \sigma \tan \phi \quad (\text{Persamaan 2.17})$$

Dengan :

- τ = kuat geser tanah (kN/m²)
 c = kohesi tanah (kN/m²)
 σ = tegangan geser normal pada tanah (kN/m²)
 ϕ = sudut gesek dalam tanah atau sudut gesek intern (°)

Menurut Bowles (1989) kuat geser (yang sering ditentukan dalam uji tekan) tidak memiliki satu nilai tunggal, tetapi di lapangan sangat dipengaruhi oleh faktor-faktor seperti :

1. Keadaan tanah-angka pori, ukuran butir, dan bentuk
2. Jenis tanah-pasir, berpasir, kerikil, lempung, dan sebagainya, dan/atau jumlah relatif dari bahan-bahan yang ada.
3. Kadar air-terutama untuk lempung (sering berkisar dari sangat lunak sampai kaku, tergantung pada nilai sesaat)
4. Jenis beban dan tingkatnya. Dari teori konsolidasi dapat diketahui bahwa beban yang cepat akan menghasilkan tekanan pori yang berlebih.

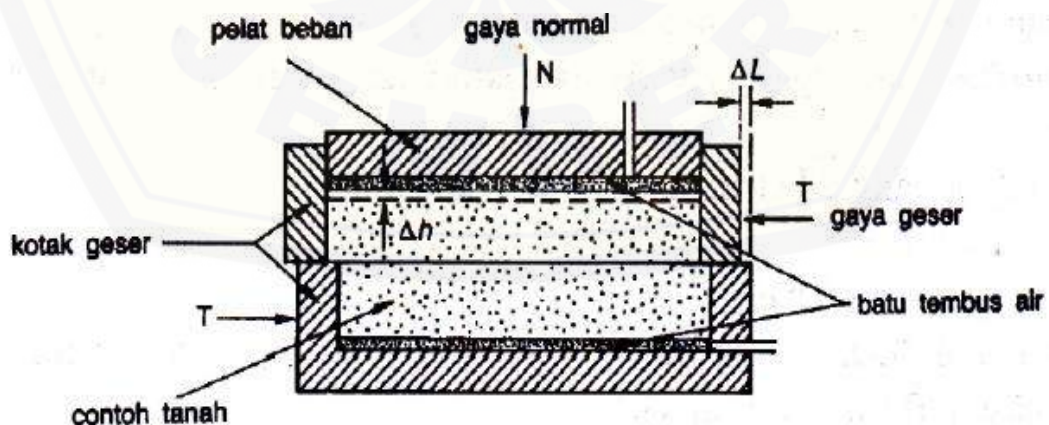
5. Anisotropis kekuatan yang tegak lurus terhadap bidang dasar (*bedding plane*) akan berbeda jika dibandingkan dengan kekuatan yang sejajar dengan bidang tersebut.

Ada beberapa cara untuk menentukan parameter kekuatan, antara lain :

1. Uji geser langsung (*direct shear*)
2. Uji triaksial (*triaxial test*)
3. Uji tekan bebas (*unconfined compression test*)

2.7.1 Uji Geser Langsung (*Direct Shear*)

Uji geser langsung merupakan suatu percobaan sederhana untuk memperoleh kekuatan geser suatu tanah. Tahanan geser diukur pada suatu cincin uji (*proving ring*), dan harga maksimum adalah kekuatan geser tanah pada keruntuhan. Kekuatan geser dapat diperoleh dengan contoh tanah yang dibebani dengan berbagai macam beban tekan dan digambarkan pada suatu grafik dari tegangan geser terhadap tegangan tekan yang biasanya memberikan suatu grafik garis lurus. Uji geser langsung menentukan arah dan lokasi bidang keruntuhan, yaitu pada lokasi belahan kotak dan sejajar dengan beban horisontal. Uji ini dianggap oleh sejumlah ahli dapat memenuhi persyaratan untuk regangan bidang yang cukup. Untuk alat uji dapat dilihat pada gambar 2.2

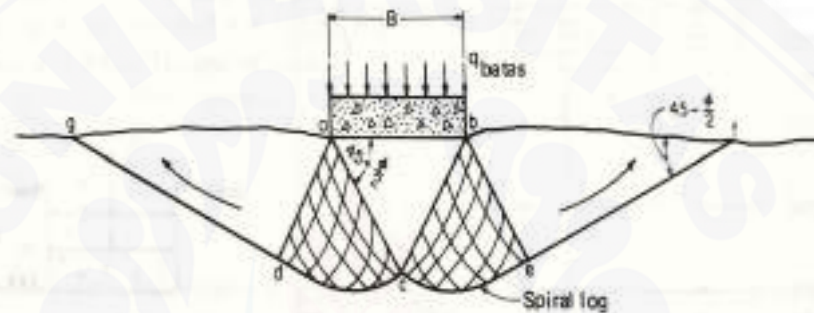


Gambar 2.2 Alat uji *direct shear*

2.8 Daya Dukung Tanah

Daya dukung batas (*ultimate bearing capacity*) suatu tanah di bawah beban pondasi tergantung pada kuat geser. Nilai kerja atau nilai izin untuk desain akan ikut mempertimbangkan karakteristik kekuatan dan deformasi.

Sebagian besar teori daya dukung yang sekarang digunakan didasarkan atas teori plastisitas. Prandtl (sekitar tahun 1920) dalam Bowles (1989) mengembangkan persamaan dari analisis kondisi aliran yang diasumsikan pada gambar 2.3



Gambar 2.3 Bidang keruntuhan yang diasumsikan untuk keruntuhan daya dukung suatu pondasi di permukaan tanah

Bagian melengkung dari busur ed atau ce dianggap sebagai bagian dari suatu spiral logaritmis yang merupakan gerakan rotasi tanah dibawah areal yang mengalami pembebanan. Keruntuhan yang terjadi berupa keruntuhan geser karna gerakan yang terjadi berupa gelinciran antara dua permukaan. Untuk pondasi pada lempung jenuh, biasanya diasumsikan kondisi tak terdrainasi ($\phi = 0$). Daya dukung batas dengan metode Plandtl ditunjukkan dalam persamaan di bawah ini

$$q_{\text{batas}} = (\pi + 2) c = 5,14c \quad (\text{Persamaan 2.18})$$

Yang lainnya telah menemukan nilai 5,64 sampai 5,74c apabila dibandingkan dengan nilai 5,14c ini untuk pondasi di permukaan tanah.

Terzaghi memodifikasi masalah Prandtl dan mendapatkan rumus untuk pondasi lajur sebagai berikut :

$$q_{\text{batas}} = \frac{1}{2}\gamma \cdot B \cdot N_{\gamma} + c \cdot N_c + \gamma \cdot D \cdot N_q \quad (\text{Persamaan 2.19})$$

Untuk pondasi bujur sangkar sebagai berikut :

$$q_{\text{batas}} = 0,4\gamma.B.N_{\gamma} + 1,3c.N_c + \gamma.D.N_q \quad \text{Persamaan 2.20}$$

Untuk pondasi bundar persamaannya sebagai berikut :

$$q_{\text{batas}} = 0,4\gamma.R.N_{\gamma} + 1,3c.N_c + \gamma.D.N_q \quad \text{Persamaan 2.21}$$

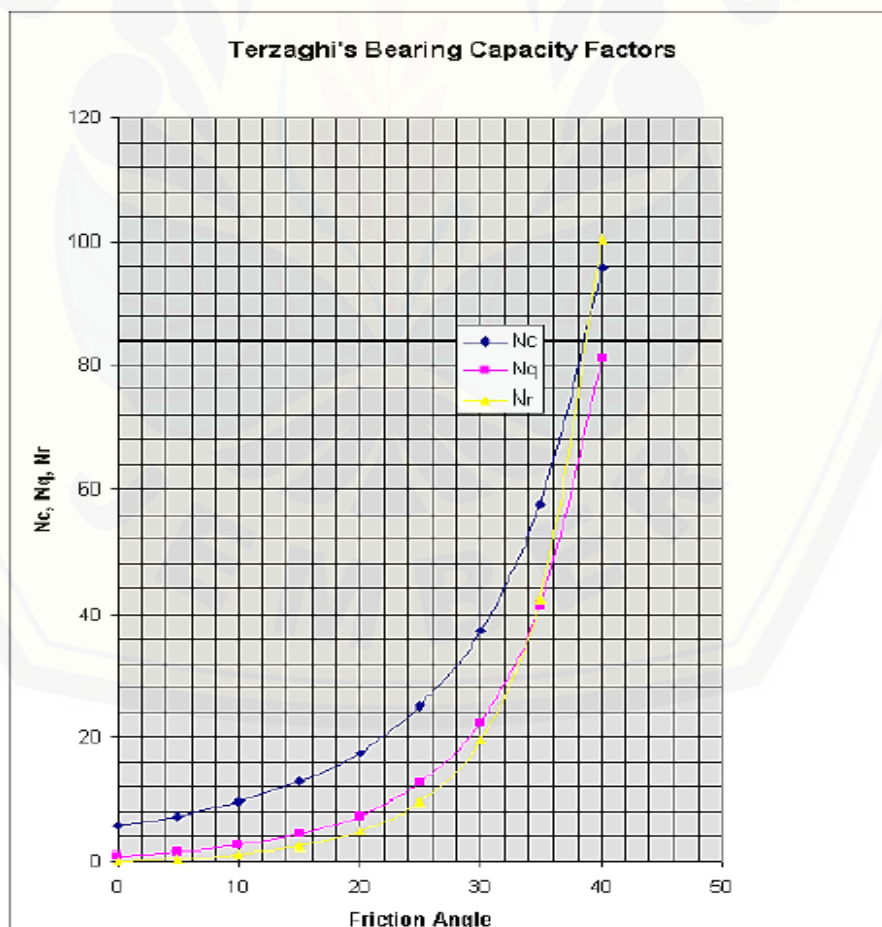
Di mana :

D = kedalaman pondasi

B = lebar pondasi

R = jari-jari pondasi

γ = berat isi efektif tanah yang dapat berbeda untuk bagian N_a dan N_{γ} pada persamaan 2.19 tergantung pada lokasi muka air tanah



Gambar 2.4 Faktor daya dukung persamaan Terzaghi

Pada umumnya persamaan Terzaghi berlaku untuk pondasi dangkal dimana $D \leq B$. Dengan memakai persamaan Terzaghi dan $\phi = 0$ maka didapatkan untuk N_i

$$N_c = 5,74$$

$$N_q = 1,00$$

$$N_\gamma = 0,00$$

Daya dukung tidak akan bertambah tanpa adanya pembatas (dengan suku (γDN_q)), sehingga kedalaman pondasi dibatasi sampai sekitar $2B$ atau nilai N_q yang direduksi dipakai untuk kedalaman yang lebih besar.

Suku N_γ merefleksikan kontribusi zona punch abc dalam gambar 2.3 dan jarang berpengaruh besar terhadap daya dukung kecuali pondasi tersebut sangat lebar.

Karena berat isi efektif tanah dipakai baik dalam bagian N_q maupun N_γ dalam persamaan-persamaan daya dukung, maka daya dukung ini akan berkurang apabila muka air tanah berada diantara b dan c, maka berat isi yang dipakai dalam N_γ harus disesuaikan. Apabila muka air tanah berada diantara b dan permukaan tanah, berat isi terendam (*submerged*) γ' harus dipakai dalam N_γ dan berat isi efektif dalam N_q .

Sejumlah persamaan daya dukung telah diajukan untuk penyelesaian yang lebih baik bagi masalah daya dukung, Terzaghi pada umumnya dianggap sangat konservatif. Walaupun demikian hal ini bukan merupakan suatu masalah yang serius karena daya dukung umumnya tidak menentukan tekanan tanah izin di bawah suatu elemen pondasi. Biasanya penurunan akan lebih menentukan hal tersebut.

2.9 Pondasi Batu Kali

Pondasi batu kali dipilih sebagai pondasi untuk konstruksi yang tidak berat. Pondasi batu kali biasanya berbentuk menerus untuk pondasi dinding. Seluruh beban atap dan beban bangunan dipikul oleh dinding dan kolom

bangunan yang diteruskan ke tanah melalui pondasi menerus di sepanjang dinding bangunan.

Pondasi batu kali hanya mempertimbangkan berat beban yang bekerja tanpa mempertimbangkan berat momen yang terjadi, oleh karna itu tidak tepat jika digunakan untuk konstruksi bangunan yang berat/ bertingkat tinggi.

Dalam Pamungkas dan Harianti (2013), dasar perhitungan pondasi batu kali adalah sebagai berikut :

$$\sigma = \frac{G1+G2+G3+G4+G5}{A} \quad \text{Persamaan 2.22}$$

syarat yang harus dipenuhi $\sigma \leq$ daya dukung tanah

Dimana :

- σ : tekanan yang terjadi
- σ : daya dukung tanah
- G1 : berat konstruksi atas
- G2 : berat sloof
- G3 : berat tanah urug
- G4 : berat dinding
- G5 : berat pondasi
- A : luas penampang pondasi bawah

BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Objek Penelitian

Dalam pengerjaan tugas akhir ini, yang digunakan sebagai objek penelitian adalah tanah *landfill* yang ada di tempat pembuangan akhir (TPA) di daerah Bulusan Kecamatan Kalipuro Kabupaten Banyuwangi. Dari beberapa bagian tanah *landfill*, diambil bagian yang sudah tidak dilakukan penimbunan tanah.

Penelitian menggunakan beberapa pengujian laboratorium untuk mendapatkan data-data sebagai syarat yang harus dipenuhi untuk mengetahui daya dukung tanah pada daerah *landfill* tersebut.

3.2 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian tugas akhir berada di Kelurahan Bulusan Kecamatan Kalipuro Kabupaten Banyuwangi. Pemilihan area pengambilan sampel dipilih secara acak di titik tempat yang sudah tidak ditimbun sampah yang ditandai dengan simbol A, B, dan C.



Gambar 3.1 Lokasi Pengambilan sampel

Sumber: Digital Globe, Map Data, 2017 Google

3.3 Waktu Penelitian

Pelaksanaan pengerjaan tugas akhir ini dimulai pada bulan Oktober 2017 dan diuraikan dalam tabel.

Tabel 3.1 Jadwal Kegiatan Penyusunan Tugas Akhir

No	Kegiatan	Bulan ke-1				Bulan ke-2				Bulan ke-3				Bulan ke-4				Bulan ke-5			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	Penyusunan Proposal	■	■	■	■																
2	Survei Lapangan				■	■	■														
3	Pendaftaran seminar proposal							■													
4	Seminar proposal								■												
5	Pengambilan sampel tanah									■	■										
6	Pengujian sampel tanah										■	■	■								
7	Hasil dan pembahasan												■	■	■						
8	Seminar Hasil															■					
9	Penyusunan draft seminar akhir																■	■	■		
10	Sidang tugas akhir																				■

3.4 Studi Kepustakaan

Untuk memperoleh data-data dan informasi terkait penelitian ini, menggunakan buku petunjuk yang ada dan literatur lainnya yang berhubungan dengan tugas akhir yang dikerjakan diantaranya buku mengenai mekanika tanah, jurnal, artikel, skripsi, dan sumber literatur lain yang mendukung topik dalam penelitian ini. Studi kepustakaan dipakai sebagai landasan atau dasar dari pengerjaan tugas akhir.

3.5 Pengambilan Sampel Tanah

Pengambilan sampel tanah dengan melakukan pemboran di TPA Bulusan dan diambil sebanyak tiga buah sampel sebagai objek pengujian. Sampel tanah yang diambil merupakan area yang sudah tidak digunakan untuk membuang sampah. Tanah tersebut merupakan tanah yang merupakan sisa dari penguraian

sampah selama 30 tahun. Pengambilan sampel dilakukan dengan bor tangan di lokasi yaitu memasukkan bor ke dalam tanah dan memutar stang bor hingga bor penuh terisi tanah dan stang ditarik ke atas. Tanah dan mata bor dibersihkan dan dimasukkan dalam kantong plastik. Untuk sampel tanah yang diambil adalah contoh tanah terganggu dan tanah tak terganggu.

3.5.1 Sampel tanah terganggu (*Disturbed Soil*)

Untuk pengambilan sampel tanah terganggu dapat diambil dari contoh tanah dengan bor. Tanah yang diambil adalah contoh dari setiap lapisan yang ditentukan dengan pemeriksaan visual. Contoh tanah kemudian dimasukkan dalam kantong plastik yang sudah diberi label.

3.5.2 Sampel tanah tak terganggu (*Undisturbed Soil*)

Untuk pengambilan tanah tak terganggu diperlukan tabung *shelby* dengan ukuran 6,8 cm dan panjang 40 cm. Tabung *shelby* dimasukkan kedalam lubang bor dan ditekan perlahan sampai mencapai kedalaman 40 cm. Stang bor kemudian ditekan dengan arah terbalik sehingga contoh tanah terlepas dari kelilingnya dan contoh dapat diangkat ke atas. Setelah tabung *shelby* diangkat ke luar, dilepas dari kepala tabung ujung tanah diratakan dan dibersihkan kemudian diberi lilin/parafin pada ujung-ujungnya sebagai isolator. Setelah lilin atau parafin mengering, contoh diberi label dan usahakan ditempatkan pada tempat yang tertinggi

3.6 Metode Pengujian

3.6.1 Persiapan Alat dan Bahan

1. Pengujian Sifat Fisik

Alat yang digunakan dalam pengujian penelitian ini sesuai dengan standar percobaan yaitu:

- a. Satu set alat uji kadar air

Alat yang digunakan adalah oven, timbangan, spatula, dan cawan.

- b. Satu set alat uji berat jenis tanah (*specific gravity*)
Alat yang dibutuhkan adalah picnometer, timbangan, saringan, *shieve shaker*, oven, *sprayer*, *hot plate*, corong, dan termometer.
- c. Satu set alat uji berat isi tanah
Alat yang digunakan adalah cawan, timbangan, spatula, jangka sorong.
- d. Satu set alat uji analisa saringan
Alat yang dibutuhkan adalah loyang, spatula, oven, saringan, *shieve shaker*, pembuka saringan, dan timbangan.
- e. Satu set alat uji Hidrometer
Alat yang digunakan adalah hidrometer, tabung gelas ukur, termometer, saringan, stopwatch, dan neraca.
- f. Alat uji *atterberg limit*
Alat yang digunakan adalah alat batas cair, alat pembuat alur (*grooving tool*), timbangan, plat kaca, spatula, cawan, *sprayer*, dan oven.

2. Pengujian Sifat Mekanis

- a. Satu set alat uji kuat geser tanah (*Direct Shear*)
- b. Satu set alat uji CBR (*California Bearing Ratio*)
Alat yang digunakan adalah mesin penetrasi, piringan pemisah (*sapacer disk*, arloji pembaca beban, dan regangan, mold, alat penumbuk, alat pengeluar benda uji (*extruder*), timbangan, cawan, spatula, saringan, oven, sendok pengaduk, bak pencampur dan perendam.
- c. Satu set alat uji kepadatan tanah (*Compaction Test*)
Alat yang digunakan adalah mold, alat penumbuk, alat pengeluar benda uji, timbangan, cawan, spatula, saringan, oven, bak pencampur, dan sendok pengaduk
- d. Alat-alat bantu yang mungkin digunakan dalam penelitian antara lain terdiri dari oven, timbangan dengan ketelitian 0,01, *stopwatch*, *termometer*, gelas ukur, cawan, *picnometer*.
Bahan-bahan yang dibutuhkan dalam pengujian antara lain:
 - a. Sampel tanah *landfill* yang diambil dari TPA Bulusan

3.6.2 Pengujian Material

Pengujian material dilakukan untuk mendapatkan data-data material yang diperlukan dalam penelitian material yang nantinya digunakan untuk mengetahui daya dukung tanah *landfill*.

3.6.2.1 Pengujian Indeks Propertis Tanah

Pengujian indeks propertis tanah dilakukan untuk mengetahui klasifikasi tanah. Pengujian yang dimaksud diantaranya sebagai berikut:

1. Pengujian Kadar Air

Kadar air tanah merupakan perbandingan antara berat air yang terkandung dalam tanah dengan berat kering tanah tersebut. Langkah-langkah pengujian dilakukan sesuai SNI 1965-2008 sebagai berikut:

- a. Benda uji yang mewakili tanah yang diperiksa diletakkan dalam cawan yang bersih, kering, dan diketahui beratnya.
- b. Cawan dan isinya kemudian ditimbang dan dicatat beratnya.
- c. Tutup cawan kemudian dibuka dan cawan ditempatkan di oven atau pengering lainnya paling sedikit 4 jam (untuk oven) atau sampai beratnya konstan
- d. Tutup cawan beserta isinya kemudian dinginkan
- e. Setelah dingin, timbang dan catat beratnya.

2. Pengujian Berat Isi Tanah

Berat isi tanah adalah angka perbandingan antara berat tanah seluruhnya dengan isi tanah seluruhnya. Dan dinyatakan dalam gr/cm^3 . Berat isi tanah tergantung dari berat jenisnya, derajat kejenuhan dan porositas dari tanah tersebut. Berikut langkah-langkah pengujiannya sesuai SNI 03-3637-1964 :

- a. Mengukur tinggi (t) dan diameter (d) silinder/ring.
- b. Menimbang berat silinder/ring (W1)

- c. Mengolesi bagian dalam silinder dengan pelumas
- d. Mengisi silinder dengan tanah sampai penuh
- e. Meratakan kedua permukaan sampel tanah tersebut.
- f. Kemudian menimbang sampel tanah beserta silinder/ring (W_2)
- g. Setelah selesai, mengeluarkan sampel tanah dari silinder/ring dengan estruder.

3. Pengujian Berat Jenis Tanah

Berat jenis tanah adalah perbandingan antara berat isi butir tanah dengan berat isi air. Berat isi tanah merupakan perbandingan antara berat butir tanah dengan volume butir tanah. Sedangkan berat isi air adalah perbandingan antara berat isi air dengan volume air, sehingga berat jenis tanah didefinisikan sebagai perbandingan butir tanah dengan berat air suling pada suhu tertentu. Adapun langkah-langkah pengujiannya dilakukan sesuai SNI 1964-2008 sebagai berikut:

- a. Bersihkan *picnometer* yang akan digunakan dan timbang *picometer* (w_1).
- b. Siapkan benda uji dan masukkan benda uji ke dalam *picnometer* kemudian timbang beratnya (w_2).
- c. Tambahkan air suling ke dalam *picnometer* sehingga benda uji terendam
- d. Didihkan *picnometer* dengan *hot plate* hingga keluar gelembung air.
- e. Tambahkan air sedikit demi sedikit sampai mencapai leher *picnometer* dan didihkan kembali.
- f. Diamkan *picnometer* dalam bak perendam sampai suhu konstan (suhu dicatat pada waktu percobaan).
- g. Bersihkan dan keringkan bagian luar *picnometer*. Timbang *picnometer*+tanah+air (w_3).
- h. Cuci *picnometer* sampai bersih dan isi dengan air suling sampai mencapai leher *picnometer*. Kemudian timbang berat *picnometer*+air (w_4)

3.6.2.2 Pengujian Analisa Saringan

Berikut prosedur analisa saringan sesuai Penuntun Praktis Geoteknik dan Mekanika Tanah :

- a. Meletakkan sampel tanah yang sudah diambil ke talam.
- b. Mengoven sampel tanah yang sudah disiapkan selama 24 jam.
- c. Setelah 24 jam, keluarkan sampel tanah dari oven dan hancurkan benda uji dengan palu karet.
- d. Menimbang masing-masing benda uji 500 gr.
- e. Memasukkan benda uji dalam ayakan dan letakkan ke *shieve shaker* selama 15 menit.
- f. Mengontrol berat benda uji 500 gr.

3.6.2.3 Pengujian *Atterberg Limit*

Pengujian batas-batas atterberg dilakukan sesuai dengan SNI 1966-2008 sebagai berikut :

1. Batas Cair (*liquid Limits*)

Batas cair adalah kadar air tanah pada batas antara keadaan cair dan plastis. Adapun cara pengujian batas cair adalah sebagai berikut :

- a. Meletakkan 100 gr contoh tanah yang lolos saringan no.4 diatas kaca pengaduk.
- b. Mengaduk benda uji tersebut dengan spatula dan menambahkan air suling sedikit demi sedikit sampai homogen
- c. Setelah contoh menjadi campuran yang merata, ambil sebagian benda uji ini dan letakkan diatas mangkok alat batas cair, meratakan permukaannya sedemikian rupa sehingga sejajar dengan dasar alat, bagian yang tebal harus ± 1 cm
- d. Membuat alur dengan cara membagi dua benda uji dalam mangkok itu, dengan menggunakan alat *grooving tool* melalui garis tengah pemegang mangkok dan simetris. Pada waktu membuat alur, *grooving tool* harus tegak lurus permukaan mangkok

- e. Memutar alat sedemikian rupa sehingga mangkok naik/turun dengan kecepatan dua putaran per detik. Pemutaran ini dilakukan terus menerus sampai dasar alur benda uji saling bersinggungan sepanjang kira-kira 1.25 cm dan mencatat jumlah pukulannya pada waktu bersinggungan
- f. Mengulangi pekerjaan (c) sampai (e) beberapa kali sampai memperoleh jumlah pukulan yang sama, hal ini dimaksudkan untuk meyakinkan apakah pengadukan contoh sudah betul-betul merata kadar airnya. Kemudian mengambil benda uji langsung dari mangkok pada alur, dan memasukkan kedalam cawan yang telah disiapkan dan menghitung kadar airnya.

2. Batas Plastis (*plastis limits*)

Batas plastis merupakan kadar air minimum dimana suatu tanah masih dalam kondisi plastis. Langkah-langkah pengujian batas plastis adalah sebagai berikut :

- a. Meletakkan benda uji diatas kaca dan mengaduknya sehingga kadar airnya merata
- b. Setelah kadar air cukup merata, membuat bola-bola tanah dari benda uji seberat 8 gr, kemudian melinting bola-bola itu diatas kaca. Pelintingan dilakukan dengan telapak tangan dengan kecepatan 80-90 pelintingan per menit.
- c. Pengadukan dan pelintingan diulangi terus sampai retakan-retakan itu terjadi tepat pada saat gilingan mempunyai diameter 3 mm.
- d. Memeriksa kadar air batang tanah tanah pada (d) dilakukan ganda, benda uji untuk pemeriksaan kadar air 5 gr.

3.6.2.4 Pengujian Hidrometer

Pengujian hidrometer dilakukan sesuai SNI 3423-2008 dengan langkah sebagai berikut :

- a. Memasukkan larutan tanah seluruhnya ke dalam mangkuk pengaduk dan menambahkan air suling sampai penuh dan aduk merata selama 15 menit, dengan menggunakan pengaduk
- b. Menuangkan seluruhnya kedalam silinder pengendapan dan menambahkan air suling hingga larutan menjadi 1000 ml, menutup rapat mulut tabung dengan telapak tangan dan mengocok kearah mendatar selama satu menit.
- c. Segera setelah dikocok, letakkan tabung bersamaan dengan menjalankan *stopwatch* dan masukkan hidrometer. Baca hidrometer pada menit ke-1 dan menit ke-2.
- d. Mengangkat hidrometer, membersihkan dan memindahkan ke tabung kontrol yang berisi air suling. Letakkan kedua taung dalam bak perendam untuk menjaga temperaturnya agar tetap sama dan konstan.
- e. Memasukkan kembali hidrometer ke dalam larutan dan melakukan pembacaan untuk menit ke-5, ke-15, ke-30 dan pada jam ke-1, ke-4, dan 24 jam. Setiap kali selesai pembacaan, lakukan langkah 4 diatas dan angkat hidrometer masing-masing selama 10 detik.
- f. Jika pada tahap awal tidak disaring dengan saringan no. 200 , tuangkan seluruh larutan tanah dalam silinder di atas saringan no. 200.

3.6.2.5 Pengujian Kepadatan Tanah

Uji ini dilakukan sesuai SNI 1742-2008 sebagai berikut :

- a. Timbang massa cetakan dan keping alas dengan ketelitian 1 gr serta ukur diameter dalam dan tingginya dengan ketelitian 0.1 mm
- b. Pasang leher sambung pada cetakan dan keping alas, kemudian dikunci dan ditempatkan pada landasan yang stabil.
- c. Ambil contoh uji yang akan dipadatkan, tuangkan ke dalam bak dan aduk sampai merata.
- d. Padatkan contoh uji dalam cetakan dan bagi menjadi tiga lapis.

- e. Padatkan secara merata pada seluruh bagian permukaan contoh uji di dalam cetakan dengan menggunakan alat penumbuk yang dijatuhkan sebanyak 25 kali pada setiap lapis pertama, kedua, dan ketiga.
- f. Lepaskan leher sambung, potong kelebihan contoh uji yang dipadatkan dan ratakan permukaannya.
- g. Timbang massa cetakan yang berisi benda uji dan keping alasnya dengan ketelitian 1 gr
- h. Buka keping alas, dan keluarkan benda uji dari cetakan. Belah menjadi dua bagian yang sama, kemudian ambil sejumlah contoh yang mewakili untuk pengujian kadar air.

3.6.2.6 Pengujian CBR

Pengujian CBR bertujuan untuk menentukan kekuatan tanah. Prinsip pengujian ini adalah penetrasi dengan kecepatan tertentu pada berbagai sampel dengan tingkat kepadatan yang berbeda. Menentukan beban yang bekerja pada piston penetrasi digunakan proving ring pada nilai-nilai penetrasi tertentu. Beban yang bekerja pada piston dicatat (beban bekerja = kalibrasi x dial reading).

Langkah-langkah pengujian sesuai SNI 1744-1989 sebagai berikut :

- a. Menyiapkan alat dan bahan yang akan digunakan dalam pengujian CBR.
- b. Timbang mold dan alas dengan ketelitian neraca 1 gr
- c. Meletakkan mold di atas alat CBR dengan posisi terbalik.
- d. Masukkan tanah kedalam mold dan dilakukan penumbukan setiap 1/3, sampel pertama 10 tumbukan tiap lapis, sampel kedua 36 tumbukan, sampel ketiga 56 tumbukan.
- e. Dilakukan tumbukan yang sama setiap sampelnya per lapisan kedua dan ketiga.

- f. Kemudian ratakan menggunakan mistar perata, sehingga mendapatkan permukaan yang rata.
- g. Timbang mold berikut dengan alas yang berisi sampel dengan ketelitian neraca 1 gr.
- h. Meletakkan keping pemberat di atas permukaan benda uji seberat minimal 4,5 kg
- i. Mengatur torak penetrasi pada permukaan benda uji dan mengatur arloji penunjuk beban di angka nol.
- j. Memberikan pembebanan dengan teratur dan mencatat pembacaan dial beban dengan penetrasi 0.0125", 0.025", 0.05", 0.075", 0.10", 0.15", 0.2", 0.3", 0.4", 0.5".
- k. Mencatat bahan maksimum dan penetrasinya bila pembebanan maksimum terjadi sebelum penetrasi 0.50" tercapai
- l. Mengeluarkan benda uji dari cetakan dan menentukan kadar air dari lapisan atas benda uji setebal 1".

3.6.2.7 Pengujian Kuat Geser Langsung

Prosedur pengujian kuat geser langsung sesuai SNI 3420-2016 adalah sebagai berikut:

- a. Siapkan benda uji tanah asli sebanyak tiga buah.
- b. Timbang sampel dengan ketelitian 0,1 gr.
- c. Stel bak geser dimana plat geser bawah diletakkan pada permukaan dasar bak perendam kemudian kencangkan baut pengunci setelah itu pasang plat geser atas kemudian pasang plat pen sehingga plat bawah dan plat atas simetris. Kemudian masukkan plat atas bau pori setelah itu letakkan sampel tanah kemudian himpit dengan batu pori dan penekan contoh.
- d. Pasang instalasi muatan dan palang kecil akan berhubungan dengan lengan keseimbangan kemudian atur setelan hendelnya.

- e. Pasang dial penggeser dan proving ring.
- f. Atur semua posisi jarum pada angka 0.
- g. Isi bak perendam dengan air sesuai kebutuhan.
- h. Pasang beban pertama kemudian catat.
- i. Setelah selesai, buka sampel tanah yang sudah ditest lalu ditimbang beratnya.
- j. Lakukan pengujian kedua, dan ketiga, sesuai dengan prosedur diatas.

3.7 Daya Dukung Pondasi Dangkal

Untuk menghitung daya dukung tanah, digunakan persamaan Terzaghi dengan rumus untuk pondasi menerus sebagai berikut :

$$q_l = \underbrace{\frac{1}{2}\gamma \cdot B \cdot N_\gamma}_1 + \underbrace{c \cdot N_c}_2 + \underbrace{\gamma \cdot D \cdot N_q}_3$$

dengan :

- 1 = term permukaan/luasan segitiga bawah pondasi
- 2 = term kohesi disepanjang bidang gelincir
- 3 = term kedalaman dan surcharge

3.8 Analisa dan Pembahasan

Analisa dan pembahasan dilakukan melalui data-data hasil pengujian di laboratorium. Adapun analisa yang dilakukan meliputi:

- a. Analisa pengujian indeks propertis tanah berupa kadar air, berat jenis tanah, berat isi tanah, *atterberg limit*, analisa saringan, hidrometer
- b. Analisa sifat mekanis tanah yaitu kuat geser tanah, kepadatan tanah, dan CBR.
- c. Daya dukung pondasi dangkal

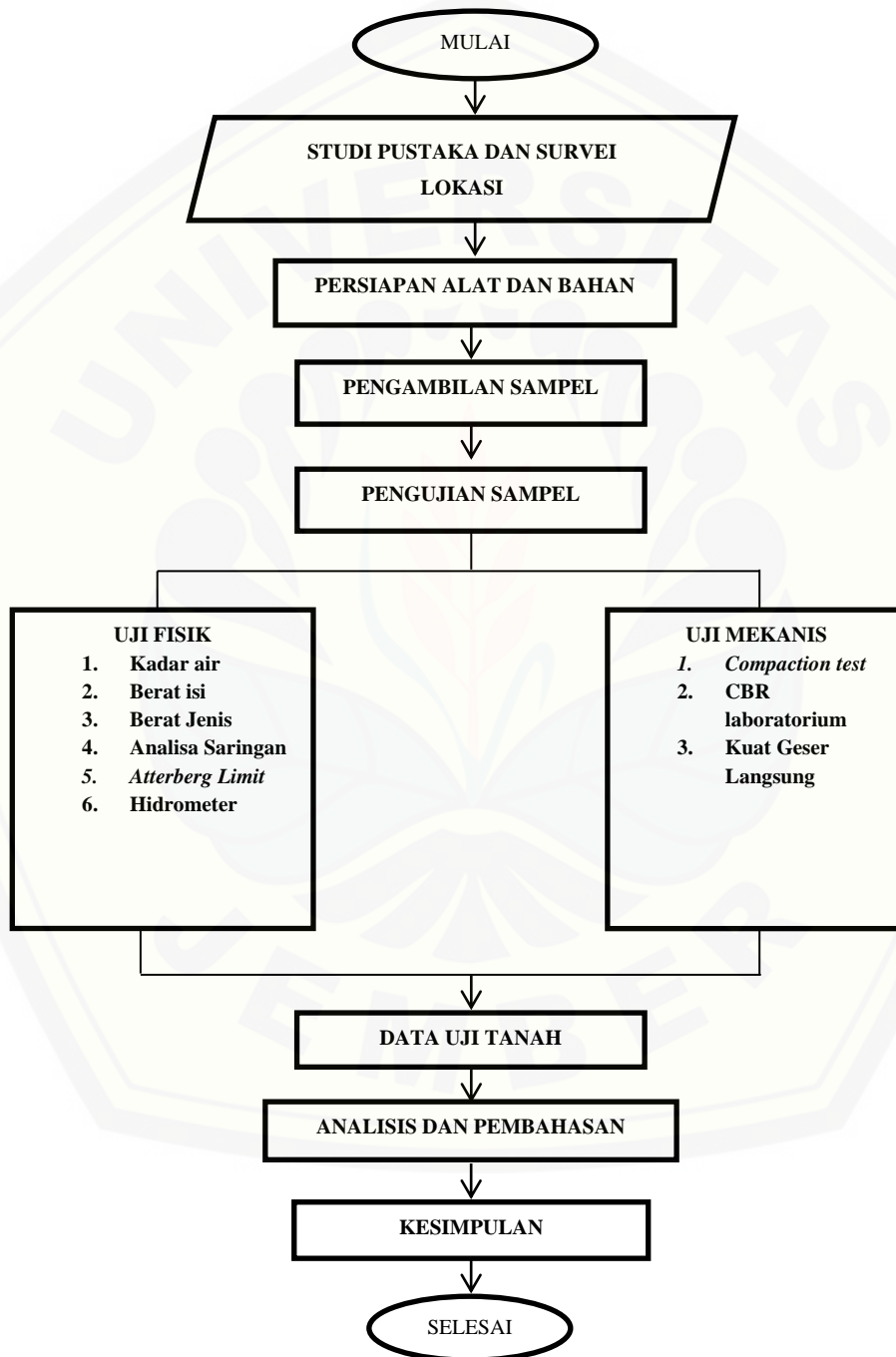
Setelah dilakukan pengujian laboratorium, hasil analisa dijelaskan dan diketahui dalam bentuk tabel dan grafik. Selanjutnya dapat ditarik kesimpulan dengan menghitung daya dukung tanah pada daerah tersebut.

3.9 Kesimpulan

Penarikan kesimpulan diambil dari hasil analisa dan pembahasan terhadap data-data laboratorium. Kesimpulan yang didapat berupa hasil daya dukung tanah pada tanah *landfill*. Kesimpulan harus singkat, tetapi tetap mudah dipahami dan dapat menjawab atas apa yang telah dirumuskan dalam rumusan masalah.



3.10 Alur Penelitian



Gambar 3.2 Diagram Alir Pelaksanaan Tugas Akhir



BAB 5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dari hasil penyelidikan tanah yang telah dilakukan terkait dengan daya dukung tanah *Landfill* di TPA Bulusan Kecamatan Kalipuro Kabupaten Banyuwangi, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Berdasarkan klasifikasi tanah USCS, tanah di TPA Bulusan termasuk dalam kategori SM atau pasir bercampur lanau dengan parameter kuat geser tanah berupa sudut geser dan kohesi di titik pertama sebesar 19.919° dan 5.795 kPa, di titik kedua sebesar 19.912° dan 10.758 kPa, di titik ketiga sebesar 22.0079° dan 11.581838 kPa.
2. Nilai CBR dan daya dukung izin tanah di titik pertama sebesar 33.89% dan 1.78 kg/cm², di titik kedua sebesar 30.00% dan 2.16 kg/cm², dan di titik ketiga sebesar 29.44% dan 3.24 kg/cm² yang merupakan hasil yang baik untuk dijadikan sebagai lapis pondasi bawah jika akan dijadikan jalan perumahan dan dijadikan sebagai tanah dasar bangunan sederhana dengan pondasi dangkal.

5.2 Saran

Dalam penyusunan tugas akhir ini tentu masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, dapat dilakukan hal-hal berikut ini :

1. Dalam menentukan daya dukung tanah untuk mendirikan sebuah struktur, diperlukan penyelidikan lebih lanjut dengan melakukan penyelidikan lapangan.
2. Memperhitungkan sifat kimia tanah yang nantinya akan berpengaruh terhadap karakteristik tanah.
3. Memperhitungkan berbagai kemungkinan kegagalan geser tanah dalam perencanaan.

DAFTAR PUSTAKA

- Atterberg. 1911. *Mekanika Tanah*. Terjemahan oleh Hardiyatmo. 1999
- Bowles, Joseph E., Hainim Johan K. 1989. *Sifat-sifat Fisis dan Geoteknis Tanah (Mekanika Tanah)*, Edisi Kedua. Jakarta: Erlangga
- Craig, R. F. 1986. *Mekanika Tanah*. Terjemahan oleh Budi Susilo S. 1989. Jakarta: Erlangga
- Das, B.M. 1988. *Mekanika Tanah (Prinsip-Prinsip Rekayasa Geoteknis)*, Jilid I. Terjemahan oleh Mochtar. 1995. Jakarta: Erlangga
- Direktorat Penyelidikan Masalah Bangunan. 1981. *Peraturan Pembebanan Indonesia untuk Gedung 1983*. Yayasan Lembaga Penyelidikan Masalah Bangunan. Bandung
- Environmental Protection Agency. 1993. *Landfill Manuals Landfill Site Design*. Wexford, Ireland. DC: EPA
- Hardiyatmo, H. C. 1996. *Mekanika Tanah I*. PT Gramedia Pustaka Utama. Jakarta
- Hardiyatmo, H. C. 2002. *Mekanika Tanah 2*. UGM Press
- Hartanti, R. S., Masturi, dan Yulianti, I. 2016. *Analisis Kuat Geser Langsung Tanah Pada TPA Kudus Yang Ternormalisasi*. Vol. 5. (October) oleh DOI: doi.org/10.21009/1305020604
- Kementrian Pekerjaan Umum. 2016. *SNI 03-1744-1989 Metode Pengujian CBR (California Bearing Ratio)*. Penerbit Balitbang. Jakarta.
- Kementrian Pekerjaan Umum. 2016. *SNI 3420:2016 Metode Uji Kuat Geser Langsung Tanah Tidak Terkonsolidasi dan Tidak Terdrainase*. Penerbit Balitbang. Jakarta.
- Kementrian Pekerjaan Umum. 2016. *SNI 1742-2008 Metode Pengujian Kepadatan Ringan Untuk Tanah*. Penerbit Balitbang. Jakarta.
- Kementrian Pekerjaan Umum. 2016. *SNI 03-1966-2008 Metode Pengujian Batas Plastis Tanah dan Indeks Plastisitas Tanah*. Penerbit Balitbang. Jakarta.

- Kementerian Pekerjaan Umum. 2016. *SNI 03-1968-1990 Metode Pengujian Tentang Analisa Saringan Agregat Halus Dan Kasar*. Penerbit Balitbang. Jakarta.
- Kementerian Pekerjaan Umum. 2016. *SNI 3423-2008 Cara Uji Analisis Ukuran Butir Tanah*. Penerbit Balitbang. Jakarta.
- Kementerian Pekerjaan Umum. 2016. *SNI 03-3637-1994 Metode Pengujian Berat Isi Tanah Berbutir Halus Dengan Cetakan Benda Uji*. Penerbit Balitbang. Jakarta.
- Kementerian Pekerjaan Umum. 2016. *SNI 1965 : 2008 Cara Uji Penentuan Kadar Air untuk Tanah Dan Batuan Di Laboratorium*. Penerbit Balitbang. Jakarta.
- Kementerian Pekerjaan Umum. 2016. *SNI 1764-2008 Cara Uji Berat Jenis Tanah*. Penerbit Balitbang. Jakarta.
- LH, Shirley,. 1994. “*Penuntun Praktis Geoteknik dan Mekanika Tanah*”. Penerbit Nova. Bandung
- Nugroho, S. A., Putra. A. I., Ermina. R. 2012. “Korelasi Parameter Kuat Geser Tanah Hasil Pengujian Triaksial dan *Unconfined Compression Strength* (UCS)”. *Jurnal Sains dan Teknologi*. ISSN 1412-6257. 11 (1): 1-10
- Pamungkas, A. & Harianti, E. 2013. *Desain Pondasi Tahan Gempa sesuai SNI 03-1726-2002 dan SNI 03-2847-2002*. Yogyakarta. Penerbit C.V ANDI OFFSET
- Rowe, R., K. 1995. *Leachate Characteristics For MSW Landfills*. University of Western Ontario. GEOT-8-95
- Team Laboratorium Geologi dan Mekanika Tanah. 2015. *Petunjuk Praktikum Uji Tanah*. Jember: Laboratorium Geologi dan Mekanika Tanah Fakultas Teknik Universitas Jember
- “*Terzaghi’s Bearing Capacity Equation*”.ce-ref.com.15 Februari 2009. Web. 5 Februari 2018. <[www.ce-ref.com/Foundation/Bearing%20capacity/Terzaghi.html#Terzaghi's Bearing capacity equations:](http://www.ce-ref.com/Foundation/Bearing%20capacity/Terzaghi.html#Terzaghi's%20Bearing%20capacity%20equations)>
- Univesitas Jember. 2016. *Pedoman Penulisan Karya Ilmiah Universitas Jember*. Universitas Jember. Jember
- Widianti, A., Wahyudi, D., dan Diana. W. 2005. “Perancangan Fondasi Pada Tanah Timbunan Sampah (Studi Kasus di Tempat Pembuangan Akhir Sampah Piyungan, Yogyakarta)”. *Jurnal Ilmiah Semesta Teknika*. Vol. 8 (1): 1-1

LAMPIRAN

LAMPIRAN 1. Pengujian Analisa Gradasi Tiap Lokasi

1. Titik 1

Pengujian Analisa Saringan

Sieve No	Sieve Opening (mm)	WT. Sieve (gr)	WT. Sieve + Soil (gr)	WT. Soil Retained (gr)	Persen Retined (%)	Kumulatif Persen Retained (%)	Persen Finer (%)
3/4.		456	456	0	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.700	345	345	0	0.00	0.0	100.0
3/8"	9.525	412	412	0	0.00	0.0	100.0
4	4.750	480	481	1	0.20	0.2	99.8
8	2.360	439	445	6	1.20	1.4	98.6
10	2.000	412	436	24	4.81	6.2	93.8
16	1.130	425	487	62	12.42	18.6	81.4
30	0.600	422	476	54	10.82	29.5	70.5
40	0.425	416	455	39	7.82	37.3	62.7
50	0.300	398	433	35	7.01	44.3	56
100	0.150	400	476	76	15.23	59.5	40.5
200	0.075	341	420	79	15.83	75.4	24.6
pan		455	578	123	24.65	100.0	0
S U M				499	100.00		

Pengujian Hidrometer

DATE	TIME	ELAPSED TIME		TEMP. (T)	(Ra)	(Rc)	(R)	(L)	(L/t)	K COEFFICIENT (K)	DIAMETRE	N	N*
		(t')	(t'')									(N) %	(N*) %
12-Jan-18	10:02	0.25	15	29	10.25	10.2500	1	16.0450	1.0697	0.0133	0.0138	28.613	5.777
12-Jan-18	10:02	0.5	30	29	10	10.0000	1	15.7950	0.5265	0.0133	0.0097	27.915	5.636
12-Jan-18	10:03	1	60	29	9.75	9.7500	1	15.5450	0.2591	0.0133	0.0068	27.217	5.495
12-Jan-18	10:04	2	120	29	9	9.0000	1	14.7950	0.1233	0.0133	0.0047	25.124	5.072
12-Jan-18	10:07	5	300	29	8.75	8.7500	1	14.5450	0.0485	0.0133	0.0029	24.426	4.932
12-Jan-18	10:12	10	600	29	8	8.0000	1	13.7950	0.0230	0.0133	0.0020	22.332	4.509
12-Jan-18	10:17	15	900	29	7.5	7.5000	1	13.2950	0.0148	0.0133	0.0016	20.936	4.227
12-Jan-18	10:32	30	1800	29	6	6.0000	1	11.7950	0.0066	0.0133	0.0011	16.749	3.382
12-Jan-18	11:02	60	3600	29	5.5	5.5000	1	11.2950	0.0031	0.0133	0.0007	15.353	3.100
12-Jan-18	12:02	120	7200	29	4	4.0000	1	9.7950	0.0014	0.0133	0.0005	11.166	2.254
12-Jan-18	14:02	240	14400	29	3	3.0000	1	8.7950	0.0006	0.0133	0.0003	8.375	1.691
12-Jan-18	18:02	480	28800	29	3	2.5000	1	8.2950	0.0003	0.0133	0.0002	6.979	1.409
13-Jan-18	10:02	1440	86400	29	2	2.0000	1	7.7950	0.0001	0.0133	0.0001	5.583	1.127

2. Titik 2

Sieve No	Sieve Opening (mm)	WT. Sieve (gr)	WT. Sieve + Soil (gr)	WT. Soil Retained (gr)	Persen Retined (%)	Kumulatif Persen Retained (%)	Persen Finer (%)
3/4.		456	456	0	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.700	345	345	0	0.00	0.0	100.0
3/8"	9.525	412	412	0	0.00	0.0	100.0
4	4.750	480	481	1	0.20	0.2	99.8
8	2.360	439	452	13	2.60	2.8	97.2
10	2.000	412	423	11	2.20	5.0	95.0
16	1.130	425	458	33	6.60	11.6	88.4
30	0.600	422	499	77	15.40	27.0	73.0
40	0.425	416	452	36	7.20	34.2	65.8
50	0.300	398	450	52	10.40	44.6	55
100	0.150	400	475	75	15.00	59.6	40.4
200	0.075	341	418	78	15.60	75.2	24.8
pan		455	578	124	24.80	100.0	0
SUM				500	100.00		

Pengujian Aalisa Saringan

Pengujian Hidrometer

DATE	TIME	ELAPSED TIME		TEMP. (T)	(Ra)	(Rc)	(R)	(L)	L/t	K COEFFICIENT	DIAMETRE	N	N*
		(t')	(t'')						(L/t)	(K)	(D)	(N) %	(N*) %
12-Jan-18	10:45	0.25	15	29	16	16.00	1	21.795	1.4530	0.0133	0.0160	44.664	10.130
12-Jan-18	10:45	0.5	30	29	15	15.00	1	20.795	0.6932	0.0133	0.0111	41.873	9.497
12-Jan-18	10:46	1	60	29	13	13.00	1	18.795	0.3132	0.0133	0.0074	36.290	8.231
12-Jan-18	10:47	2	120	29	11	11.00	1	16.795	0.1400	0.0133	0.0050	30.707	6.964
12-Jan-18	10:52	5	300	29	10	10.00	1	15.795	0.0526	0.0133	0.0031	27.915	6.331
12-Jan-18	10:57	10	600	29	9	9.00	1	14.795	0.0247	0.0133	0.0021	25.124	5.698
12-Jan-18	11:02	15	900	29	8.5	8.50	1	14.295	0.0159	0.0133	0.0017	23.728	5.381
12-Jan-18	11:17	30	1800	29	7	7.00	1	12.795	0.0071	0.0133	0.0011	19.541	4.432
12-Jan-18	11:47	60	3600	29	5	5.00	1	10.795	0.0030	0.0133	0.0007	13.958	3.166
12-Jan-18	12:47	120	7200	29	4.5	4.50	1	10.295	0.0014	0.0133	0.0005	12.562	2.849
12-Jan-18	14:47	240	14400	29	3.5	3.50	1	9.295	0.0006	0.0133	0.0003	9.770	2.216
12-Jan	18:47	480	28800	29	3.00	3.00	1	8.795	0.0003	0.0133	0.0002	8.375	1.899
13-Jan	10:45	1440	86400	29	2	2.00	1	7.795	0.0001	0.0133	0.0001	5.583	1.266

3. Titik 3

Pengujian Analisa Saringan

Sieve No	Sieve Opening (mm)	WT. Sieve (gr)	WT. Sieve + Soil (gr)	WT. Soil Retained (gr)	Persen Retined (%)	Kumulatif Persen Retained (%)	Persen Finer (%)
3/4.		456	456	0	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.700	345	345	0	0.00	0.0	100.0
3/8"	9.525	412	412	0	0.00	0.0	100.0
4	4.750	480	482	2	0.40	0.4	99.6
8	2.360	439	452	13	2.60	3.0	97.0
10	2.000	412	423	11	2.20	5.2	94.8
16	1.130	425	459	34	6.80	12.0	88.0
30	0.600	422	499	77	15.40	27.4	72.6
40	0.425	416	452	36	7.20	34.6	65.4
50	0.300	398	450	52	10.40	45.0	55
100	0.150	400	475	75	15.00	60.0	40.0
200	0.075	341	418	77	15.40	75.4	24.6
pan		455	578	123	24.60	100.0	0
SUM				500	100.00		

Pengujian Hidrometer

DATE	TIME	ELAPSED TIME		TEMP. (T)	HYDROMETER READING (Ra)	(Rc)	MENISCUS CORRECTION (R)	L. COEFFICIENT (L)	L/t (L/t)	(K)	(D)	N (N) %	N* (N*) %
		(t')	(t'')										
12-Jan-18	10:45	0.25	15	29	11	11.0000	1	16.7950	1.1197	0.013	0.0141	30.707	3.752366
12-Jan-18	10:45	0.5	30	29	10.5	10.5000	1	16.2950	0.5432	0.013	0.0098	29.311	3.581804
12-Jan-18	10:46	1	60	29	10	10.0000	1	15.7950	0.2632	0.013	0.0068	27.915	3.411242
12-Jan-18	10:47	2	120	29	9.5	9.5000	1	15.2950	0.1275	0.013	0.0047	26.519	3.24068
12-Jan-18	10:52	5	300	29	8.5	8.5000	1	14.2950	0.0476	0.013	0.0029	23.728	2.899556
12-Jan-18	10:57	10	600	29	7	7.0000	1	12.7950	0.0213	0.013	0.0019	19.541	2.38787
12-Jan-18	11:02	15	900	29	6	6.0000	1	11.7950	0.0131	0.013	0.0015	16.749	2.046745
12-Jan-18	11:17	30	1800	29	5.5	5.5000	1	11.2950	0.0063	0.013	0.0011	15.353	1.876183
12-Jan-18	11:47	60	3600	29	5	5.0000	1	10.7950	0.0030	0.013	0.0007	13.958	1.705621
12-Jan-18	12:47	120	7200	29	4.5	4.5000	1	10.2950	0.0014	0.013	0.0005	12.562	1.535059
12-Jan-18	14:47	240	14400	29	3	3.0000	1	8.7950	0.0006	0.013	0.0003	8.375	1.023373
12-Jan	18:47	480	28800	29	2.00	2.0000	1	7.7950	0.0003	0.013	0.0002	5.583	0.682248
13-Jan	10:45	1440	86400	29	1	1.0000	1	6.7950	0.0001	0.013	0.0001	2.792	0.341124

Lampiran 2. Pengujian Indeks Properties Tanah Tiap Lokasi

1. Titik 1

➤ Kadar Air

	KEDALAMAN		m			
A	NOMOR CAWAN			94	2	112
B	BERAT CAWAN		(gram)	4.13	4.07	4.19
C	BERAT CAWAN + TANAH BASAH		(gram)	37.23	41.56	45.65
D	BERAT CAWAN + TANAH KERING		(gram)	29.41	32.92	35.77
E	BERAT AIR	C - D	(gram)	7.82	8.64	9.88
F	BERAT TANAH KERING	D - B	(gram)	25.28	28.85	31.58
G	KADAR AIR TANAH	(E / F) x 100	(%)	30.93	29.95	31.29
	KADAR AIR TANAH RATA-RATA		(%)		30.72	

➤ Berat Isi

No. Contoh	Kedalaman (m)	Berat Cincin (gr)	Berat Tanah + Cincin (gr)	Berat Tanah (gr)	Isi Cincin (cm ³)	Berat Isi (gr/cm ³)	Rata-rata (gr/cm ³)
1		63.52	182.47	118.95	70.48	1.69	1.696
2		63.52	186.31	122.79	70.48	1.74	
3		63.52	180.42	116.90	70.48	1.66	

➤ Berat Jenis

No. Contoh		1	2	3	
No. Picnometer		31	7	6	
Berat Picnometer	W1 gr	50.24	50.54	55.65	
Berat Picnometer + Tanah W2		gr	90.01	91.92	98.61
Berat Tanah Wt = W2 - W1		gr	39.77	41.38	42.96
Berat Picnometer + air + tanah W3		gr	170.87	188.77	191.43
Berat Picnometer + air W4		gr	146.15	163.01	165.31
Berat Picnometer + air W4'		gr	145.81	162.64	164.93
Faktor Koreksi			0.9977	0.9977	0.9977
Suhu		°C	29.00	29.00	29.00
Specific Gravity $(W2-W1)/((W4'-W1)-(W3-W2))$			2.70	2.71	2.61
Rata-rata Specific Gravity,		Gs		2.676	

2. Titik 2

➤ Kadar Air

	KEDALAMAN	m	1.80		
A	NOMOR CAWAN		0	400	23
B	BERAT CAWAN	(gram)	5.82	5.83	4.03
C	BERAT CAWAN + TANAH BASAH	(gram)	41.02	40.98	42.88
D	BERAT CAWAN + TANAH KERING	(gram)	32.57	32.42	33.76
E	BERAT AIR	C - D (gram)	8.45	8.56	9.12
F	BERAT TANAH KERING	D - B (gram)	26.75	26.59	29.73
G	KADAR AIR TANAH	(E / F) x 100 (%)	31.59	32.19	30.68
	KADAR AIR TANAH RATA-RATA	(%)	31.49		

➤ Berat Isi

No. Contoh	Kedalaman (m)	Berat Cincin (gr)	Berat Tanah + Cincin (gr)	Berat Tanah (gr)	Isi Cincin (cm ³)	Berat Isi (gr/cm ³)	Rata-rata (gr/cm ³)
1		63.52	191.24	127.72	70.48	1.81	1.796
2		63.52	190.92	127.40	70.48	1.81	
3		63.52	188.09	124.57	70.48	1.77	

➤ Berat Jenis

No. Contoh		1	2	3
No. Picnometer		1	2	3
Berat Picnometer	W1 gr	65.76	69.43	62.54
Berat Picnometer + Tanah	W2 gr	115.63	107.43	106.03
Berat Tanah Wt = W2 - W1	gr	49.87	38.00	43.49
Berat Picnometer + air + tanah	W3 gr	195.59	189.64	190.54
Berat Picnometer + air	W4 gr	164.76	166.08	163.88
Berat Picnometer + air	W4' gr	164.38	165.70	163.50
Faktor Koreksi		0.9977	0.9977	0.9977
Suhu	°C	29.00	29.00	29.00
Specific Grafity (W2-W1)/((W4'-W1)-(W3-W2))		2.67	2.70	2.64
Rata-rata Specific Grafity,	Gs		2.673	

3. Titik 3

➤ Kadar Air

	KEDALAMAN	m	2.60		
A	NOMOR CAWAN		24	395-C	33
B	BERAT CAWAN	(gram)	4.01	3.99	4.02
C	BERAT CAWAN + TANAH BASAH	(gram)	40.32	36.6	43.91
D	BERAT CAWAN + TANAH KERING	(gram)	31.49	28.93	34.18
E	BERAT AIR	C - D (gram)	8.83	7.67	9.73
F	BERAT TANAH KERING	D - B (gram)	27.48	24.94	30.16
G	KADAR AIR TANAH	(E / F) x 100 (%)	32.13	30.75	32.26
	KADAR AIR TANAH RATA-RATA	(%)		31.72	

➤ Berat isi

No. Contoh	Kedalaman (m)	Berat Cincin (gr)	Berat Tanah + Cincin (gr)	Berat Tanah (gr)	Isi Cincin (cm ³)	Berat Isi (gr/cm ³)	Rata-rata (gr/cm ³)
1	2.5	63.52	182.65	119.13	63.31	1.88	1.892
2		63.52	183.20	119.68	63.31	1.89	
3		63.52	184.02	120.50	63.31	1.90	

➤ Berat Jenis

No. Contoh		1	2	3
No. Picnometer		10	17	13
Berat Picnometer	W1 gr	71.01	68.58	60.69
Berat Picnometer + Tanah	W2 gr	116.72	109.67	108.33
Berat Tanah	Wt = W2 - W1 gr	45.71	41.09	47.64
Berat Picnometer + air + tanah	W3 gr	195.56	190.84	192.54
Berat Picnometer + air	W4 gr	167.65	165.88	163.43
Berat Picnometer + air	W4' gr	167.26	165.50	163.05
Faktor Koreksi		0.9977	0.9977	0.9977
Suhu	°C	29.00	29.00	29.00
Specific Gravity ($W2-W1$)/(($W4'-W1$)-($W3-W2$))		2.62	2.61	2.62
Rata-rata Specific Gravity,	Gs		2.619	

Lampiran 3. Pengujian Batas Konsistensi Tanah

1. Titik 1

➤ Batas Cair

Kedalaman							
No. Contoh		4	LL	WK	LL4	LL II	5
Jumlah Pukulan		46	43	36	28	24	20
Berat Cawan + Tanah Basah	gr	21.81	25.16	25.39	25.14	25.95	25.97
Berat Cawan + Tanah Kering	gr	19.65	21.98	21.56	21.31	21.68	21.36
Berat Air	gr	2.16	3.18	3.83	3.83	4.27	4.61
Berat Cawan	gr	9.01	8.5	8.45	9.03	8.93	8.96
Berat Kering	gr	10.64	13.48	13.11	12.28	12.75	12.4
Kadar Air	%	20.30	23.59	29.21	31.19	33.49	37.18

➤ Batas Plastis

Kedalaman			
No. Contoh		II COM	LL 3
Berat Cawan + Tanah Basah	gr	11.28	11.03
Berat Cawan + Tanah Kering	gr	10.76	10.54
Berat Air	gr	0.52	0.49
Berat Cawan	gr	8.65	9.11
Berat Kering	gr	2	2.77
Kadar Air	%	24.64	34.27
Rata-Rata	%	29.46	

SAMPLE			%	
BATAS CAIR (LL)			BATAS PLASTIS (PL)	
No.	JUMLAH PUKULAN	KADAR AIR	No.	KADAR AIR
1	46	20.30	1	24.64
2	43	23.59		
3	36	29.21		
4	28	31.19	2	34.27
5	24	33.49		
6	20	37.18		
			RATA-RATA	29.46
Batas Cair (LL)		Batas Plastis (PL)		Index Plastis
33.50		29.46		4.04

2. Titik 2

➤ Batas Cair

Kedalaman							
No. Contoh		0	400	TA 21	D"	B 5,7	D 5.64
Jumlah Pukulan		43	39	32	29	24	22
Berat Cawan + Tanah Basah	gr	14.62	15.59	15.76	14.14	14.68	14.51
Berat Cawan + Tanah Kering	gr	13.57	13.76	13.47	12.21	12.43	12.12
Berat Air	gr	1.05	1.83	2.29	1.93	2.25	2.39
Berat Cawan	gr	5.82	5.83	5.82	5.87	5.71	5.68
Berat Kering	gr	7.75	7.93	7.65	6.34	6.72	6.44
Kadar Air	%	13.55	23.08	29.93	30.44	33.48	37.11

➤ Batas Plastis

Kedalaman			
No. Contoh		23	F 5.88
Berat Cawan + Tanah Basah	gr	6.68	8.2
Berat Cawan + Tanah Kering	gr	6.06	7.67
Berat Air	gr	0.62	0.53
Berat Cawan	gr	4.03	5.91
Berat Kering	gr	2	2.77
Kadar Air	%	30.54	30.11
Rata-Rata	%	30.33	

SAMPLE			%	
BATAS CAIR (LL)			BATAS PLASTIS (PL)	
No.	JUMLAH PUKULAN	KADAR AIR	No.	KADAR AIR
1	43	13.55	1	30.54
2	39	23.08		
3	32	29.93		
4	29	29.93	2	30.11
5	24	33.48		
6	22	37.11		
			RATA-RATA	30.33
Batas Cair (LL)		Batas Plastis (PL)		Index Plastis
34.45		30.33		4.12

3. Titik 3

➤ Batas Cair

Kedalaman							
No. Contoh		21	54	3	8	L2	9
Jumlah Pukulan		48	41	35	28	24	22
Berat Cawan + Tanah Basah	gr	22.56	23.45	22.34	22.78	22.86	23.56
Berat Cawan + Tanah Kering	gr	20.45	20.45	19.24	19.47	19.39	19.67
Berat Air	gr	2.11	3	3.1	3.31	3.47	3.89
Berat Cawan	gr	9.01	8.5	8.45	9.03	8.93	8.96
Berat Kering	gr	11.44	11.95	10.79	10.44	10.46	10.71
Kadar Air	%	18.44	25.10	28.73	31.70	33.17	36.32

➤ Batas Plastis

Kedalaman		0	0
No. Contoh		COM I	12
Berat Cawan + Tanah Basah	gr	12.48	12.34
Berat Cawan + Tanah Kering	gr	11.54	11.56
Berat Air	gr	0.94	0.78
Berat Cawan	gr	8.65	9.11
Berat Kering	gr	2	2.77
Kadar Air	%	32.53	31.84
Rata-Rata	%	32.18	

SAMPLE			%	
BATAS CAIR (LL)			BATAS PLASTIS (PL)	
No.	JUMLAH PUKULAN	KADAR AIR	No.	KADAR AIR
1	48	18.44	1	32.53
2	41	25.10		
3	35	28.73		
4	28	31.70	2	31.84
5	24	33.17		
6	22	36.32		
			RATA-RATA	32.18
Batas Cair (LL)		Batas Plastis (PL)		Index Plastis
34.15		32.18		1.97

Lampiran 4. Pengujian Kepadatan Tanah Tiap Lokasi

1. Titik 1

Volume = 892.868 cm³

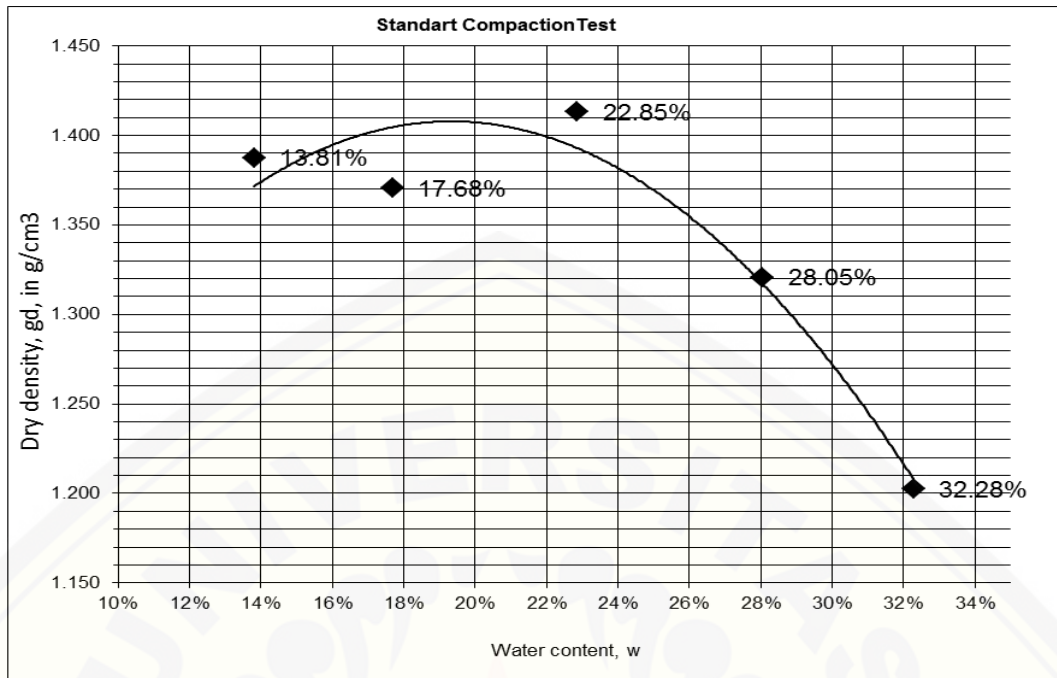
Berat = 4675 gr

Gs = 2.676 gr/cm³

Density

DETERMINATION NO.	1	2	3	4	5
WT.MOLD + COMPACTED SOIL (g)	2995	3025	3135	3095	3005
WT.MOLD (g)	1585	1585	1585	1585	1585
WT. COMPACTED SOIL (g)	1410	1440	1550	1510	1420
WET DENSITY (g/cm ³)	1.58	1.61	1.74	1.69	1.59
DRY DENSITY, γ_d (g/cm ³)	1.388	1.370	1.413	1.321	1.202
e, %	0.905	0.928	0.870	1.001	1.198
n, %	0.475	0.481	0.465	0.500	0.545

WATER CONTENT					
DETERMINATION NO.	1	2	3	4	5
CONTAINER NO.	133	53	18	15	16
WT. CONTAINER + WET SOIL (g)	34.94	30.04	49.29	48.28	31.04
WT. CONTAINER + DRY SOIL (g)	31.18	26.11	41.66	39.67	24.43
WT. WATER, W _w (g)	3.76	3.93	7.63	8.61	6.61
WT. CONTAINER (g)	3.95	3.88	8.27	8.98	3.95
WT. DRY SOIL, W _s (g)	27.23	22.23	33.39	30.69	20.48
WATER CONTENT, w (%)	13.81%	17.68%	22.85%	28.05%	32.28%



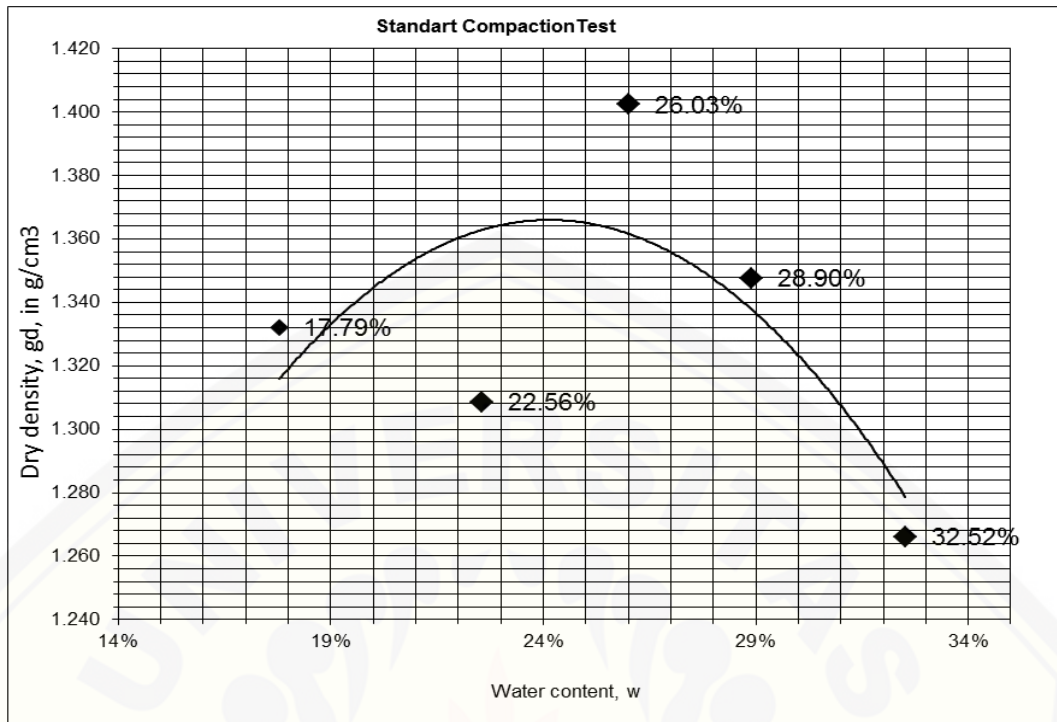
2. Titik 2

Volume = 892.868 cm³
 Berat = 4675 gr
 Gs = 2.673 gr/cm³

Density

DETERMINATION NO.	1	2	3	4	5
WT. MOLD + COMPACTED SOIL (g)	2986	3017	3163	3136	3083
WT. MOLD (g)	1585	1585	1585	1585	1585
WT. COMPACTED SOIL (g)	1401	1432	1578	1551	1498
WET DENSITY (g/cm ³)	1.57	1.60	1.77	1.74	1.68
DRY DENSITY, γ_d (g/cm ³)	1.332	1.309	1.402	1.348	1.266
e, %	0.982	1.017	0.883	0.959	1.085
n, %	0.495	0.504	0.469	0.490	0.520

DETERMINATION NO.	1	2	3	4	5
CONTAINER NO.	14	11	4	27	4
WT. CONTAINER + WET SOIL (g)	30.04	29.92	47.96	32.33	31.09
WT. CONTAINER + DRY SOIL (g)	26.11	25.16	39.9	26.05	24.43
WT. WATER, Ww (g)	3.93	4.76	8.06	6.28	6.66
WT. CONTAINER (g)	4.02	4.06	8.93	4.32	3.95
WT. DRY SOIL, Ws (g)	22.09	21.10	30.97	21.73	20.48
WATER CONTENT, w (%)	17.79%	22.56%	26.03%	28.90%	32.52%



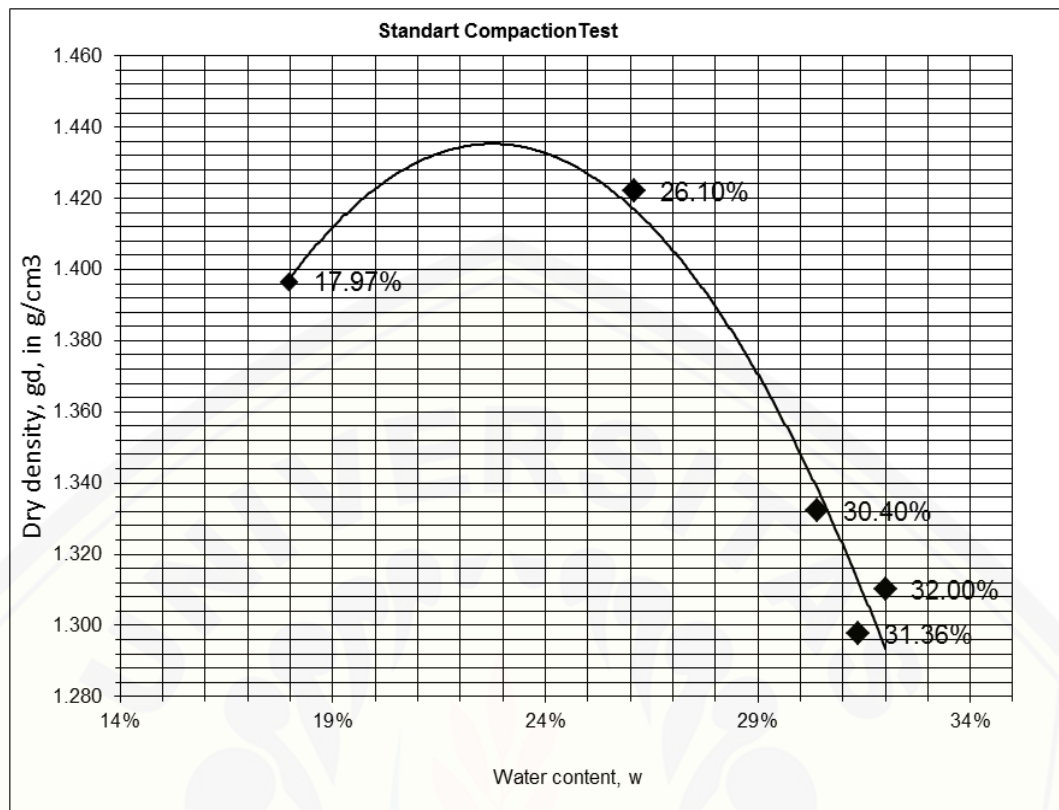
3. Titik 3

Volume = 892.868 cm³
 Berat = 4675 gr
 Gs = 2.619 gr/cm³

Density

DETERMINATION NO.	1	2	3	4	5
WT. MOLD + COMPACTED SOIL (g)	3056	3107	3186	3136	3129
WT. MOLD (g)	1585	1585	1585	1585	1585
WT. COMPACTED SOIL (g)	1471	1522	1601	1551	1544
WET DENSITY (g/cm ³)	1.65	1.70	1.79	1.74	1.73
DRY DENSITY, γ_d (g/cm ³)	1.397	1.298	1.422	1.332	1.310
e, %	0.853	0.994	0.819	0.942	0.975
n, %	0.460	0.498	0.450	0.485	0.494

DETERMINATION NO.	1	2	3	4	5
CONTAINER NO.	D"	LL1	8	12	112
WT. CONTAINER + WET SOIL (g)	30.08	29.61	48.02	32.33	31.09
WT. CONTAINER + DRY SOIL (g)	26.11	23.51	39.93	25.8	24.51
WT. WATER, Ww (g)	3.97	6.10	8.09	6.53	6.58
WT. CONTAINER (g)	4.02	4.06	8.93	4.32	3.95
WT. DRY SOIL, Ws (g)	22.09	19.45	31.00	21.48	20.56
WATER CONTENT, w (%)	17.97%	31.36%	26.10%	30.40%	32.00%



Lampiran 5. Pengujian CBR Tiap Lokasi

1. Titik 1

Kadar Air		
NOMOR CAWAN	1	2
BERAT CAWAN	9.03	8.89
BERAT CAWAN + TANAH BASAH	57.2	55.56
BERAT CAWAN + TANAH KERING	52.25	50.72
BERAT AIR	4.95	4.84
BERAT TANAH KERING	43.22	41.83
KADAR AIR TANAH	11.45	11.57

PENETRASI			
Waktu (min)	Penurunan (inch)	Pembacaan Dial (Dev)	Beban (lbs)
0	0.0000	0	0
0.25	0.0125	3	149.7
0.50	0.0250	5	249.50
1.00	0.0500	7.5	374.25
1.50	0.0750	10	499.00
2.00	0.1000	14	698.60
3.00	0.1500	20	998.00
4.00	0.2000	25	1247.50
6.00	0.3000	32	1596.80
8.00	0.4000	36	1796.40
10.00	0.5000	38	1896.20

NILAI CBR			
0.1000	922.50	x 100 % =	30.75%
	3 x 1000		
0.2000	1525.00	x 100 % =	33.89%
	3 x 1500		

2. Titik 2

Kadar Air		
NOMOR CAWAN	1	2
BERAT CAWAN	9.03	8.89
BERAT CAWAN + TANAH BASAH	59.01	58.02
BERAT CAWAN + TANAH KERING	51.8	50.72
BERAT AIR	7.21	7.3
BERAT TANAH KERING	42.77	41.83
KADAR AIR TANAH	16.86	17.45

PENETRASI			
Waktu (min)	Penurunan (inch)	Pembacaan Dial (Dev)	Beban (lbs)
0	0.0000	0	0
0.25	0.0125	3	183.72
0.50	0.0250	5.25	283.33
1.00	0.0500	7	349.30
1.50	0.0750	10	506.77
2.00	0.1000	13	720.00
3.00	0.1500	22.5	1112.66
4.00	0.2000	25	1471.00
6.00	0.3000	28.5	1613.17
8.00	0.4000	30	1711.30
10.00	0.5000	31.5	1811.12

NILAI CBR			
0.1000	750.00	x 100 % =	25.00%
	3 x 1000		
0.2000	1350.00	x 100 % =	30.00%
	3 x 1500		

3. Titik 3

Kadar Air		
NOMOR CAWAN	1	2
BERAT CAWAN	9.03	8.89
BERAT CAWAN + TANAH BASAH	59.2	61.97
BERAT CAWAN + TANAH KERING	50.11	53.12
BERAT AIR	9.09	8.85
BERAT TANAH KERING	41.08	44.23
KADAR AIR TANAH	22.13	20.01

PENETRASI			
Waktu (min)	Penurunan (inch)	Pembacaan Dial (Dev)	Beban (lbs)
0	0.0000	0	0
0.25	0.0125	3	183.72
0.50	0.0250	5.5	283.33
1.00	0.0500	7	349.30
1.50	0.0750	11.5	506.77
2.00	0.1000	14	720.00
3.00	0.1500	20	1112.66
4.00	0.2000	27	1471.00
6.00	0.3000	33	1613.17
8.00	0.4000	34	1711.30
10.00	0.5000	35	1811.12

NILAI CBR			
0.1000	750.20	x 100 % =	25.01%
	3 x 1000		
0.2000	1325.00	x 100 % =	29.44%
	3 x 1500		

Lampiran 6. Pengujian Kuat Geser Langsung

1. Titik 1

Kalibrasi = 0.446

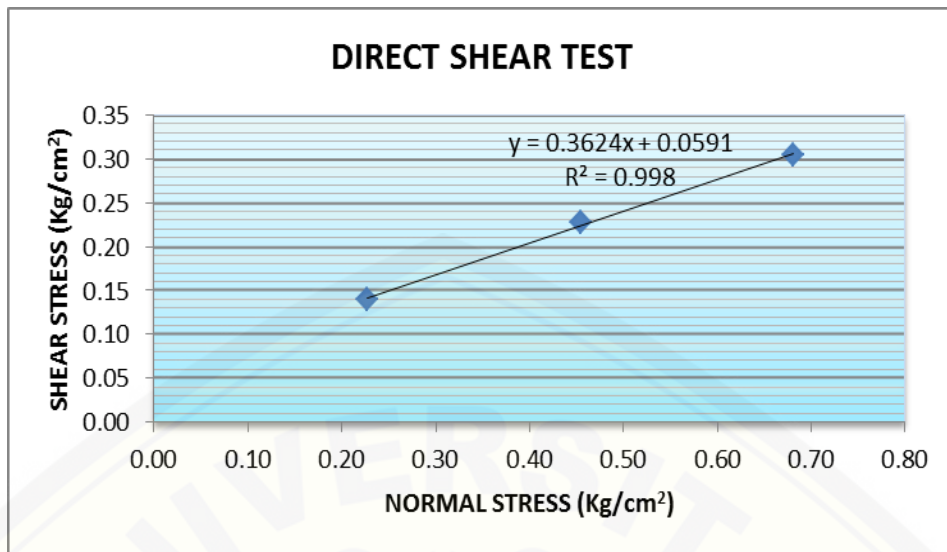
A = 35.2387

Waktu	8 Kg			16 Kg			24 Kg		
	Ring	Konsol	Shear	Ring	Konsol	Shear	Ring	Konsol	Shear
15	5	1	31	6	1	6	8.5	1	2
30	9	2	98	11	6	97	16	3	52
45	10	11	210	15	16	262	20	16	112
60	11	14	315	18	25	356	24	28	197
75	10	16	426	17	37	467	23	45	346
90									
105									
120									
135									
150									
165									
180									
195									
210									
225									
240									
255									
270									
285									

Tegangan Geser Maksimum

$$\tau = \frac{P_{maks}}{A} = \frac{\text{Pembacaan geser} \times \text{kalibrasi}}{A}$$

Tegangan Normal $\sigma = N/A$



2. Titik 2

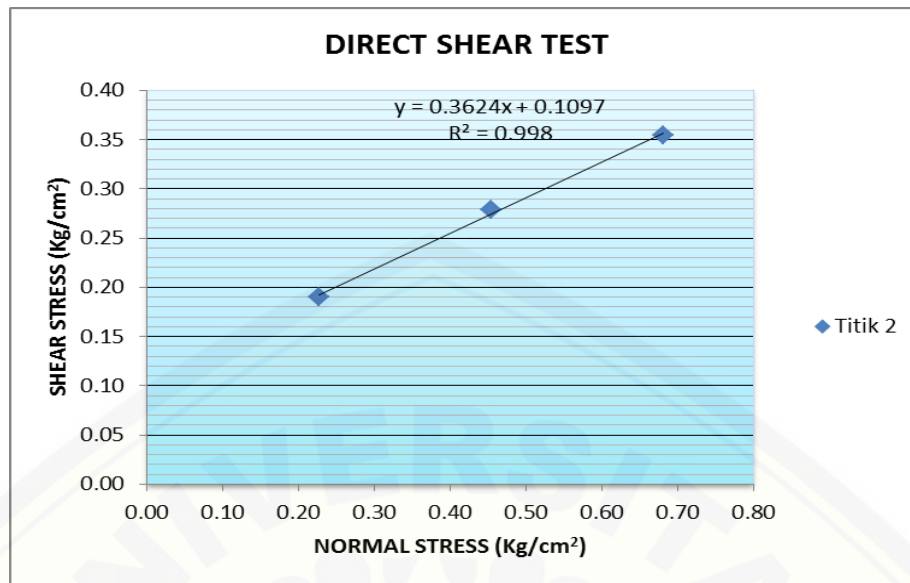
Waktu	8 Kg			16 Kg			24 Kg		
	Ring	Konsol	Shear	Ring	Konsol	Shear	Ring	Konsol	Shear
15	6	2	11	8	3	10	10.5	1	2
30	13,5	3	68	16	9	28	16	3	52
45	15	14	197	18	16	161	24	16	112
60	10.5	18	296	22	20	242	28	28	197
75	10	22	405	20	24	376	25	45	346
90									
105									
120									
135									
150									
165									
180									
195									
210									
225									
240									
255									
270									
285									

Tegangan Geser Maksimum

$$\tau = \frac{P_{maks}}{A} = \frac{\text{Pembacaan geser} \times \text{kalibrasi}}{A}$$

Sehingga,

Tegangan Normal $\sigma = N/A$



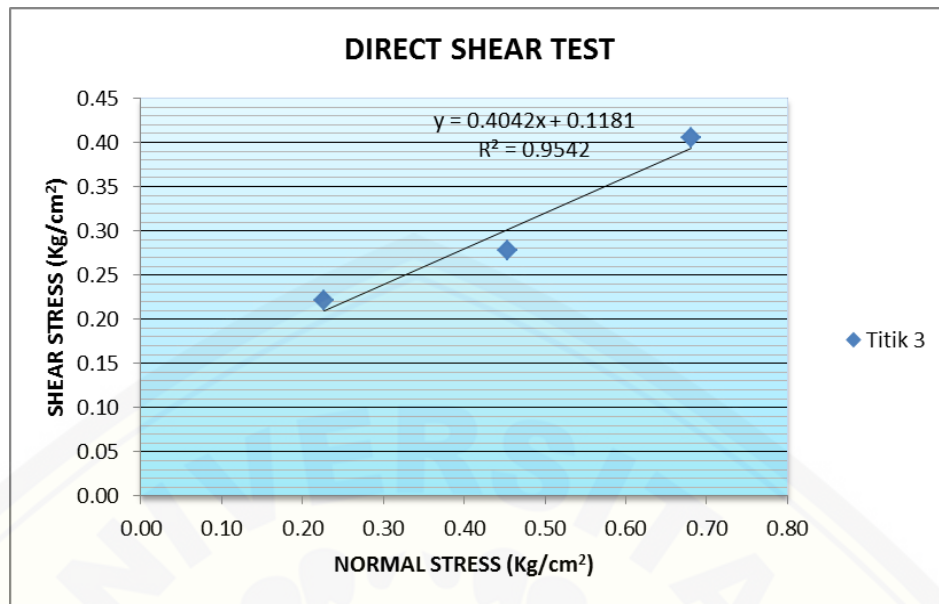
3. Titik 3

Waktu	8 Kg			16 Kg			24 Kg		
	Ring	Konsol	Shear	Ring	Konsol	Shear	Ring	Konsol	Shear
15	7	2	14	10	3	10	14	1	2
30	9	4	77	16.5	9	34	18	3	52
45	13	16	210	18	16	182	21	16	112
60	17.5	22	365	22	20	245	32	28	197
75	17	28	415	20	21	390	31	45	346
90									
105									
120									
135									
150									
165									
180									
195									
210									
225									
240									
255									
270									
285									

Tegangan Geser Maksimum

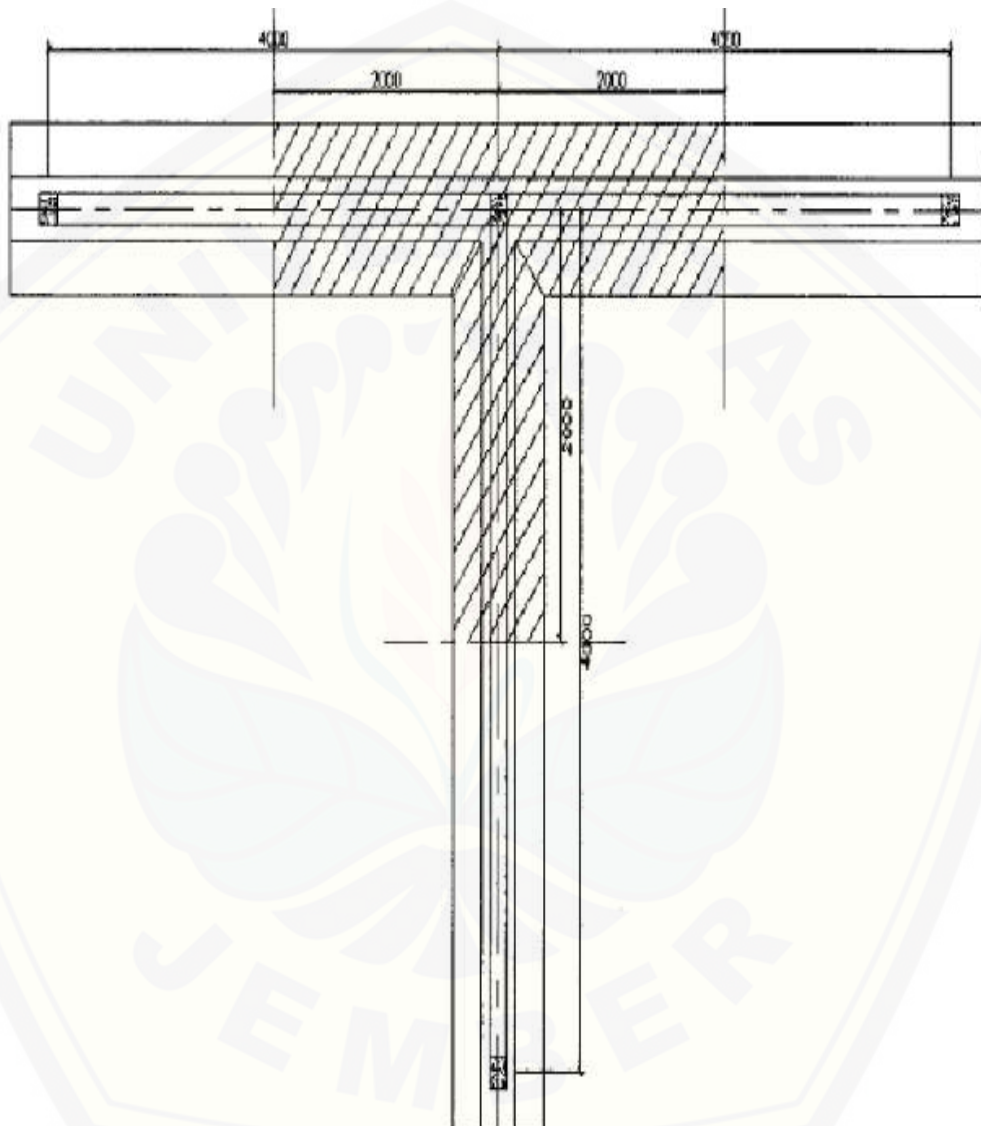
$$\tau = \frac{P_{maks}}{A} = \frac{\text{Pembacaan geser} \times \text{kalibrasi}}{A}$$

Tegangan Normal $\sigma = N/A$

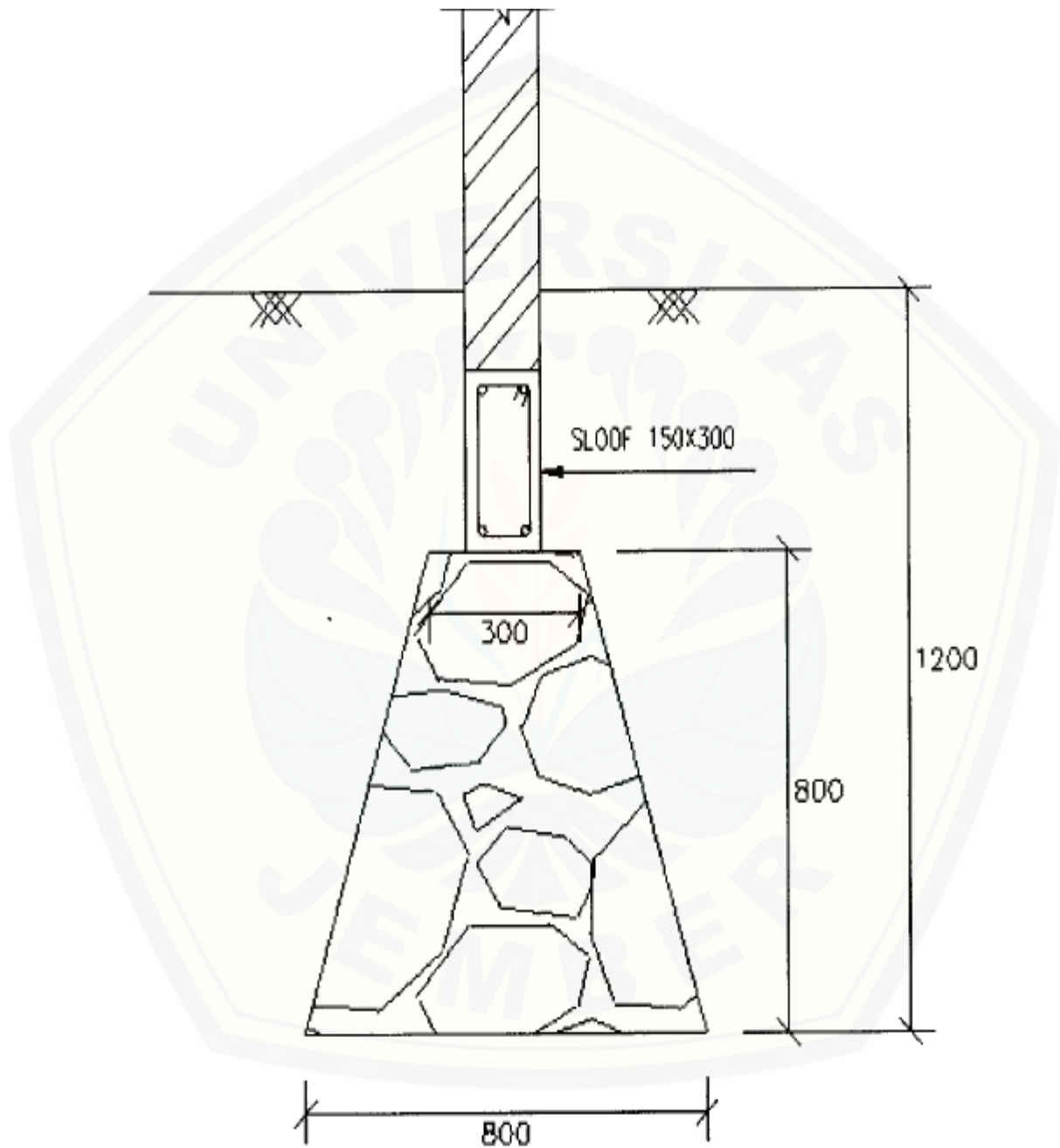


Lampiran 7. Denah Pembebanan Pondasi

1. Denah Pondasi Batu Kali



2. Dimensi Pondasi Batu Kali



Lampiran 8 Hasil Pemeriksaan Laboratorium

HASIL PEMERIKSAAN LABORATORIUM						
LABORATORIUM MEKANIKA TANAH						
Nama Proyek	Daya Dukung Tanah Landfill			Tanggal	14-Jan-18	
Lokasi	TPA Bulusan Kalipuro-Banyuwangi			Diperiksa Oleh:	Zahra Amalia Achsani	
SIFAT FISIK (PHYSICAL PROPERTIES)						
No Contoh				1	2	3
Kedalaman				0.8	1.2	1.4
Contoh Tanah Terganggu/Tidak terganggu				Tidak Terganggu	Tidak Terganggu	Tidak Terganggu
Macam Tanah				SM	SM	SM
1	Kadar Air	W _n	%	30.72	31.49	31.72
	Berat Isi Asli	γ _n	gr/cm ³	1.7	1.8	1.89
	Porositas	n	%	0.493	0.496	0.478
	Angka Pori	e	-	0.98	0.985	0.917
	Derajat Kejenuhan	S _r	%			
2	Berat Jenis	G _s	gr/cm ³	2.68	2.67	2.62
3	Batas Cair	LL	%	33.5	34.45	34.15
	Batas Plastis	PL	%	29.46	30.33	32.18
	Indeks Plastisitas	PI	%	4.04	4.12	1.97
4	Analisa Saringan	< 1/2"	%	0	0	0
		< 40	%	37.3	34.2	34.6
		< No 100	%	59.5	59.6	60
		<No 200	%	75.4	75.2	74.6
SIFATMEKANIK (ENGINEERING PROPERTIES)						
5	Kuat Geser Langsung	c	kg/cm ²	0.06	0.1097	0.1181
		φ	°	19.919	19.912	22.0079
6	Pemadatan	W _{opt}	%	22.85	26.03	26.1
		γ _{dry}	gr/cm ³	1.413	1.402	1.422

Lampiran 9. Dokumentasi



Gambar 1 Pengambilan sampel tanah



Gambar 2 Pengambilan sampel tanah



Gambar 3 Pengujian analisa saringan



Gambar 4 Pengujian Hidrometer

Lanjutan lampiran 8



Gambar 5 Pengujian kadar air



Gambar 6 Pengujian berat jenis tanah



Gambar 5 Pengujian berat isi tanah



Gambar 8 Pengujian *direct shear*

Lanjutan lampiran 8



Gambar 9 Pengujian atterberg limit



Gambar 10 Pengujian atterberg limit



Gambar 5 Pengujian *compaction*



Gambar 10 Pengujian CBR