

TUGAS AKHIR

PENGARUH PEMERAMAN TERHADAP DAYA DUKUNG TANAH LEMPUNG
LUNAK BERDASARKAN UJI TEKAN BEBAS MENGGUNAKAN LARUTAN IONIC
SOIL STABILIZER



Disusun Oleh :

SINAR WAHYUDI SUSANTO

45 16 041 129

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA MAKASSAR

2021



LEMBAR PENGAJUAN UJIAN TUTUP
TUGAS AKHIR

Judul : “PENGARUH PERENDAMAN TERHADAP DAYA DUKUNG TANAH
LEMPUNG LUNAK BERDASARKAN UJI TEKAN BEBAS
MENGUNAKAN LARUTAN IONIC SOIL STABILIZER”

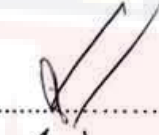
Disusun dan diajukan oleh :

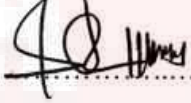
N a m a : **SINAR WAHYUDI SUSANTO**

No.Stambuk : **45 16 041 129**

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana pada Program Studi Teknik Sipil
/ Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Bosowa Makassar

Telah disetujui oleh Komisi Pembimbing :

Pembimbing I : **Ir. Fauzy Lebang, S.T., M.T.** (.....)

Pembimbing II : **Dr. Ir. Hj. Hijriah, S.T., M.T.** (.....)

Mengetahui :

Dekan Fakultas Teknik


Dr. Ridwan, S.T., M.Si.
NIDN.09-101271-01

Ketua Program Studi / Jurusan Sipil


Dr. Ir. A. Rumpang Yusuf, MT
NIDN. 09-041265-02



LEMBAR PENGESAHAN

Berdasarkan surat keputusan Dekan Fakultas Teknik Universitas Bosowa Makassar No. A710/FT/UNIBOS/VIII/2021 Tanggal 18 Agustus 2021, Perihal Pengangkatan panitia dan tim penguji Tugas Akhir, maka pada :

Hari / Tanggal : Jum'at / 20 Agustus 2021
N a m a : **Sinar Wahyudi Susanto**
No.Stambuk : **45 16 041 129**


Telah diterima dan disahkan oleh Panitia Tugas Akhir Fakultas Teknik Universitas Bosowa Makassar setelah dipertahankan di depan tim penguji ujian sarjana strata satu (S-1) untuk memenuhi salah satu syarat guna memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Bosowa Makassar.

TIM PENGUJI TUGAS AKHIR

Ketua (Ex. Officio) : **Ir. Fauzy Lebang, S.T., M.T.** (.....)
Sekretaris (Ex. Officio) : **Dr. Ir. Hj. Hijriah, ST. MT** (.....)
Anggota : **Ir. Tamrin Mallawangeng, M.T** (.....)
Dr. Ir. Ahmad Yauri Y, S.T, M.T (.....)

Makassar, 20 Agustus 2021

Mengetahui :

Dekan Fakultas Teknik
Univ. Bosowa Makassar

Dr. Ridwan, S.T., M.Si
NIDN.09-101271-01

Ketua Program Studi / Jurusan Sipil
Univ. Bosowa Makassar

Dr. Ir. A. Rumpang Yusuf, MT.
NIDN.00-010565-02

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN DAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : **Sinar Wahyudi Susanto**
Nomor Stambuk : **45 16 041 129**
Program Studi : **Teknik Sipil**
Judul Tugas Akhir : **“Pengaruh Pemeraman Terhadap Daya Dukung Tanah Lempung Lunak Berdasarkan Uji Tekan Bebas Menggunakan Larutan Ionic Soil Stabilizer”**

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa:

1. Tugas akhir yang saya tulis ini merupakan hasil karya saya sendiri dan sepanjang pengetahuan saya tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah dan disebutkan dalam daftar pustaka.
2. Demi pengembangan ilmu pengetahuan, saya tidak keberatan apabila Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Bosowa menyimpan, mengalih mediakan / mengalih formatkan, mengelola dalam bentuk data base, mendistribusikan dan menampilkannya untuk kepentingan akademik.
3. Bersedia dan menjamin untuk menanggung secara pribadi tanpa melibatkan pihak Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Bosowa dari semua bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran hak cipta dalam tugas akhir ini.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya untuk dapat digunakan sebagaimana mestinya.

Makassar, 2021

Yang Menyatakan



Sinar Wahyudi Susanto

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Allah Subhanahu Wa Ta'ala yang telah memberikan rahmat yang berlimpah sehingga Penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul "Pengaruh Perendaman Terhadap Daya Dukung Tanah Lempung Lunak Berdasarkan Uji Tekan Bebas Menggunakan Larutan Ionic Soil Stabilizer". Tugas akhir ini disusun berdasarkan hasil penelitian dan pengujian yang dilakukan di laboratorium Mekanika Tanah Universitas Bosowa. Tugas akhir ini merupakan salah satu syarat untuk meraih gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Bosowa.

Dalam penulisan tugas akhir ini tidak terlepas dari bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian dan penyusunan tugas akhir. Untuk itu pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih yang tak terhingga kepada :

1. Allah Subhanahu Wa Ta'ala tempat meminta dan memohon pertolongan
2. Bapak Ir. Fauzy Lebang, ST. MT sebagai pembimbing I, dan Ibu Dr. Ir. Hj. Hijriah, MT sebagai pembimbing II yang sudah meluangkan waktunya untuk membimbing dan mengarahkan hingga penyusunan tugas akhir ini selesai.

3. Bapak Dekan, Para Wakil Dekan dan Staf Fakultas Teknik Universitas Bosowa.
4. Bapak Dr. Ir. A. Rumpang Yusuf, MT. sebagai Ketua Jurusan Sipil beserta staf dan dosen pada Fakultas Teknik jurusan Sipil Universitas Bosowa.
5. Bapak Ir. H. Syahrul Sariman, MT. selaku kepala Laboratorium Mekanika Tanah Universitas Bosowa.
6. Bapak Hasrullah, ST selaku instruktur laboratorium mekanika tanah Universitas Bosowa yang sudah meluangkan waktunya untuk membimbing dan mengarahkan selama penelitian di laboratorium.
7. Kedua orang tua dan kakak yang telah memberikan dukungan moral dan materi yang tidak terhitung jumlahnya, sehingga tugas akhir ini dapat rampung seperti saat ini.
8. Teman - teman Angkatan 2016 Teknik Sipil Universitas Bosowa yang telah membagi suka dan duka dengan penulis selama perkuliahan.
9. Teman – teman yang telah membantu dan memberi motivasi kepada saya hingga terselesaikannya tugas akhir ini.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa pada penulisan tugas akhir ini masih banyak terdapat kekurangan dan kesalahan, oleh sebab itu penulis mohon maaf dan mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun dari semua pihak.

Akhirnya, semoga penulisan tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi penulis maupun rekan-rekan mahasiswa lainnya dimasa yang akan datang dan semoga segala bantuan dari semua pihak bernilai ibadah di sisi Allah Subhanahu Wa Ta'ala. Aamiin

Makassar, 2021

UNIVERSITAS

BOSO WA

Sinar Wahyudi Susanto

Daftar Isi

Halaman Judul.....	i
Lembar Pengesahan.....	ii
Lembar Pengajuan Ujian Tutup.....	iii
Surat Pernyataan Keaslian.....	iv
Kata Pengantar.....	v
Abstrak.....	viii
Daftar Isi.....	x
Daftar Notasi.....	xiii
Daftar Gambar.....	xv
Daftar Tabel.....	xvi
Bab I. Pendahuluan.....	I-1
1.1. Latar Belakang.....	I-1
1.2. Rumusan Masalah.....	I-2
1.3. Tujuan Dan Manfaat Penelitian.....	I-2
1.3.1. Tujuan Penelitian.....	I-2
1.3.2. Manfaat penelitian.....	I-3
1.4. Ruang Lingkup Dan Batasan Masalah.....	I-3
1.4.1. Ruang Lingkup.....	I-3
1.4.2. Batasan Masalah.....	I-4
1.5. Sistematika Penulisan.....	I-4
Bab II. Tinjauan Pustaka.....	II-1
2.1. Tanah.....	II-1

2.1.1. Pengertian Tanah.....	II-1
2.1.2. Klasifikasi Tanah.....	II-3
2.1.2.1. Sistem Klasifikasi AASHTO.....	II-3
2.1.2.2. Sistem Klasifikasi USCS.....	II-6
2.1.3. Sifat-sifat Fisis Tanah.....	II-10
2.1.3.1. Kadar Air.....	II-10
2.1.3.2. Berat Jenis.....	II-10
2.1.3.3. Batas-batas Atterberg.....	II-12
2.1.3.4. Analisis Saringan.....	II-18
2.1.4. Sifat-sifat Mekanis Tanah.....	II-22
2.1.4.1. Pemadatan Tanah.....	II-22
2.1.4.2. Kuat Tekan Bebas.....	II-24
2.2. Tanah Lempung.....	II-26
2.3. Ionic Soil Stabilizer.....	II-30
2.4. Stabilisasi Tanah.....	II-31
2.5. Penelitian Terdahulu.....	II-33
Bab III. Metode Penelitian.....	II-1
3.1. Bagan Penelitian.....	III-1
3.2. Waktu Dan Lokasi Penelitian.....	III-2
3.3. Jenis Pengujian Material.....	III-2
3.4. Variabel Penelitian.....	III-2
3.5. Notasi Dan Jumlah Sampel.....	III-3
3.6. Metode Analisis.....	III-3

Bab IV. Hasil Dan Pembahasan	IV-1
4.1. Karakteristik Dasar Tanah Asli.....	IV-2
4.2. Pembahasan Hasil Pemeriksaan Karakteristik Tanah Tanpa Bahan Tambah.....	IV-2
4.2.1. Berat Jenis (GS).....	IV-2
4.2.2. Pengujian Batas-batas Konsistensi.....	IV-2
4.3. Klasifikasi Tanah Asli.....	IV-5
4.3.1. AASHTO (American Association Of State Highway And Transportation Officials.....	IV-5
4.3.2. USCS (Unified Soil Classification System).....	IV-6
4.4. Sifat Mekanis Tanah.....	IV-7
4.4.1. Hasil Pengujian Kuat Tekan Bebas.....	IV-7
4.4.2. Hasil Pengujian Variasi Pemeraman.....	IV-10
Bab V. Kesimpulan Dan Saran	V-1
5.1. Kesimpulan.....	V-1
5.2. Saran.....	V-1
Daftar Pustaka	
Lampiran	

**PENGARUH PEMERAMAN TERHADAP DAYA DUKUNG TANAH
LEMPUNG LUNAK BERDASARKAN UJI TEKAN BEBAS
MENGUNAKAN LARUTAN IONIC SOIL STABILIZER**

Oleh: Sinar Wahyudi Susanto¹⁾, Fauzy Lebang²⁾, Hijriah³⁾

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui bagaimana pengaruh penambahan bahan kimia terhadap nilai kuat tekan bebas pada tanah lempung lunak. Bahan kimia yang digunakan pada penelitian ini adalah ionic soil stabilizer yang merupakan bahan polimer cair yang dapat memperbaiki sifat mekanis tanah. Bahan kimia di campurkan dengan tanah yang akan diuji dengan campuran sebanyak 0,5%, 1%, 1,5%, dan 2% iss. Kemudian di lakukan pemeraman selama 24 jam untuk mendapatkan kadar campuran optimum ionic soil stabilizer dan dilanjutkan dengan variasi pemeraman selama 0 hari, 1 hari, 3 hari, dan 7 hari. Dari hasil penelitian didapatkan kadar optimum penambahan iss sebesar 1% dengan nilai kuat tekan bebas sebesar 1,700 kg/cm². pada pengujian variasi pemeraman didapatkan kadar maksimum pada variasi dengan lama pemeraman yaitu 3 hari dengan nilai kuat tekan sebesar 1.796 kg/cm² dan mengalami penurunan pada pemeraman 7 hari dengan nilai kuat tekan sebesar 1.707 kg/cm².

Kata kunci: kuat tekan bebas, ionic soil stabilizer, variasi pemeraman

DAFTAR NOTASI



ISS	: Ionic Soil Stabilizer
A	: Luas Penampang
AASHTO	: <i>American Association of State Highway and Transportation Officials</i>
ASTM	: <i>American Society for Testing and Material</i>
Clay	: Lempung
Gs	: Berat Jenis
i	: Gradien Hidraulik
IP	: Indeks Plastisitas
K	: Koefisien Permeabilitas
L	: Panjang Benda Uji
LL	: Batas Cair
P	: Beban yang Bekerja
PCC	: <i>Portland Composite Cement</i>
PL	: Batas Plastis
Qu	: Kuat Tekan Bebas
Sand	: Pasir
Shrinking	: Penyusutan
Silt	: Lanau
SK	: Serbuk Kayu
Swelling	: Pengembangan

t	: Waktu Pengamatan
USCS	: Unified Soil Classification System
V	: Kecepatan Aliran
W	: Kadar Air
W_s	: Berat Butiran Padat
W_w	: Berat Air
α	: Koreksi Untuk Berat Jenis dari Butiran Tanah
γ_b	: Berat Volume Basah
γ_d	: Berat Volume Kering
γ_s	: Berat Volume Padat
γ_w	: Berat Volume Air

Daftar Gambar

Gambar 2.1. Diagram Fase Tanah.....	II-1
Gambar 2.2. Batas-batas Atterberg.....	II-12
Gambar 2.3. Alat Uji Batas Cair.....	II-14
Gambar 2.4. Hubungan Kadar Air Dan Berat Isi Kering.....	II-24
Gambar 2.5. Skema Uji Tekan Bebas.....	II-25
Gambar 4.1. Kurva Aliran Untuk Penentuan Batas Cair.....	IV-2
Gambar 4.2. Grafik Analisa saringan.....	IV-3
Gambar 4.3. Grafik Pembagian Butir Analisa Hidrometer.....	IV-4
Gambar 4.4. Grafik Pengujian Kompaksi.....	IV-5
Gambar 4.5. Nilai q_u Maksimum Pada Variasi.....	IV-8
Gambar 4.6. Grafik Gabungan Hasil Kuat Tekan Bebas.....	IV-9
Gambar 4.7. Grafik Gabungan Variasi Pemeraman ISS.....	IV-10
Gambar 4.7. Grafik Perbandingan Pemeraman 0 Hari.....	IV-11
Gambar 4.7. Grafik Perbandingan Pemeraman 1 Hari.....	IV-11
Gambar 4.7. Grafik Perbandingan Pemeraman 3 Hari.....	IV-12
Gambar 4.7. Grafik Perbandingan Pemeraman 7 Hari.....	IV-12

Daftar Tabel

Tabel 2.1. Ukuran Partikel Tanah.....	II-2
Tabel 2.2. Klasifikasi AASTHO.....	II-5
Tabel 2.3. Klasifikasi USCS.....	II-9
Tabel 2.4. Berat Jenis Tanah.....	II-11
Tabel 2.5. Harga-harga Batas Atterberg.....	II-13
Tabel 2.6. Nilai Indeks Plastisitas.....	II-17
Tabel 2.7. Nilai Aktivitas Khas Mineral Lempung.....	II-18
Tabel 2.8. Skema Jenis Tanah Dan Batas Ukuran Butir.....	II-20
Tabel 2.9. Faktor Koreksi a , Untuk Hidrometer.....	II-20
Tabel 2.10. Harga K Untuk Menghitung Diameter Butir.....	II-21
Tabel 2.11. Harga Kedalaman Efektif L	II-22
Tabel 2.12. Hubungan Kuat Tekan Bebas Dengan Konsistensinya....	II-26
Tabel 2.13. Kandungan Tanah Lempung Kasar Dan Halus.....	II-30
Tabel 3.1. Pengujian Karakteristik Tanah.....	III-2
Tabel 3.2. Variasi Benda Uji.....	III-3
Table 4.1. Rekapitulasi karakteristik tanah tanpa bahan stabilisasi....	IV-1
Tabel 4.2. Hasil Pengujian Kuat Tekan Bebas.....	IV-7
Tabel 4.3. Nilai q_u Gabungan Dari Pengujian Kuat Tekan Bebas.....	IV-9
Tabel 4.3. Nilai q_u Maksimum Dari Variasi Pemeraman.....	IV-10

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Tanah berguna sebagai bahan bangunan dalam pekerjaan teknik sipil, salah satunya pada konstruksi jalan raya. Stabilitas konstruksi perkerasan secara langsung akan dipengaruhi oleh kemampuan tanah dasar dalam menerima dan meneruskan beban yang bekerja. Namun, tidak semua lapisan tanah dasar mampu menahan beban di atasnya. Hanya tanah yang memiliki klasifikasi baik yang mampu berfungsi sebagai daya dukung.

Tanah dasar (*subgrade*) merupakan permukaan dasar untuk perletakan bagian-bagian perkerasan lainnya. Kekuatan dan keawetan maupun tebal dari lapisan konstruksi perkerasan jalan sangat tergantung dari sifat-sifat dan daya dukung tanah dasar ini.

Umumnya tanah lempung memiliki sifat plastisitas tinggi, volume akan berubah bila kadar air berubah. Sifat inilah yang dapat menimbulkan kerusakan pada konstruksi perkerasan seperti retaknya jalan, terangkatnya lapisan perkerasan, jalan bergelombang dan sebagainya. Oleh sebab itu, sifat tanah lempung yang kurang baik harus diperbaiki sebelum melaksanakan suatu konstruksi.

Usaha perbaikan sifat-sifat tanah dasar lempung lunak dilakukan dengan cara distabilisasi. Metode stabilisasi dilakukan dengan menggunakan bahan-bahan tambahan (*additive*) untuk memperbaiki

mutu tanah dasar tersebut. Pemanfaatan bahan kimia yang ramah lingkungan juga perlu dipertimbangkan sebagai bahan perkuatan tanah. Untuk memperbaiki mutu tanah digunakan bahan pencampur yang salah satunya adalah ISS (*Ionic Soil Stabilizer*)

Pada penelitian ini digunakan tanah lempung yang distabilisasi dengan memanfaatkan bahan Ionic Soil Stabilizer. Ionic Soil Stabilizer digunakan sebagai campuran pada tanah lempung agar dapat dimanfaatkan sebagai bahan stabilitas tanah yang cepat, murah dan efisien. Stabilisasi tanah dengan Ionic Soil Stabilizer diharapkan mampu meningkatkan daya dukung tanah tersebut.

1.2. Rumusan Masalah

1. Bagaimana pengaruh kadar campuran ionic soil stabilizer terhadap nilai kuat tekan bebas
2. Bagaimana perbandingan tanah yang telah distabilisasi dengan iss dengan tanah yang belum distabilisasi
3. Bagaimana pengaruh pemeraman terhadap nilai q_u tanah yang telah di stabilisasi

1.3. Tujuan dan Manfaat Penelitian

1.3.1. Tujuan Penelitian

Tujuan Penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mengetahui peningkatan daya dukung tanah lempung melalui uji kuat tekan bebas UCS (*Unconfined compression strength*).
2. Membandingkan nilai UCS (*Unconfined compression strength*)

sampel yang belum di stabilisasi dengan ISS dengan sampel yang telah distabilisasi dengan ISS

3. Mengetahui pengaruh lama pemeraman terhadap nilai q_u pada tanah yang telah di stabilisasi

1.3.2. Manfaat Penelitian

Adapun Manfaat dari penelitian ini adalah :

1. Mampu mengetahui pengaruh kadar campuran iss terhadap nilai kuat tekan bebas.
2. Mengetahui perbandingan tanah yang telah di stabilisasi dengan iss dengan tanah asli
3. Mengetahui pengaruh waktu pemeraman terhadap nilai kuat tekan bebas.

1.4. Ruang Lingkup dan Batasan Masalah

1.4.1. Ruang Lingkup

Ruang Lingkup dalam penelitian meliputi :

1. Pengambilan sampel tanah menggunakan tabung pipa paralon sebanyak tiga buah untuk mendapatkan data-data primer.
2. Melakukan pengujian karakteristik tanah dasar pada sampel tanah yang telah diambil.
3. Pengujian yang dilakukan di laboratorium meliputi:
 - a. Pengujian tanah asli (data sekunder).
 - b. Pengujian tanah dengan bahan ISS terhadap nilai UCS (*Unconfined compression strength*)

4. Melakukan pengujian terhadap nilai UCS (*Unconfined compression strength*)
5. Penggunaan ini membandingkan nilai UCS dengan campuran Ionic Soil Stabilizer sebagai bahan stabilisasi tanah lempung. Dengan kadar campuran larutan 0,5 %, 1 %, 1,5%, dan 2 %.

1.4.2. Batasan Masalah

Penelitian ini dibatasi pada masalah-masalah yang akan dianalisa yaitu :

1. Sampel tanah yang akan diuji merupakan tanah lempung yang didapatkan dari daerah kab. Barru
2. Penelitian tidak meliputi uji karakteristik fisik dan kimia dari bahan ionic soil stabilizer

1.5. Sistematika Penulisan

Secara garis besar sistematika penulisan dapat disajikan sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini menguraikan latar belakang penulisan, rumusan masalah, tujuan dan manfaat, serta sistematika penulisan.

BAB II KAJIAN PUSTAKA

Bab ini membahas tentang dasar-dasar teori mengenai karakteristik baha campuran untuk stabilisasi tanah lempung, metode perencanaan serta persiapan dan proses

mengstabilisasikan tanah lempung sebagai acuan dalam penyusunan tugas akhir.

BAB III METODE PENELITIAN

Bab ini berisi gambaran umum penelitian, waktu dan lokasi penelitian, diagram alir penelitian serta tahapan penelitian.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil ini diuraikan hasil pengujian bahan serta pengujian nilai UCS (*Unconfined compression strength*) yang telah dilakukan di laboratorium, yang disajikan dalam bentuk tabel-tabel dan grafik, kemudian hasil tersebut dilakukan analisis dan pembahasan.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini akan menyajikan kesimpulan pokok dan keseluruhan penelitian yang telah dilakukan dan saran yang dapat diberikan untuk memperbaiki hasil dari penelitian analisis sifat fisik tanah lempung dengan campuran ISS (Ionic Soil Stabilizer) terhadap nilai UCS (*Unconfined compression strength*).

BAB II

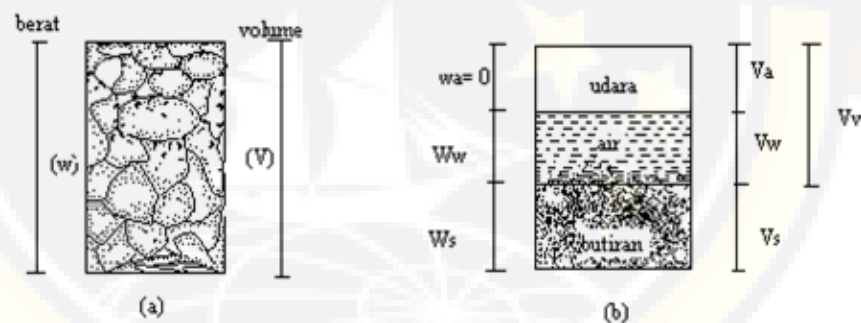
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tanah

2.1.1 Pengertian Tanah

Tanah didefinisikan secara umum adalah kumpulan dari bagian-bagian yang padat dan tidak terikat antara satu dengan yang lain (diantaranya mungkin material organik) rongga-rongga diantara material tersebut berisi udara dan air (Verhoef,1994).

Das (2008) mengatakan tanah merupakan material yang terdiri dari agregat (butiran) mineral padat dengan zat cair, yang membentuk sistem tiga, seperti yang terlihat pada Gambar 2.1



Gambar 2.1 Diagram fase tanah

Tanah dari pandangan ilmu Teknik Sipil merupakan himpunan mineral bahan organik dan endapan-endapan yang relatif lepas (loose) yang terletak diatas batu dasar (bedrock) (Hardiyatmo,H.C.,1992) .

Pada awal mula terbentuknya tanah disebabkan oleh pelapukan batuan menjadi partikel-partikel yang lebih kecil akibat proses mekanis

dan kimia. Pelapukan mekanis disebabkan oleh memuai dan menyusutnya batuan oleh perubahan panas dan dingin yang terus menerus (cuaca, matahari, dll) dan juga akibat gerusan oleh aliran air yang akhirnya menyebabkan hancurnya batuan tersebut. Dalam proses pelapukan mekanis tidak terjadi perubahan susunan kimiawi dari mineral batuan tersebut. Pada proses pelapukan kimiawi, batuan mineral induk diubah menjadi mineral-mineral baru melalui reaksi kimia.

Kata "Tanah" merujuk pada material yang tidak membatu, tidak termasuk batuan dasar yang terdiri dari butiran-butiran mineral yang memiliki ikatan yang lemah serta bentuk dan ukuran, bahan organik, air dan gas yang bervariasi. Tanah meliputi, Gambut, tanah organik, Lempung, Lanau, pasir dan kerikil atau campuran lainnya (Panduan Geoteknik 1, 2001, dalam Soraya Putri Zainanda 2012).

Tabel 2.1 Ukuran Partikel untuk Berbagai Jenis Tanah

Jenis Tanah	Ukuran Partikel
Berangkal (Boulder)	> 20 cm
Kerakal (Cooble Stone)	8 cm - 20 cm
Batu Kerikil (Gravel)	2 mm - 8 cm
Pasir Kasar (Coarse Sand)	0.6 mm - 2 mm
Pasir Sand (Medium Sand)	0.2 mm - 0,6 mm
Pasir Halus (Fine Sand)	0.06 mm - 0,2 mm
Lanau (Silt)	0.002 mm - 0.06 mm
Lempung (Clay)	< 0.002 mm

Sumber: L.D. Wesley, Mekanika Tanah cetakan VI, hal. 16, Penerbit Pekerjaan Umum

2.1.2 Klasifikasi Tanah

Klasifikasi tanah sangat membantu dalam perencanaan karena dapat membantu para engineer untuk mendapatkan gambaran mengenai kemungkinan perilaku tanah selama masa konstruksi ataupun selama pembebanan. Hal ini dikarenakan pengklasifikasian tanah didasarkan oleh sifat-sifat teknis tanah dan akumulasi pengalaman-pengalaman para insinyur terdahulu (Holtz dan Kovacs, 1981).

Ada dua cara yang dapat dipergunakan di dalam menentukan klasifikasi tanah, yakni:

1. Metode klasifikasi *Unified*, yang pertama kali diusulkan oleh Casagrande (1942), kemudian direvisi oleh kelompok ahli dari USBR (United State Bureau of Reclamation).
2. Metode klasifikasi AASTHO (*American Association of State Highway and Transportation Officials*).

2.1.2.1 Sistem Klasifikasi AASTHO (American Association Of State Highway And Transportation Officials)

AASTHO (*American Association of State Highway and Transportation Officials*). Sebagai badan transportasi dan jalan raya Amerika Serikat menyusun sistem klasifikasi tanah untuk keperluan perencanaan jalan (subbase dan subgrade).

Pengujian tanah yang diperlukan dalam klasifikasi ini adalah “analisis saringan” dan “uji batas-batas Atterberg”, selanjutnya dihitung indeks kelompok (group indeks – GI), yang digunakan untuk

mengevaluasi pengelompokan tanah-tanah. Indeks kelompok dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$GI = (F - 35)[0.2 + 0.005 (LL - 40)] + (F - 15)(PI - 10)$$

Yang mana:

GI = Indeks Kelompok

F = Persen lolos saringan No. 200

LL = Batas Cair

PI = Indeks Plastisitas

Apabila nilai indeks kelompok semakin tinggi, maka semakin berkurang ketepatan dalam pemilihan penggunaan tanah tersebut (gradasi jelek).

Menurut AASHTO tanah diklasifikasikan ke dalam tujuh kelompok besar, yaitu A-1 sampai A-7. Tanah dengan klasifikasi A-1, A-2 dan A-3 adalah tanah berbutir yang kurang dari 35% tanah tersebut lolos ayakan No.200. Tanah A-1 granuler yang bergradasi baik, sedangkan A-3 adalah pasir yang bergradasi buruk. Tanah A-2 termasuk tanah granuler, tetapi masih terdiri atas lanau dan lempung. Tanah berbutir halus klasifikasi A-4, A-5, A-6 dan A-7 adalah tanah yang lebih dari 35% dari butirannya lolos ayakan No. 200, tanah-tanah dalam kelompok ini biasanya merupakan jenis tanah lempung - lanau.

Tabel 2.2 Klasifikasi AASTHO untuk lapisan tanah dasar dan jalan raya

Klasifikasi Umum	Tanah Granuler (<35% Lolos Saringan No. 200)							Tanah Lanau - Lempung (>35% Lolos Saringan No. 200)			
	A1		A3	A2				A4	A5	A6	A7
Klasifikasi Kelompok	A1-a	A1-b		A2-4	A25	A2-6	A2-7				A7-5 / A7-6
Analisis Saringan (% Lolos)											
No. 10 (2,00 mm)	50 maks	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
No. 40 (0,425 mm)	30 maks	50 maks	51 min	-	-	-	-	-	-	-	-
No. 200 (0,075 mm)	15 maks	25 maks	10 maks	35 maks	35 maks	35 maks	35 maks	36 min	36 min	36 min	36 min
Sifat Fraksi yang lolos saringan No. 200											
Batas Cair (LL)	-	-	-	40 maks	41 min	40 maks	41 min	40 maks	41 min	40 maks	41 min
Indeks Plastis (PI)	6 maks	6 maks	Np	10 maks	10 maks	11 min	11 min	10 maks	10 maks	11 min	11 min
Indeks Kelompok (G)	0		0	0		4 maks		8 maks	12 maks	16 maks	20 maks
Tipe Material yang Dominan Pada Umumnya	Pecahan batu, kerikil & pasir		Pasir halus	Kerikil berlanau atau berlempung dan pasir				Tanah berlanau		Tanah berlempung	
Penilaian Umum Sebagai Tanah Dasar	"Sangat Baik" sampai "Baik"							"Sedang" sampai "Buruk"			

Sumber : (Braja M Das, 1995)

Catatan : Kelompok A-7 dibagi atas A-7-5 dan A-7-6 bergantung pada batas plastisnya (PL)

- Untuk $PL > 30$ klasifikasinya A-7-5
- Untuk $PL < 30$ klasifikasinya A-7-6
- Np = non plastis

2.1.2.2 Sistem Klasifikasi USCS (Unified Soil Classification System)

Klasifikasi tanah sistem ini diajukan pertama kali oleh Casagrande dan selanjutnya dikembangkan oleh *United States Bureau of Reclamation* (USBR) dan *United State Army Corps of Engineering* (USACE). Kemudian *American Society for Testing and Materials* (ASTM) telah memakai USCS sebagai metode standar guna mengklasifikasikan tanah. Sistem Unified membagi tanah ke dalam dua kelompok utama:

1. Tanah berbutir kasar (*Coarse-Grained-Soil*), yaitu tanah kerikil dan pasir dimana kurang dari 50% berat total contoh tanah lolos ayakan no. 200. Klasifikasi tanah berbutir kasar ditandai dengan simbol kelompok seperti: GW, GP, GM, GC, SW, SP, SM, dan SC.
2. Tanah berbutir halus (*Fine-Grained-soil*). Lempung dan lanau, yaitu tanah dimana lebih dari 50% berat total contoh tanah lolos ayakan no.200. Klasifikasi tanah berbutir halus dengan simbol ML, CL, OL, MH, CH, dan OH.

Selanjutnya, tanah diklasifikasikan dalam sejumlah kelompok dan sub kelompok (lihat table klasifikasi). Simbol-simbol yang digunakan untuk klasifikasi USCS adalah :

- G = Gravel (kerikil)
- S = Sand (pasir)
- C = Clay (lempung)
- M = Silt (lanau)
- O = lanau atau lempung organik

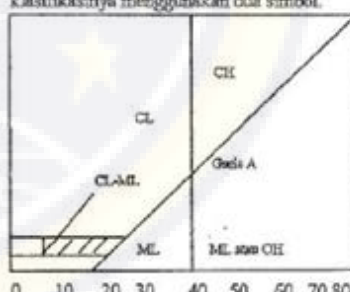
- Pt = peat (tanah gambut atau tanah organic tinggi)
- W = gradasi baik (*well graded*)
- P = gradasi buruk (*poor graded*)
- L = plastisitas rendah (*low plasticity*) ($LL < 50$)
- H = plastisitas tinggi (*high plasticity*) ($LL > 50$)

Prosedur penentuan klasifikasi tanah dengan system Unified sebagai berikut:

1. Tentukan tanah apakah berbutir “halus” atau “kasar” (secara visual atau saringan No. 200).
2. Untuk tanah berbutir kasar, maka lakukan:
 - a. Saringan tanah tersebut dan gambarkan grafik distribusi butiran.
 - b. Hitung persen lolos saringan No. 4: bila persentase lolos $< 50\%$ klasifikasikan tanah sebagai “kerikil”, bila persentase lolos $> 50\%$ klasifikasikan tanah sebagai “pasir”.
 - c. Hitung persen lolos saringan No. 200: bila persentase lolos $< 5\%$ maka hitung C_u dan C_c ; bila termasuk bergradasi baik, klasifikasikan sebagai GW (bila kerikil) dan klasifikasikan sebagai SW (bila pasir); bila termasuk bergradasi buruk, klasifikasikan sebagai GP (bila kerikil) dan klasifikasikan sebagai SP (bila pasir).
 - d. Apabila persentase butiran yang lolos saringan No. 200 diantara $5\% - 12\%$, maka tanah akan memiliki symbol ganda dan mempunyai sifat plastisitas (GW-GM atau SW-SM, dan lain-lain)

- e. Apabila persentase butiran yang lolos saringan No. 200 > dari 12%, maka harus dilakukann uji batas Atterberg dengan menyingkirkan butiran tanah yang tinggal pada saringan No. 40. Kemudian dengan menggunakan diagram plastisitas, tentukan klasifikasinya (GM, GC, SM, SC, GM-GC, SM-SC).
3. Untuk tanah berbutir halus, maka:
- Lakukan uji batas-batas Atterberg dengan menyingkirkan butiran yang tinggal di atas saringan No. 40. Bila batas cair (LL) > 50% klasifikasikan tanah tersebut sebagai H (plastisitas tinggi); bila LL < 50% klasifikasikan tanah sebagai L (plastisitas rendah).
 - Untuk tanah H, bila batas-batas Atterberg diplot pada grafik plastisitas dan berada di bawah garis A, tentukanlah apakah masuk kategori OH (organic) atau MH (anorganik). Dan bila plottingnya jatuh di atas garis A, klasifikasikan sebagai tanah CH (organic plastisitas tinggi).
 - Untuk tanah L, bila batas-batas Atterberg diplot pada grafik plastisitas dan berada di bawah garis A dan area yang diarsir, tentukanlah apakah masuk kategori OL (organic) atau ML (anorganik) berdasarkan warna, bau atau perubahan batas cair dan batas plastisnya dengan mengeringkannya di dalam oven.
 - Bila batas-batas Atterberg diplot pada grafik plastisitas dan berada pada area yang diarsir, dekat dengan garis A, atau nilai LL sekitar 50%, maka gunakan symbol ganda.

Tabel 2.3 Sistem Klasifikasi USCS (Unified Soil Classification System)

Divisi Utama	Simbol	Nama Umum	Kriteria Klasifikasi		
Tanah berbutiran kasar: 50% butiran tertahan saringan No. 200	Kerikil 50% fraksi kasar Tertahan saringan No. 4	Kerikil bersih (banyak kerikil)	GW	$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}} > 4$ $C_o = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \times D_{60}}$ Antara 1 dan 3 Tidak memenuhi kedua kriteria untuk GW Batas-batas <i>Atterberg</i> di bawah garis A atau $PI < 4$ Batas-batas <i>Atterberg</i> di bawah garis A atau $PI > 7$ $C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}} > 6$ $C_o = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \times D_{60}}$ Antara 1 dan 3 Tidak memenuhi kedua kriteria untuk SW Batas-batas <i>Atterberg</i> di bawah garis A atau $PI < 4$ Batas-batas <i>Atterberg</i> di bawah garis A atau $PI > 7$ Bila batas <i>Atterberg</i> berada didaerah arsir dari diagram plastisitas, maka dipakai simbol Bila batas <i>Atterberg</i> berada didaerah arsir dari diagram plastisitas, maka dipakai simbol	
		Kerikil dengan Butiran halus	GM		
		Kerikil berlempung, campuran kerikil-pasir-lempung	GC		
		Pasir: 50% fraksi kasar lolos saringan No. 4	Pasir bersih (banyak pasir)		SC
			Pasir dengan butiran halus		SW
			Pasir berlempung, campuran pasir-lempung		SP
	Pasir berlempung, campuran pasir-lempung		SM		
			Pasir berlempung, campuran pasir-lempung	SM	
	Tanah berbutiran halus 50% atau lebih lolos saringan No. 200		Lempung dan lempung berlempung butiran pasir $\leq 50\%$	ML	Diagram Plastisitas: Untuk mengklasifikasi kadar butiran halus yang terkandung dalam tanah berbutiran halus dan kasar. Batas <i>Atterberg</i> yang termasuk dalam daerah yang di arsir berarti batasan klasifikasinya menggunakan dua simbol.  Batas Cair LL (%) Garis A : $PI = 0.73 (LL - 20)$
		CL			
		OL			
		Lempung dan lempung butiran pasir $\geq 50\%$	MH		
CH					
OH					
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	

2.1.3 Sifat-sifat Fisis Tanah

2.1.3.1 Kadar Air (Moisture Water Content)

Kadar air (W) adalah persentase perbandingan berat air (W_c) dengan berat butiran (W_s) dalam tanah. Kadar air tanah (W_s) dapat dinyatakan dalam persamaan:

$$w_c = \frac{W_1 - W_2}{W_2 - W_3} \times 100\%$$

Keterangan :

w_c = Kadar air (%)

W_1 = Berat cawan + tanah basah (gr)

W_2 = Berat cawan + tanah kering (gr)

W_3 = Berat cawan (gr)

$W_1 - W_2$ = Berat air (gr)

$W_2 - W_3$ = Berat tanah kering (gr)

2.1.3.2 Berat Jenis (*Specific Gravity*)

Berat jenis tanah (G_s) adalah perbandingan antara berat volume butiran tanah (γ_s) dengan berat volume air (γ_w) dengan isi yang sama pada temperatur tertentu. Berat jenis tanah (G_s) dapat dinyatakan dalam persamaan:

$$G_s = \frac{W_s/V_s}{W_w/V_w} = \frac{W_s}{V_s} = \frac{\gamma_s}{\gamma_w}$$

$$G_s = \frac{W_2/W_1}{(W_4 - W_1) - (W_3 - W_2)} K$$

Keterangan:

V_s = volume butiran padat

γ_w = Volume air

γ_s = Berat volume padat

γ_w = Berat volume air

G_s = Berat jenis

W_1 = Berat piknometer kosong (gr)

W_2 = Berat piknometer + tanah kering (gr)

W_3 = Berat piknometer + tanah dan air suling (gr)

W_4 = Berat piknometer + air suling (gr)

K = Faktor koreksi terhadap suhu

Tabel 2.4 Berat Jenis Tanah (Hardiyatmo, 2002)

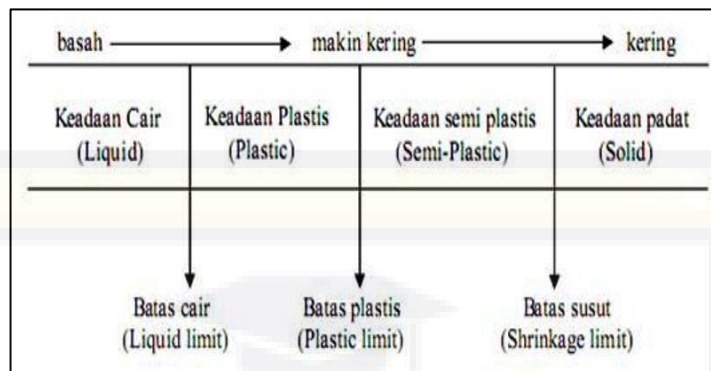
Macam Tanah	Berat Jenis
Kerikil	2,65 - 2,68
Pasir	2,65 - 2,68
Lanau Tak Organik	2,62 - 2,68
Lempung Organik	2,58 - 2,65
Lempung Tak Organik	2,68 - 2,75
Humus	1,37
Gambut	1,25 - 1,8

Harga Specific Gravity (G_s) dari butiran tanah sangat berperan penting dalam bermacam-macam keperluan perhitungan mekanika tanah. Harga-harga itu dapat ditentukan secara akurat di laboratorium. Tabel 2.4 menunjukkan harga-harga specific gravity beberapa mineral yang umum terdapat pada tanah.

2.1.3.3 Batas-batas Atterberg (Atterberg Limit)

Batas-batas *Atterberg* ditemukan oleh peneliti tanah berkebangsaan Swedia, *Atterberg* pada tahun 1911. Untuk jenis tanah berbutir halus sifat plastisitasnya sangat penting untuk diketahui sebelum melakukan rancang bangun di atas lapisan tanah tersebut. Plastisitas tanah disebabkan adanya partikel mineral lempung di dalam tanah. Plastisitas tanah menggambarkan kemampuan tanah dalam menyesuaikan perubahan bentuk (*shape change*) dalam volume yang konstan tanpa terjadi retak-retak atau remuk pada tanah tersebut.

Pada tahun 1911 *Atterberg* memberikan cara untuk menggambarkan batas-batas konsistensi dari tanah berbutir halus dengan mempertimbangkan kandungan kadar airnya (Holtz dan Kovacs, 1981). Batas-batas tersebut adalah batas cair, batas plastis dan batas susut. Konsistensi tanah sangat dipengaruhi oleh kadar air, yang mana tanah dapat berbentuk cair, plastis, semi padat, dan padat. Konsistensi adalah kedudukan fisik tanah berbutir halus pada kadar air tertentu. Konsistensi ini tergantung pada gaya tarik antar partikel lempung di dalam tanah.



Gambar 2.2 Batas-batas Atterberg

Angka - angka batasan atterberg untuk berbagai macam mineral lempung dapat dilihat pada tabel 2.5 berikut:

Tabel 2.5 Harga-Harga Batasan Atterberg untuk Mineral Lempung

Mineral	Batas Cair	Batas Plastis	Batas Susut
Montmorillonite	100 - 900	50 - 100	8,5 - 15
Nontronite	37 - 27	19 - 72	-
Illite	60 - 120	35 - 60	15 - 17
Kaolinite	30 - 110	25 - 40	25 - 29
Halloysite Terhidrasi	50 - 70	47 - 60	-
Halloysite	35 - 55	30 - 45	-
Attapulgitite	160 - 230	100 - 120	-
Chlorite	44 - 47	36 - 40	-
Allophane	200 - 250	130 - 140	

Sumber : (Mitchell, 1976)

Kandungan mineral *montmorillonite* mempengaruhi batas konsistensi. Semakin besar kandungan mineral *montmorillonite* semakin

besar batas cair dan indeks plastisitas serta semakin kecil nilai batas susut dan batas plastisnya (Hardiyatmo,2006).

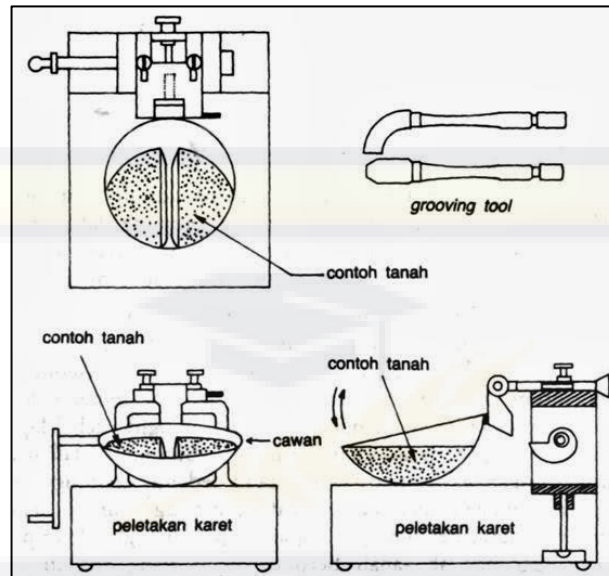
1) **Batas Cair (*Liquid Limit*)**

Batas cair (*liquid limit*) adalah kadar air tanah pada batas antara keadaan cair dan keadaan plastis yakni batas atas dari daerah plastis. Batas cair ditentukan dari pengujian *Cassagrande* (1948), yakni dengan menggunakan cawan yang telah dibentuk sedemikian rupa yang telah berisi sampel tanah yang telah dibelah oleh *grooving tool* dan dilakukan dengan pemukulan sampel dengan jumlah dua sampel dengan pukulan diatas 25 pukulan dan dua sampel dengan pukulan dibawah 25 pukulan sampai tanah yang telah dibelah tersebut menyatu.

Hal ini dimaksudkan agar mendapatkan persamaan sehingga didapatkan nilai kadar air pada 25 kali pukulan. Batas cair memiliki batas nilai antara 0–1000, akan tetapi kebanyakan tanah memiliki nilai batas cair kurang dari 100. (Holtz dan Kovacs, 1981).

$$LL = wN(\%)\left(\frac{N}{25}\right)^{0.121}$$

Alat uji batas cair berupa cawan *Cassagrande* dan *grooving tool* dapat dilihat pada Gambar 2.3. berikut ini:



Gambar 2.3 Alat Uji Batas Cair

2) Batas Plastis (*Plastic Limit*)

Batas plastis (*plastic limit*) merupakan kadar air tanah pada kedudukan antara daerah plastis dan semi padat, yaitu persentase kadar air di mana tanah dengan diameter silinder 3.2 mm mulai mengalami retak-retak ketika digulung.

Batas plastis memiliki batas nilai antara 0–100, akan tetapi kebanyakan tanah memiliki nilai batas cair kurang dari 40 (Holtz dan Kovacs, 1981).

$$PL = \frac{\text{Berat Basah}}{\text{Berat Tanah Kering}} (100)$$

$$PL = \frac{w_2 - w_3}{w_3 - w_1} (100)$$

Dimana: W_1 = Berat cawan kosong

W_2 = Berat cawan + tanah basah

W3 = Berat Cawan + Tanah Kering

3) Batas Susut (*Shrinkage Limit*)

Batas susut adalah nilai kadar air pada kedudukan antara semi padat dengan padat. Pada kondisi ini pengurangan kadar air dalam tanah tidak akan mempengaruhi lagi perubahan volume pada tanah.

Percobaan untuk mengetahui batas susut dilakukan dengan mengisi tanah jenuh sempurna ke dalam cawan porselin berukuran 44,4 mm dan tinggi 12,7 mm. selanjutnya cawan dan tanah isinya dikeringkan dalam oven. Setelah tanah dalam cawan mengering, selanjutnya dikeluarkan dari cawan tersebut. Untuk mengetahui nilai batas susut, maka sampel yang telah kering dicelupkan ke dalam air raksa, dan nilai batas susutnya dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$SL = \left[\frac{(m1 - m2)}{m2} - \frac{(v1 - v2)\gamma_w}{m2} \right] \times 100\%$$

Dengan :

SL = Batas susut (%).

m1 = berat tanah basah dalam cawan percobaan (gram)

m2 = berat tanah kering oven (gram)

V1 = Volume berat tanah basah dalam cawan percobaan (cm³).

V2 = Volume tanah kering oven (cm³).

γ_w = berat volume air (gram/ cm³)

4) Indeks Plastisitas (*Plasticity Index*)

Indeks Plastisitas (PI) adalah selisih batas cair dan batas plastis. Adapun rumusan dalam menghitung besaran nilai indeks plastisitas adalah sesuai dengan persamaan seperti yang ditunjukkan pada rumusan dibawah:

$$PI = LL - PL$$

Dengan :

PI = Plastis Indeks (%)

LL = Liquid Limit (%)

PL = Plastis Limit (%)

Indeks plastisitan menunjukkan sifat keplastisan tanah, jika nilai PI tinggi maka tanah mengandung banyak lempung. Dan jika nilai PI rendah maka tanah mengandung banyak lanau. Ciri dan sifat dari tanah lanau adalah dengan kadar air yang berkurang sedikit saja tanah akan menjadi kering. Nilai indeks plastisitas dapat dilihat pada tabel 2.6.

Tabel 2.6 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 : (Chen, 1975)

5) Aktivitas (Activity)

Butiran tanah lempung dikelilingi oleh air, yang mana ketebalannya sangat tergantung pada macam mineral lempung itu sendiri. Ada dua hal yang menentukan ketebalan air di sekeliling butiran lempung, yakni:

- Jumlah mineral
- Sifat mineral lempung yang ada pada butiran

Konsep dari Atterberg bahwa jumlah air yang tertarik oleh permukaan partikel tanah akan tergantung pada jumlah partikel lempung yang ada di dalam tanah. Dengan mengacu pada konsep ini, maka Skempton (1953), mendefinisikan aktivitas permukaan tanah sebagai perbandingan antara indeks plastisitas dengan persen fraksi ukuran lempung (yaitu persen dari berat butiran yang lebih kecil dari 0,002 mm). Definisi tersebut dapat dirumuskan dalam persamaan berikut:

$$A = \frac{PI}{\% \text{ Clay} - 5}$$

Sumber: Braja M Das Jilid 1 dan 2

Ini adalah petunjuk plastisitas dari butiran berukuran lempung. Nilai aktivitas kurang dari 0,75 dianggap rendah, di antara 0,75 – 1,25 normal, dan di atas 1,25 menunjukkan aktivitas yang tinggi.

Table 2.7 Nilai Aktivitas Khas Mineral Lempung

Jenis Mineral	Nilai Aktivitas
Kaolinite	0,4 - 0,5
Illite	0,5 - 1,0
Montmorillonite	1,0 - 7,0

Sumber: Konsep & Aplikasi Mekanika Tanah, E.Sutarman

2.1.3.4 Analisa saringan

Analisa saringan adalah analisis yang dilakukan untuk menentukan gradasi butir (distribusi ukuran butir), yaitu dengan menggetarkan contoh tanah kering melalui satu set ayakan dimana lubang-lubang ayakan tersebut makin kebawah makin kecil secara berurutan. Analisa saringan dapat dilakukan dengan 2 cara yaitu analisa ayakan dan analisa hidrometer.

Analisa ayakan dapat dilakukan dengan dua cara yaitu cara kering dan cara basah. Cara kering dilakukan dengan menggetarkan saringan, baik itu digetarkan dengan cara manual atau dengan alat penggetar. Cara basah dilakukan dengan mencampur tanah dengan air sampai menjadi lumpur encer dan dibasuh seluruhnya melewati saringan.

Dari data tersebut maka dapat diperoleh rumus :

$$\% \text{ tertahan} = \frac{\text{Berat komulatif}}{\text{Berat total}} \times 100\%.$$

$$\% \text{ lolos} = 100\% - \% \text{ tertahan}.$$

Analisa hidrometer adalah analisa yang digunakan untuk menentukan ukuran butiran dari tanah berbutir halus atau bagian berbutir

halus dari tanah berbutir kasar yang didasarkan pada prinsip sedimentri (pengendapan) butir-butir dari dalam air.

Dalam melakukan percobaan akan diperoleh berat tanah kering, selain itu diperoleh juga berat tanah yang tertahan serta berat kumulatifnya.

- Untuk persentase butiran-butiran halus dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

$$\% \text{ Butiran halus} = \frac{\alpha \cdot R_{cp}}{W_s} \times 100\%$$

Dengan :

W_s = Berat kering contoh tanah

α = Koreksi untuk berat jenis dari butiran tanah

$$\alpha = \frac{GS \times 1.65}{(GS - 1) \times GS}$$

- Rumus untuk mencari garis tengah butir-butir tanah adalah:

$$D = \kappa \left(\frac{L}{t} \right)^{0.5}$$

Dengan :

κ = Rasio kekentalan air ditentukan dengan menggunakan grafik

L = Panjang efektif yang ditentukan dengan menggunakan grafik diberikan pada gambar sesuai dengan harga R yang bersangkutan

T = Waktu pembacaan

Tabel 2.8. Skema jenis tanah dan batas - batas ukuran butirnya

Lempung	Lanau			Pasir			Kerikil			
	halus	medium	kasar	halus	medium	kasar	halus	medium	kasar	
	0,002	0,006	0,02	0,06	0,2	0,6	2	6	20	60

Sumber : Dasar mekanika tanah (Budi Santoso, Heri Suprpto, Suryadi HS)

hlm.12

Tabel 2.9. Faktor Koreksi α , untuk Hidrometer 152 H terhadap Berat Jenis Butir Tanah

Berat Jenis, G	Faktor Koreksi, α
2,95	0,94
2,90	0,95
2,85	0,96
2,80	0,97
2,75	0,98
2,70	0,99
2,65	1,00
2,60	1,01
2,55	1,02
2,50	1,03
2,45	1,05

(Sumber : Hary Christiady Hardiyatmo (2006), Mekanika Tanah 1 edisi, 4 hal.48, Gajah Mada University Press, Yogyakarta)

Tabel 2.10. Harga K untuk Menghitung Diameter Butir dengan Hidrometer

Temperature (°C)	Specific Gravity of Soil Particles								
	2.45	2.50	2.55	2.60	2.65	2.70	2.75	2.80	2.85
16	0.01510	0.01505	0.01481	0.01457	0.01435	0.01414	0.01394	0.01371	0.01356
17	0.01511	0.01486	0.01462	0.01439	0.01417	0.01396	0.01376	0.01356	0.01338
18	0.01492	0.01467	0.01443	0.01421	0.01399	0.01378	0.01359	0.01339	0.01321
19	0.01474	0.01449	0.01425	0.01403	0.01382	0.01361	0.01342	0.01323	0.01305
20	0.01456	0.01431	0.01408	0.01386	0.01365	0.01344	0.01325	0.01307	0.01289
21	0.01438	0.01414	0.01391	0.01369	0.01348	0.01328	0.01308	0.01291	0.01273
22	0.01421	0.01397	0.01374	0.01252	0.01332	0.01312	0.01294	0.01276	0.01258
23	0.01404	0.01381	0.01358	0.01337	0.01317	0.01297	0.01279	0.01261	0.01243
24	0.01388	0.01465	0.01342	0.01321	0.01301	0.01282	0.01264	0.01246	0.01229
25	0.01372	0.01349	0.01327	0.01306	0.01286	0.01267	0.01249	0.01232	0.01215
26	0.01357	0.01334	0.01312	0.01291	0.01272	0.01253	0.01235	0.01218	0.01201
27	0.01342	0.01319	0.01297	0.01277	0.01258	0.01239	0.01221	0.01204	0.01188
28	0.01328	0.01304	0.01283	0.01264	0.01244	0.01225	0.01208	0.01191	0.01175
29	0.01312	0.01290	0.01269	0.01249	0.01240	0.01212	0.011950	0.01178	0.01162
30	0.01298	0.01276	0.01256	0.01235	0.01217	0.01199	0.01182	0.01165	0.01149

Sumber : Braja M.das,Noor Endah, Indrasurya B. Mochtar, (1995).Mekanika Tanah Jilid 1,hal.20,Erlangga Surabaya.

Tabel 2.11. Harga Kedalaman Efektif L Hidrometer 152 H,Ditentukan oleh Macam Hidrometer, Ukuran Silinder Pengendapan

Pembacaan Hidrometer	Kedalaman Efektif (cm)	Pembacaan Hidrometer	Kedalaman Efektif (cm)	Pembacaan Hidrometer	Kedalaman Efektif (cm)
0	16,3	21	12,9	42	9,4
1	16,1	22	12,7	43	9,2
2	16	23	12,5	44	9,1
3	15,8	24	12,4	45	8,9
4	15,6	25	12,2	46	8,8
5	15,5	26	12	47	8,6
6	15,3	27	11,9	48	8,4
7	15,2	28	11,7	49	8,3
8	15	29	11,5	50	8,1
9	14,8	30	11,4	51	7,9
10	14,7	31	11,1	52	7,8
11	14,5	32	11,1	53	7,6
12	14,3	33	10,9	54	7,4
13	14,2	34	10,7	55	7,3
14	14	35	10,6	56	7,1
15	13,8	36	10,4	57	7,0
16	13,7	37	10,2	58	6,8
17	13,5	38	10,1	59	6,6
18	13,3	39	9,9	60	6,5
19	13,2	40	9,7		
20	13	41	9,6		

Sumber : ASTM D 1140-0

2.1.4 Sifat-sifat Mekanis Tanah

2.1.4.1 Pemadatan Tanah (Compaction)

Pemadatan adalah densifikasi tanah yang jenuh dengan penurunan volume rongga diisi dengan udara, sedangkan volume padatan dan kadar air tetap pada dasarnya sama.

Beberapa kegunaan pemadatan tanah (*compaction*) adalah:

1. Meningkatkan kekuatan geser.
2. Mengurangi kompresibilitas.
3. Mengurangi permeabilitas.
4. Mengurangi potensi likuifaksi.
5. Kontrol *swelling* dan *shrinking*.
6. Memperpanjang durabilitas.

Pada tanah granuler mampu memberikan kuat geser yang tinggi dengan sedikit perubahan volume sesudah dipadatkan. Sedangkan pada tanah lanau sangat sulit dipadatkan bila dalam keadaan basah karena permeabilitasnya rendah.

Lempung padat mempunyai permeabilitas yang rendah dan tanah ini tidak dapat dipadatkan dengan baik dalam kondisi basah. Tanah lempung yang dipadatkan dengan cara yang benar akan memberikan kuat geser yang tinggi. Stabilitas terhadap sifat kembang-susut tergantung dari jenis kandungan mineralnya.

Pada tahun 1933, Proctor menemukan dasar-dasar pemadatan tanah, dimana terdapat 4 (empat) variabel yang digunakan dalam fungsi

compaction, yaitu: berat jenis kering tanah, kadar air tanah, jenis tanah dan *compactive effort* (Bowles, 1984).

Pemadatan tanah di laboratorium dimaksudkan untuk menentukan kadar air optimum dan kepadatan kering maksimum. Kadar air dan kepadatan maksimum ini dapat digunakan untuk menentukan syarat yang harus dicapai pada pekerjaan pemadatan tanah di lapangan. Berikut rumus perhitungan pemadatan (SNI 1743-2008) :

$$\gamma_d = \frac{\gamma_b}{1 + (w \times 100)}$$

$$\gamma_d \text{ ZAV100} = \frac{G_s}{1 + (w \times G_s)} \times 1$$

Keterangan :

γ_d = Berat IsiTanah Kering (gram/cm³)

w = Kadar Air (%)

G_s = Berat Jenis

$$\gamma_d \text{ ZAV80} = \frac{G_s}{1 + (w \times G_s)} \times 0.8$$

Keterangan :

γ_d = Berat IsiTanah Kering (gram/cm³)

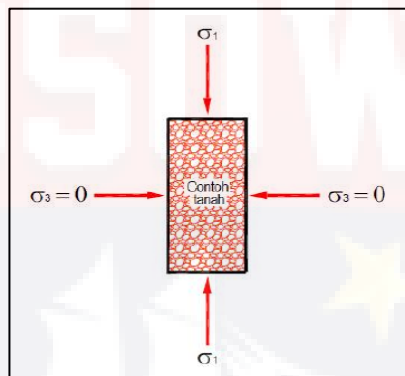
w = Kadar Air (%)

G_s = Berat Jenis

2.1.4.2 Pengujian Unconfined Compression Test

Uji kuat tekan bebas (*Unconfined Compression Test*) merupakan salah satu cara laboratorium untuk menghitung kuat geser tanah, dimana uji kuat tekan ini mengukur seberapa kuat tanah menerima kuat tekan yang diberikan hingga tanah tersebut terpisah dari butiran-butirannya, uji kuat ini juga mengukur regangan tanah akibat tekanan tersebut.

Kuat tekan bebas ialah besar beban aksial tiap satuan luas penampang benda uji saat mengalami keruntuhan atau pada saat regangan mencapai 20% (Soedarmo dan Purnomo, 1997).



Gambar 2.5 Skema uji tekan bebas

Percobaan kuat tekan bebas di laboratorium dilakukan pada sampel tanah dalam keadaan asli maupun buatan (*remoulded*).

Tekanan aksial yang terjadi pada tanah dapat ditulis dalam persamaan berikut :

$$\sigma = \frac{P}{A} \dots \dots \dots (2.12)$$

Dengan:

P = beban yang bekerja

A = luas penampang tanah

Sedangkan untuk kuat geser tanahnya dapat dituliskan dalam

persamaan berikut :

$$C_u = \frac{\sigma_1 + \sigma_3}{2} = \frac{\sigma_1}{2} = \frac{q_u}{2} \dots \dots \dots (2.13)$$

Dengan:

C_u = kekuatan geser *undrained* (*undrained shear strength*)

$\sigma_3 = 0$

q_u = *unconfined compressive strength*.

Hubungan konsistensi dengan kuat tekan bebas tanah lempung diperlihatkan dalam Tabel 2.12.

Tabel 2.12 Hubungan kuat tekan bebas tanah lempung dengan konsistensinya (Hardiyatmo, 2002)

Konsistensi	Qu (Kg/cm ²)
Lempung Sangat Lunak	<0,25
Lempung Lunak	0,25 - 0,50
Lempung Sedang	0,50 - 1,00
Lempung Kaku	1,00 - 2,00
Lempung Sangat Kaku	2,00 - 4,00
Lempung Keras	>4,00

* Faktor konversi : 1 lb/in² = 6,894.8 N/m²

2.2 Tanah Lempung

Tanah lempung merupakan tanah yang berukuran mikroskopis sampai dengan sub mikroskopis yang berasal dari pelapukan unsur-unsur kimiawi penyusun batuan, tanah lempung sangat keras dalam keadaan kering dan bersifat plastis pada kadar air sedang. Pada kadar air lebih tinggi lempung bersifat lengket (kohesif) dan sangat lunak (Das, 1988).

Tanah lempung terdiri dari berbagai golongan tekstur yang agak susah dicirikan secara umum. Sifat fisika tanah lempung umumnya terletak diantara sifat tanah pasir dan liat. Pengolahan tanah tidak terlampau berat, sifat merembeskan airnya sedang dan tidak terlalu melekat.

Warna tanah pada tanah lempung tidak dipengaruhi oleh unsur kimia yang terkandung didalamnya, karena tidak adanya perbedaan yang dominan, dimana kesemuanya hanya dipengaruhi oleh unsur natrium saja yang paling mendominasi. Semakin tinggi plastisitas, grafik yang di hasilkan pada masing-masing unsur kimia belum tentu sama. Hal ini disebabkan karena unsur-unsur warna tanah dipengaruhi oleh nilai Liquid Limit (LL) yang berbeda-beda.

Tanah lempung merupakan agregat partikel-partikel berukuran mikroskopik dan submikroskopik yang berasal dari pembusukan kimiawi unsur-unsur penyusun batuan, dan bersifat plastis dalam selang kadar air sedang sampai luas. Dalam keadaan kering sangat keras, dan tak mudah terkelupas hanya dengan jari tangan. Permeabilitas lempung sangat

rendah (Terzaghi dan Peck, 1987). Ukuran mineral lempung (0,002 mm, dan yang lebih halus) agak bertindihan (overlap) dengan ukuran lanau. Akan tetapi, perbedaan antara keduanya ialah bahwa mineral lempung tidak lembam.

Jadi dari segi mineral, tanah dapat juga disebut sebagai bukan lempung (non-clay soils) meskipun terdiri dari partikel-partikel yang sangat kecil. Untuk itu, akan lebih tepat partikel-partikel tanah yang berukuran lebih kecil dari 2 mikron ($= 2 \mu$), atau < 5 mikron ($= 5 \mu$) menurut sistem klasifikasi yang lain, disebut saja sebagai partikel berukuran lempung daripada disebut sebagai lempung saja. Partikel-partikel dari mineral lempung umumnya berukuran koloid ($< 1\mu$) dan ukuran 2μ merupakan batas atas (paling besar) dari ukuran partikel mineral lempung (Das, 1988).

Sifat-sifat yang dimiliki tanah lempung adalah sebagai berikut (Hardiyatmo, 2001) :

1. Ukuran butir halus, kurang dari 0,002 mm.
2. Permeabilitas rendah.
3. Kenaikan air kapiler tinggi.
4. Bersifat sangat kohesif.
5. Kadar kembang susut yang tinggi.
6. Proses konsolidasi lambat.

Tanah butiran halus khususnya tanah lempung akan banyak dipengaruhi oleh air. Sifat pengembangan tanah lempung yang dipadatkan akan lebih besar pada lempung yang dipadatkan pada kering

optimum dari pada yang dipadatkan pada basah optimum. Lempung yang dipadatkan pada kering optimum relatif kekurangan air oleh karena itu lempung ini mempunyai kecenderungan yang lebih besar untuk meresap air sebagai hasilnya adalah sifat mudah mengembang (Hardiyatmo, 2001).

Unsur-unsur penyusun tanah lempung memiliki beberapa variasi kandungan yang berbeda menurut butiran (*grained*) dan jenis unsurnya. Suatu tanah akan mengalami penyusutan bila kadar air secara perlahan-lahan hilang dari dalam tanah. Dengan hilangnya air terus menerus akan mencapai suatu tingkat keseimbangan, dimana penambahan kehilangan air tidak akan menyebabkan perubahan volume tanah .

Kandungan mineral *montmorillonite* mempengaruhi batas konsistensi. Semakin besar kandungan mineral *montmorillonite* semakin besar batas cair dan indeks plastisitas serta semakin kecil nilai batas susut dan batas plastisnya (Hardiyatmo,2006).

Kadar air dapat mempengaruhi perubahan volume tanah. Hal tersebut juga dapat mempengaruhi jenis tanahnya seperti tanah kohesif ataupun non kohesif. Kesimpulan tanah kohesif seperti lempung memiliki perbedaan dengan tanah non kohesif seperti pasir. Perbedaan tersebut adalah :

- 1) Tahanan friksi tanah kohesif < tanah non kohesif
- 2) Kohesi lempung < Tanah Granular
- 3) Permeability lempung < tanah berpasir

- 4) Pengaliran air pada tanah lempung lebih lambat dibandingkan tanah berpasir
- 5) Perubahan volume pada lempung lebih lambat dibandingkan pada tanah granular.

Tabel 2.13. kandungan tanah lempung kasar dan halus

Kandungan	Lempung Kasar (%)	Lempung Halus (%)
SiO ₂	48,07	40,61
TiO ₂	0,89	0,79
Al ₂ O ₃	18,83	18,91
FeO	6,91	7,42
MgO	3,56	3,29
CaO	4,98	6,24
Na ₂ O	1,17	1,19
K ₂ O	2,56	2,62
Lain-Lain	10,91	12,51

Sumber: Pettijohn dalam Suryandini, 2000

2.3 Ionic Soil Stabilizer

Ionic Soil Stabilizer (ISS) adalah bahan polimer cair yang berfungsi untuk menstabilisasi, mengeraskan, dan menguatkan daya dukung tanah. Bahan kimia yang terkandung pada Ionic Soil Stabilizer memiliki proses ikatan reaksi kimia seperti yang ditemukan di stabilisator sulfat atau klorida berbasis, yang bersifat korosif.

Sebaliknya, bahan ini bersifat koloid, yang dibentuk melalui pertukaran ion - menghasilkan pembentukan gel yang mengubah mereka dari cair ke padat, membentuk suatu ikatan, tetap kaku ditembus, itu memberikan ketahanan terhadap kelembaban seperti mengisi pada rongga tanah, mengurangi indeks plastisitas dan penurunan tegangan permukaan sebagai sementasi pada akhirnya meningkatkan kapasitas atau daya dukung tanah.

Polimerisasi dari Ionic Soil Stabilizer menjadi sebuah kumpulan yang solid dan ketika mengeras, menyebarkan air. Komponen mencapai viskositas maksimum dan ditetapkan menjadi kuat, ikatan anorganik yang tidak *biodegradable*. Ketika diterapkan dengan baik, ISS menembus permukaan untuk mengikat partikel halus bersama-sama, sehingga ikatan dan kekuatan material dasar ada dua metode yaitu dehidrasi dan mekanisme pengaturan

bahan kimia yang merubah bahan menjadi lekatan, lebih kental dan larut.

Ionic Soil Stabilizer aman terhadap lingkungan dan tidak memerlukan label peringatan berbahaya. ISS dapat disimpan untuk periode waktu yang panjang dalam kontainer baja. ISS ini adalah bahan non korosif, tidak mudah terbakar, tidak menyebabkan alergi dan tidak beracun.

2.4 Stabilisasi Tanah

Stabilisasi tanah merupakan suatu upaya untuk memperkuat atau menambahkan kapasitas dukung tanah agar tanah tersebut sesuai dengan persyaratan dan memiliki mutu yang baik.

Tanah yang kurang baik daya dukungnya sebaiknya harus diperhitungkan pada saat membangun suatu bangunan di atasnya, solusinya adalah perlu adanya stabilisasi tanah. Stabilisasi dapat terdiri dari salah satu tindakan dibawah ini:

1. Meningkatkan kerapatan tanah
2. Menambah material yang tidak aktif sehingga meningkatkan kohesi dan atau gesek yang timbul
3. Menambah bahan untuk menyebabkan perubahan-perubahan kimiawi atau fisis dalam tanah
4. Menurunkan muka air tanah (drainase tanah)
5. Mengganti dengan tanah yang baik

Tanah lempung merupakan salah satu jenis tanah yang sering dilakukan proses stabilisasi. Hal ini disebabkan sifat lunak plastis dan kohesif pada tanah lempung disaat basah. Sehingga menyebabkan perubahan volume yang besar karena pengaruh air dan menyebabkan tanah mengembang dan menyusut dalam jangka waktu yang relatif cepat. Sifat inilah yang menjadi alasan perlunya dilakukan proses stabilisasi agar sifat tersebut diperbaiki sehingga dapat meningkatkan daya dukung tanah tersebut.

Stabilisasi memiliki 3 (tiga) cara yaitu: mekanis, fisis dan penambahan campuran (*additive*) seperti cara dengan menggunakan bahan kimia sebagai bahan untuk stabilisasi tanah, atau melakukan pemadatan dan pemampatan di lapangan serta dapat juga dengan melakukan memompaan air tanah sehingga air tanah mengalami penurunan. Stabilisator yang sering digunakan yakni semen, kapur, abu sekam padi, abu cangkak sawit, abu ampas tebu, *fly ash*, bitumen dan bahan-bahan lainnya. Kelebihan stabilisasi dengan menggunakan bahan tambahan (*additive*) adalah sebagai berikut:

- a. Meningkatkan kekuatan
- b. Mengurangi deformabilitas
- c. Menjaga stabilitas volume
- d. Mengurangi permeabilitas
- e. Mengurangi erodibilitas
- f. Meningkatkan durabilitas

2.5 Penelitian Terdahulu

1. "Candra Hakim Van Rafi'i.(2009)", Pengaruh Durabilitas Terhadap Daya Dukung Lapisan *Soil Cement Base* Pada Tanah Lempung.

Hasil yang didapat adalah bahwa pengaruh dari durabilitas terhadap lapisan *soil cement base* yaitu mengganggu kestabilan lapisan fondasi tersebut, pengaruh dari durabilitas tersebut dapat dilihat dari perilaku rendaman (siklus). Dari hasil pengujian di laboratorium, didapat bahwa terjadi penurunan nilai CBR disetiap penambahan waktu siklus.

2. "Rizka Purwasih. (2014)", Studi Kekuatan Batu Bata Pasca Pembakaran Menggunakan Bahan Addictive ISS 2500

Batu bata merupakan bahan bangunan yang sering digunakan untuk aplikasi teknik sipil seperti dinding perumahan. Batu bata terbuat dari campuran tanah dan air. Pada penelitian ini proses pembuatan batu bata akan dicoba mencampurkan tanah dengan ISS2500 untuk meningkatkan kuat tekan dengan tujuan mencapai spesifikasi SNI batu bata. Sampel tanah yang diuji pada penelitian ini yaitu tanah lempung yang berasal dari daerah Yosomulyo, Kota Metro. Variasi kadar campuran yang digunakan adalah 0,5 ml, 0,8 ml, 1,1 ml, dan 1,4 ml larutan ISS 2500 dan sisanya adalah presentase untuk tanah dengan waktu pengeringan 14 hari serta dengan perlakuan pembakaran dan tanpa pembakaran sampel batu bata. Berdasarkan hasil pengujian fisik tanah asli, unified system menghasilkan sampel tanah sebagai tanah berbutir halus dan termasuk kedalam kelompok ML. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pembuatan batu bata pasca pembakaran dengan menggunakan campuran ISS2500 + tanah memenuhi SNI batu bata untuk material bangunan. Secara umum penambahan ISS 2500 pada pembuatan batu bata meningkatkan nilai kuat tekan. Untuk nilai kuat tekan batu bata tanpa pembakaran dan dengan proses pembakaran paling baik ditujukan pada penambahan kadar campuran 1,4 ml.

3. "Luki Sandi. (2013)". Studi Daya Dukung Stabilisasi Tanah Lunak Menggunakan ISS 2500 (Ionic Soil Stabilizer) Sebagai Lapis Pondasi Tanah Dasar.

Kondisi tanah pada suatu daerah tidak akan memiliki sifat tanah yang sama dengan daerah lainnya, ada yang mempunyai daya dukung baik dan adapula yang buruk. Tanah dengan pengembangan yang cukup besar (plastisitas tinggi) dikenal sebagai tanah lunak. Ruas-ruas jalan yang dibangun diatas tanah dasar dengan daya dukung rendah ($CBR < 6 \%$) umumnya lebih cepat mengalami kerusakan terutama pada musim penghujan. Untuk mengatasi hal ini diperlukan alternatif penanganan yang tersedia antara lain dengan penambahan bahan kimia (stabilisasi secara kimiawi) dan salah satunya menggunakan ISS 2500 (Ionic Soil Stabilizer). Sampel tanah yang di uji pada penelitian ini yaitu tanah lunak yang berasal dari Rawa Sragi Desa Belimbing Sari, Kecamatan Jabung Lampung Timur. Variasi kadar larutan ISS 2500 yang digunakan yaitu 0.5 ml, 0.8 ml, 1.1 ml dan 1.4 ml dengan dilakukan waktu pemeraman yang sama selama 7 hari dan perendaman selama 4 hari. Berdasarkan pemeriksaan sifat fisik tanah asli, AASHTO mengklasifikasikan sampel tanah pada kelompok A-7 (tanah berlempung) dan subkelompok A-7-5, sedangkan USCS mengklasifikasikan sampel tanah sebagai tanah berbutir halus dan termasuk kedalam kelompok

CH. Hasil penelitian di laboratorium menunjukkan bahan stabilisasi menggunakan ISS 2500 dapat memperbaiki sifat fisik dan mekanik tanah lunak. Pada pengujian fisik seperti berat jenis dan batas-batas Atterberg mengalami penurunan setelah distabilisasi. Sementara pada pengujian mekanik, penggunaan ISS 2500 cukup efektif dalam meningkatkan daya dukung tanah lunak. Dari hasil pengujian CBR rendaman atau tanpa rendaman, tanah yang telah distabilisasi dengan campuran ISS 2500 dapat digunakan sebagai tanah dasar pada konstruksi jalan dikarenakan nilai CBRnya ≥ 6 %.

4. "Apririandi Putra. (2013)".Pengaruh Perendaman Terhadap Daya Dukung Tanah Lempung Lunak Berdasarkan Uji Tekan Bebas Menggunakan TX-300. Universitas Lampung. Bandar Lampung.

Suatu konstruksi atau bangunan sangat berhubungan dengan keadaan kondisi fisik dan mekanis tanah. Untuk memperbaiki sifat tanah merugikan yang dapat mengakibatkan daya dukung menjadi rendah, maka diperlukan perbaikan tanah yang salah satunya adalah menggunakan metode stabilisasi. Usaha stabilisasi yang banyak dilakukan adalah stabilisasi dengan menggunakan bahan . Salah satunya menggunakan bahan alternatif yaitu TX-300 yang diharapkan mampu memperbaiki sifat tanah sehingga dapat mendukung suatu konstruksi. Sampel tanah yang di uji pada penelitian ini adalah tanah lempung lunak yang berasal dari daerah Rawa Sragi, Lampung Timur. Variasi kadar campuran yang digunakan yaitu 0,4 ml, 0,7 ml, 1,0 ml, dan

1,3 ml. Pada tiap kadar campuran dilakukan perendaman selama 7 hari ,14hari ,21hari, 28hari. Berdasarkan pemeriksaan unsur kimia tanah dan pemeriksaan sifat fisik tanah asli, USCS mengklasifikasikan sampel tanah sebagai tanah berbutir halus, dan termasuk ke dalam kelompok CH. Hasil penelitian di laboratorium menunjukkan bahwa bahan additive menggunakan TX-300 dapat memperbaiki sifat fisik dan mekanik tanah lempung lunak. Pada pengujian fisik seperti berat jenis dan batas-batas Atterberg mengalami kenaikan setelah distabilisasi, sementara pada pengujian mekanik penggunaan TX-300 dapat meningkatkan nilai Kuat Tekan Bebas tanah tersebut. Dari hasil pengujian Kuat Tekan Bebas, tanah yang distabilisasi dengan TX-300 mengalami peningkatan sampai pada kadar TX maksimum 1,3 ml.

BAB III
METODE PENELITIAN

3.1. Bagan Penelitian



3.2. Waktu dan Lokasi Penelitian

Pemeriksaan, pembuatan dan pengujian benda uji dilakukan di Laboraturium Mekanika Tanah Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Bosowa Pada bulan Januari 2021.

3.3. Jenis Pengujian Material

Tabel 3.1 Pengujian karakteristik tanah

No	Jenis Pengujian	Referensi
1.	Kadar air	ASTM D 2216-(71)
2.	Berat Jenis tanah	SNI 03-1964-2008/ ASTM D854-88(72)
3.	Batas cair (<i>liquid limit</i> , LL)	SNI 03-1967-1990
4.	Batas Plastis (<i>plastic limit</i> , PL)	SNI 03-1966-1990
5	Batas Susut	SNI 3422 2008
5.	Indeks plastisitas (<i>plasticity index</i> , PI)	SNI 03-1966-1990
6.	Analisa saringan	SNI 03-1968-1990
7.	Analisis hydrometer	SNI 03-3423-1994

3.4. Variabel Penelitian

Sebagaimana judul penelitian ini adalah “Pengaruh Perendaman Terhadap Daya Dukung Tanah Lempung Lunak Berdasarkan Uji Tekan Bebas Menggunakan Larutan Ionic Soil Stabilizer”.

Maka variabel yang digunakan adalah :

1. Variabel bebas dalam penelitian ini adalah tanah dan komposisi Ionic Soil Stabilizer.
2. Variabel terikat dalam penelitian ini adalah lama proses pemeraman selama 1 hari.

3.5. Notasi dan Jumlah Sampel

Tabel 3.2 Variasi Benda Uji

NO	JENIS PERCOBAAN	MATERIAL DAN KOMPOSISI CAMPURAN	KODE SAMPEL	LAMA PEMERAMAN	JUMLAH SAMPEL (BUAH)	TOTAL SAMPEL
1	UCS	Tanah Asli	TA	1 HARI	3	15
	Uji Kuat Tekan Bebas (UCS)	Tanah + 0,5 % ISS	KT 0,5 %	1 HARI	3	
		Tanah + 1 % ISS	KT 1 %	1 HARI	3	
		Tanah + 1,5 % ISS	KT 1,5%	1 HARI	3	
		Tanah + 2 % ISS	KT 2 %	1 HARI	3	
	Tanah + 1 % ISS	VKT 1 %	0 HARI	1	4	
	Tanah + 1 % ISS	VKT 1 %	1 HARI	1		
	Tanah + 1 % ISS	VKT 1 %	3 HARI	1		
	Tanah + 1 % ISS	VKT 1 %	7 HARI	1		
TOTAL SAMPEL						19

3.6. Metode Analisis

Pada analisa data yang digunakan yaitu analisis terhadap data hasil uji di laboratorium sebagai berikut :

a. Analisis Tanah Asli

1. Analisis distribusi butiran terhadap tanah yaitu melakukan analisis hasil pengujian tanah di laboratorium dan klasifikasinya menurut klasifikasi tanah serta menggolongkannya menurut jenis mineral tanah.
2. Analisis kadar air dan berat jenis tanah lempung lunak terhadap penggunaan lapisan tanah dasar.
3. Analisis hasil pemadatan (Uji Proctor standar)
4. Analisis hasil pemadatan tanah asli dilakukan guna mengetahui nilai kadar air optimum terhadap peningkatan kepadatan tanah.

b. Analisis Tanah yang distabilisasi

1. Nilai kuat tekan (UCS) terhadap variasi campuran Ionic Soil Stabilizer.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Karakteristik Dasar Tanah Asli

Hasil Pemeriksaan Karakteristik Fisis Tanah Tanpa Bahan Tambah

Tabel 4.1 Rekapitulasi hasil pemeriksaan karakteristik tanah tanpa bahan stabilisasi

No	Parameter	Hasil	Satuan
		Tanah Asli	
1	Pemeriksaan kadar air mula-mula	56.23	%
2	Pengujian berat jenis	2.716	g/cm ³
3	pengujian batas-batas atterberg		
	1. Batas Cair (LL)	58.71	%
	2. Batas Plastis	36.21	%
	3. Batas Susut	22.80	%
	4. Indeks Plastisitas (PI)	22.50	%
	5. Activity	1.41	
4	Pengujian analisa saringan dan Hidrometer		
	#4 (4,75 mm)	100.00	%
	#10 (2,00 mm)	99.90	%
	#20 (0,85 mm)	99.78	%
	#40 (0,43 mm)	99.56	%
	#60 (0,25 mm)	99.14	%
	#80 (0,180 mm)	98.10	%
	#100 (0,15 mm)	96.86	%
	#200 (0,075 mm)	90.86	%
5	Pasir	9.51	%
	Lanau	67.94	%
	Lempung	22.55	%
6	Pengujian Kompaksi		
	Kadar Air Optimum	27.49	%
	γ dry	1.35	gr/cm ³

Sumber : Hasil pengujian laboratorium Universitas Bosowa, 2021

4.2. Pembahasan Hasil Pemeriksaan Karakteristik Tanah Tanpa Bahan Tambah

4.2.1. Berat Jenis (Gs)

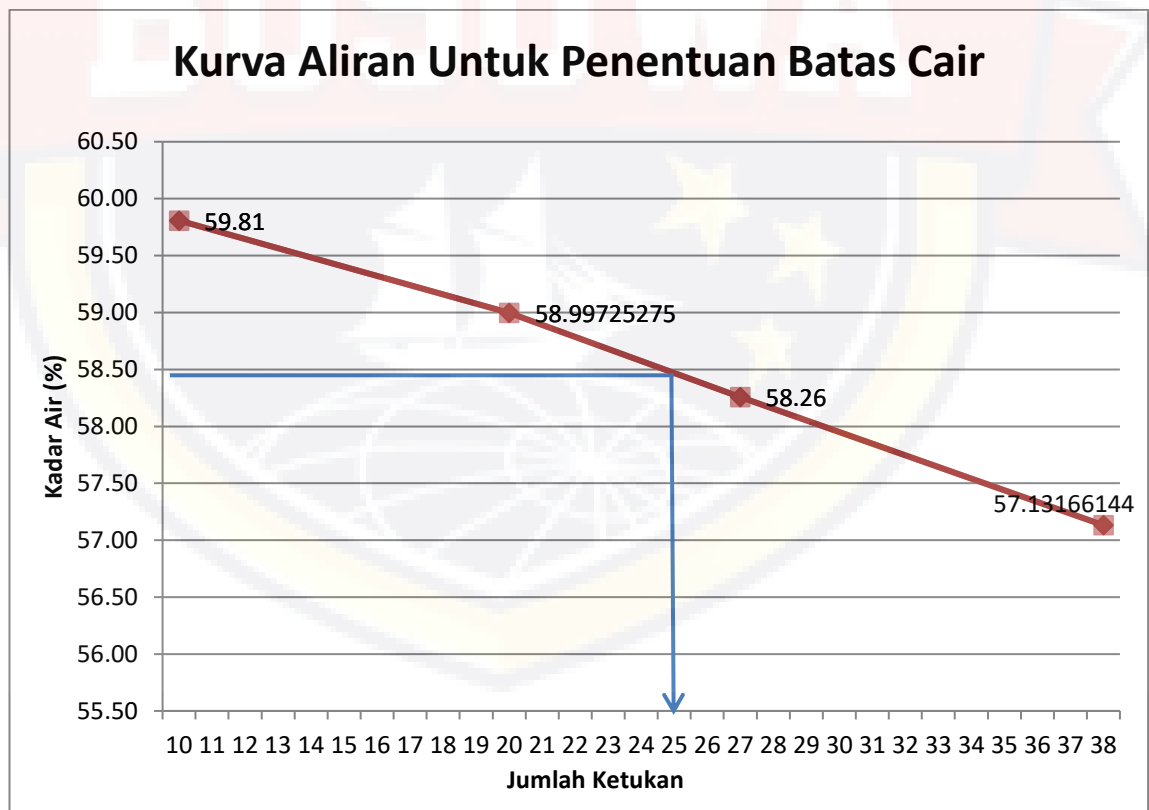
Dari hasil pemeriksaan berat jenis, diperoleh nilai berat jenis 2,716. Dari nilai berat jenis tersebut, tanah tersebut masuk kategori lempung anorganik yang mempunyai nilai berat jenis antara 2,68 – 2,75.

4.2.2. Pengujian Batas-batas Konsistensi

a. Batas Batas Atterberg

1) Batas Cair (Liquid Limit, LL)

Dari gambar 4.1 diperoleh hasil hubungan jumlah ketukan dengan kadar air didapatkan nilai batas cair (LL) = 58,71 %.



Gambar 4.1 Kurva Aliran untuk Penentuan Batas Cair

2) Batas Plastis (Plastic Limit, PL)

Dari hasil pengujian laboratorium diperoleh nilai batas plastis (PL) = 36,21%

3) Indeks Plastisitas (Indeks Plasticity, IP)

Berdasarkan rumus $PI = LL - PL$ diperoleh nilai indeks platisitas (PI) = 22,50% .Tanah yang mempunyai nilai $PI > 17$ masuk kategori lempung dengan sifat plastisitas tinggi.

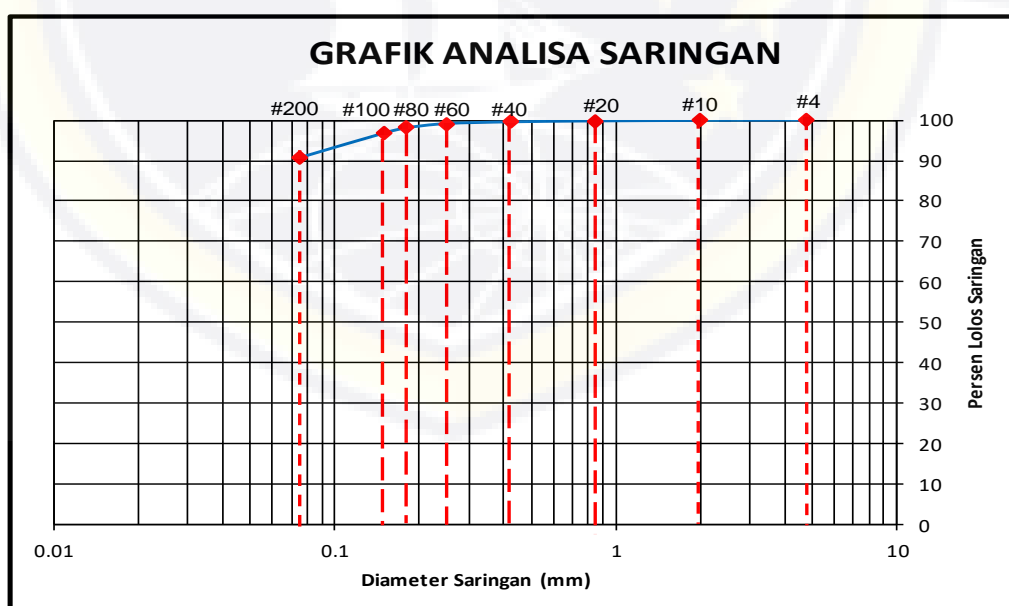
4) Batas Susut (Shrinkage Limit)

Dari hasil pengujian batas susut diperoleh nilai batas susut = 22,80%

5) Activity

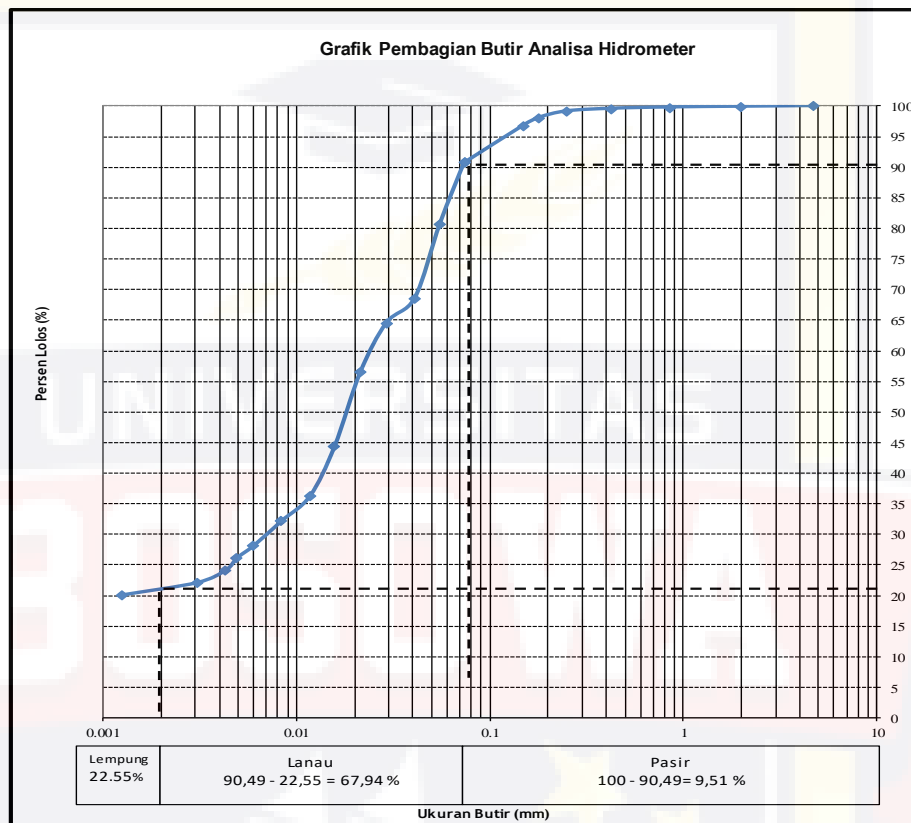
Berdasarkan rumus penentuan nilai activity $A = \frac{PI}{\% \text{ Clay}-5}$ dari pengujian diperoleh nilai sebesar 1,41%. Nilai tersebut menunjukkan bahwa aktivitasnya tinggi dan jenis mineral lempungnya adalah montmorillonite.

b. Analisa Gradasi Butiran



Gambar 4.2 Grafik Analisa Saringan

Dari gambar 4.2 di atas, hasil pengujian gradasi yang dilakukan dengan analisa saringan basah diperoleh hasil dari tanah tersebut 90,86% lolos saringan No.200. Sehingga didapat fraksi pasir sebesar 9,14%.



Gambar 4.3 Grafik Pembagian Butir Analisa Hidrometer

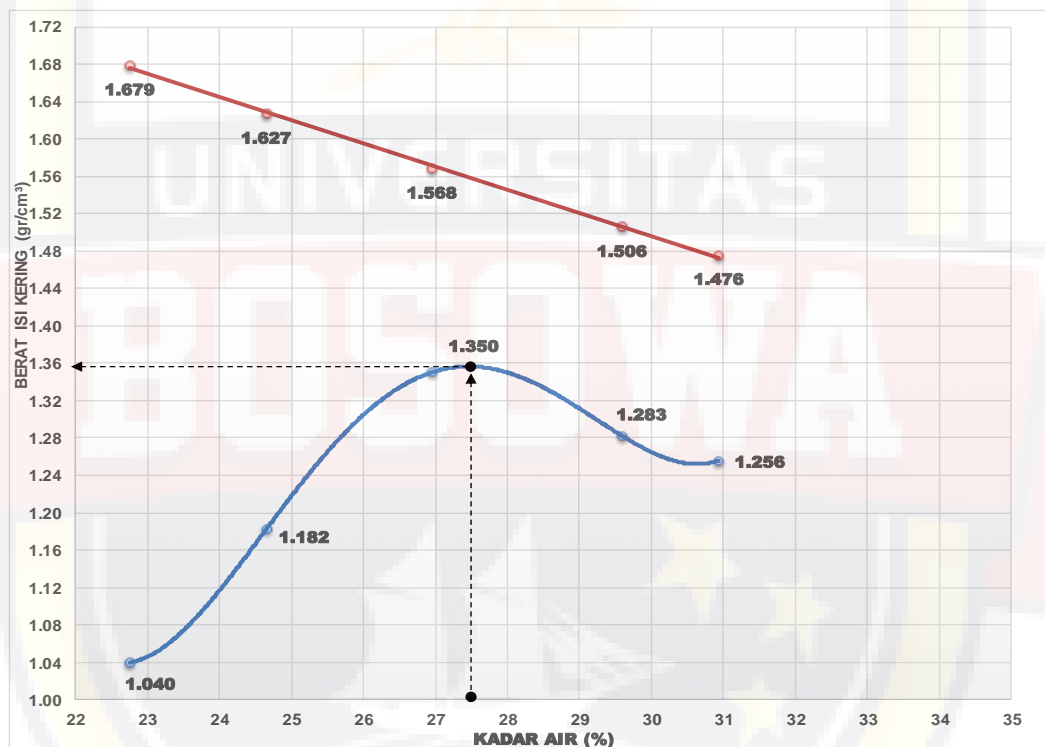
Dari gambar 4.3 hasil pengujian hidrometer berdasarkan kurva lengkungnya diperoleh hasil sebahagian besar ukuran butir tanah adalah fraksi lanau yaitu sebanyak 67.94% . sedangkan fraksi lempung sebesar 22,55%.

Peninjauan klasifikasi tanah yang mempunyai ukuran butir lebih kecil dari 0,002 mm, tidak berdasarkan secara langsung pada gradasinya, sehingga penentuan klasifikasinya lebih didasarkan pada batas batas atterbergnya.

Sebagian besar lempung hanya memiliki sekitar 15% sampai 50% kadar lempung. (Laurence D. Wesley)

c. Pengujian Kompaksi (Pematatan)

Dari pengujian pematatan Standar (Proctor test) diperoleh $w_{opt} = 31,61\%$ dan $\gamma_{maks} = 1,28 \text{ gr/cm}^3$. Dapat dilihat dari gambar 4.4 pengujian kompaksi berikut:



Gambar 4.4 Grafik Pengujian Kompaksi

4.3. Klasifikasi Tanah Asli

4.3.1 AASHTO (American Association Of State Highway And Transportation Officials)

Untuk mengklasifikasikan tanah yang diuji ke dalam klasifikasi AASTHO adalah dengan berdasarkan uji analisa distribusi butiran serta hasil uji batas-batas Atterberg, yaitu sebagai berikut:

a) Tanah lolos saringan No.200 = 90,86%

b) Batas cair (LL) = 58,71%

c) Batas Plastis (PL) = 36,21%

d) Indeks Plastisitas (IP) = 22,50 %

Berdasarkan analisa basah, presentase bagian tanah yang lolos saringan no.200 adalah lebih besar dari 90,86% ($> 35\%$). Sehingga tanah diklasifikasikan dalam kelompok : (A-4,A-5,A-6,A-7).

Batas cair (LL) = 58,71% .Untuk tanah yang batas cairnya lebih besar dari 41% maka tanah tersebut masuk dalam kelompok A-5 (min. 41%) dan A-7 (A-7-5,A-7-6) yang juga min. 41%.

Indeks Plastisitas (PI) = 22,50%.Untuk kelompok A-5 nilai maksimalnya 10% sedangkan kelompok A-7 nilai PI minimumnya sebesar 11% maka tanah dikelompokkan kedalam kelompok A-7(A-7-5,A-7-6).

Sedangkan nilai Batas Plastis (PL) = 36,21% ,untuk kelompok A-7-5 nilai PL $> 30\%$,sehingga tanah dikelompokkan ke dalam kelompok A-7-5. Tanah yang masuk kategori A-7-5 termasuk klasifikasi tanah lempung.

4.3.2 USCS (Unified Soil Classification System)

Dari analisis saringan basah didapatkan tanah lolos saringan no.200 lebih besar dari 50% sehingga masuk ke dalam klasifikasi tanah berbutir halus.

Batas cair (LL) = 58,71% dan indeks plastisitas (PI) = 22,50%. Dari bagian plastisitas, klasifikasi tanah masuk dalam range CH (diatas garis A,

PI = 0,73 (LL-20) ,dimana : CH adalah simbol lempung anorganik dengan plastisitas tinggi ,lempung gemuk (fat clays).

Dari karakteristik material diatas (yaitu plastisitas dan distribusi ukuran partikel) dapat disimpulkan bahwa tanah tersebut adalah : Tanah Lempung (Clay) dengan Sifat Plastisitas tinggi.

4.4 Sifat Mekanis Tanah

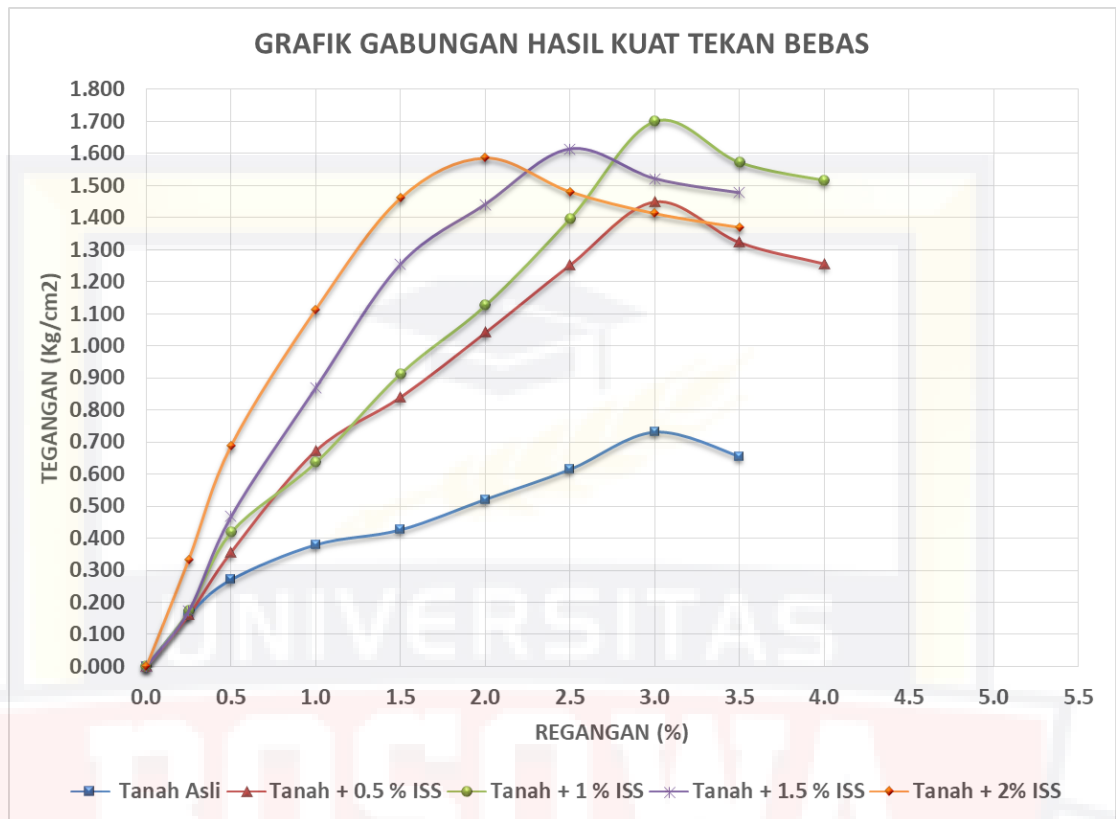
4.4.1 Hasil Pengujian Kuat Tekan Bebas (Unconfined Compression Test)

Hasil pengujian kuat tekan bebas tanah lempung lunak yang divariasi dengan bahan kimia Ionic Soil Stabilizer dengan kadar penambahan 0,5%, 1%, 1,5%, dan 2% dapat dilihat pada table 4.2 berikut:

Tabel 4.2 Hasil Pengujian Kuat Tekan Bebas

Komposisi Campuran	Qu Rata-Rata (kg/cm ²)
Tanah Asli	0,730
Tanah Asli + 0,5 % ISS	1,449
Tanah Asli + 1% ISS	1,700
Tanah Asli + 1,5% ISS	1,613
Tanah Asli + 2% ISS	1,586

Sumber: Hasil Pengujian Laboratorium Universitas Bosowa, 2021

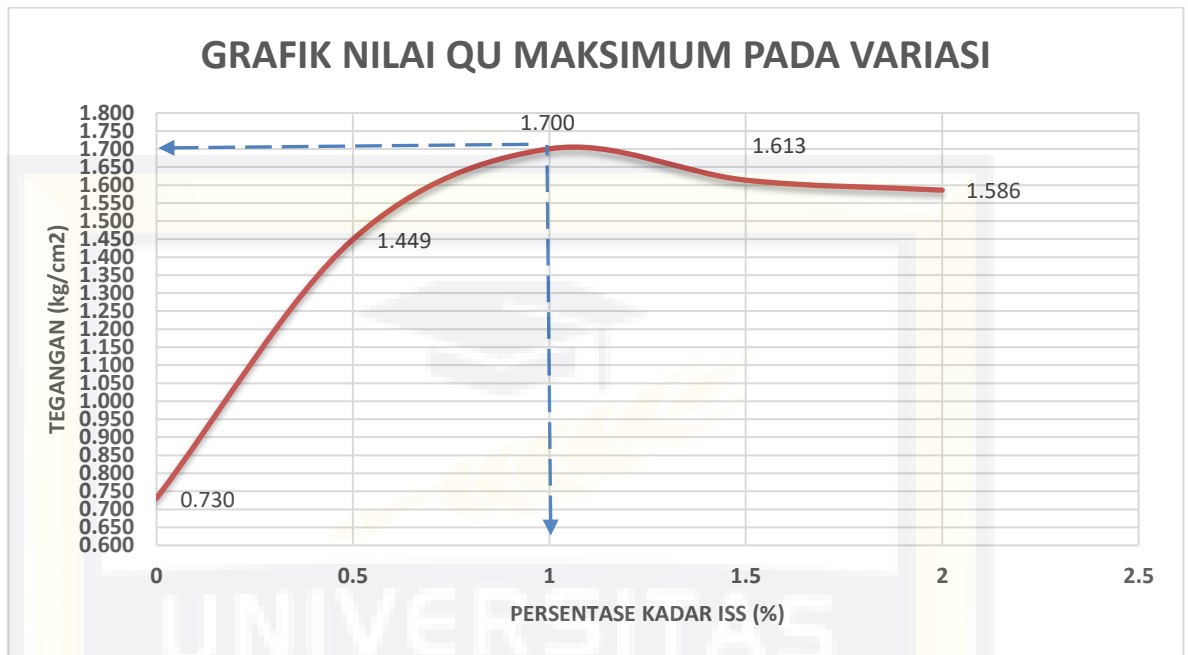


Gambar 4.6 Grafik Gabungan Hasil Kuat Tekan Bebas

Tabel 4.3 Nilai q_u Gabungan dari Pengujian Kuat Tekan Bebas

Regang Aksial	Tanah Asli	Tanah + 0.5 %	Tanah + 1 % ISS	Tanah + 1.5 % ISS	Tanah + 2% ISS
0.0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0.25	0.161	0.161	0.173	0.173	0.334
0.5	0.271	0.357	0.418	0.467	0.689
1.0	0.379	0.673	0.636	0.869	1.114
1.5	0.426	0.840	0.913	1.254	1.461
2.0	0.521	1.041	1.126	1.441	1.586
2.5	0.614	1.252	1.397	1.613	1.481
3.0	0.730	1.449	1.700	1.521	1.413
3.5	0.655	1.322	1.572	1.477	1.370
4.0		1.255	1.516		
4.5					
5.0					

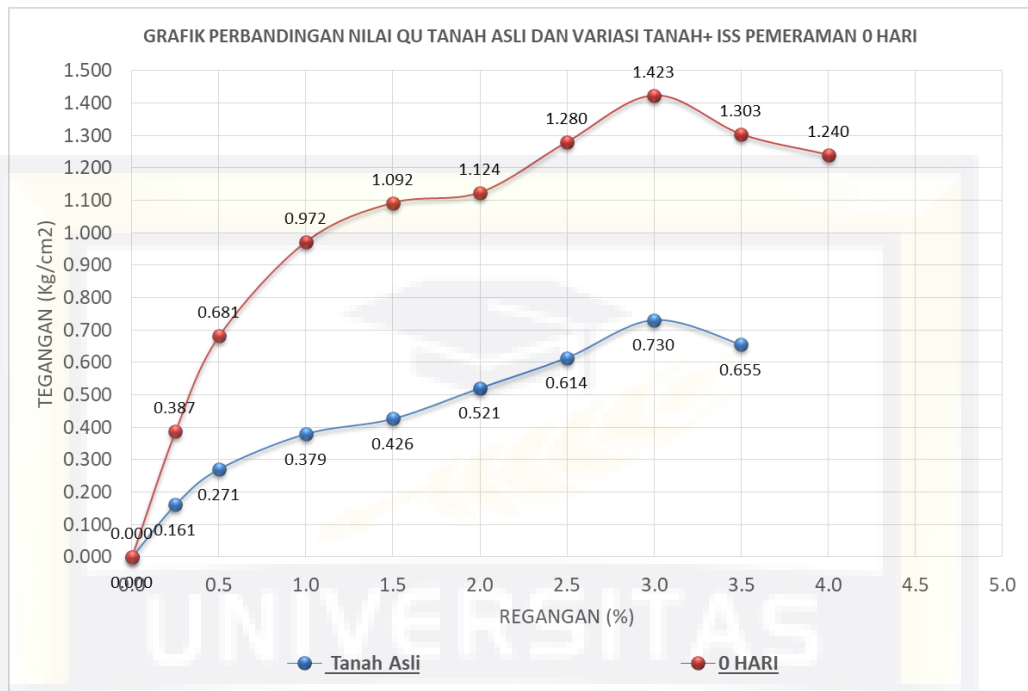
Sumber: Hasil Pengujian Laboratorium Universitas Bosowa, 2021



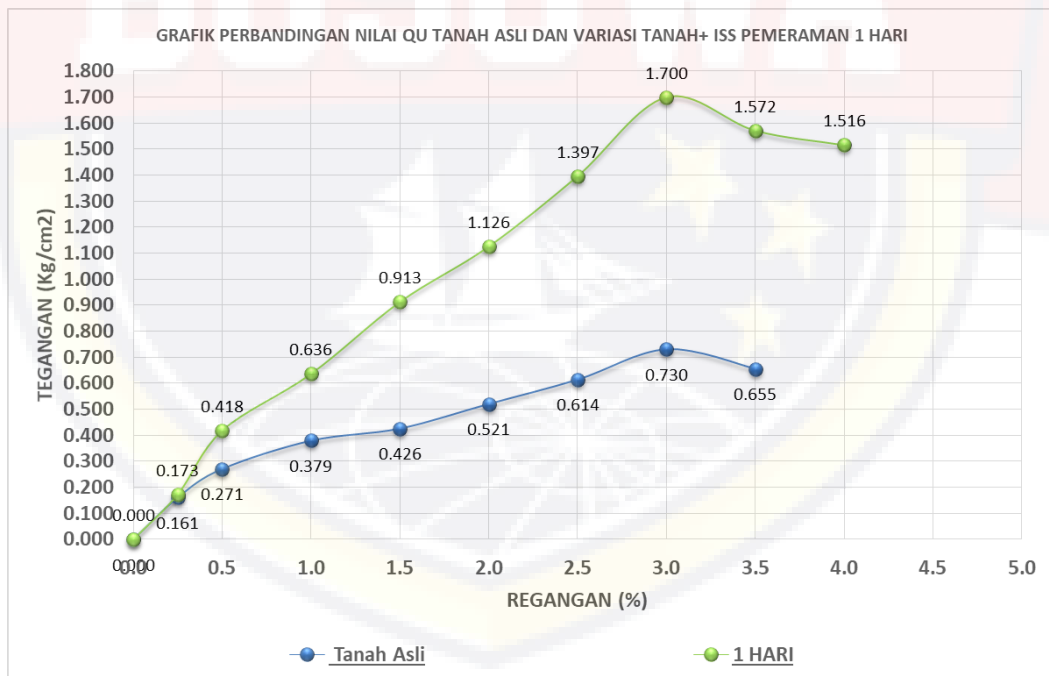
Gambar 4.5 Nilai q_u Maksimum pada Variasi

Pada table 4.2, dapat dilihat bahwa kuat tekan tanah asli atau tanpa bahan stabilisasi, diperoleh nilai kuat tekan (q_u) sebesar 0,730 kg/cm², dan mengalami peningkatan yang cukup signifikan pada nilai kuat tekan bebas (q_u) dengan kadar penambahan 0,5 % ISS yaitu menjadi 1,449 kg/cm².

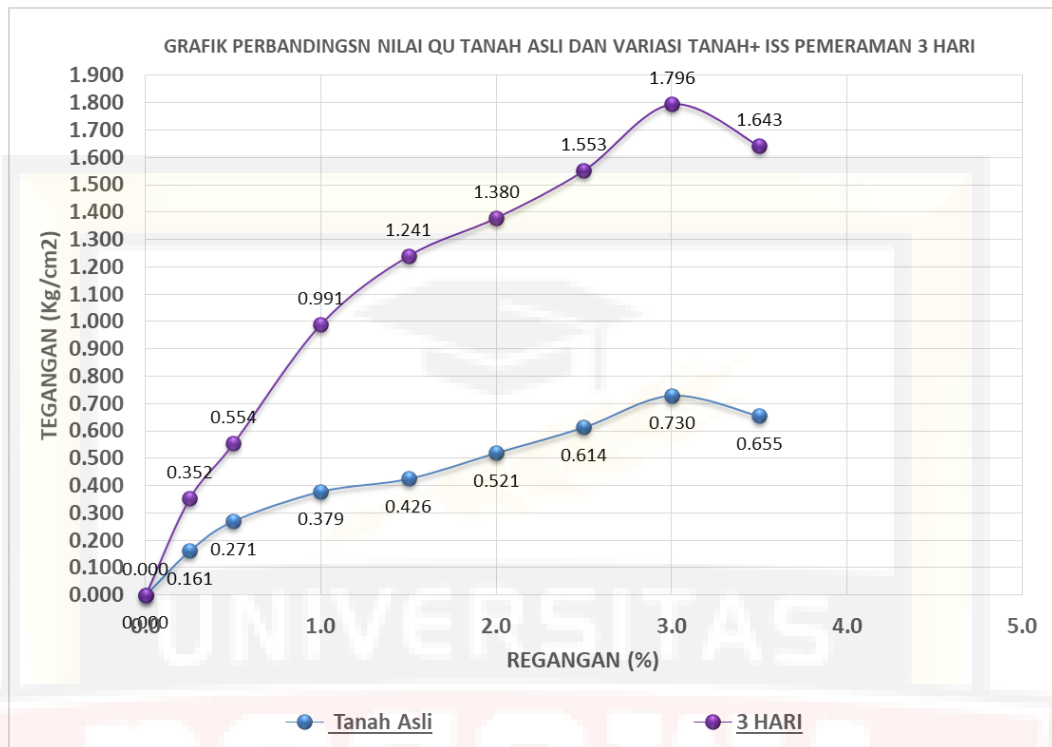
Pada gambar 4.5, dapat dilihat pula bahwa kenaikan nilai q_u membentuk grafik menyerupai parabola terbalik sehingga nilai maksimum variasi pada nilai kuat tekan (q_u) terdapat pada penambahan 1% ISS dan mengalami penurunan pada variasi penambahan 1.5% ISS dan kembali terjadi penurunan pada penambah kadar ISS 2%.



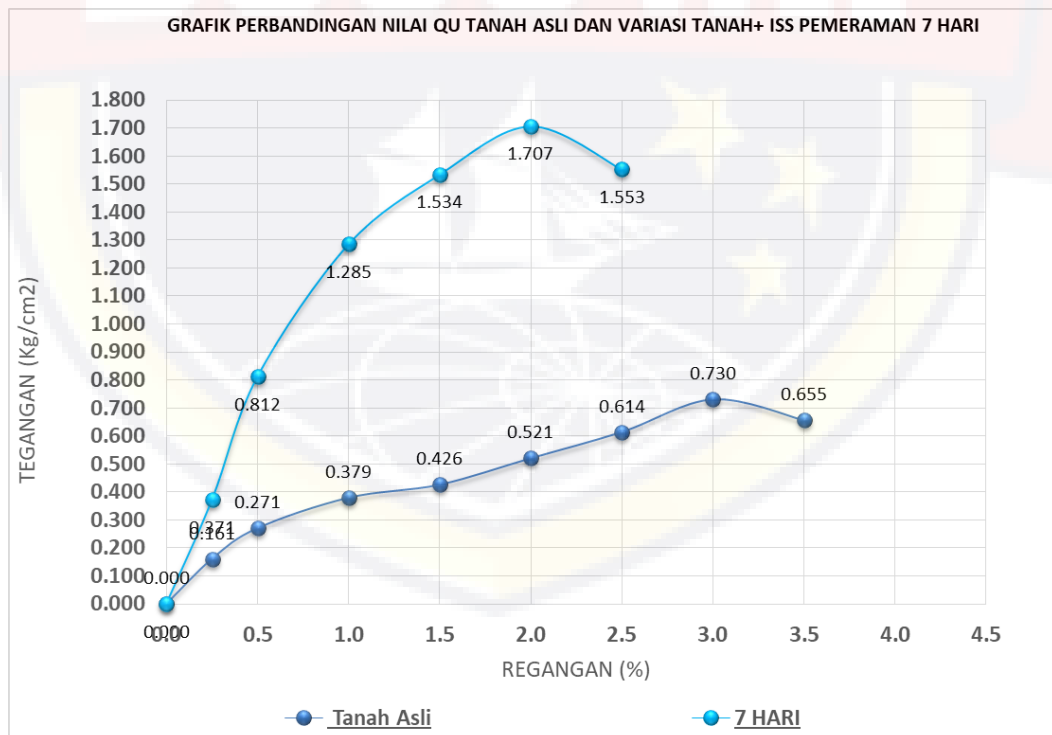
Gambar 4.8 Grafik perbandingan tanah asli dengan tanah dicampur iss pemeraman 0 hari



Gambar 4.9 Grafik perbandingan tanah asli dengan tanah dicampur iss pemeraman 1 hari

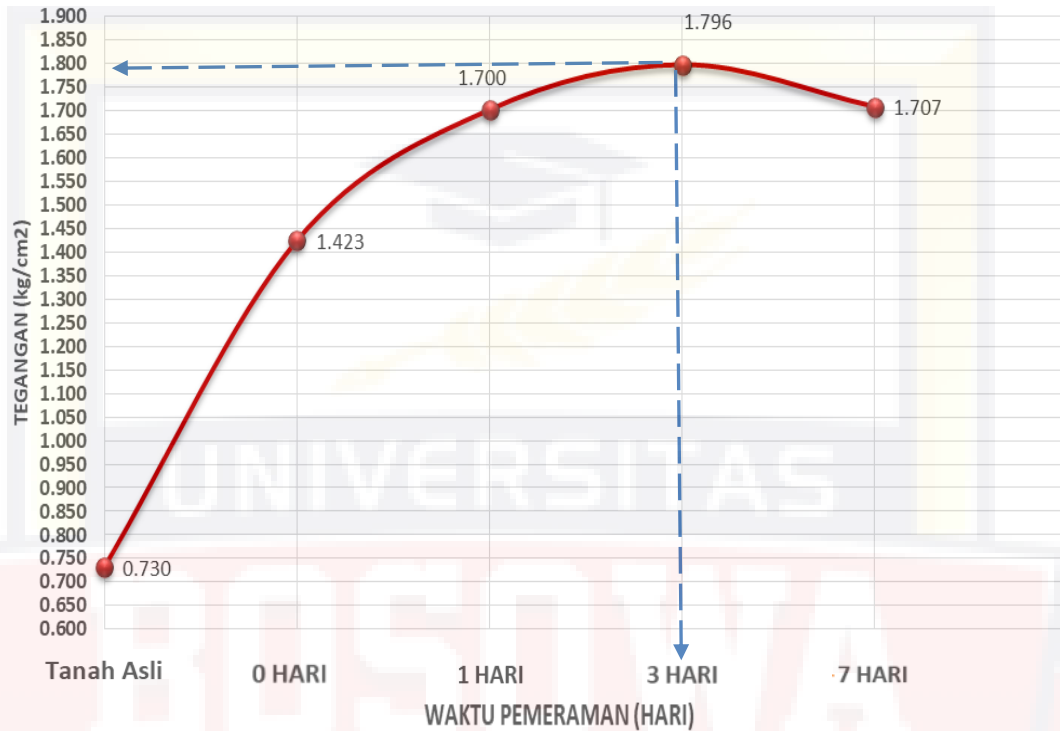


Gambar 4.10 Grafik perbandingan tanah asli dengan tanah dicampur iss pemeraman 3 hari



Gambar 4.11 Grafik perbandingan tanah asli dengan tanah dicampur iss pemeraman 7 hari

GRAFIK NILAI QU MAKSIMUM PADA VARIASI PEMERAMAN



Gambar 4.7 Grafik Gabungan Hasil Variasi Pemeraman

Waktu Pemeraman	TANAH ASLI	0 HARI	1 HARI	3 HARI	7 HARI
Nilai qu Maksimum	0,730	1,423	1,700	1,796	1,707

Tabel 4.4 Nilai qu Gabungan dari variasi pemeraman

Pada table 4.4 dapat dilihat bahwa nilai kuat tekan dengan variasi pemeraman terus mengalami peningkatan hingga mencapai QU maksimum dengan nilai 1.796 kg/cm² dengan pemeraman selama 3 hari namun mengalami penurunan pada pemeraman 7 hari dengan nilai qu sebesar 1.707 kg/cm².

Berdasarkan tabel 4.3, 4.4 dan gambar 4.6, 4.7 gabungan hasil kuat tekan bebas dan variasi waktu pemeraman dapat dilihat bahwa:

1. Pada tanah asli peningkatan tegangan pada regangan 0.0 – 3.0 sebesar 0.730 kg/cm², namun mengalami penurunan tegangan pada regangan 3.5 yaitu sebesar 0.655 kg/cm².
2. Pada tanah + 0.5 % ISS terjadi peningkatan tegangan pada regangan 0.0 – 3.0 yaitu sebesar 1,449 kg/cm², namun mengalami penurunan tegangan pada regangan pada 4.0 yaitu sebesar 1.255 kg/cm².
3. Pada tanah + 1 % ISS terjadi peningkatan tegangan pada regangan 0.0 – 3.0 yaitu sebesar 1,700 kg/cm², namun mengalami penurunan tegangan pada regangan pada 4.0 yaitu sebesar 1,516 kg/cm².
4. Pada tanah + 1.5% ISS terjadi peningkatan tegangan pada regangan 0.0 – 2.5 yaitu sebesar 1,613 kg/cm², namun mengalami penurunan tegangan pada regangan pada 3.5 yaitu sebesar 1,477 kg/cm².
5. Pada tanah + 2% ISS terjadi peningkatan tegangan pada regangan 0.0 – 2.0 yaitu sebesar 1.586 kg/cm², namun mengalami penurunan tegangan pada regangan pada 3.5 yaitu sebesar 1,370 kg/cm².
6. Pada tanah yang telah dilakukan pemeraman selama 0 hari, 1 hari, 3 hari, dan 7 hari, terjadi beberapa kali peningkatan nilai qu yaitu pada pemeraman 0 hari, 1 hari, dan mencapai qu maksimumnya pada pemeraman 3 hari dengan nilai kuat tekan sebesar 1.796 kg/cm². Namun pada pemeraman selama 7 hari mengalami penurunan pada angka 1.707 kg/cm².

Berdasarkan uraian di atas, dapat diketahui bahwa nilai kuat tekan bebas tertinggi terdapat pada variasi campuran Tanah + 1% ISS dengan jumlah q_u rata - rata sebesar $1,700 \text{ kg/cm}^2$, sedangkan nilai kuat tekan terendah yaitu pada tanah tanpa bahan stabilisasi / tanah asli dengan kuat tekan maksimum hanya mencapai sebesar 0.730 kg/cm^2 . kemudian dapat diketahui pula bahwa dengan variasi pemeraman nilai kuat tekan dapat mencapai nilai q_u maksimumnya pada pemeraman selama 3 hari dengan nilai sebesar 1.796 kg/cm^2 dan terjadi penurunan nilai kuat tekan pada pemeraman selama 7 hari sebesar 1.707 kg/cm^2 .

Penurunan nilai q_u yang terjadi pada pemeraman 7 hari disebabkan oleh sampel uji yang mengalami tingkat kekeringan yang tinggi sehingga menyebabkan rentan hancur ketika di lakukan pengujian kuat tekan pada sampel.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan dapat diperoleh beberapa kesimpulan ,yaitu ;

1. Dari hasil pengujian kuat di laboratorium dapat disimpulkan bahwa ionic soil stabilizer mampu meningkatkan nilai q_u pada pengujian kuat tekan bebas dengan kadar campuran sebesar 1 % dengan nilai q_u maksimum sebesar 1.700 kg/cm^2 dan mengalami penurunan pada penambahan kadar iss sebanyak 1.% sebesar 1.623 kg/cm^2 .
2. Perbandingan tanah yang telah di stabilisasi dengan iss dan yang tidak di stabilisasi yaitu cukup signifikan. Nilai q_u pada tanah yang belum di stabilisasi sebesar 0.730 kg/cm^2 sedangkan tanah yang telah di stabilisasi dengan kadar iss paling rendah yaitu 0.5 % mengalami kenaikan nilai q_u sebesar 1.449 kg/cm^2 .
3. Pada pengujian variasi lama pemeraman dapat di simpulkan bahwa lama pemeraman benda uji yang telah di campuran dengan iss memberikan pengaruh terhadap peningkatan nilai q_u benda uji. Pada pemeraman selama 0 hari didapatkan nilai q_u sebesar 1.423 kg/cm^2 , kemudian dengan pemeraman selama 1 hari didapatkan nilai q_u sebesar 1.700 kg/cm^2 , dan dengan pemeraman selama 3 hari didapatkan nilai q_u maksimum sebesar 1.796 kg/cm^2 , namun

mengalami penurunan pada pemeraman selama 7 hari dengan nilai sebesar 1.707 kg/cm².

5.2 Saran

1. Melihat hasil penelitian ini, mungkin perlu ada variasi penambahan semen dan variasi waktu pemeraman yang berbeda untuk melakukan penelitian lanjutan sehingga dapat dilihat perbandingan nilai antar variasi.
2. Bagi para peneliti yang ingin melakukan penelitian stabilisasi menggunakan Ionic Soil Stabilizer mungkin perlu menambahkan variasi pemeraman yang lebih lama agar dapat membandingkan nilai qu dalam setiap lama pemeraman.
3. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat digunakan sebagai bahan pertimbangan apabila ingin mengembangkan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Apririandi Putra. 2013. Pengaruh Perendaman Terhadap Daya Dukung Tanah Lempung Lunak Berdasarkan Uji Tekan Bebas Menggunakan Larutan TX-300. Universitas Lampung. Lampung.
- Bowles, Joseph E, 1986, *Sifat-Sifat Fisis Geoteknis Tanah edisi kedua*, Erlangga, Jakarta.
- Buku Bahan Ajar Darwis Panguriseng. *Materi Pokok Mekanika Tanah – 1 dan Geologi Rekayasa*. Jurusan Teknik Sipil Universitas Bosowa Makassar
- Casagrande. 1942. Sistem Klssifikasi Unifed Soil & Clasification System (USCS).
- Das, Braja M, Endah Noor, Mochtar, Indrasurya B, 1998, *Mekanika Tanah (Prinsip-Prinsip Rekayasa Geoteknis), Jilid 2*, Penerbit: Erlangga, Jakarta.
- Hardiyatmo, H. C. 1992. *Mekanika Tanah I*. Jakarta : PT. Gramedia Pustaka Utama.
- Hardiyatmo, Hary Christiady 2010. *Stabilisasi Tanah untuk Perkerasan Jalan*. Yogyakarta: Gadjah Mada University
- Hardiyatmo. 2006, "*Mekanika Tanah 1*" Edisi Keempat: Yogyakarta.
- Mekanika Tanah, Laboratorium. 2014. *Buku Panduan Praktikum Mekanika Tanah*. Universitas Bosowa. Makassar.

Rizka Purwasih. 2014. *Studi Kekuatan Batu Bata Pasca Pembakaran Menggunakan Bahan Addictive ISS2500*. Fakultas Teknik Universitas Lampung. Lampung.

Soedarmo, G. D. & Purnomo, S. J. E. 1997. *Mekanika Tanah I*. Yogyakarta : Kanisius.

Soedarmo, G. D. & Purnomo, S. J. E. 1997. *Mekanika Tanah II*. Yogyakarta : Kanisius.

Sutarman, E. *Konsep dan Aplikasi Mekanika Tanah*, Penerbit: Andi, Jakarta.

Terzaghi, K., Peck, R. B. 1987. *Mekanika Tanah Dalam Praktek Rekayasa*, Penerbit Erlangga, Jakarta.

Verhoef, PNW. 1994. *Geologi Untuk Teknik Sipil*. Erlangga. Jakarta.

Wesley, L. D. 1977. *Mekanika Tanah untuk Tanah Endapan dan Residu*, Penerbit: Andi, Jakarta



LAMPIRAN

Resume Pengujian Tanah Lempung

Project : Penelitian Tugas Akhir
Judul : "Pengaruh Perendaman Terhadap Daya Dukung Tanah Lempung Lunak Berdasarkan Uji Tekan Bebas Menggunakan Larutan Ionic Soil Stabilizer "
Lokasi : Laboratorium Mekanika Tanah Jurusan Sipil Univ. Bosowa
Sampel : Tanah Asli
Dikerjakan oleh : Sinar Wahyudi Susanto

Pengujian Sifat Fisis dan Mekanis Tanah Asli

No	Parameter	Hasil	Satuan
		Tanah Asli	
1	Pemeriksaan kadar air mula-mula	56.23	%
2	Pengujian berat jenis	2.716	g/cm ³
3	pengujian batas-batas atterberg		
	1. Batas Cair (LL)	58.71	%
	2. Batas Plastis	36.21	%
	3. Batas Susut	22.80	%
	4. Indeks Plastisitas (PI)	22.50	%
	5. Activity	1.41	
4	Pengujian analisa saringan dan Hidrometer		
	#4 (4,75 mm)	100.00	%
	#10 (2,00 mm)	99.90	%
	#20 (0,85 mm)	99.78	%
	#40 (0,43 mm)	99.56	%
	#60 (0,25 mm)	99.14	%
	#80 (0,180 mm)	98.10	%
	#100 (0,15 mm)	96.86	%
	#200 (0,075 mm)	90.86	%
5	Pasir	9.51	%
	Lanau	67.94	%
	Lempung	22.55	%
6	Pengujian Kompaksi		
	Kadar Air Optimum	27.49	%
	γ dry	1.35	gr/cm ³

Berdasarkan hasil pemeriksaan sifat fisis tanah asli AASHTO mengklasifikasikan sampel tanah pada A-7 (tanah lempung)dan subkelompok A-7-5, sedangkan USCS mengklasifikasikan sampel tanah sebagai tanah berbutir halus dan termasuk kedalam kelompok CH.

Makassar, Januari 2021

Asisten Laboratorium

Peneliti

Hasrullah, ST.

Sinar Wahyudi Susanto



**JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA**

Jln.Urip Sumoharjo km.4 Telp. (0411) 452901 - 452789

Proyek : Penelitian Tugas Akhir (S-1)
Judul : "Pengaruh Perendaman Terhadap Daya Dukung Tanah Lempung Lunak Berdasarkan Uji Tekan Bebas Menggunakan Larutan Ionic Soil Stabilizer "
Lokasi : Lab. Mekanika Tanah Jurusan Sipil FT. Universitas Bosowa
Sampel : Tanah Asli
Tanggal : 22 Januari 2021
Dikerjakan Oleh : Sinar Wahyudi Susanto

TABEL KADAIR AIR

No. Cawang	-	1	2
Berat Cawan, W1	gram	9.2	9.6
Berat Cawan + Tanah Basah, W2	gram	83.2	85.4
Berat Cawan + Tanah Kering, W3	gram	56.2	58.5
Berat Tanah Kering, $W_s=W_3-W_1$	gram	47	48.9
Berat Air, $W_w=W_2-W_3$	gram	27	26.9
Kadar Air, $w=(W_w/W_s)*100$	%	57.45	55.01
Rata-rata	%	56.23	

Diperiksa Oleh:

Hasrullah, ST.
Asisten Lab.

Makassar, Januari 2021

Diuji Oleh:

Sinar Wahyudi Susanto
Mahasiswa



**LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA**

Jln.Urip Sumoharjo km.4 Telp. (0411) 452901 - 452789

Proyek : Penelitian Tugas Akhir (S-1)
Judul : "Pengaruh Perendaman Terhadap Daya Dukung Tanah Lempung Lunak Berdasarkan Uji Tekan Bebas Menggunakan Larutan Ionic Soil Stabilizer "
Lokasi : Lab. Mekanika Tanah Jurusan Sipil FT. Universitas Bosowa
Sampel : Tanah Asli
Tanggal : 07 Januari 2021
Dikerjakan Oleh : Sinar Wahyudi Susanto

**PENGUJIAN BERAT JENIS
(SNI 1964:2008)**

Sampel	-	I	II
Berat Piknometer, (W1)	gram	37.3	36.9
Berat Piknometer + Air, (W2)	gram	82.11	81.6
Berat Piknometer + Air + Tanah, (W3)	gram	97.9	97.4
Berat Tanah Kering, (Ws)	gram	25	25
Temperatur	°C	27	27
Faktor Koreksi, $\alpha = \gamma_T/\gamma_{20}$		0.99655	0.99655
Berat Jenis (Gs)		2.71	2.72
Berat Jenis rata-rata		2.716	

Tabel Pembagian Jenis Tanah Berdasarkan Berat Jenis

Macam Tanah	Berat Jenis (Gs)
KERIKIL	2.65 - 2.68
PASIR	2.65 - 2.68
LEMPUNG ORGANIK	2.58 - 2.65
LEMPUNG ANORGANIK	2.68 - 2.75
HUMUS	1.37
GAMBUS	1.25 - 1.8

Makassar, Januari 2021

Diperiksa Oleh:

Diuji Oleh:

Hasrullah, ST.
Asisten Lab.

Sinar Wahyudi Susanto
Mahasiswa



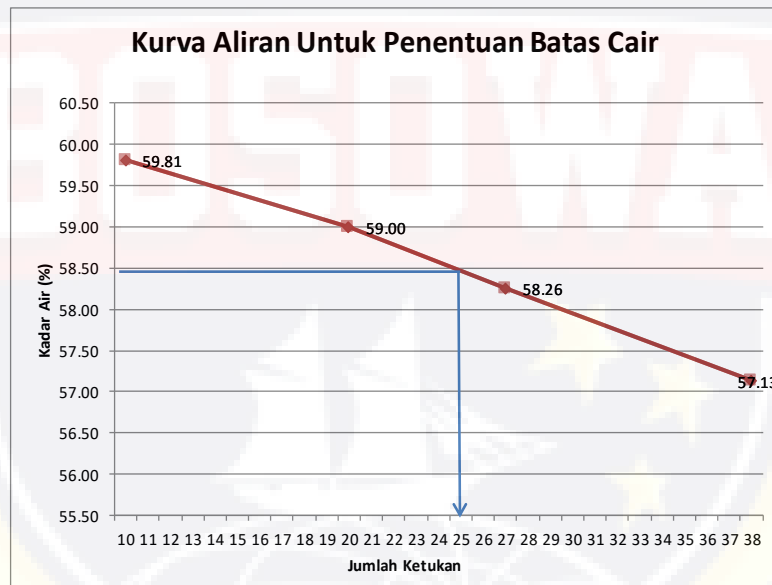
LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA

Jln.Urip Sumoharjo km.4 Telp. (0411) 452901 - 452789

Proyek : Penelitian Tugas Akhir (S-1)
Judul : "Pengaruh Perendaman Terhadap Daya Dukung Tanah Lempung Lunak Berdasarkan Uji Tekan Bebas Menggunakan Larutan Ionic Soil Stabilizer"
Lokasi : Lab. Mekanika Tanah Jurusan Sipil FT. Universitas Bosowa
Sampel : Tanah Asli
Tanggal : 23 Januari 2021
Dikerjakan Oleh : Sinar Wahyudi Susanto

PENGUJIAN BATAS-BATAS ATTERBERG
(SNI 1996:2008)

No. Test	-	Batas Cair (LL)							
		10		20		27		38	
Jumlah Pukulan	-								
No. Container	-	1A	1B	2A	2B	3A	3B	4A	4B
Berat Tanah Basah + Container (W1)	gr	33.1	36.6	32.5	31.8	32.2	36.9	30.8	33.4
Berat Tanah Kering + Container (W2)	gr	23.3	24.9	21.8	23.5	23.4	24.8	21.7	23.8
Berat Container (W3)	gr	5.7	6.6	6.2	6.7	6.3	6.2	6.3	6.4
Berat Air (Ww=W1-W2)	gr	9.8	11.7	10.7	8.3	8.8	12.1	9.1	9.6
Berat Tanah Kering, (Wd=W2-W3)	gr	17.6	18.3	15.6	16.8	17.1	18.6	15.4	17.4
Kadar Air, Ww/Wd x 100%	%	55.7	63.9	68.6	49.4	51.5	65.1	59.1	55.2
Rata-rata		59.81		59.00		58.26		57.13	



Batas Cair (LL) didapat pada pukulan 25

$$\text{Jadi, LL} = -0.3556 \ln(25) + 59.857 = 58.71 \%$$

Diperiksa Oleh:

Makassar, Januari 2021

Diuji Oleh:

Hasrullah, ST.
Asisten Lab.

Sinar Wahyudi Susanto
Mahasiswa



**LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA**

Jln.Urip Sumoharjo km.4 Telp. (0411) 452901 - 452789

Proyek : Penelitian Tugas Akhir (S-1)
Judul : "Pengaruh Perendaman Terhadap Daya Dukung Tanah Lempung Lunak Berdasarkan Uji Tekan Bebas Menggunakan Larutan Ionic Soil Stabilizer"
Lokasi : Lab. Mekanika Tanah Jurusan Sipil FT. Universitas Bosowa
Sampel : Tanah Asli
Tanggal : 23 Januari 2021
Dikerjakan Oleh : Sinar Wahyudi Susanto

**PENGUJIAN BATAS-BATAS ATTERBERG (BATAS PLASTIS, PL)
(SNI 1996:2008)**

No Test	-	1	2
No. Container	-	A1	A2
Berat Tanah Basah + Container (W1)	Gram	14.8	14.1
Berat Tanah Kering + Container (W2)	Gram	12.6	12.1
Berat Container (W3)	Gram	6.5	6.6
Berat Air (Ww=W1-W2)	Gram	2.2	2
Berat Tanah Kering, (Wd=W2-W3)	Gram	6.1	5.5
Kadar Air, (Ww/Wd x 100%)	%	36.07	36.36
Kadar Air Rata-rata	%	36.21	

$$\text{Indeks Plastisitas PI} = \text{LL} - \text{PL} \\ = 58.71 - 36.21 = 22.50 \%$$

$$\text{Activity, A} = \frac{\text{PI}}{\% \text{ Clay Sizes} - 5} \\ = \frac{22.50}{21.00 - 5} \\ = \frac{22.50}{16.00} \\ = 1.41$$

Sumber: Braja M Das Jilid 1 & 2

Diperiksa Oleh

Makassar, Januari 2021
Diuji Oleh:

Hasrullah, ST.
Asisten Lab.

Sinar Wahyudi Susanto
Mahasiswa



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA

Jln.Urip Sumoharjo km.4 Telp. (0411) 452901 - 452789

Proyek : Penelitian Tugas Akhir (S-1)
Judul : "Pengaruh Perendaman Terhadap Daya Dukung Tanah Lempung Lunak Berdasarkan Uji Tekan Bebas Menggunakan Larutan Ionic Soil Stabilizer"
Lokasi : Lab. Mekanika Tanah Jurusan Sipil FT. Universitas Bosowa
Sampel : Tanah Asli
Tanggal : 23 Januari 2021
Dikerjakan Oleh : Sinar Wahyudi Susanto

PENGUJIAN BATAS SUSUT
(SNI 3422:2008)

No. Test	-	1	2
Berat Mould (W1)	Gram	11.9	13.4
Berat Mould + Tanah Basah (W2)	Gram	32.2	33.1
Berat Mould + Tanah Kering (W3)	Gram	22.5	23.9
Berat Air Raksa yang dipakai untuk mengisi mangkuk shringkage (W4)	Gram	222.6	213.5
Berat Air Raksa yang dipindahkan oleh tanah yang di test, (W5)	Gram	123.9	120.6
Berat Tanah Basah, $Ww=W2-W1$	Gram	20.3	19.7
Berat Tanah Kering, $Wd=W3-W1$	Gram	10.6	10.5
Berat Air, $Wa=W2-W3$	Gram	9.7	9.2
Berat Cawan Petri, (Wp)	Gram	40.4	40.4
Berat Jenis Air Raksa (r)	Gram	13.6	13.6
Volume tanah basah, $Vw=(W4-Wp)/r$	m ³	13.40	12.73
Volume tanah kering, $Vd=(W5-Wp)/r$	m ³	6.14	5.90
Kadar air = $Wa/Wd \times 100\%$	%	91.51	87.62
Batas susut : $SL = \text{Kadar air} - ((Vw-Vd)/Wd) \times 100\%$	%	23.04	22.56
SL rata-rata	%	22.80	

Diperiksa Oleh:

Makassar, Januari 2021

Diuji Oleh:

Hasrullah, ST.
Asisten Lab.

Sinar Wahyudi Susanto
Mahasiswa



**LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA**

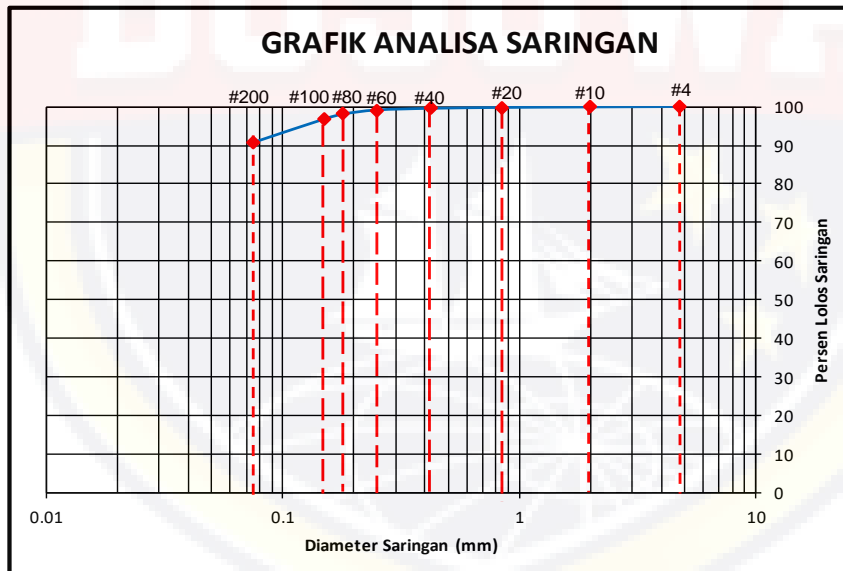
Jln.Urip Sumoharjo km.4 Telp. (0411) 452901 - 452789

Proyek : Penelitian Tugas Akhir (S-1)
Judul : "Pengaruh Perendaman Terhadap Daya Dukung Tanah Lempung Lunak Berdasarkan Uji Tekan Bebas Menggunakan Larutan Ionic Soil Stabilizer"
Lokasi : Lab. Mekanika Tanah Jurusan Sipil FT. Universitas Bosowa
Sampel : Tanah Asli
Tanggal : 26 Januari 2021
Dikerjakan Oleh : Sinar Wahyudi Susanto

**PENGUJIAN ANALISA SARINGAN
(SNI 3423:2008)**

	Berat (gram)
Berat tanah kering oven	500.00
Berat tanah kering tertahan sar. 200 sesudah dicuci	45.70
Berat tanah lolos saringan 200 setelah dicuci	454.30

Saringan No.	Diameter (mm)	Berat Tertahan (gram)	Berat Kumulatif (gram)	Persen (%)	
				Tertahan	Lolos
4	4.75	0	0	0	100
10	2.00	0.5	0.5	0.10	99.90
20	0.85	0.6	1.1	0.22	99.78
40	0.43	1.10	2.20	0.44	99.56
60	0.25	2.10	4.3	0.86	99.14
80	0.18	5.20	9.5	1.90	98.10
100	0.15	6.20	15.70	3.14	96.86
200	0.075	30.00	45.70	9.14	90.86
Pan	-	45.70	0.00	0.00	100.00



Makassar, Januari 2021
Diuji Oleh:

Diperiksa Oleh:

Hasrullah, ST.
Asisten Lab.

Sinar Wahyudi Susanto
Mahasiswa



**LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA**

Jln.Urip Sumoharjo km.4 Telp. (0411) 452901 - 452789

Proyek : Penelitian Tugas Akhir (S-1)
Judul : "Pengaruh Perendaman Terhadap Daya Dukung Tanah Lempung Lunak Berdasarkan Uji Tekan Bebas Menggunakan Larutan Ionic Soil Stabilizer"
Lokasi : Lab. Mekanika Tanah Jurusan Sipil FT. Universitas Bosowa
Sampel : Tanah Asli
Tanggal : 27 Januari 2021
Dikerjakan Oleh : Sinar Wahyudi Susanto

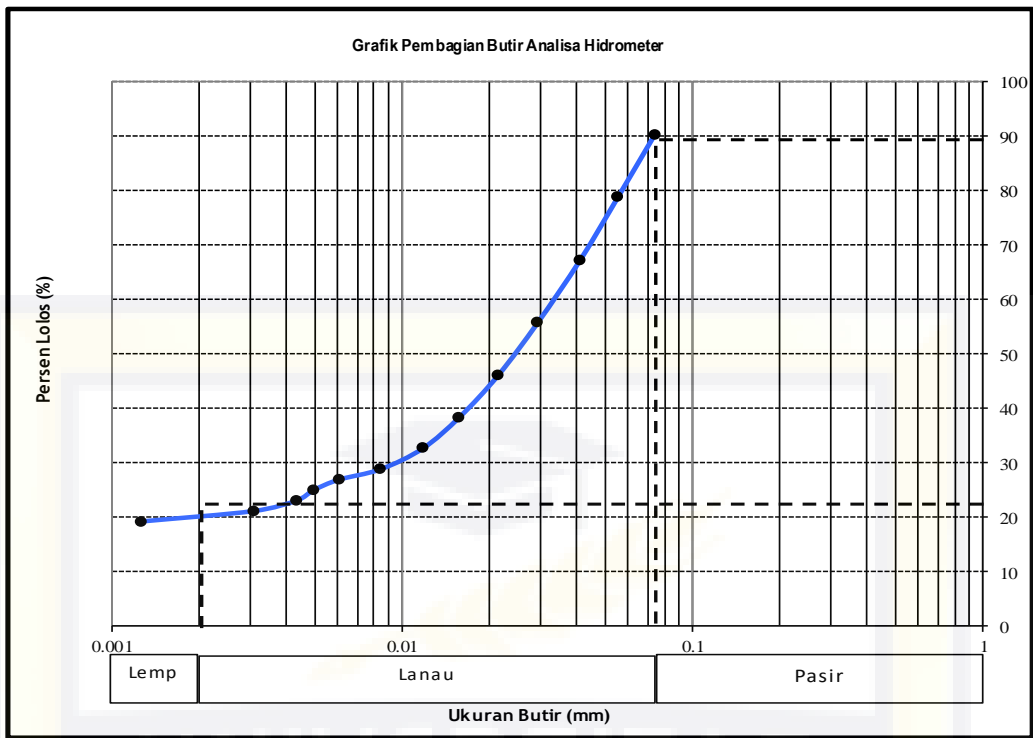
**PENGUJIAN ANALISIS HIDROMETER TANAH
(SNI 3423:2008)**

Berat Jenis : 2.716 gram/cm³
Zero Correction : 1
Meniscus Correction : 1
Gs Correction : 0.962
{a = 1.65 Gs/[(Gs-1)xGs]} :
Berat Tanah, W_s : 50 gram

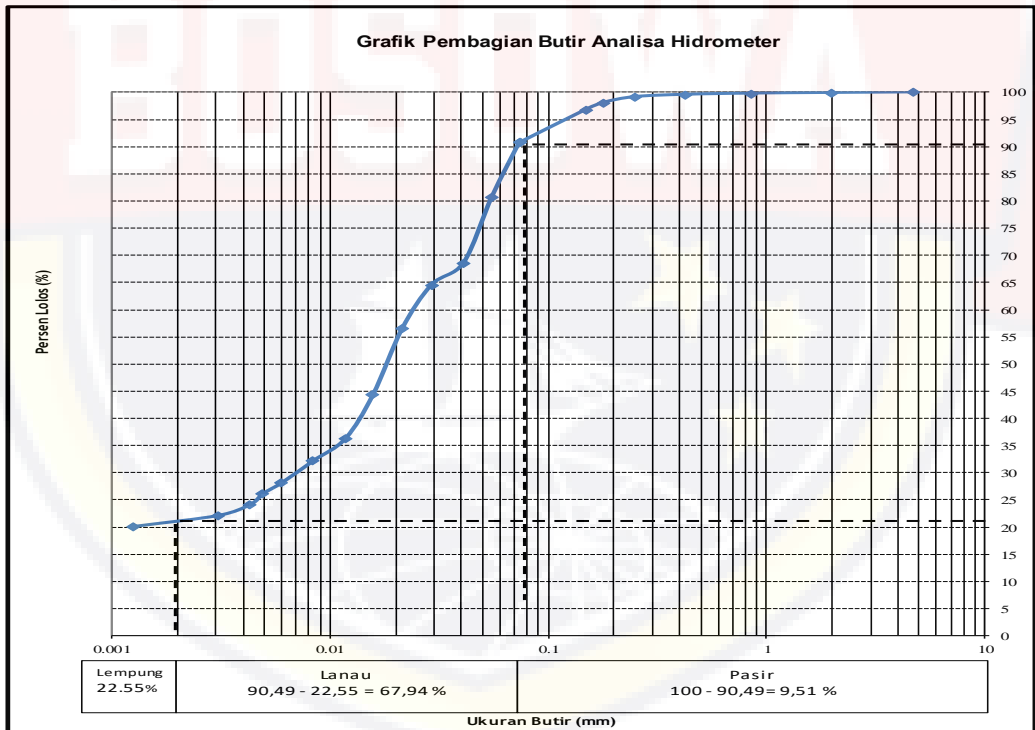
R_{cp} = R + Temperatur Correction - Zero Correction

R_{cl} = R + Meniscus Correction

Waktu (menit)	T (°C)	R	R _{cp}	% Butiran Halus a.R _{cp} /W _s x 100 %	R _{cl}	L (cm)	K	D=K (L/t) ^{0.5}
0.25	29	45	47	90.49	46	8.9	0.01240	0.07399
0.5	29	39	41	78.95	40	9.9	0.01240	0.05518
1	29	33	35	67.41	34	10.9	0.01240	0.04094
2	29	27	29	55.87	28	11.1	0.01240	0.02921
4	29	22	24	46.25	23	11.9	0.01240	0.02139
8	29	18	20	38.56	19	12.9	0.01240	0.01575
15	29	15	17	32.79	16	13.5	0.01240	0.01176
30	29	13	15	28.94	14	13.8	0.01240	0.00841
60	29	12	14	27.02	13	14.2	0.01240	0.00603
90	29	11	13	25.10	12	14.3	0.01240	0.00494
120	29	10	12	23.17	11	14.5	0.01240	0.00431
240	29	9	11	21.25	10	14.7	0.01240	0.00307
1440	29	8	10	19.33	9	14.8	0.01240	0.00126



GRAFIK PEMBAGIAN BUTIR ANALISA HIDROMETER



Makassar, Januari 2021

Diperiksa Oleh:

Diuji Oleh:

Hasrullah, ST.
Asisten Lab.

Sinar Wahyudi Susanto
Mahasiswa



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA

Jln.Urip Sumoharjo km.4 Telp. (0411) 452901 - 452789

Proyek : Penelitian Tugas Akhir (S-1)
 Judul : "Pengaruh Perendaman Terhadap Daya Dukung Tanah Lempung Lunak
 Berdasarkan Uji Tekan Bebas Menggunakan Larutan Ionic Soil Stabilizer"
 Lokasi : Lab. Mekanika Tanah Jurusan Sipil FT. Universitas Bosowa
 Sampel : Tanah Asli
 Tanggal : 29 Januari 2021
 Dikerjakan Oleh : Sinar Wahyudi Susanto

PENGUJIAN KOMPAKSI

(SNI 03-1742-1989)

Berat Tanah	gram	2000	2000	2000	2000	2000
Kadar Air Mula-mula	gram	40.05	40.05	40.05	40.05	40.05
Penambahan Air	%	5	10	15	20	25
Penambahan Air	ml	100	200	300	400	500
Kadar Air Akhir	ml	21.851	24.648	26.948	29.587	30.931

BERAT ISI BASAH

No. Mould	-	1	2	3	4	5
Berat Mould	gram	1706	1756	1740	1723	1730
Berat Tanah Basah + Mould	gram	2911	3147	3358	3292	3282
Berat Tanah Basah, Wwet	gram	1205	1391	1618	1569	1552
Volume Mould	cm ³	944	944	944	944	944
Berat Volume Basah $\gamma_{wet} = W_{wet} / V_{mould}$	gr/cm ³	1.276	1.474	1.714	1.662	1.644

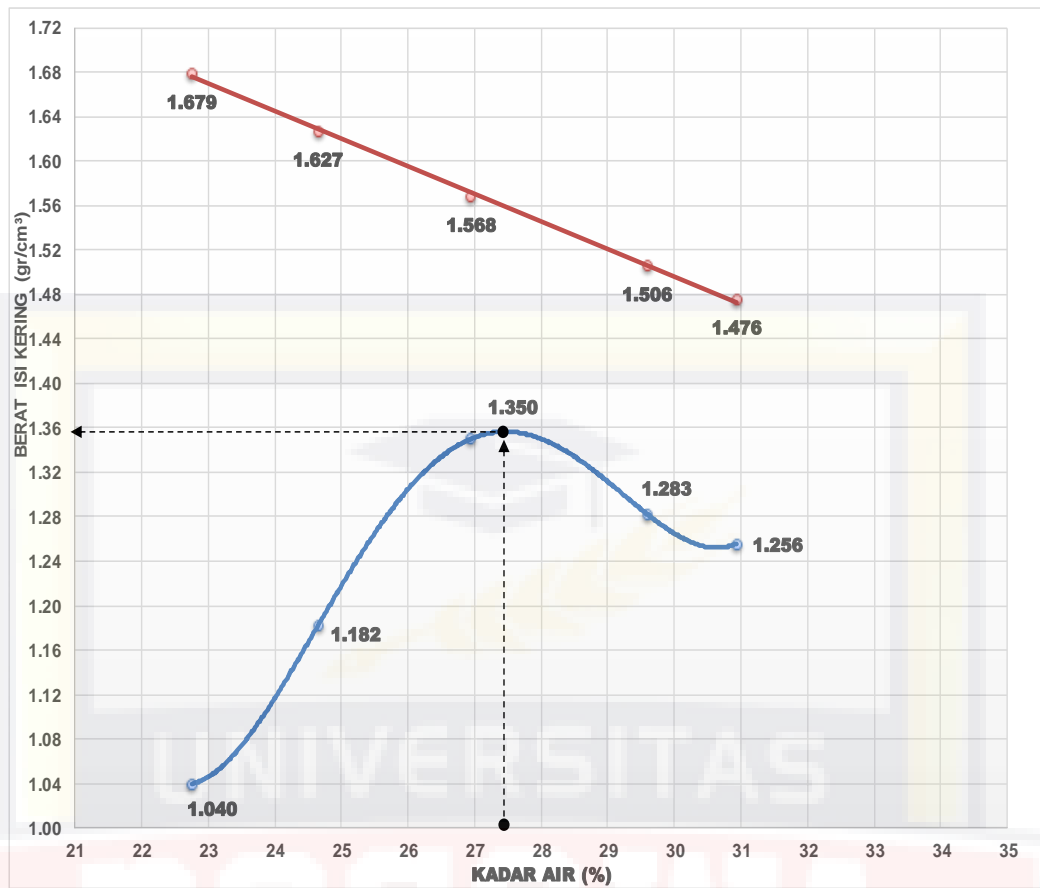
KADAR AIR

No. Cawan	-	1A	1B	2A	2B	3A	3B	4A	4B	5A	5B
Berat Tanah Basah + Cawan	gram	50.6	42.1	61.3	61.9	73.0	68.4	70	67.4	91.9	92.3
Berat Tanah Kering + Cawan	gram	43.1	36.2	50.9	51.5	59.3	55.9	56.6	53.7	72.7	72.1
Berat Air (Ww)	gram	7.5	5.9	10.4	10.4	14	12.5	14	13.7	19.2	20.2
Berat Cawan	gram	8.9	9.1	9.2	8.8	8.8	9.2	8.8	8.8	8.7	8.7
Berat Tanah Kering	gram	34.2	27.1	41.7	42.7	51	46.7	48	44.9	64	63.4
Kadar Air (ω)	%	21.9	21.8	24.9	24.4	27	26.8	28.7	30.5	30.0	31.9
Kadar Air Rata-rata	%	21.851	24.648	26.948	29.587	30.931					

BERAT ISI KERING

Berat Tanah Basah, W wet	gram	1205	1391	1618	1569	1552
Kadar Air Rata-rata	%	21.851	24.648	26.948	29.587	30.931
Berat Kering $W_{dry} = \frac{W_{wet}}{1 + (\frac{\omega}{100})}$	gram	988.917	1115.942	1274.541	1210.773	1185.361
Volume Mould	cm ³	944	944	944	944	944
Berat Isi Kering $\gamma_{dry} = \frac{W_{dry}}{V_{mould}}$	gr/cm ³	1.048	1.182	1.350	1.283	1.256
Y sv 100 % $\gamma_{wet} = \frac{G_s}{1 + (\omega \times G_s)}$	gr/cm ³	1.704	1.627	1.568	1.506	1.476

Berat Jenis (Gs) = 2.716



$$\begin{aligned}
 -0.024700 \times 2 &+ 2.2380 \times 0,9988 & Y = & -0.0247000 \times 2 & + & 2.23800 \times & + & 0,9988 \\
 & & = & -0.049400000 & + & 2.23800 \\
 & & = & 27.49 & & \text{Kadar Air Optimum} \\
 & & = & 1.35 & & \text{yd maks.}
 \end{aligned}$$

Diperiksa Oleh:

Hasrullah, ST.
Asisten Lab.

Makassar, Januari 2021
Diuji Oleh:

Sinar Wahyudi Susanto
Mahasiswa



PENGUJIAN KUAT TEKAN BEBAS



**LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA**

Jln.Urip Sumoharjo km.4 Telp. (0411) 452901 - 452789

TABEL NILAI QU DARI PENGUJIAN KUAT TEKAN BEBAS

Regang Aksial	Tanah Asli	Tanah + 0.5 %	Tanah + 1 % ISS	Tanah + 1.5 % ISS	Tanah + 2% ISS
0.0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0.25	0.161	0.161	0.173	0.173	0.334
0.5	0.271	0.357	0.418	0.467	0.689
1.0	0.379	0.673	0.636	0.869	1.114
1.5	0.426	0.840	0.913	1.254	1.461
2.0	0.521	1.041	1.126	1.441	1.586
2.5	0.614	1.252	1.397	1.613	1.481
3.0	0.730	1.449	1.700	1.521	1.413
3.5	0.655	1.322	1.572	1.477	1.370
4.0		1.255	1.516		
4.5					
5.0					

Makassar, Februari 2021

Diperiksa Oleh:
Asisten Laboratorium

Diuji Oleh:
Mahasiswa

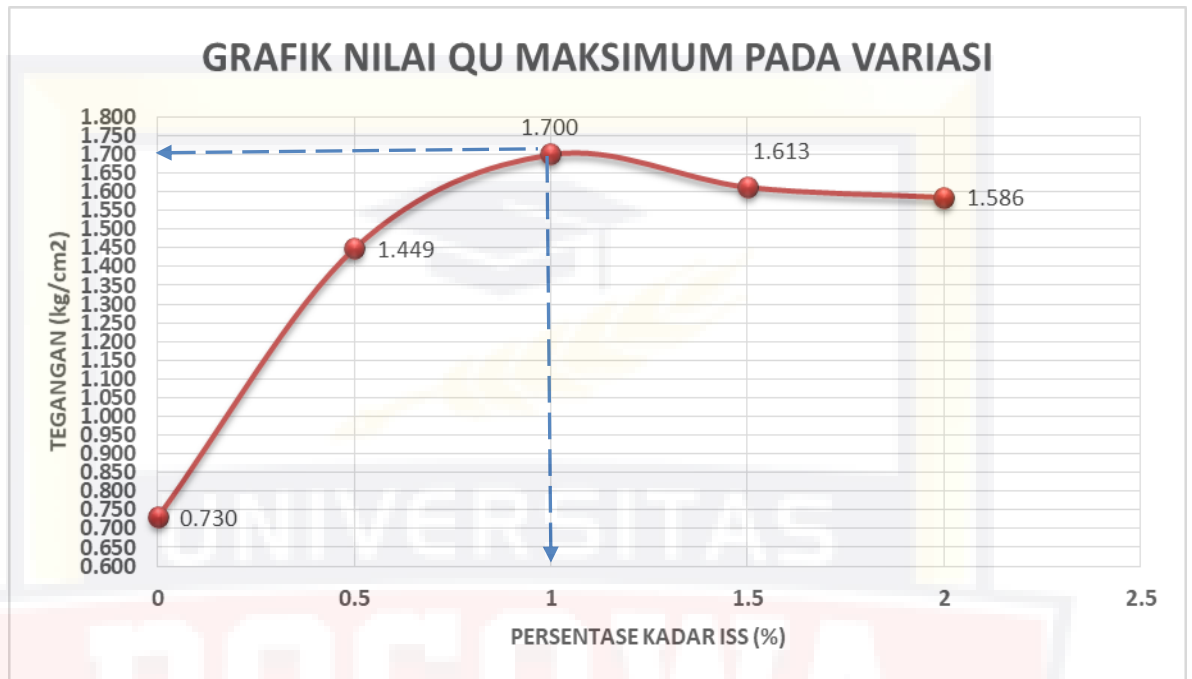
Hasrullah, ST.

Sinar Wahyudi Susanto



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA

Jln.Urip Sumoharjo km.4 Telp. (0411) 452901 - 452789



Makassar, Februari 2021

Diperiksa Oleh:
Asisten Laboratorium

Diuji Oleh:
Mahasiswa

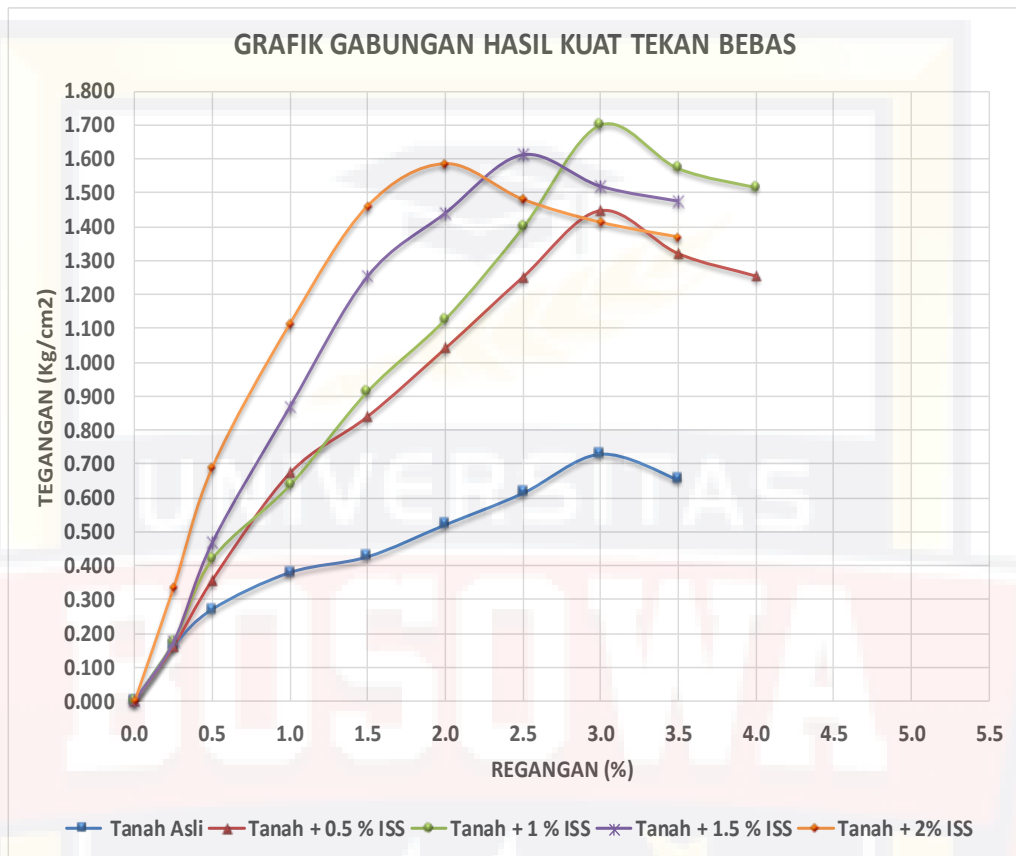
Hasrullah, ST.

Sinar Wahyudi Susanto



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA

Jln.Urip Sumoharjo km.4 Telp. (0411) 452901 - 452789



Makassar, Februari 2021

Diperiksa Oleh:
Asisten Laboratorium

Diuji Oleh:
Mahasiswa

Hasrullah, ST.

Sinar Wahyudi Susanto



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA

Jln.Urip Sumoharjo km.4 Telp. (0411) 452901 - 452789

RESUME

PENGUJIAN KUAT TEKAN BEBAS TANAH LEMPUNG LUNAK+ IONIC SOIL STABILIZER

No	Persentase Campuran	Nama Sampel	Berat Sampel (gr)		Berat Air (gram)		Kadar Air (%)		qu (kg/cm ²)	qu Rata - Rata (kg/cm ²)
			Basah	Kering	Sampel	Rata-rata	Sampel	Rata-rata		
1	TANAH ASLI	S1	255.70	221.90	33.800	31.767	15.232	14.182	0.754	0.730
		S2	256.30	225.50	30.800		13.659		0.683	
		S3	255.50	224.80	30.700		13.657		0.754	
2	TANAH + 0.5 % ISS	S1	285.00	244.30	40.700	39.433	16.660	16.887	1.437	1.449
		S2	263.30	226.60	36.700		16.196		1.509	
		S3	270.60	229.70	40.900		17.806		1.401	
3	TANAH + 1 % ISS	S1	281.30	240.20	41.100	41.967	17.111	17.120	1.653	1.700
		S2	289.70	249.40	40.300		16.159		1.868	
		S3	290.50	246.00	44.500		18.089		1.581	
4	TANAH + 1.5 % ISS	S1	275.50	231.40	44.100	43.600	19.058	19.285	1.987	1.613
		S2	268.40	225.30	43.100		19.130		1.445	
		S3	265.30	221.70	43.600		19.666		1.409	
5	TANAH + 2% ISS	S1	273.10	241.80	31.300	30.500	12.945	12.935	1.562	1.586
		S2	265.50	236.10	29.400		12.452		1.562	
		S3	260.50	229.70	30.800		13.409		1.634	

Makassar, Februari 2021

Asisten Laboratorium

Peneliti

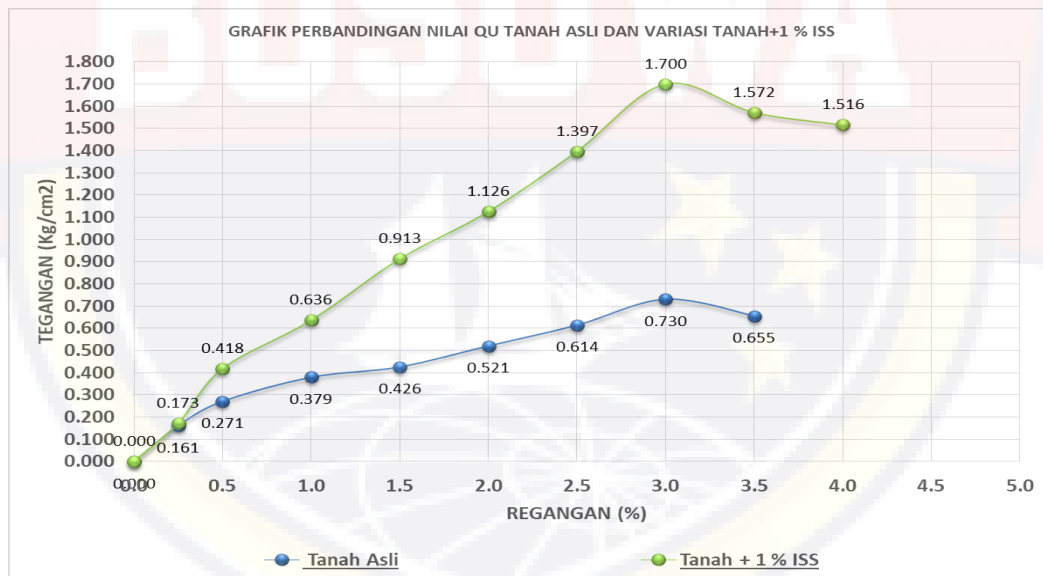
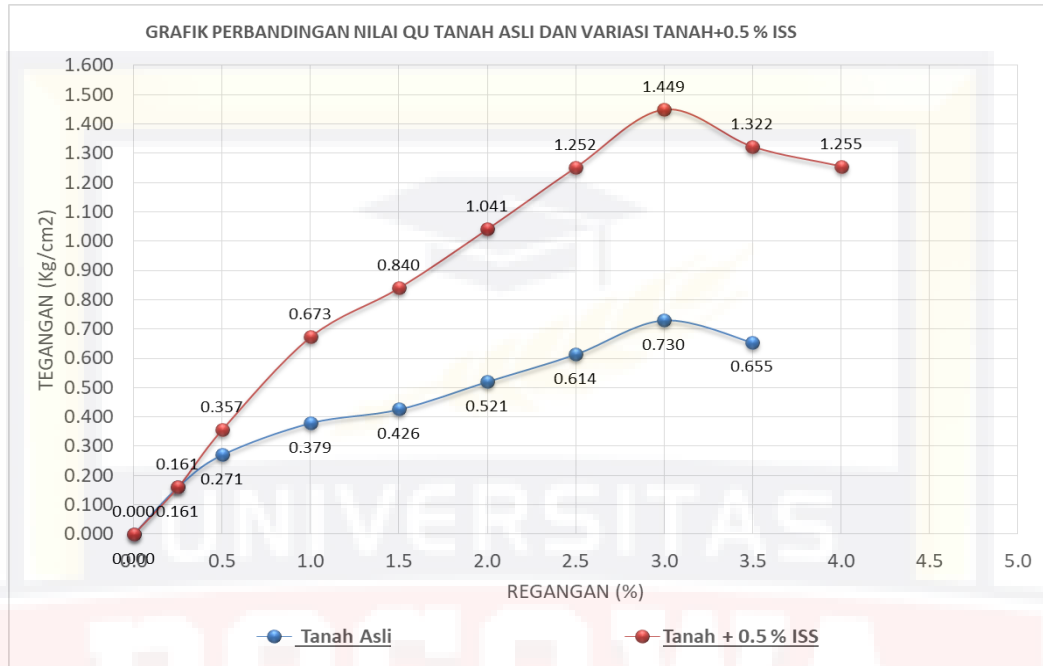
Hasrullah, ST.

Sinar Wahyudi Susanto



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA

Jln.Urip Sumoharjo km.4 Telp. (0411) 452901 - 452789



Makassar, Februari 2021

Asisten Laboratorium

Peneliti

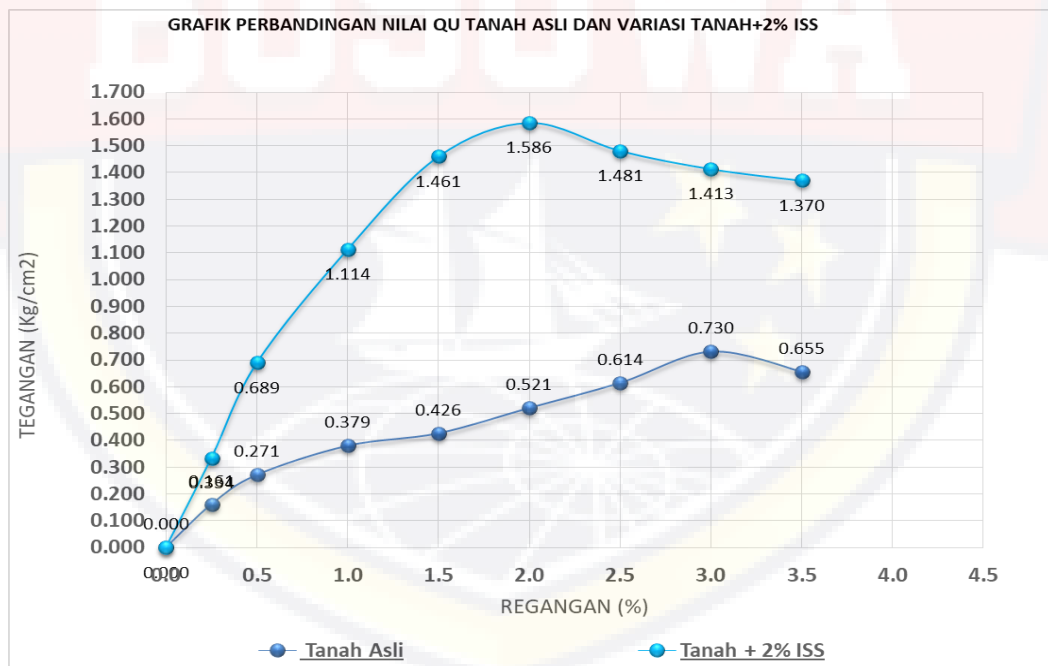
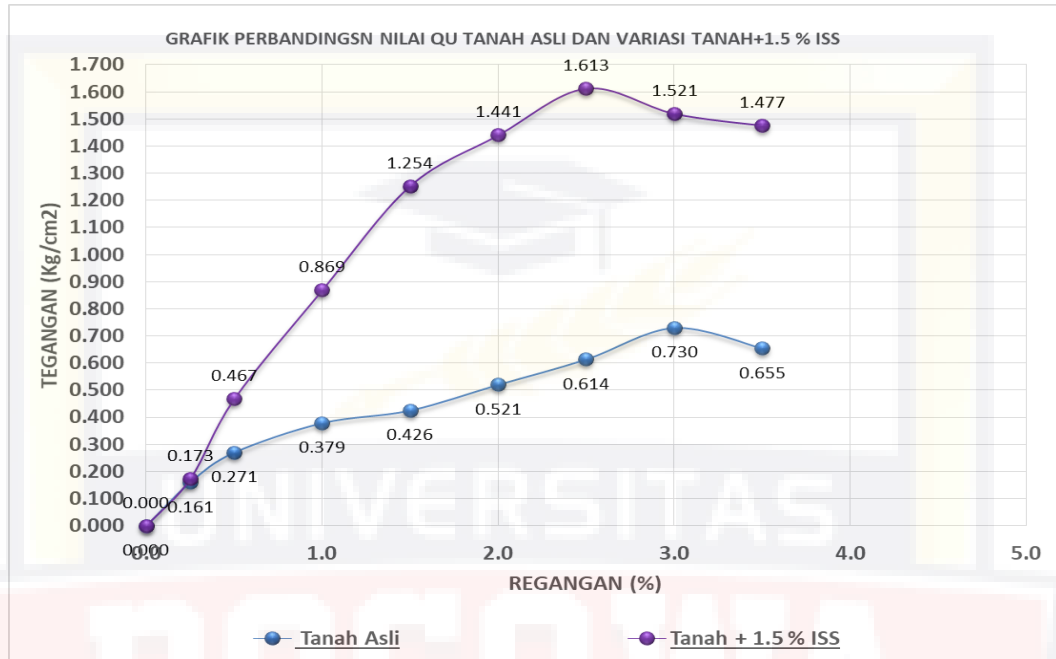
Hasrullah, ST.

Sinar Wahyudi Susanto



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA

Jln.Urip Sumoharjo km.4 Telp. (0411) 452901 - 452789



Makassar, Februari 2021

Asisten Laboratorium

Peneliti

Hasrullah, ST.

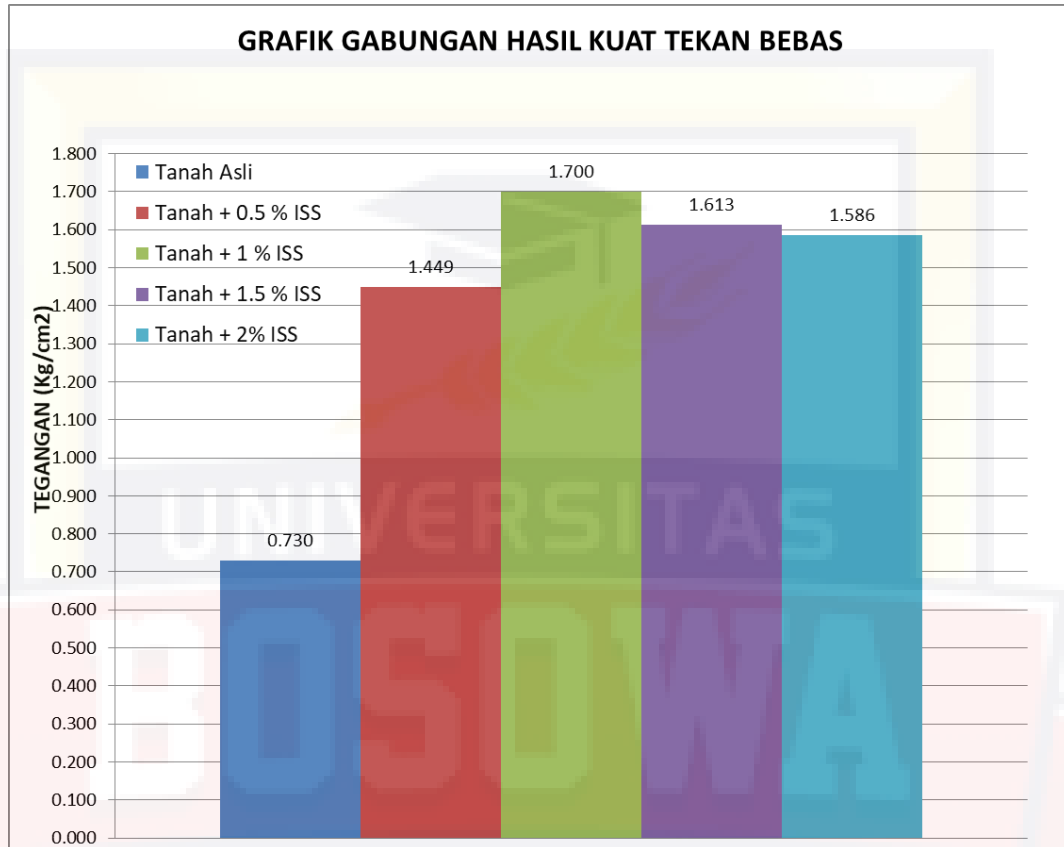
Sinar Wahyudi Susanto



**LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA**

Jln.Urip Sumoharjo km.4 Telp. (0411) 452901 - 452789

GRAFIK GABUNGAN HASIL KUAT TEKAN BEBAS



Makassar, Februari 2021

Diperiksa Oleh:
Asisten Laboratorium

Diuji Oleh:
Mahasiswa

Hasrullah, ST.

Sinar Wahyudi Susanto



UNIVERSITAS

**PENGUJIAN KUAT TEKAN BEBAS
VARIASI PEMERAMAN**





**LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA**

Jln.Urip Sumoharjo km.4 Telp. (0411) 452901 - 452789

TABEL NILAI QU DARI VARIASI PEMERAMAN ISS

Regang Aksial	Tanah Asli	0 HARI	1 HARI	3 HARI	7 HARI
0.0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0.25	0.161	0.387	0.173	0.352	0.371
0.5	0.271	0.681	0.418	0.554	0.812
1.0	0.379	0.972	0.636	0.991	1.285
1.5	0.426	1.092	0.913	1.241	1.534
2.0	0.521	1.124	1.126	1.380	1.707
2.5	0.614	1.280	1.397	1.553	1.553
3.0	0.730	1.423	1.700	1.796	
3.5	0.655	1.303	1.572	1.643	
4.0		1.240	1.516		
4.5					
5.0					

Makassar, Juni 2021

Diperiksa Oleh:
Asisten Laboratorium

Diuji Oleh:
Mahasiswa

Hasrullah, ST.

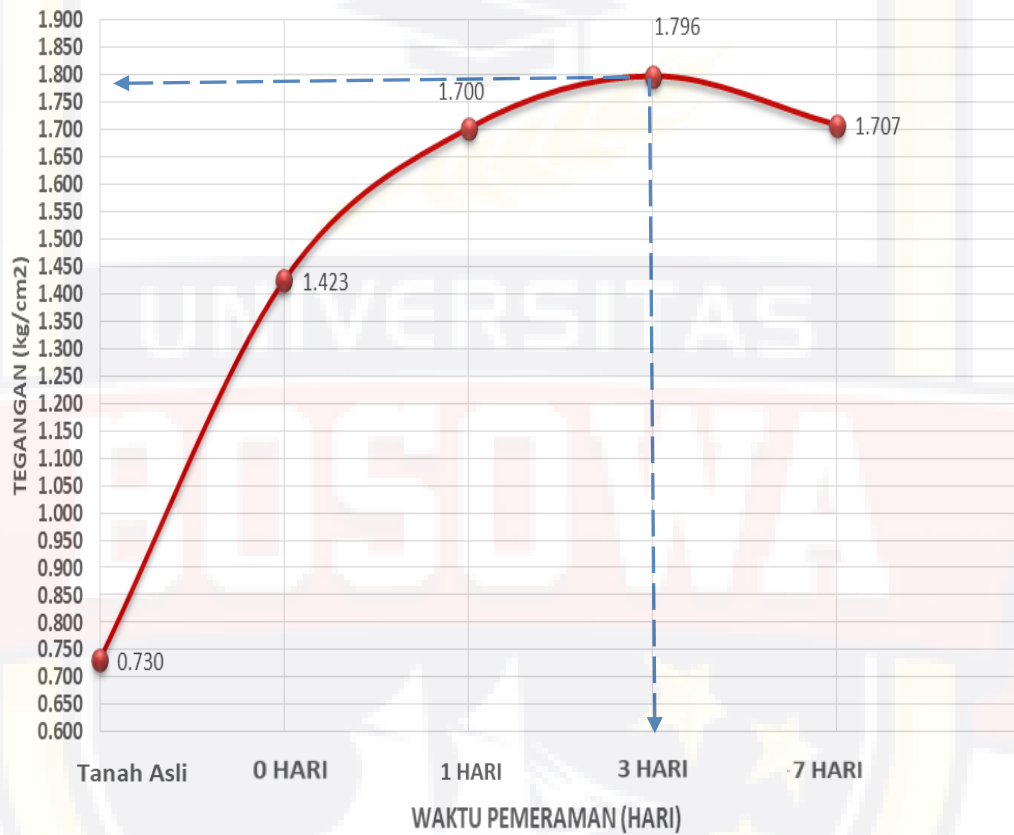
Sinar Wahyudi Susanto



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA

Jln.Urip Sumoharjo km.4 Telp. (0411) 452901 - 452789

GRAFIK NILAI QU MAKSIMUM PADA VARIASI PEMERAMAN



Makassar, Juni 2021

Diperiksa Oleh:
Asisten Laboratorium

Diuji Oleh:
Mahasiswa

Hasrullah, ST.

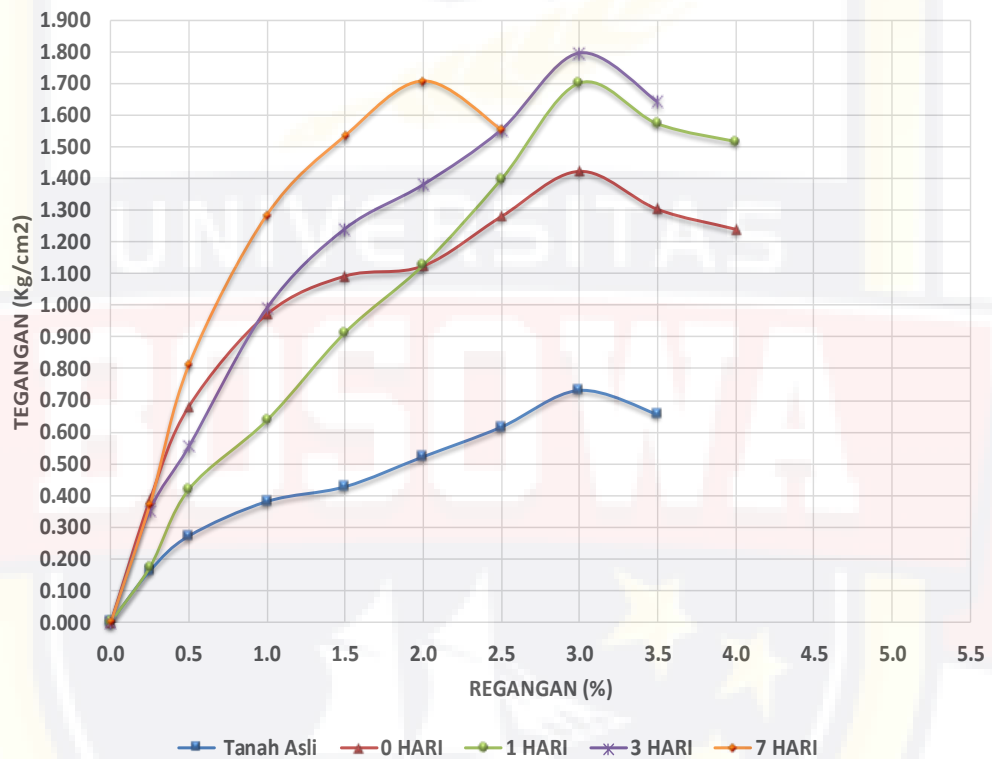
Sinar Wahyudi Susanto



**LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA**

Jln.Urip Sumoharjo km.4 Telp. (0411) 452901 - 452789

GRAFIK GABUNGAN HASIL KUAT TEKAN BEBAS



Diperiksa Oleh:
Asisten Laboratorium

Diuji Oleh:
Mahasiswa

Hasrullah, ST.

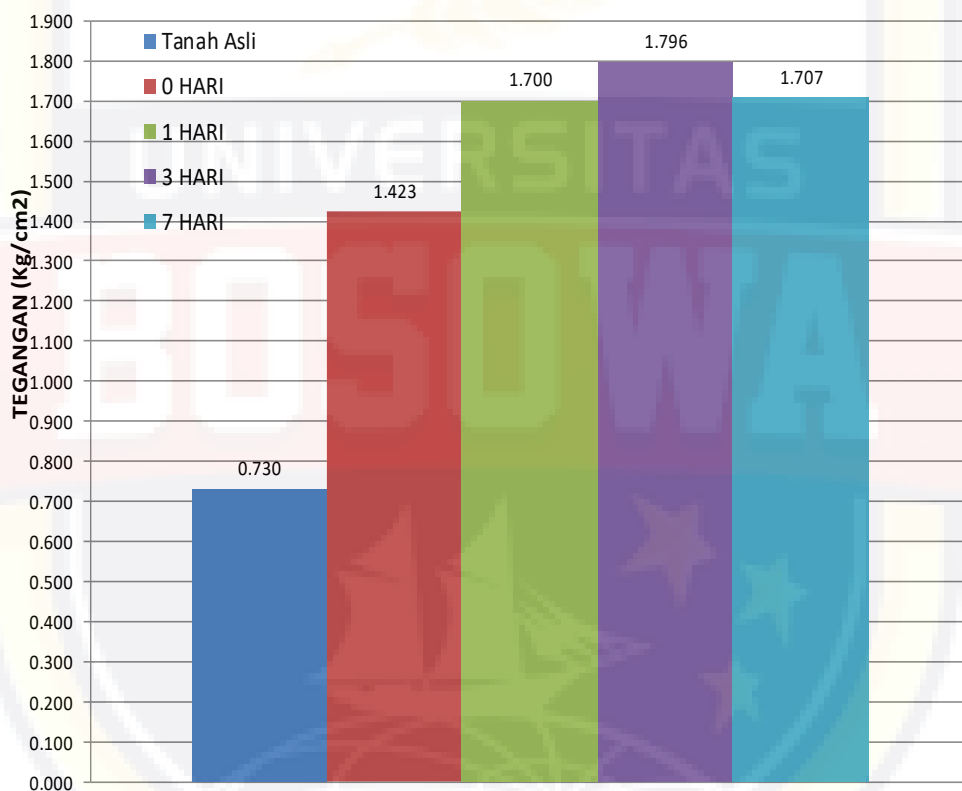
Sinar Wahyudi Susanto



**LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA**

Jln.Urip Sumoharjo km.4 Telp. (0411) 452901 - 452789

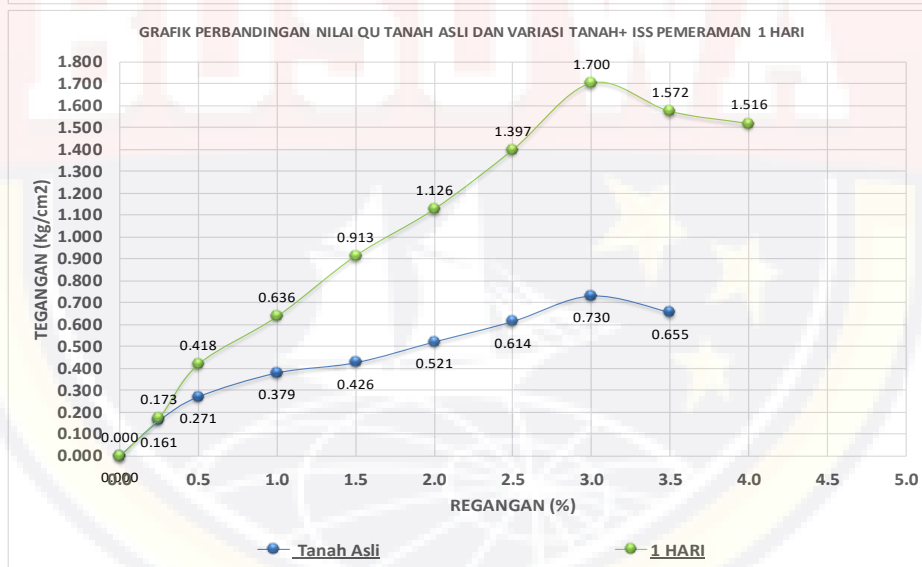
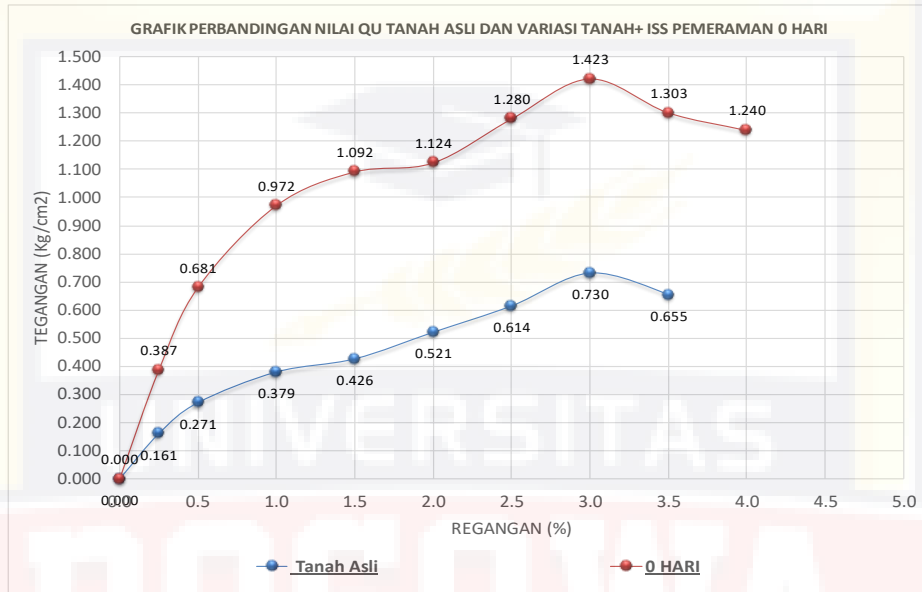
**GRAFIK GABUNGAN HASIL KUAT TEKAN BEBAS DENGAN
VARIASI PEMERAMAN**





LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA

Jln.Urip Sumoharjo km.4 Telp. (0411) 452901 - 452789



Makassar, Juni 2021

Diperiksa Oleh:
Asisten Laboratorium

Diuji Oleh:
Mahasiswa

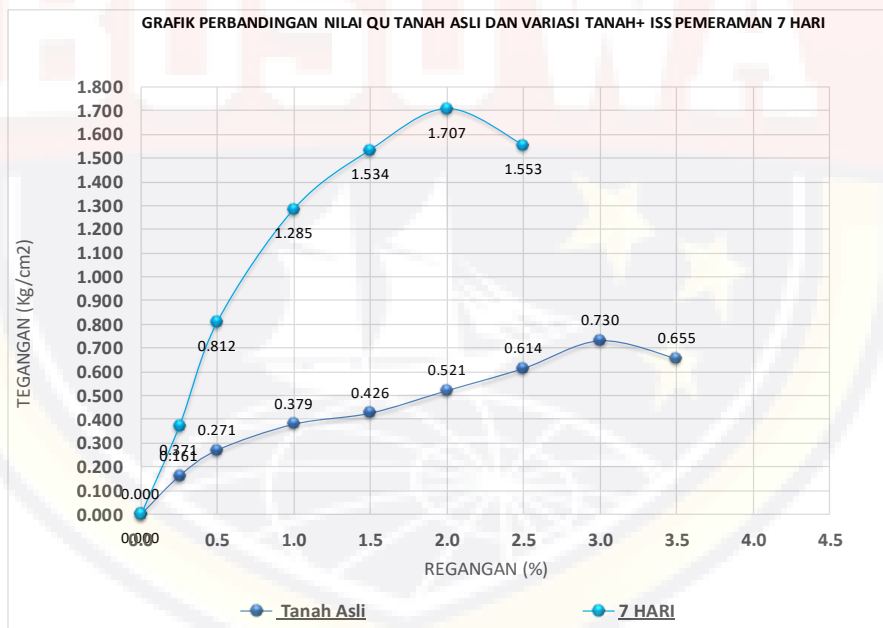
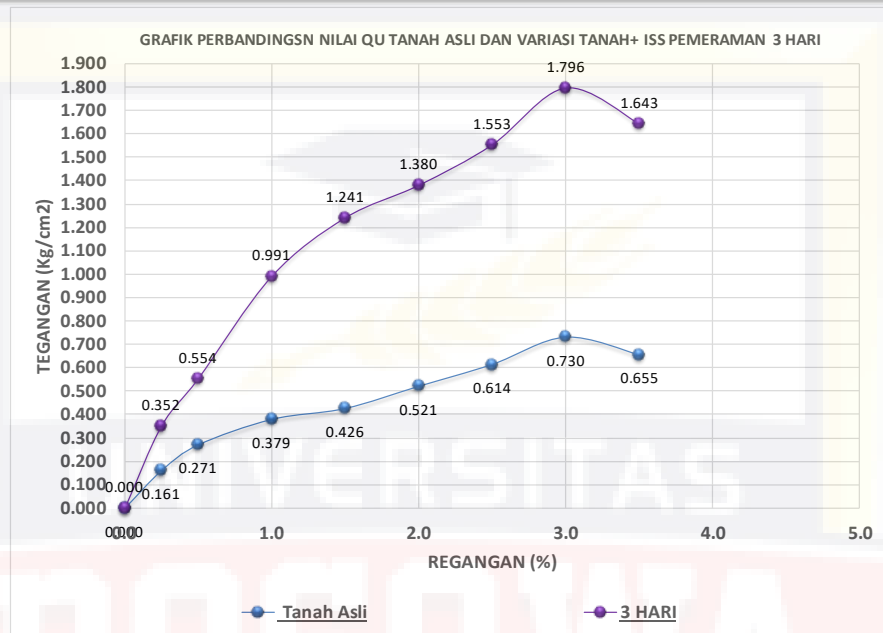
Hasrullah, ST.

Sinar Wahyudi Susanto



**LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA**

Jln.Urip Sumoharjo km.4 Telp. (0411) 452901 - 452789



Makassar, Juni 2021

Diperiksa Oleh:
Asisten Laboratorium

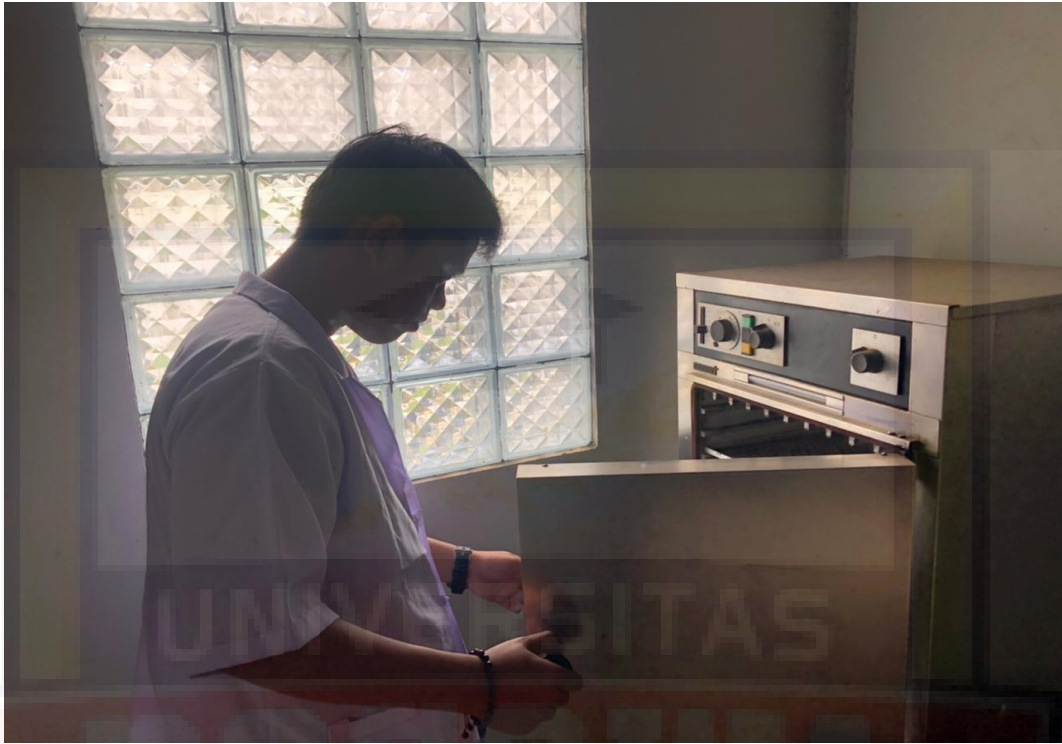
Diuji Oleh:
Mahasiswa

Hasrullah, ST.

Sinar Wahyudi Susanto



DOKUMENTASI



PENGUJIAN KADAR AIR



PENGUJIAN BERAT JENIS



PENGUJIAN ANALISIS SARINGAN



PENIMBANGAN AGREGAT YANG TERTAHAN



PROSES MENGELUARKAN UDARA YANG TERTAHAN PADA TANAH



PENGUJIAN BATAS PLASTIS



PENGUJIAN BATAS SUSUT



PENGUJIAN HIDROMETER



PERENDAMAN DALAM BAK PENGUJIAN HIDROMETER



PENIMBANGAN BERAT MOLE KOMPAKSI



PERSIAPAN BAHAN UJI KOMPAKSI



PROSES PENCAMPURAN TANAH DENGAN AIR



MEMASUKKAN AGREGAT KEDALAM MOLE KOMPAKSI



MENIMBANG MOLE + AGREGAT



MENGELUARKAN AGREGAT DARI MOLE



MENIMBANG BERAT ISS



MENIMBANG BERAT WADAH



PENCAMPURAN ISS DENGAN TANAH



PENAMBAHAN AIR



PENGUJIAN KUAT TEKAN BEBAS



MEMBACA NILAI KUAT TEKAN BEBAS



RETKAN YANG TERJADI PADA PENGUJIAN



GAMBAR ALAT TIMBANGAN



PLAT KACA



ALAT UJI KUAT TEKAN BEBAS



WADAH



ALAT PEMADAT



MOLE PENGUJIAN KUAT TEKAN BEBAS



OLI



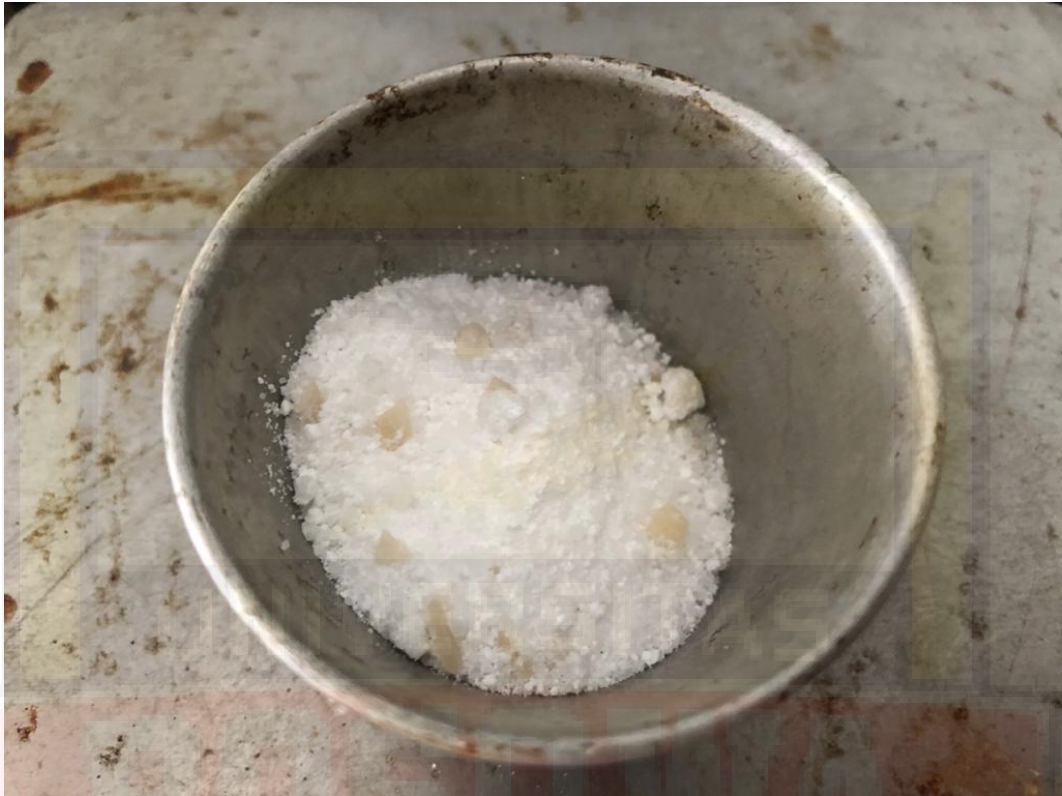
PROKTOR STANDAR



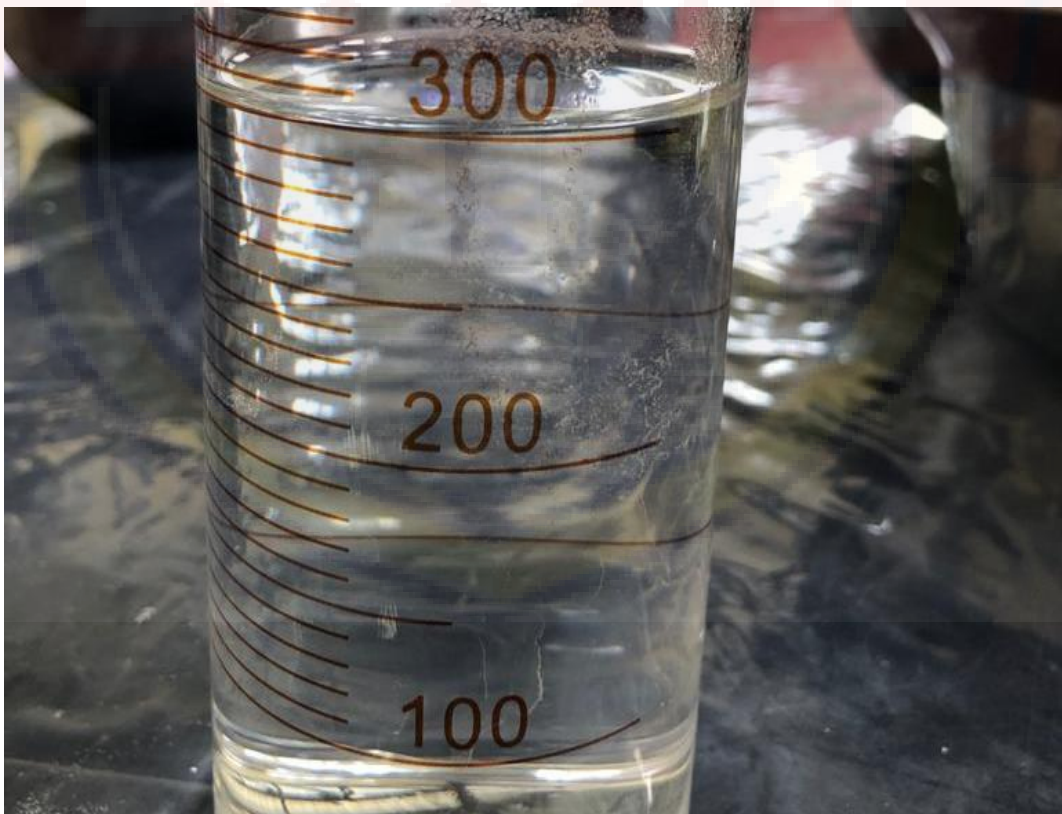
SARINGAN



MOLE KOMPAKSI



ISS



GELAS UKUR