

TUGAS AKHIR

**PENGARUH STABILISASI BACILUS SUBTILIS PADA
TANAH SEDIMEN TERHADAP KUAT TEKAN BEBAS**

***THE EFFECT OF STABILIZATION OF BACILUS SUBTILIS
ON SEDIMENTAL SOIL UNCONFINED COMPRESSION
STRENGTH***

**FEBY ALISTIA MARDI
D011 18 1021**



**PROGRAM SARJANA DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS HASANUDDIN
2022**

LEMBAR PENGESAHAN (TUGAS AKHIR)

**PENGARUH STABILISASI BACILLUS SUBTILIS PADA TANAH SEDIMEN
TERHADAP KUAT TEKAN BEBAS**

Disusun dan diajukan oleh:

FEBY ALISTIA MARDI

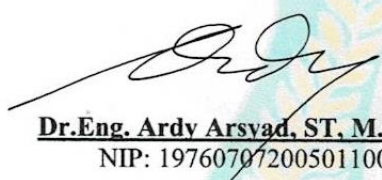
D011 18 1021

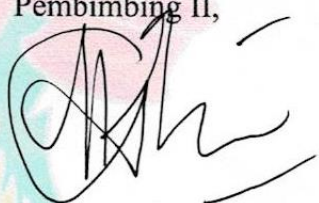
Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka Penyelesaian Studi Program Sarjana Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin pada tanggal 10 Agustus 2022 dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

menyetujui,

Pembimbing I,

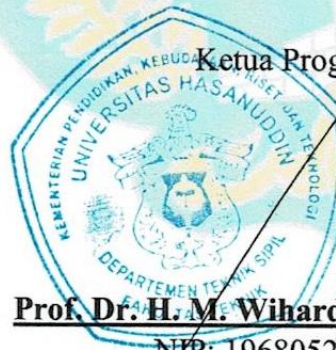
Pembimbing II,


Dr.Eng. Ardy Arsvad, ST, M.Eng.Sc
NIP: 197607072005011002


Dr.Eng. Kartika Sari, ST, M.T
NIP: 197312012000122001

Ketua Program Studi,


Prof. Dr. H. M. Wihardi Tjaronge, ST, M.Eng
NIP: 196805292002121002



PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH

Yang bertanda tangan di bawah ini, nama Feby Alistia Mardi, dengan ini menyatakan bahwa skripsi yang berjudul "Pengaruh Stabilisasi Bacillus Subtilis Pada Tanah Sedimen Terhadap Kuat Tekan Bebas", adalah karya ilmiah penulis sendiri, dan belum pernah digunakan untuk mendapatkan gelar apapun dan dimanapun.

Karya ilmiah ini sepenuhnya milik penulis dan semua informasi yang ditulis dalam skripsi yang berasal dari penulis lain telah diberi penghargaan, yakni dengan mengutip sumber dan tahun penerbitannya. Oleh karena itu semua tulisan dalam skripsi ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab penulis. Apabila ada pihak manapun yang merasa ada kesamaan judul dan atau hasil temuan dalam skripsi ini, maka penulis siap untuk diklarifikasi dan mempertanggungjawabkan segala resiko.

Gowa, Agustus 2022

Yang membuat pernyataan,



Nama Feby Alistia Mardi
NIM: D011 18 1021

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur atas kehadiran Allah Subhanahu Wataala karena atas berkat dan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan judul **Pengaruh Stabilisasi Bacillus Subtilis Pada Tanah Sedimen Terhadap Kuat Tekan Bebas** sebagai salah satu syarat yang diajukan untuk menyelesaikan studi di Fakultas Teknik Departemen Teknik Sipil Universitas Hasanuddin. Shalawat dan salam tak lupa pula kita kirimkan kepada Baginda Nabi Muhammad SAW beserta para keluarga dan sahabatnya serta para pengikutnya yang setia hingga akhir zaman.

Tugas akhir ini memerlukan proses yang tidak singkat. Perjalanan yang dilalui penulis dalam menyelesaikan skripsi ini tidak lepas dari tangan-tangan berbagai pihak yang senantiasa memberikan bantuan, baik berupa materi maupun dorongan moril. Olehnya itu, ucapan terima kasih penulis ucapkan kepada semua pihak yang telah membantu, yaitu kepada:

1. Kedua orang tua saya tercinta yaitu, ayahanda Mardi Sali dan ibunda Samaddia atas kasih sayang yang tiada henti serta segala dukungannya selama ini, baik spiritual maupun materil karena penulis tidak akan mampu sampai di titik ini tanpa dukungan, nasihat, motivasi serta do'a yang tiada hentinya terpanjatkan kepada Allah SWT.
2. Bapak Prof. Dr. Eng. Ir. Muhammad Isran Ramli, S.T., M.T. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
3. Bapak Prof. Dr. H. Muh. Wihardi Tjaronge, S.T., M. Eng. Selaku Ketua Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.

4. Bapak Dr. Eng. Ardy Arsyad, S.T., M.Eng.Sc selaku pembimbing 1 dan Ibu Dr. Eng. Kartika Sari, S.T., M.T, selaku pembimbing 2, yang telah meluangkan waktu serta memberikan bimbingan, saran dan juga nasehat sejak awal penelitian hingga penyelesaian tugas akhir ini.
5. Bapak Dr. Ir. Abd. Rachman Djamaluddin, M.T selaku Kepala Laboratorium Mekanika Tanah yang telah memberikan wawasan tambahan selama penulis menjadi asisten laboratorium.
6. Seluruh dosen, staf dan karyawan Departemen Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin Makassar yang telah banyak membantu dalam mendukung penulisan tugas akhir ini.
7. Kepada saudari saya Fadhillah Mardi yang telah memberi dukungan, semangat, dan motivasi dalam penulisan tugas akhir ini.
8. Yang teristimewa Arlin Kurniawan, yang telah menemani selama proses pengerjaan, masa-masa sulit, memberikan penyemangat, serta menjadi motivasi penulis untuk menyelesaikan tugas akhir ini.
9. Keluarga Besar Laboratorium Mekanika Tanah, Kak Zainal, Asmud, Meca, Novi, Egi, Muti, Upi, Sara, Jemshon, Megumi, Yayat, dan Sultan.
10. Saudara-saudariku TRANSISI 2019, yang selalu berbagi cerita, menghadirkan canda tawanya, senantiasa memberikan semangat, dan senantiasa berproses bersama selama menempuh perkuliahan.
11. Kepada dua saudariku Novi dan Meca yang senantiasa menemani, berbagi suka duka, saling memberi dukungan dan motivasi, serta bertukar pikiran selama menjadi asisten mekanika tanah.

12. Teman-teman KKD Geoteknik, yang telah memberikan semangat serta saran dan masukan.
13. Sobat Maros Eka Purnama Lestari, Sukmawati, dan Andi Asti Nur Amaliyah yang telah senantiasa menemani di setiap kondisi selama perkuliahan, berbagi suka duka, saling memberi dukungan dan motivasi, serta bertukar pikiran.
14. Teman-teman SEMUT , yang telah banyak membantu memberikan banyak warna dan cerita selama masa perkuliahan.
15. Teristimewa Kiki, Dewi, Windi, Ola, Ria, dan A.lia yang selalu menjadi penghibur serta pengingat untuk menyelesaikan tugas akhir ini.
16. Serta semua pihak yang tidak dapat penulis sebut satu persatu dengan semua bantuan, dan dukungan hingga terselesainya skripsi ini.

ABSTRAK

Banyaknya masalah yang terjadi dalam bidang konstruksi salah satunya dikarenakan dengan tanah yang bermasalah. Perbaikan tanah perlu dilakukan untuk mengatasi masalah tersebut agar tanah menjadi stabil dan lebih aman untuk didirikan suatu konstruksi di atasnya.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan bakteri *bacillus subtilis* terhadap nilai Kuat Tekan Bebas tanah sedimen, serta pengaruh masa pemeraman terhadap nilai Kuat Tekan Bebas tanah terstabilisasi bakteri *bacillus subtilis*.

Untuk mengetahui pengaruh penambahan *Bacillus subtilis* terhadap nilai Kuat Tekan Bebas dilakukan dengan variasi penambahan *Bacillus subtilis* sebesar 4%, 6%, 8%, 10%, dan 12%. Serta masa pemeraman 3 hari, 7 hari, 14 hari, 21 hari, dan 28 hari. Pengujian dilakukan di Laboratorium Mekanika Tanah, Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin Gowa.

Dari hasil penelitian, diperoleh bahwa penambahan variasi bakteri *bacillus subtilis* dan masa pemeraman pada tanah sedimen Waduk Bili-bili dapat meningkatkan daya dukung tanah. Didapatkan nilai Kuat Tekan Tertinggi dari kelima variasi penambahan bakteri yaitu pada variasi penambahan bakteri 8% dengan masa pemeraman 28 hari sebesar 25,44 kg/cm².

Kata kunci : Tanah Sedimen, *Bacillus subtilis*, Kuat Tekan Bebas

ABSTRACT

There are many problems that occur in the construction sector, one of which is due to problematic land. Soil improvement needs to be done to overcome the problem so that the soil becomes stable and safer to erect a construction on it.

This study aims to determine the effect of the addition of *bacillus subtilis* bacteria on the value of the Free Compressive Strength of sedimentary soils, as well as the effect of the acidification period on the value of the Free Compressive Strength of the soil stabilized bacteria *bacillus subtilis*.

To determine the effect of the addition of *Bacillus subtilis* on the value of Free Compressive Strength, it was carried out with variations in the addition of *Bacillus subtilis* by 4%, 6%, 8%, 10%, and 12%. As well as a deepening period of 3 days, 7 days, 14 days, 21 days, and 28 days. The test was carried out at the Soil Mechanics Laboratory, Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering, Hasanuddin Gowa University.

From the results of the study, it was obtained that the addition of variations in the bacteria *bacillus subtilis* and the period of acidification in the sedimentary soil of the Bili-bili Reservoir can increase the carrying capacity of the soil. The Highest Compressive Strength value was obtained from the five variations in bacterial addition, namely in the variation in bacterial addition of 8% with a deepening period of 28 days of 25.44 kg / cm².

Keywords : Sedimentary Soil, *Bacillus subtilis*, Free Compressive Strength

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	Error! Bookmark not defined.
PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH	i
KATA PENGANTAR	ii
ABSTRAK	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xi
BAB 1. PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	3
C. Tujuan Penelitian.....	3
D. Batasan Masalah.....	4
E. Sistematika Penulisan	5
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA.....	7
A. Definisi Tanah	7
B. Klasifikasi Tanah	8
C. Karakteristik Lanau.....	14
D. Stabilisasi Tanah	15
E. Bakteri Bacillus Subtilis	18
F. UCT (Unconfined Compression Test)	22
G. Berat Jenis	23
H. Batas-Batas Atterberg	24
I. Penelitian Terdahulu	26
BAB 3. METODE PENELITIAN.....	33
A. Lokasi Penelitian	33
B. Metode Pengumpulan Data.....	33
C. Kerangka Alir Penelitian	34
D. Material.....	36

E. Peralatan Laboratorium	38
F. Pengujian Karakteristik Tanah Asli	40
G. Optimalisasi Bahan Stabilisator	41
H. Pengujian	42
I. Proses Pembuatan Benda Uji	43
J. Pengujian Kuat Tekan Bebas dengan metode Pemeraman	44
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN	Error! Bookmark not defined.
A. Karakteristik Fisik dan Mekanis Tanah Pasir	Error! Bookmark not defined.
B. Karakteristik Hasil Pengujian Kuat Tekan Bebas Terhadap Tanah Sedimen Terstabilisasi Bacillus Subtilis	Error! Bookmark not defined.
BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN	46
A. Kesimpulan	46
B. Saran	47
DAFTAR PUSTAKA	48

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Grafik klasifikasi tanah menurut USCS	10
Gambar 2. Grafik Klasifikasi Tanah Berdasarkan Sistem Klasifikasi AASHTO	13
Gambar 3. Bagian bagian struktur bakteri	19
Gambar 4. Lokasi Pengambilan Sampel Tanah.....	33
Gambar 5. Bagan Alir Penelitian.....	35
Gambar 6. Tanah Asli	36
Gambar 7. Kurva pertumbuhan bakteri.....	36
Gambar 8. Bakteri yang telah diperbanyak dengan aquades	38
Gambar 9. Contoh Benda Uji.....	44
Gambar 10. Pengujian Benda Uji.....	45
Gambar 11. Grafik Hasil Pengujian Batas Cair	Error! Bookmark not defined.
Gambar 12. Grafik Gradasi Butiran.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 13. Penggolongan Klasifikasi Tanah Asli Menurut Sistem USCS	Error! Bookmark not defined.
Gambar 14. Grafik Hubungan Kadar Air dengan Berat Isi Kering Hasil Kompaksi Pada Tanah Asli.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 15. Grafik Hubungan antara Tegangan dan Regangan pada PengujianKuat Tekan Bebas Tanah Asli.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 16. Hubungan Tegangan – Reganagn dan penambahan bakteri <i>bacillus subtilis</i>	Error! Bookmark not defined.
Gambar 17. Hubungan Antara nilai q_u dengan persentase campuran bakteri	Error! Bookmark not defined.
Gambar 18. Hubungan Antara c_u dengan persentase campuran	Error! Bookmark not defined.

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Klasifikasi Tanah Berdasarkan Sistem Klasifikasi AASHTO	12
Tabel 2. Berat Jenis Tanah (specific gravity)	23
Tabel 3. Nilai Indeks Plastisitas dan Macam Tanah.....	25
Tabel 4. Alat-alat dan Gambar Pengujian Sifat Fisis.....	38
Tabel 5. Alat-alat dan Gambar Pengujian Sifat Mekanis.....	39
Tabel 6. Jumlah Benda uji untuk pengujian pada tanah asli	40
Tabel 7. Variasi Persentase Komposisi Bahan Stabilisasi	41
Tabel 8. . Klasifikasi Tanah untuk Lapisan Tanah Dasar Jalan Raya (Sistem AASHTO).....	Error! Bookmark not defined.
Tabel 9. Rekapitulasi Hasil Pengujian Sifat Fisis dan Mekanis Tanah Asli	Error! Bookmark not defined.
Tabel 10. Perubahan Nilai Kuat Tekan Bebas (q_u) pada BendaUji Setelah Masa Pemeraman.....	Error! Bookmark not defined.

BAB 1. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Pekerjaan konstruksi di bidang Teknik Sipil berkaitan erat dengan struktur bangunan, khususnya aspek yang tak kalah penting yang dianggap sebagai langkah awal dalam memulai pembangunan adalah tanah. Selain sebagai langkah awal dalam pembangunan, tanah juga merupakan bagian terpenting untuk mendukung beban-beban yang akan dipikul di atas tanah tersebut. Banyaknya masalah yang terjadi dalam bidang konstruksi salah satunya dikarenakan dengan tanah yang bermasalah (problematic soil).

Perbaikan tanah perlu dilakukan untuk mengatasi masalah tersebut agar tanah menjadi stabil dan lebih aman untuk didirikan suatu konstruksi di atasnya. Terdapat beberapa metode perbaikan tanah, antara lain mencampur tanah dengan material lain (kimiawi), perbaikan tanah secara mekanis, metode perbaikan tanah dengan cara konsolidasi (vertical drain), metode geotextile dan lain sebagainya.

Stabilisasi tanah merupakan salah satu metode perbaikan tanah yang bertujuan untuk meningkatkan stabilitas dan kapasitas daya dukung tanah. Perkembangan dalam bidang konstruksi memunculkan ide ide inovatif terutama pada metode dan bahan utama yang digunakan dalam stabilisasi tanah ini. Dilihat dari segi bahan utama yang digunakan kebanyakan menggunakan bahan yang dapat mencemari lingkungan. Dengan adanya permasalahan tersebut dibangun sebuah ide perbaikan

tanah yang ramah lingkungan. Salah satunya dengan metode stabilisasi menggunakan mikroorganisme *Bacillus Subtilis*. Beberapa penelitian telah memberi peluang untuk memanfaatkan mikroba untuk menghasilkan senyawa metabolit sekunder penguat struktur partikel tanah seperti enzim urease. Bakteri penghasil enzim ini mampu mendorong pembentukan mineral kalsit yang berfungsi sebagai perekat antar partikel tanah.

Penelitian menggunakan mikroorganisme untuk meningkatkan kapasitas tanah telah dilaporkan oleh beberapa penelitian tentang bioclogging dan biosementasi. Kedua metode ini memiliki tujuan yang sama untuk memenuhi pori tanah. Cara yang dilakukan adalah dengan menyuntikkan bakteri ke dalam tanah, bisa menghasilkan kalsit untuk memenuhi pori-pori antara itu. Setelah pengobatan, hal itu bisa meningkatkan kapasitas tanah hingga lima kali lipat. Aplikasi bakteri dalam pembenahan pencampuran beton telah berhasil diterapkan pada beberapa penelitian. Metode ini diyakini lebih ekonomis dan memiliki keuntungan yang lebih bagi lingkungan tersebut. Penambahan bakteri mampu menghasilkan kalsit untuk mengisi pori beton, dapat meningkatkan nilai kekuatan tekan. Hal itu mampu memenuhi retak beton. Metode ini sangat tergantung ke kondisi lingkungan. Uji eksperimental di laboratorium, metode untuk menumbuhkan *Bacillus Subtilis* adalah dengan menggunakan media glukosa, kita dapat memperoleh hasil memuaskan bahwa bakteri dapat tumbuh dengan cepat. Suprpto (2011).

Berdasarkan uraian tersebut, maka penulis merasa perlu melakukan penelitian tentang pemanfaatan mikroorganisme sebagai perbaikan tanah dengan judul **“Pengaruh Stabilisasi Bacillus Subtilis Pada Tanah Sedimen Terhadap Kuat Tekan Bebas”**.

B. Rumusan Masalah

Perumusan masalah dalam penelitian ini dapat di uraikan sebagai berikut :

1. Bagaimana karakteristik tanah sedimen yang digunakan pada penelitian?
2. Bagaimana pengaruh variasi campuran Bacillus Subtilis terhadap karakteristik mekanis tanah sedimen ?
3. Bagaimana pengaruh masa pemeraman terhadap nilai kuat tekan bebas tanah sedimen terstabilisasi Bacillus Subtilis ?

C. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas, penelitian ini memiliki tujuan sebagai berikut :

1. Mengetahui karakteristik dan klasifikasi tanah sedimen yang digunakan pada penelitian.
2. Mengetahui pengaruh variasi campuran Bacillus Subtilis terhadap karakteristik mekanis tanah sedimen.

3. Mengetahui pengaruh masa pemeraman terhadap nilai kuat tekan bebas tanah sedimen yang terstabilisasi *Bacillus Subtilis*.

D. Batasan Masalah

Batasan masalah dalam melaksanakan penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Tanah yang digunakan dalam penelitian ini adalah tanah sedimen Waduk Bili-bili yang berlokasi di Kabupaten Gowa Profinsi Sulawesi Selatan.
2. Penelitian ini dilakukan pada skala laboratorium, bukan pada skala lapangan.
3. Penelitian ini hanya meneliti sifat fisis dan mekanis, dan tidak meneliti unsur kimia tanah.
4. Pengujian dilakukan terhadap variasi penambahan bahan stabilisasi bacillus subtilis.
5. Sifat fisis dan mekanis yang diteliti adalah :
 - Pengujian Berat Jenis
 - Kadar Organik
 - Pengujian Batas-batas Atterberg
 - Pengujian Analisa Saringan dan Hidrometer
 - Pengujian Pemadatan (Kompaksi)
 - Pengujian Kuat Tekan Bebas, UCS (*Unconfined Compression Test*)

6. Bahan stabilisasi yang digunakan adalah *bacillus subtilis*.
7. Persentase berat campuran yang di uji adalah 4%,6%,8%,10%,12% terhadap berat tanah dengan kadar air mula-mula.
8. Waktu pemeraman setelah campuran tanah dengan *bacillus subtilis* adalah 0,3,7,14,21, dan 28 hari dengan kondisi laboratorium.

E. Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan disusun agar pembahasan lebih terarah dan tetap menjurus pada pokok permasalahan dan kerangka isi. Dalam tugas akhir ini sistematika penulisan disusun dalam lima bab yang secara berurutan menerangkan hal-hal sebagai berikut:

BAB 1. PENDAHULUAN

Bab ini menjelaskan latar belakang masalah, rumusan masalah, maksud dan tujuan penelitian, batasan masalah, serta sistematika penulisan penelitian.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisikan teori - teori dan tinjauan umum yang digunakan untuk membahas dan menganalisa tentang permasalahan dari penelitian.

BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini menjelaskan tentang tahap demi tahap prosedur pelaksanaan penelitian serta cara pengolahan data hasil penelitian. Termasuk juga kerangka alir penelitian.