

TUGAS AKHIR

STUDI EKSPERIMENTAL BIOSEMENTASI BAKTERI *BACILLUS SUBTILIS* MENGGUNAKAN KAPUR SEBAGAI MATERIAL POZZOLAN PADA TANAH LUNAK (Lokasi Studi : DESA PLOSO, KECAMATAN WONOAYU, SIDOARJO)



Disusun Oleh :

SATRIA JIRO JOVIAN
1432200100

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA
2026**

TUGAS AKHIR

STUDI EKSPERIMENTAL BIOSEMENTASI BAKTERI *BACILLUS SUBTILIS* MENGGUNAKAN KAPUR SEBAGAI MATERIAL POZZOLAN PADA TANAH LUNAK (Lokasi Studi : DESA PLOSO, KECAMATAN WONOAYU, SIDOARJO)



Disusun Oleh :

SATRIA JIRO JOVIAN
1432200100

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA
2026**

TUGAS AKHIR

STUDI EKSPERIMENTAL BIOSEMENTASI BAKTERI
***BACILLUS SUBTILIS* MENGGUNAKAN KAPUR**
SEBAGAI MATERIAL POZZOLAN PADA TANAH LUNAK
(Lokasi Studi : DESA PLOSO, KECAMATAN WONOAYU,
SIDOARJO)

Disusun sebagai Syarat Meraih Gelar Sarjana Teknik (S.T.)
Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya



Disusun Oleh:

SATRIA JIRO JOVIAN

1432200100

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA
2026

FINAL PROJECT

**EXPERIMENTAL STUDY ON BACILLUS SUBTILIS
BIOCEMENTATION USING LIME AS A POZZOLANIC
MATERIAL IN SOFT SOIL STABILIZATION
(Case Study: DESA PLOSO, KECAMATAN WONOAYU,
SIDOARJO)**

Prepared as a Requirement to Obtain a Bachelor of Engineering Degree (S.T.)
Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya



by:

SATRIA JIRO JOVIAN

1432200100

**CIVIL ENGINEERING PROGRAM
FACULTY OF ENGINEERING
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA
2026**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA**

**LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR
TAHUN AKADEMIK GENAP 2025/2026**

Nama : Satria Jiro Jovian
NBI : 1432200100
Program Studi : Teknik Sipil
Fakultas : Teknik
Judul : STUDI EKSPERIMENTAL BIOSEMENTASI
BAKTERI BACILLUS SUBTILIS MENGGUNAKAN
KAPUR SEBAGAI MATERIAL POZZOLAN PADA
TANAH LUNAK
(LOKASI STUDI : DESA PLOSO, KECAMATAN
WONOAYU, SIDOARJO)

Surabaya, 23 Juni 2026

Disetujui Oleh,
Dosen Pembimbing



Ir. Laily Endah Fatmawati, S.T., M.T.

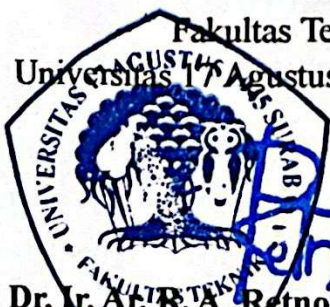
NPP. 20430.17.0726

Mengetahui

Dekan

Fakultas Teknik

Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya



Dr. Ir. Ar. R. A. Retno Hastijanti, M.T.,

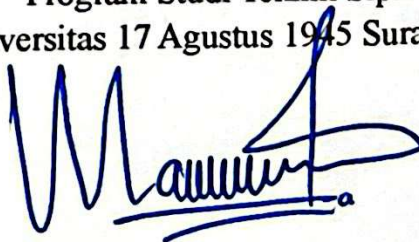
IPU., IAI., APEC Eng

NPP. 20440.91.0218

Ketua

Program Studi Teknik Sipil

Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya



Ir. Michella Beatrix, S.T., M.T.

NPP. 2043F.15.0660

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN DAN KESETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Satria Jiro Jovian
NBI/NPM : 1432200100
Alamat : Purimas Jl, Jimbaran Blok E3/5, Surabaya
Telpon/HP : 087812692031

Menyatakan bahwa “TUGAS AKHIR” yang telah saya buat untuk memenuhi persyaratan kelulusan Strata (S1) Teknik Sipil – Program Sarjana – Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya dengan judul:

**“ STUDI EKSPERIMENTAL BIOSEMENTASI BAKTERI *BACILLUS SUBTILIS* MENGGUNAKAN KAPUR SEBAGAI MATERIAL POZZOLAN PADA TANAH LUNAK
(LOKASI STUDI : DESA PLOSO, KECAMATAN WONOAYU, SIDOARJO)”**

Adalah karya saya sendiri, dan bukan duplikasi dari karya orang lain. Selanjutnya apabila di kemudian hari terdapat klaim dari pihak lain bukan tanggung jawab pembimbing dan atau pengelola program, tetapi menjadi tanggung jawab saya sendiri.

Atas hal tersebut saya bersedia menerima sanksi, sesuai dengan hukum atau aturan yang berlaku di Indonesia. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak manapun.

Surabaya, 23 Juni 2026

Yang menyatakan,



Satria Jiro Jovian
NBI. 1432200100



**UNIVERSITAS
17 AGUSTUS 1945
SURABAYA**

BADAN PERPUSTAKAAN
JL. SEMOLOWARU 45 SURABAYA
TELP. 031 593 1800 (Ext. 311)
Email : perpus@untag-sby.ac.id

LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai Civitas Akademik Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya, saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Satria Jiro Jovian
NBI : 1432200100
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Sipil
Jenis Karya : Tugas Akhir Sastra 1

Demi perkembangan ilmu pengetahuan, saya menyetujui untuk memberikan kepada Badan Perpustakaan Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya *Hak Bebas Royalti Noneksklusif (Nonexclusive)* karya ilmiah saya yang berjudul:

“STUDI EKSPERIMENTAL BIOSEMENTASI BAKTERI *BACILLUS SUBTILIS* MENGGUNAKAN KAPUR SEBAGAI MATERIAL POZZOLAN PADA TANAH LUNAK (LOKASI STUDI: DESA PLOSO, KECAMATAN WONOAYU, SIDOARJO)”

Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Nonexclusive Royalty-Free Right*), Badan Perpustakaan Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya berhak menyimpan mengalihkan media atau memformatkan, mengolah dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, mempublikasikan karya ilmiah saya selama

Dibuat : Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya
Pada Tanggal : 23 Juni 2026

Surabaya, 23 Juni 2026

Yang menyatakan,



Satria Jiro Jovian
NBI. 1432200100

KATA PENGANTAR

Assalamu'allaikum warrahmatullahi wabarakatuh

Puji Syukur peneliti panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat, karunia, dan hidayahnya sehingga peneliti dapat menyusun tugas akhir yang berjudul “Studi Eksperimental Kemampuan Biosementasi Bakteri *Bacillus Subtilis* Menggunakan Kapur Sebagai Material Pozzolan pada Tanah Lunak (Lokasi Studi : Desa Ploso, Kecamatan Wonoayu, Kabupaten Sidoarjo)” ini dengan lancar.

Dalam proses penyusunan tugas akhir ini, peneliti banyak memperoleh bimbingan, arahan, dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, peneliti menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar- besarnya kepada :

1. Bapak Dr. Harjo Seputro, S.T.,M.T. Selaku Rektor Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya.
2. Ibu Dr. Ir. Ar. R.A. Retno Hastijanti, MT., IPU., IAI., APEC Eng Selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya.
3. Ibu Ir. Michella Beatrix, ST., MT. Selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya.
4. Ibu Ir. Laily Endah Fatmawati, ST., MT. Dosen Pembimbing Tugas Akhir yang telah memberikan bimbingan, arahan, dan dukungan dalam penyusunan Tugas Akhir ini.
5. Bapak dan Ibu Dosen, serta Staff Pengajar Prodi Teknik Sipil dan Dosen laboratorium Universitas Institut Teknologi Sepuluh Nopember dari yang telah memberikan ilmu dan pengetahuan dalam proses belajar peneliti.
6. Kepada keluarga peneliti yang terdiri dari papa yang membantu dalam segala urusan keuangan yang peneliti butuhkan selama penyusunan tugas akhir ini, kemudian kedua mama peneliti yang senantiasa mendengarkan segala keluhan kesah peneliti dan selalu memberikan doa terbaik yang bisa membuat peneliti semangat dalam menyusun tugas akhir ini, dan yang terakhir saudara kandung peneliti yang telah memberikan dorongan dan semangat kepada peneliti.
7. Kepada teman seperjuangan “*Boys Keep Powerful*” yang membantu dalam melakukan pengujian di laboratorium dan tidak pernah henti memberikan semangat dan dukungan untuk segera menyelesaikan tugas akhir ini.
8. Kepada teman semasa SMA peneliti yang sudah membantu dalam proses pencarian material dan menemani peneliti dalam pengerjaan tugas akhir ini

Peneliti menyadari bahwa tugas akhir ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, peneliti terbuka terhadap kritik dan saran yang membangun demi penyempurnaan proposal ini ke depannya.

Akhir kata, peneliti berharap semoga tugas akhir ini dapat memberikan manfaat serta menjadi langkah awal yang baik dalam pelaksanaan tugas akhir.

Surabaya, 23 Juni 2026

Yang menyatakan,



Satria Jiro Jovian

1432200100

**STUDI EKSPERIMENTAL BIOSEMENTASI BAKTERI
BACILLUS SUBTILIS MENGGUNAKAN KAPUR
SEBAGAI MATERIAL POZZOLAN PADA TANAH LUNAK
(LOKASI STUDI : DESA PLOSO, KECAMATAN
WONOAYU, SIDOARJO)**

Nama Mahasiswa	: Satria Jiro Jovian
NBI	: 1432200100
Program Studi	: Teknik Sipil
Dosen Pembimbing	: Ir. Laily Endah Fatmawati, S.T., M.T.

ABSTRAK

Kabupaten Sidoarjo memiliki karakteristik tanah lempung lunak berupa plastisitas tinggi, daya dukung rendah, dan mudah mengalami perubahan volume akibat perubahan kadar air, sehingga kurang memenuhi persyaratan sebagai tanah dasar konstruksi. Untuk meningkatkan kualitasnya, diperlukan upaya stabilisasi tanah, salah satunya dengan menggunakan kapur tohor dan metode biosementasi melalui aktivitas bakteri *Bacillus subtilis*. Penelitian ini bertujuan menganalisis karakteristik fisis dan mekanis tanah lempung yang distabilisasi menggunakan kapur, mengevaluasi pengaruh kombinasi biosementasi bakteri dan kapur terhadap sifat tanah, serta menentukan variasi campuran yang paling optimum. Contoh tanah asli diambil dari Desa Ploso, Kecamatan Wonoayu, Kabupaten Sidoarjo. Variasi stabilisasi tanah menggunakan campuran kapur 10% dan 15%, bakteri *Bacillus subtilis* 3% dengan kapur tohor 10% dan 15%, yang diperam selama 3 dan 7 hari.

Pengujian yang dilakukan meliputi sifat fisis dan mekanis tanah. Pengujian sifat fisis mencakup kadar air, berat volume, berat jenis (*specific gravity*), serta batas Atterberg yang terdiri atas batas cair, batas plastis, batas susut, dan indeks plastisitas. Pengujian sifat mekanis menggunakan *Proctor* untuk memperoleh nilai *Maximum Dry Density* (MDD) dan *Optimum Moisture Content* (OMC), serta pengujian kuat tekan bebas (*Unconfined Compression Strength* atau UCS). Hasil pengujian menunjukkan bahwa penambahan kapur maupun kombinasi biosementasi bakteri dan kapur mampu memperbaiki karakteristik tanah lempung secara signifikan. Nilai indeks plastisitas terendah diperoleh pada campuran 3% bakteri dan 15% kapur sebesar 8,63%, sedangkan nilai MDD sebesar 1,889 gr/cm³ diperoleh pada campuran 3% bakteri dan 10% kapur.

Dari aspek mekanis, nilai q meningkat seiring bertambahnya kadar kapur dan lamanya masa pemeraman. Campuran kapur 15% dengan pemeraman 7 hari menghasilkan nilai q sebesar $0,91063 \text{ kg/cm}^2$, sedangkan kombinasi 3% bakteri *Bacillus subtilis* dan 15% kapur dengan pemeraman 7 hari menghasilkan nilai q tertinggi sebesar $1,53031 \text{ kg/cm}^2$. Peningkatan kekuatan ini menunjukkan bahwa proses biosementasi mampu menghasilkan endapan kalsium karbonat yang memperkuat ikatan antarbutir tanah sehingga tanah menjadi lebih padat dan stabil. Berdasarkan hasil penelitian, kombinasi biosementasi bakteri *Bacillus subtilis* dan kapur tohor terbukti efektif dalam meningkatkan karakteristik fisis dan mekanis tanah lempung lunak, dengan variasi optimum pada campuran 3% bakteri dan 15% kapur serta masa pemeraman 7 hari.

Kata Kunci: Tanah Lempung Lunak, Biosementasi, *Bacillus subtilis*, Kapur, Kuat Tekan Bebas (UCS).

***EXPERIMENTAL STUDY ON BACILLUS SUBTILIS
BIOSEMENTATION USING LIME AS A POZZOLANIC
MATERIAL IN SOFT SOIL STABILIZATION
(CASE STUDY: DESA PLOSO, KECAMATAN WONOAYU,
KABUPATEN SIDOARJO)***

Name of Student : Satria Jiro Jovian
Number of Student : 1432200100
Study Program : Civil Engineering
Supervisor : Ir. Laily Endah Fatmawati, S.T., M.T.

ABSTRACT

Kabupaten Sidoarjo is characterized by soft clay soil with high plasticity, low bearing capacity, and a tendency to undergo volume changes due to variations in water content, making it unsuitable as a construction subgrade material. To improve its engineering properties, soil stabilization is required, one of which is through the use of quicklime and biocementation methods utilizing the activity of Bacillus subtilis bacteria. This study aims to analyze the physical and mechanical characteristics of clay soil stabilized with lime, evaluate the effect of the combination of bacterial biocementation and lime on soil properties, and determine the optimum mixture variation. The original soil samples were collected from Ploso Village, Wonoayu District, Sidoarjo Regency. The stabilization variations consisted of 10% and 15% lime, as well as a combination of 3% Bacillus subtilis bacteria with 10% and 15% lime, cured for 3 and 7 days.

The tests conducted included physical and mechanical soil properties. Physical property tests comprised water content, bulk density, specific gravity, and Atterberg limits, including liquid limit, plastic limit, shrinkage limit, and plasticity index. Mechanical property tests included the Proctor compaction test to determine the Maximum Dry Density (MDD) and Optimum Moisture Content (OMC), as well as the Unconfined Compression Strength (UCS) test. The results showed that the addition of lime and the combination of bacterial biocementation and lime significantly improved the characteristics of the clay soil. The lowest plasticity index value of 8.63% was obtained from the mixture containing 3% bacteria and 15% lime, while the highest MDD value of 1.889 g/cm³ was achieved with the mixture containing 3% bacteria and 10% lime.

From the mechanical aspect, UCS values increased with higher lime content and longer curing periods. The mixture containing 15% lime and cured for 7 days produced a UCS value of 0.91063 kg/cm², whereas the combination of 3% Bacillus

subtilis bacteria and 15% lime with 7 days of curing yielded the highest compressive strength (q) value of 1.53031 kg/cm². This increase in strength indicates that the biocementation process produced calcium carbonate precipitates that strengthened interparticle bonding, resulting in denser and more stable soil. Based on the findings, the combination of *Bacillus subtilis* biocementation and quicklime proved effective in improving the physical and mechanical characteristics of soft clay soil, with the optimum variation being 3% bacteria and 15% lime cured for 7 days.

Keywords: Soft Clay Soil, Biocementation, *Bacillus subtilis*, Lime, Unconfined Compression Strength (UCS).

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR	i
SURAT PERNYATAAN	iii
LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	v
KATA PENGANTAR.....	vii
ABSTRAK	ix
ABSTRACT	xi
DAFTAR ISI.....	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xvii
DAFTAR TABEL.....	xxi
DAFTAR LAMPIRAN	xxv
DAFTAR NOTASI.....	xxvii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Penelitian Terdahulu	5
2.2 Tanah.....	10
2.3 Tanah Lempung.....	11
2.4 Stabilisasi Tanah	12
2.5 Biosementasi	13
2.7 Kapur Tohor	15
2.8 Teori Pengujian Fisis.....	17
2.8.1 Pengujian Kadar Air.....	18
2.8.2 Pengujian Berat Volume	19
2.8.3 Pengujian Berat Jenis Tanah	20
2.8.4 Pengujian <i>Atterberg Limit</i>	21
2.9 Teori Pengujian Mekanis.....	23
2.9.1 Pengujian Pemadatan Tanah	23
2.9.2 Pengujian Unconfined Compression Strength Test (UCS)	24
BAB III METODE PENELITIAN	27
3.1 Kerangka Alur Berpikir (<i>Flowchart</i>)	27
3.2 Penjelasan Kerangka Alur Berpikir (<i>Flowchart</i>)	29

3.2.1	Studi Awal dan Survey Lokasi	29
3.2.2	Studi Literatur.....	29
3.2.3	Pengambilan Sampel Tanah <i>Disturbed</i> dan <i>Undisturbed</i>	29
3.2.4	Pengujian Sifat Fisis dan Mekanis.....	29
3.2.5	Pengumpulan Data Tanah Asli	30
3.2.6	Analisis Data Tanah	30
3.2.7	Pencampuran Bahan Stabilisator	30
3.2.9	Pengujian Sifat Fisis Tanah Campuran	30
3.2.10	Pengujian Sifat Mekanis Tanah Campuran	31
3.2.11	Analisis Data.....	31
3.2.12	Hasil dan Pembahasan	31
3.2.13	Kesimpulan dan Saran	31
3.3	Lokasi Penelitian	31
3.4	Lokasi Pengujian	33
3.5	Perhitungan Pembuatan Benda Uji.....	33
3.6	Pengujian Laboratorium	37
3.6.1	Kadar Air	37
3.6.2	Berat Volume (Volumetri)	38
3.6.3	Berat Jenis (Gravimetri)	38
3.6.4	Batas Cair (LL).....	39
3.6.5	Batas Plastis (PL)	40
3.6.6	Batas Susut (SL)	40
3.6.7	Pemadatan Tanah.....	41
3.6.8	<i>Unconfined Compression Strength Test</i> (UCS).....	42
3.7	Hasil dan Pembahasan	43
3.8	Kesimpulan.....	43
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN		45
4.1	Hasil Penelitian.....	45
4.1.1	Pengujian Kadar Air Tanah Asli	45
4.1.2	Pengujian Berat Volume Tanah Asli (<i>Volumetry</i>).....	46
4.1.3	Pengujian Berat Jenis Tanah Asli (Gravimetry).....	47
4.1.4	Pengujian <i>Atterberg Limit</i> Tanah Asli.....	47
4.1.5	Pengujian Gradasi Butiran Tanah Asli	52
4.1.6	Pengujian Pemadatan Tanah Asli	54
4.1.7	Pengujian <i>Unconfined Compression Strength</i> (UCS) Tanah Asli	57
4.1.8	Rekapitulasi Hasil pengujian Tanah Asli	59

4.2 Hasil Pengujian Sifat Fisis dan Mekanis Tanah dengan Campuran Kapur Masa Peram 3 hari	60
4.2.1 Pengujian Kadar Air Tanah dengan Campuran 10%, dan 15% Kapur Masa Peram 3 hari	60
4.2.2 Pengujian Volumetry Tanah dengan Campuran 10%, dan 15% Kapur Masa Peram 3 hari	62
4.2.3 Pengujian Gravimetry Tanah dengan Campuran 10%, dan 15% Kapur Masa Peram 3 hari	64
4.2.4 Pengujian <i>Atterberg Limit</i> Tanah dengan 10%, 15% Kapur Masa Peram 3 hari	65
4.2.5 Pengujian Pemadatan Tanah dengan Campuran 10% dan 15% Kapur Masa Peram 3 hari	71
4.2.6 Pengujian UCS Tanah dengan Campuran 10% dan 15% Kapur Masa Peram 3 hari	75
4.4 Hasil Pengujian Sifat Fisis dan Mekanis Tanah dengan Campuran Kapur dan Bakteri Masa Peram 3 Hari	80
4.4.1 Pengujian Kadar Air Tanah dengan Campuran 3% Bakteri <i>Bacillus Subtilis</i> dan 10%, dan 15% Kapur Masa Peram 3 Hari	80
4.4.2 Pengujian Volumetry Tanah dengan Campuran 3% Bakteri <i>Bacillus Subtilis</i> dan 10%, dan 15% Kapur Masa Peram 3 Hari	81
4.4.3 Pengujian Gravimetry Tanah dengan Campuran 3% Bakteri <i>Bacillus Subtilis</i> dan 10%, dan 15% Kapur Masa Peram 3 Hari	84
4.4.4 Pengujian <i>Atterberg Limit</i> Tanah dengan Campuran Bakteri <i>Bacillus Subtilis</i> dan 10%, 15% Kapur Masa Peram 3 Hari	85
4.4.5 Pengujian Pemadatan Tanah dengan Campuran 3% Bakteri <i>Bacillus Subtilis</i> dan 10%, 15% Kapur Masa Peram 3 Hari	91
4.4.6 Pengujian UCS Tanah dengan Campuran 3% Bakteri <i>Bacillus Subtilis</i> dan 10%, 15% Kapur Masa Peram 3 Hari	95
4.5 Hasil Pengujian Sifat Fisis dan Mekanis Tanah dengan Campuran Kapur Masa Peram 7 Hari	99
4.5.1 Pengujian Kadar Air Tanah dengan Campuran 10%, dan 15% Kapur Masa Peram 7 Hari	100
4.5.2 Pengujian <i>Volumetry</i> Tanah dengan Campuran 10%, dan 15% Kapur Masa Peram 7 Hari	101
4.5.3 Pengujian <i>Gravimetry</i> Tanah dengan Campuran 10%, dan 15% Kapur Masa Peram 7 Hari	103
4.5.4 Pengujian <i>Atterberg Limit</i> Tanah dengan 10%, 15% Kapur Masa Peram 7 Hari	105

4.5.5	Pengujian Pemadatan Tanah dengan Campuran 10% dan 15% Kapur Masa Peram 7 Hari.....	111
4.5.6	Pengujian UCS Tanah dengan Campuran 10% dan 15% Kapur Masa Peram 7 Hari.....	115
4.6	Hasil Pengujian Sifat Fisis dan Mekanis Tanah dengan Campuran Kapur dan Bakteri Masa Peram 7 Hari	119
4.6.1	Pengujian Kadar Air Tanah dengan Campuran 3% Bakteri <i>Bacillus Subtilis</i> dan 10%, dan 15% Kapur Masa Peram 7 Hari.....	120
4.6.2	Pengujian Volumetry Tanah dengan Campuran 3% Bakteri <i>Bacillus Subtilis</i> dan 10%, dan 15% Kapur Masa Peram 7 Hari.....	121
4.6.3	Pengujian <i>Gravimetry</i> Tanah dengan Campuran 3% Bakteri <i>Bacillus Subtilis</i> dan 10%, dan 15% Kapur Masa Peram 7 Hari.....	123
4.6.4	Pengujian <i>Atterberg Limit</i> Tanah dengan Campuran Bakteri <i>Bacillus Subtilis</i> dan 10%, 15% Kapur Masa Peram 3 Hari.....	125
4.6.5	Pengujian Pemadatan Tanah dengan Campuran 3% Bakteri <i>Bacillus Subtilis</i> dan 10%, 15% Kapur Masa Peram 7 Hari.....	131
4.6.6	Pengujian UCS Tanah dengan Campuran 3% Bakteri <i>Bacillus Subtilis</i> dan 10%, 15% Kapur Masa Peram 7 Hari.....	135
4.7	Pembahasan.....	139
4.7.1	Rekapitulasi Hasil Pengujian Sifat Fisis dan Mekanis Tanah Yang Distabilisasi Bakteri <i>Bacillus Subtilis</i> dan Kapur.....	139
4.7.2	Pengaruh Penambahan Kapur Terhadap Karakteristik Sifat Fisis Tanah... ..	141
4.7.3	Pengaruh Penambahan Kapur Terhadap Karakteristik Sifat Mekanis Tanah	142
4.7.4	Pengaruh Penambahan Bakteri <i>Bacillus Subtilis</i> dan Kapur Terhadap Karakteristik Sifat Fisis Tanah.....	145
4.7.5	Pengaruh Penambahan Bakteri <i>Bacillus Subtilis</i> dan Kapur Terhadap Karakteristik Sifat Mekanis Tanah.....	146
BAB V	KESIMPULAN DAN SARAN.....	149
5.1	Kesimpulan	149
5.2	Saran.....	150
DAFTAR PUSTAKA		151
BIODATA PENULIS		157
LAMPIRAN		L1

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Mineral Lempung	12
Gambar 2. 2 Grafik CBR dengan siklus pembasahan dan pengeringan.....	14
Gambar 2. 3 Grafik hubungan curing time dengan CBR terhadap hasil biosementasi	14
Gambar 2. 4 Grafik hubungan variasi campuran dengan nilai Atterberg Limit.....	15
Gambar 2. 5 Grafik kuat geser	16
Gambar 2. 6 Grafik hubungan variasi campuran batu kapur kuat tekan bebas.....	17
Gambar 2. 7 Grafik kuat tekan bebas.....	26
Gambar 3. 1 Diagram alir penelitian	27
Gambar 3. 2 Lokasi Penelitian	32
Gambar 3. 3 Lokasi pengambilan sampel	32
Gambar 4. 1 Grafik pengujian batas cair tanah asli	49
Gambar 4. 2 Grafik hubungan batas cair dan indeks plastisitas menurut klasifikasi USCS pada tanah asli).....	51
Gambar 4. 3 Grafik hasil pengujian gradasi butiran tanah asli	54
Gambar 4. 4 Grafik tes pemadatan proctor tanah asli	57
Gambar 4. 5 Grafik Hasil pengujian UCS tanah asli	59
Gambar 4. 6 Grafik Pengujian Batas Cair dengan Campuran 10% Kapur Pukulan ke 25	66
Gambar 4. 7 Grafik Pengujian Batas Cair dengan Campuran 15% Kapur Pukulan ke 25	69
Gambar 4. 8 Grafik Pemadatan Tanah dengan Campuran 10% Kapur	73
Gambar 4. 9 Grafik Pemadatan Tanah dengan Campuran 15% Kapur	75
Gambar 4. 10 Grafik Hasil pengujian UCS tanah dengan campuran 10% kapur	77
Gambar 4. 11 Dokumentasi sampel dengan campuran kapur sebelum dilakukan pengujian UCS.....	77
Gambar 4. 12 Grafik Hasil pengujian UCS tanah dengan campuran 15% kapur	79
Gambar 4. 13 Dokumentasi sampel dengan campuran kapur sebelum dilakukan pengujian UCS.....	79
Gambar 4. 14 Grafik pengujian batas cair dengan campuran 3% bakteri dan 10% kapur pukulan ke 25	86
Gambar 4. 15 Grafik pengujian batas cair dengan campuran 3% bakteri dan 15% kapur pukulan ke 25	89
Gambar 4. 16 Grafik pemadatan tanah dengan campuran 3% bakteri dan 10% kapur	93
Gambar 4. 17 Grafik pemadatan tanah dengan campuran 3% bakteri dan 10% kapur	95

Gambar 4. 18 Dokumentasi sampel dengan campuran bakteri dan kapur sebelum dilakukan pengujian UCS	97
Gambar 4. 19 Grafik UCS tanah dengan campuran 3% bakteri dan 10% kapur.....	97
Gambar 4. 20 Grafik UCS tanah dengan campuran 3% bakteri dan 15% kapur.....	99
Gambar 4. 21 Dokumentasi sampel dengan campuran bakteri dan kapur setelah dilakukan pengujian UCS	99
Gambar 4. 22 Grafik pengujian batas cair dengan campuran 10% kapur pukulan ke 25	106
Gambar 4. 23 Grafik pengujian batas cair dengan campuran 15% kapur pukulan ke 25	109
Gambar 4. 24 Grafik pemadatan tanah dengan campuran 10% kapur	113
Gambar 4. 25 Grafik pemadatan tanah dengan campuran 15% kapur	115
Gambar 4. 26 Grafik Hasil pengujian UCS tanah dengan campuran 10% kapur....	117
Gambar 4. 27 Dokumentasi sampel dengan campuran kapur sebelum dilakukan pengujian UCS.....	117
Gambar 4. 28 Dokumentasi sampel dengan campuran kapur setelah dilakukan pengujian UCS.....	119
Gambar 4. 29 Grafik Hasil pengujian UCS tanah dengan campuran 15% kapur....	119
Gambar 4. 30 Grafik pengujian batas cair dengan campuran 3% bakteri dan 10% kapur pukulan ke 25	126
Gambar 4. 31 Grafik pengujian batas cair dengan campuran 3% bakteri dan 15% kapur pukulan ke 25	129
Gambar 4. 32 Grafik pemadatan tanah dengan campuran 3% bakteri dan 10% kapur	133
Gambar 4. 33 Grafik pemadatan tanah dengan campuran 3% bakteri dan 15% kapur	135
Gambar 4. 34 Dokumentasi sampel dengan campuran bakteri dan kapur sebelum dilakukan pengujian.....	137
Gambar 4. 35 Grafik UCS tanah dengan campuran 3% bakteri dan 10% kapur....	137
Gambar 4. 36 Dokumentasi sampel dengan campuran bakteri dan kapur sebelum dilakukan pengujian UCS	139
Gambar 4. 37 Grafik UCS tanah dengan campuran 3% bakteri dan 15% kapur....	139
Gambar 4. 38 Grafik gabungan kadar air tanah dengan campuran kapur	141
Gambar 4. 39 Grafik gabungan gravimetry tanah dengan campuran kapur.....	141
Gambar 4. 40 Grafik gabungan indeks plastisitas tanah dengan campuran kapur .	142
Gambar 4. 41 Grafik gabungan UCS tanah dengan campuran kapur.....	143
Gambar 4. 42 Grafik gabungan pemadatan tanah dengan campuran kapur	144
Gambar 4. 43 Grafik gabungan kadar air tanah dengan campuran kapur dan bakteri	145

Gambar 4. 44 Grafik gabungan gravimetry tanah dengan campuran kapur dan bakteri	145
Gambar 4. 45 Grafik gabungan indeks plastisitas tanah dengan campuran kapur dan bakteri	146
Gambar 4. 46 Grafik gabungan UCS tanah dengan campuran kapur dan bakteri...	147
Gambar 4. 47 Grafik gabungan pepadatan tanah dengan campuran kapur dan bakteri	148

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Penelitian terdahulu	5
Tabel 2. 2 Klasifikasi tanah USCS	10
Tabel 2. 3 Klasifikasi tanah AASHTO	11
Tabel 2. 4 Kadar Air Tanah dalam Keadaan Jenuh.....	18
Tabel 2. 5 Klasifikasi berat volume tanah	20
Tabel 2. 6 Berat jenis tanah	21
Tabel 2. 7 Faktor koreksi.....	22
Tabel 2. 8 Nilai indeks plastisitas dan macam tanah	23
Tabel 2. 9 Konsistensi Tingkat Kekuatan Tanah	25
Tabel 3. 1 Perhitungan pembuatan sampel	34
Tabel 4. 1 Data Hasil pengujian kadar air tanah asli	45
Tabel 4. 2 Data hasil pengujian berat volume tanah asli	46
Tabel 4. 3 Data hasil pengujian berat jenis tanah asli.....	47
Tabel 4. 4 Data hasil pengujian batas cair tanah asli.....	48
Tabel 4. 5 Data hasil pengujian batas plastis tanah asli.....	49
Tabel 4. 6 Data hasil pengujian batas susut tanah asli.....	50
Tabel 4. 7 Data hasil perhitungan indeks plastisitas.....	51
Tabel 4. 8 Nilai indeks plastisitas dan macam tanah	51
Tabel 4. 9 Data hasil pengujian analisa saringan tanah asli	52
Tabel 4. 10 Data hasil pengujian hidrometer.....	53
Tabel 4. 11 Data hasil pengujian proctor tanah asli.....	55
Tabel 4. 12 Data hasil pengujian <i>Unconfined Compression Strength Test</i> (UCS).....	58
Tabel 4. 13 Data hasil rekapitulasi sifat fisis mekanis tanah.....	59
Tabel 4. 14 Data hasil pengujian kadar air dengan campuran 10% kapur.....	61
Tabel 4. 15 Data hasil pengujian kadar air dengan campuran 15% kapur.....	61
Tabel 4. 16 Data hasil pengujian volumetry dengan dan 10% kapur	62
Tabel 4. 17 Data hasil pengujian volumetry dengan campuran 15% kapur	63
Tabel 4. 18 Data hasil pengujian gravimetry dengan campuran 10% kapur	64
Tabel 4. 19 Data hasil pengujian gravimetry dengan campuran 15% kapur	65
Tabel 4. 20 Data hasil pengujian batas cair dengan campuran 10% kapur	66
Tabel 4. 21 Data hasil pengujian batas plastis dengan campuran 10% kapur	67
Tabel 4. 22 Data hasil pengujian batas susut dengan 10% kapur.....	67
Tabel 4. 23 Hasil perhitungan indeks plastisitas	68
Tabel 4. 24 Data hasil pengujian batas cair dengan campuran 15% kapur	68
Tabel 4. 25 Data hasil pengujian batas plastis dengan campuran 15% kapur	69
Tabel 4. 26 Data hasil pengujian batas susut dengan campuran 15% kapur	70
Tabel 4. 27 Hasil perhitungan indeks plastisitas	70

Tabel 4. 28 Data hasil pengujian pemadatan tanah dengan campuran 10% kapur...	72
Tabel 4. 29 Data hasil pengujian pemadatan tanah dengan campuran 15% kapur...	74
Tabel 4. 30 Data hasil pengujian UCS tanah dengan campuran 10% kapur	76
Tabel 4. 31 Data hasil pengujian pemadatan tanah dengan campuran 15% kapur...	78
Tabel 4. 32 Data hasil pengujian kadar air dengan campuran 3% bakteri dan 10% kapur	80
Tabel 4. 33 Data hasil pengujian kadar air dengan campuran 3% bakteri dan 15% kapur	81
Tabel 4. 34 Data hasil pengujian volumetry dengan campuran 3% bakteri dan 10% kapur	82
Tabel 4. 35 Data hasil pengujian volumetry dengan campuran 3% bakteri dan 15% kapur	83
Tabel 4. 36 Data hasil pengujian gravimetry dengan campuran 3% bakteri dan 10% kapur	84
Tabel 4. 37 Data hasil pengujian gravimetry dengan campuran 3% bakteri dan 15% kapur	85
Tabel 4. 38 Data hasil pengujian batas cair dengan campuran 3% bakteri dan 10% kapur	86
Tabel 4. 39 Data hasil pengujian batas plastis dengan campuran 3% bakteri dan 10% kapur	87
Tabel 4. 40 Data hasil pengujian batas susut dengan campuran 3% bakteri dan 10% kapur	87
Tabel 4. 41 Hasil Perhitungan Indeks Plastisitas	88
Tabel 4. 42 Data hasil pengujian batas cair dengan campuran 3% bakteri dan 15% kapur	88
Tabel 4. 43 Data hasil pengujian batas plastis dengan campuran 3% bakteri dan 15% kapur	89
Tabel 4. 44 Data hasil pengujian batas susut dengan campuran 3% bakteri dan 15% kapur	90
Tabel 4. 45 Hasil Perhitungan Indeks Plastisitas	90
Tabel 4. 46 Data hasil pengujian pemadatan tanah dengan campuran 3% bakteri dan 10% kapur	92
Tabel 4. 47 Data hasil pengujian pemadatan tanah dengan campuran 3% bakteri dan 15% kapur	94
Tabel 4. 48 Data hasil pengujian UCS tanah dengan campuran 3% bakteri dan 10% kapur	96
Tabel 4. 49 Data hasil pengujian UCS tanah dengan campuran 3% bakteri dan 15% kapur	98
Tabel 4. 50 Data hasil pengujian kadar air dengan campuran 10% kapur	100

Tabel 4. 51 Data hasil pengujian kadar air dengan campuran 15% kapur.....	101
Tabel 4. 52 Data hasil pengujian <i>volumetry</i> dengan dan 10% kapur.....	102
Tabel 4. 53 Data hasil pengujian <i>volumetry</i> dengan campuran 15% kapur.....	103
Tabel 4. 54 Data hasil pengujian <i>gravimetry</i> dengan campuran 10% kapur	104
Tabel 4. 55 Data hasil pengujian <i>gravimetry</i> dengan campuran 15% kapur	105
Tabel 4. 56 Data hasil pengujian batas cair dengan campuran 10% kapur	106
Tabel 4. 57 Data hasil pengujian batas plastis dengan campuran 10% kapur	107
Tabel 4. 58 Data hasil pengujian batas susut dengan 10% kapur.....	107
Tabel 4. 59 Hasil perhitungan indeks plastisitas	108
Tabel 4. 60 Data hasil pengujian batas cair dengan campuran 15% kapur	108
Tabel 4. 61 Data hasil pengujian batas plastis dengan campuran 15% kapur	109
Tabel 4. 62 Data hasil pengujian batas susut dengan campuran 15% kapur	110
Tabel 4. 63 Hasil perhitungan indeks plastisitas	110
Tabel 4. 64 Data hasil pengujian pemadatan tanah dengan campuran 10% kapur..	112
Tabel 4. 65 Data hasil pengujian pemadatan tanah dengan campuran 3% bakteri dan 15% kapur.....	114
Tabel 4. 66 Data hasil pengujian pemadatan tanah dengan campuran 10% kapur..	116
Tabel 4. 67 Data hasil pengujian pemadatan tanah dengan campuran 15% kapur..	118
Tabel 4. 68 Data hasil pengujian kadar air dengan campuran 3% bakteri dan 10% kapur	120
Tabel 4. 69 Data hasil pengujian kadar air dengan campuran 3% bakteri dan 15% kapur	121
Tabel 4. 70 Data hasil pengujian <i>volumetry</i> dengan campuran 3% bakteri dan 10% kapur	122
Tabel 4. 71 Data hasil pengujian <i>volumetry</i> dengan campuran 3% bakteri dan 15% kapur	123
Tabel 4. 72 Data hasil pengujian <i>gravimetry</i> dengan campuran 3% bakteri dan 10% kapur	124
Tabel 4. 73 Data hasil pengujian <i>gravimetry</i> dengan campuran 3% bakteri dan 15% kapur	125
Tabel 4. 74 Data hasil pengujian batas cair dengan campuran 3% bakteri dan 10% kapur	126
Tabel 4. 75 Data hasil pengujian batas plastis dengan campuran 3% bakteri dan 10% kapur	127
Tabel 4. 76 Data hasil pengujian batas susut dengan campuran 3% bakteri dan 10% kapur	127
Tabel 4. 77 Hasil Perhitungan Indeks Plastisitas.....	128
Tabel 4. 78 Data hasil pengujian batas cair dengan campuran 3% bakteri dan 15% kapur	128

Tabel 4. 79 Data hasil pengujian batas plastis dengan campuran 3% bakteri dan 15% kapur	129
Tabel 4. 80 Data hasil pengujian batas susut dengan campuran 3% bakteri dan 15% kapur	130
Tabel 4. 81 Hasil Perhitungan Indeks Plastisitas	130
Tabel 4. 82 Data hasil pengujian pemadatan tanah dengan campuran 3% bakteri dan 10% kapur	132
Tabel 4. 83 Data hasil pengujian pemadatan tanah dengan campuran 3% bakteri dan 15% kapur	134
Tabel 4. 84 Data hasil pengujian UCS tanah dengan campuran 3% bakteri dan 10% kapur	136
Tabel 4. 85 Data hasil pengujian UCS tanah dengan campuran 3% bakteri dan 15% kapur	138
Tabel 4. 86 Data Rekapitulasi Hasil Pengujian Sifat Fisis dan Mekanis Tanah	140

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Dokumentasi Prosedur Pengujian.....	L1
Lampiran 2. Sertifikat Analisis Kandungan Bahan Tambah	L3
Lampiran 3. <i>Letter of Acceptance</i> (LoA)	L4
Lampiran 4. Lembar Persetujuan	L5
Lampiran 5. Lembar Bimbingan Tugas Akhir.....	L6
Lampiran 6. Lembar Revisi Sidang Tugas Akhir	L8
Lampiran 7. Turnitin Tugas Akhir.....	L11
Lampiran 8. Media Massa	L12
Lampiran 9. Surat Tugas Prodi.....	L13
Lampiran 10. Benda Uji	L14
Lampiran 11. Surat Rekomendasi Cetak Buku	L16

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR NOTASI

%R _i	: Persentase tertahan pada saringan ke-i
w	: Tanah sebelum dilakukan pengujian
w ₁	: Tanah setelah dilakukan pengujian
P	: Persentase sisa tanah yang telah terurai dalam suspensi
R	: Koreksi pembacaan hidrometer
W	: berat tanah asli yang telah terurai (gram) dikurangi air higroskopis
a	: konstanta yang tergantung dari kepadatan suspensi
W _c	: Kadar air (%)
W ₁	: Massa cawan dan tanah basah (gram)
W ₂	: Massa cawan dan tanah kering (gram)
W ₃	: Massa cawan (gram)
γ_t	: Berat isi kering jenuh (kN/m ³)
B ₁	: Berat cetakan uji (kN)
B ₂	: Berat cetakan dan benda uji (kN)
V	: Volume tanah (m ³)
γ_b	: Berat isi tanah (kN/m ³)
γ_d	: Berat isi kering (kN/m ³)
W _t	: Berat tanah kering
W ₄	: Berat pikno meter berisi air
W ₅	: Berat pikno meter berisi air dan tanah
LL	: Batas cair
k	: Faktor koreksi
GS	: Berat jenis tanah

Halaman ini sengaja dikosongkan