

TUGAS AKHIR

STUDI EKSPERIMENTAL PERBAIKAN SIFAT FISIS DAN MEKANIS TANAH LEMPUNG LUNAK MENGUNAKAN SERBUK CANGKANG BEKICOT DAN BAKTERI *BACILLUS SUBTILIS* (Lokasi Studi : Desa Ploso, Kecamatan Wonoayu, Kabupaten Sidoarjo)



Disusun Oleh :

DIVIA RAHMA PUTRI
1432200113

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

TUGAS AKHIR
STUDI EKSPERIMENTAL PERBAIKAN SIFAT FISIS DAN
MEKANIS TANAH LEMPUNG LUNAK MENGGUNAKAN
SERBUK CANGKANG BEKICOT DAN BAKTERI
BACILLUS SUBTILIS
(Lokasi Studi : Desa Ploso, Kecamatan Wonoayu, Kabupaten
Sidoarjo)



Disusun Oleh :
DIVIA RAHMA PUTRI
1432200113

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

TUGAS AKHIR
STUDI EKSPERIMENTAL PERBAIKAN SIFAT FISIS DAN
MEKANIS TANAH LEMPUNG LUNAK MENGGUNAKAN
SERBUK CANGKANG BEKICOT DAN BAKTERI
BACILLUS SUBTILIS
(Lokasi Studi : Desa Ploso, Kecamatan Wonoayu, Kabupaten
Sidoarjo)

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



Disusun Oleh:

DIVIA RAHMA PUTRI
1432200113

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

FINAL PROJECT
**EXPERIMENTAL STUDY ON IMPROVING PHYSICAL AND
MECHANICAL PROPERTIES OF SOFT CLAY SOIL USING
SNAIL SHELL POWDER AND BACILLUS SUBTILIS
BACTERIA**

**(Study Location: Ploso Village, Wonoayu District, Sidoarjo
Regency)**

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



by:

DIVIA RAHMA PUTRI
1432200113

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 : Divia Rahma Putri
NBI : 1432200113
Program Studi : Teknik Sipil
Fakultas : Teknik
Judul : STUDI EKSPERIMENTAL PERBAIKAN SIFAT
FISIS DAN MEKANIS TANAH LEMPUNG LUNAK
MENGUNAKAN SERBUK CANGKANG
BEKICOT DAN BAKTERI *BACILLUS SUBTILIS*
(Lokasi Studi : Desa Ploso, Kecamatan Wonoayu,
Kabupaten Sidoarjo)

Surabaya, 23 Juni 2026

Disetujui Oleh,

Dosen Pembimbing 1



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

NPP.20430.17.0762

Dosen Pembimbing 2



Dr. Andi Patriadi, S.T., M.T.

NPP. 20430.17.0751

Mengetahui

Dekan

Fakultas Teknik

Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya



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

IPU., IAL., 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 : Divia Rahma Putri
NBI : 1432200113
Alamat : Dsn. Suko Mrambil Ds. Bedali Kcc. Ngancar Kab. Kediri
Telepon/HP : 085749948807

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

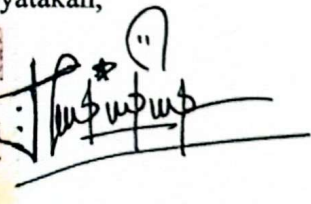
**“STUDI EKSPERIMENTAL PERBAIKAN SIFAT FISIS DAN MEKANIS
TANAH LEMPUNG LUNAK MENGGUNAKAN SERBUK CANGKANG
BEKICOT DAN BAKTERI *BACILLUS SUBTILIS*
(Lokasi Studi : Desa Ploso, Kecamatan Wonoayu, Kabupaten Sidoarjo)”**

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,




Divia Rahma Putri
NBI. 1432200113



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 : Divia Rahma Putri
NBI : 1432200113
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Sipil
Jenis Karya : Skripsi/Tesis/Disertasi/Laporan Penelitian/Praktek*

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

“STUDI EKSPERIMENTAL PERBAIKAN SIFAT FISIS DAN MEKANIS TANAH LEMPUNG LUNAK MENGGUNAKAN SERBUK CANGKANG BEKICOT DAN BAKTERI *BACILLUS SUBTILIS*
(Lokasi Studi : Desa Ploso, Kecamatan Wonoayu, Kabupaten Sidoarjo)”

Dengan Hak Bebas Royalti Noneklusif (*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 tetap tercantum.

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

Surabaya, 23 Juni 2026

Yang menyatakan


METERAI TEMPEL
631E1AOX079050850

Divia Rahma Putri
NBI. 1432200113

KATA PENGANTAR

Puji syukur peneliti panjatkan ke hadirat Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya yang senantiasa dilimpahkan. Shalawat dan salam peneliti haturkan kepada junjungan kita, Nabi Muhammad SAW, beserta keluarga dan para sahabatnya. Berkat dukungan dan dorongan dari berbagai pihak, peneliti akhirnya dapat menyelesaikan Proposal Tugas Akhir ini. Tugas akhir yang telah diselesaikan berjudul “Studi Eksperimental Perbaikan Sifat Fisis Dan Mekanis Tanah Lempung Lunak Menggunakan Serbuk Cangkang Bekicot Dan Bakteri *Bacillus subtilis* (Lokasi Studi : Desa Ploso, Kecamatan Wonoayu, Kabupaten Sidoarjo)”

Dalam proses penyusunan tugas akhir ini, peneliti menghadapi berbagai hambatan. Namun, berkat dukungan, masukan, kritik, dan saran dari berbagai pihak, peneliti akhirnya dapat menyelesaikannya dengan baik. Sebagai ungkapan rasa terima kasih dan penghargaan, peneliti ingin menyampaikan apresiasi yang sebesar-besarnya kepada:

1. Ibu Ir. Laily Endah Fatmawati, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing I yang telah memberikan bimbingan, arahan, masukan, serta motivasi selama penyusunan Tugas Akhir ini sehingga dapat terselesaikan dengan baik. Terima kasih atas waktu, ilmu, dan dukungan yang telah diberikan kepada peneliti.
2. Bapak Dr. Andi Patriadi, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing II yang telah memberikan bimbingan, arahan, saran, dan motivasi selama penyusunan Tugas Akhir ini. Terima kasih atas waktu, ilmu, dan dukungan yang telah diberikan sehingga peneliti dapat menyelesaikan penelitian dan penulisan Tugas Akhir dengan baik.
3. Ibu Ir. Michella Beatrix, S.T., M.T. selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya, atas perhatian dan dukungannya.
4. Ibu Dr. Ir. Dika Ayu Safitri, S.T., M.T. PhD., dan Bapak Mochamad Firmansyah, S.T., M.T. selaku koordinator Tugas Akhir yang telah membantu, memberikan arahan, serta memfasilitasi pelaksanaan Tugas Akhir sehingga dapat berjalan dengan baik.
5. Seluruh Staf Tata Usaha Program Studi Teknik Sipil Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya yang telah membantu dan memberikan pelayanan administrasi serta dukungan selama proses perkuliahan hingga penyusunan Tugas Akhir ini. Terima kasih atas bantuan dan kerja samanya.

6. Laboratorium Mekanika Tanah Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya dan Laboratorium Mekanika Tanah dan Batuan Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) Surabaya yang telah memberikan fasilitas, bantuan teknis, arahan, serta dukungan selama pelaksanaan pengujian dan penelitian ini, sehingga seluruh rangkaian kegiatan penelitian dapat berjalan dengan lancar dan data yang dibutuhkan dapat diperoleh dengan baik.
7. Kedua orang tua tercinta, Bapak Ahmad Saik Rifa'i dan Ibu Ia Rohana, yang senantiasa memberikan doa, kasih sayang, dukungan, motivasi, serta pengorbanan yang tiada henti selama peneliti menempuh pendidikan hingga menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Peneliti berharap semoga Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat dan menjadi referensi yang bermanfaat bagi semua pihak yang membacanya.

Surabaya, 23 Juni 2026

Yang menyatakan,



Divia Rahma Putri

1432200113

**“STUDI EKSPERIMENTAL PERBAIKAN SIFAT FISIS
DAN MEKANIS TANAH LEMPUNG LUNAK
MENGUNAKAN SERBUK CANGKANG BEKICOT DAN
BAKTERI *BACILLUS SUBTILIS*
(Lokasi Studi : Desa Ploso, Kecamatan Wonoayu, Kabupaten
Sidoarjo)”**

Nama : Divia Rahma Putri
NBI : 1432200113
Program Studi : Teknik Sipil
Dosen Pembimbing 1 : Ir. Laily Endah Fatmawati, S.T., M.T.
Dosen Pembimbing 2 : Dr. Andi Patriadi, S.T., M.T.

ABSTRAK

Perkembangan pembangunan di Kabupaten Sidoarjo pasca bencana Lumpur Lapindo menyebabkan meningkatnya kebutuhan lahan pada wilayah pengembangan baru, termasuk Kecamatan Wonoayu. Namun, tanah di lokasi penelitian tergolong tanah lempung dengan plastisitas tinggi dan daya dukung rendah sehingga memerlukan perbaikan sebelum digunakan sebagai tanah dasar konstruksi.

Penelitian ini bertujuan menganalisis pengaruh penambahan serbuk cangkang bekicot dan bakteri *Bacillus subtilis* terhadap sifat fisis dan mekanis tanah lempung lunak di Desa Ploso Kecamatan Wonoayu Kabupaten Sidoarjo. Penelitian dilakukan secara eksperimental dengan variasi serbuk cangkang bekicot 5%, 10%, dan 15%, bakteri *Bacillus subtilis* 6%, serta waktu pemeraman 0, 7, dan 14 hari.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan serbuk cangkang bekicot dan bakteri *Bacillus subtilis* mampu memperbaiki sifat fisis dan mekanis tanah lempung. Variasi optimum diperoleh pada campuran serbuk cangkang bekicot 15% dan bakteri *Bacillus subtilis* 6% dengan pemeraman 7 hari, yang menghasilkan kadar air sebesar 15,73%, *Specific Gravity* sebesar 2,639, *Liquid Limit* sebesar 18,40%, *Plasticity Index* sebesar 5,68%, *Shrinkage Limit* sebesar 14,67%, berat isi kering maksimum (γ_d max) sebesar 1,536 gr/cm³, dan nilai *UCS* sebesar 0,53108 kg/cm². Berdasarkan hasil penelitian, menggunakan serbuk cangkang bekicot dan bakteri *Bacillus subtilis* efektif dalam meningkatkan kualitas tanah lempung di Kecamatan Wonoayu, Sidoarjo.

Kata Kunci: *Bacillus subtilis*, biogrouting, serbuk cangkang bekicot, stabilisasi tanah, tanah lempung, UCS.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

**EXPERIMENTAL STUDY ON IMPROVING PHYSICAL AND
MECHANICAL PROPERTIES OF SOFT CLAY SOIL USING
SNAIL SHELL POWDER AND BACILLUS SUBTILIS
BACTERIA**

***(Study Location: Ploso Village, Wonoayu District, Sidoarjo
Regency)***

Name of Student	: Divia Rahma Putri
Number of Student	: 1432200113
Study Program	: Civil Engineering
Supervisor 1	: Ir. Laily Endah Fatmawati, S.T., M.T.
Supervisor 2	: Dr. Andi Patriadi, S.T., M.T.

ABSTRACT

The rapid development of construction in Sidoarjo Regency following the Lapindo mudflow disaster has led to increased land requirements in new development areas, including Wonoayu District. However, the soil at the study site is classified as clay with high plasticity and low bearing capacity, requiring improvement before being used as a construction base.

This study aims to analyze the effect of adding snail shell powder and Bacillus subtilis bacteria on the physical and mechanical properties of soft clay soil in Ploso Village, Wonoayu District, Sidoarjo Regency.

The research was conducted experimentally with variations of snail shell powder of 5%, 10%, and 15%, Bacillus subtilis bacteria of 6%, and curing time of 0, 7, and 14 days. The results showed that the addition of snail shell powder and Bacillus subtilis bacteria was able to improve the physical and mechanical properties of clay soil. The optimum variation was obtained in a mixture of 15% snail shell powder and 6% Bacillus subtilis bacteria with curing for 7 days, which resulted in a water content of 15.73%, Specific Gravity of 2.639, Liquid Limit of 18.40%, Plasticity Index of 5.68%, Shrinkage Limit of 14.67%, maximum dry unit weight (γ_d max) of 1.536 gr/cm³, and UCS value of 0.53108 kg/cm². Based on the research results, using snail shell powder and Bacillus subtilis bacteria is effective in improving the quality of clay soil in Wonoayu District, Sidoarjo.

Keywords: *Bacillus subtilis, biogrouting, clay soil, snail shell powder, soil stabilization, UCS.*

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR.....	i
SURAT PERNYATAAN.....	iii
LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	v
KATA PENGANTAR	vii
ABSTRAK	ix
ABSTRACT.....	xi
DAFTAR RUMUS.....	xxv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Batasan Penelitian.....	3
1.5 Manfaat Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Penelitian Terdahulu	5
2.2 Tanah	11
2.3 Tanah Lempung Lunak	11
2.4 Stabilisasi Tanah	13
2.5 <i>Bio Grouting</i> atau <i>Bioremediasi</i>	13
2.6 Serbuk Cangkang Bekicot (<i>Achatina fullica</i>)	14
2.7 Bakteri <i>Bacillus subtilis</i>	15
2.8 Klasifikasi Tanah.....	16
2.8.1 Sistem Klasifikasi <i>American Association of State Highway and Transportation Official (AASHTO)</i>	17
2.9 Pengujian Sifat Fisis Tanah	21
2.9.1 Pengujian Kadar Air Tanah	21
2.9.2 Pengujian <i>Gravimetry</i> dan <i>Volumetry</i> Tanah	22
2.9.3 Pengujian Konsistensi Tanah (Batas – Batas <i>Atterberg</i>).....	23
2.9.4 Pengujian Analisa Saringan	27
2.9.5 Tes Hidrometer	29
2.10 Pengujian Sifat Mekanis Tanah.....	36
2.10.1 Pengujian Standar <i>Proctor</i>	36
2.10.2 <i>Unconfined Compression Test (UCS)</i>	40
BAB III METODE PENELITIAN.....	41
3.1 <i>Flowchart</i> (Diagram Alir)	41
3.2 Penjelasan Diagram Alir (<i>Flowchart</i>)	43

3.3 Lokasi Penelitian.....	47
3.4 Tempat Penelitian.....	49
3.5 Pembuatan Benda Uji.....	49
3.6 Sampel dan Pengujian	50
3.6 Uji Laboratorium.....	54
3.6.1 Analisa Gradasi Butiran	54
3.6.2 <i>Hidrometer Test</i>	55
3.6.3 <i>Volumetry</i> dan <i>Gravimetry</i>	57
3.6.4 Percobaan Menentukan Kadar Air	58
3.6.5 Percobaan menentukan <i>Specific Gravity</i> (GS)	58
3.6.6 <i>Atterberg Limit</i>	59
3.6.7 Batas Plastis/ <i>Plastic limit (PL)</i>	60
3.6.8 Batas Cair/ <i>Liquid limit (LL)</i>	61
3.6.9 <i>Proctor Test</i>	62
3.7 <i>Timeline</i> Penelitian.....	64
3.8 Hasil dan Pembahasan.....	64
3.9 Kesimpulan	64
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	67
4.1 Hasil Pengujian Sifat Fisis dan Mekanis Tanah Asli	67
4.1.1 Pengujian Kadar Air (<i>water content</i>) Tanah Asli	67
4.1.2 Pengujian Berat Volume Tanah (<i>Volumetry Test</i>).....	68
4.1.3 Pengujian Berat Jenis Tanah (<i>Gravimetry Test</i>).....	70
4.1.4 Pengujian Batas – Batas Konsistensi Tanah (<i>Atterberg Limit</i>)	71
4.1.5 Analisa Saringan dan <i>Hidrometer</i>	78
4.1.6 Pengujian Pemasatan (<i>Proctor Test</i>)	82
4.1.7 Pengujian <i>Unconfined Compression Strength</i> (UCS)	85
4.2 Perhitungan Pembuatan Benda Uji.....	87
4.3 Hasil Pengujian Sifat Fisis dan Mekanis Tanah dengan Campuran Serbuk Cangkang Bekicot dan Bakteri <i>Bacillus subtilis</i>	91
4.3.1 Pengujian Kadar Air Tanah dengan Campuran Serbuk Cangkang Bekicot dan Bakteri <i>Bacillus subtilis</i>	91
4.3.2 Pengujian <i>Volumetry</i> Tanah dengan Campuran Serbuk Cangkang Bekicot dan Bakteri <i>Bacillus subtilis</i>	96
4.3.3 Pengujian <i>Gravimetry</i> Tanah dengan Campuran Serbuk Cangkang Bekicot dan Bakteri <i>Bacillus subtilis</i>	105
4.3.4 Pengujian Konsistensi Tanah dengan Campuran Serbuk Cangkang Bekicot dan Bakteri <i>Bacillus subtilis</i>	113

4.3.5	Pengujian Pemadatan (<i>Proctor Test</i>) Tanah dengan Campuran Serbuk Cangkang Bekicot dan Bakteri <i>Bacillus subtilis</i>	127
4.3.6	Pengujian <i>Unconfined Compressive Strength (UCS)</i> Tanah dengan Campuran Serbuk Cangkang Bekicot dan Bakteri <i>Bacillus subtilis</i> ..	155
4.3.7	Rekapitulasi Hasil Pengujian Tanah Asli.....	176
4.3.8	Grafik Rekapitulasi Pengujian Kadar Air Tanah dengan Campuran Serbuk Cangkang Bekicot dan Bakteri <i>Bacillus subtilis</i>	177
4.3.9	Grafik Rekapitulasi Angka Pori dan Derajat Kejenuhan pada Campuran Serbuk Cangkang Bekicot dan Bakteri <i>Bacillus subtilis</i>	177
4.3.10	Grafik Rekapitulasi Pengujian <i>Gravimetry</i> Campuran Serbuk Cangkang Bekicot dan Bakteri <i>Bacillus subtilis</i>	179
4.3.11	Grafik Rekapitulasi Pengujian Konsistensi Tanah dengan Campuran Serbuk Cangkang Bekicot dan Bakteri <i>Bacillus Subtilis</i>	180
4.3.12	Grafik Rekapitulasi Pengujian Pemadatan Tanah dengan Campuran Serbuk Cangkang Bekicot dan Bakteri <i>Bacillus subtilis</i>	190
4.3.11	Hasil Rekapitulasi Pengujian Sifat Fisis dan Mekanis Tanah dengan Campuran Serbuk Cangkang Bekicot dan Bakteri <i>Bacillus subtilis</i> ..	205
4.4	Pembahasan.....	206
4.4.1	Pengaruh Penambahan Serbuk Cangkang Bekicot Dan Bakteri <i>Bacillus subtilis</i> Terhadap Sifat Fisis Tanah Lempung Di Kecamatan Wonoayu, Sidoarjo.....	206
4.4.2	Pengaruh penambahan serbuk cangkang bekicot dan bakteri <i>Bacillus subtilis</i> terhadap sifat mekanis tanah lempung di Kecamatan Wonoayu, Sidoarjo.....	208
4.4.3	Persentase Campuran Serbuk Cangkang Bekicot Dan Bakteri <i>Bacillus subtilis</i> Serta Waktu Pemeraman Yang Paling Optimum Dalam Meningkatkan Sifat Tanah Lempung Di Kecamatan Wonoayu, Sidoarjo	210
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....		211
5.1	Kesimpulan	211
5.2	Saran	211
DAFTAR PUSTAKA.....		213
BIODATA PENULIS.....		217
LAMPIRAN.....		L1

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Dokumentasi (a) dan (b) Limbah Cangkang Bekicot.....	14
Gambar 2. 2 Proses Pengendapan (CaCO_3) oleh Bakteri <i>Bacillus subtilis</i>	16
Gambar 2. 3 Batas - Batas Atterberg	23
Gambar 2. 5 Grafik Hubungan Antara Indeks Plastis dengan <i>Liquid limit</i> (LL) menurut AASHTO	26
Gambar 2. 7 Grafik Analisis Distribusi Ukuran Butiran.....	28
Gambar 2. 8 Kurva Hubungan Kadar Air dan Berat Volume Kering.....	37
Gambar 2. 9 Grafik Hubungan Kepadatan Kering dengan Kadar Air	39
Gambar 3. 1 Flowchart (diagram alir)	41
Gambar 3. 2 Flowchart (Diagram alir) lanjutan	41
Gambar 3. 3 Lokasi Penelitian Pengambilan Sampel Tanah.....	47
Gambar 3. 4 Lokasi Penelitian Pengambilan Sampel Tanah.....	48

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu	5
Tabel 2.3 Sistem klasifikasi tanah berdasarkan AASHTO	18
Tabel 2.4 Klasifikasi Tanah Berdasarkan USCS	20
Tabel 2.5 Klasifikasi tanah terhadap kadar air Braja M.DAS	21
Tabel 2.6 Berat Jenis Tanah (Specific Gravity)	22
Tabel 2.7 Nilai Indeks Plastisitas dan Macam Tanah	25
Tabel 2.8 Hubungan Antara Kemampuan Pengembangan dengan Indeks Plastisitas. 25	
Tabel 2.9 Tabel Pembacaan Hydrometer Tipe 152 H dan dikoreksi terhadap Miniskus	32
Tabel 2.10 koreksi terhadap temperatur	33
Tabel 2.11 Hubungan Gs dengan nilai a	34
Tabel 2.12 Tabel Nilai K	35
Tabel 3.2 Sampel dan Pengujian Sifat Fisis Tanah	51
Tabel 3.3 Timeline Penelitian	64
Tabel 4.2 Data Hasil Pengujian Kadar Air Tanah Asli	67
Tabel 4.3 Data Hasil Pengujian Volumetry Tanah Asli (Undisturb)	68
Tabel 4.4 Data Hasil Pengujian Volumetry Tanah Asli (Disturb)	69
Tabel 4.5 Data Hasil Pengujian Volumetry Tanah Asli (Undisturb)	70
Tabel 4.6 Data Hasil Pengujian Volumetry Tanah Asli (Disturb)	71
Tabel 4.7 Data Hasil Pengujian Batas Cair Tanah Asli	71
Tabel 4.8 Data hasil pengujian batas plastis tanah asli	73
Tabel 4.9 Data hasil pengujian batas susut tanah asli	74
Tabel 4.10 Data hasil perhitungan Indeks Plastisitas	75
Tabel 4.11 Hubungan Antara Plastic limit (PL) dengan Tingkat Plastisitas dan Jenis Tanah Menurut Atterberg	76
Tabel 4.12 Hubungan Antara Kemampuan Pengembangan dengan Indeks Plastisitas	76
Tabel 4.13 Tabel Klasifikasi USCS	76
Tabel 4.14 Hubungan Antara Plastic limit (PL) dengan Tingkat Plastisitas dan Jenis Tanah Menurut Atterberg	77
Tabel 4.15 Hubungan Antara Kemampuan Pengembangan dengan Indeks Plastisitas	78
Tabel 4.16 Tabel Klasifikasi USCS	78
Tabel 4.17 Data Hasil Pengujian Analisa Saringan Tanah Asli (Undisturb)	79
Tabel 4.18 Data Hasil Pengujian Hidrometer Tanah Asli (Undisturb)	80
Tabel 4.19 Data Hasil Pengujian Proctor Pada Tanah Asli	83

Tabel 4.20 Data Pengujian Uncovined Compression Strength (UCS) Tanah Asli Sampel 1.....	86
Tabel 4.21 Rekapitulasi Perhitungan Pembuatan Benda Uji.....	88
Tabel 4.22 Data Hasil Pengujian Kadar Air SCB 5% + Bakteri Bacillus subtilis 6%	92
Tabel 4.23 Data Hasil Pengujian Kadar Air SCB 10% + Bakteri Bacillus subtilis 6%	93
Tabel 4.24 Data Hasil Pengujian Kadar Air SCB 15% + Bakteri Bacillus subtilis 6%	95
Tabel 4.25 Data Hasil Pengujian Volumetry Campuran SCB 5% dan Bakteri Bacillus subtilis 6% Pemeraman 0 Hari.....	96
Tabel 4.26 Data Hasil Pengujian Volumetry Campuran SCB 5% dan Bakteri Bacillus subtilis 6% Pemeraman 7 Hari.....	97
Tabel 4.27 Data Hasil Pengujian Volumetry Campuran SCB 5% dan Bakteri Bacillus subtilis 6% Pemeraman 14 Hari.....	99
Tabel 4.28 Data Hasil Pengujian Volumetry Campuran SCB 10% dan Bakteri Bacillus subtilis 6% Pemeraman 0 Hari.....	100
Tabel 4.29 Data Hasil Pengujian Volumetry Campuran SCB 10% dan Bakteri Bacillus subtilis 6% Pemeraman 7Hari.....	101
Tabel 4.30 Data Hasil Pengujian Volumetry Campuran SCB 10% dan Bakteri Bacillus subtilis 6% Pemeraman 14 Hari.....	102
Tabel 4.31 Data Hasil Pengujian Volumetry Campuran SCB 15% dan Bakteri Bacillus subtilis 6% Pemeraman 0 Hari.....	103
Tabel 4.32 Data Hasil Pengujian Volumetry Campuran SCB 15% dan Bakteri Bacillus subtilis 6% Pemeraman 7 Hari.....	104
Tabel 4.33 Data Hasil Pengujian Volumetry Campuran SCB 15% dan Bakteri Bacillus subtilis 6% Pemeraman 14 Hari.....	105
Tabel 4.34 Data Hasil Pengujian Gravimetry Campuran SCB 5% dan Bakteri Bacillus subtilis 6% Pemeraman 0 Hari.....	106
Tabel 4.35 Data Hasil Pengujian Gravimetry Campuran SCB 5% dan Bakteri Bacillus subtilis 6% Pemeraman 7 Hari.....	107
Tabel 4.36 Data Hasil Pengujian Gravimetry Campuran SCB 5% dan Bakteri Bacillus subtilis 6% Pemeraman 14 Hari.....	107
Tabel 4.37 Data Hasil Pengujian Gravimetry Campuran SCB 5% dan Bakteri Bacillus subtilis 6% Pemeraman 14 Hari (Lanjutan)	108
Tabel 4.38 Data Hasil Pengujian Gravimetry Campuran SCB 10% dan Bakteri Bacillus subtilis 6% Pemeraman 0 Hari.....	108

Tabel 4.39 Data Hasil Pengujian Gravimetry Campuran SCB 10% dan Bakteri Bacillus subtilis 6% Pemeraman 7 Hari.....	109
Tabel 4.40 Data Hasil Pengujian Gravimetry Campuran SCB 10% dan Bakteri Bacillus subtilis 6% Pemeraman 14 Hari.....	110
Tabel 4.41 Data Hasil Pengujian Gravimetry Campuran SCB 15% dan Bakteri Bacillus subtilis 6% Pemeraman 0 Hari.....	111
Tabel 4.42 Data Hasil Pengujian Gravimetry Campuran SCB 15% dan Bakteri Bacillus subtilis 6% Pemeraman 7 Hari.....	111
Tabel 4.43 Data Hasil Pengujian Gravimetry Campuran SCB 15% dan Bakteri Bacillus subtilis 6% Pemeraman 14 Hari.....	112
Tabel 4.44 Data Hasil Pengujian Batas Cair SCB 5% + Bakteri Bacillus subtilis 6%	113
Tabel 4.45 Data Hasil Pengujian Batas Cair SCB 10% + Bakteri Bacillus subtilis 6%	116
Tabel 4.46 Data Hasil Pengujian Batas Cair SCB 15% + Bakteri Bacillus subtilis 6%	118
Tabel 4.47 Data Hasil Pengujian Batas Plastis (PL) SCB 5% + Bakteri Bacillus subtilis 6%	120
Tabel 4.48 Data Hasil Pengujian Batas Plastis (PL) SCB 10% + Bakteri Bacillus subtilis 6%.....	121
Tabel 4.49 Data Hasil Pengujian Batas Plastis (PL) SCB 15% + Bakteri Bacillus subtilis 6%.....	122
Tabel 4.50 Data Hasil Pengujian Plasticity index SCB 5% + Bakteri Bacillus subtilis 6%	123
Tabel 4.51 Data Hasil Pengujian Plasticity index SCB 10% + Bakteri Bacillus subtilis 6%	123
Tabel 4.52 Data Hasil Pengujian Plasticity index SCB 5% + BBS 6%	123
Tabel 4.53 Data Hasil Pengujian Batas Susut SCB 5% + BBS 6%	124
Tabel 4.54 Data Hasil Pengujian Batas Susut SCB 10% + BBS 6%	125
Tabel 4.55 Data Hasil Pengujian Batas Susut SCB 15% + BBS 6%	126
Tabel 4.56 Data Hasil Pengujian Proctor Pada Tanah Variasi Serbuk Cangkang Bekicot 5% dengan.....	128
Tabel 4.57 Data Hasil Pengujian Proctor Pada Tanah Variasi Serbuk Cangkang Bekicot 5% dengan Bakteri Bacillus subtilis 6%.....	130
Tabel 4.58 Data Hasil Pengujian Proctor Pada Tanah Variasi Serbuk Cangkang Bekicot 5% dengan Bakteri Bacillus subtilis 6.....	132
Tabel 4.59 Data Hasil Pengujian Proctor Pada Tanah Variasi Serbuk Cangkang Bekicot 10% dengan Bakteri Bacillus subtilis 6%.....	137

Tabel 4.60 Data Hasil Pengujian Proctor Pada Tanah Variasi Serbuk Cangkang Bekicot 10% dengan Bakteri <i>Bacillus subtilis</i> 6%	139
Tabel 4.61 Data Hasil Pengujian Proctor Pada Tanah Variasi Serbuk Cangkang Bekicot 10% dengan Bakteri <i>Bacillus subtilis</i> 6%	141
Tabel 4.62 Data Hasil Pengujian Proctor Pada Tanah Variasi Serbuk Cangkang Bekicot 15% dengan Bakteri <i>Bacillus subtilis</i> 6%	146
Tabel 4.63 Data Hasil Pengujian Proctor Pada Tanah Variasi Serbuk Cangkang Bekicot 15% dengan Bakteri <i>Bacillus subtilis</i> 6%	148
Tabel 4.64 Data Hasil Pengujian Proctor Pada Tanah Variasi Serbuk Cangkang Bekicot 15% dengan Bakteri <i>Bacillus subtilis</i> 6%	150
Tabel 4.65 Data Unconfined Compressive Strength (UCS) tanah dengan campuran serbuk cangkang bekicot 5% dan bakteri <i>Bacillus subtilis</i> 6% peram 0 hari	156
Tabel 4.66 Data Pengujian (UCS) Tanah Variasi Serbuk Cangkang Bekicot 5% dengan Bakteri <i>Bacillus subtilis</i> 6% peram 7 hari	158
Tabel 4.67 Data Pengujian (UCS) Tanah Variasi Serbuk Cangkang Bekicot 5% dengan Bakteri <i>Bacillus subtilis</i> 6% peram 14 hari	160
Tabel 4.68 Data Pengujian (UCS) Tanah Variasi Serbuk Cangkang Bekicot 10% dengan Bakteri <i>Bacillus subtilis</i> 6% peram 0 hari	162
Tabel 4.69 Data Pengujian (UCS) Tanah Variasi Serbuk Cangkang Bekicot 10% dengan Bakteri <i>Bacillus subtilis</i> 6% peram 7 hari	164
Tabel 4.70 Data Pengujian (UCS) Tanah Variasi Serbuk Cangkang Bekicot 10% dengan Bakteri <i>Bacillus subtilis</i> 6% peram 14 hari	167
Tabel 4.71 Data Pengujian (UCS) Tanah Variasi Serbuk Cangkang Bekicot 15% dengan Bakteri <i>Bacillus subtilis</i> 6% peram 0 hari	169
Tabel 4.72 Data Pengujian (UCS) Tanah Variasi Serbuk Cangkang Bekicot 15% dengan Bakteri <i>Bacillus subtilis</i> 6% peram 7 hari	171
Tabel 4.73 Data Pengujian (UCS) Tanah Variasi Serbuk Cangkang Bekicot 15% dengan Bakteri <i>Bacillus subtilis</i> 6% peram 14 hari	174
Tabel 4.74 Rekapitulasi Hasil Pengujian Tanah Asli	176
Tabel 4.75 Rekapitulasi Pengujian Batas Konsistensi Tanah	180
Tabel 4.76 Rekapitulasi Pengujian Sifat Fisis dan Mekanis Tanah dengan Campuran Serbuk Cangkang Bekicot dan Bakteri <i>Bacillus subtilis</i>	205
Tabel 4.77 Perbandingan Kadar Air dengan Peneliti Terdahulu	206
Tabel 4.78 Perbandingan Nilai Kuat Tekan Bebas dengan Peneliti Terdahulu	208

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Dokumentasi Pengujian Sifat Fisis dan Mekanis Tanah	L1
Lampiran 2 Form Pengujian Sifat Fisis dan Mekanis Tanah.....	L4
Lampiran 3 Letter Of Acceptance (LoA) Jurnal	L8
Lampiran 4 Lembar Bimbingan & Persetujuan Dosen Pembimbing	L9
Lampiran 5 Perintah Revisi Sidang Tugas Akhir.....	L13
Lampiran 6 Hasil Turnitin Tugas Akhir	L16
Lampiran 7 Media Massa	L17
Lampiran 8 ST Panitia Prodi	L18
Lampiran 9 Bukti Korespondensi Artikel Jurnal	L21
Lampiran 10 Surat Rekomendasi Cetak Tugas Akhir	L26
Lampiran 11 Syarat Rekomendasi Cetak Buku Tugas Akhir	L27
Lampiran 12 Form Pengumpulan Bahan dan Benda Uji	L29
Lampiran 13 Lembar Publikasi Tugas Akhir	L31

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

DAFTAR RUMUS

Rumus (2.1)	17
Rumus (2.2)	21
Rumus (2.3)	22
Rumus (2.4)	22
Rumus (2.5)	23
Rumus (2.6)	24
Rumus (2.7)	25
Rumus (2.8)	27
Rumus (2.9)	28
Rumus (2.10).....	28
Rumus (2.11).....	28
Rumus (2.12).....	30
Rumus (2.13).....	30
Rumus (2.14).....	31
Rumus (2.15).....	31
Rumus (2.16).....	32
Rumus (2.17).....	33
Rumus (2.18).....	33
Rumus (2.19).....	33
Rumus (2.20).....	34
Rumus (2.21).....	34
Rumus (2.22).....	35
Rumus (2.23).....	36
Rumus (2.24).....	37

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

DAFTAR SIMBOL

PI	= Indeks plastisitas (%)
CF	= Persentase fraksi lempung, berdiameter kurang dari 0,002 (%)
W _c	= Kadar air dalam persen
w ₁	= Berat cawan (gram)
w ₂	= Berat cawan + tanah basah (gram)
w ₃	= Berat cawan + tanah kering (gram)
F _t	= Koreksi temperatur Dari Tabel
F _z	= Zero correction,
F _m	= Koreksi miniscus
A	= Harga yang diperoleh dari tabel Berdasarkan pembacaan suhu dan nilai G _s
D	= Diameter butir-butir tanah)
W _w	= Berat air (gr)
W _s	= Berat tanah kering oven (gr)
m ₁	= Berat tanah basah dalam percobaan (g)
m ₂	= Berat tanah kering oven (g)
v ₁	= Volume tanah basah dalam cawan (gr)
v ₂	= Volume tanah kering oven (gr)
γ _w	= Berat jenis air
γ _t	= Berat volume tanah (gr/cm ³)
W _{sc}	= Berat tanah + Cawan gelas kaca (gr)
M _c	= Berat cawan gelas kaca (gr)
V	= Volume tanah (gr) = $\frac{MRL - Mm}{\rho}$
MRL _m	= Berat air raksa luber + Mangkok (gr)
M _m	= Berat Mangkok Luber (gr)
ρ	= Massa Jenis Air raksa (13,6 g/cm ³)
G _s	= Berat spesifik Butiran, gr/cm ³
a	= Berat Piknometer, gr
b	= Berat Piknometer + aquades, gr
c	= Berat Piknometer + Sampel tanah, gr
d	= Berat Piknometer + aquades + Sampel Tanah, gr
T ₁	= Temperatur awal ° C
T ₂	= Temperatur setelah 24 jam ° C
γ _{mi}	= Berat volume tanah lembab (tiap sample) (gr/cm ³)
W _s	= Berat tanah biasa (gr)
V	= Volume Cetakan (0,25 π.D ² .H) (cm ³)

γ_{di} = Berat volume tanah kering (tiap sample) (gr/cm³)
 γ_{mi} = Berat volume tanah lembab (tiap sample) (gr)
 w_c = Kadar Air (tiap sample) (cm³)