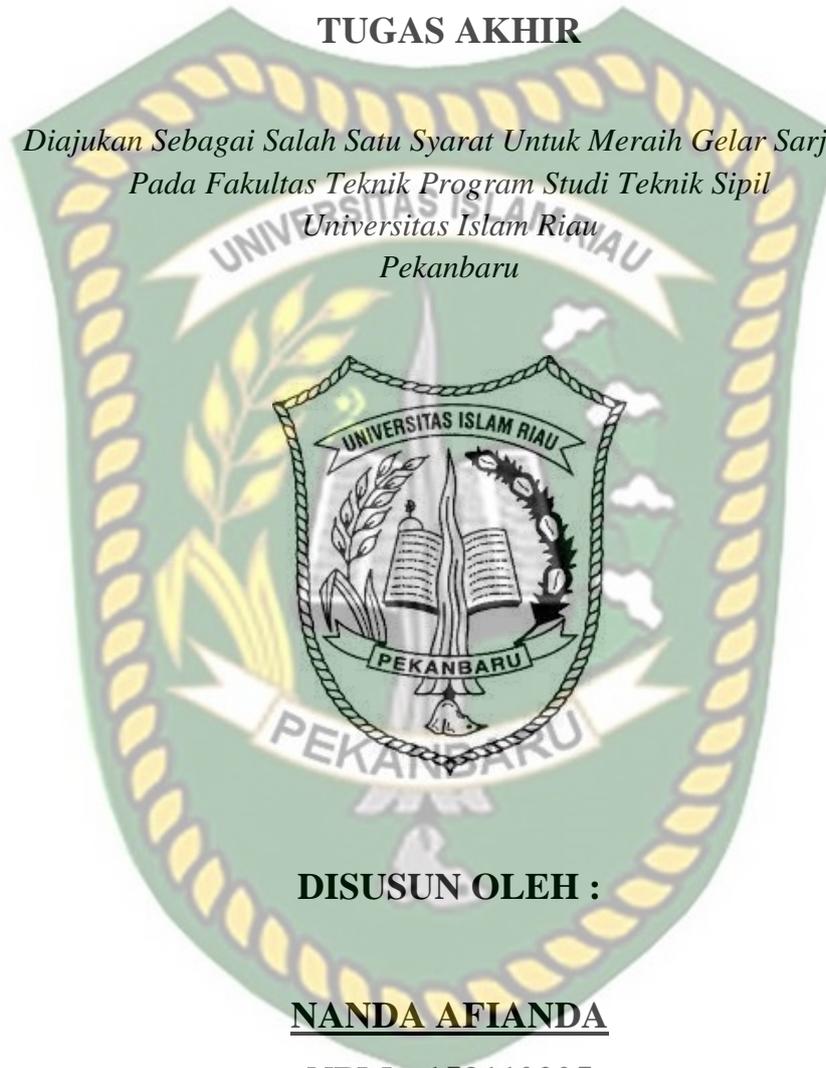


STABILISASI TANAH GAMBUT DENGAN TEKNIK *BIO-GRROUTING* MELALUI BANTUAN BAKTERI

TUGAS AKHIR

*Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Meraih Gelar Sarjana
Pada Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil
Universitas Islam Riau
Pekanbaru*



DISUSUN OLEH :

NANDA AFIANDA

NPM : 153110205

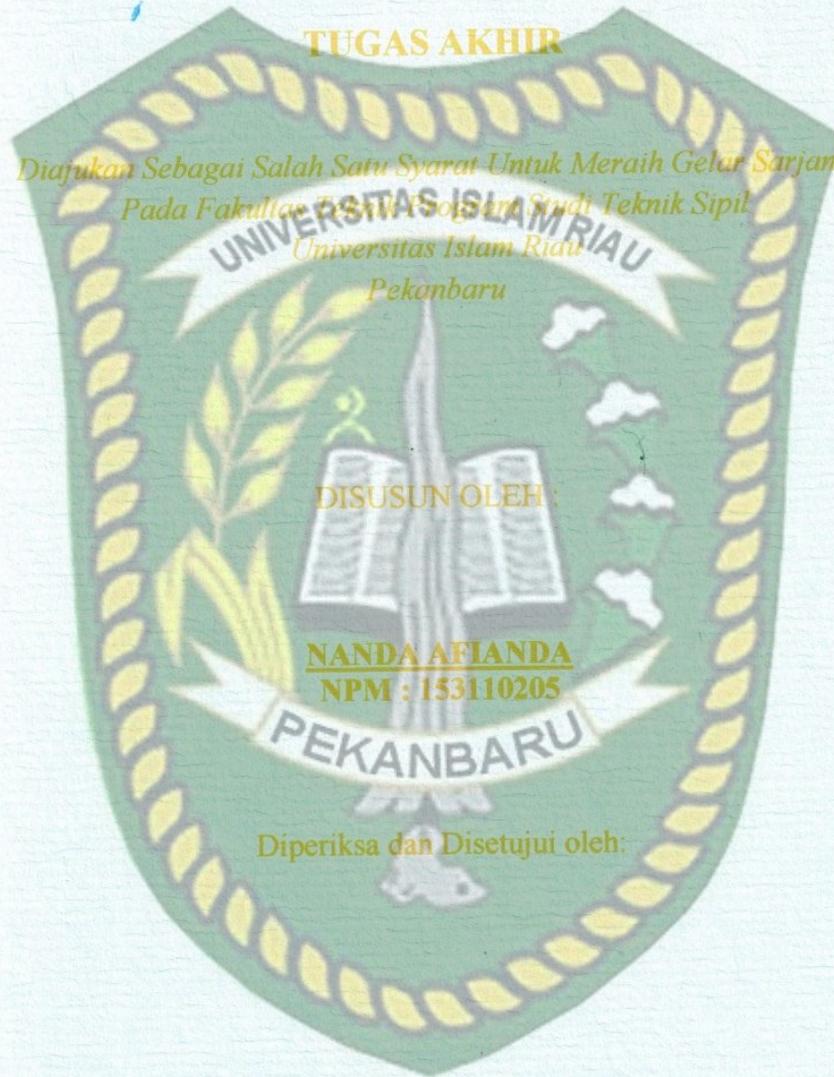
**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ISLAM RIAU
PEKANBARU**

2022

STABILISASI TANAH GAMBUT DENGAN TEKNIK *BIO-GRROUTING* MELALUI BANTUAN BAKTERI

TUGAS AKHIR

*Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Meraih Gelar Sarjana
Pada Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil
Universitas Islam Riau
Pekanbaru*



DISUSUN OLEH :

NANDA AFIANDA
NPM : 153110205

Diperiksa dan Disetujui oleh:

Firman Syarif, ST., M.Eng
Pembimbing

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Nanda Afianda', is written over a horizontal line.

Tanggal : 5 Agustus 2022

HALAMAN PENGESAHAN

TUGAS AKHIR

**STABILISASI TANAH GAMBUT DENGAN TEKNIK *BIO-GROUTING*
MELALUI BANTUAN BAKTERI**



NANDA AFIANDA
NPM : 153110205

*Telah Disetujui Didepan Dewan Penguji Tanggal 5 Agustus 2022
Dan Dinyatakan Telah Memenuhi Syarat Untuk Diterima*

SUSUNAN DEWAN PENGUJI

Firman Syarif, ST., M.Eng

Pembimbing

Dr. Yolly Adriati, ST., MT

Penguji I

Sy. Sarah Alwiyah, ST., MT

Penguji II

HALAMAN PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan :

1. Karya tulis ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademi (Srata Satu), di Universitas Islam Riau.
2. Karya tulis ini merupakan gagasan rumusan penelitian saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain kecuali arahan dari dosen pembimbing.
3. Dalam karya tulis ini tidak terdapat karya atau pendapat orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar pustaka.
4. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila kemudian hari terdapat penyimpangan dan tidak kebenaran dalam pernyataan ini. Maka saya bersedia sanksi akademik dengan pencabutan gelar yang sudah diperoleh, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di perguruan tinggi.

Pekanbaru, 22 Agustus 2022
Peneliti




NANDA AFIANDA
NPM : 153110205

Dokumen ini adalah Arsip Miik :

Perpustakaan Universitas Islam Riau

KATA PENGANTAR



Dokumen ini adalah Arsip Miik :
Perpustakaan Universitas Islam Riau

**STABILISASI TANAH GAMBUT DENGAN TEKNIK *BIO-GROUTING*
MELALUI BANTUAN BAKTERI**

**NANDA AFIANDA
[153110205]**

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warahmatullah Wabarakatuh

Puji dan syukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, taufiq dan hidayah-Nya, sehingga peneliti dapat menyusun dan menyelesaikan penulisan tugas akhir ini. Shalawat beserta salam tak lupa pula diucapkan kepada baginda Rasulullah Nabi Muhammad SAW beserta keluarga dan para umatnya sampai akhir zaman. Berkat segala perjuang-Nya memerangi zaman kebodohan menuju zaman yang penuh dengan iman dan pengetahuan yang bisa kita nikmati hingga saat ini.

Setelah melalui proses yang panjang akhirnya peneliti dapat menyelesaikan Proposal Tugas Akhir yang berjudul **“Stabilisasi Tanah Gambut Dengan Teknik *Bio-Grouting* Melalui Bantuan Bakteri”** yang disusun sebagai persyaratan mengikuti kurikulum akademis pada Program Studi Strata Satu (S1) Teknik Sipil Universitas Islam Riau (UIR) sebagai syarat untuk mendapatkan Sarjana Teknik (ST).

Mengingat keterbatasan kemampuan yang dimiliki oleh peneliti, maka peneliti menyadari bahwa tugas akhir ini masih jauh dari kata kesempurnaan dan tidak luput dari kesalahan. Oleh karena itu dengan segala kerendahan hati peneliti menerima kritikan dan saran yang bersifat membangun dari para pembaca demi kebaikan dan kesempurnaan tugas akhir ini.

Pekanbaru, 22 Agustus 2022

NANDA AFIANDA
153110205

UCAPAN TERIMAKASIH

Assalamu'alaikum Warahmatullah Wabarakatuh

Puji dan syukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, taufiq dan hidayah-Nya, sehingga peneliti dapat menyusun dan menyelesaikan penulisan Tugas Akhir yang berjudul “**Stabilisasi Tanah Gambut Dengan Teknik *Bio-Grouting* Melalui Bantuan Bakteri**” yang disusun sebagai persyaratan mengikuti kurikulum akademis pada Program Studi Strata Satu (S1) Teknik Sipil Universitas Islam Riau (UIR) sebagai syarat untuk mendapatkan Sarjana Teknik (ST). Peneliti menyadari bahwa penelitian ini tidak akan terwujud tanpa adanya dorongan dan motivasi dari berbagai pihak. Maka dengan segala kerendahan hati peneliti ingin menyampaikan dan mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu peneliti ini dengan memberikan dorongan dan dukungan yang tak terhingga terutama kepada :

1. Bapak Prof. Dr. H. Syafrinaldi, S.H., M.C.L. sebagai Rektor Universitas Islam Riau.
2. Bapak Dr. H. Syafhendry, M.Si, Wakil Rektor Bidang Akademik Universitas Islam Riau.
3. Bapak Dr. Eng. Muslim, ST., MT, Dekan Fakultas Teknik Universitas Islam Riau.
4. Ibu Dr. Mursyidah, S.Si., M.Sc, Wakil Dekan I Fakultas Teknik Universitas Islam Riau.
5. Bapak Dr. Anas Puri, ST., MT, Wakil Dekan II Fakultas Teknik Universitas Islam Riau.
6. Bapak Akmar Efendi, S.Kom, M.Kom, Wakil Dekan III Fakultas Teknik Universitas Islam Riau.
7. Ibu Harmiyati, ST., M.si. Ketua Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Riau.

8. Ibu Sapitri, ST., MT. Sekretaris Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Riau.
9. Bapak Firman Syarif, ST., M.Eng Selaku Dosen Pembimbing.
10. Ibu Dr. Yolly Adriati, ST., MT Selaku Dosen Penguji I.
11. Ibu Sy. Sarah Alwiyah, ST., MT Selaku Dosen Penguji II.
12. Seluruh Dosen Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Riau.
13. Seluruh Staf dan Karyawan/i Tata Usaha (TU) Fakultas Teknik Universitas Islam Riau.
14. Seluruh Staf dan Karyawan/i Perpustakaan Teknik Universitas Islam Riau.
15. Teristimewa kepada Orang Tua tercinta, Ayahanda Ariswan, Ibunda Almh. Hardaini, Abang/Kakak dan adik, terimakasih sebanyak-banyaknya atas doa yang tidak pernah putus dan dukungan baik materi, kasih sayang, dan semangat yang tidak henti-hentinya dalam menyelesaikan penelitian Tugas Akhir ini.
16. Teruntuk teman seperjuangan Abdussalam, ST, Ade Renaldy, Ade Saputra, Angie Anggraeny, Arif Qomar Ali, Rispanda, Said M. Fuad, ST, dan terutama Faiz Ikbar, ST yang selalu membantu dalam tugas akhir ini. Mohon maaf tidak bisa saya sebutkan satu persatu namanya yang selalu memberi semangat dan dukungannya dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
17. Kepada kak Miswarti, ST., MT, bang Rachmat Hidayat ST, Iwal, Rafi, yang ada di Laboratorium Teknik Sipil memberi bimbingan serta bantuan.
18. Buat teman-teman lainnya di Fakultas Teknik serta semua pihak yang telah banyak membantu peneliti dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini. Mohon maaf tidak bisa saya sebutkan satu persatu namanya yang selalu memberi semangat dan dukungannya dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Pekanbaru, 22 Agustus 2022

Peneliti

NANDA AFIANDA
153110205

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
UCAPAN TERIMAKASIH	ii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR NOTASI	x
ABSTRAK	xi
ABSTRACT	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	3
1.3. Tujuan Penelitian	3
1.4. Manfaat Penelitian	3
1.5. Batasan Masalah	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1. Umum	5
2.2. Penelitian Terdahulu	5
2.3. Keaslian Penelitian.....	7
BAB III LANDASAN TEORI	11
3.1. Umum	11
3.2. Tanah Gambut.....	11
3.3. Klasifikasi Tanah Gambut	12
3.4. Sifat Fisik Tanah Gambut	13

3.4.1	Kadar Air Tanah (ASTM D 2216 – 71).....	14
3.4.2	Distribusi Ukuran Butiran (ASTM D 2487 dan ASTM 152 H)	15
3.4.3	Pemeriksaan Berat Jenis (ASTM D 854).....	16
3.4.4	Uji Pematatan di Laboratorium (ASTM D 698)	17
3.4.5	Uji CBR (<i>California Bearing Rasio</i>) (ASTM D 1883)	18
3.5.	Stabilisasi Tanah	18
3.6.	Stabilisasi Dengan Cara Penambahan Bahan Tambahan.....	20
3.6.1.	Teknologi <i>Grouting</i>	21
3.6.2.	<i>Bacillus Subtilis</i>	22
3.6.3.	Karakteristik <i>Bacillus Subtilis</i>	22
BAB IV METODE PENELITIAN		24
4.1.	Umum	24
4.2.	Lokasi Penelitian Dan Pengujian	24
4.3.	Jenis Penelitian.....	24
4.4.	Peralatan Yang Digunakan	25
4.4.1.	Kadar Air Tanah (ASTM D 2216 – 92).....	25
4.4.2.	Pengujian Berat Jenis (ASTM D 854)	25
4.4.3.	Pengujian <i>Proctor Test</i> (ASTM D 698).....	25
4.4.4.	Pengujian CBR (<i>California Bearing Ratio</i> , ASTM D 1883).....	26
4.4.5.	Pembuatan Sampel.....	26
4.5.	Bahan Penelitian	27
4.5.1.	Tanah	27
4.5.2.	Bakteri <i>Baccilus Subtillis</i>	27
4.5.3.	Urea.....	28
4.5.4.	CaCl ₂ (Kalsium Kloride).....	29

4.6.	Tahapan Pelaksanaan Penelitian	29
4.6.1.	Pengujian Propertis Tanah Asli	29
4.6.2.	Pengujian Propertis Tanah Terstabilisasi.....	30
4.6.3.	Pemeriksaan Berat Jenis (ASTM D 854).....	30
4.6.4.	Pengujian Kadar Air Tanah (ASTM D 2216-92)	31
4.6.5.	Pengujian Kepadatan (ASTM D 698).....	31
4.6.6.	Pembuatan Larutan Sementasi dengan Bakteri	32
4.6.7.	Proses Pencampuran Larutan Bakteri Sampel dengan Benda Uji	33
4.6.8.	Pengujian Kuat Tekan CBR (<i>California Bearing Ratio</i> , ASTM D 1883)	33
4.6.9.	Pemeraman Sampel.....	34
4.7.	Cara Analisis Data	34
4.8.	Analisis Data.....	34
4.9.	Membandingkan Nilai CBR pada Tanah Asli dan Tanah Campuran Bakteri.....	35
4.10.	Tahapan Pengerjaan Penelitian.....	35
BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN		37
5.1	Umum	37
5.2	Pengujian Pendahuluan.....	37
5.2.1.	Uji Kadar Air Tanah Asli (Tanah Gambut)	37
5.2.2.	Berat Spesifik (Gs) atau Berat Jenis	37
5.2.3.	Pengujian Pematatan (<i>Proctor Test</i>)	38
5.2.4.	Sifat-sifat Tanah Gambut.....	38
5.3	Pengujian <i>California Bearing Ratio</i> (CBR).....	39
5.3.1.	Pengujian <i>California Bearing Ratio</i> (CBR) dengan Tambahan Larutan Bakteri 0 % (Tanah Asli).....	39

5.3.2.	Pengujian <i>California Bearing Ratio</i> (CBR) dengan Tambahan Larutan Bakteri 5 % (Tanah Asli).....	39
5.3.3.	Pengujian <i>California Bearing Ratio</i> (CBR) dengan Tambahan Larutan Bakteri 10 % (Tanah Asli).....	40
5.3.4.	Pengujian <i>California Bearing Ratio</i> (CBR) dengan Tambahan Larutan Bakteri 15 % (Tanah Asli).....	40
5.3.5.	Pengujian <i>California Bearing Ratio</i> (CBR) dengan Tambahan Larutan Bakteri 20 % (Tanah Asli).....	41
5.3.6.	Hasil Pengujian CBR Tanah Gambut dengan Campuran Larutan Sementasi (Reagen Bakteri).....	41
5.4	Kebutuhan Bahan Material Penelitian	43
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN.....		46
6.1	Kesimpulan	46
6.2	Saran	47
DAFTAR PUSTAKA		48
LAMPIRAN A DATA HASIL LABOR		
LAMPIRAN B DOKUMENTASI		
LAMPIRAN C SURAT-SURAT		

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Keaslian Penelitian.....	7
Tabel 3.1 Sifat-sifat Fisik Tanah Gambut.....	12
Tabel 3.2 Ukuran-ukuran Ayakan.....	14
Tabel 3.3 Berat jenis tanah (<i>Specific Gravity</i>).....	16
Tabel 4.1 Tabel Jumlah Pembuatan Sampel.....	25
Tabel 4.2 Bahan Campuran Larutan Bakteri.....	32
Tabel 5.1 Sifat-sifat Fisik Tanah Gambut Desa Kualu Nenas.....	51
Tabel 5.2 Hasil pengujian CBR tanah gambut dengan campuran reagen bakteri untuk pemeraman 1 hari.....	39
Tabel 5.3 Hasil pengujian CBR tanah gambut dengan campuran reagen bakteri untuk pemeraman 4 hari.....	40
Tabel 5.4 Tabel Kebutuhan Bahan Material Pengujian CBR Tanah Asli.....	42
Tabel 5.5 Tabel Kebutuhan Bahan Material Pengujian CBR Tanah campuran.....	43

DAFTAR GAMBAR

Gambar 4.1 Peta Lokasi penelitian	22
Gambar 4.2 Bahan Bakteri <i>Bacillus Subtilis</i>	26
Gambar 4.3 Bahan Urea.....	26
Gambar 4.4 Bahan CaCl ₂	27
Gambar 4.2 Bagan Alir Pelaksanaan Penelitian	28
Gambar 5.1 Grafik nilai pengujian CBR tanah gambut dengan campuran larutan reagen bakteri untuk pemeraman 1 hari.....	41
Gambar 5.2 Grafik nilai pengujian CBR tanah gambut dengan campuran larutan reagen bakteri untuk pemeraman 4 hari.....	42

DAFTAR NOTASI

Ac	= Kandungan Abu
ASTM	= <i>American Standart Testing and Material</i>
°c	= Derajat Celcius
CBR	= <i>Califonia Bearing Ratio</i>
cm	= Sentimeter
cm ³	= Sentimeter Kubik
Gs	= <i>Specific Gravity</i> /Berat Jenis
gr	= Gram
k	= Rembesan
MDD/γd maks	= Berat Isi Kering Maksimum
ml	= Mililiter
mm	= Milimeter
Oc	= Kandungan Organik
OMC	= Kadar Air Optimum
pH	= Keasaman
W	= Kadar Air

**STABILISASI TANAH GAMBUT DENGAN TEKNIK *BIO-GROUTING*
MELALUI BANTUAN BAKTERI**

NANDA AFIANDA
153110205

ABSTRAK

Dalam bidang teknik sipil tanah merupakan tempat berdirinya berbagai macam jenis konstruksi atau struktur, baik struktur bangunan gedung ataupun konstruksi jalan raya. Pada pekerjaan konstruksi pembangunan jalan raya tanah merupakan salah satu yang harus diperhatikan. Penelitian bertujuan untuk menentukan persentase yang efektif dalam penambahan reagen bakteri dengan teknik *bio-grouting* melalui bantuan bakteri *bacillus subtilis* terhadap perubahan nilai CBR (*California Bearing Ratio*) terhadap masa pemeraman.

Penelitian ini dilakukan di laboratorium, dengan melakukan pengujian sifat-sifat fisik tanah, dan kuat dukung tanah (CBR) dengan variasi penambahan reagen bakteri 0%, 5%, 10%, 15% dan 20% dengan lama pemeraman 1 dan 4 hari.

Hasil penelitian tanah gambut memiliki berat jenis sebesar 1,53, kadar air sebesar 351,092 %, kadar air optimum (OMC) sebesar 132% dan nilai kepadatan kering maksimum (γ_d maks) sebesar 0,40 gr/cm³. Nilai CBR tanah gambut asli terbesar yaitu pada pemeraman 4 hari sebesar 0,76%. Setelah distabilisasi dengan campuran, nilai CBR terbesar yaitu pada variasi penambahan reagen bakteri 5% dengan waktu pemeraman 4 hari sebesar 0,76%. Berdasarkan penelitian yang sudah dilakukan dapat disimpulkan bahwa menambahkan reagen bakteri *bacillus subtilis* tidak dapat digunakan sebagai bahan tambahan untuk perbaikan tanah gambut, maka dapat ditambah dengan bahan campuran lain.

Kata Kunci : Stabilisasi, *Bio-Grouting*, Tanah Gambut, *Bacillus Subtilis*

**STABILIZATION OF PEAT SOIL WITH BIO-GROUTING TECHNIQUE
THROUGH THE HELP OF BACTERIA**

NANDA AFIANDA
153110205

ABSTRACT

*In the field of civil engineering, land is a place where various types of construction or structures are established, both building structures and highway constructions. In construction work, the construction of a dirt highway is one that must be considered. The aim of the study was to determine the percentage that was effective in adding bacterial reagents using the bio-grouting technique with the help of *Bacillus subtilis* bacteria on changes in the CBR (California Bearing Ratio) value against the ripening period.*

This research was conducted in a laboratory, by testing the physical properties of the soil and the bearing strength of the soil (CBR) with variations in the addition of bacterial reagents of 5%, 10%, 15% and 20% with curing time of 1 and 4 days.

*The results of the research on peat soil have a specific gravity of 1.53, water content of 351.092 %, maximum water content (OMC) of 132% and maximum dry density value (γ_d max) of 0.40 gr/cm³. The largest CBR value of native peat soil was at 4 days of curing of 0.76%. After being stabilized with the mixture, the largest CBR value was in the variation of the addition of 5% bacterial reagent with a 4-day curing time of 0.76%. Based on the research that has been done, it can be concluded that adding *Bacillus subtilis* bacterial reagent cannot be used as an additive for improving peat soil, so it can be added with other mixed materials.*

Keywords : *Stabilization, Bio-Grouting, Peat, Bacillus Subtilis*

BAB I
PENDAHULUAN



Dokumen ini adalah Arsip Miik :
Perpustakaan Universitas Islam Riau

**STABILISASI TANAH GAMBUT DENGAN TEKNIK *BIO-GROUTING*
MELALUI BANTUAN BAKTERI**

NANDA AFIANDA
[153110205]

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Tanah adalah material yang terdiri dari agregat (butiran) mineral-mineral padat yang tidak tersementasi (terikat secara kimia) satu sama lain dari bahan-bahan organik yang telah melapuk (yang berpartikel padat) disertai zat cair dan gas yang mengisi ruang-ruang kosong diantara partikel-partikel padat tersebut (Das, 1995).

Tanah gambut (*peat*) merupakan campuran dari fragmen material organik yang berasal dari tumbuh-tumbuhan yang telah berubah sifatnya secara kimiawi dan menjadi fosil, material gambut yang berada di bawah permukaan mempunyai daya mampat yang tinggi dibandingkan dengan material tanah pada umumnya, tanah gambut umumnya berwarna coklat tua sampai dengan hitam karena terbentuk dari proses pelapukan dan pembusukan tumbuh tumbuhan, maka tanah gambut memiliki bau yang khas. Proses pembentukan tersebut menyebabkan tanah gambut mempunyai sifat fisik maupun sifat teknis yang tidak menguntungkan untuk bangunan sipil yang berada di atas tanah gambut. Sifat fisik tersebut antara lain kadar air yang tinggi, berat volume tanah yang cukup kecil, angka pori yang besar, dan kandungan organik yang tinggi. Sifat fisik yang tidak menguntungkan tersebut secara otomatis mempengaruhi perilaku teknis tanah gambut, tanah gambut mempunyai daya dukung yang sangat rendah dan pemampatan yang besar dan tidak merata sehingga banyak bangunan sipil rusak akibat perilaku tersebut (Mochtar, dkk., 2014).

Menurut Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, (2020) luas wilayah tanah gambut di Provinsi Riau yaitu 61,54% atau sekitar 2.637.704 Hektar lahan gambut. Desa Kualu Nenas, Kecamatan Tambang, Kabupaten Kampar, merupakan salah satu wilayah di provinsi Riau yang memiliki lahan tanah gambut.

Stabilisasi tanah merupakan usaha untuk memperbaiki sifat tanah secara teknis dengan menggunakan bahan-bahan tertentu. Pekerjaan ini umumnya dilakukan dengan mencampur tanah dengan jenis tanah lain sehingga gradasi yang diinginkan bisa didapatkan. Selain itu, pencampuran tanah juga dapat dilakukan dengan menggunakan bahan-bahan buatan pabrik agar sifat-sifat teknis dari tanah bisa lebih baik.

Beberapa metode perbaikan tanah telah diterapkan pada tanah gambut berupa, perbaikan tanah secara fisik, mekanis maupun kimia. Hanya saja, metode perbaikan yang telah diterapkan tersebut mempunyai kelebihan dan kekurangan. Usaha stabilisasi tanah yang biasa dilakukan adalah dengan menambah bahan kimia pada tanah sehingga terjadi reaksi kimia yang mengakibatkan ikatan antara butir-butir tanah tersebut menjadi kompak, salah satu proses penambahan bahan kimia ke dalam tanah yaitu dengan metode *grouting*, namun metode *grouting* yang selama ini dilakukan pada umumnya tidak ramah lingkungan karena menggunakan bahan berupa suspensi (semen, lempung-semen, *pozzolan*, *bentonite*, dsb) atau emulsi (aspal, dsb). Padahal semua bahan kimia untuk *grouting*, kecuali sodium silikat adalah toksik atau berbahaya (Karol, 2003).

Dengan adanya permasalahan yang ada tersebut lalu dibentuklah sebuah ide perbaikan tanah yang ramah lingkungan. Teknik perbaikan ini dilakukan menggunakan metode *bio-grouting* dengan bantuan bakteri *Bacillus subtilis*. *Bio-grouting* adalah teknik stabilisasi tanah yang melibatkan mikroorganisme yang diinduksi *calcium carbonate* (CaCO_3) presipitasi. Pengendapan *calcium carbonate* bertindak sebagai pengikat kristal antar sel itu merangsang proses sementasi diantara butiran tanah. Jenis tanah yang dipilih untuk penerapan teknologi *bio-grouting* ini adalah tanah gambut dengan mikroorganismenya adalah bakteri *Bacillus subtilis*. Perbaikan nilai CBR tanah gambut dengan teknik *bio-grouting* melalui bantuan bakteri *Bacillus subtilis* tersebut yang akan digunakan sebagai teknik perbaikan pada penelitian ini. Untuk itu peneliti tertarik untuk melakukan penelitian stabilisasi tanah gambut menggunakan campuran bakteri di Desa Kualu Nenas.

1.2. Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dalam penelitian berikut adalah :

1. Bagaimanakah karakteristik tanah Desa Kualu Nenas, Kecamatan Tambang, Kabupaten Kampar, Provinsi Riau ?
2. Bagaimana pengaruh dari penambahan bakteri dengan menggunakan metode *biogrouting* terhadap kadar air dan nilai CBR (*California Bearing Ratio*) pada tanah gambut di Desa Kualu Nenas, Provinsi Riau ?

1.3. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini berikut :

1. Untuk menilai karakteristik tanah Desa Kualu Nenas, Kecamatan Tambang, Kabupaten Kampar, Provinsi Riau.
2. Untuk membandingkan pengaruh dari penambahan bakteri menggunakan metode *bio-grouting* terhadap kadar air dan nilai CBR (*California Bearing Ratio*) dengan tanah asli pada tanah gambut di Desa Kualu Nenas, Kecamatan Tambang, Kabupaten Kampar.

1.4. Manfaat Penelitian

Manfaat yang dapat diambil dari penelitian berikut :

1. Hasil penelitian ini dijadikan sebagai salah satu bukti bahwa bakteri dapat dijadikan sebagai salah satu alternatif untuk stabilisasi tanah.
2. Untuk membandingkan kekuatan daya dukung tanah gambut yang telah distabilisasi bakteri dengan tanah gambut di lapangan dilihat dari kadar air dan nilai CBR (*California Bearing Ratio*).

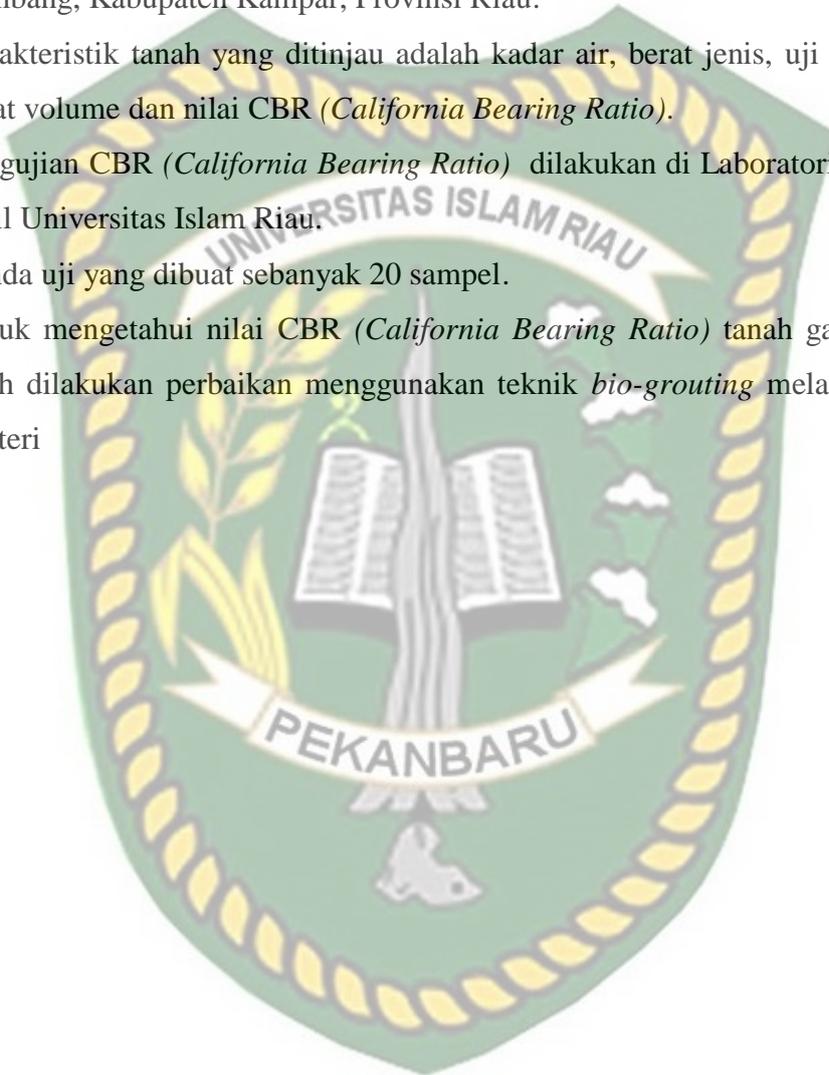
1.5. Batasan Masalah

Dalam hal ini, untuk mempersingkat dan memperjelas suatu penelitian agar dapat dibahas dengan baik dan tidak meluas, maka perlu direncanakan batasan masalah yang terdiri dari :

1. Metode perbaikan tanah ini menggunakan campuran bakteri *Bacillus subtilis* pada variasi penambahan reagen bakteri terhadap volume kadar air optimum benda uji CBR dengan persentase reagen bakteri 5%, 10%, 15%, dan 20%

dengan masa pemeraman benda uji CBR (*California Bearing Ratio*) selama 4 hari.

2. Tanah gambut yang digunakan berasal dari Desa Kualu Nenas, Kecamatan Tambang, Kabupaten Kampar, Provinsi Riau.
3. Karakteristik tanah yang ditinjau adalah kadar air, berat jenis, uji pemadatan, berat volume dan nilai CBR (*California Bearing Ratio*).
4. Pengujian CBR (*California Bearing Ratio*) dilakukan di Laboratorium Teknik Sipil Universitas Islam Riau.
5. Benda uji yang dibuat sebanyak 20 sampel.
7. Untuk mengetahui nilai CBR (*California Bearing Ratio*) tanah gambut yang telah dilakukan perbaikan menggunakan teknik *bio-grouting* melalui bantuan bakteri



BAB II
TINJAUAN PUSTAKA



Dokumen ini adalah Arsip Miik :
Perpustakaan Universitas Islam Riau

**STABILISASI TANAH GAMBUT DENGAN TEKNIK *BIO-GROUTING*
MELALUI BANTUAN BAKTERI**

NANDA AFIANDA
[153110205]

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Umum

Tinjauan pustaka memuat tentang hasil-hasil penelitian yang didapat oleh peneliti terdahulu serta memiliki hubungan erat serta landasan bagi peneliti yang dapat membantu memberikan teori-teori yang relevan dan memberi solusi untuk pemecah masalah pada penelitian yang sedang dilakukan.

2.2. Penelitian Terdahulu

Beberapa hasil penelitian yang pernah dilakukan antara lain sebagai berikut :

Amarullah, (2020) telah melakukan penelitian dengan judul “Perbaikan Permeabilitas Tanah Gambut menggunakan Campuran Pasir dan Teknik *Bio-Grouting* Berbahan Bakteri”. Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari pengaruh campuran pasir dan teknik *Bio-Grouting* dengan bantuan bakteri terhadap koefisien permeabilitas tanah gambut. Dari hasil tes pengujian sifat fisik tanah asli diketahui bahwa tanah lokasi Desa Buana Makmur km 55 Kecamatan Dayun Kabupaten Siak termasuk jenis tanah asli dengan kadar air 407,5 % dan berat spesifik (Gs) 1,3 gr. Dari pengujian permeabilitas yang dilakukan pencampuran pasir 5% dan penambahan 25% bakteri memiliki nilai koefisien permeabilitas terendah dibandingkan tanah asli dan tanah campuran pasir dengan nilai koefisien permeabilitas $K_{20^{\circ}\text{C}} = 1,166 \times 10^{-3} \text{ cm/detik}$.

Nuratika, (2020) telah melakukan penelitian dengan judul “Perbaikan Sifat Tanah Gambut Kecamatan Dayun Kabupaten Siak Menggunakan Metode *Biogrouting* dengan Konsep *Microbially Induced Calcite Precipitation* (MICP)”. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan bakteri dengan menggunakan konsep *Microbially Induced Calcite Precipitation* (MICP) menggunakan metode *biogrouting* terhadap sifat fisik tanah gambut. Dengan penambahan reagen bakteri dengan variasi 5%, 10%, 15%, 20%, dan 25% didapat penambahan reagen bakteri 5% menjadi kadar air paling rendah dengan

penurunan 273,43% dan menjadi berat jenis efektif dengan kenaikan nilai G_s sebesar 0,47 dari nilai sampel benda uji tanpa perlakuan.

Mazela, (2020) telah melakukan penelitian dengan judul “Perbaikan Nilai CBR Tanah Gambut Dengan Menggunakan Campuran Pasir dan Teknik Bio-Grouting melalui Bantuan Bakteri *Bacillus Subtilis*”. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui campuran 5% pasir dan teknik bio-grouting melalui bantuan bakteri *Bacillus subtilis* pada variasi penambahan reagen bakteri 0%, 5%, 10%, 15%, 20% dan 25% dengan masa pemeraman benda uji selama 4 hari dalam perbaikan nilai CBR pada tanah gambut. Didapatkan Hasil pengujian CBR *unsoaked* pada benda uji CBR yang dicampurkan 5% pasir dan reagen bakteri sebanyak 0%, 5%, 10%, 15%, 20% dan 25% didapat nilai CBR 0,78%, 0,79%, 0,80%, 0,90%, 0,72% dan 0,62%. Pada benda uji CBR *unsoaked* yang dicampurkan 5% pasir dan reagen bakteri sebanyak 15% mengalami peningkatan dengan nilai 0,90%, dibandingkan dengan tanpa penambahan reagen bakteri dengan nilai CBR 0,78%. Dengan hasil nilai CBR tanah gambut yang telah bercampur 5% pasir dan reagen bakteri ini tidak memenuhi persyaratan jika digunakan sebagai bahan material *subgrade*, karena berdasarkan klasifikasi nilai CBR menurut Bowles (1992) masuk kedalam kategori sangat buruk (*very poor*).

(Norseta Ajie s, 2018) telah melakukan penelitian dengan judul “Stabilisasi Tanah Gambut Palangka Raya dengan Bahan Campuran Tanah Non Organik dan Kapur”. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui apakah indeks plastisitas (PI) tanah gambut mengalami perubahan setelah distabilisasi menggunakan tanah non organik dan kapur, juga untuk memperoleh nilai CBR tanah gambut setelah distabilisasi menggunakan kapur. Dengan variasi campuran kapur 5%, 10%, dan 15%. Proporsi campuran menggunakan 40% tanah gambut dan 60% tanah non organik (tanah granit). Didapatkan nilai CBR untuk campuran kapur 5% mengalami penurunan, dan untuk campuran 10% dan 15% mengalami peningkatan.

Dananjaya, (2016) telah melakukan penelitian dengan judul “Stabilisasi Tanah Gambut Menggunakan Campuran Serbuk Bata Merah Ditinjau dari Pengujian CBR”. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui nilai CBR tanah

gambut dengan variasi penambahan serbuk bata merah 3%, 5%, 7%, 9%, 11%, 13%, dan 15%. dengan kondisi terendam dan tidak terendam. Didapatkan pada variasi campuran 11% serbuk bata merah mendapatkan titik optimum nilai CBR sebesar 4,97% untuk yang terendam dan 5,47% untuk yang tidak terendam.

2.3. Keaslian Penelitian

Judul yang diajukan oleh peneliti dalam penelitian Tugas Akhir ini memang terdapat kesamaan dengan judul-judul peneliti terlebih dahulu namun tetap terdapat perbedaan-perbedaan seperti lokasi penelitian, kondisi tanah, metode penelitian, dan metode perhitungan yang digunakan. Maka dari itu seluruh penelitian ini belum pernah diteliti sebelumnya sebagai obyek penelitian Tugas Akhir sehingga peneliti merasa tertarik untuk melakukan penelitian ini.

Tabel 2.2 Keaslian Penelitian

Nama Peneliti	Metode Penelitian	Hasil Penelitian	Perbedaan
Amarullah, (2020)	Metode pengujian penelitian dengan mengacu pada prosedur ASTM (<i>American Society for Testing and Material</i>) dan SNI, pengujian pendahuluan yaitu pengujian kadar air tanah asli, pengujian berat jenis tanah asli dan pengujian pemadatan standar (<i>proctor test</i>), untuk pengujian permeabilitas menggunakan metode <i>falling head</i> . Tanah asli diambil di lokasi Desa Buana	Dari pengujian permeabilitas yang dilakukan pencampuran pasir 5% dan penambahan 25% bakteri memiliki nilai koefisien permeabilitas terendah dibandingkan tanah asli dan tanah campuran pasir dengan nilai koefisien permeabilitas $K_{20^{\circ}\text{c}} = 1,166 \times 10^{-3} \text{ cm/detik}$	Pada penelitian yang dilakukan oleh Amarullah (2020) selain menambahkan bakteri juga menambahkan pasir 5% dan melakukan pengujian pada koefisien permeabilitas, sedangkan pada penelitian yang dilakukan peneliti tidak menggunakan tambahan apapun selain bakteri dan peneliti melakukan pengujian CBR dan sifat fisik.

Tabel 2.1 Lanjutan

Nama Peneliti	Metode Penelitian	Hasil Penelitian	Perbedaan
	Makmur km 55 Kecamatan Dayun Kabupaten Siak, pasir 5% dari berat kering tanah, bahan tambahan bakteri dan CaCl ₂ serta Uruca		
Nuratika (2020)	Metode ujian penelitian ini mengacu pada prosedur ASTM (<i>American Society for Testing and Material</i>) dan SNI. Uji pemeriksaan kadar air dan berat jenis dengan variasi pencampuran reagen bakteridengan kadar 5%, 10%, 15%, 20%, dan 25% dan dilakukan pemeramannya selama 14 hari.	Penambahan reagen bakteri 5% menjadi kadar air paling rendah dengan penurunan 273,43% dan menjadi berat jenis efektif dengan kenaikan nilai Gs sebesar 0,47 dari nilai sampel benda uji tanpa perlakuan.	Pada penelitian yang dilakukan oleh Nuratika (2020), melakukan pengujian pengaruh bakteri terhadap sifat fisik tanah, dan pada penelitian yang dilakukan oleh peneliti melakukan pengujian pengaruh bakteri terhadap nilai CBR dan sifat fisik.
Mazela, (2020)	Jenis stabilisasi yang dilakukan adalah dengan menggunakan metode <i>bio-grouting</i> melalubantuan bakteri <i>Bacillus subtilis</i> untuk mengetahui nilai CBR pada tanah gambut yang telah	Pada benda uji CBR <i>unsoaked</i> yang dicampurkan 5% pasir dan reagen bakteri sebanyak 15% mengalami peningkatan dengan nilai 0,90%, dibandingkan dengan tanpa penambahan reagen bakteri dengan nilai CBR 0,78%.	Pada penelitian Mazela (2020) melakukan pengujian CBR dengan penambahan pasir 5%, dan pada penelitian yang dilakukan peneliti melakukan pengujian CBR dan

Tabel 2.1 Lanjutan

Nama Peneliti	Metode Penelitian	Hasil Penelitian	Perbedaan
	ditambahkan 5% pasir dan reagen bakteri (bakteri <i>Bacillus subtilis</i>) dengan variasi penambahan reagen bakteri sebanyak 0%, 5%, 10%, 15%, 20% dan 25% dengan waktu pemeraman sampel benda uji CBR selama 4 hari.	Dengan hasil nilai CBR tanah gambut yang telah bercampur 5% pasir dan reagen bakteri ini tidak memenuhi persyaratan jika digunakan sebagai bahan material <i>subgrade</i> , karena berdasarkan klasifikasi nilai CBR menurut Bowles (1992) masuk kedalam kategori sangat buruk (<i>very poor</i>).	sifat fisik tanpa menambahkan pasir, dengan variasi campuran bakteri yang juga berbeda.
Ajie, (2018).	Penelitian dilakukan dengan cara menambahkan variasi campuran kapur 5%, 10%, dan 15%. Proporsi campuran menggunakan 40% tanah gambut dan 60% tanah non organik (tanah granit).	Didapatkan nilai CBR untuk campuran kapur 5% mengalami penurunan, dan untuk campuran 10% dan 15% mengalami peningkatan.	Pada penelitian Ajie (2018) melakukan penelitian dengan menggunakan campuran kapur dan tanah organik pada tanah gambut untuk mendapatkan nilai CBR, dan pada penelitian yang akan dilakukan peneliti menggunakan campuran bakteri.
Dananjaya, (2016)	Metode ujian penelitian ini mengacu pada prosedur ASTM (<i>American Society</i>	Didapatkan pada variasi campuran 11% serbuk bata merah mendapatkan titik optimum nilai CBR	Pada penelitian yang dilakukan Dananjaya (2016) melakukan penelitian

Tabel 2.1 Lanjutan

Nama Peneliti	Metode Penelitian	Hasil Penelitian	Perbedaan
	<p><i>for Testing and Material</i>) dengan pengujian CBR pada tanah gambut dengan variasi penambahan serbuk bata merah 3%, 5%, 7%, 9%, 11%, 13%, dan 15%. dengan kondisi terendam dan tidak terendam</p>	<p>sebesar 4,97% untuk yang terendam dan 5,47% untuk yang tidak terendam.</p>	<p>menggunakan campuran serbuk batu bata merah pada tanah gambut terhadap nilai CBR, dan penelitian yang akan dilakukan peneliti menggunakan campuran bakteri <i>bacillus subtilis</i> terhadap nilai CBR dan kadar air.</p>

BAB III
LANDASAN TEORI



Dokumen ini adalah Arsip Miik :
Perpustakaan Universitas Islam Riau

**STABILISASI TANAH GAMBUT DENGAN TEKNIK *BIO-GROUTING*
MELALUI BANTUAN BAKTERI**

NANDA AFIANDA
[153110205]

BAB III LANDASAN TEORI

3.1. Umum

Tanah diartikan sebagai material yang terdiri dari agregat (butiran) mineral-mineral padat yang tidak tersementasi (terkait secara kima) satu sama lain dari bahan-bahan organik yang telah melapuk (partikel padat) disertai dengan zat cair dan gas yang mengisi ruang-ruang kosong diantara partikel-partikel tersebut (Bowles, 1986).

Tanah merupakan himpunan material, bahan-bahan organik, dan endapan yang relatif lepas, yang terletak di atas batuan dasar. Ikatan antara butiran yang relatif lemah yang dapat disebabkan oleh karbonat, zat organik, atau oksida yang mengendap diantara partikel-partikel tersebut terdapat ruang yang dapat berisi air, udara ataupun keduanya (Hardyatmo, 2010).

Pengertian secara teknik, tanah merupakan akumulasi partikel mineral yang tersementasi (terikat secara kimia) anantara satu sama lain yang terbentuk akibat dari pelapukan batuan. Penghancuran dari batuan berubah tanah terjadi secara kimiawi. Secara fisik dapat diakibatkan dengan terjadinya erosi air, angin, dan pembekuan pencairan es dalam batuan. Secara kimiawi, mineral batuan induk berubah menjadi mineral baru yang melalui reaksi kimia. Air dan karbon dioksida dari udara yang berbentuk asam karbon yang kemudin bereaksi dengan mineral-mineral batuan dan membentuk mineral baru yang ditambah dengan garam terlarut. Akibat pembentukan tanah yang dilakukan secara kimiawi, maka tanah mempunyai struktur dan sifat berbeda (Das, Braja M, 1988).

3.2. Tanah Gambut

Tanah gambut atau lebih dikenal dengan *peat soil* adalah tanah yang berasal dari tumbuhan-tumbuhan yang mempunyai kadar organik yang cukup tinggi (Mulyono, 2021).

Tanah gambut merupakan tanah yang pada umumnya terjadi dari fragmen-fragmen material organik yang tinggi. Menurut ASTM D 4427-92 (200) tanah

gambut adalah tanah yang mempunyai kandungan organik cukup tinggi yang terjadi atas dekomposisi material tumbuhan. Tanah gambut mempunyai ciri yang dapat dilihat dari visualnya yang berwarna coklat kehitaman. Hal ini disebabkan kandungan dari bahan organik yang ada pada tanah tersebut. Dapat juga diamati bahwa tanah gambut memiliki tekstur berserat, yang disebabkan tanah gambut berasal dari sisa tumbuhan dan vegetasi yang mengalami pelapukan.

3.3. Klasifikasi Tanah Gambut

Menurut ASTM D 4427-92 (2002), tanah gambut diklasifikasikan dalam beberapa aspek yaitu berdasarkan kandungan serat, kandungan abu (ASTM D 2974), tingkat kesamaan (ASTM D 2976), dan tingkat aborsinya (ASTM D2980). Dan pada ASTM D5715-00 tanah gambut diklasifikasikan berdasarkan tingkat humifikasinya. Berdasarkan kandungan serat pada tanah gambut dapat diklasifikasikan antara lain :

1. *Fibric*, yaitu tanah gambut dengan kandungan serat $> 67\%$,
2. *Hemic*, yaitu tanah gambut dengan kandungan serat antara 33% dan 67% ,
3. *Sapric*, yaitu tanah gambut dengan kandungan serat $< 33\%$.

Serat adalah material penyusun tanah gambut yang merupakan senyawa C, dapat berupa dalam bentuk *lignin* atau *selulosa*. Jenis tanah gambut diklasifikasikan berdasarkan kandungan abu antara lain :

1. *Low ash*, yaitu tanah gambut dengan kandungan abu $< 5\%$,
2. *Medium ash*, yaitu tanah gambut dengan kandungan abu antara 5% dan 15% ,
3. *High ash*, yaitu tanah gambut dengan kandungan abu $> 15\%$

Tanah gambut yang diklasifikasian berdasarkan tingkat absorbsinya dapat dilihat antara lain sebagai berikut :

1. *Extremely absorbent*, yaitu tanah gambut yang dapat menampung air $> 1500\%$,
2. *Highly absorbent*, yaitu tanah gamut yang dapat menampung air antara 800% hingga 1500% ,
3. *Moderately absorbent*, yaitu tanah gambut yang dapat menampung air antara 300% hingga 800%

4. *Slightly absorbent*, yaitu tanah gambut yang dapat menampung air < 300%.

3.4. Sifat Fisik Tanah Gambut

Sifat fisik tanah gambut memiliki kandungan organik yang sangat tinggi, dimana proses pembentukan tanah itu sendiri berasal dari tumbuhan. Kandungan air yang tinggi dan nilai angka pori yang besar menyebabkan harga koefisien rembesan tanah gambut menyerupai pasir, hal ini dikarenakan pori yang besar menyebabkan air dalam pori mudah keluar terutama apabila terdapat beban di atasnya. Angka volume tanah gambut yang kecil menunjukkan bahwa kepadatan tanah gambut tidak seperti tanah pada umumnya dan jika dihubungkan dengan kadar airnya yang tinggi, berat air yang terkandung dalam tanah gambut mempunyai 6 (enam) kali lebih berat dibandingkan berat butiran tanah gambut itu sendiri. Beberapa hal yang penting untuk diperhatikan pada sifat tanah gambut dapat dilihat pada Tabel 3.1

Tabel 3.1 Sifat-sifat Fisik Tanah Gambut (Mochtar, 2002)

No	Sifat Fisik	Nilai
1	Kandungan Organik (Oc)	95 - 99%
2	Berat Volume (t)	0,9 - 1,25 t/m ³
3	Kadar Air (W)	200% - 900%
4	Angka Pori (e)	5 - 15
5	pH	4 - 7
6	Kadar Abu (Ac)	1 - 15%
7	<i>Spesifik Gravity (Gs)</i>	1,2 - 1,95
8	Rembesan (k)	2 ⁻⁰² s/d 1,2 ⁻⁰⁶

Kemampuan tanah gambut untuk menyerap dan menyimpan air yang sangat tinggi akan berpengaruh pada sifat teknik tanah gambut, dimana semakin besar kadar air yang terkandung pada tanah gambut semakin kecil daya dukung kekuatannya. Selain itu, tanah gambut mempunyai harga pemampatan yang tinggi (*High Compresibility*), yang dilakukan dengan perilaku terhadap beban yang bekerja di atasnya. Tanah gambut mempunyai sifat fisik dan kimia yaitu:

1. Sifat fisik

Tanah gambut memiliki kadar air 100% - 1.300%, mengakibatkan tanah gambut menjadi lunak dan menahan bebannya yang rendah. Lapisan atas tanah gambut *bulk density* 0,1 s/d 0,2 gr/cm³ sesuai tingkat pelapukannya atau dekomposisi *Bulk density* < 0,1 gr/cm³ dikategorikan gambut *fibrik* pada lapisan bawah. *Bulk density* > 0,2 gr/cm³ dikategorikan *saprik* disebabkan pengaruh mineral tanah.

2. Sifat kimia

Sifat kimia pada areal gambut di Indonesia khusus di Provinsi Riau ditentukan pada ketebalan, kandungan mineral, jenis mineral pada dasar gambut atau *substratum* dan tingkat ketebalan pelapukan atau dekomposisi pada gambutnya. Gambut mengandung mineral pada umumnya < 5% dan selebih mengandung organik. Bahwa 10% sampai 20% merupakan senyawa humat seperti senyawa selulosa, hemiselulosa protein, resi, lignin dan ssebagainya.

3.4.1 Kadar Air Tanah (ASTM D 2216 – 71)

Kadar air tanah adalah jumlah kadar air yang terkandung pada tanah. Kadar air adalah perbandingan anatara berat air yang terkandung dalam tanah dengan butiran kering, dan dinyatakan dalam persen. Perhitungan untuk mencari kadar air sebagai berikut :

$$W (\%) = \frac{W_w}{W_s} \times 100 \dots\dots\dots(3.1)$$

Dimana : W_s = Berat butiran tanah kering (gram)

W_w = Berat air (gram)

3.4.2 Distribusi Ukuran Butiran (ASTM D 2487 dan ASTM 152 H)

Sifat tanah bergantung pada ukuran butirannya, besarnya butiran dijadikan dasar untuk pemberian nama dan klasifikasi tanah. Analisa ukuran butiran tanah merupakan penentuan persentase berat butiran pada satu unit saringan dengan besar diameter lubang tertentu.

Dalam mendapatkan ukuran partikel tanah, adalah dengan melakukan pemeriksaan analisa ayakan. Analisa ayakan berguna untuk ukuran partikel tanah yang berdiameter 0,075 mm. Pada tanah yang berbutir kasar digunakan pengujian analisa ayakan. Analisa ayakan merupakan dengan cara mengayak dan menggetarkan tanah melalui satu set ayakan yang dimana lubang ayakan tersebut makin kecil secara beruntun, dapat dilihat pada Tabel 3.2.

Tabel 3.2. Ukuran-ukuran ayakan (ASTM)

No	Nomor Saringan	Diameter Lubang (mm)
1	4	4,75
2	6	3,35
3	8	2,36
4	10	2,00
5	16	1,18
6	20	0,85
7	30	0,60
8	40	0,42
9	50	0,30
10	60	0,25
11	70	0,21
12	100	0,15
13	140	0,106
14	200	0,075

Adapun perhitungan yang digunakan untuk menganalisa gradasi butiran berdasarkan (ASTM C-136) adalah sebagai berikut :

$$\text{Persentase Tertahan} = \frac{\text{Jumlah Berat Tertahan}}{\text{Berat Tanah}} \times 100\% \dots\dots\dots(3.2)$$

$$\text{Persentase Lolos} = 100 - \% \text{ tertahan} \dots\dots\dots(3.3)$$

Dimana :

% Tertahan = Persentase berat tanah tertahan pada masing-masing lubang ayakan terhadap seluruh berat tanah (%)

Jumlah berat tertahan = Berat tanah yang tertahan di masing-masing saringan (gram)

Berat tanah = Berat sampel yang di uji (gram)

% Lolos = Persentase jumlah sampel yang lolos saringan terhadap jumlah berat keseluruhan sampel (%)

Untuk tanah berbutir halus digunakan analisa *hydrometer*. Analisa *hydrometer* adalah distribusi ukuran butiran dari tanah berbutir halus atau bagian berbutir halus dari tanah berbutir kasar, dapat ditentukan dengan cara sedimentasi.

3.4.3 Pemeriksaan Berat Jenis (ASTM D 854)

Pemeriksaan berat jenis yaitu untuk menentukan berat jenis tanah yang memiliki butiran lolos saringan No 40 (2 mm) dengan menggunakan piknometer. Adapun perhitungan untuk mencari berat jenis tanah berdasarkan ASTM D 854 antara lain sebagai berikut :

$$\text{Berat benda uji, } WT = W2 - W1 \dots\dots\dots(3.3)$$

$$\text{Isi sampel, } V = W4 + WT - W3 \dots\dots\dots(3.4)$$

$$\text{Berat jenis tanah (GS)} = \frac{WT}{(W5-W3)} \dots\dots\dots(3.5)$$

$$\text{Berat jenis rata-rata} = \frac{I+II}{2} \dots\dots\dots(3.6)$$

Dimana : WT = Berat sampel, (gram)
 WI = Berat piknometer, (gram)

- W_2 = Berat piknometer + benda uji, (gram)
 W_3 = Berat piknometer + benda uji + air, (gram)
 G_s = Berat jenis
 I = Sampel pertama
 II = Sampel kedua

Secara tipikal berat jenis berbagai macam jenis tanah berkisar antara 2,65 sampai dengan 2,75. Berat jenis $G_s = 2,67$ biasanya digunakan untuk tanah-tanah tidak berkohesi atau tanah granular, sedangkan untuk tanah-tanah kohesif tidak mengandung bahan organik G_s berkisar diantara 2,68 sampai dengan 2,72. Nilai-nilai berat jenis dari berbagai macam jenis tanah diberikan dalam Tabel 3.3.

Tabel 3.3 Berat jenis tanah (Hardiyatmo, 2006)

Macam Tanah	Brat Jenis (G_s)
Kerikil	2,65 – 2,68
Pasir	2,65 – 2,68
Lanau anorganik	2,62 – 2,68
Lempung organic	2,58 – 2,65
Lempung anorganik	2,68 – 2,75
Humus	1,37
Gambut	1,25 – 1,80

3.4.4 Uji Pemadatan di Laboratorium (ASTM D 698)

Untuk percobaan pemadatan yang dilakukan di laboratorium dengan cara *proctor test*, adalah pengujian kepadatan ringan (*Standart Proctor Test*). Pemadatan tanah yaitu suatu proses dimana udara pada pori-pori tanah dikeluarkan menggunakan salah satu cara mekanis (Das, 1988). Pemadatan dilakukan bertujuan antara lain :

1. Mengurangi permeabilitas.
2. Mempertinggi kuat geser tanah.
3. Mengurangi sifat mudah mampat tanah (kompresibilitas).
4. Mengurangi perubahan volume akibat perubahan kadar air.

(Lope et al., 2019), pemadatan dilaboratorium dilakukan dengan cara *proctor test* yaitu pengujian kepadatan ringan (*standart proctor test*). Pemadatan tanah adalah suatu usaha untuk mempertinggi kerapatan tanah dengan memakai energi mekanis untuk menghasilkan pemampatan partikel. Pemadatan bertujuan untuk mengevaluasi tanah agar memenuhi persyaratan kepadatan untuk pekerjaan tertentu.

3.4.5 Uji CBR (*California Bearing Rasio*) (ASTM D 1883)

Uji CBR merupakan pengujian untuk mendapatkan perbandingan antara beban yang dibutuhkan untuk mencapai angka penetrasi tertentu didalam sampel tanah pada kondisi kadar air dan berat volume tertentu terhadap beban standar yang dibutuhkan untuk mencapai penetrasi standar (Bowles, 1989).

Maka nilai CBR yaitu nilai yang menyatakan kwitansi tanah dasar dibandingkan dengan bahan standar berupa batu pecah yang mempunyai nilai CBR sebesar 100% dalam memikul beban lalu lintas. Lebih jelasnya dapat dinyatakan persamaan :

$$\text{CBR} = \frac{\text{Beban Dalam Pengujian}}{\text{Beban Standar}} \times 100\% \dots\dots\dots(3.7)$$

Umumnya nilai CBR diambil pada penetrasi 0,1” dengan beban standar 3000 lbs dan 0,2” dengan beban standar 4500 lbs, Nilai CBR yaitu nilai yang terbesar anantara penetrasi 0,1” dan 0,2”. Sampel tanah yang digunakan dalam pengujian ini yaitu sampel terganggu dibuat di laboratorium. Sampel yang dibuat di laboratorium ini dipadatkan pada kadar air optimum (OMC).

3.5. Stabilisasi Tanah

Apabila suatu tanah yang didapat dilapangan bersifat cukup lepas atau cukup mudah tertekan, atau apabila tanah tersebut memiliki indeks konsistensi yang tidak sesuai, permeabilitas terlalu tinggi, atau sifat lain yang tidak diinginkan untuk suatu pekerjaan kontruksi pembangunan, maka tanah tersebut harus distabilisasi.

Stabilisasi tanah merupakan usaha untuk memperbaiki sifat tanah secara teknis dengan menggunakan bahan-bahan tertentu. Pekerjaan ini umumnya

dilakukan dengan mencampur tanah dengan jenis tanah lain sehingga gradasi yang diinginkan bisa didapatkan. Selain itu, pencampuran tanah juga dapat dilakukan dengan menggunakan bahan-bahan buatan pabrik agar sifat-sifat teknis dari tanah bisa lebih baik.

Stabilisasi tanah biasanya bertujuan utama untuk mengubah sifat teknis tanah itu sendiri, seperti sifat kompresibilitas, kapasitas dukung, kemudahannya untuk dikerjakan, permeabilitas, sensitifitasnya terhadap kadar air yang berubah, serta potensi pengembangannya.

Untuk mencapai tujuan tersebut, proses stabilisasi ini dapat dilakukan dengan cara paling sederhana seperti pemadatan, hingga menggunakan teknik yang lebih efektif dan juga memerlukan dana yang cukup besar, yakni dengan mencampur tanah dengan pasir atau semen, *grouting* atau injeksi semen, abu terbang, pemanasan dan lain sebagainya.

Pentingnya stabilisasi tanah proses pembangunan berupa perkerasan jalan merupakan salah satu bentuk stabilisasi tanah yang umum dilakukan dalam masyarakat. Pekerjaan ini bertujuan untuk memperbaiki material pada jalan lokal dengan menggunakan metode stabilisasi mekanis atau menambahkan bahan tambahan ke dalam tanah.

Perencanaan perkerasan jalan juga harus melalui proses perancangan terlebih dahulu. Setiap lapisan bahan yang akan digunakan dalam perkerasan jalan juga harus memenuhi syarat kualitas yang baik. Setiap komponen dalam lapisan perkerasan jalan harus cukup kuat menahan lendutan berlebih yang dapat menyebabkan lapisan atas retak, pergeseran tanah, serta mencegah deformasi berlebihan yang permanen karena material penyusun yang memadat.

Dengan dilakukannya stabilisasi tanah, kualitas tanah akan semakin meningkat. Lapisan tanah yang lebih stabil dapat mendistribusikan beban lebih jauh lagi dengan lebih baik. Selain itu, tebal lapisan tanah yang harus dibuat juga berkurang sehingga juga mengurangi biaya pembangunan.

Stabilisasi tanah terdapat 2 cara umum yang bisa dilakukan untuk menstabilkan tanah, antara lain:

1. Stabilisasi secara mekanis

Cara ini dilakukan dengan mencampur dua atau lebih macam tanah dengan gradasi berbeda sehingga materialnya menjadi lebih baik, kuat dan memenuhi syarat. Cara ini juga bisa dilakukan dengan membongkar tanah di lokasi, kemudian menggantinya dengan material yang lebih memenuhi syarat.

2. Stabilisasi dengan bahan tambahan

Cara ini dilakukan dengan menambahkan bahan tertentu pada tanah agar dapat memenuhi syarat. Bahan yang ditambahkan biasanya dari pabrik dan dicampurkan dengan perbandingan tepat sehingga meningkatkan sifat tanah dan membuatnya lebih kuat serta memenuhi syarat.

3.6. Stabilisasi Dengan Cara Penambahan Bahan Tambahan

Sifat suatu tanah misalnya plastisitas, kompresibilitas, dan permeabilitas dapat diubah dengan penambahan bahan tambahan tertentu. Mekanisme kedap air pada campuran tanah dengan bahan tambahan berfungsi untuk menjaga suyoaya kadar air tanah tetap rendah agar kekuatan tanah tetap terjaga. Kenyataannya tidak ada bahan tambahan yang membuat tanah berubah total kedap air, sehingga air tidak menembus tanah yang telah terstabilisasi, namun tingkat kepadatan tergantung pada seberapa besar pengurangan tingkat permeabilitas tanah tersebut (Bowles, 1986).

Berikut metode pencampuran untuk stabilisasi tanah dibagi menjadi 3 bagian, antara lain :

1. Metode pencampuran terpusat, yaitu tanah dicampur dengan bahan stabilisasi pada suatu tempat, lalu kemudian diangkut ke tempat pekerjaan. Metode ini diperlukan mesin pencampuran.
2. Metode pencampuran dalam galian, yaitu bahan stabilisasi dicampur dengan tanah pada lobang galian lalu diangkut ke tempat pekerjaan. Bahan stabilisasi dapat dipancang kedalam tanah yang berbentuk tiang kemudian digali bersamaan dan dicampur atau bahan stabilisasi ditaburkan diatas tanah supaya pada penggalian terjadi pencampuran sekaligus.

3. Metode pencampuran di tempat pekerjaan, yaitu tanah dihampar ditempat pekerjaan lalu kemudian ditaburkan bahan stabilisasi dan dicampur atau tanah yang ingin distabilisasi dikeruk dan dicampur dengan bahan stabilisasi.

Untuk melakukan penelitian ini pengujian-pengujian yang dilakukan dilaboratorium. Adapun metode yang akan dilakukan oleh peneliti yaitu pencampuran terpusat, dimana sampel tanah gambut dalam keadaan kering setelah melakukan *oven* lalu dicampur dengan bahan stabilisasi yang sesuai dengan persentase yang telah direncanakan dan kemudian diaduk secara merata. Kemudian dilakukan pengujian-pengujian yang sesuai prosedur pengujian.

3.6.1. Teknologi *Grouting*

Grout adalah material konstruksi yang biasanya terdiri dari campuran air, semen dan pasir. Material ini dapat digunakan untuk memperbaiki struktur tanah karena pengendapan mineral ini dapat mengubah karakter *geomorfologi* tanah. Umumnya *grouting* untuk tujuan rancang bangun atau rekayasa dilakukan secara kimia menggunakan campuran senyawa silika (*waterglass*). Silika mudah mengendap ketika dicampur dengan larutan metal atau asam *bikarboksilat*. Proses ini membutuhkan tekanan injeksi tinggi yang dapat membuat tanah tidak stabil dan memiliki permeabilitas rendah. Beberapa tahun terakhir sedang dikembangkan teknologi *grouting* secara biologi yang dikenal dengan teknologi *biogrouting* melalui mekanisme pengendapan kalsium karbonat.

Keuntungan utama dari *biogrouting* adalah pemberian *substrat* dapat dipindahkan dalam bentuk inaktif ke daerah yang jauh dari titik injeksi. Teknologi *biogrouting* merupakan teknologi yang mensimulasikan diagnosis, yaitu transformasi butiran pasir menjadi batuan pasir (*Calcarite* atau *sandstone*).

Kristal kalsium karbonat (CaCO_3) yang terbentuk dari teknologi *biogrouting* akan menjadi jembatan antara butiran pasir sehingga menyebabkan proses sementasi, dan mengubah pasir menjadi bantuan pasir. Secara alami, proses ini memerlukan waktu hingga jutaan tahun. Oleh karena itu digunakan bakteri untuk mempercepat proses pembentukan kalsit dengan memanfaatkan proses presipitasi karbonat hasil aktivitas metabolisme bakteri (DeJong et al., 2010).

3.6.2. *Bacillus Subtilis*

Bacillus adalah bakteri berbentuk batang gram positif dengan suhu optimal untuk pertumbuhan antara 25-35°C. Meskipun *bacillus* dianggap aerobik yang ketat, ditemukan kemudian bahwa mereka dapat hidup secara anaerob dalam kondisi yang ditentukan. *Bacillus* secara alami ditemukan di tanah, mereka berkoloni pada sistem akar dan bersaing dengan mikroorganisme lain seperti jamur.

Bacillus subtilis dikenal aman diaplikasikan pada produk makanan sebagai probiotik dan bagian dari bahan makanan. Dalam kondisi yang keras, *Bacillus* dapat membentuk endospora yang tahan stres sebagai mekanisme pertahanan. Spora tahan terhadap paparan panas, radiasi, bahan kimia, dan tahan pengeringan.

Untuk mempelajari pengaruh jumlah *bacillus subtilis*, 6 ml dan 12 ml biakan cair *bacillus subtilis* diinjeksikan ke dalam spesimen tanah. Tanah menjadi lebih kuat karena jumlah *bacillus subtilis* yang digunakan meningkat. Hasil menunjukkan bahwa semakin lama waktu *curing* dan jumlah *bacillus subtilis* yang lebih tinggi mencerminkan perbaikan tanah yang lebih baik dalam hal kohesi, sudut gesekan dan tegangan geser. *Bacillus subtilis liquid culture* meningkatkan nilai kohesi tegangan efektif masing-masing sebesar 180% dan 270%.

3.6.3. Karakteristik *Bacillus Subtilis*

Menurut *Bergey's Manual of Systematic Bacteriology 2nd edition* (2001) dalam Madigan, et al. (2000) *Bacillus* memiliki jenjang klasifikasi sebagai berikut:

1. Kingdom: *Bacteria*
2. Phylum: *Firmicutes*
3. Class: *Bacilli*
4. Order: *Bacillales*
5. Family: *Bacillaceae*
6. Genus: *Bacillus*

Bacillus Menurut Holt, *et al.*(2000), *Bacillus* termasuk kedalam kelompok bakteri batang dan kokus pembentuk endospora dengan ciri-ciri memiliki bentuk sel batang, motil karena memiliki satu *flagel*, gram positif, bersifat aerobik, membentuk endospora, memiliki habitat pada tanah, air, lingkungan akuatik, pencernaan hewan (termasuk manusia), beberapa spesies bersifat patogenitas terhadap manusia dan binatang lain.

Dalam *Bergey's Manual of Determinative Bacteriology 9th edition* genus *Bacillus* memiliki karakteristik yang berbeda apabila dibandingkan dengan bakteri pembentuk endospora dan genera sejenis.



BAB IV
METODE PENELITIAN



Dokumen ini adalah Arsip Miik :
Perpustakaan Universitas Islam Riau

**STABILISASI TANAH GAMBUT DENGAN TEKNIK *BIO-GROUTING*
MELALUI BANTUAN BAKTERI**

NANDA AFIANDA
[153110205]

BAB IV METODE PENELITIAN

4.1. Umum

Metode penelitian ini merupakan suatu usaha yang sistematis dan terorganisasi untuk menyelidiki masalah tertentu yang memerlukan jawaban. Dalam penelitian ini peneliti menggunakan metode eksperimental. Hadi (1985) menyatakan bahwa penelitian eksperimental adalah penelitian yang dilakukan untuk mengetahui akibat yang ditimbulkan dari suatu perlakuan setelah diberikan secara sengaja oleh penguji. Dengan melakukan serangkaian kegiatan pemeriksaan dan pengujian tanah di laboratorium yang sesuai dengan data-data diperlukan.

4.2. Lokasi Penelitian Dan Pengujian

Dalam penelitian ini penguji mengambil sampel tanah gambut dari Desa Kualu Nenas, Kabupaten Kampar, Provinsi Riau. Pemeriksaan material dan pengujian tanah gambut dilakukan di laboratorium Mekanika Tanah, Fakultas Teknik Universitas Islam Riau.



Gambar 4.1 Peta Lokasi penelitian (*Google Maps, 2022*)

4.3. Jenis Penelitian

Jenis penelitian ini bersifat eksperimental dengan melakukan penelitian di Laboratorium Mekanika Tanah Universitas Islam Riau yang mengacu pada SNI

1738 : 2011. Benda uji setiap pengujian tanah asli dan tanah campuran dengan variasi 5%, 10%, 15%, dan 20%.

4.4. Peralatan Yang Digunakan

Peralatan yang digunakan dalam masing-masing pengujian disesuaikan dengan ketersediaan peralatan di laboratorium Teknik Sipil Universitas Islam Riau sebagai berikut :

4.4.1. Kadar Air Tanah (ASTM D 2216 – 92)

Alat-alat yang digunakan pada pengujian kadar air diantaranya :

- a. Cawan
- b. Timbangan
- c. *Oven* dengan pengatur suhu

4.4.2. Pengujian Berat Jenis (ASTM D 854)

Alat-alat yang digunakan pada pengujian berat jenis diantaranya :

- a. Piknometer dengan kapasitas minimum 100 ml
- b. Neraca dengan ketelitian 0,01 gram
- c. Kompor listrik (*Kooplite*)
- d. Botol tempat air suling
- e. Cawan

4.4.3. Pengujian *Proctor Test* (ASTM D 698)

Alat-alat yang digunakan pada pengujian *proctor test* diantaranya :

- a. *Mold* pemadatan 4"
- b. Palu pemadatan standar dengan berat 2,45 kg (5,5 lb)
- c. *Extruder mold*
- d. Pisau pemotong
- e. Palu karet
- f. Kantong plastik
- g. Cawan
- h. *Pan*
- i. Gelas ukur 1000 ml
- j. Saringan No. 4

4.4.4. Pengujian CBR (*California Bearing Ratio*, ASTM D 1883)

Alat-alat yang digunakan pada pengujian CBR diantaranya :

- a. Mesin penetrasi
- b. *Mold* CBR 6"
- c. *Collar* 6"
- d. Alas *mold*
- e. Piringan pemisah
- f. Palu pemadat standar
- g. Keping beban lubang bulat dan lubang alur
- h. Pengukur beban dan penetrasi
- i. Pisau perata
- j. Alat pengeluar sampel (*extruder mold*)
- k. Timbangan 20 kg
- l. Saringan no. 4
- m. Kantong plastik
- n. *Stopwatch*

4.4.5. Pembuatan Sampel

Pembuatan sampel akan dilakukan menggunakan tanah terganggu yang diambil dari desa Kaulu Nenas. Sampel akan dibuat dengan variasi berupa tanah asli, tanah asli dengan campuran 5% bakteri, tanah asli dengan campuran 10% bakteri, tanah asli dengan campuran 15% bakteri, dan tanah asli dengan campuran 20% bakteri. Masing-masing variasi akan dibuat sebanyak 2 sampel, dengan variasi 4 hari pemeraman sehingga total semua sampel berjumlah 20 sampel.

Tabel 4.1 Tabel Jumlah Pembuatan Sampel

No	Variasi Reagen Bakteri	Banyak Sampel
1	0% (Tanah Asli) Pemeraman 1 Hari	2
2	0% (Tanah Asli) Pemeraman 4 Hari	2
3	5% Pemeraman 1 Hari	2
4	5% Pemeraman 4 Hari	2
5	10% Pemeraman 1 Hari	2
6	10% Pemeraman 4 Hari	2
7	15% Pemeraman 1 Hari	2
8	15% Pemeraman 4 Hari	2
9	20% Pemeraman 1 Hari	2
10	20% Pemeraman 4 Hari	2
	Jumlah	20

4.5. Bahan Penelitian

Bahan merupakan komponen utama dalam penelitian dan bahan yang dipakai untuk penelitian adalah :

4.5.1. Tanah

Tanah yang digunakan adalah tanah gambut yang di ambil dari Desa Kualu Nenas, Kabupaten Kampar, Provinsi Riau. Pengambilan contoh tanah terganggu (*disturb sample*). Tanah dikeringkan atau dijemur diterik matahari sampai mencapai kering udara, kemudian disaring dan diambil tanah yang lolos saringan No. 4.

4.5.2. Bakteri *Bacillus Subtilis*

Bacillus subtilis merupakan bakteri gram Positif, berbentuk batang dan katalase-Positif. Seperti bakteri lain dari genus *Bacillus*, *Bacillus subtilis* dapat membentuk endospora, untuk bertahan hidup dalam kondisi lingkungan yang ekstrim dari suhu dan pengeringan. *Bacillus subtilis* adalah anaerob *fakultatif* dan telah dianggap sebagai aerob *obligat* sampai 1998. *Bacillus subtilis* memiliki banyak *flagela*, yang memberikan kemampuan untuk bergerak cepat dalam cairan. *acillus subtilis* telah terbukti sangat mudah untuk manipulasi genetik, dan telah

banyak diadopsi sebagai organisme model untuk penelitian laboratorium, terutama dari spolurasi, yang merupakan contoh sederhana dari diferensiasi seluler.



Gambar 4.2 Bahan Bakteri *Bacillus Subtilis*

4.5.3. Urea

Urea, disebut juga pupuk nitrogen (N), memiliki kandungan nitrogen 46%. Urea dibuat dari reaksi antara amoniak dengan karbon dioksida dalam suatu proses kimia menjadi urea padat dalam bentuk *prill* (ukuran 1-3 mm) atau granul (ukuran 2-4 mm). Urea ialah senyawa organik yang tersusun dari unsur hidrogen, karbon, oksigen dan nitrogen dengan rumus kimia CON_2H_4 ataupun $(\text{NH}_2)_2\text{CO}$. Urea mengandung unsur hara N sebesar 46% dengan pengertian setiap 100 kg mengandung 46 kg Nitrogen, *Moisture* 0,5%, Kadar *Biuret* 1%, ukuran 3,35 MM 90% Min serta berbentuk *Prill*. Standar urea SNI-02-2801-1998.



Gambar 4.3 Bahan Urea

4.5.4. CaCl₂ (Kalsium Kloride)

Merupakan senyawa kimia yang digunakan sebagai bahan stabilisasi tanah yang mudah larut dalam air dan mampu mengalirkan arus listrik dengan cukup baik dan juga mampu mengikat partikel tanah.



Gambar 4.4 Bahan CaCl₂

4.6. Tahapan Pelaksanaan Penelitian

Pada pengujian ini dilakukan guna untuk mengetahui nilai propertis dari tanah asli ataupun tanah yang sudah dicampurkan dengan laruatan reagen bakteri. Secara berurutan tahapan penelitian ini terbagi menjadi 3, yaitu :

1. Tahap penelitian pendahulu.
2. Tahap penelitian pokok.
3. Tahap analisa data hasil pengujian dan pembahasan.

4.6.1. Pengujian Propertis Tanah Asli

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui sifat fisik pada tanah gambut yang akan diteliti. Penelitian ini akan dilaksanakan di dalam laboratorium. Pengujiannya antara lain sebagai berikut :

1. *Specific gravity* (ASTM D 854)
2. Pengujian kadar air tanah (ASTM D 2216-92)
3. Percobaan pemadat standar (ASTM D 698)
4. Kuat daya dukung CBR
 - a. Benda uji setelah dipadatkan langsung diperam 1 hari sebelum dites.
 - b. Benda uji setelah dipadatkan langsung diperam 4 hari sebelum dites.

Pengujian ini dilakukan secara teliti dan mengikuti standar prosedur yang berlaku serta di catat dan didokumentasikan sehingga terkumpul menjadi data-data hasil pengujian.

4.6.2. Pengujian Propertis Tanah Terstabilisasi

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui sifat fisik tanah gambut yang sudah ditambahkan bakteri *Bacillus Subtilis* yang akan diteliti di dalam laboratorium. Pengujiannya antara lain sebagai berikut :

Kuat daya dukung tanah setelah dicampur *Bacillus Subtilis*.

- a. Benda uji setelah dipadatkan langsung diperam 1 hari sebelum dites.
- b. Benda uji setelah dipadatkan langsung diperam 4 hari sebelum dites.

Pengujian ini dilakukan secara teliti dan mengikuti standar prosedur yang berlaku kemudian dicatat dan didokumentasikan agar terkumpul data-data hasil pengujian.

4.6.3. Pemeriksaan Berat Jenis (ASTM D 854)

Pemeriksaan ini bertujuan untuk menentukan berat jenis tanah yang mempunyai butiran lolos saringan no. 40 dengan menggunakan alat pengujian piknometer.

Prosedur percobaan

- a. Piknometer dicuci dengan menggunakan air uling kemudian di keringkan. Piknometer ditimbang dengan ketelitian 0,01 gram (w1).
- b. Benda uji dimasukkan ke dalam piknometer kemudian ditimbang dengan ketelitian 0,01 gram (w2).
- c. Piknometer diisi dengan air suling hingga terisi 2/3 untuk bahan yang mengandung gelembung kemudian di diamkan benda uji terendam selama 24 jam.
- d. Piknometer dididihkan selama 10 menit.
- e. Piknometer diisi dengan air suling, piknometer beserta isinya didiamkan untuk mencapai suhu konstan (24 jam) didalam bejana air atau dalam kamar.

- f. Setelah mencapai suhu konstan tambahkan air suling seperlunya sampai tanda batas, tutup piknometer, bagian luarnya dikeringkan kemudian ditimbang dengan ketelitian 0,01 gram (w_3).

4.6.4. Pengujian Kadar Air Tanah (ASTM D 2216-92)

Yang dimaksud dengan kadar air tanah adalah perbandingan berat air yang terkandung dalam tanah dengan berat kering tanah tersebut. Dinyatakan dalam persen (%).

Prosedur percobaan

- a. Tanah yang akan diperiksa ditempatkan dalam cawan yang bersih, kering, dan telah diketahui beratnya.
- b. Cawan dan isinya kemudian ditimbang dan beratnya dicatat.
- c. Tutup cawan kemudian dibuka dan cawan ditempatkan di *oven* pengering hingga berat contoh tanah konstan.
- d. Cawan dan isinya ditutup kemudian didinginkan dalam desikator.
- e. Setelah dingin ditimbang dan beratnya dicatat

4.6.5. Pengujian Kepadatan (ASTM D 698)

Tujuan pemeriksaan ini adalah untuk mengetahui hubungan antara kadar air dan kepadatan tanah. Dapat disebut juga *proctor test* dan dapat dilakukan secara *standart* maupun *modified*.

Prosedur percobaan

- a. Menyiapkan sampel tanah 2,5 kg untuk satu silinder pemadatan, selanjutnya dicampur air sesuai dengan variasi campuran air yang digunakan kemudian sampel tanah dimasukkan kedalam plastik untuk menjaga kadar air agar tidak berkurang, diamkan selama 24 jam, hal ini dilakukan agar pori tanah terisi oleh air.
- b. Mengeluarkan benda uji dari plastik, sebar pada nampan dan bagi sampel tanah menjadi 3 bagian, masukkan sampel kedalam cetakan kemudian dipadatkan dalam tiga lapis, dan masing-masing lapisan dipadatkan dengan tumbukan sebanyak 25 tumbukan. Kemudian leher cetakan dibuka dan sampel diratakan hingga bagian atas benda uji sejajar dengan permukaan cetakan. Lalu cetakan dilepas dan kemudian

ditimbang. Mengambil sampel dari bagian atas, bawah dan tengah lalu masukkan sampel kedalam cawan, untuk mengetahui kadar airnya.

- c. Masukkan cawan berisi tanah kedalam *oven*.
- d. Pemeriksaan ini diulang dengan kadar air yang bervariasi.

4.6.6. Pembuatan Larutan Sementasi dengan Bakteri

Dalam penelitian ini digunakan reagen yaitu CO (NH₂) urea, CaCl₂ dan *bacillus subtilis* sebagai bahan grouting. Penelitian ini adalah penelitian untuk memastikan pengaruh teknik presipitasi kalsit yang diinduksi secara mikroba oleh bakteri *bacillus subtilis* di tanah gambut. Oleh karena itu, penelitian ini mencoba dengan jumlah konsentrat bahan yang acak dan membuat sampel dengan itu sebagai percobaan.

Untuk pembuatan reagen bakteri harus disiapkan alat-alat dan bahannya, alat-alat yang dipakai yaitu, cawan, sendok, timbangan digital, botol air mineral, tabung piknometer, gelas ukur, cerocok dan kertas saring. Sedangkan untuk bahannya adalah bakteri, CaCl₂, urea, dan air. Konsentrat yang dibuat untuk reagen dapat dilihat pada tabel 4.2.

Tabel 4.2 Bahan Campuran Larutan Bakteri

No	Bahan	Kuantitas
1	Bakteri	10 ml
2	Urea	1000 gr
3	CaCl ₂	10 gr
4	Air	50 ml

Langkah-langkah pembuatan reagen dengan bakteri dilakukan sebagai berikut:

1. Larutkan 100 gr urea dengan air sebanyak 50 ml kedalam cawan pertama.
2. Larutkan 10 gr CaCl₂ dengan air sebanyak 50 ml kedalam cawan kedua.
3. Larutkan 10 ml bakteri dengan air sebanyak 50 ml kedalam cawan ketiga.
4. Setelah semua bahan larut, campurkan semua bahan tersebut kedalam cawan

ke 4, komposisinya 10 ml setiap bahannya.

5. Lalu saring campuran tersebut kedalam tabung piknometer menggunakan kertas saring.
6. Setelah disaring timbang reagen bakteri, lalu campurkan dengan air 50ml.

4.6.7. Proses Pencampuran Larutan Bakteri Sampel dengan Benda Uji

Langkah-langkah pencampuran reagen bakteri dengan sampel benda uji adalah sebagai berikut:

1. Ambil sampel benda uji yang ada didalam plastik, lalu dikeluarkan dan ditimbang beratnya kemudian masukkan kembali benda uji kedalam plastik.
2. Hasil dari timbangan berat sampel benda uji dikalikan dengan persen reagen bakteri. Dipenelitian ini menggunakan campuran reagen bakteri (5%, 10%, 15%, dan 20%) hal ini dilakukan untuk mendapatkan beberapa ml reagen bakteri yang akan di teteskan menggunakan pipet tetes kedalam setiap sampel.
3. Untuk setiap persen campuran digunakan 2 sampel benda uji.
4. Setelah itu peram sampel yang telah ditetaskan reagen selama 4 hari.

4.6.8. Pengujian Kuat Tekan CBR (*California Bearing Ratio*, ASTM D 1883)

Pemeriksaan ini dilakukan bertujuan untuk menentukan nilai CBR pada sampel tanah yang dipadatkan di laboratorium pada kadar air tertentu.

Prosedur percobaan

- a. Sampel yang sudah direndam dan diperam dikeluarkan dan dibiarkan selama 15 menit agar kadar air tidak melebihi.
- b. Sesudah itu silinder ditimbang bersamaan dengan sampel didalamnya untuk mengetahui masanya.
- c. Sampel yang sudah ditimbang kemudian diuji menggunakan alat uji CBR dan dihitung penurunan setiap menitnya menggunakan *stopwatch*.
- d. Sampel yang telah telah diuji diambil bagian tengahnya guna untuk pengecekan kadar air setelah direndam dan diperam.
- e. Setelah pengecekan kadar air, sampel tersebut dimasukkan kedalam *oven* dengan suhu 110°C selama 24 jam guna untuk mengetahui berat kering sampel tersebut.

4.6.9. Pemeraman Sampel

Pemeraman ini dilakukan untuk mengetahui perubahan nilai CBR tanah asli dan tanah yang telah dicampur dengan larutan reagen bakteri.

Prosedur pemeraman

- a. Sampel yang sudah dipadatkan didalam mal langsung ditimbang dan dicatat nilai masanya.
- b. Sampel yang diperam dibungkus plastik dan disimpan didalam lemari dengan waktu yang telah ditentukan.

4.7. Cara Analisis Data

Tahap pengujian ini adalah data-data hasil pengujian akan dianalisa kemudian hasilnya akan direkap dan dirangkum dalam bentuk tabel dan ditampilkan dalam bentuk grafik, serta melakukan pembahasan terhadap hasil-hasil analisa yang diperoleh dengan cara membandingkan dengan teori-teori yang ada serta hasil-hasil penelitian sebelumnya.

Penyusunan laporan tugas akhir ini dilakukan berdasarkan data-data yang diperoleh peneliti selama melakukan penelitian yang berupa data primer. Data primer adalah data pertama atau data mentah yang didapat dari hasil penelitian di laboratoium secara langsung. Untuk mengumpulkan data pimer peneliti menggunakan metode pengumpulan data dengan teknik dokumentasi. Pengumpulan data dengan teknik dokumentasi bertujuan untuk memperoleh data dengan cara mencatat dan memfoto setiap hasil percobaan yang dilakukan selama pengujian.

4.8. Analisis Data

Analisa data dapat dilakukan setelah data-data diolah, data-data yang akan diolah mulai dari awal penelitian dilakukan hingga akhir penelitian. data-data tersebut diantaranya sebagai berikut :

1. Pemeriksaan berat jenis pada tanah gambut asli.
2. Pemeriksaan kadar air pada tanah gambut asli.
3. Pengujian pemadatan standar dilakukan pada tanah gambut asli.

4. Pengujian CBR pada tanah gambut asli dan tanah dengan campuran bakteri.

Setelah melakukan analisa data sehingga didapatkan hasil dan pembahasan, selanjutnya membuat kesimpulan dari seluruh hasil penelitian yang telah dilakukan dan memberikan saran untuk perencanaan penelitian berikutnya.

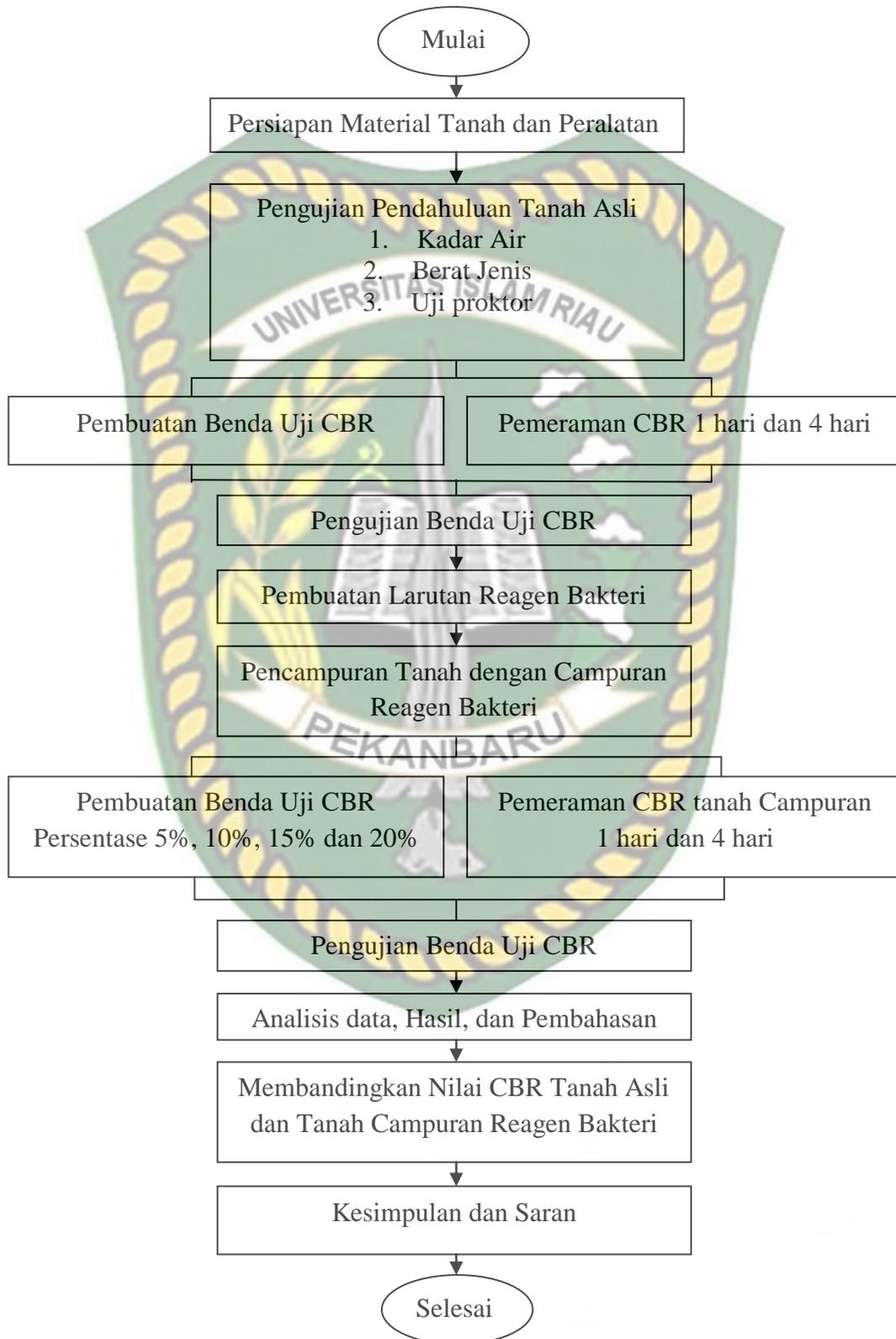
4.9. Membandingkan Nilai CBR pada Tanah Asli dan Tanah Campuran Bakteri

Setelah mendapatkan nilai CBR dari tanah asli dan tanah dengan campuran bakteri, maka nilai-nilai CBR dari semua persentase reagen bakteri dari 0% atau tanah asli, 5%, 10%, 15%, dan 20% perlu dibandingkan untuk mengetahui peningkatan maupun penurunan dari nilai CBR dari masing-masing persentase.

4.10. Tahapan Pengerjaan Penelitian

Tahapan pengerjaan penelitian yang dilakukan dengan melakukan pekerjaan persiapan material tanah dan peralatan yang diperlukan untuk melakukan penelitian. Kemudian melakukan penelitian yaitu penelitian pendahuluan dan penelitian utama. Setelah mendapatkan hasil data, nilai CBR untuk tanah asli dan tanah yang telah dicampur dengan reagen bakteri dibandingkan untuk mendapatkan jumlah kenaikan atau penurunan dari semua nilai CBR. Terakhir memberikan kesimpulan dan saran.

Untuk langkah-langkah pengerjaan penelitian dapat dilihat dai Gambar 4.2.



Gambar 4.2 Bagan Alir Pelaksanaan Penelitian

BAB V
HASIL DAN PEMBAHASAN



Dokumen ini adalah Arsip Miik :
Perpustakaan Universitas Islam Riau

**STABILISASI TANAH GAMBUT DENGAN TEKNIK *BIO-GROUTING*
MELALUI BANTUAN BAKTERI**

NANDA AFIANDA
[153110205]

BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1 Umum

Pada bab ini diuraikan hasil penelitian yang menjelaskan hasil pengujian pendahuluan berupa karakteristik sifat-sifat fisik tanah gambut dan pembahasan hasil pengujian utama yaitu *California Bearing Ratio* (CBR) *unsoaked* Laboratorium terhadap penambahan larutan sementasi (reagen bakteri) pada sampel uji CBR dengan kadar air optimum.

5.2 Pengujian Pendahuluan

Sebelum dilakukannya pengujian *California Bearing Ratio* (CBR) tak terendam/*unsoaked* laboratorium, terlebih dahulu dilakukan pengujian pendahuluan. Pengujian yang dilaksanakan diantaranya adalah analisa saringan (uji gradasi), pengujian kadar air tanah asli (tanah gambut), berat spesifik (*G_s*), dan pengujian pemadatan / *proctor test*..

5.2.1. Uji Kadar Air Tanah Asli (Tanah Gambut)

Pengujian kadar air ini dilakukan sesuai dengan prosedur pada ASTM D2216. Hasil dari pengujian kadar air yang dilakukan pada tanah asli atau tanah gambut mendapatkan nilai kadar air sebesar 351,092 %. Hal ini disebabkan karena tanah asli yang diuji terdiri dari kandungan serat organik (gambut) yang dapat menyerap air sangat banyak sehingga mengandung kadar air yang tinggi, menurut Pusat Litbang Prasarana Transportasi adapun nilai kadar air gambut berkisar antara 200% hingga mencapai 900%.

5.2.2. Berat Spesifik (*G_s*) atau Berat Jenis

Pengujian Berat Spesifik (*Specific Gravity*) ini dilakukan sesuai dengan ASTM D 854, dimana nilai berat jenis tanah yang diperoleh harus dirata-ratakan berat jenisnya apabila digunakan dalam perhitungan yang berkaitan dengan pengujian *hydrometer*. Dari pengujian yang telah dilakukan terhadap tanah asli, nilai berat spesifik (*G_s*) tanah yang digunakan adalah sebesar 1,530. Nilai

berat spesifik (G_s) diakibatkan karena adanya serat-serat kayu dan kandungan organik lainnya pada tanah gambut.

5.2.3. Pengujian Pemadatan (*Proctor Test*)

Pengujian pemadatan dilakukan untuk mendapatkan nilai berat isi kering maksimum (γ_d maks)/MDD tanah asli sebesar $0,40 \text{ gr/cm}^3$ dan kadar air optimum (OMC) tanah asli sebesar 132 %, Tingginya nilai kadar air optimum (OMC) disebabkan besarnya pori-pori tanah karena tanah terdiri dari serat-serat tumbuhan (organik) menyebabkan tanah menyerap banyak air untuk mencapai kepadatan yang optimum. Kadar air optimum (OMC) yang didapat dari pengujian pemadatan pada tanah asli ini dijadikan pembanding terhadap kondisi tanah yang digunakan pada pengujian permodelan.

5.2.4. Sifat-sifat Tanah Gambut

Berdasarkan dari pengujian-pengujian yang telah dilakukan, dapat dirangkum sifat-sifat fisik tanah. Berikut tabel sifat fisis tanah gambut yang didapat dari hasil pengujian pendahuluan.

Tabel 5.1 Sifat-sifat Fisik Tanah Gambut Desa Kualu Nenas

No	Sifat-sifat	Besaran	Satuan
1	Berat Spesifik, G_s	1,530	-
2	Kadar Air, w	351,092	%
3	Berat Isi Kering Maksimum (γ_d maks)	0,4	Gr/cm^3
4	Kadar Air optimum (OMC)	132	%

Dari hasil pengujian sifat-sifat tanah gambut yang berasal dari Desa Kualu Nenas, Kecamatan Kampar, Kabupaten Kampar, Provinsi Riau, nilai berat spesifik (G_s) yaitu 1,530, dan nilai kadar air (w) sebesar 351,092 % adalah sudah termasuk dalam kategori yang berpedoman pada tabel 3.1 Sifat-sifat Fisik Tanah Gambut (Mochtar, 2002).

5.3 Pengujian *California Bearing Ratio* (CBR)

Pengujian *California Bearing Ratio* (CBR) ini menggunakan metode *bio-grouting* yaitu mencampurkan bakteri *Bacillus subtilis* yang sudah dibuat menjadi sebuah larutan sementasi (reagen bakteri) dengan tanah gambut.

Persentase campuran larutan sementasi berdasarkan dari berat tanah kering dari tanah gambut dan air berdasarkan jumlah kadar air optimum 1 (satu) buah sampel uji CBR, kadar air optimum untuk sebuah sampel adalah 132 %. Setelah sampel selesai dicetak, lalu dilakukan pemeraman selama 1 hari dan 4 hari. Pengujian CBR ini dilakukan dengan kondisi tak terendam (*unsoaked*).

5.3.1. Pengujian *California Bearing Ratio* (CBR) dengan Tambahan Larutan Bakteri 0 % (Tanah Asli)

1. Peram 1 hari

Hasil pengujian CBR tanah dengan tambahan larutan bakteri sebanyak 0% yang diperam selama 1 hari pada penetrasi 1 inci sebesar 0,46 % dan pada penetrasi 2 inci sebesar 0,54 %. Dengan hasil tersebut, nilai CBR yang diambil adalah nilai tertinggi yaitu 0,54 %.

2. Peram 4 hari

Hasil pengujian CBR tanah dengan tambahan larutan bakteri sebanyak 0% yang diperam selama 4 hari pada penetrasi 1 inci sebesar 0,64 % dan pada penetrasi 2 inci sebesar 0,76 %. Dengan hasil tersebut, nilai CBR yang diambil adalah nilai tertinggi yaitu 0,76 %.

5.3.2. Pengujian *California Bearing Ratio* (CBR) dengan Tambahan Larutan Bakteri 5 % (Tanah Asli)

1 Peram 1 hari

Hasil pengujian CBR tanah dengan tambahan larutan bakteri sebanyak 5 % yang diperam selama 1 hari pada penetrasi 1 inci sebesar 0,56 % dan pada penetrasi 2 inci sebesar 0,68 %. Dengan hasil tersebut, nilai CBR yang diambil adalah nilai tertinggi yaitu 0,68 %.

2 Peram 4 hari

Hasil pengujian CBR tanah dengan tambahan larutan bakteri sebanyak 5 % yang diperam selama 4 hari pada penetrasi 1 inci sebesar 0,64 % dan pada penetrasi 2 inci sebesar 0,76 %. Dengan hasil tersebut, nilai CBR yang diambil adalah nilai tertinggi yaitu 0,76%.

5.3.3. Pengujian *California Bearing Ratio* (CBR) dengan Tambahan Larutan Bakteri 10 % (Tanah Asli)

1 Peram 1 hari

Hasil pengujian CBR tanah dengan tambahan larutan bakteri sebanyak 10 % yang diperam selama 1 hari pada penetrasi 1 inci sebesar 0,56 % dan pada penetrasi 2 inci sebesar 0,54 %. Dengan hasil tersebut, nilai CBR yang diambil adalah nilai tertinggi yaitu 0,56 %.

2 Peram 4 hari

Hasil pengujian CBR tanah dengan tambahan larutan bakteri sebanyak 10 % yang diperam selama 4 hari pada penetrasi 1 inci sebesar 0,56 % dan pada penetrasi 2 inci sebesar 0,64 %. Dengan hasil tersebut, nilai CBR yang diambil adalah nilai tertinggi yaitu 0,64%.

5.3.4. Pengujian *California Bearing Ratio* (CBR) dengan Tambahan Larutan Bakteri 15 % (Tanah Asli)

1 Peram 1 hari

Hasil pengujian CBR tanah dengan tambahan larutan bakteri sebanyak 15 % yang diperam selama 1 hari pada penetrasi 1 inci sebesar 0,56 % dan pada penetrasi 2 inci sebesar 0,51 %. Dengan hasil tersebut, nilai CBR yang diambil adalah nilai tertinggi yaitu 0,51 %.

2 Peram 4 hari

Hasil pengujian CBR tanah dengan tambahan larutan bakteri sebanyak 15 % yang diperam selama 4 hari pada penetrasi 1 inci sebesar 0,51 % dan pada penetrasi 2 inci sebesar 0,54 %. Dengan hasil tersebut, nilai CBR yang diambil adalah nilai tertinggi yaitu 0,54%.

5.3.5. Pengujian *California Bearing Ratio* (CBR) dengan Tambahan Larutan Bakteri 20 % (Tanah Asli)

1 Peram 1 hari

Hasil pengujian CBR tanah dengan tambahan larutan bakteri sebanyak 20 % yang diperam selama 1 hari pada penetrasi 1 inci sebesar 0,31 % dan pada penetrasi 2 inci sebesar 0,34 %. Dengan hasil tersebut, nilai CBR yang diambil adalah nilai tertinggi yaitu 0,34 %.

2 Peram 4 hari

Hasil pengujian CBR tanah dengan tambahan larutan bakteri sebanyak 20 % yang diperam selama 4 hari pada penetrasi 1 inci sebesar 0,51 % dan pada penetrasi 2 inci sebesar 0,54 %. Dengan hasil tersebut, nilai CBR yang diambil adalah nilai tertinggi yaitu 0,54%.

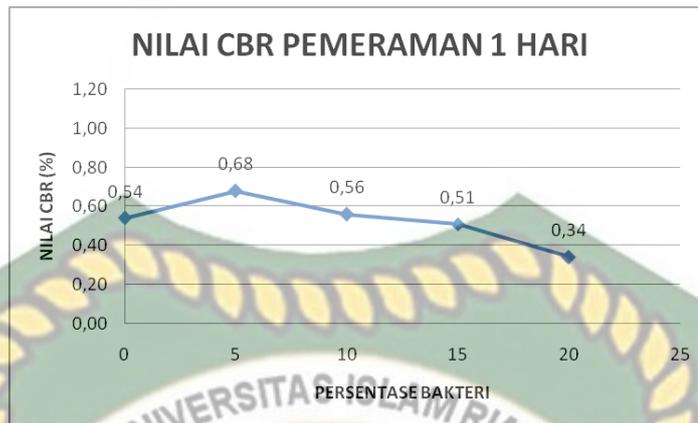
5.3.6. Hasil Pengujian CBR Tanah Gambut dengan Campuran Larutan Sementasi (Reagen Bakteri)

Hasil pengujian CBR dengan campuran larutan sementasi ini dapat dilihat pada grafik yang ditampilkan pada Gambar 5.1 dan Gambar 5..2. Pada Tabel 5.1 dan Tabel 5.2 dapat dilihat besaran nilai persentase campuran larutan sementasi (reagen bakteri) dan hasil pengujian CBR pada sampel pengujian CBR.

Tabel 5.2 Hasil pengujian CBR tanah gambut dengan campuran reagen bakteri untuk pemeraman 1 hari

Nomor	Variasi Sample	Nilai CBR (%)
1	Tanah asli peram 1 hari	0,54
2	Tanah + reagen bakteri 5% peram 1 hari	0,68
3	Tanah + reagen bakteri 10% peram 1 hari	0,56
4	Tanah + reagen bakteri 15% peram 1 hari	0,51
5	Tanah + reagen bakteri 20% peram 1 hari	0,34

Dari data diatas dapat dilakukan perbandingan hasil pengujian yang dilaksanakan sebagai mana gambar dibawah ini.



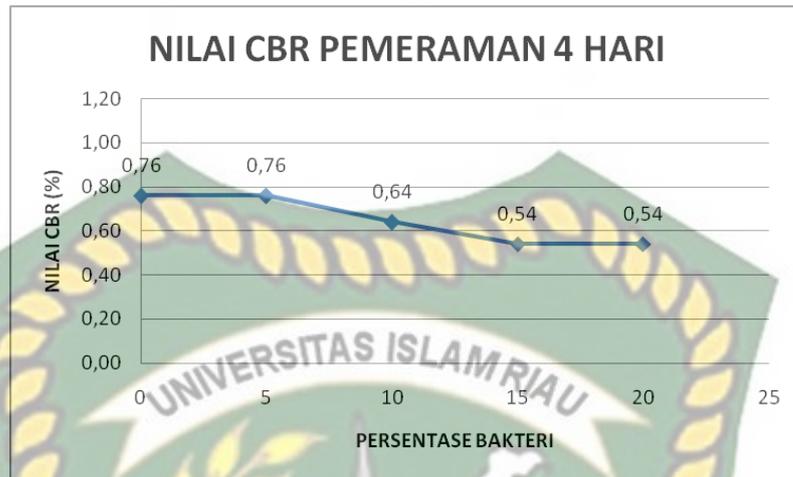
Gambar 5.1 Grafik nilai pengujian CBR tanah gambut dengan campuran larutan reagen bakteri untuk pemeraman 1 hari

Dari hasil pengujian nilai CBR tanah campuran dengan masa pemeraman 1 hari dengan persentase reagen bakteri 5%, 10%, 15%, dan 20% didapatkan nilai CBR tertinggi pada variasi campuran tanah dengan reagen bakteri 5% dengan nilai CBR yaitu sebesar 0,68%, lebih tinggi dari tanah asli dan variasi lainnya.

Tabel 5.3 Hasil pengujian CBR tanah gambut dengan campuran reagen bakteri untuk pemeraman 4 hari

nomor	variasi sample	nilai cbr (%)
1	Tanah asli peram 4 hari	0,76
2	Tanah + reagen bakteri 5% peram 4 hari	0,76
3	Tanah + reagen bakteri 10% peram 4 hari	0,64
4	Tanah + reagen bakteri 15% peram 4 hari	0,54
5	Tanah + reagen bakteri 20% peram 4 hari	0,54

Dari data diatas dapat dilakukan perbandingan hasil pengujian yang dilaksanakan sebagai mana gambar 5.2.



Gambar 5.2 Grafik nilai pengujian CBR tanah gambut dengan campuran larutan reagen bakteri untuk pemeraman 4 hari.

Dari hasil pengujian nilai CBR tanah campuran dengan masa pemeraman 4 hari dengan persentase reagen bakteri 5%, 10%, 15%, dan 20% didapatkan nilai CBR tertinggi pada variasi campuran tanah dengan reagen bakteri 5% dan tanah asli dengan nilai CBR yaitu sebesar 0,76%

5.4 Kebutuhan Bahan Material Penelitian

Material yang dibutuhkan dalam pengujian ini adalah tanah gambut. Tanah gambut yang digunakan sebagai bahan penelitian ini diambil dari Desa Kualu Nenas, Kec. Tambang, Kab. Kampar, tanah yang digunakan diambil pada kedalaman 50-80 cm dari permukaan tanah kemudian tanah dikeringkan dibawah sinar matahari agar tanah mencapai kering udara.

Reagen bakteri yang digunakan adalah hasil dari pencampuran bakteri (10 ml), urea (1000 gr), CaCl_2 (10 gr) dan air (50 ml). Untuk pembuatan sampel pengujian CBR setiap variasi campuran masing-masing dibuat 2 sampel agar nilai yang didapatkan akurat. *Mold* CBR (cetakan) yang digunakan memiliki ketinggian 17,80 cm dan diameter *mold* 15,2 cm dengan *Volume mold* yaitu $3185,98 \text{ cm}^3$.

Berikut ini tabel kebutuhan bahan material pengujian nilai CBR pada tanah asli :

Tabel 5.4 Tabel Kebutuhan Bahan Material Pengujian CBR Tanah Asli

No	Sampel	Tanah	Berat <i>Mold</i>	Berat <i>Mold</i> + Tanah	Waktu	Keterangan
		(gr)	(gr)	(gr)	(hari)	
1	Tanah Asli	2403	6935	9338	1	Pemeraman
2	Tanah Asli	1601	7820	9421	1	Pemeraman
3	Tanah Asli	2379	7173	9552	4	Pemeraman
4	Tanah Asli	1680	7682	9362	4	Pemeraman
Total		8063				

Dari tabel hasil pengujian CBR total sampel yang dibutuhkan pada pengujian CBR tanah asli untuk waktu pemeraman dan perendaman 1 hari dan 4 hari dengan banyak sampel 2 untuk masing-masing, sehingga banyaknya sampel untuk semua waktu pemeraman dan perendaman yaitu 4 sampel dengan jumlah kebutuhan tanah untuk keseluruhan sampel sebesar 8063 gram atau 80,63 kg.

Berikut ini tabel kebutuhan bahan material pengujian nilai *CBR* pada tanah campuran reagen bakteri dengan variasi 5%, 10%, 15%, dan 20%.

Tabel 5.5 Tabel Kebutuhan Bahan Material Pengujian CBR Tanah campuran

No	Varian Sampel	Tanah	Reagen Bakteri	Waktu	Jumlah
		(gr)	(gr)	(hari)	
1	Reagen Bakteri 5%	2500	42,0	1	2
2	Reagen Bakteri 5%	2500	42,0	4	2
3	Reagen Bakteri 10%	2500	84,0	1	2
4	Reagen Bakteri 10%	2500	84,0	4	2
5	Reagen Bakteri 15%	2500	126,0	1	2
6	Reagen Bakteri 15%	2500	126,0	4	2
7	Reagen Bakteri 20%	2500	168,0	1	2
8	Reagen Bakteri 20%	2500	168,0	4	2
Total		20000	840,0		16

Dari tabel hasil pengujian CBR total sampel yang dibutuhkan pada pengujian CBR tanah campuran reagen bakteri 5%, 10%, 15%, dan 20% untuk waktu pemeraman 1 hari, dan 4 hari dengan banyak sampel 2 untuk masing-

masing waktu pemeraman dan perendaman, sehingga banyaknya sampel untuk semua waktu pemeraman dan perendaman yaitu 16 sampel dengan jumlah kebutuhan tanah untuk keseluruhan sampel sebesar 40.000 gram atau 40 kg. Kebutuhan reagen bakteri sebesar 1.680 gram.



BAB VI
KESIMPULAN DAN SARAN



Dokumen ini adalah Arsip Miik :
Perpustakaan Universitas Islam Riau

**STABILISASI TANAH GAMBUT DENGAN TEKNIK *BIO-GROUTING*
MELALUI BANTUAN BAKTERI**

NANDA AFIANDA
[153110205]

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil pengujian dan analisa data yang telah dilakukan maka dapat diambil kesimpulan dan saran sebagai berikut:

6.1 Kesimpulan

1. Berdasarkan pengujian kadar air sebesar 351,092%, dan berat jenis sebesar 1,53, pada tanah di Desa Kualu Nenas, Kec Tambang, Kab Kampar, maka tanah di Desa Kualu Nenas, Kec Tambang, Kab Kampar dapat digolongkan sebagai tanah gambut.
2. Berdasarkan hasil pengujian nilai CBR yang dilakukan pada tanah asli dan tanah campuran reagen bakteri 5%, 10%, 15%, dan 20% dengan waktu pemeraman 1 dan 4 hari. Untuk nilai CBR tanah asli pada pemeraman 1 hari sebesar 0,54% dan pemeraman 4 hari sebesar 0,76%. Nilai CBR tanah dengan campuran reagen bakteri 5% pada pemeraman 1 hari sebesar 0,68%, 4 hari sebesar 0,76%. Untuk nilai CBR tanah campuran reagen bakteri 10% pada pemeraman 1 hari sebesar 0,56%, 4 hari sebesar 0,64%. Untuk nilai CBR tanah campuran reagen bakteri 15% pada pemeraman 1 hari sebesar 0,51%, 4 hari sebesar 0,54%. Untuk nilai CBR tanah campuran reagen bakteri 20% pada pemeraman 1 hari sebesar 0,34%, 4 hari sebesar 0,54%.

Dari hasil pengujian dapat disimpulkan bahwa nilai CBR pemeraman 1 hari terjadi peningkatan untuk penambahan reagen bakteri pada persentase 3%, dan terjadi penurunan untuk setiap penambahan reagen bakteri selanjutnya. Untuk nilai CBR pemeraman 4 hari mengalami penurunan untuk setiap penambahan reagen bakteri. Nilai CBR tertinggi yaitu pada pemeraman 4 hari untuk tanah asli dan pemeraman 1 hari untuk tanah campuran. Lama waktu pemeraman menjadi salah satu faktor yang mempengaruhi besarnya nilai CBR, semakin lama pemeraman maka akan semakin meningkatkan nilai CBR.

6.2 Saran

Agar nilai CBR yang didapatkan dari pengujian dapat meningkat dan lebih bervariasi maka untuk penelitian selanjutnya, selain campuran reagen bakteri ini, dapat menambahkan campuran lain pada tanah gambut dan penambahan waktu pada pemeraman.



Dokumen ini adalah Arsip Miik :

Perpustakaan Universitas Islam Riau

DAFTAR PUSTAKA



Dokumen ini adalah Arsip Miik :
Perpustakaan Universitas Islam Riau

**STABILISASI TANAH GAMBUT DENGAN TEKNIK *BIO-GROUTING*
MELALUI BANTUAN BAKTERI**

**NANDA AFIANDA
[153110205]**

DAFTAR PUSTAKA

- Amarullah, (2020). Perbaikan Permeabilitas Tanah Gambut menggunakan Campuran Pasir dan Teknik *Bio-Grouting* Berbahan Bakteri.
- ASTM D 698-78 Pengujian Pemadatan Standar.
- Bowles, J. E. (1986). *Sifat-sifat fisis dan geoteknis tanah*. (J. K. Hainim, Trans). Jakarta: Erlangga.
- Dananjaya, (2016) Stabilisasi Tanah Gambut Menggunakan Campuran Serbuk Bata Merah Ditinjau dari Pengujian CBR.
- Das, B. M. (1988). *Mekanika Tanah (Prinsip-Prinsip Rekayasa Geoteknis)*Jilid 1, Erlangga: Jakarta.
- Das, B. M. (1995). *Mekanika Tanah dan Prinsip Rekayasa Geoteknis*. Penerbit Erlangga: Jakarta
- DeJong, J. T., Mortensen, B. M., Martinez, B. C., & Nelson, D. C. (2010). Bio-mediated soil improvement. *Ecological Engineering*, 36(2), 197–210. <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2008.12.029>
- Hardiyatmo, H. C. 2006. Mekanika Tanah I. Edisi Keempat. Gajah Mada University Press. Yogyakarta
- Hardiyatmo, HC. 2010. Stabilisasi Tanah Untuk Perkerasan Jalan. Gajah Mada University Pers, Yogyakarta.
- Holt. J.G., *et al.* (2000). *Bergey's Manual Determinative Bacteriology*. Baltimore: Williamn and Wilkins Baltimore.
- Karol, RH. 2003. *Chemical Grouting and Soil Stabilization*. New York. P558
- Lope, B. W., Mandagi, A. T., & Sumampouw, J. E. . (2019). Pengaruh penambahan serbuk arang kayu dan serat karung plastik terhadap nilai cbr laboratorium tanpa rendam. *Jurnal Sipil Statik*, 7(11), 1427–1434.

- Mazela, (2020). Perbaikan Nilai CBR Tanah Gambut Dengan Menggunakan Campuran Pasir dan Teknik Bio-Grouting melalui Bantuan Bakteri *Bacillus Subtilis*.
- Madigan, M.T., J.M. Martinko, dan J.Parker. (2000). *Brock Biology of Microorganism*. Prentice Hall Inc. New Jersey.
- Mochtar, NE, Yulianto FE dan Rendy ST. 2014. Pengaruh Usia Stabilisasi Tanah Gambut Beserta yang Distabilisasi dengan Campuran CaCo_3 . *Jurnal Teknik Sipil*. Surabaya. 21(1): 50-64.
- Mochtar, R. 2002. *Sinopsis Obstetri Patologi*. Jakarta: EGC.
- Mulyono.(2021). Pengaruh campuran abu batang jagung dan semen sebagai bahan untuk stabilisasi tanah gambut terhadap nilai *California Bearing Ratio (CBR)*. Pekanbaru.
- Norseta Ajie s, R. R. (2018). *Media Ilmiah Teknik Sipil. Stabilisasi Tanah Gambut Palangka Raya Dengan Bahan Campuran Tanah Non Organik Dan Kapur*, 6(1), 124–131.
- Nuratika, (2020). Perbaikan Sifat Tanah Gambut Kecamatan Dayun Kabupaten Siak Menggunakan Metode *Biogrouting* dengan Konsep *Microbially Induced Calcite Precipitation (MICP)*.
- Syarif, Firman, dkk. 2020. Penerapan Teknik *Biocementation* Oleh *Bacillus Subtilis* dan Pengaruhnya Terhadap Permeabilitas Pada Tanah Organik. *Jurnal Saintis*. Vol. 20, No. 01