

**PENGGUNAAN CAMPURAN POFA (*PALM OIL FUEL ASH*) DAN
GYPSUM SEBAGAI STABILISASI TANAH GAMBUT DITINJAU DARI
NILAI CBR (*CALIFORNIA BEARING RATIO*)**

SKRIPSI



**ANNISA RIZKI SULARDI FITRIANI
M1C117055**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
JURUSAN TEKNIK SIPIL, KIMIA DAN LINGKUNGAN**

**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS JAMBI
JAMBI
2023**

SURAT PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi ini benar-benar karya sendiri. Sepanjang pengetahuan saya tidak terdapat karya atau pendapat yang ditulis atau diterbitkan orang lain kecuali sebagai acuan atau kutipan dengan mengikuti tata penulisan karya ilmiah yang telah lazim.

Tanda tangan yang tertera dalam halaman pengesahan adalah asli. Jika tidak asli, saya siap menerima sanksi sesuai dengan peraturan yang berlaku.

Jambi
Yang menyatakan

ANNISA RIZKI SULARDI FITRIANI
M1C117055

ABSTRAK

Tanah gambut mempunyai sifat fisik dan teknis yang merugikan bagi bangunan sipil yang berada di atasnya seperti daya dukung yang rendah sehingga dilakukan stabilisasi pada tanah agar meningkatkan daya dukung tanah. Salah satu metode stabilisasi yang sering digunakan yaitu dengan stabilisasi kimiawi dimana pada penelitian ini menggunakan campuran *Palm Oil Fuel Ash* (POFA) lolos saringan No.4 dengan *gypsum* pada campuran tanah gambut dengan variasi penambahan POFA sebesar 45%,50%,55% dan 60% dan *gypsum* sebanyak 10% dari berat isi tanah kering. POFA dan *gypsum* berfungsi untuk mengisi rongga pada pori-pori tanah gambut sehingga bisa mengurangi air pada tanah gambut dan POFA memiliki bahan *pozzolanic*, yaitu material yang mengikat seperti semen sehingga bisa menaikkan nilai CBR. Kandungan kalsium pada *gypsum* dapat berfungsi sebagai pengikat bahan organik ke tanah dan memberikan stabilitas pada agregat tanah, yang dapat meningkatkan stabilitas tanah organik serta dapat menyerap lebih banyak air, sehingga *gypsum* dapat meningkatkan proporsi tanah. Hasil pengujian tanah gambut di Desa Gambut Jaya dengan perlakuan perendaman pada pengujian CBR mendapatkan hasil nilai CBR 1,08% sehingga dapat disimpulkan bahwa tanah memiliki daya dukung yang rendah sehingga perlu dilakukan perbaikan pada tanah. Ketika dilakukan perlakuan penambahan POFA dan *gypsum* pada tanah gambut terjadi peningkatan nilai CBR dilihat dari perbandingan tanah gambut asli, akan tetapi terjadinya penurunan nilai CBR dilihat dari setiap penambahan persentase POFA dan *gypsum* pada pukulan 3x65 menghasilkan nilai CBR perendaman tertinggi pada persentase POFA 45% sebesar 4,76% dan selanjutnya terjadinya penurunan ketika ditambahkan persentase POFA dan *gypsum* selanjutnya. Oleh sebab itu nilai CBR pada campuran 45% POFA + 10% *gypsum* dengan perlakuan perendaman merupakan kadar optimum penambahan POFA lolos saringan No.4 dan *gypsum*.

Kata Kunci : Tanah Gambut, Stabilisasi tanah, POFA, CBR, *Gypsum*.

**PENGUNAAN CAMPURAN POFA (*PALM OIL FUEL ASH*) DAN
GYPSUM SEBAGAI STABILISASI TANAH GAMBUT DITINJAU DARI
NILAI CBR (*CALIFORNIA BEARING RATIO*)**

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh
Gelara Sarjana pada Program Studi Teknik Sipil



ANNISA RIZKI SULARDI FITRIANI

M1C117055

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
JURUSAN TEKNIK SIPIL, KIMIA DAN LINGKUNGAN**

FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI

UNIVERSITAS JAMBI

JAMBI

2023

PENGESAHAN

Skripsi dengan Judul **PENGGUNAAN CAMPURAN POFA (*PALM OIL FUEL ASH*) DAN GYPSUM SEBAGAI STABILISASI TANAH GAMBUT DITINJAU DARI NILAI CBR (*CALIFORNIA BEARING RATIO*)** yang disusun oleh **ANNISA RIZKI SULARDI FITRIANI, NIM : M1C117055** telah dipertahankan didepan tim penguji pada **tanggal 02 FEBRUARI 2023 dan dinyatakan lulus.**

Susunan Tim Penguji:

Ketua : Ir. Dila Oktarise Dwina, S.T., M.T.
Sekretaris : Ir. Oki Alfernando, S.T., M.T.
Anggota : 1. Ade Nurdin, S.T., M.T.
2. M. Nuklirullah, S.T., M.Eng
3. Ir. Dyah Kumalasari, S.T., M.T

Disetujui :

Pembimbing Utama

Ir. Dila Oktarise Dwina, S.T., M.T.
NIP. 198910212019032015

Pembimbing Pendamping

Ir. Oki Alfernando, S.T., M.T.
NIP. 199001192019031009

Diketahui :

Dekan

Drs. Jefri Marzal, M.Sc., D.I.T.
NIP. 196806021993031004

Ketua Jurusan

Prof. Dr. Drs. M.Naswir, M.Si.
NIP. 196605031991021001

RIWAYAT HIDUP



Annisa Rizki Sulardi Fitriani, Lahir di Tanjung Pandan, Bangka Belitung pada tanggal 30 Januari 1998 adalah anak pertama dari tiga bersaudara. Dilahirkan dari pasangan ayah Sulardi, S.KM, M.Kes dan Ibu Rakhma Yusnidar, S.KM, M.Kes. Penulis beragama Islam, penulis memulai pendidikan di bangku sekolah dasar di SDN Percontohan 40 Banyuasin III pada tahun 2004 hingga selesai tahun 2010. Penulis kemudian melanjutkan pendidikan sekolah menengah pertama di SMPN 1 Banyuasin III pada tahun 2010 dan selesai pada tahun 2013 setelah itu menempuh pendidikan di SMA Plus N 2 Banyuasin III pada tahun 2013 dan selesai pada tahun 2016. Penulis melanjutkan studi dengan mendaftar di Universitas Jambi jenjang pendidikan S1 di Fakultas Sains dan Teknologi Program Studi Teknik Sipil melalui jalur SMMPTN dan terdaftar sebagai mahasiswa pada tahun 2017.

Penulis melaksanakan Kerja Praktek pada proyek Pembangunan Peningkatan Rawat Inap Puskesmas Sembawa Kec. Sembawa. Selanjutnya untuk menyelesaikan Program Studi Teknik Sipil di Universitas Jambi penulis menyusun Tugas Akhir yang dibimbing oleh Ibu Ir. Dila Oktarise Dwina S.T., M.T. dan Bapak Ir. Oki Alfernando, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing Tugas Akhir dengan judul **“Penggunaan Campuran POFA (Palm Oil Fuel Ash) dan Gypsum sebagai Stabilisasi Tanah Gambut Ditinjau dari Nilai CBR (California Bearing Ratio)”**.

PRAKATA

Alhamdulillahirobbil'alamiin, segala puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah Yang Maha Pengasih dan Penyayang, karena berkat rahmat dan karunia-Nya Skripsi atau Tugas Akhir ini dapat terselesaikan dengan baik. Skripsi ini dikerjakan dengan sebenar-benarnya dan merupakan karya penulis sendiri, sepanjang pengetahuan penulis tidak terdapat karya atau pendapat yang ditulis atau diterbitkan orang lain kecuali sebagai acuan atau kutipan dengan mengikuti tata cara penulisan skripsi yang berlaku. Penulis mengangkat judul "**Penggunaan Campuran POFA (*Palm Oil Fuel Ash*) dan Gypsum sebagai Stabilisasi Tanah Gambut Ditinjau dari Nilai CBR (*California Bearing Ratio*)**". Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat dalam menyelesaikan pendidikan Strata 1 (S1) dan meraih gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil di Universitas Jambi. Penulis menyadari bahwa selama menempuh pendidikan dan penyelesaian skripsi ini banyak pihak-pihak yang telah mendukung baik secara moril maupun materil. Oleh karena itu penulis ingin menyampaikan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak terkhususnya kepada :

1. Teristimewa dan terkhususkan untuk Bapak Sulardi, S.KM., M.Kes dan Ibu Rakhma Yusnidar, S.KM., M.Kes selaku orangtua yang selalu mendukung serta memberikan semangat serta do'a yang tiada henti sehingga penulis akhirnya mampu menyelesaikan tugas akhir ini.
2. Bapak Drs. Jefri Marzal, M.Sc., D.I.T., selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
3. Bapak Prof. Dr. Drs. M.Naswir, M.Si. selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil, Kimia, dan Lingkungan.
4. Bapak Ir. Ade Nurdin, S.T., M.T., selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil dan sebagai dosen penguji 1
5. Ibu Ir. Dila Oktarise Dwina, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing 1 yang telah membimbing dan memberi arahan pada penulis dalam menyelesaikan skripsi
6. Bapak Ir. Oki Alfernando, S.T.,M.T., selaku Dosen Program Studi Teknik Sipil dan Dosen Pembimbing 2 yang telah membimbing dan memberi arahan pada penulis dalam menyelesaikan skripsi

7. Bapak Ir. M. Nuklirullah, S.T.,M.Eng., selaku Dosen Program Studi Teknik Sipil dan Dosen Penguji 2 dan Ibu Ir. Dyah Kumalasari, S.T.,M.T., selaku Dosen Program Studi Teknik Sipil dan Dosen Penguji 3
8. Seluruh Bapak/Ibu Dosen Program Studi Teknik Sipil Universitas Jambi yang telah banyak memberikan ilmu pengetahuan yang sangat bermanfaat selama masa perkuliahan
9. Seluruh Staff laboratorium tanah pada UPTD Laboratorium Bahan Konstruksi yang telah banyak membantu dan membimbing penulis dalam melaksanakan penelitian
10. Abang-abang, kakak-kakak, serta teman-teman seangkatan pada Program Studi Teknik Sipil Universitas Jambi
11. Kepada 스펀레이 키즈 yang telah menjadi sumber motivasi dan juga memberikan dukungan moril agar penulis tetap kuat atas tekanan yang diberikan selama proses pembuatan tugas akhir, terimakasih karena terus menemani hingga akhirnya penulis berhasil menyelesaikan tugas akhir ini.
12. Teman-teman seperjuangan yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah membantu penulis baik secara langsung maupun tidak langsung selama masa perkuliahan hingga menyusun Tugas Akhir ini.

Dalam penulisan tugas akhir ini penulis menyadari masih banyak kekurangan dikarenakan terbatasnya pengalaman dan pengetahuan yang dimiliki penulis. Oleh karena itu, penulis mengharapkan segala bentuk saran serta masukan bahkan kritik yang membangun dari berbagai pihak. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi para pembaca dan semua pihak khususnya dalam bidang Teknik Sipil.

Jambi, 1 Maret 2023

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	i
RIWAYAT HIDUP	ii
PRAKATA	vi
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR TABEL	v
DAFTAR GAMBAR	vi
BAB I	1
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	2
1.4 Manfaat Penelitian.....	2
1.5 Batasan Masalah.....	2
1.6 Keaslian Penelitian.....	3
BAB II	8
TINJAUAN PUSTAKA	8
2.1 Tanah.....	8
2.1.1. Sistem Klasifikasi Tanah.....	8
2.1.2 Tanah Gambut.....	12
2.2 Stabilisasi Tanah.....	14
2.3 Limbah Pembakaran Cangkang Sawit.....	15
2.4 <i>Gypsum</i>	16
2.5 Pengujian Laboratorium.....	17
BAB III	25
METODOLOGI PENELITIAN	25
3.1 Lokasi Penelitian.....	25
3.2 Metode Penelitian.....	26
3.3 Variabel Penelitian.....	26
3.4 Teknik Pengumpulan dan Pengolahan Data.....	26
3.5 Tahap Penelitian.....	27
3.5.1. Alur Penelitian.....	27
3.5.2. Alur Eksperimental.....	28

BAB IV	35
HASIL DAN PEMBAHASAN	35
4.1 Tanah Gambut	35
4.1.1. Pengujian Sifat Fisik Tanah Gambut	35
4.1.2. Pengujian Sifat Mekanis Tanah Gambut	39
4.2 <i>Palm Oil Fuel Ash</i> (POFA)	42
4.2.1. Pengujian Kadar Air	42
4.2.2. Pengujian Berat Jenis	43
4.3 <i>Gypsum</i>	43
4.4 Pengujian Mekanis Tanah Campuran	43
4.4.1. Pengujian Pemadatan Standar Tanah Campuran....	43
4.4.2. Pengujian CBR (California Bearing Ratio) Tanah Campuran	45
4.5 Pembahasan Hasil Pengujian	46
 BAB V	 49
KESIMPULAN DAN SARAN	49
5.1 Kesimpulan	49
5.2 Saran	50
DAFTAR PUSTAKA	51
DOKUMENTASI	
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Keaslian Penelitian	4
Tabel 2.1 Batasan-batasan Ukuran Golongan Tanah.....	8
Tabel 2.2 Sistem Klasifikasi Tanah Menurut AASHTO	9
Tabel 2.3 Klasifikasi Tanah Menurut USCS	12
Tabel 2.4 Klasifikasi Tanah Gambut Berdasarkan ASTM.....	13
Tabel 2.5 Klasifikasi Tanah Gambut Berdasarkan Kandungan Organik	13
Tabel 2.6 Komposisi Kimia Pada POFA	16
Tabel 2.7 Berat Jenis Tanah	18
Tabel 2.8 Deskripsi Tanah Terhadap Nilai Indeks Plastisitas	20
Tabel 2.9 Susunan dan Ukuran Saringan.....	21
Tabel 2.10 Klasifikasi Nilai CBR Tanah.....	24
Tabel 3.1 Variasi Penelitian	26
Tabel 3.2 Pengujian Tanah Gambut Asli	28
Tabel 3.3 Pengujian Pemadatan Standar Tanah Campuran.....	32
Tabel 4.1 Hasil Pengujian Kadar Air Tanah Gambut	35
Tabel 4.2 Hasil Pengujian Berat Jenis Tanah Gambut	36
Tabel 4.3 Hasil Pengujian Konsistensi Atterberg.....	36
Tabel 4.4 Hasil Pengujian Analisa Saringan	37
Tabel 4.5 Hasil Pengujian Kadar Abu	38
Tabel 4.6 Hasil Pengujian Sifat Fisik Tanah Gambut	38
Tabel 4.7 Hasil Pengujian Standar Pemadatan Tanah Gambut.....	39
Tabel 4.8 Hasil Pengujian CBR Tanah Gambut	41
Tabel 4.9 Hasil Pengujian Kadar Air POFA	42
Tabel 4.10 Hasil Pengujian Berat Jenis POFA	43
Tabel 4.11 Hasil Pengujian Pemadatan Tanah Campuran Tiap Variasi	44
Tabel 4.12 Rekapitulasi Hasil Pengujian CBR	45
Tabel 4.13 Hasil Pembahasan pada Pengujian.....	46

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Nilai Batas Atterberg Untuk Sub Kelompok A-4, A-5, A-6,A-7	11
Gambar 2.2	Peralatan Pengujian Batas Cair.....	19
Gambar 2.3	Alat Penggeleng Batas Plastis	19
Gambar 2.4	Alat Uji Kepadatan Standar	22
Gambar 2.5	Alat Uji CBR Laboratorium	24
Gambar 3.1	Desa Gambut Jaya	25
Gambar 3.2	UPTD Balai Laboratorium Bahan Kontruksi	25
Gambar 4.1	Tanah Gambut	35
Gambar 4.2	Grafik Pengujian Batas Cair.....	37
Gambar 4.3	Grafik Pemasatan Tanah Asli.....	40
Gambar 4.4	Hasil Pengujian CBR Tanah Gambut.....	41
Gambar 4.5	POFA.....	42
Gambar 4.6	Grafik Pengujian Pemasatan Setiap Variasi Campuran.....	44
Gambar 4.7	Grafik Hasil Pengujian CBR Tanah Campuran dengan perendaman 4 Hari	46
Gambar 4.8	Grafik Nilai CBR Terhadap Persentase POFA dan Gypsum.....	47

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Tanah merupakan fondasi penting dalam pembangunan konstruksi, dan ketika tegangan diterapkan pada tanah, tanah akan menekan dan berfungsi untuk mendistribusikan beban pada infrastruktur. Berdasarkan Balai Pengkaji Teknologi Pertanian Kota Jambi (2018) menyebutkan bahwa provinsi Jambi memiliki luas tanah gambut terbesar yaitu 716.836 hektar dan merupakan penyebaran lahan gambut ketiga terluas di Pulau Sumatera setelah Sumatera Selatan dan Riau dengan sebaran lahan gambut relatif luas di empat kabupaten: Tanjung Jabung Timur dengan luas 266.000 ha, Batanghari dengan luas 258.000 ha, Tanjung Jabung Barat seluas 142.000 ha dan Sarolangun dengan luas 41.000 ha.

Pembangunan dan perkembangan infrastruktur sipil semakin berkembang seiring dengan banyaknya kebutuhan manusia akan tetapi pada pembangunan infrastruktur pada lahan gambut sering terjadi kendala yang disebabkan oleh sifat tanah yang lunak sehingga menjadikan sifat fisik dan daya dukung tanah yang rendah untuk menahan beban di atasnya, rendahnya daya dukung tanah dapat mengakibatkan penurunan (*settlement*) tanah yang besar yang mengakibatkan kerusakan pada infrastruktur. Upaya perbaikan tanah sangat diperlukan untuk meningkatkan nilai daya dukungnya salah satunya dengan cara meningkatkan stabilisasi tanah.

Palm ash, juga dikenal sebagai *palm oil fuel ash* (POFA), dengan komposisi kimia penyusun yang terdiri dari SiO₂ 67,4%, CaO 1,5422%, MgO 3,024%, Fe₂O₃ 0.0014%, Al₂O₃ 10,9985%. Berdasarkan komposisi kimia penyusun POFA dapat dilihat bahwa POFA memiliki kandungan Silika terbesar, hal ini dapat dimanfaatkan sebagai bahan pengganti semen dalam ilmu teknik sipil yang dapat digunakan untuk menjadi material stabilisasi tanah gambut. Penulis melihat hal ini tertarik untuk melakukan penelitian terhadap POFA terkhusus meneliti penggunaan POFA dengan ukuran saringan lolos saringan No.4, penulis menggunakan bantuan alat *shave shaker* untuk membantu memisahkan butiran lolos saringan No.4 untuk bahan stabilisasi tanah.

Bahan lain yang dapat digunakan untuk stabilisasi adalah *gypsum* hal ini dikarenakan melihat komposisi kimia penyusun *gypsum* dengan kandungan Ca 23,28%, H 2,34%, CaO 32,57%, H₂O 20,93%, S 18,62% berdasarkan komposisi kimia penyusun *gypsum* dapat dimanfaatkan sebagai bahan campuran *Portland cement* yang dapat digunakan untuk menstabilisasi tanah. Selain itu juga, kandungan kalsium pada *gypsum* dapat berfungsi sebagai pengikat bahan organik ke tanah dan memberikan stabilitas pada agregat tanah,

yang dapat meningkatkan stabilitas tanah organik serta dapat menyerap lebih banyak air, sehingga *gypsum* meningkatkan proporsi tanah.

Berdasarkan pemaparan diatas, maka penelitian ini berlandaskan oleh pemanfaatan limbah kelapa sawit yang disebut dengan POFA (*Palm Oil Fuel Ash*) yang dicampurkan dengan *gypsum* sebagai bahan material campuran pada tanah bertujuan untuk mengetahui pengaruh penggunaan POFA dengan ukuran saringan lolos saringan No.4 yang dihasilkan dari pembakaran limbah padat kelapa sawit dalam meningkatkan stabilitas tanah gambut yang dilihat dari nilai CBR, berdasarkan hal tersebut maka penelitian ini berjudul **“Penggunaan Campuran POFA (*Palm Oil Fuel Ash*) dan Gypsum sebagai Stabilisasi Tanah Gambut Ditinjau dari Nilai CBR (*California Bearing Ratio*).”**

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah yang dapat ditentukan sesuai dengan latar belakang yang telah dipaparkan adalah bagaimana pengaruh penambahan campuran *gypsum* dan POFA (*Palm oil Fuel Ash*) abu limbah pembakaran kelapa sawit terhadap stabilitas tanah gambut yang dilihat dari nilai CBR?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penulisan ini berdasarkan dari rumusan masalah yang telah dipaparkan yaitu untuk mengetahui pengaruh penambahan campuran *gypsum* dan POFA (*Palm oil Fuel Ash*) abu limbah pembakaran kelapa sawit terhadap stabilitas tanah gambut yang dilihat dari nilai CBR.

1.4 Manfaat Penelitian

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat menjadi tinjauan atau studi literatur kepada pembaca untuk mengetahui pengaruh dari penambahan campuran *gypsum* dan POFA (*Palm oil Fuel Ash*) abu limbah pembakaran kelapa sawit terhadap stabilitas tanah gambut yang dilihat dari nilai CBR.

1.5 Batasan Masalah

Agar penelitian tidak meluas dan terarah, maka dalam skripsi ini dibatasi dengan ruang lingkup sebagai berikut :

1. Lokasi
 - a. Lokasi pengambilan tanah gambut berlokasi Di Desa Gambut Jaya, Kecamatan Sungai Gelam, Kabupaten Muaro Jambi, Provinsi Jambi.
 - b. POFA diperoleh dari PT.Sumbertama Nusapertiwi, Desa Parit, Kecamatan Sungai Gelam, Kabupaten Muaro Jambi, Provinsi Jambi.
2. Indikator dari pengujian laboratorium yang dilakukan dalam penelitian ini meliputi:
 - a. Bahan campuran yang digunakan berupa abu limbah kelapa sawit yaitu POFA dengan ukuran saringan lolos saringan No.4 dan juga *gypsum*.

- b. Penambahan persentase POFA sebesar 45%, 50%, 55% dan 60% terhadap berat tanah kering dan penambahan persentase *gypsum* sebanyak 10% terhadap berat tanah kering. Waktu perendaman 4 hari.
 - c. Pengujian yang dilakukan yaitu pengujian fisik dan mekanis tanah. Pengujian fisik yang dilakukan berupa pengujian kadar air, berat jenis, atas-batas konsistensi tanah (batas-batas Atterberg), analisis saringan, sedangkan untuk pengujian mekanis berupa uji kepadatan ringan (*standard proctor*) dan uji CBR (*California Bearing Ratio*) *soaked*.
 - d. Air yang digunakan bersumber dari PDAM
3. Dalam penelitian ini tidak menghitung RAB (Rencana Anggaran Biaya) secara rinci meliputi perbaikan tanahnya.
4. Sampel campuran dalam penelitian ini terdiri dari sampel kepadatan ringan (*standard proctor*) sebanyak 20 dan sampel CBR (*California Bearing Ratio*) sebanyak 24 sampel.

1.6 Keaslian Penulisan

Penelitian yang dilakukan adalah lanjutan dari penelitian terdahulu, dengan bahasan permasalahan yang hampir sama, dimana digunakan untuk membantu penulis dalam menentukan variabel penelitian. Penelitian ini membahas tentang penggunaan limbah pembakaran cangkang sawit (POFA) dan juga penggunaan lolos saringan No.4 dan campuran *gypsum* dengan kadar persentase dan waktu berendam selama 4 hari serta melihat pengaruh naik atau tidaknya daya dukung tanah yang telah di perlakukan tersebut.

Tabel 1.1 Keaslian Penelitian

No	Penulis	Judul Penelitian	Tujuan Penelitian	Variabel Penelitian	Hasil Penelitian
1	Fenny Bernavida dkk (2021)	Stabilisasi tanah gambut menggunakan abu boiler kelapa sawit ditinjau dari nilai cbr laboratorium.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Untuk meningkatkan kekuatandan kekakuan tanah gambut maka dilakukan stabilisasi tanah gambut dengan campuran abu boiler kelapa sawit 2. Mengetahui pengaruh penambahan POFA terhadap stabilitas tanah gambut yang ditinjau dari pengujian CBR (California Bearing Ratio). 	Pengujian Uji Indeks Properties, Uji Pemadatan Tanah, California Bearing Ratio (CBR)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Abu boiler kelapa sawit juga meningkatkan CBR tanah asli sebesar 0,247558% menjadi 0,72908% pada variasi 15%. Namun peningkatan yang terjadi tidak signifikan dan masih jauh dikategorikan baik. 2. Abu boiler kelapa sawit meningkatkan nilai berat isi kering pemadatan tanah gambut. Nilai berat isi kering paling tinggi sebesar 0,712

						gr/m ³ pada variasi 15%
2	Ria Murdani dkk (2020)	Analisis Tanah Dengan Menggunakan Campuran POFA (<i>Palm Oil Fuel Ash</i>) Ditinjau dari Nilai CBR (<i>California Bearing Ratio</i>).	Stabilisasi Gambut	<ol style="list-style-type: none"> 1. Memanfaatkan abu limbah kelapa sawit atau POFA untuk meningkatkan daya dukung tanah gambut. 2. Mengetahui pengaruh penambahan POFA terhadap stabilitas tanah gambut yang ditinjau dari pengujian CBR (<i>California Bearing Ratio</i>). 3. Mengetahui nilai CBR tanah gambut berdasarkan lamanya waktu pemeraman. 	Pengujian fisik tanah (Berat jenis, <i>Atterberg</i> , Analisa saringan), pemadatan standar, dan CBR	<ol style="list-style-type: none"> 1. Hasil pengujian CBR yang tertinggi diperoleh pada penambahan 35% POFA (<i>Palm Oil Fuel Ash</i>), untuk pemeraman 0 hari, 7 hari, 14 hari dan 28 hari pada tumbukan 3 x 65 PK dengan hasil berturut turut 3,47%, 4,07%, 4, 38 dan 5,36% 2. Dari semua hasil pengujian Nilai CBR yang tertinggi yaitu sebesar 5,36 %.
3	Nugroho Utoro (2008)	Stabilisasi gambut	tanah rawapening	1. Memanfaatkan campuran gypsum	Pengujian fisik tanah (Berat	1. Nilai CBR yang dihasilkan

		dengan menggunakan campuran Portland cement dan gypsum sintesis ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) ditinjau dari nilai CBR (<i>California Bearing Ratio</i>)	dan Portland jenis, Cement untuk meningkatkan daya dukung tanah gambut.	2. Mengetahui pengaruh penambahan gypsum dan Portland cement terhadap stabilitas tanah gambut yang ditinjau dari pengujian CBR (<i>California Bearing Ratio</i>).	jenis, <i>Atterberg</i> , Analisa saringan), pemadatan standar, dan CBR	mengalami kenaikan dan mencapai nilai maksimum pada kadar Portland cement 5% dan gypsum sintesis 15% dengan masa pemeraman 7 hari yaitu sebesar 8,985%. 2. Nilai CBR mengalami kenaikan hampir 3 kali lipat dari tanah gambut asli yaitu sebesar 3,559%
4	Dwi Rizki P Dkk (2016)	Stabilisasi tanah gambut menggunakan campuran gypsum sintesis ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$)	3. Memanfaatkan campuran gypsum sintesis dan garam dapur untuk	Pengujian fisik tanah (Berat jenis, <i>Atterberg</i> ,	1. Penambahan gypsum dan garam (NaCl) mengakibatkan	

dan garam dapur (NaCl) ditinjau dari pengujian CBR

meningkatkan daya dukung tanah gambut. 4. Mengetahui pengaruh penambahan gypsum dan garam dapur terhadap stabilitas tanah gambut yang ditinjau dari pengujian CBR (California Bearing Ratio).

Analisa saringan), pemadatan standar, dan CBR

tanah gambut menjadi lebih keras yang artinya daya dukung tanah gambut pun meningkat, sedangkan CBR adalah parameter dari daya dukung tanah. Semakin besar daya dukung tanah maka semakin besar pula nilai CBR yang dihasilkan.

2. Nilai CBR tertinggi pada pengujian ini yaitu pada varian tanah gambut +

20% Gypsum +
6% NaCl yang
memiliki nilai
CBR soaked
5,08% dan
unsoaked 5,21%.
Syarat CBR
menurut Bina
Marga dan DPU
untuk subgrade
perkerasan jalan
adalah 5% dalam
keadaan
terendam air
selama 4 hari

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tanah

Badan Pengembangan Sumber Daya Manusia (BPSDM) mendefinisikan tanah sebagai semua sedimen lunak yang lepas yang secara alami terjadi pada batuan dasar yang padat, baik yang tidak terkirim maupun yang tidak terkirim dari asalnya. Braja M. Das (1995) juga mendefinisikan tanah sebagai bahan yang terdiri dari agregat (butiran) mineral-mineral padat yang tidak tersementasi (terikat secara kimia) antara satu sama lain dari bahan-bahan organik yang telah melapuk (yang berpartikel padat) disertai dengan zat cair dan gas yang mengisi ruang-ruang kosong diantara partikel-partikel padat tersebut.

Tanah umumnya merupakan hasil pelapukan batuan. Partikel mineral padat yang membentuk tanah bervariasi dalam ukuran, dan sifat fisik tanah bergantung pada faktor-faktor seperti ukuran partikel, bentuk, dan komposisi kimia. Sistem klasifikasi tanah dibuat untuk menggambarkan dan mengklasifikasikan jenis tanah berdasarkan berbagai karakteristik tanah.

Tabel 2.1 Batasan-batasan Ukuran Golongan Tanah

Nama golongan	Ukuran butiran (mm)			
	Kerikil	Pasir	Lanau	Lempung
Massachusetts Institute of Technology (MIT)	> 2	2 – 0,06	0,06 – 0,002	< 0,002
U.S. Department of Agriculture (USDA)	> 2	2 – 0,05	0,05 – 0,002	< 0,002
American Association of State Highway and Transportation Official (AASHTO)	76,2 – 2	2 – 0,075	0,075 – 0,002	< 0,002
Unified Soil Classification System (U.S. Army Corps of Engineers, U.S. Bureau of Reclamation)	76,2 – 4,75	4,75 – 0,075	Halus (yaitu lanau dan lempung < 0,0075)	

Sumber : Das, 1995

2.1.1 Sistem Klasifikasi Tanah

Sistem klasifikasi tanah adalah suatu sistem yang secara sistematis mengelompokkan jenis-jenis tanah dengan karakteristik yang sama ke dalam kelompok dan subkelompok berdasarkan penggunaannya (Das, 1995). Sistem klasifikasi tanah dibuat pada dasarnya untuk memberikan informasi tentang sifat-sifat tanah dan sifat-sifat fisik tanah. Karena berbagai sifat dan perilaku tanah, sistem klasifikasi umumnya mengklasifikasikan tanah ke dalam kategori umum di mana mereka memiliki sifat fisik yang serupa. Klasifikasi tanah juga membantu dalam kebutuhan studi yang lebih rinci tentang kondisi tanah dan pengujian untuk menentukan sifat teknis tanah seperti sifat pemadatan, kekuatan dan kepadatan tanah (Bowles, 1989).

Sistem klasifikasi tanah berperan penting sebagai pengelompokkan tanah. Klasifikasi ini membantu untuk dengan mudah mengklasifikasikan tanah berdasarkan karakteristik dan sifat fisiknya. Sistem klasifikasi tanah dapat dibagi menjadi dua jenis: klasifikasi tekstur dan klasifikasi penggunaan. Klasifikasi berbasis tekstur adalah sistem klasifikasi USDA yang biasa digunakan untuk tujuan pertanian. Klasifikasi berbasis penggunaan adalah sistem klasifikasi AASHTO dan USCS yang digunakan untuk tujuan *geo engineering* yang terkait dengan teknik sipil. Karena penelitian tentang stabilisasi tanah merupakan bagian dari rekayasa tanah, khususnya teknik sipil, sistem klasifikasi yang dijelaskan adalah klasifikasi AASHTO dan USCS.

1. Klasifikasi tanah mengikuti sistem AASHTO

Salah satu kegunaan klasifikasi tanah berdasarkan sistem AASTHO atau *American Association of State Highway and Transporting* adalah untuk mengetahui kualitas tanah yang digunakan sebagai alas jalan (subbase) dan tanah dasar (subgrade) dalam pembangunan jalan. Sistem ini dirancang dengan kriteria seperti ukuran partikel tanah, plastisitas tanah, dan kotor tidaknya tanah. Sistem yang biasa digunakan sebagai klasifikasi tanah dalam konstruksi jalan mengklasifikasikan tanah menjadi tujuh kelompok besar, A1 hingga A7, dan melakukan klasifikasi tanah berdasarkan sistem AASTHO yang ditunjukkan pada **Tabel 2.2**

Tabel 2.2 Sistem Klasifikasi Tanah Menurut AASHTO

Klasifikasi Umum	Tanah Berbutir (35% atau kurang dari seluruh contoh tanah lolos ayakan No. 200)						
	A-1		A-3	A-2			
Klasifikasi Kelompok	A-1-a	A-1-b		A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7
Analisis Saringan (%lolos)							
No. 10	Maks 50						
No. 40	Maks 30	Maks 50	Min 51				
No. 200	Maks 15	Maks 25	Maks 10	Maks 35	Maks 35	Maks 35	Maks 35
Sifat fraksi yang lolos ayakan No. 40				Maks 40	Min 41	Maks 40	Min 41
Batas cair (LL)	Maks 6		NP	Maks 10	Maks 10	Min 11	Min 11
Indeks Plastisitas (PI)							
Indeks Kelompok (GI)	0		0	0		Maks 4	
Tipe material yang paling dominan	Batu pecah, kerikil, dan pasir		Pasir halus	Kerikil dan pasir yang berlanau atau berlempung dan pasir			
Penilaian sebagai	Sangat baik sampai baik						

tanah
dasar

Tabel 2.2 Sistem Klasifikasi Tanah Menurut AASHTO (lanjutan)

Klasifikasi umum	Tanah Lanau – Lempung (Lebih dari 35% dari seluruh tanah lolos ayakan No. 200)			
	A-4	A-5	A-6	A-7 A-7-5* A-7-6'
Klasifikasi kelompok				
Analisis ayakan No. 200 (%lolos)				
No. 10				
No. 40				
No. 200	Min 36	Min 36	Min 36	Min 36
Sifat fraksi yang lolos ayakan No. 40				
Batas cair (LL)	Maks 40	Min 41	Maks 40	Min 41
Indeks Plastisitas (PI)	Maks 10	Maks 10	Min 11	Min 11
Indeks Kelompok (GI)	Maks 8	Maks 12	Maks 16	Maks 20
Tipe material yang paling dominan	Tanah Berlanau		Tanah Berlempung	
Penilaian sebagai tanah dasar	Sedang sampai buruk			

Sumber : Hardiyatmo, 1996

Keterangan :

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

PL > 30 diklasifikasikan A-7-5

PL < 30 diklasifikasikan A-7-6

NP = Non Plastis

Nilai indeks kelompok (*Group Index, GI*) dapat digunakan untuk mengevaluasi lebih lanjut mutu tanah dalam kelompoknya apakah dapat digunakan sebagai bahan lapisan tanah dasar (subgrade). Nilai GI dapat dicari dengan menggunakan persamaan berikut :

$$GI = (F - 35) [0,2 + 0,005(LL - 40)] + 0,01(F - 15)(PI - 10) \quad (2.1)$$

Dimana :

GI = Indeks kelompok (*Group Index*)

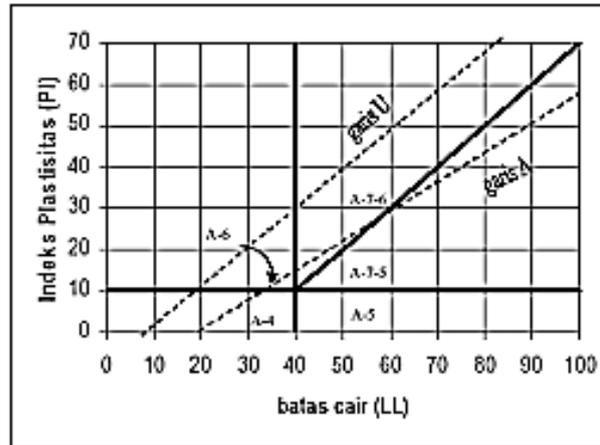
F = Persentase butiran yang lolos saringan No. 200

LL = Batas cair

PI = Indeks plastisitas

Apabila nilai indeks kelompok (GI) semakin tinggi maka ketepatan penggunaan tanahnya pun makin berkurang. Tanah granular (berbutir kasar) diklasifikasikan kedalam A-1 sampai A-3 dimana tanah granular A-1 bergradasi baik sedangkan A-3 adalah pasir bersih yang bergradasi buruk. Tanah A-2 juga termasuk kedalam tanah granular (persentase lolos saringan No.200 < 35%) namun masih terdiri dari lanau dan lempung.

Tanah berbutir halus diklasifikasikan dari A-4 sampai A-7 yaitu berupa tanah lanau dan lempung. Cara penentuannya berdasarkan pada nilai batas-batas *Atterberg* seperti pada gambar dibawah ini :



Gambar 2.1 Nilai Batas Atterberg Untuk Sub Kelompok A-4, A-5, A-6, dan A-7

Sumber : Hardiyatmo, 1996

Grafik diatas dapat digunakan untuk memperoleh batas-batas antara batas cair (LL) dan batas plastis (PL) untuk sub kelompok A-4 sampai A-7. Tanah dengan kandungan organik tinggi seperti tanah gambut (*peat*) diletakkan pada kelompok A-8.

2. Klasifikasi tanah mengikuti sistem USCS

Sistem klasifikasi tanah ini paling banyak digunakan untuk pekerjaan pondasi seperti bendungan, gedung, dan struktur sejenis. Sistem ini umumnya digunakan dalam desain lapangan udara jalan dan pekerjaan tanah. Sistem klasifikasi tanah berdasarkan USCS membedakan tanah menjadi 2 yakni :

- a. Tanah berbutir kasar, yaitu tanah kerikil dan pasir yang lolos pada ayakan No.200 dengan persentase kurang dari 50% dari berat total. Simbol yang digunakan adalah G (*Gravel*) untuk kerikil atau tanah berkerikil dan S (*Sand*) untuk pasir atau tanah berpasir.
- b. Tanah berbutir halus, yaitu tanah yang lolos ayakan No. 200 dengan persentase lebih dari 50% dari berat total. Symbol yang digunakan adalah M untuk silt atau lanau anorganik, C (*Clay*) untuk lempung anorganik, O untuk lempung organik dan lanau organik dan PT (*Peat*) untuk tanah gambut, muck, maupun tanah lain dengan kadar organik yang tinggi.

Simbol-simbol lain yang digunakan dalam sistem klasifikasi tanah USCS yaitu :

- a. W (*well graded*) = tanah bergradasi baik
- b. P (*poorly graded*) = tanah bergradasi buruk
- c. L (*low plasticity*) = tanah dengan plastisitas rendah ($LL < 50$)
- d. H (*high plasticity*) = tanah dengan plastisitas tinggi ($LL > 50$)

Tabel 2.3 Sistem Klasifikasi Menurut USCS

Divisi utama	Simbol kelompok	Nama umum			
Tanah Berbutir Kasar Lebih dari 50% butiran tertahan pada ayakan No.200'	Pasir Lebih dari 50% fraksi kasar lolos ayakan No. 4	Kerikil bersih (hanya kerikil)	GW	Kerikil bergradasi baik dan campuran kerikil-pasir, sedikit atau tidak sama sekali mengandung butiran halus	
		Kerikil dengan butiran halus	GP	Kerikil bergradasi buruk dan campuran kerikil-pasir, sedikit atau tidak sama sekali mengandung butiran halus	
			GM	Kerikil berlanau, campuran kerikil-pasir-lanau	
		GC	Kerikil berlempung, campuran kerikil-pasir-lempung		
	Kerikil 50% Atau lebih dari fraksi kasar tertahan pada ayakan No. 4		Pasir bersih (hanya pasir)	SW	Pasir bergradasi baik, pasir berkerikil, sedikit atau sama sekali tidak mengandung butiran halus
		Pasir dengan butiran halus	SP	Pasir bergradasi buruk, pasir berkerikil, sedikit atau sama sekali tidak mengandung butiran halus	
			SM	Pasir berlanau, campuran pasir-lanau	
		SC	Pasir berlempung, campuran pasir-lempung		
		Tanah Berbutir Halus 50% atau lebih lolos ayakan No.200'	Lanau dan Lempung Batas cair 50% atau kurang	ML	Lanau anorganik, pasir halus sekali, serbuk batuan, pasir halus berlanau atau berlempung
				CL	Lempung anorganik dengan plastisitas rendah sampai dengan sedang, lempung berkerikil lempung berpasir, lempung berlanau, lempung "kurus" (<i>leans clay</i>)
OL	Lanau-organik dan lempung berlanau organik dengan plastisitas rendah				
Lanau dan Lempung Batas cair lebih dari 50%	MH		Lanau anorganik atau pasir halus diatomae, atau lanau diatomae, lanau yang elastis		
	CH		Lempung anorganik dengan plastisitas tinggi, lempung "gemuk" (<i>fat clays</i>)		
	OH		Lempung organik dengan plastisitas sedang sampai dengan tinggi		
Tanah-tanah dengan kandungan organik sangat tinggi	PT	Peat (gambut), muck, dan tanah-tanah lain dengan kandungan organik tinggi			

Sumber : Das, 1995

Keterangan :

' Berdasarkan tanah yang lolos ayakan 75 mm (3 in)

2.1.2 Tanah Gambut

Berdasarkan definisi tanah gambut menurut ASTM D4427-92 (2002) adalah tanah dengan kandungan bahan organik yang tinggi akibat dekomposisi bahan tanaman, yang membedakannya dengan bahan organik tanah lainnya. Berdasarkan kadar abunya 25%

berat kering. ASTM D4427-92 (2002) mengklasifikasikan tanah gambut berdasarkan kadar serat, kadar abu (ASTM D2974), keasaman (ASTM D2976), dan laju penyerapan (ASTM D2980). ASTM D5715-00 di sisi lain, mengklasifikasikan tanah gambut berdasarkan tingkat humus. Karakteristik tanah gambut mengandung serat, kandungan bahan organik tinggi, dan berwarna coklat sampai hitam. Tanah gambut tergolong sangat ringan karena berat jenisnya ringan. Gambut memiliki daya serap air yang tinggi karena pada umumnya memiliki sifat sebagai koloid kuat yang dapat mengikat air.

Tabel 2.4 Klasifikasi Tanah Gambut Berdasarkan ASTM

Berdasarkan Kadar Serat ASTM D4427-92	
Fibric (gambut mentah)	Kadar serat >67%
Hemic (gambut matang sedang)	Kadar serat 33% - 67%
Sapric (gambut matang)	Kadar serat <33%
Berdasarkan Kadar Abu ASTM D2974	
Low ash (rendah)	Kadar abu <5%
Medium ash (sedang)	Kadar abu 5 – 15%
High ash (tinggi)	Kadar abu >15%
Berdasarkan Tingkat Keasamannya ASTM D2976	
Highly acidic	Kadar keasaman dengan pH <4,5
Moderately acidic	Kadar keasaman dengan pH 4,5 – 5,5
Slightly acidic	Kadar keasaman dengan pH 5,5 – 7
Basic	Kadar keasaman dengan pH \geq 7
Berdasarkan Daya Serap Air ASTM D2980	
Extremely absorbent	Kapasitas menyimpan air >1500%
Highly absorbent	Kapasitas menyimpan air 800 – 1500%
Moderately absorbent	Kapasitas menyimpan air 300 – 800%
Slightly absorbent	Kapasitas menyimpan air 300%
Berdasarkan humus pembentuk D5715-00	
Terbentuk dari satu tumbuhan	
Terbentuk dari dua tumbuhan	

Sumber : Nughroho, 2012

NAFVAC DM-7.1 (1982) menjelaskan mengenai korelasi antara tanah gambut terhadap parameter tanah lain yang tertera pada **Tabel 2.5** dibawah ini :

Tabel 2.5 Klasifikasi Tanah Gambut Berdasarkan Kandungan Organik

Kategori	Kadar Organik (%)	Simbol	Jenis Tanah	Perbedaan Karakteristik Untuk Identifikasi Visual	Nilai Pengujian Laboratorium
Bahan Organik	75 – 100% Organik (terlihat maupun disimpulkan)	PT	Gambut berserat (kayu, rerumpunan, dll)	Ringan, seperti spons dan seringkali menyusut pada udara, banyak mengandung air	w = 500-1200% Gs = 1,2-1,8

			Gambut berbutir halus (tak berbentuk)	Ringan, seperti spons namun tidak elastis, menyusut pada kering udara, banyak mengandung air	w = 300-800% Gs = 1,2-1,8 PI = 200-500
Tanah sangat organic	30 – 75% Organik (terlihat maupun disimpulkan)	PT	Gambut berlanau	Relatif ringan, seperti spons. Menyusut pada kering udara, tingkat pengeringan medium, biasanya banyak mengandung air	w = 150-500% Gs = 1,8-2,3 PI = 150-350
			Gambut berpasir	Butiran pasir terlihat, menyusut pada kering udara, tingkat pengeringan rendah, biasanya banyak mengandung air	w = 100-400% Gs = 1,8-2,4 PI = 50-150
Tanah Organik	5 – 30% Organik (terlihat maupun disimpulkan)	OH	Lanau organik liat	Seringkali memiliki bau H ₂ S. Tingkat pengeringan medium, dilatensi lambat	w = 65-200% Gs = 2,3-2,6 PI = 50-150
		OL	Pasir organik atau Lanau	Ikatan lemah dan rapuh mendekati PL atau tidak terikat sama sekali. Tingkat pengeringan rendah.	w = 30-125% Gs = 2,4-2,6 PI = NP-40
Tanah sedikit organic	Kurang dari 5% Organik	Tergantung fraksi anorganik	Tanah sedikit organic	Tergantung pada karakteristik butiran/fraksi anorganik	Tergantung pada fraksi anorganik

Sumber : NAFVAC DM – 7.1, 1982

2.2 Stabilisasi Tanah

Stabilisasi tanah atau perbaikan tanah adalah suatu usaha yang dapat dilakukan pada tanah-tanah yang berdaya dukung rendah untuk memperbaiki sifat-sifat tanah agar memenuhi persyaratan teknis tertentu. Proses stabilisasi tanah dapat dilakukan dengan mencampurkan tanah dengan tanah lain untuk memperoleh gradasi yang diinginkan atau dengan mencampurkan tanah dengan bahan tambahan lain untuk memperbaiki sifat teknis tanah.

Tujuan dilakukannya stabilisasi tanah adalah agar didapatkan tanah yang stabil. Proses stabilisasi tanah dapat dilakukan dengan 3 cara yaitu cara mekanis, fisis dan kimiawi.

1. Stabilisasi mekanis

Stabilisasi mekanis dilakukan dengan mencampur atau mengaduk dua atau lebih jenis tanah dengan kualitas yang berbeda untuk mendapatkan bahan yang memenuhi persyaratan kekuatan tertentu. Pencampuran tanah ini dapat dilakukan di lokasi proyek, pabrik, atau tempat pembuangan akhir (area sewa). Selanjutnya, bahan campuran ini disebar dan dikompresi di lokasi. Stabilisasi mekanis juga dapat

dicapai dengan menggali tanah yang buruk di lapangan dan menggantinya dengan bahan granular dari situs lain.

2. Stabilisasi fisik

Stabilisasi fisik dilakukan dengan menambahkan partikel tanah pada fraksi tertentu yang dianggap tidak cukup untuk memperbaiki gradasi tanah dan mencapai gradasi yang sempit. Tujuannya agar tanah memenuhi spesifikasi yang dibutuhkan.

3. Stabilisasi kimiawi

Stabilisasi kimiawi bertujuan untuk memperbaiki sifat mekanik tanah dengan mencampurkan tanah dengan menggunakan proporsi tertentu dari zat aditif. Proporsi campuran tergantung pada kualitas campuran yang dibutuhkan. Jika campuran hanya mengubah gradasi, plastisitas tanah, dan workability, hanya membutuhkan sedikit bahan tambahan. Namun, jika stabilisasi mengubah tanah menjadi kekuatan yang lebih tinggi, akan membutuhkan lebih banyak aditif. Bahan yang akan dicampur dengan campuran ini harus terdispersi dan terkompresi dengan baik. Bahan yang dapat digunakan antara lain terdiri dari adalah *Portland cement* (PC), bitumen, kapur, abu sekam padi, *fly ash*, *gypsum* dan lain-lain.

Stabilisasi yang dilakukan dalam penelitian ini adalah stabilisasi secara kimiawi yaitu dengan menambahkan bahan pencampur (*stabilizing agents*) pada tanah yang akan distabilisasi berupa limbah cangkang sawit dan gipsum.

2.3 Limbah Pembakaran Cangkang Sawit (POFA)

Abu limbah kelapa sawit atau disebut juga *Palm Oil Fuel Ash* (POFA) merupakan masalah bagi industri kelapa sawit karena memerlukan lahan pembuangan yang luas. Jumlah POFA yang meningkat setiap tahunnya dapat mengancam kelestarian lingkungan. Salah satu cara menekan jumlah POFA dan mencegah kerusakan lingkungan adalah dengan memanfaatkan POFA sebagai bahan stabilisasi tanah.

POFA (*Palm Oil Fuel Ash*) dapat digunakan sebagai pozzolan, yaitu bahan halus yang mengandung silika dan alumina yang dapat bereaksi dan membentuk bahan semen (ASTM, 2001). POFA mengandung silikon dioksida yang tinggi dan berpotensi untuk digunakan sebagai bahan pengganti semen. POFA adalah bahan pozzolanic yang menjanjikan dan banyak tersedia di seluruh bagian dunia (Tangchirapat, 2009). Pemanfaatan POFA (*Palm Oil Fuel Ash*) yang tepat dapat mengurangi penggunaan semen dan mengurangi volume limbah sehingga sangat bermanfaat bagi kelestarian lingkungan (Tangchirapat, 2009).

Pembakaran cangkang dan fiber kelapa menghasilkan abu dalam 2 jenis yaitu abu dasar (*bottom ash*) dan abu terbang (*fly ash*):

1. Kerak boiler (*bottom ash*)

Bottom ash merupakan abu hasil pembakaran boiler yang tidak tertampung pada *dust collector*. Abu dasar tertinggal pada oven pembakar sebagai butiran abu padat atau

leburan kerak yang memadat. Ukuran *bottom ash* relatif besar sehingga memiliki bobot yang terlalu berat untuk dibawa oleh gas buang dan umumnya terkumpul pada dasar ataupun disekitar oven pembakar (Simarmata, 2017). *Bottom ash* adalah abu yang telah mengalami proses penggilingan dari kerak pada proses pembakaran cangkang dan serat buah pada suhu 700 °C sampai 800 °C pada dapur tungku boiler. Abu kerak boiler cangkang kelapa sawit merupakan biomasa dengan kandungan silika (SiO₂) yang potensial dimanfaatkan (Reza dkk, 2014).

2. Abu terbang (*fly ash*)

Abu terbang (*fly ash*) cangkang dan fiber kelapa sawit merupakan limbah padat utama hasil pembakaran boiler. Limbah *fly ash* kelapa sawit ini memiliki sifat-sifat fisik yang ditentukan oleh komposisi dan sifat-sifat mineral pengotor dalam cangkang kelapa sawit serta proses pembakarannya. Dalam proses pembakaran cangkang dan fiber kelapa sawit, abu yang dihasilkan memiliki titik leleh yang lebih tinggi dari pada temperatur pembakarannya. Kondisi ini menghasilkan abu dengan butiran-butiran yang sangat halus berwarna gelap dan bobot yang lebih ringan dibandingkan abu *bottom ash*. Komposisi kimia yang ada pada POFA (*Palm Oil Fuel Ash*) ditunjukkan pada **Tabel 2.6**.

Tabel 2.6. Komposisi Kimia Pada POFA

NO	Komposisi Kimia	POFA
1.	Silika (SiO ₂)	64,36 %
2.	Alumina (Al ₂ O ₃)	4,36 %
3.	Fero oksida (Fe ₂ O ₃)	3,41 %
4.	Kalsium oksida (CaO) ₂	7,92 %
5.	Magnesium oksida (MgO) ₂	4,58 %
6.	Sulfur trioksida (SO ₃)	0,04 %
7.	Kalium oksida (K ₂ O)	5,57 %

2.4 Gypsum

Gypsum merupakan batuan sedimen, yang terbentuk dari proses kimia di alam dengan bantuan kapur dan sulfat, maka terjadi senyawa baru yang membentuk CaSO₄. Umumnya berwarna putih, namun terdapat warna lain tergantung kepada mineral pengontrolnya. *Gypsum* adalah mineral yang bahan utamanya terdiri dari *hydrated calcium sulfate*. Seperti pada mineral dan batu, gipsum akan menjadi lebih kuat apabila mengalami penekanan (Gypsum Association, 2007). Berat jenis gipsum antara 2,31 – 2,35, kelarutan dalam air 1,8 gr/liter pada 0 °C yang meningkat menjadi 2,1 gr/liter pada 40 °C, tapi menurun lagi ketika suhu semakin tinggi, adapun komposisi kimia pembentuk gipsum ialah *Calcium* (Ca) : 23,28 %, Hidrogen (H) : 2,34 %, *Calcium Oksida* (CaO) : 32,57 %, Air (H₂O) : 20,93 %, Sulfur (S) : 18,62 %

Gypsum secara umum mempunyai kelompok yang terdiri dari *gypsum* batuan, gipsit alabaster, satin spar, dan selenit. *Gypsum* juga dapat dikategorikan berdasarkan tempat terjadinya, yaitu endapan danau garam, berasosiasi dengan belerang, terbentuk sekitar

fumarol vulkanik, efflorescence pada tanah atau gua-gua kapur, tudung kubah garam, penudung oksida besi (gossan) pada endapan pirit di daerah batu gamping.

Gypsum sebagai perekat mineral mempunyai sifat yang lebih baik dibandingkan dengan perekat organik karena tidak menimbulkan pencemaran udara, murah, tahan api, tahan deteriorasi oleh faktor biologis dan tahan terhadap zat kimia (Purwadi, 1993). *Gypsum* mempunyai sifat yang cepat mengeras yaitu sekitar 10 menit. Waktu pengerasan *gypsum* bervariasi tergantung pada kandungan bahan dan airnya. Dalam proses pengerasan gipsum setelah dicampur dengan air maka terjadi hidratisasi yang menyebabkan kenaikan suhu. Kenaikan suhu tersebut tidak boleh melebihi suhu 40° C (Simatupang, 1985).

Dalam ilmu kimia, *gypsum* disebut sebagai kalsium sulfat hidrat ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), yaitu suatu material yang termasuk kedalam mineral sulfat yang berada di bumi dan nilainya sangat menguntungkan. Sekarang ini *gypsum* banyak digunakan pada hiasan bangunan, bahan dasar pembuat semen, pengisi (*filler*) cat, bahan pembuat pupuk (*fertilizer*) dan berbagai macam keperluan lainnya. Melihat *gypsum* yang dapat digunakan sebagai bahan dasar pembuatan semen, dimana semen adalah perekat hidraulis bahan bangunan, artinya akan jadi perekatan bila bercampur dengan air. Bahan dasar semen pada umumnya ada tiga macam yaitu klinker/terak (70% hingga 95%, merupakan hasil olahan pembakaran batu kapur, pasir silika, pasir besi dan lempung), gypsum (sekitar 5%, sebagai zat pelambat pengerasan) dan material ketiga seperti batu kapur, pozzolan, abu terbang, dan lain-lain. Adapun komposisi pembentuk semen ialah *Calcium Oksida* (CaO) : 60-65 %, Silika (SiO_2) : 17-25 %, Aluminium (Al_2O_3) : 3-8 %, Besi (Fe_2O_3) : 0,5-6 %, Magnesia (MgO) : 0,5-4 %, Sulfur (SO_3) : 1-2 %, Soda / potash ($\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$) : 0,5-1%. Keuntungan penggunaan *gypsum* dalam pekerjaan teknik sipil yaitu:

1. *Gypsum* yang dicampur lempung dapat mengurangi retak karena sodium pada tanah tergantikan oleh kalsium pada *gypsum* sehingga pengembangannya lebih kecil.
2. *Gypsum* dapat meningkatkan stabilitas tanah organik karena mengandung kalsium yang mengikat tanah bermateri organik terhadap lempung yang memberikan stabilitas terhadap agregat tanah.
3. *Gypsum* meningkatkan kecepatan rembesan air, dikarenakan gypsum lebih menyerap banyak air.

2.5 Pengujian Laboratorium

Dalam pelaksanaan pekerjaan konstruksi perlu dilakukan investigasi terhadap tanah terlebih dahulu untuk mengetahui apakah tanah tersebut sudah sesuai persyaratan atau perlu dilakukan perbaikan. Pada penelitian stabilisasi tanah, terdapat beberapa pengujian yang harus dilakukan sehingga dapat menentukan kelayakan tanah tersebut untuk digunakan baik sebagai tanah dasar maupun timbunan jalan. Pengujian yang dilakukan

yaitu pengujian laboratorium yang meliputi pengujian sifat fisik tanah, pengujian kepadatan standar serta pengujian CBR (*California Bearing Ratio*).

Pengujian sifat fisik tanah

Untuk mengetahui karakteristik dari tanah gambut yang akan distabilisasi maka dilakukan pengujian terhadap sifat fisik tanah tersebut. Pengujian sifat fisik tanah diantaranya terdiri dari pemeriksaan kadar air, berat jenis, konsistensi *atterberg* (batas cair dan batas plastis), dan analisa saringan.

1. Pemeriksaan kadar air

Kadar air adalah perbandingan antara berat air pada material dan berat material padat setelah dikeringkan dengan oven yang dinyatakan dalam persen. Kandungan kadar air pada tiap jenis tanah berbeda-beda, hal ini dapat disebabkan oleh kemampuan tanah dalam menyerap air. yang digunakan dalam pengujian kadar air adalah SNI 1965 – 2008.

Rumus perhitungan kadar air menurut SNI 1965 – 2008 yaitu :

$$w = \frac{W1 - W2}{W2 - W3} \times 100 \% \quad (2.2)$$

Dimana :

- W = kadar air, (%)
- W1 = berat cawan dan tanah basah (gram)
- W2 = berat cawan dan tanah kering (gram)
- W3 = berat cawan (gram)
- (W1-W2) = berat air (gram)
- (W2-W3) = berat tanah kering (partikel padat) (gram)

2. Pemeriksaan Berat Jenis

Berat jenis tanah adalah perbandingan antara berat volume butir tanah dan berat volume air pada temperature yang sama (SNI 1964-2008). Nilai berat jenis tanah tergantung pada komposisi material yang menyusun tanah tersebut. Pengujian berat jenis ini penting dilakukan untuk mengetahui sifat fisik tanah dan berat tanah tanpa pori udara.

Rumus yang dipakai untuk menghitung berat jenis suatu butiran yaitu :

$$G_s = \frac{W_t}{W_5 - W_3} \quad (2.3)$$

Dimana :

- G_s = Berat Jenis
- W₁ = Berat piknometer (gram)
- W₂ = Berat piknometer + contoh (gram)
- W_t = Berat tanah (W₂ - W₁) (gram)
- W₃ = Berat piknometer + air + tanah pada temperatur 20°C (gram)
- W₄ = Berat piknometer + air pada 25°C (gram)
- W₅ = W_t + W₄ (gram)

Nilai-nilai berat jenis tanah bergantung pada tipe tanah masing-masing. Besarnya nilai berat jenis (G_s) untuk tiap jenis tanah dapat dilihat pada **Tabel 2.7**.

Tabel 2.7 Berat Jenis Tanah (Gs)

Jenis Tanah	Berat Jenis
Sand (pasir)	2,65 – 2,67
Salty sand (Pasir belanau)	2,67 – 2,70
Inorganic clay (lempung organik)	2,70 – 2,80
Soil with mica or iron	2,75 – 3,00
Gambut	<2
Humus soil	1,37
Grafel	>2,7

Sumber : I.D. Wesley, Mektan, Cetakan IV hal 5, tabel 1.1, badan penerbit pekerjaan umum

3. Pengujian Konsistensi Atterberg

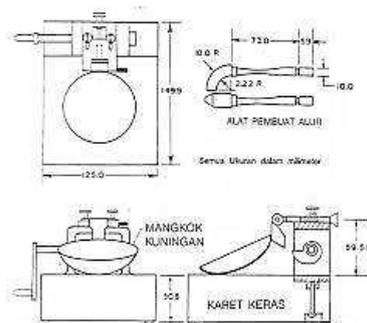
Konsistensi dari gambut dan tanah– tanah kohesif lainnya sangat di pengaruhi oleh kadar air dari tanah. Terdapat dua pengujian pada konsistensi atterberg yaitu batas cair dan batas plastis.

a. Batas cair tanah adalah kadar air minimum di mana sifat suatu tanah berubah dari keadaan cair menjadi plastis. Besaran batas cair digunakan untuk menentukan sifat dan klasifikasi tanah. Kadar air paling rendah dimana tanah dalam keadaan cair disebut batas cair (LL). Penentuan tingkat plastisitas tanah berdasarkan nilai batas cairnya dalam Kusuma, Rama Indera (2013) yaitu :

- 1) Plastisitas rendah LL < 35 %
- 2) Plastisitas sedang LL 35 % - 50 %
- 3) Plastisitas Tinggi LL > 50 %

Untuk mengetahui nilai batas cair suatu tanah digunakan grafik hubungan antara kadar air dan jumlah ketukan yang didapat kemudian ditarik garis pada grafik di pukulan ke 25. Rumus mencari kadar air dapat dilihat dibawah ini :

$$\text{persentase kadar air} = \frac{\text{Berat air}}{\text{Berat tanah kering oven}} \times 100\% \quad (2.4)$$



Gambar 2.2 Peralatan Pengujian Batas Cair

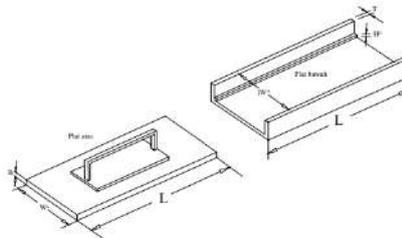
Sumber : SNI 1967 : 2008

a. Batas plastis (Plastic Limit/PL) adalah kadar air dimana suatu tanah berubah dari keadaan plastis ke keadaan semi solid. Batas Plastis dicapai ketika tanah tidak lagi

lentur dan hancur dibawah tekanan. Dapat dihitung berdasarkan kadar air nya yaitu persentasi berat air terhadap berat tanah kering pada benda uji.

$$Kadar\ air = \frac{Berat\ air}{Berat\ tanah\ kering} \times 100\% \quad (2.5)$$

Perbedaan kuantitatif pada kadar air batas cair dan batas plastis disebut indeks plastisitas (IP).



Gambar 2.3 Alat Penggeleng Batas Plastis

Sumber : SNI 1966 : 2008

- b. Indeks Plastisitas tanah adalah suatu kondisi ketika tanah berada diantara batas cair dan batas plastis. Angka ini didapat setelah pengujian Batas Cair dan Batas Plastis selesai dilakukan. Angka Indeks Plastisitas Tanah merupakan selisih angka Batas Cair (liquid limit, LL) dengan Batas Plastis (plastic limit, PL).

$$Indeks\ plastisitas\ (PI) = batas\ cair\ (LL) - batas\ plastis\ (PL) \quad (2.6)$$

Nilai Indeks Plastisitas selanjutnya digunakan untuk menentukan tingkat keplastisan dan nilai kohesi tanah seperti **Tabel 2.8**.

Tabel 2.8 Deskripsi Tanah Terhadap Nilai Indeks Plastisitas

PI	Deskripsi plastisitas	PI	Deskripsi kohesi tanah
0 – 5	Non plastis	<1	Non kohesif
5 – 15	Plastisitas rendah	1 – 10	Kohesif rendah
16 – 35	Plastisitas	10 – 20	Kohesif sedang
>35	Plastisitas tinggi	20 – 30	Kohesif
		>30	Kohesif tinggi

Sumber : Joseph E. Bowles, 1997

4. Pengujian Analisa Saringan

Gradasi agregat adalah distribusi dari variasi ukuran butir agregat . Gradasi agregat berpengaruh pada besarnya rongga dalam campuran dan menentukan workabilitas (kemudahan dalam pekerjaan) serta stabilitas campuran. Gradasi agregat ditentukan dengan cara analisa saringan, dimana sampel agregat harus melalui satu set saringan. Ukuran saringan menyatakan ukuran bukaan jaringan kawat dan nomor saringan menyatakan banyaknya bukaan jaringan kawat per inchi pesegi dari saringan tersebut. Gradasi agregat dapat dibedakan menjadi tiga macam :

- a. Gradasi seragam (*uniform graded*)

Gradasi seragam adalah gradasi agregat dengan ukuran butir yang hampir sama. Gradasi seragam ini disebut juga gradasi terbuka (*open graded*) karena hanya mengandung sedikit agregat halus sehingga terdapat banyak rongga/ ruang kosong antar agregat. Campuran beraspal dengan gradasi ini memiliki stabilitas yang tinggi, agak kedap terhadap air dan memiliki berat isi yang besar.

b. Gradasi rapat (*dense graded*)

Gradasi rapat adalah gradasi agregat dimana terdapat butiran dari agregat kasar sampai halus, sehingga sering juga disebut gradasi menerus, atau gradasi baik (*well graded*). Campuran beraspal dengan gradasi ini memiliki stabilitas yang tinggi, agak kedap terhadap air dan memiliki berat isi yang besar.

c. Gradasi senjang (*gap graded*)

Gradasi senjang adalah gradasi agregat dimana ukuran agregat yang ada tidak lengkap atau ada fraksi agregat yang tidak ada atau jumlahnya sedikit sekali. Campuran beraspal dengan gradasi ini memiliki kualitas peralihan dari keadaan campuran dengan gradasi yang disebutkan di atas.

Analisa saringan adalah suatu usaha untuk mendapatkan ukuran distribusi tanah dengan menggunakan saringan. Bertujuan untuk menentukan persentase ukuran butiran tanah yang tertahan pada saringan No.200. Hasil tersebut biasanya digunakan untuk menentukan pemenuhan ukuran distribusi partikel dengan syarat-syarat spesifikasi yang dapat dipakai dan untuk menyediakan data penting dalam mengatur produksi dari berbagai macam agregat dan campuran yang mengandung agregat.

Tabel 2.9 Susunan dan Ukuran Saringan

No Saringan	Ukuran (mm)
3 inci	75
2 inci	50
1 inci	25
3/8 inci	9,25
No. 4	4,75
No. 10	2,0
No. 40	0,425
No. 200	0,075

Sumber : SNI 3423, 2002

d. Pengujian Kadar Abu dan Kadar Organik

Pengujian ini berdasarkan pada SNI 13 – 6793 – 2002 dimana pengujian kadar abu bertujuan untuk mencari persentase kadar abu yang terkandung dalam tanah gambut. Uji kadar abu dilakukan terlebih dahulu untuk mendapatkan nilai persentase kadar organik. Penentuan kadar abu pada sampel tanah gambut maupun tanah organik lainnya ditentukan dengan pembakaran dalam tungku perapian pada temperature 440 °C setelah dilakukan pengujian kadar air terlebih dahulu. Persentase kadar organik ditentukan dari hasil pengurangan 100% dengan persentase kadar abu. Rumus yang digunakan untuk mencari nilai kadar abu dan kadar organik yaitu :

$$\text{Kadar Abu (\%)} = \frac{\text{Berat Abu (gram)} \times 100}{\text{Berat benda uji kering oven (gram)}} \quad (2.7)$$

$$\text{Kadar Organik (\%)} = 100\% - \text{Kadar Abu (\%)} \quad (2.8)$$

Pengujian kadar abu dilakukan untuk mengklasifikasikan tanah gambut atau tanah organik lain berdasarkan persentase kadar abunya. Penentuan klasifikasi tanah gambut dapat dilihat dari nilai persentasenya, seperti berikut ini:

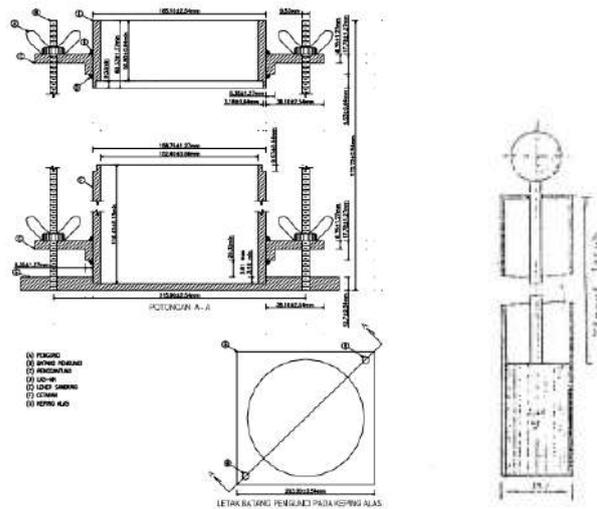
- a. Low Ash (Kadar abu rendah), yaitu tanah gambut dengan kadar abu < 5%
- b. Medium Ash (Kadar abu sedang), yaitu tanah gambut dengan kadar abu antara 5% – 15%
- c. High Ash (Kadar abu tinggi), yaitu tanah gambut dengan kadar abu > 15%

Sedangkan untuk kadar organik tanah gambut berkisar antara 30% - 100% menurut Navfac dm 7.1 dimana ketika kadar organik 30% - 75% termasuk kedalam kategori tanah sangat organik dan 75% - 100% termasuk dalam kategori bahan organik.

Pengujian sifat mekanis tanah

1. Pengujian kepadatan standar (*standard proctor*)

Pemadatan dapat dilakukan dengan cara menggilas dan menumbuk sehingga menimbulkan pemampatan pada tanah dengan mengeluarkan udara dari pori-pori tanah. Tanah yang renggang harus dipadatkan agar pori-porinya dapat saling mengisi dan volumenya meningkat. Pemadatan dilakukan dengan melakukan penambahan air dengan jumlah tertentu pada tanah. Pemadatan tanah dilakukan untuk mendapatkan nilai kadar air sehingga dapat menentukan kepadatan kering tanah. Kadar air yang paling tepat dimana harga berat volume kering maksimum tanah dicapai disebut “kadar air optimum” dan digunakan untuk mendapatkan kepadatan kering maksimum. Kadar air optimum dan kepadatan kering maksimum ini dapat digunakan untuk menentukan syarat yang harus dicapai pada pekerjaan pemadatan tanah di lapangan. Standar yang digunakan dalam pengujian pemadatan adalah SNI 1743 – 2008.



Gambar 2.4 Alat Uji Kepadatan Standar

Sumber: SNI 1743 - 2008

Tingkat kepadatan tanah ditentukan dari besarnya berat volume tanah kering yang dipadatkan. Air yang ditambahkan pada tanah yang dipadatkan berfungsi sebagai pelumas untuk partikel-partikel tanah sehingga partikel tanah lebih mudah bergerak dan bergeser membentuk suatu kedudukan yang lebih rapat. Penambahan kadar air dilakukan di laboratorium. Rumus perhitungan kadar air tanah pada setiap penambahan adalah sebagai berikut :

$$w = \frac{m_1 - m_2 \text{ (berat air)}}{m_2 - m \text{ (berat tanah kering)}} \times 100\% \quad (2.9)$$

Dimana:

- w = Kadar air tanah (%)
- m1 = tanah basah + cawan (gram)
- m2 = tanah kering oven + cawan(gram)
- m = berat cawan (gram)

Setelah didapatkan kadar air untuk tiap penambahan maka dapat dihitung berat volume basah tanah dengan rumus sebagai berikut :

$$\gamma_b = \frac{W}{V_m} \quad (2.10)$$

Dimana :

- γ_b = Berat volume basah (gram/cm³)
- W = Berat tanah basah yang dipadatkan dalam cetakan (gram)
- V_m = Volume cetakan/Isi cetakan (cm³)

Setelah didapatkan nilai berat volume basah (γ_b) dan kadar air (w), maka untuk mencari berat volume kering (γ_d) dinyatakan dalam persamaan :

$$\gamma_d = \frac{\gamma_b}{1+w} \quad (2.11)$$

Dimana :

- γ_d = Berat volume kering (gram/cm³)
- γ_b = Berat volume basah (gram/cm³)
- w = Kadar air (%)

2. Pengujian CBR

CBR dikembangkan oleh *California State Highway Departement* sebagai cara untuk menilai kekuatan tanah dasar (*subgrade*). Pengujian ini merupakan perbandingan beban penetrasi suatu bahan terhadap bahan standar dengan kedalaman dan kecepatan penetrasi yang sama. Menurut SNI 1744 – 2012 pengujian CBR laboratorium adalah penentuan nilai CBR contoh material tanah, agregat atau campuran tanah dan agregat yang dipadatkan di laboratorium pada kadar air sesuai yang ditentukan. Pengujian ini digunakan untuk mengevaluasi potensi kekuatan material lapis tanah dasar, pondasi bawah dan pondasi, termasuk material yang didaur ulang untuk perkerasan jalan dan lapangan terbang.

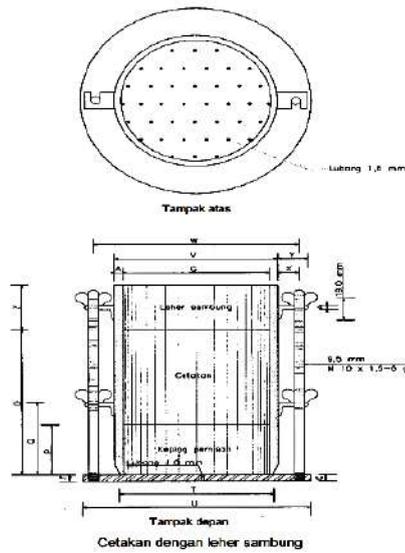
Pengujian CBR laboratorium digunakan terhadap beberapa benda uji, pada umumnya tergantung pada kadar air pemadatan dan densitas kering yang ingin dicapai. Berdasarkan SNI 1744-2012 dalam hubungan kadar air dan densitas terdapat dua cara yaitu CBR pada kadar air optimum, dimana dipersiapkan 3 contoh uji yang dipadatkan dengan jumlah tumbukan per lapis 10 kali, 30 kali, dan 65 kali dengan menentukan kadar air optimum dan densitas kering terlebih dahulu dengan pengujian kepadatan. Dan CBR pada rentang kadar air tertentu dipersiapkan paling kurang 5 contoh uji dipadatkan dengan jumlah tumbukan per lapis 56 kali.

Nilai CBR ditentukan dengan menggunakan kurva hubungan antara CBR dan densitas kering dari setiap benda uji.

Perhitungan nilai CBR berdasarkan grafik hubungan tersebut yaitu :

$$\text{CBR} = \frac{\text{Beban terkoreksi}}{\text{Beban Standar}} \times 100\% \quad (2.12)$$

Nilai beban terkoreksi ditentukan untuk setiap benda uji pada penetrasi 2,54 mm (0,10 inci) dan 5,0 mm (0,20 inci). Nilai CBR didapat dengan membagi nilai beban terkoreksi dengan beban standar secara berurutan sebesar 13kN (3000 lbs) dan 20 kN (4500) lbs kemudian dikalikan dengan 100. Nilai CBR dinyatakan dengan persen.



Gambar 2.5 Peralatan pengujian CBR laboratorium

Sumber : SNI 1744 – 2012

Klasifikasi nilai CBR tanah menurut Bowles (1992) ditunjukkan pada **Tabel 2.10** berikut ini.

Tabel 2.10 Klasifikasi Nilai CBR Tanah

CBR (%)	Tingkatan Umum	Kegunaan
0 – 3	<i>Very Poor</i>	<i>Subgrade</i>
3 – 7	<i>Poor to fair</i>	<i>Subgrade</i>
7 – 20	<i>Fair</i>	<i>Subbase</i>
20 – 50	<i>Good</i>	<i>Base or subbase</i>
>50	<i>Excelent</i>	<i>Base</i>

Sumber : Bowles, 1992

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Lokasi Penelitian

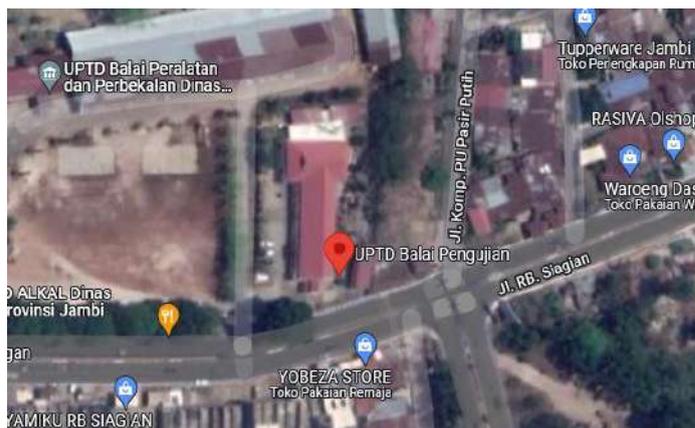
Lokasi pengambilan sampel tanah gambut berada di Desa Gambut Jaya, Kecamatan Sungai Gelam, Kabupaten Muaro Jambi, Provinsi Jambi serta lokasi pengambilan pofa berada di PT. Sumbertama Nusapertiwi, Desa Parit, Kecamatan Sungai Gelam, Kabupaten Muaro Jambi. Pengambilan sampel dilakukan dalam keadaan terganggu tanpa ada pelakuan khusus.



Gambar 3.1. Desa Gambut Jaya

(Sumber : Google maps, 2023)

Lokasi Pengujian pada penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Balai Penelitian UPTD Pasir Putih Dinas Pekerjaan Umum, Pasir Putih Kecamatan Jambi Selatan, Kota Jambi, Provinsi Jambi.



Gambar 3.2. UPTD Balai Laboratorium Bahan Kontruksi

(Sumber : Google maps, 2022)

3.2 Metode Penelitian

Pada penelitian ini penulis menggunakan metode penelitian eksperimen, penggunaan metode eksperimen di penelitian ini mencakup pencampuran tanah gambut dengan campuran *palm oil fuel ash* (POFA) dengan variasi penambahan yang berbeda.

Dimana metode penelitian eksperimen merupakan suatu penelitian ilmiah dimana peneliti memanipulasi dan mengontrol satu atau variabel bebas digunakan untuk mencari pengaruh perlakuan tertentu terhadap yang lain dalam kondisi yang terkendalikan (Sugiyono, 2006).

3.3 Variabel Penelitian

Secara garis besar ada dua macam variabel yaitu variabel yang mempengaruhi dan variabel yang dipengaruhi, variabel yang mempengaruhi adalah variabel bebas dan variabel yang dipengaruhi adalah variabel terikat. Menurut Sugiyono (2011), variabel bebas merupakan variabel yang memengaruhi atau yang menjadi sebab perubahannya variabel terikat. Sedangkan variabel terikat merupakan variabel yang dipengaruhi atau yang menjadi suatu akibat, karena adanya perlakuan dari variabel bebas (Sugiyono, 2011).

1. Variabel bebas pada penelitian ini adalah persentase penambahan campuran POFA, dimana persentase sebesar 0%, 45%, 50%, 55%, dan 60% lolos no 4 dengan pencampuran berat tanah kering, dan juga penambahan *gypsum* sebanyak 10% dalam waktu perendaman 4 hari
2. Variabel terikat pada penelitian ini adalah dari segi pengujian fisik tanah seperti kadar air, berat jenis, batas-batas Atterberg (batas cair, plastis, dan indeks plastisitas), analisa saringan, sedangkan untuk pengujian mekanis berupa pengujian pemadatan standar dan pengujian CBR (*California Bearing Ratio*) soaked.

Berikut adalah variasi penelitian yang akan digunakan pada pengujian berdasarkan persentase bahan campuran terhadap persentase tanah kering yang bisa dilihat pada **Tabel 3.1**.

berikut ini :

Tabel 3.1 Variasi Penelitian

No.	Variasi	Tanah + POFA + <i>gypsum</i>
1.	Variasi 1	Tanah gambut
2.	Variasi 2	Tanah gambut + 45 % + 10 %
3.	Variasi 3	Tanah gambut + 50 % + 10 %
4.	Variasi 4	Tanah gambut + 55 % + 10 %
5.	Variasi 5	Tanah gambut + 60 % + 10 %

Sumber : Data Penelitian, 2022

3.4 Teknik Pengumpulan dan Pengolahan Data

Data yang digunakan pada penelitian ini berupa data primer yang mana diperoleh dari hasil pengujian yang telah dilakukan dilaboratorium, mulai dari persiapan sampel

hingga sampel yang siap diuji. Metode pengumpulan data dengan melakukan eksperimen dan percobaan pada benda uji. Data-data primer yang diperoleh sebagai berikut :

- A. Pengujian Kadar Air (*Moisture Content*), SNI-1965-2008
- B. Pengujian Berat Jenis (*Specific Gravity*), SNI-1964-2008
- C. Pengujian Batas Cair (*Liquid Limit*), SNI-1967-2008
- D. Pengujian Batas Plastis dan Indeks Plastisitas, SNI-1966-2008
- E. Pengujian Kadar Abu dan Kadar Organik, SNI 13-6793-2002
- F. Pengujian Analisa Saringan (*Sieve Analyze*), SNI 3423-2008
- G. Uji Kepadatan Ringan untuk Tanah, SNI 1743-2008
- H. Metode Uji CBR laboratorium, SNI 1744-2012

3.5 Tahap Penelitian

Tahap penelitian yang akan digunakan pada penelitian ini terbagi menjadi dua tahap penelitian yaitu tahap sebelum dilakukan penelitian (alur penelitian) dan tahap eksperimental. Berikut tahap-tahap dari penelitian ini sebagai berikut :

3.5.1 Alur Penelitian

Alur penelitian merupakan persiapan dan langkah-langkah awal yang akan dilakukan sebelum merencanakan sebuah penelitian sehingga mendapatkan sebuah hasil dari penelitian yang akan kita lakukan , dimana dapat diuraikan sebagai berikut:

1. Rumusan Masalah

Rumusan masalah berisikan tentang sebuah gagasan yang akan diambil dalam penelitian ini termasuk dalam menentukan hal-hal apa saja yang berhubungan dengan pengaruh bahan campuran yang akan di uji seperti bahan *Palem oil fuel ash* (POFA) dan *Gypsum* yang digunakan untuk stabilitas tanah gambut .

2. Penentuan Topik

Penentuan topik merupakan sebuah permasalahan yang akan diangkat pada penelitian ini, adapun topik yang diangkat adalah pemanfaatan abu limbah pembakaran kelapa sawit sebagai bahan untuk menstabilkan tanah gambut sehingga dapat mengurangi dan memanfaatkannya untuk lingkungan sekitar.

3. Kajian

Kajian pustaka merupakan materi pendukung dan penunjang sebuah penulisan dimana diambil dari beberapa jurnal dan penelitian-penelitian terdahulu, dengan mengangkat topik permasalahan yang hampir sama, juga di dukung dengan peraturan dan standar yang ada seperti SNI (Standar Nasional Indonesia).

4. Eksperimen

Eksperimen adalah tahapan mulai dilakukannya percobaan dari tahap persiapan bahan dan peralatan , pengujian fisik, hingga pengujian mekanis tanah.

5. Data Pengolahan

data merupakan sebuah proses perhitungan terhadap segala macam data yang diperoleh dari setiap pengujian.

6. Analisa data dan pembahasan

Analisa data dan pembahasan merupakan tahap akhir dari penelitian yang telah dilakukan berisi tentang hasil dari setiap percobaan dan perhitungan data yang telah diperoleh sebelumnya.

3.5.2 Alur eskprimental

Tahap eskprimental adalah tahap dimana tahap akan dimulainya pengujian penelitian, antara lain mulai dari persiapan bahan dan alat ,pengujian sifat fisik tanah dan pengujian mekanis tanah antarlain sebagai berikut :

1. Persiapan bahan

a. Tanah gambut

Tanah Gambut yang diambil dari dari Desa Gambut Jaya , Kecamatan Sungai Gelam. Tanah gambut dijemur sampai kering udara, kemudian disaring dengan saringan No. 4.

b. Abu kelapa sawit atau POFA

Abu kelapa sawit yang digunakan pada penelitian ini diambil dari PT.Sumbertama Nusapertiwi, Desa Parit, kota Muaro Jambi, Provinsi Jambi.

c. *Gypsum*

Gypsum yang digunakan pada penelitian ini diperoleh dari membeli dari toko bangunan setempat.

d. Air

Air yang digunakan adalah air PDAM dari laboratorim UPTD Balai Pengujian Kota Jambi.

e. Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain cawan, timbangan, piknometer, oven, kompor listrik, satu set alat CBR, satu set alat analisa saringan, satu set alat uji batas atterberg, satu set alat uji *standar proctor*, dan lain-lainnya.

f. Sampel

Sampel pengujian pada penenelitian ini memiliki Kebutuhan pengujian tanah gambut asli ditunjukkan pada **Tabel 3.2.**

Tabel 3.2. Pengujian Tanah Gambut Asli

No	Pengujian	Jumlah sampel
1.	Kadar air	4 sampel
2.	Berat jenis	4 sampel
3.	Batas-batas <i>Atterberg</i>	6 sampel
	a. Batas cair	
	b. Batas plastis	

4.	Analisa saringan	2 sampel
5.	Pemadatan Standar	5 sampel
6	CBR tanah asli	6 sampel
Total		27 sampel

Sumber : Data Penelitian, 2022

2. Pengujian Labolatorium

Pemeriksaan tanah gambut meliputi pengujian indeks properties tanah yang dilakukan di UPTD Balai Pengujian Kota Jambi. Pengujian yang dilakukan antara lain :

a. Pengujian kadar air

Prosedur pengujian kadar air adalah sebagai berikut :

- 1) Pertama kita siapkan cawan, bersihkan dan beri label untuk tiap cawan, kemudian cawan ditimbang (W1)
- 2) Tanah yang akan diuji ditempatkan dalam cawan yang telah ditimbang dan dicatat beratnya masing-masing sampel (W2)
- 3) Selanjutnya masukkan cawan beserta isinya kedalam oven selama 24 jam.
- 4) Setelah 24 jam, cawan + tanah kemudian di dinginkan dengan alat desikator (alat pendingin) selanjutnya timbang kembali benda uji
- 5) Data-data yang telah diperoleh dicatat kedalam form pengujian sehingga dapat memperoleh nilai kadar air dari sampel tersebut

b. Pengujian berat jenis

Prosedur pengujian berat jenis adalah sebagai berikut :

- 1) Tanah yang digunakan untuk benda uji adalah tanah yang lolos saringan No. 4
- 2) Keringkan benda uji kedalam dalam oven selama 24 jam, selanjutnya didinginkan menggunakan desikator
- 3) Piknometer dicuci dengan bersih dan beri label tiap piknometer, selanjutnya dikeringkan dan kemudian ditimbang (W1)
- 4) Masukkan benda uji kedalam piknometer yang telah diberi label sebanyak ± 10 gram lalu ditimbang (W2)
- 5) Lakukan penambahan dengan air suling hingga $2/3$ tinggi piknometer dan campur hingga rata, setelah tercampur rata panaskan dengan kompor listrik dengan suhu 240° . Udara yang terperangkap diantara butir-butir harus dikeluarkan dengan cara piknometer yang telah berisi rendaman benda uji dipanaskan dengan selama ± 10 menit dengan sekali-kali piknometer dimiringkan untuk membantu keluarnya udara, kemudian didinginkan.
- 6) Selanjutnya Piknometer yang bersama air dan tanah dimasukkan kedalam bejana tertutup atau disebut dengan desikator dengan tekanan 13,33 kPa (100 mmHg) sampai gelembung- gelembung udara keluar dan air menjadi jernih

- 7) Rendam piknometer dalam bak perendam sampai temperaturnya tetap. Tambahkan air suling secukupnya sampai penuh. Keringkan bagianluarnya, lalu di diamkan selama 24 jam, setelah kering dan dingin timbanglah piknometer tersebut (W3)
- 8) Piknometer dikosongkan dan dibersihkan, kemudian isi dengan air dan timbang kembali (W4)

c. Pengujian batas cair

Prosedur pengujian batas cair adalah sebagai berikut :

- 1) Ambil sampel tanah gambut yang telah kering udara dan telah disaring dengan ayakan No. 40 sebanyak 100 gram
- 2) Tanah ditumpuk diatas pelat kaca, diberi air sedikit demi sedikit, sehingga sampel menjadi adonan atau pasta yang lembut dan siap digunakan
- 3) Selanjutnya adonan dimasukkan kedalam mangkuk casagrande dan ratakan permukaannya
- 4) Buat alur di tengah tanah yang telah diratakan tersebut dengan grooving tool selapis demi selapis sehingga tanah menjadi terbelah dua
- 5) Putar handle mangkuk casagrande dengan kecepatan konstan (dua ketuk tiap detik) sambil menghitung jumlah ketukannya dan perhatikan gerakan adonan tanah pada mangkuk sampai kira-kira $\frac{1}{2}$ inci (13 mm)
- 6) Jika jumlah ketukannya melebihi 50 kali, tambahkan air dan ulangi langkah kerja dari langkah ke-3. Sebaliknya apabila jumlah ketukan kurang dari 50 kali, keringkan adonan atau aduk terus menerus diatas pelat kaca, kemudian ulangi dari langkah kerja
- 7) Diusahakan tidak menambah tanah kering pada tanah yang akan diuji dan waktu pencampuran tanah 5 sampai 20 menit
- 8) Jika adonan merapat sekitar 13 mm sesuai dengan jumlah ketukan yang diinginkan, sampel tanah diambil dari adonan yang dimasukkan kedalam cawan
- 9) Tentukan kadar airnya dari data-data yang telah diperoleh pada percobaan, dengan memasukkan sampel tanah kedalam cawan
- 10) Selanjutnya dioven selama 24 jam, terakhir lakukan penimbangan. maka akan diperoleh kadar air

d. Pengujian batas plastis

Prosedur pengujian batas plastis adalah sebagai berikut :

- 1) Gunakan tanah yang telah kering dan lolos saringan No. 4, kemudian campur dengan air suling sampai merata dengan bantuan spatula
- 2) Ambil contoh tanah secukupnya, contoh tanah digulung diatas plat kaca hingga berbentuk stik batangan mencapai ukuran dengan diameter 3 mm

- 3) Apabila pada ukuran tersebut tanah mulai menunjukkan retak – retak maka tanah dapat dikatakan dalam keadaan batas plastis
 - 4) Masukkan contoh tanah kedalam cawan, kemudian lakukan pemeriksaan kadar air
 - 5) Jika batangan tanah belum mencapai diameter 3 mm telah menunjukkan retak maka tanah tersebut dapat dikatakan terlalu kering dan perlu dilakukan penambahan air, namun sebaliknya jika batangan tanah telah mencapai diameter 3 mm dan belum menunjukkan retak maka tanah tersebut terlalu basah dan perlu dikeringkan atau didiamkan terlebih dahulu
- e. Pengujian analisis saringan (*sieve analyze*)
- 1) Siapkan sampel tanah yang telah kering sebanyak 500 gram
 - 2) Siapkan satu set saringan dimulai dari saringan No.200, No.100, No.60, No.40, No.20, No.10, No.4 dan terakhir pan atau tadah
 - 3) Satu set saringan diletakkan diatas mesin sieve shaker, masukkan tanah kedalam saringan, kemudian lakukan tahap penyaringan 15 menit
 - 4) Timbang masing-masing berat tanah yang tertahan pada tiap saringan.
 - 5) Selanjutnya lakukan perhitungan maka akan didapatkan gradasi butiran tanah hasil akhir yang telah diperoleh
- f. Pengujian kadar abu
- 1) Sampel tanah kering yang telah dioven pada pengujian kadar air, kemudian di oven Kembali di alat furnace pada suhu $\leq 400^{\circ}$ selama ± 3 jam.
 - 2) Setelah 3 jam sampel didinginkan menggunakan desikator lalu di timbang beratnya.
- g. Pengujian kadar organik
- Kadar organik ditentukan dari hasil pengurangan 100% dengan persentase kadar abu.
- h. Pemadatan proctor
- Melakukan pengujian pemadatan tanah gambut dengan *Palem oil fuel ash* (POFA), tujuannya adalah untuk mendapatkan kadar air optimum yang nantinya akan ditambahkan dengan kadar air mula-mula. Banyaknya sampel yang digunakan ditunjukkan pada **Tabel 3.3**.

Tabel 3.3 Pengujian Pemadatan Standar Tanah Campuran

Pengujian	Jumlah sampel
Pengujian pemadatan ringan tanah campuran	
- Tanah gambut 100 %	5 sampel
- Tanah gambut + 45 % POFA + 10 % <i>gypsum</i>	5 sampel
- Tanah gambut + 50 % POFA + 10 % <i>gypsum</i>	5 sampel
- Tanah gambut + 55 % POFA + 10 % <i>gypsum</i>	5 sampel
- Tanah gambut + 60 % POFA + 10 % <i>gypsum</i>	5 sampel
Total	25 sampel

Sumber : Data Penelitian, 2022

Pengujian proctor bertujuan untuk mengetahui berat isi tanah kering maksimum (γ_{dmaks}) dan kadar air optimum (W_{opt}). Adapun prosedur pelaksanaannya adalah sebagai berikut :

- 1) Sediakan contoh tanah yang telah dikeringkan dan lolos ayakan No.4 masing-masing 2,5 kg tanah untuk 5 buah sampel
- 2) Masukkan benda uji kedalam kantong plastik yang telah disediakan dan disimpan selama 24 jam
- 3) Contoh tanah yang telah dipersiapkan selama 24 jam tadi diambil untuk melukan pengujian proctor
- 4) Selanjutnya timbang berat cetakan proctor
- 5) Olesi cetakan menggunakan oli, lapisi permukaan cetakan dengan kertas agar tanah tidak melekat ketika membuka cetakan
- 6) Lalu masukkan tanah untuk lapisan pertama, yang ditumbuk sebanyak 25 kali tumbukan dan merata, lakukan hal yang sama pada lapisan kedua dan ketiga
- 7) Setelah contoh tanah didalam cetakan padat, pengikat dibuka dan permukaannya diratakan dengan menggunakan pisau
- 8) Timbang cetakan beserta tanah
- 9) Keluarkan tanah didalam cetakan lalu ambil sedikit contoh tanah tersebut dan masukkan ke dalam cawan, untu memeriksa kadar airnya
- 10) Timbang contoh tanah + cawan dengan neraca setelah itu dimasukkan kedalam oven selama 24 jam
- 11) Setelah 24 jam contoh tanah kering + cawan kemudian ditimbang kembali sehingga diperoleh berat air dan kadar airnya.
- 12) Lakukan hal tersebut pada sampel lainnya
- 13) Dari data yang ada maka dapat dicari berat volume basah dan berat volume kering tanah

- 14) Selanjutnya masukkan data tanah yang telah di uji kedalam grafik pemadatan perbandingan antara berat tanah kering terhadap kadar air untuk tiap sampel
- 15) Sehingga pada grafik didapatlah nilai kadar air optimum yang akan digunakan untuk pengujian CBR

i. Pengujian CBR (*California Bearing Ratio*)

Prosedur pengujian CBR (*California Bearing Ratio*) adalah sebagai berikut :

- 1) Ambil tanah yang telah disiapkan 3 sampel untuk tanah asli dan 12 sampel untuk masing komposisi bahan campuran sebanyak 5 kg persampel (menyesuaikan tanah).
- 2) Masukkan tanah kedalam baskom atau talah sebagai wadah pengaduk tanah ketika dicampurkan dengan air
- 3) Air yang digunakan adalah air optimum yang diperoleh dari pemeriksaan kepadatan
- 4) Pasanglah cetakan pada keping alas dan timbang. Masukkan piringan pemisah (*spacer disk*) di atas keeping alas dan pasang kertas yang telah diolesi oli di atasnya
- 5) Ambil contoh tanah yang telah dicampur air dan teraduk secara merata, selanjutnya masukkan tanah kedalam cetakan.
- 6) Padatkan bahan tersebut didalam cetakan dengan penumbuk standard dengan pembagian pengisian cetakan dibagi atas tiga lapisan.
- 7) Sampel ditumbuk sebanyak 3x10, 3x30, 3x65 tumbukan
- 8) Setelah penumbukan buka leher sambungan dan ratakan tanah dengan alat perata
- 9) Selanjutnya timbang tanah cetakan, keluarkan piringan pemisah, balikkan dan letakkan pada mesin uji CBR
- 10) Sebelum itu ambillah sedikit contoh tanah, lalu dimasukkan kedalam cawan, guna mendapatkan kadar airnya, kemudian tanah beserta mold direndam selama batas hari yang ditentukan
- 11) Selanjutnya letakkan keping pemberat di atas permukaan benda uji
- 12) Keluarkan benda uji dari cetakan dan tentukan kadar air
 - a. Klasifikasi tanah, dimana klasifikasi ini dilakukan dengan mengkombinasi tabel sistem klasifikasi tanah
 - b. Pencampuran dan pembuatan benda uji sesuai variasi

3. Analisa Data

Selama proses penelitian baik itu pengujian fisik tanah dan pengujian mekanis tanah, data yang telah didapatkan lalu di buat dalam bentuk tabel, angka dan grafik secara sistematis dimana tujuannya untuk melihat perbandingan dari masing-masing sampel kemudian dilakukan analisa dan selanjutnya dibuat suatu kesimpulan dan saran yang berhubungan dengan tujuan penelitian tersebut.

4. Kesimpulan

Setelah hasil dari analisis data dapat di sajikan maka hal berikutnya yang di lakukan adalah menarik kesimpulan berupa hasil perbandingan setiap pengujian, dan menyimpulkan persentase penggunaan kadar POFA dan juga *gypsum* khususnya yang paling optimal berdasarkan variasi pencampuran dalam meningkatkan stabilitas tanah gambut. Serta memberikan saran bagaimana sebaiknya penelitian ini dapat lebih baik lagi di kemudian hari.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Tanah Gambut

Tanah gambut yang digunakan pada penelitian ini berasal dari Desa Gambut Jaya, Kecamatan Sungai gelam, Kabupaten Muaro Jambi, Provinsi Jambi. Tanah gambut merupakan jenis tanah yang terbentuk dari sisa-sisa tumbuhan yang setengah membusuk sehingga memiliki kandungan organik tinggi. Karakteristik pada tanah gambut sendiri yaitu memiliki warna coklat sampai hitam, memiliki kandungan air yang tinggi, daya dukung tanah yang rendah. Tanah gambut secara visual dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 4.1 Tanah Gambut
Sumber : Dokumentasi Penelitian, 2022

4.1.1 Pengujian Sifat Fisik Tanah Gambut

Pengujian sifat fisik dilakukan untuk menentukan klasifikasi dan jenis tanah gambut yang diambil dari Desa Gambut Jaya, Kecamatan Sungai gelam. Berikut hasil dari pengujian sifat fisik tanah gambut adalah sebagai berikut :

Pengujian Kadar Air

Hasil pengujian kadar air dinyatakan dalam persen dan kadar air pada pengujian ini diambil 4 sampel tanah gambut untuk mendapatkan rata-rata kandungan air pada tanah.

Tabel 4.1 Hasil Pengujian Kadar Air Tanah Gambut

Pengujian Kadar Air				
SNI 1965 - 2008				
Nomor Krus	E	X	F	7
Kadar Air (%)	601,587	611,368	585,047	588,774
Kadar Air Rata-rata (%)	596.694			

Sumber : Data Penelitian, 2022

Hasil pada pengujian yang dilakukan didapat rata-rata kadar air pada tanah gambut sebesar 596,694 %. Menurut Adhi dan Suhardjo (1976), kadar air tanah gambut dapat

mencapai 300-400% sehingga dapat disimpulkan sampel tanah yang diuji pada penelitian kali ini termasuk jenis tanah gambut karna memiliki kadar air yang tinggi.

Pengujian Berat Jenis (*Specific Gravity*)

Pada pengujian berat jenis tanah diambil sebanyak 2 contoh sampel pengujian dengan berat masing-masing < 15 gram yang bertujuan untuk mendapatkan nilai rata-rata dari pengujian berat jenis yang di uji. Hasil pengujian berat jenis tanah gambut dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 4.2 Hasil Pengujian Berat Jenis Tanah Gambut

Pengujian Berat Jenis (<i>Specific Gravity</i>)		
SNI 1964 – 2008		
Nomor Piknometer	A	D
Berat Jenis	1,71	1,77
Rata-rata	1,74	

Sumber : Data Penelitian, 2022

Menurut Weasley, tanah gambut memiliki berat jenis < 2 sehingga tanah gambut yang diuji pada penelitian ini termasuk kedalam klasifikasi tersebut. dikarenakan hasil rata-rata dari pengujian berat jenis sebesar 1,74.

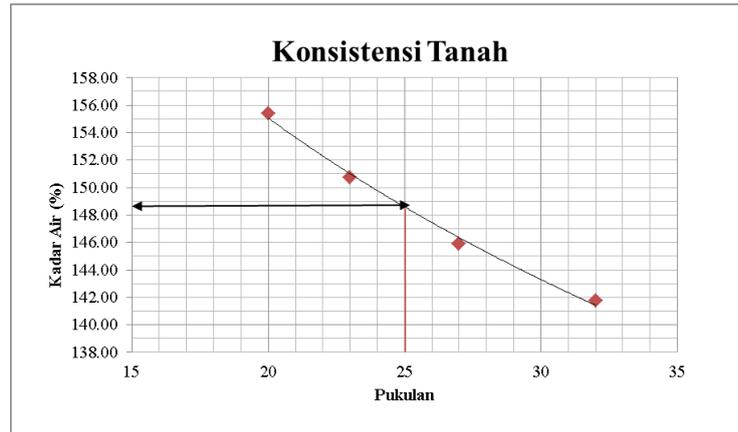
Pengujian Konsistensi Atterberg

Pengujian konsistensi *atterberg* atau batas-batas *atterberg* yang dilakukan terdiri dari pengujian batas cair dan batas plastis dimana setelah uji ini dilakukan kemudian dapat dicari nilai indeks plastisitasnya. Pengujian ini menggunakan tanah yang kering udara kemudian ditumbuk dan disaring dengan saringan No. 40. Hasil pengujian konsistensi *atterberg* dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 4.3 Hasil Pengujian Konsistensi Atterberg

	Pengujian Konsistensi Atterberg				Batas Plastis (SNI 1966 – 2008)	
	Batas cair (SNI 1967 – 2008)					
Banyak Pukulan	32	27	23	20		
Nomor Cawan	P.88	P.74	P.37	P.39	7	E
Kadar air (%)	141,78	145,92	150,76	155,41	79,75	74,42
					77,09	

Sumber : Data Penelitian, 2022



Gambar 4.2 Grafik Pengujian Batas Cair
Sumber : Data penelitian, 2022

Berdasarkan grafik pengujian batas cair diambil nilai batas cair (LL) pada pukulan ke 25, maka didapat nilai sebesar 148,700%. Menurut Casagrande (1948) dalam sistem klasifikasi USCS (*Unified Soil Classification System*) nilai batas cair tanah gambut > 50% termasuk kedalam kategori tanah organik dan berkohesi tinggi.

Nilai batas plastis (PL) diperoleh dari rata-rata hasil kadar air pada pengujian batas plastis sehingga didapat nilai sebesar 77,09%. Perhitungan indeks plastisitas dapat dilakukan setelah nilai batas cair dan batas plastis telah didapat, oleh karena itu perhitungan nilai indeks plastisitas yaitu:

$$\begin{aligned}
 \text{Indeks plastisitas} &= \text{batas cair (LL)} - \text{batas plastis (PL)} \\
 &= 148,700\% - 77,09\% \\
 &= 71,61\%
 \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan tersebut didapat nilai indeks plastisitas tanah gambut sebesar 71,61%. Menurut bowles (1997) nilai Indeks Plastisitas >30%, dari hasil yang diperoleh tanah tersebut termasuk tanah plastisitas tinggi dan kohesif tinggi .

Pengujian Analisa Saringan

Pada pengujian analisis saringan sampel tanah gambut diambil dari tanah kering oven sebanyak 500 gram kemudian dicuci dan dioven kembali untuk melihat berat butiran yang tertahan dan lolos saringan.

Tabel 4.4 Hasil Pengujian Analisa Saringan

Pengujian Analisa Saringan				
SNI 3432 – 2008				
No. saringan	Berat tertahan	Jumlah berat tertahan	Persentase	
			Diatas	Melalui
200	10	10	2	98

Sumber : Data Penelitian, 2022

Hasil pengujian analisa saringan tanah gambut menunjukkan bahwa tanah 98% lolos pada saringan No. 200, sehingga menurut klasifikasi USCS (*Unified Soil Classification*)

System) tanah lolos saringan No. 200 > 50% termasuk kedalam fraksi butiran halus atau tanah berorganik dengan simbol PT.

Pengujian Kadar Abu dan Kadar Organik Tanah Gambut

Pengujian kadar abu juga dapat digunakan untuk mengklasifikasikan tanah gambut, dalam hal ini tanah gambut diklasifikasikan berdasarkan persentas kadar abu.

Tabel 4.5 Hasil Pengujian Kadar Abu

Pengujian Kadar Abu dan Kadar Organik	
SNI 13 – 6793 – 2002	
Nomor Cawan	I
Kadar Air (%)	9,09%
Kadar Abu (%)	13,63%
Kadar Organik (%)	86,37%

Sumber : Data Penelitian, 2022

Berdasarkan standar ASTM D4427 – 92 (2002) apabila nilai kadar abu antara 5 - 15% maka dapat diklasifikasikan tanah tersebut tanah *gambut medium ash peat*.

Klasifikasi Tanah Gambut

Berikut ini adalah hasil dari pengujian sifat fisik tanah gambut yang didapatkan dilaboratorium.

Tabel 4.6 Hasil Pengujian Sifat Fisik Tanah Gambut

No.	Jenis Pengujian	Hasil
1	Kadar Air	596,694 %
2	Berat Jenis	1,74
3	Konsistensi <i>Atterberg</i> :	
	Batas Cair	148,700 %
	Batas Plastis	77,09 %
	Indeks Plastisitas	71,61 %
4	Analisa Saringan :	
	Persentase Lolos Saringan No. 200	98 %
5	Kadar Abu	13,63%
6	Kadar Organik	86,37%

Sumber : Data Penelitian, 2022

Dapat disimpulkan jenis dan klasifikasi tanah berdasarkan metode USCS dan AASHTO dari hasil nilai-nilai sifat fisik tanah yang telah diperoleh. Dari nilai kadar air yang didapat maka disimpulkan bahwa tanah gambut yang digunakan merupakan tanah dengan kandungan air yang tinggi. Berdasarkan metode USCS, tanah gambut tersebut dilihat dari nilai konsistensi *atterberg* termasuk dalam kategori tanah organik berkohesi tinggi dan memiliki plastisitas yang tinggi pula. Tanah ini dapat dimasukkan kedalam fraksi butiran halus atau tanah berorganik dengan simbol PT. Nilai kadar organik tanah gambut juga menunjukkan bahwa tanah ini merupakan tanah dengan kandungan organik sangat tinggi bahkan termasuk kedalam bahan organik.

Dalam metode AASHTO tanah gambut dengan kandungan organik tinggi diklasifikasikan ke dalam kelompok A-8 dimana semakin tinggi sub kelompoknya, maka tanah tersebut semakin buruk untuk digunakan sebagai tanah dasar. Dalam kelompok ini tanah juga diklasifikasikan secara visual yaitu warnanya yang gelap dan baunya serta tekstur tanah yang berasal dari kandungan organik penyusunnya. Klasifikasi tanah gambut berdasarkan kandungan organik menurut NAVFAC DM-7-1 (1982) dapat dilihat pada **Tabel 2.1** Klasifikasi Tanah Gambut Berdasarkan Kandungan Organik dimana penentuannya berdasarkan pada korelasi nilai dari beberapa parameter pengujian tanah. Berdasarkan nilai kadar organik 87,62%, berat jenis (Gs) 1,74 dan nilai kadar air (w) 596,694%. Dapat disimpulkan bahwa tanah gambut yang diuji termasuk ke dalam jenis organik

4.1.2 Pengujian Sifat Mekanis Tanah Gambut

Pengujian sifat mekanis tanah gambut yang dilakukan berupa pemadatan standar tanah gambut dan pengujian CBR (*California Bearing Ratio*) soaked tanah gambut tanpa campuran bahan stabilisasi dengan perlakuan sampel perendaman 4 hari.

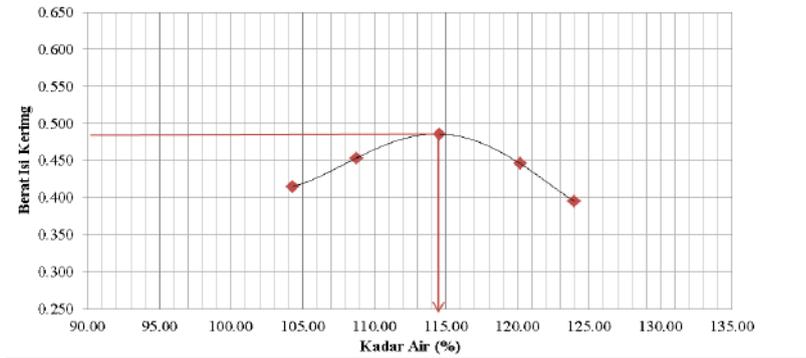
Pengujian Pemadatan Standar Tanah Gambut

Pemadatan standar pada tanah gambut berfungsi untuk memampatkan tanah dengan cara dipadatkan untuk mempersempit jarak antar partikel sehingga pori-porinya saling mengisi. Pengujian pemadatan standar tanah gambut yang dilakukan bertujuan untuk mencari nilai kadar air optimum dan nilai berat isi kering maksimum dari tanah gambut yang nantinya akan dijadikan acuan untuk pengerjaan CBR (*California Bearing Ratio*) perendaman. Pengujian ini menggunakan sampel tanah kering udara yang telah disaring dengan saringan No.4 kemudian siapkan sampel dengan cara ditimbang 2,5 kg sebanyak 5 buah sampel. Nilai yang didapatkan dalam pengujian pemadatan standar tanah asli adalah sebagai berikut.

Tabel 4.7 Hasil Pengujian Pemadatan Standar Tanah Gambut

Pengujian Pemadatan Standar					
SNI 1743 – 2008					
Keterangan	1	2	3	4	5
Penambahan air (cc)	300	330	360	390	420
Berat isi kering (gr/cm ³)	0.415	0.453	0.486	0.446	0.395
Kadar air (%)	104.30	108.74	114.59	120.19	123.93

Sumber : Data Penelitian, 2022



Gambar 4.3 Grafik Pemadatan Tanah Gambut

Sumber : Data Penelitian, 2021

Berdasarkan tabel hasil pengujian pemadatan standar tanah asli mendapatkan hasil kadar air yang berbeda dan berat isi kering yang berbeda pula pada pengujian ini, maka nilai tersebut dimasukkan kedalam bentuk grafik untuk melihat nilai kadar air optimum tanah asli berdasarkan penambahan airnya. Dari tabel dan grafik di atas dapat disimpulkan bahwa nilai kadar air optimum sebesar 114,59% dengan penambahan air sebanyak 360cc, sehingga mendapatkan nilai berat isi kering maksimum 0,486 gr/cm³.

Pengujian CBR (*California Bearing Ratio*) Tanah Gambut

Pengujian CBR bertujuan untuk mengetahui nilai daya dukung tanah gambut berdasarkan nilai CBR nya. Semakin tinggi nilai CBR nya maka semakin baik pula kondisi tanahnya sehingga nilai daya dukung semakin besar. Pengujian CBR mengacu pada SNI 1744 – 2012 yang dalam pelaksanaannya bergantung pada nilai kadar air optimum dan berat isi kering maksimum. Nilai kadar air optimum berguna untuk mencari penambahan air pada sampel CBR yang diuji dengan cara :

$$\text{Penambahan air} = \frac{\text{kadar air optimum} - \text{kadar air mula-mula}}{100 + \text{kadar air mula-mula}} \times \text{Berat Contoh}$$

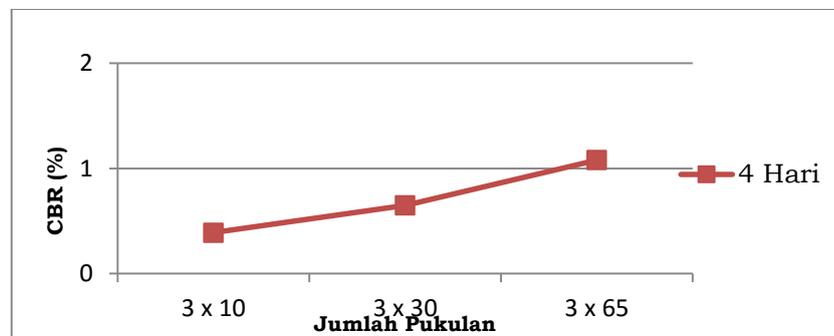
Kadar air mula-mula merupakan kadar air dari sampel uji CBR yang diperoleh melalui pengujian kadar air terlebih dahulu dikarenakan tiap sampel yang disiapkan memiliki kondisi yang berbeda sehingga memiliki kadar air yang berbeda pula, selanjutnya lakukan pengujian CBR dimana metode CBR yang dilakukan yaitu metode perendaman selama 4 hari. Hasil pengujian CBR tanah gambut dapat dilihat pada **Tabel 4.8**.

Tabel 4.8 Hasil Pengujian CBR Tanah Gambut

Pengujian CBR (<i>California Bearing Ratio</i>) Tanah Asli	
SNI 1744 – 2012	
Jumlah Pukulan	CBR Waktu Perendaman
	4 hari
3 x 10	0.39
3 x 30	0.65
3 x 65	1.08

Sumber : Data Penelitian, 2022

Hasil perbandingan kenaikan nilai CBR berdasarkan lama perendaman yaitu dapat dilihat pada **Gambar 4.4**.



Gambar 4.4 Hasil Pengujian CBR Tanah Gambut

Sumber : Data Penelitian, 2022

Berdasarkan grafik hasil pengujian CBR tanah asli dapat disimpulkan bahwa nilai CBR tanah gambut dipengaruhi oleh jumlah tumbukan karena semakin banyak tumbukan yang dilakukan maka tanah akan semakin padat sehingga nilai CBR tanah akan meningkat. Nilai CBR tertinggi untuk tanah asli didapat pada waktu pengujian sampel selama 4 hari pada 3 x 65 tumbukan yaitu sebesar 1,08%. Klasifikasi nilai CBR tanah oleh Bowles (1992) nilai CBR pada rentang 0 – 3% termasuk pada kategori sangat jelek untuk digunakan sebagai lapisan tanah dasar (*subgrade*) dapat dilihat di **Tabel 2.8**. Dapat disimpulkan nilai CBR tersebut tidak memenuhi daya dukung yang diperlukan sehingga perlu dilakukan stabilisasi tanah pada tanah asli untuk meningkatkan nilai CBR nya.

Stabilisasi tanah bertujuan untuk memperbaiki nilai daya dukung tanahnya, yang mana pada penelitian kali ini didapat bahwa tanah gambut sebagai sampel uji memiliki kadar air dan juga kadar organik tinggi yang menyebabkan rendahnya daya dukung tanah sehingga pengujian yang digunakan dalam penelitian ini adalah dengan mencampur tanah asli dengan bahan campuran *palm oil fuel ash* (POFA) dan juga tambahan *gypsum* sebagai bahan pendamping yang dimana POFA merupakan bahan pozzolanic yaitu material yang mengikat seperti semen serta dapat mengisi pori-pori pada tanah gambut dan juga

kandungan kalsium pada *gypsum* dapat berfungsi sebagai pengikat bahan organik ke tanah dan memberikan stabilitas pada agregat tanah, yang dapat meningkatkan stabilitas tanah organik serta dapat menyerap lebih banyak air, sehingga *gypsum* meningkatkan proporsi tanah, POFA yang digunakan yaitu sudah disaring dengan saringan lolos no.4,

4.2 Palm Oil Fuel Ash (POFA)

Palm Oil Fuel Ash atau sering disebut dengan POFA merupakan limbah sekunder dari penggunaan cangkang kelapa sawit. Limbah POFA merupakan abu yang dihasilkan dari pembakaran cangkang kelapa sawit dalam proses boiler. POFA (*Palm Oil Fuel Ash*) dapat digunakan sebagai pozzolan, yaitu bahan halus yang mengandung silika dan alumina yang dapat bereaksi dan membentuk bahan semen (ASTM, 2001). POFA mengandung silikon dioksida yang tinggi dan berpotensi untuk digunakan sebagai bahan pengganti semen. *Palm Oil Fuel Ash* (POFA) yang diambil dari PT. Sumbertama Nusapertiwi, Desa Parit, Kecamatan Sungai gelam, Kabupaten Muaro Jambi dengan pemakaian POFA lolos saringan no 4.

Pengujian untuk bahan campuran POFA pada penelitian ini hanya meneliti sifat fisik POFA yang akan digunakan Pada pengujian sifat fisik POFA terbagi menjadi 2 pengujian yakni pengujian kadar air dan berat jenis POFA. Hasil pengujian sifat fisik POFA dapat dilihat pada **Tabel 4.9** dan **Tabel 4.10**.



Gambar 4.5 POFA

Sumber : Dokumentasi Penelitian, 2022

4.2.1 Pengujian Kadar Air

Hasil pengujian kadar air dinyatakan dalam persen dan kadar air pada pengujian ini diambil 2 sampel tanah gambut untuk mendapatkan rata-rata kandungan air pada POFA. Berikut tabel hasil pengujian kadar air POFA dapat dilihat dibawah ini.

Tabel 4.9 Hasil Pengujian Kadar Air POFA

Pengujian Kadar Air		
SNI 1965 – 2008		
Nomor Krus	2	12
Kadar Air (%)	41,29	40,38
Kadar Air Rata-rata (%)	40,835	

Sumber : Data Penelitian, 2022

4.2.2 Pengujian Berat Jenis

Pada pengujian berat jenis tanah diambil sebanyak 2 contoh sampel pengujian dengan berat masing-masing < 3 gram yang bertujuan untuk mendapatkan nilai rata-rata dari pengujian berat jenis yang di uji. Hasil pengujian berat jenis POFA dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 4.10 Hasil Pengujian Berat Jenis POFA

Pengujian Berat Jenis (<i>Specific Gravity</i>)		
SNI 1964 – 2008		
Nomor Piktometer	O	A
Berat Jenis	2,275	2,283
Rata-rata	2,279	

Sumber : Data Penelitian, 2022

4.3 Gypsum

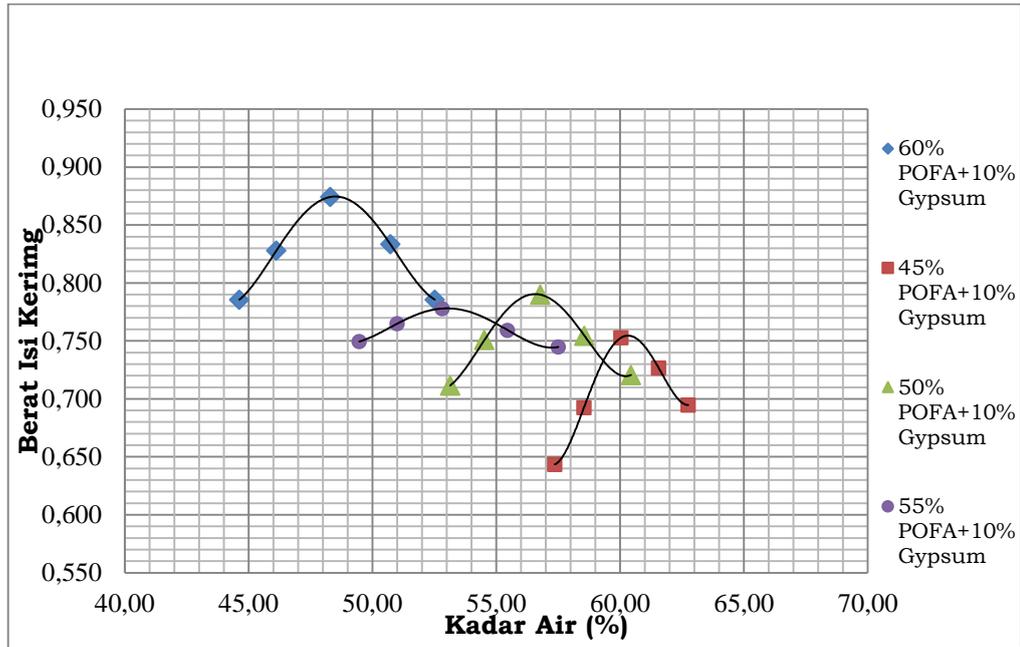
Gypsum sebagai perekat mineral mempunyai sifat yang lebih baik dibandingkan dengan perekat organik karena tidak menimbulkan pencemaran udara, murah, tahan api, tahan deteriorasi oleh faktor biologis dan tahan terhadap zat kimia (Purwadi, 1993). *Gypsum* mempunyai sifat yang cepat mengeras yaitu sekitar 10 menit. Waktu pengerasan *gypsum* bervariasi tergantung pada kandungan bahan dan airnya. Dalam proses pengerasan gipsum setelah dicampur dengan air maka terjadi hidratisasi yang menyebabkan kenaikan suhu. Kenaikan suhu tersebut tidak boleh melebihi suhu 40° C (Simatupang, 1985). *Gypsum* yang digunakan pada penelitian kali ini merupakan *gypsum* yang dapat diperoleh di toko bangunan.

4.4 Pengujian Mekanis Tanah Campuran

Prosedur pengujian mekanis tanah campuran yang akan dilakukan sama seperti pengujian mekanis tanah asli. Campuran yang digunakan pada pengujian mekanis tanah yaitu campuran POFA sebesar 45%, 50%, 55% dan 60% serta campuran *gypsum* sebesar 10% dari berat total sampel tanah yang telah ditentukan. Berikut merupakan data-data dari pengujian mekanis tanah campuran antara lain sebagai berikut.

4.4.1 Pengujian Pemadatan Standar Tanah Campuran

Pengujian pemadatan standar tanah campuran menggunakan sampel tanah sebanyak 2,5 kg dengan persentase *Palm Oil Fuel Ash* (POFA) sebesar 45%, 50%, 55% dan 60% serta 10% *gypsum* terhadap berat tanah kering yang digunakan saat pengujian. Hasil grafik kadar air optimum untuk setiap variasi campuran pada POFA dapat dilihat di **Gambar 4.6**



Gambar 4.6 Grafik Pengujian Pemadatan Setiap Variasi Campuran
 Sumber : Data Penelitian, 2022

Hasil dari pengujian ini mendapatkan berat isi kering dan kadar air optimum pemadatan standar tanah campuran. Berikut merupakan hasil Pengujian Pemadatan Tanah Campuran Setiap Variasi yang dapat dilihat di pada **Tabel 4.7**.

Tabel 4.11 Hasil Pengujian Pemadatan Tanah Campuran Tiap Variasi

Variasi	Berat isi kering (gr/cm ³)	Kadar air optimum (%)
45% Tanah Gambut + 45% POFA + 10% <i>Gypsum</i>	0.753	60.03
40% Tanah Gambut + 50% POFA + 10% <i>Gypsum</i>	0.778	56.77
35% Tanah Gambut + 55% POFA + 10% <i>Gypsum</i>	0.790	52.82
30% Tanah Gambut + 60% POFA + 10% <i>Gypsum</i>	0.874	48.30

Sumber : Data Penelitian, 2022

Berdasarkan **Tabel 4.11** dapat dilihat terjadi peningkatan berat isi kering jika dicampurkan dengan POFA dan *gypsum* pada tanah gambut dikarenakan POFA dan *gypsum* dapat mengisi rongga pada pori-pori tanah dan kadar air optimum disetiap penambahan persentase POFA dan *gypsum* mengalami penurunan, hal ini dikarenakan dari kondisi tanah

yang berbeda-beda tiap sampelnya. Maka dapat disimpulkan semakin tingginya nilai berat isi kering semakin menurunnya nilai kadar air optimum pada tanah.

4.4.2 Pengujian CBR (California Bearing Ratio) Tanah Campuran

Pengujian CBR tanah campuran dilakukan setelah uji pemadatan standar tanah campuran telah selesai dan nilai kadar air optimum dari tiap variasi pemadatan didapatkan. Campuran yang digunakan yaitu *POFA* dan *gypsum* bertujuan untuk meningkatkan daya dukung tanah gambut yang ditinjau dari nilai CBR .

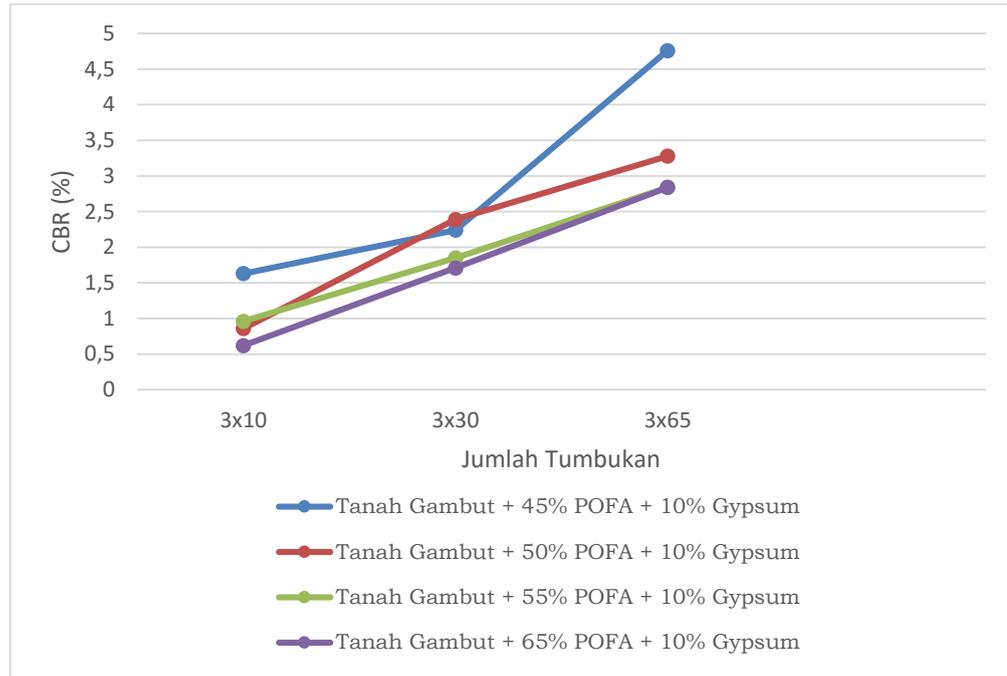
Pengujian CBR ini dilakukan setelah sampel tanah campuran dengan persentase penambahan *POFA* 45%, 50%, 55%, 60% dan 10% *Gypsum* yang telah dipadatkan didalam *mould* (cetakan) selanjutnya direndam selama 4 hari setelah itu dilakukan pengujian CBR setelah itu dilakukan pengujian CBR yang mana pada setiap satu variasi sampel memiliki 3 jenis pukulan yakni 3x10, 3x30, 3x65 pukulan.. Berikut merupakan hasil pengujian CBR perendaman untuk 4 hari adalah sebagai berikut.

Tabel 4.12 Rekapitulasi Hasil Pengujian CBR

Waktu Perendaman	Jumlah Pukulan	Persentase <i>POFA</i> + <i>Gypsum</i> (%)				
		0%	55%	60%	65%	70%
4 Hari	3 x 10	0,39	1,63	0,86	0,96	0,62
	3 x 30	0,65	2,24	2,39	1,85	1,71
	3 x 65	1,08	4,76	3,28	2,84	2,04

Sumber : Data Penelitian, 2022

Berdasarkan **Tabel 4.12** diatas menunjukkan bahwa variasi penambahan *POFA* serta *Gypsum* dan waktu perendaman memberikan pengaruh pada peningkatan nilai CBR. Penambahan persentase *POFA* 45%, 50%, 55% dan 60% serta *gypsum* sebanyak 10% pada pukulan 65 dengan pengujian perendaman selama 4 hari didapatkan bahwa terjadinya peningkatan nilai CBR sebesar 3,40 , 2,03 , 1,62 , dan 8,88 kali lipat dari nilai CBR tanah gambut yakni sebesar 1,08. Perlakuan perendaman selama 4 hari menghasilkan nilai CBR tertinggi pada pukulan ke 65 pada setiap variasi yang mana berturut-turut didapat nilai CBR nya sebesar 4,76%, 3,28% , 2,84%, dan 2,04%, dimana pada hal ini menunjukkan bahwa penambahan *POFA* beserta *Gypsum* menunjukkan terjadinya peningkatan nilai CBR tanah asli yang semula hanya 1,08% Dengan peningkatan sebesar 340,74% pada penambahan *POFA* 45% + 10% *Gypsum*, 203,70% pada penambahan *POFA* 50% + 10% *Gypsum*, 162,96% pada penambahan *POFA* 55% + 10% *Gypsum*, dan 88,88% pada penambahan *POFA* 60% + 10% *Gypsum*. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada grafik hasil pengujian CBR tanah campuran dengan perlakuan perendaman selama 4 hari pada **Gambar 4.7**.



Gambar 4.7 Grafik Hasil Pengujian CBR Tanah Campuran dengan perendaman 4 Hari
Sumber : Data Penelitian, 2022

4.5 Pembahasan Hasil Penelitian

Dilihat dari semua hasil pengujian yang telah dilakukan bahwa penggunaan campuran POFA (Palm Oil Fuel Ash) dan Gypsum dapat digunakan sebagai solusi untuk stabilisasi tanah gambut, hal itu dapat dilihat pada **Tabel 4.13**.

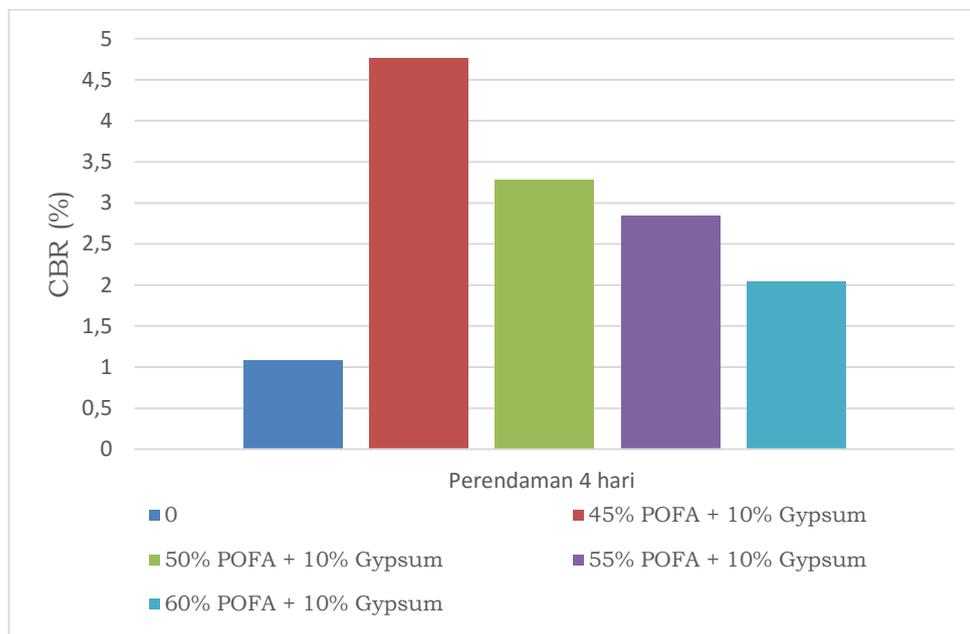
Tabel 4.13 Hasil Pembahasan pada Pengujian

No	Jenis Pengujian	Hasil Pengujian
1	Kadar Air	Berkurangnya kadar air tanah gambut disebabkan POFA dan gypsum menyerap air ketika dicampurkan pada tanah gambut.
2	Berat Jenis	Setelah tanah gambut dicampurkan dengan POFA dan gypsum terjadinya peningkatan kepadatan pada campuran.
3	Analisa Saringan	POFA dan gypsum bisa tercampur dengan baik pada tanah gambut diakibatkan pada pengujian ini ke dua bahan menggunakan gradasi seragam pada pengujian.
4	Pemadatan Standar	POFA dan gypsum dapat mengisi rongga pada pori-pori tanah gambut dilihat dari berat isi kering yang semakin meningkat setiap ditambahkan POFA pada tanah gambut.
5	Uji CBR	Terjadinya peningkatan nilai CBR setelah tanah dicampurkan dengan POFA dan gypsum yang dimana POFA dan gypsum berfungsi sebagai pengikat seperti semen.

Sumber : Data Penelitian, 2022

Dari **Tabel 4.13** dapat dilihat bahwa satu pengujian ke pengujian lainnya saling berkaitan satu sama lain dimana jika bobot POFA dan *gypsum* bertambah akan mengisi

rongga pada pori-pori tanah gambut dan mengurangi air pada tadah gambut, hal ini di akibatkan POFA beserta *gypsum* bereaksi dengan air menjadi pengikat seperti semen sehingga campuran POFA dan *gypsum* bisa menaikkan nilai CBR tanah dan dapat digunakan untuk stabilisasi tanah gambut. Pada penelitian ini didapat nilai puncak CBR setelah dilakukannya penambahan POFA dan *gypsum* pada pukulan 3x65 di persentase POFA 45% + 10% *gypsum* sebesar 4,76% dari tanah asli yakni 1,08%, karena pada variasi selanjutnya terjadi penurunan nilai CBR. Hal ini disebabkan oleh pengaruh ukuran serta bobot POFA dan *gypsum* yang digunakan, karena semakin besar ukuran maka semakin cepat proses penyerapan air. Dikutip oleh Islami dan Utomo (1995), bahwa luas permukaan suatu benda dan bahan penyusun benda, sangat mempengaruhi laju penyerapan. Untuk lebih jelas meihat penurunan pada nilai CBR dapat dilihat pada **Gambar 4.8**.



Gambar 4.8 Grafik Nilai CBR Terhadap Persentase POFA dan Gypsum

Sumber : Data Penelitian, 2022

Pada penelitian ini POFA dan *gypsum* berperan sebagai bahan pengikat seperti seperti semen hal ini dikarenakan adanya bahan pozzolan yang terkandung dalam POFA serta kalsium pada *gypsum* yang mengikat tanah organik sehingga dapat meningkatkan menyerap air lebih banyak, hal ini yang dapat mempengaruhi kepadatan dan kekuatan tanah, kepadatan tanah akan bertambah karena POFA dan *gypsum* akan mengisi rongga udara pada tanah ketika proses pemadatan pada saat pembuatan sampel CBR. Namun, jika kandungan POFA dan *gypsum* terlalu banyak maka bahan pengikat yang terdapat pada campuran juga akan semakin meningkat. Peningkatan bahan pengikat dalam campuran mempengaruhi perilaku campuran tanah pada saat perendaman dalam pengujian CBR. Pada tanah tanah gambut proses perendaman akan membuat pengurangan atau mereduksi

kekuatan tanah. Apabila campuran tanah dengan POFA direndam maka kadar air campuran akan bertambah, dengan bertambah kadar air dalam campuran akan menyebabkan POFA dan *gypsum* ikut beraksi dengan air sehingga menyebabkan berkurangnya kekuatan tanah. Oleh sebab itu nilai CBR pada campuran 45% POFA + 10% *Gypsum* merupakan kadar optimum penambahan POFA lolos saringan No.4.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil pengujian yang dilakukan pada tanah gambut dan tanah gambut dengan campuran POFA, dapat disimpulkan sebagai berikut:

- a. Hasil dari penambahan POFA dan *gypsum* mendapatkan hasil bahwa penambahan POFA dan *gypsum* pada tanah gambut dengan POFA lolos saringan No.4 bisa meningkatkan nilai CBR tanah gambut yang dilihat dari tanah asli dimana POFA dan *gypsum* mengisi pori-pori pada tanah gambut, dengan nilai terbesar pada variasi pertama yakni penambahan 45% POFA + 10% *Gypsum* hal ini disebabkan oleh bobot POFA dan *gypsum* yang lebih besar dari tanah gambut sehingga membuat POFA dan *gypsum* banyak bereaksi dengan air serta ukuran POFA dan *gypsum* ikut berpengaruh terhadap peningkatan nilai CBR tanah yang telah diberi perlakuan.
- b. Pengujian perendaman berpengaruh di nilai CBR tanah gambut, dimana CBR pada perlakuan sampel perendaman 4 hari mendapatkan hasil CBR berturut-turut sebesar 4,76% pada variasi penambahan 45% POFA + 10% *Gypsum* , 3,28% pada variasi penambahan 50% POFA + 10% *Gypsum*, 2,84% pada variasi penambahan 55% POFA + 10% *Gypsum*, dan 2,04% pada variasi penambahan 60% POFA + 10% *Gypsum* dari tanah asli yakni sebesar 1,08%. Sehingga dapat simpulkan penambahan POFA dan *gypsum* pada tanah gambut di keadaan terburuk tanah masih bisa menaikkan nilai CBR tanah gambut akan tetapi hasil dari pengujian perendaman masih belum bisa untuk dimanfaatkan sebagai tanah dasar jalan karena pada klasifikasi nilai CBR tanah menurut Bowles (1992) berada di rentang CBR 3-7 masih cukup jelek untuk digunakan sebagai tanah dasar dimana ini disebabkan oleh sifat- sifat tanah gambut, gambut yang di uji termasuk kategori jenis tanah gambut berserat.

5.2 Saran

Penelitian stabilisasi tanah gambut yang berada pada daerah Desa Gambut Jaya, dari penelitian ini ada beberapa hal yang dapat disarankan sebagai berikut:

- a. Perlu menggunakan saringan yang lebih kecil serta ditambahkan bahan campuran lain agar dapat menaikkan nilai CBR tanah gambut untuk penelitian selanjutnya jika ingin menggunakan campuran variasi dan saringan yang sama.

- b. Untuk pengujian tanah gambut lebih cocok jika memakai metode pemeraman dibandingkan perendaman.

DAFTAR PUSTAKA

- Afrialdi., Zainuri., dan Soehardi, Fitridawati. 2021. Stabilisasi Tanah Gambut Menggunakan Bottom Ash Abu Tandan Sawit Terhadap Nilai California Bearing Ratio. Universitas Lancang Kuning; Pekanbaru.
- ASTM C618-12a. 2014. *Standard Specification for Coal Fly Ash and Raw or Calcined Natural Pozzolan for Use in Concrete*. United States.
- ASTM D4427 : 92 : 2002. *Standard Classification of Peat Samples by Laboratory Testing*
- Bernavida, Fenny., dan Wulandari, Sri. 2021. Stabilisasi Tanah Gambut Menggunakan Abu Boiler Kelapa Sawit Ditinjau Dari Nilai CBR Laboratorium. Universitas Gunadarma; Jakarta.
- Bowles, J.E. Johan K. Helnim. 1991. Sifat-sifat Fisis dan Geoteknis Tanah. PT Erlangga. Jakarta
- Bowless, J.E. (1989), Sifat-sifat Fisik dan Geoteknis Tanah, Erlangga, Jakarta.
- Casagrande, A. 1948. Classification and Identification of Soils. Transactions ASCE, Vol. 113. pp. 901
- Darwis. 2017. Dasar-dasar Teknik Perbaikan Tanah Jilid Pertama. Pustaka AQ, Yogyakarta.
- Das Braja M., 1988. Mekanika Tanah (Prinsip-Prinsip Rekayasa Geoteknis) Jilid I. Erlangga. Jakarta
- Dwina, Dila Oktarise., Nazarudin., Kumalasari, Dyah., dan Fitriani, Ema. 2021. Stabilisasi Tanah Gambut Dengan Penambahan Material Kapur Dan Fly Ash Dari Sisa Pembakaran Cangkang Sawit Sebagai Subgrade Jalan. Universitas Jambi; Jambi.
- Ikhlas, Del Zambre. 2022. Stabilisasi Tanah Gambut Menggunakan Pofa (Palm Oil Fuel Ash) Sisa Pembakaran Cangkang Sawit Ditinjau Dari Nilai Cbr (California Bearing Ratio). Universitas Jambi; Jambi.
- Maryati., dan Apriyanti, Yayuk. 2016. Analisis Perbandingan Penggunaan Limbah Gypsum Dengan Semen Sebagai Bahan Stabilisasi Tanah Lempung. Universitas Bangka Belitung; Pangkal Pinang.
- NAVFAC DM – 7.1. 1982. Soil Mechanics Design Manual 7.01. Naval Facilities Engineering Command.
- Nugroho, Untoro. 2008. Stabilisasi Tanah Gambut Rawapening Dengan Menggunakan Campuran Portland Cement Dan Gypsum Sintesis (CaSO₄2H₂O) Ditinjau Dari Nilai California Bearing Ratio (CBR). Universitas Negeri Semarang; Semarang.
- Pangadongan, Desgian Malle dkk., Rachman, Rais., dan Wong, Irwan Lie Keng. 2020. Pengaruh Penambahan Bubuk Gypsum Pada Tanah Lempung Terhadap Uji California Bearing Ratio (CBR). Universitas Kristen Indonesia Paulus; Makassar.

- P, Dwi Rizki., Surjandari, Niken Silmi., dan Djarwanti, Noegroho. 2016. Stabilisasi Tanah Gambut Menggunakan Campuran Gypsum Sintesis ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) Dan Garam Dapur (NaCl) Ditinjau Dari Pengujian CBR. Universitas Negeri Semarang; Semarang.
- Putri, Niken Tasya Clara., Dwina, Dila Oktarise., Nazarudin., dan Kumalasari, Dyah., 2022. Stabilisasi Tanah Gambut Dengan Penambahan POFA (Palm Oil Fuel Ash) Dan Semen Terhadap Indeks Properti Tanah. Universitas Jambi; Jambi.
- SNI 1965-2008. 2008. Cara Uji Penentuan Kadar Air Tanah dan Batuan di Laboratorium. Badan Standardisasi Nasional.
- SNI 1964-2008. 2008. Cara Uji Berat Jenis Tanah. Badan Standardisasi Nasional.
- SNI 1966-2008. 2008. Cara Uji Penentuan Batas Plastis dan Indeks Plastisitas Tanah. Badan Standardisasi Nasional.
- SNI 1967-2008. 2008. Cara Uji Penentuan Batas Cair Tanah. Badan Standardisasi Nasional.
- SNI 3423-2008. 2008. Cara Uji Analisis Ukuran Butir Tanah. Badan Standardisasi Nasional.
- SNI 1743-2008. 2008. Cara Uji Kepadatan Ringan untuk Tanah. Badan Standardisasi Nasional.
- SNI 1744-2012. 2012. Metode Uji CBR laboratorium. Badan Standardisasi Nasional.
- SNI 13-6793-2002. 2002. Metode Pengujian Kadar Air, kadar Abu dan Bahan Organik Dari Tanah Gambut Dan Tanah Organik Lainnya. Badan Standardisasi Nasional
- Soedarmono, G. Djatmiko. 1997. Mekanika Tanah I. Penerbit Kanisius : Yogyakarta.
- Wesley, L. D. 1977. Mekanika Tanah (Cetakan ke VI). Badan Penerbit Pekerjaan Umum. Jakarta.
- Yudhistira, Hasan. 2014. Analisis Pengaruh Substitusi Abu Tandan Sawit dan Gypsum Terhadap Nilai CBR Pada Tanah Lempung Lunak. Universitas Sriwijaya; Palembang.

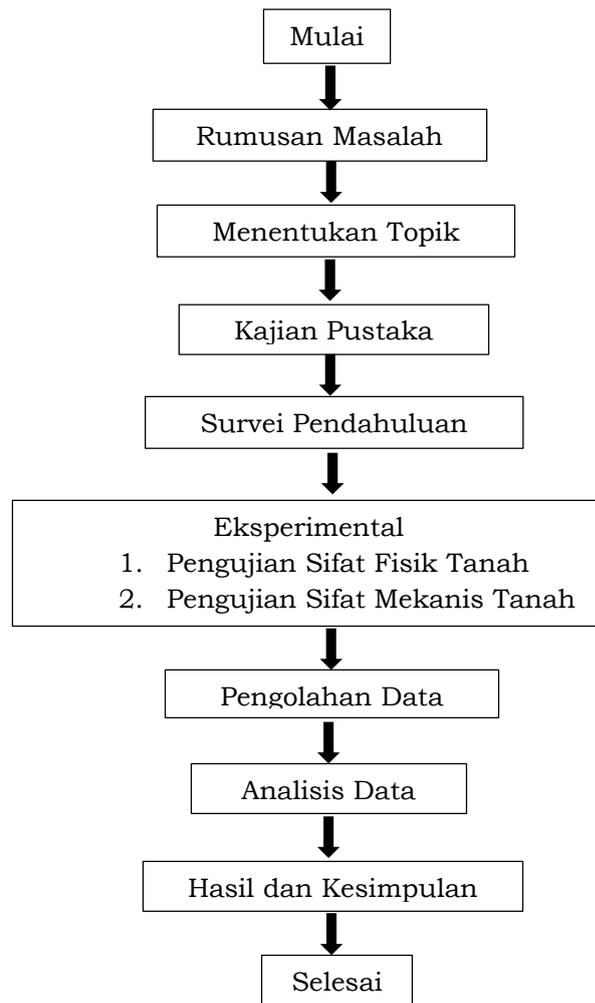


Diagram Alur Penelitian

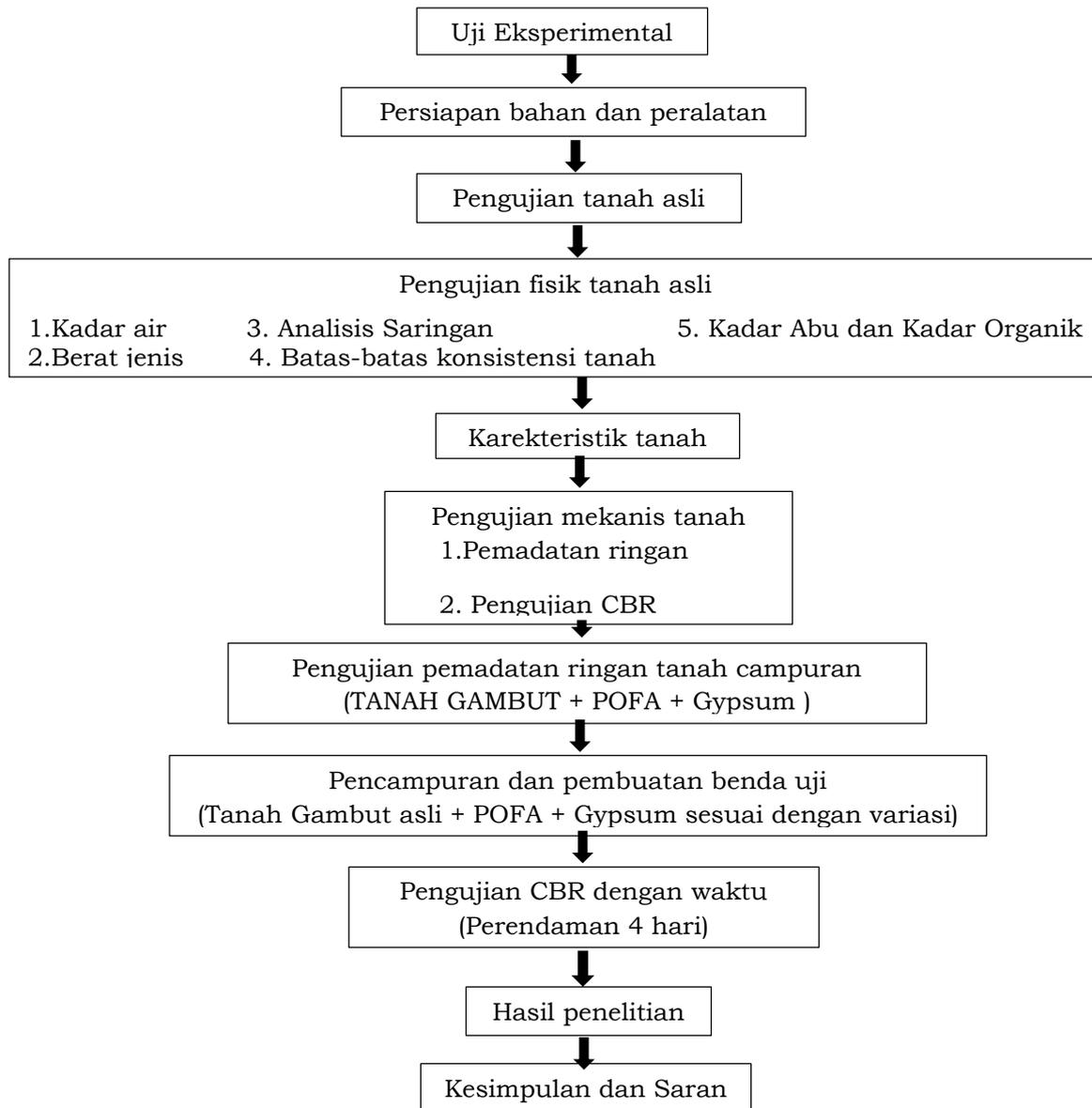


Diagram Alur Uji Eksperimental

DOKUMENTASI

PERSIAPAN TANAH GAMBUT



1. Survey lokasi pengambilan tanah gambut dan lakukan pembersihan lahan.



2. Proses pengambilan tanah gambut.



3. Proses memasukan tanah gambut ke karung yang telah disiapkan.



4. Proses penjemuran tanah gambut diatas terpal agar kering.



5. Tanah gambut yang telah disaring dengan saringan No. 4.

PENGAMBILAN POFA



1. Survey lokasi pengambilan POFA di PT.Sumbertama Nusapertiwi.



2. Lakukan pengambilan POFA dengan cangkul.



3. Masukkan POFA kedalam karung yang telah disediakan



4. Isi karung hingga penuh dan lakukan pengisiann karung selanjutnya



5. Penyaringan pada POFA yang akan digunakan dipenelitian



6. POFA lolos saringan No.4

PENGUJIAN KADAR AIR TANAH GAMBUT



1. Persiapkan cawan lalu ditimbang



2. Tanah dimasukkan kedalam cawan secukupnya



3. Tanah + cawan ditimbang kembali



4. Masukkan kedalam oven selama 24 jam



5. Setelah kering oven kemudian ditimbang kembali



6. Catat semua hasil pengujian yang telah dilakukan

PENGUJIAN BERAT JENIS TANAH GAMBUT



1. Siapkan piknometer lalu timbang piknometer



2. Tanah dimasukkan kedalam piknometer sebanyak $\pm 10-15$ gr



3. Tambahkan air suling hingga $2/3$ tinggi piknometer



4. Letakan diatas kompor listrik hingga gelembung udara habis



5. Setelah dipanaskan, isi air suling hingga penuh



6. Dinginkan didalam bejana selama 24 jam, kemudian ditimbang kembali



7. Masukkan air kedalam piknometer hingga penuh lalu ditimbang kembali.

PENGUJIAN BATAS-BATAS ATTERBERG



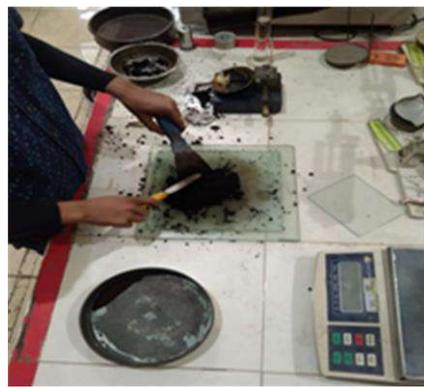
1. Mempersiapkan cawan untuk pengujian batas cair dan batas plastis



2. Lakukan penimbangan semua cawan yang akan digunakan



3. Mempersiapkan tanah gambut dengan di tumbuk agar tanah lolos saringan No.40, selanjutnya disaring lolos saringan No.40



4. Tanah diletakkan di plat kaca lalu tambahkan air hingga menjadi adonan past lalu dimasukkan kedalam mangkuk *cassagrande* dan diratakan permukaannya



5. Buat alur dengan *grooving tool* hingga tanah terbelah menjadi 2. Lalu putar *handle* mangkuk *cassagrande* dengan kecepatan konstan, sambil menghitung jumlah ketukan



6. Tanah diambil dan dimasukkan kedalam cawan, ditimbang dan selanjutnya di oven selama 24 jam. Setelah di oven tanah yang telah kering ditimbang Kembali.



7. Selanjutnya kita ambil contoh tanah secukupnya, untuk pengujian batas plastis. Kemudian tanah digulung diatas plat kaca hingga menjadi ± 3 mm. jika ranah telah retak-retak maka tanah dapat dikatakan dalam keadaan plastis



8. Sampel batas plastis lalu di masukkan kedalam cawan, kemudian ditimbang dan dioven selama 24 jam.

PENGUJIAN ANALISIS SARINGAN



1. Timbang sampel tanah kering oven sebanyak 500gr untuk pengujian Analisa saringan



2. Tanah di oven 24 jam

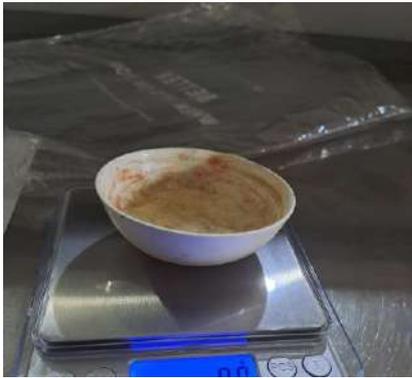


3. Tanah direndam selanjutnya tanah disaring dengan saringan No. 200



4. Disaring No. 200 terus menerus hingga tanah lolos saringan > 50%

PENGUJIAN KADAR ABU TANAH GAMBUT



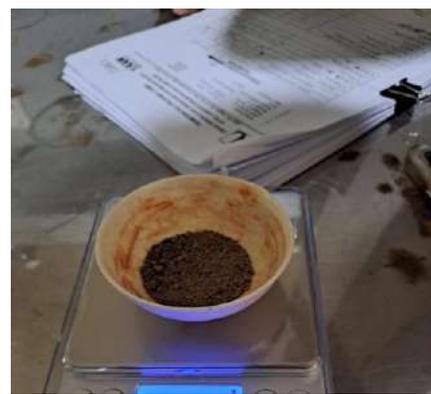
1. Timbang cawan porselen kosong + sampel tanah gambut



2. Sampel kemudian dioven



3. Setelah dioven sampel didinginkan didalam desikator



4. Sampel yang telah dingin kemudian ditimbang



5. Setelah ditimbang, sampel dibakar dengan *furnace* pada suhu 440°C untuk mendapatkan abu



6. Sampel berupa abu + cawan ditimbang kembali

PENGUJIAN PEMADATAN STANDAR TANAH GAMBUT



1. Siapkan sampel tanah lolos saringan No.4 dan ditimbang sebanyak 2,5 kg



2. Siapkan cawan kosong untuk mengambil kadar air



3. Selanjutnya timbang cawan



4. Sampel tanah dicampur air dengan penambahan tertentu kemudian diaduk sampai rata



5. Sampel dimasukkan dalam *mould* kemudian lakukan 25 kali tumbukan sebanyak 3 lapis



6. Buka atas cetakan lalu ratakan permukaan cetakan



7. Timbang cetakan + tanah basah



8. Keluarkan tanah dari cetakan menggunakan dongkrak



9. Ambil sampel tanah yang telah dikeluarkan untuk memeriksa kadar airnya



10. Selanjutnya timbang kembali cawan + sampel tanah

PENGUJIAN CBR TANAH GAMBUT



1. Ambil sedikit sampel tanah yang akan digunakan untuk pengujian CBR untuk diuji kadar air mula-mula



2. Kemudian timbang sampel tanah dan oven selama 24 jam.



3. Masukkan tanah kedalam wadah dan campurkan dengan air.



4. Aduk tanah yang telah dicampurkan dengan air sampai merata kemudian isi kedalam cetakan



5. Tanah dimasukkan kedalam cetakan dan ditumbuk sebanyak 3 x 10, 3 x 30, dan 3 x 65 tumbukan.



6. Setelah tanah ditumbuk buka cetakan dan ratakan tanah



7. Timbang cetakan + tanah dan catat hasil timbangan.



8. Lakukan pengujian pada benda uji kemudian catat pembacaan arloji dan penurunannya.



9. Pengambilan sampel pengujian untuk kadar air.



10. Catat hasil sampel kadar air yang telah di oven.

PENGUJIAN CBR CAMPURAN PERLAKUAN PERENDAMAN



1. Ambil sedikit sampel tanah yang akan digunakan untuk pengujian CBR untuk diuji kadar air mula-mula



2. Kemudian timbang sampel tanah dan oven selama 24 jam.



3. Aduk tanah yang telah dicampurkan dengan air sampai merata kemudian isi kedalam cetakan



4. Masukkan tanah kedalam wadah dan campurkan dengan air.



5. Tanah dimasukkan kedalam cetakan dan ditumbuk sebanyak 3 x 10, 3 x 30, dan 3 x 65 tumbukan.



6. Setelah tanah ditumbuk buka cetakan dan ratakan tanah lalu di timbang



7. Sampel kemudian direndam sesuai umur yang direncanakan yaitu 0 dan 4 hari



8. Keluarkan cetakan pada bak perendaman lalu keringkan permukaan



9. Lakukan pembukaa cetakan lalu timbang sampel yang sudah direndam tersebut



10. Lakukan pengujian CBR setelah sampel mencapai umur perendaman



11. Keluarkan dari cetakan dengan dongkrak lalu ambil sampel kadar airnya masukkan kedalam cawan lalu di oven



12. Timbang sampel kadar air kemudian di oven selama 24 jam

LAMPIRAN 1

Pengujian Sifat Fisik Tanah Gambut



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN
RISET DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS JAMBI
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

Jalan Raya Jambi - Muara Bulian KM. 15, Mendalo Indah, Jambi. Kode Pos 36361

Laman : www.ac.unja.id

Contoh uji : Tanah Gambut Dikerjakan : Hendra Saputra
Tanggal diuji : 21- Maret-2022 Diperiksa :
Tanggal selesai diuji : 22- Maret -2022

**PENGUJIAN KADAR AIR
SNI 1965-2008**

Nomor Krus	E	X
Berat Krus + Contoh Basah (gr)	52.60	53.05
Berat Krus + Contoh Kering (gr)	18.49	18.63
Berat Air (gr)	34.11	34.42
Berat Krus (gr)	12.82	13.00
Berat Contoh Kering (gr)	5.67	5.63
Kadar Air (%)	601.587	611.368
Rata-rata (%)	606.477	

Nomor Krus	F	7
Berat Krus + Contoh Basah (gr)	49.48	52.56
Berat Krus + Contoh Kering (gr)	18.18	18.47
Berat Air (gr)	31.30	34.09
Berat Krus (gr)	12,83	12,68
Berat Contoh Kering (gr)	5.35	5.79
Kadar Air (%)	585.047	588.774
Rata-rata (%)	586.910	

Kadar Air Rata-rata	596.694
---------------------	---------



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN
RISET DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS JAMBI
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

Jalan Raya Jambi - Muara Bulian KM. 15, Mendalo Indah, Jambi. Kode Pos 36361

Laman : www.ac.unja.id

Contoh uji : Tanah Gambut Dikerjakan : Hendra Saputra
Tanggal diuji : 23-Maret-2022 Diperiksa :
Tanggal selesai diuji : 23-Maret-2022

**PENGUJIAN BERAT JENIS TANAH
SNI 1964-2008**

Nomor Contoh		I	II
Kedalaman			
Nomor Piknometer		A	D
Berat Piknometer + Contoh	W2	77,69	77,77
Berat Piknometer	W1	72,67	72,74
Berat Tanah	$W_t = W_2 - W_1$	5,02	5,03
Temperatur			
Berat Piknometer + Air + Tanah Pada Suhu 25	W3	182,99	178,27
Berat Piknometer pada 25 C	W4	180,91	176,08
Berat Tanah + Berat Piknometer Pada Suhu 25	$W_5 = W_t + W_4$	185,93	181,11
Isi Tanah	$W_5 - W_3$	2,94	2,84
Berat Jenis	Gs	1,71	1,77
Rata-rata		1,74	



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN
RISET DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS JAMBI
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

Jalan Raya Jambi - Muara Bulian KM. 15, Mendalo Indah, Jambi. Kode Pos 36361
Laman : www.ac.unja.id

Contoh uji : Tanah Gambut Dikerjakan : Hendra Saputra
Tanggal diuji : 23-Maret-2022 Diperiksa :
Tanggal selesai diuji : 23-Maret-2022

**PENGUJIAN BERAT JENIS TANAH
SNI 1964-2008**

Nomor Contoh	I	II
Kedalaman		
Nomor Piknometer	E	H
Berat Piknometer + Contoh	W2	73,76
Berat Piknometer	W1	68,78
Berat Tanah	$W_t = W_2 - W_1$	4,98
Temperatur		
Berat Piknometer + Air + Tanah Pada Suhu 25	W3	181,85
Berat Piknometer pada 25 C	W4	180,15
Berat Tanah + Berat Piknometer Pada Suhu 25	$W_5 = W_t + W_4$	185,13
Isi Tanah	$W_5 - W_3$	3,28
Berat Jenis	Gs	1,52
Rata-rata		1,58



**KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN
RISET DAN TEKNOLOGI**

UNIVERSITAS JAMBI

FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

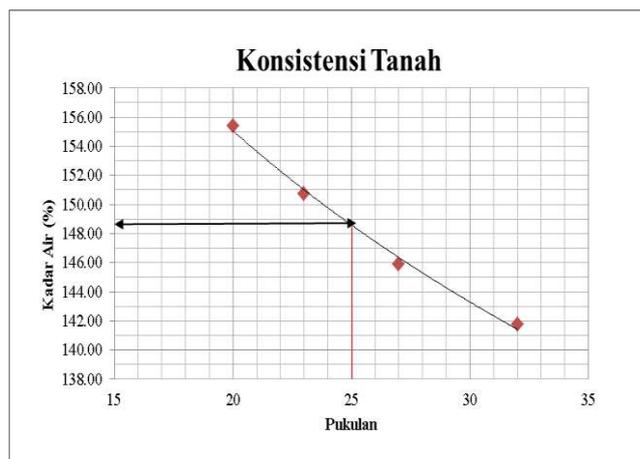
Jalan Raya Jambi - Muara Bulian KM. 15, Mendalo Indah, Jambi. Kode Pos 36361

Laman : www.ac.unja.id

Contoh uji : Tanah Gambut Dikerjakan : Hendra Saputra
 Tanggal diuji : 24-Maret-2022 Diperiksa :
 Tanggal selesai diuji :

PENGUJIAN KONSISTENSI ATTERBERG

	Batas Cair (LL) (SNI 1967 - 2008)				Batas Plastis (PL) (SNI 1966 - 2008)	
	32	27	23	20		
Banyaknya Pukulan	32	27	23	20		
Nomor Cawan	P.88	P.74	P.37	P.39	7	E
Tanah Basah + cawan (gr)	20.60	19.91	21.22	22.37	15.39	15.07
Tanah Kering + cawan (gr)	12.32	11.87	12.31	12.75	14.09	14.11
Berat air (gr)	8.28	8.04	8.91	9.62	1.30	0.96
Berat Cawan (gr)	6.48	6.36	6.40	6.56	12.46	12.82
Berat Tanah Kering (gr)	5.84	5.51	5.91	6.19	1.63	1.29
Kadar Air (%)	141.78	145.92	150.76	155.41	79.75	74.42
					77.09	



LL	PL	PI
148.70	77.09	71.61



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN
RISET DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS JAMBI
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

Jalan Raya Jambi - Muara Bulian KM. 15, Mendalo Indah, Jambi. Kode Pos 36361
Laman : www.ac.unja.id

Contoh uji : Tanah Gambut Dikerjakan : Hendra Saputra
Tanggal diuji : Diperiksa :
Tanggal selesai diuji :

**ANALISA SARINGAN
SNI ASTM 3423 – 2008**

Analisa Saringan				
Jenis Contoh Uji : Tanah				
Berat Kering : 500 gram				
Saringan	Berat Tertahan (Gram)	Jumlah Berat Tertahan (Gram)	Jumlah Prosentase	
			Diatas	Melalui
2				
1 1/2				
1"				
No.4				
No.10				
No.40				
No.100				
No.200	10	10	2	98
PAN				



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN
RISET DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS JAMBI
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

Jalan Raya Jambi - Muara Bulian KM. 15, Mendalo Indah, Jambi. Kode Pos 36361
Laman : www.ac.unja.id

Contoh uji : Tanah Gambut Dikerjakan : Hendra Saputra
Tanggal diuji : Diperiksa :
Tanggal selesai diuji :

PENGUJIAN KADAR ABU
SNI 13 - 6793 - 2002

Nomor Cawan	I	
Berat Cawan + Contoh Basah (gr)	3.6	
Berat Cawan + Contoh Kering (gr)	3.4	
Berat Air (gr)	0.2	
Berat Cawan (gr)	1.2	
Berat Contoh Kering (gr)	2.2	
Kadar Air (%)	9.09	

Kadar Abu

Nomor Cawan	I	
Berat Krus + Contoh Basah (gr)	3.6	
Berat Krus + Contoh Kering (gr)	3.4	
Berat Contoh Kering (gr)	2.2	
Berat Krus (gr)	1.2	
Berat Krus + Abu (gr)	1.5	
Berat Abu (gr)	0.3	
Kadar Abu (%)	13.63	
Kadar Organik (%)	86.37	

LAMPIRAN 1

Pengujian Sifat Fisik *pofa*



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN
RISET DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS JAMBI
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

Jalan Raya Jambi - Muara Bulian KM. 15, Mendalo Indah, Jambi. Kode Pos 36361

Laman : www.ac.unja.id

Contoh uji : Palm Oil Fuel Ash (POFA) Dikerjakan : Hendra Saputra
Tanggal diuji : Diperiksa :
Tanggal selesai diuji :

**PENGUJIAN KADAR AIR POFA
SNI 1965-2008**

Nomor Krus	D	10
Berat Krus + Contoh Basah (gr)	36.44	27.84
Berat Krus + Contoh Kering (gr)	29.96	23.08
Berat Air (gr)	6.48	4.76
Berat Krus (gr)	12.96	11.98
Berat Contoh Kering (gr)	17.00	11.1
Kadar Air (%)	38.11	42.88
Rata-rata (%)	40.495	

Nomor Krus	2	12
Berat Krus + Contoh Basah (gr)	29.14	34.23
Berat Krus + Contoh Kering (gr)	24.37	27.83
Berat Air (gr)	4.77	6.4
Berat Krus (gr)	12.82	12.13
Berat Contoh Kering (gr)	11.55	15.7
Kadar Air (%)	41.29	40.38
Rata-rata (%)	40.835	

Kadar Air Rata-rata	40.665
---------------------	--------



**KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN
RISET DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS JAMBI
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL**

Jalan Raya Jambi - Muara Bulian KM. 15, Mendalo Indah, Jambi. Kode Pos 36361

Laman : www.ac.unja.id

Contoh uji : Palm Oil Fuel Ash (POFA) Dikerjakan : Hendra Saputra
Tanggal diuji : Diperiksa :
Tanggal selesai diuji :

**PENGUJIAN BERAT JENIS *POFA*
SNI 1964-2008**

Nomor Contoh		I	II
Kedalaman			
Nomor Piknometer		O	A
Berat Piknometer + Contoh	W2	77.29	77.51
Berat Piknometer	W1	72.74	72.67
Berat Tanah	$W_t = W_2 - W_1$	4.55	4.84
Temperatur			
Berat Piknometer + Air + Tanah Pada Suhu 25	W3	178.62	183.63
Berat Piknometer pada 25 C	W4	176.07	180.91
Berat Tanah + Berat Piknometer Pada Suhu 25	$W_5 - W_3$	180.62	7185.75
Isi Tanah	W5	2	2.12
Berat Jenis	Gs	2.275	2.283
Rata-rata		2.279	

LAMPIRAN 3

Pengujian Pemadatan Standar



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN
RISET DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS JAMBI
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

Jalan Raya Jambi - Muara Bulian KM. 15, Mendalo Indah, Jambi. Kode Pos 36361

Laman : www.ac.unja.id

Contoh uji : Tanah Gambut Dikerjakan : Hendra Saputra
Tanggal diuji : Diperiksa :
Tanggal selesai diuji :

**PERCOBAAN PEMADATAN
SNI 1743-2008
Tanah Asli**

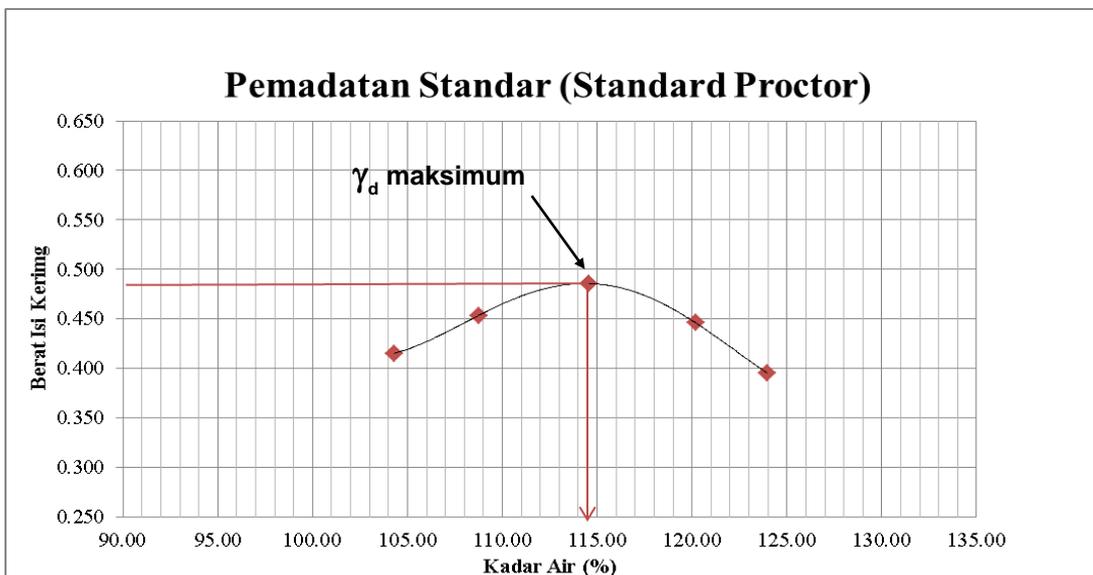
Berat Tanah Basah						
Kadar air awal (%)						
Penambahan air (%)						
Penambahan air (cc)	300	330	360	390	420	

Berat Isi

Berat tanah + cetakan (gr)	2609	2702	2793	2736	2644	
Berat Cetakan (gr)	1805	1805	1805	1805	1805	
Berat Tanah Basah (gr)	804	897	988	931	839	
Isi cetakan (gr/m ²)	948	948	948	948	948	
Berat Isi Basah (gr)	0.848	0.946	1.042	0.982	0.885	
Berat Isi Kering (gr)	0.415	0.453	0.486	0.446	0.395	

Kadar Air

Nomor Cawan	X	F	J	D	P	
Tanah Basah + cawan (gr)	41.51	37.89	41.07	40.99	53.81	
Tanah Kering + cawan	26.96	24.83	26.07	25.69	31.19	
Berat air	14.55	13.06	15.00	15.30	22.62	
Berat Cawan	13.01	12.82	12.98	12.96	12.94	
Berat Tanah Kering	13.95	12.01	13.03	12.73	18.25	
Kadar Air	104.30	108.74	114.59	120.19	123.95	





**KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN
 RISET DAN TEKNOLOGI
 UNIVERSITAS JAMBI
 FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
 PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL**

Jalan Raya Jambi - Muara Bulian KM. 15, Mendalo Indah, Jambi. Kode Pos 36361

Laman : www.ac.unja.id

Contoh uji : Variasi 1 Dikerjakan : Annisa RSF
 Tanggal diuji : 2 juni 2022 Diperiksa :
 Tanggal selesai diuji : 3 juni 2022

**PERCOBAAN PEMADATAN
 SNI 1743-2008
 (45% Tanah Gambut + 45% POFA + 10% Gypsum)**

Berat Tanah Basah						
Kadar air awal (%)						
Penambahan air (%)						
Penambahan air (cc)	300	330	360	390	420	

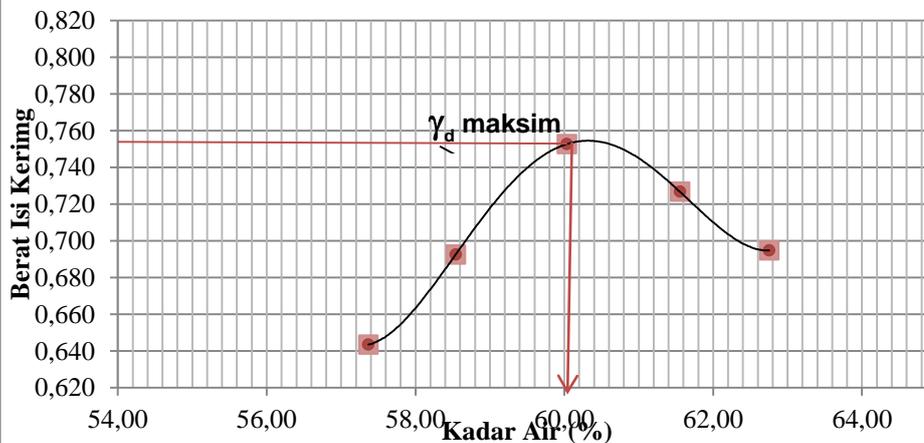
Berat Isi

Berat tanah + cetakan (gr)	2765	2846	2947	2918	2877	
Berat Cetakan (gr)	1805	1805	1805	1805	1805	
Berat Tanah Basah (gr)	960	1041	1142	1113	1072	
Isi cetakan (gr/m ²)	948	948	948	948	948	
Berat Isi Basah (gr)	1,013	1,0981	1,205	1,174	1,131	
Berat Isi Kering (gr)	0,644	0,693	0,753	0,727	0,695	

Kadar Air

Nomor Cawan	U	7	2	O	F	
Tanah Basah + cawan (gr)	37,57	40,21	41,02	37,36	44,08	
Tanah Kering + cawan	28,69	29,86	30,22	28,01	32,00	
Berat air	8,88	10,35	10,80	9,35	12,08	
Berat Cawan	13,21	12,18	12,23	12,82	12,75	
Berat Tanah Kering	15,48	17,68	17,99	15,19	19,25	
Kadar Air	57,36	58,54	60,03	61,55	62,75	

Pemadatan Standar (Standard Proctor)





KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN
RISET DAN TEKNOLOGI

UNIVERSITAS JAMBI

FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

Jalan Raya Jambi - Muara Bulian KM. 15, Mendalo Indah, Jambi. Kode Pos 36361

Laman : www.ac.unja.id

Contoh uji : Variasi 2
Tanggal diuji : 2 juni 2022
Tanggal selesai diuji : 3 juni 2022

Dikerjakan : Annisa RSF.

Diperiksa :

PERCOBAAN PEMADATAN
SNI 1743-2008
(40% Tanah Gambut + 50% POFA + 10% Gypsum)

Berat Tanah Basah						
Kadar air awal (%)						
Penambahan air (%)						
Penambahan air (cc)	300	330	360	390	420	

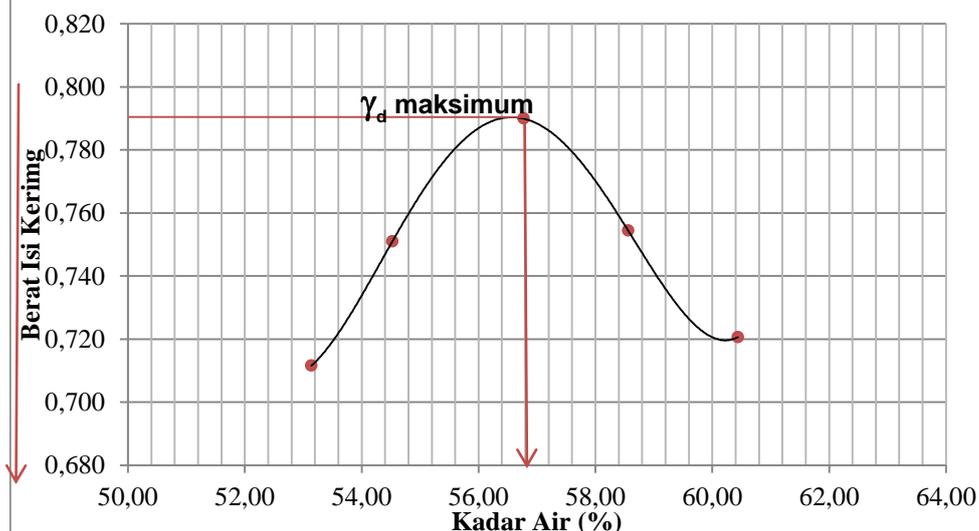
Berat Isi

Berat tanah + cetakan (gr)	2838	2905	2979	2939	2901	
Berat Cetakan (gr)	1805	1805	1805	1805	1805	
Berat Tanah Basah (gr)	1033	1100	1174	1134	1096	
Isi cetakan (gr/m ²)	948	948	948	948	948	
Berat Isi Basah (gr)	1,0897	1,160	1,238	1,196	1,156	
Berat Isi Kering (gr)	0,712	0,751	0,790	0,754	0,721	

Kadar Air

Nomor Cawan	J	9	W	12	X	
Tanah Basah + cawan (gr)	41,37	43,69	39,61	40,04	43,13	
Tanah Kering + cawan	31,55	37,12	29,93	29,71	31,78	
Berat air	9,82	6,57	9,60	10,33	11,35	
Berat Cawan	13,07	12,80	12,88	12,07	13	
Berat Tanah Kering	18,48	12,05	17,05	17,64	18,78	
Kadar Air	53,14	54,52	56,77	58,56	60,44	

Pemadatan Standar (Standard Proctor)





KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN
RISET DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS JAMBI
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

Jalan Raya Jambi - Muara Bulian KM. 15, Mendalo Indah, Jambi. Kode Pos 36361
Laman : www.ac.unja.id

Contoh uji : Variasi 3 Dikerjakan : Annisa RSF
Tanggal diuji : Diperiksa :
Tanggal selesai diuji :

**PERCOBAAN PEMADATAN
SNI 1743-2008
(35% Tanah Gambut + 55% POFA + 10% Gypsum)**

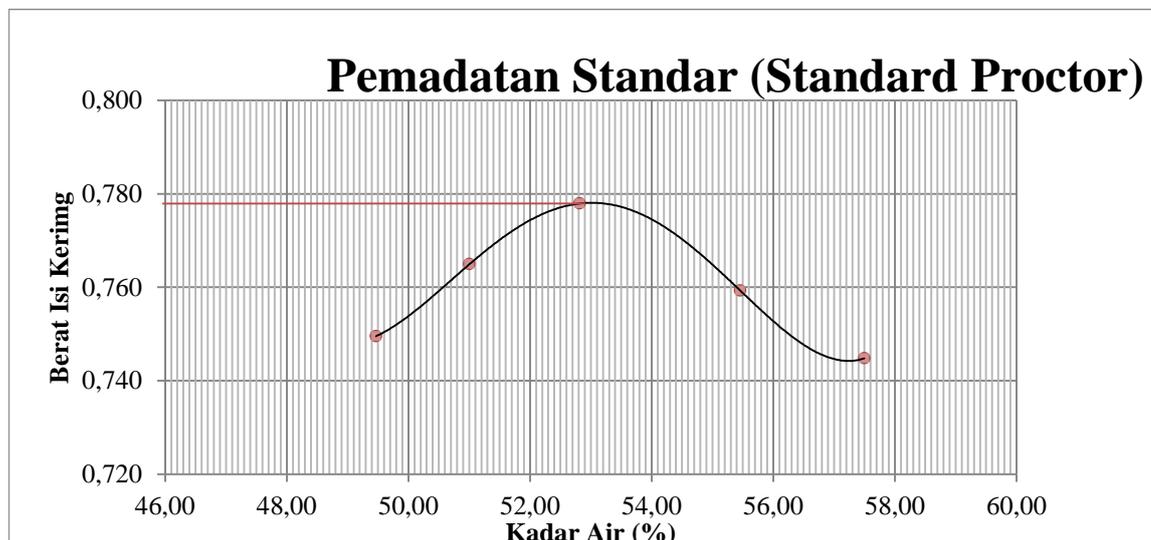
Berat Tanah Basah						
Kadar air awal (%)						
Penambahan air (%)						
Penambahan air (cc)	300	330	360	390	420	

Berat Isi

Berat tanah + cetakan (gr)	2867	2900	2932	2924	2917	
Berat Cetakan (gr)	1805	1805	1805	1805	1805	
Berat Tanah Basah (gr)	1062	1095	1127	1119	1112	
Isi cetakan (gr/m ²)	948	948	948	948	948	
Berat Isi Basah (gr)	1.1203	1,155	1,189	1,180	1,173	
Berat Isi Kering (gr)	0.750	0,765	0.778	0,759	0,745	

Kadar Air

Nomor Cawan	N	10	D	8	R	
Tanah Basah + cawan (gr)	40,99	43,57	44,41	40,21	39,76	
Tanah Kering + cawan	31,74	32,90	33,54	30,30	30,02	
Berat air	9,25	10,67	10,87	9,91	9,74	
Berat Cawan	13,04	11,98	12,96	12,43	13,08	
Berat Tanah Kering	18,70	20,92	20,58	17,87	16,94	
Kadar Air	49,47	51,00	52,82	55,46	57,50	





KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN
RISET DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS JAMBI
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

Jalan Raya Jambi - Muara Bulian KM. 15, Mendalo Indah, Jambi. Kode Pos 36361
Laman : www.ac.unja.id

Contoh uji : Variasi 4 Dikerjakan : Annisa RSF
Tanggal diuji : Diperiksa :
Tanggal selesai diuji :

**PERCOBAAN PEMADATAN
SNI 1743-2008
(30% Tanah Gambut + 60% POFA + 10% Gypsum)**

Berat Tanah Basah						
Kadar air awal (%)						
Penambahan air (%)						
Penambahan air (cc)	300	330	360	390	420	

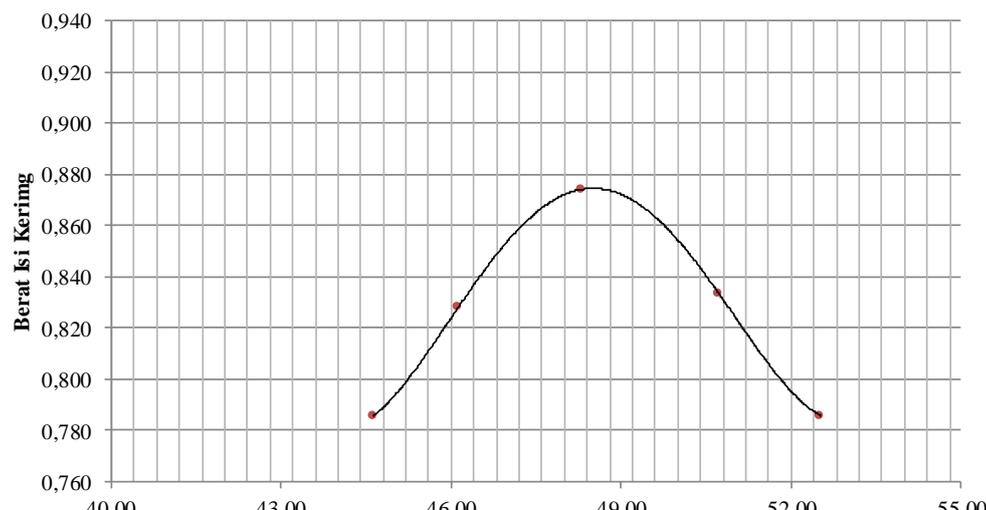
Berat Isi

Berat tanah + cetakan (gr)	2882	2952	3034	2996	2941	
Berat Cetakan (gr)	1805	1805	1805	1805	1805	
Berat Tanah Basah (gr)	1077	1147	1229	1191	1136	
Isi cetakan (gr/m ²)	948	948	948	948	948	
Berat Isi Basah (gr)	1,136	1.2099	1.296	1,256	1,198	
Berat Isi Kering (gr)	0.786	0.828	0.874	0,834	0.786	

Kadar Air

Nomor Cawan	I	H	3	T	E	
Tanah Basah + cawan (gr)	42,64	39,21	42,52	41,12	43,68	
Tanah Kering + cawan	33,47	30,41	32,86	31,60	33,05	
Berat air	9,17	8,80	9,66	9,52	10,63	
Berat Cawan	12,92	11,33	12,86	12,83	12,81	
Berat Tanah Kering	20,55	19,08	20,00	18,77	20,24	
Kadar Air	44,62	46,12	48,30	50,72	52,52	

Pemadatan Standar (Standard Proctor)



LAMPIRAN 4

Pengujian CBR 4 hari



**KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN
 RISET DAN TEKNOLOGI
 UNIVERSITAS JAMBI
 FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
 PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL**

Jalan Raya Jambi - Muara Bulian KM. 15, Mendalo Indah, Jambi. Kode Pos 36361

Laman : www.ac.unja.id

Contoh uji : Tanah Gambut (4 hari) Dikerjakan : Annisa RSF
 Tanggal diuji : Diperiksa :
 Tanggal selesai diuji :

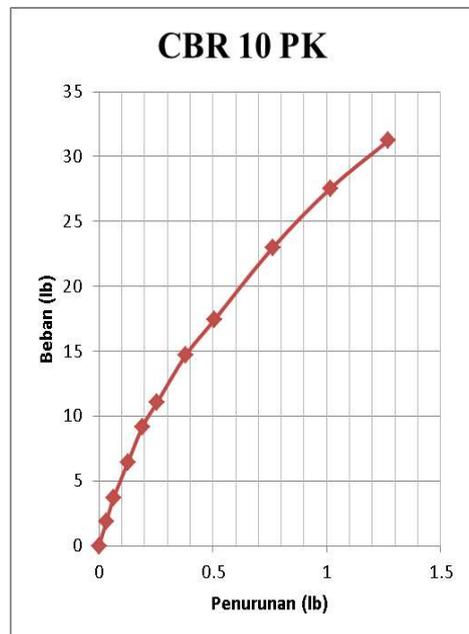
**PEMERIKSAAN CBR
 SNI 1744-2012
 Tanah Gambut**

Penetrasi 0.918

Waktu (Menit)	Penurunan (in)	Pembacaan Arloji		Beban	
		Atas	Bawah	Atas	Bawah
0	0	0		0	
0.25	0.032	2		1.84	
0.5	0.064	4		3.67	
1	0.127	7		6.43	
1.5	0.191	10		9.18	
2	0.254	12		11.02	
3	0.381	16		14.69	
4	0.508	19		17.44	
6	0.762	26		22.95	
8	1.016	30		27.54	
10	1.270	34		31.21	

Nomor Cetakan : B	Sebelum	Sesudah
Berat tanah + cetakan (gr)	4638	5177
Berat Cetakan (gr)	2969	2969
Berat Tanah Basah (gr)	1669	2208
Isi cetakan (gr/m ²)	2208	2208
Berat Isi Basah (gr)	0.76	1.00
Berat Isi Kering (gr)	0.53	0.37

Kadar Air	Sebelum	Sesudah
Nomor Cawan	G	D
Tanah Basah + cawan (gr)	26.42	38.11
Tanah Kering + cawan (gr)	22.12	22.36
Berat air (gr)	4.30	15.75
Berat Cawan (gr)	12.05	12.95
Berat Tanah Kering (gr)	10.07	9.41
Kadar Air (%)	42.70	167.38



CBR	0.39	HARGA CBR	
ATAS		0.1 inch	0.2 inch
		0.37	0.39



**KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN
 RISET DAN TEKNOLOGI**
UNIVERSITAS JAMBI
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

Jalan Raya Jambi - Muara Bulian KM. 15, Mendalo Indah, Jambi. Kode Pos 36361
 Laman : www.ac.unja.id

Contoh uji : Tanah Gambut (4 hari) Dikerjakan : Hendra Saputra
 Tanggal diuji : Diperiksa :
 Tanggal selesai diuji :

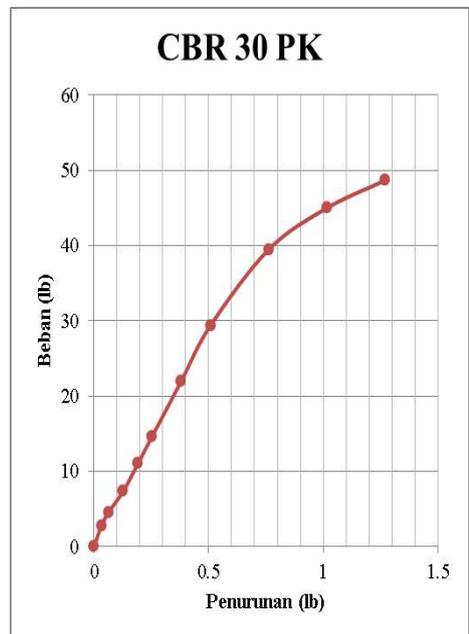
PEMERIKSAAN CBR
SNI 1744-2012
Tanah Gambut

Penetrasi 0.918

Waktu (Menit)	Penurunan (in)	Pembacaan Arloji		Beban	
		Atas	Bawah	Atas	Bawah
0	0	0		0	
0.25	0.032	3		2.75	
0.5	0.064	5		4.59	
1	0.127	8		7.34	
1.5	0.191	12		11.02	
2	0.254	16		14.69	
3	0.381	24		22.03	
4	0.508	32		29.38	
6	0.762	43		39.47	
8	1.016	49		44.98	
10	1.270	53		48.65	

Nomor Cetakan : E	Sebelum	Sesudah
Berat tanah + cetakan (gr)	4930	5307
Berat Cetakan (gr)	2809	2809
Berat Tanah Basah (gr)	2121	2498
Isi cetakan (gr/m ²)	2208	2208
Berat Isi Basah (gr)	0.96	1.13
Berat Isi Kering (gr)	0.42	0.52

Kadar Air	Sebelum	Sesudah
Nomor Cawan	S	8
Tanah Basah + cawan (gr)	32.2	30.61
Tanah Kering + cawan (gr)	21.98	20.69
Berat air (gr)	10.23	9.92
Berat Cawan (gr)	12.54	12.40
Berat Tanah Kering (gr)	9.43	8.29
Kadar Air (%)	108.48	119.66



CBR	0.65	HARGA CBR	
ATAS		0.1 inch	0.2 inch
		0.49	0.65



**KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN
 RISET DAN TEKNOLOGI
 UNIVERSITAS JAMBI
 FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
 PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL**

Jalan Raya Jambi - Muara Bulian KM. 15, Mendalo Indah, Jambi. Kode Pos 36361

Laman : www.ac.unja.id

Contoh uji : Tanah Gambut (4 hari) Dikerjakan : Hendra Saputra
 Tanggal diuji : Diperiksa :
 Tanggal selesai diuji :

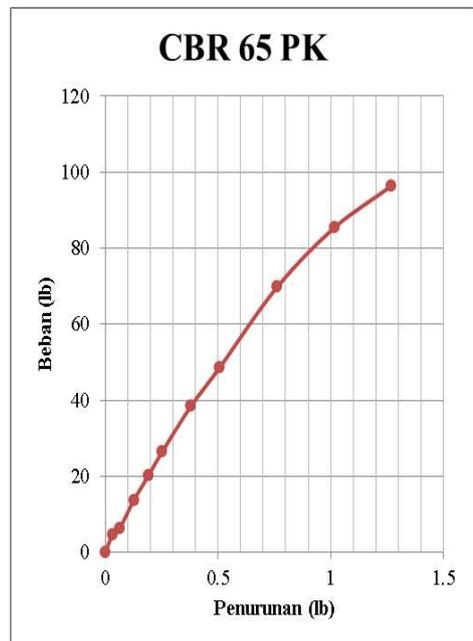
**PEMERIKSAAN CBR
 SNI 1744-2012
 Tanah Gambut**

Penetrasi 0.918

Waktu (Menit)	Penurunan (in)	Pembacaan Arloji		Beban	
		Atas	Bawah	Atas	Bawah
0	0	0		0	
0.25	0.032	5		4.59	
0.5	0.064	7		6.43	
1	0.127	15		13.77	
1.5	0.191	22		20.20	
2	0.254	29		26.62	
3	0.381	42		38.56	
4	0.508	53		48.65	
6	0.762	76		69.77	
8	1.016	93		85.37	
10	1.270	105		96.39	

Nomor Cetakan : 3	Sebelum	Sesudah
Berat tanah + cetakan (gr)	5003	5381
Berat Cetakan (gr)	2842	2842
Berat Tanah Basah (gr)	2161	2539
Isi cetakan (gr/m ²)	2208	2208
Berat Isi Basah (gr)	0.98	1.15
Berat Isi Kering (gr)	0.40	0.47

Kadar Air	Sebelum	Sesudah
Nomor Cawan	O	W
Tanah Basah + cawan (gr)	31.57	32.4
Tanah Kering + cawan (gr)	21.44	20.8
Berat air (gr)	10.13	11.60
Berat Cawan (gr)	12.56	12.87
Berat Tanah Kering (gr)	8.92	7.93
Kadar Air (%)	113.57	146.28



CBR	1.08	HARGA CBR	
ATAS		0.1 inch	0.2 inch
		0.89	1.08



**KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN
 RISET DAN TEKNOLOGI**
UNIVERSITAS JAMBI
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

Jalan Raya Jambi - Muara Bulian KM. 15, Mendalo Indah, Jambi. Kode Pos 36361
 Laman : www.ac.unja.id

Contoh uji : Variasi 1 (4 hari) Dikerjakan : Hendra Saputra
 Tanggal diuji : Diperiksa :
 Tanggal selesai diuji :

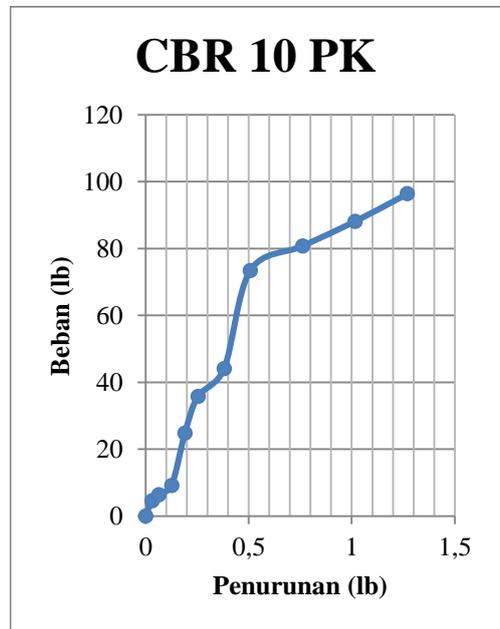
PEMERIKSAAN CBR
SNI 1744-2012
35% Tanah Gambut + 45% POFA + 10% Gypsum

Penetrasi 0.918

Waktu (Menit)	Penurunan (in)	Pembacaan Arloji		Beban	
		Atas	Bawah	Atas	Bawah
0	0	0		0	
0.25	0.032	5		4,59	
0.5	0.064	7		6,43	
1	0.127	10		9,18	
1.5	0.191	27		24,79	
2	0.254	39		35,80	
3	0.381	48		44,06	
4	0.508	80		73,44	
6	0.762	88		80,78	
8	1.016	96		88,13	
10	1.270	105		96,39	

Nomor Cetakan :	Sebelum	Sesudah
Berat tanah + cetakan (gr)	5013	5527
Berat Cetakan (gr)	2820	2820
Berat Tanah Basah (gr)	2193	2707
Isi cetakan (gr/m ²)	2208	2208
Berat Isi Basah (gr)	0,99	1,23
Berat Isi Kering (gr)	0.60	0.58

Kadar Air	Sebelum	Sesudah
Nomor Cawan	P.39	P.71
Tanah Basah + cawan (gr)	17,90	30,94
Tanah Kering + cawan (gr)	13,4	17,23
Berat air (gr)	4,50	13,71
Berat Cawan (gr)	6,55	6,38
Berat Tanah Kering (gr)	6,85	10,85
Kadar Air (%)	65,69	126,36



CBR	1,63	HARGA CBR	
ATAS		0.1 inch	0.2 inch
		1,19	1,63



**KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN
RISET DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS JAMBI
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL**

Jalan Raya Jambi - Muara Bulian KM. 15, Mendalo Indah, Jambi. Kode Pos 36361

Laman : www.ac.unja.id

Contoh uji : Variasi 1 (4 hari) Dikerjakan : Annisa RSF
 Tanggal diuji : Diperiksa :
 Tanggal selesai diuji :

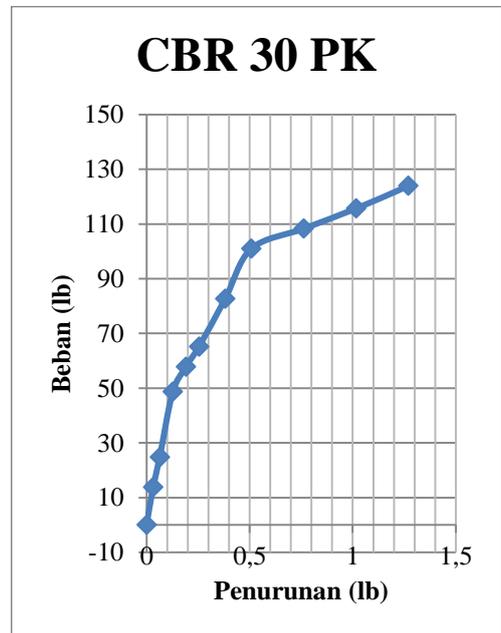
**PEMERIKSAAN CBR
SNI 1744-2012
35% Tanah Gambut + 45% POFA + 10% Gypsum**

Penetrasi 0.918

Waktu (Menit)	Penurunan (in)	Pembacaan Arloji		Beban	
		Atas	Bawah	Atas	Bawah
0	0	0		0	
0.25	0.032	15		13,77	
0.5	0.064	27		24,79	
1	0.127	53		48,65	
1.5	0.191	63		57,83	
2	0.254	71		65,18	
3	0.381	90		82,62	
4	0.508	110		100,98	
6	0.762	118		108,32	
8	1.016	126		115,67	
10	1.270	135		123,93	

Nomor Cetakan :	Sebelum	Sesudah
Berat tanah + cetakan (gr)	5227	5678
Berat Cetakan (gr)	2820	2820
Berat Tanah Basah (gr)	2407	2858
Isi cetakan (gr/m ²)	2208	2208
Berat Isi Basah (gr)	1.09	1.29
Berat Isi Kering (gr)	0.58	0.57

Kadar Air	Sebelum	Sesudah
Nomor Cawan	P.79	P.72
Tanah Basah + cawan (gr)	14,33	20,37
Tanah Kering + cawan (gr)	10,82	12,5
Berat air (gr)	3,510	7,870
Berat Cawan (gr)	6,76	6,33
Berat Tanah Kering (gr)	4,06	6,17
Kadar Air (%)	86,45	127,55



CBR	2,24	HARGA CBR	
ATAS		0.1 inch	0.2 inch
		2,17	2,24



**KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN
RISET DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS JAMBI**

**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL**

Jalan Raya Jambi - Muara Bulian KM. 15, Mendalo Indah, Jambi. Kode Pos 36361

Laman : www.ac.unja.id

Contoh uji : Variasi 1 (4 hari) Dikerjakan : Annisa RSF
 Tanggal diuji : Diperiksa :
 Tanggal selesai diuji :

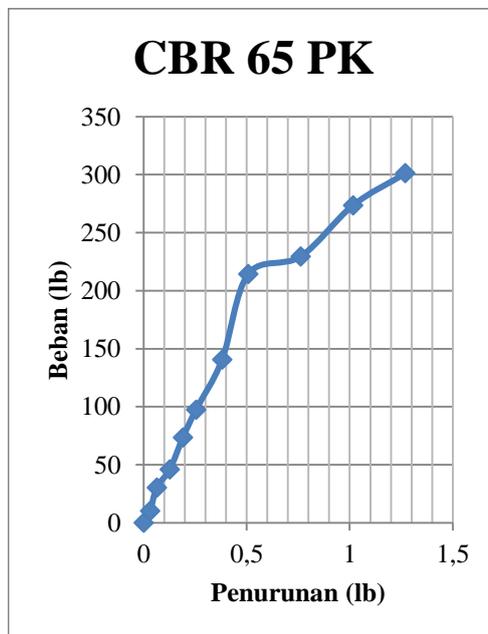
**PEMERIKSAAN CBR
SNI 1744-2012
35% Tanah Gambut + 45% POFA + 10% Gypsum**

Penetrasi 0.918

Waktu (Menit)	Penurunan (in)	Pembacaan Arloji		Beban	
		Atas	Bawah	Atas	Bawah
0	0	0		0	
0.25	0.032	11		10,10	
0.5	0.064	33		30,29	
1	0.127	50		45,90	
1.5	0.191	80		73,44	
2	0.254	106		97,31	
3	0.381	153		140,45	
4	0.508	233,5		214,35	
6	0.762	250		229,50	
8	1.016	298		273,56	
10	1.270	328		301,10	

Nomor Cetakan :	Sebelum	Sesudah
Berat tanah + cetakan (gr)	5339	5720
Berat Cetakan (gr)	2820	2820
Berat Tanah Basah (gr)	2519	2900
Isi cetakan (gr/m ²)	2208	2208
Berat Isi Basah (gr)	1.14	1.31
Berat Isi Kering (gr)	0.60	0.57

Kadar Air	Sebelum	Sesudah
Nomor Cawan	P.73	P.63
Tanah Basah + cawan (gr)	20,42	21,24
Tanah Kering + cawan (gr)	13,982	12,93
Berat air (gr)	6,438	8,310
Berat Cawan (gr)	6,76	6,63
Berat Tanah Kering (gr)	7,222	6,3
Kadar Air (%)	89,14	131,90



CBR	4,76	HARGA CBR	
ATAS		0.1 inch	0.2 inch
		3,24	4,76



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN
RISET DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS JAMBI
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

Jalan Raya Jambi - Muara Bulian KM. 15, Mendalo Indah, Jambi. Kode Pos 36361

Laman : www.ac.unja.id

Contoh uji : Variasi 2 (4 hari) Dikerjakan : Annisa RSF
 Tanggal diuji : Diperiksa :
 Tanggal selesai diuji :

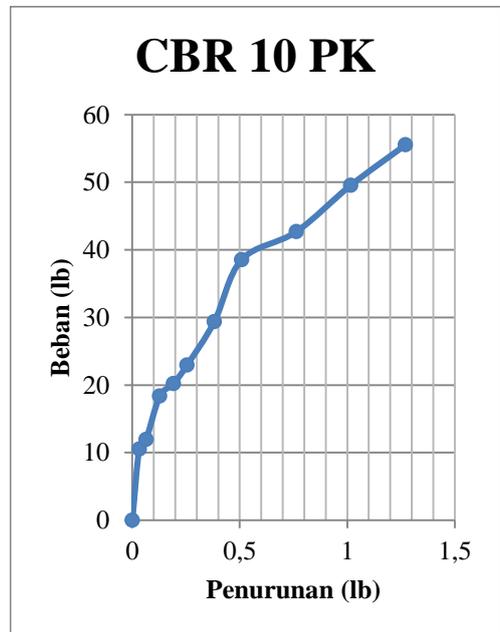
PEMERIKSAAN CBR
SNI 1744-2012
40% Tanah Gambut + 50% POFA + 10% Gypsum

Penetrasi 0.918

Waktu (Menit)	Penurunan (in)	Pembacaan Arloji		Beban	
		Atas	Bawah	Atas	Bawah
0	0	0		0	
0.25	0.032	11,5		10,56	
0.5	0.064	13		11,93	
1	0.127	20		18,36	
1.5	0.191	22		20,20	
2	0.254	25		22,95	
3	0.381	32		29,38	
4	0.508	42		38,56	
6	0.762	46,5		42,69	
8	1.016	54		49,57	
10	1.270	60,5		55,54	

Nomor Cetakan :	Sebelum	Sesudah
Berat tanah + cetakan (gr)	5001	5597
Berat Cetakan (gr)	2820	2820
Berat Tanah Basah (gr)	2181	2777
Isi cetakan (gr/m ²)	2208	2208
Berat Isi Basah (gr)	0.99	1.26
Berat Isi Kering (gr)	0.57	0.56

Kadar Air	Sebelum	Sesudah
Nomor Cawan	P.88	P.71
Tanah Basah + cawan (gr)	21,87	30,94
Tanah Kering + cawan (gr)	15,4	17,23
Berat air (gr)	6,47	13,71
Berat Cawan (gr)	6,48	6,38
Berat Tanah Kering (gr)	8,92	10,85
Kadar Air (%)	72,53	126,36



CBR	0,86	HARGA CBR	
ATAS		0.1 inch	0.2 inch
		0.77	0.86



**KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN
 RISET DAN TEKNOLOGI
 UNIVERSITAS JAMBI
 FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
 PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL**

Jalan Raya Jambi - Muara Bulian KM. 15, Mendalo Indah, Jambi. Kode Pos 36361

Laman : www.ac.unja.id

Contoh uji : Variasi 2 (4 hari) Dikerjakan : Hendra Saputra
 Tanggal diuji : Diperiksa :
 Tanggal selesai diuji :

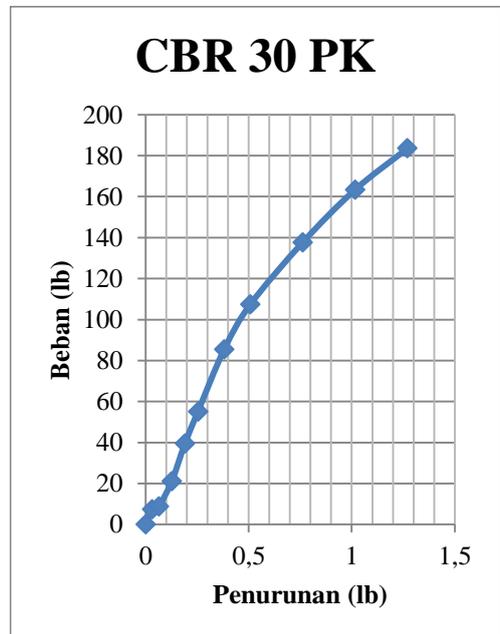
**PEMERIKSAAN CBR
 SNI 1744-2012
 40% Tanah Gambut + 50% POFA + 10% Gypsum**

Penetrasi 0.918

Waktu (Menit)	Penurunan (in)	Pembacaan Arloji		Beban	
		Atas	Bawah	Atas	Bawah
0	0	0		0	
0.25	0.032	8		7,34	
0.5	0.064	9,5		8,72	
1	0.127	23		21,11	
1.5	0.191	43		39,47	
2	0.254	60		55,08	
3	0.381	93		85,37	
4	0.508	117		107,41	
6	0.762	150		137,70	
8	1.016	178		163,40	
10	1.270	200		183,60	

Nomor Cetakan :	Sebelum	Sesudah
Berat tanah + cetakan (gr)	5221	5694
Berat Cetakan (gr)	2820	2820
Berat Tanah Basah (gr)	2401	2874
Isi cetakan (gr/m ²)	2208	2208
Berat Isi Basah (gr)	1.09	1.30
Berat Isi Kering (gr)	0.58	0.57

Kadar Air	Sebelum	Sesudah
Nomor Cawan	P.79	P.72
Tanah Basah + cawan (gr)	14,33	20,37
Tanah Kering + cawan (gr)	10,82	12,5
Berat air (gr)	3,510	7,870
Berat Cawan (gr)	6,76	6,33
Berat Tanah Kering (gr)	4,06	6,17
Kadar Air (%)	86,45	127,55



CBR	2.39	HARGA CBR	
ATAS		0.1 inch	0.2 inch
		1.84	2.39



**KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN
RISET DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS JAMBI
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL**

Jalan Raya Jambi - Muara Bulian KM. 15, Mendalo Indah, Jambi. Kode Pos 36361
Laman : www.ac.unja.id

Contoh uji : Variasi 2 (4 hari) Dikerjakan : Annisa RSF
 Tanggal diuji : Diperiksa :
 Tanggal selesai diuji :

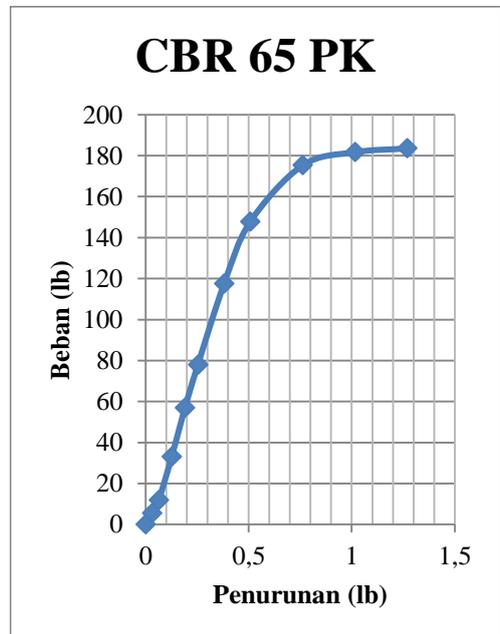
**PEMERIKSAAN CBR
SNI 1744-2012
40% Tanah Gambut + 50% POFA + 10% Gypsum**

Penetrasi 0.918

Waktu (Menit)	Penurunan (in)	Pembacaan Arloji		Beban	
		Atas	Bawah	Atas	Bawah
0	0	0		0	
0.25	0.032	6		5,51	
0.5	0.064	13		11,93	
1	0.127	36		33,05	
1.5	0.191	62		56,92	
2	0.254	85		78,03	
3	0.381	128		117,50	
4	0.508	161		147,80	
6	0.762	191		175,34	
8	1.016	198		181,76	
10	1.270	200		183,60	

Nomor Cetakan :	Sebelum	Sesudah
Berat tanah + cetakan (gr)	5293	5616
Berat Cetakan (gr)	2920	2820
Berat Tanah Basah (gr)	2473	2796
Isi cetakan (gr/m ²)	2208	2208
Berat Isi Basah (gr)	1.12	1.27
Berat Isi Kering (gr)	0.63	0.51

Kadar Air	Sebelum	Sesudah
Nomor Cawan	P.55	P.68
Tanah Basah + cawan (gr)	23,59	22,37
Tanah Kering + cawan (gr)	16,11	12,88
Berat air (gr)	7,480	9,490
Berat Cawan (gr)	6.51	6.40
Berat Tanah Kering (gr)	9,6	6,48
Kadar Air (%)	77,92	146,45



CBR	3.28	HARGA CBR	
ATAS		0.1 inch	0.2 inch
		2,60	3.28



**KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN
 RISET DAN TEKNOLOGI**
UNIVERSITAS JAMBI
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

Jalan Raya Jambi - Muara Bulian KM. 15, Mendalo Indah, Jambi. Kode Pos 36361
 Laman : www.ac.unja.id

Contoh uji : Variasi 3 (4 hari) Dikerjakan : Annisa RSF
 Tanggal diuji : Diperiksa :
 Tanggal selesai diuji :

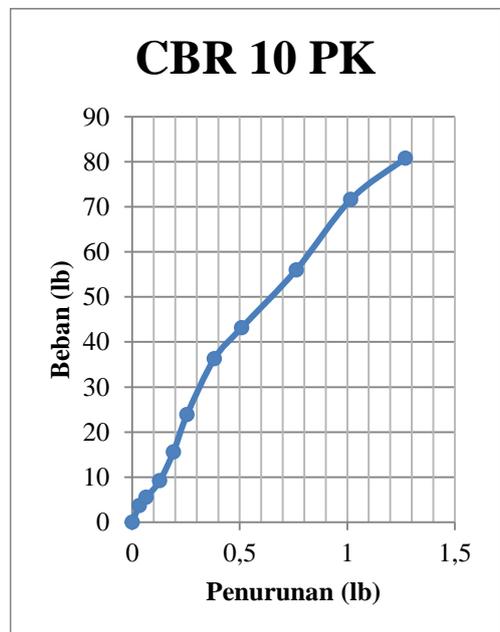
PEMERIKSAAN CBR
SNI 1744-2012
35% Tanah Gambut + 55% POFA + 10% Gypsum

Penetrasi 0.918

Waktu (Menit)	Penurunan (in)	Pembacaan Arloji		Beban	
		Atas	Bawah	Atas	Bawah
0	0	0		0	
0.25	0.032	4		3,67	
0.5	0.064	6		5,51	
1	0.127	10		9,18	
1.5	0.191	17		15,61	
2	0.254	26		23,87	
3	0.381	39,5		36,26	
4	0.508	47		43,15	
6	0.762	61		56,00	
8	1.016	78		71,60	
10	1.270	88		80,78	

Nomor Cetakan :	Sebelum	Sesudah
Berat tanah + cetakan (gr)	4929	5561
Berat Cetakan (gr)	2820	2820
Berat Tanah Basah (gr)	2109	2741
Isi cetakan (gr/m ²)	2208	2208
Berat Isi Basah (gr)	0,96	1,24
Berat Isi Kering (gr)	0,55	0,55

Kadar Air	Sebelum	Sesudah
Nomor Cawan	P.72	P.39
Tanah Basah + cawan (gr)	21,40	32,15
Tanah Kering + cawan (gr)	14,82	17,23
Berat air (gr)	6,58	14,92
Berat Cawan (gr)	6,33	6,55
Berat Tanah Kering (gr)	8,49	10,68
Kadar Air (%)	77,50	139,70



CBR	0.96	HARGA CBR	
ATAS		0.1 inch	0.2 inch
		0.80	0.96



**KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN
RISET DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS JAMBI
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL**

Jalan Raya Jambi - Muara Bulian KM. 15, Mendalo Indah, Jambi. Kode Pos 36361

Laman : www.ac.unja.id

Contoh uji : Variasi 3 (4 hari) Dikerjakan : Annisa RSF
 Tanggal diuji : Diperiksa :
 Tanggal selesai diuji :

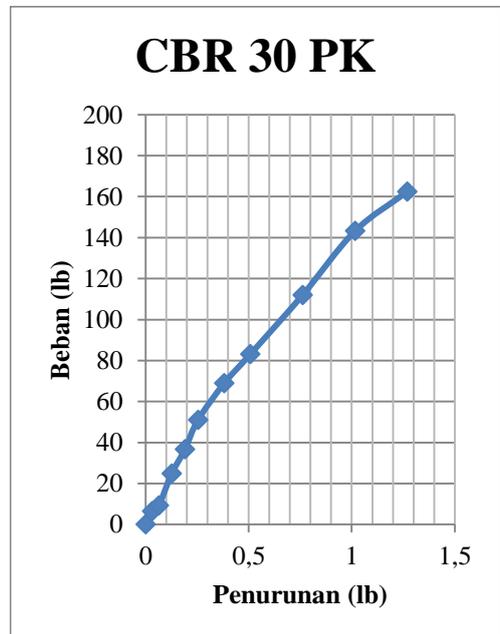
**PEMERIKSAAN CBR
SNI 1744-2012
35% Tanah Gambut + 55% POFA + 10% Gypsum**

Penetrasi 0.918

Waktu (Menit)	Penurunan (in)	Pembacaan Arloji		Beban	
		Atas	Bawah	Atas	Bawah
0	0	0		0	
0.25	0.032	7		6,43	
0.5	0.064	10		9,18	
1	0.127	27		24,79	
1.5	0.191	40		36,72	
2	0.254	55,5		50,95	
3	0.381	75		68,85	
4	0.508	90,5		83,08	
6	0.762	122		112,00	
8	1.016	156		143,21	
10	1.270	177		162,49	

Nomor Cetakan :	Sebelum	Sesudah
Berat tanah + cetakan (gr)	4901	5730
Berat Cetakan (gr)	2820	2820
Berat Tanah Basah (gr)	2081	2910
Isi cetakan (gr/m ²)	2208	2208
Berat Isi Basah (gr)	0.94	1.32
Berat Isi Kering (gr)	0.51	0.58

Kadar Air	Sebelum	Sesudah
Nomor Cawan	P.33	P.75
Tanah Basah + cawan (gr)	38,72	22,37
Tanah Kering + cawan (gr)	23,62	13,00
Berat air (gr)	15,1	9,370
Berat Cawan (gr)	6,51	6,42
Berat Tanah Kering (gr)	17,11	6,58
Kadar Air (%)	88,25	142,40



CBR	1.85	HARGA CBR	
ATAS		0.1 inch	0.2 inch
		1.70	1.85



**KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN
 RISET DAN TEKNOLOGI**
UNIVERSITAS JAMBI
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

Jalan Raya Jambi - Muara Bulian KM. 15, Mendalo Indah, Jambi. Kode Pos 36361
 Laman : www.ac.unja.id

Contoh uji : Variasi 3 (4 hari) Dikerjakan : Annisa RSF
 Tanggal diuji : Diperiksa :
 Tanggal selesai diuji :

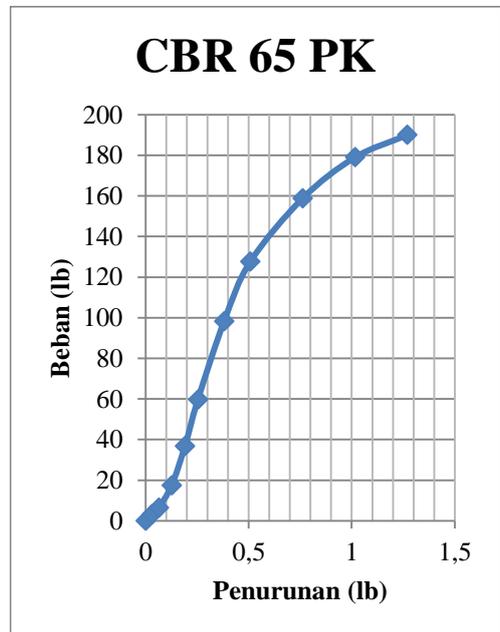
PEMERIKSAAN CBR
SNI 1744-2012
35% Tanah Gambut + 55% POFA + 10% Gypsum

Penetrasi 0.918

Waktu (Menit)	Penurunan (in)	Pembacaan Arloji		Beban	
		Atas	Bawah	Atas	Bawah
0	0	0		0	
0.25	0.032	3,5		3,21	
0.5	0.064	7		6,43	
1	0.127	19		17,44	
1.5	0.191	40		36,72	
2	0.254	65		59,67	
3	0.381	107		98,23	
4	0.508	139		127,60	
6	0.762	173		158,81	
8	1.016	195		179,01	
10	1.270	207		190,03	

Nomor Cetakan :	Sebelum	Sesudah
Berat tanah + cetakan (gr)	5365	5873
Berat Cetakan (gr)	2820	2820
Berat Tanah Basah (gr)	2545	3053
Isi cetakan (gr/m ²)	2208	2208
Berat Isi Basah (gr)	1.15	1.38
Berat Isi Kering (gr)	0.61	0.60

Kadar Air	Sebelum	Sesudah
Nomor Cawan	P.73	P.54
Tanah Basah + cawan (gr)	24,33	27,98
Tanah Kering + cawan (gr)	15,6	15,1
Berat air (gr)	8,730	12,880
Berat Cawan (gr)	6,38	6,64
Berat Tanah Kering (gr)	9,22	8,46
Kadar Air (%)	94,69	152,25



CBR	2,84	HARGA CBR	
ATAS		0.1 inch	0.2 inch
		1,99	2,84



**KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN
RISET DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS JAMBI
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL**

Jalan Raya Jambi - Muara Bulian KM. 15, Mendalo Indah, Jambi. Kode Pos 36361
Laman : www.ac.unja.id

Contoh uji : Variasi 4 (4 hari) Dikerjakan : Annisa RSF
 Tanggal diuji : Diperiksa :
 Tanggal selesai diuji :

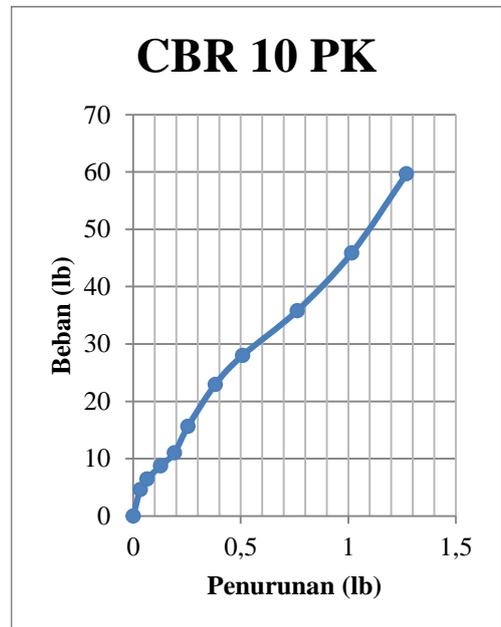
**PEMERIKSAAN CBR
SNI 1744-2012
30% Tanah Gambut + 60% POFA + 10% Gypsum**

Penetrasi 0.918

Waktu (Menit)	Penurunan (in)	Pembacaan Arloji		Beban	
		Atas	Bawah	Atas	Bawah
0	0	0		0	
0.25	0.032	5		4,59	
0.5	0.064	7		6,43	
1	0.127	9,5		8,72	
1.5	0.191	12		11,02	
2	0.254	17		15,61	
3	0.381	25		22,95	
4	0.508	30,5		28,00	
6	0.762	39		35,80	
8	1.016	50		45,90	
10	1.270	65		59,67	

Nomor Cetakan :	Sebelum	Sesudah
Berat tanah + cetakan (gr)	5238	5582
Berat Cetakan (gr)	2820	2820
Berat Tanah Basah (gr)	2418	2762
Isi cetakan (gr/m ²)	2208	2208
Berat Isi Basah (gr)	1,10	1.25
Berat Isi Kering (gr)	0.63	0.55

Kadar Air	Sebelum	Sesudah
Nomor Cawan	P.40	P.90
Tanah Basah + cawan (gr)	23,39	28,94
Tanah Kering + cawan (gr)	15,54	16,32
Berat air (gr)	7,74	12,62
Berat Cawan (gr)	6,38	6.58
Berat Tanah Kering (gr)	9,27	9,74
Kadar Air (%)	83,50	129,57



CBR	0.62	HARGA CBR	
ATAS		0.1 inch	0.2 inch
		0.52	0.62



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN
RISET DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS JAMBI
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

Jalan Raya Jambi - Muara Bulian KM. 15, Mendalo Indah, Jambi. Kode Pos 36361

Laman : www.ac.unja.id

Contoh uji : Variasi 4 (4 hari) Dikerjakan : Annisa RSF
 Tanggal diuji : Diperiksa :
 Tanggal selesai diuji :

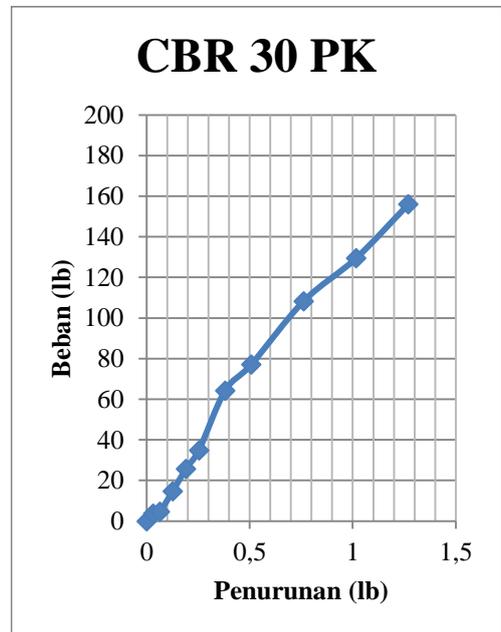
PEMERIKSAAN CBR
SNI 1744-2012
30% Tanah Gambut + 60% POFA + 10% Gypsum

Penetrasi 0.918

Waktu (Menit)	Penurunan (in)	Pembacaan Arloji		Beban	
		Atas	Bawah	Atas	Bawah
0	0	0		0	
0.25	0.032	4		3.67	
0.5	0.064	5		4.59	
1	0.127	16		14.69	
1.5	0.191	28		25.70	
2	0.254	38		34.88	
3	0.381	70		64.26	
4	0.508	84		77.11	
6	0.762	118		108.32	
8	1.016	141		129.44	
10	1.270	170		146.06	

Nomor Cetakan :	Sebelum	Sesudah
Berat tanah + cetakan (gr)	5256	5855
Berat Cetakan (gr)	2820	2820
Berat Tanah Basah (gr)	2436	3035
Isi cetakan (gr/m ²)	2208	2208
Berat Isi Basah (gr)	1.10	1.47
Berat Isi Kering (gr)	0.59	0.60

Kadar Air	Sebelum	Sesudah
Nomor Cawan	P.68	P.55
Tanah Basah + cawan (gr)	23,76	26,29
Tanah Kering + cawan (gr)	15,28	15,15
Berat air (gr)	8,48	11,14
Berat Cawan (gr)	6,46	6,51
Berat Tanah Kering (gr)	8,82	8,64
Kadar Air (%)	96,15	128,94



CBR	1.71	HARGA CBR	
ATAS		0.1 inch	0.2 inch
		1.16	1.71



**KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN
 RISET DAN TEKNOLOGI**
UNIVERSITAS JAMBI
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

Jalan Raya Jambi - Muara Bulian KM. 15, Mendalo Indah, Jambi. Kode Pos 36361

Laman : www.ac.unja.id

Contoh uji : Variasi 4 (4 hari) Dikerjakan : Annisa RSF
 Tanggal diuji : Diperiksa :
 Tanggal selesai diuji :

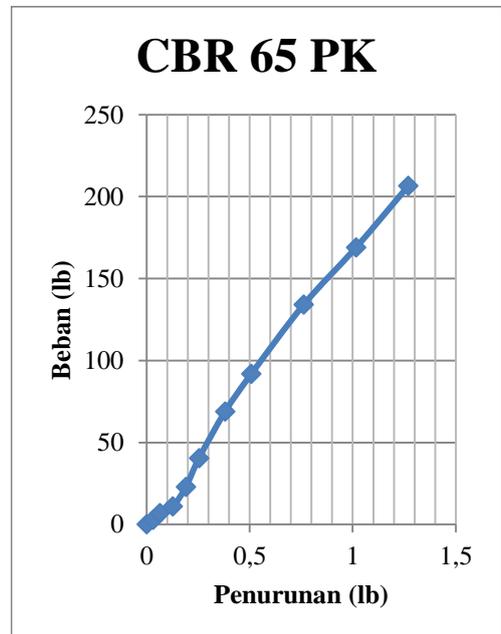
PEMERIKSAAN CBR
SNI 1744-2012
30% Tanah Gambut + 60% POFA + 10% Gypsum

Penetrasi 0.918

Waktu (Menit)	Penurunan (in)	Pembacaan Arloji		Beban	
		Atas	Bawah	Atas	Bawah
0	0	0		0	
0.25	0.032	3		2,75	
0.5	0.064	7,5		6,89	
1	0.127	12		11,02	
1.5	0.191	25		22,95	
2	0.254	44		40,39	
3	0.381	75		68,85	
4	0.508	100		91,80	
6	0.762	146		134,03	
8	1.016	184		168,91	
10	1.270	225		206,55	

Nomor Cetakan :	Sebelum	Sesudah
Berat tanah + cetakan (gr)	5330	5843
Berat Cetakan (gr)	2820	2820
Berat Tanah Basah (gr)	2510	3023
Isi cetakan (gr/m ²)	2208	2208
Berat Isi Basah (gr)	1.14	1.37
Berat Isi Kering (gr)	0.60	0.59

Kadar Air	Sebelum	Sesudah
Nomor Cawan	P.75	P.69
Tanah Basah + cawan (gr)	21,42	23,24
Tanah Kering + cawan (gr)	13,982	12,93
Berat air (gr)	7,438	10,310
Berat Cawan (gr)	6,30	6,42
Berat Tanah Kering (gr)	7,682	6,51
Kadar Air (%)	96,92	158,37



CBR	2,04	HARGA CBR	
ATAS		0.1 inch	0.2 inch
		1,35	2,04

