

**STABILISASI TANAH GAMBUT DENGAN CAMPURAN  
SEMEN DAN ASAM FOSFAT (H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>)**

**TUGAS AKHIR**

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



**DISUSUN OLEH :**

**RISPANDA**  
**153110174**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS ISLAM RIAU  
PEKANBARU  
2022**

HALAMAN PENGESAHAN

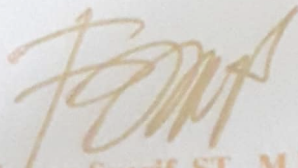
TUGAS AKHIR

STABILISASI TANAH GAMBUT DENGAN CAMPURAN  
SEMEN DAN ASAM FOSFAT ( $H_3PO_4$ )



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

Roza Mildawati, ST., MT  
Pembimbing

  
Firman Syarif, ST., M.Eng  
Penguji I

  
Sri Hartati Dewi, S.T., M.T  
Penguji II

## HALAMAN PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan :

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

Pekanbaru, 23 Agustus 2022  
Peneliti



**RISPANDA**  
NPM : 153110174

## KATA PENGANTAR

### Assalamu'alaikum Warahmatullah Wabarakatuh

Alhamdulillah rabbil'alamin, segala puji dan syukur ke hadirat Allah SWT yang telah melimpahkan nikmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini mengenai Stabilisasi Tanah Gambut Dengan Campuran Semen Dan Asam Fosfat ( $H_3PO_4$ ). Tugas akhir ini berupa skripsi sebagai syarat untuk meraih gelar sarjana pada program studi strata 1 (S1) Fakultas Teknik Jurusan Sipil Universitas Islam Riau.

Tugas akhir ini berisi tentang rangkuman dan kesimpulan selama penulis melakukan penelitian dan analisa. Rangkuman dan kesimpulan ini disusun dalam bab-bab, bab tersebut terdiri dari bab I yang berisi tentang latar belakang, bab II berisi tentang tinjauan pustaka, bab III berisi tentang landasan teori, bab IV berisi tentang metodologi penelitian, bab V berisi tentang hasil dan pembahasan, dan bab VI berisi tentang kesimpulan dan saran.

Peneliti berharap tugas akhir ini bisa bermanfaat mahasiswa/i Teknik Sipil, penulis juga menyadari masih terdapat kekurangan dalam menyusun laporan kerja praktek ini, maka dari itu kritik dan saran sangat diharapkan dari pembaca agar kedepannya bisa lebih baik lagi.

Pekanbaru, 28 Juni 2022

Peneliti

RISPANDA  
153110174

## UCAPAN TERIMA KASIH

### **Assalamu'alaikum Warahmatullah Wabarakatuh**

Puji dan syukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, taufiq dan hidayah-Nya, sehingga peneliti dapat menyusun dan menyelesaikan penulisan Tugas Akhir yang berjudul **“Stabilisasi Tanah Gambut dengan Campuran Semen Dan Asam Fosfat ( $H_3PO_4$ )”** yang disusun sebagai persyaratan mengikuti kurikulum akademis pada Program Studi Strata Satu (S1) Teknik Sipil Universitas Islam Riau (UIR) sebagai syarat untuk mendapatkan Sarjana Teknik (ST). Peneliti menyadari bahwa penelitian ini tidak akan terwujud tanpa adanya dorongan dan motivasi dari berbagai pihak. Maka dengan segala kerendahan hati peneliti ingin menyampaikan dan mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu peneliti ini dengan memberikan dorongan dan dukungan yang tak terhingga terutama kepada:

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

9. Ibu Roza Mildawati, ST., MT. Selaku Dosen Pembimbing.
10. Bapak Firman Syarif, ST., M.Eng Selaku Dosen Penguji I.
11. Sri Hartati Dewi, ST., MT Selaku Dosen Penguji II.
12. Seluruh Dosen Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Riau.
13. Seluruh Staf dan Karyawan/i Tata Usaha (TU) Fakultas Teknik Universitas Islam Riau.
14. Seluruh Staf dan Karyawan/i Perpustakaan Teknik Universitas Islam Riau.
15. Teristimewa kepada Orang Tua tercinta, Ayahanda Samsuri, Ibunda Sri marlinda, dan Abang/Kakak terimakasih sebanyak-banyaknya atas doa yang tidak pernah putus dan dukungan baik materi, kasih sayang, dan semangat yang tidak henti-hentinya dalam menyelesaikan penelitian Tugas Akhir ini.
16. Kepada Kekasihku Yarni Zahara S.H yang selalu memberi dukungan dan semangat.
17. Teruntuk teman seperjuangan Abdussalam, Ade Renaldy, Ade Saputra, Anggie Anggrainy, Arif Qomar Ali, Nanda Afianda, , Said Fuad, dan terutama Faiz Ikbar, ST yang selalu membantu dalam tugas akhir ini. Mohon maaf tidak bisa saya sebutkan satu persatu namanya yang selalu memberi semangat dan dukungannya dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
18. Kepada kak Miswarti, ST., MT, bang Rachmat Hidayat ST, Iwal, Rafi, yang ada di Laboratorium Teknik Sipil memberi bimbingan serta bantuan.
19. Buat teman-teman lainnya di Fakultas Teknik serta semua pihak yang telah banyak membantu peneliti dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini. Mohon maaf tidak bisa saya sebutkan satu persatu namanya yang selalu memberi semangat dan dukungannya dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Pekanbaru, 28 Juni 2022

Peneliti

RISPANDA  
NPM : 153110174

## DAFTAR ISI

<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>i</b>
<b>UCAPAN TERIMA KASIH</b> .....	<b>ii</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>iv</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>vii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>viii</b>
<b>DAFTAR NOTASI</b> .....	<b>ix</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	<b>x</b>
<b>ABSTRAK</b> .....	<b>xi</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
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
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>4</b>
2.1 Umum.....	4
2.2 Penelitian Terdahulu.....	4
2.3 keaslian penelitian .....	7
<b>BAB III LANDASAN TEORI</b> .....	<b>8</b>
3.1 Umum .....	8
3.2 Tanah Gambut .....	9
3.3 Klasifikasi Tanah Gambut .....	9
3.4 Stabilisasi Tanah.....	10
3.4.1 Stabilisasi Dengan Cara Pemadatan.....	11
3.4.2 Stabilisasi Dengan Cara Penambahan Bahan Tambahan.....	12
3.4.3 Stabilisasi Dengan Semen.....	14
3.4.4Stabilisasi Dengan Asam Fostat ( $H_3PO_4$ ) .....	14
3.5 Pengujian-Pengujian Sifat Fisik Tanah .....	15

3.5.1 Kadar Air Tanah (ASTM D 2216 - 71) .....	15
3.5.2 Distribusi Ukuran Butiran (ASTM D 2487 Dan ASTM 152 H) .....	15
3.5.3 Pemeriksaan Berat Jenis (ASTM D 854) .....	16
3.5.4 Uji Pemadatan Di Laboratirium (ASTM D 698) .....	17
3.5.5 Uji CBR (California Bearing Rasio) (ASTM D 1883).....	18
<b>BAB IV METODE PENELITIAN .....</b>	<b>19</b>
4.1 Umum .....	19
4.2 Lokasi Penelitian dan Penghasilan Sampel Bahan Pengujian .....	19
4.3 Jenis Penelitian Peralatan untuk Uji Bahan.....	19
4.4 Peralatan Yang Digunakan .....	21
4.4.1 Kadar Air Tanah (ASTM D 2216 – 92).....	22
4.4.2 Pengujian Berat Jenis (ASTM D 854) .....	22
4.4.3 Pengujian Proctor Standar (ASTM D 698).....	25
4.4.4 Pengujian CBR ( California Bearing Ratio )(ASTM D 1883)..	29
4.5 Bahan Penelitian.....	30
4.5.1 Tanah.....	30
4.5.2 Semen MC .....	30
4.5.3 Asam Fostat ( $H_3PO_4$ ) .....	31
4.6 Tahapan Pelaksanaan Penelitian.....	31
4.6.1 Pengujian Propertis Tanah Asli .....	33
4.6.2 Pengujian Propertis Tanah Terstabilisasi.....	33
4.6.3 Pemeriksaan Berat Jenis (ASTM D 854).....	34
4.6.4 Pemeriksaan Analisa Saringan (ASTM D 287) .....	34
4.6.5 Pengujian Kadar Air Tanah (ASTM D 2216-92) .....	34
4.6.6 Pengujian Kepadatan (ASTM D 698).....	35
4.6.7 Pengujian Kuat Tekan CBR ( California Bearing Ratio, ASTM D 1883) .....	36
4.6.8 Pemeraman dan Perendaman Sampel .....	37



4.7 Pencampuran Tanah Dengan Semen dan Asam Fosfat .....	37
4.8 Cara Analisis Data .....	37
4.8.1 Data Primer .....	39
<b>BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>39</b>
5.1 Sifat-sifat Tanah Asli.....	39
5.1.1 Berat Jenis Tanah Asli (specific gravity).....	39
5.1.2 Pemeriksaan Kadar Air Tanah Asli .....	40
5.1.3 Uji Pemasatan Standard Proctor.....	40
5.1.4 CBR (California Bearing Ratio) Tanah Asli .....	41
5.2 Pengujian California Bearing Ratio (CBR) .....	42
5.3 Kebutuhan Bahan Material Penelitian.....	45
<b>BAB VI PENUTUP .....</b>	<b>47</b>
6.1 Kesimpulan.....	47
6.2 Saran.....	48
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	

## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1. Keaslian penelitian.....	7
Tabel 3.1 Persyaratan Semen Untuk Stabilitas .....	13
Tabel 3.2 Ukuran-ukuran ayakan Standar di Amerika Serikat (ASTM) .....	16
Tabel 3.3 Nilai-nilai Berat Jenis dari Berbagai Jenis Tanah.....	17
Tabel 4.1 Variasi Campuran .....	21
Tabel 5.1 Pengujian Berat Jenis.....	39
Tabel 5. 2 Pengujian kadar air.....	40
Tabel 5. 3 Kebutuhan Bahan Material Pengujian Nilai CBR Pada Tanah Asli.....	45
Tabel 5. 4 kebutuhan bahan material pengujian nilai CBR pada tanah campuran.....	46

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 4.1</b> Peta Lokasi Penelitian ( <i>Google Maps</i> , 2022) .....	19
<b>Gambar 4.2</b> Material Tanah Gambut (Dokumentasi, 2022).....	20
<b>Gambar 4.3</b> Asam Fosfat (Dokumentasi, 2022) .....	20
<b>Gambar 4.4</b> Piknometer 100 ml (Dokumentasi, 2022).....	23
<b>Gambar 4.5</b> Timbangan 20 kg 0,01 (Dokumentasi, 2022) .....	23
<b>Gambar 4.6</b> Kompor Listrik (Dokumentasi, 2022) .....	24
<b>Gambar 4.7</b> Botol Tempaat Air Suling (Dokumentasi, 2022) .....	24
<b>Gambar 4.8</b> Cawan (Dokumentasi, 2022) .....	25
<b>Gambar 4.9</b> <i>Mold</i> Pemadatan 4” (Dokumentasi, 2022).....	25
<b>Gambar 4.10</b> Palu Pemadatan Standar (Dokumentasi, 2022) .....	26
<b>Gambar 4.11</b> <i>Extruder Mold</i> (Dokumentasi, 2022).....	26
<b>Gambar 4.12</b> Pisau Pemotong (Dokumentasi, 2022) .....	26
<b>Gambar 4.13</b> Palu Karet (Dokumentasi, 2022) .....	27
<b>Gambar 4.14</b> Kantong Plastik (Dokumentasi, 2022).....	27
<b>Gambar 4.15</b> Cawan (Dokumentasi, 2022) .....	28
<b>Gambar 4.16</b> Gelas Ukur 1000 ml (Dokumentasi, 2022).....	28
<b>Gambar 4.17</b> Saringan No. 4 (Dokumentasi, 2022) .....	28
<b>Gambar 4.18</b> Material Tanah Gambut Yang Kikeringkan (Dokumentasi, 2022)	30
<b>Gambar 4.19</b> Material Semen Yang Akan Dicampurkan (Dokumentasi, 2022)	30
<b>Gambar 4.20</b> Asam Fosfat Yang Akan Dicampurkan ( <i>Dokumentasi</i> , 2022).	31
<b>Gambar 4.21</b> Bagan Alir Pelaksanaan Penelitian.....	32
<b>Gambar 5.1</b> Grafik Pengujian ( <i>standard proctor</i> ) .....	41
<b>Gambar 5.2</b> Grafik nilai CBR tanah asli.....	42
<b>Gambar 5.3</b> Grafik Pengujian Nilai CBR Peram 1 Hari.....	42
<b>Gambar 5.4</b> Grafik Pengujian Nilai CBR Peram 4 Hari.....	43
<b>Gambar 5.5</b> Grafik Pengujian Nilai CBR Rendam 1 Hari .....	44
<b>Gambar 5.6</b> Grafik Pengujian Nilai CBR Rendam 4 Hari .....	44

## DAFTAR NOTASI

AASHTO = *American Association of State Highway and Transportation Classification*

ASTM = *American Standard Testing and Material*

CBR= *California bearing rati*

Gs = Berat jenis tanah (*specific grafity*)

OMC= Kadar air optimum

MDD= Berat tanah kering maksimum

USCS= *Unified Soil Classification System*

W= kadar air

Ws = Berat tanah kering

Ww= berat air

$\gamma_s$ = Berat volume butiran padat

$\gamma_w$ = Berat volume air



## DAFTAR LAMPIRAN

### LAMPIRAN – A

DATA PENGUJIAN LABORATORIUM

### LAMPIRAN – B

DOKUMENTASI

### LAMPIRAN – C

SURAT-SURAT



# STABILISASI TANAH GAMBUT DENGAN CAMPURAN SEMEN DAN ASAM FOSFAT (H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>)

**RISPANDA**  
**153110174**

## **ABSTRAK**

Dalam bidang teknik sipil tanah merupakan tempat berdirinya berbagai macam jenis konstruksi atau struktur, baik struktur bangunan gedung ataupun konstruksi jalan raya. Pada pekerjaan konstruksi pembangunan jalan raya tanah merupakan salah satu yang harus diperhatikan. Penelitian bertujuan untuk menentukan persentase yang efektif dalam penambahan semen dan asam fosfat dan pengaruh penambahan asam fosfat terhadap perubahan nilai CBR (California Bearing Ratio) terhadap masa pemeraman dan perendaman.

Penelitian ini dilakukan di laboratorium, dengan melakukan pengujian sifat-sifat fisis tanah dan kuat dukung tanah (CBR) dengan Semen 10% yang bercampur dengan tanah mengakibatkan terjadinya proses pertukaran kation alkali (Na<sup>+</sup> dan K<sup>+</sup>) dari tanah digantikan oleh kation dari semen sehingga ukuran butiran tanah bertambah besar (flokulasi) dan variasi penambahan asam fosfat 3%, 6%, 9% dan 12% dengan lama pemeraman dan perendaman 1, 4 hari.

Untuk nilai CBR pada tanah campuran semen 10% dan asam fosfat 3% pada masa pemeraman 1 hari sebesar 1,73%, 4 hari sebesar 1,75% dan perendaman 1 hari sebesar 1,32%, 4 hari sebesar 1,39%. Hasil pengujian dapat disimpulkan bahwa nilai CBR tertinggi yaitu pada pemeraman 1 hari untuk tanah asli dan pemeraman 4 hari untuk tanah campuran. Lama waktu pemeraman dan perendaman menjadi salah satu faktor yang mempengaruhi besarnya nilai CBR, semakin lama pemeraman maka akan semakin meningkatkan nilai CBR, dan semakin lama perendaman maka semakin turun pula nilai CBR.

**Kata Kunci :** Stabilisasi, Semen, Asam Fosfat, Tanah Gambut, Waktu Pemeraman Dan Perendaman.

## PEAT SOIL STABILIZATION WITH CEMENT MIXTURE AND PHOSPHORIC ACID (H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>)

RISPANDA  
153110174

### ABSTRACT

In the field of civil engineering, land is a place where various types of construction or structures are established, both building structures and highway constructions. In construction work, the construction of a dirt highway is one that must be considered. The aim of the study was to determine the effective percentage in the addition of cement and phosphoric acid and the effect of the addition of phosphoric acid on changes in the CBR (California Bearing Ratio) value to the curing and soaking period.

This research was carried out in the laboratory, by testing the physical properties of the soil and the bearing strength of the soil (CBR) with 10% cement mixed with the soil resulting in the exchange of alkaline cations (Na<sup>+</sup> and K<sup>+</sup>) from the soil being replaced by cations from cement so that the grain size was reduced. the soil increased in size (flocculation) and variations in the addition of 3%, 6%, 9% and 12% phosphoric acid with curing and soaking time of 1, 4 days.

For the CBR value in a mixture of 10% cement and 3% phosphoric acid during the 1 day curing period was 1.73%, 4 days was 1.75% and 1 day immersion was 1.32%, 4 days was 1.39%. The test results concluded that the highest CBR value was at 1 day ripening for native soils and 4 days curing for mixed soils. The length of time for curing and immersion is one of the factors that affect the value of the CBR, the longer the curing time, the higher the CBR value, and the longer the immersion, the lower the CBR value.

**Keywords :** Stabilization, Cement, Phosphoric Acid, Peat Soil, Ripening And Soaking Time.

## BAB I

### PENDAHULUAN

#### 1.1 Latar Belakang

Perkembangan pembangunan di provinsi Riau sudah sangat pesat. Pembangunan tersebut terdiri dari pembangunan jembatan, jalan raya dan lainnya, guna meningkatkan sarana dan prasarana fisik di provinsi Riau. Seperti pada tanah gambut yang daya dukungnya cukup rendah, maka diperlukan perbaikan sebelum melakukan pembangunan Konstruksi. Banyak wilayah di provinsi Riau yang memiliki tanah gambut sehingga perlu perbaikan untuk mencapai kuat dukung yang diinginkan. Kebanyakan metode perbaikan yang digunakan adalah penimbunan tanah dasar. Sehingga perlu dilakukan penelitian lebih lanjut tentang metode yang lainnya yang sesuai dengan sifat tanah gambut yang ada di Riau.

penstabilan tanah yakni sebuah upaya guna memasak tanah yang bermaksud guna meninggikan penerimaan ponten ataupun besaran *CBR* yang lebih besar dari tanah asli ataupun asalnya akibatnya positif dikenakan guna susunan dasar sebuah komposisi. penstabilan kimiawi yakni pemantapan tanah dengan menaikkan sebuah materi penstabilan permanen (materi kimia) yang memiliki watak privat yang bisa menolong menerima sebuah massa tanah yang lebih stabil. Pemakaian semen dan asam fosfat sebagai bahan aditif pada tanah gambut banyak digunakan dalam beberapa penelitian di Indonesia terutama terkait dengan peningkatan kekuatan tanahnya.

Semen yang berbaur dengan tanah berdampak terbentuknya prosedur alterasi kation alkali ( $\text{Na}^+$  serta  $\text{K}^+$ ) dari tanah digantikan oleh kation dari semen alhasil dimensi butiran tanah melonjak besar (flokulasi). tidak hanya prosedur flokuasi yang terjalin dalam penstabilan tanah, terjalin pula prosedur pozolan, prosedur ion tetap dikelilingi dengan molekul, serta prosedur sementasi.

Semen yang berbaur dengan tanah berdampak terbentuknya prosedur alterasi kation alkali ( $\text{Na}^+$  serta  $\text{K}^+$ ) dari tanah digantikan oleh kation dari semen alhasil dimensi butiran tanah melonjak besar (flokulasi). tidak hanya prosedur flokuasi yang terjalin dalam penstabilan tanah, terjalin pula prosedur pozolan,



prosedur ion tetap dikelilingi dengan molekul, serta prosedur sementasi. Jika asam fosfat ditambahkan kedalam mineral tanah akan terjadi reaksi antara asam fosfat dengan kation yang ada di dalam tanah yang menghasilkan senyawa alumunium atau senyawa besi terutama senyawa alumunium atau senyawa besi terutama senyawa alumunium metafosfat. (Ibrahim 2013)

Metode yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan bahan stabilisasi yaitu semen dan asam fosfat untuk tanah gambut. Hal ini merujuk kepada penelitian terdahulu yang telah melakukan penelitian stabilisasi tanah menggunakan asam fosfat yang baru di uji pada tanah lempung oleh karena itu penulis tertarik melakukan pengujian stabilisasi tanah dengan asam fosfat ini pada tanah gambut dengan menambahkan campuran semen sebagai bahan tambah dalam penelitian tersebut.

### **1.2 Rumusan Masalah**

Adapun rumusan masalah yang didapat dari latar belakang ialah :

1. Bagaimanakah karakteristik tanah gambut desa kualu Nenas.
2. Bagaimana pengaruh dari penambahan semen 10% dan asam fosfat ( $H_3PO_4$ ) 3%, 6%, 9%, dan 12% terhadap nilai *CBR*.

### **1.3 Tujuan Penelitian**

Seperti yang terlihat dari rumusan pertanyaan yang ada, tujuan penulisan meliputi:

1. Memahami karakteristik tanah gambut di Desa Guarunanas.
2. Memahami pengaruh penambahan 10% semen dan asam fosfat ( $H_3PO_4$ ) 3%, 6%, 9%, 12% terhadap nilai *CBR*.

### **1.4 Manfaat Penelitian**

Manfaat yang bisa diambil ialah :

1. Bagi pelaku usaha jasa kontruksi memberi pengetahuan tentang perbaikan tanah gambut.
2. Bagi mahasiswa sebagai refrensi mengenai pengaruh dari terhadap nilai *CBR*.

### 1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam karya ilmiah ini antara lain:

1. Tanah gambut yang digunakan berasal dari desa Kualu Nenas, kecamatan Tambang, Kabupaten Kampar.
2. Semen yang digunakan adalah semen mc di dapat dari toko bangunan.
3. Komposisi campuran semen sebesar 10% dari berat tanah kering.
4. Asam fosfat yang di gunakan di dapat dari toko peralatan kimia.
5. Komposisi campuran asam fosfat ( $H_3PO_4$ ) sebesar 3%, 6%, 9%, dan 12%
6. Karakteristik tanah yang ditinjau adalah berat kadar air, berat spesifik, proctor, dan nilai *CBR*.



## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Umum

Tinjauan pustaka memuat tentang hasil penelitian yang terdahulu sebagai landasan bagi peneliti untuk melakukan suatu penelitian dengan teori-teori yang relevan. Tujuan dari penulisan tinjauan pustaka ialah menguatkan penelitian yang sedang dilakukan dengan berlandaskan penelitian yang sudah ada. Penelitian mengenai perbaikan tanah sudah banyak dilakukan di berbagai tempat dengan metode-metode yang berbeda-beda. Maka dari itu, dalam bab ini memuat beberapa referensi dari penelitian sebelumnya antara lain : Ishmah (2019), Kholis (2018), Dermawan (2017), Ibrahim (2013).

#### 2.2 Penelitian Terdahulu

Ishmah (2019), “ Pengaruh Nilai *CBR* Dan Kuat Geser Tanah Gambut Yang Di Stabilisasi Menggunakan Petrasoil Dengan Semen Portland”, Tanah gambut merupakan tanah organik yang secara fisik dan teknik kurang memenuhi persyaratan dan ketentuan dalam pekerjaan konstruksi, karena tanah gambut memiliki kandungan air dan kompresibilitas yang sangat tinggi serta mempunyai kapasitas dukung tanah yang rendah.

Dengan berbagai alasan dan pertimbangan pekerjaan konstruksi diatas endapan gambut sering terpaksa dilakukan, terutama untuk pembangunan jalan raya. Maka salah satu cara mengatasi masalah ini perlu dilakukan perbaikan dengan cara stabilisasi tanah. Stabilisasi tanah gambut antara lain dengan mencoba menambahkan bahan campuran berupa petrasoil dan semen. Pada penelitian ini tanah gambut diambil di daerah Jalan Lintas Timur Inderalaya yang distabilisasi dan di tes menggunakan uji sifat fisis dan mekanis seperti pengujian Berat Jenis, Batas-batas Konsistensi, Analisa Saringan, Hidrometer, Pemadatan standar, *California Bearing Ratio*, serta Kuat geser. Variasi penambahan semen 5 %; 10 %; 15 %; 20%, sedangkan campuran petrasoil adalah dengan perbandingan (1:75). Dari hasil kadar air optimum melalui uji pemadatan, dilakukan pengujian

*California Beraing Ratio* dan Kuat geser untuk melihat pengaruh pada setiap penambahan semen dan petrasoil terhadap tanah gambut. Hasil penelitian menunjukkan perbaikan pada sifat fisis dan meningkatkan nilai *California Bearing Ratio* dan kuat geser.

Kholis (2018), “Stabilisasi Tanah Lempung Menggunakan Semen Dan *Renolith Clay Soil Stabilization Using Cement And Renolith* stabilisasi tanah menggunakan semen dan *renolith*”. Tanah pada Universitas Islam “45” Bekasi merupakan jenis tanah lempung yang mempunyai nilai *CBR* yang rendah sehingga secara strukturil tanah tersebut tidak layak diadakan suatu pembangunan. Upaya meningkatkan kualitas tanah salah satunya yaitu Metode yang digunakan dalam penelitian ini berupa pengujian tanah secara langsung di Laboratorium Teknik Sipil Universitas Islam “45” Bekasi. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui jenis tanah, berat jenis tanah, indeks plastisitas, *CBR*, *UCS* dan *direct shear* tanah asli dan tanah stabilisasi. Proses stabilisasi tanah ini dilakukan dengan cara mencampur tanah asli menggunakan semen dan *renolith* dengan variasi persentase 10% semen dan *renolith* 3%, 6 % terhadap berat kering tanah. Nilai *CBR* tertinggi didapat pada variasi 10% semen tanpa *renolith* dengan peningkatan nilai *CBR* sebesar 552,35% terhadap nilai *CBR* tanah asli. Begitu pula pada nilai *UCS*, peningkatan nilai *UCS* tertinggi terdapat pada variasi 10% semen tanpa *renolith* yaitu sebesar 163,33% terhadap nilai *UCS* tanah asli. Hasil pengujian *direct shear* menunjukkan peningkatan nilai sudut geser sebesar 1% terhadap tanah asli pada variasi 10% semen dan 6% *renolith*. Dengan adanya penambahan semen dan *renolith* mampu meningkatkan nilai mekanik tanah sehingga dapat digunakan sebagai bahan stabilisasi tanah untuk *subgrade* jalan raya.

Dermawan (2017), “Pengaruh Perendaman Terhadap Kuat Dukung Tanah Terstabilisasi Pasir”, Meningkatkan kekuatan tanah lempung yang plastisitasnya tinggi untuk digunakan sebagai dasar sebuah kontruksi dapat dilakukan dengan melakukan stabilisasi tanah dengan cara mekanis. dalam studi Laboraturium dilakukan penambahan bahan additif terhadap tanah lempung untuk mengkaji kuat daya dukung tanah. Bahan additif yang digunakan adalah Pasir yang dicampurkan pada tanah lempung tersebut dan kadar pasir yang divariasi 5%,

10%, dan 15%. Dengan masa variasi 0 hari pemeraman, perendaman, 4 hari pemeraman, perendaman dan 7 hari pemeraman, perendaman. Meliputi uji nilai properties tanah asli. Uji nilai properties tanah yang terstabilisasi pasir. Uji nilai *CBR* pemeraman dan perendaman dari campuran variasi kadar pasir kadar air optimum (*OMC*). Nilai *CBR* pemeraman 4 Hari tanah pekatan sebesar 21,63% dan perendaman 4 Hari sebesar 17,07% dengan menggunakan variasi kadar pasir 15%. Semakin banyak penambahan kadar pasir terhadap campuran tanah maka semakin meningkat nilai daya dukung tanah.

Ibrahim (2013), “Stabilisasi Tanah Lempung Dengan Bahan Kimia Asam Fosfat Sebagai Lapisan Fondasi Jalan”, Tanah merupakan bagian dari sebagian besar struktur sebagai pondasi yang menopang konstruksi di atasnya. Kualitas dan keawetan suatu konstruksi tidak terlepas dari sifat tanah, beberapa diantaranya dapat menimbulkan masalah. Masalah tersebut biasanya terjadi karena kondisi tanah yang tidak stabil. Penyelesaian yang dilakukan selama ini adalah dengan memperbaiki lapisan atas jalan namun tidak menyelesaikan masalah yang menyebabkan jalan tidak stabil tidak hanya struktur pada badan jalan tetapi juga pada tanah dasar. Perbaikan pada tanah dasar lunak menyebabkan kadar air dapat dilakukan dengan stabilisasi. Penelitian ini menganalisis tentang perilaku lempung dari Soekarno-Hatta Palembang yang diperoleh kepadatan tanah maksimum dan kadar air optimum dengan penambahan asam fosfat sebesar 0% , 2,5% , 5% , 7,5% , 10% dan 12,5% dari luas tanah, dan kemudian dilakukan pengujian indeks properti tanah dan pengujian *California Bearing Ratio (CBR)*. Dari penelitian menurut *Unified Soil Classification System (USCS)* tanah di daerah ini termasuk dalam kategori OH, sedangkan menurut *American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO)* tanah tersebut termasuk dalam kategori A-7-5 . Tanah campuran dengan penambahan fosfat masam dibandingkan tanah asalnya menunjukkan bahwa kadar kapur cair (*LL*) dan tanah liat plastis (*PL*) mengalami penurunan, artinya indeks plastis (*IP*) cenderung menurun. Nilai *CBR* dengan penambahan aditif cenderung meningkat dan mencapai puncak kenaikan dari 7,5% sedangkan penurunan 10% dan 12,5%.

### 2.3 Keaslian Penelitian

Judul yang diajukan oleh peneliti dalam penelitian tugas akhir memang terdapat kesamaan dengan judul-judul peneliti terdahulu akan tetapi juga terdapat perbedaan seperti metode penelitian, metode perhitungan yang digunakan, kondisi tanah, dan lain-lain. Oleh karena itu, peneliti merasa tertarik untuk melakukan penelitian seperti yang dipaparkan diatas.

**Tabel 2. 1.** Keaslian Penelitian

Nama penelitian	Judul penelitian	Perbedaan
Ishmah (2019)	Pengaruh Nilai <i>CBR</i> dan Kuat Geser Tanah Gambut yang di stabilisasi Menggunakan Petrasoil dengan Semen Portland.	Penelitian ini menggunakan campuran semen dan asam fosfat, sedangkan Ishmah meneliti dengan campuran semen Portland.
Kholis (2018)	Stabilisasi Tanah Lempung Menggunakan Semen dan <i>Renolith Clay Soil Stabilization Using Cement And Renolith</i> Stabilisasi Tanah Menggunakan Semen dan <i>Renolith</i> .	Penelitian ini menggunakan campuran semen dan asam fosfat di tanah gambut, sedangkan Kholis meneliti di tanah lempung dengan campuran semen dan <i>renolith</i> .
Dermawan (2017)	Pengaruh Perendaman Terhadap Kuat Dukung Tanah Terstabilisasi Pasir.	Penelitian ini menstabilisasi tanah dengan campuran asam fosfat, sedangkan dermawan pengaruh perendaman terstabilisasi pasir.
Ibrahim (2013)	Stabilisasi Tanah Lempung Dengan Bahan Kimia Asam Fosfat Sebagai Lapisan Fondasi Jalan.	Penelitian ini menggunakan campuran kapur dan asam fosfat di tanah gambut, sedangkan Ibrahim meneliti di tanah lempung.

## BAB III

### LANDASAN TEORI

#### 3.1 Umum

Tanah merupakan lapisan teratas lapisan bumi. Tanah memiliki ciri khas dan sifat-sifat yang berbeda antara tanah di suatu lokasi dengan lokasi yang lain. Menurut Dokuchaev (1870) dalam Fauizek dkk (2018), Tanah adalah lapisan permukaan bumi yang berasal dari material induk yang telah mengalami proses lanjut, karena perubahan alami di bawah pengaruh air, udara, dan macam-macam organisme baik yang masih hidup maupun yang telah mati. Tingkat perubahan terlihat pada komposisi, struktur dan warna hasil pelapukan.

Menurut Hardiyatmo (1992) dalam Apriliyandi (2017), tanah adalah ikatan antara butiran yang relatif lemah dapat disebabkan oleh karbonat, zat organik, atau oksida-oksida yang mengendap-ngendap di antara partikel-partikel. Ruang di antara partikel-partikel dapat berisi air, udara, ataupun yang lainnya. Menurut Bowles (1989) dalam Fauizek dkk (2018), tanah adalah campuran partikel-partikel yang terdiri dari salah satu atau seluruh jenis berikut :

- a. Berangkal (*boulders*), merupakan potongan batu yang besar, biasanya lebih besar dari 250 mm sampai 300 mm. Untuk kisaran antara 150 mm sampai 250 mm, fragmen batuan ini disebut kerakal (*cobbles*).
- b. Kerikil (*gravel*), partikel batuan yang berukuran 5 mm sampai 150 mm.
- c. Pasir (*sand*), partikel batuan yang berukuran 0,074 mm sampai 5 mm, berkisar dari kasar (3-5 mm) sampai halus (kurang dari 1 mm).
- d. Lanau (*silt*), partikel batuan berukuran dari 0,002 mm sampai 0,074 mm. Lanau dan lempung dalam jumlah besar ditemukan dalam deposit yang disedimentasikan ke dalam danau atau di dekat garis pantai pada muara sungai.
- e. Lempung (*clay*), partikel mineral yang berukuran lebih kecil dari 0,002 mm. Partikel-partikel ini merupakan sumber utama dari kohesi pada tanah yang kohesif.
- f. Koloid (*colloids*), partikel mineral yang “diam” yang berukuran lebih kecil dari 0,001 mm.

### 3.2 Tanah Gambut

Tanah gambut (*peatsoil*) dikenal sebagai tanah yang mempunyai karakteristik yang sangat berbeda, jika dibandingkan dengan tanah lempung. Perbedaan ini terlihat jelas pada sifat fisik dan sifat mekanisnya. Secara fisik tanah gambut dikenal sebagai tanah yang mempunyai kandungan bahan organik dan kadar air yang sangat tinggi, angka pori yang besar, dan adanya serat-serat, sedangkan secara teknis yang sangat penting untuk tanah gambut adalah kompresibilitas yang tinggi, terjadinya kompresibilitas primer yang singkat, adanya kompresibilitas akibat creep (kompresibilitas yang terjadi pada tekanan efektif yang konstan), dan kemampuan mendukung beban yang rendah.

### 3.3 Klasifikasi Tanah Gambut

Tanah gambut memiliki ciri khas yaitu mengandung serat-serat, kadar organik tinggi, serta warna coklat sampai hitam (ASTM D-2488, 2006). Menurut ASTM D-4427 (1992) tanah gambut dapat diklasifikasikan berdasarkan kadar serat, kadar abu, daya serap terhadap air dan bahan pembentuknya.

Berdasarkan kadar serat, tanah gambut diklasifikasikan menjadi 3 macam.

1. *Fibric-peat soil* (gambut mentah) : kadar serat  $> 67\%$ .
2. *Hemic-peat soil* (gambut matang sedang) : kadar serat  $33\% - 67\%$ , 12.
3. *Sapric-peat soil* (gambut matang) : kadar serat  $< 33\%$ .

Berdasarkan kadar abu, tanah gambut diklasifikasikan menjadi 3 macam.

1. Kadar abu rendah : kadar abu  $< 5\%$ ,
2. Kadar abu sedang : kadar abu  $5 - 15\%$ ,
3. Kadar abu tinggi : kadar abu  $> 15\%$ .

Mac Farlene dan Radforth (1985) dalam Purnomo (2000) mengklasifikasikan tanah gambut berdasarkan kandungan serat yang ada dalam tanah gambut, antara lain seperti berikut.

1. *Fibrous peat* yaitu gambut dengan kandungan serat sekitar 20 % atau lebih yang mempunyai dua jenis pori yaitu makro pori yakni pori di antara serat-serat dan mikro pori yaitu pori yang ada di dalam serat itu sendiri.



2. *Amorphous peat* yaitu gambut yang mempunyai kandungan serat kurang dari 20%. Ciri-ciri dari jenis ini adalah butiran tanahnya berukuran koloid ( $2 \mu\text{m}$ ) serta sebagian besar air porinya terserat di sekeliling permukaan butiran tanah. Menurut Darmawijaya (1990), tanah gambut dapat dibedakan menjadi tiga jenis antara lain sebagai berikut.
3. *Fibric* yaitu yang mengalami sedikit dekomposisi sehingga masih banyak mengandung serabut, berat jenisnya sangat rendah (kurang dari 0,1), kadar airnya tinggi, dan berwarna cokelat.
4. *Hemic* yaitu mengalami setengah dekomposisi dan merupakan peralihan dari fibric ke supric. Ciri-cirinya adalah masih mengandung serabut dengan berat jenis 0,07 sampai 0,18, kadar airnya tinggi, dan berwarna kelam.
5. *Supric* yaitu mengalami dekomposisi paling sempurna, kurang mengandung serabut, berat jenis 0,2 atau lebih, kadar air tidak terlalu tinggi dengan warna hitam atau cokelat kelam.

#### 3.4 Stabilisasi Tanah

Stabilisasi tanah atau perbaikan adalah usaha-usaha yang dapat dilakukan terhadap tanah yang mempunyai sifat teknis (*engineering properties*) yang bernilai rendah menjadi material yang layak digunakan sebagai material konstruksi (mempunyai sifat teknis yang lebih baik). Tujuan stabilisasi tanah yaitu meningkatkan kekuatan (*strength*) dan mereduksi erosiabilitas (kemudahan untuk tererosi), mereduksi distorsi akibat tegangan yang bekerja, mereduksi kerentanan terhadap likuifaksi, mengurangi kompresibilitas, mengurangi terlalu variatifnya keadaan tanah fondasi, mengendalikan shringking dan swelling (kembang-susut), mengendalikan permeabilitas dan mereduksi tekanan air pori, dan mencegah perubahan fisik dan kimia berkaitan dengan kondisi lingkungan. Ditinjau dari tujuan dilakukannya stabilisasi tersebut ada pula beberapa faktor yang mempengaruhi pemilihan metode perbaikan tanah. Di antaranya jenis dan tingkat perbaikan yang dibutuhkan, jenis tanah dan struktur geologi, kondisi rembesan (*seepage*), biaya (*cost*), keberadaan alat dan material, kualitas pekerjaan diperlukan, waktu konstruksi yang tersedia, kemungkinan kerusakan yang terjadi

akibat struktur bersangkutan atau polusi air tanah, serta ketahanan material yang diperbaiki. Stabilisasi tanah dapat terdiri dari salah satu atau kombinasi dari pekerjaan berikut :

1. Mekanis, yaitu melakukan pemadatan dengan berbagai jenis peralatan mekanis seperti mesin gilas (*roller*), benda-benda berat yang dijatuhkan, eksplosif, tekanan statis, tekstur, pembekuan, pemanasan dan sebagainya.
3. Bahan pencampur (*additives*), mencampur bahan-bahan aditif seperti kerikil untuk tanah kohesif, lempung untuk tanah berbutir halus dan pencampur kimiawi seperti semen portland, gamping, abu batubara (produk samping dari pembakaran batubara), yang biasa dan sering digunakan adalah gamping 15 dan/atau semen portland, semen aspal, sodium, kalsium klorida, limbahlimbah pabrik kertas dan lainnya (sodium silikat, polifosfat dan sebagainya) (Bowles, 1986).

#### **3.4.1 Stabilisasi Dengan Cara Pemadatan**

Pemadatan tanah merupakan proses yang mana partikel-partikel di buat saling mendekat satu sama lain dengan cara mengurangi jumlah udara di dalam tanah tersebut. Tingkat kepadatan diukur dalam berat pervolume kering suatu tanah yang dipadatkan. Pada pembuatan timbunan untuk jalan raya, dan banyak struktur teknik lainnya, tanah yang lepas (renggang) harus dipadatkan untuk meningkatkan berat volumenya. Pemadatan tersebut berfungsi untuk meningkatkan kekuatan tanah, sehingga meningkatkan kuat dukungnya. Pemadatan juga mengurangi besar penurunan tanah yang terlalu berlebihan dan meningkatkan kementapan lereng timbunan (Endri, 2003). Apabila air ditambah pada suatu massa tanah yang sedang dipadatkan, air itu akan berfungsi sebagai unsur penambah pada partikel tanah tersebut, sehingga lebih rapat. Pada kadar air tertentu maka berat pervolume akan mencapai maksimum, namun apabila penambahan air terus dilakukan maka cenderung menurunkan berat volume tanah kering. Kadar air dimana harga berat volume kering tanah mencapai maksimum di sebut kadar air optimum (*Optimum Moisture Conten, OMC*) (Bowles, 1989).

### 3.4.2 Stabilisasi Dengan Cara Penambahan Bahan Tambahan

Sifat suatu tanah misalnya plastisitas, kompresibilitas, dan permeabilitas dapat diubah oleh penambahan bahan tambahan tertentu. Mekanisme kedap air pada campuran tanah dengan bahan tambahan untuk menjaga supaya kadar air tanah tetap rendah sehingga kekuatan tanah tetap terjaga. Pada kenyatannya tidakada bahan tambhan yang membuat tanah menjadi total kedap air, sehingga air tidak menembus tanah yang telah terstabilisasi, namun tingkat kepadatan itu tergantung pada seberapa besar pengurangan tingkat permeabilitas tanah itu (Bowles, 1989).

Metode pencampuran untuk stabilisasi tanah ada 3 jenis (Sosrodarsono dan Nakazawa, 1980), yaitu :

1. Metode pencampuran terpusat: Tanah dicampur dengan bahan stabilisasi pada suatu tempat, kemudian diangkut ke tempat pekerjaan. Untuk ini diperlukan mesin pencampur.
2. Metode pencampuran dalam galian: Bahan stabilisasi dicampur dengan tanah pada lobang galian tanah lalu diangkut ke tempat pekerjaan. Bahan stabilisasi dapat dipancang kedalam tanah dalam bentuk tiang kemudian digali bersama-sama dan dicampur, atau bahan stabilisasi itu ditaburkan di atas tanah sehingga pada penggalian terjadi pencampuran.
3. Metode pencampuran di tempat pekerjaan: Tanah dihamparkan di tempat pekerjaan kemudian ditaburi bahan stabilisasi dan dicampur atau tanah yang akan distabilisasi itu dikeruk dan dicampur dengan bahan stabilisasi.

Dalam penelitian ini untuk melakukan pengujian-pengujian di laboratorium adapun metode yang akan digunakan oleh penulis adalah pencampuran terpusat, dimana 12 sampel tanah gambut dalam keadaan kering setelah di *oven* lalu dicampur dengan bahan stabilisasi sesuai dengan persentase yang telah direncanakan lalu diaduk secara merata. Selanjutnya dilakukan pengujian pengujian sesuai dengan prosedur pengujiannya.

### 3.4.3 Stabilisasi Dengan Semen

(Suaryana & Bandung, 2018) semen merupakan bahan organik halus yang memiliki sifat mengikat kuat secara hidrolis bila dicampur dengan air untuk menghasilkan produk yang stabil dan tahan lama.

Andriani, A., Yuliet, R., & Fernandez, F. L. (2012). semen adalah material yang mempunyai sifat-sifat adhesif dan kohesif sebagai perekat yang mengikat fragmen-fragmen mineral menjadi suatu kesatuan yang kompak.

(Yuniarti, 2009), semen yang bercampur dengan tanah mengakibatkan terjadinya proses pertukaran kation alkali ( $\text{Na}^+$  dan  $\text{K}^+$ ) dari tanah digantikan oleh kation dari semen sehingga ukuran butiran tanah bertambah besar (*flokulasi*). Selain proses flokuasi yang terjadi dalam stabilisasi tanah, terjadi pula proses pozolan, proses hidrasi, dan proses sementasi. Proses pozolan terjadi antara kalsium hidroksida dari tanah bereaksi dengan silikat ( $\text{SiO}_2$ ) dan aluminat ( $\text{AlO}_3$ ) dari semen membentuk material pengikat yang terdiri dari kalsium silikat atau aluminat silikat. Reaksi dari ion  $\text{Ca}^{2+}$  dengan silikat dan aluminat dari permukaan partikel tanah membentuk pasta semen (*hydrated gel*) sehingga mengikat partikel-partikel tanah. Proses sementasi dapat juga terjadi karena sifat semen bila tercampur dengan air akan menjadi pozolan/semantasi. Dampak dari perbaikan sifat ini tidak hanya membantu proses pelaksanaan pekerjaan konstruksi, tetapi juga memberikan dampak yang positif terhadap struktur perkerasan.

**Tabel 3.1.** Persyaratan Semen Untukn Stabilisasi

No	Uraian	Satuan	Persyaratan
1	Syarat kimia : - Sulfur trioksida ( $\text{SO}_3$ )	%	Maks. 4.0
2	Syarat Fisika :		
	kehalusan dengan alat blaine	m <sup>2</sup> /kg	Min. 280
	kekakuan bentuk dengan autoclave :	%	Maks. 0.80
	pemuaian	%	Maks. 0.20
	penyusutan		
	waktu pengikatan dengan alat vicat :	Menit	Min. 45
		Menit	Maks. 375
	pengikatan awal		
	pengikatan akhir	Kg/cm <sup>2</sup>	Min. 125
	kuat tekan :	Kg/cm <sup>2</sup>	Min. 200

No	Uraian	Satuan	Persyaratan
	umur 3 hari	Kg/cm <sup>2</sup>	Min. 250
	umur 7 hari		
	umur 28 hari	%	Min. 50
	pengikatan semu : penetrasi akhir kandungan udara dalam mortar	% volume	Maks. 12

#### 3.4.4 Stabilisasi Dengan Asam Fosfat ( $H_3PO_4$ )

Berbagai bahan kimia dapat menyebabkan flokulasi atau disperse partikel-partikel tanah. Bahan kimia yang menyebabkan flokulasi berupa kation seperti *ammonium halide*. Bahan kimia yang menyebabkan disperse berupa anion yang memperl lemah ikatan tanah seperti natrium hidroksida, *natrium alkyl (aryl) sulfat* atau *suphonates*. Penambahan bahan kimia tersebut akan mempengaruhi berat jenis maksimum tanah. Penambahan asam fosfat atau senyawa fosfat lainnya ke dalam tanah mampu meningkatkan kekuatan dan daya dukung tanah terhadap air. Jika asam fosfat ditambahkan kedalam mineral tanah akan terjadi reaksi antara asam fosfat dengan kation yang ada di dalam tanah yang menghasilkan senyawa alumunium atau senyawa besi terutama senyawa alumunium atau senyawa besi terutama senyawa alumunium metafosfat. Jumlah asam fosfat yang optimum dan peningkatan kekuatan yang maksimum dari tanah yang distabilisasi tergantung pada jumlah dari ukuran butiran yang ada pada tanah. Semakin tinggi kandungan tanah gambut yang ada pada tanah, semakin besar prosentase optimum asam fosfat yang dibutuhkan dan semakin rendah kekuatan yang terjadi. Penurunan kekuatan maksimum tersebut disebabkan oleh sedikitnya fraksi butiran kasar yang ada pada tanah yang memberikan kontribusi gesekan internal untuk melawan “pelumasan” asam fosfat yang tidak beraksi, karena pembentukan gel didalam tanah harus terjadi didalam larutan, maka curing dari spesi tanah sangat penting. Peningkatan kekuatan tanah sangat dipengaruhi oleh jumlah asam fosfat yang ditambahkan pada curing.

### 3.5 Pengujian-Pengujian Sifat Fisis Tanah

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

#### 3.5.1 Kadar Air Tanah (ASTM D2216 - 71)

Pengujian ini dimaksudkan untuk menentukan kadar air sampel tanah. Kadar air adalah perbandingan antara berat air yang terkandung dalam tanah dengan butiran kering, dan dinyatakan dalam persen. Perhitungan untuk mencari kadar air adalah :

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

Dimana :

$W_s$  = berat butiran tanah (gram)

$W_w$  = berat air (gram)

#### 3.5.2 Distribusi Ukuran Butiran (ASTM D2487 dan ASTM 152 H)

Tanah kering *oven* sebanyak kira 60 gram ditambah reagent (sodium silikat) direndam selama 24 jam, kemudian diaduk kurang lebih 15 menit. Setelah itu suspensi dimasukkan ke dalam gelas silinder pengendapan dan ditambahkan air sehingga volumenya mencapai 1000 cm<sup>3</sup>. Selain suspensi, disediakan pula gelas silinder yang diisi dengan air distilata ditambah reagent. Setelah pembacaan hidrometer selesai tanah dicuci dan dikeringkan dalam oven selama 24 jam selanjutnya butir-butir tanah disaring dengan menggunakan 1 set saringan. Saringan diguncang dengan mesin pengguncang selama 15 menit. Timbang berat tanah yang tertahan pada masing-masing saringan. Adapun perhitungan yang digunakan untuk menganalisa gradasi butiran berdasarkan (ASTM C-136) adalah sebagai berikut.

a. Persentase Tertahan = Berat Tanah / Berat Tanah x100% ..... (3.2)

b. Persentase Lolos = 100 - % tertahan ..... (3.3)

Dimana :

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

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

Berat tanah = Berat sampel yang di uji (gram)

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

**Tabel 3.2.** Ukuran-ukuran ayakan *Standard di Amerika Serikat (ASTM)*

Nomor Saringan	Diameter Lubang (Mm)
4	4,75
6	3,35
8	2,36
10	2,00
16	1,18
20	0,85
30	0,60
40	0,42
50	0,30
60	0,25
70	0,21
100	0,15
140	0,106
200	0,075

### 3.5.3 Pemeriksaan Berat Jenis (*ASTM D854*)

*Specific gravity* ( $G_s$ ) adalah perbandingan antara berat volume butiran padat ( $\gamma_s$ ) dengan berat volume air ( $\gamma_w$ ) pada temperature 250C. Uji berat jenis ini dilakukan untuk mengetahui berat jenis tanah gambut. Berat jenis dinyatakan dalam persamaan berikut ;

$$G_s = \frac{\gamma_s}{\gamma_w} \dots\dots\dots (3.4)$$

Dengan :

$G_s$  = berat jenis

$\gamma_s$  = berat volume butiran padat (gr/cm)

$\gamma_w$  = berat volume air (gr/cm<sup>3</sup>)

**Tabel 3.3.** Nilai-nilai Berat Jenis dari Berbagai Jenis Tanah (Hardiyatmo, 2010)

No	Macam - macam tanah	Berat jenis
1	Kerikil	2,65 – 2,68
2	Pasir	2,65 – 2,68
3	Lanau Tak organik	2,62 – 2,68
4	Lempung Organik	2,58 – 2,65
5	Lempung Tidak Organik	2,68 – 2,75
6	Humus	1,37
7	Gambut	1,25 – 1,80

#### 3.5.4 Uji Pemadatan Di Laboratorium (ASTM D698)

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

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

Cara mekanis yang digunakan untuk memadatkan tanah boleh bermacam-macam. Di lapangan biasanya pakai cara menggilas, sedangkan di laboratorium pakai cara memukul. Setiap data pemadatan tertentu kepadatan yang tercapai tergantung pada banyaknya air didalam tanah tersebut, yaitu kadar airnya. Bilamana kadar air suatu tanah tertentu rendah, maka tanah itu keras atau kaku dan sukar dipadatkan. Bila kadar air ditambah maka air itu akan berguna sebagai pelumas, sehingga tanah itu akan lebih mudah dipadatkan dan ruang



kosong antara butir nanti menjadi lebih kecil. Kepadatan tanah biasanya diukur dengan menentukan berat isi kering.

### 3.5.5 Uji *CBR* (*California Bearing Rasio*) (*ASTM D1883*)

pengujian *CBR* adalah perbandingan antara beban penetrasi suatu lapisan tanah atau perkerasan terhadap bahan standar dengan kedalaman dan kecepatan penetrasi yang sama. (Saputra & Respati, 2018) salah satu parameter yang menjadi tolak ukur dalam penentuan kemampuan tanah dalam pembuatan sarana transportasi sebagai jalan yaitu nilai daya dukung tanah berupa nilai *California Bearing Ratio* (*CBR*). Persyaratan nilai daya dukung tanah dikategorikan baik adalah apabila nilai *CBR* berdasarkan pengujian lapangan  $>3\%$  dan berdasarkan pengujian laboratorium diperoleh nilai  $>6\%$ .



## BAB IV

### METODE PENELITIAN

#### 4.1 Umum

Metode penelitian ini merupakan suatu usaha yang sistematis dan terorganisasi untuk menyelidiki masalah tertentu yang memerlukan jawaban. Pengujian yang bisa digunakan pada bidang Geoteknik dan dilakukan di laboratorium mekanika tanah Teknik Sipil Universitas Islam Riau.

#### 4.2 Lokasi Penelitian dan Pengambilan Sampel Bahan Pengujian

Sampel tanah gambut diambil dari Desa Kualu Nenas, Kecamatan Tambang, Kabupaten Kampar, Riau. Pemeriksaan material dan pengujian tanah gambut dilaksanakan di Laboratorium Mekanika Tanah, Fakultas Teknik Universitas Islam Riau. untuk dilakukan penelitian selanjutnya guna untuk mengetahui nilai *California Bearing Ratio (CBR)* pada tanah gambut tersebut.



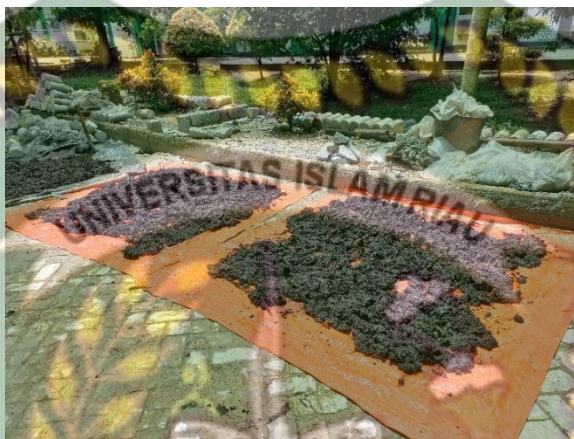
Gambar 4.1 Peta Lokasi Penelitian (*Google Maps, 2022*)

#### 4.3 Jenis Penelitian Peralatan Untuk Uji Bahan

Jenis penelitian ini dengan melakukan penelitian di Laboratorium tanah yang mengacu pada SNI 1738 : 2011. Benda uji setiap pengujian tanah asli dan tanah campuran dengan variasi 3%, 6%, 9%, 12% serta semen dan asam fosfat untuk semua variasi campuran sebanyak buah sampel dari berat kering tanah asli dengan dilakukan pemeraman (*unsoaked*) dan perendaman (*soaked*) selama 1 hari dan 4 hari. Bahan pengujian dalam penelitian ini terdiri dari 3 jenis yaitu:

### 1. Tanah pengujian

Material tanah yang digunakan dalam penelitian ini adalah tanah gambut dengan kondisi terganggu (*disturbed*). Tanah diambil pada kedalaman 0,5 – 0,8 meter dari permukaan tanah dengan menggunakan alat cangkul.



**Gambar 4.2** Material Tanah Gambut (Dokumentasi, 2022)

### 2. Bahan stabilisasi

Material yang digunakan sebagai bahan stabilisasi adalah abu dari limbah batang jagung yang dibakar dan semen. Besarnya volume variasi campuran semen terhadap berat kering tanah adalah sebesar 10%. Sedangkan kadar asam fosfat yang digunakan yaitu 3%, 6%, 9% dan 12%.

Air untuk pengujian ini diambil dari sumur bor laboratorium Teknik Sipil Universitas Islam Riau digunakan untuk pencampuran bahan stabilisasi yang disebar secara merata pada material sehingga seluruh bagian tidak ada yang kering.



**Gambar 4.3** Asam Fosfat (Dokumentasi, 2022)

**Tabel 4.1.** Variasi Campuran

<b>Tipe</b>	<b>Variasi Campuran</b>	<b>Keterangan</b>
A	Tanah Asli	
B	Tanah + Semen 10% + Asam fosfat 3%	% x Berat Kering Tanah
C	Tanah + Semen 10% + Asam fosfat 6%	% x Berat Kering Tanah
D	Tanah + Semen 10% + Asam fosfat 9%	% x Berat Kering Tanah
E	Tanah + Semen 10% + Asam fosfat 12%	% x Berat Kering Tanah

#### 4.4 Peralatan Yang Digunakan

Dalam penelitian ini peralatan yang digunakan adalah sebagai berikut :

1. Timbangan, timbangan yang digunakan dalam penelitian ini ada dua jenis yaitu timbangan dengan ketelitian 0,1 gram dan timbangan dengan ketelitian 0,01 gram.
2. Oven, oven adalah alat untuk mengeringkan sampel dengan suhu 100 – 105oC yang digunakan untuk pengukuran kadar air pada sampel.
3. Piknometer, merupakan alat yang digunakan untuk pengukuran berat jenis bahan penelitian, yang berbentuk seperti botol dengan memiliki leher dan penutup.
4. Gelas ukur, gelas ukur digunakan untuk menakar jumlah air yang dibutuhkan dalam penambahan air dalam pembuatan sampel.
5. Cawan, cawan adalah wadah yang terbuat dari aluminium digunakan untuk menempatkan sampel tanah, berat cawan biasanya 10 - 30 gram.
6. Saringan, saringan digunakan untuk mengetahui ukuran partikel butiran tanah, saringan yang biasa digunakan yaitu saringan No. #4 dengan saringan No. #200.
7. *Mold* (cetakan), cetakan logam berbentuk tabung/silinder yang digunakan untuk membuat benda uji ataupun untuk percobaan pemadatan. Alat cetak yang digunakan dalam penelitian ini ada 2 ukuran yaitu diameter 102 mm yang digunakan untuk percobaan pemadatan dan diameter 152 mm yang digunakan untuk pembuatan sampel benda uji.

8. Alat uji *California Bearing Ratio (CBR)*, alat ini digunakan untuk mengetahui nilai daya dukung tanah, alat ini terdiri dari :
  - a. Mesin penetrasi berkapasitas 4,45 ton dengan kecepatan penetrasi 1,27 mm/menit.
  - b. Torak penetrasi dari logam dengan luas 19,35 cm dan panjang minimal 101,6 mm.
  - c. Plat beban dengan berat 5 kg.
  - d. Arloji pengukuran penetrasi dan penunjuk beban.
9. *Proctor*, untuk menentukan kadar air yang optimal dan kepadatan kering maksimum .

#### 4.4.1 Kadar Air Tanah (*ASTM D2216 – 92*)

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

Rosedur percobaan :

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

#### 4.4.2 Pengujian Berat Jenis (*ASTM D854*)

Alat-alat yang digunakan pada pengujian berat jenis adalah :

- a. Piknometer dengan kapasitas minimum 100 ml



**Gambar 4.4** Piknometer 100 ml (Dokumentasi, 2022)

Piknometer merupakan alat yang digunakan untuk pengukuran berat jenis bahan penelitian, yang berbentuk seperti botol dengan memiliki leher dan penutup.

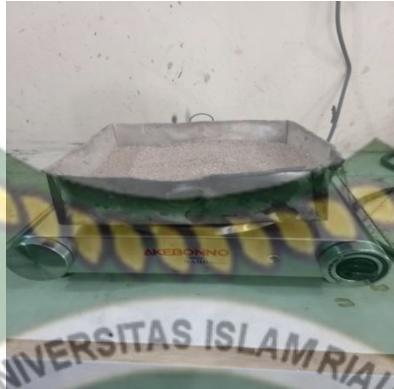
- b. Neraca dengan ketelitian 0,01 gram



**Gambar 4.5** Timbangan 20 kg 0,01 (Dokumentasi, 2022)

Timbangan berfungsi untuk mengukur suatu muatan atau untuk menimbang sampel. Pada penelitian ini peneliti menggunakan timbangan digital dengan ketelitian 0,01 gr.

c. Kompor listrik (*Kooplate*)



**Gambar 4.6** Kompor Listrik (Dokumentasi, 2022)

Kompor digunakan untuk memanaskan sampel tanah pada piknometer bertujuan untuk menghilangkan gelembung udara.

d. Botol tempat air suling



**Gambar 4.7** Botol Tempat Air Suling (Dokumentasi, 2022)

Botol tempat air suling digunakan untuk menambahkan air pada piknometer pada saat memasak sampel tanah.

e. Cawan



**Gambar 4.8** Cawan (Dokumentasi, 2022)

Cawan adalah wadah yang terbuat dari alumunium digunakan untuk menempatkan tanah, berat cawan yang digunakan 45 - 55 gr.

#### 4.4.3 Pengujian Proctor Standar (ASTM D698)

Alat-alat yang digunakan adalah :

a. Mold pemadatan 4"



**Gambar 4.9** Mold Pemadatan 4" (Dokumentasi, 2022)

*Mold* merupakan cetakan logam berbentuk tabung/silinder yang digunakan untuk membuat benda uji ataupun untuk percobaan pemadatan standar.



b. Palu pemadatan standar dengan berat 2,45 kg (5,5 lb)



**Gambar 4.10** Palu Pemadatan Standar (Dokumentasi, 2022)

Palu pemadatan standar digunakan untuk memadatkan tanah pada *mold* pada saat pembuatan benda uji ataupun untuk percobaan pemadatan standar.

c. *Extruder mold*



**Gambar 4.11** *Extruder Mold* (Dokumentasi, 2022)

*Extruder mold* digunakan untuk menegeluarkan tanah dari cetakan setelah dilakukan pengujian benda uji ataupun untuk percobaan pemadatan standar.

d. Pisau pemotong



**Gambar 4.12** Pisau Pemotong (Dokumentasi, 2022)

Pisau pemotong digunakan untuk meratakan sisa tanah pada cetakan pada saat pembuatan benda uji ataupun untuk percobaan pemadatan standar.

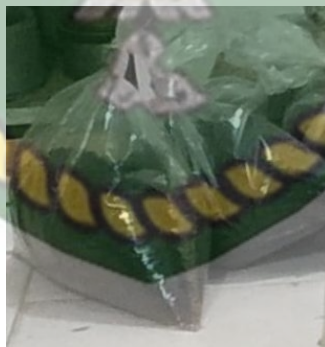
e. Palu karet



**Gambar 4.13** Palu Karet (Dokumentasi, 2022)

Palu karet digunakan sebagai alat bantu untuk membuka *collar* pada cetakan saat pembuatan benda uji ataupun untuk percobaan pemadatan standar.

f. Kantong plastic



**Gambar 4.14** Kantong Plastik (Dokumentasi, 2022)

Kantong plastik digunakan sebagai tempat tanah yang akan ditimbang.

g. Cawan



**Gambar 4.15** Cawan (Dokumentasi, 2022)

Cawan adalah wadah yang terbuat dari alumunium digunakan untuk menempatkan tanah, berat cawan yang digunakan 45 - 55 gr

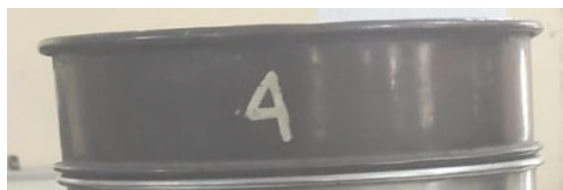
h. Gelas ukur 1000 ml



**Gambar 4.16** Gelas Ukur 1000 ml (Dokumentasi, 2022)

Gelas ukur digunakan untuk mengukur jumlah air yang dibutuhkan dalam penambahan air dalam pembuatan sampel.

i. Saringan no. 4 (4,75 mm)



**Gambar 4.17** Saringan No. 4 (Dokumentasi, 2022)

Saringan digunakan untuk mengetahui ukuran partikel butiran tanah, saringan yang digunakan yaitu saringan No. 4.

#### 4.4.4 Pengujian *CBR* ( *California Bearing Ratio* )(ASTM D1883)

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

1. Alat yang digunakan
  - a. Alat tes *CBR*.
  - b. *Stopwatch*.
  - c. Alat pengeluaran sampel.
  - d. Neraca ketelitian 1 gram.
  - e. Neraca ketelitian 0,01 gram.
  - f. Cawan.
  - g. Oven.
2. Prosedur percobaan
  - a. Sampel yang sudah direndam dan diperam di keluarkan dan di biarkan selama 15 menit agar kadar air tidak melebihi.
  - b. Sesudah itu silinder ditimbang bersamaan dengan sampel didalamnya untuk mengetahui masanya.
  - c. Sampel yang sudah ditimbang kemudian di uji menggunakan alat uji *CBR* dan dihitung penurunan setiap menitnya menggunakan *stopwatch*.
  - d. Sampel yang telah telah diuji diambil bagian tengahnya guna untuk pengecekan kadar air setelah direndam dan diperam.
  - e. Setelah pengecekan kadar air, sampel tersebut dimasukkan kedalam oven dengan suhu 110°C selama 24 jam guna untuk mengetahui berat kering sampel tersebut.

## 4.5 Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah :

### 4.5.1 Tanah

Tanah yang digunakan adalah tanah gambut yang berasal Dari Desa Kualu Nenas, Kecamatan Tambang Kabupaten Kampar, Riau. Pengambilan contoh tanah terganggu (*disturb sample*). Tanah dikeringkan/dijemur terik matahari sampai mencapai kering udara, sesudah itu disaring dan diambil tanah yang lolos saringan no. 4.



Gambar 4.18 Material Tanah Gambut Yang Kikeringkan (Dokumentasi, 2022)

### 4.5.2 Semen MC

Bahan tambahan yang akan digunakan pada penelitian ini adalah Semen Mortar MC



Gambar 4.19 Material Semen Yang Akan Dicampurkan (Dokumentasi, 2022)

#### 4.5.3 Asam Fosfat ( $H_3PO_4$ )

Asam fosfat ( $H_3PO_4$ ) yang digunakan merupakan ( $H_3PO_4$ ) *light* yang dikemas oleh dari toko peralatan kimia

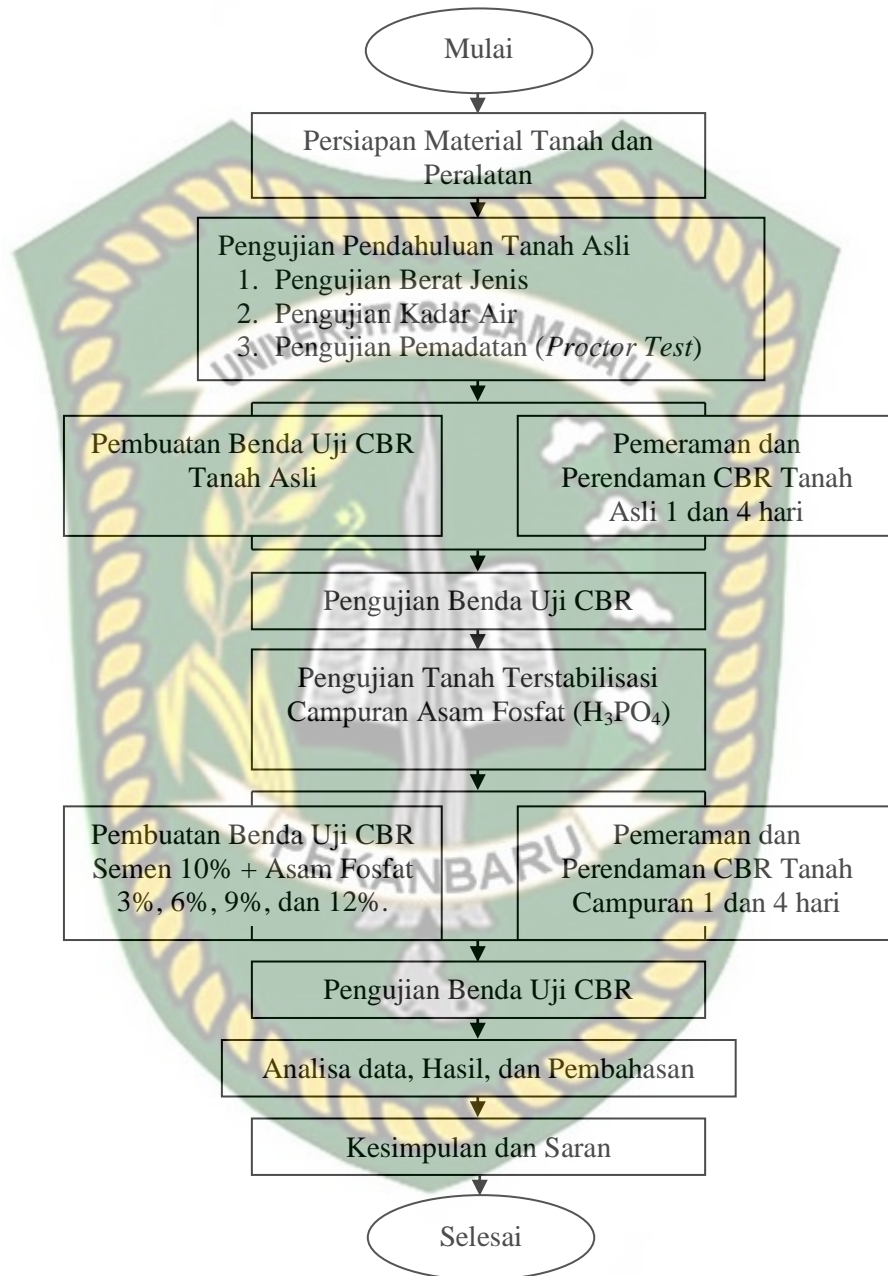


**Gambar 4.20** Asam Fosfat Yang Akan Dicampurkan (*Dokumentasi, 2022*)

#### 4.6 Tahapan Pelaksanaan Penelitian

Pengujian ini dilakukan guna untuk mengetahui nilai propertis dari tanah asli maupun tanah yang telah dicampur dengan asam fosfat. Secara urutan tahapan penelitian ini terbagi menjadi 3 yaitu :

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



**Gambar 4.21** Bagan Alir Pelaksanaan Penelitian

#### 4.6.1 Pengujian Propertis Tanah Asli

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

1. *Specific gravity* (ASTM D854, 1997)
2. Pengujian kadar air tanah (ASTM D2216-92)
3. Percobaan pemadat standar (ASTM D698)
4. Kuat daya dukung (*CBR*)
  - a. *CBR* pemeraman 0 hari, yaitu benda uji setelah dipadatkan langsung dites.
  - b. *CBR* pemeraman 4 hari, yaitu benda uji setelah dipadatkan langsung diperam dan direndam sebelum dites.
  - c. *CBR* pemeraman 7 hari, yaitu benda uji setelah dipadatkan langsung diperam dan direndam sebelum dites.

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

#### 4.6.2 Pengujian Propertis Tanah Terstabilisasi

Pengujian ini dilakukan guna untuk mengetahui sifat fisik pada tanah gambut yang sudah ditambahkan semen dan asam fosfat yang akan diteliti di dalam laboratorium. Pengujiannya antara lain sebagaiberikut :

1. *Specific gravity* (ASTM D 854, 1997)
2. Pengujian kadar air tanah (ASTM D2216-92)
3. Percobaan pemadat standar (ASTM D698)
4. Kuat daya dukung tanah setelah di campur abu batang jagung dan semen (*CBR*)
  - a. *CBR* pemeraman 0 hari, yaitu benda uji setelah dipadatkan langsung dites.
  - b. *CBR* pemeraman 4 hari, yaitu benda uji setelah dipadatkan langsung diperam sebelum dites.
  - c. *CBR* pemeraman 7 hari, yaitu benda uji setelah dipadatkan langsung diperam sebelum dites.



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

#### **4.6.3 Pemeriksaan Berat Jenis (ASTM D854)**

Pemeriksaan ini bertujuan untuk menentukan berat jenis tanah yang mempunyai butiran lolos saringan no. 10 dengan menggunakan alat pengujian piknometer.

- a. Piknometer dididihkan selama 10 menit.
- b. Piknometer diisi dengan air suling, piknometer beserta isinya didiamkan untuk mencapai suhu konstan (24 jam) didalam bejana air atau dalam kamar.
- c. Setelah mencapai suhu konstan tambahkan air suling seperlunya sampai tanda batas, tutup piknometer, bagian luarnya dikeringkan kemudian ditimbang dengan ketelitian 0,01 gram ( $w_3$ ).

#### **4.6.4 Pemeriksaan Analisa Saringan (ASTM D287)**

Proses pemeriksaan ini dimaksudkan untuk menentukan pembagian butir (gradasi) agregat halus dan agregat kasar dengan menggunakan saringan.

Prosedur percobaan

- a. Benda uji dikeringkan di dalam oven dengan suhu 110-115°C, sampai bertetap.
- b. Saring benda uji lewat saringan dengan ukuran saringan paling besar ditempatkan paling atas hingga saringan paling kecil berada dibawah.
- c. Guncang saringan dengan tangan atau dengan mesin pengguncang selama 15 menit.

#### **4.6.5 Pengujian Kadar Air Tanah (ASTM D2216-92)**

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

1. Peralatan yang digunakan
  - a. Oven.

- b. Cawan kedap udara dan tak berkarat.
- c. Neraca dan desikator.

## 2. Rosedur percobaan

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

### 4.6.6 Pengujian Kepadatan (ASTM D698)

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

#### 1. Peralatan yang digunakan

- a. *Mold* pemadatan diameter 10,16 cm, tinggi 11,6 cm.
- b. Silinder sambungan dengan ketinggian 60 mm.
- c. Plat dasar.
- d. Alat pemadat berupa penumbuk 2,5 kg (5,5 lb) dengan ketinggian jatuh pemukul 30,5 cm (12").
- e. Alat pengeluar tanah.
- f. Neraca dengan ketelitian 0,01 gram.
- g. Neraca dengan ketelitian 1 gram.

#### 2. Prosedur percobaan

- a. Menyiapkan sampel tanah sekitar 2,5 kg untuk satu silinder pemadatan, selanjutnya dicampur air sesuai dengan variasi campuran air yang digunakan kemudian sampel tanah dimasukkan kedalam plastik untuk menjaga kadar air agar tidak berkurang, diamkan selama 24 jam, hal ini dilakukan agar pori tanah terisi oleh air.

- b. Mengeluarkan benda uji dari plastik, sebar pada nampan dan bagi sampel tanah menjadi 3 bagian, masukkan sampel kedalam cetakan kemudian dipadatkan dalam tiga lapis, dan masing-masing lapisan dipadatkan dengan tumbukan 25 tumbukan. Kemudian leher cetakan dibuka dan sampel diratakan hingga bagian atas benda uji sejajar dengan permukaan cetakan. Lalu cetakan dilepas dan alasnya kemudian ditimbang. Mengambil sampel dari bagian atas, bawah dan tengah lalu masukkan sampel kedalam cawan, untuk mengetahui kadar airnya.
- c. Masukkan cawan berisi tanah kedalam oven.
- d. Pemeriksaan ini di ulang dengan kadar air yang bervariasi.

#### 4.6.7 Pengujian Kuat Tekan *CBR* ( *California Bearing Ratio*, *ASTM D1883*)

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

1. Alat yang digunakan
  - a. Alat tes *CBR*.
  - b. Stopwatch.
  - c. Alat pengeluaran sampel.
  - d. Neraca ketelitian 1 gram.
  - e. Neraca ketelitian 0,01 gram.
  - f. Cawan
  - g. Oven.
2. Prosedur percobaan
  - a. Sampel yang sudah direndam dan diperam di dikeluarkan dan di biarkan selama 15 menit agar kadar air tidak melebihi.
  - b. Sesudah itu silinder ditimbang bersamaan dengan sampel didalamnya untuk mengetahui masanya.
  - c. Sampel yang sudah ditimbang kemudian di uji menggunakan alat uji *CBR* dan dihitung penurunan setiap menitnya menggunakan stopwatch.
  - d. Sampel yang telah telah diuji diambil bagian tengahnya guna untuk pengecekan kadar air setelah direndam dan diperam.

- e. Setelah pengecekan kadar air, sampel tersebut dimasukkan kedalam oven dengan suhu  $110^{\circ}\text{C}$  selama 24 jam guna untuk mengetahui berat kering sampel tersebut.

#### 4.6.8 Pemeraman dan Perendaman Sampel

Pemeraman ini dilakukan untuk mengetahui perubahan nilai CBR tanah asli dan tanah yang telah dicampur semen dan asam fosfat.

1. Peralatan yang digunakan
  - a. Timbangan.
  - b. Plastik.
  - c. Lemari.
2. Prosedur pemeraman
  - a. Sampel yang sudah dipadatkan didalam mol langsung ditimbang bersamaan dengan sampel didalamnya dan dicatat nilai masanya.
  - b. Sampel yang diperam dibungkus plastik dan di simpan didalam lemari dengan waktu yang telah ditentukan.

#### 4.7 Pencampuran Tanah Dengan Semen dan Asam Fosfat

Pencampuran tanah dengan bahan tambah asam fosfat dengan persentase bahan tambah sebesar 3%, 6%, 9% dan 12,%. Pada tanah yang sudah dicampur dengan bahan tambah ini dilakukan uji sifat fisis yang meliputi: uji kadar air, gravitas khusus ASTM D8554-58, analisis diameter ukuran butiran ASTM D421-58 dan D422-63, dan batas konsistensi ASTM D423-66, D424-59 dan D427-61, kemudian dibandingkan dengan hasil pada tanah asli.

#### 4.8 Cara Analisis Data

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

Penyusunan laporan tugas akhir ini dilakukan berdasarkan data-data yang diperoleh peneliti selama melakukan penelitian. Metode yang dilakukan untuk memperoleh data adalah sebagai berikut:

1. Pemeriksaan berat jenis pada tanah gambut asli dan tanah dengan campuran semen dan asam fosfat .
2. Pemeriksaan analisa saringan pada tanah gambut asli dan tanah dengan campuran semen dan asam fosfat.
3. Pemeriksaan kadar air pada tanah gambut asli dan tanah dengan campuran asam fosfat dan semen.
4. Pengujian pemadatan standar dilakukan pada tanah gambut asli dan tanah dengan campuran semen dan asam fosfat.
5. Pengujian CBR pada tanah gambut asli dan tanah dengan campuran semen dan asam fosfat.

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

#### **4.9 Data Primer**

Data primer adalah data pertama atau data mentah yang didapat dari hasil penelitian dilaboratoium secara langsung. Untuk mengumpulkan data pimer peneliti menggunakan metode pengumpulan data dengan teknik dokumentasi. Pengumpulan data dengan teknik dokumentasi bertujuan untuk memperoleh data dengan cara mencatat dan memfoto setiap hasil percobaan yang dilakukan selama pengujian.

## BAB V

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 5.1 Sifat-sifat Tanah Asli

Pengujian sifat-sifat tanah asli ini bertujuan untuk mendapatkan nilai-nilai karakteristik pada tanah gambut asli yang dilakukan di laboratorium. Pemeriksaan-pemeriksaan yang dilakukan untuk pengujian sifat tanah asli adalah sebagai berikut :

##### 5.1.1 Berat Jenis Tanah Asli (*Specific Gravity*)

Berat jenis tanah adalah perbandingan antara berat isi butir tanah dengan berat air suling pada volume yang sama pada suhu tertentu. Tanah yang di periksa dalam pengujian ini adalah tanah gambut asli yang lolos saringan No. 40. Untuk data hasil pengujian berat jenis dapat dilihat pada tabel berikut ini :

**Tabel 5. 1** Pengujian Berat Jenis

KETERANGAN	Unit	I	II
Nomor piknometer		1	2
Berat piknometer (W1)	Gram	36,10	28,20
Berat piknometer + sampel (W2)	Gram	46,40	38,40
Berat sampel ( $WT = W2 - W1$ )	Gram	10,30	10,20
Berat piknometer + air + sampel (W3)	Gram	139,40	81,80
Berat piknometer + air (W4)	Gram	135,80	78,30
Isi sampel, $V = (W4 + WT - W3)$	Cm <sup>3</sup>	6,70	6,70
Berat jenis sampel ( $G_s = WT/V$ )		1,537	1,522
Berat jenis ( $G_s$ ) rata-rata = ( $G_s$ Sampel I + $G_s$ sampel II) / 2		<b>1,530</b>	

Berdasarkan tabel tersebut dapat dilihat bahwa pengujian berat jenis dilakukan pada dua sampel pengujian sehingga nilai yang didapatkan adalah nilai

dari hasil rata-rata dari kedua nilai berat jenis dari sampel pengujian. Nilai rata-rata berat jenis ( $G_s$ ) pada tanah gambut asli sebesar 1,530.

### 5.1.2 Pemeriksaan Kadar Air Tanah Asli

Pemeriksaan kadar air tanah bertujuan untuk menentukan nilai kadar air yang terkandung pada tanah gambut tersebut. Nilai kadar air adalah perbandingan berat air yang terkandung dalam tanah dengan berat kering tanah tersebut. Untuk data hasil pengujian kadar air pada tanah gambut asli dapat dilihat pada tabel berikut :

**Tabel 5. 2** Pengujian kadar air

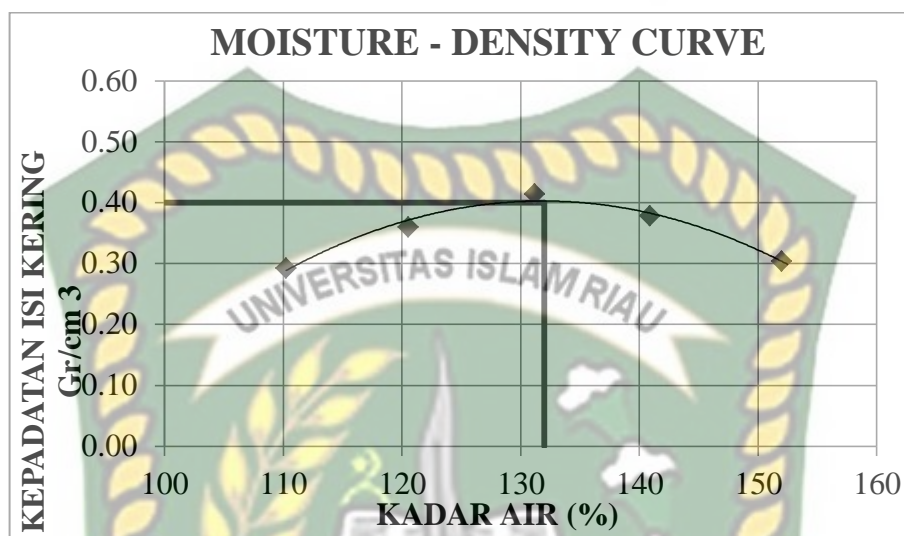
No	KETERANGAN	I	II	III	IV	V
A	Berat cawan	14,8	14,7	14,7	15	15
B	Berat cawan + Tanah Basah	120	119,4	119,4	120,5	119,5
C	Berat cawan + Tanah Kering	38,2	37,8	38	38,5	38
D	Berat Air ( B - C )	81,8	81,6	81,4	82	81,5
E	Berat Tanah Kering ( C - A )	23,4	23,1	23,3	23,5	23
F	Kadar Air (%) = ( D/E x 100 )	349,57	353,25	349,36	348,94	354,35
<b>Kadar Air Rata-rata (%)</b>					<b>351,092</b>	

Pengujian kadar air tabel tersebut diketahui bahwa untuk pengujian kadar air pada tanah gambut asli dilakukan dengan dua kali percobaan dan hasilnya dirata-ratakan agar mendapatkan nilai yang tepat. Dari tabel tersebut didapatkan nilai kadar air rata-rata pada tanah gambut asli sebesar 351,092%. dapat disimpulkan bahwa tanah yang berada pada lokasi Desa Kualu Nenas, Kecamatan Tambang, Kabupaten Kampar, Riau ini dikategorikan sebagai tanah gambut.

### 5.1.3 Uji Pemadatan Standard Proctor

Pengujian ini dilakukan dengan cara pemadatan standar (*standard proctor*) sesuai dengan standar ASTM D698 (1997). Tujuan dari pengujian ini adalah untuk mengetahui nilai kadar air optimum (*OMC*) dan kepadatan kering

maksimum (*MDD*). Hubungan nilai *OMC* dan *MDD* dapat dilihat pada gambar berikut :



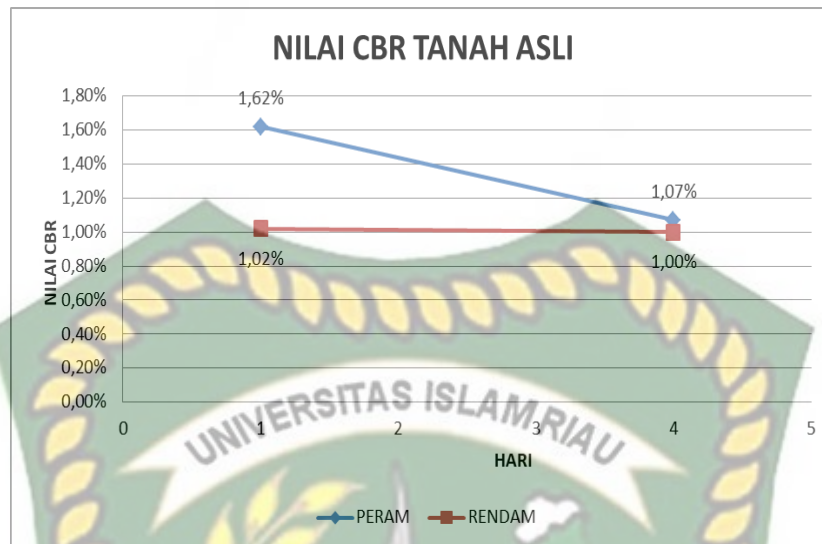
**Gambar 5. 1** Grafik Pengujian (*standard proctor*)

Berdasarkan grafik pengujian pemadatan standar (*standard proctor*) didapatkan nilai kadar air maksimum (*OMC*) sebesar 132% dan nilai kepadatan kering maksimum (*MDD*) sebesar 0,4 gr/cm<sup>3</sup> . 5.1.5 CBR (*California Bearing Ratio*) Tanah Asli

#### 5.1.4 CBR (*California Bearing Ratio*) Tanah Asli

Pengujian ini dilakukan untuk menentukan besarnya nilai CBR pada tanah asli yang telah dipadatkan di laboratorium pada kadar air tertentu dan telah dilakukan pemeraman dengan masa pemeraman 0 hari, 4 hari, dan 7 hari pemeraman. CBR laboratorium adalah perbandingan antara beban penetrasi suatu bahan terhadap beban standar dengan kecepatan penetrasi yang sama. Hasil dari pengujian CBR ini dapat dilihat pada gambar berikut:



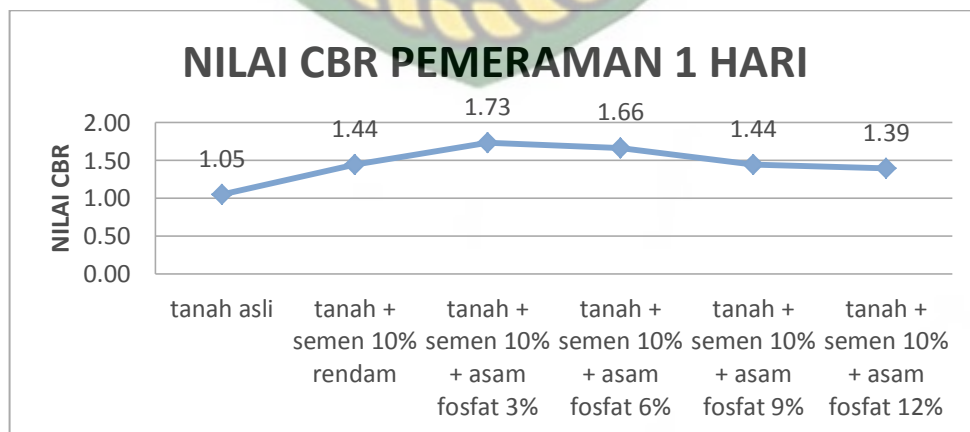


**Gambar 5.2** Grafik nilai CBR tanah asli

Hasil pengujian nilai CBR pada tanah asli yang dilakukan dapat dilihat pada grafik diperoleh nilai CBR pada pemeraman 1 hari sebesar 1,62%, dan pemeraman 4 hari sebesar 1,07%.

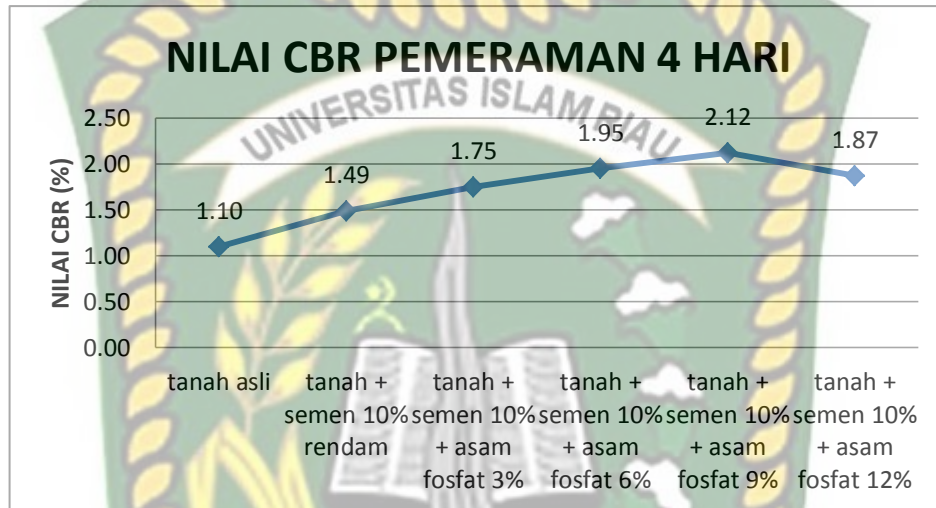
### 5.2 Pengujian *California Bearing Ratio (CBR)*

Tanah Campuran Dari hasil penelitian yang dilakukan telah didapatkan nilai CBR tanah asli dan CBR tanah campuran semen dan asam fosfat dengan variasi campuran semen 10% serta asam fosfat 3%, 6%, 9%, dan 12% dengan masa pemeraman 1 hari dan 4 hari. Berikut ini grafik CBR tanah asli dan tanah yang di campur dengan semen dan asam fosfat dengan pemeraman 1 hari.



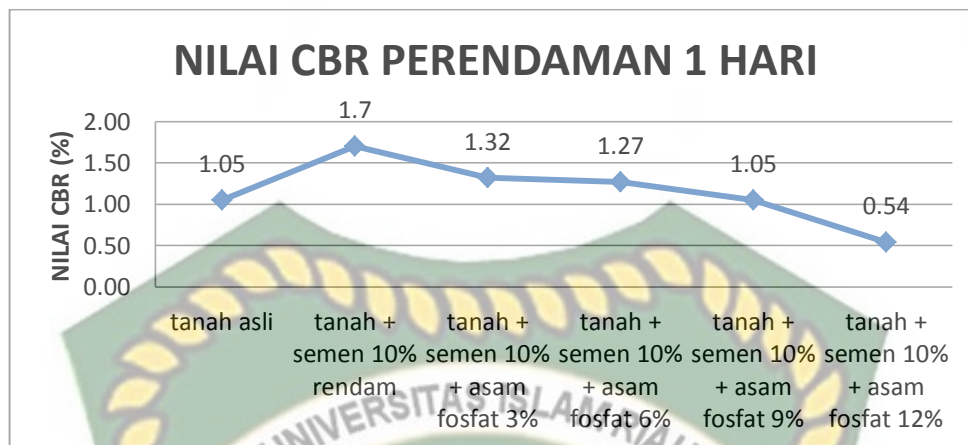
**Gambar 5.3** Grafik Pengujian Nilai CBR Peram 1 Hari

Hasil pengujian nilai CBR persentase semen 10% dan campuran asam fosfat 3%, 6%, 9% dan 12% memberikan nilai CBR tertinggi diantara perubahan campuran semen 10%. , 3% dan 6% asam, nilai CBR fosfat lebih rendah 1,05% dari nilai CBR tanah asli sebesar 1,73%.Berikut ini grafik nilai CBR pada tanah asli dan tanah campuran dengan masa pemeraman 4 hari.



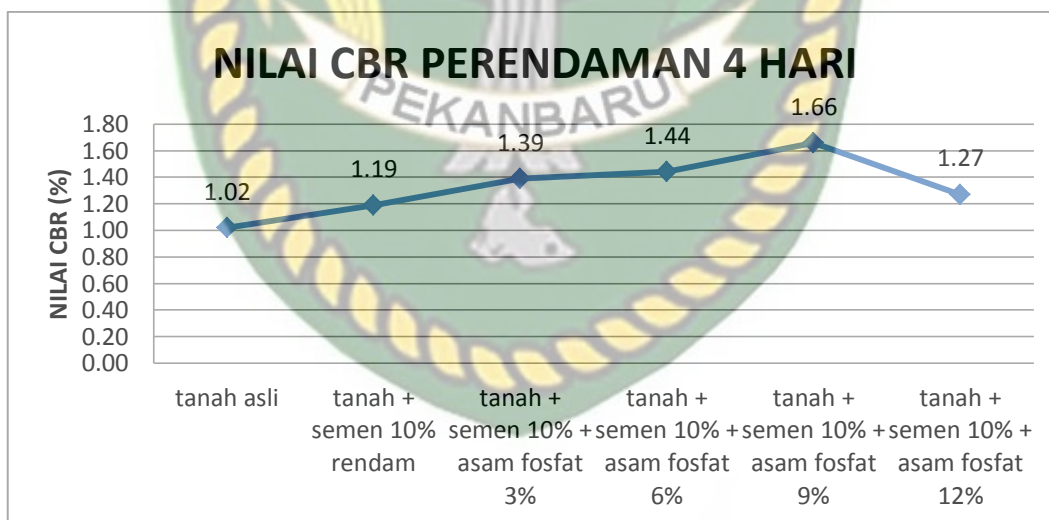
**Gambar 5. 4** Grafik Pengujian Nilai CBR Peram 4 Hari

Hasil pengujian nilai CBR tanah campuran yang dirawat selama 4 hari dengan perbandingan 10% semen dan asam fosfat 3%, 6%, 9% dan 10%, nilai CBR tertinggi diperoleh pada perubahan campuran tanah dengan 10% semen dan 9% Nilai CBR asam fosfat 2,12% lebih tinggi dari nilai CBR asli 1,10%.Berikut ini grafik nilai CBR pada tanah asli dan tanah campuran dengan masa perendaman 1 hari.



**Gambar 5. 5** Grafik Pengujian Nilai CBR Rendam 1 Hari

Dari hasil pengujian nilai CBR 10% semen dan 3%, 6%, 9%, dan 10% tanah campuran asam fosfat yang direndam selama 1 hari, dapat diketahui bahwa nilai CBR paling tinggi diantara perubahan campuran tanah. Dengan semen 10%, nilai CBR adalah 1,70%. 1,05% lebih tinggi dari nilai CBR tanah asli. Berikut ini grafik nilai CBR pada tanah asli dan tanah campuran dengan masa perendaman 4 hari.



**Gambar 5. 6** Grafik Pengujian Nilai CBR Rendam 4 Hari

Hasil pengujian nilai CBR perendaman selama 4 hari dengan 10% semen dan campuran asam fosfat 3%, 6%, 9% dan 12%, nilai CBR tertinggi diperoleh pada pergantian 10% campuran tanah. Nilai CBR semen dan asam fosfat 9% lebih tinggi 1,66% dari nilai CBR asli 1,02%.

### 5.3 Kebutuhan Bahan Material Penelitian

Material yang dibutuhkan dalam pengujian ini adalah tanah gambut, semen, dan asam fosfat. Tanah gambut yang digunakan sebagai bahan penelitian ini diambil dari Desa Kualu Nenas, Kec. Tambang, Kab. Kampar, tanah yang digunakan diambil pada kedalaman 50-80 cm dari permukaan tanah kemudian tanah dikeringkan dibawah sinar matahari agar tanah mencapai kering udara. Semen yang digunakan didapat dari Toko Bangunan, semen sebelum di gunakan untuk campuran tanah di masukkan *oven* selama 24jam. Asam fosfat yang digunakan dalam penelitian ini adalah asam fosfat dengan kandungan 85%. Untuk pembuatan sampel pengujian CBR setiap variasi campuran dan waktu pemeraman masing-masing dibuat 2 sampel agar nilai yang didapatkan akurat. Mold CBR (cetakan) yang digunakan memiliki ketinggian 17,80 cm dan diameter mold 15,2 cm dengan Volume mold yaitu 3185,98 cm<sup>3</sup>.

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

**Tabel 5. 3 Kebutuhan Bahan Material Pengujian Nilai CBR Pada Tanah Asli**

NO	SAMPSEL	TANAH	BERET MOLD	BERAT MOL+TANAH	WAKTU	KETERANGAN
		(gr)	(gr)	(gr)	(hari)	
1.	TANAH ASLI	2295	7383	9678	1	PEMERAMAN
2.	TANAH ASLI	2247	7820	10067	1	RENDAMAN
3.	TANAH ASLI	2203	7940	10143	4	PEMERAMAN
4.	TANAH ASLI	2199	6833	9082	4	RENDAMAN
	TOTAL	8944				

Dari tabel hasil pengujian CBR total sampel yang dibutuhkan pada pengujian CBR tanah asli untuk waktu pemeraman 1 hari, dan 4 hari, dengan banyak sampel 2 untuk masing-masing waktu pemeraman, dan perendaman sehingga banyaknya sampel untuk semua waktu pemeraman dan perendaman yaitu 4 sampel dengan jumlah kebutuhan tanah untuk keseluruhan sampel sebesar 8944 gram atau 8,95 kg.

Berikut ini tabel kebutuhan bahan material pengujian nilai CBR pada tanah campuran Semen 10% dan Asam fosfat 3%, 6%, 9%, 12%. :

NO	SAMPSEL	TANAH	SEMEN	ASAM FOSFAT	WAKTU	KETERANGAN
		(gr)	(gr)	(gr)	(hari)	
1	TANAH ASLI + SEMEN 10% + ASAM FOSFAT 3%	2500	119.05	35.71	1	PEMERAMAN
2	TANAH ASLI + SEMEN 10% + ASAM FOSFAT 3%	2500	119.05	35.71	1	PERENDAMAN
3	TANAH ASLI + SEMEN 10% + ASAM FOSFAT 3%	2500	119.05	35.71	4	PEMERAMAN
4	TANAH ASLI + SEMEN 10% + ASAM FOSFAT 3%	2500	119.05	35.71	4	PERENDAMAN
5	TANAH ASLI + SEMEN 10% + ASAM FOSFAT 6%	2500	119.05	71.43	1	PEMERAMAN
6	TANAH ASLI + SEMEN 10% + ASAM FOSFAT 6%	2500	119.05	71.43	1	PERENDAMAN
7	TANAH ASLI + SEMEN 10% + ASAM FOSFAT 6%	2500	119.05	71.43	4	PEMERAMAN
8	TANAH ASLI + SEMEN 10% + ASAM FOSFAT 6%	2500	119.05	71.43	4	PERENDAMAN
9	TANAH ASLI + SEMEN 10% + ASAM FOSFAT 9%	2500	119.05	107.14	1	PEMERAMAN
10	TANAH ASLI + SEMEN 10% + ASAM FOSFAT 9%	2500	119.05	107.14	1	PERENDAMAN
11	TANAH ASLI + SEMEN 10% + ASAM FOSFAT 9%	2500	119.05	107.14	4	PEMERAMAN
12	TANAH ASLI + SEMEN 10% + ASAM FOSFAT 9%	2500	119.05	107.14	4	PERENDAMAN
13	TANAH ASLI + SEMEN 10% + ASAM FOSFAT 12%	2500	119.05	142.86	1	PEMERAMAN
14	TANAH ASLI + SEMEN 10% + ASAM FOSFAT 12%	2500	119.05	142.86	1	PERENDAMAN
15	TANAH ASLI + SEMEN 10% + ASAM FOSFAT 12%	2500	119.05	142.86	4	PEMERAMAN
16	TANAH ASLI + SEMEN 10% + ASAM FOSFAT 12%	2500	119.05	142.86	4	PERENDAMAN
TOTAL		40000	1904.76	1428.57		

**Tabel 5. 4** kebutuhan bahan material pengujian nilai CBR pada tanah campuran

Dari **tabel 5.4** hasil pengujian CBR total sampel yang dibutuhkan pada pengujian CBR tanah semen 10% dan asam fosfat 3%, 6%, 9%, 12% untuk waktu pemeraman dan perendaman 1 hari, dan 4 hari, dengan banyak sampel 2 untuk masin-gmasing waktu pemeraman dan perendaman, sehingga banyaknya sampel untuk semua waktu pemeraman yaitu 16 sampel dengan jumlah kebutuhan tanah untuk keseluruhan sampel sebesar 40000 gram atau 40 kg. Kebutuhan semen sebesar 1904,76 gram atau 1,91 kg, dan kebutuhan asam fosfat sebesar 1428,57 gram atau 1,43 kg.

## BAB VI

### PENUTUP

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

#### 6.1 Kesimpulan

1. Dari pengujian nilai CBR tanah asli yang dilakukan dengan masa waktu pemeraman dan perendaman 1 hari, 4 hari. Hasil nilai CBR tanah pada masa pemeraman 1 hari sebesar 1,02%, nilai CBR pada masa pemeraman 4 hari sebesar 1,10%, dan nilai CBR pada masa perendaman 1 hari sebesar 1,05%, dan nilai CBR pada masa perendaman 4 hari sebesar 1,02%. Berdasarkan dari hasil pengujian nilai CBR yang dilakukan pada tanah gambut yang berlokasi di desa Kualu Nenas, kecamatan Tambang, Kabupaten Kampar ini dapat disimpulkan bahwa tanah tersebut belum memenuhi standar untuk dijadikan lapisan tanah dasar pada jalan >6%.
2. Berdasarkan hasil pengujian nilai CBR yang dilakukan pada tanah asli dan tanah campuran semen dan asam fosfat dengan waktu pemeraman dan perendaman 1 hari, dan 4 hari. Untuk nilai CBR pada tanah campuran semen 10% dan asam fosfat 3% pada masa pemeraman 1 hari sebesar 1,73%, 4 hari sebesar 1,75% dan perendaman 1 hari sebesar 1,32%, 4 hari sebesar 1,39%. Untuk nilai CBR pada tanah campuran semen 10% dan asam fosfat 6% pada masa pemeraman 1 hari sebesar 1,66%, 4 hari sebesar 1,95% dan perendaman 1 hari sebesar 1,27%, 4 hari sebesar 1,44%. Untuk nilai CBR pada tanah campuran semen 10% dan asam fosfat 9% pada masa pemeraman 1 hari sebesar 1,44%, 4 hari sebesar 2,12% dan perendaman 1 hari sebesar 1,05%, 4 hari sebesar 1,66%. Untuk nilai CBR pada tanah campuran semen 10% dan asam fosfat 12% pada masa pemeraman 1 hari sebesar 1,39%, 4 hari sebesar 1,87% dan perendaman 1 hari sebesar 0,54%, 4 hari sebesar 1,27%.

Hasil pengujian dapat disimpulkan bahwa nilai CBR tertinggi yaitu pada pemeraman 1 hari untuk tanah asli dan pemeraman 4 hari untuk tanah campuran. Lama waktu pemeraman dan perendaman menjadi salah satu faktor yang mempengaruhi besarnya nilai CBR, semakin lama pemeraman maka akan semakin meningkatkan nilai CBR, dan semakin lama perendaman maka semakin turun pula nilai CBR.

## 6.2 Saran

Berdasarkan pengujian dan pembahasan yang telah dilakukan pada penelitian ini, dapat diambil beberapa saran yang perlu disampaikan untuk penelitian selanjutnya.

1. Perlu diidentifikasi lebih lanjut mengenai reaksi kimia yang terjadi antara asam fosfat dengan tanah gambut sehingga diketahui spesifikasi yang lebih mendalam.
2. Untuk penelitian selanjutnya campuran tambahan dan penambahan asam fosfat pada tanah gambut tidak dapat digunakan sebagai bahan campuran dalam penelitian.

## DAFTAR PUSATAKA

- Andriani, A., Yuliet, R., & Fernandez, F. L. (2012). Pengaruh Penggunaan Semen Sebagai Bahan Stabilisasi Pada Tanah Lempung Daerah Lambung Bukit Terhadap Nilai CBR Tanah. *Jurnal Rekayasa Sipil (JRS-Unand)*, 8(1), 29.
- Das, B. M., Endah, N., & Mochtar, I. B. (1995). *Mekanika Tanah Jilid 1 (Prinsip-prinsip Rekayasa Geoteknis)*. Erlangga, 1–291.
- Dermawan, A., Puri, A., & Mildawati, R. (2017). Pengaruh perendaman terhadap kuat dukung tanah terstabilisasi pasir. *Konferensi Nasional Teknik Sipil Dan Perencanaan*, February, 63–68.
- Hardiyatmo. (2002). *Mekanika Tanah 1*.
- Ishmah, Hasyiyati. (2019). Pengaruh Nilai Cbr Dan Kuat Geser Tanah Gambut Yang Di Stabilisasi Menggunakan Petrasoil Dengan Semen Portland. *Jurnal Teknik Sipil (Politeknik Negri Sriwijaya)*. Vol. 14 No.1, 2019.
- Kholis, Nur. (2018). Stabilisasi Tanah Lempung Menggunakan Semen Dan Renolith Clay Soil Stabilization Using Cement And Renolith stabilisasi tanah menggunakan semen dan renolith. *Jurnal Bentang (Universitas Islam 45 Bekasi)*. Vol. 06 No. 1. 2018.
- Ibrahim. (2013). Stabilisasi Tanah Lempung Dengan Bahan Kimia Asam Fosfat Sebagai Lapisan Fondasi Jalan. *Jurnal Teknik Sipil (Politeknik Negri Sriwijaya)*. Vol. 14 No.1, 2013.
- Mochtar, NE, Yulianto FE dan Rendy ST. 2014. Pengaruh Usia Stabilisasi Tanah Gambut Beserta yang Distabilisasi dengan Campuran  $\text{CaCO}_3$ . *Jurnal Teknik Sipil*. Surabaya. 21(1): 50-64
- Mulyono. (2021). Pengaruh Campuran Abu Batang Jagung dan Semen Sebagai Bahan Untuk Stabilisasi Tanah Gambut Terhadap Nilai California Bearing Ratio (CBR). *Pekanbaru*.
- Sianturi, Amsal Manogu. (2021). Stabilisasi tanah gambut dengan campuran karbit pada jalan lintas Soentang – Duri Kecamatan Bonai Darussalam Kabupaten Rokan Hulu. *Pekanbaru*.
- SNI 1965-2008 Cara Uji Penentuan Kadar Air Untuk Tanah Dan Batuan Di Laboratorium SNI 1964-2008 Cara Uji Berat Jenis Tanah
- Suaryana, N., & Fransisko, S. (2018). Stabilisasi Dua Tahap Menggunakan Kapur Dan Semen Untuk Memperbaiki Daya Dukung Tanah Ekspansif (Two Stages Stabilization Using Lime And Cement For Bearing Capacity Improvement Of Expansive Soils). *Jurnal Jalan Jembatan*, 35(1).



Yuniarti, R., Suarini, I. G. A., & Ismawati, I. (2009). Perbandingan nilai daya dukung tanah dasar badan jalan yang distabilisasi semen dan abu sekam padi. *Media Teknik Sipil*, 8(1), PP-39.



Dokumen ini adalah Arsip Miik :

Perpustakaan Universitas Islam Riau