

TUGAS AKHIR

**STABILISASI TANAH GAMBUT DENGAN BAHAN
CAMPURAN
ABU BATUBARA DAN KAPUR DITINJAU DARI
NILAI CBR DAN SWELLING**

Oleh :

**RICO SUPRIADI SIMANJUNTAK
NIM. DAB 114 051**



**JURUSAN / PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PALANGKA RAYA
PALANGKA RAYA
2020**

RINGKASAN

STABILISASI TANAH GAMBUT DENGAN BAHAN CAMPURAN ABU BATUBARA DAN KAPUR DITINJAU DARI NILAI CBR DAN *SWELLING*, Rico Supriadi Simanjuntak, DAB 114 051, Jurusan/Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya

Luas area tanah gambut yang cukup besar merupakan suatu kendala dalam pengembangan infrastruktur suatu wilayah salah satunya adalah pembangunan sarana transportasi berupa jalan. Hal ini disebabkan tanah gambut merupakan tanah yang sangat lunak (*very soft soil*) dengan daya dukung yang sangat rendah dan mempunyai sifat mudah mampat jika terdapat beban yang bekerja di atasnya. Perbaikan tanah gambut dapat dilakukan dengan metode stabilisasi secara kimiawi yaitu melakukan pencampuran tanah gambut dengan bahan Abu batubara dan kapur. Pengujian bertujuan untuk mengetahui karakteristik tanah gambut, perubahan nilai indeks plastisitas, nilai CBR dan potensi pengembangan (*swelling potential*). Pada benda uji dengan variasi penambahan kapur 5% dan abu batubara 5%, 10%, 15%, 20%, dan 25% terhadap berat kering tanah asli. Hasil pengujian menunjukkan tanah gambut asli memiliki kadar air 425,01% termasuk dalam kategori *Moderate Absorbent*, sedangkan berdasarkan jumlah kadar serat yang dimiliki sebesar 69,45%, maka tanah gambut masuk dalam kategori *Fibrous peat* yaitu dengan kandungan serat $\geq 20\%$. Hasil pengujian indeks plastisitas tanah gambut maupun setelah distabilisasi dengan kapur dan abu batubara tidak ditemukan batas plastis tanah gambut, hal itu disebabkan tanah gambut menyerupai tanah pasir (*pseudosand*) termasuk dalam kategori Non Plastis. Nilai CBR tanah gambut tanpa campuran abu batubara dan kapur diperoleh sebesar 2,5%, sedangkan pada penambahan kapur 5% dan abu batubara 5%, 10%, 15%, 20%, dan 25% secara berturut-turut mengalami penambahan nilai CBR masing-masing sebesar 2,6%, 2,7%, 3,0%, 3,4%, dan 3,7%. Nilai CBR tertinggi diperoleh sebesar 3,7% dengan persen kenaikan terhadap tanah asli sebesar 48%. Untuk nilai *swelling* tanah gambut tanpa campuran abu batubara dan kapur diperoleh sebesar 0,71%. Sedangkan pada penambahan kapur 5% dan abu batubara 5%, 10%, 15%, 20%, dan 25% nilai *swelling* secara berturut-turut sebesar 1,75%, 1,35%, 1,30%, 0,86%, dan 0,56%. Nilai *swelling* terendah diperoleh sebesar 0,56% dengan persen penurunan terhadap tanah asli sebesar 26,79%. Secara umum nilai CBR tanah gambut maupun setelah distabilisasi dengan abu batubara dan kapur belum memenuhi persyaratan sebagai bahan *subgrade*. Sebagaimana klasifikassi tanah berdasarkan nilai CBR bahwa nilai CBR tanah dasar (*subgrade*) $\geq 6\%$.

Kata Kunci: Abu Batubara¹, Gambut², Kapur³, Stabilisasi⁴

SUMMARY

THE STABILIZATION OF PEAT SOIL WITH MATERIALS MIXTURE OF COAL ASH AND LIME VIEWED FROM CBR VALUE AND SWELLING, Rico Supriadi Simanjuntak, DAB 114 051, Major/Study Program of Civil Engineerin , Faculty of Engineering , Palangka Raya University

The peat soil's with large area size is an obstacle in developing infrastucture in one area , one of them is the construction of transportation facilities is roads. It is caused that the peat soil is very soft soil with a very low carrying capacity and has a compressible nature if there are loads that work on it.

Peat soil improvement can be done by chemical stabilization method by mixing peat soil with coal ash and lime. The goals of test is to find out the characteristic of peat soil, the changed of index plasticity value, CBR value, and swelling potencil . The specimen with 5% lime addition and 5% coal ash variation, 10 %, 15%, 20%, and 25% to the soil's original dry weight. The test results showed that the original peat soil had 425.01% water content included in the Moderate Absorbent category, whereas based on the amount of fiber content of 69.45%, the peat soil was included in the Fibrous peat category, namely peat with a fiber content of around $\geq 20\%$. the result of plasticity index peat soil test or after stabilization by adding lime and coal ash can't found the limit of peat soil's plastic, it is caused the peat soil resembles pseudosand incloud to non plastic category. The CBR value of peat soil without a mixture of coal ash and lime was obtained by 2.5%, then to addition 5 % of lime and 5%, 10%, 15%, 20% and 25% of coal ash consecutive addition of CBR value to 2.6%. 2.7%, 3.0%, 3.4%, dan 3.7%. The highest value is 3,7% with 48% increase of the original soil. For value development or swelling of peat soil without a mixture of coal ash and lime obtained by 0.75%. While the addition of 5% lime and 5% , 10%, 15%, 20% and 25% variation of coal ash has an increase in swelling of 1.75%, 1,35%, 1.30%, 0.86%, 0.56%. The lowest value of swelling is 0.56% with 26.79% reduction in origianl soil. Generally, the CBR value of peat soils or with stabilization of coal ash and lime does not qualify as subgrade materials. As the classification of soil bassed on the CBR value that the CBR value of subgrade is ≥ 6 .

Keywords: Coal Ash¹, Peat Soil², Lime³, Stabilization⁴

HALAMAN PERSEMBAHAN

Puji syukur saya panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkatnyalah segala usaha dan Tugas Akhir ini dapat selesai dengan baik, sesuai dengan standar operasional prosedur dan lancar.

Tugas Akhir ini saya persembahkan kepada orang tercinta my parents Sondang Napitupulu (Ibu) dan Maruhum Simanjuntak (Ayah) yang selalu mendoakan saya, memberikan motivasi, dan yang selalu mendukung dalam segala hal dari awal saya kuliah sampai terselesainya Tugas Akhir ini. Masih banyak yang ingin saya sampaikan tetapi yang pasti Kalianlah yang menjadi inspirasi dan segalanya bagi saya, love you Mom, love you Dad.

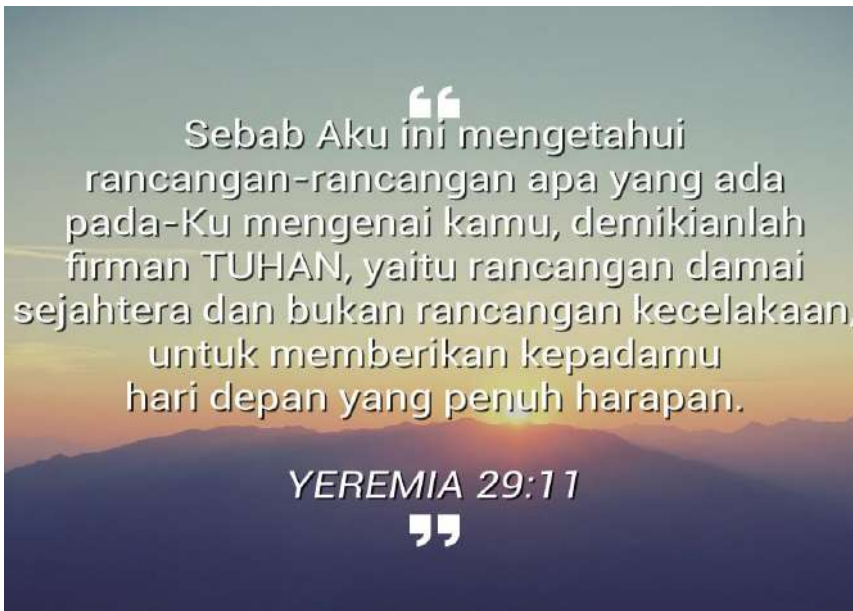
Terimakasih kepada saudara-saudaraku yang selalu memotivasi dan memberikan dukungan: kakakku satu-satunya Dorkas Mardelina Simanjuntak (Nai Yemima), Lae Kandung satu-satunya Frengky Sitorus (Ama Yemima), bg Jekson Simanjuntak (Ama Rafael), Kak Martaida (Nai Rafael), bg Hermanto Simanjuntak, bg Rikardo Simanjuntak, dan Hastuti Simanjuntak (ito kandung di Palangka Raya). Terimakasih juga kepada keluarga besar Op. Dorkas Simanjuntak dan Keluarga besar Op. Sondang. Tuhan Yesus memberkati kita semua dimanapun berada.

Terimakasih buat Hasianku Santio Hutabarat (illo) yang my supporter and my mood booster dari awal penelitian sampai selesainya Tugas Akhir ini (pos roham hasian ai molo rokkap do naikkon saut do hita) i love you.

Terimakasih kepada Universitas Palangka Raya, Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Sipil, Dosen Pembimbing Akademik Pak Supiyan, Dosen Pembimbing dan Pembahas Tugas Akhir Ibu Fatma Sarie, Pak Ikhwan Yani, Pak Suradji Gandi, Pak Okrobianus, Pak Desriantomy, dan Dosen-dosen Teknik Sipil UPR yang tidak bisa menyebutkannya satu-persatu serta Tata Usaha Jurusan Teknik Sipil Ibu Yunita dan Pak Jhon. Terimakasih sudah membimbing, mendidik dan mengajari saya sesuatu yang bernilai untuk masa depanku. Thankyou..

Terimakasih kepada kawan-kawan seperjuanganku Civil Engineering 2014 “We Are The Best Bro”, keluargaku Naposo Simanjuntak (Naposo PSSSI Palangka Raya) dan YRG-COMUNITY GBI GALAKSI yang tidak dapat menyebutkan satu-persatu sukses buat kita semua, dan terimakasih kepada kawan-kawan seperjuangan, sepermainan, dan sepenanggungan HITA TEKNIK, bah HITA DO. Thankyou Kak Tiur, Kak Anne, Kak Dame, Bg Sahrul, Bg Novry, BG Rizky, Bg Ferdian, Bg Herman, Bg Arie, terrima kasih juga buat kawan terbaik sepanjang masa Grup Anak Rantau Hardimon alias Sekkut manang dimon gaming, Hendi alias Okkol, Ivan si Malau, Sendes, Jordan, Bangun, Junior, Irvan, Cici, Esra, Norce, Crist, Grace, terimakasih juga buat adek-adek fuuucekk, Kristian, Jeremi Dedi, Erwin, Riswan, Asima, Ruth, Nova, Winda, Rotua, Julita, frengky, Nover, Adit, David, Hisar, Nico, Gomgom, Yuni, Johannes, Black, Daniel, Edo, Mikael, Canly. Nunga marsibotoan be ra hita ate, paganjanghu annon, tetapma bah HITA DO. Terimakasih juga

buat appara dan ito-ito terbaik Arianto, Andy, Sudiko, Fernando, Tuti, Meni, Elsa, Kiki, Shopia, Mastiur dll...Terima kasih kepada Mikael Gultom yang menjadi adek atau teman satu kost terbaik. Terimakasih yaa untuk kita semua kawan-kawan, you guys are amazing, sukses untuk kita semua, Tuhan Yesus Mangaramoti hita saluhutna. Mauliate.. Horas... Horas....!!!



PRAKATA

Puji dan syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa berkat kasih Karunia-Nya, sehingga proposal Tugas Akhir ini dapat diselesaikan. Proposal Tugas Akhir ini berjudul **“STABILISASI TANAH GAMBUT DENGAN BAHAN CAMPURAN ABU BATUBARA DAN KAPUR DITINJAU DARI NILAI CBR DAN SWELLING”**. Disusun sebagai salah satu syarat menyelesaikan studi Program Strata-1 Jurusan/Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya (UPR).

Pada kesempatan ini, diucapkan terimakasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada:

1. Bapak Ir. Waluyo Nuswantoro, M.T. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.
2. Ibu Frieda, S.T., M.T. selaku Wakil Dekan Bidang Akademik Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.
3. Bapak Dr. Sutan P. Silitonga, S. TP., S.T., M.T. selaku Wakil Dekan Bidang Umum dan Keuangan Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.
4. Bapak Tatau Wijaya Garib, S.T., M.T. selaku Wakil Dekan Bidang Kemahasiswaan Fakultas Teknik universitas Palangka Raya.
5. Bapak Dr. Rudi Waluyo, S.T., M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Universitas Palangka Raya.
6. Ibu Veronika Happy, S.T., M.T. selaku Sekretaris Jurusan Teknik Sipil Universitas Palangka Raya.

7. Bapak Ir. Supiyon, M.T. selaku Dosen Pembimbing Akademik
8. Ibu Dr. Fatma Sarie, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing I Tugas Akhir.
9. Bapak Ikhwan, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing II Tugas Akhir.
10. Bapak Ir. H. Suradji Gandi, MM. selaku Dosen Pembahas I.
11. Bapak Okrobianus, S.T., M.T. selaku Dosen Pembahas II.
12. Bapak Ir. Desriantomy, M.T. selaku Dosen Pembahas III.
13. Seluruh Dosen Jurusan/Program Studi Teknik Sipil beserta Staf Tata Usaha Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.
14. Rekan-rekan Mahasiswa dan Mahasiswi Teknik Sipil Angkatan 2014.

Akhir kata dengan segala kerendahan hati dan menyadari bahwa penulisan Proposal Tugas Akhir ini banyak terdapat kekurangan, oleh karena itu diharapkan berbagai tanggapan, kritik dan saran yang membangun demi perbaikan di masa yang akan mendatang. Terima Kasih.

Palangka Raya, Februari 2020

RICO SUPRIADI SIMANJUNTAK
DAB 114 051

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL

| | |
|-------------------------|------|
| HALAMAN PENGESAHAN..... | i |
| KATA PENGANTAR..... | ii |
| DAFTAR ISI | iv |
| DAFTAR TABEL | viii |
| DAFTAR GAMBAR | x |

BAB I PENDAHULUAN

| | |
|--|---|
| 1.1 Latar Belakang | 1 |
| 1.2 Rumusan Masalah | 3 |
| 1.3 Tujuan Penelitian | 3 |
| 1.4 Batasan Masalah | 3 |
| 1.5 Manfaat Penelitian | 5 |
| 1.6 Lokasi Pengambilan Sampel Tanah..... | 6 |

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

| | |
|-------------------------------------|---|
| 2.1 Deskripsi Tanah Gambut..... | 7 |
| 2.1.1 Klasifikasi Tanah Gambut..... | 9 |

| | | |
|--|--|----|
| 2.1.2 | Karakteristik Tanah Gambut | 11 |
| 2.1.3 | Karakteristik Tanah Gambut di Kalimantan Tengah | 14 |
| 2.2 | Stabilisaasi Tanah | 18 |
| 2.3 | Abu Batubara..... | 19 |
| 2.3.1 | Abu Terbang (<i>Fly Ash</i>) Batubara | 20 |
| 2.3.2 | Karakteristik Fisik dan Kimia <i>Fly Ash</i> Batubara | 21 |
| 2.3.3 | Pemanfaatan Abu Terbang (<i>fly ash</i>) Batubara | 23 |
| 2.4 | Kapur | 24 |
| 2.5 | Pemadatan Tanah | 27 |
| 2.6 | Batas-batas <i>Atterberg</i> | 29 |
| 2.7 | Pengembangan (<i>swelling</i>) | 31 |
| 2.8 | <i>California Beaaing Ratio</i> (CBR)..... | 33 |
| 2.8.1 | Jenis-jenis Pengujian CBR..... | 34 |
| 2.8.2 | Pengujian Kekuatan dengan CBR..... | 35 |
| 2.9 | Pengambilan Contoh Tanah (<i>Soil Sampling</i>) | 36 |
| 2.10 | Penelitian Terdahulu | 39 |
| BAB III METODOLOGI PENELITIAN | | |
| 3.1 | Umum..... | 41 |
| 3.2 | Metode Pencampuran Sampel Tanah dengan Abu Batubara dan Kapur .. | 41 |
| 3.3 | Persiapan Alat dan Sampel..... | 43 |

| | | |
|--|---|----|
| 3.3.1 | Persiapan Alat | 43 |
| 3.3.2 | Persiapan Sampel | 44 |
| 3.4 | Pemeriksaan Sifat-sifat Tanah Asli | 47 |
| 3.4.1 | Pemeriksaan Sifat Fisik Tanah Asli | 47 |
| 3.4.2 | Pemeriksaan Sifat Mekanik Tanah Asli | 50 |
| 3.5 | Pemeriksaan Sifat Mekanik Campuran | 51 |
| | | |
| BAB IV HASIL PENELITIAN DAN ANALISIS DATA | | |
| 4.1 | Umum..... | 53 |
| 4.2 | Hasil Penelitian | 53 |
| 4.2.1 | Pengujian Sifat Fisik Tanah | 53 |
| 4.2.2 | Pengujian Sifat Mekanik Tanah | 55 |
| 4.2.2.1 | Pengujian Batas-batas Konsistensi Tanah yang Distabilisasi | 56 |
| 4.2.2.2 | Pemadatan Tanah (<i>Proctor</i>) | 56 |
| 4.2.2.3 | Pengujian <i>California Bearing Ratio</i> (CBR)..... | 58 |
| 4.3 | Hubungan Antara Penambahan Abu Batubara dan Kapur Terhadap Nilai CBR..... | 59 |
| 4.4 | Hubungan Antara Penambahan Abu Batubara dan Kapur Terhadap Nilai <i>Swelling</i> | 63 |

BAB III PENUTUP

| | | |
|-----|-----------------|----|
| 3.1 | Kesimpulan..... | 66 |
| 3.2 | Saran..... | 67 |

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

| | | |
|------------|--|----|
| Gambar 2.1 | Peta Lokasi Pengambilan Sampel | 6 |
| Gambar 2.1 | Abu Terbang (<i>Fly Ash</i>) Batubara | 21 |
| Gambar 3.1 | Bagan Alir Penelitian | 52 |
| Gambar 4.1 | Grafik Hasil Pengujian Pemasatan pada Tanah Gambut | 57 |
| Gambar 4.2 | Grafik Hubungan Niai CBR dengan Penambahan Campuran Kapur Padam dan Abu Terbang | 62 |
| Gambar 4.3 | Grafik Hubungan Niai <i>Swelling</i> dengan Penambahan Campuran Kapur Padam dan Abu Terbang | 65 |

DAFTAR TABEL

| | | |
|------------|---|----|
| Tabel 2.1 | Klasifikasi Tanah Gambut Menurut ASTM | 10 |
| Tabel 2.2 | Karakteristik Tanah Gambut Bukit Rawi, Pulang Pisau..... | 15 |
| Tabel 2.3 | Karakteristik Tanah Gambut Palangka Raya | 15 |
| Tabel 2.4 | Karakteristik Tanah Gambut Palangka Raya | 15 |
| Tabel 2.5 | Berat Jenis (Gs) untuk Berbagai Tanah | 17 |
| Tabel 2.6 | Komposisi (%) Fly ash Batubara | 22 |
| Tabel 2.7 | Nilai Indek Plastisitas dan Macam Tanah..... | 31 |
| Tabel 2.8 | Potensi Ruda-Kembang atau <i>Swelling</i> | 32 |
| Tabel 2.9 | Klasifikasi Nilai CBR tanah | 33 |
| Tabel 2.10 | Penelitian Terdahulu | 40 |
| Tabel 3.1 | Variasi Campuran Kapur dan Abu Batubara | 43 |
| Tabel 3.2 | Sampel Pengujian untuk Tanah Asli | 45 |
| Tabel 3.3 | Sampel Pengujian untuk Tanah Asli + Bahan Campuran | 45 |
| Tabel 3.4 | Perencanaan Campuran Kapur (K) dan Abu Batubara (AB) | 46 |
| Tabel 4.1 | Hasil Pengujian Sifat Fisis Tanah pada Daerah Desa Pilang Kecamatan Jabiren Raya Kabupaten Pulang Pisau..... | 54 |
| Tabel 4.2 | Hasil Pengujian Pemasakan pada Tanah Gambut (Tanah Asli) | 57 |
| Tabel 4.3 | Hasil Pengujian Kepadatan Laboratorium dengan Masa Pemeraman 7 Hari..... | 58 |
| Tabel 4.4 | Hasil Pengujian CBR Laboratorium dengan Masa Pemeraman 7 Hari | 60 |

| | | |
|-----------|--|----|
| Tabel 4.5 | Hubungan Nilai Swelling dengan Penambahan Abu Terbang dan Kapur padam | 64 |
|-----------|--|----|

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Tanah gambut merupakan tanah dengan kandungan organik $> 75\%$ (ASTM D-4427, 1984) dan terbentuk dari pelapukan tumbuh-tumbuhan dengan usia sekitar 18000 tahun. Di Pulau Kalimantan, Kalimantan Tengah adalah provinsi terluas dalam persentase luas wilayah dan luas lahan gambut dibandingkan tiga provinsi lainnya. Dari penyebaran tanah gambut di Pulau Kalimantan, diketahui bahwa lahan gambut di Pulau Kalimantan terdapat seluas 5.760.000 ha dan 3.010.000 ha terdapat di Kalimantan Tengah atau 52,2 % dari luas total lahan gambut (Wahyunto, dkk., 2005).

Luas area tanah gambut yang cukup besar merupakan suatu kendala dalam pengembangan infrastruktur suatu wilayah salah satunya adalah pembangunan sarana transportasi berupa jalan. Hal ini disebabkan tanah gambut merupakan tanah yang sangat lunak (*very soft soil*) dengan daya dukung yang sangat rendah dan mempunyai sifat mudah mampat jika terdapat beban yang bekerja di atasnya. Apabila kemampuan untuk mendukung beban lebih rendah dibandingkan berat konstruksi yang harus dipikulnya maka akan terjadi kelongsoran (*bearing capacity failure*). Begitu juga dengan pemampatan yang tidak merata (*differential settlement*) akan menyebabkan terjadinya retak-retak dan bergelombang pada permukaan jalan.

Salah satu parameter yang menjadi tolak ukur dalam penentuan kemampuan tanah dalam pembuatan sarana transportasi sebagai jalan yaitu nilai daya dukung tanah adalah berupa nilai *California Bearing Ratio* (CBR). Persyaratan nilai daya dukung tanah dikategorikan baik apabila nilai CBR berdasarkan pengujian lapangan sebesar $\geq 3\%$ dan berdasarkan laboratorium diperoleh nilai $\geq 6\%$. Sedangkan tanah gambut cenderung memiliki nilai CBR yang rendah berkisar 2,595% – 5,709% berdasarkan pengujian laboratorium (Hadijah, 2006).

Untuk memperbaiki sifat tanah gambut dalam bidang teknik dilakukan dengan cara stabilisasi tanah. Stabilisasi tanah pada prinsipnya untuk mengubah atau memperbaiki sifat-sifat teknis tanah agar memenuhi syarat teknis tertentu.

Stabilisasi tanah antara lain dilakukan dengan cara stabilisasi tanah kimiawi dengan menggunakan semen, kapur, aspal, limbah minyak, limbah batubara, limbah padi atau abu sekam dan lain-lain. Stabilisasi tanah mekanis dengan teknologi khusus, stabilisasi tanah dengan cara *thermal* (proses panas/dingin), stabilisasi dengan cara pengaliran listrik, stabilisasi dengan cara penyuntikan bahan penguat (*grouting*), stabilisasi dengan cara menambah tulangan penguat (*reinforce*) dan *geotextile*.

Dalam penelitian ini, stabilisasi tanah gambut dilakukan secara kimiawi dengan menggunakan bahan campuran abu batubara dan kapur ditinjau dari nilai CBR dan nilai *Swelling*.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dalam penelitian ini ialah:

- a. Bagaimana karakteristik sifat-sifat tanah gambut dari Desa Pilang kecamatan Jabiren Raya Kabupaten Pulang Pisau?
- b. Apakah indeks plastisitas (PI) tanah gambut mengalami perubahan setelah distabilisasi menggunakan abu batubara dan kapur?
- c. Bagaimana nilai CBR dan nilai *swelling* tanah gambut setelah distabilisasi menggunakan abu batubara dan kapur?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini ialah:

- a. Menganalisis Karakteristik sifat-sifat tanah gambut dari Desa Pilang kecamatan Jabiren Raya Kabupaten Pulang Pisau.
- b. Menganalisis perubahan indeks Plastisitas (PI) tanah gambut setelah distabilisasi menggunakan abu batubara dan kapur.
- c. Menganalisis nilai CBR dan nilai *swelling* tanah gambut setelah distabilisasi menggunakan abu batubara dan kapur

1.4 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dari penelitian ini ialah:

- a. Sampel tanah gambut diambil dari Desa Pilang Kecamatan Jabiren Raya Kabupaten Pulang Pisau.

- b. Bahan aditif berupa abu batubara merupakan jenis abu terbang (*fly ash*) dari Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) Pulang Pisau.
- c. Bahan aditif berupa kapur merupakan jenis kapur padam (Ca(OH)_2) yang biasa digunakan untuk bahan bangunan.
- d. Tidak melakukan pengujian kandungan kimia pada tanah, abu batubara, kapur dan air suling.
- e. Perencanaan campuran dengan persentase penambahan kapur 5% dan abu batubara 5%, 10%, 15%, 20%, dan 25% dari berat tanah kering.
- f. Waktu pemeraman dilakukan pada tanah gambut yang dicampur dengan abu batubara dan kapur adalah 7 hari.
- g. Pengujian yang dilakukan di laboratorium meliputi :
 - a. Pengujian tanah asli :
 1. Pemeriksaan kadar air (*water content*)
 2. Pemeriksaan Berat Isi (*Density Test*)
 3. Pemeriksaan Berat Jenis (*Spesific Test*)
 4. Pemeriksaan batas-batas *Atterberg*, yaitu :
 - a. Batas Cair (*Liquid Limit*)
 - b. Batas Plastis (*Plastic Limit*)
 - c. Batas Susut (*Shrinkage Limit*)
 5. Kadar Serat
 6. Distribusi Ukuran Serat
 7. Pemeriksaan Pemadatan Standard (*Standard Proctor Test*)
 8. Pemeriksaan CBR Laboratorium (*Laboratory CBR*) dan *Swelling*.

- b. Pengujian pada tanah gambut dengan bahan campuran abu batubara dan kapur padam adalah sebagai berikut:
 - 1. Pengujian Batas-batas *Atterberg*
 - a. Batas cair (*liquid limit*)
 - b. Batas Plastis (*plastic limit*)
 - c. Batas Susut (*shrinkage limit*)
 - 2. Pemeriksaan Pemadatan Standard (*Standard Proctor Test*).
 - 3. Pemeriksaan CBR Laboratorium (*Laboratory CBR*) dan *Swelling*.
- h. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Mekanika Tanah Universitas Palangka Raya.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini ialah:

- a. Menjadi bahan sumbangan pemikiran terhadap salah satu upaya dalam pemanfaatan tanah gambut yang telah distabilisasi dengan bahan campuran abu batubara dan kapur terutama di wilayah Pulang Pisau.
- b. Mendapatkan hasil nilai *California Bearing Ratio* (CBR) dan nilai *swelling* yang dapat digunakan sebagai parameter peningkatan daya dukung dan mengurangi potensi pengembangan tanah gambut setelah distabilisasi dengan abu batubara dan kapur.
- c. Diharapkan dari penelitian ini dapat dijadikan dasar terhadap penelitian selanjutnya.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Deskripsi Tanah Gambut

Tanah gambut adalah suatu bahan organik setengah lapuk berserat atau suatu tanah yang mengandung bahan organik berserat dalam jumlah yang besar. Gambut mempunyai angka pori yang sangat tinggi dan sangat kompresibel (Dunn dkk., 1980). Pada sumber lain dinyatakan bahwa tanah gambut merupakan timbunan zat organik sebagai hasil pelapukan tumbuh-tumbuhan, dengan tingkat pembusukan yang bervariasi berubah menjadi fosil (Ahmad, 2000).

Menurut Mac farlane (1985), tanah gambut merupakan salah satu dari sekian banyak jenis tanah yang mempunyai perilaku dan karakteristik yang sangat unik dan kompleks karena mempunyai kadar air yang tinggi, kompreibilitas yang tinggi, serta daya dukung yang rendah.

Tanah gambut dapat didefinisikan secara visual. Kondisi tanah gambut didominasi oleh bahan-bahan organik (> 20%) dapat dikenal dari baunya, warna gelap, tekstur berserat, dan berat volumenya rendah. Ciri-ciri tanah gambut yang mudah dikenali adalah strukturnya yang mudah di hancurkan pada keadaan kering, berat isi tanah gambut sangat rendah jika dibandingkan dengan tanah mineral yaitu 0,2 hingga 0,3 KN/m^3 . (Asyiah , 2006).

Kemampuan dalam merembeskan air sangat tergantung pada kandungan bahan mineral di dalam tanah, derajat konsolidasi dan derajat dekomposisinya.

Tetapi disamping kemampuannya menahan air, tanah gambut memiliki kemampuan menyusut yang sangat besar pada waktu kering. Itu sebabnya berat kering tanah gambut sangat kecil. Kemampuan untuk menyusut dapat mencapai 50% dari volume mula-mula. Tetapi setelah mengalami penyusutan, kemampuan tanah gambut untuk kembali menyerap air hanya berkisar antara 33 % dan 55 % dari volume mula-mula (Asyiah, 2006).

Menurut N.B Hobbs (1986), deskripsi tanah gambut dapat dijabarkan sebagai berikut (Ahmad, 2000):

1. Warna

dalam keadaan biasa, tanah gambut dapat dibedakan dari warna. Hal ini disebabkan karena tanah gambut berwarna gelap dari coklat sampai kehitaman. Warna ini dapat berubah karena faktor udara, pencatatan mengenai warna sebaiknya langsung dilakukan dilapangan.

2. Tingkat dekomposisi atau humifikasi

3. Tingkat kebasahan (kadar air)

Kadar air dapat diukur secara akurat dilaboratorium, tetapi untuk keperluan praktis dipakai kategori *dry*, *wet*, *very wet*, *extremely wet*.

4. Unsur utama

Ada beberapa unsur utama (dominan) tanah gambut, yaitu : *fibre*, *fine*, *coarse*, *amorphous* granular material, *woody* material, dan sebagainya.

5. Tanah mineral

Pengidentifikasi lapangan sangat sulit, kecuali bila terlihat sangat jelas.

6. Bau

Bila terdeteksi oleh penciuman manusia, bau tanah gambut akan terbagi menjadi: tidak terlalu bau, agak bau, dan berbau keras. Misalnya bau H₂S dapat tercium secara vertikal maupun horizontal, sedangkan bau metana hanya dapat terdeteksi dengan menggunakan detektor.

7. Komposisi kimiawi

Pada tanah gambut dekomposisi bahan-bahan organik yang terakumulasi dalam tanah akan meningkatkan keasaman tanah gambut, sehingga tanah gambut cenderung lebih asam daripada tanah mineral dengan tingkat keasaman yang sama.

8. Kekuatan tarik (daya tahan)

9. Batas plastis yang dapat diuji atau tidak

Merupakan petunjuk lapangan yang berguna dalam penentuan morfologi tanah gambut

. 2.1.1 Klasifikasi Tanah Gambut

Ciri khas dari tanah gambut adalah mengandung serat, kadar organik tinggi dan berwarna coklat sampai kehitaman. Tanah gambut mempunyai berat jenis yang kecil sehingga sangat ringan. Umumnya tanah gambut mempunyai sifat sebagai koloid kuat yang mampu mengikat air yang tinggi. Klasifikasi tanah gambut menurut ASTM dapat dilihat pada tabel 2.1.

Tabel 2.1 Klasifikasi tanah gambut menurut ASTM D 4427

| | | |
|--|--------------------------------|-------------------------|
| A. Berdasarkan Kadar serat | | |
| a. Fibric | (gambut Mentah) | : Kadar serat >67% |
| b. Hemic | (Gambut Matang Sedang) | : Kadar serat 33% - 67% |
| c. Sapric | (Gambut matang) | : Kadar serat <33% |
| B. Berdasarkan kadar abu | | |
| a. Kadar abu rendah | : kadar abu | < 5% |
| b. Kadar abu sedang | : kadar abu | 5 - 15% |
| c. Kadar abu tinggi | : kadar abu | > 15% |
| C. Berdasarkan daya serap terhadap air | | |
| a. Kecil | : Kapasitas menyimpan air | < 300% |
| b. Moderat | : Kapasitas menyimpan air | 300 - 800% |
| c. Tinggi | : Kapasitas menyimpan air | 800 - 1500% |
| d. Ekstrim | : Kapasitas menyimpan air | > 1500% |
| D. Berdasarkan tumbuhan pembentuk | | |
| a. Terbentuk dari satu tumbuhan | : Gambut kayu | |
| | : Gambut pakis (kelakai) | |
| | : Gambut eceng gondok | |
| b. Terbentuk dari berbagai tumbuhan | : Gambut daun lalang dan pakis | |
| | : Gambut lumut dan keduduk | |

Mac Farlane dan Radfofh (1985) menggolongkan tanah gambut berdasarkan kandungan serat yang ada dalam tanah gambut, yaitu:

- a. *Fibrous peat* yaitu gambut dengan kandungan serat sekitar 20% atau lebih yang mempunyai dua jenis pori yaitu makropori (pori diantara serat-serat) dan mikropori (pori yang ada di dalam serat).
- b. *Amorphous peat* yaitu gambut yang mempunyai kandungan serat kurang dari 20%. Cir-ciri dari jenis ini adalah butiran tanahnya berukuran koloid ($< 2 \mu\text{m}$) serta sebagian besar air porinya terserap di sekeliling permukaan butiran tanah.

2.1.2 Karakteristik tanah gambut

Tanah gambut mempunyai karakteristik yang khas dan spesifik, terkait dengan kandungan bahan penyusun, ketebalan, kematangan, dan lingkungan sekitarnya yang berbeda. Karakteristik spesifik dari tanah gambut yang membedakan dengan tanah mineral umumnya, antara lain :

1. Mudah mengalami kering tak balik (*irreversible drying*)
2. Mudah ambles (*subsidence*)
3. Rendahnya daya dukung (*bearing capacity*) lahan terhadap tekanan
4. Rendahnya kandungan hara kimia dan kesuburannya (*nutrient*)
5. Terbatasnya jumlah mikroorganisme.

Gambut yang mengalami kering tak balik berubah sifat menjadi gambut yang tidak lagi mempunyai kemampuan dalam menyerap air seperti semula dan sifat gambut berubah dari suka air (*hidrofilik*) menjadi menolak air (*hidrofobik*).

Ambles (*subsidence*) diartikan sebagai penurunan muka tanah gambut akibat perubahan kematangan atau kemampuan gambut dalam menyerap air akibat pembukaan, penggunaan yang intensif, kebakaran, atau musim kemarau yang panjang. Semakin tebal gambut semakin tinggi risiko amblesan, tergantung pada pengaturan muka air. Gambut sangat dalam (tebal 5,5-6,0 m) mengalami amblesan antara 8-15 cm/tahun dan gambut dalam (tebal 2-3 m) mengalami amblesan 0,05-1,50 cm/tahun (Mutalib *et al.*, 1992).

Karakteristik fisika tanah gambut meliputi ketebalan, kematangan, lapisan di bawahnya (*substratum*), berat isi (berat isi), porositas, kadar air, dan daya hantar hidrolis. Karakteristik fisika tanah gambut, antara satu dengan lainnya saling berhubungan dan saling pengaruh. Berikut dikemukakan tiga karakteristik penting fisika tanah gambut.

a. Berat Isi

Berat isi (*bulk density*, BV) gambut dataran rendah berkisar 0,1-0,3 g/cm³ jauh sangat rendah dibandingkan dengan tanah mineral (1,2-1,8 g/cm³). Berat isi gambut di Indonesia antara 0,07 sampai 0,27 g/cm³ (Nugroho dan Widodo, 2001).

Berat isiyang rendah menunjukkan rendahnya kemampuan menumpu (*bearing capacity*) dari gambut, sehingga pengolahan tanah secara mekanis sulit dilakukan. Pengeringan dapat meningkatkan berat isi tanah gambut (Nugroho dan

Widodo, 2001). Peningkatan daya tumpu terendah terjadi pada gambut fibrik, diikuti gambut hemik, dan tertinggi pada gambut saprik.

b. Porositas Tanah Gambut

Porositas tanah gambut umumnya relatif tinggi antara 70-95%. Hasil penelitian Nugroho dan Widodo (2001) menunjukkan porositas tanah gambut berkisar 83,62 sampai 95,13%. Porositas gambut mengalami penurunan jika dikeringkan secara terus-menerus. Besarnya penurunan nilai porositas gambut akibat pengeringan tergantung dari tingkat perombakan gambut. Gambut saprik mengalami penurunan paling tinggi, diikuti gambut hemik dan terendah pada gambut fibrik.

Perbedaan porositas tanah gambut menyebabkan perbedaan kemampuan menahan air. Porositas berkorelasi positif terhadap kedalaman atau tingkat kematangan gambut. Semakin tebal gambut, maka semakin tidak matang gambut, Semakin tidak matang gambut, maka semakin tinggi porositas dan semakin tinggi kemampuan menahan air (Nugroho dan Widodo, 2001; Masganti, 2003).

c. Kapasitas Simpan Air

Kapasitas simpan air dari tanah gambut antara 289 sampai 1.057%, tergantung pada tingkat kematangan (Andriesse, 1988). Menurut Andriesse (1988) dan Stevenson (1994) kemampuan gambut mengikat air dapat mencapai 20 kali berat keringnya, tetapi gambut bersifat menolak air jika *hidrofobik*. Misalnya, gambut saprik lebih rendah secara kuantitas dalam menyerap air, tetapi lebih kuat

dalam menahan air dibandingkan gambut fibrik (Nugroho dan Widodo, 2001; Masganti, 2003).

Pengeringan, baik disebabkan oleh drainase yang berlebih maupun kebakaran menyebabkan gambut tidak dapat basah kembali (*hidrofobik*). Menurut Najiyati *et al* (2008) gambut yang kering peka terhadap kebakaran, bobotnya ringan sehingga mudah diterbangkan angin, mengapung jika kondisinya tergenang, dan terbentuk *pseudosand* yang menyerupai tanah pasir, sehingga koloid gambut tidak/kurang berfungsi sebagai pemegang air.

Ketidakmampuan bereaksi dengan air jika tanah menjadi *hidrofobik* merupakan masalah serius dalam analisis sifat kimia tanah. Kurang atau tidak bereaksinya larutan pengekstrak dengan bahan padatan gambut dapat menyebabkan nilai pengamatan terhadap sifat kimia tanah gambut tidak tepat (Masganti *et al.*, 2001).

2.1.3 Karakteristik Tanah Gambut di Kalimantan Tengah

Penelitian mengenai karakteristik dari tanah gambut di Kalimantan Tengah telah banyak dilakukan, karakteristik untuk menggambarkan sifat fisik tanah gambut tersebut. Karakteristik tanah gambut tersebut disajikan dalam tabel 2.4, tabel 2.5 dan tabel 2.6 yang merupakan hasil penelitian yang dilakukan oleh Sarie, F. dan Devin Sastro, D., S. (2015), Pramono, S., dkk (2018) dan Apriyanto, dkk (2015), dan masing-masing meneliti terhadap tanah gambut Pulang Pisau di daerah Bukit Rawi dan tanah gambut Palangka Raya di daerah Jl. Lingkar Luar, Jl. Bukit Kemnting, Jl. Hiu Putih dan Jl. Mahir Mahar.

Tabel 2.2 Karakteristik Tanah Gambut Bukit Rawi, Pulang Pisau

| No | Pemeriksaan | satuan | BH1 | BH2 | BH3 | Rata-rata |
|----|----------------------|--------------------|--------|--------|--------|-----------|
| 1 | kadar air tanah asli | % | 372,89 | 377,28 | 365,91 | 372,03 |
| 2 | Berat isi | gr/cm ³ | 0,94 | 0,95 | 0,97 | 0,95 |
| 3 | Berat Jenis | | 1,57 | 1,63 | 1,43 | 1,54 |
| 4 | Kadar Bahan Organik | % | 55,93 | 53,33 | 57,61 | 55,62 |
| 5 | Kadar Abu | % | 44,07 | 46,67 | 42,39 | 44,38 |
| 6 | Kadar Serat | % | 36,26 | 35,48 | 46,44 | 39,39 |
| 7 | <i>Partikel Size</i> | | | | | |
| | - Serat Kasar | % | 4,16 | 54,21 | 42,88 | 33,75 |
| | - Serat Sedang | % | 35,02 | 30,27 | 31,15 | 32,15 |
| | - Serat Halus | % | 24,82 | 15,55 | 25,198 | 21,86 |
| 8 | Keasaman (PH) | | 3,8 | 3,4 | 4,2 | 3,80 |

Sumber: Sarie, F. dan Devin, S.S. (2015)

Tabel 2.3 Karakteristik Tanah Gambut Palangka Raya

| Parameter | Jl. Lingkar luar | Jl. Bukit kaminting | Jl. Hiu Putih |
|-----------------------------|------------------|---------------------|---------------|
| kadar air (%) | 630,9 | 625,6 | 602,41 |
| Berat Jenis | 1,15 | 1,22 | 1,19 |
| Berat Isi | 1,075 | 1,027 | 1,092 |
| Kadar Serat (%) | 63,64 | 69,02 | 62,5 |
| Distribusi Ukuran Serat (%) | | | |
| - Kasar | 22,6 | 27,9 | 26,5 |
| - Medium | 30,3 | 32,2 | 33,1 |
| - Halus | 47,1 | 39,9 | 40,4 |

sumber : Apriyanto, dkk (2015)

Tabel 2.4 Karakteristik Tanah Gambut Bereng Bengkel

| Parameter | Satuan | Hasil Pengujian |
|------------------|--------------------|-----------------|
| Kadar air | % | 587,527 |
| Berat Isi | gr/cm ³ | 0,979 |
| Berat Jenis | - | 1,534 |
| Angka Pori | - | 9,773 |
| Kadar Serat | % | 46,837 |
| Distribusi Serat | | |
| - Serat kasar | % | 26,19 |
| - Serat Medium | % | 36,78 |
| - Serat Halus | % | 37,03 |

sumber: Pramono, S., dkk (2018)

Berdasarkan tabel diatas dapat disimpulkan mengenai karakteristik dari tanah gambut di Pulang Pisau dan Palangka Raya, yaitu :

1. Kadar Air

Tanah gambut memiliki kemampuan yang tinggi untuk menyerap dan menyimpan air. Kadar air pada tanah gambut dapat bervariasi dalam rentang yang besar, yaitu dapat lebih besar dari 600 %. Faktor-faktor yang dapat mempengaruhi besarnya kadar air ini yaitu jenis-jenis tumbuhan yang hidup dalam komunitas tersebut serta proses dekomposisi dari tanah gambut. Kadar air tanah gambut akan menurun sejalan dengan meningkatnya derajat humifikasi dan adanya unsur mineral tanah (Rinaldo, 1995).

Tanah gambut Pulang Pisau di daerah Bukit Rawi menunjukkan bahwa pada tanah gambut tersebut telah terjadi proses humifikasi yang cukup tinggi dimana harga kadar airnya tergolong lebih kecil yaitu sebesar 372,03 % dibandingkan dengan kadar air tanah gambut yang berada di wilayah lain. Sedangkan tanah gambut yang ada di Jl. Lingkar Luar 630,9 %, hal ini memperlihatkan bahwa proses dekomposisi yang terjadi pada tanah tersebut tergolong rendah.

2. Berat Jenis (*specific Gravity*)

Menurut Joseph E.Bowles harga G_s tergantung dari jenis tanahnya, besarnya harga G_s untuk masing-masing jenis tanah ditunjukkan pada tabel 2.7 dibawah ini:

Tabel 2.5 Berat Jenis Tanah

| Tipe Tanah | Berat jenis (Gs) |
|-------------------|------------------|
| Kerikil | 2,65 - 2,68 |
| Pasir | 2,65 - 2,68 |
| Lanau Anorganik | 2,62 - 2,68 |
| Lempung Organik | 2,58 - 2,65 |
| Lempung Anorganik | 2,68 - 2,75 |
| Humus | 1,35 |
| Gambut | 1,25 - 1,80 |

Sumber: Hardiyatmo 2002

Menurut harga *Specific Gravity* (GS) dari setiap daerah asal gambut di Pulang Pisau dan Palangka Raya bervariasi antara 1,15 sampai 1,63 dan berdasarkan tabel 2.7 di atas dapat digolongkan tanah gambut dengan harga *Specific gravity* 1,25 – 1,80.

3. Kemampuan Menyerap Air

Berdasarkan kemampuan menyerap air menurut ASTM, tanah gambut Pulang Pisau di daerah Bukit Rawi dan tanah gambut Palangka Raya termasuk Moderatly Absorbency, hal ini dapat dilihat dari kadar airnya yang berkisaran 300% - 800%.

4. Kadar serat

Berdasarkan klasifikasi tanah gambut menurut ASTM, tanah gambut Pulang Pisau di daerah Bukit Rawi termasuk tanah gambut Hemic (gambut matang sedang) dengan kadar serat 39,39% sedangkan tanah gambut Palangka di daerah Jl. Bukit Keminting 69,2 % termasuk kategori gambut Fibric (Gambut Mentah) dengan kadar serat > 67 %. Sedangkan tanah gambut di daerah Bereng Bengkel 46,837 %, Jl. Lingkar Luar 63,64 % dan Jl Hiu Putih 62,5 %, maka tanah gambut

tersebut termasuk kategori tanah gambut Hemic (Gambut Matang Sedang) dengan kadar serat 33 % - 67 %.

2.2 Stabilisasi Tanah

Stabilisasi tanah adalah suatu proses untuk memperbaiki sifat-sifat tanah dengan menambahkan sesuatu pada tanah tersebut, agar dapat menaikkan kekuatan tanah dan mempertahankan kekuatan geser. Adapun tujuan stabilisasi tanah adalah untuk mengikat dan menyatukan agregat material yang ada. Sifat-sifat tanah yang dapat diperbaiki dengan cara stabilisasi dapat meliputi: kestabilan volume, kekuatan atau daya dukung, permeabilitas, dan kekekalan atau keawetan. Menurut *Bowles*, 1991 beberapa tindakan yang dilakukan untuk menstabilisasikan tanah adalah sebagai berikut:

1. Meningkatkan kerapatan tanah,
2. Menambah material yang tidak aktif sehingga meningkatkan kohesi dan/atau tahanan gesek yang timbul,
3. Menambah bahan untuk menyebabkan perubahan-perubahan kimiawi dan/atau fisis pada tanah,
4. Menurunkan muka air tanah (drainase tanah),
5. Mengganti tanah yang buruk.

Pada umumnya cara yang digunakan untuk menstabilisasi tanah terdiri dari salah satu atau kombinasi dari pekerjaan-pekerjaan berikut (*Bowles*, 1991):

1. Mekanis, yaitu pemadatan dengan berbagai jenis peralatan mekanis seperti mesin gilas (*roller*), benda berat yang dijatuhkan, ledakan, tekanan statis,

tekstur, pembekuan, pemanasan dan sebagainya.

2. Bahan Pencampur (*Additiver*), yaitu penambahan kerikil untuk tanah kohesif, lempung untuk tanah berbutir, dan pencampur kimiawi seperti semen, gamping, abu batu bara, abu vulkanik, batuan kapur, gamping dan/atau semen, semen aspal, sodium dan kalsium klorida, limbah pabrik kertas dan lain-lainnya.

Metode atau cara memperbaiki sifat-sifat tanah ini juga sangat bergantung pada lama waktu pemeraman, hal ini disebabkan karena didalam proses perbaikan sifat-sifat tanah terjadi proses kimia yang dimana memerlukan waktu untuk zat kimia yang ada didalam *additive* untuk bereaksi.

2.3 Abu Batubara

Saat ini penggunaan batubara di kalangan industri semakin meningkat, karena selain harga yang relatif murah juga harga bahan bakar minyak untuk industri cenderung naik. Penggunaan batubara sebagai sumber energi pengganti BBM, disatu sisi sangat menguntungkan namun disisi lain menimbulkan masalah, yaitu abu batubara yang merupakan hasil samping pembakaran batubara. Dari sejumlah pemakaian batubara akan dihasilkan abu batubara sekitar 2 – 10 % (tergantung jenis batubaranya, *low calory* atau *hight calory*). Sampai saat ini pengelolaan limbah abu batubara oleh kalangan industri hanya ditimbun dalam areal pabrik saja (*ash disposal*). Abu batubara adalah bagian dari sisa pembakaran batubara yang berbentuk partikel halus amorf dan abu tersebut merupakan bahan anorganik yang terbentuk dari perubahan bahan mineral

(*mineral matter*) karena proses pembakaran. Dari proses pembakaran batubara pada unit pembangkit uap (*boiler*) akan terbentuk dua jenis abu yaitu abu terbang (*fly ash*) dan abu dasar (*bottom ash*). Komposisi abu batubara yang dihasilkan terdiri dari 10 - 20 % abu dasar, sedang sisanya sekitar 80 - 90 % berupa abu terbang. Abu terbang ditangkap dengan *electric precipitator* sebelum dibuang ke udara melalui cerobong.

2.3.1 Abu Terbang (*Fly ash*) Batubara

Menurut SNI 03-6414-2002 mendefinisikan pengertian abu terbang (*fly ash*) batubara adalah limbah hasil pembakaran batubara pada tungku pembangkit listrik tenaga uap yang berbentuk halus, bundar dan bersifat *pozzolanik*.

Abu terbang (*fly ash*) merupakan material yang memiliki ukuran butiran yang halus, berwarna keabu-abuan dan diperoleh dari hasil pembakaran batubara. Pada intinya abu terbang (*fly ash*) mengandung unsur kimia antara lain silika (SiO_2), alumina (Al_2O_3), fero oksida (Fe_2O_3) dan kalsium oksida (CaO), juga mengandung unsur tambahan lain yaitu magnesium oksida (MgO), titanium oksida (TiO_2), alkalin (Na_2O dan K_2O), sulfur trioksida (SO_3), pospor oksida (P_2O_5) dan Karbon (Anonim, 2008).



Gambar 2.1 **Abu Terbang (*Fly Ash*) Batubara**
Sumber: Wikipedia

Sebenarnya abu terbang (*fly ash*) tidak memiliki kemampuan mengikat seperti halnya semen, namun dengan kehadiran air dan ukurannya yang halus, oksida silika yang dikandung didalam abu batubara akan bereaksi secara kimia dengan kalsium hidroksida yang terbentuk dari proses hidrasi semen dan akan menghasilkan zat yang memiliki kemampuan yang mengikat (Djiwanto, 2001).

2.3.2 Karakteristik Fisik dan Kimia *Fly Ash* Batubara

Menurut ACI *Committee* 226, dijelaskan bahwa abu terbang (*fly ash*) mempunyai butiran yang cukup halus, yaitu lolos ayakan No. 325 (45 *mili mikron*) 5 – 27 % dengan *spesific gravity* antara 2,15 – 2,6 dan berwarna abu-abu kehitaman. Abu terbang (*fly ash*) batubara mengandung silika dan alumina sekitar 80 % dengan sebagian silika berbentuk *amorf*. Sifat-sifat fisik abu terbang (*fly ash*) batubara antara lain densitasnya 2,23 gr/cm³, kadar air sekitar 4 % dan komposisi mineral yang dominan adalah α -kuarsa dan *mullite*. Selain itu, abu terbang (*fly ash*) batubara mengandung SiO₂ = 58,75 %, Al₂O₃ = 25,82 %, Fe₂O₃

= 5,30 %, CaO = 4,66 %, alkali = 1,36 %, MgO = 3,30 % dan bahan lainnya = 0,81 %. Beberapa logam berat yang terkandung dalam abu terbang (*fly ash*) batubara seperti tembaga (Cu), timbal (Pb), seng (Zn), kadmium (Cd), chrom (Cr).

Tabel 2.6 Komposisi (%) *Fly ash* Batubara

| Senyawa | Jenis Batubara | | |
|--------------------------------|-----------------------|---------------------------|--------------------|
| | <i>Bituminous</i> (%) | <i>Sub-bituminous</i> (%) | <i>Lignite</i> (%) |
| SiO ₂ | 20-60 | 40-60 | 15 – 45 |
| Al ₂ O ₃ | 5 – 35 | 20 – 30 | 10 – 25 |
| Fe ₂ O ₃ | 10 – 40 | 4 – 10 | 4 – 15 |
| CaO | 1 – 12 | 5 – 30 | 14 – 40 |
| MgO | 0 – 5 | 1 – 6 | 3 – 10 |
| K ₂ O | 0 – 3 | 0 – 4 | 0 – 4 |
| Na ₂ O | 0 – 4 | 0 – 2 | 0 – 6 |
| SO ₃ | 0 – 4 | 0 – 2 | 0 – 10 |
| LOI | 0 – 15 | 0 – 3 | 0 – 5 |

Sumber : Bruce Ramme (2004)

Sifat kimia dari abu terbang (*fly ash*) batubara dipengaruhi oleh jenis batubara yang dibakar dan teknik penyimpanan serta penanganannya. Pembakaran batubara *lignite* dan *subbituminous* menghasilkan abu terbang dengan kalsium dan magnesium oksida lebih banyak dari pada jenis *bituminous*. Namun, memiliki kandungan silika, alumina, dan karbon yang lebih sedikit dari pada *bituminous*.

Kandungan karbon dalam abu terbang (*fly ash*) diukur dengan menggunakan *Loss Of Ignition Method* (LOI), yaitu suatu keadaan hilangnya

potensi nyala dari abu terbang (*fly ash*) batubara. Abu terbang (*fly ash*) batubara terdiri dari butiran halus yang umumnya berbentuk bola padat atau berongga. Ukuran partikel abu terbang (*fly ash*) hasil pembakaran batubara *bituminous* lebih kecil dari 0,075 mm. Kerapatan abu terbang (*fly ash*) berkisar antara 2100 sampai 3000 kg/m³ dan luas area spesifiknya (diukur berdasarkan metode permeabilitas udara *Blaine*) antara 170 sampai 1000 m²/kg, sedangkan ukuran partikel rata-rata abu terbang (*fly ash*) batubara jenis *sub-bituminous* 0,01 mm – 0,015 mm, luas permukaannya 1-2 m²/g, massa jenis (*specific gravity*) 2,2–2,4 dan bentuk partikel *mostly spherical*, yaitu sebagian besar berbentuk seperti bola, sehingga menghasilkan kelecakan (*workability*) yang lebih baik (Nugroho, P dan Antoni, 2007).

2.3.3 Pemanfaatan Abu Terbang (*fly ash*) Batubara

Keberadaan abu terbang (*fly ash*) yang semula masih dianggap sebagai polutan, kini telah mengalami pergeseran fungsi. Saat ini umumnya abu terbang batubara digunakan dalam pabrik semen sebagai salah satu bahan campuran pembuat beton selain itu abu terbang (*fly ash*) batubara dapat digunakan sebagai bahan stabilisasi tanah ekspansif. Pemanfaatan *fly ash* lebih mudah daripada *bottom ash* karena *fly ash* ukurannya sudah relatif kecil, sedangkan untuk *bottom ash* yang masih dalam bentuk bongkahan maka harus mengalami perlakuan pengecilan ukuran (*size reduction treatment*) sebelum dimanfaatkan lebih lanjut. Selain itu *bottom ash* yang masih mengandung kalori masih dapat digunakan kembali sebagai bahan bakar, sehingga penggunaan *fly ash* untuk bahan

stabilisasi tanah lebih mudah.

Abu terbang (*fly ash*) batubara dapat digunakan untuk memodifikasi potensi pengembangan (*swelling potential*), plastisitas, dan mempercepat pembentukan kekuatan tanah yang kurang stabil. Keuntungan penggunaan abu terbang sebagai bahan stabilisasi tanah adalah untuk memanfaatkan material hasil buangan pabrik dan harganya lebih murah dibandingkan dengan stabilisasi kapur maupun semen. Pada jenis tanah yang berklasifikasi AASHTO A-4 sampai A-7-6, yaitu termasuk kategori buruk atau sedang, bila digunakan sebagai tanah dasar, maka tanah biasanya mempunyai kekuatan rendah dan mudah berubah volumenya. Untuk menangani masalah ini, tanah tersebut dapat distabilisasi dengan abu terbang (*fly ash*) batubara.

2.4 Kapur

Kapur merupakan salah satu material untuk pembangunan yang telah banyak dipakai oleh manusia. Sejak lama campuran lempung-kapur telah banyak dipakai sebagai bahan bangunan. Di Amerika, sejak tahun 1920-an stabilisasi tanah dengan kapur telah dipakai untuk membangun jalan tanpa pekerasan, yaitu untuk mencegah terjadinya alur-alur dan disintegrasi permukaan jalan selama musim hujan dan musim salju.

Kapur adalah kalsium oksida (CaO) yang dibuat dari batuan karbonat yang dipanaskan pada suhu sangat tinggi. Kapur berasal dari batu kapur alami, dan tipe kapur tertentu yang terbentuk, bergantung pada material induk dan proses produksinya. Batu kapur terbentuk dari kalsium, karbon dan oksigen, sedang

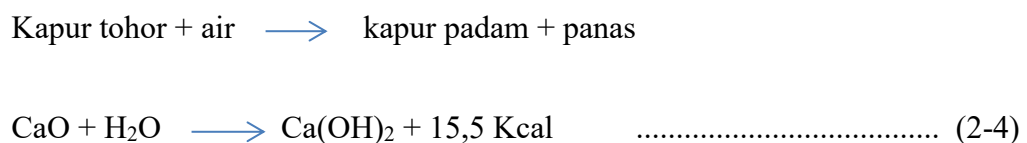
dolomite menandung zat kimia yang sama ditambah magnesium. SNI 03-4147-1996 membagi tipe kapur menjadi 4 macam:

1. Kapur tipe I yaitukapur yang mengandung kalsium hidrat tinggi; dengan kadar magnesium oksida (MgO) paling tinggi 4%.
2. Kapur tipe II, yaitu kapur magnesium atau dolomite yang mengandung magnesium oksida lebih dari 4% dan maksimum 36% berat.
3. Kapur tohor (CaO), yaitu hasil pembakaran batukapur pada suhu $\pm 90^\circ \text{ F}$, dengan komposisi sebagian besar kalsium karbonat (CaCO₃).
4. Kapur padam, yaitu kapur dari hasil pemadaman kapur tohor dengan air, sehingga terbentuk hidrat Ca(OH)₂.

Kapur mentah atau kapur tohor pada prinsipnya terdiri dari kalsium oksida CaO. Kapur tohor ini diperoleh dari pembakaran batukapur (*Limestone*) pada suhu lebih kurang 1000°C. Batukapur mengandung kalsium karbonat (CaCO₃). Jika dibakar dengan suhu tersebut, maka karbon dioksidanya ke luar dan tinggal kapurnya saja (CaO). Proses kimia pembentuk kapur adalah:



Kapur padam adalah kalsium hidroksida Ca(OH)₂ dan berasal dari hidrasi kapur tohor. Kalsium hidroksida terbentuk dari penambahan air pada kapur tohor. Reaksi hidrasi adalah sebagai berikut:



Kapur merupakan salah satu material yang cukup efektif untuk proses stabilisasi tanah. Stabilisasi tanah dengan kapur sangat lazim digunakan dalam proyek-proyek konstruksi jalan dengan berbagai macam jenis tanah, mulai dari tanah lempung biasa sampai tanah ekspansif.

Kapur yang biasa digunakan dalam stabilisasi adalah kapur hidup CaO dan kapur padam Ca(OH)_2 . Kapur yang digunakan dalam penelitian ini adalah kapur padam Ca(OH)_2 yang dibeli di toko material. Kapur tersebut berasal dari batu kapur (CaCO_3) yang telah dibakar sampai dengan suhu $1000\text{ }^\circ\text{C}$. Kapur hasil pembakaran apabila ditambahkan air akan mengembang dan retak-retak. Banyak panas yang keluar seperti mendidih) selama proses ini, hasilnya adalah kalsium hidroksida Ca(OH)_2 .

Apabila kapur dengan mineral lempung atau mineral halus lainnya bereaksi, maka akan membentuk suatu gel yang kuat dan keras, yaitu kalsium silikat yang mengikat butir-butir atau partikel tanah (Ingles dan Metcalf, 1972).

Pada umumnya, penambahan kapur dalam tanah berbutir halus, oleh adanya air akan menyebabkan reaksi-reaksi, sebagai berikut (Rollings dan Rollings, 1996):

1. Ketika tanah dicampur kapur dan ditambah air, dalam tanah-tanah berbutir halus timbul pertukaran kation dengan cepat dan reaksi pengumpalan-pengumpalan. Pengumpulan dan pengumpalan menghasilkan perubahan tekstur: Partikel-partikel lempung menggumpal secara bersama-sama, sehingga terbentuklah partikel-partikel tanah dengan ukuran yang lebih besar.

Pertukaran kation dan *flokulasi* menyebabkan perbaikan dengan cepat pada: plastisitas tanah, kemudahan dikerjakan (*workability*), kekuatan, dan sifat-sifat tegangan-deformasinya.

2. Reaksi *pozzolanik* tanah-kapur terjadi dalam bentuk variasi bahan perantara sementasi. Hasil reaksinya adalah menambah kekuatan campuran yang telah dipadatkan dan keawetanya. Reaksi *pozzolanik* merupakan reaksi yang bergantung pada waktu dan temperatur. Kekuatan ultimit campuran berkembang secara bertahap, dan beberapa hal dapat berlangsung sampai beberapa tahun.

2.5 Pemadatan Tanah

Pemadatan termasuk stabilisasi tanah secara mekanis. Setelah dipadatkan, susunan partikel-partikel tanah menjadi lebih padat, sehingga mempunyai sifat-sifat teknis yang lebih baik dari sebelumnya.

Tujuan pemadatan adalah:

1. Mempertinggi kuat geser tanah.
2. Mengurangi sifat mudah mampat (kompresibilitas)
3. Mengurangi permeabilitas
4. Mengurangi perubahan volume sebagai akibat perubahan kadar air, dan lain-lainnya.

Peralatan mekanik yang digunakan untuk memadatkan tanah yaitu:

a. Dilpangan , tanah dipadatkan dengan cara memberikan energi dalam tiga cara:

1. Tekanan (*pressure*) atau penggilasan (*rollings*)
2. Kejutatan (*impact*) atau tumbukan (*ramming*)
3. Getaran (*vibration*) atau goncangan (*shaking*)

Tipe-tipe mesin pemadat antara lain:

1. Penggilasan: roda halus (*smooth wheel*), kaki kambing (*sheeps foot*), ban karet (pneumatik-tyred) dan sebagainya.
2. Tumbukan: pemberat dijatuhkan (termasuk tiang), tipe pembakaran *internal* dan tipe *pneumatik*.
3. Getaran: tipe hidrolik dan tipe pemberat tak seimbang.

b. Di laboratorium menggunakan alat pemadat tanah untuk percobaan.

Untuk setiap jenis pemadatan tertentu, kepadatan yang tercapai tergantung pada kadar air di dalam tanah. Jika kadar air di dalam tanah kecil, maka tanah akan sulit dipadatkan dan jika kadar air dalam tanah ditambah, maka tanah mudah dipadatkan karena air berfungsi sebagai pelumas. Pada kondisi kadar air yang tinggi, maka tingkat kepadatan rendah karena air yang terjebak di dalam pori-pori tanah sulit dikeluarkan.

Kepadatan tanah diukur dengan jalan menentukan berat isi keringnya, bukan dengan menentukan angka porinya. Makin tinggi berat isi kering, berarti makin kecil angka pori dan makin tinggi derajat kepadatannya.

Percobaan pemadatan di laboratorium dibagi menjadi 2 (dua) macam, yaitu:

a. Percobaan pemadatan standard (*standard proctor test*)

Percobaan ini dikembangkan oleh R.R Proctor ketika sedang membangun bendungan-bendungan untuk *Los Angeles water* di California pada akhir tahun 1920-an (Bowles, 1991). Percobaan ini dilakukan dengan memadatkan tanah di dalam suatu cetakan (*mold*) dengan volume $\frac{1}{30} ft^3$ dengan menggunakan palu pemadat yang beratnya 5,5 lb (2,5 kg) dan ketinggian jatuh palu 12 in (30,5 cm). Cetakan diisi dengan tanah yang terdiri dari 3 (tiga) lapis, masing-masing lapisan dipadatkan sebanyak 25 kali tumbukan dengan syarat tanah yang digunakan harus lolos saringan no. 4.

b. Percobaan pemadatan modified (*modified proctor test*)

Cara melakukan percobaan ini kurang lebih sama dengan cara melakukan percobaan pemadatan standard. Ukuran cetakan dan jumlah tumbukan pada setiap lapisan sama dengan percobaan pemadatan standard, yang berbeda hanyalah berat palu pemadatan yakni 10 lb (5 kg), tinggi jatuh palu 18 in (45 cm) dan jumlah lapisan tanah yang dipadatkan adalah 5 (lima) lapisan.

2.6 Batas-batas *Atterberg*

Batas kadar air yang mengakibatkan perubahan kondisi dan bentuk tanah dikenal pula sebagai batas-batas konsistensi atau batas-batas *Atterberg* (diambil

dari nama peneliti pertamanya yaitu *Atterberg* pada tahun 1911). Pada kebanyakan tanah di alam, berada dalam kondisi plastis.

Kadar air yang terkandung dalam tanah berbeda-beda pada setiap kondisi tersebut yang mana bergantung pada interaksi antara partikel mineral lempung. Bila kandungan air berkurang maka ketebalan lapisan kation akan berkurang pula yang mengakibatkan bertambahnya gaya-gaya tarik antara partikel-partikel. Sedangkan jika kadar airnya sangat tinggi, campuran tanah dan air akan menjadi sangat lembek seperti cairan. Oleh karena itu, atas dasar air yang dikandung tanah, tanah dapat dibedakan ke dalam empat (4) keadaan dasar, yaitu: padat (*solid*), semi padat (*semi solid*), plastis (*plastic*), dan cair (*liquid*).

Adapun yang termasuk ke dalam batas-batas *Atterberg* antara lain :

1. Batas Cair (*Liquid Limit*)

Batas cair (LL) adalah kadar air tanah pada batas antara keadaan cair dan keadaan plastis, yaitu batas atas dari daerah plastis.

2. Batas Plastis (*Plastic Limit*)

Batas plastis (PL) adalah kadar air pada kedudukan antara daerah plastis dan semi padat, yaitu persentase kadar air dimana tanah yang di buat menyerupai lidi-lidi sampai dengan diameter silinder 3 mm mulai retak- retak, putus atau terpisah ketika digulung.

3. Batas Susut (*Shrinkage Limit*)

Batas susut (SL) adalah kadar air yang didefinisikan pada derajat kejenuhan 100%, dimana untuk nilai-nilai dibawahnya tidak akan terdapat perubahan volume tanah apabila dikeringkan terus. Harus diketahui bahwa

batas susut makin kecil maka tanah akan lebih mudah mengalami perubahan volume.

4. Indeks Plastisitas (*Plasticity Index*)

Indeks plastisitas (PI) adalah selisih antara batas cair dan batas plastis. Indeks plastisitas merupakan interval kadar air tanah yang masih bersifat plastis.

Tabel 2.7 Nilai Indeks Plastisitas dan Macam Tanah

| PI | Sifat | Macam Tanah | Kohesi |
|--------|--------------------|------------------|------------------|
| 0 | Non Plastis | Pasir | Non Kohesif |
| < 7 | Plastisitas Rendah | Lanau | Kohesif Sebagian |
| 7 - 17 | Plastisitas Sedang | Lempung Berlanau | Kohesif |
| > 17 | Plastisitas Tinggi | Lempung Berlanau | Kohesif |

Sumber: Hardiyatmo 2002

2.7 Pengembangan (*Swelling*)

Swelling adalah bertambahnya volume tanah secara berlahan-lahan akibat tekanan air pori berlebih negatif. Tingkat pengembangan secara umum bergantung pada beberapa faktor, yaitu:

1. Tipe dan jumlah mineral di dalam tanah
2. Kadar air
3. Susunan tanah
4. Konsentrasi garam dalam air pori
5. Sementasi

6. Adanya bahan organik, dll

Uji *sweling* dilakukan di silinder berbahan logam. Waktu yang dibutuhkan untuk pengujian dipertimbangkan terhadap waktu yang dibutuhkan air untuk masuk kedalam tanah, karena tanah ekspansif tidak segera mengembang ketika berinteraksi dengan air.

pengujian ini bertujuan untuk menentukan nilai *swell* akibat adanya beban vertikal. Hal ini terjadi akibat air yang masuk ke pori-pori tanah dan menyebabkan perubahan isi pori tanah sehingga tekanan vertikal bekerja pada tanah tersebut.

Tekanan ke tanah sangat mempengaruhi proses terjadinya pengembangan pada tanah. Tekanan pengembangan yang mencegah tanah mengembang disebut tekanan pengembangan (*swelling pressure*).

Dari batas-batas Atterberg yaitu dengan harga ‘*plastis indeks*’nya dapat diketahui potensi *swelling*-nya.

Tabel 2.8 Potensi Ruda-Kembang atau *Swelling*

| potensi swelling | perubahan volume (%) | Indeks plastis (PI) |
|------------------|----------------------|---------------------|
| Rendah | < 6 | < 15 |
| Sedang | 7 – 14 | 15 – 24 |
| Tinggi | 15 – 29 | 25 – 46 |
| Sangat tinggi | > 30 | > 46 |

Sumber: Nasution (2004)

2.8 California Bearing Ratio (Uji CBR)

Metode perencanaan perkerasan jalan yang umum dipakai adalah cara-cara empiris dan yang biasa dikenal adalah cara CBR (*California Bearing Ratio*). Metode ini dikembangkan oleh *California State Highway Departement* sebagai cara untuk menilai kekuatan tanah dasar jalan (*subgrade*). Istilah CBR menunjukkan suatu perbandingan (*ratio*) antara beban yang diperlukan untuk menekan piston logam (luas penampang 3 sqinch) ke dalam tanah untuk mencapai penurunan (penetrasi) tertentu dengan beban yang diperlukan pada penekanan piston terhadap material batu pecah di California pada penetrasi yang sama (Canonica, 1991).

Harga CBR adalah nilai yang menyatakan kualitas tanah dasar dibandingkan dengan bahan standar berupa batu pecah yang mempunyai nilai CBR sebesar 100% dalam memikul beban. Sedangkan, nilai CBR yang didapatkan digunakan untuk menentukan tebal lapisan perkerasan yang diperlukan di atas lapisan yang mempunyai nilai CBR tertentu. Untuk menentukan tebal lapis perkerasan dari nilai CBR digunakan grafik-grafik yang dikembangkan untuk berbagai muatan roda kendaraan dengan intensitas lalu lintas.

tabel 2.9 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>Excellent</i> | <i>Base</i> |

sumber: Bowles (1991)

2.8.1 Jenis-Jenis Pengujian CBR

Berdasarkan cara mendapatkan contoh tanahnya, CBR dapat dibagi atas :

a. CBR Lapangan

CBR lapangan disebut juga CBR *inplace* atau *fieldinplace* dengan kegunaan sebagai berikut :

1. Mendapatkan nilai CBR asli di lapangan sesuai dengan kondisi tanah pada saat itu. Umumnya digunakan untuk perencanaan tebal lapis perkerasan yang lapisan tanah dasarnya sudah tidak akan dipadatkan lagi.
2. Untuk mengontrol apakah kepadatan yang diperoleh sudah sesuai dengan yang diinginkan. Pemeriksaan ini tidak umum digunakan. Metode pemeriksaannya dengan meletakkan piston pada kedalaman dimana nilai CBR akan ditentukan lalu dipenetrasi dengan menggunakan beban yang dilimpahkan melalui gardan truk.

b. CBR Lapangan Rendaman (*undisturbed soaked CBR*)

CBR lapangan rendaman ini berfungsi untuk mendapatkan besarnya nilai CBR asli di lapangan pada keadaan jenuh air dan tanah mengalami pengembangan (*swelling*) yang maksimum. Hal ini sering digunakan untuk menentukan daya dukung tanah di daerah yang lapisan tanah dasarnya tidak akan dipadatkan lagi, terletak pada daerah yang badan jalannya sering terendam air pada musim penghujan dan kering pada musim kemarau. Sedangkan pemeriksaan dilakukan di musim kemarau. Pemeriksaan dilakukan dengan mengambil contoh tanah dalam tabung (*mold*) yang ditekan masuk kedalam tanah mencapai kedalaman yang diinginkan. Tabung berisi contoh tanah dikeluarkan dan

direndam dalam air selama beberapa hari sambil diukur pengembangannya. Setelah pengembangan tidak terjadi lagi, barulah dilakukan pemeriksaan besarnya CBR.

c. CBR Laboratorium

Tanah dasar pada konstruksi jalan baru dapat berupa tanah asli, tanah timbunan atau tanah galian yang dipadatkan sampai mencapai 95% kepadatan maksimum. Dengan demikian daya dukung tanah dasar merupakan kemampuan lapisan tanah yang memikul beban setelah tanah itu dipadatkan. CBR ini disebut CBR Laboratorium, karena disiapkan di Laboratorium. CBR Laboratorium dibedakan atas 2 macam, yaitu CBR Laboratorium rendaman dan CBR Laboratorium tanpa rendaman.

2.8.2 Pengujian Kekuatan dengan CBR

Alat yang digunakan untuk menentukan besarnya CBR berupa alat yang mempunyai piston dengan luas 3 inch dengan kecepatan gerak vertikal ke bawah 0,05 inch/menit, *Proving Ring* digunakan untuk mengukur beban yang dibutuhkan pada penetrasi tertentu yang diukur dengan arloji pengukur(*dial*). Penentuan nilai CBR yang biasa digunakan untuk menghitung kekuatan pondasi jalan adalah pada penetrasi 0,1” dan penetrasi 0,2” untuk pengujian laboratorium.

Rumus perhitungan dalam penentuan nilai CBR adalah sebagai berikut:

$$\text{Nilai CBR pada penetrasi } 0,1'' = \frac{A}{3000} \times 100\%$$

$$\text{Nilai CBR pada penetrasi } 0,2'' = \frac{A}{4500} \times 100\%$$

Dimana :

A = pembacaan dial pada saat penetrasi 0,1''

B = pembacaan dial pada saat penetrasi 0,2''

Nilai CBR yang didapat adalah nilai yang terkecil diantara hasil perhitungan kedua nilai CBR.

2.9 Pengambilan Contoh Tanah (*Soil Sampling*)

Metode yang paling biasa dilakukan untuk menentukan kondisi-kondisi tanah permukaan dan pengambilan contoh adalah dengan melakukan pemboran pada titik-titik yang dipilih di areal tempat pondasi setelah dilakukan penelitian di lapangan.

Pemboran serta pengambilan contoh, eksplorasi tanah atau pengujian pada letak asli dapat memberikan informasi yang lebih teliti dan terpercaya mengenai karakteristik-karakteristik fisik dan mekanik tanah pondasi pada cara-cara yang lain. (Nakazawa, 2000).

Ada beberapa cara atau metode pemboran tanah yang umum dipakai (Theodesius dkk, 2000) yaitu:

1. Pemboran dengan bor tangan (*Hand Boring*)

Bor tangan menggunakan berbagai macam mata bor pada ujung bawah stang bor. Mata bor (*auger*) yang umumnya digunakan adalah tipe "Iwan". Untuk mencabut kembali stang-stang dan mata bor dari lubang bor tersebut biasanya

digunakan kaki tiga (*tripod*). Dengan menggunakan tripod, biasanya kedalaman pemboran bisa mencapai 15 m. Bor tangan hanya dapat digunakan pada tanah lempung lunak (*soft clay*) dan lempung teguh (*firm clay*).

2. Pemboran dengan mesin (*Machine Drilling*)

Untuk bor dangkal biasanya digunakan *rotary drilling machine*. Kedalaman bisa mencapai 100 m. Motor penggerak alat bor umumnya terdiri dari bagian berikut:

- a. Alat yang dapat memutar stang-stang boe dengan kecepatan yang dapat diatur dan memberikan gaya tekan ke bawah.
- b. Pompa untuk memompakan air pencuci ke bawah melalui bagian dalam stang bor.
- c. Roda pemutar atau tripod untuk menaikkan atau menurunkan stang-stang dan alat bor ke bagian dalam lubang.

Contoh tanah yang diambil untuk pengujian tanah ada dua jenis (wesley, 1977) yaitu:

1. Contoh tanah terganggu/tidak asli (*disturbed samples*)

Contoh tanah terganggu diambil tanpa adanya usaha-usaha yang dilakukan untuk melindungi struktur asli dari tanah tersebut. Contoh tanah ini biasanya digunakan untuk segala penelitian yang tidak memerlukan contoh asli seperti ukuran butiran, batas-batas atterberg, pemadatan, berat jenis dan sebagainya.

2. Contoh tanah tidak terganggu/asli (*undisturbed samples*)

Contoh tanah asli/tanah tidak terganggu adalah contoh tanah yang masih menunjukkan sifat-sifat asli baik itu dari struktur, kadar air atau susunan

kimia dari tanah itu sendiri, untuk pengambilan contoh tanah asli itu sendiri dapat digunakan tabung-tabung contoh (*sample tubes*), core barrels atau langsung diambil dengan tangan dalam bentuk bongkahan (*block samples*).

Pengambilan contoh tanah tidak terganggu dapat dilakukan dengan cara:

a. Memakai tabung-tabung contoh (*sample tubes*)

Alat ini berupa silinder berdinding lapis yang disambung dengan stang-stang bor dengan suatu alat yang disebut pemegang tabung contoh (*sample tube holding device*). Alat ini terutama dipakai untuk lempung lunak sampai yang sedang. Tabung contoh ini dimasukkan kedalam dasar lubang-lubang bor dan kemudian ditekan atau dipukul kedalam tanah asli yang akan diambil contohnya pada dasar lubang bor. Setelah tabung contoh ditekan ke dalam tanah, hendaknya dibiarkan dulu selama beberapa menit, dengan maksud memberi kesempatan terjadinya perlekatan antara tanah dan permukaan dinding tabung. Kemudian tabung contoh ini diputar 180°, untuk memotong tanah pada dasar tabung sebelum mencabutnya kembali. Setelah contoh diambil dari lubang bor, kemudian tabung contoh tersebut ditutup dengan lilin/parafin pada kedua ujungnya, untuk mencegah terjadinya pengeringan, kemudian dibawa ke laboratorium untuk diselidiki.

b. Memakai *core barrels*

Untuk contoh tanah keras, digunakan alat *core barrels*. Bila harus diselidiki lebih lanjut di laboratorium, maka harus diikat baik-baik dan di

tutup pada kedua ujungnya dengan lilin/parafin untuk mencegah terjadinya pengeringan.

- c. Mengambil secara langsung dengan tangan dalam bentuk bongkahan-bongkahan (*block samples*)

Pengambilan ini dapat dilakukan baik pada permukaan ataupun pada dasar lubang-lubang percobaan. Untuk mengangkutnya ke laboratorium, contoh ini harus ditutup seluruhnya dengan lilin/parafin dan ditempatkan pada tempat yang kuat.

2.10 Penelitian Terdahulu

Berdasarkan pengamatan yang dilakukan, penelitian yang berjudul “Stabilisasi Tanah Gambut dengan Bahan Campuran Abu Batubara dan Kapur Ditinjau Dari Nilai CBR dan Nilai Sweling” ini belum pernah dilakukan. Tetapi ada kemungkinan penelitian ini pernah dilakukan pada daerah yang berbeda, tinjauan yang berbeda dan bahan stabilisasi yang berbeda pula.

Oleh karena itu, perlu membandingkan penelitian yang serupa untuk memastikan bahwa judul penelitian dan lokasi penelitian tersebut belum pernah digunakan untuk tugas akhir maupun jurnal. Berikut ini beberapa penelitian tugas akhir ataupun jurnal yang serupa yang pernah dilakukan terkhusus untuk stabilisasi tanah gambut:

Tabel 2.10 Penelitian Terdahulu

| Judul dan Peneliti | Lokasi | Aspek yang dianalisis | Hasil |
|--|-------------------------------------|--|---|
| Stabilisasi Tanah Gambut Riau Menggunakan Campuran Tanah Non Organik dan Semen Sebagai Bahan Timbunan Jalan (Soewignjo Agus Nugroho, 2012) | Tembilahan dan Sungai Pakning, Riau | Nilai CBR | <ol style="list-style-type: none"> Dimana hasil penelitian diketahui bahwa seiring penambahan bahan stabilisasi (semen dan tanah non organik) menyebabkan kenaikan pada berat jenis campuran, batas-batas Atterberg, CBR, Kuat Tekan Bebas. menghasilkan tebal lapis subbase yang paling tipis yaitu 15 cm untuk tanah gambut Tembilahan dan 17,5 cm untuk tanah gambut Sungai Pakning pada umur rencana 5 tahun. Untuk umur rencana 10 tahun akan diperoleh tebal lapis perkerasan 18,33 cm untuk tanah gambut Tembilahan dan 21,67 cm untuk tanah gambut Selat Panjang. |
| Stabilisasi Tanah Gambut dengan Menggunakan Portland Cement dan Gypsum Sintesis ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) Ditinjau dari Nilai CBR (Untoro Nugroho, 2008) | Rawa Pening, Jawa Tengah | Nilai CBR | <p>Nilai CBR yang dihasilkan mengalami kenaikan dan mencapai nilai maksimum pada kadar <i>portland cement</i> 5% dan <i>Gypsum sintesis</i> 15% dengan masa pemeraman 7 hari yaitu sebesar 8,985%. Nilai tersebut mengalami kenaikan 3 kali lipat dari nilai CBR tanah gambut asli yaitu sebesar 3,559%, atau nilai CBR mengalami kenaikan sebesar 252,46%.</p> |
| Stabilisasi Tanah Gambut Dengan Kapur dan Abu Terbang untuk Mengurangi Kebakaran Lahan (Toni, A., 2017) | Riau | <ol style="list-style-type: none"> Nilai CBR Memperlambat Kebakaran Lahan gambut | <ol style="list-style-type: none"> Dimana persentase kenaikan tertinggi terjadi pada variasi gambut + 5% CaCO_3 + 15% abu terbang sebesar 36% dari nilai qu gambut murni. Dengan penambahan kapur CaCO_3 dan abu terbang dapat memperlambat proses pembakaran. |
| Stabilisasi Tanah Gambut Palangka Raya dengan Bahan Campuran Tanah Organik dan Kapur (Norseta Ajie dan Rida Respati, 2017) | di Jl. Mahir Mahar, Palangka Raya | Nilai CBR | <p>diketahui nilai CBR campuran tanah gambut dan non organik tanpa kapur diperoleh sebesar 7,79%. Sedangkan pada penambahan kapur 5% nilai CBR turun menjadi 5,89%. Untuk selanjutnya pada penambahan kapur 10% dan 15% secara berturut-turut CBR campuran tanah mengalami peningkatan masing-masing sebesar 9,74% dan 11,59%.</p> |

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Umum

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen untuk mengetahui efektivitas campuran abu batubara dan kapur sebagai bahan alternatif stabilisasi tanah dasar. Pembuatan dan pengujian pada sampel akan dilakukan di laboratorium Mekanika Tanah, Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.

Penelitian ini terdiri dari tahapan-tahapan sebagai berikut:

1. Metode pencampuran sampel tanah dengan abu batubara dan kapur.
2. Persiapan bahan dan alat
3. Pemeriksaan sifat fisik dan sifat mekanik tanah asli.
4. Pemeriksaan sifat mekanik campuran.
5. Analisis data.

3.2 Metode Pencampuran Sampel Tanah dengan Abu Batubara dan Kapur

Metode yang diberikan oleh *Indiana Department of Transportations* (INDOT, 2002), yaitu pemilihan bahan tambah yang cocok untuk tanah tertentu didasarkan pada batas-batas atterberg (PL, LL dan PI) dan gradasi butiran tanah.

Untuk maksud stabilisasi tanah:

1. Kapur: jika tanah mempunyai $PI > 10$ dan kadar lempung ($0,002 \text{ mm}$) $> 10\%$.

2. Semen: jika tanah mempunyai $PI \leq 10$ dan persen lolos saringan no.200 < 20%
3. Kapur, semen, atau kombinasi dengan abu terbang: jika tanah < 10% lolos saringan no.200 dan $10 < PI < 20$.

Untuk maksud modifikasi tanah:

1. Kapur: jika tanahnya > 35% tanah lolos saringan no.200 dan $PI > 5$.
2. Semen atau abu terbang: jika tanahnya $\leq 35\%$ lolos saringan no.200 dan $PI < 5$ (semen dan abu terbang dapat dikombinasikan).

Kadar bahan tambah yang digunakan untuk stabilisasi:

1. Kapur : 3- 9%
2. Semen : 3 – 10%
3. Abu batubara (abu terbang) : 10 – 25%

Untuk lebih mengefektifkan maksud stabilisasi tanah, campuran tanah dengan kapur + abu terbang, tanah dengan semen + abu terbang dan tanah dengan kapur, semen dan abu terbang, (INDOT, 2002) menyarankan:

1. Perbandingan kapur dan abu terbang antara 1 : 1 sampai 1 : 9
2. Perbandingan semen dan abu terbang antara 1 : 3 sampai 1 : 4
3. Perbandingan kapur , semen dan abu terbang, digunakan perbandingan 1 : 2 : 4

Dalam penelitian ini, persentase penambahan bahan campuran abu batubara dan kapur adalah 10%, 15%, 20% dan 25% dari berat tanah kering. Berdasarkan

metode *Indiana Department of Transportations* (INDOT, 2002) untuk perbandingan bahan stabilisasi tanah dengan menggunakan kapur dan abu batubara (abu terbang), maka perbandingan yang digunakan dalam penelitian ini adalah 1:1, 1:2, 1:3 dan 1:4 dengan variasi campuran sebagai berikut:

Tabel 3.1 Variasi Campuran Kapur dan Abu Batubara

| Persentase Campuran Kapur dan Abu Batubara | | | | | | | | | |
|--|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 10% | | 15% | | 20% | | 25% | | 30% | |
| K | AB | K | AB | K | AB | K | AB | K | AB |
| 5% | 5% | 5% | 10% | 5% | 15% | 5% | 20% | 5% | 25% |

3.3 Persiapan Alat dan Sampel

3.3.1 Persiapan Alat

Alat yang dipersiapkan terdiri dari:

1. Oven, neraca, desikator dan cawan timbang tertutup (kedap udara) dari gelas atau logam tahan karat untuk pemeriksaan kadar air.
2. Ring berat isi, jangka sorong, oven dan desikator untuk pemeriksaan berat isi.
3. *Piknometer*, *desikator*, *oven*, bak peredam, botol berisi air suling, *neraca*, pompa hampa udara atau tungku listrik, termometer serta saringan dan penahannya untuk pemeriksaan berat jenis.
4. Alat batas cair standar (*atterberg*), alat pembuat alur (*grooving tool*) ASTM dan *cassagrande*, cawan porselen (mortar), *pestel* (penumbuk/penggerus) berkepala karet atau dibungkus karet, spatula/spatel, gelas ukur, cawan (*thin box*), saringan, air distalasi dalam botol cuci (*wash bottle*) dan alat-alat pemeriksaan kadar air untuk pemeriksaan batas cair.

5. Plat kaca, spatula, batang pembanding, cawan porselen, cawan untuk menentukan kadar air, gelas ukur, neraca, oven dan air distalasi dalam botol cuci (*wash bottle*) untuk pemeriksaan batas plastis.
6. *Prong plate*, *monel dish*, *cristalizing dish*, *cawan petry*, *mercury*, *porselen dish*, neraca dan oven untuk pemeriksaan batas susut.
7. Mesin pengguncang saringan (*sieve analysis*), saringan (*sieve*), neraca dan talam untuk pemeriksaan analisa saringan
8. Hidrometer, tabung-tabung gelas, termometer, pengaduk mekanis, dan mangkok dispersi, saringan, neraca, oven, batang pengaduk dari gelas, dan *stop watch* untuk analisa hidrometer.
9. Mold pematik, palu pematik standard dan *modified*, pisau pemotong, palu karet, kantong plastik, sendok, cawan, pan, gelas ukur, alat pengeluar sampel (*extruler mold*) dan neraca untuk pemeriksaan pemadatan laboratorium.
10. Mesin penetrasi CBR, *CBR mold*, piring pemisah, palu penumbuk *modified*, alat pengeluar sampel (*extruler mold*), alat pengukur pengembangan (*swelling*), keping beban lubang bulat dan lubang alur, piston penetrasi, talam dan cawan, alat perata, bak peredam, neraca, kantong plastik, gelas ukur, dan kertas saring (*filter*) untuk pemeriksaan CBR laboraorium.

3.3.2 Persiapan Sampel

Dalam penelitian ini sampel uji terdiri dari masing-masing material asli dan campuran yang dapat dibuat berdasarkan variasi penambahan abu batubara (AB) dan kapur (K) sebagai bahan aditifnya yang jumlah penambahannya berdasarkan persentase perbandingan berat abu batubara (AB) dan kapur (K)

dengan tanah. Lama waktu pemeraman ditentukan yaitu 7 hari, untuk perencanaan kebutuhan tanah dan bahan campuran abu batubra (AB) dan kapur (K) adalah sebagai berikut:

Tabel 3.2 Sampel Pengujian untuk Tanah Asli

| no | pengujian | spesimen | Kebutuhan Tanah (gr) |
|----|-------------------------------------|----------|----------------------|
| 1 | Pengujian Kadar Air Tanah | 2 | 100 |
| 2 | Pengujian Berat Jenis Tanah | 2 | 100 |
| 3 | Distribusi Ukuran Serat | 2 | 200 |
| 4 | Pengujian Kadar Serat | 2 | 400 |
| | Pengujian Batas-batas Konsistensi: | | |
| 5 | Pengujian Batas Cair | 2 | 100 |
| 6 | Pengujian Batas Plastis | 2 | 50 |
| 7 | Pengujian Batas Susut | 2 | 50 |
| 8 | Pengujian Pemadatan Standar | 5 | 7500 |
| 9 | Pengujian Swelling dan CBR Rendaman | 3 | 9000 |
| | Jumlah Total | 22 | 17500 |

Tabel 3.3 Sampel Pengujian Untuk Tanah Asli + Bahan Campuran

| no | Pengujian | (Variasi Kadar abu batubara + Kapur) x jumlah Specimen x waktu pemeraman | Jumlah Benda Uji |
|----|-------------------------------------|--|------------------|
| 1 | Pengujian Batas-batas Konsistensi | | |
| | Pengujian Batas Cair | 5 x 2 x 1 | 10 |
| | Pengujian Batas Plastis | 5 x 2 x 1 | 10 |
| | Pengujian Batas susut | 5 x 2 x 1 | 10 |
| 2 | Pengujian Pemadatan Standar | 5 x 5 x 1 | 25 |
| 3 | Pengujian Swelling dan CBR Rendaman | 5 x 3 x 1 | 15 |
| | Jumlah Total | | 70 |

Tabel 3.4 Perencanaan Campuran Kapur(K) dan Abu Batubara(AB)

| no | Pengujian | Kebutuhan Tanah Gambut (gr) | Kebutuhan Campuran Abu Kapur dan Abu Batubara (gr) | | | | | | | | | | |
|----|-----------------------|-----------------------------|--|-----|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|--|
| | | | 10% | | 15% | | 20% | | 25% | | 30% | | |
| | | | K | AB | K | AB | K | AB | K | AB | K | AB | |
| | | | 5% | 5% | 5% | 10% | 5% | 15% | 5% | 20% | 5% | 25% | |
| 1 | Batas-batas Atterberg | | | | | | | | | | | | |
| | Batas Cair | 500 | 5 | 5 | 5 | 10 | 5 | 15 | 5 | 20 | 5 | 25 | |
| | Batas Plastis | 250 | 2,5 | 2,5 | 2,5 | 5 | 2,5 | 7,5 | 2,5 | 10 | 2,5 | 12,5 | |
| | Batas Susut | 250 | 2,5 | 2,5 | 2,5 | 5 | 2,5 | 7,5 | 2,5 | 10 | 2,5 | 12,5 | |
| 2 | Pemadatan Standard | 37500 | 375 | 375 | 375 | 750 | 375 | 1125 | 375 | 1500 | 375 | 1875 | |
| 3 | Swelling dan CBR | 45000 | 450 | 450 | 450 | 900 | 450 | 1350 | 450 | 1800 | 450 | 2250 | |
| | Jumlah Total | 83500 | 835 | 835 | 835 | 1670 | 835 | 2505 | 835 | 3340 | 835 | 4175 | |

Maka :

1. Jumlah total tanah yang dibutuhkan dalam penelitian ini adalah 83500 gr atau 83,5 kg.
2. Jumlah total kapur yang dibutuhkan dalam penelitian ini adalah $835 + 835 + 835 + 835 + 835 = 4175$ gr atau 4,2 kg.
3. Jumlah total abu batubara yang dibutuhkan dalam penelitian ini adalah $835 + 1670 + 2505 + 3340 + 4175 = 12525$ gr atau 12,525 kg.

3.4 Pemeriksaan Sifat-sifat Tanah Asli

3.4.1 Pemeriksaan Sifat Fisik Tanah Asli

Pemeriksaan sifat fisik tanah asli meliputi:

1. Pemeriksaan kadar air (*water content*)
 - a. Maksud pemeriksaan ini adalah untuk memeriksa kadar air suatu tanah. Kadar air adalah perbandingan antara berat air yang terkandung dalam tanah dengan berat kering tanah yang dinyatakan dalam persen.
 - b. Pemeriksaan dilakukan untuk tanah asli tidak terganggu dan dibuat 2 sampel dengan prosedur pelaksanaan pemeriksaan sesuai dengan prosedur ASTM D 2216-71.
2. Pemeriksaan Berat Isi (*density test*)
 - a. Maksud pemeriksaan ini adalah untuk mengetahui berat isi, isi pori, serta derajat kejenuhan suatu sampel tanah.
 - b. Pemeriksaan dilakukan ini adalah untuk tanah asli terganggu dan dibuat 2 sampel dengan prosedur pelaksanaan pemeriksaan sesuai dengan prosedur ASTM D 2216-71.
3. Pemeriksaan berat jenis (*specific gravity*)
 - a. Pemeriksaan ini bertujuan untuk menentukan berat jenis tanah yang mempunyai butiran lewat saringan No.4 dengan piknometer. Berat jenis

tanah adalah perbandingan antara berat butiran tanah dengan berat air suling dengan isi yang sama pada suatu suhu tertentu.

- b. Pemeriksaan dilakukan untuk tanah asli tidak terganggu dan dibuat sampel dengan prosedur pelaksanaan pemeriksaan sesuai dengan prosedur ASTM D 854-72.

4. Pemeriksaan kadar serat

Metode pengujian yang diberikan pada ASTM D1997-91 meliputi penentuan kadar serat contoh gambut di laboratorium (seperti didefinisikan pada ASTM D4427-92) berdasarkan massa kering.

5. Pemeriksaan batas-batas *atterberg*

a. Pemeriksaan batas cair (*liquid limit*)

1. Tujuan pemeriksaan ini adalah untuk menentukan batas cair tanah. Batas cair suatu tanah adalah kadar air tanah tersebut pada keadaan batas peralihan antara cair dan keadaan plastis. Tanah dalam keadaan batas cair apabila diperiksa dengan alat *cassagrande*, kedua bagian tanah dalam mangkok yang terpisah oleh alur lebar 2 mm, menutup sepanjang 12,7 mm oleh 25 kali pukulan.
2. Pemeriksaan dilakukan untuk tanah asli terganggu dan dibuat 4 sampel dengan prosedur pelaksanaan pemeriksaan sesuai dengan prosedur ASTM D 423-66.

b. Pemeriksaan batas plastis (*plastic limit*)

1. Tujuan pemeriksaan ini adalah untuk menentukan kadar air pada suatu keadaan plastis. Batas plastis adalah kadar air minimum dimana suatu tanah masih dalam keadaan plastis. Adapun rumus untuk menentukan batas plastis tanah adalah sebagai berikut:
 2. Pemeriksaan dilakukan untuk tanah asli terganggu dan dibuat 3 sampel dengan prosedur pelaksanaan pemeriksaan sesuai dengan prosedur ASTM D 424-74.
- c. Pemeriksaan batas susut (*shrinkage limit*)
1. Tujuan pemeriksaan ini adalah untuk mengetahui batas susut dari suatu contoh tanah yang meliputi batas susut, angka susut, susut *volumetric* dan *linear*. Suatu tanah yang akan menyusut apabila air yang dikandungnya secara berlahan-lahan hilang dalam tanah. Dengan hilangnya air secara terus menerus, tanah akan mencapai suatu tingkat keseimbangan dimana penambahan kehilangan air akan menyebabkan perubahan volume. Adapun rumus batas susut adalah sebagai berikut:
 2. pemeriksaan dilakukan untuk tanah asli terganggu dan dibuat 2 sampel dengan prosedur pelaksanaan pemeriksaan sesuai dengan prosedur ASTM D 427-74.
- d. Indeks plastisitas (*Plasticity index*)
- Indeks plastisitas atau *plasticity index* adalah selisih antara batas cair dan batas plastis. Indeks plastisitas merupakan interval kadar air dimana tanah masih bersifat plastis. Karena itu indeks plastisitas menunjukkan sifat keplastisan dari suatu jenis tanah. Indeks plastisitas $(PI) = LL - PL$.

3.4.2 Pemeriksaan Sifat Mekanik Tanah Asli

Pemeriksaan sifat mekanik tanah asli meliputi:

1. Pemeriksaan pemadatan laboratorium (*compaction test*)
 - a. Tujuan pemeriksaan ini adalah untuk mengetahui hubungan antara kadar air dan kepadatan tanah. Dapat disebut juga *proctor test* dan dilakukan secara pemadatan standard (*standard proctor test*).
 - b. Pemeriksaan dilakukan untuk tanah asli terganggu dan dibuat 5 sampel tanah asli dengan masa pemeraman sampel 7 hari, prosedur pelaksanaan pemeriksaan sesuai dengan prosedur ASTM D 1883 – 73.
2. Pemeriksaan CBR dan *Swelling Potential* Laboratorium
 - a. Tujuan pemeriksaan ini adalah untuk menentukan nilai CBR (*California Bearing Ratio*) tanah dan presentase pengembangan benda uji yang terjadi pada kadar air tertentu. CBR adalah perbandingan antara beban penetrasi suatu bahan standard dengan kedalaman dan kecepatan penetrasi yang sama. Sedangkan nilai *swelling* yaitu persentase pengembangan benda uji karena bertambahnya kadar air akibat pemeraman.
 - b. Pemeriksaan dilakukan dengan membuat 3 sampel tanah asli dengan masa pemeraman sampel 7 hari dan 14 hari, prosedur pelaksanaan pemeriksaan sesuai dengan prosedur ASTM D 1883 – 73.

3.5 Pemeriksaan Sifat Mekanik Campuran

Pemeriksaan sifat mekanik campuran meliputi:

1. Pemeriksaan pemadatan laboratorium (*Compaction test*)

Tujuan pemeriksaan, jumlah sampel, masa pemeraman dan prosedur pelaksanaan pemeriksaan sama dengan pemeriksaan sifat mekanik tanah asli.

2. Pemeriksaan CBR dan *swelling potential*

Tujuan pemeriksaan, jumlah sampel, masa pemeraman, dan prosedur pelaksanaan pemeriksaan sama dengan pemeriksaan sifat mekanik tanah asli.



BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian dan uraian diatas maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Karakteristik sifat-sifat tanah gambut Desa Pilang Kecamatan Jabiren Raya Kabupaten Pulang Pisau memiliki kadar air (*water content*) yang cukup tinggi yaitu 425,01% termasuk dalam kategori *Moderate Absorbent*, nilai berat jenis tanah gambut (Gs) adalah sebesar 1,36, berat isi basah tanah gambut adalah sebesar 0,19 gr/cm³, Porositas tanah (n) adalah sebesar 82,71%, sedangkan jumlah kadar serat yang dimiliki adalah sebesar 69,45% berdasarkan Mac Farlane dan Radfofh (1985) maka tanah gambut tersebut masuk dalam kategori *Fibrous Peat* yaitu gambut dengan kandungan serat $\geq 20\%$ sedangkan berdasarkan tingkat kematangan menurut ASTM maka tanah gambut tersebut masuk dalam kategori gambut *Fibric* (gambut mentah) dengan kandungan serat $> 67\%$.
2. Tanah gambut yang diuji termasuk tanah yang menyerupai pasir (*pseudosand*) masuk dalam kategori Non Plastis dimana dari hasil pengujian tanah asli maupun setelah penambahan abu batubara dan kapur hampir tidak ditemukan kemampuan kelekatan tanah.
3. Nilai CBR tanah gambut (tanah asli) adalah sebesar 2,5%, sedangkan nilai CBR tanah gambut pada penambahan kapur 5% dan abu batubara 5%, 10%,

15%, 20%, dan 25% secara berturut-turut nilai CBR masing-masing adalah sebesar 2,6%, 2,7%, 3,0%, 3,4%, dan 3,7%. Nilai CBR tertinggi adalah sebesar 3,7% dengan persen kenaikan nilai CBR sebesar 48% terhadap tanah asli. Hal ini menyimpulkan bahwa nilai CBR bertambah seiring dengan persentase penambahan abu batubara dan kapur.

4. Nilai *swelling* tanah asli adalah sebesar 0,71%, sedangkan pada penambahan kapur 5% dan abu batubara 5%, 10%, 15%, 20%, dan 25% secara berturut-turut nilai *Swelling* adalah sebesar 1,70%, 1,35%, 1,30%, 0,86%, dan 0,56%. Nilai *swelling* terendah diperoleh pada persentase penambahan kapur 5% dan abu batubara 25% adalah sebesar 0,56% dengan persen penurunan sebesar 26,79% terhadap tanah asli. Hal ini menyimpulkan bahwa nilai *swelling* tanah gambut mengalami penambahan nilai *swelling* terhadap tanah asli pada penambahan kapur 5% dan abu batubara 5%, 10%, 15%, dan 20% sedangkan pada penambahan kapur 5% dan abu batubara 25% mengalami penurunan nilai *swelling* terhadap tanah asli.
5. Secara umum nilai CBR tanah gambut maupun setelah distabilisasi dengan abu batubara dan kapur belum memenuhi persyaratan sebagai bahan *subgrade* jalan. Sebagaimana klasifikasi tanah berdasarkan nilai CBR bahwa nilai CBR tanah dasar (*subgrade*) $\geq 6\%$.

5.2 Saran

1. Perlu dipertimbangkan waktu pemeraman yang bervariasi untuk masing-masing pencampuran tanah gambut dengan abu terbang dan kapur sebagai bahan stabilisasi.

2. Pada saat penelitian sebaiknya dilengkapi dengan sarung tangan dan masker karena abu terbang termasuk bahan beracun dan berbahaya (B3) selain itu debu dari tanah tersebut dapat mengganggu pernafasan.
3. Perlu perencanaan dan perhitungan sampel yang matang lagi sebelum melakukan penelitian di laboratorium, sehingga tidak mengakibatkan kesalahan-kesalahan pada data yang didapat.
4. Hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai acuan apabila ingin meneruskan atau mengembangkan penelitian ini.



DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, Mauli. 2000. *Pengaruh Konsolidasi Berlebih (OCR 4, 6, 8) Terhadap Lintasan Tegangan Pada Tanah gambut Kondisi Consolidated Undrained*. Skripsi. Fakultas Teknik, Universitas Indonesia.
- American Society for Testing Materials. *Standard Test Method for Standard Classification of Peat Samples by Laboratory Testing*. ASTM designation: D-4427. 1984. Philadelphia. PA.
- Andriessse, J.P. 1988. *Nature and Management of Tropical Peat Soils. Soil Resources, Management & Conservation Service. FAO Land and Water Development Division. FAO, Rome*. P 165.
- Antoni, Nugroho, P., 2007. *Teknologi Beton*, C.V Andi Offset, Yogyakarta.
- Apriyanto, Yani, I.M., dan Gandhi, S., 2016. Pengaruh Nilai Porositas Terhadap Nilai Konsolidasi dari Tanah Gambut. *Jurnal PROTEKSI (Proyeksi Teknik Sipil)*, Fakultas Teknik, Universitas Palangka Raya.
- Asyiah E, Nurvita. 2006. *Studi Karakteristik Gambut Akibat Uji Konsolidasi Dengan Menggunakan Aditif Semen*. Skripsi Mahasiswi teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia.
- Bowles, Joseph E. Johan K. Helnim. 1991. *Sifat-sifat Fisis dan Geoteknis Tanah (Mekanika tanah)*. PT. Erlangga. Jakarta.
- Canonica, Lucio. 1991. *Memahami Mekanika Tanah*. Angkasa. Bandung
- Das, B. M., 1998. *Mekanika Tanah (Prinsip-Prinsip Rekayasa Geoteknis)*, Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Djiwantoro, H., 2001. *Abu Terbang Solusi Pencemaran Semen*. Sinar Harapan. Jakarta.
- Dunn, I. S., Anderson L.R. & Kiefer F. W., 1980. *Dasar-Dasar Analisis Geoteknik*. Alih Bahasa Toekiman, 1992. Semarang, IKIP Semarang Press
- Gandi, S., 2019. *Penuntun Praktikum Mekanika Tanah I*, Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya, Palangka Raya.
- Hadijah, S., 2006. *Perilaku Kepadatan Tanah Gambut Akibat Proses Pengeringan dan Pembasahan Kembali*. Skripsi. FTUI, Depok.

- Hardiyatmo, H.C., 2002. *Mekanika Tanah I*. Yogyakarta: Gajah Mada University Press.
- Hardiyatmo, H. C., 2010. *Stabilisasi Tanah Untuk Pengerasan Jalan*. Yogyakarta: Gajah Mada University Press.
- Hobbs, N. B., 1986. *Mire morphology and the properties and behaviour of some British and foreign peats*, Q. J. Eng.
- Indiana Department of Transportation (INDOT). 2002). *Design Procedures for Soil Modification or Stabilization*, Materials and Test Division Geotechnical Section, 120 South Shortridge Road Indianapolis, Indiana 46219.
- Ingels, O. G. And Metcalf, J. B. 1972. *Soil Stabilization Principles and Practice*. Melbourne: Butterworths
- MacFerlane, I.C., 1985. *Muskeg Engineering Handbook*. Toronto: National Research Council of Canada University of Toronto Press.
- Masganti, T. Notohadikusumo, A. Maas, dan B. Radjagukguk. 2003. *Pengaruh macam senyawa penjerap fosfat, dan sumber pupuk P terhadap daya penyediaan fosfat bahan gambut*. J. Tanah dan Iklim 21:7-15.
- Mutalib, A.A., M.H. Lim, J.S. Wong, and L. Konnvai. 1992. *Characterization, distribution, and utilization of peat in Malaysia*. Pp 7-16. In B.Y. Aminuddin (ed.). *Tropical Peat. Proc of the int. Symp on Tropics Peatland, Kuching, Sarawak, Malaysia*.
- Najiyati, S., L. Muslihat, dan I.N.N. Suryadiputra. 2008. *Panduan Pengelolaan Lahan Gambut untuk Pertanian Berkelanjutan. Proyek Climate Change, Forest, and Peatlands in Indonesia. Wetlands International-Indonesia Programe dan Wildlife Habitat Canada*. Bogor, Indonesia.
- Nugroho, K. and B. Widodo. 2001. *The effect of dry-wet condition to peat soil physical characteristic of different degree of decomposition*. Pp. 94-102. Dalam Rieley, dan Page (Eds.). *Jakarta Symp. Proc, on Peatlands for People: Nat. Res. Funct. and Sustain. Manag.*
- Pramono, S., Sarie, F., Gandi, S., & Yani, I.M., 2018. *Pengaruh variasi Tahapan Pembebanan (Rasio Pembebanan) Terhadap Perilaku Pemampatan Tanah Gambut Tropis Berserat*. Jurnal PROTEKSI (Proyeksi Teknik Sipil), Fakultas Teknik, Universitas Palangka Raya.

- Rinaldo, Vicky. 1995. *Karakteristik Fisik dari Tanah Gambut di Desa Tampan, Riau dan Kota Gambut Banjarmasin*, Program Studi Teknik Sipil, Universitas Indonesia.
- Rollingss, M.P., and Rollingss JR, R.S., 1996. *Geotechnical Material in Construction*, McGraw-Hill, New York Washington, DC.
- Sarie, Fatma dan Sastro, S. D., 2015. *Pengaruh Pembebanan Terhadap Perilaku Tanah Gambut Berserat*. Jurnal PROTEKSI (Proyeksi Teknik Sipil), Fakultas Teknik, Univesitas Palangka Raya.
- Sosrodarsnomdan, Suyono & Kazuto Nakazawa, 2000. *Mekanika Tanah dan Teknik Pondasi*. PT.Pradya Paramita: Jakarta
- Stevenson, F.J. 1986. *Cycles of Soil Carbon, Nitrogen, Phosphorus, Sulfur and Micronutrients*. John Willey & Sons Inc. New York.
- Theodosius, G., Saleh, M., 2000, *Teori Soal dan Penyelesaian Kontruksi Baja I Jilid I*, Delta Teknik Group, Jakarta.
- Terzaghi K., Peck, R. B., 1967. *Soil Mechanics in Engineering Practice*, John Wiley & Sons, Inc., New York.
- Wahyunto, S. Ritung, Suparto, H. Subagio. 2005. *Sebaran Gambut dan Kandungan Karbon di Sumatera dan Kalimantan*. Proyk *Climate Change, Forests and Peatlands in Indonesia*. *Wetlands International-Indonesia Programme* dan *Wildlife Habitat Canada*. Bogor.
- Wesley, L. D., 1977. *Mekanika Tanah*. Badan Penerbit Pekerjaan Umum, Jakarta