

Stabilisasi Tanah Gambut Dengan Penambahan Material Kapur Dan Fly Ash Dari Sisa Pembakaran Cangkang Sawit Sebagai Subgrade Jalan

Dila Oktarise Dwina¹, Nazarudin², Dyah Kumalasari³, Ema Fitriani⁴

^{1,3,4}Prodi Teknik Sipil, Universitas Jambi

²Prodi Teknik Kimia, Universitas Jambi

²Pusat Studi Energi and Nano Material, LPPM, Universitas Jambi

^{1,2,3}Pusat Unggulan IPTEK Bio-Geo Material Energy, Universitas Jambi

diladwina@unja.ac.id

Diterima redaksi: 5 Maret 2021 | Selesai revisi: 6 April 2021 | Diterbitkan online: 28 April 2021

ABSTRAK

Tanah dasar merupakan pondasi bagi pekerjaan perkerasan jalan, tanah dasar yang memiliki kekuatan rendah mengakibatkan perkerasan yang dilakukan mudah mengalami keretakan. Untuk memperoleh lapisan pondasi yang kuat maka dibutuhkan pula tanah dasar yang baik. Tanah gambut memiliki sifat tidak menguntungkan bagi konstruksi. Maka dari itu perlu dilakukan perbaikan tanah untuk jenis-jenis tanah yang memiliki daya dukung tanah rendah seperti tanah gambut. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh dari penambahan 10% kapur dan fly ash cangkang sawit (10%, 15%, 20%, 25%) dengan masa pemeraman 7 hari dan 28 hari yang ditinjau dari nilai CBR. Hasil pengujian laboratorium menunjukkan bahwa semakin banyak kapur yang ditambahkan dan fly ash cangkang sawit dengan lamanya waktu pemeraman, maka nilai CBR yang diperoleh semakin meningkat. Nilai CBR mengalami kenaikan dan mencapai nilai maksimum pada penambahan kadar kapur 10% dan fly ash 25% dengan masa pemeraman selama 28 hari, yaitu sebesar 6,39%. Nilai tersebut mengalami kenaikan 3 kali lipat dari nilai CBR tanah gambut asli sebelum penambahan material lain yaitu sebesar 2,05%.

Kata kunci : fly ash, kapur, stabilisasi, tanah gambut, CBR

ABSTRACT

The subgrade which has weak bearing capacity must be improved prior construction. For road construction, a good subgrade is needed to get a strength base foundation layer. Peat have unfavorable soil properties for construction. Therefore, it is necessary to improve the soil for types that have low bearing capacity, such as peat. This study aims to analyze the effect of adding 10% lime, and (10%, 15%, 20%, 25%) fly ash of palm shells for 7 days and 28 days of curing. California bearing ratio (cbr) test was carried out to evaluate the increase the strength soil. The results showed that the addition of lime and fly ash of palm shells with its long curing time can increase the cbr value. The cbr value increased and reached maximum value of 6,39% ini addition 10% lime and 25% fly ash with a curing period of 28 days. This value has increased 3 times from the cbr value of native peat soil, which amounted to 2,05 %.

Keyword : fly ash, lime, stabilization, peat, CBR

1. Pendahuluan

Pembangunan dan perkembangan infrastruktur sipil semakin berkembang seiring dengan banyaknya kebutuhan manusia. Salah satunya adalah pelaksanaan

pembangunan jalan yang sering mengalami permasalahan yang disebabkan adanya sifat-sifat fisik tanah yang kurang baik dan rendahnya daya dukung tanah. Salah satu jenis tanah yang sering mengalami

permasalahan adalah tanah gambut. Berbagai penyelidikan terhadap daya dukung, tanah gambut menunjukkan bahwa daya dukungnya lebih rendah dari *soft clay*. Tanah gambut merupakan tanah yang memiliki kandungan organik > 75% (ASTM D-4427). Untuk menentukan kekuatan lapisan tanah dasar dengan cara pengujian CBR yang nilainya kemudian dipakai untuk menentukan tebal perkerasan yang diperlukan di atas lapisan dengan nilai CBR tertentu [1, 2].

Provinsi Jambi terbagi menjadi 11 Kabupaten dan memiliki luas lahan gambut seluas 716.839 ha (termasuk tanah mineral bergambut). Penyebaran tanah gambut yang relatif luas berada di empat wilayah Kabupaten yaitu Tanjung Jabung Timur seluas 266 ribu ha (37,2 %), Batanghari seluas 258 ribu ha (35,9 %), Tanjung Jabung Barat seluas 142 ha (19,8 %) dan sarolangun seluas 41 ribu ha (5,8 %). Tanah gambut di Provinsi Jambi salah satunya terletak di Kabupaten Tanjung Jabung Barat Desa Serdang Jaya Kecamatan Betara yang memiliki lahan gambut yang cukup luas dan sebagian besar di kelilingi oleh rawa-rawa. Seiring berkembangnya pembangunan prasarana fisik jalan sering terjadi permasalahan teknis yang berkaitan dengan karakteristik tanah, seperti semisalnya tanah gambut ini apabila dijadikan sebagai tanah timbunan untuk tanah dasar (*subgrade*) jalan raya harus memiliki daya dukung yang memenuhi standar, maka apabila tanah gambut dijadikan sebagai (*subgrade*) jalan raya perlu dilakukan perbaikan sifat-sifat tanah agar memiliki daya dukung yang baik.

Salah satu upaya yang dilakukan untuk memperbaiki tanah gambut yaitu dengan melakukan stabilisasi. Stabilisasi adalah upaya untuk memperbaiki sifat-sifat teknis tanah agar tanah tersebut sesuai dengan syarat yang ada dan dapat digunakan berdasarkan dengan fungsinya [3]. Metode stabilisasi tanah dibagi menjadi 2 yaitu stabilisasi secara mekanis dan stabilisasi secara kimiawi. Stabilisasi yang dipilih penulis dalam penelitian ini adalah stabilisasi kimiawi. Stabilisasi kimiawi adalah stabilisasi pencampuran tanah dengan bahan tertentu untuk memperbaiki

sifat-sifat teknis guna memiliki daya dukung tanah yang baik [4].

Berdasarkan latar belakang diatas, maka penelitian ini bertujuan untuk melakukan stabilisasi tanah gambut dengan memanfaatkan abu terbang (*fly ash*) yaitu sisa hasil pembakaran cangkang sawit yang dicampurkan dengan kapur untuk perbaikan konstruksi tanah dasar (*subgrade*) jalan. Alasan menggunakan *fly ash* karena mempunyai sifat *pozolanic* juga mempunyai sifat *self-cementing* (kemampuan untuk mengeras dan menambah kekuatan apabila bereaksi dengan air) dan dapat mengurangi limbah industri yang selama ini kurang dimanfaatkan, sedangkan untuk kapur bereaksi dengan air tanah sehingga dapat mengubah sifat tanahnya, dapat mengurangi kelekatan dan kelunakan tanah sehingga sifat mengembang dan menyusut karena kondisi airnya akan berkurang [5-14]

2. Tinjauan Pustaka

2.1. Tanah Gambut

Menurut Dunn dkk (1992) tanah gambut merupakan bahan organisme setengah lapuk yang berserat atau suatu tanah dengan kandungan bahan organisme berserat dalam jumlah kondisi yang besar. Lapisan dari tanah gambut merupakan tipe lapisan tanah lempung atau lanau yang sudah bercampur dengan serat-serat flora tumbuhan tebal diatasnya. Menurut Terzaghi dan Peck (1967), tanah gambut merupakan agregat yang berserat berasal dari butiran-butiran terkecil dan besar yang terdapat pada tumbuh-tumbuhan [15].

2.2. Klasifikasi Tanah

Sistem klasifikasi ini menjelaskan secara singkat sifat-sifat umum tanah yang sangat bervariasi namun tidak ada yang benar-benar memberikan penjelasan yang tegas mengenai kemungkinan pemakainya.

1. Sistem Klasifikasi Tanah Unified
 - a. tanah berbutir kasar jika tanah kurang dari 50% maka lolos saringan nomor 200. Simbol diawali dengan G untuk kerikil dan S untuk pasir.
 - b. Tanah berbutir halus jika tanah lebih dari 50% maka lolos saringan nomor 200. Simbol kelompok diawali dengan M untuk lanau atau O untuk lanau dan

lempung organik. Simbol Pt digunakan untuk gambut (*peat*), dan tanah dengan kandungan organik tinggi.

2. Sistem Klasifikasi Tanah AASHTO

Sistem klasifikasi AASHTO ini digunakan untuk menentukan kualitas tanah dalam peencanaan timbunan jalan *subbase* dan *subgrade*. Sistem ini terutama ditunjukkan untuk maksud-maksud dalam lingkup tersebut. Sistem klasifikasi AASHTO terbagi menjadi 8 kelompok tanah, A-1 sampai dengan A-8 termasuk subkelompok. Sistem klasifikasi AASHTO bermanfaat untuk menentukan suatu kualitas tanah untuk yang akan digunakan dalam pekerjaan konstruksi jalan yaitu lapis dasar (*subbase*) dan tanah dasar (*subgrade*).

2.3. Sifat Fisik Tanah

a. Kadar Air

Tanah gambut sering dijumpai di sekitar daerah hutan tropis dan daratan rendah dimana factor genangan air yang melimpah. Tanah gambut mempunyai kadar air lebih dari 100%.

b. Berat Jenis

Berat jenis dari berbagai jenis tanah berkisar antara 2,65 sampai 2,75 biasanya digunakan untuk tanah-tanah yang tak berkoheksi, sedangkan untuk tanah gambut berat jenis berkisar antara 1,25 sampai 1,80.

2.4. Stabilisasi Tanah

Stabilisasi tanah merupakan kegiatan yang dilakukan untuk memperbaiki sifat-sifat asli tanah yaitu dengan menambahkan suatu zat *additive* pada tanah yang berfungsi untuk meningkatkan kekuatan tanah dan dapat mempertahankan kuat geser tanah [16]. Terdapat beberapa tindakan yang dapat dilakukan untuk menstabilisasikan tanah antara lain adalah sebagai berikut :

1. Menambah kerapatan tanah.
2. Menambah material yang sudah tidak aktif sehingga dapat meningkatkan koheksi dan tahanan geser yang ada.
3. Menambah material agar terjadi perubahan-perubahan kimiawi dan fisis dari material tanah.
4. Menurunkan muka air tanah.
5. Mengganti sifat-sifat tanah yang tidak baik.

Terdapat beberapa metode yang digunakan dalam stabilisasi adalah sebagai berikut :

1. Stabilisasi mekanis Menurut Bowles (1991), stabilisasi mekanis dilakukan untuk penambahan kekuatan . atau daya dukung tanah. Tujuan dari stabilisasi ini yaitu untuk mendapatkan tanah yang berdaya dukung baik, usaha ini biasanya dilakukan dengan sistem pemadatan. Pemadatan secara mekanis ini menggunakan berbagai jenis peralatan berat seperti mesin gilas (*roller*), benda berat yang dijatuhkan, ledakan, tekanan statis, dan sebagainya.
2. Stabilisasi Kimiawi Stabilisasi tanah secara kimiawi adalah penambahan bahan kimia yang dapat merubah bentuk dan sifat-sifat yang kurang menguntungkan dari tanah biasanya digunakan untuk tanah yang berbutir halus [5-14].

2.5. California Bearing Ratio (CBR)

Pada umumnya perencanaan perkerasan jalan menggunakan cara empiris yang biasa dikenal dengan CBR (*California Bearing Ratio*). CBR dikembangkan oleh *California State Highway Departement* sebagai cara untuk menilai kekuatan tanah dasar (*subgrade*). Nilai CBR yang digunakan dalam perhitungan kekuatan pondasi jalan adalah pada penetrasi 0,1” dan penetrasi 0,2” untuk pengujian laboratorium. Rumus perhitungan dalam penentuan nilai CBR adalah sebagai berikut :

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

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

Kekuatan tanah dasar banyak bergantung pada kadar airnya. Semakin tinggi kadar airnya, semakin kecil kekuatan CBR dari tanah tersebut, hal itu tidak berarti bahwa tanah daar dipadatkan dengan kadar air rendah untuk mendapatkan nilai CBR yang tinggi karena kadar air tidak konstan pada nilai yang rendah.

Tabel 1 Klasifikasi Tanah Berdasarkan Nilai CBR, Untuk Perancangan Jalan

| CBR (%) | Description |
|---------|--------------------------------|
| 0 – 5 | Very poor |
| 5 – 10 | Poor to questionable sub grade |
| 10 – 20 | Fair questionable sub grade |

| | |
|---------|------------------------------|
| 20 – 30 | <i>Very good sub grade</i> |
| 30 – 50 | <i>Good base</i> |
| 50 – 80 | <i>Good gravel sub grade</i> |

3. Metodologi Penelitian

3.1. Teknik pengumpulan dan pengolahan data

Dalam penelitian ini analisis pengolahan data dilakukan setelah data terkumpul dari hasil pengujian di Laboratorium Fakultas Teknik Universitas Jambi dan di Laboratorium Dinas Pekerjaan Umum Pasir Putih Provinsi Jambi. Data-data yang diperoleh dari hasil pengujian ini disajikan dalam bentuk tabel, gambar, dan grafik yang kemudian dianalisa berdasarkan standar-standar SNI yang digunakan pada setiap pengujian. Dari hasil pengujian yang dilakukan pada tanah asli maka didapatkan data

1. Kadar Air
2. Data Berat jenis (GS)
3. Data Batas Atterberg
4. Data Analisis Saringan
5. Data Pemadatan standar
6. Data CBR

3.2. Metode analisis data

Dari hasil pengujian CBR peraman nilai daya dukung tanah asli dan tanah dengan

campuran *fly ash* dan kapur akan disajikan dalam bentuk tabel dan grafik untuk melihat peningkatan dan penurunan yang terjadi pada masa pemeraman. Analisis dalam penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik campuran *fly ash* dan kapur dalam stabilisasi tanah gambut. Sebelum dilakukan pengujian dalam penelitian ini, beberapa variasi sampel dipersiapkan terlebih dahulu, kemudian ditentukan untuk setiap masing-masing pengujian. Untuk lebih jelas jumlah sampel setiap variasi campuran yang akan digunakan dapat dilihat pada tabel berikut

Tabel 2. Jumlah Sampel Pada Pengujian Sifat Fisik Tanah

| No | Pengujian | Sampel | Jumlah |
|-------|-------------------|------------|--------|
| 1. | Kadar Air | Tanah asli | 3 |
| 2. | Berat Jenis | Tanah asli | 3 |
| 3. | Batas Cair | Tanah asli | 4 |
| 4. | Batas Plastis | Tanah asli | 2 |
| 5. | Pemadatan | Tanah asli | 5 |
| 6. | Analisis Saringan | Tanah asli | 1 |
| Total | | | 18 |

Sumber : hasil penelitian, 2019

Tabel 3. Jumlah Sampel Pada Pengujian CBR Peraman

| No | Pengujian | Waktu Pemeraman | Sampel | Jumlah |
|-------|-----------|-----------------|--|--------|
| 1. | CBR | 0 Hari | Tanah Asli | 3 |
| 2. | CBR | 7 Hari | 1. Tanah + 10% FA + 10% K 2. Tanah + 15% FA + 10% K 3. Tanah + 20% FA + 10% K 4. Tanah + 25% FA + 10% K | 12 |
| 3. | CBR | 28 Hari | 1. Tanah + 10%FA + 10% K 2. Tanah + 15% FA + 10% K 3. Tanah + 20% FA + 10% K 4. Tanah + 25% FA + 10% K | 12 |
| Total | | | | 27 |

Sumber : hasil penelitian, 2019

4. Analisis dan Pembahasan

4.1. Sifat fisik tanah gambut

Setelah dilakukan pengujian sifat fisik tanah gambut di laboratorium maka diperoleh data seperti tabel di bawah ini :

Tabel 4. Hasil Pengujian Sifat Fisik Tanah Gambut

| No | Pengujian | Hasil |
|----|-----------------------|---------|
| 1 | Kadar Air | 246,85% |
| 2 | Berat Jenis | 1,33 |
| 3 | Batas-Batas Atterberg | |
| | Batas Cair | 125,08 |
| | Batas Plastis | 125 |

| | |
|---|-------|
| Indeks Plastisitas | 0,08 |
| 4 Analisa Saringan | |
| Persentase Berat Tertahan di Saringan No. 200 | 7,93 |
| Persentase Lolos Saringan No.200 | 92,02 |

Sumber : hasil penelitian, 2019

Berdasarkan hasil pengujian sifat fisik tanah, tanah gambut tidak dapat diklasifikasikan berdasarkan tabel sistem klasifikasi AASHTO, karena pada tabel sistem klasifikasi AASHTO hanya membagi tanah kedalam kelompok A-1 sampai A-7. Tanah gambut termasuk kelompok tanah A-8. Kelompok tanah A-8 tidak dijelaskan dalam tabel tetapi merupakan kelompok tanah organik yang bersifat tidak stabil sebagai bahan lapisan struktur jalan raya, maka pada revisi terakhir oleh AASHTO kelompok A-8 tidak dijelaskan pada tabel sistem AASHTO namun ditetapkan berdasarkan klasifikasi visual (Sukirman, 1992). Selain sistem AASHTO dapat didukung dengan sistem klasifikasi tanah *Unifed* dengan melihat tabel klasifikasi tanah *Unifed*. Berdasarkan tabel klasifikasi dikelompokkan kedalam simbol Pt yang artinya gambut ("peat")

Tabel 5. Uji Pemadatan Standar di Laboratorium

| PERCOBAAN PEMADATAN | | | | | |
|--|-------|-------|-------|-------|-------|
| Penambahan Air (%) | 40 | 44 | 48 | 52 | 56 |
| Penambahan Air (cc) | 1000 | 1100 | 1200 | 1300 | 1400 |
| Berat Isi | | | | | |
| Berat Isi Kering | | | | | |
| $\gamma_d = \frac{\gamma_b \times 100}{100+W}$ | 0,462 | 0,501 | 0,557 | 0,540 | 0,496 |
| Kadar Air | | | | | |
| Kadar Air | 61,98 | 68,48 | 76,93 | 84,27 | 91,62 |

Sumber : hasil penelitian, 2019

Dari hasil uji pemadatan di laboratorium dengan menggunakan pemadatan standar maka diperoleh kadar air optimum sebesar 76,93 % dengan berat isi kering sebesar 0,557 g/cm³. Nilai kadar air optimum ini akan digunakan untuk pengujian selanjutnya yaitu uji CBR (*California Bearing Ratio*).

4.3. California Bearing Ratio (CBR) tanah asli

Pengujian CBR laboratorium yang dilakukan adalah pengujian CBR yang bersifat tanpa rendaman (*unsoaked*).

dengan kandungan organik tinggi. Berdasarkan sistem klasifikasi tanah *Unifed* tanah gambut diidentifikasi secara visual menurut ASTM *Designation* D-2488. Dilihat di ASTM *Designation* D-2488 komposisi utama tanah gambut terdiri dari serat tanaman mempunyai tekstur berbentuk serat sampai tidak berbentuk, berwarna coklat gelap sampai hitam, dan berbau organik.

4.2. Pemadatan

Uji pemadatan standar menggunakan sampel tanah kering udara yang lolos saringan nomor 4. Pada uji pemadatan mengambil sampel tanah sebesar 2,5 kg dan menambahkan air sedikit demi sedikit diaduk sampai merata. Bila tanah yang diaduk telah merata kemudian dikepalkan dengan tangan ketika dibuka tanah tidak hancur dan lengket ditangan. Hasil uji pemadatan didapatkan sebuah kurva pemadatan. Kurva pemadatan dibuat dengan cara menghubungkan nilai kadar air dan berat isi kering. Hasil uji pemadatan di laboratorium dapat dilihat pada tabel 5

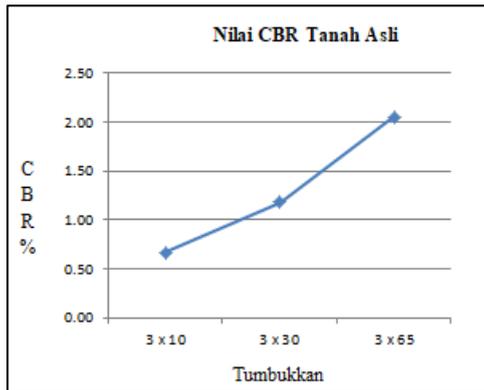
Pada pengujian CBR dilakukan uji CBR tanah asli, selanjutnya CBR peraman 7 hari dan 28 hari dengan kadar variasi kapur 10%, dan fly ash (10%, 15%, 20%, 25%).

a. Pengujian tanah asli

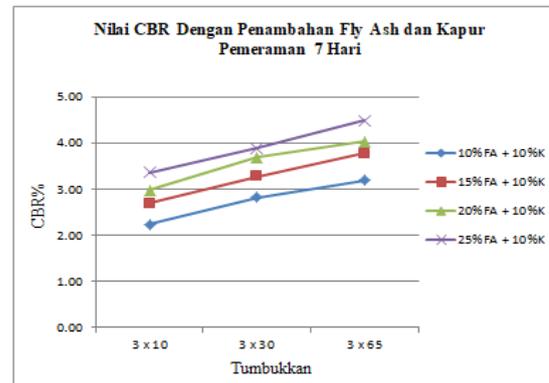
Tabel 6. Nilai Rata-Rata Harga CBR Tanah Asli

| Tumbukkan | Nilai Cbr |
|-----------|-----------|
| 3 × 10 | 0,67% |
| 3 × 30 | 1,18% |
| 3 × 65 | 2,05% |

Sumber : hasil penelitian, 2019



Gambar 1. Nilai CBR tanah asli
 Sumber : hasil penelitian, 2019



Gambar 2. Pengaruh Penambahan Fly Ash dan Kapur pada Pemeraman 7 Hari
 Sumber : hasil penelitian, 2019

Dari hasil pengujian CBR tanah asli didapatkan nilai CBR rata-rata sebesar 2,05% pada tumbukkan 3 × 65 sehingga tanah gambut asli ini tergolong tanah yang buruk karena kurang dari 6%. Dari kondisi tanah yang buruk maka tanah ini membutuhkan penangan seperti pemadatan secara mekanik ataupun dengan melakukan penambahan zat *additive* berupa *fly ash* dan kapur dengan masa pemeliharaan untuk menaikkan harga CBR.

b. Pemeraman 7 hari

Setelah melakukan pengujian pada CBR tanah asli, kemudian akan dilakukan pengujian CBR dengan menambahkan zat *additive* berupa *fly ash* (FA) dan kapur (K) dengan kadar bervariasi yaitu (10%FA + 10%K), (15% FA + 10% K), (20% FA + 10%K), (25% FA + 10%K). Tanah yang sudah dicampur masing-masing sampel akan diperam selama 7 hari kemudian akan di uji kekuatannya melalui uji CBR (*California Bearing Ratio*).

Adapun nilai CBR masa pemeraman selama 7 hari dengan campuran kadar bervariasi dan setiap sampel dilakukan 3 pengujian yaitu menggunakan tumbukkan 3 x 10, 3 x 30, 3 x 65 dapat dilihat pada rangkuman tabel 7.

Tabel 7. Nilai CBR dengan Pemeraman 7 hari

| Tumbukkan | 3x10 | 3x30 | 3x65 | Campuran |
|-----------|------|------|------|------------------|
| Nilai Cbr | 2,23 | 2,82 | 3,19 | 10% K+ 10% FA |
| | 2,69 | 3,27 | 3,77 | 10% K+ 15% FA |
| | 2,97 | 3,68 | 4,03 | 10% K+ 20% FA |
| | 3,36 | 3,89 | 4,48 | 10% K+ 25% FA |

Sumber : hasil penelitian, 2019

Nilai CBR mengalami peningkatan di setiap jenis variasi penambahan. Nilai CBR tertinggi yaitu pada penambahan campuran tanah gambut + 25% *fly ash* + 10% kapur sebesar 4,48% dengan tumbukkan sebanyak 3 × 65. Nilai CBR dengan masa pemeraman 7 hari dan penambah zat *additive* meningkat dua kali lipat lebih besar dari nilai CBR tanah gambut asli yaitu sebesar 2,05% dengan tumbukkan sebanyak 3 × 65. Sedangkan syarat CBR menurut Bina Marga untuk perkerasan jalan adalah 6%. Dalam masa pemeraman 7 hari nilai CBR lebih kecil dari 6%, karena pada masa pemeraman 7 hari nilai CBR tidak memenuhi syarat maka dilakukan pengujian dengan masa pemeraman selama 28 hari.

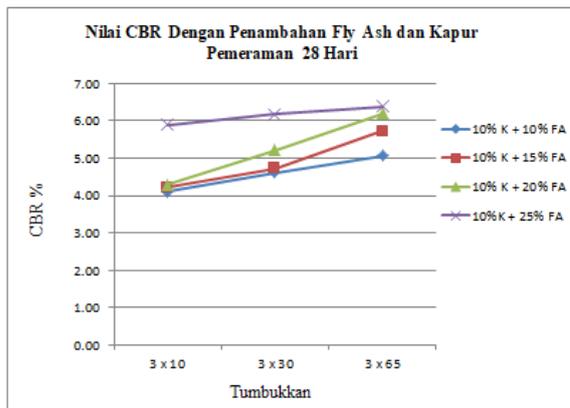
c. Pemeraman 28 hari

Pengujian ini dilakukan penambahan zat *additive* berupa *fly ash* (FA) dan kapur (K) dengan kadar variasi yang berbeda-beda yaitu (10%FA+10%K), (15%FA+10%K), (20%FA+10%K), (25%FA+10%K). Adapun nilai CBR masa pemeraman selama 28 hari dengan campuran kadar bervariasi dan setiap sampel dilakukan 3 pengujian yaitu menggunakan tumbukkan (3 x 10), (3 x 30), (3 x 65) dapat dilihat pada tabel 8.

Tabel 8. Nilai CBR dengan Pemeraman 28 hari

| Tumbukkan | 3x10 | 3x30 | 3x65 | Campuran |
|-----------|------|------|------|------------------|
| Nilai Cbr | 4,10 | 4,62 | 5,07 | 10% K+ 10% FA |
| | 4,22 | 4,73 | 5,72 | 10% K+ 15% FA |
| | 4,30 | 5,21 | 6,19 | 10% K+ 20% FA |
| | 5,89 | 6,17 | 6,39 | 10% K+ 25% FA |

Sumber : hasil penelitian, 2019



Gambar 3. Pengaruh Penambahan *Fly Ash* dan Kapur pada Pemeraman 28 Hari
Sumber : hasil penelitian, 2019

Hasil nilai CBR pada pemeraman 28 hari mengalami peningkatan di setiap jenis variasi penambahan. Nilai CBR pada penambahan

(10%FA+10%K) sebesar 5,07%, (15%FA+10%K) sebesar 5,72%, (20%FA+10%K) sebesar 6,19%, dan (25%FA+10%K) sebesar 6,39. Menurut standar Bina Marga yang di syaratkan sebagai tanah dasar untuk pembangunan jalan yaitu 6% dari perhitungan CBR dengan penambahan *fly ash* dan kapur pada waktu pemeraman 28 hari dengan variasi 25%FA+10%K sebanyak 65 tumbukkan telah memenuhi syarat yang ditentukan.

Berdasarkan pengujian CBR (California Bearing Ratio) berdasarkan variasi penambahan zat *additive* dan lama waktu pemeraman dapat dilihat rangkuman hasil perhitungan pada tabel 9.

Tabel 9. Rangkuman Nilai CBR Tanah Asli dan Tanah Campuran Dengan Lama Waktu Pemeraman

| Tanah Asli | Penambahan | 3 x 10 | | 3 x 30 | | 3 x 65 | |
|------------|---------------|--------|---------|--------|---------|--------|---------|
| | | 7 hari | 28 hari | 7 hari | 28 hari | 7 hari | 28 hari |
| 2,05% | 10% K+ 10% FA | 2,23% | 4,10% | 2,82% | 4,62% | 3,19% | 5,07% |
| | 10% K+ 15% FA | 2,69% | 4,22% | 3,27% | 4,73% | 3,77% | 5,72% |
| | 10% K+ 20% FA | 2,97% | 4,30% | 3,68% | 5,21% | 4,03% | 6,19% |
| | 10% K+ 25% FA | 3,36% | 5,89% | 3,89% | 6,17% | 4,48% | 6,39% |

Sumber : hasil penelitian, 2019

Pengujian CBR laboratorium mengalami perubahan dilihat dari tanah asli nilai CBR hanya sebesar 2,05%. Pada saat tanah dicampur dengan zat *additive* berupa *fly ash* dan kapur nilai CBR mengalami peningkatan. Semakin banyak penambahan zat *additive* dan semakin lama waktu pemeraman maka nilai CBR akan semakin meningkat. Hal ini dapat dilihat pada penambahan 10% *fly ash* + 10% kapur dengan tumbukkan 3 × 65 dan pada waktu pemeraman selama 7 hari mendapatkan nilai sebesar 3,19%. Kemudian pada penambahan 25% *fly ash* + 10% kapur dengan tumbukkan 3 × 65 dan pada waktu pemeraman selama 7 hari naik sebesar 4,48%. Pada waktu pemeraman 28 hari nilai CBR dengan penambahan 10% *fly ash* + 10% kapur sebanyak 3 × 65 tumbukkan mendapatkan nilai sebesar 5,07% dan untuk penambahan 25% *fly ash* + 10% kapur dengan tumbukkan 3 × 65 pada waktu pemeraman selama 28 hari nilai CBR semakin meningkat hingga 6,39%.

Persentase nilai CBR pada tanah campuran pemeraman 28 hari mengalami nilai kenaikan sebesar 0,7% - 1,3%.

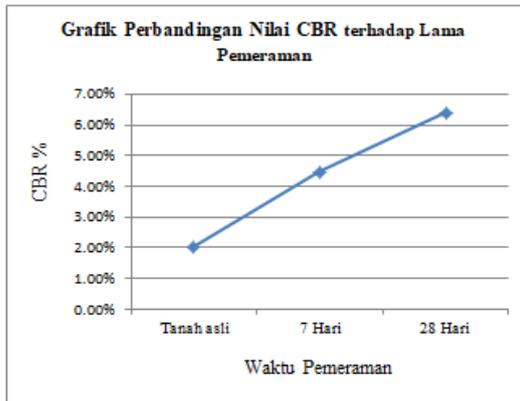
Peningkatan nilai CBR ini disebabkan terjadinya sementasi akibat penambahan *fly ash* dan kapur. Penambahan ini menyebabkan penggumpalan yang menyebabkan meningkatnya daya ikatan antara butiran, maka akan meningkatkan kemampuan saling mengunci antar butiran. Selain itu, rongga-rongga pori yang telah ada sebagian akan dikelilingi beban sementasi yang lebih keras, sehingga butiran tidak mudah hancur atau berubah bentuk karena pengaruh kadar air.

Untuk melihat kenaikan nilai CBR pada tanah asli, pemeraman 7 hari, dan pemeraman 28 hari dapat dilihat pada tabel 10 dan gambar 4 dibawah ini:

Tabel 10. Nilai CBR

| Kondisi Tanah | Nilai CBR |
|-------------------|-----------|
| Tanah Asli | 2,05% |
| Pemeraman 7 Hari | 4,48% |
| Pemeraman 28 hari | 6,39% |

Sumber : hasil penelitian, 2019



Gambar 4. Grafik Perbandingan Nilai CBR terhadap Lama Pemeraman

Sumber : hasil penelitian, 2019

Berdasarkan gambar 4.7 dapat dilihat lamanya waktu pemeraman dapat meningkatkan nilai CBR. Kenaikkan nilai CBR yang hanya diambil pada 1 kadar variasi yaitu dengan penambahan 25% *fly ash* + 10% kapur dengan tumbukkan sebanyak 3×65. Pada grafik diatas nilai CBR maksimum berada pada waktu pemeraman selama 28 dengan nilai CBR 6,39%. Nilai CBR campuran dengan waktu pemeraman 28 hari mengalami peningkatan 3 kali lipat dari nilai CBR tanah asli yang hanya sebesar 2,05%, sedangkan dalam waktu pemeraman 7 hari peningkatan nilai CBR hanya 2 kali lipat dari CBR tanah asli. Nilai CBR maksimum berada pada persentase campuran 25% *fly ash* + 10% kapur dengan nilai 6,39% pada waktu pemeraman 28 hari. Berdasarkan hasil pengujian CBR diketahui karakteristik tanah yang awalnya buruk setelah distabilisasi dengan menggunakan penambahan *fly ash* dan kapur dapat menunjukkan perubahan yang baik. Dari hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi solusi dalam permasalahan stabilisasi tanah dan dapat digunakan sebagai *subgrade* jalan.

5. Kesimpulan dan Saran

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian dan pembahasan sampel tanah, dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Dari hasil uji sifat fisik tanah asli yang dilakukan di laboratorium di klasifikasikan sebagai tanah gambut yang memiliki kadar air tinggi sebesar 246,85% sesuai dengan standar tanah gambut kadar air lebih dari 100%.
2. Berdasarkan uji batas Atterberg tanah yang dilakukan sesuai standar SNI 1966-2008 berdasarkan klasifikasi AASHTO diklasifikasikan kedalam A-5-7 yaitu tanah berlanau dan jika digunakan sebagai tanah dasar (*subgrade*) memiliki penilaian sedang sampai buruk.
3. Hasil pengujian CBR tanpa rendaman (*unsoaked*) nilai CBR maksimum yaitu pada campuran tanah + 25%FA + 10%K dengan lama pemeraman 28 hari sebesar 6,39%.

5.2. Saran

Dari penelitian yang telah dilakukan ada beberapa hal yang dapat disarankan, yaitu:

1. Penelitian selanjutnya disarankan meningkatkan kadar *fly ash* dan kapur untuk mendapatkan hasil yang lebih akurat, karena pada kadar 25% *fly ash* + 10% kapur menunjukkan kenaikan nilai CBR.
2. Disarankan untuk penelitian selanjutnya menggunakan *fly ash* pembakaran hasil batu bara.
3. Disarankan sebaiknya pada saat tanah telah dicampur dengan zat *additive* langsung dilakukan penumbukkan setelah itu baru lakukan pemeraman.

6. Daftar Pustaka

- [1] D. Wesley, *Mekanika Tanah*. Jakarta: Badan Penerbit Pekerjaan Umum, 1997.
- [2] ASTM, *Annual Book of Standart: Soil And Rock; Building Stones; Peats*. vol. 408, 1989.
- [3] H. C. Hardiyatmo, *Analisis dan Perancangan Fondasi* vol. 2. Yogyakarta: Gajah Mada University Press, 2010.
- [4] J. Bowles, *Analisis dan Desain Pondasi*, 4 ed. vol. 1. Jakarta: Erlangga, 1991.
- [5] R. M. Brooks, "Soil Stabilization with Fly Ash and Rice Husk Ash," *International Journal of Research and Reviews in Applied Sciences*, vol. 1, 2009.

- [6] U. D.Hakari and S.C.Puranik, "Stabilisation of Black Cotton Soils Using Fly Ash, HubballiDharwad Municipal Corporation Area, Karnataka, India," *Global Journal of Researches in Engineering Civil and Structural engineering*, vol. 12, 2012.
- [7] S. Dhakar and S. K. Jain, "Stabilization of Soil Using Flyash, Lime & Cement," *International Journal of Science and Research (IJSR)*, vol. 5, 2016.
- [8] Z. Ji-ru and C. Xing, "Stabilization of Expansive Soil by Lime and Fly Ash," *J. Wuhan Univ. Technol.-Mat. Sci. Edit.*, vol. 17, pp. 73–77, 2002.
- [9] B. D. Nath, M. K. A. Molla, and G. Sarkar, "Study on Strength Behavior of Organic Soil Stabilized with Fly Ash," *International Scholarly Research Notices*, vol. 2017, 2017.
- [10] U. Nugroho, "Stabilisasi Tanah Gambut Rawapening Dengan Menggunakan Campuran Portland Cement Dan Gypsum Sintetis (CaSO₄2H₂O) Ditinjau Dari Nilai California Bearing Ratio (CBR)," *Jurnal Teknik Sipil & Perencanaan* vol. 10, pp. 161-170, 2008.
- [11] A. Roy, "Soil Stabilization using Rice Husk Ash and Cement," *International Journal of Civil Engineering Research.*, vol. 5, pp. 49-54, 2014.
- [12] K. S., A. K. E., G. P., E. G., G. D., and T. S., "Soil Stabilization By Using Fly Ash," *IOSR Journal of Mechanical and Civil Engineering (IOSR-JMCE)*, vol. 10, pp. 20-26, 2014.
- [13] E. O. Tastan, T. B. Edil, C. H. Benson, and A. H. Aydilek, "Stabilization of Organic Soils with Fly Ash," *Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering*, vol. 137, 2011.
- [14] A. Toni, Muhardi, and G. Wibisono, "Stabilisasi Tanah Gambut Dengan Kapur Dan Abu Terbang Untuk Mengurangi Kebakaran Lahan," *Jom FTEKNIK*, vol. 4, 2017.
- [15] K. Terzaghi and B. P. Peck, *Mekanika Tanah Dalam Praktek Rekayasa*. Jakarta: Erlangga, 1967.
- [16] H. C. Hardiyatmo, *Teknik Pondasi 2*, 2 ed. Yogyakarta: Beta Offset, 2002.