

## PENGARUH PENAMBAHAN KAPUR DAN FLY ASH TERHADAP DAYA DUKUNG TANAH GAMBUT SEBAGAI SUBGRADE STRUKTUR PERKERASAN LENTUR

Muhyidin Arrosyid<sup>1</sup>, Miftahul Fauziah<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Prodi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia

<sup>2</sup> Prodi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia

\*miftahul.fauziah@uii.ac.id

### ABSTRAK

Tanah gambut memiliki daya dukung yang sangat rendah, sehingga diperlukan upaya untuk menaikkan daya dukungnya. Paper ini mempresentasikan hasil uji laboratorium tentang pengaruh penambahan bahan kapur dan *fly ash* sebagai bahan stabilisasi terhadap daya dukung *subgrade* tanah gambut dan kebutuhan tebal struktur perkerasan lentur jalan. Pengujian diawali dengan pemeriksaan sifat fisik dan mekanik tanah asli. Tahap berikutnya adalah pengujian *CBR* (*California Bearing Ratio*) pada benda uji dengan variasi penambahan kapur 5% dan variasi *fly ash* sebesar 0%, 5%, 15% dan 25% terhadap berat kering tanah asli, dengan variasi waktu pemeraman selama 0 hari, 3 hari dan 7 hari pada kondisi tanpa rendaman (*unsoaked*) dan rendaman (*soaked*). Hasil pengujian menunjukkan tanah gambut asli memiliki kadar air 352,12%, berat volume 1,10 gr/cm<sup>3</sup>, berat jenis 1,45 gr/cm<sup>3</sup> dan nilai *CBR unsoaked* 3,72% serta *CBR soaked* 3,42%. Setelah dilakukan stabilisasi nilai *CBR* semakin meningkat signifikan seiring penambahan kadar *fly ash* dan lama pemeraman. Peningkatan daya dukung tanah ini menghasilkan reduksi kebutuhan tebal lapis perkerasan (Bina Marga 2002) maupun reduksi perbaikan tanah asli (Bina Marga, 2013). Berdasar metode Bina Marga 2013 diperoleh tebal perkerasan sebesar 4 cm AC WC, 15,5 cm AC BC, dan 15,5 cm 15 cm LPA dan LPB, dengan rekomendasi tebal timbunan perbaikan pada tanah asli. Berdasar metode Bina Marga 2002 diperoleh desain tebal perkerasan 20 cm Laston dan 15 cm LPA dan berturut turut tebal LPB semakin mengecil dengan penambahan *fly ash* yaitu 12,5 cm, 7,5 cm, 2,5 cm dan pada kadar *fly ash* 25% tidak membutuhkan LPB.

Kata kunci : gambut, *fly ash*, *CBR*, tebal perkerasan

### ABSTRACT

Peat soils have a very low carrying capacity, so it needed to improve their bearing capacity. This paper presents the results of laboratory experiment on the effect of lime and fly ash addition as stabilization materials to the bearing capacity of peat for subgrade and to the thickness of flexible pavement structures. Testing begins with an observation of the physical and mechanical properties of the original peat soil. Then, the *CBR* (*California Bearing Ratio*) test on the specimen with variation of 5% lime and fly ash variation of 0%, 5%, 15% and 25% to the dry weight of the original soil, with variation of curing time of 0 days, 3 days and 7 days under un soaked and soaked conditions. Result shows that the original peat soil has moisture content of 352,12%, volume weight of 1,10 gr/cm<sup>3</sup>, density of 1,45 gr/cm<sup>3</sup>, *CBR un soaked* of 3,72% and *CBR soaked* 3,42%. The *CBR* value of stabilized soils were increased significantly with the addition of fly ash and curing duration. This increasing of soil bearing capacity resulted in reduction of pavement thickness (Bina Marga 2002) and reduction of soil improvement (Bina Marga, 2013). Based on of Bina Marga (2013) method, the required pavement thickness are of 4 cm AC WC, 15.5 cm AC BC, and 15.5 cm 15 cm of base course and sub base course, with recommendation of soil improvement for original soil. The pavement thickness using Bina Marga (2002) method require of 20 cm surface course and 15 cm base course, and for the sub base course it was thickened by the addition of fly ash which is 12.5 cm, 7.5 cm, 2.5 cm and at it does not need a sub base course for the content of 25% fly ash

Keywords : peat, *fly ash*, pavement thickness.

## PENDAHULUAN

Pelaksanaan pembangunan jalan sering mengalami permasalahan yang disebabkan oleh sifat-sifat fisik dan rendahnya daya dukung tanah. Salah satu tanah yang sering menimbulkan permasalahan adalah tanah gambut, yang memiliki ciri daya dukung yang sangat rendah, termasuk diantaranya adalah tanah yang terletak di sekitar Rawa Pening yang berada di Desa Asinan, Kecamatan Bawen, Kabupaten Semarang. Rawa Pening merupakan salah satu danau yang memiliki keindahan yang menakjubkan dan berpotensi menjadi wisata tingkat dunia. Danau tersebut mengalami pendangkalan oleh tanah gambut akibat debris aliran sungai dari hulu. Pembangunan infrastruktur jalan raya di sekitar danau tersebut memerlukan upaya perbaikan tanah, antara lain dengan melakukan stabilisasi.

Stabilisasi tanah bisa dilakukan dengan dua macam cara, yaitu stabilisasi mekanik dan kimiawi. Berbagai penelitian tentang stabilisasi kimiawi telah dilakukan sebelumnya, antara lain oleh Rakhman (2002), yang melakukan penelitian Stabilisasi Tanah Gambut Rawa Pening dengan Semen dan *Gypsum Sintesis*. Nilai *CBR* maksimum yang dihasilkan terdapat pada campuran 5% PC + 10% *gypsum sintesis* dengan kadar air optimum 80% pada masa perawatan 28 hari. Pada kondisi ini nilai *CBR* pada tiap-tiap campuran mempunyai nilai lebih besar 5%. Nilai *CBR* 5% merupakan persyaratan Bina Marga bagi tanah, untuk dijadikan *subgrade* jalan.

Tanah gambut terbentuk dari sisa pepohonan ataupun binatang yang terlambat pelapukannya. Walaupun sudah dalam waktu yang lama dalam proses pelapukannya, dalam tanah gambut kadar sisa tumbuhan, air, dan sejenisnya mendominasi daripada kadar tanah, sehingga terdapat pori-pori (*void*) yang besar antar partikel tanah. Sifat-sifat fisik tanah tergantung pada jumlah, ukuran, bentuk, susunan dan komposisi mineral dari partikel-partikel tanah, macam dan jumlah bahan organik, volume dan bentuk pori-porinya serta perbandingan air dan udara menempati pori-pori pada waktu tertentu (Nyakpa dkk,1986).

Untoro (2016) melakukan penelitian tentang stabilisasi Tanah Gambut Rawa Pening dengan menggunakan *Portland Cement* dan *Gypsum Sintesis* ditinjau dari nilai *CBR*. Hasil penelitiannya menunjukkan peningkatan nilai *CBR* dengan penambahan PC dan *gypsum sintesis* dan masa pemeraman. Nilai *CBR* yang dihasilkan mengalami kenaikan dan mencapai nilai maksimum pada kadar PC 5% dan *gypsum sintesis* 15% dengan masa pemeraman 7 hari yaitu sebesar 8,985%.

Kajian tentang “Stabilisasi Tanah Gambut Menggunakan Campuran Serbuk Bata Merah” telah dilakukan oleh Teknikal dkk (2016), yang melakukan serangkaian tes *CBR* laboratorium pada tanah sampel yang diperoleh dari desa Asinan, Kecamatan Bawen,

Kabupaten Semarang, untuk menyelidiki efek campuran bata merah pada nilai-nilai *CBR* dari tanah. Sampel tanah diperlakukan dengan bata merah dengan variasi 0%, 3%, 5%, 7%, 9%, 11%, 13% dan 15% . Nilai *CBR* terendam mencapai titik optimum 4,97% dan untuk *CBR* tidak terendam pada nilai 5,47% pada varian campuran 11%.

Penelitian tentang “Stabilisasi Tanah Residual Depok Dengan Kapur Sebagai Lapis Perkerasan telah dilakukan oleh Minaroy (2011). Hasilnya nilai *CBR unsoaked* tanah asli sebesar 50,71%, sedangkan dalam keadaan *soaked* dengan kapur 10% dan diperam satu hari 78,27%. Untuk keadaan *soaked* relatif stabil dengan campuran kapur 10% dan nilai *CBR* tanah asli 11,34%.

Huri dkk (2013) belum lama juga meneliti tentang “ Stabilisasi Tanah Dengan *Fly Ash* Dan Semen (*PC*) Untuk Badan Jalan PLTU Asam-Asam dengan memanfaatkan limbah batubara (*fly ash*). Hasil uji *CBR* dengan berbagai variasi campuran dalam kondisi rendam (*soaked*) dan waktu peram 0 hari, 4 hari dan 7 hari menunjukkan adanya kenaikan berkisar antara (5,51 – 16,31)%. Dipilih campuran optimum (4%*PC*+8%*FA*) peram 4 hari yang menghasilkan nilai *CBR* sebesar 14,80% meskipun lebih kecil 2.5% dibandingkan nilai *CBR* maksimum pada campuran (4.5%*PC*+8%*FA*) pemeraman 4 hari sebesar 16.31% dengan pertimbangan penggunaan semen efisien.

“Stabilisasi Tanah Gambut Dengan Tanah Non Organik Dan Semen Sebagai Timbunan Jalan” dengan kadar semen yang digunakan sebesar 5%, 7.5%, dan 10% dari berat kering campuran, telah diteliti oleh Nugroho (2012). Dari penelitian yang dilakukan diperoleh hasil menaikkan nilai *CBR* dan kuat tekan bebas serta menurunkan indeks pengembangan. Pencampuran tanah gambut dengan tanah non organik dengan perbandingan (60:40) dan distabilisasi dengan semen 8% akan 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.

Berbeda dengan penelitian sebelumnya, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui sifat fisik dan mekanik tanah gambut Desa Asinan, Kecamatan Bawen, Kabupaten Semarang pada kondisi asli tanpa stabilisasi, mengetahui pengaruh penambahan kapur dan *fly ash* sebagai bahan stabilisasi tanah gambut terhadap nilai *CBR* dan kebutuhan tebal perkerasan lentur berdasarkan metode Bina Marga 2002 dan Bina Marga 2013.

Sifat fisik tanah gambut Rawa Pening ditinjau dari kadar abu, kadar serat dan kemampuan dalam menyerap air dapat dilihat pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1 Kadar Abu, Kadar Serat dan Kemampuan Menyerap Air Tanah Gambut Asli

|          |                               | Batasan (%)     | Hasil Uji (%) |
|----------|-------------------------------|-----------------|---------------|
| <b>A</b> | <b>Kadar Abu</b>              |                 |               |
|          | <i>High Ash</i>               | > 5             | <b>37,73</b>  |
| <b>B</b> | <b>Kadar Serat</b>            |                 | -             |
|          | <i>Hemic</i>                  | 33 - 67         | <b>62,27</b>  |
| <b>C</b> | <b>Kemampuan Menyerap air</b> |                 |               |
|          | <i>Moderately Absorbent</i>   | > 300 dan < 800 | <b>561,67</b> |

Sumber : Rakhman (2002)

Kapur yang dapat digunakan sebagai bahan stabilisasi adalah kapur Tohor ( $CaO$ ), dimana kapur tersebut 100% lolos saringan no. 50 dan tidak lebih 15% lolos saringan no. 75. Kapur juga dapat bereaksi dengan bahan-bahan kimia yang lain dalam proses stabilisasi tanah, seperti bahan abu terbang (*fly ash*).

Menurut SNI S-15-1990-F (Wardani, 2008), spesifikasi abu terbang sebagai bahan tambah, abu batubara (*fly ash*) digolongkan menjadi 3 jenis, yaitu klas F, klas C dan Klas N. *Fly ash* Kelas F dihasilkan dari pembakaran batubara jenis *antrasit* dan *bituminous*, Kelas C dihasilkan dari pembakaran batu bara jenis *lignite* dan *subbituminous*, pada umumnya memiliki *silica* di atas 10%, sedangkan Kelas N bersifat *pozzolan* alam, seperti tanah *diatome*, *shale*, *tufa*, abu gunung berapi atau *pumice*. *Fly ash* merupakan material yang memiliki ukuran butiran yang halus, berwarna keabu-abuan dan diperoleh dari hasil pembakaran batu bara. Pada intinya *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 carbon. (Wardani, 2008).

Pada penelitian ini *fly ash* yang digunakan adalah *fly ash* kelas C, yang terbuat dari batu bara *lignite* dan *subbituminous* serta mempunyai kandungan *silica* ( $SiO_2$ ) dan kapur ( $CaO$ ) lebih dari 10% dalam pengujian di laboratorium kimia. Hasil pengujian kandungan *fly ash* dapat pada laboratorium kimia bisa dilihat pada Tabel 2 berikut.

Tabel 2 Hasil Laboratorium Kimia Kandungan *Fly Ash*

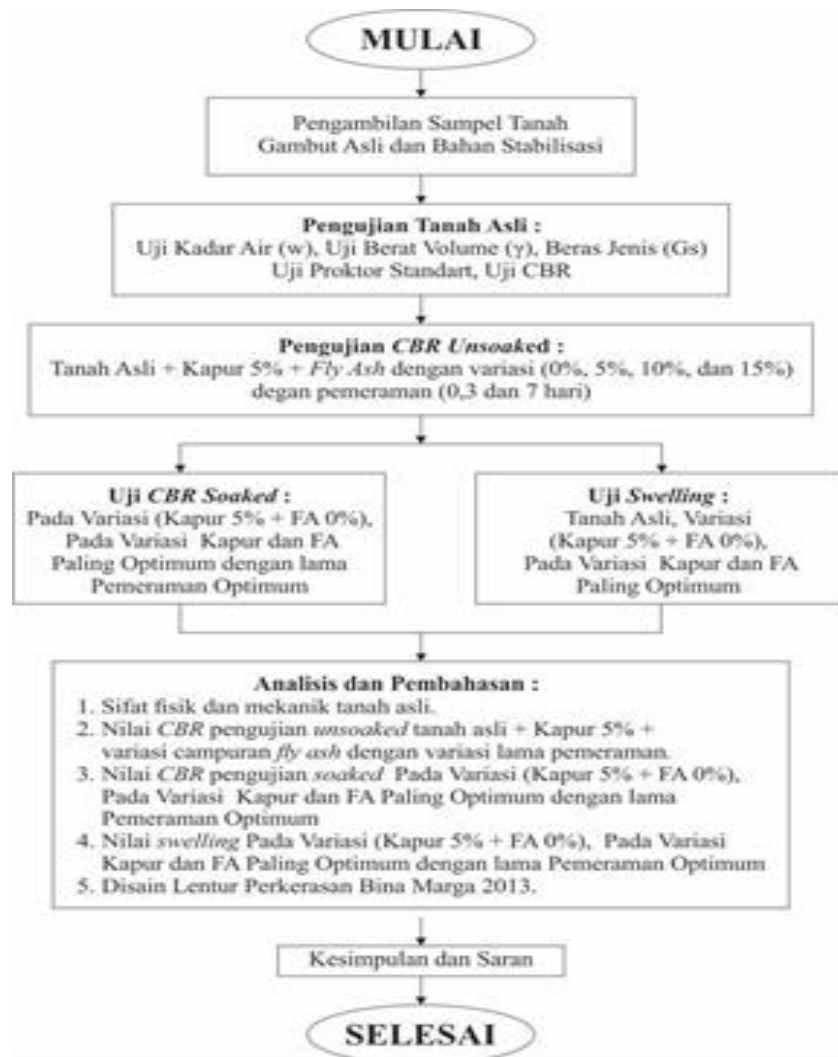
| No | Komponen Pengujian                 | Hasil Pengujian (%) |
|----|------------------------------------|---------------------|
| 1  | <i>Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub></i> | 3,2                 |
| 2  | <i>SiO<sub>2</sub></i>             | 20,9                |
| 3  | <i>Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub></i> | 62,7                |
| 4  | <i>CaO</i>                         | 11,1                |
| 5  | <i>TiO<sub>2</sub></i>             | 0,69                |
| 6  | <i>MgO</i>                         | 0,00                |
| 7  | <i>Na<sub>2</sub>O</i>             | 0,00                |
| 8  | <i>SO<sub>3</sub></i>              | 1,26                |

Sumber : CV. Lestari dalam Azhari (2017)

## METODE PENELITIAN

Abu terbang (*fly ash*) diperoleh dari CV. Lestari Jl. Imogiri Bantul yang merupakan distributor *fly ash* dari PLTU Paiton Jawa Timur. Kapur yang digunakan diperoleh dari industri kapur Sardonoharjo, Ngaglik, Sleman. Penambahan bahan *stabilizer* dilakukan dengan kapur 5% dan variasi *fly ash* 0%; 5%; 15% dan 25% dengan pemeraman 0 hari, 3 hari dan 7 hari. Pengujian *CBR* tanpa terendam (*unsoaked*) dilakukan pada semua variasi sampel, sedangkan *CBR* rendaman (*soaked*) dilakukan pada variasi *CBR* Optimum dan variasi *CBR* kapur tanpa *fly ash* (kapur 5%+*fly ash* 0%) . Perencanaan tebal lapis perkerasan menggunakan metode desain perkerasa jalan Bina Marga 2002 dan Bina Marga 2013.

Metode penelitian adalah alur atau skema urutan penelitian yang dilakukan dari awal hingga akhir yang mencakup semua pekerjaan penelitian. Metode penelitian yang akan dilakukan dapat dilihat pada Gambar 1 berikut.



Gambar 1 Bagan Alir Penelitian

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### 1. Sifat Fisik dan Mekanik Tanah Gambut Asli

Rekapitulasi hasil pengujian sifat fisik tanah asli dapat dilihat pada Tabel 3 berikut.

Tabel 3 Rekapitulasi Hasil Pengujian Fisik Tanah Asli

| No. | Pengujian                    | Hasil   | Satuan             |
|-----|------------------------------|---------|--------------------|
| 1   | Kadar Air                    | 352,13  | %                  |
| 2   | Berat Volume Basah           | 1,10    | gr/cm <sup>3</sup> |
| 3   | Berat Jenis (Gs)             | 1,45    | gr/cm <sup>3</sup> |
| 4   | Uji Proktor Standar          |         |                    |
|     | Kadar Air Optimum            | 112, 84 | %                  |
|     | Berat Volume Kering Maksimal | 0,55    | gr/cm <sup>3</sup> |

Berdasar hasil pengujian sifat fisik tanah asli, selanjutnya dilakukan pengujian *CBR* (*California Bearing Ratio*) pada setiap variasi yang telah ditetapkan. Pengujian *CBR* tanpa rendaman (*unsoaked*) dilakukan pada semua variasi campuran *stabilizer* sedangkan *CBR* rendaman (*soaked*) dilakukan hanya pada variasi paling optimum dan pada variasi penambahan bahan kapur tanpa *fly ash* yaitu kapur : *fly ash* (5% + 0%). Pengujian *CBR* tanpa rendaman (*unsoaked*) dilakukan pada semua variasi campuran *stabilizer* sedangkan *CBR* rendaman (*soaked*) dilakukan hanya pada variasi paling optimum dan pada variasi penambahan bahan kapur tanpa *fly ash* yaitu kapur : *fly ash* (5% + 0%). Rekapitulasi hasil pengujian *CBR* tanah asli, kondisi *unsoaked* dan *soaked* dapat dilihat pada Tabel 4 berikut.

Tabel 4 Rekapitulasi Hasil Pengujian *CBR* Tanah Asli

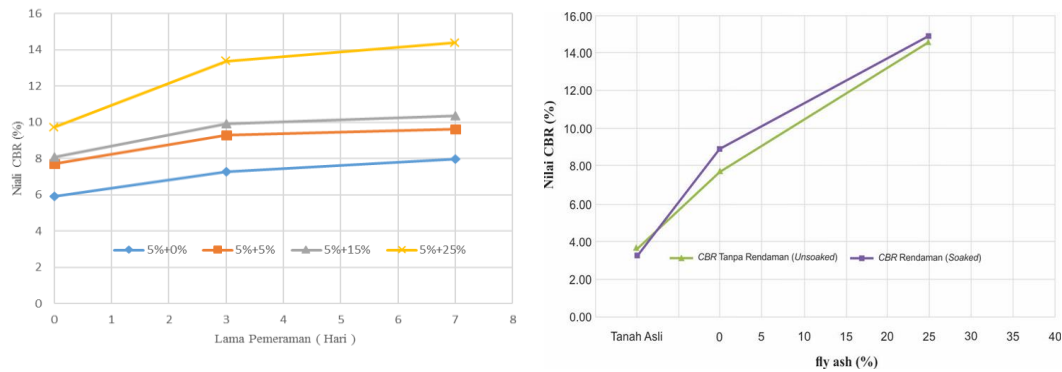
| Jenis <i>CBR</i>                              | Nilai <i>CBR</i> |
|-----------------------------------------------|------------------|
| Tanah Asli Tanpa Rendaman ( <i>Unsoaked</i> ) | 3,72 %           |
| Tanah Asli Rendaman ( <i>Soaked</i> )         | 3,42 %           |

Secara umum sampel tanah asli berwarna coklat kehitaman, mempunyai serat yang cukup tinggi, serta memiliki kadar air yang sangat tinggi sebesar 352,13%. Dilihat dari sifat fisik sampel ini dapat dipastikan bahwa tanah yang digunakan pengujian merupakan tanah gambut. Nilai berat jenis sebesar 1,45 dan berat volumenya sebesar 1,10 gr/cm<sup>3</sup>.

Sifat mekanik tanah asli dilihat menggunakan pengujian *CBR* pada tanah asli. Hasil pengujian *CBR* tanah asli menunjukkan rendahnya nilai *CBR* rata-rata tanah asli, yaitu 3,72% untuk *CBR* tanpa rendaman (*unsoaked*) dan 3,42% untuk *CBR* rendaman (*soaked*), sehingga tanah gambut asli ini tergolong tanah yang membutuhkan stabilisasi.

## 2. Pengaruh Penambahan Kapur dan *Fly Ash* Terhadap Nilai *CBR*

Hubungan antara penambahan kadar kapur dan *fly ash* terhadap *CBR unsoaked* dapat dilihat dengan grafik pada Gambar 2. Dari Gambar 2 (kiri) dapat dilihat bahwa nilai *CBR* tanah asli yang dicampurkan dengan kapur dan *fly ash* mengalami peningkatan nilai *CBR*, berbanding lurus dengan setiap penambahan prosentase kapur dan *fly ash*. Peningkatan ini diakibatkan oleh kapur sebagai *stabilizer* pendorong dari *fly ash* yang membuat kerja *fly ash* menguat signifikan seiring bertambahnya kadar *fly ash*.



Gambar 2 Grafik Nilai *CBR* pada berbagai Variasi Lama Rendaman, Kadar *Fly Ash*(a) dan pada Kondisi dengan dan tanpa Rendaman (b)

Lama pemeraman yang dilakukan juga mempengaruhi besarnya peningkatan nilai *CBR*, dimana semakin lama pemeraman yang dilakukan maka nilai kuat daya dukung tanah semakin meningkat. Nilai *CBR* terbaik (optimum) terjadi pada variasi (kapur 5%+*fly ash* 25%) pada pemeraman 7 hari. Gambar 3 (b) menunjukkan terjadinya kenaikan nilai nilai daya dukung tanah pada pengujian dengan rendaman (*soaked*) mengalami peningkatan signifikan namun nilai *CBR* antara *CBR unsoaked* dan *soaked* tidak ada perbedaan signifikan, sehingga nilai *CBR* pada kondisi *unsoaked* dan *soaked* bisa dianggap sama. Perbandingan ini menunjukkan bahwasannya tanah yang dilakukan pemeraman dalam waktu 7 hari sudah mencapai tingkat kepadatan maksimum, sehingga rongga-rongga udara pada tanah sudah tidak bisa terisi oleh air dan tanah tidak menjadi lembek.

### 3. Pengaruh Penambahan Kapur dan *Fly Ash* Terhadap Desain Perkerasan Jalan

Perencanaan Tebal Perkerasan dilakukan dengan Desain Perkerasan Jalan BM 2013 diperoleh tebal lapis perkerasan yang sama yaitu AC WC 4 cm, AC BC 15,5 cm, LPA 15 cm dan LPB 15,5 cm, hanya berbeda rekomendasi desain tanah dasar (*subgrade*). *Subgrade* tanah asli direkomendasikan untuk dilakukan tebal timbunan pilihan dengan tebal 30 cm, sedangkan untuk beberapa variasi penambahan kadar *fly ash* tidak perlu dilakukan perbaikan disebabkan oleh sudah memenuhi syarat minimal yaitu 6%. Rekapitulasi rekomendasi desain *subgrade* dapat dilihat pada Tabel 5 berikut.

Tabel 5 Rekapitulasi Rekomendasi Desain *Subgrade* Bina Marga 2013

| No | <i>fly ash</i><br>(%) | <i>CBR</i><br>(%) | Tebal Timbunan <i>Subgrade</i> (cm) |
|----|-----------------------|-------------------|-------------------------------------|
| 1  | Tanah Asli            | 3,72              | 30                                  |
| 2  | 0                     | 8,19              | $CBR \geq 6\%$ tidak perlu timbunan |
| 3  | 5                     | 9,62              | $CBR \geq 6\%$ tidak perlu timbunan |
| 4  | 15                    | 10,35             | $CBR \geq 6\%$ tidak perlu timbunan |
| 5  | 25                    | 14,39             | $CBR \geq 6\%$ tidak perlu timbunan |

Setelah dilakukan desain tebal perkerasan menggunakan BM 2013, dilanjutkan dengan melakukan desain tebal perkerasan menggunakan BM 2002 karena kedua metode ini saling berkaitan dalam prosedurnya. Rekapitulasi hasil desain tebal perkerasan menggunakan BM 2002 dapat dilihat pada Tabel 6 berikut.

Tabel 6 Rekapitulasi Desain Tebal Perkerasan Menggunakan BM 2002

| No | <i>fly ash</i><br>(%) | <i>CBR</i><br>(%) | Lapis Perkerasan (cm) |                       |                     |         |
|----|-----------------------|-------------------|-----------------------|-----------------------|---------------------|---------|
|    |                       |                   | Laston                | Lapis Pondasi<br>Atas | Lapis Pondasi Bawah |         |
|    |                       |                   |                       |                       | Desain              | Dipakai |
| 1  | Tanah Asli            | 3,72              | 20                    | 15                    | 30                  | 30      |
| 2  | 0                     | 8,19              | 20                    | 15                    | 12,5                | 15      |
| 3  | 5                     | 9,62              | 20                    | 15                    | 7,5                 | 15      |
| 4  | 15                    | 10,35             | 20                    | 15                    | 2,5                 | 15      |
| 5  | 25                    | 14,39             | 20                    | 15                    | 0                   | 0       |

Berdasar Tabel 6 di atas dapat dilihat bahwa hasil perencanaan tebal lapis perkerasan menggunakan metode Bina Marga 2002 pada *CBR* tanah asli menghasilkan tebal perkerasan yang sangat tebal sebesar 65 cm, hal ini disebabkan tanah belum dilakukan stabilisasi atau diberi timbunan pilihan yang menyebabkan dibutuhkan tebal lapis perkerasan yang tebal. Tanah yang sudah dilakukan stabilisasi dengan kapur 5% dan variasi *fly ash* (0%, 5%, 15%, dan 25%) menghasilkan tebal perkerasan semakin kecil seiring bertambah besarnya variasi *fly ash*, bahkan untuk *CBR* terbesar 14,39% tidak diperlukan tebal lapis pondasi bawah

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian di laboratorium dan analisa data pencampuran bahan tambah Kapur 5% dan variasi *fly ash* dengan tanah asli di daerah Rawa Pening, Kabupaten Semarang, dapat disimpulkan sebagai berikut.

1. Sifat fisik tanah gambut asli berwarna coklat kehitaman, mempunyai serat yang cukup tinggi, serta memiliki kadar air yang sangat tinggi sebesar 352,13%, nilai berat jenis sebesar 1,45 gr/cm<sup>3</sup> dan berat volumenya sebesar 1,10 gr/cm<sup>3</sup>. Besarnya nilai daya dukung tanah gambut asli juga sangat rendah, yaitu pada kondisi *unsoaked* sebesar 3,72%, sedangkan *CBR* rendaman (*soaked*) 3,42%.
2. Hasil pengujian *CBR* tanpa rendaman (*unsoaked*) laboratorium tanah gambut dengan kapur 5% dan variasi *fly ash* (0%, 5%, 15% dan 25%) diperoleh nilai *CBR* sebagai berikut. Semakin besar kadar *fly ash*, nilai *CBR* semakin membesar yaitu berturut-turut sebesar 7,26%, 9,30%, 9,90% dan 13,37%. pada kondisi *soaked*, sedangkan pada kondisi *unsoaked* sebesar 8,19%, 9,62%, 10,35% dan 14,39%. Hasil pengujian *CBR* dengan rendaman (*soaked*), variasi *fly ash* optimum yaitu pada kadar 25% dengan lama pemeraman 7 hari adalah sebesar 14,96%.
3. Berdasarkan metode Bina Marga 2013, untuk tanah asli diperoleh tebal AC WC 4 cm, AC BC 15,5 cm, Lapis Pondasi Atas 15 cm, dan Lapis Pondasi Bawah 15 cm, dengan rekomendasi stabilisasi kapur atau timbunan pilihan 30 cm. Tanah yang distabilisasi menghasilkan tebal perkerasan yang sama dengan tanah asli, hanya berbeda jenis rekomendasi untuk desain pondasinya. Berdasarkan metode Bina Marga 2002, tanah asli membutuhkan tebal Laston 20 cm, Lapis Pondasi Atas Kelas A setebal 7,5 cm (dipakai 15 cm), dan Lapis Pondasi Bawah Kelas A setebal 30 cm. Penambahan kadar *fly ash* dapat mereduksi kebutuhan tebal lapis Pondasi Bawah, yang semakin mengecil seiring bertambahnya kadar *fly ash*, yaitu 12,5 cm, 7,5 cm, 2,5 cm dan 0 cm) namun dipakai syarat minimum 15 cm, kecuali pada kadar *fly ash* 25% tidak membutuhkan Lapis Pondasi Bawah.

## SARAN

Penelitian selanjutnya disarankan meningkatkan kadar *fly ash* dan menambah durasi lama pemeraman yang digunakan, karena pada kadar maksimum *fly ash* 25%, dan durasi pemeraman 7 hari masih menunjukkan kenaikan nilai *CBR*

## DAFTAR PUSTAKA

- Azhari, H.M, Pemanfaatan *Fly Ash* Sebagai Bahan Pengganti Semen Terhadap Karakteristik *Paving Block*, *Skripsi*, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Islam Indonesia Bina Marga, , 2013, *Manual Disain Perkerasan Jalan*. Jakarta
- Bina Marga, 2002, *Manual Disain Perkerasan Jalan*. Jakarta
- Huri, A.D, Yulianto, K dan Hardiyati, S. 2015, Stabilisasi Tanah Dengan *Fly Ash* Dan Semen Untuk Badan Jalan PLTU Asam-Asam, *Skripsi*, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Diponegoro.
- Minaroy, I.T. 2011, Stabilisasi Tanah Residual Depok Dengan Kapur Sebagai Lapisan Perkerasan, *Skripsi*, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Indonesia.
- Nyakpa, H, Lubis, Nugroho, Diha, Hong dan Bailey, 1986. *Dasar-dasar Ilmu Tanah*. Penerbit Universitas Lampung, Lampung.
- Nugroho, S.A. 2012, Stabilisasi Tanah Gambut Riau Menggunakan Campuran Tanah Non Organik Dan Semen Sebagai Bahan Timbunan Jalan, *Skripsi*, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Riau.
- Rakhman, Y. A. 2002. Stabilisasi Tanah Gambut Rawa Pening Dengan Semen dan Gypsum Sintetis ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ), *Tesis*, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Diponegoro.
- Tecnikal D, Surjandari N.S dan Dananjaya H, 2016. Stabilisasi Tanah Gambut Menggunakan Campuran Serbuk Bata Merah Ditinjau Dari Pengujian *CBR*, *Jurnal Matriks*, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Sebelas Maret, Surakarta.
- Untoro, N. 2016. Stabilisasi Tanah Gambut Rawapening Dengan Menggunakan Campuran Portland Cement Dan Gypsum Sintesis ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) Ditinjau Dari Nilai California Bearing Ratio (*CBR*), *Skripsi*, Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Negeri Semarang.
- Wardani, M.M, 2008, Pemanfaatan Batu Bara (*Fly Ash*) untuk hollow block Yang Bermutu Bagi Aman dan Lingkungan, *Tesis*, Jurusan Teknik Sipil Universitas Diponegoro Semarang.