

PENGARUH FLY ASH DAN ABU SEKAM PADI SEBAGAI BAHAN STABILISASI TANAH LEMPUNG TERHADAP NILAI CBR DAN *SWELLING* PADA BERBAGAI VARIASI LAMA PERENDAMAN

Suniyatul Ukhrowiyah¹, Akhmad Marzuko² dan Muhammad Rifqi Abdurrozak³

¹Program Studi Teknik Sipil, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta
Email : 17511140@students.uui.ac.id

²Program Studi Teknik Sipil, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta
Email : 885110107@uui.ac.id

³Program Studi Teknik Sipil, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta
Email : 135111101@uui.ac.id

ABSTRACT

Soil has various character in the Civil Engineering construction so that a soil problem often occurs. This research is to stabilize the soil by testing the physical properties of the soil, unsoaked and soaked CBR tests to determine the bearing capacity and swelling value. The results of the research obtained by this soil sample are based on the value of the plasticity index included in the cohesive soil with high plasticity properties. The type of soil according to the USCS system classification of this soil belongs to the CH group, namely the type of inorganic clay or fine diatomite sand, elastic silt, while according to the AASHTO classification system the soil is included in the A-7-5 group, which is the type of staple material in general, clay soil with an assessment general as moderate to poor subgrade. The results of tests carried out by the soil are influenced by the durability of the bearing capacity and the swelling which is reviewed based on the CBR and swelling values. The various duration of soaking are carried out, the CBR value obtained decreases, and the swelling value increases so that it will result in low carrying capacity. In the third soaking time (6 days) the CBR decreased and the highest swelling value increased. The original land experienced a decrease in CBR value of 37.973% and the swelling value increased by 3.72%, while the stabilized land with a percentage of FA 15% + ASP 5% decreased by 25.572%, and the swelling value increased by 0.66%.

Keywords: *Expansive Clay, Fly Ash, Rice Husk Ash, CBR, Swelling, and Durability*

PENDAHULUAN

Tanah salah satu peranan yang sangat penting untuk pembangunan semua jenis konstruksi dikarenakan jika terjadi kerusakan pada tanah akan mengakibatkan kerusakan yang fatal pada bangunan di atasnya. Jenis-jenis tanah sangatlah beragam salah satu jenis tanah yang bermasalah yaitu tanah lempung ekspansif jenis tanah ini dikatakan bermasalah dikarenakan daya dukung rendah, potensi pengembangan tinggi, dan sensitifitas terhadap perubahan kadar air. Menurut Pedoman Konstruksi Bangunan Penanganan Tanah Ekspansif Konstruksi Jalan Pd T-10-

2005-B Stabilisasi dilakukan agar tanah memiliki sifat-sifat yang memenuhi standar teknis tetapi dengan penggunaan bahan *fly ash* dan abu sekam padi dipilih guna mengurangi pencemaran lingkungan yang diakibatkan limbah tersebut serta ekonomis. *Fly ash* yang digunakan yaitu kelas C dengan sifat *selfcementing* sehingga tidak dibutuhkannya bahan tambah kapur dan semen melainkan menggunakan abu sekam padi. Abu sekam padi dijadikan bahan tambah dikarenakan memiliki kandungan Silika Oksida (SiO₂), Calcium Oksida (CaO), Aluminium Oksida (Al₂O₃) dan Magnesium Oksida (MgO),

kandungan tersebut dimiliki juga oleh semen maka abu sekam padi dapat dijadikan pengganti semen sebagai bahan tambah.

Berdasarkan latar belakang pada pendahuluan penelitian ini memiliki tujuan sebagai berikut.

1. Mengetahui sifat dan klasifikasi tanah yang terdapat di Jl. Wates-Purworejo, Kec. Pengasih, Kab. Kulon Progo, Daerah Istimewa Yogyakarta.
2. Mengetahui pengaruh penambahan *fly ash* dan abu sekam padi terhadap nilai CBR.
3. Mengetahui pengaruh penambahan *fly ash* dan abu sekam padi terhadap nilai *swelling*.
4. Mengetahui pengaruh variasi perendaman tanah dengan pencampuran *fly ash* dan abu sekam padi terhadap daya dukung yang ditinjau berdasarkan nilai CBR tanah terstabilisasi dibandingkan dengan nilai CBR tanah asli.
5. Mengetahui pengaruh variasi perendaman tanah dengan pencampuran *fly ash* dan abu sekam padi terhadap pengembangan yang ditinjau berdasarkan nilai *swelling* tanah terstabilisasi dibandingkan dengan nilai *swelling* tanah asli.

TINJAUAN PUSTAKA

Menurut Gobel (2018), tanah yang distabilisasi menggunakan *fly ash* menyatakan nilai CBR tanah asli sebesar 9,3%, sedangkan untuk nilai CBR rendaman sebesar 1,106%. Variasi *fly ash* yang digunakan semakin tinggi nilai CBR semakin meningkat dengan variasi 5%, 10%, dan 15%. Peningkatan nilai CBR tanpa rendaman (*unsoaked*) pada pemeraman 1 hari berturut-turut sebesar 9,5%, 55%, dan 68,584%. Kemudian peningkatan nilai CBR tanpa rendaman (*unsoaked*) pada pemeraman 3 hari berturut-turut sebesar 12,213%, 56,837%,

dan 108,763%. Peningkatan nilai CBR tanpa rendaman (*unsoaked*) pada pemeraman 7 hari berturut-turut sebesar 32,5%, 110%, dan 122,5%. Sedangkan peningkatan nilai CBR rendaman (*soaked*) pada pemeraman 7 hari + perendaman 4 hari berturut-turut sebesar 1,443%, 2,26%, dan 2,79%. Nilai *swelling* mengalami penurunan sebesar 81,235%, 88,2%, dan 94,724% terhadap nilai *swelling* tanah asli sebesar 7,509%.

Menurut Hermirianda (2018), tanah yang distabilisasi menggunakan limbah plastik dan abu sekam padi menyatakan penelitian ini dilakukan untuk pengujian terhadap sifat fisik tanah, uji CBR laboratorium, dan uji permeabilitas menggunakan bahan tambah stabilisasi yaitu abu sekam padi dengan nilai presentase 5% dan kadar plastik 1%, 2%, dan 3% dengan masa pemeraman 1, 3, dan 7 hari. Uji CBR dilakukan CBR *unsoaked* dan CBR *soaked*, dan uji *swelling* pada sampel tanah yang diperam selama 1 hari dan 7 hari kemudian direndam 4 hari. Berdasarkan klasifikasi AASHTO tanah lempung termasuk kelompok A-7-5, maka termasuk tanah berlempung sedang sampai buruk. Berdasarkan uji CBR *unsoaked* tanah asli didapatkan nilai sebesar 8,09% dan uji CBR *soaked* tanah asli sebesar 1,04%. Setelah distabilisasi nilai CBR *unsoaked* meningkat dengan kenaikan optimum pada campuran ASP 5% + Plastik 3% sebesar 60% dengan masa pemeraman 7 hari dengan nilai CBR *soaked* sebesar 13,02%. Nilai *swelling* tanah asli sebesar 4,32% dan nilai *swelling* paling rendah pada campuran ASP 5% + Plastik 3% masa pemeraman 7 hari. Untuk hasil permeabilitas pada tanah asli didapatkan nilai sebesar $6,342 \times 10^{-5}$ cm/dt, koefisien suhu sebesar $5,516 \times 10^{-5}$ cm/dt, dan nilai angka pori sebesar 0,638. Sedangkan untuk nilai permeabilitas tanah distabilisasi nilai koefisien rata-rata terkecil pada campuran ASP 5% + Plastik 3% masa pemeraman 7 hari sebesar $2,638 \times 10^{-5}$ cm/dt, nilai koefisien suhu

sebesar $2,295 \times 10^{-5}$ cm/dt, dan nilai angka pori sebesar 0,405.

Menurut Ariyanto (2017), tanah yang distabilisasi menggunakan *fly ash* menyatakan salah satu jalan keluar penggunaan *fly ash* digunakan sebagai bahan stabilisasi sub base jalan di sekitar lokasi. Pada struktur perkerasan jalan setelah dilaksanakan akan mengalami perubahan musim kemarau dan penghujan. Penelitian ini dilakukan untuk mendapatkan manfaat penggunaan limbah *fly ash* untuk sub base jalan serta pengaruh durabilitas akibat perubahan musim. Pada perubahan musim di modelkan dengan dilakukan uji durabilitas dengan 12 siklus basah kering. Berdasarkan pengujian sub base termasuk kriteria tanah A-2-7 menurut USCS dengan nilai CBR sebesar 51% pada densitas maksimum melebihi ketentuan yang dipersyaratkan sub base yaitu CBR 35% dan nilai q_u dari UCS *test* 22,702 kg/cm² *pass the minimal requirement* 22 kg/cm². Pada uji durabilitas sampel yang mendapatkan hasil presentase kehilangan akibat siklus sebesar 6,43% kurang dari 10% *for A-2-7 soil type*.

Menurut Adha (2009), tanah yang distabilisasi menggunakan kapur menyatakan suatu struktur perkerasan jalan yang dilakukan stabilisasi tanah untuk lapis pondasi terdapat suatu masalah yang perlu diatasi yakni genangan air. Kapur memiliki fungsi untuk merubah sifat plastis, meningkatkan kekuatan dan durabilitas, mengurangi resapan air dan pengembangan tanah. Agar mendapatkan stabilisasi tanah kapur sebagai lapis pondasi, maka dipakai material tanah lempung plastis rendah. Pengujian terhadap pengaruh durabilitas akibat genangan air menggunakan lama perendaman. Berdasarkan pengujian yang dilakukan nilai CBR laboratorium lapis pondasi tanah kapur pada siklus keempat didapatkan nilai CBR sebesar 96% (< 100%). Hasil tersebut menunjukkan bahwa apabila konstruksi lapis pondasi tanah kapur akan tergenang air setiap tahun pada saat musim hujan, maka pada tahun keempat konstruksi lapis pondasi tanah kapur tersebut tidak

memenuhi spesifikasi yaitu minimal nilai CBR 100%. Genangan air akan menurunkan daya dukung tanah lapis pondasi tanah kapur akibat menurunnya nilai CBR yang didapatkan serta akan meningkatkan sifat plastisitas tanah. Penelitian ini menggunakan sampel tanah yang berasal dari Karang Anyar di Kabupaten Lampung Selatan.

LANDASAN TEORI

Deskripsi Tanah

Wesley (1973) menyatakan istilah tanah dalam bidang mekanika tanah dimaksudkan untuk mencakup semua bahan dari tanah lempung (*clay*) sampai berangkal (batu-batu yang besar) jadi semua endapan alam yang bersangkutan dengan teknik sipil kecuali batuan tetap.

Klasifikasi Tanah

Banyaknya sifat-sifat dari berbagai jenis tanah dalam membedakannya dengan metode sistematis atau sering disebut dengan klasifikasi tanah untuk memberikan keterangan terhadap sifat-sifat tersebut dari suatu bahan. Dalam klasifikasi tanah hal yang ditinjau yaitu ukuran butiran dan sifat plastisitas. Terdapat dua sistem yang diterima pada saat ini oleh dunia yaitu sistem USCS (*Unified Soil Classification System*) dan AASHTO (*American Association of State Highway and Transportation*).

Tanah Lempung

Tanah lempung adalah tanah yang terjadi akibat adanya reaksi kimia yang menghasilkan partikel tanah yang memiliki ukuran kecil dengan ukuran 0,002 mm serta memiliki sifat kohesif sehingga indeks plastisitasnya tinggi saat tergenang air atau dalam kondisi basah. Tanah ini terdiri dari beberapa kandungan yaitu kaolinite, illite, dan montmorillonite.

Sifat Fisik Tanah

Suatu tanah memiliki sifat fisik dua atau tiga bagian, pada tanah yang kering memiliki dua bagian yaitu butiran-butiran tanah dan pori-pori udara. Dalam properties tanah memiliki

hubungan volume yang sering digunakan yaitu :

1. kadar air (w),
2. berat volume basah (γ),
3. berat volume kering (γ_d), dan
4. berat Jenis (G_s).

Batas-Batas Atterbag

Tanah berbutir halus memiliki kandungan mineral lempung atau lanau sehingga apabila pada saat kadar air nya tinggi campuran tanah dengan air akan mencapai keadaan cair atau lunak. Jika dalam keadaan tersebut tanah diizinkan kering sampai keras akan melalui beberapa keadaan, tanah dapat dibedakan menjadi empat keadaan yaitu padat, semi padat, plastis, dan cair.

Stabilisasi Tanah

Stabilisasi tanah adalah suatu upaya untuk memperbaiki sifat-sifat fisik tanah agar memenuhi spesifikasi persyaratan tertentu seperti memperbaiki daya dukung tanah, menurunkan nilai *swelling*, menurunkan permeabilitas, dan memperbaiki penurunan lapisan tanah. Stabilisasi tanah juga memiliki beberapa metode yang dapat dilakukan yaitu:

1. stabilisasi mekanis,
2. stabilisasi kimiawi, dan
3. stabilisasi fisik

Fly Ash

Fly ash telah digunakan sejak tahun 1950 sebagai bahan stabilisasi. Bahan ini memiliki sifat *pozzolanic* serta mempunyai pH mendekati 4 untuk bahan lain biasanya memiliki pH 8-12 sehingga mempengaruhi stabilisasi. *Fly ash* memiliki unsur-unsur senyawa kimia yaitu silika (SiO_2), alumina (Al_2O_3), fero oksida (Fe_2O_3), kalsium oksida (CaO), magnesium oksida (MgO), titanium oksida (TiO_2), alkalin (Na_2O dan K_2O), sulfur trioksida (SO_3), pospor oksida (P_2O_5), dan carbon. Bahan tambah ini digunakan pada tanah ekspansif dengan tujuan agar terjadinya reaksi *pozzonic* dimana reaksi antara kalsium pada *fly ash* dengan alumina dan silikat pada

tanah mendapatkan hasil massa yang keras. Banyak pengklasifikasian komposisi senyawa unsur kimia *fly ash* ini, komposisi bahan kimia *fly ash* dapat dilihat pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1 Komposisi Bahan Kimia Fly Ash

| Unsur | Kelas F (%) | Kelas C (%) |
|-------------------------|-------------|-------------|
| SiO_2 | 54,9 | 39,9 |
| Al_2O_3 | 25,8 | 16,7 |
| Fe_2O_3 | 6,9 | 5,8 |
| CaO | 8,7 | 24,3 |
| MgO | 1,8 | 4,6 |
| SO_3 | 0,6 | 3,3 |

Sumber: Hardiyatmo (2017)

Abu Sekam Padi

Abu sekam padi merupakan suatu bahan berlignoselulosa yang memiliki biomassa tetapi terdapat kandungan silika yang tinggi. Widhiarto, dkk (2015) menyatakan bahwa abu sekam padi memiliki kandungan silika dan pozzolan yang tinggi karena mengandung unsur kapur bebas yang dapat mengeras dengan sendirinya. Unsur-unsur kandungan senyawa abu sekam padi secara spesifik dapat dilihat pada Tabel 2 berikut.

Tabel 2 Unsur-Unsur Kandungan Senyawa Abu Sekam Padi

| Unsur-Unsur Senyawa | Kandungan (%) |
|-------------------------|---------------|
| SiO_2 | 21,6 |
| Al_2O_3 | 4,6 |
| Fe_2O_3 | 2,8 |
| CaO | 62,8 |
| MgO | 3,2 |
| SO_4 | 2,1 |
| CaO bebas | 1,2 |
| Na_2O | 0,41 |
| K_2O | 0,24 |

Sumber: Balai Besar Institut Kimia, Jakarta 1982, dalam Widhiarto, dkk., 2015

Proktor Standar

Uji pemadatan dilakukan bertujuan untuk menentukan hubungan kadar air dan berat volume dengan cara menumbuk tanah sampai padat. Hubungan berat volume kering dengan berat volume basah dan kadar air dapat

dilakukan perhitungan menggunakan Persamaan 1 berikut.

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

dengan :

γ_d = berat volume tanah kering

γ = berat volume tanah basah

w = kadar air

California Bearing Ratio (CBR)

Pengujian CBR dibagi menjadi 2 yaitu *soaked* (terendam) dan *unsoaked* (tidak terendam). Pengujian CBR dibutuhkan kadar air optimum yang didapatkan dari uji proktor standar. Untuk mengetahui pengaruh kadar air terhadap kekuatan tanah maka menggunakan CBR *soaked* dimana sampel tanah dilakukan perendaman dengan berbagai variasi lama perendaman hal ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh lama perendaman yang berbeda terhadap nilai CBR. Pada CBR *unsoaked* dilakukan dengan cara langsung setelah tanah tersebut dipadatkan. Untuk menentukan nilai CBR menggunakan nilai angka tertinggi dari kedua rumus persamaan CBR sehingga agar mendapatkan nilai tersebut dapat menggunakan Persamaan 2 dan 3 berikut.

$$\text{CBR } 0,1'' = \frac{P1}{3000 \text{ pound}} \times 100\% \quad (2)$$

$$\text{CBR } 0,2'' = \frac{P2}{4500 \text{ pound}} \times 100\% \quad (3)$$

Swelling Test

Pengembangan adalah kenaikan volume yang terjadi pada tanah lempung diakibatkan oleh tingginya kadar air. Untuk mendapatkan nilai pengembangan dengan menggunakan tanah yang diperam selama 7 hari dan direndam dengan lama perendaman basah kering 3 tahap yaitu 2 hari, 4 hari, dan 6 hari dalam

silinder CBR (Idha., 2009). Pada pengujian *swelling* juga dilakukan perendaman dengan variasi waktu yang sama dengan pada saat uji CBR untuk mengetahui pengaruh lama perendaman terhadap nilai *swelling*.

METODE PENELITIAN

Metode penelitian merupakan suatu cara yang memiliki tahapan-tahapan pelaksanaan yang dikerjakan oleh peneliti untuk mendapatkan suatu data atau informasi tertentu yang bersifat ilmiah. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan beberapa sampel. Sampel yang digunakan akan dilakukan beberapa pengujian yaitu uji sifat fisik tanah, uji proktor standar, uji CBR, dan uji *swelling*. Pengujian langsung di Laboratorium variasi campuran tanah yang distabilisasi menggunakan bahan tambah *fly ash* dan abu sekam padi sebagai berikut.

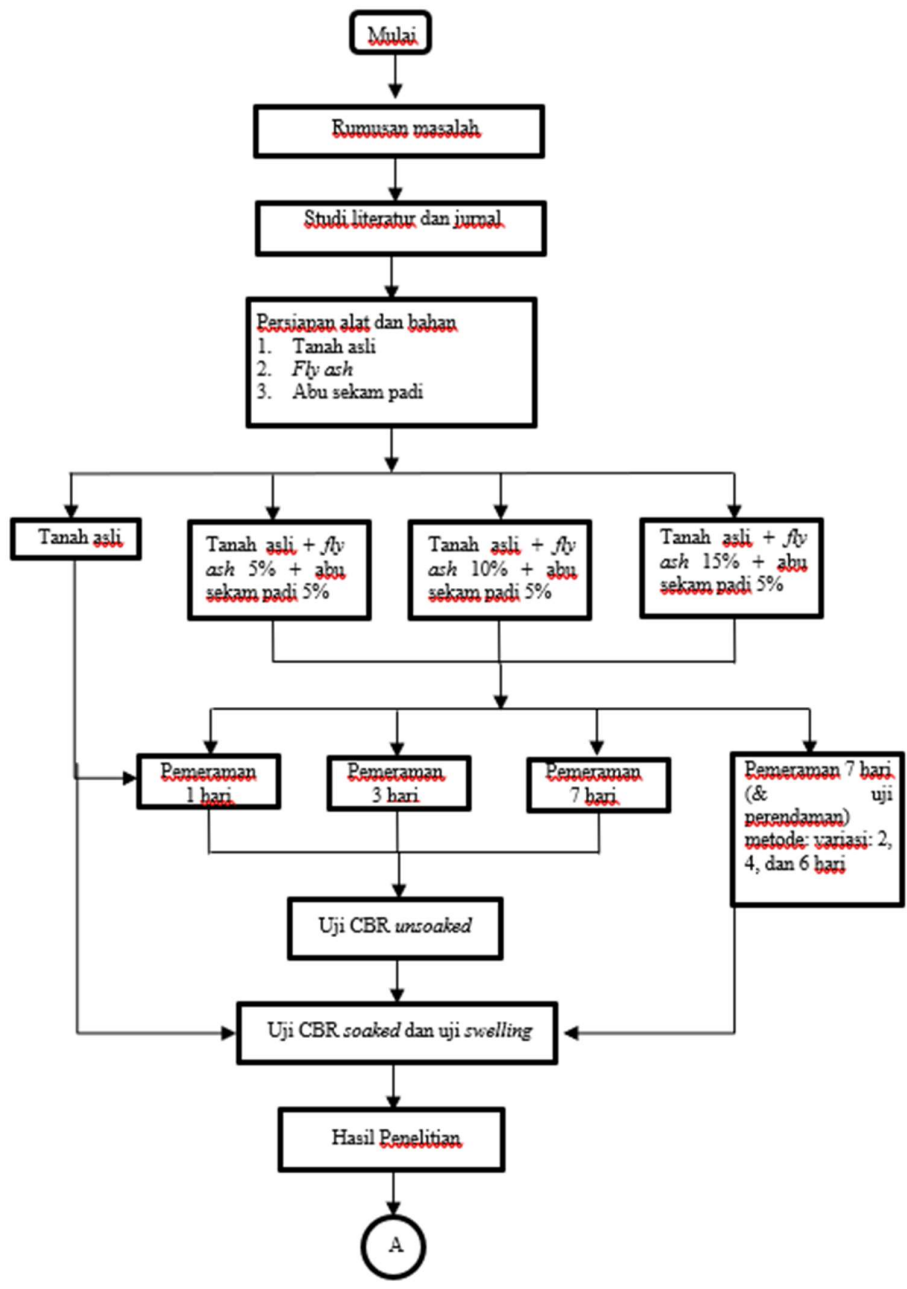
1. Tanah asli + *fly ash* 5% + abu sekam padi 5%.
2. Tanah Asli + *fly ash* 10% + abu sekam padi 5%.
3. Tanah Asli + *fly ash* 15% + abu sekam padi 5%

Flow Chart Penelitian

Flow chart penelitian dapat dilihat pada Gambar 1 berikut.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian yang didapatkan melalui beberapa pengujian yaitu pengujian sifat fisik tanah dan mekanis tanah. Pengujian dilakukan di Laboratorium Mekanika Tanah Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia. Data yang diperoleh berdasarkan penelitian diuraikan pada sub bab dibawah.



Gambar 1 Flow Chart Penelitian



Gambar 1 Flow Chart Penelitian (Lanjutan)

Sifat Fisik Tanah

Suatu tanah memiliki sifat fisik dua atau tiga bagian, pada tanah yang kering memiliki dua bagian yaitu butiran-butiran tanah dan pori-pori udara. Selanjutnya untuk tanah jenuh sama memiliki dua bagian yaitu bagian butiran padat dan air pori, sedangkan tanah tidak jenuh memiliki tiga bagian yaitu bagian butiran padat, pori-pori udara, dan air pori. Berdasarkan hasil pengujian didapatkan data rekapitulasi sifat fisik tanah dapat dilihat pada Tabel 3 berikut.

Tabel 3 Rekapitulasi Hasil Pengujian Sifat Fisik Tanah

| Pengujian | Satuan | Nilai |
|-----------------------------------|--------------------|--------|
| Properties Tanah | | |
| Kadar Air | % | 64,513 |
| Berat Volume | gr/cm ³ | 1,887 |
| Berat Jenis | | 2,53 |
| Analisa Granuler | | |
| Lolos #200 | % | 91,562 |
| Kerikil | % | 0 |
| Pasir | % | 8,438 |
| Lanau | % | 34,777 |
| Lempung | % | 56,785 |
| Batas Atterbag | | |
| Batas Cair | % | 85,462 |
| Batas Plastis | % | 38,147 |
| Batas Susut | % | 43,37 |
| Pemadatan Tanah (Proktor Standar) | | |
| MDD | gr/cm ³ | 29,35 |
| OMC | % | 1,84 |

Pengujian CBR

Pengujian CBR bertujuan untuk mengetahui daya dukung suatu tanah berdasarkan penetrasi 0,1” dan 0,2” nilai CBR yang digunakan yaitu dari penetrasi terbesar. Pengujian CBR terdiri dari 2 yaitu *unsoaked* dan *soaked*. Adapun rekapitulasi hasil pengujian CBR *unsoaked* dapat dilihat pada Tabel 4 berikut.

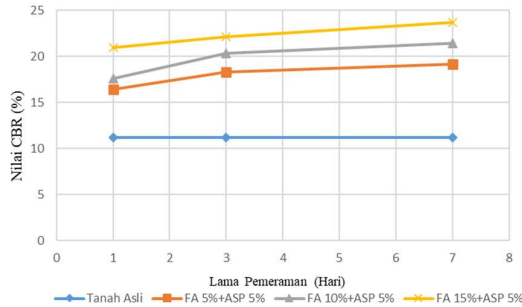
Tabel 4 Rekapitulasi Hasil Pengujian CBR Unsoaked

| Sampel <i>Unsoaked</i> | Nilai CBR | | | |
|---------------------------|----------------|--------|--------|--------|
| | Lama Pemeraman | | | |
| | 0 Hari | 1 Hari | 3 Hari | 7 Hari |
| TA | 11,182 | - | - | - |
| FA 5%+ASP 5% | | 16,467 | 18,293 | 19,196 |
| FA 10%+ASP 5% | | 17,615 | 20,325 | 21,454 |
| FA 15%+ASP 5% | | 20,935 | 22,132 | 23,713 |

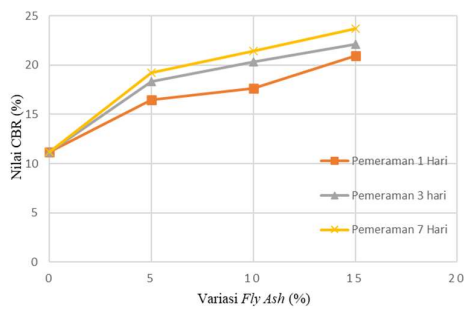
Berdasarkan Tabel diatas didapatkan grafik hubungan pengaruh variasi *fly ash* dan abu sekam padi 5% terhadap nilai CBR *unsoaked* dengan pemeraman dapat dilihat pada Gambar 2.

Hasil pengujian CBR *unsoaked* juga dapat digambarkan dalam grafik hubungan pengaruh pemeraman terhadap nilai CBR

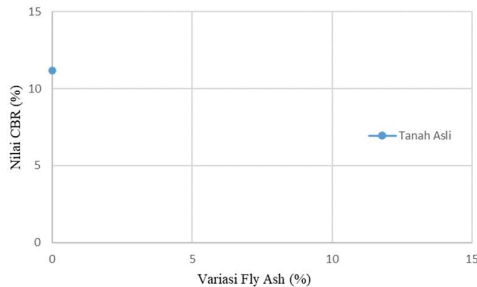
unsoaked dengan variasi *fly ash* dan abu sekam padi 5% dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 2 Grafik Hubungan Pengaruh Variasi Fly Ash dan Abu Sekam Padi 5% Terhadap Nilai CBR Unsoaked dengan Pemeraman



(a)



(b)

Gambar 3 Grafik Hubungan Pengaruh Pemeraman Terhadap Nilai CBR *Unsoaked* dengan Variasi *Fly Ash* dan Abu Sekam Padi 5% (a) Variasi *Fly Ash* (b) Tanah Asli

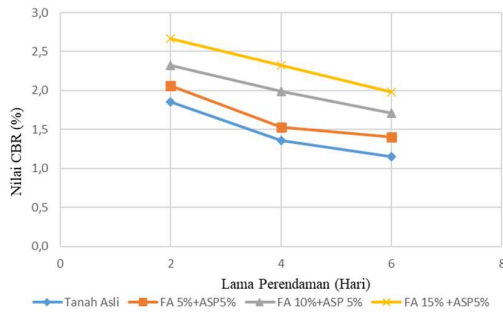
Berdasarkan Gambar 1 dan 2 diatas, dapat disimpulkan bahwa nilai CBR *unsoaked* tanah asli sebesar 11,182% setelah tanah distabilisasi mengalami kenaikan nilai CBR. Bertambahnya variasi *fly ash* dan variasi pemeraman semakin lama nilai CBR meningkat hal ini dikarenakan kandungan air tanah lempung ekspansif diikat oleh *fly ash* dan abu sekam padi. Nilai CBR terbesar pada variasi *fly ash* 15% + abu sekam padi 5% dengan masa pemeraman 7 hari sebesar 23,713% dengan ini *fly ash* dan abu sekam padi berpengaruh besar, bahan tersebut mampu meningkatkan daya dukung tanah menjadi stabil, karena adanya kandungan silika yang berfungsi sebagai *pozzolan* yang dimiliki kedua bahan tersebut. Sifat *selfcementing* juga dimiliki oleh *fly ash* yang mampu mengeraskan tanah lebih cepat saat dicampur dengan air.

Adapun rekapitulasi hasil pengujian CBR *soaked* dapat dilihat pada Tabel 5 berikut.

Tabel 5 Rekapitulasi Hasil Pengujian CBR *Soaked*

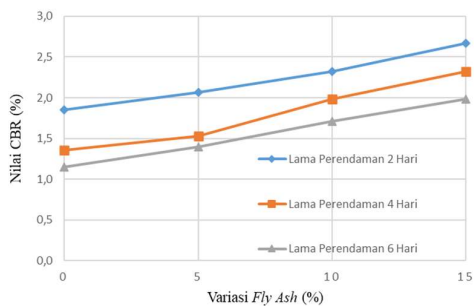
| Sampel <i>soaked</i> | Nilai CBR | | |
|----------------------|-----------------|--------|--------|
| | Lama Perendaman | | |
| | 2 Hari | 4 Hari | 6 Hari |
| TA | 1,852 | 1,357 | 1,149 |
| FA 5%+ASP 5% | 2,066 | 1,531 | 1,407 |
| FA 10%+ASP 5% | 2,320 | 1,987 | 1,620 |
| FA 15%+ASP 5% | 2,667 | 2,323 | 1,985 |

Berdasarkan Tabel 5 diatas, maka dapat digambarkan grafik hubungan pengaruh variasi *fly ash* dan abu sekam padi terhadap nilai CBR *soaked* dengan lama perendaman dapat dilihat pada Gambar 4 berikut.



Gambar 4 Grafik Hubungan Pengaruh Variasi *Fly Ash* dan Abu Sekam Padi 5% Terhadap Nilai CBR *Soaked* dengan Lama perendaman

Hasil pengujian CBR *soaked* juga dapat digambarkan dalam grafik hubungan pengaruh rendaman lama perendaman terhadap nilai CBR *soaked* dengan variasi *fly ash* dan abu sekam padi 5% dapat dilihat pada Gambar 5 berikut.



Gambar 5 Grafik Hubungan Pengaruh Lama perendaman Terhadap Nilai CBR *Soaked* dengan Variasi *Fly Ash* dan Abu Sekam Padi 5%

Berdasarkan Gambar 4 dan Gambar 5, maka dapat disimpulkan semakin besar lama perendaman waktu rendaman nilai CBR *soaked* menurun pada tanah asli maupun tanah stabilisasi sesuai dengan variasi yang telah direncanakan. Pada tanah asli nilai CBR mengalami penurunan terendah pada lama perendaman 6 dengan nilai CBR yang diperoleh sebesar 1,149%. Sampel tanah yang distabilisasi juga mengalami penurunan terendah pada lama perendaman 6, tanah stabilisasi variasi *fly ash* 5% + abu sekam padi

5% memperoleh nilai CBR sebesar 1,400%. Jika dilihat dari variasi terkecil sampai terbesar nilai CBR semakin meningkat, tetapi apabila dibandingkan dengan lama perendaman yang dilalui nilai CBR nya menurun. Hal ini terdapat pengaruh lama perendaman akibat genangan air.

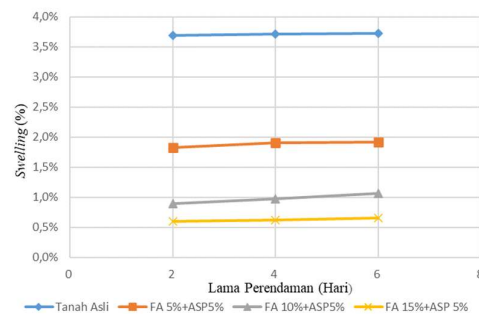
Pengujian Swelling

Sampel yang digunakan dalam pengujian *swelling* sama dengan CBR *soaked*. Perendaman dilakukan menggunakan metode lama perendaman sehingga lama perendaman berbeda mulai dari 2 hari, 4 hari, dan 6 hari. Pada pengujian ini pengamatan dilakukan selama masa perendaman berlangsung. Hasil rekapitulasi pengujian *swelling* dapat dilihat pada Tabel 6 berikut.

Tabel 6 Rekapitulasi Hasil Pengujian *Swelling*

| Sampel | <i>Swelling</i> (%) | | |
|---------------|---------------------|--------|--------|
| | Lama Perendaman | | |
| | 2 Hari | 4 Hari | 6 Hari |
| TA | 3,69% | 3,71% | 3,72% |
| FA 5%+ASP 5% | 1,82% | 1,90% | 1,92% |
| FA 10%+ASP 5% | 0,90% | 0,98% | 1,06% |
| FA 15%+ASP 5% | 0,60% | 0,62% | 0,66% |

Berdasarkan Tabel 6 diatas, maka dapat digambarkan grafik hubungan pengaruh variasi *fly ash* dan abu sekam padi terhadap nilai *swelling* dengan lama perendaman dapat dilihat pada Gambar 6 berikut.



Gambar 6 Grafik Hubungan Pengaruh Variasi *Fly Ash* dan Abu Sekam Padi 5% Terhadap Nilai *Swelling* dengan Lama perendaman

Berdasarkan Gambar 6 diatas, dapat disimpulkan pengembangan yang terjadi pada tanah asli yang paling tinggi sebesar 3,72% dengan waktu perendaman 6 hari. Sedangkan pada tanah yang distabilisasi nilai pengembangan tertinggi yaitu variasi *fly ash* 5% + abu sekam padi 5% dengan waktu perendaman 6 hari sebesar 1,92%. Semakin lama masa perendaman nilai pengembangan akan bertambah akan tetapi jika tanah tersebut direndam melebihi 4 hari tanah tidak mengalami pengembangan yang signifikan dikarenakan tanah memiliki kemampuan maksimum dalam mengikat air yang berhubungan dengan kadar air. Variasi *fly ash* 15% + abu sekam padi 5% memperoleh nilai pengembangan yang rendah sebesar 0,66% dikarenakan dengan adanya bahan aditif tersebut rongga-rongga butiran tanah menjadi lebih rapat karena mengisi rongga diantara butiran tanah tersebut sehingga sifat tanah lempung ekspansif yang mampu menyerap air tinggi menjadi berkurang. Hal ini dipengaruhi oleh lama perendaman akibat akibat genangan air.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Penelitian yang dilakukan yaitu stabilisasi tanah menggunakan *fly ash* dan abu sekam padi dengan berbagai variasi. Tanah yang dijadikan sampel penelitian berasal dari daerah Jl. Wates-Purworejo, Kec. Pengasih, Kab. Kulon Progo, Daerah Istimewa Yogyakarta didapatkan kesimpulan sebagai berikut.

1. Sampel tanah ditinjau dari nilai IP yang didapatkan yaitu tanah berlempung kohesif dengan sifat plastisitas tinggi. Berdasarkan klasifikasi sistem *USCS* tanah ini termasuk kedalam kelompok CH, sedangkan menurut sistem klasifikasi *AASHTO* tanah termasuk kedalam kelompok A-7-5.
2. Bahan aditif *fly ash* dan abu sekam padi untuk stabilisasi tanah memberikan pengaruh terhadap kenaikan nilai CBR

unsoaked semakin tinggi variasi yang digunakan nilai CBR nya meningkat. Pada perencanaan variasi 15% FA + ASP 5% dengan pemeraman 7 hari memiliki nilai CBR *unsoaked* tertinggi sebesar 23,713%. Hal ini memiliki kenaikan sebesar 112,06% dari tanah asli. Sedangkan nilai CBR *soaked* tertinggi pada variasi 15% FA + ASP 5% dengan lama perendaman 1 (2 hari) sebesar 2,667% memiliki kenaikan nilai CBR sebesar 44,015% dari tanah asli lama perendaman 1 (2 hari).

3. Bahan aditif *fly ash* dan abu sekam padi untuk stabilisasi tanah memberikan pengaruh terhadap penurunan potensi pengembangan semakin tinggi variasi yang digunakan pengembangannya menurun. Pada perencanaan variasi 15% FA + ASP 5% dengan lama perendaman 1 (2 hari) memiliki nilai *swelling* terendah sebesar 0,60% penurunan yang terjadi sebesar 83,654% dari tanah asli lama perendaman 1 (2 hari), sedangkan tanah asli memiliki potensi pengembangan tertinggi pada lama perendaman 3 (6 hari) sebesar 3,72%.
4. Sampel tanah yang digunakan memiliki pengaruh lama perendaman akibat genangan air terhadap daya dukung ditinjau berdasarkan nilai CBR. Hal ini dapat dilihat semakin lama waktu lama perendaman yang dilakukan nilai CBR yang didapatkan semakin turun sehingga akan mengakibatkan daya dukung yang rendah. Pada lama perendaman ke tiga (6 hari) terjadi penurunan tertinggi terhadap nilai CBR. Tanah asli mengalami penurunan nilai CBR sebesar 37,973%, sedangkan tanah terstabilisasi dengan presentase FA 15%+ASP 5% mengalami penurunan sebesar 25,572%. Sehingga memiliki perbandingan yang cukup signifikan antara tanah asli dengan tanah terstabilisasi berdasarkan data hasil pengujian tersebut.
5. Sampel tanah yang digunakan memiliki pengaruh lama perendaman akibat

genangan air terhadap pengembangan dengan ditinjau berdasarkan nilai *swelling*. Hal ini dapat dilihat semakin lama waktu perendaman yang dilakukan nilai *swelling* meningkat sehingga akan mengakibatkan adanya potensi pengembangan yang tinggi, akan tetapi semakin lama perendaman potensi pengembangannya tidak signifikan. Pada lama perendaman ke tiga (6 hari) terjadi pengembangan tertinggi. Tanah asli mengalami peningkatan nilai *swelling* sebesar 3,72%, sedangkan tanah terstabilisasi dengan presentase FA 15%+ASP 5% nilai *swelling* mengalami peningkatan sebesar 0,66%. Sehingga memiliki perbandingan yang cukup signifikan antara tanah asli dengan tanah terstabilisasi berdasarkan data hasil pengujian tersebut.

Saran

Penelitian ini belum sempurna sehingga terdapat beberapa saran untuk menyempurnakan penelitian selanjutnya sebagai berikut.

1. Penelitian berikutnya menggunakan jenis tanah yang berbeda dengan variasi *fly ash* yang lebih tinggi untuk mengetahui nilai optimum dalam penggunaan variasi *fly ash* sebagai bahan stabilisasi dengan presentasi abu sekam padi sama saja.
2. Penelitian berikutnya menggunakan variasi lama perendaman yang berbeda untuk membandingkan hasilnya dengan penelitian ini.
3. Penelitian berikutnya melakukan pengujian yang berbeda seperti uji tekan bebas untuk mengetahui perbandingannya dengan uji CBR.

DAFTAR PUSTAKA

Adha, I. (2009). "Pengaruh Durabilitas Terhadap Daya Dukung Stabilisasi Tanah Menggunakan Lempung Plastisitas Rendah Dengan Kapur". *Jurnal Rekayasa*, 239-246.

Ariyanto, S., dan Arief. (2017). "Pengaruh Durabilitas Terhadap Stabilisasi Sub Base Jalan Dengan Fly Ash Dari Pltu Asam Asam Kalimantan Selatan". Pengajar Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Semarang Jl Soedarto, Staf Tembalang, SH, 22-30.

Pedoman Konstruksi Bangunan. (2005). "Penanganan Tanah Ekspansif Untuk Konstruksi Jalan Pd T-10-2005-B". Departemen Pekerjaan Umum.

Gobel, C.V. (2018). "Pemanfaatan Fly Ash Batubara Sebagai Bahan Stabilisasi Terhadap Daya Dukung". Universitas Islam Indonesia Yogyakarta: Tugas Akhir (Tidak Diterbitkan).

Hardiyatmo, H.C. (2017). "Mekanika Tanah 1". Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.

Hermirianda, A.D. (2018). "Pengaruh Penambahan Limbah Plastik Dan Abu Sekam Padi Terhadap Nilai CBR, Swelling, Dan Nilai Permeabilitas Tanah Lempung". Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta: Tugas Akhir (Tidak Diterbitkan).

Wesley, L.D. (1973). "Mekanika Tanah". Jakarta: Badan Penerbit Pekerjaan Umum.

Widhiarto, H.A. (2015). "Stabilisasi Tanah Lempung Dengan Menggunakan Campuran Abu-Sekam Kapur". Pengabdian LPPM UNTAG Surabaya, 135-140.