

STABILISASI TANAH LEMPUNG DENGAN BAHAN TAMBAH ABU SEKAM PADI DAN KAPUR PADA SUBGRADE PERKERASAN JALAN

Muhammad Rifqi Abdurrozak¹, Dillah Nurfathiyah Mufti²

¹Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta

email: rifqi_abdurrozak@uii.ac.id

²Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta

email: dillahfmufti@gmail.com

ABSTRACT

Clay is a soft soil type that has fine grained soil characteristics and clay soil is very easy to inflate and shrink (expansive) by changes in water content. This shrinkage factor can cause the pavement layer above to be cracked and wavy. Because the nature makes clay soil as a less stable soil. This study aims to determine the influence of California Bearing Ratio (CBR) with the addition of rice husk ash and lime to soil improvement. Clay is from Kebonharjo village, Samigaluh sub-district, Kulon Progo district. This research used CBR testing method in laboratory using 28 samples. Sample samples conducted CBR testing without immersion and immersion CBR. The sample consisted of native soil with stabilized soil with additional 3%, 5% and 7% rice husk ash and 4% lime to be variable. The result of this research can be concluded that the CBR of original unsoaked soil shows the value of 9.46% and the original soaked soil is 1.16%. Addition of 3% rice husk and Lime 4% gives a significant increase of CBR up to 212% from original soil conditions. The curing process is proven to provide an increase in the CBR value, and at curing for 7 days shows that CBR value will have a constant value. The addition of rice husk ash up to 7% proved to increase the CBR value compared to the value of CBR of original soil. From swelling test shows the higher percentage of rice husk ash material gives the smaller swelling potential from the original soil by 4.8% to 0.032% on addition of rice husk ash (7%) and lime (4%).

Keywords: Raw husk ash, Stabilization, Pavement, CBR, Expansive clay soil

PENDAHULUAN

Tanah lempung merupakan salah satu jenis tanah lunak yang memiliki karakteristik tanah berbutir halus dan memiliki luas permukaan spesifik butiran-butiran yang lebih besar, angka pori yang lebih besar dan permeabilitas yang lebih kecil dibandingkan tanah berbutir kasar terlebih lagi tanah lempung sangat mudah mengembang dan menyusut (*expansif*) karena perubahan kadar air. Faktor kembang susut inilah yang dapat mengganggu kekuatan dari suatu bangunan konstruksi sehingga konstruksi tersebut dapat mengalami kerusakan fisik yang tidak dapat diprediksi salah satu contohnya adalah menyebabkan lapis perkerasan jalan diatas tanah dasar (*subgrade*) menjadi retak-retak

dan mengakibatkan kontruksi jalan menjadi bergelombang.

Stabilisasi tanah adalah salah satu cara untuk menangani *subgrade* yang kurang baik. Stabilisasi tanah dapat dilakukan dengan cara dipadatkan atau mencampurkan bahan lain (aditif) yang dapat memperbaiki sifat-sifat tanah. Bahan lain yang dapat ditambahkan dapat berupa semen, abu terbang, kapur, pasir dan lain-lain. Saat ini, padi bukan sebuah barang langka yang dapat ditemukan di Indonesia. Padi banyak ditemukan dimana-mana karena padi merupakan bahan makanan pokok di Indonesia. Namun bagian dari padi yang banyak ditemukan dan kurang dimanfaatkan serta hanya menjadi limbah padi yaitu pada bagian sekam padi. Oleh karena itu perlu

dilakukan penelitian pemanfaatan sekam padi dalam hal ini sekam padi diubah terlebih dahulu menjadi abu dan dengan tambahan kapur sebagai bahan kimia yang diharapkan dapat menstabilkan dan mengurangi sifat buruk dari tanah lempung.

Paper ini menyajikan pengaruh penambahan abu sekam padi dan kapur terhadap kapasitas dukung dan sifat kembang susut tanah lempung dari Desa Kebonharjo, Kecamatan Samigaluh, Kabupaten Kulon Progo. Kapasitas dukung yang disajikan dalam penelitian ini yakni dengan parameter nilai CBR, kemudian untuk potensi pengembangan disajikan dari parameter hasil pengujian pengembangan (*swelling*).

Batasan Masalah

Beberapa batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut ini.

1. Pengujian dilakukan di laboratorium mekanika tanah, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.
2. Tanah yang digunakan adalah tanah asli (*distrubed*) yang berasal dari desa Kebonharjo, kecamatan Samigaluh, kabupaten Kulon Progo, Yogyakarta.
3. Bahan stabilisasi yang digunakan adalah kapur yang terdapat di Yogyakarta dan sekam padi berasal dari hasil pertanian di daerah Wirobrajan, Yogyakarta yang sudah dibakar menjadi abu sekam padi.
4. Variasi penambahan abu sekam padi sebesar 3% + kapur 4%, abu sekam padi 5% + kapur 4%, dan abu sekam padi 7% + kapur 4%.
5. Pengujian CBR *Soaked* terdiri dari tanah asli dan tanah campuran pada pemeraman 7 hari serta rendaman 4 hari dan CBR *Unsoaked* pada tanah asli, tanah campuran pemeraman 1 hari, 3 hari dan 7 hari.
6. Pengujian yang dilakukan terdiri dari :
 - a. pengujian sifat fisik dan sifat mekanik tanah yang dijadikan sampel meliputi uji kadar air, berat volume tanah, berat jenis, analisa saringan, hidrometer,

batas batas atterberg, uji proktor standar dan uji CBR, dan

- b. pengujian pengembangan tanah asli dan tanah asli yang ditambah abu sekam padi dan kapur menggunakan uji pengembangan (*Swelling*).
7. Kadar air yang digunakan selama pengujian merupakan kadar air optimum (OMC) dari hasil pengujian *Proctor Standar*.
8. Penelitian ini tidak membandingkan nilai ekonomi yang dihasilkan antara abu sekam padi dengan material atau limbah lain sebagai material stabilisasi tanah.
9. Air yang digunakan diambil dari saluran air bersih di Laboratorium Mekanika Tanah Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan UII.

KAJIAN PUSTAKA

Tanah Lempung Ekspansif

Lempung ekspansif merupakan salah satu jenis tanah berbutir halus ukuran koloidal yang terbentuk dari meneral-mineral *ekspansif*. Lempung ini mempunyai sifat yang khas yakni kandungan mineral *ekspansif* mempunyai kapasitas pertukaran ion yang tinggi, mengakibatkan lempung *ekspansif* memiliki potensi kembang susut tinggi apabila terjadi perubahan kadar air. Apabila terjadi peningkatan kadar air, tanah *ekspansif* akan mengembang disertai dengan peningkatan tekanan air pori dan timbulnya tekanan pengembangan. Sedangkan apabila kadar air berkurang sampai batas susutnya akan terjadi penyusutan. Sifat kembang susut yang demikian bisa menimbulkan kerusakan pada bangunan.

Kapur

Kapur memiliki sifat sebagai bahan ikat yaitu sifat plastis baik (tidak getas), mudah dan cepat mengeras, *workability* baik dan mempunyai daya ikat baik untuk batu dan bata (Tjokrodiluljo,1992). Bahan dasar kapur adalah batu kapur atau *dolomit*, yang mengandung senyawa kalsium karbonat (CaCO₃). Pengertian kapur sebagai bahan stabilisasi mengacu pada mineral kapur berupa kalsium hidroksida (Ca(OH)₂),

kalsium oksida (CaO) dan kalsium karbonat (CaCO₃). Penggunaan yang paling efektif dan aman dalam pelaksanaan konstruksi adalah menggunakan kalsium hidroksida (kapur padam) yang disarankan berupa bubuk, karena sangat penting untuk proses hidrasi dan mengurangi masalah yang timbul, kalsium karbonat kurang efektif dipergunakan untuk bahan campuran, sedangkan kalsium oksida (*quick lime*) lebih baik dalam proses kimianya namun beberapa kelemahan dari kalsium oksida ini dapat mempermudah terjadinya korosi pada peralatan dan sangat berbahaya bagi kulit pelaksana konstruksi (Ingless dan Metcalf, 1992).

Abu Sekam Padi

Abu sekam padi merupakan sisa pembakaran dari sekam padi, sehingga pada prinsipnya abu sekam padi ini merupakan limbah sisa pembakaran. Namun berdasarkan penelitian-penelitian yang telah lalu menunjukkan bahwa abu sekam padi memiliki kandungan kimia yang dapat dimanfaatkan untuk stabilisasi tanah karena sifat pozolan dari bahan kimia tersebut. Hasil analisis lebih lanjut pada abu sekam padi menunjukkan bahwa kandungan SiO₂ mencapai 80 - 90%, yang memiliki sifat perekat, sehingga pemanfaatannya sudah banyak digunakan yakni dengan mereaksikannya dengan larutan NaOH untuk menghasilkan natrium silikat sehingga dalam industry dapat dimanfaatkan sebagai bahan *filler* dalam pembuatan sabun dan detergen, bahan perekat (*adhesive*), dan jeli silika (*silica gel*) (Wanadri, 1999, dalam Abdurrozak & Azzanna, 2017).

Widhiarto dkk (2015) menyatakan bahwa abu sekam padi banyak mengandung silika dan material pozzolan karena mengandung unsur kapur bebas yang dapat mengeras dengan sendirinya, disamping mengandung unsur alumunium dioksides yang keduanya merupakan unsur-unsur yang mudah bereaksi dengan kapur. Menurut Balai Besar Institut Kimia (1982, dalam Widhiarto dkk., 2015), unsur-unsur kimia yang terkandung

pada abu sekam padi disajikan pada Tabel 1 berikut ini.

Tabel 1. Unsur-Unsur yang Terkandung dalam Abu Sekam Padi

Unsur	Kandungan (%)
SiO ₂	21,6
Al ₂ O ₃	4,6
Fe ₂ O ₃	2,8
CaO	62,8
MgO	3,2
SO ₄	2,1
CaO bebas	1,2
Na ₂ O	0,41
K ₂ O	0,24

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

Pemadatan Tanah

Empat variabel pemadatan tanah yang didefinisikan oleh *Proctor*, yaitu usaha pemadatan atau energi pemadatan, jenis tanah (gradasi, kohesif atau tidak kohesif, ukuran partikel dan sebagainya), kadar air, dan berat isi kering. Menurut Craig (1991), pemadatan (*compaction*) adalah proses naiknya kerapatan tanah dengan memperkecil jarak antar partikel sehingga terjadi reduksi volume udara dan tidak terjadi perubahan volume air yang cukup berarti pada tanah ini.

Pemadatan Standar

Pemadatan standar (*standar compaction*) adalah usaha untuk memadatkan contoh tanah yang dilakukan dilaboratorium dengan menggunakan alat alat pemadatan standar.

CBR (Californian Bearing Ratio)

Daya dukung tanah dasar (subgrade) pada perencanaan perkerasan lentur dinyatakan dengan nilai CBR (*Californian Bearing Ratio*). CBR untuk pertama kalinya diperkenalkan oleh *California Division of Highways* pada tahun 1928. Sedangkan metode CBR ini dipopulerkan oleh O. J. Porter. CBR adalah perbandingan antara beban yang dibutuhkan untuk penetrasi contoh tanah sebesar 0,1”/0,2” dengan

beban yang ditahan batu pecah standar pada penetrasi 0,1"/0,2" (Sukirman, 1995)

Stabilisasi Tanah

Stabilisasi tanah adalah alternatif yang dapat diambil untuk memperbaiki sifat-sifat tanah yang ada. Pada prinsipnya stabilisasi tanah merupakan suatu penyusunan kembali butir-butir tanah agar lebih rapat dan saling mengunci. Tanah dibuat stabil agar dapat mendukung beban yang direncanakan dan tidak terjadi penurunan (*settlement*) yang melebihi penurunan yang diijinkan. Tanah dasar minimal harus bisa dilewati kendaraan proyek. Stabilisasi tanah adalah usaha untuk meningkatkan stabilitas dan kapasitas daya dukung tanah. Menurut Bowles (1984) apabila tanah yang terdapat di lapangan bersifat sangat lepas atau sangat mudah tertekan, atau apabila mempunyai indeks konsistensi yang tidak sesuai, permeabilitas yang terlalu tinggi, atau sifat lain yang tidak diinginkan sehingga tidak sesuai untuk suatu proyek pembangunan, maka tanah tersebut harus distabilisasi.

Tujuan perbaikan tanah tersebut adalah untuk mendapatkan tanah dasar yang stabil pada semua kondisi. Usaha stabilisasi dilakukan hanya seperlunya saja, tidak menguntungkan secara ekonomis untuk membuat sesuatu bagian konstruksi yang lebih kuat dari yang diperlukan.

Stabilisasi Tanah Lempung Menggunakan Fly Ash

Lestari pada tahun 2008 telah melakukan penelitian mengenai stabilisasi tanah lempung menggunakan bahan tambah berupa abu terbang (*fly ash*). Tanah lempung berasal dari Miliaran, Kulon Progo dan *fly ash* yang digunakan berasal dari PT. Toray, Jakarta. Terdapat 4 variasi sampel yang diteliti, yaitu persentase *fly ash* sebanyak 12%, 15%, 20%, dan 30% dari berat kering tanah dengan masa perawatan selama 2 hari dan 7 hari.

Berdasarkan hasil penelitian didapatkan bahwa nilai CBR dan kuat tekan maksimum akan meningkat seiring dengan

bertambahnya persentase *fly ash* terhadap berat kering tanah dan lamanya waktu pemeraman. Sampel tanah dengan kadar 3% *fly ash* dari berat kering tanah dan waktu pemeraman 7 hari memiliki nilai CBR dan kuat tekan maksimum tertinggi yaitu 30,327% dan 3,173 kg/cm². Dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa *fly ash* dapat digunakan sebagai bahan stabilisasi untuk tanah lempung.

Stabilisasi Tanah Lempung Menggunakan Abu Vulkanik dan Kapur

Hajar pada tahun 2016 telah melakukan penelitian mengenai stabilisasi pengembangan tanah lempung sebagai *subgrade* dengan menggunakan abu vulkanik gunung Kelud. Tanah lempung berasal dari daerah Sidowayah, Ngawi, Jawa Timur dan abu vulkanik gunung kelud berasal dari hasil letusan gunung Kelud pada tahun 2014 yang jatuh disekitar wilayah kota Yogyakarta dan kapur padam Ca(OH)₂ hasil pembakaran batu kapur berupa serbuk yang sudah dikemas dan dijual ditoko bahan bangunan. Terdapat 4 variasi sampel penambahan kadar abu vulkanik yakni ditentukan sebesar 30%, 34%, 38% dan 42% dari berat kering tanah. Sedangkan penambahan kadar kapur tetap 6% dari berat kering tanah masing masing variasi.

Berdasarkan hasil pengujian hanya memperlihatkan hasil uji pengembangan pada variasi tanah campuran dengan masa pemeraman 14 hari menunjukkan bahwa tidak ada pengembangan untuk semua sampel tanah campuran atau nilai pengembangannya nol. Hasil pengujian yang dilakukan pada tanah yang ditambahkan bahan stabilisasi dankapur namun dengan kadar kapur yang dikurangi, dengan pengurangan kadar abu vulkanik sampai 0% terhadap berat kering tanah pada variasi kadar kapur 6% terhadap berat kering tanah telah menurunkan nilai pengembangan sampai nol atau tidak ada pengembangan sama sekali.

Dari penelitian dapat disimpulkan bahwa penggunaan abu vulkanis sebagai bahan

tambah pada stabilisasi tanah lempung kurang efektif dalam mengurangi pengembangan tanah, sehingga tetap harus ditambahkan kapur untuk menyempurnakan proses sementasi yang terjadi pada campuran dan menurut AASHTO tanah campuran termasuk dalam kelompok A-3 yang memiliki kualitas sangat baik sampai baik untuk dijadikan *subgrade*.

Stabilisasi Tanah Menggunakan Abu Sekam Padi

Ninik dan Ardiyanto pada tahun 2007 telah melakukan penelitian mengenai pengaruh kapur dan abu sekam padi pada nilai CBR laboratorium tanah tras dari Dusun Seropan untuk stabilisasi subgrade timbunan. Salah satu parameter yang paling penting untuk menentukan ketebalan trotoar jalan dalam kondisi tanah tanah dasar adalah terletak pada Nilai CBR.

Dalam penelitian ini serangkaian tes CBR laboratorium dilakukan dimana sampel tanah yang digunakan didapat dari desa Seropan, Gunung Kidul. Sampel tanah ditambahkan dengan bahan tambah yaitu dengan tambahan kapur yang bervariasi antara 3% sampai dengan 18% (kenaikan 3%) dan abu sekam padi antara 2% sampai dengan 12% (kenaikan 2%). Semua sampel mengalami masa perawatan 3 hari setelah pencampuran sebelum pematatan dan pengujian CBR. Dua sampel CBR disiapkan untuk setiap kombinasi dari kapur dan abu sekam padi, satu untuk tes CBR tanpa perendaman sebelumnya dan lainnya dengan perendaman. Hasil pengujian menunjukkan bahwa untuk sampel direndam, kapur isi 6% dan abu sekam padi 4% menghasilkan kenaikan tertinggi pada nilai CBR. Nilai CBR pada tanah asli 16,29%. Dan setelah distabilisasi dengan variasi kapur isi 6% dan abu sekam padi 4% menghasilkan nilai CBR 23,66%.

Budi, dkk pada tahun 2002 telah melakukan penelitian Pengaruh Pencampuran Abu Sekam Padi dan Kapur untuk Stabilisasi Tanah Ekspansif. Pada penelitian ini terdapat dua kombinasi campuran yang

digunakan yaitu campuran tanah asli, kapur dan abu sekam padi dan campuran tanah asli dan kapur sebagai pembanding dengan prosentase campuran tanah asli dan kapur adalah 5%, 7,5%, 8%, 10%, 12%, 16%, 18% dan 24% dari berat kering tanah. Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin banyak prosentase tanah yang diganti dengan campuran kapur dan abu sekam padi, kadar air optimum-nya semakin meningkat dan berat volume kering maksimum-nya menurun.

Penambahan kapur sebesar 24% pada tanah asli dapat menaikkan CBR sampai 400%. Apabila 60% kapur tersebut diganti dengan abu sekam padi, peningkatan kekuatan turun menjadi 300%. Penurunan kekuatan ini masih jauh diatas tanah asli sehingga pemanfaat abu sekam pada sebagai bahan stabilisasi masih efektif untuk mereduksi penggunaan kapur. Penelitian menunjukkan bahwa komposisi campuran 40% kapur dan 60% abu sekam padi memberikan kekuatan yang paling optimum

Abdurrozak & Azzanna (2017), melakukan penelitian pengaruh penambahan abu sekam padi terhadap kapasitas dukung pondasi dangkal pada tanah gambut. Penelitian dilakukan dengan melakukan variasi penambahan abu sekam padi sebesar 5%, 8%, 11%, dan 15%. Pengujian laboratorium dilakukan dengan melakukan uji triaksial, sehingga didapatkan parameter kuat geser yakni sudut gesek dalam (ϕ) dan kohesi (c) untuk mensimulasikan besarnya kapasitas dukung pondasi dangkal. Hasil penelitian menunjukkan bahwa peningkatan maksimum kapasitas dukung tanah didapatkan pada kadar abu sekam padi 11% dengan diperam selama 7 hari, yang meningkatkan kapasitas dukung sebesar 100% dibanding kapasitas dukung pondasi pada tanah tanpa penambahan abu sekam padi.

Menurut Muntohar dan Hantoro (2001, dalam Abdurrozak & Azzanna, 2017), pada penelitiannya, abu sekam dapat mengurangi kembang susut dari tanah lempung dengan melihat penurunan indeks plastis-nya dari

41,25% menjadi 0,96% pada kadar abu sekam 12-12,5 %, nilai CBR tanah meningkat dari 3,03% menjadi 16,3%.

Dari kajian-kajian pustaka tersebut menunjukkan bahwa abu sekam padi dapat meningkatkan performa tanah kaitannya menahan beban yang diaplikasikan, karena adanya sifat pozolan dari abu sekam padi tersebut.

METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan dengan melakukan pengujian di laboratorium untuk mengetahui jenis dan klasifikasi tanah asli, serta pengujian untuk memperoleh parameter CBR dan potensi pengembangan, baik pada tanah asli maupun tanah yang distabilisasi. Stabilisasi dilakukan dengan menambahkan kapur sebesar 4% pada tanah asli, dengan variasi penambahan abu sekam padi berturut-turut sebesar 3%, 5% dan 7%. Pengujian CBR dilakukan dengan variasi masa pemeraman yakni 1, 3, dan 7 hari, baik dalam kondisi tidak terendam (*Unsoaked*) maupun kondisi terendam (*Soaked*). Pengujian untuk mendapatkan nilai potensi pengembangan dilakukan dengan melakukan uji *swelling*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sifat Fisik dan Klasifikasi Tanah

Pengujian sifat fisik tanah dilakukan dengan melakukan uji properties, batas-batas konsistensi, pengujian gradasi (analisis saringan butiran dan hidrometer), yang hasilnya disajikan dalam Tabel 2.

Berdasarkan hasil uji analisis granuler, didapat bahwa dengan nilai persen lolos saringan no. 200 adalah sebesar 89,26%, dan berdasarkan hasil uji batas-batas konsistensi didapatkan nilai batas plastis sebesar 25,05%, batas cair sebesar 76,8%, serta indeks plastisitas sebesar 51,75%.

Berdasarkan klasifikasi AASHTO dapat diketahui bahwa tanah sampel termasuk dalam kelompok A-7-6 yang berjenis tanah berlempung dengan sifat sedang sampai buruk.

Dari data tersebut dapat diketahui jenis karakteristik tanah dengan menggunakan klasifikasi USCS, diketahui bahwa tanah termasuk kelompok CH, karena nilai indeks plastisitas (PI) berada dalam daerah CH, maka tanah bersifat lempung inorganik dengan plasisitas tinggi, lempung gemuk (*fat clays*).

Tabel 2 Hasil Pengujian Fisik Tanah Asli

No.	Pengujian	Hasil	Satuan
1	Kadar Air	44,34	%
2	Berat Volume Basah	1,88	gr/cm ³
3	Berat Jenis (Gs)	2,60	
4	Batas-Batas Konsistensi		
	Batas Cair (LL)	76,8	%
	Batas Plastis (PL)	25,05	%
	Indeks Plastisitas (IP = LL – PL)	51,75	%
	Batas Susut	20,49	%
5	Analisis Granuler		
	% Lolos #200	89,26	%
	Kerikil	0,05	%
	Pasir	10,69	%
	Lantau	27,59	%
6	Lempung	61,67	%
	Uji Proktor Standar		
	Kadar Air Optimum	24,65	%
	Berat Volume Kering Maksimal	1,418	gr/cm ³

Pengujian CBR (*California Bearing Ratio*)

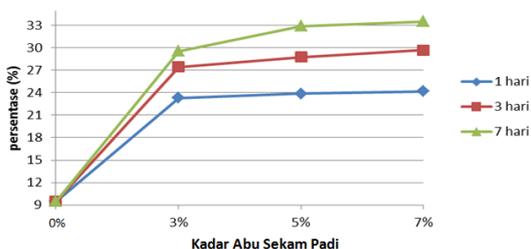
Hasil rekapitulasi pengujian CBR tanpa rendaman (*Unsoaked*) dan CBR rendaman (*Soaked*) untuk tanah asli, tanah asli + Abu sekam padi 3% + kapur 4%, tanah asli + Abu Sekam Padi 5% + kapur 4%, tanah asli + Abu Sekam padi 7% + kapur 4% dengan pemeraman 1 hari, 3 hari dan 7 hari seperti disajikan pada Tabel 3 dan Tabel 4 serta pada Gambar 1 dan Gambar 2 berikut ini.

Tabel 3 Hasil Rekapitulasi Pengujian CBR Tanah Asli

Pengujian	Nilai CBR
Tanah Asli Tanpa Rendaman	9,46 %
Tanah Asli Rendaman	1,16 %

Tabel 4 Hasil Rekapitulasi Pengujian CBR Tanah Campuran

NILAI CBR (%)				
Pemeraman	1 Hari	3 Hari	7 Hari	7 Hari Rendaman
ASP 3% + Kapur 4%	23,45	27,44	29,58	21,73
ASP 5% + Kapur 4%	23,87	28,79	32,92	23,19
ASP 7% + Kapur 4%	24,20	29,72	33,52	31,28



Gambar 1 Grafik Hasil Pengujian CBR Tanpa Rendaman

Hasil pengujian menunjukkan bahwa penambahan kapur 4% dan abu sekam padi 3% memberikan peningkatan nilai CBR hingga 212% pada kondisi *Unsoaked* dan pemeraman 7 hari. Pada kondisi yang sama (*Unsoaked* & pemeraman 7 hari), penambahan kadar abu sekam padi berturut-turut sebesar 5% dan 7% juga memberikan peningkatan nilai CBR dari CBR tanah asli sebesar 242% dan 254%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa penambahan kadar abu sekam padi sebesar 7% masih memberikan peningkatan nilai CBR, namun demikian peningkatan yang diberikan menunjukkan trend yang mendekati konstan. Hal tersebut menunjukkan abu sekam padi dan kapur dapat efektif digunakan sebagai bahan stabilitas tanah untuk memperbaiki jenis tanah yang kurang stabil.

Kondisi peningkatan nilai CBR seiring dengan penambahan bahan tambah (kapur dan abu sekam padi) juga ditunjukkan pada kondisi pengujian CBR terendam (*Soaked*), dimana penambahan kapur dan abu sekam

padi meningkatkan nilai CBR nya seperti dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 2 Grafik Hasil Pengujian CBR Rendaman

Nilai CBR dengan kondisi rendaman menunjukkan nilai yang lebih rendah dibanding kondisi tanpa rendaman (*Unsoaked*). Hal tersebut menunjukkan adanya pengaruh rendaman terhadap penurunan nilai CBR. Pada kondisi tanah asli, nilai CBR pada kondisi rendaman mengalami penurunan hingga menjadi 12% dari kondisi tanpa rendaman (dari 9,46% menjadi 1,16%), sedangkan dengan penambahan kapur 4% dan abu sekam padi 3%, penurunan nilai CBR akibat perendaman tidak terlalu signifikan, dimana pada kondisi ini, nilai CBR setelah perendaman berada pada tingkat 73,46% dari nilai CBR tanpa rendaman (dari 29,58% menjadi 21,73%). Kemudian pada penambahan kadar abu sekam padi (pada kadar kapur yang sama) yakni 5% dan 7%, nilai CBR pada kondisi rendaman berturut-turut berada pada 70,44% dari kondisi *unsoaked* (dari 32,92% menjadi 23,19%), dan 93,32% dari kondisi *unsoaked* (dari 33,52% menjadi 31,28%). Hasil tersebut menunjukkan penambahan kapur dan abu sekam padi sangat efektif menurunkan pengaruh rendaman terhadap kapasitas dukung tanah yang diuji dengan pengujian CBR.

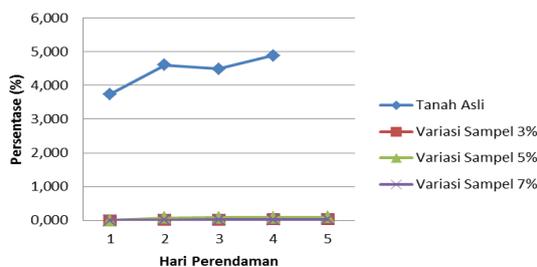
Pengujian Pengembangan (*Swelling*)

Pengujian ini bertujuan untuk mencari nilai perbandingan antara perubahan tinggi selama perendaman terhadap tinggi benda uji semula dinyatakan dalam persen.

Pengujian pengembangan dilakukan dengan pemeraman 7 hari kemudian dilakukan perendaman selama 4 hari. Adapun hasil rekapitulasi pengujian pengembangan dapat dilihat pada Tabel 4 dan pada Gambar 3 berikut ini.

Tabel 4 Rekapitulasi Hasil Pengujian Pengembangan

Hari	Pengembangan (%)			
	Tanah Asli	Tanah Asli + ASP 3% + Kapur 4%	Tanah Asli + ASP 5% + Kapur 4%	Tanah Asli + ASP 7% + Kapur 4%
0	0,000	0,000	0,000	0,000
1	3,741	0,009	0,076	0,013
2	4,606	0,017	0,082	0,017
3	4,492	0,036	0,089	0,023
4	4,882	0,036	0,091	0,032



Gambar 4 Hasil Pengujian Pengembangan Tanah Soaked

Berdasarkan dari grafik di atas dapat diketahui bahwa sebelum diberi bahan stabilisasi, pengembangan tanah asli mencapai 4,8% dimana nilai indeks plastis (PI) pada pengujian propertis didapatkan 51,75%. Menurut SNI 03-1967-2008 mengenai batas cair, dan dari studi literatur yang ada dapat disimpulkan bahwa jenis tanah lempung ini termasuk kedalam jenis tanah lempung ekspansif karena memiliki potensi pengembangan yang sangat tinggi. Hasil grafik pengembangan setelah ditambahkan bahan stabilisasi dengan persentase campuran abu sekam padi 7%+kapur 4% menghasilkan nilai persentase pengembangan menurun hingga

0,032% artinya abu sekam padi dan kapur dapat menurunkan potensi pengembangan yang terdapat pada jenis tanah ekspansif.

KESIMPULAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian di laboratorium dan analisa data pencampuran bahan tambah Abu Sekam Padi (RHA) dan kapur dengan tanah asli yang berasal dari Desa Kebonharjo, Kec. Samigaluh, Kab. Kulon Progo Yogyakarta dapat disimpulkan bahwa sebagai berikut.

1. Tanah dari Kulon Progo Yogyakarta adalah jenis tanah lempung kelanauan. Berdasarkan metode USCS termasuk jenis tanah lempung, CH, sedangkan berdasarkan AASHTO termasuk kelompok A-7, maka jenis tanah tersebut adalah jenis tanah berlempung sedang sampai buruk.
2. Dari hasil pengujian CBR (*Californian Bearing Ratio*) didapatkan nilai CBR tanah asli sebesar 9,46% untuk CBR *Unsoaked*, sedangkan untuk CBR tanah Asli *Soaked* sebesar 1,16%.
3. Penambahan Abu sekam padi sebesar 3% + Kapur 4% memberikan kenaikan CBR yang signifikan yakni hingga 212% dari kondisi tanah asli.
4. Proses pemeraman terbukti memberikan peningkatan nilai CBR, dan pada pemeraman selama 7 hari menunjukkan nilai CBR relatif akan memiliki nilai konstan.
5. Penambahan abu sekam padi hingga 7 % terbukti memberikan peningkatan nilai CBR dibanding nilai CBR Tanah Asli
6. Uji Pengembangan (*Swelling*) menunjukkan semakin tinggi persentase bahan campur abu sekam padi maka potensi pengembangan tanah semakin kecil yakni dari pengembangan tanah asli sebesar 4,8% menjadi 0,032% pada pengembangan tanah asli + abu sekam padi 7% + kapur 4%.

Saran

Berdasarkan dari penelitian ini, dapat disarankan hal-hal sebagai berikut ini.

1. Penelitian selanjutnya dapat mencoba meneliti jenis tanah lain dengan menambahkan variasi persentase campuran yang lebih besar atau dengan menjadikan abu sekam padi sebagai variabel terikat (tetap) disetiap sampel.
2. Penelitian lanjutan dapat mencoba untuk meneliti klasifikasi dari abu sekam padi dan menggunakan abu sekam padi sebagai bahan stabilisasi tanah tanpa menggunakan kapur atau bahan ikat lainnya.
3. Bagi peneliti yang akan melakukan penelitian lebih lanjut dapat dipertimbangkan mengenai alternatif bahan tambah stabilisasi kimiawi lain.
4. Perlu dilakukan penelitian dengan waktu pemeraman yang lebih variatif, hal ini dimaksudkan untuk menganalisis campuran antara kapur dan abu sekam padi dalam melangsungkan reaksi kimia terhadap tanah.
5. Perlu dilakukan pengujian pengembangan tanah dengan metode *free swell* test dan alat uji oedometer (konsolidasi).

DAFTAR PUSTAKA

- Abdurrozak, M.R., & Azanna, D.O., 2017, Pengaruh Penambahan Abu Sekam Padi terhadap Kapasitas Dukung Pondasi Dangkal pada Tanah Gambut, *Jurnal Teknisia*, Volume XXII No.1, UII, Yogyakarta.
- Badan Standarisasi Nasional. 2008. Standar Nasional Indonesia (SNI). SNI 1967:2008. Metode Pengujian Batas Cair Tanah. Jakarta.
- Bowles, J dan Hainim, JK, 1984. *Sifat-Sifat Fisis dan Geoteknis Tanah (Mekanika Tanah)*. Edisi Kedua. Erlangga. Jakarta
- Budi,G.S., Ariwibowo, D.S., dan Jaya, A.T., 2002, Pengaruh Pencampuran Abu Sekam Padi untuk Stabilisasi Tanah Ekspansif, *Dimensi Teknik Sipil ISSN 1410-9530*, Universitas Kristen Petra, Surabaya.
- Craig, R.F. 1991. *Mekanika Tanah*. PT. Erlangga. Jakarta.
- Hajar., 2016, *Stabilisasi Tanah Lempung dengan Menggunakan Abu Vulkanik dan Kapur*, Tugas Akhir, (Tidak Diterbitkan), Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Ingles, O.G. dan Metcalf, J.B., 1992, “*Soil Stabilization Principles and Practice*”, Butterworths Pty. Limited, Melbourne.
- Ingless, O.G. dan Metcalf, J.B., 1992, “*Soil Stabilization Principles and Practice*”, Butterworths Pty. Limited, Melbourne.
- Lestari., 2008, *Stabilisasi Tanah Lempung dengan Menggunakan Fly Ash berdasarkan Pengujian CBR (California Bearing Ratio) dan Kuat Tekan Bebas*, Tugas Akhir, (Tidak Diterbitkan), Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Ninik, A. dan Ardiyanto, CN., 2007, Pengaruh Kapur dan Abu Sekam Pada pada Nilai CBR Labpatorium Tanah Tras dari Dusun Seropna untuk Stabilitas Subgrade Timbunan, *Majalah Ilmiah UKRIM Edisi I/th XII/2007*, Yogyakarta.
- Sukirman, S, 1995, *Perkerasan Lentur Jalan Raya*, Nova, Bandung.
- Tjokrodinuljo,1992., *Teknologi Beton*, Gramedia, Yogyakarta.
- Widhiarto, H., Andriawan, A.H., & Matulessy, A., 2015., Stabilisasi Tanah Lempung Ekspansif dengan Menggunakan Campuran Abu-Sekam dan Kapur, *Jurnal Pengabdian LPPM Untag, Surabaya*.