

PERILAKU TANAH LEMPUNG YANG DISTABILISASI DENGAN ABU SEKAM PADI DAN KAPUR

Adnan Ruziq Ihsan⁽¹⁾, Soewignjo Agus Nugroho⁽²⁾, Ferry Fatnanta⁽²⁾

¹Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Riau

²Dosen Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Riau

Kampus Bina Widya J. HR Soebrantas KM 12,5 Pekanbaru, Kode Pos 28293

Email : adnan.ruziq@student.unri.ac.id

ABSTRACT

A Soil is usually as a base of both building construction and road construction, it becomes a problem if the soil has an inappropriate properties. Materials such as cement, lime, and rice husk ash can be used as stabilization materials to increase soil strength. This study examines the behavior of high plastically stabilized clay with cement, lime, and rice husk ash. The increases of soil performance is seen by CBR test, UCS test, and swelling potential measurements. CBR and UCS test were carried out with 4 conditions; 28 days ripening, 28 days ripening and 4 days immersion, tested directly, and 4 days immersion. The examination of swelling potential was supported by dial on soaked CBR and consolidometer. Soil samples from each varied mixture were loaded with various loads. The results showed that the CBR value and UCS value increase with the duration of ripening and decrease with the length of immersion. Then the CBR and UCS values increase with the addition of lime percentage in the mixture. The highest CBR and UCS values occurs in cement soil 90% + lime 10% with CBR values of 164.34% and UCS values of 1402.97 kPa in conditions for 28 days without immersion. The lowest CBR and UCS values occurs in cement soil 90% + rusk husk ash 10% with a value of 1.68% for CBR and 11.21 kPa for UCS values with conditions soaked for 4 days without immersion. The maximum expansion rate of each sample was reached at pressure of 3 kPa.

Keywords: CBR, UCS, Lime, Rice Husk Ash, Cement, Clay, Stabilization

I. PENDAHULUAN

Tanah merupakan dasar dari suatu struktur atau konstruksi, baik itu konstruksi bangunan maupun konstruksi jalan, dan menjadi masalah apabila memiliki sifat-sifat yang buruk pada tanah. Sifat-sifat buruk dari tanah dapat mengganggu suatu konstruksi sehingga konstruksi dapat mengalami kerusakan struktur, hal tersebut sangat tidak diinginkan dalam suatu konstruksi. Menurut Bowles (1991), Tanah lempung merupakan partikel mineral yang berukuran lebih kecil dari 0,002 mm. Partikel-partikel ini merupakan sumber utama dari kohesi di dalam tanah yang kohesif.

Sifat tanah lempung diantaranya adalah mempunyai plastisitas yang tinggi, kembang susut yang relatif besar, dan kekuatan geser yang rendah. Oleh karena itu diperlukan upaya untuk memperbaiki kondisi tanah

tersebut sebelum dimulai proses konstruksi dengan cara meningkatkan stabilitas tanah itu sendiri. Kestabilan tanah bisa terjadi secara alami maupun buatan, bila tanah secara alami tidak dapat mencapai kestabilan yang diinginkan maka dilakukan upaya-upaya untuk menstabilkan tanah dengan berbagai proses, dapat dengan menggunakan proses mekanik dan kimiawi. Proses tersebut disesuaikan dengan kondisi di lapangan dengan pertimbangan cara mana yang mudah dan lebih efisien untuk dilakukan. Stabilisasi tanah secara mekanis bertujuan untuk mendapatkan tanah yang bergradasi baik (*well graded*) sedemikian rupa sehingga memenuhi spesifikasi yang diinginkan. Stabilisasi secara kimiawi dapat dilakukan dengan penambahan bahan *additive* (Sudirja, 2008).

Penggunaan abu sekam padi sebagai bahan stabilisasi pada tanah lempung dimungkinkan

karena material ini banyak mengandung unsur silikat (SiO_2) dan aluminat (Al_2O_3), sehingga dikategorikan sebagai pozzolan (Decenal, 2016). Abu sekam padi dapat memperbaiki sifat-sifat tanah lempung dan dapat meningkatkan daya dukung tanah, tetapi semakin banyak abu sekam digunakan, daya dukung tanah akan terus menurun, hasil efektif yang dicapai adalah 6% kandungan abu sekam padi dalam tanah lempung (Adha, 2011). Berdasarkan penelitian-penelitian tersebut diatas, waktu pemeraman dapat memberikan pengaruh terhadap sifat mekanis tanah yang telah dicampur dengan bahan abu, terutama nilai CBR tanah.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui perilaku tanah lempung plastisitas tinggi yang distabilisasi dengan semen, kapur, dan abu sekam padi.

II. TINJAUAN PUSTAKA

Tanah

Menurut Das (1988), struktur tanah didefinisikan sebagai susunan geometrik butiran tanah. diantara faktor-faktor yang mempengaruhi struktur tanah adalah bentuk, ukuran, dan komposisi mineral dari butiran tanah serta sifat dan komposisi dari tanah. Secara umum, tanah dapat dimasukkan ke dalam dua kelompok yaitu tanah tidak kohesif (*cohesionless soil*) dan tanah kohesif (*cohesive soil*). Tanah tak kohesif merupakan butiran-butiran tanah yang terpisah-pisah dan hanya melekat apabila berada dalam kondisi basah sedangkan tanah kohesif merupakan butiran-butiran tanah yang menyatu sesamanya, dan pada waktu pengeringan diperlukan suatu gaya untuk memisahkan butiran-butiran tanah tersebut dalam keadaan kering. Tanah kohesif dapat bersifat tidak plastis, plastis, dan dapat bersifat seperti cairan tergantung pada nilai kadar air tanah tersebut (Bowles, 1991). Contoh dari tanah kohesif adalah lempung dan lanau.

Semen

Semen mempunyai unsur utama kalsium oksida, silikat dan aluminat yang bersifat hidrolis (membutuhkan air), akan berubah menjadi pasta pengikat ketika bereaksi dengan

air. Bahan dasar semen pada umumnya ada tiga macam yaitu klinker/terak (70% hingga 95%, merupakan hasil olahan pembakaran batu kapur, pasir silika, pasir besi dan lempung), gypsum (sekitar 5%, sebagai zat pelambat pengerasan) dan material ketiga seperti batu kapur, pozzolan, abu terbang, dan lain-lain. Jika ketiga unsur tersebut tidak lebih dari sekitar 3% umumnya masih memenuhi kualitas tipe 1 atau OPC (*Ordinary Portland Cement*). Namun bila kandungan material ketiga lebih tinggi hingga sekitar 25% maksimum, maka semen tersebut akan berganti tipe menjadi PCC (*Portland Composite Cement*).

Kapur

Kapur memiliki sifat sebagai bahan ikat antara lain : plastis, mudah dan cepat mengeras, *workability* baik dan mempunyai daya ikat baik untuk batu dan bata (Pinasang, 2016). Bahan dasar kapur adalah batu kapur atau *dolomit*, yang mengandung senyawa kalsium karbonat (CaCO_3). Pengertian kapur sebagai bahan stabilisasi mengacu pada mineral kapur berupa kalsium hidroksida ($\text{Ca}(\text{OH})_2$), kalsium oksida (CaO) dan kalsium karbonat (CaCO_3).

Stabilisasi tanah dengan kapur telah banyak digunakan pada proyek-proyek jalan di banyak negara. Untuk hasil optimum kapur yang digunakan biasanya antara 3% sampai dengan 7% (Thomson, 1968) menemukan bahwa dengan kadar kapur antara 5% sampai dengan 7% akan menghasilkan kekuatan yang lebih besar dari pada kadar kapur 3%.

Abu Sekam Padi

Abu sekam padi merupakan suatu material yang merupakan limbah dari hasil pengolahan padi menjadi beras pada pabrik penggilingan padi, yang tidak digunakan untuk proses lanjutan, sehingga abu sekam padi tersebut merupakan limbah yang tidak mengalami pengolahan kembali. Sebagai material limbah pengolahan pabrik penggilingan padi, abu sekam padi merupakan salah satu alternative bahan *additive* yang dapat digunakan sebagai material lapis pondasi atas atau lapis pondasi

bawah pada struktur perkerasan jalan raya (Adha, 2011)

Penggunaan abu sekam padi sebagai bahan stabilisasi pada tanah lempung dimungkinkan karena material ini banyak mengandung unsur silikat (SiO_2) dan aluminat (Al_2O_3), sehingga dikategorikan sebagai pozzolan.

Stabilisasi Tanah

Stabilisasi tanah adalah usaha untuk memperbaiki daya dukung (mutu) tanah yang tidak baik dan meningkatkan daya dukung (mutu) tanah yang sudah tergolong baik. Tujuan dari stabilisasi tanah adalah untuk meningkatkan kemampuan daya dukung tanah dalam menahan beban serta untuk meningkatkan kestabilan tanah. Usaha stabilisasi tanah dapat dilakukan dengan pemadatan, mencampur dengan tanah lain, serta menambahkan bahan pencampur kimiawi. Stabilisator yang sering digunakan yakni semen, kapur, abu sekam padi, abu cangkak sawit, abu ampas tebu, *fly ash*, bitumen dan bahan-bahan lainnya (Adha, 2011). Kelebihan stabilisasi dengan menggunakan bahan tambahan (*admixtures*) adalah sebagai berikut :

- Meningkatkan kekuatan tanah.
- Mengurangi deformasi.
- Menjaga stabilitas volume.
- Mengurangi permeabilitas.
- Meningkatkan durabilitas.

CBR (*California Bearing Ratio*)

CBR dikembangkan oleh *California State Highway Departement* sebagai cara untuk menilai kekuatan tanah dasar (subgrade). Dengan cara ini suatu percobaan penetrasi dipergunakan untuk menilai kekuatan tanah dasar atau bahan yang hendak dipakai untuk pembuatan perkerasan jalan.

CBR adalah nilai yang menyatakan kualitas tanah dibandingkan dengan bahan standar berupa batu pecah yang memiliki nilai CBR sebesar 100 %. Apabila dirumuskan dalam persamaan maka berbentuk :

$$\text{CBR} = \frac{\text{Beban dalam pengujian}}{\text{Beban standar}} \times 100\%$$

Contoh tanah yang digunakan dalam pengujian biasanya merupakan sampel tanah tak terganggu (*undisturbed*) yang diambil langsung dari lapangan ataupun sampel terganggu (*disturbed*) yang dibuat di laboratorium dengan pemadatan hingga kadar air optimum berdasarkan SNI 1744-1989-F.

UCS (*Unconfined Compression Strength*)

Pada material tanah, parameter yang perlu ditinjau adalah kekuatan geser tanahnya. Pengetahuan mengenai kekuatan geser diperlukan untuk menyelesaikan masalah-masalah yang berkaitan dengan stabilisasi tanah.

Salah satu pengujian yang digunakan untuk mengetahui parameter kuat geser tanah adalah uji kuat tekan bebas berdasarkan ASTM D2166, dimana pengujian ini bertujuan untuk menentukan kekuatan tekan bebas suatu jenis tanah yang berifat kohesif. Yang dimaksud dengan kekuatan tekan bebas adalah besarnya beban aksial persatuan luas pada saat benda uji mengalami keruntuhan atau pada saat regangan aksial mencapai 20%. Percobaan kuat tekan bebas di laboratorium dilakukan pada sampel tanah dalam keadaan asli maupun buatan (*remoulded*).

Tekanan aksial yang terjadi pada tanah dapat ditulis dalam persamaan berikut :

$$\text{Nilai UCS} = \frac{\text{Beban}}{\text{Luas Pemukaan Sampel}}$$

Potensi Pengembangan (*Swelling Potential*)

Tanah mengembang mempunyai karakter kembang susut yang besar, mengembang pada kondisi basah dan mengalami penyusutan saat kondisi kering. Jenis mineral yang terkandung pada tanah sangat mempengaruhi besar pengembangan tanah (*swelling*) dan tingkat plastisitas tanah.

Dalam menghadapi tanah mengembang perlu diperhitungkan adanya *strength degradation* akibat perubahan kadar air. Besar kembang susut pada tanah tidak merata pada semua titik, sehingga menyebabkan perbedaan ketinggian permukaan tanah yang dapat menimbulkan kerusakan.

Menurut (Yahya, n.d.) umumnya pengembangan tanah terjadi pada keadaan :

- Tanah lempung mengandung jenis mineral *montmorillonite*,
- Plastisitas tinggi, yaitu ; $LL > 40\%$ dan $PI > 15\%$,
- Adanya lapisan tanah di bawah permukaan tanah merupakan zona aktif, dimana cuaca sangat mempengaruhi perubahan kadar air.
- Adanya pergerakan dinamis (*heave*) akibat oksidasi dari mineral – mineral tertentu, misalnya *sulfide sulphanes*.

III. METODE PENELITIAN

Studi penelitian ini dilaksanakan secara eksperimental di Laboratorium Mekanika Tanah, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Riau. Pengujian yang dilakukan antara lain pengujian karakteristik fisik dan mekanik. Pengujian karakteristik fisik benda uji meliputi uji batas konsistensi tanah. Sedangkan pengujian karakteristik mekanik meliputi uji proctor, uji CBR (*California Bearing Ratio*), dan uji UCS (*Unconfined Compression Strength*).

Pembuatan benda uji CBR dan UCS dilakukan dengan menggunakan kadar air optimum (*optimum moisture content*) yang didapatkan dari pengujian proctor tanah asli. Pengujian CBR dan UCS dilakukan pada kondisi tanpa rendaman (*unsoaked*) maupun rendaman (*soaked*). Pengujian tersebut dilakukan dengan pemeraman benda uji terlebih dahulu dengan tanpa pemeraman dan dengan masa pemeraman 28 hari untuk benda uji tanpa rendaman serta 4 hari untuk benda uji dengan rendaman.

Sebelum penelitian ini dilaksanakan, ada beberapa tahapan yang dilakukan untuk memperoleh hasil yang diinginkan, diantaranya dimulai dengan studi literatur, survei lokasi, persiapan alat pengujian, penyiapan benda uji, hingga pengujian di laboratorium dan analisis data.

Persiapan Benda Uji

Pencampuran tanah semen dilakukan pada kadar air optimum tanah asli, pembuatan benda uji dilakukan sebelum waktu ikatan

awal semen-tanah. Sampel tanah untuk pengujian UCS dan CBR akan divariasikan pada beberapa variabel, sebagaimana pada Tabel 1 dan Tabel 2:

Tabel 1 Variasi Benda Uji CBR

		CBR				
Simbol	Deskripsi	Curing		Rendam		Total
		0	28	0	4	
		hari	hari	hari	hari	
		(F1)	(F2)	(G1)	(G2)	
A	Tanah Asli (Clay)	2	2	2	2	8
B	SC 90% + RHA 10%	2	2	2	2	8
C	SC 90% + Lime 4% + RHA 6%	2	2	2	2	8
D	SC 90% + Lime 6% + RHA 4%	2	2	2	2	8
E	SC 90% + Lime 10%	2	2	2	2	8
		10	10	10	10	40

Tabel 2 Variasi Persiapan Benda Uji UCS

		UCS				
Simbol	Deskripsi	Curing		Rendam		Total
		0 hari (F1)	28 hari (F2)	0 hari (G1)	4 hari (G2)	
A	Tanah Asli (Clay)	2	2	2	2	8
B	SC 90% + RHA 10%	2	2	2	2	8
C	SC 90% + Lime 4% + RHA 6%	2	2	2	2	8
D	SC 90% + Lime 6% + RHA 4%	2	2	2	2	8
E	SC 90% + Lime 10%	2	2	2	2	8
		10	10	10	10	40

Keterangan :

SC = *Soil Cement* (tanah semen)

RHA = *Rice Husk ash* (abu sekam padi)

Bagan Alir Pengujian

Metodologi penelitian berisi langkah-langkah jalannya penelitian yang berawal dari studi literatur, persiapan sampel dilokasi

penelitian, persiapan alat dan bahan, penginstalan alat pengujian serta analisa data.

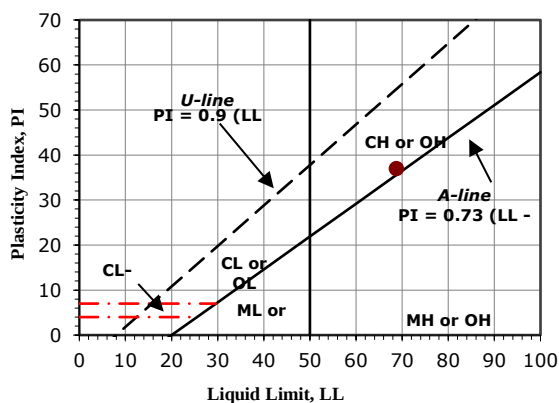
Tahap-tahap penelitian secara umum dituangkan ke dalam diagram alir penelitian, seperti pada Gambar 1.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

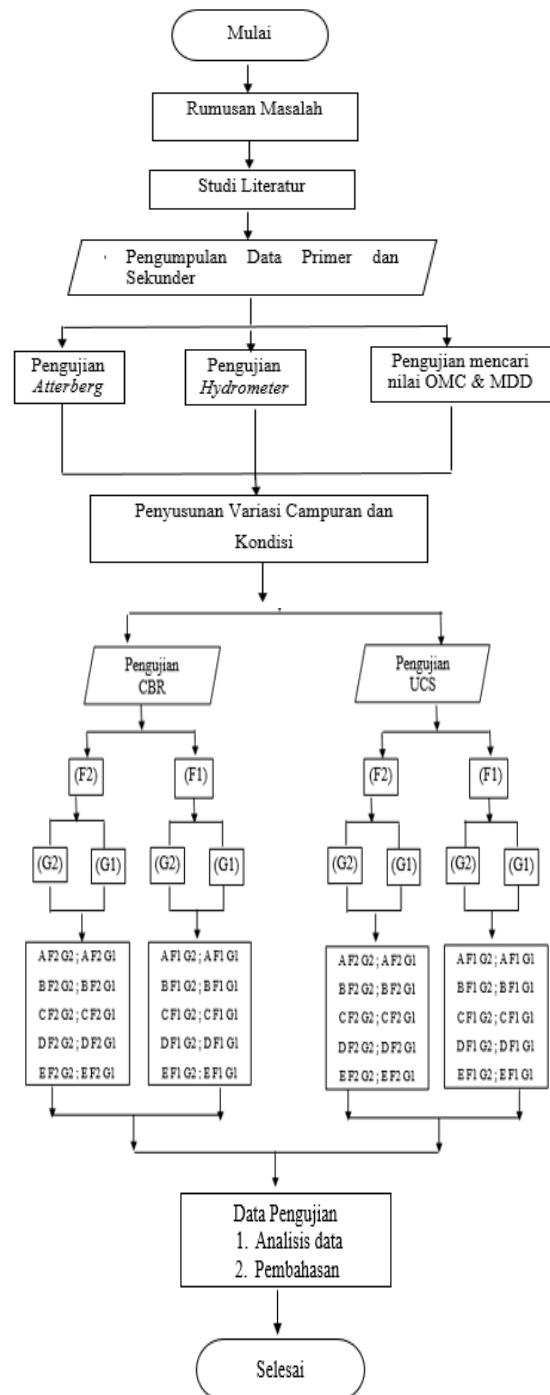
Data – data yang diperoleh dari penelitian berasal dari serangkaian pengujian yang dilaksanakan di laboratorium, kemudian disajikan secara sistematis dan jelas untuk dianalisis.

Hasil Pengujian Batas – Batas Konsistensi Tanah

Berdasarkan hasil pengujian batas cair dan batas plastis, maka diperoleh nilai batas cair tanah asli sebesar 68,77% dan nilai plastis sebesar 31,75%. Untuk nilai indeks plastisitas yang merupakan selisih dari batas cair dan batas plastis, diperoleh nilai sebesar 37,02%. Apabila nilai yang diperoleh, dimasukkan ke dalam grafik klasifikasi tanah maka terletak pada kelompok tanah CH karena berada diatas garis A. Dapat dilihat pada Gambar 2



Gambar 2 Grafik Plastisitas Cassagrande

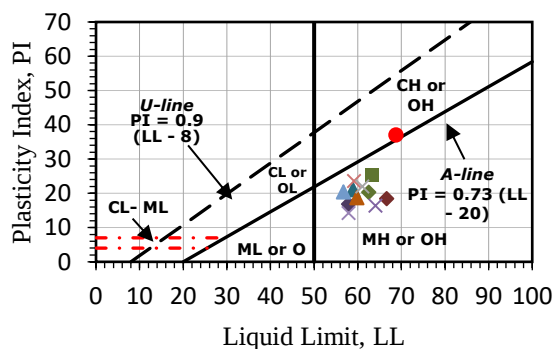


Gambar 1 Bagan Alir Penelitian

Tanah lempung plastisitas tinggi ini kemudian diuji kembali batas konsistensinya dengan penambahan semen, kapur, dan semen. Pencampuran ini untuk melihat pengaruh dari penambahan *additive* terhadap nilai konsistensinya.

Tabel 3 Hasil Uji Batas Konsistensi Campuran

No	Jenis campuran	Batas Atterberg		
		LL (%)	PL (%)	PI (%)
1	Tanah + Semen 5%	63,15	37,92	25,23
2	Tanah + Kapur 4%	66,64	48,17	18,46
3	Tanah + Kapur 6%	62,51	42,17	20,34
4	Tanah + Kapur 10%	57,86	41,00	16,86
5	Tanah + Abu Sekam Padi 4%	59,79	41,42	18,73
6	Tanah + Abu Sekam Padi 6%	58,93	37,89	21,03
7	Tanah + Abu Sekam Padi 10%	56,72	36,32	20,40
8	(SC) 90% + RHA 10%	59,10	35,56	23,54
9	(SC) 90% + Lime 4% + RHA 6%	61,02	39,04	21,97
10	(SC) 90% + Lime 6% + RHA 4%	57,85	43,64	14,21
11	(SC) 90% + Lime 10%	64,04	47,66	16,38



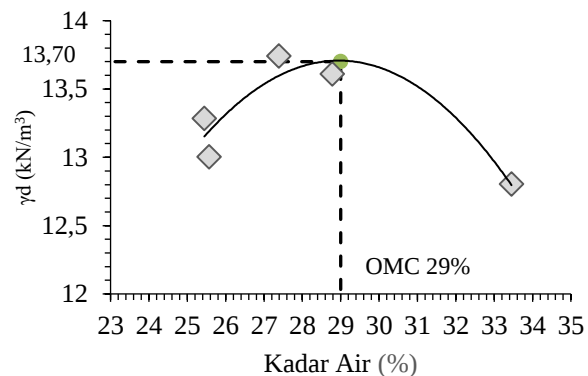
Gambar 3 Hasil Batas Konsistensi Semua Campuran

Dilihat dari Gambar 3 bahwa tanah asli yang merupakan CH atau lempung plastisitas tinggi, jika dicampurkan dengan semen, kapur, dan abu sekam padi, menyebabkan tanah campuran berubah menjadi MH atau lanau plastisitas tinggi.

Hasil Pemadatan

Pengujian pemadatan dilakukan untuk menentukan nilai kadar air optimum (*Optimum Moisture Content*) kepadatan kering maksimum (*Maximum Dry Density*).

Kadar air optimum tersebut digunakan untuk pembuatan sampel CBR dan UCS.



Gambar 4. Hasil Pemadatan Tanah Asli

Pada pemadatan dengan menggunakan *standar proctor*, didapatkan nilai kadar air optimum (*OMC*) sebesar 29 % dan kepadatan kering maksimum (*MDD*) sebesar 13,70 kN/m³.

Hasil Pengujian CBR

CBR bertujuan untuk menentukan kualitas relative tanah dasar (*subgrade*), lapis pondasi bawah (*subbase*) dan lapis pondasi atas (*base*) dibandingkan dengan beban standar berupa batu pecah yang memiliki nilai CBR 100%.

Sampel pengujian CBR ini adalah tanah asli dan berbagai variasi campuran.

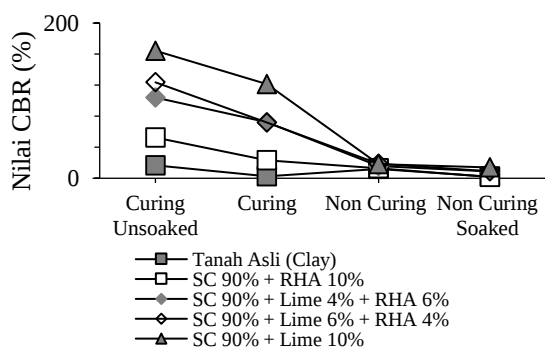
Pengujian CBR dilakukan dengan 4 perlakuan, diantaranya:

1. Tanpa pemeraman dan tidak direndam (*non curing unsoaked*),
2. Tanpa pemeraman dan direndam (*non curing soaked*),
3. Pemeraman dan tidak direndam (*curing unsoaked*),
4. Pemeraman dan direndam (*curing soaked*).

Di bawah ini hasil pengujian CBR dari setiap variasi yang ada. Tabel 4 merupakan hasil rata-rata dari dua sampel pada masing masing variasi.

Tabel 4. Hasil CBR Semua Variasi

No	Jenis Campuran	Nilai CBR (%)			
		Non Curing		Curing	
		Soaked	Unsoaked	Soaked	Unsoaked
1	Tanah Asli (Clay)	1,96	11,88	2,38	16,64
2	SC 90% + RHA 10%	1,68	12,97	23,20	52,47
3	SC 90% + Lime 4% + RHA 6%	8,74	15,85	72,26	104,05
4	SC 90% + Lime 6% + RHA 4%	8,99	18,48	71,70	123,67
5	SC 90% + Lime 10%	13,91	17,99	121,44	164,38



Gambar 5. Hasil Uji CBR Untuk Semua Variasi

Berdasarkan Gambar 5 dapat disimpulkan, bahwa sampel pada setiap variasi mempunyai nilai tertinggi pada kondisi yang diperam dibandingkan dengan yang tanpa pemeraman. Kemudian apabila yang diperam dan direndam dibandingkan dengan yang hanya diperam, maka nilai yang tertinggi terdapat pada yang diperam saja. Sama halnya dengan yang tidak diperam, sampel yang tidak diperam maupun direndam memiliki nilai yang tinggi dibandingkan dengan sampel yang tidak diperam tetapi direndam.

Apabila dilihat pada perendaman, nilai CBR sangat rendah bila sampel direndam langsung tanpa adanya pemeraman. Karena waktu ikat semen, kapur, dan abu sekam padi terjadi pada kondisi pemeraman. Jika sampel tidak diperam langsung diperam maka ikatan semen dengan zat yang lain belum terjadi dan air yang melebihi kadar air pada saat campuran mempengaruhi nilai CBR.

Waktu ikat ini juga dapat dilihat pengaruhnya pada sampel yang diperam dan tidak diperam. Dimana sampel yang diperam memiliki nilai yang tinggi akibat telah

terjadinya pengikatan tanah dengan zat lainnya oleh semen. Sedangkan yang tanpa pemeraman dan diuji langsung belum sempat adanya reaksi kimiawi semen dengan partikel tanah, kapur, maupun abu sekam padi.

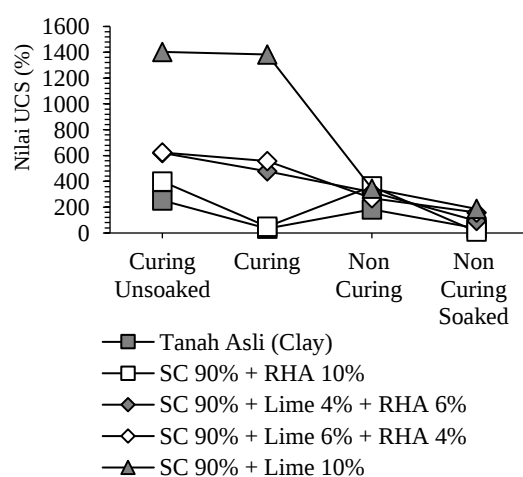
Hasil Pengujian UCS

Pengujian UCS dilakukan sama seperti halnya pengujian CBR dengan 4 perlakuan dan dengan variasi yang sama. Table 5 menunjukkan hasil dari pengujian UCS untuk semua variasi campuran dan perlakuan.

Tabel 5. Hasil UCS Semua Variasi

No	Jenis Campuran	Nilai UCS (kPa)			
		Non Curing		Curing	
		Soaked	Unsoaked	Soaked	Unsoaked
1	Tanah Asli (Clay)	36,22	182,84	34,44	252,23
2	SC 90% + RHA 10%	11,21	362,62	50,00	398,93
3	SC 90% + Lime 4% + RHA 6%	93,68	317,94	478,52	620,17
4	SC 90% + Lime 6% + RHA 4%	158,70	269,61	557,08	623,45
5	SC 90% + Lime 10%	186,68	343,15	1382,00	1402,97

Data dari Tabel 5 dimasukkan kedalam grafik hubungan nilai UCS dengan semua kondisi perlakuan yang dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Hasil Uji UCS Untuk Semua Variasi Berbeda

Berdasarkan Gambar 6 dapat disimpulkan bahwa sampel pada setiap variasi mempunyai nilai tertinggi pada kondisi yang diperam dibandingkan dengan yang tanpa pemeraman. Kemudian apabila yang diperam dan direndam dibandingkan dengan yang hanya diperam, maka nilai yang tertinggi terdapat pada yang diperam saja.

Sama halnya dengan yang tidak diperam, sampel yang tidak diperam maupun direndam memiliki nilai yang tinggi dibandingkan dengan sampel yang tidak diperam tetapi direndam.

Apabila dilihat pada perendaman, nilai UCS sangat rendah bila sampel direndam langsung tanpa adanya pemeraman. Karena waktu ikat semen, kapur, dan abu sekam padi terjadi pada kondisi pemeraman. Jika sampel tidak diperam langsung diperam maka ikatan semen dengan zat yang lain belum terjadi dan air yang melebihi kadar air pada saat campuran mempengaruhi nilai UCS.

Waktu ikat ini juga dapat dilihat pengaruhnya pada sampel yang diperam dan tidak diperam. Dimana sampel yang diperam memiliki nilai yang tinggi akibat telah terjadinya pengikatan tanah dengan zat lainnya oleh semen. Sedangkan yang tanpa pemeraman dan diuji langsung belum sempat adanya reaksi kimiawi semen dengan partikel tanah, kapur, maupun abu sekam padi.

Dilihat dari nilai UCS pada campuran Soil Cement 90% + Abu sekam padi 10%, nilai perendam yang telah diperam memiliki nilai yang kecil dibandingkan nilai kuat tekan bebas tanpa perendaman dan tanpa pemeraman. Hal ini disebabkan sampel uji yang telah diperam pada saat perendaman tidak direndam seperti sampel uji UCS. Sehingga ikatan tanah, semen, dan abu sekam padi mengembang akibat masuknya air rendaman yang merusak ikatan antar bahan campuran.

Bila kita lihat pada pengujian UCS sampel uji direndam dengan mould uji serta ditahan dengan beban untuk mencegah pengembangan tanah saat perendaman sedangkan sampel UCS tidak demikian, inilah yang menyebabkan nilai kuat tekan bebasnya berkurang walaupun telah diperam

dikarenakan pengembangan sampel uji kesegala arah dan semen tidak cukup kuat untuk menahan masuknya air rendaman kedalam sampel uji.

Hal lain yang menjadi penyebab selanjutnya ialah menurut Putra dan Zaika (2016), Abu sekam padi mempunyai kandungan silika yang tinggi, namun silika bersifat menyerap air.

Pengaruh Kadar Campuran Pada Hasil CBR dan UCS

Dari hasil pengujian CBR dan UCS kadar persentasi campuran terhadap tanah asli mempunyai nilai CBR dan nilai kuat tekan bebas yang bervariasi. Tanah asli yang merupakan lempung plastisitas tinggi, memiliki nilai CBR yang sangat buruk pada kondisi rendaman karena tidak sesuai dengan spesifikasi tanah timbun untuk perkerasan jalan sebesar 5%, (Hardiyatmo, 2010).

Sehingga dirancanglah sebuah campuran untuk mencapai nilai sesuai spesifikasi nilai yang telah ditetapkan serta untuk mengatasi tingginya plastisitas dilapangan yang dapat memungkinkan terhambatnya pekerjaan. Apabila dilihat dari campuran tanah semen, ada nilai atau batas yang menjadi syarat minimum. Berdasarkan SNI 03 – 6887 – 2012 nilai minimum kuat tekan bebas tanah semen sebesar 50 kPa, sedangkan berdasarkan ASTM D 1633 – 00 nilai UCS yang diharapkan 35 kPa.

Soil cement 90% + kapur 10% memiliki nilai yang paling besar baik dalam nilai CBR yaitu sebesar 164,38% dan nilai kuat tekan bebas sebesar 1402,97 kPa. Nilai tersebut didapat berdasarkan kondisi diperam dan tidak direndam. Harnaeni (2012) menyebutkan bahwa, peningkatan nilai CBR maupun UCS ini terjadi karena sementasi akibat peningkatan penambahan kapur. Sementasi ini menyebabkan penggumpalan sehingga meningkatnya daya ikat antar butiran, butiran ini tidak mudah hancur atau berubah bentuk karena pengaruh air.

Selanjutnya nilai pemeraman mempengaruhi pada campuran tanah lempung + semen dan kapur 10%, menurut Harnaeni (2012) nilai CBR pada waktu pemeraman

kurang dari waktu 24 jam dibandingkan lebih dari 24 jam memiliki nilai yang tinggi. Kemudian semen + lempung plastisitas tinggi menurut (Lesmana et al., 2013) nilai CBR maksimum pada saat pemeraman selama 28 hari.

Soil cement 90% + abu sekam padi 4% + kapur 6% memiliki nilai 123,67% untuk CBR dan nilai qu sebesar 623,45 kPa pada kondisi diperam dan tidak direndam. Nilai tersebut secara keseluruhan merupakan nilai kedua tertinggi pada semua campuran. Berdasarkan hasil penelitian (Pinasang, 2016), menjelaskan pertambahan nilai qu pada tanah lempung + kapur + abu sekam padi berbanding lurus dengan pertambahan persentase kapur.

Soil cement 90% + abu sekam padi 6 % + kapur 4% memiliki nilai ketiga tertinggi dengan nilai CBR yaitu 104,05% dan untuk nilai qu sebesar 620,17 kPa berdasarkan kondisi yang diperam dan tidak direndam. Sebagaimana menurut Adha (2011), efektifitas penggunaan abu sekam padi adalah 6% dalam penggunaan campuran untuk stabilisasi tanah lempung sebagai pengganti semen. Tetapi apabila kadar ini saat digunakan pada saat campuran tanah tidak memiliki nilai yang cukup tinggi, disebabkan perbandingan nilai pengganti semen dengan abu sekam padi yang berbeda.

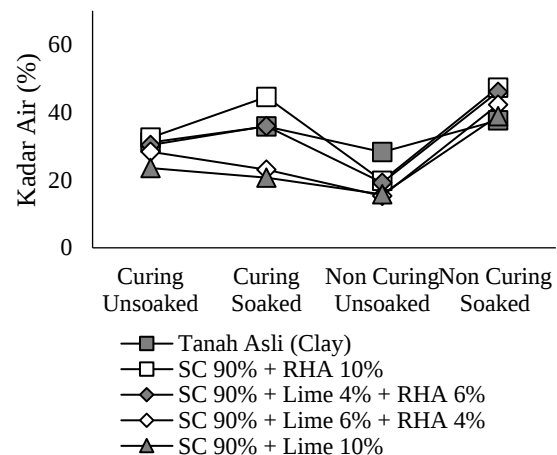
Menurut (Adha, 2011), penggunaan abu sekam padi dan semen adalah 2 : 1 sedangkan pada pengujian ini tidak. Inilah yang menyebabkan perbedaan hasil pengujian.

Campuran tanah *soil cement* 90% + abu sekam padi 10%, memiliki nilai terendah dibandingkan semua variasi campuran baik pada nilai CBR maupun UCS yakni 52,47% untuk CBR dan 398,93 kPa untuk nilai qu pada kondisi diperam dan tidak direndam. Sesuai dengan penelitian yang telah dilakukan semakin banyak abu sekam padi yang digunakan maka pengikatan air oleh abu sekam padi semakin besar sehingga tidak terjadi kondisi kadar air optimum (Adha, 2011).

Abu sekam padi memiliki nilai silica yang tinggi jika dicampur dengan semen akan memperkuat campuran tersebut, namun silica

ini bersifat menyerap air (Putra & Zaika, 2016.), jadi semakin banyak silica maka semakin banyak air yang diserap. Ini lah yang membuat nilai CBR dan nilai qu pada variasi satu menjadi rendah.

Pengaruh Kadar Air



Gambar 7 Kadar Air Sampel CBR Setiap Variasi

Berdasarkan Gambar 7, sampel yang tidak diperam memiliki nilai kadar air yang beda apabila sampel mengalami perendaman. Sampel yang diuji langsung memiliki kadar air yang lebih kecil dibandingkan dengan sampel yang langsung direndam. Pada pengujian langsung terjadi kehilangan kadar air pada setiap variasi dibandingkan dengan sampel tanah asli, karena pada saat pencampuran semua bahan stabilitas kadar air yang digunakan adalah kadar air optimum untuk tanah asli. Selanjutnya pada sampel yang diperam juga mempunyai nilai kadar air yang berbeda, apabila sampel direndam setelah pemeraman.

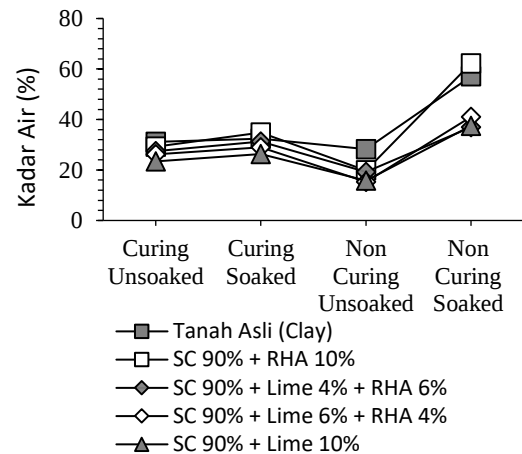
Sampel yang direndam walaupun telah diperam juga memiliki nilai kadar air yang tinggi. Jika dibandingkan kadar air sampel yang sama – sama direndam, nilai kadar air yang direndam langsung lebih tinggi dibandingkan yang direndam setelah diperam, dikarenakan sampel yang diperam lebih mendekati kedap air akibat partikel antar campuran sudah saling mengikat satu sama lainnya.

Sampel yang hanya diperam memiliki nilai kadar air yang mendekati pada setiap variasi.

Gambar 7 menunjukkan bahwa antar daya dukung tanah dengan kadar air memiliki hubungan yang berbanding terbalik. Menurut (Suroso, 2013), pada kondisi rendaman, semakin tinggi kandungan kadar air pada tanah yang dipadatkan maka nilai daya dukungnya semakin rendah, begitu pula sebaliknya.

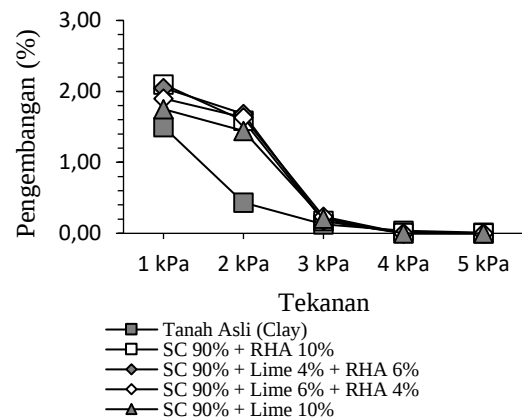
Gambar 8 merupakan hasil kadar air sampel UCS untuk semua variasi. Apabila dibandingkan Kadar Air CBR dan UCS, terdapat perbedaan, karena tingginya kadar air pada sampel uji SC 90% + RHA 10% kondisi *curing* dan *unsoaked* akibat perendaman. Kadar air ini yang menyebabkan berkurangnya nilai kuat tekan bebas pada variasi satu, kadar air yang berlebih mengurangi ikatan antara tanah, semen, dan abu sekam padi.

Menurut Adha (2011), kondisi rendaman sifat fisis dan mekanis tanah yang distabilisasi akan mengalami penurunan, campuran persentase kadar abu sekam hanya efektif sebesar 6%. Dari hasil pengujian yang dilakukan semakin besar kadar abu yang digunakan pada saat perendaman mempengaruhi daya serap air sehingga kandungan air pada benda uji semakin tinggi dan menyebabkan jatuhnya nilai kuat tekan bebas. Secara umum nilai kadar air untuk variasi yang lain mempunyai kasus yang sama pada kadar air yang mempengaruhi nilai CBR. Antara yang diperam, memiliki nilai UCS yang tinggi apabila hanya diperam saja dibandingkan yang diperam dan direndam, karena dipengaruhi dari kadar air pada sampel uji. Selanjutnya antara yang tidak diperam, akan memiliki nilai UCS yang tinggi dibandingkan dengan sampel yang tidak diperam tetapi direndam. Karena sesuai dengan yang telah dibahas pada pengaruh kadar air pada nilai CBR.



Gambar 8 Kadar Air Sampel UCS Untuk Setiap Variasi

Pengujian Swelling



Gambar 9 Hasil Pengujian Swelling

Gambar 9 menunjukkan bahwa variasi pengembangan yang terjadi pada setiap variasi berbeda-beda. Rata-rata pengembangan hanya terjadi sampai tekanan 3 kPa.

Campuran SC 90% + RHA 10% serta SC 90% + Lime 4% + RHA 6% mengembang lebih besar pada tekanan 1 kPa dibandingkan yang lainnya. Hal ini disebabkan oleh persentase abu sekam padi. Putra dan Zaika (2016) mengatakan bahwa abu sekam padi mempunyai kandungan silika yang tinggi, namun silika bersifat menyerap air. Putra dan Zaika dalam penelitiannya juga melihat bahwa pengembangan tanah asli + semen + abu sekam padi memiliki nilai *swelling* yang besar jika dibandingkan dengan dua variasi campuran yang berbeda.

Berdasarkan data diatas jika semua tanah diberi beban sebesar 3 kPa maka tanah yang bagus adalah variasi satu yang merupakan SC 90% + RHA 10% dan variasi dua SC 90% + Lime 4% + RHA 6%, karena kedua variasi ini menunjukkan pengembangan yang kecil dibandingkan variasi lainnya.

V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian dan pembahasan, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Berdasarkan ASTM 4318 tentang pengujian konsistensi tanah, tanah lempung yang digunakan adalah tanah lempung berplastisitas tinggi dengan batas cair (*liquid limit*) 68,77 %, batas plastis (*plastis limit*) 31,75 %, dan indeks plastisitas (*plasticity index*) sebesar 37,02 %.
2. Dari hasil pemadatan proktor pada tanah asli diperoleh kadar air optimum sebesar 29% dan kepadatan kering maksimum (*MDD*) sebesar 13,70 kN/m³.
3. Penambahan semen, kapur, dan abu sekam padi meningkatkan nilai CBR serta UCS. Semakin banyak kapur yang digunakan pada campuran tanah semen, maka semakin tinggi nilai CBR dan nilai UCS.
4. Penggunaan abu sekam padi tidak disarankan pada kondisi tanah yang mengalami perendaman, karena dapat mengurangi nilai CBR dan nilai UCS.
5. Persentase nilai CBR dan nilai kuat tekan bebas tertinggi terjadi pada SC 90% + Lime 10%, dengan nilai CBR sebesar 164,38% dan nilai UCS 1402,97 kPa pada kondisi pemeraman 28 hari.
6. Pemeraman dan perendaman mempengaruhi nilai CBR dan nilai kuat tekan bebas pada UCS. Sampel Uji yang diperam 28 hari memiliki nilai CBR yang tertinggi dan nilai kuat tekan bebas yang tertinggi.
7. Kadar air mempengaruhi nilai CBR dan nilai UCS. Semakin tinggi nilai kadar air semakin rendah nilai CBR dan nilai UCS.

8. Potensi pengembangan setiap variasi campuran hanya berpotensi mengembang hingga tekanan 3 kPa.

VI. DAFTAR PUSTAKA

- Adha, I. (2011). Pemanfaatan Abu Sekam Padi Sebagai Pengganti Semen Pada Metode Stabilisasi Tanah Semen. *Jurnal Rekayasa*, 15(1).
- Bowles, J.E. 1991. *Sifat-Sifat Fisis dan Geoteknik Tanah*. Jakarta: Erlangga
- Das, B.M. 1988. *Mekanika Tanah (Prinsip-Prinsip Mekanika Tanah) Jilid 1*. Jakarta: Erlangga.
- Fadilla, N. (2014). Pengujian Kuat Tekan Bebas (*Unconfined Compression Test*) Pada Stabilitas Tanah Lempung Dengan Campuran Semen Dan Abu Sekam Padi, *Jurnal Ilmiah*, 15(1).
- Hardiyatmo, H.C. (2012). *Mekanika Tanah 1 Edisi ke Enam*, Yogyakarta : Gadjah Mada University Press
- _____. (2010). *Stabilisasi Tanah Untuk Perkerasan Jalan Edisi Pertama*, Yogyakarta : Gadjah Mada University Press
- Harnaeni, S. R. (2012). Efektifitas Semen Pada Stabilisasi Lempung Dengan Kapur Akibat Percepatan Waktu Antara Campuran Dan Pemadatan. *Simposium Nasional RAPI XI FT UMS*, 83–89.
- Lesmana, R. I., Nugroho, S. A., Jurusan, M., Sipil, T., Jurusan, D., Sipil, T., ... Riau, U. (2013). Stabilitas Tanah Plastisitas Tinggi Dengan Semen. *Jurnal FTEKNIK Vol 3 No.2*
- Pinasang, D. (2016). Analisis Campuran Kapur-Flay Ash Dan Kapur-Abu Sekam Padi Terhadap Lempung Ekspansif. *Jurnal Ilmiah*, 14(3).
- Putra, A. A., & Zaika, Y. (2016). Pengaruh Penambahan Semen , Abu Sekam Padi dan Abu Ampas Tebu pada Tanah Lempung Ekspansif di Bojonegoro terhadap Nilai CBR , Swelling , dan Durabilitas, *Jurnal Ilmiah*, 7(1).
- Sudirja. (2008). Pengaruh Penambahan *Spent Catalyst* Pada Stabilisasi Tanah Semen Terhadap Kembang Susut Dan Daya Dukung Tanah Ekspansif Sebagai

*Subgrade Jalan. Tesis Universitas
Diponegoro*

- Sudjianto, A. T. (2007). Stabilisasi Tanah Lempung Ekspansif Dengan Garam Dapur (NaCl). *Jurnal Ilmiah Teknik Sipil*, 8(1), 53-63
- Suroso. (2013). Pengaruh Variasi Lama Perendaman , Energi Pemadatan , Dan Kadar Air Terhadap Pengembangan, *Jurnal Rekayasa Sipil* 7(1), 55–65.
- Wiqoyah, Q. (2006). Pengaruh Kadar Kapur, Waktu Perawatan dan Perendaman Terhadap Kuat Dukung Tanah Lempung. *Dinamika Teknik Sipil*, 6(1), 16–24.
- Yahya, R. G. (2014). Akibat Tanah Mengembang, *Jurnal Teknik Sipil* 11(1), 63–74.