

PENGARUH PENAMBAHAN SERBUK *GYP SUM* DAN ABU SEKAM PADI DENGAN LAMANYA WAKTU PENDERAMAN (*CURING*) TERHADAP KARAKTERISTIK TANAH LEMPUNG EKSPANSIF DI BOJONEGORO

Febra Ndaru Wardhana, Yulvi Zaika, Arief Rachmansyah
Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya Malang
Jalan MT Haryono 167, Malang 65145, Indonesia
Email: fabrendaru@yahoo.co.id

ABSTRAK

Tanah di daerah Kecamatan Ngasem, Bojonegoro, Jawa Timur sebagian besar merupakan tanah berbutir halus, yaitu merupakan jenis tanah lempung ekspansif. Lempung ekspansif 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. Salah satu usaha perbaikan tanah lempung ekspansif dengan cara mencampur serbuk *gypsum* sebagai zat *additive*. Penelitian ini digunakan 4 variasi campuran yaitu 4% serbuk *gypsum* + 4% abu sekam padi, 4% serbuk *gypsum* + 5% abu sekam padi, 4% serbuk *gypsum* + 6% abu sekam padi, dan 4% serbuk *gypsum* + 8% abu sekam padi dari berat kering tanah. Dari hasil penelitian didapatkan nilai CBR terbesar didapatkan pada kondisi penambahan 4% serbuk *gypsum* + 5% abu sekam padi dengan lama waktu *curing* 14 hari yaitu 21,87% (*Unsoaked*) dan 2,89% (*Soaked*). Untuk nilai pengembangan dengan *curing*, *curing* selama 14 hari merupakan batas pengikatan antar partikel tanah dengan serbuk *gypsum* dan abu sekam padi. Nilai pengembangan terkecil didapatkan pada penambahan 4% serbuk *gypsum* + 6% abu sekam padi dengan lama waktu *curing* 14 hari yaitu 2,16%.

Kata kunci: Abu Sekam Padi, CBR,, *curing*, Lempung Ekspansif, Serbuk *gypsum*, *Swelling*

PENDAHULUAN

Tanah di daerah Kecamatan Ngasem, Bojonegoro, Jawa Timur sebagian besar merupakan tanah berbutir halus, yaitu tanah lempung. Tanah tersebut akan menjadi gumpalan-gumpalan sangat keras saat musim kemarau dan akan menjadi sangat liat, basah, dan lengket di musim penghujan. Ketika kondisi lingkungan sangat kering, tanah mudah mengalami keretakan. Kondisi fisik tersebut mewakili sifat tanah lempung ekspansif. Tanah tersebut mempunyai sifat fisik dan teknis yang kurang memenuhi persyaratan untuk pekerjaan bangunan.

Tanah lempung *ekspansif* memiliki nilai CBR yang kecil dan potensi kembang susut tinggi apabila terjadi perubahan kadar air sehingga diperlukan usaha stabilisasi tanah. Dalam

penelitian ini dilakukan stabilisasi kimiawi dengan zat aditif yaitu serbuk *gypsum*.

Agar pelaksanaan penelitian dapat berjalan lancar dan memperoleh hasil yang sesuai dengan tujuan yang akan dicapai, yaitu: mengetahui besar pengaruh penambahan serbuk *gypsum* pada tanah lempung ekspansif terhadap nilai karakteristik tanah, nilai CBR dan nilai pengembangan (*swelling*) dengan lamanya waktu penderaman (*curing*). Penelitian dilakukan dengan menggunakan tanah asli dari Kecamatan Ngasem, Bojonegoro, Jawa Timur. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi mengenai serbuk *gypsum* sebagai bahan stabilisator tanah.

TINJAUAN PUSTAKA

Tanah Lempung

Lempung (*clay*) adalah bagian dari tanah yang sebagian besar terdiri dari partikel mikroskopis dan submikroskopis (tidak dapat dilihat dengan jelas bila hanya dengan mikroskopis biasa) yang berbentuk lempengan-lempengan pipih dan merupakan partikel-partikel dari mika, mineral-mineral lempung (*clay minerals*), dan mineral-mineral yang sangat halus lain (Braja M. Das, 1985).

Sifat-sifat tanah lempung pada umumnya terdiri dari (Hardiyatmo, 1999):

1. Ukuran butir halus (kurang dari 0,002 mm)
2. Permeabilitas rendah
3. Kenaikan air kapiler tinggi
4. Sangat kohesif
5. Kadar kembang susut yang tinggi
6. Proses konsolidasi lambat

Faktor-faktor yang berpengaruh terhadap sifat-sifat tanah lempung ekspansif secara umum dibedakan menjadi dua yaitu: faktor komposisi tanah dan faktor pengaruh lingkungan. Faktor yang pertama dapat diketahui dengan mengadakan percobaan di laboratorium pada contoh tanah terusik. Hal-hal yang perlu didalam percobaan antara lain: tipe dan jumlah mineral, tipe kation didalam tanah, luas permukaan, distribusi ukuran partikel, dan air pori. Faktor pengaruh lingkungan dapat diketahui melalui pengujian laboratorium pada contoh tanah asli. (Suhardjito, 1989).

Identifikasi Tanah Lempung Ekspansif

Tanah lempung ekspansif dapat diidentifikasi dengan tiga cara yaitu:

1. Identifikasi Mineralogi,
2. Cara tidak langsung (*single index method*),
3. Cara langsung,

Dalam penelitian ini termasuk cara tidak langsung untuk

mengidentifikasi tanah lempung ekspansif. Hasil uji sejumlah indeks dasar tanah dapat digunakan untuk evaluasi berpotensi ekspansif atau tidak pada suatu contoh tanah. Uji indeks dasar adalah uji batas-batas *Atterberg* dan uji mengembang bebas.

Dalam Kriteria Raman, penggolongan tanah ekspansif berdasarkan batas-batas *Atterberg* dapat menggunakan dua parameter yaitu PI (*Plasticity Index*) dan SI (*Shrinkage Index*).

Tabel 1 Parameter Tanah Ekspansif Berdasarkan IP dan SI

Plasticity Index (%)	Shrinkage Index (%)	Degree Of Expansion
< 12	< 15	Low
12 – 23	15 – 30	Medium
23 - 30	30 – 40	High
> 30	> 40	Very High

Dalam kriteria Altmeyer tanah ekspansif dapat digolongkan dengan menggunakan *linear shrinkage* dan *shrinkage limit* (SL).

Stabilisasi Tanah

Dalam suatu pekerjaan konstruksi terdapat kondisi tanah yang tidak memenuhi kualitas persyaratan fisik maupun teknis. Karena itu perlu dilakukan usaha perbaikan sifat-sifat tanah untuk memenuhi persyaratan yang ditentukan. Usaha perbaikan sifat-sifat tanah ini disebut stabilisasi tanah (Bowles, 1986). Stabilisasi tanah adalah usaha untuk memperbaiki sifat-sifat tanah yang ada, sehingga memenuhi syarat untuk lokasi suatu proyek. Stabilisasi tanah dapat berupa tindakan-tindakan seperti meningkatkan kerapatan tanah, menambah material yang tidak aktif sehingga meningkatkan kohesi dan atau tahanan gesek yang timbul, menambah bahan untuk menyebabkan perubahan-perubahan kimia dan atau fisis pada tanah, menurunkan muka air tanah (drainase tanah), atau mengganti tanah yang buruk.

Stabilisasi tanah dapat terdiri dari salah satu kombinasi dari pekerjaan berikut (*Ingel dan Metcalf, 1977*):

1. Stabilisasi Mekanik
2. Stabilisasi Fisik
3. Stabilisasi Kimiawi

Pada penelitian ini, usaha stabilisasi tanah yang digunakan adalah stabilisasi kimia dengan penambahan zat aditif. Zat aditif yang digunakan yaitu serbuk gypsum. Zat aditif tersebut diharapkan akan mampu memperbaiki karakteristik tanah lempung ekspansif di daerah Kecamatan Ngasem, Bojonegoro, Jawa Timur.

Gypsum Sebagai Bahan Stabilisator Tanah

Dalam ilmu kimia, gypsum disebut sebagai Kalsium Sulfat Hidrat ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), yaitu suatu material yang termasuk kedalam mineral sulfat yang berada di bumi dan nilainya sangat menguntungkan. Sekarang ini gypsum banyak digunakan pada hiasan bangunan, bahan dasar pembuat semen, pengisi (*filler*) cat, bahan pembuat pupuk (*fertilizer*) dan berbagai macam keperluan lainnya. Keuntungan penggunaan *gypsum* dalam pekerjaan teknik sipil yaitu:

- a. Gypsum yang dicampur lempung dapat mengurangi retak karena sodium pada tanah tergantikan oleh kalsium pada gypsum sehingga pengembangannya lebih kecil.
- b. Gypsum dapat meningkatkan stabilitas tanah organik karena mengandung kalsium yang mengikat tanah bermateri organik terhadap lempung yang memberikan stabilitas terhadap agregat tanah.
- c. Gypsum meningkatkan kecepatan rembesan air, dikarenakan gypsum lebih menyerap banyak air. (Sumber : www.minerals.net, opened at December, 1, 2005)

Abu Sekam Padi (*Rice Husk Ash*) Sebagai Bahan Stabilisator Tanah

Abu sekam padi merupakan bahan hasil sampingan dari produk pertanian, yang dinilai hanyalah limbah. Akan tetapi sekam yang dinilai hanya limbah tersebut bila dibakar memiliki sifat pozzolan yang mempunyai unsur silikat tinggi, rata-rata SiO_2 yaitu 91,72% dengan pozzolanic activity index sebesar 87%. Pozzolan ini mengandung sifat sementasi jika bercampur dengan air. Abu sekam padi sebagai *filler*. Fungsi dari *filler* adalah sebagai bahan pengisi rongga-rongga antar agregat (kasar) yang diharapkan dapat meningkatkan kerapatan dan memperkecil permeabilitas dari campuran. Disamping ukurannya yang harus relatif halus, bahan *filler* harus memiliki sifat-sifat tertentu seperti bersifat sementasi jika terkena air dan memiliki daya rekat yang tinggi dengan agregat lainnya (Mutohar, Y., 2002)

Uji Laboratorium

Menurut Shirley (1994), jenis percobaan di laboratorium dapat dibagi menjadi dua bagian, yaitu:

1. Sifat fisik tanah (*Index Properties*): yaitu sifat tanah dalam keadaan asli yang digunakan untuk menentukan jenis tanah.
2. Sifat mekanis tanah (*Engineering Properties*): yaitu perilaku tanah akibat diberikannya beban terhadap tanah dan digunakan sebagai parameter dalam perencanaan pondasi.

Sifat fisik tanah meliputi pemeriksaan kadar air tanah, berat jenis tanah, batas *atterberg*, analisa saringan, analisa hidrometer, dan berat isi tanah. Sedangkan sifat mekanis tanah meliputi beberapa pemeriksaan, namun dalam penelitian ini hanya difokuskan pada pemadatan standar, uji CBR dan uji pengembangan (*Swelling*).

METODOLOGI PENELITIAN

Komposisi Campuran Untuk Benda Uji

Benda uji untuk masing-masing perlakuan terdiri atas tanah asli di daerah Kecamatan Ngasem, Bojonegoro, Jawa Timur, serta campuran serbuk *gypsum* dan abu sekam padi. Prosentase yang digunakan adalah 4% serbuk *gypsum* + 4% abu sekam padi, 4% serbuk *gypsum* + 5% abu sekam padi, 4% serbuk *gypsum* + 6% abu sekam padi, dan 4% serbuk *gypsum* + 8% abu sekam padi dari berat kering tanah.

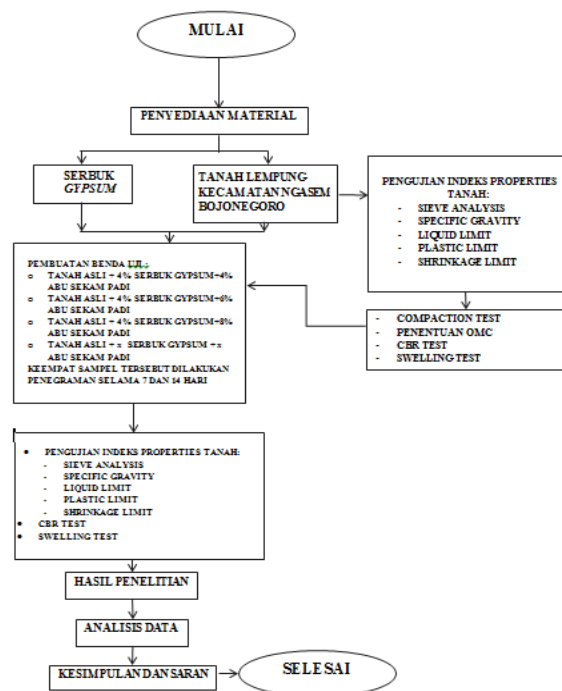
Rancangan Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada lima sampel benda uji. Benda uji pertama dilakukan pada tanah asli dalam keadaan terganggu (*disturbed*) dan empat benda uji lainnya menggunakan pencampuran tanah asli dengan serbuk *gypsum* dan abu sekam padi. Prosentase yang digunakan adalah 4% serbuk *gypsum* + 4% abu sekam padi, 4% serbuk *gypsum* + 5% abu sekam padi, 4% serbuk *gypsum* + 6% abu sekam padi, dan 4% serbuk *gypsum* + 8% abu sekam padi dari berat kering tanah.

Empat sampel benda uji tersebut dilakukan pengujian *index properties* tanah, *compaction test*, uji CBR (*California Bearing Ratio*) dan uji pengembangan (*swelling*). *Index properties* tanah ini terdiri dari analisa saringan, batas-batas limit (*atterberg limit*) dan *specific gravity*. Untuk empat benda uji tanah campuran diberi perlakuan *curing* selama 0, 7 dan 14 hari sebelum dilakukan pengujian CBR dan *swelling*. Pengujian *compaction test* dilakukan untuk mengetahui nilai kadar air optimum tanah asli dan tanah campuran. Nilai kadar air optimum tersebut akan digunakan untuk percobaan CBR dan uji pengembangan (*swelling*). Pengujian CBR dilakukan dengan dua perlakuan yaitu CBR *soaked* dan CBR *unsoaked*. CBR *soaked* dilakukan dengan

cara sampel tanah yang dipadatkan dengan kadar penambahan air optimum yang sudah didapatkan dari *compaction test* direndam dalam air selama 2 hari lalu diuji. Sedangkan CBR *unsoaked* tidak direndam akan tetapi langsung dilakukan pengujian. Uji *swelling* dilakukan bersamaan dengan perendaman sampel tanah untuk pengujian CBR *soaked*.

Diagram Alir Penelitian



Gambar 1. Diagram alir penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sifat Fisik Tanah Bojonegoro

Sampel diambil dari Kecamatan Ngasem, Bojonegoro, Jawa Timur. Untuk menentukan klasifikasi tanah tersebut maka dilakukan pengujian karakteristik sifat fisik tanah di laboratorium yang meliputi pengujian batas plastis (PL), batas cair (LL), *specific gravity* (SG), dan analisa saringan. Hasil pengujian terhadap sampel tanah tersebut disajikan pada Tabel 2 berikut ini:

Tabel 2. Sifat Fisik Tanah Asli

Macam-macam Uji	Tanah Asli
<i>Liquid Limit</i>	92,51%
<i>Plastic Limit</i>	40,92%
<i>Shrinkage Limit</i>	8,74%
Indeks Plastisitas	51,59%
<i>Specivic Gravity</i>	2,512
<i>Swell</i>	6,186%
Lolos saringan no. 200	95,302%
Tertahan saringan no. 200	4,698%

Berdasarkan Tabel 2, dapat disimpulkan bahwa tanah di daerah Kecamatan Ngasem, Bojonegoro, Jawa Timur dapat dikelompokkan dalam klasifikasi USCS sebagai OH (lempung organik dengan plastisitas tinggi).

Pemeriksaan *Specific Gravity*

Specific Gravity adalah nilai perbandingan antara berat butir tanah dan berat air dengan volume yang sama pada suhu tertentu. Uji *Specific Gravity* adalah jenis pengujian yang bertujuan untuk menentukan *Specific Gravity* suatu contoh tanah yang digunakan sebagai bahan uji.

Bahan-bahan yang digunakan dalam pengujian *Specific Gravity* tersebut adalah tanah asli, serbuk *gypsum* serta tanah asli yang diberi bahan campuran. Tanah asli yang diberi bahan campuran terdapat 4 variasi yaitu 4% serbuk *gypsum* + 4% abu sekam padi, 4% serbuk *gypsum* + 5% abu sekam padi, 4% serbuk *gypsum* + 6% abu sekam padi, dan 4% serbuk *gypsum* + 8% abu sekam padi. Hasil pengujian *specivic gravity* disajikan pada Tabel 3:

Tabel 3 Hasil Pengujian *Specific Gravity*

BAHAN	BERAT JENIS
Tanah Asli	2,528
Serbuk Gypsum	2,730
Abu Sekam Padi	2,153
Tanah Asli + 4% Serbuk Gypsum + 4% Abu Sekam Padi	2,513
Tanah Asli + 4% Serbuk Gypsum + 5% Abu Sekam Padi	2,515
Tanah Asli + 4% Serbuk Gypsum + 6% Abu Sekam Padi	2,517
Tanah Asli + 4% Serbuk Gypsum + 8% Abu Sekam Padi	2,520

Dari hasil percobaan yang ditampilkan pada Tabel 3 didapatkan nilai *Specific Gravity* untuk tanah asli adalah sebesar 2,528. *Specific Gravity* mengalami penurunan ketika tanah asli ditambahkan dengan bahan campuran serbuk *gypsum* dan abu sekam padi.

Berdasarkan hasil pengujian yang telah diketahui dapat diambil kesimpulan bahwa dengan bertambahnya prosentase bahan campuran berupa serbuk *gypsum* dan abu sekam padi yang ditambahkan pada tanah asli mengakibatkan penurunan terhadap *Specific Gravity* tanah.

Pemeriksaan Batas-Batas *Atterberg*

Pengujian batas *atterberg* meliputi pengujian batas susut (*shrinkage limit*), batas plastis (*plastic limit*) dan batas cair (*liquid limit*). Di dalam penelitian ini, pengujian batas *atterberg* dilakukan pada tanah asli dan juga pada tanah asli yang telah diberi bahan campuran untuk stabilisasi berupa serbuk *gypsum* dan abu sekam padi sesuai dengan komposisi yang ditentukan. Berikut ini hasil dari pengujian batas *atterberg*:

Tabel 4. Hasil pemeriksaan batas-batas *atterberg*

KOMPOSISI TANAH	LL	PL	SL	IP
Tanah Asli + 0% Serbuk Gypsum + 0% Abu Sekam Padi	125 %	44,31%	8,23	80,68%
Tanah Asli + 4% Serbuk Gypsum + 4% Abu Sekam Padi	90,48%	45,20%	9,29	45,27%
Tanah Asli + 4% Serbuk Gypsum + 5% Abu Sekam Padi	81,98%	46,41%	10,68	35,56%
Tanah Asli + 4% Serbuk Gypsum + 6% Abu Sekam Padi	81,64%	47,42%	11,28	34,26%
Tanah Asli + 4% Serbuk Gypsum + 8% Abu Sekam Padi	80,73%	48,84%	12,62	31,89%

Pada tabel diatas dapat disimpulkan bahwa penambahan bahan campuran berupa serbuk *gypsum* dan abu sekam padi pada tanah asli menyebabkan nilai indeks plastisitas mengalami penurunan. Selain itu penambahan bahan campuran dapat menaikkan nilai batas

14 hari. Dan berikut adalah hasil pengujian CBR *Unsoaked* tanpa curing dan dengan curing selama 7 hari serta 14 hari:

Tabel 7. Hasil Pengujian CBR *Unsoaked* Tanpa *Curing* (0 Hari)

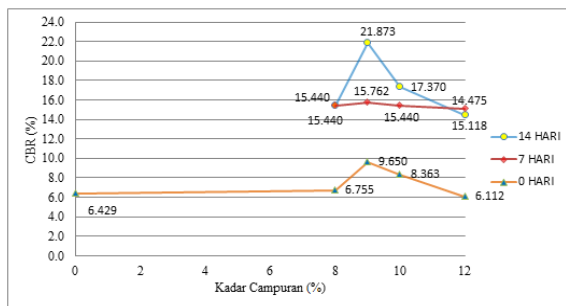
Komposisi Bahan	CBR (<i>unsoaked</i>)
TANAH ASLI	6,429%
TANAH ASLI + 4% SERBUK GYPSUM + 4% ABU SEKAM	6,755%
TANAH ASLI + 4% SERBUK GYPSUM + 5% ABU SEKAM	9,65%
TANAH ASLI + 4% SERBUK GYPSUM + 6% ABU SEKAM	8,3633%
TANAH ASLI + 4% SERBUK GYPSUM + 8% ABU SEKAM	6,112%

Tabel 8. Hasil Pengujian CBR *Unsoaked* Dengan *Curing* 7 Hari

Komposisi Bahan	CBR (<i>unsoaked</i>)
TANAH ASLI + 4% SERBUK GYPSUM + 4% ABU SEKAM	15,44%
TANAH ASLI + 4% SERBUK GYPSUM + 5% ABU SEKAM	15,761%
TANAH ASLI + 4% SERBUK GYPSUM + 6% ABU SEKAM	15,44%
TANAH ASLI + 4% SERBUK GYPSUM + 8% ABU SEKAM	15,11%

Tabel 9. Hasil Pengujian CBR *Unsoaked* Dengan *Curing* 14 Hari

Komposisi Bahan	CBR (<i>unsoaked</i>)
TANAH ASLI + 4% SERBUK GYPSUM + 4% ABU SEKAM	15,44%
TANAH ASLI + 4% SERBUK GYPSUM + 5% ABU SEKAM	21,87%
TANAH ASLI + 4% SERBUK GYPSUM + 6% ABU SEKAM	17,37%
TANAH ASLI + 4% SERBUK GYPSUM + 8% ABU SEKAM	14,47%



Gambar 5. Perbandingan Nilai CBR Tak Terendam Tanpa *Curing* Dan Dengan *Curing* 7 Serta 14 Hari Pada Tiap Variasi Bahan Stabilisasi

Pada grafik di atas menunjukkan hasil CBR tak terendam tanpa *curing* dan dengan *curing* 7 serta 14 hari pada kondisi OMC tiap-tiap variasi campuran diperoleh hasil tertinggi pada CBR *curing* 14 hari dengan penambahan 4% serbuk *gypsum* + 5% abu sekam padi yaitu 21,873%. Namun ada waktunya nilai CBR mengalami penurunan, dalam

penelitian ini mulai terjadi penurunan nilai CBR pada penambahan bahan campuran 4% serbuk *gypsum* + 6% abu sekam padi.

Pengujian CBR Laboratorium Terendam (*Soaked*)

Pengujian CBR *Soaked* ini dilakukan melalui proses perendaman selama 48 jam atau 2 hari dimana tanah mengalami pengembangan yang maksimum. Selama perendaman sebelum dilakukan uji CBR *soaked*, benda uji dilakukan pengujian *swelling* untuk mengetahui nilai pengembangan di dalam keadaan jenuh akan air. Sama halnya dengan CBR *unsoaked*, pengujian CBR *soaked* ini diberi 2 perlakuan yaitu perlakuan tanpa *curing* dan perlakuan dengan *curing* selama 7 dan 14 hari. Perlakuan dengan *curing* selama 7 dan 14 hari dilakukan sebelum perendaman.

Pada pengujian ini dilakukan terhadap variasi berdasarkan hasil yang didapatkan dari CBR tidak terendam yang memiliki nilai terbesar di setiap waktu *curing*-nya. Variasi tersebut dipilih berdasarkan hasil uji CBR *unsoaked* karena keterbatasan waktu dan banyaknya sampel. Kadar air yang digunakan untuk masing-masing variasi campuran bahan stabilisasi tanah adalah kadar air optimum dari masing-masing variasi campuran tersebut.

Tabel 10. Hasil Pengujian CBR *Soaked* Tanpa *Curing* (0 Hari)

KOMPOSISI BAHAN	CBR (<i>SOAKED</i>)
Tanah Asli	0,884%
Tanah Asli + 4% Serbuk Gypsum + 5% Abu Sekam Padi	2,57%
Tanah Asli + 4% Serbuk Gypsum + 6% Abu Sekam Padi	1,28%

Tabel 11. Hasil Pengujian CBR *Soaked* Dengan *Curing* 7 Hari

KOMPOSISI BAHAN	CBR (<i>SOAKED</i>)
Tanah Asli + 4% Serbuk Gypsum + 5% Abu Sekam Padi	2,57%
Tanah Asli + 4% Serbuk Gypsum + 6% Abu Sekam Padi	1,12%

Tabel 12. Hasil Pengujian CBR *Soaked* Dengan *Curing* 14 Hari

KOMPOSISI BAHAN	CBR (SOAKED)
Tanah Asli + 4% Serbuk Gypsum + 5% Abu Sekam Padi	2,89%
Tanah Asli + 4% Serbuk Gypsum+ 6% Abu Sekam Padi	2,57%

Pada hasil CBR terendam didapatkan hasil bahwa nilai CBR pada kondisi terendam memiliki pola hampir sama dengan kondisi tidak terendam, namun memiliki penurunan nilai CBR dari CBR tidak terendam. Hal ini disebabkan oleh penambahan air yang dapat mengurangi kekuatan tanah tersebut, ini dikarenakan karena dalam keadaan kering banyak air yang akan meresap kedalam tanah sehingga tanah menjadi lunak. Harga CBR terendam terbesar terdapat pada penambahan 4% serbuk *gypsum* + 5 % abu sekam padi dengan lama pengeringan 14 hari dengan nilai sebesar 2,89%.

Pengujian *Swelling* Laboratorium

Pengembangan (*Swell*) adalah perbandingan perubahan tinggi selama perendaman terhadap tinggi benda uji semula dinyatakan dalam prosentase (%). Untuk uji pengembangan ini, dilakukan selama 48 jam. Pada pengujian ini dilakukan dengan variasi yang memiliki nilai CBR tak terendam tertinggi di setiap waktu *curing*-nya. Hasil dari pengujian *swelling* dapat dilihat pada table berikut ini :

Tabel 13. Hasil Pengujian *Swelling*

Komposisi Bahan	<i>swelling</i>
Tanah Asli	5,592%
Variasi 2 dengan <i>curing</i> 0 hari	3,273%
Variasi 2 dengan <i>curing</i> 7 hari	3,976%
Variasi 2 dengan <i>curing</i> 14 hari	2,320%

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, pengolahan data serta pembahasan, maka didapatkan beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Dengan penambahan bahan campuran berupa serbuk *gypsum* dan abu sekam padi, nilai *specific gravity* mengalami penurunan dibandingkan dengan tanah asli. Sedangkan untuk nilai *liquid limit*, indeks plastisitas mengalami penurunan dibandingkan dengan tanah asli, sedangkan untuk *shrinkage limit* dan *plastic limit* mengalami peningkatan .
2. Untuk klasifikasi tanah tidak berubah karena penambahan bahan campuran berupa serbuk *gypsum* dan abu sekam padi dengan tanah asli masih tergolong sebagai tanah lanau yang elastis atau lempung dengan plastisitas tinggi (MH/OH) menurut klasifikasi tanah sistem *Unified*. Sedangkan menurut klasifikasi tanah AASHTO, tanah asli tergolong dalam kelompok A-7-6 menjadi tergolong dalam kelompok A-4.
3. Untuk kadar air optimum atau OMC, semakin banyak campuran serbuk *gypsum* dan abu sekam padi yang ditambahkan, maka semakin kecil nilai kadar air yang dibutuhkan untuk mencapai berat isi kering maksimum.
4. Nilai CBR *Unsoaked* tanpa *curing* yang didapatkan untuk tanah dengan penambahan bahan campuran mengalami kenaikan dibandingkan dengan CBR tanah asli. Peningkatan nilai CBR paling optimum didapatkan pada kondisi penambahan bahan campuran serbuk *gypsum* dan abu sekam padi kedalam tanah asli sebesar 4% penambahan serbuk *gypsum* dan 5% abu sekam padi

- dengan lama waktu *curing* selama 14 hari yaitu sebesar 21,87%.
5. Nilai CBR *Soaked* yang didapatkan paling tinggi terdapat pada masa *curing* hari ke 14 yaitu 4,02%. Antara nilai CBR *Soaked* dan *Unsoaked* masing-masing pada kondisi OMC dengan *curing* maupun tanpa *curing*, dapat diambil kesimpulan bahwa CBR *Soaked* memiliki nilai CBR yang lebih kecil dibandingkan dengan CBR *Unsoaked*.
 6. Nilai pengembangan untuk tiap-tiap campuran dengan banyaknya penambahan campuran maka akan semakin kecil nilai pengembangannya. Untuk nilai pengembangan terhadap *curing*, semakin lama *curing* maka nilai pengembangan semakin kecil. Selisih nilai pengembangan selama *curing* 14 hari semakin kecil antara tanah campuran 4% serbuk gypsum + 5% abu sekam padi dengan penambahan campuran 4% serbuk gypsum + 6% abu sekam padi.
 7. Direkomendasikan untuk pengujian CBR dengan hasil yang tertinggi, digunakan penambahan 4% serbuk *gypsum* dan 5% abu sekam padi dengan lama waktu *curing* selama 14 hari.
- Braja M. Das 1995. *Mekanika Tanah*. Cetakan Pertama. Erlangga, Jakarta.
- Metcalf, J.B., & Ingels, O.G., 1972, "Soil Stabilization", Butterworths.
- Laboratorium Mekanika Tanah, *Prosedur Praktikum Laboratorium Mekanika Tanah*, Universitas Brawijaya, Malang.
- Sudarmadji, Ibnu. 2006, *Studi Eksperimen Pengaruh Pencampuran Serbuk Batu Bara dan Serbuk Gypsum terhadap Kuat Dukung Tanah Lempung dengan Metode Meyerhof*. Jurnal terpublikasi. Jogjakarta: Universitas Islam Indonesia Jogjakarta
- Maizir, Henedi. 2006. *Penggunaan Abu Kapur (Quick Lime) untuk Stabilisasi Tanah Lempung pada Lapisan Perkerasan Jalan Raya*. Jurnal Terpublikasi. Pekanbaru: Sekolah Tinggi Teknologi Pekanbaru.
- Shalahuddin, Muhammad. 2004. *Stabilisasi Tanah-Semen dan Tanah-Kapur dengan Variasi Indeks Plastisitas*. Jurnal Terpublikasi. Medan: Universitas Sumatera Utara.
- Widodo, Teguh dan Rahmat Imron Qosari. 2011. *Efektifitas Penambahan Matos[®] pada Stabilisasi Semen Tanah Berbutir Halus*. Jurnal Terpublikasi. Yogyakarta: Universitas Janabadra.
- Prasetyo, Rendra. 2013. *Pengaruh Penambahan Campuran Slag Baja dan Fly Ash pada Tanah Lempung Ekspansif Terhadap Nilai CBR dan Swelling*. Skripsi Tidak diterbitkan. Malang: Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil Universitas Brawijaya Malang.

DAFTAR PUSTAKA

- Hary Christady.H. 1992. *Mekanika Tanah I dan II*. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Bowles, J. E., 1989, *Sifat-sifat Fisis dan Geotek Tanah (Mekanika Tanah)*, Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Hardiyatmo, H. C., 1992, *Mekanika Tanah*, Penerbit PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.