

# PERBAIKAN TANAH EKSPANSIF DENGAN PENAMBAHAN SERBUK GYPSUM DAN ABU SEKAM PADI UNTUK MENGURANGI KERUSAKAN STUKTUR PERKERASAN

Febra Ndaru W.<sup>1</sup>, Eko Andi S.<sup>2</sup>, Yulvi Zaika<sup>2</sup>, As'ad Munawir<sup>2</sup>, Arief Rachmansyah<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Mahasiswa / Program Studi Sarjana / Jurusan Teknik Sipil /  
Fakultas Teknik Universitas Brawijaya

Jl. MT. Haryono No. 167 Malang, 65145, Jawa Timur

<sup>2</sup>Dosen / Jurusan Teknik Sipil / Fakultas Teknik Universitas Brawijaya

Jl. MT. Haryono No. 167 Malang, 65145, Jawa Timur

## ABSTRAK

Stabilitas tanah merupakan suatu usaha untuk meningkatkan sifat-sifat dan kekuatan tanah. Salah satu upaya stabilisasi tanah adalah dengan penggunaan zat aditif. Zat aditif yang sering digunakan adalah abu terbang (*fly ash*), semen, kapur, serbuk *gypsum*, dan abu sekam padi. Zat aditif merupakan suatu zat yang ditambahkan pada suatu campuran tertentu untuk meningkatkan daya guna suatu bahan. Dan zat aditif yang digunakan pada penelitian kali ini adalah memakai abu sekam padi (*rice husk ash*), dan serbuk *gypsum*. Penelitian akan difokuskan pada daya dukung lempung ekspansif Bojonegoro dengan pencampuran serbuk *gypsum* dan abu sekam padi menggunakan uji *swelling* dan CBR (*California Bearing Ratio*). Dari hasil penelitian dapat diketahui bahwa 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%.

**Kata kunci** : serbuk *gypsum*, abu sekam padi, zat aditif, stabilitas tanah, CBR

## 1. PENDAHULUAN

Tanah di daerah Kecamatan Ngasem, Bojonegoro, Jawa Timur sebagian besar merupakan tanah berbutir halus berupa tanah lempung. Tanah tersebut akan menjadi gumpalan-gumpalan sangat keras saat musim kemarau dan 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. Di daerah tersebut juga akan dibangun proyek milik Pertamina yang pastinya juga akan membangun sarana dan prasarana penunjang proyek, apabila pembangunan ini tidak meninjau sifat tanah di sana maka pembangunan akan menjadi merugikan.

Dari hal tersebut maka harus diadakan stabilisasi tanah didaerah tersebut.

Pada dasarnya, tanah lempung ekspansif dalam penentuan klasifikasi tanah berdasarkan USCS (*Unified Soil Clasification System*) termasuk dalam tipe CH artinya tanah lempung dengan plastisitas tinggi. Plastisitas melukiskan kemampuan tanah untuk berdeformasi pada volume tetap tanpa terjadi retakan atau remahan (Craig, R.F., 1986). Tanah lempung ekspansif juga memiliki kemampuan kembang susut yang ekstrim. Kemampuan kembang susut tersebut bergantung pada perubahan kadar airnya. Semakin bertambah kadar airnya maka volumenya akan bertambah (mengembang), begitu pula sebaliknya.

Stabilitas tanah merupakan suatu usaha untuk meningkatkan sifat-sifat dan kekuatan tanah. Salah satu upaya stabilisasi tanah adalah dengan penggunaan zat aditif. Zat aditif yang sering digunakan adalah abu terbang (*fly ash*), semen, kapur, serbuk *gypsum*, dan abu sekam padi. Zat aditif yang digunakan pada penelitian kali ini adalah memakai abu sekam padi (*rice husk ash*), dan serbuk *gypsum*. Penggunaan serbuk *gypsum* pada penelitian ini sebesar 4% dan campuran abu sekam padi ini dibutuhkan sekitar 4-8% dari berat kering tanah sampel yang diuji. Diharapkan untuk campuran antara kedua bahan ini dapat mendapatkan peningkatan yang baik untuk karakteristik tanah lempung ekspansif di daerah Bojonegoro

Penelitian akan difokuskan pada daya dukung lempung ekspansif Bojonegoro dengan pencampuran serbuk *gypsum* dan abu sekam padi menggunakan uji *swelling* dan CBR (*California Bearing Ratio*). Penelitian ini diharapkan mampu meningkatkan daya dukung tanah lempung ekspansif di daerah Kecamatan Ngasem, Bojonegoro, Jawa Timur, dengan bahan stabilisator alternatif yang baru dan ekonomis.

## 2. TINJUAN PUSTAKA

### 2.1 Serbuk Gypsum

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 serbuk *gypsum* dalam pekerjaan teknik sipil :

a) Serbuk *gypsum* yang dicampur lempung dapat mengurangi retak karena sodium pada tanah tergantikan oleh kalsium pada *gypsum* sehingga pengembangannya lebih kecil.

b) Serbuk *gypsum* dapat meningkatkan stabilitas tanah organik karena mengandung kalsium yang mengikat tanah bermateri organik terhadap lempung yang memberikan stabilitas terhadap agregat tanah.

c) Serbuk *gypsum* meningkatkan kecepatan rembesan air, dikarenakan serbuk *gypsum* lebih menyerap banyak air. (Sumber : [www.minerals.net](http://www.minerals.net), opened at December,1,2005)

### 2.2 Abu Sekam Padi

Abu sekam padi merupakan bahan hasil sampingan dari produk pertanian, yang dinilai hanyalah limbah. Akan tetapi sekam apabila dibakar memiliki sifat pozzolan yang mempunyai unsur silikat tinggi, rata-rata  $\text{SiO}_2$  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).

### 2.3 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 sifat tanah jika memperoleh pembebanan dan digunakan sebagai parameter dalam perencanaan.

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

### 3. METODOLOGI PENELITIAN

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 *gypsum* yang digunakan adalah 4% dari berat kering tanah. Sedangkan untuk abu sekam padi dibuat variatif yaitu 4%, 6%, 8% dan 12% dari berat tanah, untuk kadar paling optimum akan dilakukan setelah ketiga pengujian dari beberapa variasi tersebut dilakukan. Komposisi campuran benda uji dapat dilihat pada **Tabel 1**.

**Tabel 1.** Detail campuran benda uji

Kadar Campuran (%)	Serbuk <i>gypsu</i> (%)	Abu Sekam Padi (%)
8	4	4
10	4	6
12	4	8
x	x	x

Penelitian ini dilakukan pada empat kali perlakuan. Perlakuan pertama dilakukan pada tanah asli dalam keadaan terganggu (*disturbed*) dan tiga perlakuan lainnya menggunakan pencampuran tanah asli dengan serbuk *gypsum* dan abu sekam padi. Prosentase serbuk *gypsum* yang digunakan adalah 4% dan abu sekam padi 4%, 6%, 8%, 12%, dan x dari berat tanah.

Empat perlakuan dilakukan pengujian *index properties* tanah, *compaction test*, uji CBR (*California Bearing Ratio*) dan uji pengembangan (*swelling*). *Index properties* tanah ini terdiri dari uji *density*, *water content*, analisa saringan, batas-batas limit (*atterberg limit*), *specivic gravity*. Pengujian *compaction test* dilakukan untuk mengetahui nilai OMC tanah asli. Dari nilai OMC tersebut akan diperoleh kadar

penambahan air optimum yang 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*.

### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Pemeriksaan Berat Jenis

Berdasarkan pengujian diketahui bahwa nilai berat jenis tanah cenderung menurun setelah di tambahkan serbuk *gypsum* dan abu sekam padi, dikarenakan proses sementasi pada tanah, serbuk *gypsum* dan abu sekam padi menyebabkan penggumpalan yang merekatkan antar partikel. Rongga-rongga pori yang ada telah sebagian akan dikelilingi bahan sementasi yang lebih keras dan lebih sulit ditembus air. Rongga pori yang terisolasi oleh lapisan sementasi kedap air akan terukur sebagai volume butiran sehingga memperbesar volume butiran dan selanjutnya menurunkan nilai  $G_s$ -nya.

#### 4.2 Klasifikasi Tanah Asli

Dari hasil analisa saringan, tanah dari Desa Ngasem, Bojonegoro tersebut merupakan tanah berbutir halus menurut klasifikasi tanah USCS, yaitu prosentase lolos saringan no. 200 sebesar 95,3%. Sedangkan untuk tanah berbutir halus atau tanah yang lolos saringan no. 200 ditentukan dengan menggunakan uji hydrometer (sedimentasi).

Dari **Tabel 2** dapat dilihat bahwa tanah lempung ekspansif Bojonegoro dapat dikelompokkan tanah tersebut merupakan tanah lempung ekspansif dengan potensi mengembang tinggi, derajat mengembang yang kritis dan berplastisitas tinggi.

**Tabel 2.** Hasil Pengujian Tanah Lempung Ekspansif di Bojonegoro

Macam-macam Uji	Tanah Asli
Liquid Limit	92,11%
Plastic Limit	40,24%
Shrinkage Limit	8,23%
Indeks Plastisitas	51,87%
Swell	6,186%

Berdasarkan system klasifikasi AASHTO dengan nilai  $LL = 125\%$  dan  $PI = 80,68\%$  maka tanah tersebut termasuk salah satu syarat dari tanah kelompok A-7-5 yaitu  $PI \leq LL - 30$ . Sehingga berdasarkan system klasifikasi AASHTO tanah ini tergolong kelompok A-7-5 yaitu tanah lempung bersifat plastis dan mempunyai perubahan yang cukup besar.

### 4.3 Pemeriksaan Pemadatan Standar

Dari hasil analisis diperoleh nilai kadar air optimum tanah asli sebesar 25,26% dengan berat isi kering maksimum sebesar 1,228 gr/cm<sup>3</sup>. Setelah melalui proses pemadatan pada tanah asli ruang pori yang berisi udara di isi oleh butiran tanah itu sendiri, namun dengan adanya penambahan serbuk gypsum dan abu sekam padi ruang pori tersebut terisi oleh butiran dari kedua bahan stabilizer tersebut. Salah satu fungsi dari abu sekam padi adalah sebagai bahan *pozzolan* / sifat sementasi yang dapat mengeras sendiri karena kandungan silica yang terdapat didalam abu sekam tersebut.

Hal tersebut juga menjadikan tanah menjadi keras dan kaku sehingga menaikkan berat isi maksimum dan menurunkan nilai kadar air optimum tanah tersebut, selain itu nilai berat isi kering yang semakin meningkat berarti bahwa penambahan campuran mampu merapatkan butiran tanah dan mengurangi pori-pori udara sehingga tanah mempunyai tingkat kepadatan yang lebih tinggi dibandingkan sebelumnya. Selain itu abu sekam juga berfungsi sebagai *filler* atau sebagai pengisi

pada rongga-rongga tanah yang dapat meningkatkan kerapatan tersebut.

### 4.4 Pemeriksaan CBR

Pada penelitian ini pengujian CBR dibedakan menjadi dua bagian yaitu CBR terendam (*soaked*) dan CBR tidak terendam (*unsoaked*). Untuk masing-masing variasi penambahan bahan stabilisasi tanah, dilakukan pengujian CBR dengan variasi kadar air yang terdapat pada hasil pemadatan.

#### 4.4.1 Pemeriksaan CBR Tanpa Rendaman

Pada pengujian CBR tanpa rendaman ini dilakukan dengan variasi kadar air sesuai dengan kadar air hasil pemadatan masing-masing variasi pencampuran bahan stabilisasi tanah. Dalam pengujian ini juga dilakukan beberapa sampel uji yang di-*curing* selama 7 hari dan 14 hari.

Pada hasil CBR di atas didapatkan hasil bahwa nilai CBR terbesar terdapat pada CBR curing 14 hari pada variasi kedua yaitu 21,873%. Dan dari hasil penambahan bahan stabilisasi campuran serbuk gypsum dan abu sekam padi dapat meningkatkan hasil CBR tidak terendam, meningkatnya nilai CBR sebagaimana adanya proses dari sementasi antar partikel tanah, serbuk gypsum, air, dan abu sekam padi selama proses perawatan (*curing*).

Sementasi ini menyebabkan penggumpalan tanah yang menyebabkan meningkatnya daya ikat antar butiran, hal ini juga akan meningkatkan kemampuan saling mengunci antar butiran dan selain itu rongga-rongga pori yang ada akan terisi oleh bahan campuran sebagaimana salah satu fungsi abu sekam padi sebagai bahan *filler* atau bahan pengisi.

#### 4.4.2 Pemeriksaan CBR Rendaman

Pada pengujian ini dilakukan terhadap variasi yang didapatkan dari CBR tidak terendam yang memiliki nilai terbesar di setiap waktu *curing*-nya.

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. Sebaliknya apabila kadar air pada waktu dipadatkan adalah lebih basah daripada optimum maka hanya sedikit air yang akan meresap sehingga berpengaruh terhadap kekuatan tanah yang akan menjadi lebih kecil.

## 5. 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.

## 6. 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.
- 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, Hernedi. 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.