

STABILISASI TANAH LEMPUNG MENGGUNAKAN ADDITIVE POLIMER LATEKS

Muhammad Firdaus⁽¹⁾ dan Ibrahim⁽²⁾

⁽¹⁾ Staf Pengajar Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Banjarmasin

⁽²⁾ Staf pada PT. Jaya ReadyMix Palembang

Ringkasan

Beberapa jalan raya di Indonesia berada di atas tanah lempung ekspansif. Daya dukung tanah lempung ekspansif sangat dipengaruhi oleh kadar air, sehingga akan memperlemah perkerasan jalan dalam kondisi jenuh dan akan memiliki kekuatan dalam kondisi kering. Kadar air berpengaruh besar terhadap kembang susut dan parameter kekuatan geser tanah. Pembangunan jalan-jalan yang dibangun di atas tanah lempung lunak sering rusak, misalnya jalan akan retak dan bergeombang sebelum umur rencana berakhir. Untuk mengatasi masalah dimana daya dukung dipengaruhi oleh kadar air, ada alternatif yang dapat dilakukan seperti stabilisasi.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis tanah lempung lunak Gading Wonosari 33 km dari Yogyakarta yang dipadatkan 95% d_{maks} dengan penambahan polimer lateks 2,5%, 5%, 10% dengan waktu pemeraman 1 hari, dan kemudian melakukan uji triaksial terkonsolidasi undrained (UU), California Bearing Rasio (CBR), uji tekan bebas.

Penelitian ini menghasilkan bahwa tanah diklasifikasikan sebagai CH (berdasarkan klasifikasi Unified) dan A-7-6 (berdasarkan klasifikasi AASHTO). Penambahan aditif akan membuat Batas Cair (LL) menjadi turun dengan Plastic Limit (PL) tetap konstan dan mampu menurunkan Indeks Plastisitas (PI). Persentase gradasi butiran membuat fraksi bawah dan gradasi tanah lempung naik. Penambahan aditif bekerja secara efektif di CBR direndam dengan peningkatan nilai CBR dan mengurangi pengembangan tanah. Uji tekan bebas akan lebih efektif dengan penambahan garam anorganik. Perilaku matrik suction akan meningkat seiring dengan penurunan kadar air. Penelitian ini menyimpulkan bahwa polimer lateks aditif dapat mengisi dan menutupi pori tanah dan membuat kondisi kedap air serta terjadi peningkatan kekuatan tanah ketika menjadi jenuh tanpa perubahan karakteristik fisik apapun.

Kata Kunci : polymer latex, stabilisasi, lempung ekspansif, Triaxial, CBR

1. PENDAHULUAN

Beberapa konstruksi jalan raya di Indonesia dibangun di atas tanah lempung. Kuat dukung tanah lempung sangat dipengaruhi kadar air, dalam keadaan kering mempunyai kuat dukung tinggi dan dalam keadaan jenuh akan mempunyai kuat dukung yang rendah. Konstruksi jalan yang dibangun di atas tanah lempung sering mengalami kerusakan, misalnya: jalan retak bergelombang sehingga jalan akan mengalami kerusakan sebelum mencapai umur rencana.

Untuk mengatasi permasalahan tanah lempung dimana kuat dukungnya dipengaruhi oleh kadar air, salah satu alternatif dilakukan perbaikan dengan cara stabilisasi, dengan penambahan bahan polimer lateks. Pada penelitian ini dimaksudkan untuk mengetahui kuat geser tanah lempung di laboratorium sebelum dan sesudah distabilisasi polimer lateks polimer.

Adapun maksud dari penelitian ini adalah mengevaluasi nilai c (kohesi), ϕ (sudut gesek

dalam), dan nilai CBR laboratorium dengan perendaman maupun tanpa perendaman dari tanah lempung yang distabilisasi dengan polimer lateks (OSS+ESS) pada sisi kering dan sisi basah. Variasi penambahan polimer lateks sebesar 0%; 2,5%; 5%; dan 10% dari berat total air yang dicampurkan.

2. LANDASAN TEORI

Siregar (2005) melaporkan bahwa stabilisasi tanah dengan menggunakan emulsi polimer (NR jenis hidrosil etil selulosa) dan emulsi silikon (Si-OH) dari hasil uji fisik pada tanah asli dapat menurunkan indeks plastisitas (PI) dari 63,92% menjadi 30,71% dengan kadar emulsi polimer 12,5% dan emulsi silikon 2%. Penambahan campuran emulsi polimer dan emulsi silikon dapat menurunkan nilai pengembangan bebas dengan pengujian CBR rendaman sebesar 67,32% dari 19,61% menjadi 6,41% dengan masa pemeraman 14 hari.

Salah satu bahan stabilisasi dengan bahan *additive* adalah dengan emulsi polimer. Polimer adalah suatu senyawa molekul atau senyawa yang terdiri dari susunan ulang unit-unit kimia yang kecil dan sederhana. Polimer ini dapat terbentuk dari monomer-monomer yang berikatan. (Praptowidodo, 2000 dalam Siregar, 2003).

Pemadatan

Maksud pemadatan tanah antara lain mempertinggi kuat geser tanah, mengurangi sifat mudah mampat, mengurangi permeabilitas, mengurangi perubahan volume sebagai akibat perubahan kadar air, dan lain-lainnya. Karakteristik kepadatan tanah dapat dinilai dari pengujian standar laboratorium yang disebut uji *Proctor*. Pemadatan ini menghasilkan kurva yang merupakan hubungan antara kadar air dan berat volume kering tanah.

Uji CBR (California Bearing Ratio)

CBR adalah merupakan suatu perbandingan antara beban percobaan (*test load*) dengan beban standar (*standar load*) dan dinyatakan dalam persen. Harga CBR adalah nilai yang menyatakan kualitas tanah dasar dibandingkan dengan bahan standar berupa batu pecah yang mempunyai nilai CBR sebesar 100 % dalam memikul beban lalu lintas. Hasil pengujian dapat diperoleh dengan mengukur besarnya beban pada penetrasi tertentu. Besarnya penetrasi sebagai dasar menentukan CBR adalah penetrasi 0,1” dan 0,2”.

Stabilisasi Tanah Dengan Polimer Lateks

Penambahan bahan *anti foaming agent* pada emulsi polimer (lateks) bertujuan mengurangi keregangan jarak antar partikel lateks, mempercepat proses pengeringan polimer (*cross linking*), dan mencegah terjadinya pori-pori pada saat polimer bereaksi dengan air.

Polimer lateks terdiri dari partikel-partikel polimer yang sangat kecil, berdiameter 0,05 – 5 mm, yang tersebar di dalam air. Penggunaan polimer sebagai bahan stabilisasi tanah didasarkan pada sifat polimer sebagai bahan perekat. Dengan sifat polimer ini diharapkan dapat meningkatkan rekatan antara butiran-butiran tanah yang distabilisasi, menambah kedekatan terhadap air, serta dapat meningkatkan kuat tekan dan kuat tarik.

3. METODE PENELITIAN

Penelitian dilaksanakan dengan menggunakan bahan sebagai berikut : Tanah lempung hitam diambil dari Gading, Gunung Kidul, air dari laboratorium Mekanika Tanah Universitas Gadjah Mada, dan *additive* OSS dan ESS sebagai bahan stabilisasi tanah.

Dalam penelitian ini, semua pengujian dilaksanakan di laboratorium Mekanika Tanah Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada. Adapun peralatan yang digunakan adalah sebagai berikut : satu set saringan standar ASTM D421-58 dan hidrometer D422-63, satu set alat ukur gravitas khusus ASTM D8554-58, alat uji batas *konsistensi* ASTM D423-66, D424-59 dan D427-61, alat pemadat standar ASTM D698-78, satu set alat triaksial tak-terkonsolidasi tak-terdrainase ASTM D2850, satu set alat uji CBR (*California Bearing Ratio*) ASTM D1883-94, satu set alat uji tekan bebas (*unconfined compression test*) ASTM D2166-00, alat-alat bantu yang terdiri dari *oven*, timbangan dengan ketelitian 0,01, *stop watch*, *termometer*, gelas ukur 1000 ml, *desicator*, cawan, *picnometer*.

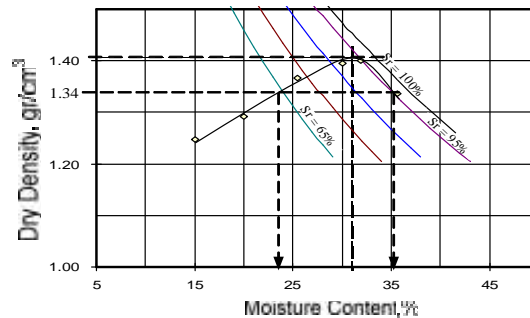
4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Properti Tanah Asli

Hasil uji pendahuluan diperoleh kadar air (*w*) = 38,39%, gravitas khusus (*Gs*) = 2,65, batas cair (*LL*) = 80,88 %, batas plastis (*PL*) = 32,44 %, batas susut (*SL*) = 11,55 %, Indeks Plastisitas (*PI*) = 48,44 %, butir lolos saringan No. 200 = 89,51 % yaitu lempung = 14,95 %, lanau 74,56 %, pasir 10,49 % dan kerikil 0%.

Pembahasan

Hasil pemadatan standar proctor ditampilkan pada Gambar 1. Pembuatan sampel untuk pengujian selanjutnya berdasarkan *d* yang tetap yaitu 1,34 gr/cm³ dengan kadar air (*w*) = 23,7%; *Sr* = 65% pada sisi kering dan *w* = 35,15%; *Sr* = 95% pada sisi basah.



Gambar 1. Hubungan kepadatan kering dengan kadar air

1. Klasifikasi Tanah Asli

Hasil analisis saringan, lolos No 200 sebesar 89,51% dihubungkan dengan nilai batas cair 80,88% dan indeks plastisitas yang ada sebesar 48,44%, maka menurut *Unified Soil Classification System (USCS)* tanah tersebut termasuk dalam kelompok CH yaitu lempung anorganik (karena *LL-oven dried/ LL-not dried* > 0,75). Menurut *American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO)*

tanah tersebut termasuk dalam kelompok A-7-6, merupakan tanah berlempung yang tidak baik bila digunakan sebagai dasar fondasi jalan.

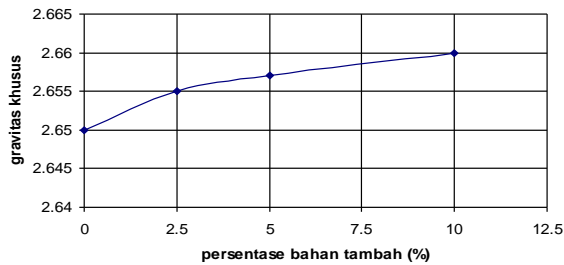
Identifikasi dari hasil analisis tanah lempung dari Gading, Gunung Kidul di laboratorium Tanah Fakultas Pertanian UGM, didapat pH (H₂O) 7,17% dan pH (KCl) 6,65%. Dari nilai tersebut dikategorikan ber-pH netral.

2. Karakteristik tanah lempung dengan campuran polimer lateks

Campuran tanah dan polimer lateks mempunyai perilaku yang berbeda tergantung variasi campurannya. Pengujian terdiri dari uji gravitas khusus, batas konsistensi, gradasi butiran, pemadatan, triaksial UU, CBR, kuat tekan bebas.

a. Gravitas khusus (G_s)

Nilai gravitas khusus campuran tanah dan polimer lateks lebih tinggi dibandingkan dengan nilai gravitas khusus tanah asli yaitu 2,65. Hal ini disebabkan pada proses pencampuran polimer lateks (yang terdiri dari partikel-partikel polimer yang sangat kecil berdiameter 0,05 – 5 mm) tersebar didalam air, sehingga partikel polimer lateks bersifat butiran lembut yang akan menambah berat butiran, maka nilai gravitas khusus akan meningkat (lihat Gambar 2).



Gambar 2. Hubungan persentase penambahan (OSS+ESS) dengan nilai gravitas khusus

b. Batas konsistensi

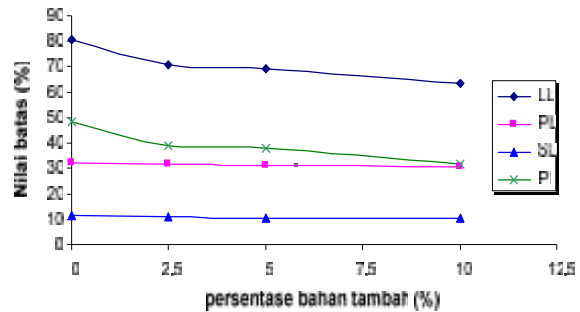
Berdasarkan uji batas plastis (PL), penambahan (OSS+ESS) mempunyai kecenderungan tetap, hal ini disebabkan sifat plastis tanah tidak dipengaruhi (OSS+ESS). Demikian juga sifat susut tanah yang cenderung tetap. Penambahan persentase polimer lateks dapat menurunkan batas cair, sehingga menghasilkan indeks plastisitasnya akan menurun.

Indeks plastisitas menentukan potensi pengembangan (*swelling*) tanah. Semakin besar indeks plastisitas tanah, semakin besar pula pengembangan tanah. Gambar 3, terlihat bahwa penambahan (OSS+ESS) menyebabkan kecenderungan menurun.

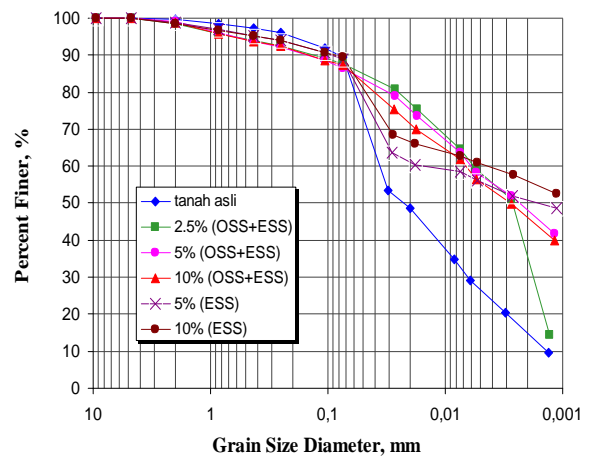
c. Gradasi butiran

Hasil uji gradasi akibat penambahan (OSS+ESS) menunjukkan bahwa terjadi perubahan

komposisi fraksi tanah, yaitu bertambahnya fraksi lolos saringan No.200 (Gambar 4). Perilaku penambahan *additive* (OSS+ESS dan ESS) menyebabkan gradasinya beragam atau tidak sama. Hal ini disebabkan karena *additive* berdiameter 0,05 – 5 mm akan menjadi partikel halus, sehingga meningkatkan fraksi halus.



Gambar 3. Perilaku persentase bahan (OSS+ESS) terhadap batas konsistensi tanah.



Gambar 4 Gradasi ukuran butiran dengan variasi (OSS + ESS) dan ESS.

d. Parameter kuat geser

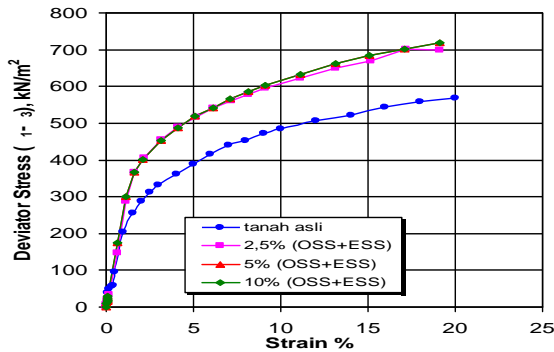
Perilaku tegangan-regangan pada $\sigma_3 = 300$ kN/m² uji triaxial sisi kering (Sr = 65%) dan sisi basah (Sr = 95%) digambarkan berikut ini.

Seberapa besar perilaku nilai ϕ dan c dapat dilihat pada Gambar 7 dan 8. Gambar 7 dan 8 menjelaskan pola perubahan tegangan geser, tegangan prinsip, kohesi dan sudut gesek dalam cenderung naik sisi kering dan sisi basah cenderung tetap. Kecenderungan tetap diakibatkan tidak berfungsinya (OSS+ESS) dalam menyelimuti butiran yang dikarenakan kemungkinan belum adanya proses pengikatan.

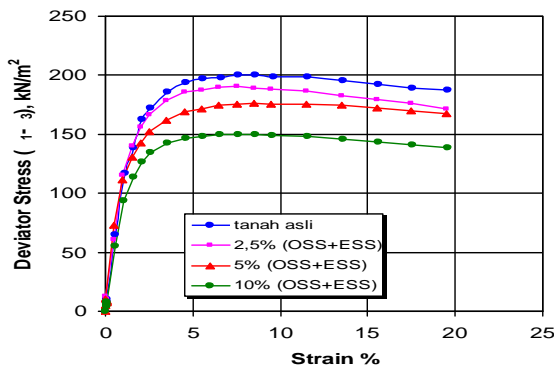
e. Nilai Uji Tekan Bebas

Uji tekan bebas sisi kering dengan penambahan polimer lateks akan menaikkan kuat tekan dibandingkan kuat tekan normal. Kemudian pa-

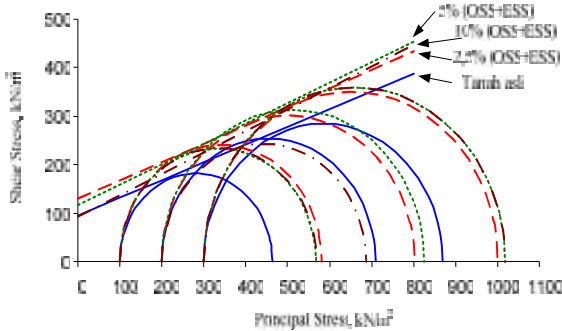
da sisi basah nilainya cenderung menurun dengan penambahan lateks (lihat Gambar 9).



Gambar 5. Hubungan tegangan-regangan tanah dan (OSS + ESS) sisi kering ($\gamma_d = 1,34 \text{ gr/cm}^3$, $w = 23,70\%$, $\sigma_3 = 300 \text{ kN/m}^2$).

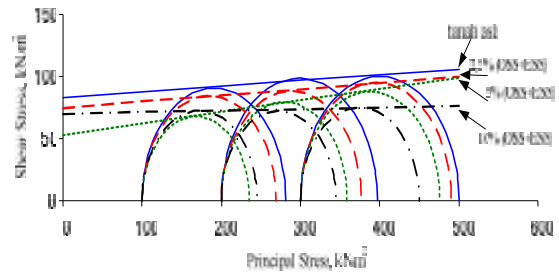


Gambar 6. Hubungan tegangan- regangan tanah dan (OSS + ESS) sisi basah ($\gamma_d = 1,34 \text{ gr/cm}^3$, $w = 35,15\%$, $\sigma_3 = 300 \text{ kN/m}^2$).

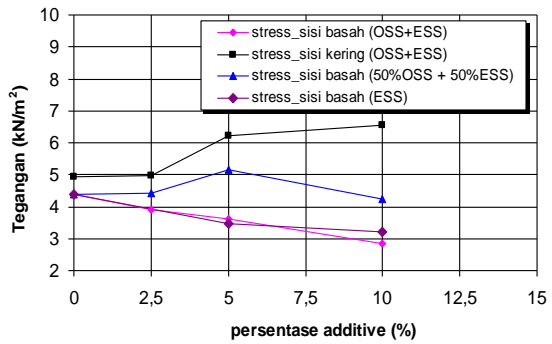


Gambar 7. Hubungan tegangan geser dan tegangan normal pada variasi (OSS + ESS) sisi kering ($\gamma_d = 1,34 \text{ gr/cm}^3$)

Untuk sisi basah yaitu dengan penambahan (OSS+ESS) dan ESS kecenderungan turun tegangannya (Gambar 9), maka dilakukan penelitian dengan penambahan *additive* (50%OSS+50%ESS) dan hasilnya kecenderungan meningkat. Hal ini mengindikasikan 50%ESS membantu proses reaksi 50%OSS pada sisi basah. Sehingga dapat meningkatkan kekuatan pada sisi basah.



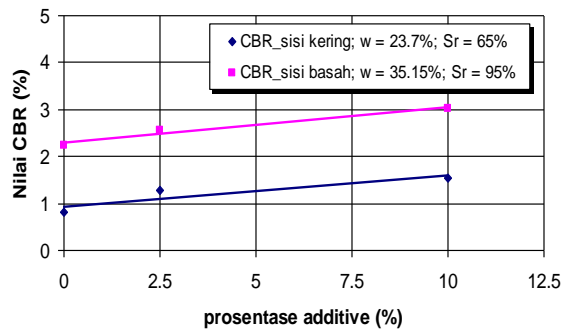
Gambar 8. Hubungan tegangan geser dan tegangan normal pada variasi (OSS + ESS) sisi basah ($\gamma_d = 1,34 \text{ gr/cm}^3$)



Gambar 9. Hubungan tegangan dengan persentase *additive* pada uji tekan bebas.

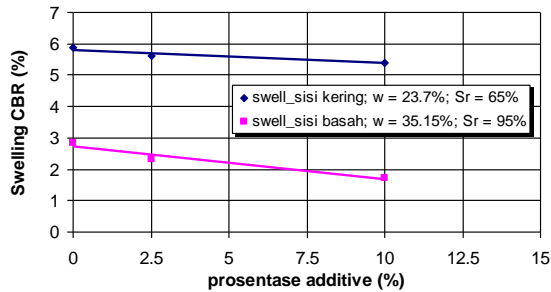
f. Nilai California Bearing Ratio (CBR)

Hasil uji CBR perendaman dengan perawatan 1 hari dengan direndam selama 4 hari. Hasil analisisnya ditampilkan pada Gambar 10 dan 11 berikut ini.

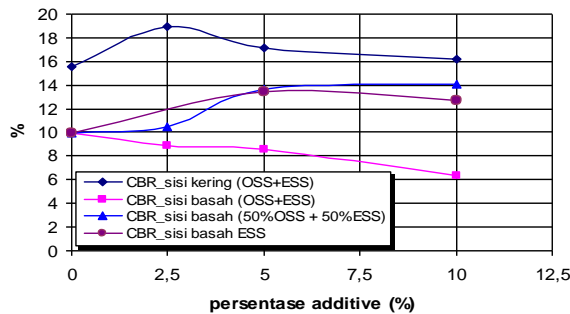


Gambar 10. Hubungan persentase polimer lateks dengan nilai CBR perendaman sisi kering dan sisi basah kepadatan sama ($\gamma_d = 1,34 \text{ gr/cm}^3$).

Peningkatan nilai CBR perendaman ini disebabkan terjadinya campuran akibat penambahan (OSS+ESS). Pencampuran (OSS+ESS) menyebabkan penggumpalan sehingga meningkatnya daya ikat antar butiran. Dengan meningkatnya ikatan antar butiran, maka kemampuan kuat dukung tanah meningkat. Selain itu, butiran tanah yang telah ada akan diselimuti bahan polimer, sehingga butiran tidak mudah terpengaruh air.



Gambar 11. Hubungan persentase polimer lateks dan swelling uji CBR perendaman sisi kering dan sisi basah kepadatan sama ($\gamma_d = 1,34 \text{ gr/cm}^3$).



Gambar 12. Hubungan persentase polimer lateks dengan nilai CBR tanpa perendaman sisi kering dengan kepadatan sama ($\gamma_d = 1,34 \text{ gr/cm}^3$).

Pada Gambar 12, terlihat bahwa pada CBR tanpa perendaman dengan perawatan 1 hari pada sisi kering cenderung meningkat dan sisi basah kecenderungan menurun. Hal ini terjadi disebabkan (OSS + ESS) tidak bekerja pada pengujian CBR tanpa perendaman, (OSS + ESS) menjadi bersifat cairan yang tidak menambah kekuatan. Pada penambahan ESS (Gambar 12), nilai CBR tanpa perendamannya lebih tinggi dibanding dengan penambahan (OSS + ESS), namun masih lebih rendah dibanding dengan penambahan (50%OSS + 50%ESS). Hal ini disebabkan penambahan 50% OSS dan 50%ESS akan bekerja dengan baik sehingga nilai CBR akan cenderung meningkat.

5. PENUTUP

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan dapat diambil kesimpulan berikut ini :

1. Dari hasil uji tanah asli didapat nilai LL = 80,88%, PL = 32,44%, SL = 11,55 dan PI = 48,44%, mengandung fraksi halus 89,51%, dengan gravitas khusus 2,65. Menurut *Unified Soil Classification System*, termasuk kelompok CH, sedangkan menurut *American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO)* tanah tersebut termasuk kelompok A-7-6. Dari uji de-

fraksi sinar x, mineral yang dominan adalah mineral *illite*.

2. Hasil uji batas konsistensi campuran tanah dengan penambahan persentase (OSS+ESS) menunjukkan batas cair (LL) mengalami penurunan dan batas plastis (PL) cenderung tetap, maka indeks plastisitasnya (PI) menurun.
3. Penambahan (OSS+ESS) dan ESS pada tanah asli menyebabkan perubahan gradasi butiran yaitu persentase fraksi halus akan cenderung meningkat.
4. Penambahan (OSS+ESS) pada tanah asli tidak memperbaiki sifat mekanis tanah, tetapi hanya menyelimuti butiran yang akan bekerja secara efektif pada pengujian CBR perendaman pada sisi kering maupun basah kekuatannya meningkat dan pengembangannya menurun.
5. Dengan penambahan persentase (OSS+ESS) dan ESS uji tekan bebas pada sisi basah q_u akan menurun, namun apabila penambahan 50%OSS dan 50%ESS pada sisi basah q_u akan cenderung meningkat kekuatannya, hal ini dikarenakan OSS dan ESS akan bekerja efektif.

Saran

Adapun saran-saran yang dapat dikemukakan pada pengujian stabilisasi tanah dengan *additive* adalah: pada penelitian selanjutnya stabilisasi dengan penambahan (OSS+ESS) perlu diperhatikan penambahan masa perawatan dan persentase penambahan *additive*.

7. DAFTAR PUSTAKA

1., (tanpa tahun), Brosur Polcon, *Polcon Material Baru Untuk Konstruksi serta Perawatan Jalan Jembatan dan Bangunan*, PT. Cita Dimensi Kotrindo, Jakarta.
2. Anonim, (2003), *Annual Book of ASTM Standards*, section 4, Volume 04 08, Philadelphia, USA.
3. Chandra, A. S., (2003), *Pengaruh Campuran Polimer Silikon Pada Stabilisasi Tanah Ekspansif Cikampek Purwakarta Terhadap Nilai Pengembangan Bebas (Free Swell)*, Jurnal ITENAS, Bandung.
4. Das, B.M., (1983), *Advance Soil Mechanics*, Hemisphere Publishing Corporation, NY.
5. Hardiyatmo, H.C., (2002), *Mekanika Tanah I*, PT. Gramedia Pustaka Umum, Jakarta.
6. Suryolelono, K. B., (1999), *Potensi Variasi Campuran Abu Sekam Padi (ASP) dan Kapur untuk Meningkatkan Karakteristik Tanah Lempung*, Forum Teknik Sipil No.VIII/1-Agustus, Fakultas Teknik UGM, Yogyakarta.