

# THE EFFECT OF LATEX POLYMER ADDITIVE IN STRENGTH OF CLAY FOLLOWING ONE-DAY CURING TIME

## PENGARUH ZAT ADDITIF POLIMER LATEKS TERHADAP KEKUATAN TANAH LEMPUNG DENGAN MASA PERAWATAN SATU HARI

Ibrahim<sup>1T)</sup>, Ahmad Rifai<sup>2)</sup>, Suryo Hapsoro Tri Utomo<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> Politeknik Negeri Sriwijaya, Jl. Sriwijaya Negara Bukit Besar, Palembang 30139, e-mail : ibrahim@polisriwijaya.ac.id

<sup>2)</sup> Universitas Gadjah Mada, Jl. Grafika, Yogyakarta 55281, e-mail : ahmad.rifai@tsipil.ugm.ac.id

### ABSTRACT

Some roadways in Indonesia were constructed over expansive clay. The bearing capacity of this clay is very much influenced by water content. It will weaken in saturated condition but will be stronger in dry condition; its shrinkage shear strength characteristics will be influenced by the water content. Roadways which were built on this type of clay often failed prematurely, for example: they are prone to crack/or rut before achieving its design life. Stabilization may be done as an alternative to overcome problems associated with the effect of water content to the bearing capacity of this clay. This research was carried out to analyse clay sample obtained from Gading km.33 Wonosari. This clay samples were re-compacted in the laboratory at 95%  $\gamma_{d,max}$  following the addition of latex polymer at 2.5, 5, and 10%. After 1 day curing time, the compacted samples were subsequently subjected to the following tests: triaxial unconsolidated undrained (UU), California Bearing Ratio (CBR) and unconfined compression. The tests results showed that the clay samples can be classified in accordance with Unified Classification and AASHTO Classification systems as a CH and A-7-6 respectively. The polymer additive was found to reduce the Liquid Limit (LL) whilst maintaining the Plastic Limit (PL), which resulted in decreased Plasticity Index (PI). The additive also increased the fines fraction of the clay particles. Furthermore, the additive also improved the soaked CBR value and reduce the swelling. This research concluded that latex polymer additive filled and closed the soil's porosity, made it more impermeable and subsequently increased the saturated soil's strength without changing any physical characteristics.

**Key words:** polymer latex, stabilization, clay.

### ABSTRAK

Beberapa jalan di Indonesia dibangun di atas lempung ekspansif. Kuat dukung lempung ini sangat dipengaruhi oleh kadar air. Kuat dukung tanah lempung akan turun kepada kondisi jenuh dan akan naik pada kondisi kering; karakteristik kembang susutnya sangat dipengaruhi oleh kadar air. Jalan yang dibangun pada tanah lempung seperti ini sering mengalami kerusakan secara dini; misalnya: jalan mengalami retak-ratak sebelum mencapai umur rencana. Stabilisasi mungkin menjadi alternatif penyelesaian masalah tentang kuat dukung tanah lempung yang dipengaruhi kadar air. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis sample lempung dari Gading km.33 wonosari. Sampel lempung ini dipadatkan di laboratorium pada 95%  $\gamma_{d,max}$  kemudian ditambahkan polimer latex sebesar 2,5, 5 dan 10%. Setelah perawatan 1 hari, dilakukan pengujian terhadap sample yang telah padat dengan uji triaksial unconsolidated undrained (UU), uji California Bearing Ration (CBR), dan Uji Tekan Bebas. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sample tanah lempung diklasifikasikan sebagai CH dalam system USCS dan A-7-6 dengan system AASHTO. Bahan tambah polimer terbukti mengurangi Batas Plastis (LL) dan cenderung tidak mengubah nilai Batas Plastis, sehingga menurunkan Indeks Plastisitas (PI). Bahan tambah juga menaikkan prosentase ukuran butiran tanah halus dari lempung. Bahan tambah juga meningkatkan nilai CBR soaked and mengurangi pengembangan tanah lempung. Penelitian ini membuktikan bahwa polimer latex bias sebagai bahan filler yang bisa mengisi rongga tanah lempung, membuat tanah lempung semakin permeable dan menaikkan nilai Cu tanpa mengubah karakteristik fisik tanahnya.

**Kata-kata kunci:** polimer latex, stabilisasi, lempung

### 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 (Hardiyatmo, 2002). Konstruksi jalan yang dibangun di atas tanah lempung sering mengalami kerusakan, misalnya: jalan retak atau 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.

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 (Siregar, 2003).

Siregar (2003) melaporkan bahwa stabilisasi tanah dengan menggunakan emulsi polimer (NR (Natural Rubber) jenis hidroksil 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 California Bearing Ratio (CBR) rendaman sebesar 67.32% dari 19.61% menjadi 6.41% dengan masa pemeraman 14 hari.

Adapun maksud dari penelitian ini adalah mengevaluasi nilai  $c$  (kohesi),  $\phi$  (sudut gesek dalam) dan nilai CBR laboratorium dengan perendaman maupun tanpa perendaman dari tanah lempung yang distabilisasi dengan polimer lateks OSS dan ESS pada sisi kering dan sisi basah. OSS adalah polimer lateks sebagai bahan stabilisasi tanah yang memiliki  $pH < 7$ , sedangkan ESS adalah garam anorganik sebagai bahan stabilisasi tanah yang memiliki  $pH > 7$ . Variasi penambahan polimer lateks sebesar 0%; 2.5%; 5%; dan 10% dari berat total air yang dicampurkan.

## 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 (Suryo-velono, 1999).

## 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".

## Uji Triaksial

Salah satu cara untuk menentukan kuat geser tanah di laboratorium adalah uji triaksial tak terkonsolidasi-tak terdrainase. Uji ini merupakan uji triaksial dengan pembebanan cepat sehingga belum terjadi konsolidasi atau drainase pada lapisan tanah. Kondisi tersebut antara lain terjadi pada akhir pelaksanaan pembangunan bendungan urugan, fondasi untuk timbunan, tiang pancang dan fondasi pada tanah lempung *normally consolidated*.

## Kuat Tekan Bebas

Kuat tekan bebas digunakan untuk menentukan kekuatan tekan bebas tanah kohesif. Pemeriksaan kuat tekan bebas dapat dilakukan pada tanah asli atau contoh tanah buatan.

Kuat tekan bebas adalah besarnya tekanan aksial ( $kg/cm^2$  atau  $KN/m^2$ ), yang diperlukan untuk menekan suatu silinder tanah sampai pecah atau besarnya tekanan yang memberikan pemendekan tanah sebesar 20%, apabila sampai dengan pemendekan 20% tersebut tanah tidak pecah, hasil pengujian dapat diperoleh dengan mengukur besarnya beban pada penetrasi tertentu.

## Stabilisasi Tanah Dengan Polimer lateks

Penambahan bahan *anti foaming agent* pada emulsi polimer (lateks) bertujuan mengurangi keregangangan 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 (Brosur, 1999).

## METODE PENELITIAN

## Pengambilan Sampel Tanah

Tanah untuk pengujian diambil dari Gading, Gunung Kidul. Sampel tanah diambil pada kedalaman 0.5 – 1 m dari permukaan tanah.

## Uji Properties Tanah

Uji properties tanah dilakukan terhadap tanah lempung, meliputi : uji kadar air, gravitas khusus ASTM D8554-58, analisis diameter ukuran butiran ASTM D421-58 dan D422-63, dan batas konsistensi ASTM D423-66, D424-59 dan D427-61.

## Uji Pemadatan

Uji pemadatan *standard* ASTM D698-78 dilakukan pada tanah asli guna mendapatkan grafik hubungan berat kering dan kadar air, sedangkan pada tanah campuran (tanah+*additive*) tidak dilakukan uji pemadatan.

## Pencampuran Additive

Pencampuran tanah dengan bahan tambah *additive* dengan prosentase bahan tambah sebesar 0%; 2.5 %; 5 % dan 10 %. Pada tanah yang sudah dicampur dengan bahan tambah ini dilakukan uji sifat fisis yang meliputi: uji kadar air, gravitas khusus ASTM D8554-58, analisis diameter ukuran butiran ASTM D421-58 dan D422-63, dan batas konsistensi ASTM D423-66, D424-59 dan D427-61, kemudian dibandingkan dengan hasil pada tanah asli.

Selanjutnya dilakukan juga uji sifat mekanis meliputi : uji CBR ASTM D1883-94, uji triaksial tak-terkonsolidasi tak-terdrainase ASTM D2850, uji tekan bebas (*unconfined compression test*) ASTM D2166-00 untuk tanah asli dan tanah dengan bahan tambah. Uji pada tanah asli ini, digunakan sebagai pembandingan pada hasil uji selanjutnya yang menggunakan variasi *additive*. Pengujian dilakukan pada sisi kering dengan kepadatan 65% dan sisi basah dengan kepadatan 95% dari kepadatan maksimumnya dengan masa perawatan satu hari. Untuk uji CBR selain dirawat satu hari, dilakukan perendaman empat hari. Analisis data dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak Excel 2003.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Hasil

Hasil uji pendahuluan diperoleh kadar air ( $w$ ) = 38.39%, gravitas khusus ( $G_s$ ) = 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  $\gamma_d$  yang tetap yaitu  $1.34 \text{ gr/cm}^3$  dengan kadar air ( $w$ ) = 23.7%;  $S_r$  = 65% pada sisi kering dan  $w$  = 35.15%;  $S_r$  = 95% pada sisi basah.

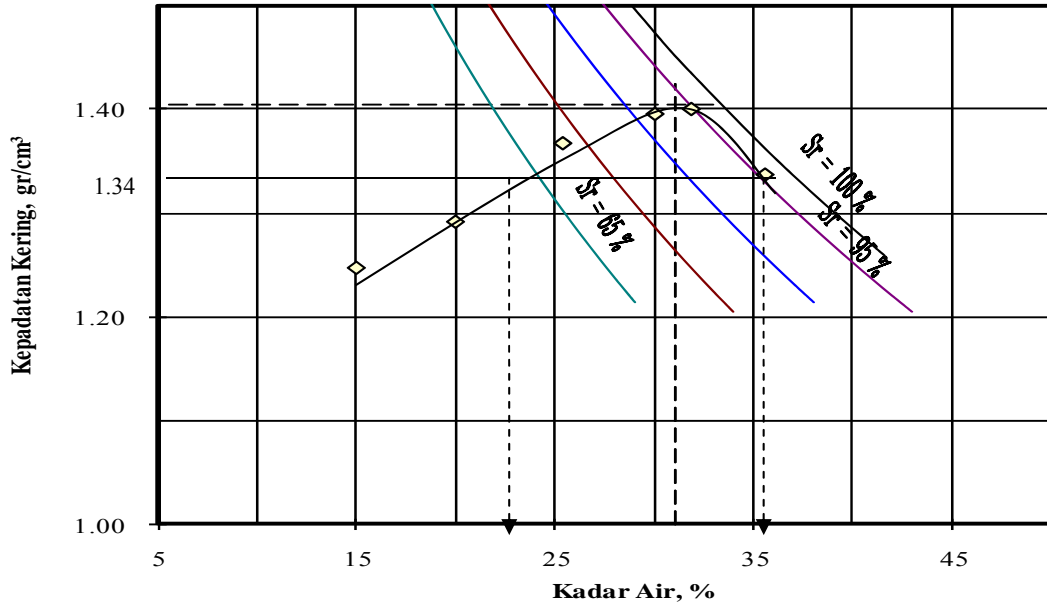
### Klasifikasi Tanah Asli

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 atau buruk, apabila digunakan sebagai dasar fondasi jalan raya (Hardiyatmo, 2002).

Identifikasi dari hasil analisis tanah lempung dari Gading, Gunung Kidul di laboratorium Tanah Fakultas Pertanian UGM,

didapat pH (H<sub>2</sub>O) 7.17% dan pH (KCl) 6.65%. Dari nilai tersebut dikategorikan ber-pH netral.



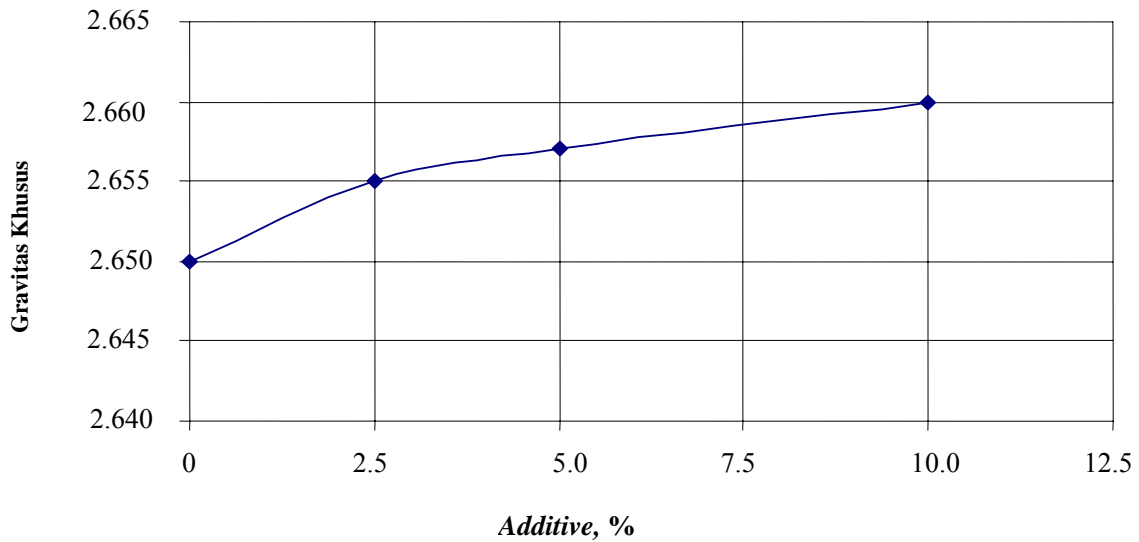
Gambar 1. Hubungan kepadatan kering dengan kadar air

### 1. Karakteristik tanah lempung dengan campuran poli mer lateks

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

#### a. Gravitasi khusus (G<sub>s</sub>)

Nilai gravitasi khusus campuran tanah dan polimer lateks lebih tinggi dibandingkan dengan nilai gravitasi 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 gravitasi khusus akan meningkat, dapat dilihat pada gambar 2.



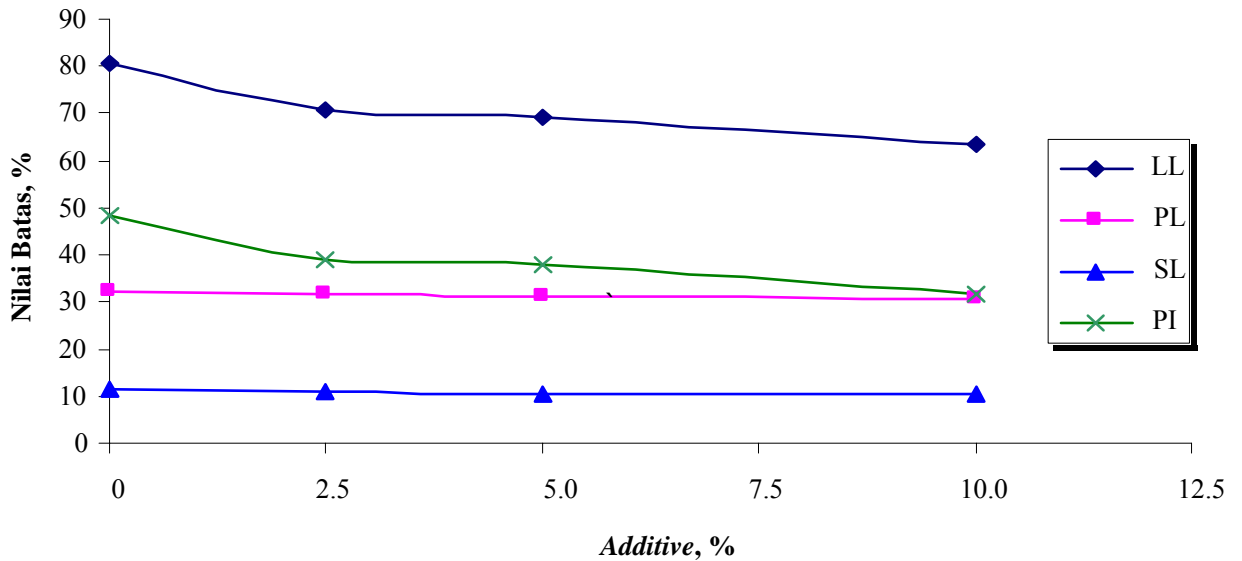
Gambar 2. Hubungan persentase additive (OSS+ESS) dengan nilai gravitasi khusus

#### b. Batas konsistensi

Berdasarkan uji batas plastis, 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.



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

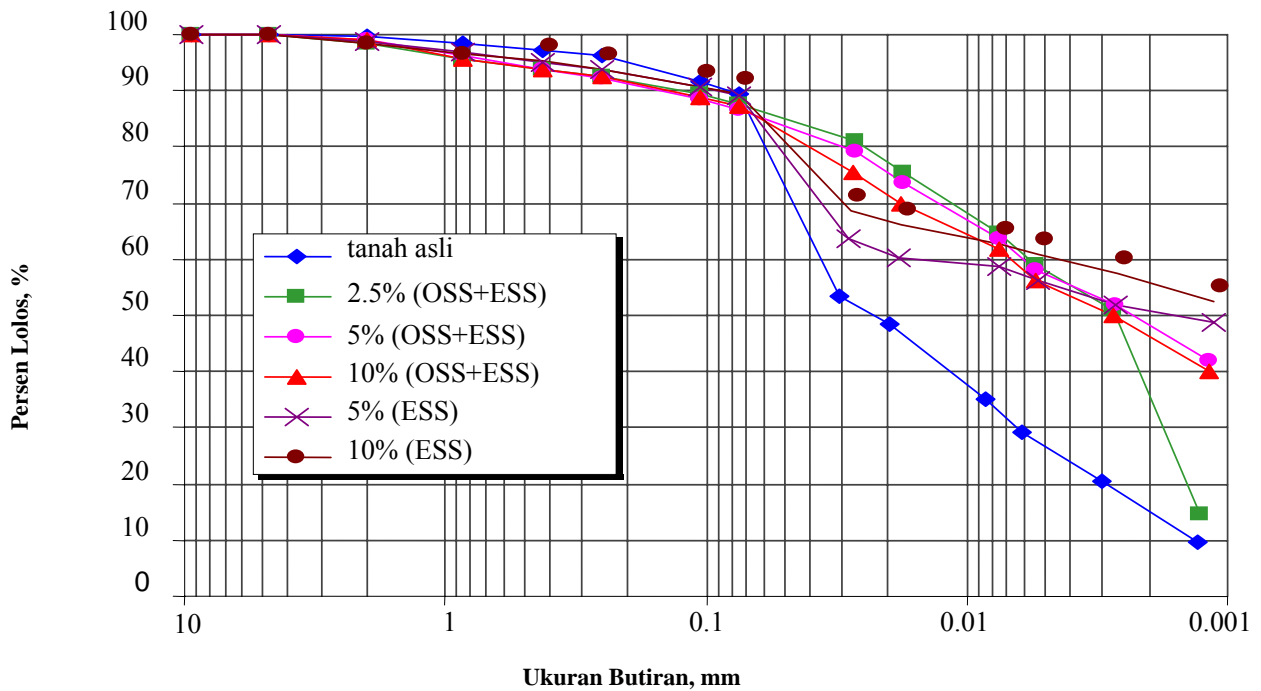
### c. Gradasi butiran

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*

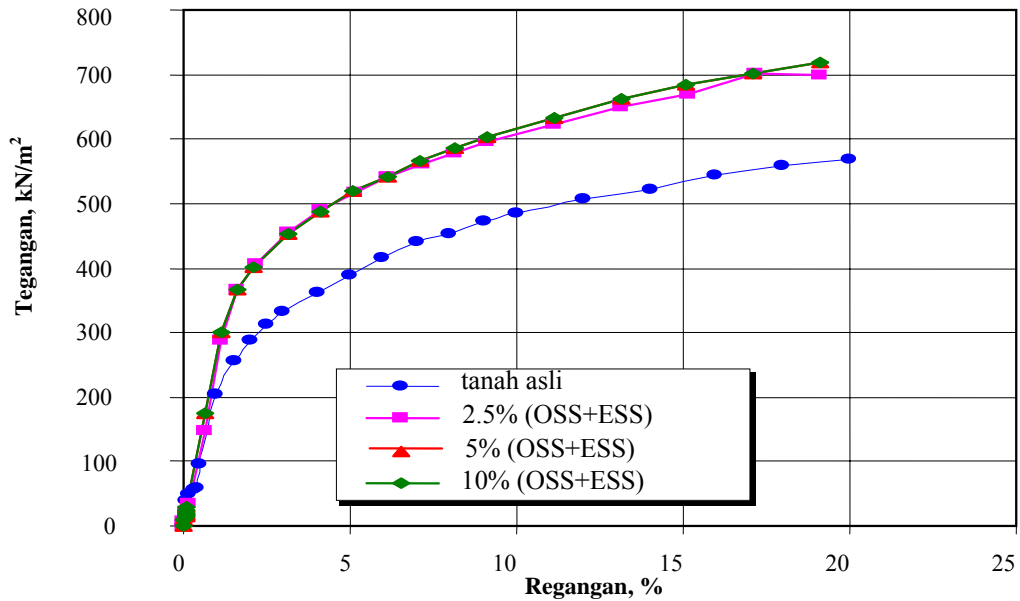
berdiameter 0.05 – 5 mm akan menjadi partikel halus, sehingga akan meningkatkan fraksi halus.

### d. Parameter kuat geser

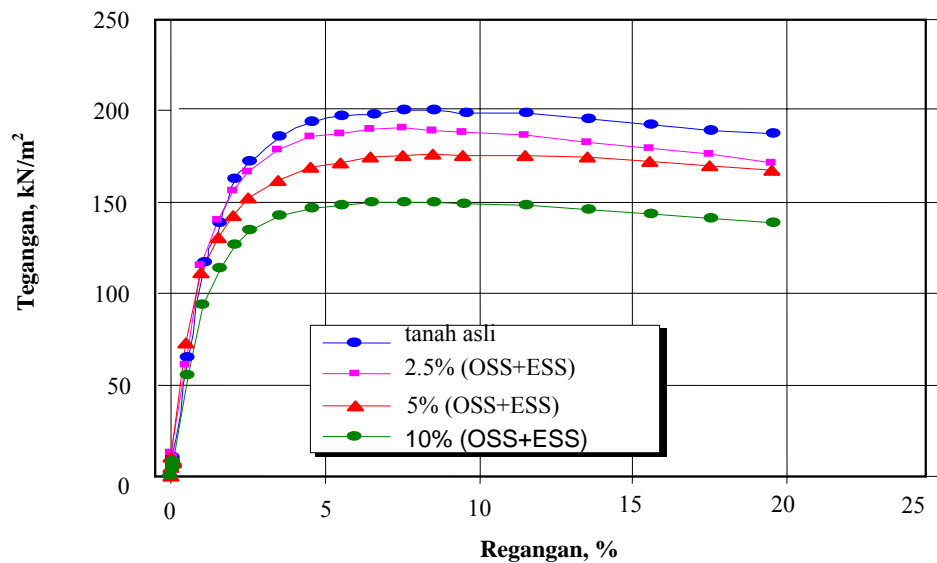
Perilaku tegangan-regangan pada  $\sigma_3 = 300 \text{ kN/m}^2$  uji triaxial sisi kering ( $S_r = 65\%$ ) dan sisi basah ( $S_r = 95\%$ ) gambar 5 dan 6. Seberapa besar perilaku nilai  $\phi$  dan  $c$  dapat dilihat pada Gambar 7 dan 8.



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



Gambar 5. Hubungan tegangan-regangan tanah dan (OSS+ESS) sisi kering



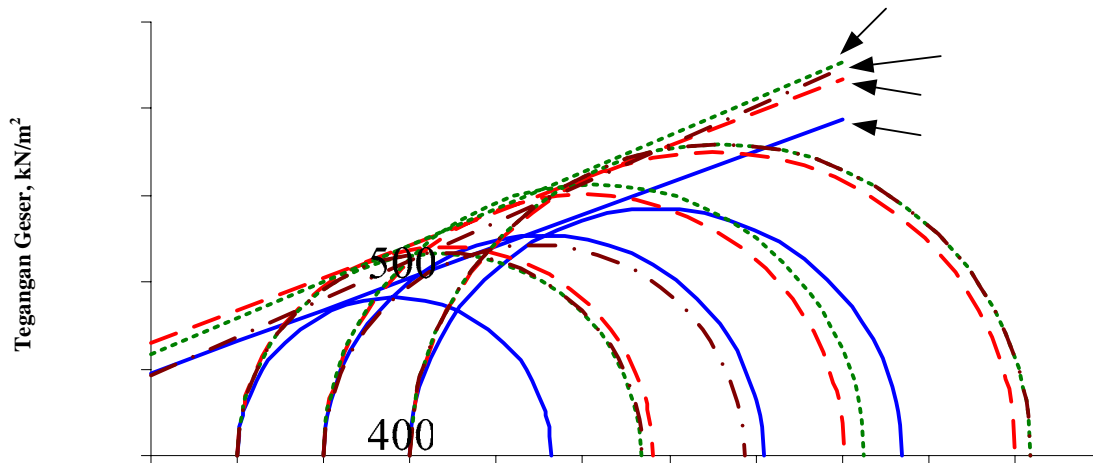
Gambar 6. Hubungan tegangan- regangan tanah dan (OSS+ESS) sisi basah  
( $\gamma_d = 1.34 \text{ gr/cm}^3$ ,  $w = 35.15\%$ ,  $\sigma_3 = 300 \text{ kN/m}^2$ ).

Gambar 7 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.

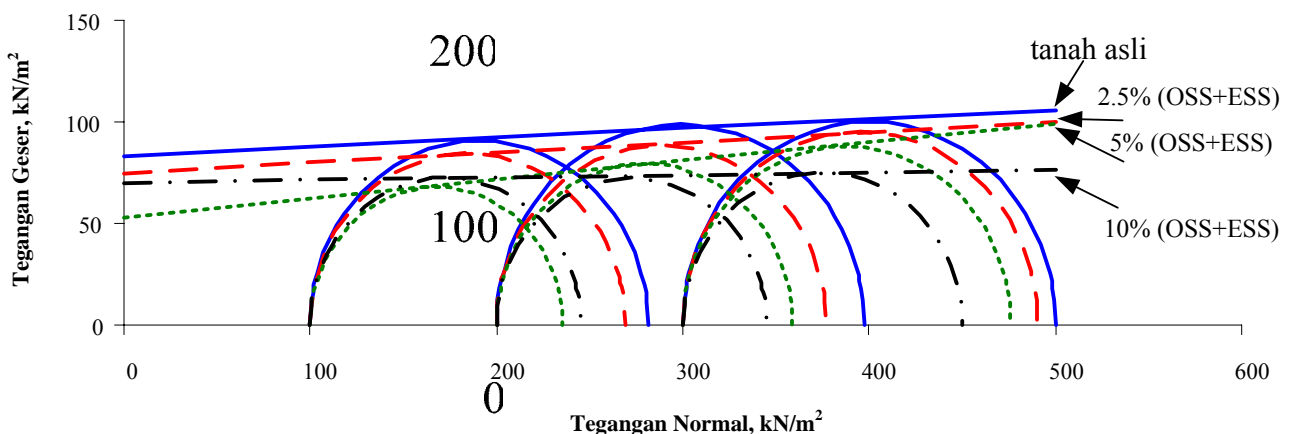
bar 9), maka dilakukan penelitian dengan penambahan *additive* (50%OSS+50%ESS) dan hasilnya kecenderungan meningkat. Hal ini mengindikasikan 50% ESS membantu proses reaksi 50% OSS pada sisi basah. Sehingga dapat meningkatkan kekuatan pada sisi basah.

### e. Nilai Uji Teka 1 Bebas

Uji tekan bebas sisi kering dengan penambahan polimer lateks akan menaikkan kuat tekan dibandingkan kuat tekan normal. Kemudian pada sisi basah nilainya cenderung menurun dengan penambahan lateks. Untuk sisi basah dengan penambahan (OSS+ESS) dan ESS kecenderungan turun tegangannya (Gam-



Gambar 7. Hubungan tegangan geser dan tegangan normal pada variasi (OSS+ESS) sisi kering ( $\gamma_d = 1.34 \text{ gr/cm}^3$ )



Gambar 8. Hubungan tegangan geser dan tegangan normal pada variasi (OSS+ESS) sisi basah ( $\gamma_d = 1.34 \text{ gr/cm}^3$ )

Teganga

#### f. Nilai California Bearing Ratio (CBR)

Hasil uji CBR perendaman dengan perawatan satu hari dengan direndam selama empat hari. Hasil analisisnya ditampilkan pada Gambar 10. 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 diselubungi bahan polimer, sehingga butiran tidak mudah terpengaruh air.

Pada Gambar 10 terlihat bahwa pada CBR tanpa perendaman dengan perawatan 1 hari pada sisi kering cenderung konstan dan sisi basah cenderung menurun. Hal ini disebabkan penambahan (OSS+ESS) tidak meningkatkan kekuatan tanah. Pada penambahan ESS dan penambahan 50% OSS + 50% ESS sisi basah nilai CBR cenderung meningkat.

#### KESIMPULAN

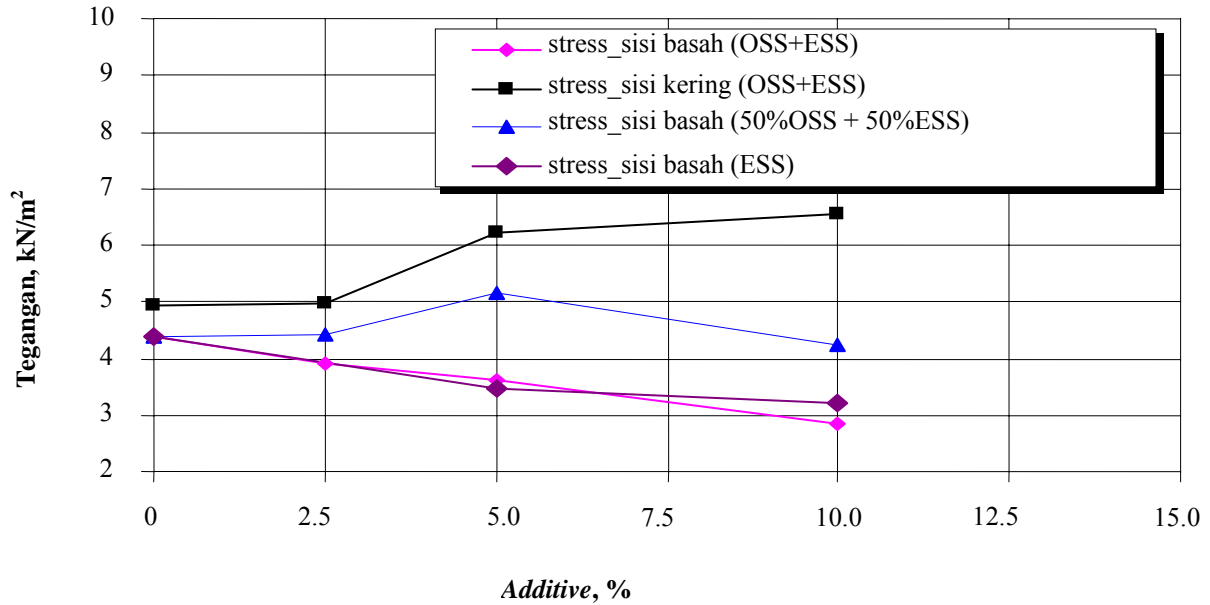
Dari hasil uji tanah asli didapat nilai  $LL = 80.88\%$ ,  $PL = 32.44\%$ ,  $SL = 11.55$  dan  $PI = 48.44\%$ , mengandung fraksi halus  $89.51\%$ , dengan gravitas khusus  $2.65$ . Menurut *Unified Soil Classification System*, termasuk kelompok CH, sedangkan menurut *American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO)* tanah tersebut termasuk kelompok A-7-6.

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. Penambahan (OSS+ESS) dan ESS pada tanah asli menyebabkan perubahan gradasi butiran yaitu persentase fraksi halus akan cenderung meningkat.

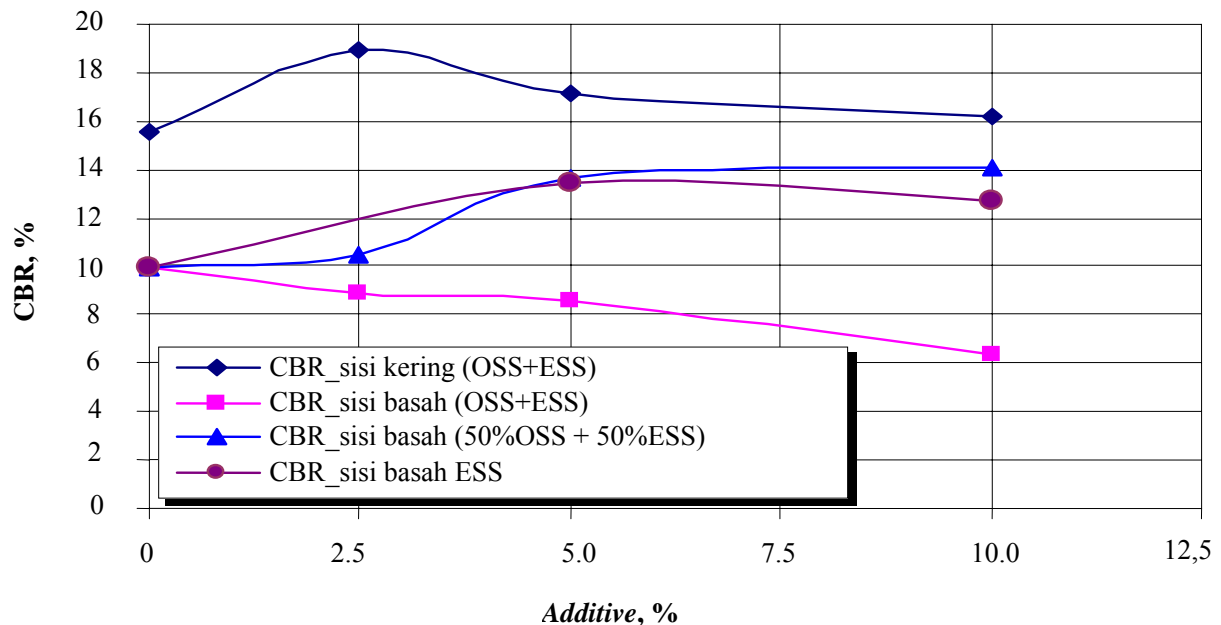
Penambahan (OSS+ESS) pada sisi kering akan meningkatkan kuat tekan tanah dengan persentase *additive* polimer latex >2.5%.

Penambahan persentase (OSS+ESS) dengan persentase *additive* polimer latex pada sisi kering yaitu 2.5% didapatkan

nilai CBR yang optimal. 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.



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



Gambar 10. Hubungan persentase polimer lateks dengan nilai CBR tanpa perendaman sisi kering dengan kepadatan sama ( $\gamma_d = 1.34 \text{ gr/cm}^3$ )

## DAFTAR PUSTAKA

ASTM, 2005, *Annual Book of ASTM Standards*, Volume 04. 08, Philadelphia.

- Brosur Polcon, 1999, *Polcon Material Baru Untuk Konstruksi serta Perawatan Jalan Jembatan dan Bangunan*, PT. Cita Dimensi Kotrindo, Jakarta.
- Siregar C. A., 2003, Pengaruh Campuran Polimer Silikon pada Stabilisasi Tanah Ekspansif Cikampek Purwakarta terhadap Nilai Pengembangan Bebas (*Free Swell*), *Jurnal ITENAS*, No. 3, Vol. 7, 1-12, Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik ITENAS, Bandung.
- Hardiyatmo H.C, 2002, *Mekanika Tanah I*, Jilid 1, edisi 3, PT. Gramedia Pustaka Umum, Jakarta.
- Suryolelono K.B, 1999, Potensi Variasi Campuran Abu Sekam Padi (ASP) dan Kapur untuk Meningkatkan Karakteristik Tanah Lempung, *Forum Teknik Sipil*, No.VIII, Vol 1, 1-11, Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik UGM, Yogyakarta.