

# Pengaruh Penambahan Semen, Abu Sekam Padi dan Abu Ampas Tebu pada Tanah Lempung Ekspansif di Bojonegoro terhadap Nilai CBR, Swelling, dan Durabilitas

**Alesandro Anggara Putra, Yulvi Zaika, Harimurti**  
Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Brawijaya  
Jalan MT. Haryono 167, Malang 65145, Indonesia  
E-mail: [alessandro\\_anggara@yahoo.com](mailto:alessandro_anggara@yahoo.com)

## ABSTRAK

*Tanah lempung ekspansif merupakan tanah yang memiliki daya dukung yang rendah pada kondisi muka air yang tinggi, sifat kembang susut yang besar dan plastisitas yang tinggi. Daerah Ngasem, Bojonegoro adalah salah satu daerah di Indonesia yang memiliki tanah lempung ekspansif. Stabilisasi pada tanah lempung ekspansif salah satunya adalah dengan menggunakan aditif. Semen, abu sekam padi, dan abu ampas tebu merupakan material-material yang dapat digunakan sebagai bahan aditif. Campuran bahan aditif semen, abu sekam padi, dan abu ampas tebu menggunakan kadar 4% semen, 4% semen + 6% abu sekam padi, 6% semen + 8% abu ampas tebu. Masing-masing campuran tanah mengalami siklus basah-kering sebanyak 1 periode, 2 periode, dan 3 periode. 1 periode adalah 1 kali direndam selama 4 hari dan 1 kali diangin-anginkan selama 4 hari. Pengujian CBR dilakukan setelah siklus basah-kering berakhir sesuai ketentuan, sedangkan pengujian swelling dan durabilitas dilakukan selama siklus basah kering berlangsung. Hasil yang di dapat bahwa campuran terbaik adalah dengan semen 4%, nilai CBR menunjukkan peningkatan yang signifikan sebesar 857,32% pada periode pertama dan terus bertambah tiap periodenya serta nilai swelling-nya mengalami penurunan secara signifikan sekitar 91,22%, serta perubahan volumenya turun sekitar 82,86% dan perubahan beratnya turun sekitar 97%.*

**Kata-kata kunci:** lempung ekspansif, semen, abu sekam padi, abu ampas tebu, CBR, swelling, durabilitas

## Pendahuluan

Tanah merupakan tempat dimana struktur akan didirikan, kondisi tanah yang kurang baik akan merugikan bangunan yang ada di atasnya. Salah satu jenis tanah yang kurang baik adalah tanah lempung ekspansif.

Banyaknya daerah di Indonesia yang memiliki jenis tanah lempung ekspansif, salah satunya di Ngasem, Bojonegoro. Tanah lempung ekspansif memiliki daya dukung tanah yang rendah pada kondisi muka air yang tinggi, sifat kembang susut (*swelling*) yang besar dan plastisitas yang tinggi. Dengan kerugian dari akibat kembang susut tanah lempung ekspansif, maka diperlukan stabilisasi untuk mengurangi kembang susut dan meningkatkan daya dukung. Salah satunya dengan menggunakan aditif. Pada penelitian ini aditif yang digunakan adalah semen, abu sekam padi, dan abu ampas tebu.

Kestabilan suatu struktur bangunan sangat dipengaruhi oleh pergerakan tanah dibawahnya yang disebabkan oleh faktor alam maupun karakteristik tanah tersebut. Perubahan kadar air dalam tanah lempung ekspansif disebabkan oleh perubahan musim, akan memicu pengembangan dan penyusutan secara ekstrim pada tanah tersebut, sehingga struktur bangunan diatas tanah tersebut akan mengalami kerusakan apabila terjadi secara terus-menerus.

Beberapa tujuan yang dapat diharapkan dalam penelitian ini adalah:

1. Untuk mengetahui perbandingan CBR, *swelling*, dan durabilitas tanah lempung ekspansif tanpa campuran dan dengan campuran semen, abu sekam padi dan abu ampas tebu dengan perlakuan siklus basah-kering.
2. Untuk mengetahui campuran terbaik diantara ketiga campuran, yang dapat

menghasilkan CBR yang maksimal, *swelling* terkecil dan perubahan durabilitas yang tidak signifikan pada tanah lempung ekspansif.

### Metode Penelitian

Pengujian yang dilakukan meliputi uji CBR (California Bearing Ratio), uji pengembangan (*swelling*) dan uji durabilitas. Digunakan kadar penambahan 4% semen, 4% semen + 6% abu sekam padi, 6% semen + 8% abu ampas tebu.

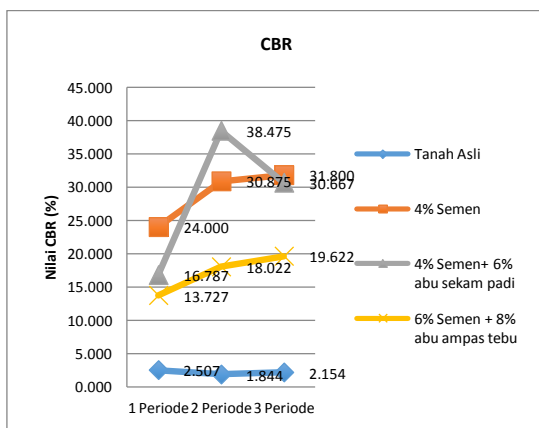
Pengujian CBR berdasarkan pada ASTM D-1883. Pengujian *swelling* berdasarkan pada ASTM D-4546-90. Pengujian durabilitas menggunakan siklus basah-kering.

Masing-masing campuran tanah mengalami siklus basah-kering sebanyak 1 periode, 2 periode, dan 3 periode, 1 periode adalah 1 kali direndam selama 4 hari dan 1 kali diangin-anginkan selama 4 hari. Pengujian CBR dilakukan setelah siklus basah-kering berakhir sesuai ketentuan, sedangkan pengujian *swelling* dan durabilitas dilakukan saat siklus basah-kering berlangsung.

### Hasil dan pembahasan

#### Uji CBR

Hasil dari pengujian CBR, ditampilkan pada **gambar 1** dan **tabel 1**.



**Gambar 1.** Grafik hasil Uji CBR

**Tabel 1.** Hasil Uji CBR

Sampel	OMC (%)	CBR (%) Period 1	CBR (%) Period 2	CBR (%) Period 3
Tanah Asli	26,8	2,51	1,84	2,15
Tanah Asli + 4% Semen	31,2	24,00	30,87	31,80
Tanah Asli + 4% Semen + 6% ASP	31,2	16,78	38,48	30,66
Tanah Asli + 6% Semen + 8% AAT	23,5	13,72	18,02	19,62

Dari **gambar 1** dan **tabel 1** dapat disimpulkan bahwa nilai CBR tanah asli sangat rendah yaitu 2,51% dan memiliki tren turun tiap periodenya. Penambahan semen, abu sekam padi, dan abu ampas tebu sesuai kadar yang ditentukan dapat meningkatkan nilai CBR bahkan nilai CBR dapat meningkat tiap periodenya.

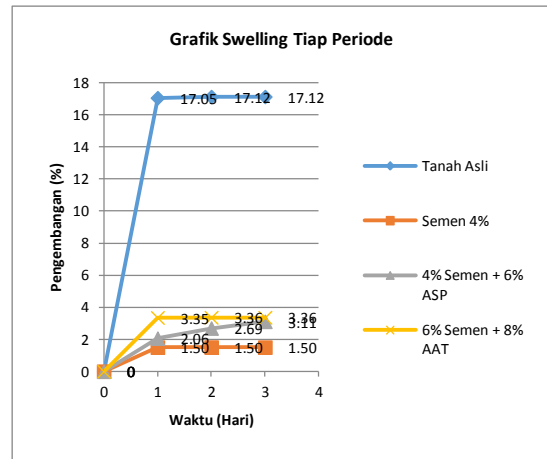
Pada campuran tanah asli dengan 4% semen nilai CBR meningkat secara stabil dan mendapatkan nilai yang tinggi. Nilai CBR pada periode pertama adalah sebesar 24%, meningkat sebesar 857,32% dari tanah asli pada periode pertama, pada periode kedua nilai CBR sebesar 30,875%, meningkat sebesar 1574,35% dari tanah asli pada periode kedua, dan pada periode ketiga nilai CBR sebesar 31,8 % meningkat sebesar 1376,32% dari tanah asli pada periode ketiga. Hal ini dikarenakan oleh mineral tanah lempung ekspansif diikat oleh semen sehingga tidak menyerap air secara berlebihan, sifat ekspansifnya hilang sehingga daya dukungnya dapat meningkat. Selain itu semen juga dapat merekatkan antar mineral satu dan mineral lainnya menjadi satu kesatuan sehingga sangat kuat.

Nilai CBR tiap periode mengalami peningkatan disebabkan oleh karena proses hidrasi semen pada campuran tanah memerlukan air sampai mengalami pengerasan sempurna yaitu pada umur 28 hari, selain itu air juga dibutuhkan untuk memperlambat proses hidrasi itu sendiri. Jika hidrasi terlalu cepat maka campuran tanah bisa mengalami penyusutan maupun keretakan akibat proses hidrasi. Perlakuan siklus basah-kering justru memberikan keuntungan dalam hal ini.

Pada campuran dengan tambahan abu sekam padi dan abu ampas tebu, walaupun campuran ini juga menggunakan semen namun nilai CBR-nya tidak sebaik dengan campuran yang hanya menggunakan semen saja. Hal ini bisa disebabkan oleh karena abu sekam padi dan abu ampas tebu mengandung silika (SiO<sub>2</sub>) dalam jumlah yang tinggi. Silika bersifat pozzolan yaitu bila dicampur dengan semen dan air dapat meningkatkan kuat tekan dan kuat tarik, namun silika juga bersifat menyerap air. Sifat silika yang menyerap air ini bertolak belakang dengan sifat semen yang justru mencegah kelebihan air pada tanah, dan jika terlalu banyak air pada campuran semen maka campuran semen yang dihasilkan akan jelek dan juga semakin tinggi kadar air maka semakin kecil nilai CBR dari tanah tersebut.

### Uji Swelling

Pada uji *swelling* sampel tanah yang telah dipadatkan dengan kadar air optimum sesuai campurannya direndam di dalam air dengan penambahan beban sebesar 2,82 Kpa. Selama masa perendaman, perubahan tinggi sampel tanah tersebut diukur dengan dial untuk mengetahui seberapa besar pengembangan yang terjadi. Grafik hasil uji *swelling* ditampilkan pada **gambar 2**.



**Gambar 2.** Grafik Uji Swelling

Berikut ini adalah hasil uji *swelling* ditampilkan pada **tabel 2**.

**Tabel 2** Hasil Uji *Swelling*

Sampel	OMC (%)	Swell (%) Period 1	Swell (%) Period 2	Swell (%) Period 3
Tanah Asli	26,8	17,05	0,07	0
Tanah Asli + 4% Semen	31,2	1,50	0	0
Tanah Asli + 4% Semen + 6% ASP	31,2	2,06	0,63	0,42
Tanah Asli + 6% Semen + 8% AAT	23,5	3,35	0,01	0

Dapat dilihat pada **gambar 2** dan **tabel 2** bahwa nilai swelling tanah asli adalah sebesar 17,05%, setelah penambahan aditif nilai *swelling* dapat menurun, hal ini dikarenakan oleh penambahan zat aditif tersebut membuat rongga yang ada pada butiran tanah akan tertutup oleh zat-zat aditif tersebut, rongga-rongga butiran menjadi lebih padat dan rapat sehingga kemampuan tanah lempung ekspansif dalam menyerap air berkurang.

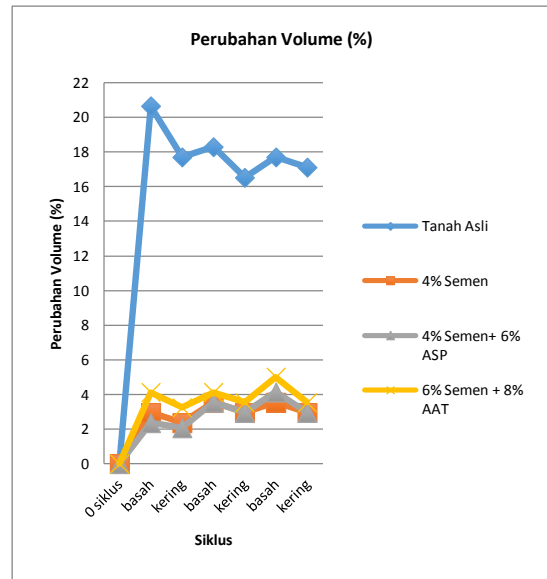
Campuran tanah asli dengan 4% semen mendapat hasil nilai *swelling* terkecil, dibandingkan campuran tanah asli dengan 4% semen + 6% abu sekam padi, dan campuran tanah asli dengan 4% semen + 8% abu ampas tebu. Abu sekam padi dan abu ampas tebu memiliki kandungan silika yang tinggi yang jika dicampur dengan semen maka akan memperkuat campuran tersebut, namun sifat silika adalah menyerap air, jadi semakin banyak kandungan silika maka air yang terserap juga semakin banyak.

Nilai *swelling* campuran tanah asli dengan 4% semen mendapat hasil 1,5% pada periode pertama, menurun 91,22% dari tanah asli pada periode pertama, dan pada periode kedua dan ketiga nilai *swelling* sudah tidak signifikan.

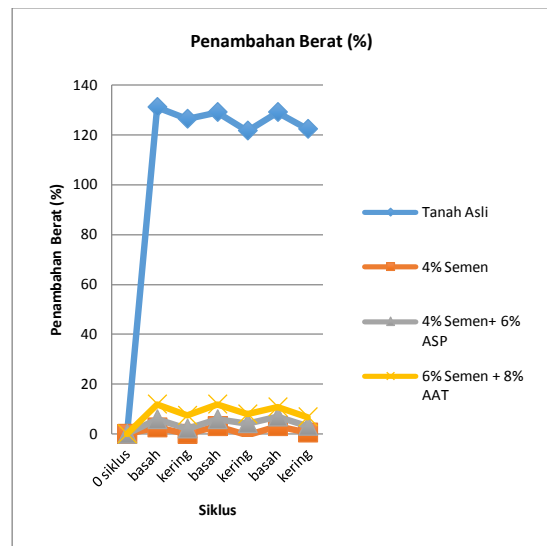
#### Uji Durabilitas

Pada uji volume dan berat ini sampel tanah yang telah dipadatkan dengan kadar air optimum sesuai campurannya direndam di dalam air tanpa penambahan beban. Selama masa perendaman, perubahan tinggi sampel tanah tersebut diukur menggunakan alat ukur untuk mengetahui seberapa tinggi pengembangan untuk mengukur penambahan volume yang terjadi, serta dilakukan penimbangan berat sampel menggunakan timbangan.

Hasil pengujian dapat dilihat pada **gambar 3** dan **gambar 4**.



**Gambar 3.** Grafik Perubahan Volume



**Gambar 4.** Grafik Perubahan Berat

Saat perendaman periode pertama tanah asli mengalami penambahan volume sebanyak 20,65%, serta mengalami kenaikan berat yang sebanyak 131,08%, lalu setelah dikeringkan (diangin-anginkan) volume tanah hanya berkurang 2,45% dan berat tanah hanya berkurang 2,05%. Pada perendaman periode kedua dan ketiga perubahan volume dan berat tanah sudah tidak signifikan.

Campuran terbaik adalah pada campuran tanah dengan 4% semen.

Selama mengalami tiga periode siklus basah-kering hanya mengalami penambahan volume tertinggi sebesar 3,54%, dari kondisi tanah sebelum direndam, menurun sekitar 82,86% dari perubahan volume tanah asli terbesar. Lalu penambahan berat terbesar adalah 3,08% dari kondisi tanah sebelum direndam, menurun sekitar 97% dari perubahan berat tanah asli terbesar.

### **Kesimpulan**

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

1. Tanah lempung ekspansif di Bojonegoro mempunyai nilai CBR yang sangat rendah yaitu hanya sebesar 2,51% pada periode pertama dan memiliki tren turun pada tiap periodenya, nilai *swelling* yang sangat tinggi yaitu sampai sebesar 17,12% serta perubahan durabilitas yang sangat signifikan, perubahan volumenya sampai sebesar 20,65% dan penambahan beratnya sampai sebesar 131,08%.
2. Setelah menambahkan campuran 4% semen nilai CBR meningkat sebesar 857,32% pada periode pertama dan terus bertambah tiap periodenya serta nilai *swelling*-nya mengalami penurunan secara signifikan sekitar 91,22%, serta perubahan durabilitas menjadi tidak signifikan dilihat dari perubahan volumenya turun sekitar 82,86% dan perubahan beratnya turun sekitar 97%.
3. Setelah menambahkan campuran 4% semen + 6% abu sekam padi

nilai CBR meningkat sebesar 569,64% pada periode pertama dan memiliki tren naik pada tiap periodenya, nilai *swelling*-nya berkurang sekitar 87,93%, dan perubahan durabilitas menjadi tidak signifikan, perubahan volumenya turun sekitar 80% dan perubahan beratnya turun sekitar 94%. Hasil dengan menggunakan campuran ini tidak sebaik hasil campuran yang hanya dengan menggunakan semen 4%.

4. Setelah menambahkan campuran 6% semen + 8% abu ampas tebu padi nilai CBR meningkat sebesar 447,55% pada periode pertama dan memiliki tren naik pada tiap periodenya, nilai *swelling*-nya berkurang sekitar 80,35%, dan perubahan durabilitas menjadi tidak signifikan, perubahan volumenya turun sekitar 75,72% dan perubahan beratnya turun sekitar 91%. Hasil yang didapat dengan menggunakan campuran ini merupakan yang paling minimum dibandingkan dua campuran lainnya.
5. Campuran terbaik adalah campuran tanah dengan 4% semen, dilihat dari nilai CBR yang paling tinggi dan terus meningkat tiap periodenya, serta nilai *swelling* yang paling rendah serta perubahan durabilitas yang paling tidak signifikan.

### **Daftar Pustaka**

Chen, F.H., 1975, *Foundation on Expansive Soils*, Developments in Geotechnical Engineering 12, Else-

- Vier Scientific Publishing Company, New York.
- Craig, R.F., 2004., *Craig's Soil Mechanics*, Seventh Edition., Spon Press
- Das, Braja M., Noor Endah, dan Indrasurya B. Mochtar. 1995. *Mekanika Tanah (Prinsip-prinsip Rekayasa Geoteknis)*. Jakarta: ERLANGGA.
- Herina, Silvia F. 2005. *Kajian Pemanfaatan Abu Sekam Padi sebagai Bahan Stabilisasi Tanah Fondasi Ekspansif untuk Bangunan Sederhana*. Bandung.
- Haryono, S. dan Sudjatmiko, A, 2011, *Kajian Kandungan Pozzolan Pada Limbah Abu Ampas Tebu (Baggase Ash) Dengan Suhu Pembakaran Secara terkontrol*, Prosiding Simposium Nasional RAPI X, Fakultas Teknik, UMS.
- Hardiyatmo, Hary Christady. 2013. *Stabilisasi Tanah untuk Perkerasan Jalan*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- L.D.Wesley (1977), *Mekanika Tanah*, cetakan VI, Badan Penerbit Pekerjaan Umum.
- Lumikis, Breyndah Kezia., Monintja, S., Balamba S., Sarajar A. N. 2013. *Korelasi Antara Tegangan Geser Dan Nilai CBR Pada Tanah Lempung Ekspansif Dengan Bahan Campuran Semen*. Jurnal Sipil Statik Vol. 1 No. 6
- Nugraha, P. A. 2014. Pengaruh Penambahan Abu Ampas Tebu dan Semen terhadap Karakteristik Tanah Lempung Ekspansif di Bojonegoro. *Skripsi, Program Studi Sarjana pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Brawijaya*. Malang.
- Widagdo, Y. E. 2014. Pengaruh Lama Waktu *Curing* terhadap Nilai CBR dan *Swelling* pada Tanah Lempung Ekspansif di Bojonegoro dengan Campuran 6% Abu Sekam Padi dan 4% Semen. *Skripsi, Program Studi Sarjana pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Brawijaya*. Malang.

