

Pengaruh Penambahan Abu Ampas Tebu dan Kapur pada Tanah Ekspansif di Bojonegoro terhadap nilai CBR, *Swelling* dan Durabilitas

Sofyan Sauri, Arief Rachmansyah, Yulvi Zaika.

Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Brawijaya

Jalan MT. Haryono 167, Malang 65145, Indonesia

Email: Oyiqkiting@gmail.com

ABSTRAK

Tanah merupakan material dasar yang sangat penting karena merupakan tempat dimana struktur akan didirikan. Banyaknya daerah di Indonesia yang memiliki jenis tanah lempung ekspansif, hampir 20% dari luasan tanah di Pulau Jawa dan kurang lebih 25% dari luasan tanah di Indonesia, 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. Kondisi tersebut merugikan bangunan yang ada di atasnya. Dengan kerugian dari akibat kembang susut tanah ekspansif, maka diperlukan stabilisasi untuk mengurangi kembang susut dan meningkatkan daya dukung. Salah satunya dengan menggunakan aditif. Pada penelitian ini aditif yang digunakan adalah kapur dan abu ampas tebu. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui seberapa besar pengaruh dari aditif tersebut dapat menstabilisasi tanah lempung ekspansif dilihat dari CBR, swelling dan durabilitas dengan perlakuan siklus basah-kering. Tanah di campur dengan 3 variasi campuran yaitu tanah dengan 4% kapur, tanah dengan 8% abu ampas tebu, dan tanah dengan 4% kapur + 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 dilakukan setelah siklus basah-kering berakhir sesuai ketentuan dan hasil yang di dapat bahwa campuran terbaik adalah dengan kapur 4%, nilai CBR menunjukkan peningkatan yang signifikan sebesar 1181,49% pada periode pertama, peningkatan sebesar 8.877% di periode kedua dan penurunan yang kecil di periode ketiga serta nilai swelling-nya mengalami penurunan secara signifikan sekitar 99,237%, serta durabilitasnya paling baik dilihat dari perubahan volume tertinggi sekitar 3,05% dan perubahan berat tertinggi sekitar 0,5%.

Kata-kata kunci: *lempung ekspansif, kapur, abu ampas tebu, CBR, swelling, durabilitas*

Pendahuluan

Tanah adalah material dasar konstruksi yang sangat penting karena merupakan tempat dimana suatu struktur akan didirikan. Karakteristik tanah bervariasi berdasarkan pada kontur, ketinggian, tekstur, unsur hara dan letak suatu daerah. Oleh karena itu daya dukung

yang dimiliki tanah pada satu lokasi dengan yang lainnya berbeda-beda.

Suatu jenis tanah, kemungkinan memiliki permasalahan baik dari segi penurunan beban yang bertumpu pada tanah tersebut maupun daya dukungnya. Permasalahan tersebut dapat mengakibatkan kerusakan - kerusakan pada struktur

bangunan maupun jalan, seperti turun atau naiknya suatu pondasi, permukaan jalan yang bergelombang dan retaknya dinding pada suatu bangunan. Permasalahan tanah ini tidak hanya terbatas pada terjadinya penurunan (*settlement*) saja tetapi juga mencakup secara menyeluruh, seperti adanya penyusutan dan pengembangan tanah.

Banyak daerah di Indonesia, diantaranya di daerah barat (meliputi Cikampek, Cikarang, Bandung dan Serang); daerah tengah selatan (meliputi Ngawi, Caruban, Solo, Sragen, Wates dan Yogyakarta); dan disekitar pantai utara Jawa (meliputi Semarang, Purwodadi, Kudus, Cepu, Bojonegoro dan Gresik) memiliki jenis tanah lempung ekspansif. Tanah lempung ekspansif merupakan tanah lempung yang memiliki nilai plastisitas tinggi, daya dukung rendah, serta kembang susut yang drastis jika terjadi perubahan kadar air. Perilaku tanah ekspansif sangat dipengaruhi oleh kadar air dan mineraloginya. Pada musim kemarau volume porinya akan membesar sehingga tanah tersebut akan mengalami penyusutan, sedangkan pada musim penghujan volume tanah akan mengembang dan kandungan air di dalamnya akan sulit keluar karena permeabilitas tanah yang rendah. Oleh

karena itu para *engineer* berupaya untuk mengatasi permasalahan dengan memperbaiki sifat-sifat tanah lempung ekspansif tersebut agar suatu struktur (gedung, jalan) yang dibangun di atasnya dapat stabil.

Berbagai cara yang digunakan untuk memperbaiki sifat-sifat tanah dan kekuatan tanah, salah satunya adalah stabilisasi. Sampai saat ini stabilisasi tanah merupakan kajian yang menarik untuk diteliti baik metodenya maupun bahan-bahan yang dipakai untuk stabilisasi tanah tersebut. Stabilisasi ini bertujuan untuk mengurangi sifat kembang susutnya dan meningkatkan daya dukung tanah yang semula rendah menjadi lebih tinggi guna menopang beban yang ada di atasnya.

Metode Penelitian

Pengujian dilakukan dengan pengujian nilai CBR (California Bearing Ratio), uji durabilitas dan uji pengembangan (*swelling*). Kadar penambahan yang digunakan adalah 4% kapur, 8% abu ampas tebu, 4% kapur + 8% abu ampas tebu.

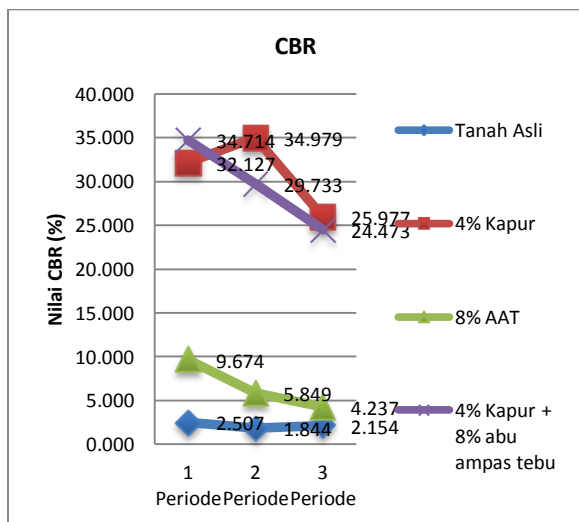
Pengujian CBR dilakukan berdasarkan pada ASTM D-1883, sedangkan pengujian *swelling* dilakukan berdasarkan pada ASTM D-4546-90. Pengujian durabilitas menggunakan siklus basah-kering.

Tiap campuran tanah mengalami siklus basah-kering sebanyak 1 periode, 2 periode, dan 3 periode, 1 periode ialah 1 kali direndam selama 4 hari dan 1 kali diangin-anginkan selama 4 hari. Pengujian CBR dilakukan setelah siklus basah-kering berakhir sesuai dengan ketentuan, sedangkan pengujian swelling dan durabilitas dilakukan pada 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

Sampel	OMC (%)	CBR (%) Period 1	CBR (%) Period 2	CBR (%) Period 3
Tanah Asli	26,8	2,51	1,84	2,15
Tanah Asli + 4% kapur	31,2	32,127	34,979	25,977
Tanah Asli + 8% AAT	31,21	9,674	5,849	4,237
Tanah Asli + 4% kapur + 8% AAT	23,544	34,714	29,733	24,473

Tabel 1. Hasil Uji CBR

Dari **gambar 1** dan **tabel 1** dapat kita lihat bahwa durabilitas tanah asli sangatlah jelek, dilihat dari nilai CBR tiap periode yang sangat kecil dan tren yang cenderung turun. Hal yang berbeda terjadi setelah tanah dicampur zat aditif, durabilitas tanah mengalami peningkatan, yang dapat dilihat dari meningkatnya nilai CBR.

Pada campuran tanah asli dengan 4% kapur nilai CBR pada periode pertama adalah 34,714% dan pada periode kedua meningkat sebesar 8,215% dari periode pertama, namun dari periode kedua ke periode ketiga terjadi penurunan sebesar 25,735%. Berdasarkan hasil pengujian nilai CBR laboratorium yang diperlihatkan pada gambar 4.4, ternyata bahwa pada campuran

4% kapur bila akan tergenang air secara terus menerus, maka daya dukung tanah tersebut akan menurun.

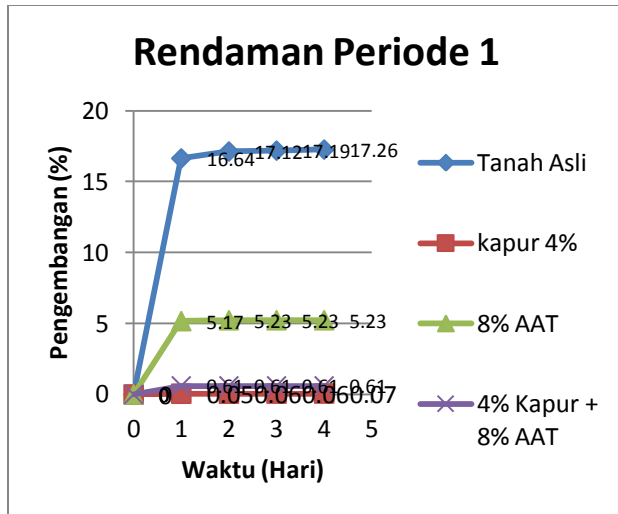
Pada campuran tanah asli + 8% abu ampas tebu nilai CBR kecil dan terjadi tren turun. Nilai CBR pada periode pertama adalah sebesar 9,674%, mengalami penurunan pada periode kedua sebesar 39,5% dari periode pertama dan pada periode ketiga menurun sebesar 27,52% dari periode kedua. Secara fisik dan mekanik, stabilisasi dengan abu ampas tebu dapat meningkatkan kepadatan tanah lempung ekspansif. Secara kimiawi, unsur-unsur dalam abu ampas tebu dapat mengurangi potensi pengembangan. Partikel lempung yang bermuatan negatif akan menyerap kation di sekitarnya termasuk ion H⁺ pada air (H₂O). Ketika tanah lempung ekspansif dicampur dengan abu ampas tebu, unsur-unsur dalam abu ampas tebu yang meliputi Ca, Al, dan Mg akan terion dan diserap oleh partikel lempung. Ion-ion unsur tersebut dapat menggantikan ion H⁺ di antara lapisan partikel lempung dan mencegah penyerapan air oleh partikel lempung sehingga potensi untuk meningkatkan daya dukung tanah dapat bertambah. Untuk penurunan nilai CBR dari periode kedua ke periode ketiga terjadi karena tanah dengan campuran 8% abu ampas tebu tergenang air secara terus

menerus, sehingga merusak ikatan kimiawi yang telah terbentuk.

Hal yang sama juga terjadi pada campuran 4% kapur + 8% abu ampas tebu yang juga dapat meningkatkan daya dukung tanah namun memiliki tren turun tiap periodenya. Nilai CBR pada periode pertama adalah sebesar 34,714%, mengalami penurunan pada periode kedua sebesar 14,35% dari nilai CBR periode pertama dan pada periode ketiga nilai CBR menurun sebesar 17,69% dari periode kedua.

Uji Swelling

Sampel tanah yang telah dipadatkan sesuai kadar air optimum dengan masing-masing campuran direndam di dalam air dengan penambahan beban sebesar 2,82 Kpa. Selama masa perendaman, perubahan tinggi sampel tanah tersebut dilihat dengan pembacaan dial untuk mengetahui seberapa besar pengembangan yang terjadi. Pada **gambar 2** menunjukkan grafik hasil uji *swelling*.



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% Kapur	31,2	0,13	0,6	0
Tanah Asli + 8% AAT	28,21	5,168	0,062	0
Tanah Asli + 4% Kapur + 8% AAT	31,21	0,611	0	0

Berdasarkan tabel hasil swelling dan gambar grafik swelling dapat kita lihat bahwa pengembangan tanah yang paling signifikan terjadi pada periode pertama, nilai rata-rata swelling selama empat hari perendaman pada periode pertama adalah 17,051% untuk tanah asli, 0,13% untuk campuran tanah asli + 4% kapur, 0,61% untuk campuran tanah asli dengan 4% kapur + 8% abu ampas tebu, dan 5,168% untuk campuran tanah asli dengan 8% abu ampas tebu.

Pada periode kedua dan ketiga sudah tidak terjadi perubahan yang berarti pada nilai *swelling* tanah asli maupun pada nilai *swelling* tiap-tiap campuran. Pengembangan yang terjadi pada periode perendaman pertama adalah sebagai berikut :

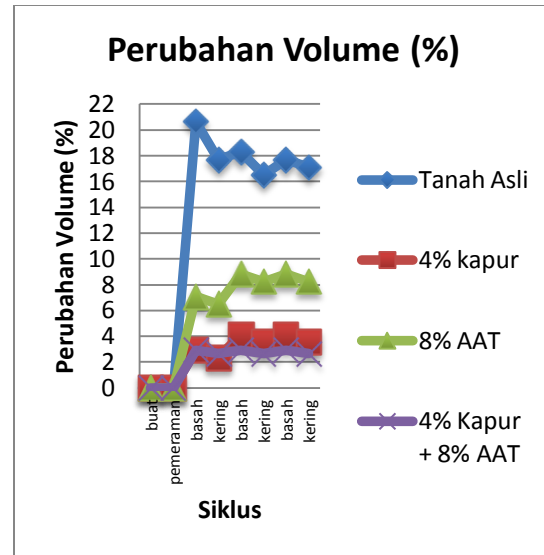
Tabel dan gambar menunjukkan bahwa pengembangan tanah yang paling signifikan terjadi pada hari pertama periode pertama. Pada hari kedua, ketiga dan keempat perubahan nilai *swelling* sudah tidak banyak. Nilai *swelling* tanah asli pada hari pertama sebesar 16,637%, hal ini menunjukkan pengembangan yang terjadi pada tanah asli sangatlah besar. Setelah dicampur zat aditif, nilai *swelling* mengalami penurunan yang cukup besar.

Pada hari pertama nilai *swelling* tanah asli dengan 8% abu ampas tebu nilai *swelling* turun sebesar 68,93%, dan untuk tanah asli dengan 4% kapur + 8% abu ampas tebu nilai *swelling* turun sebesar 96,33%.

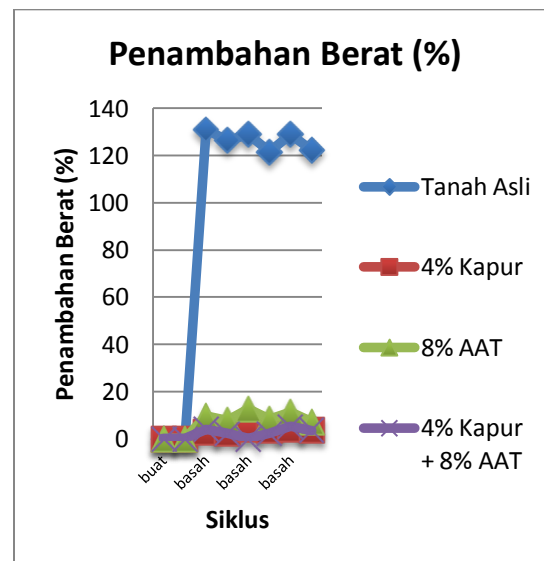
Uji Durabilitas

Pada uji durabilitas 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 dengan penggaris untuk mengetahui seberapa tinggi pengembangan untuk mengukur penambahan volume yang terjadi, serta dilakukan penimbangan berat sampel menggunakan timbangan. Pengujian ini dilakukan terhadap sampel tanah asli dan tanah dengan campuran *additive*.

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 2,56% dan berat tanah hanya berkurang 2,05% kg.

Pada perendaman periode kedua dan ketiga perubahan volume dan berat tanah sudah tidak signifikan, hal ini disebabkan karena saat pengeringan dengan cara diangin-anginkan tanah hanya sedikit mengalami pengurangan kadar air di dalamnya, hal ini bisa dilihat dari penurunan volume dan berat tanah yang sangat sedikit, dan pada saat perendaman tanah sudah mengalami kejenuhan dimana pori-pori tanah sudah tidak bisa lagi banyak menyerap air.

Pada campuran tanah dengan 4% Kapur selama mengalami tiga periode siklus basah-kering hanya mengalami penambahan volume tertinggi sebesar 3,05% dari kondisi tanah sebelum direndam dan penambahan berat sebesar 0,5% dari kondisi tanah sebelum direndam.

Pada campuran tanah dengan 8% Abu Ampas Tebu selama mengalami tiga periode siklus basah-kering hanya mengalami penambahan volume tertinggi sebesar 8,25% dari kondisi tanah sebelum direndam dan penambahan berat sebesar 7,1% dari kondisi tanah sebelum direndam.

Kesimpulan

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

1. Pengaruh durabilitas menyebabkan perubahan volume dan berat yang sangat signifikan pada tanah asli, hal ini mempengaruhi nilai CBR dan nilai swellingnya. Nilai CBR mengalami penurunan tiap periodenya, serta nilai swellingnya menjadi bertambah besar tiap periodenya.
2. Setelah mengalami periode selama 3 kali, nilai CBR yang di dapat mengalami penurunan. Hal tersebut terjadi pada tanah asli maupun tanah yang telah dicampur zat *additive*. Namun jika dibandingkan dengan nilai CBR tanah asli, penambahan 4% kapur, 8% abu ampas tebu, dan 4% kapur + 8% abu ampas tebu menyebabkan nilai CBR meningkat.
3. Penambahan 4% kapur, 8% abu ampas tebu, dan 4% kapur + 8% abu ampas tebu menyebabkan nilai swelling yang dihasilkan lebih kecil dari tanah asli. Semakin lama periode siklus yang dilalui maka nilai swelling semakin kecil.

4. Campuran yang hasilnya menunjukkan perbaikan yang signifikan adalah campuran tanah dengan 4% kapur, dilihat dari nilai CBR yang justru meningkat pada periode kedua dan penurunan yg kecil di periode ketiga, serta nilai swelling yang sangat kecil.
5. Campuran 8% abu ampas + 4% kapur menunjukkan penurunan nilai CBR yang paling tajam dan perubahan volume yang paling kecil.

Daftar Pustaka

- Braja, M. Das., Noor Endah, dan Indrasurya B. Mochtar. 1995. *Mekanika Tanah (Prinsip-Prinsip Rekayasa Geoteknis) Jilid 2*. Jakarta: Erlangga.
- Chen, F.H., 1975, *Foundation on Expansive Soils, Developments in Geotechnical Engineering 12*, Else-Vier Scientific Publishing Company, New York.
- Coduto, D. P., 1994. "Foundation Design: Principles and Practices", Prentice-Hall, Inc., New Jersey, USA.
- Craig, R.F., 2004., *Craig's Soil Mechanics, Seventh Edition.*, Spon Press.
- Dewanta, D. K., Widadiyo, & Multazam (2006), *Evaluasi dan Alternatif Penanganan Kelongsoran Tanah di Sigar Bencah Tembalang Semarang*. Undergraduate thesis, F. TEKNIK UNDIP.
- Grim, R.E., 1953. *Clay mineralogy*. Mc Graw Hill Book Company Inc, New York, Toronto, London., dalam Braja M. Das, 2008, *Advanced soil mechanics third edition*, hal. 4.
- Hardiyatmo, Hary Christady. 2010. *Mekanika Tanah 1*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Hardiyatmo, Hary Christady. 2013. *Stabilisasi Tanah untuk Perkerasan Jalan*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Herman. 2013. *Pengaruh Abu Batubara PLTU Sijantang terhadap Parameter Geser Tanah Lempung*. *Jurnal Momentum Volume 14 Nomor 1*. Teknik Sipil Fakultas Teknik dan Perencanaan Institut Teknologi Padang.
- Holtz, R.D. and Gibbs, H.J, (1956), *Engineering Properties of Expansive*

- Clay Transactions, ASCE, Vol. 121:pp 641-677.
- Neville, AM. 1998. Properties of Concrete. Fourth Edition.
- Prasetyo, Y. E. 2014. Pengaruh Penambahan Abu Ampas Tebu dan Kapur Terhadap Karakteristik Tanah Lempung Ekspansif Di Bojonegoro. Skripsi, Program Studi Sarjana pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Brawijaya. Malang.
- Rachmansyah, A. 2008. Pengaruh Prosentase Pasir pada Kaolin yang Dipadatkan dengan Pematatan Standar terhadap Rasio Daya Dukung California (CBR). Jurnal Rekayasa Sipil / Volume 2, No.3 – 2008 ISSN 1978 – 5658.
- Raman, V.,1967, Identification of Expansive Soils From The Plasticity Index and Shrinkage Index Data, India Eng, Calcutta: pp:17-22.
- Seed, H.B., Woodward R.J, & Lundgren R. 1962. Prediction of Swelling Potential for Compacted Clays. Journal ASCE. Soil Mechanics and Foundations Div.,Vol.88.
- Skempton, A. W. (1953), “The Colloidal Activity of Clays”, Proceedings, 3rd International Conference of Soil Mechanics and Foundation Engineering, London, Vol.1, 57-61. dalam Braja M. Das, 2008, Advanced soil mechanics third edition, hal. 26.
- Susanti. 2006. Karakteristik Kelembaban Tiga Jenis Tanah. IPB.
- Sutanto, Rachman. 2005. Dasar-dasar ilmu tanah (konsep dan kenyataan). Kanisius. Yogyakarta.
- Wafid, Muhammad. 1997. Permeabilitas Tanah Lempung Ditinjau dari Teori Lapisan Ganda. Jakarta: Universitas Trisakti.
- Yong, R. N and B. P Warkentin. 1975. Soil Properties and Behaviour. Elsevier, Amsterdam.