

## PENGARUH PENAMBAHAN ABU AMPAS TEBU TERHADAP SIFAT FISIK DAN SIFAT MEKANIK TANAH LEMPUNG EKSPANSIF

N. Ari Budiman

Dosen Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Udayana, Denpasar

Email : naribudiman@yahoo.com

**Abstrak:** Penelitian ini bertujuan untuk memperbaiki sifat-sifat tanah dengan menambahkan abu ampas tebu yang diambil di sekitar pabrik gula Madukismo Jogjakarta. Material ini sebagai aditif yang memiliki kandungan silika yang tinggi sebesar 65,33% sebagai pendukung reaksi pozzolanik dengan tanah. Komposisi penambahan abu ampas tebu adalah sebanyak 0%, 4%, 8%, 12% dan 16% dari berat kering sampel tanah dengan masa pemeraman selama 0 dan 4 hari. Hasil pengujian menunjukkan bahwa tanah lempung Kerobokan merupakan tanah lempung ekspansif dengan nilai aktivitas 1,323. Penambahan abu ampas tebu sangat berpengaruh terhadap sifat fisik dan mekanik tanah lempung ekspansif. Indeks plastisitas tanah menurun dari 39,867% menjadi 17,205% pada penambahan 16% abu ampas tebu. Pada sifat mekanik, penambahan abu ampas tebu menyebabkan kuat tekan tanah menurun dari 0,676 kg/cm<sup>2</sup> (tanpa pemeraman) dan 0,929 kg/cm<sup>2</sup> (4 hari pemeraman) menjadi 0,419 kg/cm<sup>2</sup> (tanpa pemeraman) dan 0,572 kg/cm<sup>2</sup> (4 hari pemeraman). Nilai CBR rendaman tanah meningkat dari 3,823% (tanpa pemeraman) dan 5,552% (4 hari pemeraman) menjadi 14,018% (tanpa pemeraman) dan 16,142% (4 hari pemeraman). Sedangkan nilai *swelling* tanah menurun dari 1,388% (tanpa pemeraman) dan 1,328% (4 hari pemeraman) menjadi 0,500% (tanpa pemeraman) dan 0,491% (4 hari pemeraman). Penambahan abu ampas tebu dapat memperbaiki sifat fisik, CBR dan *swelling*, tetapi belum mampu memperbaiki kuat tekan, kohesi, dan sudut gesek dalam. Masa pemeraman selama empat hari pada sampel untuk pengujian sifat mekanik memberikan hasil yang lebih baik jika dibandingkan dengan sampel tanpa pemeraman.

**Kata Kunci:** Tanah Lempung Ekspansif, Abu Ampas Tebu, Pemeraman, Sifat Fisik, Sifat Mekanik

## THE EFFECT OF CANE WASTE ASH ADDITION ON MECHANICAL AND PHYSICAL PROPERTIES OF EXPANSIVE CLAY SOIL

This study aims to improve soil properties by adding cane waste ash taken from Madukismo sugar factory in Jogjakarta. This material is such an additive containing high silica of 65.33% to support pozzolanic reaction with the soil. Cane waste ash compositions are 0%, 4%, 8%, 12% and 16% of the dry weight of soil samples with the curing periods of 0 and 4 days. The test results showed that Kerobokan clay soil is an expansive clay soil with the activity value of 1,323. An addition of cane waste ash significantly influences both physical and mechanical properties of expansive clays soil. Soil plasticity index decreased from 39.867% to 17.205% by the addition of 16% ash. On the mechanical properties, the addition of ash causing soil compressive strength decreased from 0.676 kg/cm<sup>2</sup> (without curing) and 0,929 kg/cm<sup>2</sup> (curing for 4 days) to 0.419 kg/cm<sup>2</sup> (without curing) and 0.572 kg/cm<sup>2</sup> (curing for 4 days). Soaked CBR value of soil increased from 3,823% (without curing) and 5.552% (curing for 4 days) to 14.018% (without curing) and 16.142% (curing for 4 days). Meanwhile, soil swelling value decreased from 1.388% (without curing) and 1.328% (curing for 4 days) to 0.500% (without curing) and 0.491% (curing for 4 days). The addition of cane waste ash can improve the physical properties, CBR and swelling. However, such addition has not been able to improve the compressive strength, cohesion, and friction angle inside. The determination of soil mechanical properties is better to do by examining sample examination with curing period for four days than without curing.

**Keywords** : Expansive Clay Soil, Cane Waste Ash, Curing, Physical Property, Mechanical Property

## PENDAHULUAN

Tanah ekspansif memiliki sifat kurang menguntungkan seperti indeks plastisitas dan kembang susut yang tinggi serta daya dukung tanah yang rendah. Tanah yang memiliki kembang susut tinggi apabila mengalami perubahan kadar air akan mengalami penyusutan pada kondisi kering dan mengembang pada kondisi basah, dikarenakan besarnya volume pori pada saat kering, kandungan air yang tinggi pada saat basah dan sangat sulit keluar ke permukaan karena tingkat permeabilitas tanah yang rendah, serta mengalami penurunan yang besar namun dalam waktu yang relatif lama.

Seiring dengan perkembangan ilmu pengetahuan, semakin banyak metode yang dapat digunakan untuk memperbaiki kualitas tanah ekspansif dengan tingkat kembang susut tinggi. Salah satu metode yang sering digunakan adalah dengan penambahan aditif baik yang bersifat alami maupun kimia. Tindakan yang pernah dilakukan antara lain metode stabilisasi tanah dengan kapur dan abu sekam padi (Trisnayani, 2008), semen clean set (Santoso dan Winoto, 1991) dan geosta (Henry dan Hwie, 1997). Alternatif perbaikan tanah dengan bahan lain terutama material sisa (*waste product*) seperti abu pembakaran ampas tebu juga perlu dicoba. Menurut penelitian Wibowo dan Hatmoko (2001), abu ampas tebu tersebut mengandung unsur-unsur kimia  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , dan  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  yang cukup tinggi. Kandungan silika ( $\text{SiO}_2$ ) adalah unsur pembentuk utama dalam pembuatan semen karena mempunyai sifat pozzolanik yaitu sifat yang seiring dengan bertambahnya waktu, apabila bereaksi dengan senyawa alumina seperti  $\text{Al}_2\text{O}_3$  dan  $\text{CaO}$  yang terkandung dalam tanah lempung akan bertambah keras. Selain itu, struktur butiran abu ampas tebu yang sangat lepas (*loose*) akan sangat mudah untuk bercampur secara merata de-

ngan tanah lempung, serta dapat meningkatkan permeabilitas tanah.

Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah Untuk mengetahui sifat fisik dan sifat mekanik tanah lempung ekspansif serta mengetahui pengaruh penambahan abu sisa pembakaran ampas tebu (AAT) sebesar 0%, 4%, 8%, 12%, dan 16%, terhadap sifat fisik dan sifat mekanik tanah lempung ekspansif.

## BAHAN DAN METODE PENELITIAN.

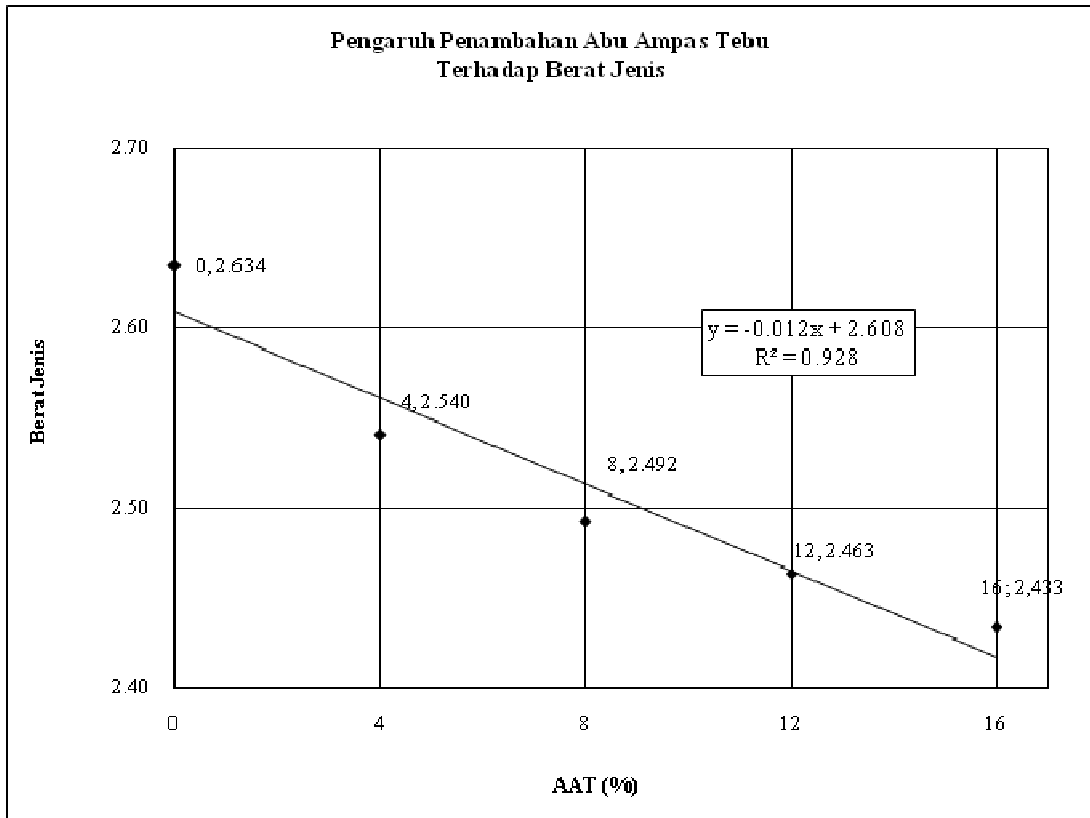
Pengambilan sampel tanah dilakukan di daerah Desa Kerobokan, Kecamatan Kuta Utara, Kabupaten Badung. Lokasi ini dipilih karena dari penelitian yang telah dilakukan sebelumnya menunjukkan bahwa tanah di daerah Kerobokan termasuk jenis tanah lempung dengan indeks plastisitas yang tinggi, sehingga mempunyai tingkat kembang susut yang tinggi dan daya dukung yang kurang baik, sedangkan abu ampas tebu diambil di sekitar pabrik gula Madukismo Jogjakarta.

Adapun pengujian-pengujian yang dilakukan pada penelitian ini yaitu pengujian sifat fisik yang meliputi penelitian berat jenis, batas konsistensi dan analisa saringan, serta pengujian sifat mekanik tanah yang meliputi penelitian pemadatan standar, kuat tekan bebas, *swelling* dan CBR rendaman.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian sifat-sifat fisik tanah (berat jenis, batas-batas atterberg) konsistensi dan analisa saringan dapat dilihat pada tabel dibawah ini yang menunjukkan bahwa penambahan abu ampas tebu pada tanah lempung Kerobokan menyebabkan penurunan nilai berat jenis tanah lempung pada setiap persentase penambahan abu ampas tebu.

**Hasil penelitian berat jenis tanah**

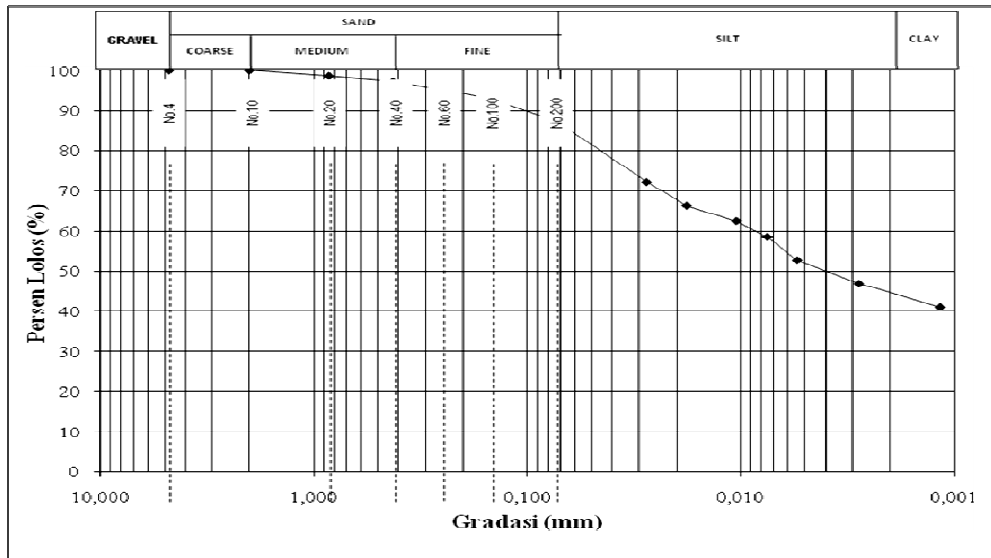


**Gambar 1.** Grafik pengaruh penambahan abu ampas tebu terhadap berat jenis.

**Hasil penelitian gradasi butiran**

**Tabel 2.** Hasil penelitian tes hidrometer

Waktu (T) (menit)	Pembacaan		Temperatur t (°C)	Pembacaan		Konstanta K**	Diameter Butir $D=K\sqrt{L/T}$	Pembacaan Hidrometer terkoreksi R=R <sub>1</sub> - R <sub>2</sub>	Persen berat lebih kecil P***
	Hidrometer dlm suspensi R <sub>1</sub>	Hidrometer dlm cairan R <sub>2</sub>		Hidrometer berkoreksi R'=R <sub>1</sub> + m	Kedalaman L*(m)				
2	40	3	28	41	9,6	0,01258	0,0276	37	72,26
5	37	3	28	38	10,1	0,01258	0,0179	34	66,40
15	35	3	28	36	10,4	0,01258	0,0105	32	62,50
30	33	3	28	34	10,7	0,01258	0,0075	30	58,59
60	30	3	28	31	11,2	0,01258	0,0054	27	52,73
240	26	2	28	27	11,9	0,01258	0,0028	24	46,87
1440	23	2	28	24	12,4	0,01258	0,0012	21	41,01



**Gambar 2** Grafik gradasi butiran tanah lempung Kerobakan

Berdasarkan Tabel 2 dan gambar 2 dapat diketahui persentase masing-masing penyusun tanah lempung Kerobakan adalah sebagai berikut:

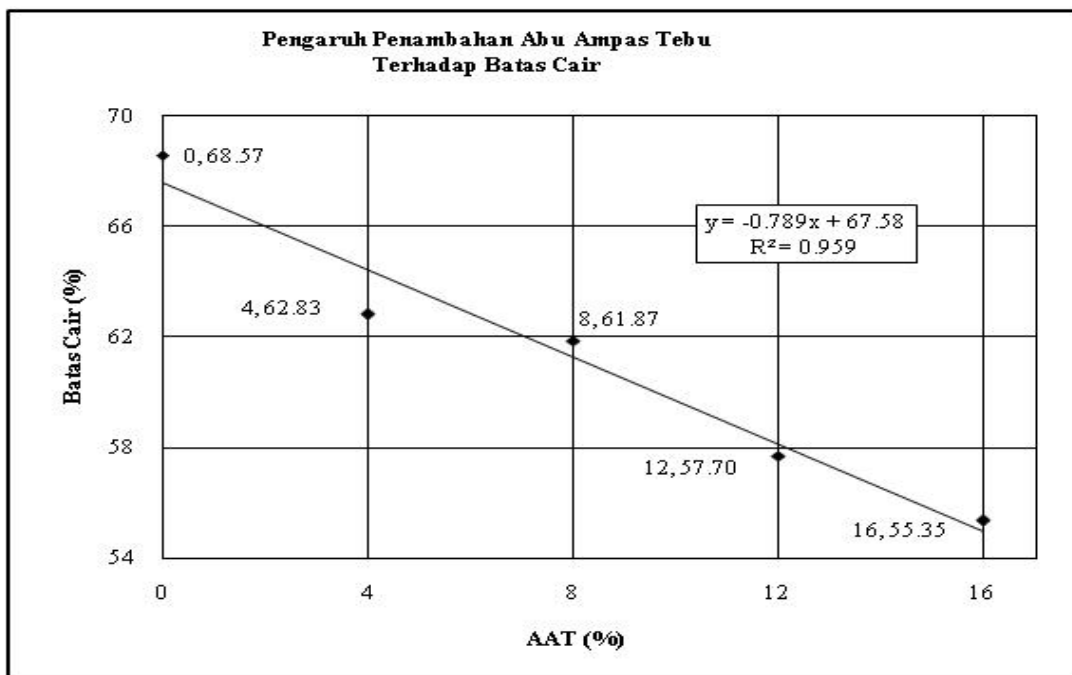
- Lempung (*Clay*) = 44,31%
- Lanau (*Silt*) = 42,75%
- Pasir (*Sand*) = 12,94%
- Kerikil (*Gravel*) = 0%

**Hasil penelitian batas - batas Atterberg.**

Penelitian ini meliputi 3 buah penelitian yaitu penelitian batas cair (LL), batas plastis (PL), batas susut (SL), dan indeks plastisitas (IP). Rangkuman hasil penelitian batas batas atterberg dapat dilihat pada tabel di bawah :

▪ **Batas Cair (Liquid Limit)**

Pengaruh penambahan abu ampas tebu terhadap batas cair dapat dilihat pada Gambar 3 berikut ini:



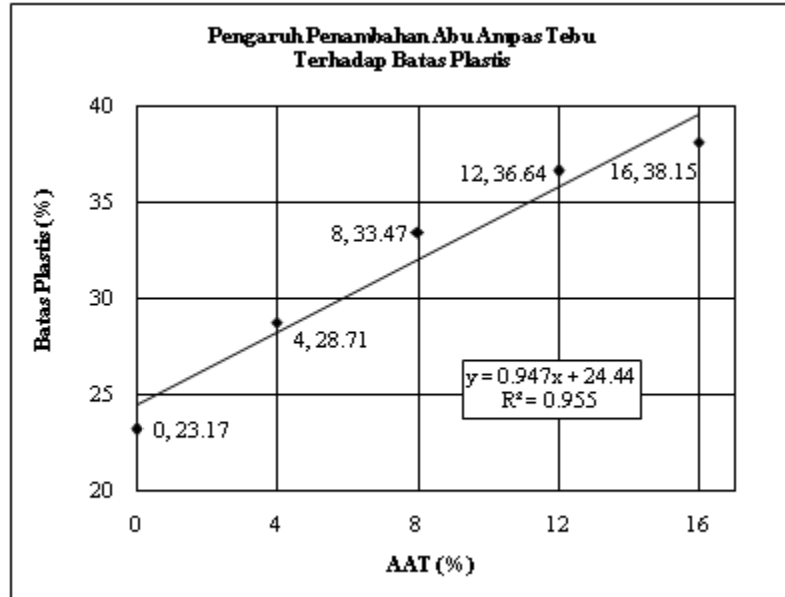
**Gambar 3** Grafik pengaruh penambahan abu ampas tebu terhadap batas cair.

**Gambar 3** menunjukkan bahwa tanah lempung Kerobokan mempunyai batas cair sebesar 68,57% (*High Liquid Limit*) ka-rena batas cair yang berada antara 50-70%. Penambahan abu ampas tebu 16% menyebabkan batas cair tanah lempung

mengalami penurunan hingga menjadi 55,35%.

▪ **Batas Plastis (*Plastic Limit*)**

Pengaruh penambahan abu ampas tebu terhadap batas plastis dapat dilihat pada Gambar 4 berikut ini:

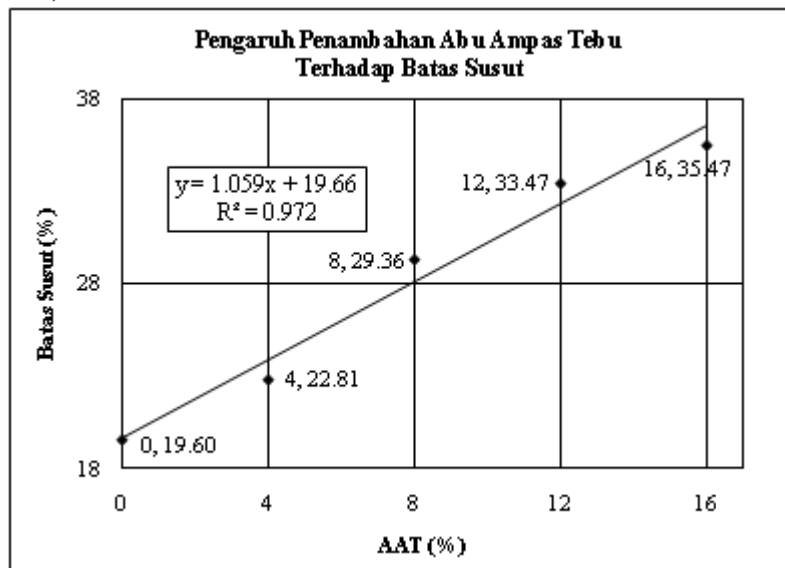


**Gambar 4** Grafik pengaruh penambahan abu ampas tebu terhadap batas plastis

Gambar 4 menunjukkan bahwa tanah lempung Kerobokan mempunyai batas plastis sebesar 23,17%. Penambahan abu ampas tebu 16% dapat meningkatkan nilai batas plastis hingga 38,15%.

▪ **Batas Susut**

Pengaruh penambahan abu ampas tebu terhadap batas susut dapat dilihat pada gambar 5 berikut ini:



**Gambar 5** Grafik pengaruh penambahan abu ampas tebu terhadap batas susut

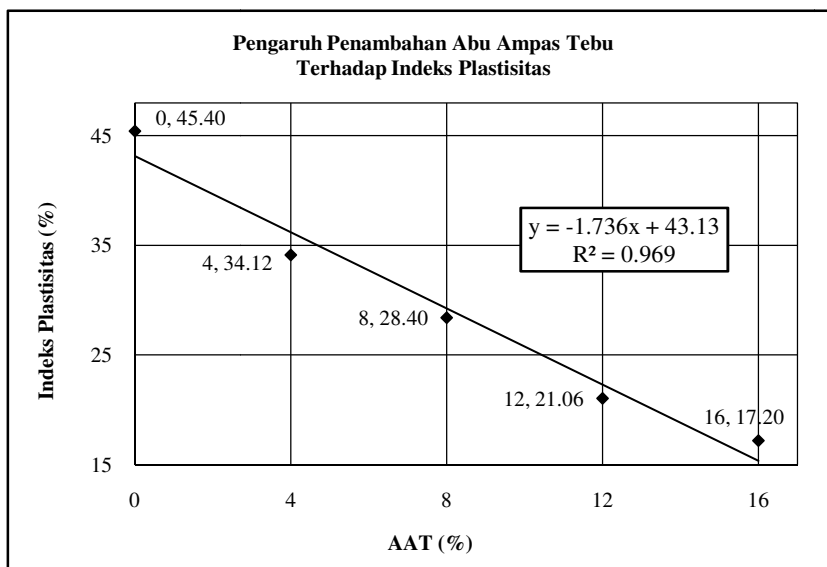
**Gambar 5** menunjukkan bahwa tanah lempung Kerobokan mempunyai nilai ba-

tas susut sebesar 19,60% dan akibat penambahan abu ampas tebu dengan 16%

menyebabkan batas susut tanah lempung semakin besar hingga mencapai 35,47%. Semakin besar nilai batas susut maka tanah akan semakin sulit untuk mengalami perubahan volume, karena akan semakin banyak air yang diperlukan oleh tanah untuk mengalami perubahan volume. Nilai batas susut juga dapat digunakan untuk

mengidentifikasi tingkat ekspansivitas tanah. Semakin besar nilai batas susut, maka semakin kecil tingkat ekspansivitas tanah.

▪ Indeks Plastisitas  
Pengaruh penambahan abu ampas tebu terhadap indeks plastisitas dapat dilihat pada Gambar 6 berikut ini:



**Gambar 6** Grafik pengaruh penambahan abu ampas tebu terhadap indeks plastisitas

**Gambar 6** menunjukkan bahwa tanah lempung Kerobokan mempunyai nilai indeks plastis sebesar 45,40% (*High Plasticity* : Christady, 1997). Penambahan abu ampas tebu dengan persentase tertentu menyebabkan nilai indeks plastis tanah lempung Kerobokan semakin menurun hingga mencapai 17,20% pada penambahan sebanyak 16% abu ampas tebu, dengan nilai  $R^2 = 0,9697$ .

**Aktivitas Tanah**

Aktivitas tanah merupakan hubungan antara nilai indeks plastisitas (*IP*) dengan fraksi berukuran lempung (% berat butiran yang lebih kecil dari 0,002 mm) (*Skempton, 1953* dalam *Das, 1988*). Semakin besar nilai aktivitas tanah maka semakin besar tingkat keekspansifan tanah lempung. Tanah lempung Kerobokan yang diteliti memiliki nilai indeks plastisitas sebesar 45,404% dan jumlah fraksi lempung sebe-

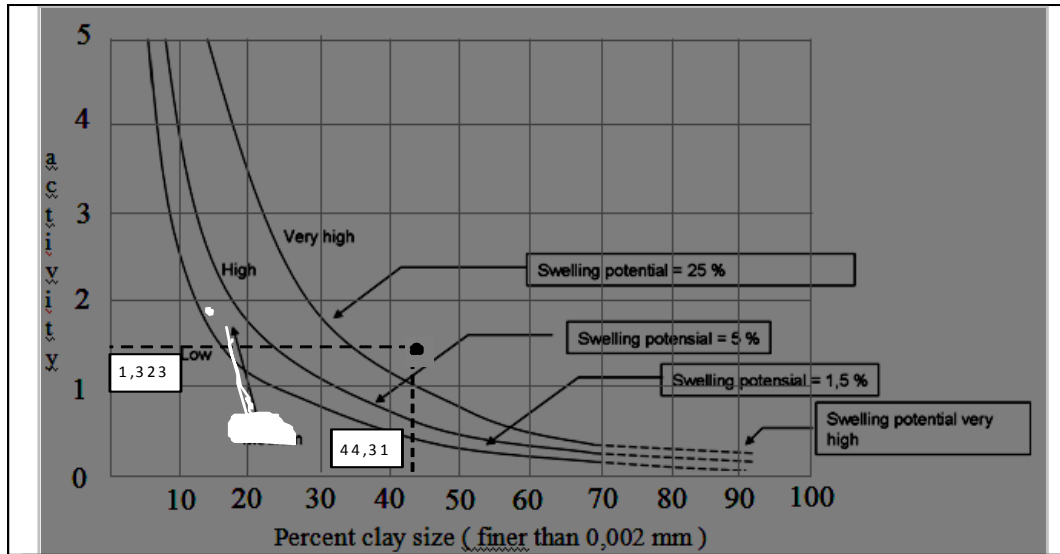
sar 44,31%. Dengan demikian aktivitas tanah lempung Kerobokan dapat dihitung sebagai berikut:

$$A_k = \frac{45,404}{(44,31 - 10)} = 1,323$$

Tanah lempung Kerobokan dapat dikategorikan sebagai tanah lempung ekspansif karena nilai aktivitas tanah lebih dari 1,25. Nilai aktivitas (*A<sub>k</sub>*) tanah dapat dihubungkan dengan persentase fraksi lempung dalam tanah sehingga dapat diidentifikasi potensi pengembangan tanah (*Seed, Woodward dan Lundgren (1964) dalam Das (1998)*). Potensi pengembangan tanah dihitung sebagai berikut:

$$S' = (3,6 \times 10^{-5}) \times 1,323^{2,44} \times 44,31^{3,44} = 32,88\%$$

Hasil perhitungan nilai aktivitas dan fraksi lempung diplot ke dalam grafik berikut ini:



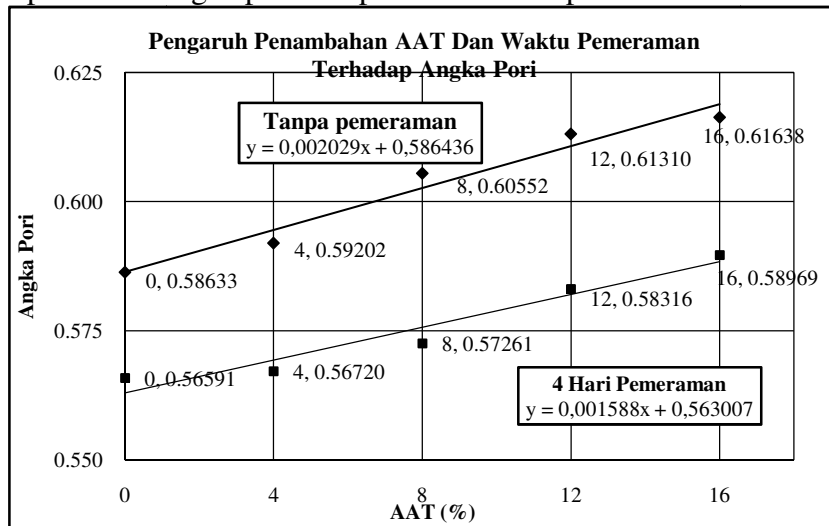
Gambar 9 Grafik identifikasi *swelling potential* tanah

Dari plotting nilai aktivitas sebesar 1,323 yang dihubungkan dengan persentase fraksi lempung sebesar 44,31% diketahui bahwa tanah lempung Kerobokan memiliki potensi pengembangan sangat tinggi atau *very high swelling potential*. Se-

dangkan plotting nilai perhitungan *swelling potential* sebesar 32,88% juga menunjukkan bahwa tanah lempung Kerobokan memiliki potensi pengembangan sangat tinggi atau *very high swelling potential* karena nilainya lebih dari 25%.

### Angka Pori dan Porositas

Hasil penelitian angka pori dan porositas ditampilkan dalam Tabel 5 berikut:



Gambar 10 Grafik pengaruh penambahan AAT dan waktu pemeraman terhadap angka pori

Dari gambar 10 diketahui bahwa penambahan abu ampas tebu cenderung meningkatkan nilai angka pori baik untuk sampel yang tidak diperam dari maupun yang diperam selama empat hari. Perbedaan waktu pemeraman sampel untuk menghitung

angka pori juga berpengaruh terhadap nilai angka pori, dimana nilai angka pori sampel dengan pemeraman selama empat hari lebih kecil dibandingkan angka pori untuk sampel tanpa pemeraman. Perbedaan ini terjadi karena dengan pemeraman

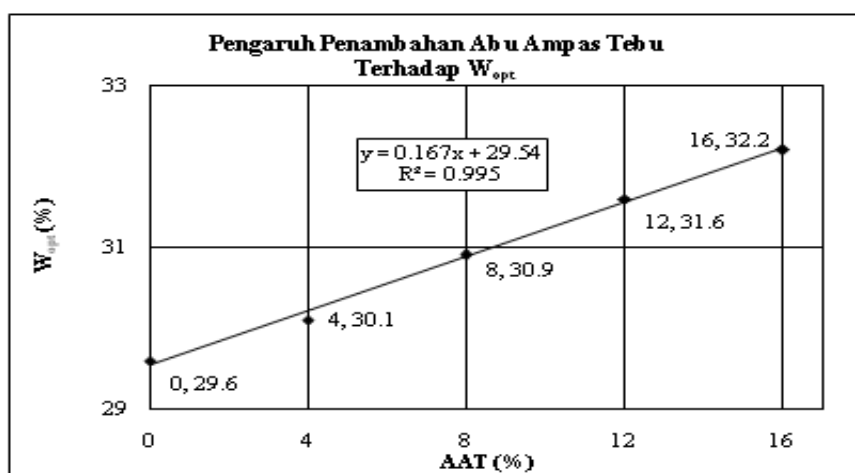
selama empat hari akan me nyebabkan terjadinya reaksi *pozzolanik* yang lebih baik dibandingkan pada sampel yang tidak diperam. Reaksi *pozzolanik* ini menyebabkan kerapatan butiran pada saat tanah dipadatkan akan semakin tinggi sehingga akan mengurangi jumlah pori dalam tanah. Perubahan nilai porositas akan berbanding lurus dengan perubahan nilai angka pori. Jika nilai angka pori meningkat maka porositas juga akan meningkat. Pengaruh penambahan abu ampas tebu terhadap angka pori dapat dilihat pada Gambar 10 berikut:

Gambar 10 menunjukkan bahwa wak-tu pemeraman sangat berpengaruh terha dap nilai angka pori. nilai angka pori sam-pel terus meningkat hingga menjadi 0,61638 pada penambahan 16% abu ampas tebu. Sedangkan sampel tanah lempung yang diperam selama empat hari memiliki angka pori sebesar 0,56591.

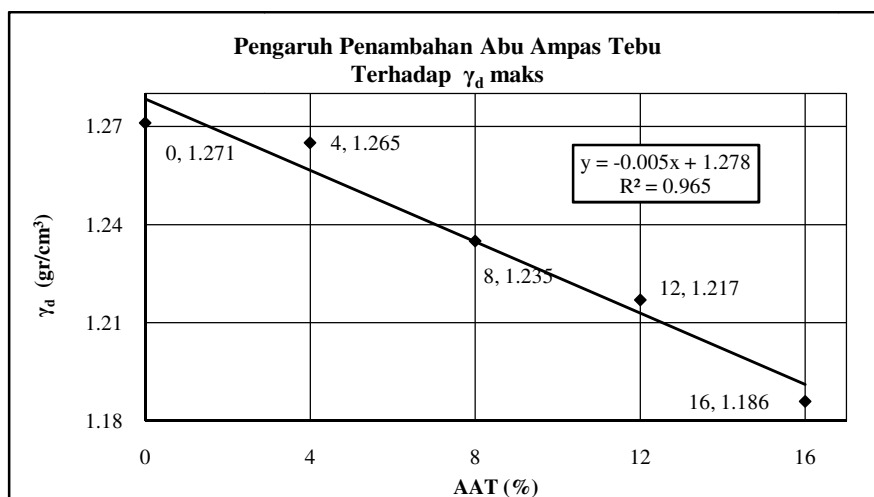
Hasil penelitian Sifat Mekanik Tanah Lempung

**Pengujian Pematatan**

Hasil uji pematatan ditampilkan dalam Gambar 11 dan 12 berikut:



**Gambar 11** Grafik pengaruh penamba-han abu ampas tebu terhadap W<sub>opt</sub>



**Gambar 12** Grafik pengaruh penamba-han abu ampas tebu terhadap γ<sub>d</sub>

Gambar 11 dan 12 menunjukkan bah-wa kadar air optimum untuk pematatan tanah lempung ekspansif Kerobokan ada-lah sebesar 29,6%. Kadar air optimum un-tuk pematatan tanah mengalami pening-katan

seiring dengan penambahan abu am-pas tebu hingga menjadi 32,2% pada pe-nambahan sebanyak 16% abu ampas tebu. Sedangkan berat volume kering tanah lempung mengalami penurunan. Berat vo-

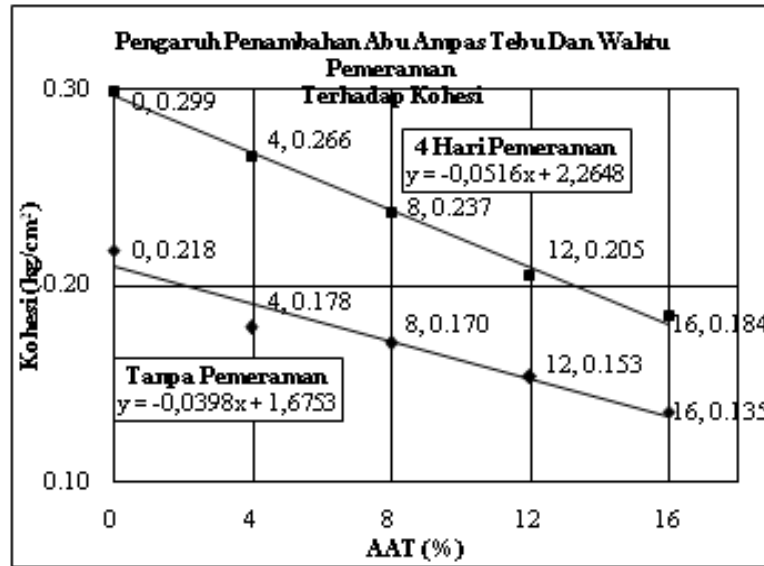


lume kering lempung kerobokan sebesar  $1,271 \text{ gr/cm}^3$ . Berat volume kering sampel mengalami penurunan seiring dengan meningkatnya jumlah abu ampas tebu yang ditambahkan hingga menjadi  $1,186 \text{ gr/cm}^3$  pada penambahan 16% abu ampas tebu.

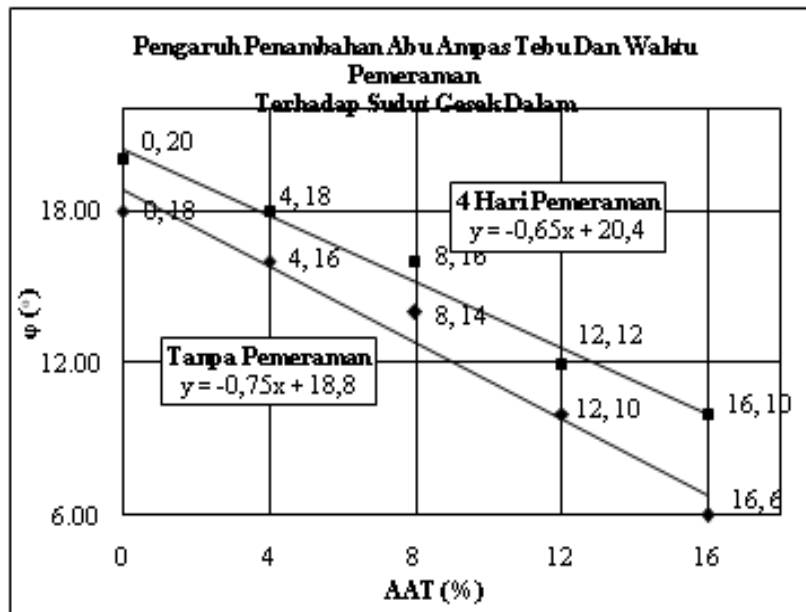
Dari pengujian pemadatan, akan diperoleh nilai kuat tekan tanah yaitu besarnya tekanan aksial yang diperlukan untuk menekan silinder tanah dengan ukuran tertentu sampai pecah atau mengalami perpindahan sebesar 20% dari tinggi silinder tanah bila tanah tersebut tidak pecah. Hasil penelitian UCT dapat dilihat pada Gambar 13, 14 dan gambar 15 berikut ini

**Pengujian Tekan Bebas (*Unconfined Compression Test*)**

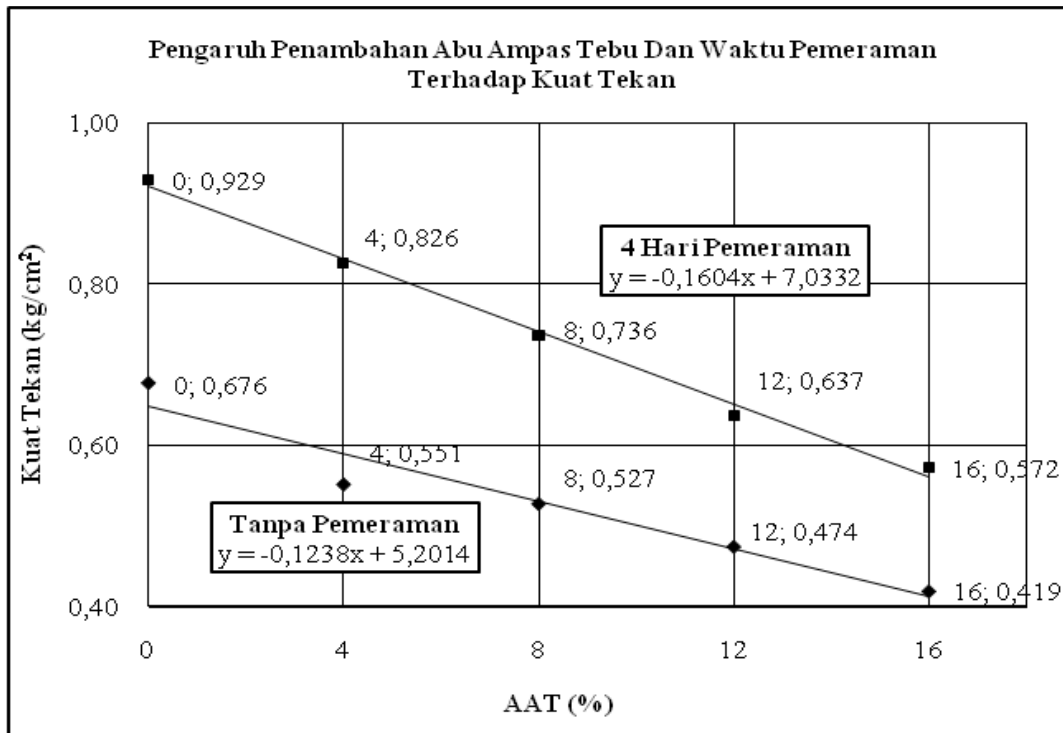
Pengujian tekan bebas dilakukan untuk mendapatkan nilai daya dukung tanah.



**Gambar 13** Grafik pengaruh penambahan abu ampas tebu dan waktu pemeraman terhadap kohesi



**Gambar 14** Grafik pengaruh penambahan abu ampas tebu dan waktu pemeraman terhadap sudut gesek dalam.



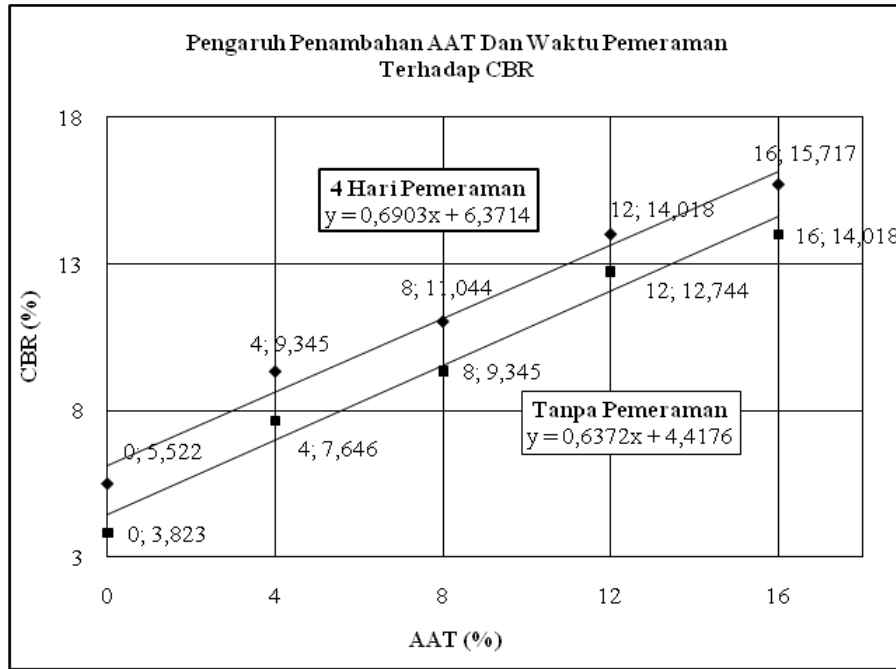
**Gambar 15** Grafik pengaruh penambahan abu ampas tebu dan waktu pemeraman terhadap kuat tekan.

Gambar 13, gambar 14, gambar 15, menunjukkan bahwa waktu pemeraman sangat berpengaruh terhadap nilai kohesi sampel yang diuji. Tanah lempung ekspansif Kerobokan memiliki nilai kohesi sebesar 0,218 kg/cm<sup>2</sup> (tanpa pemeraman) dan sebesar 0,299 kg/cm<sup>2</sup> (4 hari pemeraman). Akan tetapi, penambahan abu ampas tebu dengan persentase yang ditentukan menyebabkan penurunan nilai kohesi sampel hingga menjadi sebesar 0,135 kg/cm<sup>2</sup> (tanpa pemeraman) dan sebesar 0,184 kg/cm<sup>2</sup> (4 hari pemeraman) pada penambahan sebanyak 16% abu ampas tebu. tanah lempung ekspansif Kerobokan memiliki sudut gesek dalam sebesar 18° (tanpa pemeraman) dan sebesar 20° (4 hari pemeraman). Penambahan abu ampas tebu dengan persentase yang ditentukan menyebabkan penurunan nilai sudut gesek hingga menjadi 6° (tanpa pemeraman) dan 10° (4 hari pemeraman) pada penambahan sebanyak 16% abu ampas tebu. Tanah

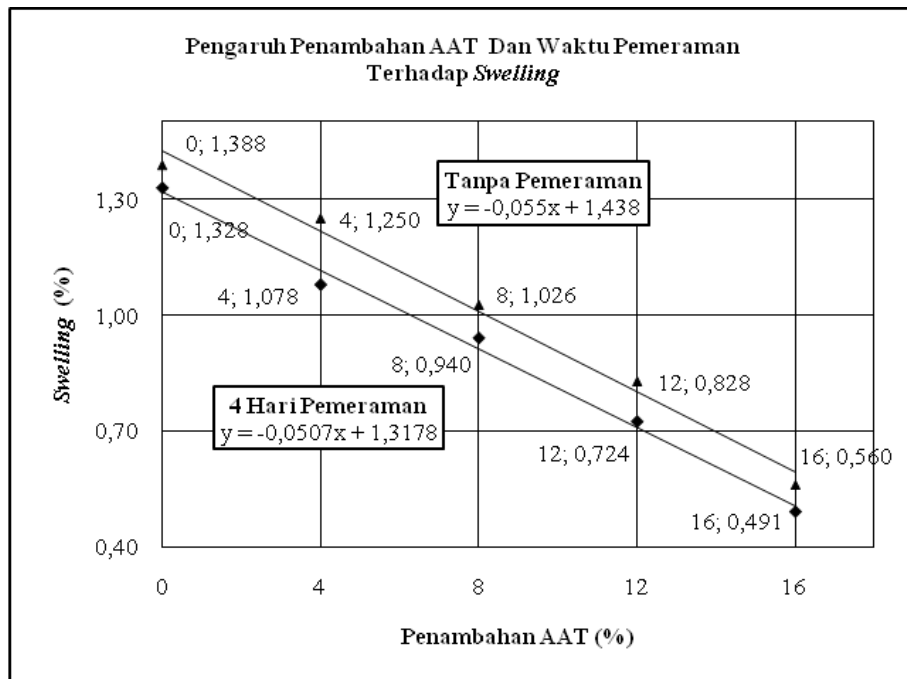
lempung ekspansif Kerobokan memiliki nilai kuat tekan sebesar 0,676 kg/cm<sup>2</sup> (tanpa pemeraman) dan sebesar 0,929 kg/cm<sup>2</sup> (4 hari pemeraman). Penambahan abu ampas tebu menyebabkan penurunan nilai kohesi dan sudut gesek dalam yang mengakibatkan penurunan kekuatan tanah. Kuat tekan tanah turun menjadi sebesar 0,419 kg/cm<sup>2</sup> (tanpa pemeraman) dan sebesar 0,572 kg/cm<sup>2</sup> (4 hari pemeraman) pada penambahan sebanyak 16% abu ampas tebu.

**Pengujian California Bearing Ratio (CBR) Rendaman dan Swelling**

Pengujian CBR rendaman mengasumsikan keadaan hujan atau kondisi terburuk di lapangan yang akan memberikan pengaruh penambahan air pada tanah yang telah berkurang airnya. Dari pengujian CBR rendaman akan diperoleh nilai CBR dan swelling sampel. Hasil penelitian CBR rendaman dan swelling dapat dilihat pada Gambar 16 dan 17 berikut ini:



**Gambar 16** Grafik pengaruh penambahan abu ampas tebu dan waktu pemeraman terhadap CBR rendaman



**Gambar.17** Grafik pengaruh penambahan abu ampas tebu dan waktu pemeraman terhadap *swelling*

Dari Gambar 16 juga dapat diketahui bahwa tanah lempung ekspansif Kerobokan memiliki nilai CBR sebesar 3,823% (tanpa pemeraman) dan sebesar 5,522% (4 hari pemeraman). Penambahan abu ampas tebu mampu meningkatkan nilai CBR ta-

nah menjadi sebesar 14,018% (tanpa pemeraman) dan sebesar 16,142% (4 hari pemeraman) pada penambahan sebanyak 16% abu ampas tebu. Peningkatan nilai CBR terjadi akibat terjadinya proses se-

mentasi dengan adanya penambahan abu ampas tebu.

Gambar 17 juga menunjukkan bahwa tanah lempung ekspansif Kerobokan memiliki nilai *swelling* sebesar 1,388% (tanpa pemeraman) dan sebesar 1,328% (4 hari pemeraman). Penambahan abu ampas tebu mampu menurunkan nilai *swelling* tanah menjadi sebesar 0,560% (tanpa pemeraman) dan sebesar 0,491% (4 hari pemeraman) pada penambahan sebanyak 16% abu ampas tebu. Penambahan abu ampas tebu dengan persentase yang ditentukan mampu mengurangi fraksi lempung yang memiliki sifat kembang susut dan mampu mengisi ruang yang terdapat pada butiran tanah sehingga menurunkan pengembangan (*swelling*)

### Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis yang dilakukan terhadap data hasil penelitian laboratorium, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

### Sifat Fisik dan Mekanik Tanah Lempung Ekspansif

- Sifat Fisik
  - a. Berat jenis tanah lempung ekspansif Kerobokan adalah 2,634
  - b. Hasil analisa ukuran butiran menunjukkan bahwa tanah lempung ekspansif Kerobokan memiliki kandungan lempung sebesar 44,31%; lanau 42,75%; dan pasir 12,94%
  - c. Dari analisis batas-batas konsistensi diperoleh: Tanah lempung ekspansif Kerobokan memiliki batas cair sebesar 65,437%; batas plastis sebesar 25,570%; indeks plastis sebesar 39,867%; batas susut sebesar 19,603%
  - d. Tanah lempung ekspansif Kerobokan memiliki nilai aktivitas sebesar 1,323; nilai *swelling potential* sebesar 32,88%; angka pori sebesar 0,58633; volume kering sebesar 1,271 gr/cm<sup>3</sup>
- Sifat Mekanik
  - a. Berdasarkan tes pemadatan diperoleh bahwa tanah lempung ekspansif Ke-

robokan memiliki kadar air optimum untuk pemadatan sebesar 29,6%

- b. Berdasarkan tes UCT diperoleh bahwa tanah lempung ekspansif Kerobokan memiliki kohesi sebesar 0,218 kg/cm<sup>2</sup> (Tanpa Pemeraman) dan 0,299 kg/cm<sup>2</sup> (4 Hari Pemeraman); sudut geser dalam sebesar 18° (Tanpa Pemeraman) dan 20° (4 Hari Pemeraman); kuat tekan sebesar 0,676 kg/cm<sup>2</sup> (Tanpa Pemeraman) dan 0,929 kg/cm<sup>2</sup> (4 Hari Pemeraman)
- c. Berdasarkan tes CBR rendaman diperoleh bahwa tanah lempung ekspansif Kerobokan memiliki CBR sebesar 3,823% (Tanpa Pemeraman) dan 5,522% (4 Hari Pemeraman); *swelling* sebesar 1,388% (Tanpa Pemeraman) dan 1,328% (4 Hari Pemeraman).

### Sifat Fisik dan Mekanik Tanah Lempung Ekspansif setelah Penambahan Abu Ampas Tebu

- Sifat Fisik
  - a. Penambahan abu ampas tebu dengan persentase yang ditentukan menyebabkan berat jenis tanah menurun sehingga menjadi 2,433 pada penambahan sebanyak 16% abu ampas tebu.
  - b. Dari analisis batas-batas konsistensi diperoleh: Penambahan abu ampas tebu dengan persentase yang telah ditentukan menyebabkan batas cair menurun sehingga menjadi 55,355%; batas plastis naik sehingga menjadi 38,150%; indeks plastis menurun sehingga menjadi 17,205%; dan batas susut naik sehingga menjadi 35,472% pada penambahan sebanyak 16% abu ampas tebu
  - c. Penambahan abu ampas tebu dengan persentase yang telah ditentukan menyebabkan peningkatan nilai angka pori sehingga menjadi 0,61638; dan penurunan berat volume kering sehingga menjadi 1,186 kg/cm<sup>3</sup> pada penambahan sebanyak 16% abu ampas tebu
- Sifat Mekanik

- a. Penambahan abu ampas tebu dengan persentase yang telah ditentukan menyebabkan peningkatan kadar air optimum pemadatan sehingga menjadi 32,2% pada penambahan sebanyak 16% abu ampas tebu
- b. Penambahan abu ampas tebu dengan persentase yang telah ditentukan menyebabkan penurunan kohesi sehingga menjadi 0,135 kg/cm<sup>2</sup> (Tanpa Pemeraman) dan 0,184 kg/cm<sup>2</sup> (4 Hari Pemeraman); penurunan sudut geser dalam sehingga menjadi 6° (Tanpa Pemeraman) dan 10° (4 Hari Pemeraman); dan penurunan kuat tekan sehingga menjadi 0,419 kg/cm<sup>2</sup> (Tanpa Pemeraman) dan 0,572 kg/cm<sup>2</sup> (4 Hari Pemeraman) pada penambahan sebanyak 16% abu ampas tebu
- c. Penambahan abu ampas tebu dengan persentase yang telah ditentukan menyebabkan peningkatan CBR sehingga menjadi 14,018% (Tanpa Pemeraman) dan 16,142% (4 Hari Pemeraman); dan penurunan *swelling* sehingga menjadi 0,500% (Tanpa Pemeraman) dan 0,491% (4 Hari Pemeraman) pada penambahan sebanyak 16% abu ampas tebu

## DAFTAR PUSTAKA

- Badan Litbang PU, *Pedoman Penanganan Tanah Ekspansif untuk Konstruksi Jalan*. Departemen Pekerjaan Umum
- Bowles, J.E, 1993. *Sifat-Sifat Fisik dan Geoteknis Tanah*, Erlangga, Jakarta.
- \_\_\_\_\_, 1997. *Analisis dan Desain Pondasi*, Jilid I, Erlangga, Jakarta.
- Christady, H.C, 1997, *Mekanika Tanah 1*, Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Craig, R.F, 1989. *Mekanika Tanah*, Erlangga, Jakarta.
- Das, B.M, Endah, N dan Indrasurya, B.M. 1988. *Mekanika Tanah (Prinsip – Prinsip Rekayasa Geoteknis) Jilid I*. Jakarta : Erlangga
- Das, B.M, 1998. *Principles of Foundation Engineering*, PWS-Brooks/Cole Publishing Company, Cincinnati.
- Dunn, I.S, Anderson, L.R, Kiefer, F.W, 1992. *Dasar-Dasar Analisis Geoteknik*, IKIP Semarang Press, Semarang.
- Hatmoko, J.T dan Lulie, Y. 2007. *UCS Tanah Lempung Yang Distabilisasi Dengan Abu Ampas Tebu dan Kapur*. Jurnal Teknik Sipil Vol.8 No.1, Program Studi Teknik Sipil Universitas Atma Jaya Yogyakarta
- Jaya, A. T dan Ariwibowo. 2002. *Pengaruh Pencampuran Abu Sekam dan Kapur Terhadap Kestabilan Tanah pada Tanah Ekspansif*. Abstraksi Tugas Akhir, Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Kristen Petra, Surabaya.
- Nelson, J.D dan Debora J Miller. 1991, *Expansive Soil*, dalam [www.wordpress.com/journal/soils/expansive-soils/](http://www.wordpress.com/journal/soils/expansive-soils/)
- Semara, D.M. 2008. *Perencanaan Pondasi Jalan Raya di Atas Tanah Ekspansif dengan Kombinasi Geotekstil*, Tugas Akhir, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Udayana, Denpasar.
- Shirley, L.H. 1987. *Penuntun Praktis Geoteknik dan Mekanika Tanah (Penyelidikan Lapangan dan Laboratorium)*, Nova, Bandung.
- Siswoyo, A. 2008. *Pemanfaatan Abu Ampas Tebu Sebagai Alternatif Pembuatan Bio Briket* dalam [www.pdf\\_searchengine.com/article/briket/briket-bio/ampas-tebu/](http://www.pdf_searchengine.com/article/briket/briket-bio/ampas-tebu/)
- Trisnayani, N. 2008. *Pengaruh Penambahan Abu Sekam Padi dan Kapur Terhadap Potensi Kembang Susut Tanah Ekspansif*, Tugas Akhir, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Udayana, Denpasar.
- Wesley, L. D. 1977, *Mekanika Tanah*, Cetakan IV, Badan Penerbit Percetakan Umum, Jakarta.