

# **PENGARUH PENAMBAHAN ABU AMPAS TEBU DAN SERBUK *GYPSUM* TERHADAP KARAKTERISTIK TANAH LEMPUNG EKSPANSIF DI BOJONEGORO**

**Arie Wahyu Aprilian, Yulvi Zaika, Arief Rachmansyah**  
**Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya Malang**  
**Jalan MT Haryono 167, Malang 65145, Indonesia**  
**Email: arieaprilian@gmail.com**

## **ABSTRAK**

Tanah lempung ekspansif adalah tanah yang memiliki sifat kembang susut yang tinggi apabila terjadi perubahan yang diakibatkan oleh air. Maka dilakukan stabilisasi tanah dengan menggunakan campuran abu ampas tebu dan serbuk gypsum untuk memperbaiki jenis tanah ini. Dari hasil penelitian ini digunakan 8% abu ampas tebu dan variasi campuran serbuk gypsum yaitu 4% serbuk *gypsum*, 6% serbuk *gypsum*, dan 8% serbuk *gypsum* dari berat kering tanah. Dari hasil penelitian didapatkan nilai CBR maksimum didapatkan pada kondisi penambahan 8% abu ampas tebu dan 6% serbuk *gypsum* yaitu 5,120% tak terendam dan 4,737% terendam. Untuk nilai pengembangan didapatkan pada kadar 6% serbuk *gypsum* yaitu 0,168%. Selisih antara tanah campuran dan tanah asli yaitu 97,28%. Sedangkan untuk nilai pengembangan bebas didapatkan pada kondisi 8% serbuk gypsum yaitu 38,89%.

Kata kunci: Lempung Ekspansif, Serbuk *gypsum*, CBR, *Swelling*, *Free Swell*

## **PENDAHULUAN**

Tanah yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan tanah lempung ekspansif yang padat apabila kekurangan air dan lunak apabila terkena air.

Dari penelitian terdahulu penambahan zat kimia bisa merubah kondisi fisik pada tanah lempung ekspansif. Tujuan dilakukan penelitian ini untuk memperbaiki kondisi dari tanah lempung tersebut agar menjadi lebih baik dari sebelumnya. Dalam penelitian ini serbuk gypsum adalah alternative yang digunakan untuk campuran tanah lempung ekspansif.

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi mengenai serbuk *gypsum* sebagai bahan stabilisator tanah lempung ekspansif.

## **TINJAUAN PUSTAKA**

### **Tanah Lempung**

Lempung (*clay*) adalah tanah yang keras pada saat kekurangan air dan lunak pada saat terkena air. Mineral-mineral lempung (*clay minerals*), dan mineral-mineral yang sangat halus lain (Braja M. Das, 1985).

Sifat-sifat tanah lempung pada umumnya terdiri dari (Hardiyatmo,1999):

1. Ukuran butir halus (kurang dari 0,002 mm)
2. Permeabilitas rendah
3. Kenaikan air kapiler tinggi
4. Sangat kohesif
5. Kadar kembang susut yang tinggi
6. Proses konsolidasi lambat

Dari segi mineral-mineral penyusunnya, yang disebut tanah lempung adalah yang mempunyai partikel-partikel mineral tertentu yang “menghasilkan sifat-sifat plastis pada tanah bila dicampur dengan air”. (Grim, 1953). Umumnya, terdapat kira-kira 15 macam mineral yang diklasifikasikan

sebagai mineral lempung (Kerr, 1959). Diantaranya terdiri dari kelompok-kelompok: *montmorillonite*, *illite*, *kaolinite*, dan *polygorskite*. Dari kelompok mineral tersebut, tanah lempung dapat dibagi menjadi lempung ekspansif dan lempung non ekspansif. Tanah lempung ekspansif tersusun dari mineral lempung yang mempunyai karakter kembang dan susut yang besar apabila terjadi perubahan kadar air seperti pada kelompok *montmorillonite*. Kelompok ini menjadikan tanah lempung tidak stabil jika berhubungan dengan air.

### Identifikasi Lempung Ekspansif

Terdapat 3 cara untuk identifikasi tanah lempung ekspansif yaitu ;

1. Identifikasi Mineralogi,
2. Cara tidak langsung
3. Cara langsung,

Penelitian ini menggunakan cara tidak langsung. Hasil uji sejumlah indeks dasar tanah dapat digunakan untuk evaluasi berpotensi ekspansif atau tidak pada suatu contoh tanah. Uji batas-batas *Atterberg* dan uji pengembangan bebas untuk uji indeks dasar.

Penggolongan tanah ekspansif berdasarkan batas-batas *Atterberg* dapat menggunakan dua parameter yaitu PI (*Plasticity Index*) dan SI (*Shrinkage Index*).

**Tabel 1** Parameter Tanah Terhadap PI dan IS

Indeks Plastisitas (%)	Indeks Susut (%)	Derajat Pengembangan
< 12	< 15	Rendah
12 – 23	15 – 30	Sedang
23 - 30	30 – 40	Tinggi
> 30	> 40	Sangat Tinggi

Tanah dengan indeks plastisitas kurang dari 12% termasuk tanah dengan kondisi yang rendah, batas maksimum yang dikatakan untuk tanah dengan kondisi yang tinggi dengan nilai maksimum 30%.

## PEMBAHASAN

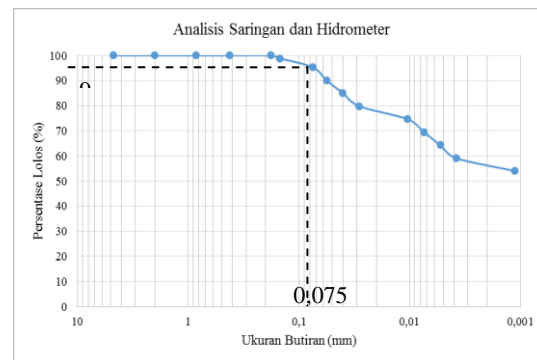
### Analisa Saringan dan Hydrometer

Analisis saringan bertujuan untuk menentukan distribusi butiran kasar dan halus yang tertahan pada saringan nomor

Komposisi Tanah	Batas Cair (%)	Batas Plastis (%)	Batas Susut (%)	Indeks Plastisitas (%)
Tanah Lempung Ekspansif	104,00	44,41	2,82	59,59
Tanah Lempung Ekspansif + 8% AAT + 4% Gypsum	77,90	24,57	20,5	52,02
Tanah Lempung Ekspansif + 8% AAT + 6% Gypsum	75,25	29,63	26,27	47,41
Tanah Lempung Ekspansif + 8% AAT + 8% Gypsum	71,05	34,94	29,62	45,11

200 (0,075 mm).

Data hasil analisis saringan tanah di Kecamatan Ngasem menunjukkan bahwa prosentase tanah yang lolos dengan saringan nomor 200 sebesar 95,302%. Grafik gabungan hasil analisis saringan dan hidrometer ditunjukkan pada gambar 2 sebagai berikut:



**Gambar 2** Grafik Gabungan Analisa Saringan dan Hidrometer

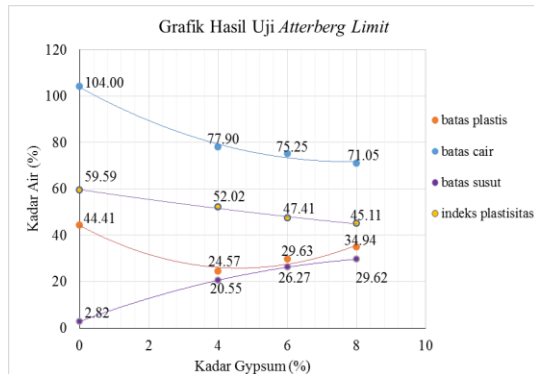
Dari gambar di atas dapat dikatakan jika tanah lempung ekspansif bojonegoro sesuai dalam kelompok standart USCS.

### Atterberg Limit

Uji Atterberg Limit digunakan agar mengetahui nilai batas plastis, susut, dan cair. Dalam penelitian ini menggunakan tanah asli yang di

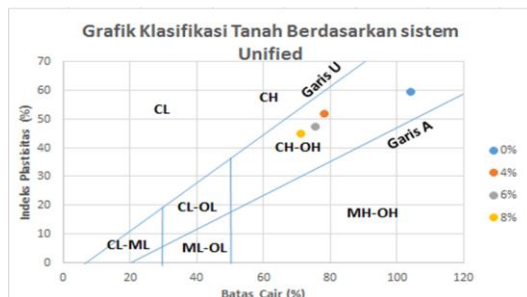
tambahkan dengan bahan additive berupa abu ampas tebu dan kadar gypsum yang telah ditentukan jumlahnya.

**Tabel 1** uji *atterberg limit*

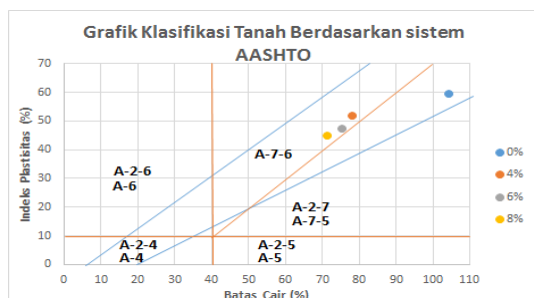


**Gambar 3** Grafik atterberg limit

Dari tabel di atas dapat dikatakan jika nilai plasticity index menurun dikarenakan penambahan zat additive berupa serbuk gypsum, sedangkan untuk nilai cair dan plastis sama yaitu menurun. Dan untuk batas susut dalam penelitian ini mengalami peningkatan.



**Gambar 4** Klasifikasi Tanah Sistem USCS



**Gambar 5** Klasifikasi Tanah Sistem AASHTO

Dari gambar di atas dapat dilihat bahwa tanah asli yang sudah diberi campuran serbuk *gypsum* dengan variasi gypsum, tergolong sebagai tanah (lanau yang elastis) atau lempung organik dengan plastisitas tinggi.

### Sifat Ekspansivitas Tanah Lempung Bojonegoro

Melalui hasil pengujian batas-batas *Atterberg*, dapat ditentukan tingkat ekspansivitas tanah lempung di Bojonegoro. Berdasarkan batas susutnya, tanah lempung tersebut memiliki batas susut sebesar 2,82% (<10) sehingga derajat ekspansivitasnya tergolong dalam kondisi kritis. Berdasarkan nilai indeks plastisitasnya, tanah lempung Bojonegoro memiliki indeks plastisitas sebesar 59,59% (>35) sehingga termasuk tanah lempung ekspansif yang berpotensi memiliki sifat pengembangan sangat tinggi.

Untuk tanah asli :

$$Activity = \frac{59,59}{54,0108} = 1,1033$$

**Tabel 2** Nilai Aktivitas Tanah Lempung Ekspansif dan Tanah Campuran

KOMPOSISI TANAH	Activity
Tanah Asli	1,1033
Tanah Asli + 8% AAT + 4% Gypsum	0,9631
Tanah Asli + 8% AAT + 6% Gypsum	0,8778
Tanah Asli + 8% AAT + 8% Gypsum	0,8352

### Pemeriksaan *Specific Gravity*

Pengujian *specific gravity* bertujuan untuk mengetahui nilai perbandingan berat tanah dengan berat air pada suhu tertentu.

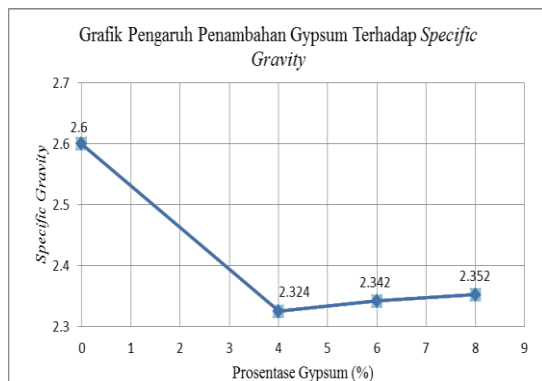
Bahan-bahan yang digunakan dalam pengujian *Specific Gravity* tersebut adalah tanah asli, abu ampas tebu, serbuk *gypsum* serta tanah asli yang diberi bahan campuran 8% abu ampas tebu dan tanah asli + campuran variasi

gypsum. Tanah diberi bahan campuran gypsum dengan kadar 4%, 6%, dan 8%. Dari total berat isi kering.

**Tabel 3 Uji Berat Jenis**

Komposisi Bahan	Specific Gravity
Tanah Lempung Ekspansif	2,600
Abu Ampas Tebu (AAT)	2,071
Gypsum	2,730
Tanah Lempung Ekspansif + 8% AAT	2,469
Tanah Lempung Ekspansif + 8% AAT + 4% Gypsum	2,324
Tanah Lempung Ekspansif + 8% AAT + 6% Gypsum	2,342
Tanah Lempung Ekspansif + 8% AAT + 8% Gypsum	2,352

Dapat dilihat dari tabel 3 bahwa nilai dari berat jenis tanah menurun setelah ditambahkan bahan additive berupa gypsum.



**Gambar 6** Grafik Berat Jenis

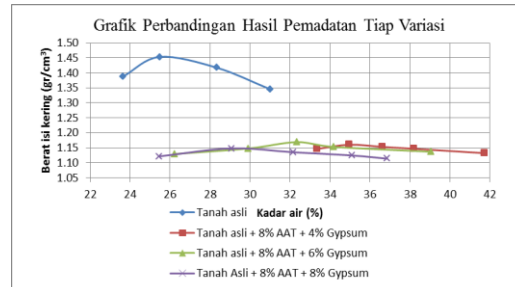
Berdasarkan grafik di atas dapat disimpulkan bahwa dengan adanya penambahan gypsum maka hasilnya juga semakin menurun.

### Pengujian Pemadatan Standar

Uji Compaction test dilakukan untuk menentagui nilai kadar air optimum dan berat isi kering. Pengujian ini dilakukan dengan alat sesuai dengan standar yang ditentukan, dengan menggunakan daya yang diakibatkan oleh alat tekan. Dalam penelitian ini menggunakan tanah asli dan tanah yang ditambahkan dengan kadar gypsum yang telah ditentukan, dengan menggunakan air yang telah ditentukan juga jumlahnya.

**Tabel 3 uji compaction test**

Komposisi Bahan	Kadar Air Optimum (%)	Berat Isi Kering (gr/cm <sup>3</sup> )
Tanah lempung ekspansif	26,89	1,401
Tanah lempung ekspansif + 8% AAT + 4% gypsum	34,79	1,106
Tanah lempung ekspansif + 8% AAT + 6% gypsum	31,29	1,120
Tanah lempung ekspansif + 8% AAT + 8% gypsum	28,88	1,128



**Gambar 7** Grafik compaction test

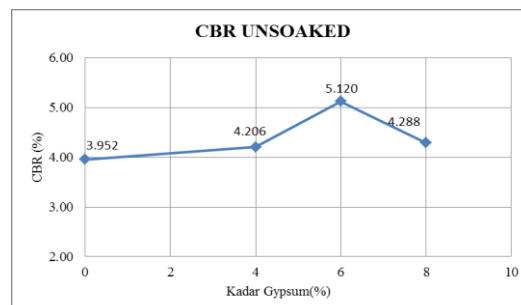
Pada gambar dan tabel di atas hasil nilai berat isi kering berbanding terbalik dengan kadar air optimum.

### Uji California Bearing Ratio Tak Terendam

Uji California Bearing Ratio dalam kondisi tak terendam air pengujian menggunakan alat uji CBR. Tujuan pengujian CBR *Unsoaked* adalah untuk mengetahui nilai CBR tanah setelah dipadatkan.

**Tabel 4 Uji CBR Unsoaked**

Komposisi Bahan	CBR <i>Unsoaked</i> (%)
Tanah lempung ekspansif	3,952
Tanah lempung ekspansif + 8% AAT + 4% Gypsum	4,206
Tanah lempung ekspansif + 8% AAT + 6% Gypsum	5,120
Tanah lempung ekspansif + 8% AAT + 8% Gypsum	4,288



**Gambar 8** Grafik Hasil Pengujian CBR Tak Terendam (*Unsoaked*)

Nilai CBR *Unsoaked* meningkat dari 3,952% menjadi 4,206%, dengan penambahan bahan campuran berupa serbuk *gypsum* sebagai bahan stabilisasi dapat meningkatkan nilai CBR *unsoaked*. Peningkatan nilai CBR dari tanah asli ke tanah yang ditambahkan *gypsum* disebabkan karena adanya proses sementasi antar partikel tanah, *gypsum* dan air. Semakin rapat partikel tanah akibat ikatan dari bahan campuran, sehingga butiran-butiran tanah semakin padat dan keras. Meningkatnya butiran-butiran tanah yang semakin padat menyebabkan butiran tidak mudah hancur atau berubah bentuk.

Sedangkan peningkatan terbesar CBR *Unsoaked* berada pada campuran penambahan 6% *gypsum* yaitu 5,120%. Namun ada waktunya nilai CBR mengalami penurunan. Dalam penelitian ini mulai terjadi penurunan nilai CBR menjadi 4,288% pada penambahan bahan campuran 8% *gypsum*. Hal ini kemungkinan disebabkan karena bahan campuran hanya berfungsi mengisi ruang pori partikel tanah dan sudah tidak berfungsi lagi mengikat partikel tanah sehingga tidak terjadi proses sementasi senyawa kimiawi secara penuh.

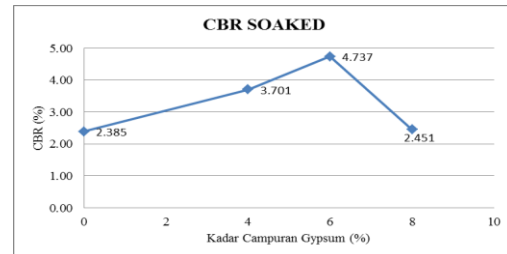
### Pengujian CBR Laboratorium Terendam (*Soaked*)

Pengujian CBR *Soaked* ini dilakukan melalui proses perendaman selama 52 jam dimana tanah mengalami pengembangan yang maksimum. Selama perendaman sebelum dilakukan uji CBR *soaked*, benda uji dilakukan pengujian *swelling* untuk mengetahui nilai pengembangan di dalam keadaan jenuh akan air dan tujuan dilakukan uji CBR *soaked* adalah untuk mengetahui nilai CBR tanah pada kondisi jenuh. Kadar air yang digunakan untuk masing-masing variasi campuran bahan stabilisasi tanah adalah kadar air optimum dari masing-masing variasi campuran tersebut. Hasil dari CBR terendam (*soaked*) ditunjukkan

dalam Tabel 5 dan Gambar 9 sebagai berikut:

**Tabel 5** Hasil Pengujian CBR *Soaked*

Komposisi Bahan	CBR <i>Soaked</i> (%)
Tanah lempung ekspansif	2,385
Tanah lempung ekspansif + 8% AAT + 4% <i>Gypsum</i>	3,701
Tanah lempung ekspansif + 8% AAT + 6% <i>Gypsum</i>	4,737
Tanah lempung ekspansif + 8% AAT + 8% <i>Gypsum</i>	2,451



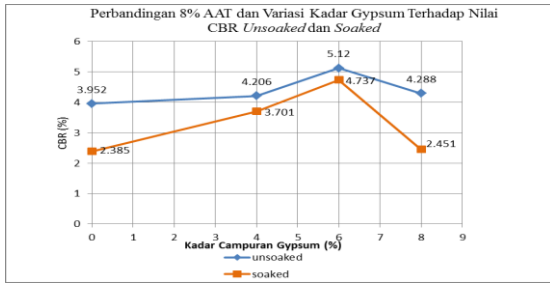
**Gambar 9** Grafik Hasil Pengujian CBR Terendam (*Soaked*)

Hasil pengujian CBR terendam menunjukkan bahwa nilai CBR tanah lempung ekspansif meningkat dari 2,385% menjadi 4,737% dengan adanya penambahan serbuk *gypsum* sebesar 6% dari berat total campuran. Pada penambahan 8% abu ampas tebu nilai CBR menurun menjadi 2,451%. Hal ini mungkin dikarenakan pengikatan antar butiran tanah dengan *gypsum* belum sempurna. Pada saat uji *swelling* ikatan antar butiran tanah yang belum sempurna tersebut kembali lepas yang menyebabkan nilai CBR *soaked* mengalami penurunan.

### Perbandingan Nilai California Bearing Ratio

**Tabel 6** Perbandingan California Bearing Ratio

Komposisi Tanah	CBR (%)	
	<i>Unsoaked</i>	<i>Soaked</i>
Tanah Lempung Ekspansif	3,952	2,385
Tanah Lempung Ekspansif + 8% AAT + 4% <i>Gypsum</i>	4,206	3,701
Tanah Lempung Ekspansif + 8% AAT + 6% <i>Gypsum</i>	5,120	4,737
Tanah Lempung Ekspansif + 8% AAT + 8% <i>Gypsum</i>	4,288	2,451



**Gambar 10** Perbandingan Nilai CBR *Unsoaked* dan CBR *Soaked*

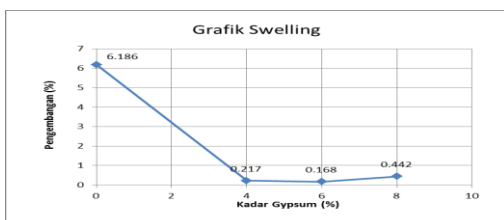
Nilai dari uji California Bearing Ratio dalam keadaan tidak terendam air lebih besar daripada nilai dari uji California Bearing Ratio yang terendam oleh air. Akan tetapi biasanya dalam kondisi yang sebenarnya hasil yang digunakan adalah pada saat uji coba CBR yang terendam oleh air.

### Pengujian Swelling

Swelling dalam penelitian ini dilakukan untuk mengetahui seberapa besar pengembangan tanah dalam cetakan, bahan yang digunakan adalah tanah lempung ekspansif dan juga gypsum sebagai bahan campurannya. Lama waktu pengujian selama 52 jam. Pengujian ini menggunakan tanah asli 8% abu ampas tebu dan gypsum dengan kadar variasi 4%, 6%, 8% gypsum kemudian dicampur dengan kadar air yang sudah didapatkan dari uji pemadatan.

**Tabel 7** Hasil uji *Swelling*

Komposisi Bahan	<i>Swell</i> (%)
Tanah lempung ekspansif	6,186
Tanah lempung ekspansif + 8% AAT + 4% gypsum	0,217
Tanah lempung ekspansif + 8% AAT + 6% gypsum	0,168
Tanah lempung ekspansif + 8% AAT + 8% gypsum	0,442



**Gambar 11** Grafik Pengaruh Kadar Abu Ampas Tebu dan Gypsum

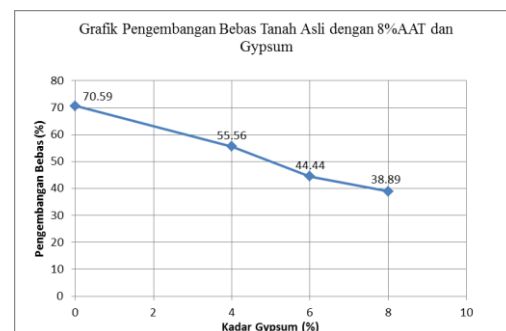
lempung ekspansif menurun dari 6,186% menjadi 0,442% dengan adanya penambahan abu ampas tebu sebesar 8% dan kadar gypsum 8% dari berat total campuran. Dalam penelitian ini gypsum yang ditambahkan menyebabkan pori-pori tanah dapat menjadi lebih padat dan rapat. Abu ampas tebu dengan kandungan silika yang tinggi dan gypsum dengan kandungan kalsium yang tinggi dapat mengurangi potensi *swelling*.

### Pengujian Pengembangan Bebas (*Free Swell*)

*Swelling* bebas dilakukan pada tanah asli dan tanah asli yang diberi campuran abu ampas tebu dengan penambahan kadar variasi 4%, 6%, 8% gypsum. Untuk pengujian *swelling* bebas tanah dilakukan selama 24 jam hingga mendapatkan hasil pengembangan yang konstan. Hasil *swelling* bebas dapat dilihat pada Tabel 8 dan Gambar 12 berikut:

**Tabel 8** Hasil pengujian *swelling* bebas

Komposisi tanah	Volume Awal (ml)	Volume Akhir (ml)	<i>Free Swell</i> (%)
Tanah Asli	42.5	72.5	70.59
Tanah Asli + 8% AAT	45	69	57.50
Tanah Asli + 8% AAT + 4% Gypsum	45	70	55.56
Tanah Asli + 8% AAT + 6% Gypsum	45	65	44.44
Tanah Asli + 8% AAT + 8% Gypsum	45	62.5	38.89



**Gambar 12** Grafik Pengaruh Kadar Abu Ampas Tebu 8% dan Variasi Kadar Gypsum terhadap Nilai Pengembangan Bebas

Nilai pengembangan bebas tanah lempung ekspansif untuk tanah asli

sebesar 70,59% sedangkan untuk nilai *swelling* bebas menurun seiring dengan penambahan kadar gypsum. Pada penambahan 4% gypsum nilai *swelling* bebas sebesar 55,56%, penambahan 6% gypsum sebesar 44,44% dan pada penambahan 8% gypsum nilai *swelling* bebas turun lagi menjadi 38,89%. Hal ini disebabkan pori – pori tanah terisi oleh campuran sehingga butiran tanah menjadi lebih padat, selain itu pada sampel tanah tersebut terjadi reaksi sementasi yang mengakibatkan tanah menjadi lebih kedap air.

## **KESIMPULAN**

Penambahan zat additive pada tanah lempung ekspansif dapat mengubah karakter tanah lempung tersebut, dimana tanah lempung ekspansif adalah tanah yang memiliki ciri khas yang sangat buruk untuk digunakan pada konstruksi bangunan. Dalam penelitian ini penggunaan serbuk gypsum sangat berguna untuk stabilisasi tanah lempung ekspansif. Selain dapat memperbaiki kekurangan dari tanah ini, gypsum juga memiliki kelebihan yang lainnya.