

**PENGARUH PENAMBAHAN BAHAN CAMPURAN DENGAN KOMPOSISI  
75% *FLY ASH* DAN 25% *SLAG* BAJA PADA TANAH LEMPUNG EKSPANSIF  
TERHADAP NILAI CBR DAN *SWELLING***

**MAKALAH JURNAL**

Diajukan untuk memenuhi persyaratan  
memperoleh gelar Sarjana Teknik



Disusun oleh :

**MASLIN AKHLAQL KARIMAH**

**NIM. 105060100111027**

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN  
UNIVERSITAS BRAWIJAYA  
FAKULTAS TEKNIK  
MALANG  
2013**

**PENGARUH PENAMBAHAN BAHAN CAMPURAN DENGAN KOMPOSISI  
75% FLY ASH DAN 25% SLAG BAJA PADA TANAH LEMPUNG EKSPANSIF  
TERHADAP NILAI CBR DAN SWELLING**

**Maslin Akhlaqul Karimah, Arief Rachmansyah, Eko Andi Suryo**

Jurusan Teknik Sipil – Fakultas Teknik Universitas Brawijaya

Jalan MT. Haryono 167, Malang 65145, Jawa Timur, Indonesia

Email : kmaslinakhlaqul@yahoo.com

**ABSTRAK**

Tanah merupakan salah satu jenis material yang selalu berhubungan dengan konstruksi, baik konstruksi bangunan maupun konstruksi jalan. sehingga tanah menjadi komponen yang sangat diperhatikan dalam perencanaan konstruksi, untuk itu dalam melakukan perencanaan konstruksi harus dilakukan penyelidikan terhadap karakteristik dan kekuatan tanah. Tanah yang diselidiki adalah tanah yang terdapat di wilayah Bojonegoro khususnya Desa Ngasem yang merupakan jenis tanah lempung ekspansif. Tanah lempung ekspansif merupakan tanah yang memiliki kandungan mineral montmorillonite yang sangat mudah menyerap air dalam jumlah yang banyak sehingga tanah mempunyai kepekaan terhadap pengaruh air dan sangat mudah mengembang. Besarnya pengembangan dan penyusutan tidak merata sehingga menimbulkan *differential movement* pada permukaan yang menyebabkan kerugian-kerugian konstruksi. Penelitian dilakukan pada tanah asli dan juga tanah asli yang ditambahkan *fly ash* dan *slag* baja sebagai bahan stabilisasi dan digunakan 3 variasi bahan campuran dengan komposisi 75% *fly ash* dan 25% *slag* baja yaitu 5% bahan campuran (3,75% *fly ash* + 1,25% *slag* baja), 10% bahan campuran (7,5% *fly ash* + 2,5% *slag* baja), dan 15% bahan campuran (11,25% *fly ash* + 3,75% *slag* baja). Dari hasil penelitian tersebut didapatkan bahwa kadar air optimum, nilai indeks plastisitas, dan nilai *swelling*nya mengalami penurunan, sedangkan berat isi kering dan nilai CBR mengalami peningkatan. Untuk kondisi yang paling optimum didapatkan pada penambahan 5% bahan campuran atau 3,75% *fly ash* + 1,25% *slag* baja dimana didapatkan nilai CBR sebesar 7,28333% dan nilai *swelling* optimum sebesar 0,356%.

Kata Kunci : Lempung Ekspansif, *Fly Ash*, *Slag* Baja, CBR, *Swelling*

## I. PENDAHULUAN

Tanah merupakan komponen yang sangat diperhatikan dalam perencanaan konstruksi, mengingat juga bahwa tidak semua jenis tanah memiliki sifat yang menguntungkan. Untuk itu dalam melakukan perencanaan konstruksi harus terlebih dahulu dilakukan penyelidikan terhadap sifat karakteristik dan kekuatan tanah.

Di dalam penelitian yang telah dilakukan, menggunakan tanah lempung ekspansif dari Desa Ngasem Kota Bojonegoro dimana jenis tanah tersebut merupakan jenis tanah berbutir halus yang memiliki fluktuasi kembang susut yang relatif tinggi dan memiliki potensi mengembang yang tinggi bila terkena air. Besarnya pengembangan dan penyusutan yang terjadi secara tidak merata dapat menyebabkan kerugian-kerugian pada sebuah konstruksi seperti terjadinya pengembangan dan retak pada permukaan jalan raya. Maka untuk menghindari adanya kerugian-kerugian tersebut, perlu adanya stabilisasi tanah. Stabilisasi tanah adalah usaha untuk memperbaiki sifat-sifat teknis tanah seperti kapasitas dukung, kompresibilitas, permeabilitas, kemudahan dikerjakan, potensi pengembangan dan sensitifitas terhadap perubahan kadar air sehingga dapat memenuhi syarat teknis tertentu (Hardiyatmo, 2010:1).

Penelitian ini merupakan pengembangan dari penelitian sebelumnya

dengan menggunakan campuran *fly ash* dan *slag* baja karena campuran bahan tersebut memiliki kandungan senyawa  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{CaO}$  yang cukup tinggi. Pemilihan variasi bahan campuran adalah dengan komposisi 75% *fly ash* dan 25% *slag* baja yaitu 5% bahan campuran (3,75% *fly ash* + 1,25% *slag* baja), 10% bahan campuran (7,5% *fly ash* + 2,5% *slag* baja), dan 15% bahan campuran (11,25% *fly ash* + 3,75% *slag* baja).

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui besarnya pengaruh bahan campuran terhadap berat isi kering dan kadar air optimum (OMC), nilai pengembangan (*swelling*) serta CBR. Dan pemilihan bahan campuran dimaksudkan untuk usaha pemanfaatan kembali limbah yang sangat berbahaya menjadi limbah yang berguna selain itu sebagai salah satu alternatif yang bisa dipertimbangkan dalam upaya stabilisasi tanah yang mempunyai sifat fisik dan teknis yang buruk.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### Tanah Lempung Ekspansif

Lempung ekspansif adalah tanah yang mempunyai sifat kembang susut yang besar, sifat kembang susut ini sangat dipengaruhi oleh kandungan air di dalam tanah tersebut. Jika kandungan airnya banyak maka tanah tersebut akan mengembang dan kekuatan daya dukungnya akan berkurang demikian sebaliknya jika kadar airnya berkurang atau kering maka tanah itu akan

menyusut dan mengakibatkan tanah pecah-pecah di permukaannya sedangkan daya dukungnya akan meningkat.

### **Pemadatan Tanah Lempung**

Pemadatan pada tanah adalah proses memperkecil ruangan pori dengan menggunakan beban dinamis yang dipengaruhi oleh mekanisme pergerakan dari partikel padatnya. Pada setiap standar pemadatan yang digunakan akan diperoleh nilai kadar air optimum (optimum moisture content) yang menghasilkan kepadatan maksimum (berat volume kering maksimum).

Tujuan dari pemadatan tanah adalah:

1. Mempertinggi kuat geser tanah
2. Mengurangi sifat mudah mampat (kompresibilitas)
3. Mengurangi permeabilitas
4. Mengurangi perubahan volume sebagai akibat perubahan kadar air dan lain-lain

$$\text{Kadar Air} = \frac{\text{Berat Air}}{\text{Berat Tanah Kering}} \times 100\%$$

$$\text{Berat Isi Kering} = \frac{\text{Berat Isi Basah}}{\left(1 + \frac{\text{Kadar Air}}{100}\right)}$$

### **CBR (California Bearing Ratio)**

California Bearing Ratio adalah rasio dari tegangan perlawanan penetrasi (*penetration resistance*) dari tanah terhadap penetrasi sebuah piston yang ditekan secara kontinu dengan tegangan perlawanan penetrasi serupa pada contoh tanah *standart*

berupa batu pecah di California. Rasio tersebut diambil pada penetrasi 2.5 dan 5.0 mm (0.1 dan 0.2 in) dengan ketentuan angka tertinggi yang digunakan.

CBR laboratorium diukur dalam 2 kondisi, yaitu pada kondisi tidak terendam disebut CBR *Unsoaked* dan pada kondisi terendam atau disebut CBR *Soaked*, pada umumnya harga CBR *Soaked* lebih rendah dari CBR *Unsoaked*. Namun demikian kondisi *Soaked* adalah kondisi yang sering dialami di lapangan, sehingga di dalam perhitungan konstruksi bangunan, harga CBR *Soaked* yang dipergunakan sebagai dasar perhitungan karena dalam kenyataannya air selalu mempengaruhi konstruksi bangunan.

Penetrasi dapat dihitung menggunakan persamaan yang dikeluarkan oleh California Highway Departement dan US Army Corps of Engineers, 1929 dalam Rollings and Rollings, J.R (1996).

- Penetrasi 0,1" (2,5 mm)

$$\text{CBR}_{0,1} = \frac{\text{Harga Pressure pada Penetrasi } 0,1''}{3000} \times 100\%$$

- Penetrasi 0,2" (5 mm)

$$\text{CBR}_{0,2} = \frac{\text{Harga Pressure pada Penetrasi } 0,2''}{4500} \times 100\%$$

### **Swelling (Pengkembangan)**

*Swelling* adalah pembesaran volume tanah ekspansif akibat bertambahnya kadar air. Potensi pembesaran volume ini tergantung pada komposisi mineral, peningkatan kadar air, indeks plastisitas, kadar lempung dan tekanan tanah penutup.

Tanah-tanah yang banyak mengandung lempung mengalami perubahan volume ketika kadar air berubah. Pengurangan kadar air yang diikuti oleh kenaikan tegangan efektif menyebabkan volume tanah menyusut dan sebaliknya penambahan kadar air menyebabkan pengembangan.

$$Swell (\%) = \frac{\text{Pengembangan (x0,01mm)}}{H_t} \times 100\%$$

### Stabilisasi Tanah

Bowles (1986) membagi jenis stabilisasi tanah menjadi salah satu atau kombinasi dari pekerjaan-pekerjaan berikut ini:

- Stabilisasi mekanis yaitu pemadatan dengan berbagai jenis peralatan mekanis seperti mesin gilas, benda-benda berat yang dijatuhkan, eksplosif, tekanan statis, tekstur, pembekuan, pemanasan, dan lain-lain.
- Stabilisasi dengan bahan pencampur (aditif) misalnya kerikil untuk tanah kohesif, lempung untuk tanah berbutir kasar, dan pencampur kimiawi seperti semen portland, gamping, abu batubara, dan lain-lain.

### Penelitian Terdahulu

Setyo-Budi, et al. (2003) melakukan penelitian dengan melakukan variasi penambahan *fly ash* sebesar 0%, 10%, 15%, 20%, dan 25%, hasilnya sebagai berikut :

1. Apabila tanah tersebut dicampur *fly ash* dengan prosentase 25% dan di curing selama 28 hari maka dapat meningkatkan kekuatan tanah mencapai 300% dari tanah asli.
2. Apabilas tanah tersebut dicampur dengan 25% *fly ash* dan di curing selama 28 hari dapat menurunkan *swell pressure* sebesar 50% dari tanah asli dengan kadar air optimum sebesar 20%.

Pada penelitian yang dilakukan oleh Jarwanti (2006) menggunakan lima sample dengan campuran ACBFS (Air Cooled Blast Furnance *Slag*) sebanyak 0%, 30%, 50%, 70%, dan 100%, dapat disimpulkan sebagai berikut :

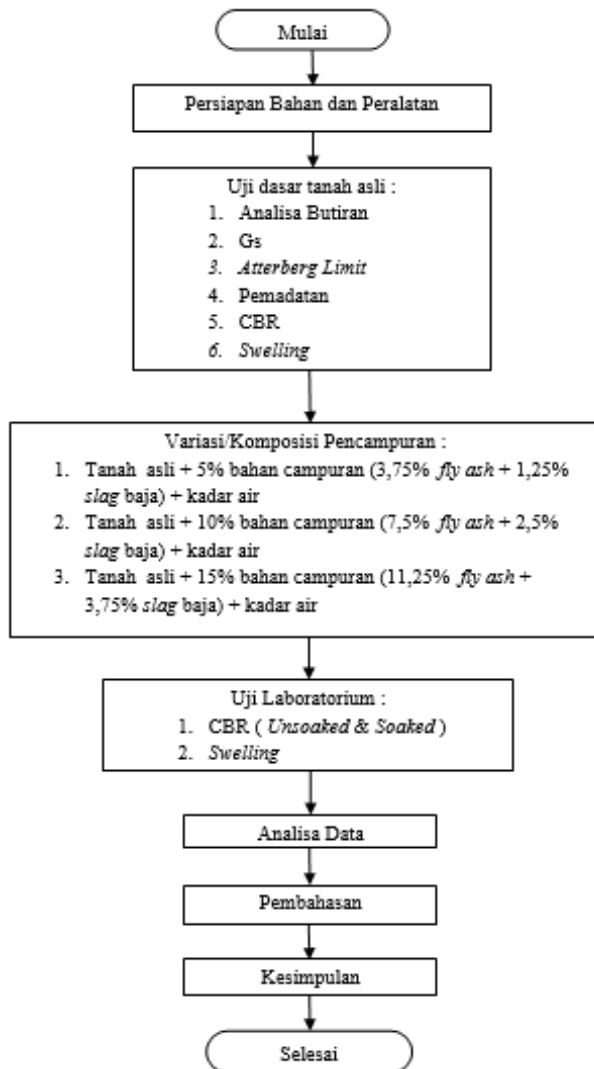
1. Penambahan ACBFS mampu merapatkan butiran-butiran tanah dan mengurangi pori-pori udara sehingga tanah mempunyai tingkat kepadatan yang lebih tinggi dibandingkan sebelumnya.
2. Penambahan ACBFS meningkatkan berat isi kering dan nilai sudut geser dalamnya tetapi menurunkan nilai kohesinya. Karena terjadi perubahan distribusi butiran halus menjadi tanah berbutir kasar sesuai banyaknya penambahan ACBFS.

### III. METODE PENELITIAN

#### Pekerjaan Laboratorium

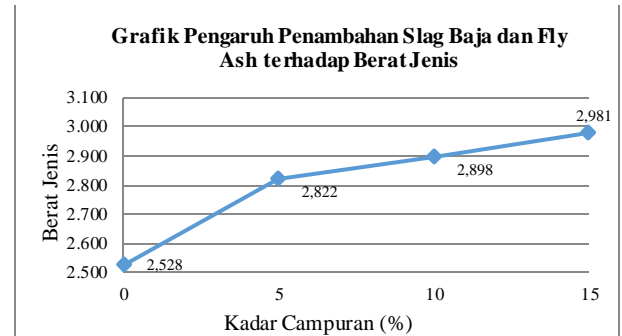
Percobaan yang dilakukan dalam penelitian ini antara lain adalah analisis butiran, pemeriksaan *specific gravity*, kadar air, batas konsistensi, uji *swelling*, berat isi, proctor standart, dan CBR.

#### Langkah-Langkah Penelitian :



### IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### *Specific Gravity*



**Gambar 1.** Pengaruh Penambahan Bahan Campuran terhadap *Specific Gravity*

Pengaruh penambahan campuran pada tanah asli terhadap peningkatan *specific gravity*nya dapat dilihat pada **Gambar 1** dan didapatkan hasil bahwa nilai *Specific Gravity* mengalami peningkatan seiring dengan bertambahnya bahan campuran berupa *fly ash* dan *slag* baja karena pada volume yang sama, berat bahan campuran lebih besar daripada berat tanah asli.

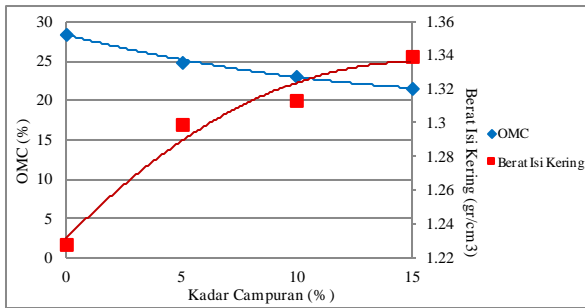
#### Pemeriksaan Batas-Batas Atterberg

**Tabel 1.** Hasil Pemeriksaan Batas-Batas Atterberg

| KOMPOSISI TANAH                               | LL    | PL     | SL     | PI     |
|---|-------|--------|--------|--------|
| Tanah Asli                                    | 125   | 44,315 | 8,230  | 80,685 |
| Tanah Asli + 3,75% Fly Ash + 1,25% Slag Baja  | 92,5  | 51,03  | 8,511  | 41,47  |
| Tanah Asli + 7,5% Fly Ash + 2,5% Slag Baja    | 72,63 | 52,58  | 9,709  | 20,04  |
| Tanah Asli + 11,25% Fly Ash + 3,75% Slag Baja | 63,5  | 53,21  | 10,981 | 10,29  |

Hasil pemeriksaan batas-batas *atterberg* pada **Tabel 1** tersebut penambahan bahan campuran berupa *fly ash* dan *slag* baja menurunkan nilai indeks plastisitas, menaikkan nilai batas plastis tanah diikuti dengan penurunan nilai batas cairnya.

## Pengujian Pemadatan Standar

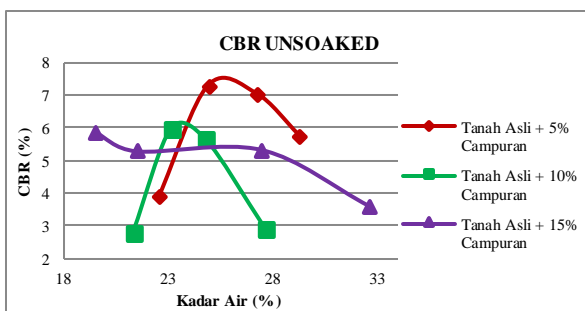


**Gambar 2.** Hubungan Penambahan Campuran Terhadap Berat Isi Kering dan OMC

Kadar air optimum menurun sedangkan berat isi kering meningkat seiring dengan bertambahnya bahan campuran yang disebabkan karena bahan campuran mengisi ruang pori tanah dan karena sifatnya yang dapat mengeras apabila dicampur dengan air maka menjadikan tanah menjadi keras sehingga akan menurunkan nilai kadar air optimum dan menaikkan berat isi kering tanah.

## Pengujian CBR Laboratorium

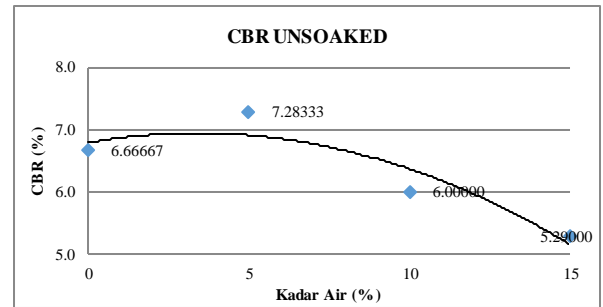
### Pemeriksaan CBR (*Unsoaked*)



**Gambar 3.** Perbandingan Nilai CBR Tak Terendam pada Tiap Variasi Bahan Stabilisasi

Pada **Gambar 3** didapatkan nilai CBR yang berbanding lurus dengan berat isi kering pada masing-masing variasi, dimana ketika berat isi kering mengalami

peningkatan, maka nilai CBR juga menunjukkan peningkatan.

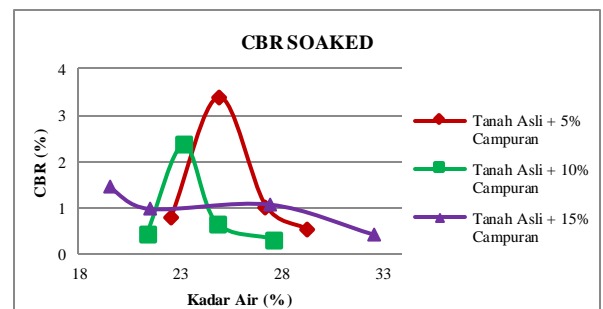


**Gambar 4.** Pengaruh Penambahan Campuran Limbah Fly Ash dan Slag Baja Nilai CBR Tak Terendam pada Kondisi OMC dari Tiap Komposisi Campuran

Pada **Gambar 4** menunjukkan hasil CBR optimum didapatkan pada kondisi penambahan 5% bahan campuran.

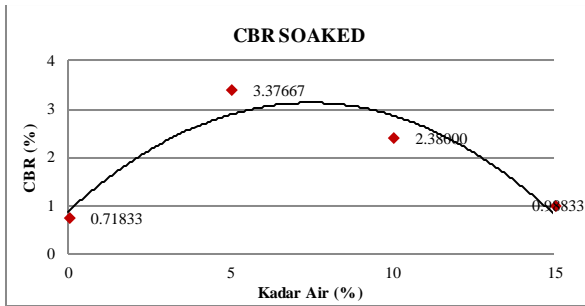
CBR mengalami penurunan pada penambahan bahan campuran yang lebih besar yang kemungkinan disebabkan karena bahan campuran hanya berfungsi mengisi ruang pori partikel tanah dan sudah tidak berfungsi lagi mengikat partikel tanah sehingga tidak terjadi proses sementasi.

### Pemeriksaan CBR (*Soaked*)



**Gambar 5.** Perbandingan Nilai CBR Terendam pada Tiap Variasi Bahan Stabilisasi

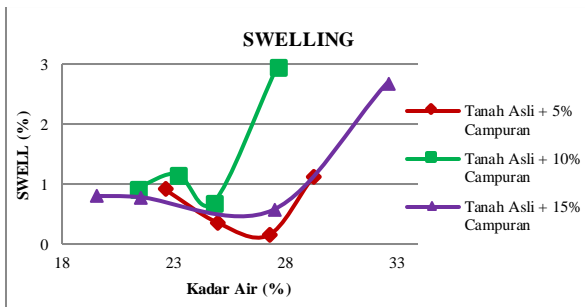
Jika dilihat pada **Gambar 5** di atas, pola grafik yang dimiliki CBR *Soaked* berbeda dengan CBR *Unsoaked*.



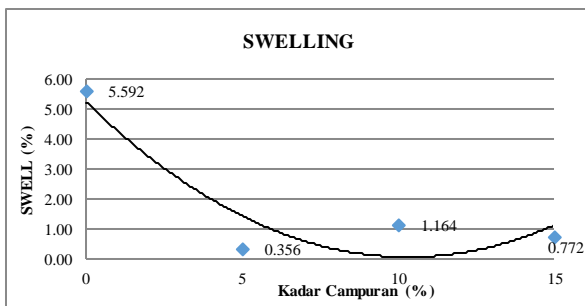
**Gambar 6.** Pengaruh Penambahan Campuran Limbah *Fly Ash* dan *Slag* Baja Nilai CBR Terendam pada Kondisi OMC dari Tiap Komposisi Campuran

Sama halnya dengan CBR *Unsoaked*, hasil CBR Optimum yang ditunjukkan pada **Gambar 6** didapatkan hasil optimum pada kondisi penambahan 5% bahan campuran.

### Pengujian *Swelling* (Pengembangan)



**Gambar 7.** Perbandingan Nilai *Swelling* pada Tiap Variasi Bahan Stabilisasi

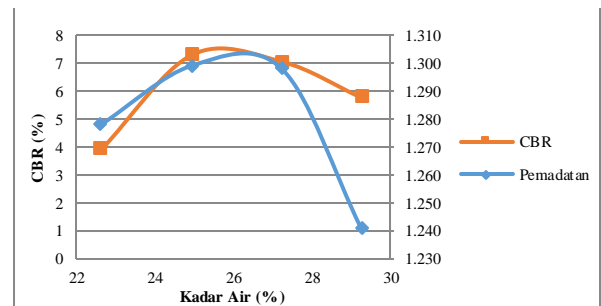


**Gambar 8.** Pengaruh Penambahan Campuran Limbah *Fly Ash* dan *Slag* Baja Nilai *Swelling* pada Kondisi OMC dari Tiap Komposisi Campuran

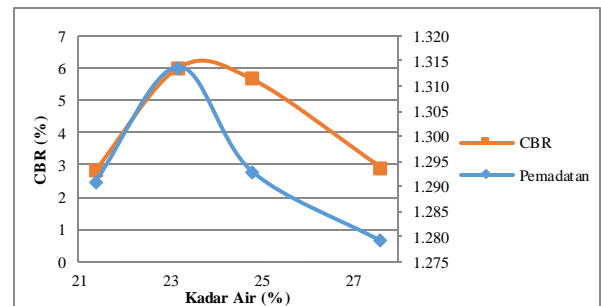
Pada **Gambar 8** didapatkan hasil bahwa penambahan bahan campuran dapat menurunkan nilai *swelling*. Penurunan nilai *swelling* pada tanah dengan bahan campuran dibandingkan dengan tanah asli disebabkan

karena terjadi proses pengikatan butiran tanah lempung oleh bahan campuran, sehingga sifat dari lempung yang mudah mengikat air menjadi berkurang dan nilai pengembangan juga menurun. Hasil *swelling* yang paling optimum didapatkan pada kadar campuran sebesar 5%.

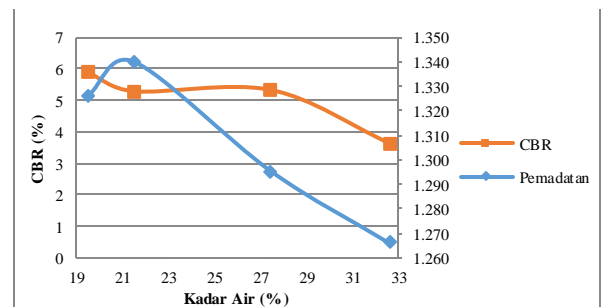
### Hubungan Nilai CBR *Unsoaked* dengan Kepadatan



**Gambar 9.** Hubungan Pematatan dengan CBR *Unsoaked* untuk Komposisi Tanah Asli + 3,75% *Fly Ash* + 1,25% *Slag* Baja



**Gambar 10.** Hubungan Pematatan dengan CBR *Unsoaked* untuk Komposisi Tanah Asli + 7,5% *Fly Ash* + 2,5% *Slag* Baja

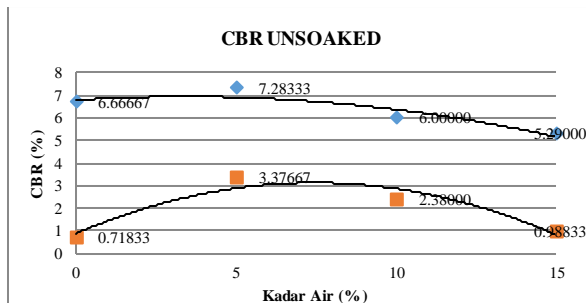


**Gambar 11.** Hubungan Pematatan dengan CBR *Unsoaked* untuk Komposisi Tanah Asli + 11,25% *Fly Ash* + 3,75% *Slag* Baja



Pada **Gambar 9-11** adalah grafik hubungan pemadatan dengan CBR *Unsoaked* mempunyai kesimpulan yang sama yaitu pada kondisi berat isi kering maksimum didapatkan nilai CBR yang maksimum juga.

### Perbandingan CBR *Unsoaked* dan CBR *Soaked*



**Gambar 12.** Grafik Perbandingan Nilai CBR *Unsoaked* dan CBR *Soaked*

CBR *Soaked* lebih kecil dibandingkan hasil dari CBR *Unsoaked* ditunjukkan pada **Gambar 12**. Hal ini karena akibat dari perendaman sehingga campuran tanah menjadi jenuh dan mengakibatkan penurunan kekuatan tanah.

## II. V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dengan penambahan bahan campuran berupa *fly ash* dan *slag* didapatkan kesimpulan bahwa:

- Nilai OMC lebih kecil dibandingkan dengan OMC dari tanah asli.
- Semakin kecil nilai kadar air yang dibutuhkan untuk mencapai berat isi kering maksimum.
- Nilai CBR *Soaked* dan *Unsoaked* mengalami kenaikan dibandingkan

dengan CBR tanah asli. Peningkatan nilai CBR paling optimum didapatkan pada kondisi penambahan bahan campuran sebesar 5%.

- Nilai *swelling* mengalami penurunan dan optimum terjadi pada penambahan 5% bahan campuran.
- Nilai CBR *Soaked* memiliki nilai lebih kecil dibandingkan dengan CBR *Unsoaked*.

## DAFTAR PUSTAKA

- Das, B. M. 1985. *Mekanika Tanah ( Prinsip-prinsip Rekayasa Geoteknis)*. Jilid 1. Jakarta: Erlangga.
- Hardiyatmo, H.C.1999. *Mekanika Tanah 1*. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Umum.
- Bowles, J. E. 1991. *Sifat-sifat Fisis dan Geoteknis Tanah*. Edisi Kedua. Jakarta: Erlangga.
- Sulistiyowati, Tri. 2006. *Pengaruh Stabilisasi Tanah Lempung Ekspansif dengan Fly Ash terhadap Nilai Daya Dukung CBR*. Jurnal.
- Setyo Budi, Gogot. 2003. *Pengaruh Fly Ash Terhadap Sifat Pengembangan Tanah Ekspansif*. Jurnal
- Djarwanti N. 2006. *Pengaruh Penambahan ACBFS (Air-Cooled Blast Furnance) terhadap Parameter Kuat Geser Tanah Lempung*. Jurnal. Solo: Universitas Sebelas Maret.