

## **PENGARUH PENAMBAHAN FLY ASH PADA TANAH LEMPUNG DI DAERAH RANDEGANSARI KABUPATEN GRESIK TERHADAP NILAI CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) TEST**

**Puspita Anggraeni<sup>1</sup>, Machfud Ridwan<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Mahasiswa di Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya.

[Puspita\\_Anggraeni15@yahoo.com](mailto:Puspita_Anggraeni15@yahoo.com)

<sup>2</sup> Tenaga Akademi di Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya.

[Machfud.Unesa@gmail.com](mailto:Machfud.Unesa@gmail.com)

### **Abstrak**

Sarana dan prasarana jalan sangat dibutuhkan, karena penting guna menunjang kenyamanan para pengendara jalan raya. Akan tetapi, sering dijumpai jalan tersebut konstruksinya tidak ditemui tanah dasar (*Subgrade*) yang memiliki daya dukung yang memadai untuk menerima beban kendaraan yang melewati jalan tersebut. Pada pembangunan jalan, karakteristik tanah yang kurang baik harus diperbaiki sehingga karakteristik tanah tersebut menjadi baik dari sebelumnya. Perbaikan jalan dengan menggunakan bahan tambahan sering digunakan guna memperbaiki sifat tanah tersebut. Salah satu bahan tambahan yang digunakan yaitu Limbah Batubara (*Fly Ash*), karena *Fly Ash* dapat mempercepat pembentukan kekuatan tanah yang kurang stabil..

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui seberapa besar pengaruh penambahan *Fly Ash* pada tanah lempung terhadap nilai California Bearing Ratio (CBR). Penelitian ini adalah penelitian eksperimen di Laboratorium dengan cara membuat benda uji yang ditambah dengan *Fly Ash*. Variasi campuran benda uji tersebut adalah 0%, 5%, 10%, 15% dan 20%. Dalam penelitian ini dilakukan berbagai macam test antara lain adalah test *Atterberg*, yaitu test Batas Cair dan test Batas Plastis untuk mengetahui nilai Indeks Plastisitas, kemudian dilakukan tes *Standart Proctor* dan Test *California Bearing Ratio (CBR)*.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin besar penambahan *Fly Ash* pada tanah lempung maka nilai *California Bearing Ratio (CBR)* mengalami kenaikan. Pada tanah asli penetrasi 0,1" (1.13%), sedangkan penetrasi 0,2" (1.6%), pada tanah lempung + *Fly Ash* 5% penetrasi 0,1" (1.6%), penetrasi 0,2" (2.12%), tanah lempung + *Fly Ash* 10% penetrasi 0,1" (2.08%), penetrasi 0,2" (2.35%), tanah lempung + *Fly Ash* 15% penetrasi 0,1" (3.04%), penetrasi 0,2" (3.84%) dan campuran terakhir yaitu Tanah lempung + *Fly Ash* 20% penetrasi 0,1" (4.19%), penetrasi 0,2" (5.01%). Syarat minimum untuk tanah dasar (*Subgrade*) suatu jalan nilai CBR 4% pada penetrasi 0,1" adalah penambahan *Fly Ash* sebanyak 20%, sedangkan untuk penetrasi 0,2" adalah sebanyak 17,03%. Jadi nilai efisien CBR yang digunakan untuk subgrade adalah penambahan *Fly Ash* sebanyak 20%.

**Kata Kunci** : Tanah lempung ekspansif, *California Bearing Ratio (CBR)*, *Fly Ash*.

### **Abstract**

Facilities and road infrastructure is needed, as it is important to support the riders comfort highway. However, the common road subgrade construction is not met (subgrade) which has a carrying capacity that is sufficient to accept the burden of vehicles passing through the road. In road construction, soil characteristics unfavorable soil characteristics must be improved so that it becomes better than before. Road improvements by using additional materials are often used to improve the properties of the soil. One of the additional material used is Waste Coal (*Fly Ash*), because fly ash may accelerate the formation of the less stable soil strength

This study aims to determine how much influence the addition of fly ash in clay soils of the California Bearing Ratio values (CBR). This research is experimental research in the laboratory by means of making specimens coupled with Fly Ash. Variation of the specimen mixture was 0%, 5%, 10%, 15% and 20%. In this research, a wide range of tests include Atterberg test, which tests and test limits Liquid Limit Plastis to determine the value of plasticity index, then the Standard Proctor tests and California Bearing Ratio Test (CBR).

The results showed that the greater the addition of fly ash in clay soils, the value of California Bearing Ratio (CBR) has increased. In the original soil penetration 0.1 "(1:13%), while the penetration of 0.2" (1.6%),

the clay fly ash + 5% penetration of 0.1" (1.6%), penetration of 0.2" (2.12% of ), clay + Fly Ash 10% penetration of 0.1" (2.08%), penetration of 0.2" (2.35%), clay + Fly Ash 15% penetration of 0.1" (3.04%), penetration 0.2" (3.84%) and the latter is a mixture of clay soil + Fly Ash 20% penetration of 0.1" (4.19%), penetration of 0.2" (5:01%). The minimum requirement for basic soil (subgrade) a street value of CBR 4% on penetration of 0.1" is the addition of fly ash as much as 20%, while for the penetration of 0.2" is as much as 17.03%. So efficient CBR value for the subgrade used is the addition of fly ash as much as 20%

**Keywords:** Expansive clays, *California Bearing Ratio (CBR)*, *Fly Ash*.

## PENDAHULUAN

Sarana dan prasarana jalan sangat dibutuhkan, karena penting guna menunjang kenyamanan para pengendara jalan raya. Akan tetapi, sering dijumpai jalan tersebut konstruksinya tidak ditemui tanah dasar (*Subgrade*) yang memiliki daya dukung yang memadai untuk menerima beban kendaraan yang melewati jalan tersebut. Keadaan ini semakin bertambah parah, apabila material penunjang untuk membangun jalan itu menjadi baik tidak ditemukan di daerah sekitar jalanan tersebut.

Tanah lempung ekspansif (*expansive soil*) adalah tanah yang mempunyai potensi penyusutan atau pengembangan oleh pengaruh perubahan kadar air. Rusaknya perkerasan yang berada di atas tanah dasar ekspansif adalah karena perkerasan merupakan struktur yang ringan dan sifat bangunannya meluas. Pada tanah ekspansif, tanah tersebut akan mengalami kembang susut bila terjadi perubahan kadar air. (Surat, 2011:8).

Pada pembangunan jalan, karakteristik tanah yang kurang baik harus diperbaiki sehingga karakteristik tanah tersebut menjadi baik dari sebelumnya. Perbaikan jalan dengan menggunakan bahan tambahan sering digunakan guna memperbaiki sifat tanah tersebut. Bahan tambahan (*additives*) adalah bahan hasil olahan pabrik yang dapat dicampurkan ke dalam tanah dengan menggunakan perbandingan yang sesuai untuk memperbaiki sifat-sifat teknis tanah, (Fajar H, 2013 : 2). Contoh-contoh bahan tambahan yaitu kapur, semen portland, abu terbang (*fly ash*), aspal dan lain-lain.

Stabilisasi (diperbaiki) tanah dalam pembangunan perkerasan jalan sebagai perbaikan material jalan lokal yang ada, dengan cara stabilisasi mekanis atau dengan cara menambahkan suatu bahan tambahan (*additive*) ke dalam tanah. Salah satu bahan tambahan yang digunakan yaitu Abu Terbang batu bara (*Fly Ash*). Fly ash dapat digunakan untuk mempercepat pembentukan kekuatan tanah yang kurang stabil. Keuntungan menggunakan abu terbang (*fly ash*) sebagai bahan stabilisasi tanah adalah untuk memanfaatkan material hasil limbah pabrik dan harganya lebih murah dibandingkan dengan stabilisasi kapur maupun semen.

Metode pengujian perbaikan tanah dengan menggunakan fly ash tersebut menggunakan uji *California Bearing Ratio (CBR)*. Metode ini adalah suatu metode untuk mengukur nilai kepadatan tanah dengan

memperbandingkan antara beban percobaan (*test load*) dengan beban standar (*Standar Load*) dan dinyatakan dalam presentase (Harisurningsih, 2003 : 97). Untuk mendapatkan nilai CBR tersebut dinamakan tes CBR. Nilai CBR adalah salah satu parameter yang digunakan untuk mengetahui kuat dukung tanah dalam perencanaan perkerasan jalan.

Berdasarkan uraian yang telah dikemukakan pada latar belakang di atas, maka rumusan masalah di dalam penelitian ini adalah :

1. Bagaimana pengaruh penambahan *Fly Ash* pada tanah Lempung di daerah Randegansari Kabupaten Gresik terhadap nilai *California Bearing Ratio (CBR)* ?

Sesuai dengan rumusan masalah yang dikemukakan maka tujuan penelitian ini adalah :

1. Untuk mendapatkan hasil seberapa besar pengaruh penambahan *Fly Ash* pada tanah lempung di daerah Randegansari Kabupaten Gresik terhadap nilai *California Bearing Ratio (CBR)*

Keterbatasan dalam penelitian ini adalah :

1. Tanah yang digunakan dari Desa Randegansari Kabupaten Gresik.
2. Fly ash yang digunakan dari hasil sisa pembakaran abu terbang batubara PLTU Paiton.
3. Benda uji adalah tanah dan fly ash, dengan perbandingan fly ash 0%, 5%, 10%, 15%, 20% dari berat tanah kering.
4. Data  $\gamma_d$  max dan  $W_c$  opt diperoleh dari uji *standar proctor test*
5. Metode *California Bearing Ratio* laboratorium dengan rendaman.

Manfaat dengan dilakukannya penelitian ini adalah:

1. Mengetahui nilai yang efisien pada tanah lempung dengan menggunakan penambahan abu terbang batu bara (*Fly Ash*) pada campuran yang telah ditentukan terhadap nilai CBR dan stabilisasi tanah dalam pembangunan perkerasan jalan.

## METODE

Penelitian ini adalah penelitian eksperimen yang dilakukan di laboratorium Mekanika Tanah Universitas Negeri Surabaya dengan cara membuat campuran tanah lempung dengan penambahan Fly Ash yang bervariasi penambahannya yaitu: 0%, 5%, 10%, 15%, 20%, setelah itu akan dibuat benda uji dari masing-masing campuran Fly Ash dengan tanah lempung.

Variabel penelitian dalam penelitian ini sebagai berikut :

1. Variabel bebas adalah variabel yang dipelajari pengaruhnya terhadap variabel terikat. Variabel bebas penelitian ini adalah penambahan masing-masing presentase campuran Fly Ash.
2. Variabel Terikat variabel yang keadaannya akibat variabel bebas. Variabel terikat pada penelitian ini adalah besarnya nilai California bearing Ratio (CBR) terhadap tanah lempung di daerah Randegansari Kabupaten Gresik.
3. Variabel kontrol adalah perlakuan yang disamakan terhadap penelitian. Variabel kontrol pada penelitian ini adalah tanah lempung daerah Randegansari, Fly Ash, dan Kepadatan Tanah.

#### Teknik Pengumpulan Data

1. Uji Atteberg Uji Atterberg yang terdiri dari Test LL (*Liquid Limit*) untuk mendapatkan batas cair dan tes PL (*Plastic Limit*) untuk mengetahui batas plastis, sehingga mendapatkan nilai IP (*Index Plasticity*).
2. Uji *Spesific Grafity* yang bertujuan untuk menentukan berat jenis butiran tanah (Gs).
3. Uji *Standart Proctor* (Pemadatan Tanah) yang bertujuan untuk mendapatkan nilai  $\gamma_{d_{maks}}$  dan  $W_{opt}$ , dan proses dalam melakukan tes pemadatan 5 benda uji pada tiap masing – masing campuran.
4. Uji CBR (California Bearing Ratio) yang bertujuan untuk mendapatkannilai harga CBR dalam perkerasan tanah dengan beberapa variasi campuran dari 0%,5%,10%,15%, dan 20%.

#### Teknik Analisis dan Pengolahan Data

1. Penyusunan data, dari data mentah ke dalam data kelompok, kemudian disajikan ke dalam bentuk tabel, gambar atau grafik, sehingga mudah dipahami.
2. Metode analisis yang digunakan adalah analisis data laboratorium kemudian di interpretasikan ke dalam bentuk kuantitatif (data berbentuk angka) dan dianalisis secara deskripsi kualitatif.

#### Langkah Penelitian

1. Menyiapkan bahan-bahan yang akan dipakai dalam penelitian yaitu menyiapkan tanah lempung yang lolos ayakan No.10 apabila untuk tes Atterberg Limit tanah yang lolos ayakan No.10 di haluskan menggunakan penumbuk keramik kemudian di ayak kembali sampai lolos ayakan no.40.
2. Membuat campuran tanah lempung ekspansif dan Abu Terbang Batubara (*Fly Ash*) untuk pembuatan benda uji dengan perbandingan prosentase limbah baja 0%, 5%, 10%, 15% dan 20%. Pencampuran tanah lempung dan limbah baja yang terdiri dari 5 buah macam benda uji.

3. Melakukan tes batas-batas Atterberg yaitu pengujian untuk mencari nilai IP (*Index Plasticity*) sesuai ketentuan, antara lain: test LL (*Liquid Limit*) untuk mengetahui batas cair, test PL (*Plastic Limit*) untuk mengetahui batas plastis sehingga didapat IP (*Index Plasticity*).
4. Melakukan tes pemadatan tanah yang bertujuan untuk meningkatkan kekuatan dan daya dukung tanah dengan menggunakan *Standart Proctor Test* untuk masing-masing campuran.
5. Membuat 5 benda uji dari masing-masing campuran persentase Abu Terbang Batubara setelah mendapatkan  $\gamma_{d_{maks}}$  dan  $w_{opt}$  dari tes pemadatan tanah.
6. Melakukan tes kekerasan tanah dari masing-masing campuran benda uji untuk mencari nilai CBR
7. Menganalisa data hasil penelitian kemudian memberikan kesimpulan

### HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

#### Hasil Pengumpulan Data Penelitian

Data yang didapatkan hasil dari penelitian terhadap penambahan Fly Ash Pada tanah lempung didaerah Randegansari Kabupaten Gresik terhadap nilai California Bearing Ratio (CBR).

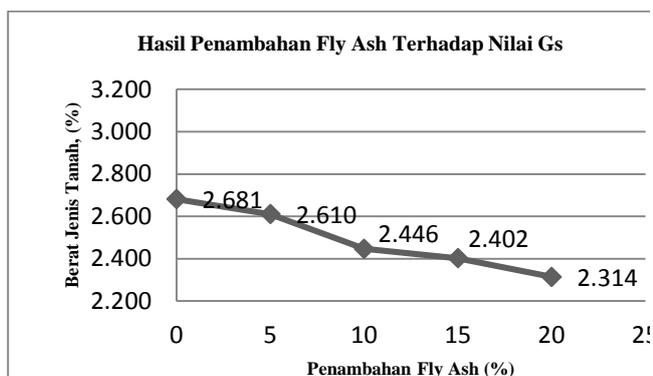
Semua data tersebut disajikan dalam tabel, grafik, dan analisis di bawah ini :

#### A. Pengaruh Penambahan Fly Ash pada Tanah Lempung Terhadap Nilai Berat Jenis Tanah (Gs)

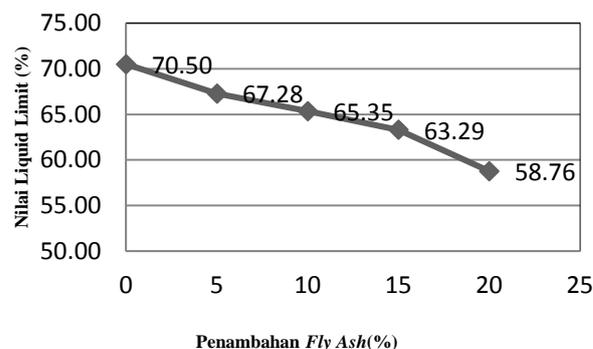
Tabel 4.1

Pengaruh Penambahan Fly Ash pada Tanah Lempung Terhadap Nilai Berat Jenis Tanah (Gs)

Benda Uji	Penambahan Fly Ash (%)	Nilai Gs	Presentase Penurunan (%)
A1	0	2.681	0
A2	5	2.610	2.66
A3	10	2.446	8.76
A4	15	2.402	10.41
A5	20	2.314	13.70



Grafik 4.1. Pengaruh Penambahan Fly Ash Terhadap Nilai (Gs)



Grafik 4.2 Pengaruh Penambahan Fly Ash Terhadap Nilai (LL).

Berat jenis (*Specific Gravity*) tanah adalah perbandingan antara berat volume butiran padat ( $\gamma_s$ ) dengan berat volume air ( $\gamma_w$ ) saat  $t = 20^\circ\text{C}$  atau didefinisikan sebagai perbandingan antara berat isi bahan terhadap berat isi air. Hasil tabel dan grafik 4.1 menunjukkan nilai test berat jenis pada uji A1 adalah 2.681, sedangkan pada benda uji A2, A3, A4, A5 nilai berat jenisnya secara berturut-turut menurun yaitu 2.610, 2.575, 2.533, 2.518. Oleh karena itu, semakin banyak variasi penambahan Fly Ash pada tanah lempung, maka nilai berat jenis tanah tersebut akan mengalami penurunan. Penurunan ini disebabkan oleh nilai berat volume butir yang terus mengalami penurunan, sedangkan nilai berat volume airnya tetap. Jadi, semakin banyak variasi penambahan Fly ash pada tanah lempung, maka nilai (Gs) akan semakin turun.

Hasil uji batas cair di laboratorium untuk tanah lempung dengan berbagai variasi penambahan Fly Ash dapat dilihat pada tabel dan grafik 4.2 yang menunjukkan bahwa harga LL menurun. Adapun penurunannya yaitu pada benda uji B1 adalah 70.50 %, kemudian pada benda uji B2, B3, B4 hasil berturut-turut mengalami penurunan menjadi 67.28%, 65.35%, 63.29% dan pada benda uji B5 turun menjadi 58.76%. Jadi semakin besar variasi penambahan Fly Ash pada tanah lempung, maka nilai batas cair mengalami penurunan. Hal ini dikarenakan pada saat kapur ditambahkan kedalam tanah (anion), maka Fly Ash tersebut akan memberikan (ion – ion positif) yang cenderung menggantikan kation yang berbeda pada partikel tanah lempung, sehingga proses ini disebut dengan pertukaran kation. Sedangkan ketika campuran Fly Ash dan tanah lempung tersebut ditambahkan air, dan dapat menyatu atau saling mengikat antara satu material dengan material lainnya, maka akan terjadi proses *exchangeable* (ikatan mineral dari lempung berpindah dan berubah). Oleh karena proses tersebut akan menyebabkan penurunan nilai *Liquid Limit* (LL)

### B. Pengaruh Penambahan Fly Ash pada Tanah Lempung Terhadap Nilai Batas Cair (LL).

Tabel 4.2

Nilai LL pada variasi penambahan Fly Ash

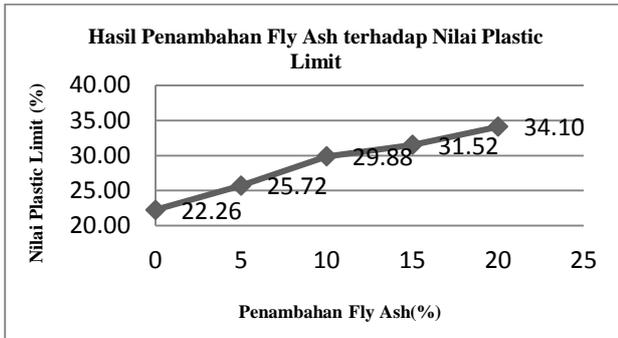
Benda Uji	Penambahan Fly Ash (%)	Nilai (LL)	Prosentase Penurunan (%)
B1	0	70.50	0
B2	5	67.28	4.57
B3	10	65.35	7.31
B4	15	63.29	10.23
B5	20	58.76	16.66

### C. Pengaruh Penambahan Fly Ash pada Tanah Lempung Terhadap Nilai Batas Plastis (PL).

Tabel 4.3

Nilai PL pada variasi Penambahan Fly Ash

Benda Uji	Penambahan Fly Ash (%)	Nilai (PL)	Prosentase Kenaikan (%)
B1	0	22.26	0
B2	5	25.72	15.58
B3	10	29.88	34.24
B4	15	31.52	41.62
B5	20	34.10	53.23



Grafik 4.3. Pengaruh Penambahan Fly Ash terhadap Nilai (PL).

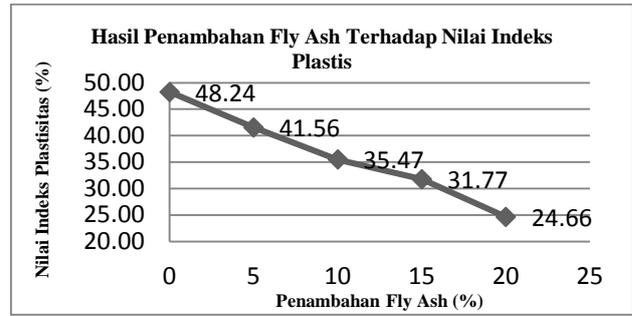
Hasil pada tabel dan grafik 4.3 menunjukkan nilai batas plastis benda uji B1 adalah 22.26% tanpa menambahkan campuran Fly Ash, kemudian pada benda uji B2 dengan menggunakan penambahan Fly Ash sebesar 5% nilai batas plastisnya yaitu naik menjadi 25.72% dan pada benda uji B3, B4, B5 dengan menggunakan penambahan Fly Ash berturut-turut yaitu 10%, 15%, 20% nilai batas plastisnya pun juga semakin naik yaitu sebesar 29.88%, 31.52%, 34.10%. Semakin besar variasi penambahan Fly Ash pada tanah lempung, maka nilai batas plastis mengalami kenaikan. Peristiwa ini disebabkan karena adanya penurunan kohesi. Pada saat tanah ditambahkan Fly Ash dan diberi sedikit air, maka Fly Ash terhidrasi dan menyebabkan tanah menjadi cepat kering dan kemudian akan retak. Hal ini disebabkan karena adanya air yang diserap oleh butir-butir tanah lempung dan Fly Ash. Semakin banyak penambahan Fly Ash dalam tanah maka dibutuhkan lebih banyak air agar ada daya tarik-menarik antar partikel yang terkandung. Hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa semakin banyak variasi penambahan Fly Ash pada tanah lempung, maka semakin banyak pula penambahan air, dengan begitu nilai PL juga akan semakin naik.

**D. Pengaruh Penambahan Fly Ash pada Tanah Lempung Terhadap Nilai Batas Plastis (PL).**

Tabel 4.4

Nilai IP Pada Variasi Penambahan Fly Ash

Benda Uji	Penambahan Fly Ash (%)	Nilai IP (%)	Prosentase Penurunan (%)	Klasifikasi Tanah Ekspansif
B1	0	48.24	0	Tinggi
B2	5	41.56	13.86	Tinggi
B3	10	35.47	26.47	Tinggi
B4	15	31.77	34.14	Tinggi
B5	20	24.66	48.89	Sedang



Grafik 4.4 Pengaruh Penambahan Fly Ash Terhadap Nilai (IP).

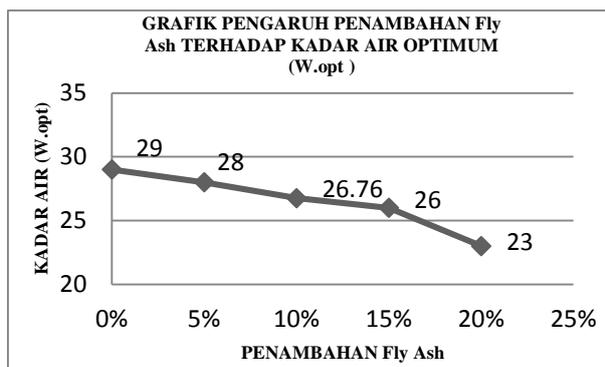
Pada Tabel dan Grafik 4.4 menunjukkan nilai IP pada masing – masing benda uji mengalami penurunan, karena diberi tambahan Fly Ash. Nilai Indeks Plastis didapat dari nilai LL dikurangi nilai PL, (LL – PL = IP) dari masing – masing campuran. Hasil uji menunjukkan nilai IP tanah asli yaitu 48.24%, sedangkan saat tanah asli dicampur dengan Fly Ash sebesar 5% nilai IP menurun menjadi 41.56%, pada saat diberi campuran Fly Ash sebesar 10%, 15%, dan 20% nilai IP secara berturut – turut menjadi turun yaitu 35.47%, 31.77%, 24.66%. Nilai IP pada benda uji B1, B2, B3, dan B4 termasuk tanah plastisitas tinggi karena berada pada rentang antara 25-55, sedangkan pada benda uji B5 termasuk tanah plastisitas sedang karena nilai IPnya berada pada rentang nilai 15-25. Tanah lempung yang diambil di daerah Randegansari, Kabupaten Gresik adalah termasuk tanah lempung ekspansif klasifikasi tinggi sebelum dicampur dengan Fly Ash, tapi setelah dicampur dengan Fly Ash sebesar 20%, tanah tersebut berubah menjadi tanah ekspansif sedang. Hal ini dikarenakan penambahan Fly Ash dalam tanah lempung, maka plastisitas tanah lempung tersebut menjadi berkurang. Jadi, semakin besar variasi penambahan Fly Ash pada tanah lempung, maka nilai Indeks Plastisitas akan semakin menurun.

**E. Pengaruh Penambahan Fly Ash pada Tanah Lempung Terhadap Nilai Kadar Air Optimum (Wopt).**

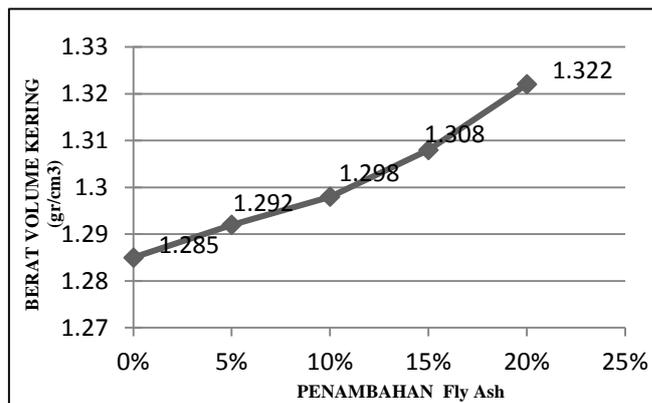
Tabel 4.5

Besarnya Nilai Kadar Air Optimum Pada Variasi Penambahan Fly Ash

Benda uji	Peambahan Fly Ash (%)	W.opt (%)	Prosentase Penurunan (%)
1	0%	29	0
2	5%	28	3.45
3	10%	26.76	7.72
4	15%	26	10.34
5	20%	23	20.69



Grafik 4.5. Pengaruh Penambahan Fly Ash Terhadap Nilai (W<sub>c opt</sub>)



Grafik 4.6 Pengaruh Penambahan Fly Ash Terhadap Nilai ( $\gamma_d$  maks).

Pada Tabel dan Grafik 4.5 menunjukkan Kadar Air Optimum ( $\gamma_w$ ) mengalami penurunan yang disebabkan oleh penambahan Fly Ash pada tanah lempung. Hasil pada saat tanah asli menunjukkan 29%, lalu turun menjadi 28% setelah ditambah Fly Ash sebanyak 5%. Kemudian ditambah kembali 10%, 15%, dan 20% hasil  $\gamma_w$  berturut-turut yaitu 26.76%, 26%, dan 23%. Hal ini disebabkan karena pada saat tanah ditambah air tanah tersebut mengikat kation yang ada pada Fly Ash sehingga tanah tersebut lebih kecil untuk mengikat air. Jadi, semakin banyak penambahan Fly Ash pada tanah tersebut maka semakin kecil juga air yang diikat pada tanah, dengan begitu Kadar Air Optimum (W<sub>opt</sub>) pada tanah tersebut akan menurun.

Pada Tabel dan Grafik 4.6 menunjukkan semakin besar penambahan Fly Ash maka akan semakin besar pula nilai Kepadatan Maksimum ( $\gamma_d$  maks). Pada benda uji ke 1 tanpa penambahan Fly Ash nilai kepadatan maksimumnya adalah 1.285 gr/cm<sup>3</sup>, setelah diberi penambahan Fly Ash sebesar 5% nilainya naik menjadi 1.292 gr/cm<sup>3</sup>, kemudian pada benda uji ke 3, ke 4, dan ke 5 hasilnya berturut-turut yaitu 1.298 gr/cm<sup>3</sup>, 1.308 gr/cm<sup>3</sup>, 1.322 gr/cm<sup>3</sup>. Hal tersebut dikarenakan dalam pemadatan, kepadatan maksimal akan meningkat dengan penurunan kadar air optimum (W<sub>opt</sub>). Air masuk rongga pada tanah, semakin berkurangnya rongga pada tanah, maka tanah tersebut semakin padat dan semakin kuat daya dukung tanah tersebut. sebaliknya, tanah yang kepadatan maksimumnya semakin kecil maka tanah tersebut semakin rapuh.

#### F. Pengaruh Penambahan Fly Ash pada Tanah Lempung Terhadap Nilai Kepadatan Maksimum ( $\gamma_d$ maks).

Tabel 4.6

Besarnya Nilai ( $\gamma_d$  maks) pada variasi penambahan Fly Ash.

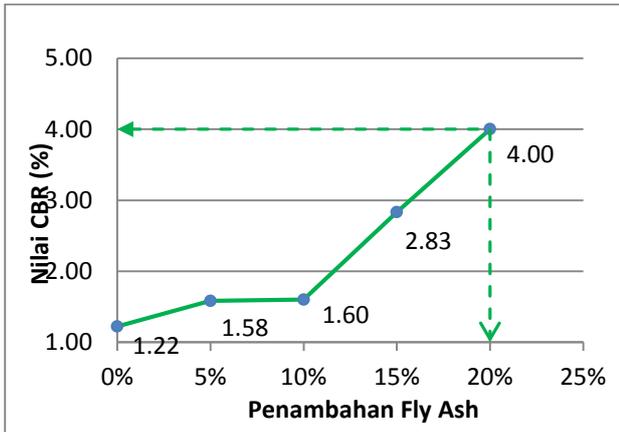
Benda uji	Campuran Benda Uji		$\gamma_d$ maks (gr/cm <sup>3</sup> )
	T. Lempung (%)	Fly Ash (%)	
1	100	0%	1.285
2	100	5%	1.292
3	100	10%	1.298
4	100	15%	1.308
5	100	20%	1.322

#### G. Pengaruh Penambahan Fly Ash pada Tanah Lempung Terhadap Nilai California Bearing Ratio (CBR).

Tabel 4.7

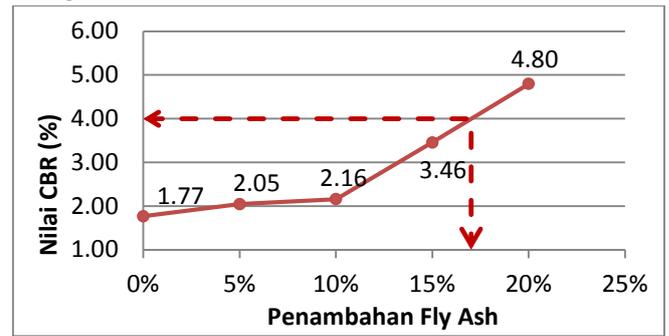
Besar Harga CBR Pada Variasi Penambahan Fly Ash

Benda uji	Campuran Benda Uji		Nilai CBR (%)	Nilai CBR (%)
	T. Lempung (%)	Fly Ash (%)		
			0,1"	0,2"
1	100	0%	1.22	1.77
2	100	5%	1.58	2.05
3	100	10%	1.60	2.16
4	100	15%	2.83	3.46
5	100	20%	4.00	4.80

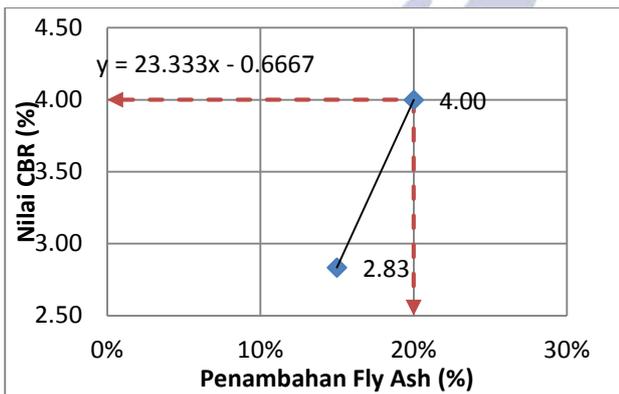


Grafik 4.7. Pengaruh penambahan Fly Ash terhadap harga nilai CBR Test pada penetrasi 0,1”

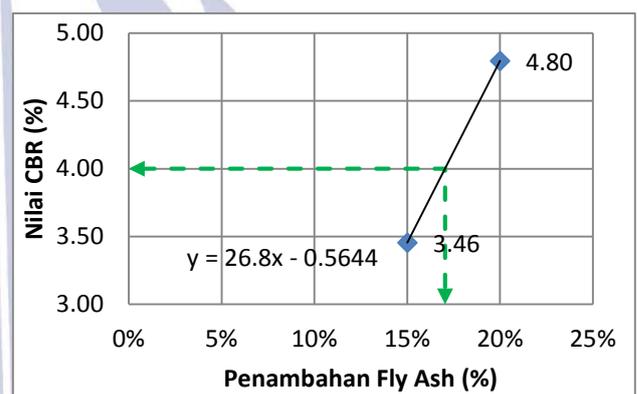
dibutuhkan penambahan Fly Ash 20% dari berat tanah kering



Grafik 4.9. Pengaruh penambahan Fly Ash terhadap harga nilai CBR Test pada penetrasi 0,2”



Grafik 4.8. Batas minimum penambahan Fly Ash pada penetrasi 0,1” untuk nilai CBR >4% pada tanah dasar (subgrade).



Grafik 4.10. Batas minimum penambahan Fly Ash pada penetrasi 0,2” untuk nilai CBR >4% pada tanah dasar (subgrade).

Pada tabel dan grafik 4.7 menunjukkan nilai California Bearing Ratio (CBR) pada tanah lempung mengalami kenaikan seiring dengan semakin banyak variasi penambahan Fly Ash, yaitu pada tanah asli penetrasi 0,1” (1.22%), pada tanah lempung + Fly Ash 5% penetrasi 0,1” (1.58%), tanah lempung + Fly Ash 10% penetrasi 0,1” (1.6%), tanah lempung + Fly Ash 15% penetrasi 0,1” (2.83%), dan campuran terakhir yaitu Tanah lempung + Fly Ash 20% penetrasi 0,1” (4.00%). Kadar air optimum dan kepadatan maksimum pada benda uji CBR didapat dari test Proctor. Sehingga dengan adanya variasi penambahan Fly Ash menyebabkan kepadatan maksimum tanah meningkat sehingga diikuti juga dengan meningkatnya nilai CBR. Jadi dapat disimpulkan, semakin besar dan banyak penambahan Fly Ash maka nilai CBR pun akan semakin naik pula.

Berdasarkan hasil grafik 4.8 menunjukkan bahwa untuk dapat memenuhi syarat batas minimum Subgrade suatu jalan nilai CBR 4% pada penetrasi 0,1”

Pada tabel dan grafik 4.7 menunjukkan nilai California Bearing Ratio (CBR) pada tanah lempung mengalami kenaikan seiring dengan semakin banyak variasi penambahan Fly Ash, yaitu pada tanah asli penetrasi 0,2” (1.77%), pada tanah lempung + Fly Ash 5% penetrasi 0,2” (2.05%), tanah lempung + Fly Ash 10% penetrasi 0,2” (2.16%), tanah lempung + Fly Ash 15% penetrasi 0,2” (3.46%) dan campuran terakhir yaitu Tanah lempung + Fly Ash 20% penetrasi 0,2” (4.80%). Kadar air optimum dan kepadatan maksimum pada benda uji CBR didapat dari test Proctor. Sehingga dengan adanya variasi penambahan Fly Ash menyebabkan kepadatan maksimum tanah meningkat sehingga diikuti juga dengan meningkatnya nilai CBR. Jadi dapat disimpulkan, semakin besar dan banyak penambahan Fly Ash maka nilai CBR pun akan semakin naik pula.

Berdasarkan hasil grafik 4.9 menunjukkan bahwa untuk dapat memenuhi syarat batas minimum Subgrade suatu jalan nilai CBR 4% pada penetrasi 0,2” dibutuhkan penambahan Fly Ash 17.02% dari berat tanah kering.

Syarat minimum untuk tanah dasar (*Subgrade*) suatu jalan nilai CBR 4% pada penetrasi 0,1” adalah penambahan *Fly Ash* sebanyak 20%, sedangkan untuk penetrasi 0,2” adalah sebanyak 17,03%. Jadi nilai efisien CBR yang digunakan untuk subgrade adalah penambahan *Fly Ash* sebanyak 20%.

#### SIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis data penilaian diatas, dapat disimpulkan bahwa:

1. Nilai CBR semakin meningkat seiring dengan semakin besar prosentase penambahan *Fly Ash* pada tanah lempung, yaitu besar nilai CBR pada prosentase *Fly Ash* (0%, 5%, 10%, 15%, 20%) penetrasi 0,1” (1.22%, 1.58%, 1.6%, 2.83%, 4.00%), sedangkan penetrasi 0,2” (1.77%, 2.05%, 2.16%, 3.46%, 4.8%).
2. Batas minimum untuk memenuhi persyaratan Subgrade (CBR 4%) pada penetrasi 0,1” dibutuhkan penambahan *Fly Ash* 20% dari tanah kering sedangkan pada penetrasi 0,2” dibutuhkan penambahan *Fly Ash* sebanyak 17,02%.
3. Nilai efisien untuk tanah dasar (*Subgrade*) dengan nilai CBR 4% yaitu pada penambahan *Fly Ash* sebanyak 20% untuk tanah lempung didaerah Randegansari Kabupaten Gresik.

#### SARAN

1. Tanah Lempung didaerah Randegansari Kabupaten Gresik dapat digunakan sebagai tanah dasar (*Subgrade*) dengan penambahan *Fly Ash* sebanyak 20%, karena telah memenuhi nilai efisien untuk CBR tanah dasar (*Subgrade*).
2. Perlu diadakan penelitian berkelanjutan pada tanah lempung di daerah lain, dengan menggunakan penambahan *Fly Ash* sebagai bahan stabilisasi.
3. Perlu diadakan penelitian berkelanjutan pada tanah lempung di daerah Randegansari Kabupaten Gresik dengan menggunakan penambahan bahan yang lain sebagai bahan.

Hidayat, Fajar. 2013. *Pengaruh Penambahan Kapur Gamping Madura Pada Tanah Merah Di Daerah Bangkalan Terhadap Nilai California Bearing Ratio (CBR)*. Skripsi tidak dipublikasikan.

M. Das Braja, Terjemahan B. Mochtar Indrasurya. 1998. *Mekanika Tanah Jilid 1 (Prinsip-prinsip Rekayasa Geoteknis)*. Jakarta : Erlangga.

Maulana, Pondy. 2013. *Pengaruh Penambahan Portland Cement Pada Tanah Merah Di Daerah Bangkalan Terhadap Nilai California Bearing Ratio (CBR) Test*. Skripsi tidak dipublikasikan.

Ridwan, Machfud. 2003. *Petunjuk Praktikum Mekanika Tanah I*. Surabaya : University Press.

Seta, Wijaya. 2011. *Perilaku tanah Ekspansif yang Dicampur Dengan Pasir Untuk Subgrade*. Skripsi tidak dipublikasikan.

Sherley, LH. 1994. *Geoteknik dan Mekanika Tanah*. Bandung : Nova.

SNI 1742. 2008. *Cara Uji Kepadatan Ringan Untuk Tanah*. Bandung.

SNI 1743. 2008. *Cara Uji Kepadatan Berat Untuk Tanah*. Bandung.

SNI 1744. 1989. *Cara Uji CBR Laboratorium*. Bandung.

Surat. 2011. *Analisis Struktur Pekerjaan jalan Di atas Tanah Ekspansif (Studi Kasus: Ruas jalan Purwodadi – Bloro)*. Skripsi tidak dipublikasikan.

Tim Penyusun. 2006. *Panduan Penulisan dan penilaian Skripsi*. Surabaya: University Press.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Andayani, Nur. 1994. *Panduan Praktikum Laboratorium Mekanika Tanah I*. Surabaya: Unversity Press.
- Hardiyatmo, C. Hary. 2010. *Stabilisasi Tanah untuk Perkerasan Jalan*. Yogyakarta. Gajah Mada University Press.
- Harisurningsih. 2003. *Mekanika Tanah I*. Surabaya : UNESA University Press.