

STABILISASI TANAH LEMPUNG MENGGUNAKAN *FLY ASH* TERHADAP NILAI CBR

Rama Indera Kusuma¹⁾, Enden Mina²⁾, Achmad Fauzi Irhamna³⁾

¹⁾²⁾ Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa
Jl. Jenderal Sudirman Km.3 Cilegon 42435.

E-mail : rama_sipil@yahoo.co.id, endenmina@yahoo.com

³⁾ Alumni Program Studi S-1 Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa
Jl. Jenderal Sudirman Km.3 Cilegon 42435

ABSTRAK

Dalam pelaksanaan membangun suatu jalan sering dijumpai kondisi tanah yang kurang baik dengan sifat kembang susut tinggi (Plastis) yang menyebabkan kerusakan pada struktur jalan sehingga menjadi bergelombang atau retak-retak.

Pada penelitian ini dilakukan beberapa pengujian yaitu pengujian fisik tanah dan pengujian CBR. Pengujian fisik tanah diantaranya analisa besar butir, hidrometer, berat jenis butir, kadar air, batas plastis, batas cair, dan pemadatan. Sedangkan pada pengujian CBR dilakukan dengan cara stabilisasi tanah menggunakan bahan aditif berupa *fly ash* dengan nilai CBR (*California Bearing Ratio*).

Hasil pengujian fisik tanah menunjukkan bahwa tanah tersebut masuk pada golongan tanah lempung tak organik dengan plastisitas tinggi (CH) dengan nilai lolos saringan no. 200 sebesar 67.27%, hidrometer kandungan lempung sebesar 65%, berat jenis = 2.74%, kadar air mula-mula = 35.974%, Batas Cair (LL) = 70.35%, Batas Plastis (PL) = 45%, indeks plastis (PI) = 25%, kadar air optimum = 35.8%, dan γ_d maksimum = 1.317 gr/cm³. Hasil pengujian CBR terlihat bahwa baik waktu pemeraman maupun presentasi *fly ash* yang diberikan pada material pengujian akan mempengaruhi presentasi nilai CBR. Terbukti dengan lamanya pemeraman selama 28 hari dan bahan campuran sebesar 30% menghasilkan nilai CBR hingga 36.35% .

Kata kunci: *Fly Ash*, Stabilisasi Tanah, *California Bearing Ratio* (CBR)

ABSTRACT

In the construction of street we often find adverse land contour with high shrinkage swelling that caused structure damage and becomes bumpy or cracked.

In the study conducted a few tests, that is soil physical test and CBR test. Included soil particle size analysis, hydrometer, grain density, water content, plastic limit, liquid limit, and compaction. In the CBR test using soil stabilization test with additives such as fly ash with CBR value.

The results of physics soil test describes that it is including high plasticity (CH) anorganic clay category with value of no. 200 sieve about 67.27%, hydrometer about 65% clay content, specific gravity = 2.74%, initial moisture content = 35.974%, liquid limit (LL) = 70.35%, plastic limit (PL) = 45%, plastic index (PI) = 25%, the optimum water content = 35.8%, and maximum γ_d = 1.317gr/cm³. CBR test results showing that both curing time and fly ash presentation which added to the test material will affect the presentation of CBR Value. Proved by the length of curing for 28 days and a mixture about 30% rise CBR value until 36.35% .

Key words: Fly Ash, Clay Stabilization, California Bearing Ratio (CBR)

1. PENDAHULUAN

Tanah adalah himpunan mineral, bahan organik, dan endapan-endapan yang relatif lepas (*loose*), yang terletak di atas batuan dasar (*bedrock*). Istilah pasir, lempung, lanau, atau lumpur digunakan untuk menggambarkan ukuran partikel pada batas yang telah ditentukan. Akan tetapi, istilah yang sama juga digunakan untuk menggambarkan sifat tanah yang khusus. Sebagai contoh, lempung

adalah jenis tanah yang bersifat kohesif dan plastis, sedangkan pasir digambarkan sebagai tanah yang tidak kohesif dan tidak plastis (Hardiyatmo, 1992). Sifat kohesif adalah tanah yang memiliki sifat lekatan antara butir-butir tanah yang mengandung lempung yang cukup banyak, dan sifat plastis adalah tanah yang expansive yaitu tanah ini memiliki kandungan lempung yang cukup tinggi

dengan demikian sangat mudah terpengaruh terhadap perubahan kadar air, dimana jika tanah tersebut kelebihan kadar airnya maka tanah tersebut akan mengembang dan jika tanah tersebut mengalami kekeringan air maka tanah tersebut akan mengalami penyusutan.

Dalam pelaksanaan membangun suatu jalan seringkali dijumpai kondisi tanah yang kurang baik karena tanah dasar untuk membuat jalan memiliki sifat kohesif dan memiliki kembang susut yang tinggi (plastis) yang menyebabkan kerusakan pada struktur jalan yang menjadikan jalan bergelombang atau retak – retak seperti yang terjadi di jalan Kp. Ciwangun Desa Sukajadi Kec. Cibaliung.

Menurut informasi warga setempat jalan ini belum pernah di perbaiki semenjak tahun 2001 dan tanah ini jika sedang kemarau mudah dilalui oleh kendaraan karena jalannya mengeras namun jika saat musim penghujan sangat lah sulit dilalui karena jalannya sangat licin karena tanah dasar pada jalannya memiliki sifat kohesif dan plastis yang sangat tinggi, untuk alasan ini lah peneliti ingin mengetahui jenis tanah pada jalan Kp. Ciwangun Desa Sukajadi Kec. Cibaliung dengan beberapa pengujian tanah dan jika tanah ini di stabilisasikan dengan bahan aditif, apakah nilai CBR (*California Bearing Ratio*) pada penetrasi 0.1” dan 0.2” berpengaruh lebih baik atau sebaliknya.

Ada beberapa metode stabilisasi tanah di laboratorium yaitu stabilisasi dengan kapur, stabilisasi dengan semen, stabilisasi dengan *fly ash*, dll. Pada penelitian kali ini peneliti memutuskan untuk menggunakan metode stabilisasi *fly ash* karena *fly ash* memiliki sifat seperti semen, dari segi biaya *fly ash* lebih murah, dan *fly ash* banyak di hasilkan dibanten.

Fly ash adalah limbah batu bara yang memiliki sifat seperti semen. Dalam dunia industri, *fly ash* biasanya mengacu pada abu yang dihasilkan selama pembakaran batu bara. *Fly ash* umumnya ditangkap oleh *Electrostatic Precipitators* atau peralatan filtrasi partikel lain sebelum gas buang mencapai cerobong asap batu bara pembangkit listrik, dan bersama-sama dikenal sebagai abu batu bara (*fly ash*). Produksi *fly ash* didunia pada tahun 2000 diperkirakan berjumlah 349 milyar ton. Penyumbangan produksi *fly ash* terbesar adalah sektor

pembangkit listrik. Produksi *fly ash* dari pembangkit listrik di Indonesia terus meningkat, pada tahun 2000 jumlahnya mencapai 1,66 milyar ton dan diperkirakan mencapai 2 milyar ton pada tahun 2006 (Putri, 2008). Selain banyak terdapat di indonesia yaitu dihasilkan oleh PLTU dan khususnya di PT Styrindo Mono Indonesia (PT. SMI) *fly ash* sangatlah murah dibandingkan dengan bahan tambah seperti semen, kapur, dll. Karena itu peneliti memilih *fly ash* sebagai bahan aditif untuk penelitian ini.

Pada penelitian kali ini dicoba stabilisasi tanah yang diambil dari jalan Cibaliung dengan menggunakan bahan aditif *fly ash* yang diambil dari sisa pembakaran batu bara di PT Styrindo Mono Indonesia (PT. SMI) terhadap nilai CBR pada penetrasi 0,1” dan 0,2”.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Istilah tanah dalam bidang mekanika tanah dimaksudkan untuk mencakup semua bahan dari tanah lempung (*clay*) sampai berangkal (batu-batu yang besar). Semua macam tanah ini secara umum terdiri dari tiga bahan, yaitu butiran tanahnya sendiri, serta air dan udara yang terdapat dalam ruangan antara butir-butir tersebut. Ruangan ini disebut pori (*voids*). Apabila tanah sudah benar-benar kering maka tidak akan ada air sama sekali dalam porinya. Keadaan semacam ini jarang ditemukan pada tanah yang masih dalam keadaan asli dilapangan. Air hanya dapat dihilangkan sama sekali dari tanah apabila kita ambil tindakan khusus untuk maksud itu, misalnya dengan memanaskan didalam oven.

Sebaliknya kita sering menemukan keadaan dimana pori tanah tidak mengandung udara sama sekali, jadi pori tersebut menjadi penuh terisi air. Dalam hal ini tanah dikatakan jenuh air (*fully saturated*). Tanah yang terdapat di bawah muka air hampir selalu dalam keadaan jenuh air. Teori-teori yang kita pergunakan dalam bidang mekanika tanah ini sebageian besar dimaksudkan untuk tanah yang jenuh air. Teori konsolidasi misalnya serta teori kekuatan geser tanah bergantung pada anggapan bahwa pori tanah hanya mengandung air dan sama sekali tidak mengandung udara. (Wesley, 1988).

Kebanyakan jenis tanah terdiri dari banyak campuran lebih dari satu macam ukuran partikelnya. Tanah lempung belum tentu

terdiri dari partikel lempung saja. Akan tetapi, dapat bercampur dengan butiran-butiran ukuran lanau maupun pasir dan mungkin juga terdapat campuran bahan organik. Ukuran partikel tanah dapat bervariasi dari lebih besar dari 100 mm sampai dengan lebih kecil dari 0,001 mm. (Hardiyatmo, 1992)

Analisis ukuran butiran tanah adalah penentuan persentase berat butiran pada satu unit saringan, dengan ukuran diameter lubang tertentu. (Hardiyatmo, 1992). Dalam analisis saringan, sejumlah saringan yang memiliki ukuran lubang berbeda-beda disusun dengan ukuran yang terbesar di atas yang kecil. Contoh tanah yang akan diuji dikeringkan dalam oven, gumpalan dihancurkan dan contoh tanah akan lolos melalui susunan saringan setelah saringan digetarkan. Tanah yang tertahan pada masing-masing saringan ditimbang dan selanjutnya dihitung persentase dari tanah yang tertahan pada saringan tersebut. Bila W_i adalah berat tanah yang tertahan pada saringan ke- i (dari atas susunan saringan) dan W adalah berat tanah total, maka persentase berat yang tertahan adalah:

$$\% \text{Berat Tertahan} = \frac{\text{Berat Tertahan}}{\text{Berat Tanah} + \text{Saringan}} \times 100\% \quad (1)$$

Distribusi ukuran butiran dari tanah berbutir halus dapat ditentukan dengan cara sedimentasi. Metode ini didasarkan pada Hukum Stokes, menurut Stokes; kecepatan mengendap butiran dapat ditentukan dengan persamaan berikut:

$$V = \frac{(\gamma_s - \gamma_w)}{18\mu} D^2 \quad (2)$$

Pengujian hidrometer adalah dengan memperhitungkan berat jenis suspensi yang tergantung dari berat butiran tanah dalam suspensi pada waktu tertentu. Pengujian ini juga disebut *wet analysis* karena dalam prosesnya menggunakan air yang dicampurkan dengan tanah yang diaduk kemudian dibairkan berdiri supaya butir-butir mengendap (Wesley, 1988).

Dalam perhitungan analisis Mekanika Tanah, berat jenis (*Spesifik Gravity*) dari butiran tanah padat sering dibutuhkan. Harga berat jenis tanah yang diperlukan dapat kita periksa atau diuji di laboratorium, sehingga kita dapat menentukan harga-harga G_s secara

akurat. Berat spesifik suatu tanah perlu diketahui karena di dalam tanah sendiri banyak mengandung berat spesifik mineral-mineral penting untuk diketahui berapa kadarnya. Mineral-mineral tersebut adalah *Montmorilonit, Illit, Kaolinite, Kwarsa, Limonite, Olivine, Clorit* dll. Dari kesemuanya itu keberadaannya akan mempengaruhi dalam penentuan suatu berat spesifik tanah itu sendiri yang nanti berhubungan dengan penggunaan tanah tersebut. Untuk menghitung besarnya G_s digunakan rumus :

$$G_s = \frac{W_2 - W_1}{(W_4 - W_1) - (W_3 - W_2)} \quad (3)$$

Setelah mendapatkan nilai G_s , maka kita dapat menentukan macam tanah dari berat jenis tanah tersebut dengan nilai-nilai berat jenis tanah sebagai berikut :

Tabel 1. Macam Tanah

Macam Tanah	Berat Jenis G
Kerikil	2,65 - 2,68
Pasir	2,65 - 2,68
Lanau anorganik	2,62 - 2,68
Lempung organik	2,58 - 2,65
Lempung anorganik	2,68 - 2,75
Humus	1,37
Gambut	1,25 - 1,8

Sumber : Hardiyatmo, 1992

Kadar air tanah ialah perbandingan berat air yang terkandung dalam tanah dengan berat kering tanah tersebut. Kadar air tanah dapat digunakan untuk menghitung parameter sifat-sifat tanah. Besarnya kadar air dihitung dengan rumus:

$$\text{Kadar Air} = \frac{W_1 - W_2}{W_2 - W_3} \quad (4)$$

Batas cair tanah adalah kadar air minimum di mana sifat suatu tanah berubah dari keadaan cair menjadi plastis. Besaran batas cair digunakan untuk menentukan sifat dan klasifikasi tanah.

Konsistensi dari lempung dan tanah-tanah kohesif lainnya sangat di pengaruhi oleh kadar air dari tanah, apabila suatu bubuk lempung secara pelan di keringkan melalui tahapan dari keadaan cair ke keadaan plastis dan akhirnya memasuki keadaan semi padat dan keadaan padat. Pada kadar air yang sangat tinggi, tanah berperilaku sebagai cairan encer yang mengalir dan tidak dapat mempertahankan bentuk tertentu. Kadar air paling rendah dimana tanah dalam keadaan

cair disebut batas cair (LL). Percobaan ini berfungsi untuk menentukan batas cair suatu contoh tanah. Menurut Santoso, Suprpto, Suryadi pada buku Dasar Mekanika Tanah halaman 17 bahwa:

1. Plastisitas rendah $LL < 35\%$
2. Plastisitas sedang $LL 35\% - 50\%$
3. Plastisitas Tinggi $LL > 50\%$

Batas plastis (*plastic limit/PL*) adalah kadar air dimana suatu tanah berubah dari keadaan plastis keadaan semi solid. Metode penggelangan dapat dilakukan dengan telapak tangan atau dengan alat penggeleng batas plastis (prosedur alternatif). Benda uji yang mengalami retakan setelah mencapai diameter 3 mm, diambil untuk diukur kadar airnya. Kadar air yang dihasilkan dari pengujian tersebut merupakan batas plastis tanah tersebut.

Maka dari pemeriksaan batas plastis ialah untuk menentukan kadar air suatu tanah pada keadaan batas plastis. Batas ini merupakan batas terendah dari tingkat keplastisan tanah. Angka Indeks Plastisitas tanah didapat setelah pengujian Batas Cair dan Batas Plastis selesai dilakukan. Angka Indeks Plastisitas Tanah merupakan selisih angka Batas Cair (*liquid limit, LL*) dengan Batas Plastis (*plastic limit, PL*).

$$PI = LL - PL \quad (5)$$

Adapun menurut Atterbeg batasan mengenai indeks plastis, sifat, macam tanah dan kohesinya dapat dilihat pada Tabel 2 sebagai berikut:

Tabel 2. Nilai Indeks Plastisitas dan Macam Tanah

PI	Sifat	Macam Tanah	Kohesi
0	Non plastis	Pasir	Non Kohesif
<7	Plastisitas rendah	Lanau	Kohesif sebagian
7-17	Plastisitas sedang	Lempung Berlanau	Kohesif
>17	Plastisitas Tinggi	Lempung	Kohesif

Sumber : Hardiyatmo 1992

Tanah yang mempunyai kecepatan terhadap pengaruh air sangat mudah mengembang dan akan cepat merusak struktur yang ada di atasnya. Potensi pengembangan (*swelling potensial*) tanah lempung sangat erat kaitannya dengan indeks plastisitas, sehingga tanah khususnya tanah lempung dapat diklasifikasikan sebagai tanah yang mempunyai potensi mengembang tertentu yang didasarkan oleh indeks plastisitasnya (Chen, 1975).

Pada system *Unified*, suatu tanah diklasifikasikan kedalam tanah berbutir kasar (kerikil & pasir) jika lebih dari 50% tinggal dalam saringan no. 200 dan sebagai tanah berbutir halus (lanau & lempung) jika lebih dari 50% lewat saringan no. 200.

Pemadatan adalah suatu proses di mana udara pada pori-pori tanah dikeluarkan dengan salah satu cara mekanis yang digunakan untuk memadatkan tanah. Tanah merupakan material yang terdiri dari agregat (butiran), beberapa mineral - mineral padat yang tidak tersedimentasi terikat secara kimia satu sama lain dan dari bahan - bahan organik

yang telah melapuk disertai dengan zat cair dan gas yang mengisi ruang - ruang kosong diantara partikel - partikel padat tersebut.

Stabilisasi tanah adalah alternatif yang dapat diambil untuk memperbaiki sifat-sifat tanah yang ada. Pada prinsipnya stabilisasi tanah merupakan suatu penyusunan kembali butir-butir tanah agar lebih rapat dan mengunci. Tanah dibuat stabil agar jika ada beban yang lewat, tidak terjadi penurunan (*settlement*). Menurut Bowles (1989), stabilitas dapat terdiri dari salah satu tindakan sebagai berikut :

1. Menambah kerapatan tanah.
2. Menambah material yang tidak aktif sehingga mempertinggi kohesi atau tahanan geser.
3. Menambah material untuk menyebabkan perubahan-perubahan kimiawi dan fisik dari material tanah.
4. Menurunkan muka air tanah, dan
5. Mengganti tanah-tanah yang buruk.

Fly ash (abu terbang) merupakan produk sisa dari pembakaran batubara yang dipisahkan dari saluran pembuangan gas

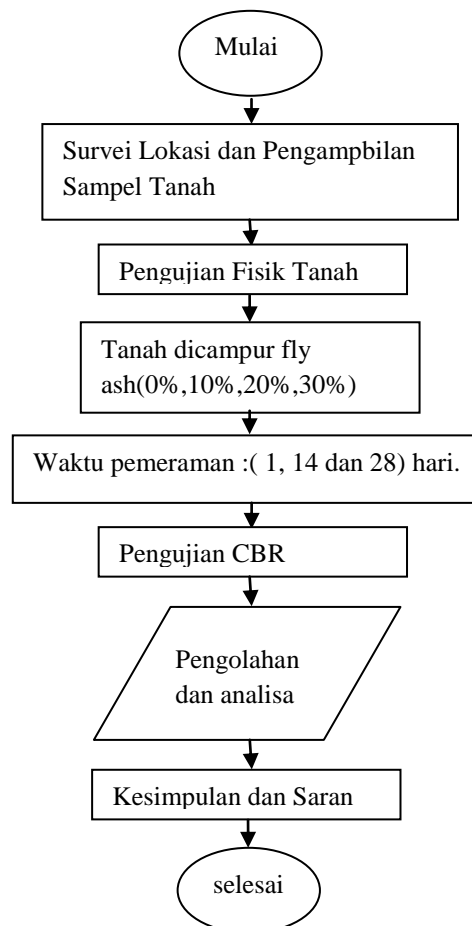
batubara pada suatu *power plant* menggunakan *precipitator*. *Fly ash* ini tentu saja dapat menyebabkan polusi jika dibiarkan menumpuk begitu saja. Berdasarkan hasil penelitian, ternyata *fly ash* ini dapat dimanfaatkan diberbagai bidang, salah satunya sebagai material penguat (*reinforcement*) dalam *metal matrix composite (MMC)*.

CBR adalah perbandingan antara beban penetrasi suatu bahan terhadap bahan standar dengan kedalaman dan kecepatan penetrasi yang sama. Metode ini mengkombinasikan percobaan pembebanan penetrasi di Laboratorium atau di Lapangan dengan rencana Empiris. Hal ini digunakan sebagai metode perencanaan perkerasan lentur (*flexible pavement*) suatu jalan. Tebal suatu bagian perkerasan ditentukan oleh nilai CBR.

3. METODOLOGI PENELITIAN

Untuk metode penelitian dilakukan beberapa tahapan yaitu; a.) pendahuluan, yang meliputi studi literatur baik karya ilmiah

maupun penelitian yang telah dilakukan terdahulu yang selanjutnya menjadi bahan pertimbangan dalam menentukan tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian kali ini yaitu stabilisasi tanah menggunakan *fly ash* terhadap nilai daya dukung CBR (Study Kasus Jalan Cibaliung). Tahapan selanjutnya yaitu b.) Survey lokasi dan pengambilan sampel tanah di Kp. Ciwangun Desa Sukajadi Kec. Cibaliung dan pengambilan *fly ash* dari PT Styrimdo Mono Indonesia, Merak. Tahapan berikutnya yaitu c.) Proses pengujian fisik tanah yang terdiri dari analisa besar butiran, berat jenis tanah menggunakan hidrometer, kadar air, batas plastis, batas cair dan pematatan. d.) Stabilisasi tanah yang dilakukan melalui proses kimiawi dengan cara mencampurkan *fly ash* dengan tanah dengan presentase mulai dari 0%, 10%, 20% dan 30%. e.) Pemeraman tanah yang sudah dicampur *fly ash* dengan variasi waktu pemeraman 1 hari, 14 hari dan 28 hari. f.) Pengujian CBR. Tahapan penelitian terangkum dalam diagram alur berikut:



Gambar 1. Bagan alir penelitian

4. ANALISA DAN PEMBAHASAN

Untuk pengujian fisik tanah dari Kp. Ciwangun Desa Sukajadi Kec. Cibaliung terdiri dari analisa besar butir, hidrometer, berat jenis butir, kadar air, batas plastis, batas cair, dan pemadatan yang dilakukan pengujian di

laboratorium Binamarga serang dengan hasil analisa sebagai berikut :

a. Analisa besar butir

Hasil pengujian analisa besar butir pada tanah Kp. Ciwangun Desa Sukajadi Kec. Cibaliung terlihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil pengujian analisa saringan

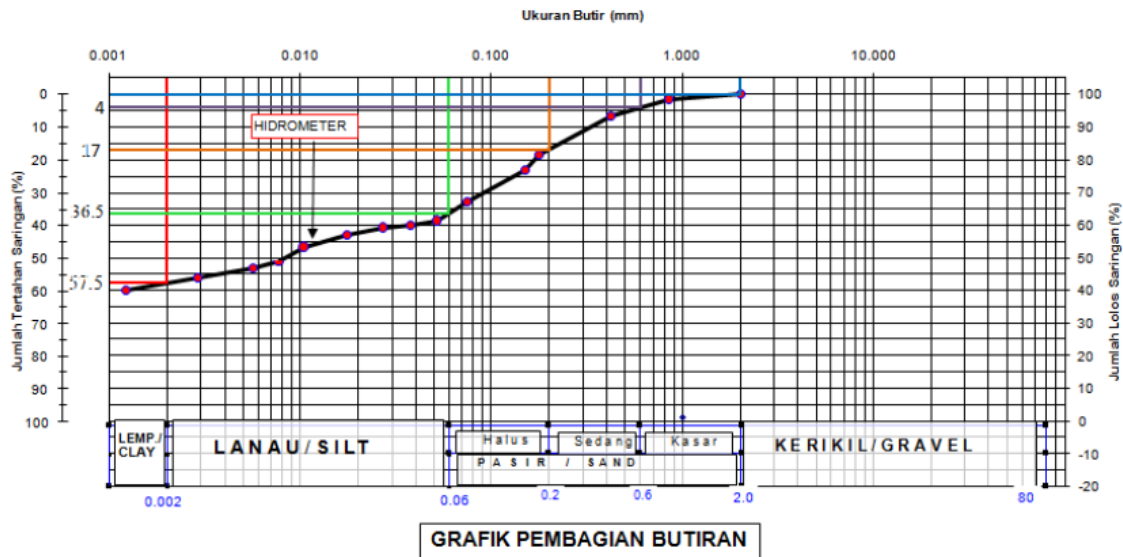
Saringan Nomor	Berat Tertahan	Kumulatif berat tertahan	Prosentase	
			Tertahan	Lolos saringan
10	0.00	0.00	0.00	100
20	1.9	1.9	1.73	98.27
40	5.5	7.4	6.73	93.27
80	13	20.4	18.55	81.45
100	5	25.4	23.09	76.91
200	10.6	36	32.73	67.27

Menurut sistem Tabel 4. Klasifikasi Tanah Sistem *Unified* dari data yang di dapat pada hasil dari Tabel 7 bahwa tanah Kp. Ciwangun Desa Sukajadi Kec. Cibaliung termasuk tanah berbutir halus dengan lolos

saringan no 200 lebih dari 50 % yaitu sebesar 67.27 %.

b. Analisa Hidrometer

Hasil pengujian hidrometer pada tanah Kp. Ciwangun Desa Sukajadi Kec. Cibaliung terlihat pada Gambar 2 dibawah ini:



Gambar 2. Grafik hasil pengujian hidrometer

Dari Gambar 2 didapat bahwa untuk kandungan pasir kasar sebanyak 4 %, pasir sedang sebanyak 13 %, pasir halus sebanyak 19.5 %, Lanau sebanyak 21 %, dan lempung sebanyak 42.5%.

halus yang tersusun dari mineral-mineral yang dapat mengembang dan tanah ini sebagian besar terdiri dari partikel mikroskopis (yang berukuran sangat kecil) dan sub-mikroskopis (tak dapat dilihat, hanya dengan mikroskop). Berukuran lebih kecil dari 0,002 mm (2 *micron*).

Maka dapat disimpulkan bahwa tanah Kp. Ciwangun Desa Sukajadi Kec. Cibaliung termasuk tanah lempung dengan persentase lempung sebesar 65 % terlihat pada Gambar 2. Lempung (*clay*) merupakan tanah berbutir

c. Analisa berat jenis butir

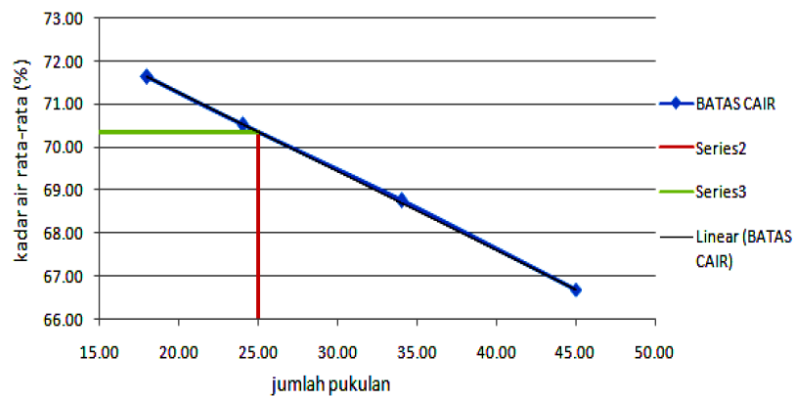
Hasil pengujian berat jenis butir pada tanah Kp. Ciwangun Desa Sukajadi Kec. Cibaliung terlihat pada Tabel 6 dibawah ini:

Menurut buku Tabel 2. Macam Tanah menerangkan bahwa tanah Kp. Ciwangun Desa Sukajadi Kec. Cibaliung termasuk tanah lempung tak organik dengan berat jenis antara 2.68 – 2.75 yaitu dengan nilai 2.74 gr. Tanah

tak organik merupakan tanah yang didominasi oleh mineral, mineral ini membentuk partikel pembentuk tanah. Tekstur tanah ini ditentukan oleh komposisi 3 partikel pembentuk tanah yaitu diantaranya pasir, lanau, dan lempung.

Hasil pengujian laboratorium didapatkan nilai kadar air mula-mula pada tanah Kp. Ciwangun Desa Sukajadi Kec. Cibaliung sebesar 15.749 %.

d. Analisa batas cair (LL)



Gambar 2. Grafik hasil pengujian batas cair (LL)

Dari Gambar 2, diatas didapat nilai batas cair pada tanah Kp. Ciwangun Desa Sukajadi Kec. Cibaliung sebesar (LL) 70.35 %. Menurut Santoso, Suprpto, Suryadi pada buku Dasar Mekanika Tanah halaman 17 bahwa:

Plastisitas rendah $LL < 35 \%$

Plastisitas sedang $LL 35 \% - 50 \%$

Plastisitas Tinggi $LL > 50 \%$

Maka dapat disimpulkan bahwa tanah di Kp. Ciwangun Desa Sukajadi Kec. Cibaliung memiliki plastisitas tinggi dengan batas cair (LL) $> 50 \%$ yaitu sebesar $LL = 70.35 \%$.

e. Analisa batas plastis

Hasil Pengujian laboratorium didapatkan pada tanah Kp. Ciwangun Desa Sukajadi Kec. Cibaliung nilai kadar air batas plastis (PL) adalah 45 %.

Dari hasil pengujian batas cair (LL) pada Tabel dengan nilai $LL = 70.35 \%$ dan batas plastis (PL) pada Tabel dengan nilai $PL = 45\%$ maka didapat indeks plastis (PI) sebesar :

$$PI = LL - PL$$

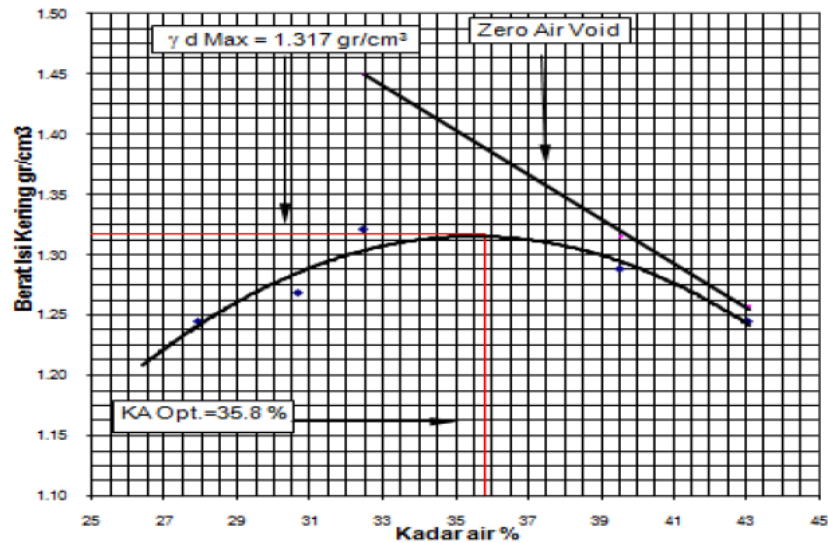
$$PI = 70.35 \% - 45\% = 25.35\% = 25\%$$

Maka nilai Indeks Plastis (PI) didapat sebesar 25%. Menurut Tabel 2. Nilai indeks plastisitas dan macam tanah menerangkan bahwa indeks plastis $PI > 17 \%$ termasuk tanah lempung yang memiliki sifat plastisitas tinggi.

Menurut Klasifikasi Tanah Sistem *Unified* menerangkan bahwa tanah Kp. Ciwangun Desa Sukajadi Kec. Cibaliung termasuk tanah Lanau tak organik atau pasir halus diatomae, lanau elastic (MH) atau Lempung tak organik dengan plastisitas tinggi, lempung gemuk (fat clays).

Dari hasil pengujian analisa butiran, hydrometer, berat jenis butir, kadar air, batas plastis, dan batas cair dapat disimpulkan bahwa tanah Kp. Ciwangun Desa Sukajadi Kec. Cibaliung termasuk pada golongan tanah lempung tak organik dengan plastisitas tinggi (CH).

f. Hasil Uji Pemadatan



Gambar 3. Grafik Uji pemadatan tanah

Hasil pengujian laboratorium analisa pemadatan pada Gambar 3, di dapat nilai kadar air optimum sebesar 35,8 % dan γd maksimum sebesar 1,317 gr/cm^3 . Didapat kadar air untuk campuran pengujian CBR sebesar:

Kadar air CBR = 35.8% - kadar air mula-mula setelah penjemuran

Kadar air CBR = 35.8% - 15.7 = 20.1%.

Hasil pengujian bahan campuran

Untuk mencampur bahan campuran untuk setiap pengujian CBR pada tanah Kp. Ciwangun Desa Sukajadi Kec. Cibaliung dengan cara menyiapkan tanah sebanyak 5000 gr, *fly ash* sebanyak 0%, 10%, 20%, dan 30% dari banyaknya tanah, dan air suling yang ada di lab Binamarga serang sebanyak 20.1% sesuai yang telah di perhitungkan dari pemadatan. Pemeriksaan terhadap *fly ash* dilakukan secara visual yaitu *fly ash* yang berwarna hitam serta kehalusan butirannya lolos saringan no 200. Perhitungan untuk menentukan banyaknya *fly ash* sebagai berikut:

Untuk 0 %

0 % x 5000 gr = 0 gr

Untuk 10 %

10 % x 5000 gr = 500 gr

Untuk 20 %

20 % x 5000 gr = 1000 gr

Untuk 30 %

30 % x 5000 gr = 1500 gr

Pemeriksaan terhadap air dilakukan secara visual yaitu air harus bersih, tidak mengandung lumpur, minyak dan garam sesuai dengan persyaratan air untuk minum. Untuk penambahan air untuk pengujian CBR sebanyak 20.1% x 5000gr = 1005 ml.

Hasil pengujian CBR

1. Nilai CBR dengan Persentase *Fly Ash* terhadap lama pemeraman

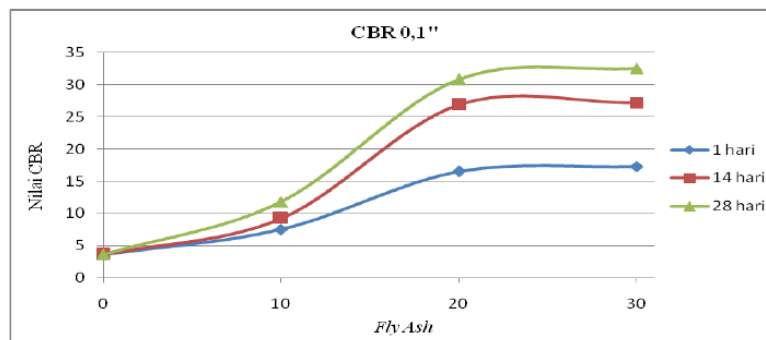
Untuk nilai CBR dengan Persentase *Fly Ash* terhadap lama pemeraman dapat dilihat dari Tabel di bawah ini:

Tabel 4. Nilai CBR terhadap variasi campuran *fly ash*

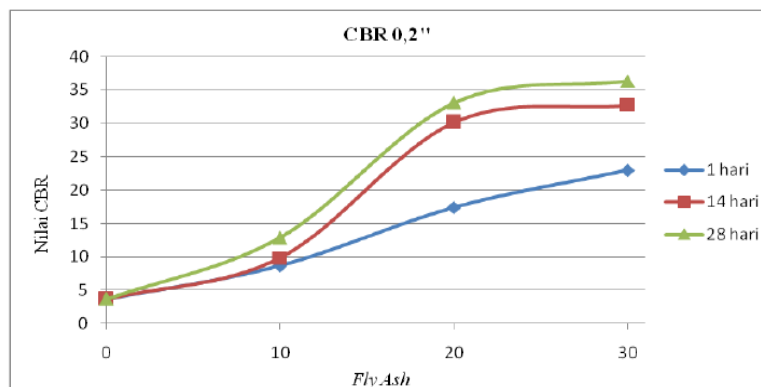
Waktu Pemeraman (hari)	Fly Ash (%)	CBR 0.1" (%)	CBR 0.2" (%)
1	0	3.6	3.7
1	10	7.5	8.7
1	20	16.5	17.45
1	30	17.3	23
14	0	3.6	3.7
14	10	9.25	9.9
14	20	26.9	30.2
14	30	27.2	32.7
28	0	3.6	3.7
28	10	11.8	12.9
28	20	30.8	33.1
28	30	32.5	36.35

Dari Tabel 4 hasil pengujian diatas menunjukkan bahwa banyaknya penambahan *fly ash* memberikan pengaruh yang sangat besar pada peningkatan nilai CBR. Pada penetrasi 0.1" untuk hari ke-1 menghasilkan nilai CBR 17.3% yaitu meningkatkan nilai CBR hingga 480.5% dari tanah dasarnya sebesar 3.6%, untuk hari ke-14 menghasilkan nilai CBR 27.2% yaitu meningkatkan nilai CBR hingga 755.5% dari tanah dasarnya sebesar 3.6%, dan untuk hari ke-28 menghasilkan nilai CBR 32.5% yaitu

meningkatkan nilai CBR hingga 902.8% dari tanah dasarnya sebesar 3.6%. Pada penetrasi 0.2" untuk hari ke-1 menghasilkan nilai CBR 23% yaitu meningkatkan nilai CBR hingga 621.6% dari tanah dasarnya sebesar 3.7%, untuk hari ke-14 menghasilkan nilai CBR 32.7% yaitu meningkatkan nilai CBR hingga 883.8% dari tanah dasarnya sebesar 3.7%, dan untuk hari ke-28 menghasilkan nilai CBR 36.35% yaitu meningkatkan nilai CBR hingga 982.4% dari tanah dasarnya sebesar 3.7%.



Gambar 4. Grafik Nilai CBR 0,1" terhadap variasi campuran *fly ash*



Gambar 5. Grafik Nilai CBR 0,2" terhadap variasi campuran *fly ash*

Pada Gambar 4 dan Gambar 5 grafik diatas merupakan hasil pengujian presentase nilai CBR untuk penetrasi 0,1” dan penetrasi 0,2” berdasarkan waktu pemeraman. Gambar 4 dan Gambar 5 diatas dapat diketahui bahwa untuk waktu pemeraman 1 hari dengan penambahan presentase *Fly Ash* secara bertahap akan meningkatkan presentase nilai CBR meskipun tidak terlalu signifikan. Sedangkan untuk waktu pemeraman 14 dan 28 hari mampu meningkatkan presentase nilai CBR cukup besar pada setiap tahapan penambahan presentasi *Fly Ash*. Presentase nilai CBR yang paling besar terlihat pada hari ke 28. Maka dapat disimpulkan bahwa pada

hari pertama nilai CBR tidak begitu signifikan dibandingkan pada hari ke-14 dan pada hari ke-28 nilai CBR terlihat sudah maksimal.

2. Nilai CBR dengan lama pemeraman terhadap Presentase *Fly Ash*

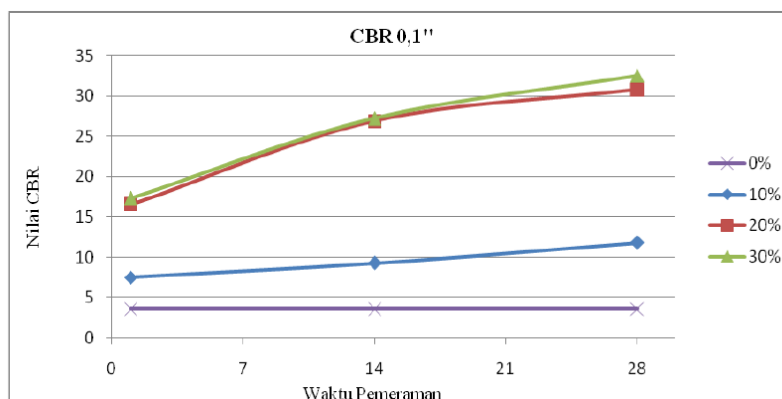
Untuk nilai CBR dengan lama pemeraman terhadap Presentase *Fly Ash* dapat dilihat dari Tabel di bawah ini:

Tabel 5. Nilai CBR terhadap waktu pemeraman

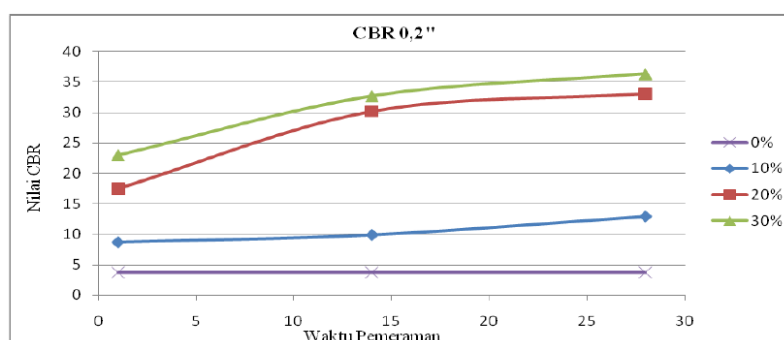
Waktu Pemeraman (hari)	<i>Fly Ash</i> (%)	CBR 0.1" (%)	CBR 0.2" (%)
1	0	3.6	3.7
14	0	3.6	3.7
28	0	3.6	3.7
1	10	7.5	8.7
14	10	9.25	9.9
28	10	11.8	12.9
1	20	16.5	17.45
14	20	26.9	30.2
28	20	30.8	33.1
1	30	17.3	23
14	30	27.2	32.7
28	30	32.5	36.35

Dari Tabel 5 hasil pengujian diatas menunjukkan bahwa lama pemeraman dapat memberikan pengaruh yang sangat besar pada peningkatan nilai CBR. Pada penetrasi 0.1” untuk penambahan *fly ash* 0% menghasilkan nilai CBR 3.6% dan tidak menunjukkan kenaikan nilai CBR, untuk penambahan *fly ash* 10% menghasilkan nilai CBR 11.8% yaitu meningkatkan nilai CBR hingga 157.3% dari tanah hari pertama dengan nilai CBR 7.5%, untuk penambahan *fly ash* 20% menghasilkan nilai CBR 30.8% yaitu meningkatkan nilai CBR hingga 186.7% dari tanah hari pertama dengan nilai CBR 16.5%, dan untuk penambahan *fly ash* 30% menghasilkan nilai CBR 32.5% yaitu meningkatkan nilai CBR

hingga 187.9% dari tanah hari pertama dengan nilai CBR 17.3%. Pada penetrasi 0.2” untuk penambahan *fly ash* 0% menghasilkan nilai CBR 3.7% dan tidak menunjukkan kenaikan nilai CBR, untuk penambahan *fly ash* 10% menghasilkan nilai CBR 12.9% yaitu meningkatkan nilai CBR hingga 148.3% dari tanah hari pertama dengan nilai CBR 8.7%, untuk penambahan *fly ash* 20% menghasilkan nilai CBR 33.1% yaitu meningkatkan nilai CBR hingga 189.7% dari tanah hari pertama dengan nilai CBR 17.45%, dan untuk penambahan *fly ash* 30% menghasilkan nilai CBR 36.35% yaitu meningkatkan nilai CBR hingga 158.1% dari tanah hari pertama dengan nilai CBR 23%.



Gambar 6. Grafik Nilai CBR 0,1" terhadap waktu pemeraman



Gambar 7. Grafik Nilai CBR 0,2" terhadap waktu pemeraman

Pada Gambar 6 dan Gambar 7 grafik diatas merupakan hasil pengujian presentase nilai CBR untuk penetrasi 0,1" dan penetrasi 0,2" berdasarkan banyaknya penambahan bahan campuran *fly ash*. Gambar 14 dan Gambar 15 diatas dapat diketahui bahwa untuk presentase *Fly Ash* sebesar 10% dengan peningkatan waktu pemeraman yang sama dapat meningkatkan presentase nilai CBR meskipun nilainya relatif kecil. Peningkatan presentase nilai CBR yang besar diperoleh pada presentase *Fly Ash* sebesar 20% dan 30% dengan waktu pemeraman yang sama.

Dari semua data hasil pengujian presentase nilai CBR diatas dapat disimpulkan

5. KESIMPULAN DAN SARAN

a. Kesimpulan

Berdasarkan dari hasil penelitian laboratorium didapat kesimpulan sebagai berikut:

- 1) Hasil pengujian fisik tanah menunjukkan bahwa tanah tersebut masuk pada golongan tanah lempung tak organik dengan plastisitas tinggi (CH) berpedoman pada tabel *system classification unified*. Karena tanah ini

bahwa baik waktu pemeraman maupun presentase *Fly Ash* yang diberikan pada material pengujian akan mempengaruhi presentasi nilai CBR. Pengaruh tersebut adalah berupa peningkatan presentasi nilai CBR yang dapat diperoleh dengan penambahan waktu pemeraman dan penambahan presentase *Fly Ash* secara bertahap pada material pengujian. Terbukti dengan lamanya pemeraman 28 hari dan banyaknya bahan campuran sebesar 30% menghasilkan nilai CBR hingga 36.35% yaitu meningkatkan nilai CBR hingga 982.4% dari tanah dasarnya sebesar 3.7%.

termasuk golongan tanah lempung yang memiliki plastisitas tinggi maka tanah ini harus di rekayasa dengan cara di stabilkan dan stabilisasi dilakukan menggunakan bahan campuran *fly ash*.

- 2) Hasil pengujian CBR sebagai berikut :
 - a) Hasil pengujian CBR menunjukkan bahwa banyaknya penambahan *fly ash* memberikan pengaruh yang sangat besar pada peningkatan nilai CBR. Pada penetrasi 0,1" untuk hari

ke-1 menghasilkan nilai CBR 17.3% yaitu meningkatkan nilai CBR hingga 480.5% dari tanah dasarnya sebesar 3.6%, untuk hari ke-14 menghasilkan nilai CBR 27.2% yaitu meningkatkan nilai CBR hingga 755.5% dari tanah dasarnya sebesar 3.6%, dan untuk hari ke-28 menghasilkan nilai CBR 32.5% yaitu meningkatkan nilai CBR hingga 902.8% dari tanah dasarnya sebesar 3.6%. Pada penetrasi 0.2” untuk hari ke-1 menghasilkan nilai CBR 23% yaitu meningkatkan nilai CBR hingga 621.6% dari tanah dasarnya sebesar 3.7%, untuk hari ke-14 menghasilkan nilai CBR 32.7% yaitu meningkatkan nilai CBR hingga 883.8% dari tanah dasarnya sebesar 3.7%, dan untuk hari ke-28 menghasilkan nilai CBR 36.35% yaitu meningkatkan nilai CBR hingga 982.4% dari tanah dasarnya sebesar 3.7%.

- b) Hasil pengujian CBR menunjukkan juga bahwa lama pemeraman dapat memberikkan pengaruh yang sangat besar pada peningkatan nilai CBR. Pada penetrasi 0.1” untuk penambahan *fly ash* 0% menghasilkan nilai CBR 3.6% dan tidak menunjukkan kenaikan nilai CBR, untuk penambahan *fly ash* 10% menghasilkan nilai CBR 11.8% yaitu meningkatkan nilai CBR hingga 157.3% dari tanah hari pertama dengan nilai CBR 7.5%, untuk penambahan *fly ash* 20% menghasilkan nilai CBR 30.8% yaitu meningkatkan nilai CBR hingga 186.7% dari tanah hari pertama dengan nilai CBR 16.5%, dan untuk penambahan *fly ash* 30% menghasilkan nilai CBR 32.5% yaitu meningkatkan nilai CBR hingga 187.9% dari tanah hari pertama dengan nilai CBR 17.3%. Pada penetrasi 0.2” untuk penambahan *fly ash* 0% menghasilkan nilai CBR 3.7% dan tidak menunjukkan kenaikan nilai CBR, untuk penambahan *fly ash* 10% menghasilkan nilai CBR 12.9% yaitu meningkatkan nilai CBR

hingga 148.3% dari tanah hari pertama dengan nilai CBR 8.7%, untuk penambahan *fly ash* 20% menghasilkan nilai CBR 33.1% yaitu meningkatkan nilai CBR hingga 189.7% dari tanah hari pertama dengan nilai CBR 17.45%, dan untuk penambahan *fly ash* 30% menghasilkan nilai CBR 36.35% yaitu meningkatkan nilai CBR hingga 158.1% dari tanah hari pertama dengan nilai CBR 23%.

- c) Karena pada hari ke-28 dan pada penambahan *fly ash* 30% menghasilkan nilai CBR sebesar 36.35% maka dengan naiknya nilai CBR pelayanan pada jalan Kp. Ciwangun Desa Sukajadi Kec. Cibaliung akan semakin lama.

b. Saran

- 1) Setiap tanah dasar pada jalan tiap daerah memiliki jenis tanah dan nilai CBR yang berbeda-beda maka harus dilakukan pengujian terlebih dahulu seperti pengujian sifat fisik tanah dan pengujian CBR.
- 2) Kajian ini dapat dilanjutkan dengan menambahkan campuran material lain selain *Fly Ash* berupa bahan campuran lainnya seperti *Fly Ash* + abu sekam, *Fly Ash* + serbuk gipsum, dll.
- 3) Kajian ini dapat dilanjutkan dengan menambahkan kadar *Fly Ash* lebih dari 30% dan menambah waktu perawatannya lebih dari 28 hari untuk mendapatkan nilai optimum pada penelitian ini.
- 4) Kajian ini dapat dilanjutkan dengan menambahkan penentuan *swelling* dengan cara metode CBR laboratorium rendaman.
- 5) Untuk Penelitian selanjutnya disarankan melihat pengaruh stabilisasi tanah terhadap parameter kekuatan tanah seperti sudut geser tanah dan kuat geser tanahnya.
- 6) Untuk penelitian selanjutnya disarankan mencari kadar air optimum tiap volume campuran *fly ash* dan tanah yang akan digunakan sebagai bahan dasar campuran *fly ash* dan tanah.

6. DAFTAR PUSTAKA

- Bowles, Joseph. (1989). Sifat-sifat fisis dan Geoteknis Tanah. Terjemahan Johan K. Hainim Jakarta : Penerbit Erlangga.
- Chen, F. H. (1975). *Foundnation on Expansive Soil*. New York : Elsevier Science Publishing Company.
- Hardiyatmo, Hary C. (1992). Mekanika Tanah 1, Jakarta : PT. Gramedia Pustaka Utama.
- Hardiyatmo, Hary C. (1994). Mekanika Tanah 2, Jakarta : PT. Gramedia Pustaka Utama.
- Lashari, 2000. Pengaruh Campuran Kapur dan Bubuk Bata Merah pada Sifat Mekanis Tanah Lempung Grobogan. Tesis UGM Yogyakarta.
- Putri, Marinda. (2008). Abu Terbang Batubara sebagai Adsorben. Majari Magazine.
- Risman. (2008). Kajian Kuat Geser dan CBR Tanah Lempung yang Distabilisasi dengan Abu Terbang dan Kapur. Wahana Teknik Sipil, Volume XIII No. 2, Agustus, Halaman 99-110.
- Santoso, Budi. Suprpto, Heri. S, Suryadi H. (1998). Dasar Mekanika Tanah : Gunadarma.
- SNI 03-1742-1989, Metode pengujian tentang kepadatan ringan untuk tanah.
- SNI 03-1744-1989, Metode pengujian tentang CBR laboratorium.
- SNI 03-1964-1990, Metode Pengujian tentang berat jenis tanah.
- SNI 03-1965-1990, Metode pengujian tentang kadar air tanah.
- SNI 03-1966-1990, Metode pengujian tentang batas plastis tanah.
- SNI 03-1967-1990, Metode pengujian tentang batas cair tanah.
- SNI 03-1968-1990, Metode pengujian tentang analisis saringan agregat halus dan kasar.
- SNI 03-3423-1994, Metode pengujian analisis ukuran butir tanah dengan alat hidrometer.
- Sulistiyowati, T. (2006). Pengaruh Stabilisasi Tanah Lempung Ekspansif dengan *Fly Ash* Terhadap Nilai Daya Dukung CBR. e-journal FT UNRAM, Volume II No. 1, April, Halaman 77-83.
- Wardani, Sri Prabandiyani Retno (2008). Pemanfaatan Limbah Batubara (*fly ash*) untuk stabilisasi tanah maupun keperluan teknik sipil lainnya dalam mengurangi pencemaran Lingkungan.
- Warsiti. (2009). Meningkatkan CBR dan Memperkecil *Swelling* Tanah Sub-Grade dengan Metode Stabilisasi Tanah dan Kapur. Wahana Teknik Sipil, Volume XIV No. 1, April, Halaman 38-45.
- Wesley, L.D. (1988). Mekanika Tanah, Jakarta Selatan : Pekerjaan Umum.
- <http://www.pu.go.id/satminkal/itjen/peraturan/sni/SNI%2003-1742-1989.pdf>
- <http://www.pu.go.id/satminkal/itjen/peraturan/sni/SNI%2003-1744-1989.pdf>
- <http://www.pu.go.id/satminkal/balitbang/sni/buat%20web/RSNI%20CD/RSNI%20CD/Pusjatan/Revisi%20SNI%2003-1964-1990.pdf>
- <http://www.pu.go.id/satminkal/balitbang/sni/buat%20web/RSNI%20CD/RSNI%20CD/Pusjatan/Revisi%20SNI%2003-1965-1990.pdf>
- <http://www.pu.go.id/satminkal/balitbang/sni/buat%20web/RSNI%20CD/RSNI%20CD/Pusjatan/Revisi%20SNI%2003-1966-1990.pdf>
- <http://www.pu.go.id/satminkal/itjen/peraturan/sni/SNI%2003-1967-1990.pdf>
- <http://www.pu.go.id/satminkal/itjen/peraturan/sni/SNI%2003-1968-1990.pdf>
- <http://www.pu.go.id/satminkal/itjen/peraturan/sni/SNI%2003-3423-1994.pdf>