

PENGARUH CAMPURAN LIMBAH BATUBARA (*FLY ASH*) TERHADAP SIFAT PLASTISITAS TANAH BERDASARKAN UJI CONE PENETROMETER

Nanda sari¹, R. M. Rustamaji², Aprianto³

^{1.} Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Tanjungpura Pontianak

^{2.} Dosen Teknik Sipil, Universitas Tanjungpura Pontianak

^{3.} Email : nandasari827@gmail.com

ABSTRAK

Tanah merupakan tempat berdirinya berbagai macam jenis konstruksi, yang sering menjadi masalah jika tanah tersebut memiliki sifat-sifat buruk seperti kadar air tinggi, plastisitas tinggi, potensi kembang susut yang tinggi. penambahan zat tambah (aditif) dengan memanfaatkan limbah batu bara (*fly ash*) merupakan salah satu usaha yang dapat dilakukan untuk memperbaiki tanah tersebut. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui sifat plastisitas tanah setelah ditambahkan *fly ash* dan dilakukan pemeraman. Pada penelitian ini tanah yang digunakan tanah di daerah Jalan Karet, Kec. Sui Beliung, Pontianak Barat, Kalimantan Barat. Pengujian laboratorium yang dilakukan adalah pengujian sifat fisik tanah dengan variasi campuran *fly ash* 5, 10, 20 dan 40% serta lama waktu curing 0, 7, 14 dan 28 hari. Pengujian batas cair (LL) menggunakan cone penetrometer. Penurunan nilai batas cair (LL) terbesar adalah pada campuran *fly ash* 40% sebesar 39,45 % dengan lama Pemeraman 28 hari dan nilai batas plastis (PL) terbesar adalah pada campuran *fly ash* 40% sebesar 25,283% dengan lama pemeraman 0 hari. Nilai batas cair (LL) dan batas plastis (PL) mengalami penurunan, membuat nilai Indeks Plastisitas nya (PI) juga menurun, penambahan *fly ash* menyebabkan bertambahnya fraksi butiran kasar sehingga tertutupnya sebagian pori-pori tanah membuat tanah menjadi kurang sensitif terhadap perubahan kadar air.

Kata kunci: *fly Ash*, plastisitas tanah, *cone penetrometer*

ABSTRACT

Soil is the site of various types of construction, which is often a problem if the soil has bad properties such as high moisture content, high plasticity, high potential for shrinkage. the addition of added substances (additives) by utilizing waste coal (fly ash) is one of the efforts that can be done to improve the soil. The purpose of this study was to determine the plasticity of the soil after adding fly ash and curing. In this study, the soil used was in the area of Jalan Karet, Kec. Sui Beliung, West Pontianak, West Kalimantan. Laboratory tests carried out were testing the physical properties of the soil with variations of 5, 10, 20 and 40% fly ash mixture and curing time of 0, 7, 14 and 28 days. Liquid limit testing (LL) using a cone penetrometer. The largest decrease in the liquid limit value (LL) was in a 40% fly ash mixture of 39.45% with a curing time of 28 days and the largest plastic limit value (PL) was in a 40% fly ash mixture of 25.283% with a curing time of 0 days. The liquid limit (LL) and plastic limit (PL) values have decreased, making the Plasticity Index (PI) value also decreased, the addition of fly ash causes an increase in the coarse grain fraction so that some of the soil pores are closed making the soil less sensitive to changes in water content.

Keywords: fly ash, soil plasticity, cone penetrometer

I. PENDAHULUAN

Tanah merupakan tempat berdirinya berbagai macam jenis konstruksi, Tanah lunak sendiri memiliki karakteristik yang buruk. kadar air yang tinggi dan tingkat permeabilitas yang rendah, plastisitas tinggi, potensi kembang susut yang tinggi sehingga daya dukung tanahnya rendah

Stabilisasi tanah lunak dengan penambahan zat tambah (*addictive*) merupakan salah satu usaha yang dapat dilakukan untuk meningkatkan daya dukung tanah lunak tersebut. Salah satu bahan stabilisasi yang digunakan adalah dengan memanfaatkan limbah batu bara yaitu abu terbang (*fly ash*) Hal ini dikarenakan *fly ash* mempunyai sifat *self cementing* yaitu proses lekatan sementasi akibat pengaruh *pozzolan* atau akibat sifat pengerasan alami *fly ash* karena kondisi pemadatan dan air yang ada.

Dari gambaran di atas, muncul pemikiran untuk melakukan penelitian pemanfaatan *fly ash* untuk stabilisasi tanah. Pada penelitian ini sampel yang digunakan adalah tanah dari Jalan Karet, Pontianak, Kalimantan Barat. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penambahan bahan stabilisasi serta lama waktu pemeraman terhadap nilai plastisitas tanah yang telah distabilisasi dengan menggunakan *fly ash*.

Tinjauan Pustaka

1. Definisi Tanah

Tanah merupakan lapisan yang terletak dipermukaan bumi. Tanah didefinisikan sebagai material yang terdiri dari agregat (butiran) mineral-mineral padat yang tidak tersementasi (terikat secara kimia) satu sama lain dan dari bahan-bahan organik yang telah melapuk (yang berpartikel padat) disertai dengan zat cair dan gas yang mengisi ruang-ruang kosong di antara partikel-partikel padat tersebut (Das, 1995).

2. Kadar Air (*Water Content*)

Kadar air tanah ($w\%$) yaitu perbandingan diantara berat air (W_w) tanah dan berat butiran (W_s) tanah. satuan dari hasil nilai kadar air suatu tanah dinyatakan berupa kedalam satuan persen. Persamaan kadar air tanah atau ($w\%$) dinyatakan dalam persamaan berikut adalah :

$$w(\%) = \frac{W_w}{W_s} \times 100 \quad (1)$$

3. Berat Jenis (*Specific Gravity*)

Berat Jenis Tanah (G_s) dapat diartikan sebagai perbandingan di antara berat suatu volume butiran tanah (γ_s) dengan berat suatu volume air (γ_w) dengan isi tanah yang sama yang terdapat pada temperatur tertentu. Nilai yang terdapat disuatu dari berat jenis tanah tidak mempunyai satuan (tidak berdimensi). Berat jenis suatu tanah (G_s) dapat dinyatakan kedalam bentuk persamaan dibawah ini adalah :

$$G_s = \frac{\gamma_s}{\gamma_w} \quad (2)$$

4. Batas-batas Atterberg (*Atterberg Limit*)

Kedudukan suatu jenis fisik tanah yang berbutir halus pada kadar air tanah tertentu di sebut sebagai konsistensi. Batas-batas suatu konsistensi tanah yang berbutir halus tersebut diantara lain adalah batas cair (LL), batas plastis (PL), batas susut (SL).

Batas cair adalah kadar air tanah pada batas antara keadaan cair dan keadaan plastis, yaitu batas atas dari daerah plastis.

Batas plastis tanah kadar air pada kedudukan antara daerah plastis dan semi padat, yaitu persentase kadar air dimana tanah dengan diameter silinder 3,2 mm mulai retak-retak ketika digulung.

Batas susut tanah kadar air pada kedudukan antara daerah semi padat dan padat, yaitu persentase kadar air dimana pengurangan kadar air selanjutnya tidak mengakibatkan perubahan volume tanah

5. Indeks Plastisitas (*Plasticity Index*)

Indeks plastisitas (PI) merupakan interval kadar air dimana tanah masih bersifat plastis. Karena itu, indeks plastisitas menunjukkan sifat keplastisan tanah.

Menurut Atterberg (1911), Indeks plastisitas (IP) adalah selisih batas cair dan batas plastis:

$$PI = LL - PL$$

6. Klasifikasi Tanah

Tujuan klasifikasi tanah adalah untuk menentukan kesesuaian terhadap pemakaian tertentu, serta untuk menginformasikan tentang keadaan tanah dari suatu daerah kepada daerah lainnya dalam bentuk berupa data dasar. Seperti karakteristik pemadatan, kekuatan tanah, berat isi, dan sebagainya (Bowles, 1989).

Terdapat suatu tiga sistem klasifikasi tanah tersebut yang dapat dipergunakan yaitu diantara lain adalah USDA, AASHTO dan USCS.

7. Abu Terbang (*Fly Ash*)

SNI 03-6414-2002 mendefinisikan pengertian fly ash/abu terbang : Abu terbang adalah limbah hasil pembakaran batu bara pada tungku pembangkit listrik tenaga uap yang berbentuk halus, bundar dan bersifat pozolanik

II. METODOLOGI PENELITIAN

Dalam pelaksanaan penelitian ini, metode yang digunakan adalah metode eksperimental yang dilaksanakan di laboratorium. Hasil percobaan berupa data yang selanjutnya akan dianalisis

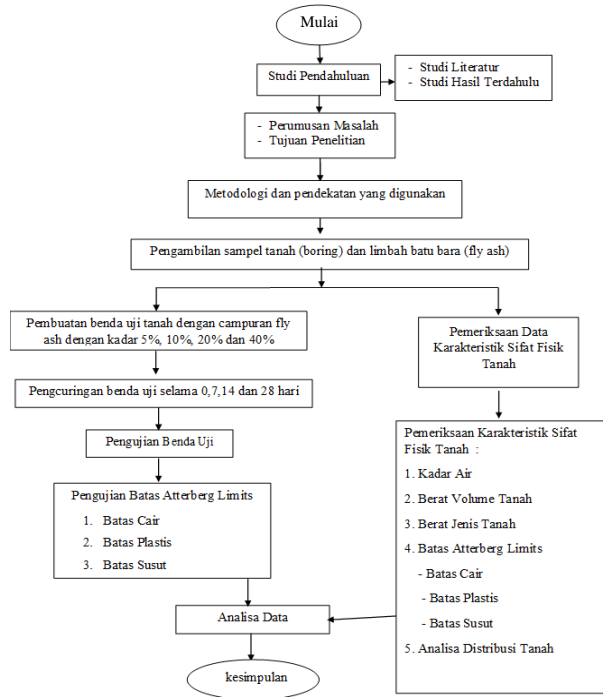
Lokasi pengambilan sampel tanah yaitu di jalan karet kecamatan Pontianak Barat, Kota Pontianak, Kalimantan Barat. Data-data yang didapat dari uji laboratorium adalah sebagai berikut :

1. Berat Jenis
2. Analisa Saringan.
3. Batas Cair, Batas Plastis, Batas Susut

Mencari nilai Batas cair berdasarkan uji cone penetrometer. Sampel untuk uji dicampurkan *fly ash* dengan persentase campuran 5%, 10%, 20% dan 40%

kemudian dilakukan pemeraman selama 0, 7, 14, 21, 28 hari.

Gambar 1. Diagram alir penelitian



III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Analisa Bahan Additive Fly Ash

Tabel 1. Hasil Analisa Kimia Fly Ash

No	Parameter	Hasil (%)
1	SiO ₂ as Silicon Dioxide	23,89
2	Al ₂ O ₃ as Aluminium Dioxide	11,19
3	Fe ₂ O ₃ as Iron (II) Oxide	17,62
4	CaO as Calcium Oxide	12,71
5	MgO as Magnesium Oxide	1,98
6	SO ₃ as Sulfur Trioxide	2,44
7	Na ₂ O as Natrium Oxide	8,90
8	K ₂ O as Kalium Oxide	6,69
9	Loss of Ignition	12,06
10	Total Moisture	0,47

Persyaratan kimia yang dicantumkan dalam SNI 2460-2014 untuk klasifikasi kelas *fly ash* berdasarkan kandungannya. Dari tabel 2. termasuk kedalam kelas C yaitu dengan kandungan SiO₂ + Al₂O₃ + Fe₂O₃ (minimum 50%) = 23,89 + 11,19 + 17,62 = 52,7%.

Hasil Pemeriksaan Sifat Fisik Tanah Asli

Tabel 2. Hasil Pengujian Sifat Fisik Tanah Asli

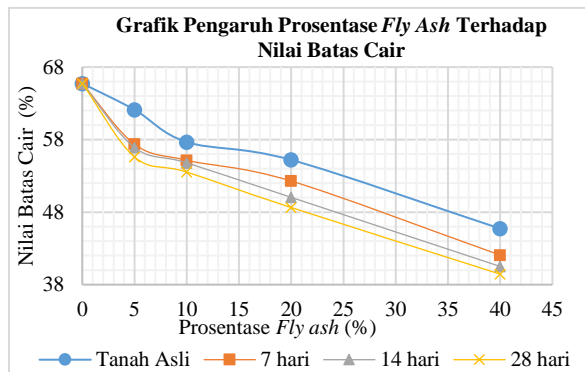
No.	Pengujian	Nilai rata-rata
1.	Kadar air (W), %	102,0
2.	Berat volume (ρ), gr/cm ³	1,42
3.	Berat jenis (Gs)	2,50
4.	Batas Atterberg:	
	• Batas cair (LL), %	65,74
	• Batas plastis (PL), %	33,75
	• Indeks plastisitas (PI), %	31,99
5.	Analisa saringan dan hydrometer:	
	• Kerikil, %	0
	• Pasir, %	18,00
	• Lanau, %	62,20
	• Lempung, %	19,80

Hasil Pengujian Pengaruh Penambahan Fly Ash Dan Lama Waktu Curing

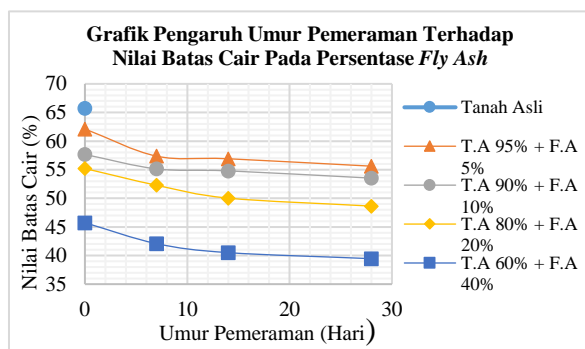
Tabel 3. Hasil Pengujian Nilai Batas Cair, Batas Plastis, Batas Susut dan Indeks Plastis Tanah yang Campuran Fly Ash dan dilakukan Pemeraman

Sampel	Pemeraman (Hari)			
	0	7	14	28
Batas Cair (LL)				
TA (100%)	65,745			
FA (5%)	62,118	57,376	56,914	55,615
FA (10%)	57,664	55,148	54,797	53,530
FA (20%)	55,203	52,287	50,036	48,637
FA (40%)	45,728	42,082	40,508	39,455
Batas Plastis (PL)				
TA (100%)	33,7514			
FA (5%)	31,491	30,270	30,029	30,516
FA (10%)	28,892	28,674	29,156	29,079
FA (20%)	27,605	27,573	27,805	26,694
FA (40%)	25,283	26,935	26,345	26,403
Indeks Plastis (IP)				
TA (100%)	31,994			
FA (5%)	30,627	27,106	26,885	25,099
FA (10%)	28,772	26,474	25,641	24,451
FA (20%)	27,598	24,714	22,231	21,943
FA (40%)	20,445	15,147	14,163	13,052
Batas Susut (SL)				
TA (100%)	23,892			
FA (5%)	27,044	16,421	15,808	11,802
FA (10%)	33,748	14,572	17,964	13,735
FA (20%)	34,726	19,851	21,585	14,218
FA (40%)	40,578	28,738	27,784	14,162

Analisa Hasil Pengujian Terhadap Nilai Batas Cair



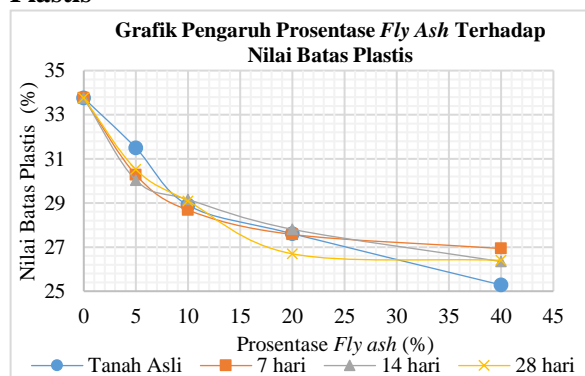
Gambar 1. Grafik Hubungan Prosentase Fly Ash Terhadap Nilai Batas Cair



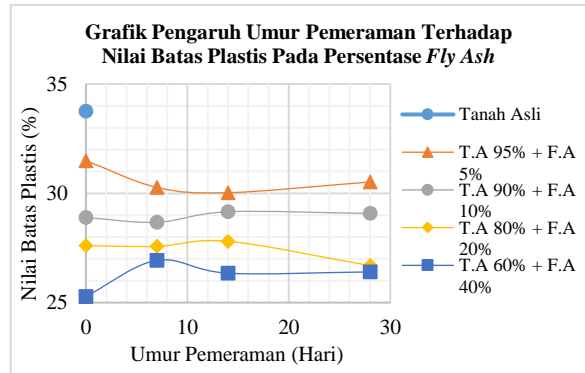
Gambar 2. Grafik Hubungan Pengaruh Umur Pemeraman Terhadap Nilai Batas Cair Pada Prosentase Fly Ash

Dari hasil pengujian batas cair (LL) tanah yang telah ditambahkan fly ash dan lama pemeraman, nilai batas cair mengalami penurunan. Penurunan nilai batas cair (LL) terbesar adalah pada campuran fly ash 40% dengan nilai 39,45% atau sebesar 39,988% dari nilai batas cair tanah asli dan lama waktu pemeraman 28 hari.

Analisa Hasil Pengujian Terhadap Nilai Batas Plastis



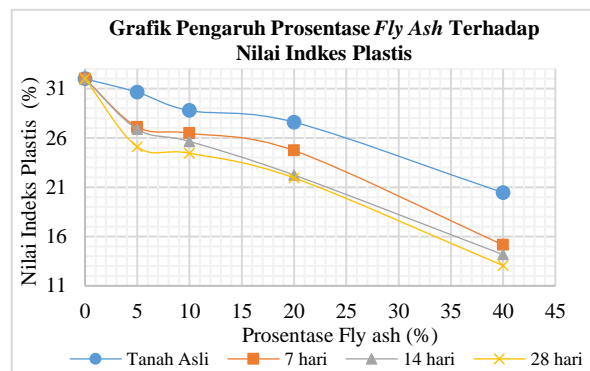
Gambar 3. Grafik Hubungan Prosentase Fly Ash Terhadap Nilai Batas Plastis



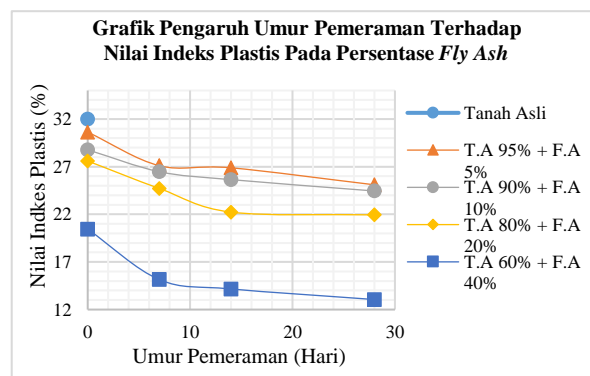
Gambar 4. Grafik Hubungan Pengaruh Umur Pemeraman Terhadap Nilai Batas Plastis Pada Prosentase Fly Ash

Dari hasil pengujian batas plastis (PL) tanah yang telah ditambahkan fly ash dan dilakukan pemeraman cenderung mengalami penurunan, penurunan nilai batas plastis (PL) terbesar adalah pada campuran fly ash 40% dengan nilai 25,283% atau sebesar 25,090% dari nilai batas plastis tanah asli dan lama waktu pemeraman 0 hari.

Analisa Hasil Pengujian Terhadap Nilai Indeks Plastis



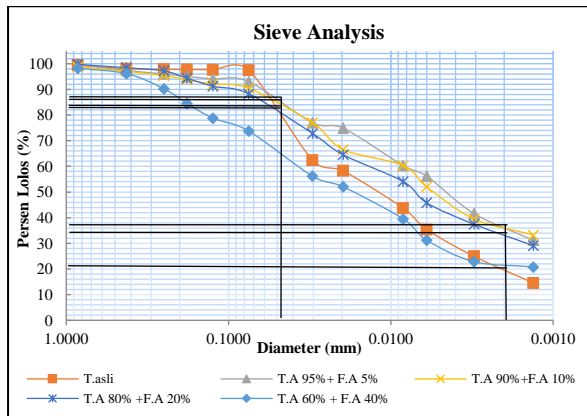
Gambar 5. Grafik Hubungan Prosentase Fly Ash Terhadap Nilai Indeks Plastis



Gambar 6. Grafik Hubungan Pengaruh Umur Pemeraman Terhadap Nilai Indeks Plastis Pada Prosentase Fly Ash

Hasil pengujian batas cair (LL) dan batas plastis (PL) campuran tanah dengan penambahan persentase *fly ash* dan dilakukan curing time menunjukan nilai batas cair dan batas plastis cenderung menurun, sehingga untuk nilai indeks platisitas cenderung menurun. Penurunan nilai Indeks Plastisitas terbesar adalah pada campuran *fly ash* 40% dengan nilai 13,052% atau sebesar 59,205% dari nilai indeks plastisitas tanah asli dan lama waktu pemeraman 28 hari.

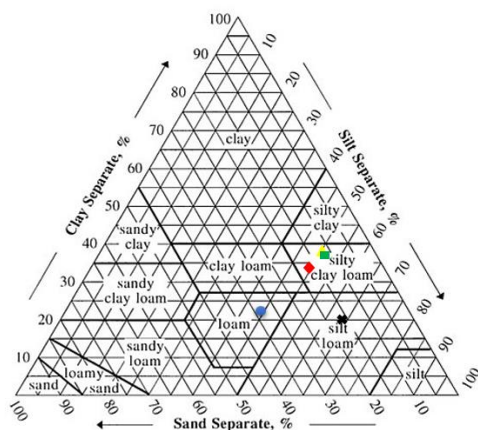
Hasil Pengujian Hidrometer dan Analisa Saringan Tanah Yang Telah Ditambahkan *Fly ash* dengan Waktu *Curing* 0 Hari



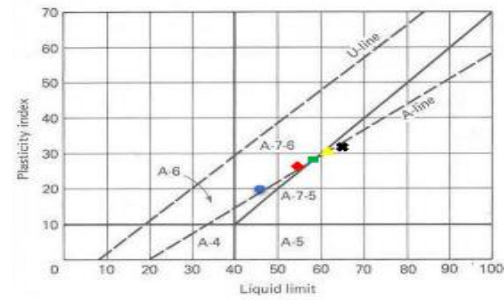
Gambar 7. Grafik hasil Pengujian Analisa Gradasi Tanah yang Campuran *Fly Ash* dan dilakukan Pemeraman 0 hari

Tabel 4. Presentase Fraksi Butiran Lolos Berdasarkan USDA

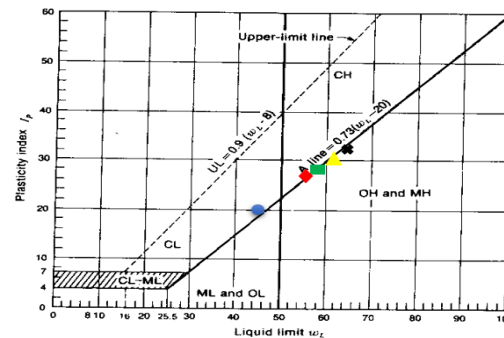
Sampel	Jenis Butiran		
	pasir	lanau	lempung
TA (100%)	18,000	62,200	19,180
TA(95%)+FA (5%)	13,800	50,200	36,000
TA(95%)+FA (10%)	13,000	50,000	36,000
TA(95%)+FA (20%)	18,200	49,200	33,600
TA(95%)+FA (40%)	34,200	44,000	21,000



Gambar 8. lasifikasi tekstur berdasarkan sistem USDA (*United Department of Agriculture*)



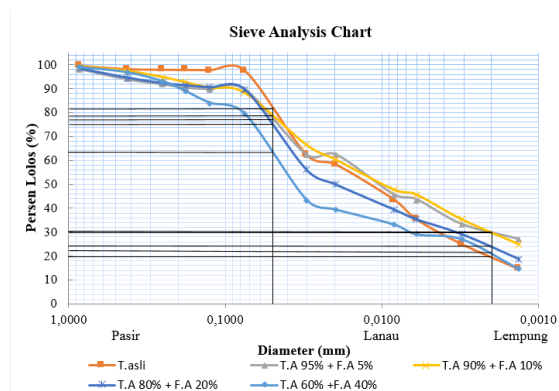
Gambar 9. Grafik Klasifikasi AASHTO



Gambar 10. Grafik Sistem Klasifikasi *Unified Soil Classification System (USCS)*

Keterangan :
 * TANAH ASLI
 ▲ T.A 95 % + F.A 5%
 ■ T.A 90 % + F.A 10%
 ◆ T.A 80 % + F.A 20%
 ● T.A 60 % + F.A 40%

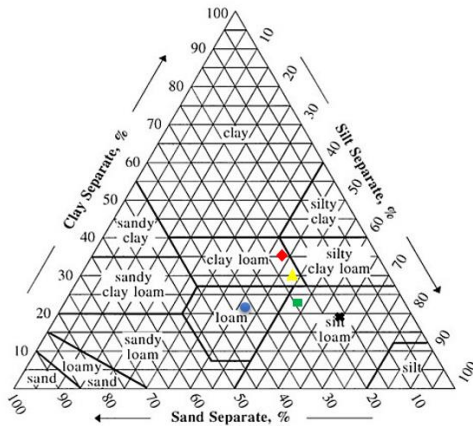
Hasil Pengujian Hidrometer dan Analisa Saringan Tanah Yang Telah Ditambahkan *Fly ash* dengan Waktu *Curing* 7 Hari



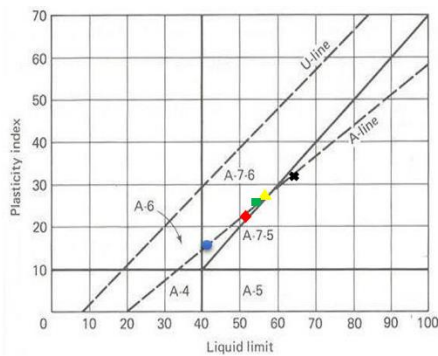
Gambar 11. Grafik hasil Pengujian Analisa Gradasi Tanah yang Campuran *Fly Ash* dan dilakukan Pemeraman 7 hari

Tabel 5. Presentase Fraksi Butiran Lolos Berdasarkan USDA

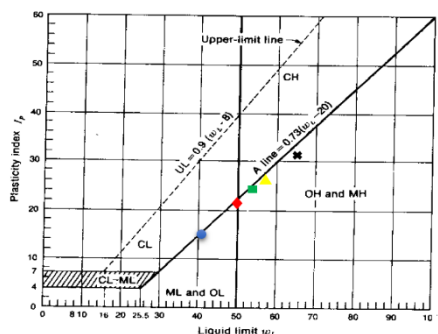
Sampel	Jenis Butiran		
	pasir	lanau	lempung
TA (100%)	18,000	62,200	19,800
TA(95%)+FA (5%)	22,100	47,900	30,000
TA(95%)+FA (10%)	21,000	44,000	35,000
TA(95%)+FA (20%)	24,200	51,900	23,900
TA(95%)+FA (40%)	36,200	41,000	22,800



Gambar 12. Klasifikasi tekstur berdasarkan sistem USDA (United Department of Agriculture)

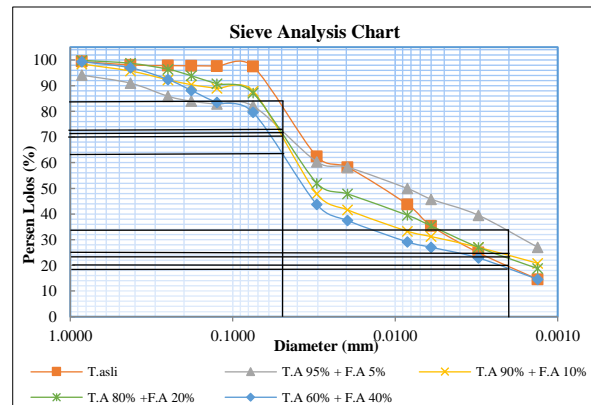


Gambar 13. Grafik Klasifikasi AASHTO



Gambar 14. Grafik Sistem Klasifikasi Unified Soil Classification System (USCS)

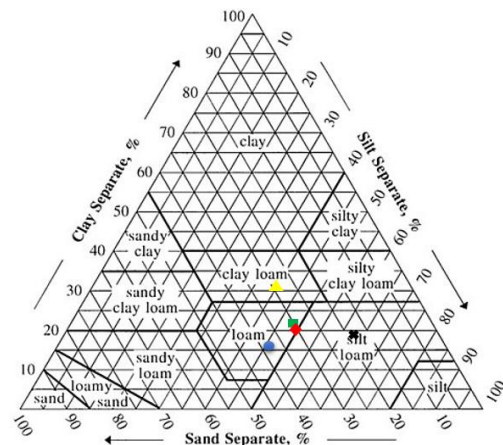
Hasil Pengujian Hidrometer dan Analisa Saringan Tanah Yang Telah Ditambahkan Fly ash dengan Waktu Curing 14 Hari



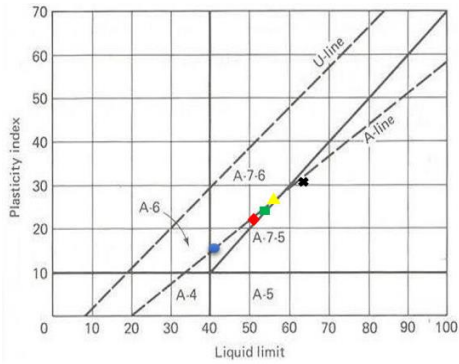
Gambar 15. Grafik hasil Pengujian Analisa Gradasi Tanah yang Campuran Fly Ash dan dilakukan Pemeraman 14 hari

Tabel 6. Presentase Fraksi Butiran Lolos Berdasarkan USDA

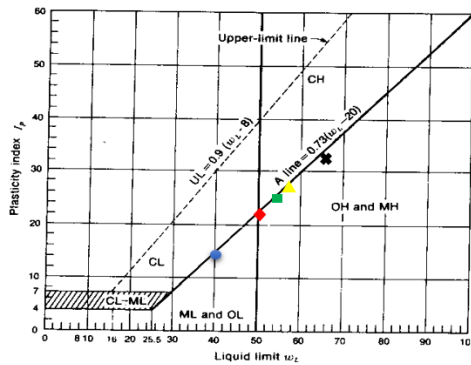
Sampel	Jenis Butiran		
	Pasir	Lanau	Lempung
TA (100%)	18,000	62,200	19,800
TA(95%)+FA (5%)	27,000	39,400	33,600
TA(95%)+FA (10%)	29,000	47,100	23,900
TA(95%)+FA (20%)	28,000	49,000	23,000
TA(95%)+FA (40%)	36,200	44,200	19,600



Gambar 16. Klasifikasi tekstur berdasarkan sistem USDA (United Department of Agriculture)

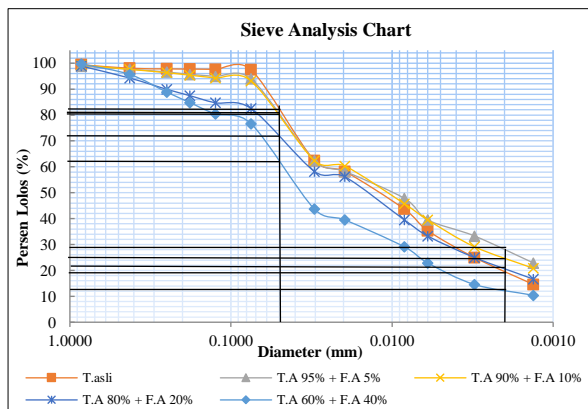


Gambar 17. Grafik Klasifikasi AASHTO



Gambar 18. Grafik Sistem Klasifikasi *Unified Soil Classification System (USCS)*

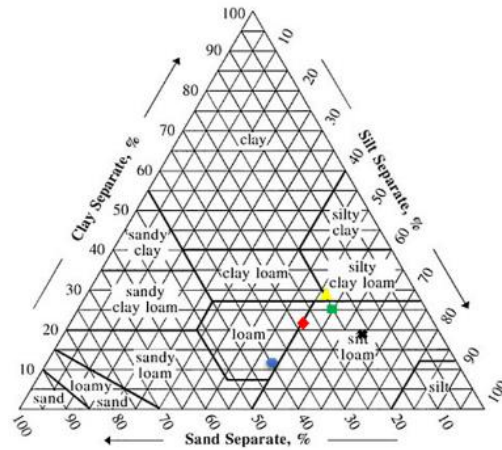
Hasil Pengujian Hidrometer dan Analisa Saringan Tanah Yang Telah Ditambahkan *Fly ash* dengan Waktu *Curing* 28 Hari



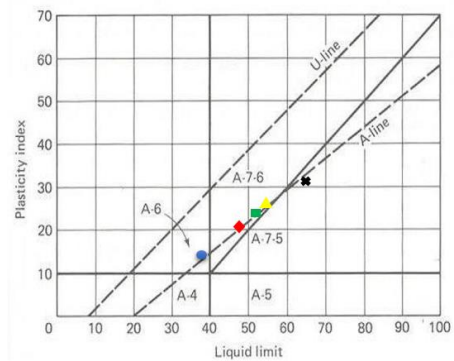
Gambar 19. Grafik hasil Pengujian Analisa Gradasi Tanah yang Campuran *Fly Ash* dan dilakukan Pemeraman 28 hari

Tabel 7. Presentase Fraksi Butiran Lolos Berdasarkan USDA

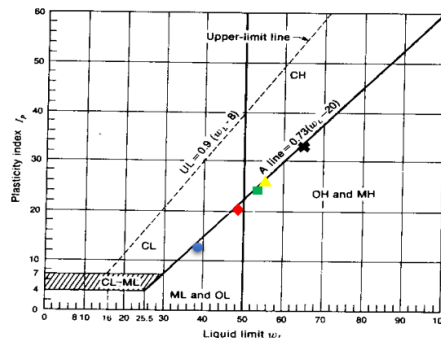
Sampel	Jenis Butiran		
	pasir	lanau	lempung
TA (100%)	18,000	62,200	19,800
TA(95%)+FA (5%)	20,000	52,000	28,000
TA(95%)+FA (10%)	20,200	44,800	25,000
TA(95%)+FA (20%)	28,100	50,900	21,000
TA(95%)+FA (40%)	40,000	48,000	12,000



Gambar 20. Klasifikasi tekstur berdasarkan sistem USDA (*United Department of Agriculture*)



Gambar 21. Grafik Klasifikasi AASHTO



Gambar 22. Grafik Sistem Klasifikasi *Unified Soil Classification System (USCS)*

III. KESIMPULAN

Kesimpulan

Dari penelitian yang telah dilakukan di laboratorium dan dilakukan analisa data, maka didapat kesimpulan sebagai berikut:

1. Klasifikasi tanah asli diperoleh hasil sebagai berikut :
 - a. Klasifikasi tekstur berdasarkan metode USDA tanah dikategorikan sebagai Tanah Liat Berlanau (Silt Loam).
 - b. Klasifikasi berdasarkan metode AASHTO tanah dikategorikan dalam jenis tanah A-7-5
 - c. Klasifikasi berdasarkan metode USCS tanah dikategorikan dalam MH yaitu "Lanau anorganik atau pasir halus diatomea, lanau elastis".
2. Hasil pengujian batas cair (LL) dan batas plastis (PL) campuran tanah dengan penambahan persentase *fly ash* dan dilakukan curing time menunjukan nilai batas cair dan batas plastis cenderung menurun, sehingga untuk nilai indeks plastisitas cenderung menurun
 - a. Penurunan nilai batas cair terbesar pada penambahan *fly ash* 40% dengan waktu curing 28 hari yaitu sebesar 39,988% dari nilai batas cair tanah asli.
 - b. penurunan nilai batas platis terbesar pada penambahan *fly ash* 40% dengan waktu curing 0 hari yaitu sebesar 25,090% dari nilai batas plastis tanah asli.
 - c. Penurunan nilai Indeks Plastisitas terbesar adalah pada campuran *fly ash* 40% yaitu sebesar 59,205% dari nilai indeks plastisitas tanah asli dan lama waktu pemeraman 28 hari.
3. Hasil pengujian Batas susut cenderung mengalami kenaikan dengan bertambahnya persentase *fly ash* dan setelah dilakukan curing time menunjukan nilai batas susut mengalami penurunan
 - a. Kenaikan nilai batas susut terbesar pada penambahan *fly ash* 40% dengan waktu curing 0 hari yaitu sebesar 69,837% .
 - b. Penuruna nilai batas susut terbesar pada penambahan *fly ash* 5 % dengan waktu curing 28 hari yaitu sebesar 50,6049%
4. Penambahan *fly ash* menyebabkan bertambahnya fraksi butiran kasar dan tertutupnya sebagian pori-pori tanah sehingga tanah menjadi kurang sensitif terhadap perubahan kadar air.
5. Semakin lama waktu pemeraman (curing time) mulai dari 0, 7, 14 dan 28 hari pada penambahan *fly ash* menurunkan nilai batas cair, batas plastis dan batas susut, hal ini karna adanya unsur kimia yang terkandung di dalam *fly ash*, yang berupa silika (SiO₂), alumina (Al₂O₃), fero oksida (Fe₂O₃) dan kalsium oksida (CaO) senyawa kimia ini mempunyai sifat self-cementing yaitu proses lekatan sementasi atau kemampuan untuk mengeras.

Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, ada beberapa saran yang dapat diberikan yaitu sebagai berikut :

1. Pada saat melakukan pencampuran tanah dengan *fly ash* dan air sebaiknya dilakukan pengadukan sampai homogen sehingga mendapatkan hasil yang lebih baik.
2. Pada pengujian batas cair menggunakan uji cone penetrometer disarankan untuk ketelitian dalam membaca penetrasi agar didapat hasil yang akurat
3. Untuk mengetahui efektif atau tidaknya campuran *fly ash* pada penelitian yang akan dilakukan perlu diteliti lebih lanjut untuk tanah dari daerah yang lain dengan menggunakan campuran yang sama, sehingga akan diketahui nilai nyata terjadinya perubahan akibat pengaruh campuran *fly ash* pada jenis tanah yang lain

DAFTAR PUSTAKA

- BS 1377-2:1990. *Methods of Test for Soils for Civil Engineering Purposes Classification tests.*
- Das Braja M. 1988. *Mekanika Tanah (Prinsip-Prinsip Rekayasa Geoteknis) Jilid 1*, Jakarta: Erlangga.
- Das, Braja M. 1995. *Mekanika Tanah (Prinsip-Prinsip Rekayasa Geoteknis)*. Jilid 1. Terjemahan Noor Endah dan Indra Surya B. Mochtar. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Enden Mina, Rama Indera Kusuma, Inten Setyowati Lestari Subowo. (2016). Pengaruh *Fly Ash* Terhadap Nilai CBR dan Sifat-Sifat Propertis Tanah (Studi Kasus Jalan Raya Bojonegara Km 19 Serang Banten). *Jurnal Fondasi*, Vol. 5 (2). Hlm. 40-50
- Ibrahim. (2014). Stabilisasi Tanah Lempung Dengan Bahan Aditif *Fly Ash* Sebagai Lapisan Pondasi Dasar Jalan (Subgrade). *Jurnal Teknik Sipil*, Vol. 10. No. 1
- K, Rama Indera, Enden Mina, dan Taufik Rahman. (2016). Stabilisasi Tanah Dengan Menggunakan *Fly Ash* dan Pengaruhnya Terhadap Nilai Kuat Tekan Bebas (Studi Kasus Jalan Raya Bojonegara, Kab. Serang). *Jurnal Fondasi*, Vol. 5 (1). Hlm. 97-106.
- SNI ASTM C136-2012. Metode Pengujian untuk Analisa Saringan Agregat Halus dan Agregat Kasar.
- SNI 03-2460-2014. Spesifikasi Abu Terbang
- SNI 03-6371-2008. Tata Cara Pengklasifikasian Tanah untuk Keperluan Teknik dengan sistem Klasifikasi Unifikasi Tanah.

SNI 1964:2008. Cara Uji Berat Jenis Tanah.

SNI 1965:2008. Cara Uji Penentuan Kadar Air Untuk Tanah dan Batuan Di Laboratorium.

SNI 1966:2008. Cara Uji Penentuan Batas Plastis dan Indek Plastisitas Tanah.

SNI 3422:2008. Cara Uji Penentuan Batas Susut Tanah