

STABILISASI TANAH MENGGUNAKAN *FLY ASH* TERHADAP NILAI KUAT TEKAN BEBAS BERDASARKAN VARIASI KADAR AIR OPTIMUM (Studi Kasus Jalan Raya Bojonegara, Kab. Serang)

Rama Indera K¹, Enden Mina², Akbar Prasetio Hutomo³
Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa
Jl. Jenderal Sudirman Km.3 Kota Cilegon – Banten Indonesia
³akbarprasetyo46@yahoo.com

ABSTRAK

Tanah merupakan dasar dari suatu konstruksi bangunan sipil yang menerima dan menahan beban dari suatu struktur di atasnya. Terdapat beberapa masalah yang harus dihadapi oleh seorang insinyur sipil di lapangan, dimana lokasi di daerah Jalan Raya Bojonegara KM 19 Kabupaten Serang memiliki karakteristik tanah yang kurang baik sehingga mengalami kerusakan pada jalan. Untuk menambah kekuatan dan memperbaiki daya dukungnya perlu salah satu metode yang dilakukan upaya stabilisasi pada tanah di lokasi tersebut. Penambahan abu terbang merupakan salah satu cara stabilisasi tanah ekspansif yang paling efektif, karena abu terbang bersifat pozzolan yang dapat mengikat mineral tanah menjadi padat, sehingga dapat mengurangi kembang susut tanah dan menambahkan nilai kekuatan tanah.

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui kondisi klasifikasi tanah, indeks plastisitas tanah dan mengetahui nilai kuat tekan bebas serta pengaruh penambahan *fly ash* terhadap sifat fisik tanah dalam kondisi eksisting. Kadar air benda uji diambil dari hasil pemadatan proctor untuk campuran benda uji menggunakan kadar air optimum dengan variasi campuran abu terbang 0%, 10%, 20%, dan 30%.

Dari hasil pengujian diperoleh tanah yang di stabilisasi dengan *fly ash* pada variasi 0%, 10%, 20%, dan 30% menunjukkan adanya peningkatan nilai daya dukung, dan menurunkan batas plastis, batas cair tanah serta nilai berat jenis tanah. Nilai UCT (*Unconfined Compression Test*) terbesar terdapat pada tanah campuran dengan kadar *fly ash* sebesar 30% dengan pemeraman selama 28 hari yaitu sebesar 2.4 kg/cm² kenaikan nilai kuat tekan sebesar 36.1% dari nilai kuat tekan awal tanpa bahan campuran, penambahan *fly ash* menurunkan nilai batas plastis dan batas cair serta menurunkan nilai berat jenis.

Kata Kunci : Abu Terbang, Stabilisasi, Pemadatan, UCT (*Unconfined Compression Test*) , Sifat Fisik Tanah

ABSTRACT

Soil is the foundation of civil construction building to receive and hold the load from a structure on it. There are some problems that must be faced by a civil engineer in the field, where location in the highway Bojonegara KM 19 district Serang having the characteristics of soil less well that damaged in the way. To the add strength and improve bearing capacity soil need to be stabilized. The addition of fly ash is one of the methods to stabilize expansive soil, because fly ash is material, that can be binded to minerals soil and make the soil stabilizing, thus reducing the swell shrinkage of the soil and add value of soil strength.

The research aims to find out the classification of the soil, soil plasticity index and know value of compressive strength and influence additional fly ash against the character of physical of soil in the existing. The water content of the object test taken from the proctor compaction for mixing test use the moisture content of optimum, mixture of fly ash variation of 0%, 10%, 20% and 30%.

*Based on the result, soil that stabilized by fly ash on a variation of 0%, 10%, 20%, and 30% showed increase of in value capacity, soil strength and decrease plastic limits, liquid limit soil but in the value of specific gravity soil. The largest value of UCT (*Unconfined Compression Test*) result for soil sample mixed with fly ash levels by 30% and curing for 28 days, the value is 2.4 kg/cm². A rise in value of compressive strength 36.1% of the value of power early without of ingredients mixed. The addition of fly ash decrease the value of the plastic limit and the liquid limit, and in the value of specific gravity soil.*

Keywords: Fly ash, stabilization, compaction, UCT (*Unconfined Compression Test*), Soil Physical Properties

1. PENDAHULUAN

Tanah merupakan dasar dari suatu konstruksi bangunan sipil yang berfungsi menerima dan menahan beban dari suatu struktur di atasnya. Pada tanah lunak terdapat dua masalah pokok. Pertama, masalah daya dukung tanah yang rendah. Kedua, masalah penurunan yang besar. Sifat tanah lunak yang lain, yang juga kurang menguntungkan adalah mempunyai kadar air yang tinggi. Untuk mengatasi hal tersebut diperlukan upaya perbaikan tanah melalui usaha stabilisasi tanah. *fly ash* merupakan satu bahan tambah (*additive*) yang cukup populer saat ini untuk digunakan sebagai pengganti sebagian semen dalam campuran beton dan sebagai bahan untuk stabilisasi tanah ekspansif. Pemanfaatan *fly ash* lebih mudah, melihat kerusakan di Jalan Raya Bojonegara menimbulkan pertanyaan, apa jenis dan klasifikasi tanah yang terdapat di jalan Raya Bojonegara dan Berapa nilai kuat tekan bebas tanah sebelum dan sesudah pencampuran tanah dengan *fly ash*.

Sampel tanah diambil di daerah Jalan Raya Bojonegara. Diambil satu titik di daerah tersebut. *Fly ash* yang digunakan digunakan untuk pencampuran adalah limbah batu bara dari PLTU Lontar yang terletak di Kabupaten Tangerang. Pengujian nilai kuat tekan bebas sebelum dan sesudah dicampur *fly ash* untuk mengetahui nilai Q_u . Kadar persentase campuran *fly ash* bervariasi. Tidak melakukan pengujian kandungan kimia pada tanah, *fly ash* dan air suling. Kadar air yang dipakai untuk semua variasi persentase *fly ash* adalah kadar air optimum tanah campuran *fly ash* variasi *fly ash* 0%,10%,20% dan 30%.

Penelitian ini berlokasi di Jalan Raya Bojonegara KM 19. Kab Serang Banten



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian
Sumber : google maps, 2016

Berdasarkan permasalahan tersebut diatas, maka merumuskan bahwa Apa jenis tanah pada jalan Raya Bojonegara

berdasarkan pada *system classification unified* dan AASTHO dan berapa nilai kuat tekan bebas tanah sebelum dan sesudah pencampuran tanah dengan *fly ash*, berdasarkan (ω optimum) kadar air optimum yang di cari melalui uji lab degan presentase *fly ash* 0%,10%, 20% dan 30%.

Peneilitian yang dilakukan ini mempunyai tujuan yaitu mengetahui jenis dan klasifikasi tanah pada Jalan Raya Bojonegara Kabupaten Serang dengan pengujian fisik tanah, Memberikan tambahan informasi di bidang teknik sipil bahwa *Fly Ash* dapat meningkatkan nilai kuat tekan untuk tanah dasar jalan, berdasarkan nilai kadar air optimum dan kadar air tiap sampel tanah

Dalam penelitian ini mempunyai ruang lingkup dan batasan penelitian, diantaranya pengujian dilakukan di Laboratorium Teknik Sipil UNTIRTA Cilegon, Banten, dan Sampel tanah diambil di daerah Jalan Raya Bojonegara, diambil satu titik di daerah tersebut. *Fly Ash* yang digunakan digunakan untuk pencampuran adalah limbah batu bara dari PLTU Lontar, Kabupaten Tangerang. Kadar presentase bahan tambah *Fly Ash* adalah 0%, 10%, 20%, dan 30% berdasarkan berat tanah kering udara dab Waktu pemeraman tanah campuran *Fly Ash* adalah 0 hari, 7 hari, 14 hari, dan 28 hari.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Banyak studi terdahulu yang berkaitan dengan penelitian stabilitas tanah dengan bahan campuran aditif, yaitu sebagai berikut :

- 1) Penambahan *fly ash* ke dalam tanah dapat menurunkan Berat jenis atau specific gravity (Gs) meningkatkan indeks plastisitas (PI), meningkatkan Berat volume kering (*dry density*), menurunkan potensi pengembangan (*swelling potential*) dan menaikan kekuatan tanah.
- 2) Pengaruh Kadar Air Terhadap Kuat Geser Tanah Expensif Bojonegoro Dengan Stabilisasi Menggunakan 15% Fly Ash Dengan Metode Deep Soi Mix Kadar air pada tanah asli berpengaruh terhadap kuat geser tanah. Semakin besar kadar air, nilai q_u , tegangan dan C_u semakin kecil. Semakin besar kadar air pada tanah, nilai sudut geser dalam (ϕ) semakin kecil. Berbeda dengan nilai

kohesi, nilai kohesi maksimum berada pada daerah sekitar OMC (kadar air optimum). Volume *deep soil mix* berpengaruh terhadap pengembangan (*swelling*), semakin besar rasio volume perbaikan *deep soil mix*, maka pengembangan (*swelling*) semakin kecil.

3) Stabilisasi Tanah Lempug Dari hasil uji tanah asli di dapat nilai berat isi kering maksimum (γ_d) = 1,49 gr/cm³, Kadar air optimum (W_{opt}) = 11,9 %, LL = 45,53% PL = 28,20%, SL = 16,25% dan PI = 17,32%, mengandung fraksi halus 96,66 %, dengan gravitas khusus (G_s) = 2,53. Menurut (AASHTO) tanah tersebut termasuk kelompok A-7-6 (Tanah Lempungan). Hasil uji batas konsistensi (batas – batas atterberg limits) campuran tanah dengan penambahan persentase fly ash di bandingkan tanah asli menunjukkan batas cair (LL) mengalami penurunan dan batas plastis (PL) cenderung menurun, maka Indeks Plastisitasnya (IP) menurun.

A. Definisi Tanah

Tanah adalah himpunan mineral bahan organik dan endapan-endapan yang relatif lepas (*loose*) yang terletak di atas batuan dasar. Ikatan antar partikel tanah lemah disebabkan oleh pengaruh karbonat atau oksida yang bersenyawa, atau dapat juga disebabkan oleh adanya material organik. Diantara partikel-partikel tanah terdapat ruang kosong yang disebut pori-pori (*void space*) yang berisi air atau udara.

Proses pembentukan tanah terjadi secara fisis atau kimiawi. Proses fisis yaitu mengubah batuan menjadi partikel kecil akibat pengaruh angin, erosi, es, manusia, suhu atau cuaca. Sedangkan proses kimiawi akibat pengaruh zat disekitarnya seperti oksigen, karbondioksida, air terutama yang mengandung asam atau alkali dan proses kimia lainnya.

B. Kadar Air

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. Rumus untuk menghitung kadar air suatu tanah adalah :

$$\omega = \frac{\text{Massa Air}}{\text{Massa tanah kering}} \times 100\% \dots\dots\dots(1)$$

C. Berat Jenis Butir

Pengertian berat jenis butir tanah adalah perbandingan antara massa isi butir tanah dan massa isi air (Standar Nasional Indonesia SNI 1964-2008). Cara menentukan berat jenis tanah ialah dengan mengukur berat sejumlah tanah yang isinya diketahui. Rumus untuk menghitung nilai G_s adalah :

$$G_s = \frac{W_2 - W_1}{W_4 - W_1} \cdot \frac{V_1}{(W_3 - W_2)k} \dots\dots\dots(2)$$

Keterangan :

- W_1 = Berat piknometer kosong (gr)
- W_2 = Berat piknometer + contoh tanah kering (gr)
- W_3 = Berat piknometer + contoh tanah + air suling (gr)
- W_4 = Berat piknometer + air suling (gr)
- K = Faktor Koreksi terhadap suhu

D. Batas Cair

Batas cair tanah (LL) 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. Percobaan ini berfungsi untuk menentukan batas cair suatu contoh tanah. Rumus Batas Cair sebagai berikut :

$$LL = W_n \frac{N_{air}}{25} \dots\dots\dots(3)$$

E. Batas Plastis

Batas plastis (*plastic limit/PL*) adalah kadar air dimana suatu tanah berubah dari keadaan plastis keadaan semi solid. 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*). Rumus Indeks Plastisitas tanah adalah :

$$PI = LL - PL \dots\dots\dots(4)$$

F. Analisa Besar Butir

Analisa saringan adalah suatu usaha untuk mendapatkan ukuran distribusi tanah dengan menggunakan saringan. Sifat dari

suatu jenis tanah tergantung kepada ukuran butiran yang lolos saringan tertentu . Oleh karena itu, pengukuran besarnya butiran tanah merupakan suatu percobaan yang sangat penting dilakukan dalam bidang Mekanika Tanah.

G. Klasifikasi Tanah

Klasifikasi tanah adalah mengelompokkan tanah berdasarkan kategori-kategori dan karakteristik dari masing-masing tanah dengan berbagai cara, menggunakan sebuah alat maupun secara sederhana. Klasifikasi keteknikan yang paling banyak digunakan adalah klasifikasi *Unified Soil Classification System* (USCS). Klasifikasi USCS memiliki tiga kelompok utama, yaitu tanah dengan ukuran partikel kasar (mengandung pasir dan kerikil), partikel halus (tanah lempung dan liat), dan tanah dengan kadar organik tinggi (misal tanah gambut). Klasifikasi secara menyeluruh membutuhkan banyak data yang terdiri dari warna, kadar air, kekuatan tekan, batas cair, batas plastis dan sifat lainnya.

H. Pemadatan

Pemadatan tanah dilakukan untuk mencari kerapatan menyeluruh dan kadar air supaya dapat menentukan kerapatan kering. Tanah yang renggang harus dipadatkan agar meningkat volumenya. Pemadatan dilakukan dengan menggilas dan menumbuk sehingga menimbulkan pemampatan pada tanah dengan mengusir udara dari pori-pori. Penambahan air pada tanah yang sedikit lembab sedikit membantu pemadatan, dengan mengurangi tarikan permukaan. Namun akan menimbulkan kadar air optimum, yang akan mengakibatkan meningkatnya pori-pori. Kadar air yang paling tepat dimana harga berat volume kering maksimum tanah dicapai disebut “kadar air optimum”. Buat kurva hubungan antara kadar air (w) sebagai absis dan berat volume tanah kering sebagai ordinat, puncak kurva sebagai nilai (γ_d maks), kurva yang digunakan adalah kurva dari uji pemadatan tanah (*proctor standart*). Dari titik puncak ditarik garis vertikal memotong absis, pada titik ini adalah kadar air optimum. Rumus Kerapatan Kering :

$$\gamma_{dry} = \frac{\rho \times 100}{100 + \frac{w}{G_s} \times 100} \dots\dots\dots(5)$$

Zero Air Void :

$$= \frac{100}{1 + \frac{w}{G_s} \times 100} \dots\dots\dots(6)$$

I. Kuat Tekan Bebas

Kuat tekan bebas adalah tekanan aksial benda uji pada saat mengalami keruntuhan atau pada saat regangan aksial mencapai 20%. Pengujian kuat tekan bebas termasuk hal khusus dari pengujian *Triaksial Unconsolidated Undrained*, Metode ini dimaksudkan sebagai acuan dalam melakukan pengujian kuat tekan bebas tanah kohesif, dengan tujuan untuk memperoleh nilai kuat tekan bebas tanah kohesif Uji kuat tekan ini mengukur seberapa kuat tanah menerima kuat tekan yang diberikan sampai tanah tersebut terpisah dari butiran-butirannya juga mengukur regangan tanah akibat tekan tersebut

Sifat berkurangnya kekurangan tanah akibat adanya kerusakan struktural tanah tersebut disebut kesensitifan (*sensitivity*). Tingkat kesensitifan dapat ditentukan sebagai ratio antara kekuatan tanah yang masih asli dengan kekuatan tanah yang sama setelah terkena kerusakan (*remolded*), bila tanah tersebut diuji dengan cara tekanan tak tersekap

J. Stabilitas Tanah

Stabilitas tanah adalah usaha untuk meningkatkan stabilitas dan daya dukung tanah. Menurut Bowles (1984) apabila tanah yang terdapat di lapangan bersifat lepas atau sangat mudah tertekan, atau apabila mempunyai indeks konsistensi yang tidak sesuai, permeabilitas terlalu tinggi, atau sifat lain yang tidak diinginkan sehingga tidak sesuai untuk suatu proyek pembangunan, maka harus dilakukan stabilisasi tanah.

K. Abu Terbang (*Fly ash*)

SNI 03-6414-2002 mendefinisikan *fly ash* / abu terbang adalah limbah hasil pembakaran batu bara pada tungku pembangkit listrik tenaga uap yang berbentuk halus, bundar dan bersifat pozolanik. *Fly ash* dan *bottom ash* merupakan limbah padat yang dihasilkan dari pembakaran batubara pada pembangkit tenaga listrik

Tabel 1. Klasifikasi Fly ash

PROPERTIES		JENIS FLY ASH	
		F	C
Kandungan SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , min %		70	50
Kandungan sulfur trioxide (SO_3), max %		5	5
CaO, %		<10	>10
Loss on ignition, %		6	6

Sumber : ASTM 618-94a, 1994

3. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian dilakukan dengan beberapa tahap, pertama pengujian sifat fisik tanah dan analisa besar butir untuk mengetahui jenis tanah. Selanjutnya melakukan uji pemadatan untuk mengetahui kadar air optimum dan berat isi kering maksimum tanah. Setelah itu melakukan pembuatan benda uji dengan kadar fly ash yang ditentukan yaitu 0%, 10%, 20% dan 30%. Setelah pemeraman selesai maka lakukan uji *Unconfined Compression Test* (UCT), atau disebut juga Uji Kuat Tekan Bebas untuk mendapatkan nilai daya dukung tanah tersebut. Selain uji UCT lakukan juga uji sifat fisik tanah untuk mengetahui pengaruh fly ash terhadap sifat fisik tanah. Kemudian melakukan analisis.

4. HASIL DAN ANALISIS

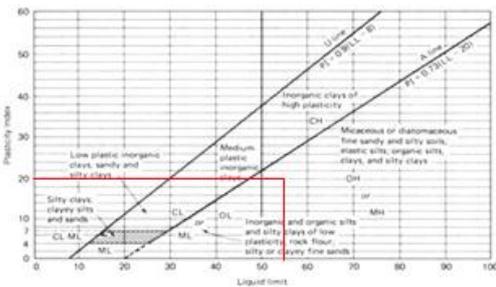
A. Sifat Fisik Tanah

Berikut adalah hasil pengujian analisa besar butir, Batas Plastis, Batas Cair, Kadar Air, serta Berat Jenis tanah tanpa campuran fly ash untuk mengetahui jenis tanah yang diuji :

Tabel 2. Karakteristik Tanah

No	Karakteristik	Nilai
1	Kadar Air	18.73%
2	Analisa Besar Butir	51,83 %
3	Berat Jenis	2,578 %
4	Batas Cair	54%
5	Batas Plastis	33.95%
6	Indeks Plastisitas	20.05%

Sumber : Analisis Pribadi



Gambar 2. Grafik Hubungan Liquid Limit dan Plasticity Index

Sumber : Hardiyatmo,1992

Tabel 3. Klasifikasi Tanah Bebutir Halus menurut USCS

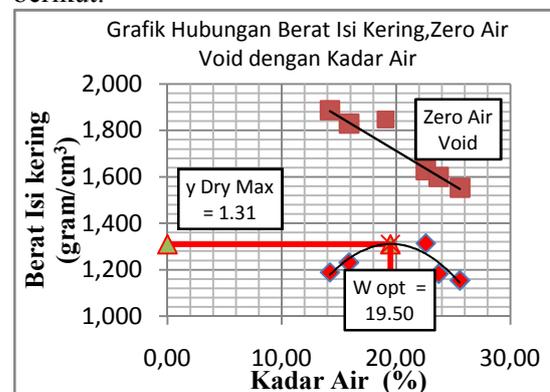
Prosedur Klasifikasi	Symbol	Nama Jenis	Identifikasi Lab
Tanah Bebutir Halus (Lahar dari 60% lolos pada ayakan No. 200 (0.075 mm))	ML	Lanau tak organik dengan sedikit pasir halus, bubukan batu, atau pasir halus berlempung dengan sedikit plastis	Indeks Plastisitas < 7 dan LL < 30 Ratio indeks plastisitas PI dan batas cair LL < 2.25
	CL	Lanau berlempung tak organik dengan plastisitas rendah sampai sedang, lanau bercampur lempung, pasir halus	Indeks Plastisitas < 7 dan LL > 30 Ratio indeks plastisitas PI dan batas cair LL > 2.25
	OL	Lanau organik atau lanau berlempung organik dengan plastisitas rendah-sedang	LL > 30 Ratio indeks plastisitas PI dan batas cair LL < 2.25
	MH	Lempung tak organik, lempung bercampur lanau, pasir halus	LL > 50 Ratio indeks plastisitas PI dan batas cair LL < 2.25
Lempung berlempung lanau dengan batas cair lebih dari 50%	CH	Lempung tak organik dengan plastisitas tinggi, lempung gemuk	Indeks Plastisitas < 7 dan LL < 50 Ratio indeks plastisitas PI dan batas cair LL > 2.25
	OH	Lempung organik dengan plastisitas sedang hingga tinggi	LL > 50 Ratio indeks plastisitas PI dan batas cair LL < 2.25
	PT	Humus dan tanah dengan kadar organik tinggi	

Sumber : Brockenbrough dkk, 2003

Dari hasil pengujian analisa besar butir, batas cair dan batas plastis kemudian disesuaikan dengan tabel sistem USCS maka tanah Jalan Raya Bojonegara Kabupaten Serang diklasifikasikan sebagai tanah MH, yaitu lempung tak organik, lempung bercampur lanau pasir halus.

B. Pemadatan

Uji pemadatan bertujuan untuk mengetahui nilai kadar air optimum dan berat isi kering maksimum tanah. Dari hasil uji pemadatan tanah diperoleh grafik sebagai berikut:



Gambar 3. Grafik Hubungan Kadar Air dengan Berat Isi Kering.

Dari gambar grafik diatas didapat kadar air optimum sebesar 19.5 % dan γ_d maksimum sebesar 1.31 gr/cm³

C. Hasil Pengujian Bahan Campuran

1) Berat Jenis Menggunakan Variasi Campuran Fly Ash

Tabel 4. Variasi Fly Ash

No	Bahan tambah	Berat Jenis (Gs)
1	0%	2.57984
2	10%	2.56139
3	20%	2.5119
4	30%	2.49

Sumber : Analisis Penelitian, 2016

Penurunan nilai berat jenis nilainya menurun Hal ini menunjukkan bahwa nilai berat jenis *Fly Ash* lebih kecil dari nilai berat jenis tanah sehingga menyebabkan penurunan nilai Berat Jenis setiap penambahan persentase *Fly Ash*. Dengan menurunnya nilai Gs maka berat tanah akan menurun sehingga memudahkan dalam pekerjaan pemindahan tanah.

2) Pemadatan Mencari Kadar Air Optimum

Tabel 5 Pemadatan mencari Kadar Air Optimum

No	Variasi bahan tambah	γ_d maksimum (gram/cm ²)	Kadar air optimum (W optimum) (%)
1	0%	1.31	19.5
2	10%	1.33	23
3	20 %	1.365	25
4	30%	1.38	28

Sumber : Analisis Penelitian, 2016

Tabel 6. Kebutuhan Tanah

No	Variasi Benda Uji	γ_d maksimum (gram/cm ²)	Massa tanah (Ms) = $\gamma_d \times (V_{mold})$ (gram)
1	0 %	1.31	1080.59
2	10%	1.33	1097.09
3	20%	1.365	1121.83
4	30%	1.38	1138.33

Dari tabel di atas menjelaskan bahwa dalam menentukan banyaknya tanah yang di butuhkan untuk setiap variasi campuran *Fly Ash* 0%,10%,20% dan 30% di buatkan menjadi 1500 gram di karenakan untuk mempermudah saat proses pengujian pemadatan tanpa mengurangi atau menambahkan campuran benda uji

3) Jumlah Massa Kebutuhan Bahan Tambah

Tabel 7. Kebutuhan Benda Uji

Variasi Bahan Tambah	Massa bahan (gram)			
	Tanah (gr)	Wopt (%)	<i>Fly ash</i> (gr)	Air (ml)
0 %	1500	19.5	0	292.5
10 %	1500	23	150	345
20 %	1500	25	300	375
30 %	1500	28	450	420

Sumber : Analisis Penelitian, 2016

Kemudian dipadatkan dengan alat pemadatan tanah laboratorium, diambil sampel untuk benda uji kuat tekan bebas sebanyak tiga buah . kemudian masing- masing sample juga di beri waktu pemeraman yang telah di ketahui waktu pemeramannya yaitu 0 hari, 7 hari, 14 hari dan 28 hari.

D. Hasil Pengujian Kuat Tekan Bebas

Kuat tekan bebas adalah besarnya beban aksial persatuan luas. Metode ini dimaksudkan sebagai acuan dalam melakukan pengujian kuat tekan bebas tanah kohesif, Gaya kohesif adalah gaya tarik menarik antara partikel tanah yang satu dengan partikel tanah yang lain.

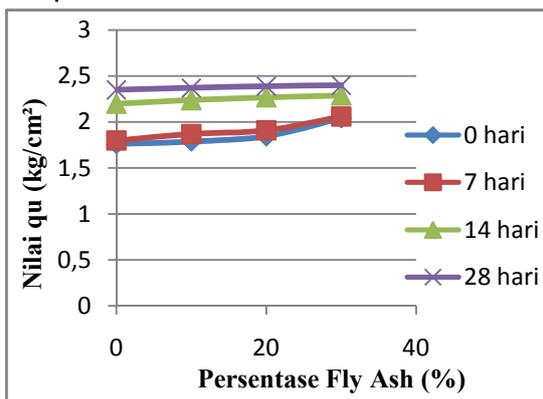
1) Nilai Kuat Tekan Bebas dengan Presentase Fly Ash Terhadap Lama Pemeraman

Tabel 8. Nilai Kuat Tekan Bebas

Waktu Pemeraman	<i>Fly Ash</i> (%)	qu (kg/cm ²)	Persentase Kenaikan (%)
0 Hari	0	1.763	0.0%
	10	1.79	1.5%
	20	1.847	4.8%
	30	2.043	15.9%

7 Hari	0	1.8	2.1%
	10	1.87	6.1%
	20	1.91	8.3%
	30	2.06	16.8%
14 Hari	0	2.20	24.8%
	10	2.24	27.1%
	20	2.27	28.8%
	30	2.29	29.9%
28 Hari	0	2.35	33.3%
	10	2.37	34.4%
	20	2.39	35.6%
	30	2.4	36.1%

Dari Tabel 8 hasil pengujian diatas menunjukkan bahwa banyaknya penambahan *Fly Ash* memberikan pengaruh pada peningkatan nilai qu.



Gambar 4. Nilai qu terhadap presentasi *fly ash*
 Sumber : Analisis Penelitian, 2016

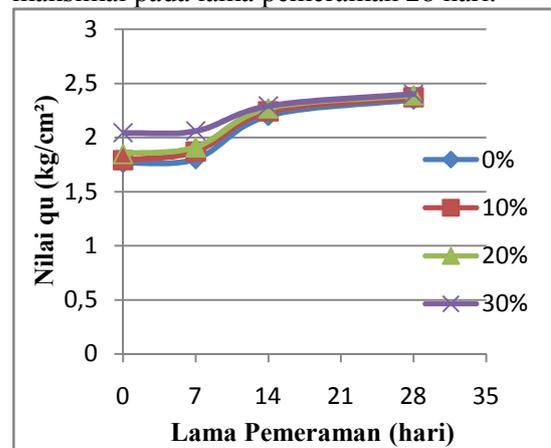
Dari semua data hasil pengujian persentase nilai qu diatas dapat disimpulkan bahwa baik waktu pemeraman maupun persentase limbah *Fly Ash* yang diberikan pada material pengujian akan mempengaruhi presentasi nilai qu. Pengaruh tersebut adalah berupa peningkatan nilai qu yang diperoleh dengan penambahan waktu pemeraman dan penambahan persentase limbah *Fly Ash* secara bertahap pada material pengujian.

2) Nilai qu Dengan Lama Pemeraman Terhadap Presentase *Fly Ash*

Tabel 9. Nilai qu Dengan Lama Pemeraman

Waktu Pemeraman (Hari)	<i>Fly Ash</i> (%)	qu (kg/cm ²)	Kenaikan Presentase (%)
0	0	1.763	0.0%
7		1.8	2.1%
14		2.2	19.9%
28		2.35	25.0%
0	10	1.79	1.5%
7		1.87	5.7%
14		2.24	21.3%
28		2.37	25.6%
0	20	1.874	5.9%
7		1.91	7.7%
14		2.27	22.3%
28		2.39	26.2%
0	30	2.043	13.7%
7		2.06	14.4%
14		2.29	23.0%
28		2.4	26.5%

Dari Tabel 9. hasil pengujian diatas menunjukkan bahwa lama pemeraman dapat memberikan pengaruh terhadap peningkatan nilai qu. Terlihat pada semua persentase *Fly Ash* 0%,10%,20% dan 30% mengalami kenaikan yang signifikan pada presentase *Fly Ash* 20% dan 30% qu mengalami peningkatan pada awal pemeraman hingga pemeraman yang telah di tentukan, Nilai qu maksimal pada lama pemeraman 28 hari.



Gambar 5 Nilai qu terhadap Pemeraman
 Sumber : Analisis Penelitian, 2016

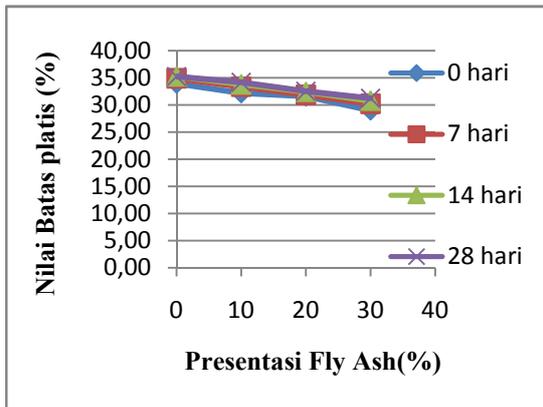
Dari grafik tersebut maka dapat di simpulkan bahwa variasi *Fly Ash* 0%,10%,20% dan 30% nilai qu meningkat sedikit demi sedikit walaupun tidak signifikan di karenakan setiap variasi *Fly Ash* di campurkan dengan kadar air maksimum pertiap varisai campuran *Fly Ash* maka tidak mengalami penurunan, apabila penambahan *Fly Ash* melewati batas dari bahan campuran maka qu akan mengalami penurunan akibat kebanyakan penambahan variasi *Fly Ash*.

E. Hasil Pengujian Sifat Fisik Tanah Dengan Bahan Tambah

Pengujian sifat fisik tanah dengan perbandingan pemeraman benda uji meliputi uji batas plastis, batas cair, dan berat jenis tanah, berikut adalah hasil dari pengujian tersebut :

1) Nilai Batas Plastis

Untuk nilai Batas Plastis dengan Persentase *Fly ash* terhadap lama pemeraman Hasil pengujian diatas menunjukkan bahwa persentase *Fly Ash* dapat memberikan pengaruh yang sangat besar pada penurunan Batas Plastis. Seperti terlihat pada grafik dibawah ini:

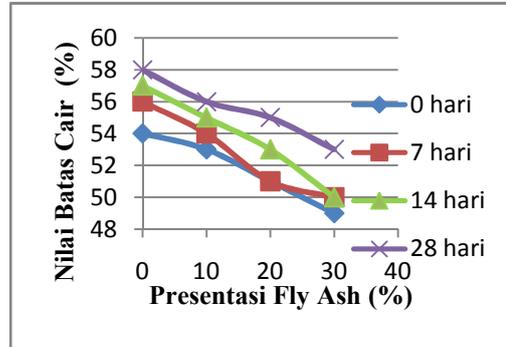


Gambar 6. Grafik Hubungan Persentase *Fly Ash* Terhadap Nilai Batas Plastis
Sumber : Analisis Penelitian, 2016

Pada Gambar dapat di simpulkan bahwa seiring dengan semakin banyaknya penambahan *Fly Ash*, maka nilai batas plastis tanah semakin menurun. Karena sifatnya *Fly Ash* dapat menyerap air, maka tanah mendekati sifatnya semi padat, karena kandungan air yang ada tanah tersebut kecil.

2) Nilai Batas Cair

Untuk nilai Batas Cair dengan Persentase *Fly ash* terhadap lama pemeraman dapat hasil pengujian diatas menunjukkan bahwa persentase *Fly Ash* dapat memberikan pengaruh yang sangat besar pada penurunan Batas Cair

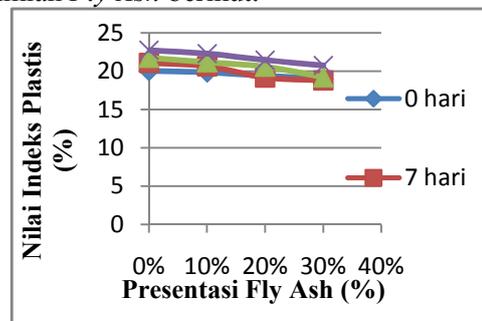


Gambar 7. Grafik Hubungan Persentase *Fly Ash* Terhadap Nilai Batas Cair
Sumber : Analisis Penelitian, 2016

Pada Gambar 6 grafik diatas merupakan hasil pengujian nilai Batas Cair berdasarkan persentase *Fly Ash*. Dari grafik diatas dapat dilihat *Fly Ash* menurunkan nilai Batas Cair. Hal ini disebabkan karena *Fly Ash* mampu meyerap air sehingga kadar air yang dihasilkan semakin kecil. Kadar air yang kecil mengakibatkan batas cair kecil.

3) Nilai Indeks Plastis

Untuk nilai Indeks Plastis dengan Persentase *Fly Ash* terhadap lama pemeraman dapat dilihat dari Dari Tabel 12 hasil pengujian diatas menunjukkan bahwa penambahan persentase *Fly Ash* dapat menurunkan nilai berat jenis tanah. Seperti yang terlihat dari grafik hasil pengujian berat jenis terhadap persentase jumlah *Fly Ash* berikut:

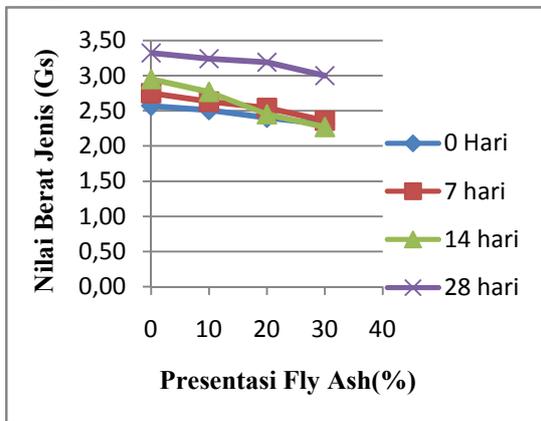


Gambar 8. Grafik Hubungan Nilai Indeks Platis dengan Varisi *Fly Ash*
Sumber : Analisis Penelitian, 2016

Dari Gambar diatas dapat disimpulkan bahwa *Fly Ash* mampu menurunkan Nilai Indeks Plastisitas, hal ini disebabkan karena nilai Indek Plastisitas itu merupakan pengurangan dari nilai Batas Cair dikurangi nilai Batas Plastis. Berdasarkan penelitian ini diperoleh bahwa nilai batas cair dan batas plastis turun mengakibatkan indeks plastisitas mengalami penurunan.

4) Nilai Berat Jenis

Hasil pengujian menunjukkan bahwa penambahan persentase *Fly Ash* dapat menurunkan nilai berat jenis tanah. Seperti yang terlihat dari grafik hasil pengujian berat jenis terhadap persentase jumlah *Fly Ash* berikut:



Gambar 9. Grafik Hubungan Berat jenis dengan Persentase Fly Ash
 Sumber : Analisis Penelitian, 2016

Pada gambar diatas dapat dilihat *Fly Ash* menurunkan nilai berat jenis. Hal ini menunjukkan bahwa nilai berat jenis *Fly Ash* lebih kecil dari nilai berat jenis tanah sehingga menyebabkan penurunan nilai Berat Jenis setiap penambahan persentase *Fly Ash*. Dengan menurunnya nilai Gs maka berat tanah akan menurun sehingga memudahkan dalam pekerjaan pemindahan tanah.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan dari hasil penelitian laboratorium diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

- 1) Hasil pengujian fisik tanah menunjukkan bahwa tanah tersebut termasuk pada golongan tanah lempung bercampur lanau pasir pada Jalan Raya Bojonegara Kabupaten Serang

diklasifikasikan sebagai tanah (MH) yang berpedoman pada tabel *system classification unifed*.

- 2) Berdasarkan pengujian UCT (Unconfined Compression Test) pada benda uji dengan variasi *fly ash* 30% nilai yang paling maksimum dengan pemeraman 0 hari, 7 hari, 14 hari dan 28 hari berturut-turut adalah 2.043 kg/cm², 2.06 kg/cm², 2.29 kg/cm² dan 2.4 kg/cm². Nilai kuat tekan (qu) terbesar terdapat pada pemeraman 28 hari dengan presentase fly ash 30% sebesar 2.4 kg/cm². Pemeraman meningkatkan nilai kuat tekan bebas (qu), semakin lama pemeraman dan jumlah variasi *fly ash* paling maksimum maka nilai kuat tekan bebas (qu) semakin kuat, dapat di sebabkan karena dalam kandungan *fly ash* sama dengan sifat semen, namun ada titik maksimalnya jika *fly ash* terlalu banyak maka benda uji menjadi kering sehingga nilai kuat tekan bebas (qu) akan menurun.
- 3) Mengetahui campuran mana yang cocok dengan tanah terganggu di daerah bojonegara dengan presentasi yang telah di tentukan, yaitu tanah dengan presentasi *fly ash* 30% dengan pemeraman 28 hari yang paling tinggi nilainya, pembentukan kekuatan campuran tanah *fly ash* sangat tergantung pada waktu pemeraman, kenaikan kekuatan yang cepat terjadi pada waktu pemeraman 7-28 hari, dan kenaikannya menjadi berkurang pada waktu – waktu sesudahnya atau lebih dari 28 hari karena sudah melebihi waktu maksimum pemeraman.

B. Saran

Dalam penyusunan tugas akhir ini masih Penulisan tugas akhir ini masih sangat jauh dari sempurna sehingga diharapkan untuk penelitian tugas akhir selanjutnya:

- 1) Setiap tanah dasar pada jalan tiap daerah memiliki jenis tanah dan nilai qu yang berbeda-beda maka harus dilakukan pengujian terlebih dahulu seperti pengujian sifat fisik tanah dan pengujian CBR atau UCT.
- 1) Kajian ini dapat dilanjutkan dengan menambahkan campuran material lain

selain *fly ash*, berupa bahan campuran lainnya seperti abu sekam, *abu sawit*, semen, slag baja, karbit dll.

- 2) Melakukan pengujian fisik setelah penambahan *fly ash* dengan lama pemeramannya.
- 3) Melakukan pencarian kadar air optimum di sarankan di kerjakan dengan bantuan teman apabila ingin menyelesaikan dengan cepat di karenakan pada proses pencarian kadar air optimum kita harus pengujian pemadatan dengan variasi *fly ash* yang telah di tentukan
- 4) Untuk Penelitian selanjutnya disarankan melihat pengaruh stabilisasi tanah terhadap parameter kekuatan tanah seperti sudut geser tanah dan kuat geser tanahnya.

6. DAFTAR PUSTAKA

- Berry, Peter L. 1987 An Introduction to Soil Mechanics. England: McGraw- Hill Book Company
- Bowles, Joseph. (1989). Sifat-sifat fisis dan Geoteknis Tanah. Terjemahan Johan K. Hainim Jakarta : Penerbit Erlangga.
- Cristanto, Andy & Setiawan, Dedy (2003). Pengaruh Fly Ash Terhadap Sifat Pengembangan Tanah Ekspansif.
- Das, Braja M. 1985. Mekanika Tanah (Prinsip-prinsip Rekayasa Geoteknis) Jilid Penerbit Erlangga : Jakarta
- Hardiyatmo, Hary C. (1992). Mekanika Tanah 1, Jakarta : PT. Gramedia Pustaka Utama.
- Hardiyatmo, Hary C. (1994). Mekanika Tanah 2, Jakarta : PT. Gramedia Pustaka Utama.
- Ika Meisy Putri Rahmawati (2015). Pengaruh Kadar Air Terhadap Kuat Geser Tanah Expansif Bojonegoro Dengan Stabilisasi Menggunakan 15% Fly Ash Dengan Metode Deep Soi Mix
- Leliana, Arinda. (2015). Pengaruh Fly Ash Terhadap Nilai Kuat Tekan Bebas Pada Tanah Lempung Di Daerah Magetan Jawa Timur.
- Ibrahim (2004).. Stabilisasi Tanah Lempung Dengan Bahan Adiktif Fly Ash Sebagai Lapisan Pondasi Dasar Jalan (Subgrade).
- 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.
- Sutarman, Encu. 2003. Konsep dan Aplikasi Mekanika Tanah. Bandung :Andi Yogyakarta
- SNI 03-1742-1989, Metode pengujian tentang kepadatan ringan untuk tanah.
- 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
- Tangchirapat, W., C. Jaturapitakkul and P. Chindaprasirt, 2009. Use of Palm Oil Fuel Ash as a Supplementary Cementitious Material for Producing High-strength Concrete. *Construction and Building Materials*, 23(7): 2641-2646.
- Wardani, Sri Prabandiyani Retno (2008). Pemanfaatan Limbah Batubara (*fly ash*) untuk stabilisasi tanah maupun keperluan teknik sipil lainnya dalam mengurangi pencemaran Lingkungan.
- Wesley, L.D. (1988). Mekanika Tanah, Jakarta Selatan :PekerjaanUmum.
- Yuliana, Rizqi. 2010. Karakteristik Fisis Dan Mekanis Abu Sawit (Palm Oil Fuel
- SNI 03-1742-1989, Metode pengujian tentang kepadatan ringan untuk tanah.
- 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
- SNI - 1744-2012, Metode Uji CBR Laboratorium
- SNI 03-2460-1991, Spesifikasi Abu Terbang