

Nilai Kuat Geser Tanah Lempung Yang Distabilisasi Dengan Abu Batu (Fly Ash)

Fiti Karwi^{1,a} dan Muhammad Yunus^{2,b}

¹ Mahasiswi Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Fakfak

² Dosen Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Fakfak

Jl. Imam Bonjol Atas, Air Merah, Wagom, Fakfak, 98612, Indonesia.

^a fitikarwi07@gmail.com, ^b muhammadyunus@polinef.id

Abstract—Some questions that are often found in clay are high plasticity value, relatively large shrinkage, and low shear strength. One of the methods used to overcome this problem is by stabilizing it using Abu Batu. Addition using stone ash containing silica rock which is very fine and amorphous poisonous silica.

This study aims to study the physical and mechanical characteristics of clay and determine the effect of rock ash on the shear strength of clay soils with variations of 0%, 7%, 14%, and 21% with a curing duration of 7 days. From the results of testing the physical and mechanical characteristics obtained from the soil belong to the class of organic clay with high plasticity. Addition of stone ash with curing duration for 7 days in clay can increase the value of the deep shear angle and the value of cohesion. The increase in the value of the shear angle at its peak at 7% rock ash mixture was 18.37° with the percentage increase of 20.886% of the original soil on the increase in the highest cohesion value in the 14% rock ash mixture amounted to 28,733 kPa, with a percentage increase of 53,366%.

Keywords— shear strength, rock ash, soil stabilization, clay soil.

Abstrak—Beberapa permasalahan yang sering dijumpai pada tanah lempung yaitu nilai plastisitas yang tinggi, kembang susut yang relatif besar, dan kekuatan geser yang rendah. Salah satu cara yang digunakan untuk mengatasi permasalahan tersebut adalah dengan cara distabilisasi menggunakan Abu Batu. Penambahan menggunakan abu batu dikarenakan abu batu mengandung senyawa silika yang sangat halus dan bersifat amorf.

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik fisik dan mekanis tanah lempung dan mengetahui pengaruh penambahan abu batu terhadap kuat geser tanah lempung dengan variasi 0%, 7%, 14%, dan 21% dengan lama pemeraman 7 hari. Dari hasil pengujian karakteristik fisik dan mekanis diperoleh bahwa tanah tersebut masuk pada golongan tanah lempung organik dengan plastisitas tinggi. Penambahan abu batu dengan lama pemeraman selama 7 hari pada tanah lempung dapat meningkatkan nilai sudut geser dalam dan nilai kohesi. Peningkatan nilai sudut geser dalam dengan puncaknya pada 7% campuran abu batu sebesar 18,37° dengan persentase kenaikan sebesar 20,886% dari tanah asli sedangkan peningkatan Nilai kohesi tertinggi terdapat pada persentase campuran 14%

abu batu yaitu sebesar 28,733 kPa, dengan persentase peningkatan sebesar 53,366%.

Kata Kunci— shear strength, rock ash, soil stabilization, clay soil.

I. Pendahuluan

Tanah mempunyai peranan penting dalam ilmu teknik sipil, karena tanah sebagai pendukung kekuatan konstruksi dasar bangunan. Tanah juga merupakan media yang paling ideal bagi penerus gaya yang berkerja di atasnya. Suatu konstruksi akan dapat bertahan lama sesuai umur rencana apabila didukung oleh tanah dasar yang baik. Berdasarkan letak geografis suatu tempat, karakter dan sifat tanah memang tak sama bahkan ada kondisi dimana nilai plastisitas yang tinggi, kembang susut yang relatif besar, dan kekuatan geser yang rendah. Karena besarnya pengaruh tanah terhadap perencanaan suatu konstruksi, maka tanah menjadi komponen yang perlu diperhatikan dalam perencanaan konstruksi.

Dengan meningkatkan kualitas tanah pada lokasi Kampus Politeknik Negeri Fakfak baik secara fisik, kimiawi, maupun mekanis kita dapat mengatasi fluktuasi muka air yang cukup tinggi sebagai akibat dari pergantian musim. Metode yang digunakan untuk meningkatkan kualitas tanah lempung antara lain dengan cara distabilisasi dengan menggunakan abu batu.

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

Penelitian dengan judul Stabilisasi Tanah Dengan Menggunakan Fly Ash Dan Pengaruhnya

Terhadap Nilai Kuat Tekan Bebas (Studi Kasus Jalan Raya Bojonegara, Kab. Serang). Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui klasifikasi tanah, indeks plastisitas tanah dan mengetahui pengaruh penambahan fly ash terhadap sifat fisik tanah, serta mengetahui nilai kuat tekan bebas tanah dalam kondisi eksisting dan setelah dicampurkan fly ash dengan kadar presentase bervariasi yaitu 10%, 20%, dan 30%. Dan melakukan uji Unconfined Compression Test (UCT). Dari hasil pengujian UCT, Nilai qu tertinggi didapat dari tanah dengan kadar fly ash sebesar 20% dengan lama pemeraman selama 21 hari yang menghasilkan nilai qu sebesar 2,55 kg/cm², meningkat sebesar 202,38% dari nilai terendah yaitu 1,26 kg/cm² [1].

Penelitian dengan judul Pengaruh Penambahan Kapur Terhadap Kuat Geser Tanah Lempung. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan hubungan antara variasi kadar kapur padam (%) terhadap sudut geser dalam tanah (ϕ), kohesi tanah (c) dan kadar bahan kapur yang efektif terhadap tanah. Dengan variasi kadar kapur padam yang dicampurkan hanya : (0, 2, 4, 6, 8, 10, 12) %. Dari hasil pengujian, Kadar bahan kapur yang efektif terhadap tanah yaitu pada Kohesi Tanah pada persentase 6% campuran kapur padam. Besarnya persentase peningkatan maksimum nilai Kohesi Tanah yaitu sebesar 2.050 t/m². Sedangkan Sudut Geser Dalam Tanah dengan Puncaknya pada 12% campuran kapur padam. Besarnya persentase peningkatan maksimum nilai sudut geser dalam ini sebesar 43,84° [2].

Penelitian dengan judul Analisis Campuran Kapur-Fly Ash Dan Kapur-Abu Sekam Padi Terhadap Lempung Ekspansif. Tujuan penelitian ini adalah melakukan stabilisasi tanah lempung ekspansif menggunakan kapur, abu terbang (fly ash) dan abu sekam padi (rice husk ash), dengan persentase kapur 2.5%, 5%, 7.5%, 10% dicampur dengan persentase abu terbang (fly ash) 5%, 10%, 15%, 20% dan abu sekam padi (rice husk ash) 5%, 10%, 15%, 20%. Tanah diambil dari Desa Buyandi Kabupaten Bolaangmongondow Timur. Hasil uji menunjukkan bahwa penambahan tanah kapur dengan abu terbang (fly ash) dan campuran tanah kapur dengan abu sekam padi (rice husk ash) dapat memperbaiki sifat fisis dan mekanis tanah, yaitu

pada uji indeks properties menunjukkan nilai plastisitas Indeks sebesar 44.08 %, batas susut linear 19.44 % dan Aktivitas sebesar 1.84 dan Besarnya nilai CBR rendaman maksimum pada penambahan kapur dan fly ash terjadi pada campuran 10% kapur + 20% abu terbang (fly ash) sebesar 47.16 % dan 49.88 % [3].

Pengujian karakteristik fisik dan mekanis tanah terdiri dari pengujian [4]:

1. Kadar Air (*Water Content*)

Kadar air (w) adalah perbandingan antara berat air (Ww) dengan berat butiran padat (Wd), dinyatakan dalam persen. Kadar air sangat mempengaruhi perilaku tanah khususnya proses pengembangannya.

Rumus :

$$W(\%) = \left(\frac{W_w}{W_d} \right) \times 100\% \dots\dots\dots(1)$$

2. Berat Jenis atau *Specific Gravity* (GS)

Berat jenis atau specific gravity (GS) adalah perbandingan antara berat volume butiran padat (s), dengan berat volume air (w). Penentuan jenis tanah seperti pada Tabel 2.

Tabel 1. Berat Jenis Tanah (GS)

Macam tanah	Berat jenis (GS)
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 - 1.80

(Sumber : Hardiyatno, 1992)

Rumus :

$$\text{Berat jenis (GS)} = \frac{Y_s}{\gamma_w} \dots\dots\dots(2)$$

3. Batas cair (*Liquid Limit / LL*)

Batas cair (LL), didefinisikan sebagai kadar air tanah pada batas antara keadaan cair dan keadaan plastis, yaitu batas atas dari daerah plastis. Batas cair biasanya ditentukan dari uji [5].

Rumus :

$$W = w \times \left(\frac{N}{25} \right)^{0.12} \dots\dots\dots(3)$$

4. Batas plastis (*Plasticity Limit / PL*)

Batas plastis (PL), didefinisikan sebagai 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. Pengujian ini dimaksudkan untuk

menentukan kadar air suatu tanah pada keadaan plastis.

5. Indeks plastisitas (*Plasticity Index / PI*)

Indeks plastisitas (*PI*) adalah selisih batas cair dan batas plastis. Indeks plastisitas (*PI*) merupakan interval kadar air dimana tanah masih bersifat plastis.

Rumus :

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

6. Analisa Saringan

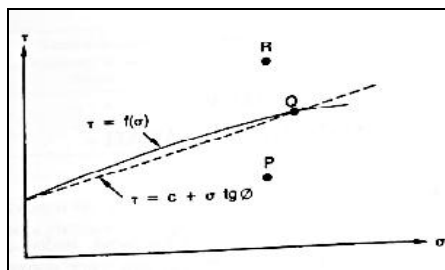
Analisa saringan adalah suatu usaha untuk mendapatkan ukuran distribusi tanah dengan menggunakan saringan. Sifat-sifat suatu macam tanah tertentu banyak tergantung kepada ukuran butirnya. Oleh karena itu, pengukuran besarnya butiran tanah merupakan suatu percobaan yang sangat penting dilakukan dalam bidang Mekanika Tanah.

7. Pengujian pemadatan (*compaction*)

Pemadatan merupakan proses dimana tanah yang terdiri dari butiran tanah, air, dan udara diberi energi mekanik seperti penggilasan (*rolling*) dan pergetaran (*vibrating*) sehingga volume tanah akan berkurang dengan mengeluarkan udara pada pori-pori tanah. Untuk pemadatan di laboratorium dapat dilakukan dengan cara, yaitu *Standart Compaction Test* dan *Modified Compaction Test*.

8. Kuat Geser Tanah

Kuat geser tanah adalah gaya perlawanan yang dilakukan oleh butir-butir tanah terhadap desakan atau tarikan. Menurut teori Mohr (1910) kondisi keruntuhan suatu bahan terjadi oleh akibat adanya kombinasi keadaan kritis dari tegangan normal dan tegangan geser.



Gambar 1. Grafik Kriteria Kegagalan Mohr Dan Couloumb

9. Abu Batu (*Fly Ash*)

Abu batu merupakan bahan bangunan yang merupakan hasil dari proses penghancuran bongkahan batu menggunakan mesin *stone crusher* dengan ukuran 0 mm - 5 mm.

II. Metode Penelitian

A. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada Laboratorium Uji Tanah Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Fakfak Provinsi Papua Barat dengan metode eksperimental.

B. Bagan Alir Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan tahapan kegiatan sesuai dengan bagan alir, seperti pada Gambar 2.



Gambar 2. Bagan Alir Penelitian

III. Hasil dan Pembahasan

A. Hasil Penelitian

1. Pengujian Karakteristik Tanah Asli

Berdasarkan hasil pengujian di laboratorium diperoleh data-data karakteristik fisik dan mekanis tanah yaitu pada Tabel 2.

Tabel 2. Rekapitulasi Karakteristik Tanah

No	Jenis Pengujian	Satuan	Hasil Pengujian
1	Kadar Air (<i>W</i>)	%	71,37
2	Berat Jenis (<i>G_s</i>)	-	2,76
3	Batas – batas Atterberg		
	a. Batas cair (<i>LL</i>)	%	78,868
	b. Batas plastis (<i>PL</i>)	%	57,921
	c. Indeks plastisitas (<i>PI</i>)	%	20,947
4	Analisa saringan		
	a. Tanah berbutir kasar	%	48,62
	b. Tanah berbutir halus	%	51,388
	c. Metode AASHTO		A-7-5
	d. Metode Unified		OH
5	Pemadatan		
	a. Kadar air optimum (<i>W_{opt}</i>)	%	37,2
	b. Berat isi kering (<i>dry</i>)	gr/cm ³	1,349
6	Geser Langsung		
	a. Sudut geser dalam ()	°	2,52
	b. Kohesi	kPa	23,63

2. Pengujian Geser Langsung (*Direct Shear*)

Berdasarkan hasil pengujian kuat geser menggunakan tanah lempung sebelum dan setelah distabilisasi dengan abu batu diperoleh nilai sudut geser dalam () dan nilai kohesi pada Tabel 3.

Tabel 3. Rekapitulasi Pengujian Geser Langsung

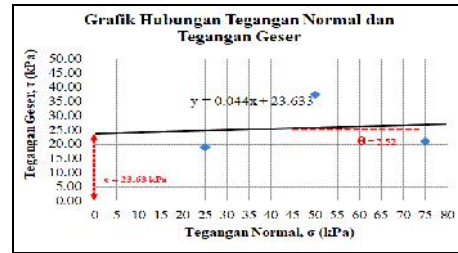
Kondisi Contoh Tanah	Kohesi	Sudut Geser Dalam ()
	kPa	(°)
Tanah Asli + 0 % Abu Batu	23,633	2,52
Tanah + 7 % Abu Batu	14,433	18,37
Tanah + 14 % Abu Batu	28,733	6,96
Tanah + 21 % Abu Batu	26,667	7,63

B. Pembahasan Penelitian

1. Pengujian Geser Langsung (*Direct Shear*)

a. Tanah Asli (0 % Abu Batu)

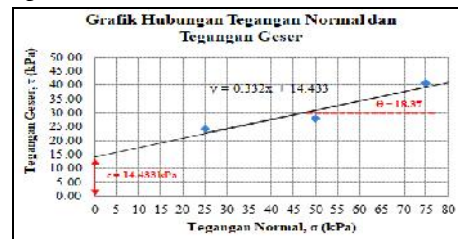
Dari hasil pengujian geser langsung (*Direct Shear*) tanah lempung di peroleh nilai kohesi sebesar 23,633 kPa dan nilai sudut geser dalam () sebesar 2,52°, dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Grafik Hubungan Tegangan Normal dan Tegangan Geser

b. Tanah Asli + 7 % Abu Batu

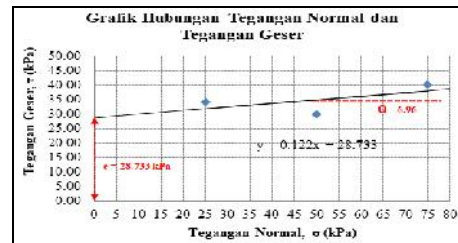
Dari hasil pengujian geser langsung (*Direct Shear*) tanah lempung dengan tambahan 7% abu batu di peroleh nilai kohesi sebesar 14,433 kPa dan nilai sudut geser dalam () sebesar 18,37°, dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Grafik Hubungan Tegangan Normal dan Tegangan Geser

c. Tanah Asli + 14 % Abu Batu

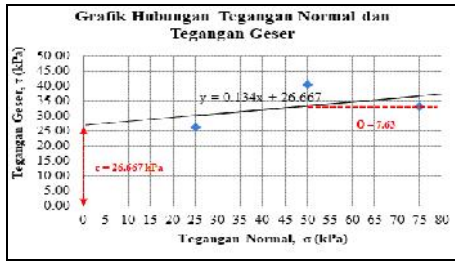
Dari hasil pengujian geser langsung (*Direct Shear*) tanah lempung dengan tambahan 14% abu batu di peroleh nilai kohesi sebesar 28,733 kPa dan nilai sudut geser dalam () sebesar 6,96°, dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Grafik Hubungan Tegangan Normal dan Tegangan Geser

d. Tanah Asli + 21 % Abu Batu

Dari hasil pengujian geser langsung (*Direct Shear*) tanah lempung dengan tambahan 21% abu batu di peroleh nilai kohesi sebesar 26,667 kPa dan nilai sudut geser dalam () sebesar 7,63°, dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Grafik Hubungan Tegangan Normal dan Tegangan Geser

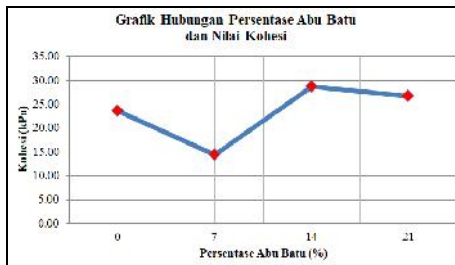
Dari Tabel 3, dapat diperoleh hubungan antara persentase abu batu dengan nilai sudut geser dalam (ϕ) pada Gambar 7.



Gambar 7. Grafik Hubungan Persentase Abu Batu dan Sudut Geser Dalam

Nilai sudut geser dalam tertinggi terdapat pada persentase campuran 7% abu batu yaitu sebesar 18,366° dengan persentase kenaikan sebesar 20,886% dari tanah asli.

Dari Tabel 3, diperoleh juga hubungan antara persentase abu batu dengan nilai kohesi pada Gambar 8.



Gambar 8. Grafik Hubungan Persentase Abu Batu dan Kohesi Pada

Nilai kohesi tertinggi terdapat pada persentase campuran 14% abu batu yaitu sebesar 28,733 kPa, dengan persentase peningkatan sebesar 53,366%.

IV. Kesimpulan

1. Berdasarkan sistem klasifikasi menurut AASTHO tanah ini termasuk ke dalam kelompok A-7-5 yang diklasifikasikan sebagai tanah berlempung, untuk sistem klasifikasi

menurut USCS tanah tergolong dalam kelompok OH yaitu tanah lempung organik dengan plastisitas tinggi dengan berat jenis = 2,76, lolos saringan nomor 200 = 51,388 %, batas cair = 78,868%, dan indeks plastisitas = 20.947%. Dari hasil pengujian standar pemadatan, didapat nilai kadar air optimum (W_{opt}) = 37,2 % dan berat isi kering maksimum (ρ_{maks}) = 1,349 gr/cm³.

2. Penambahan abu batu dengan lama pemeraman selama 7 hari pada tanah lempung dapat meningkatkan nilai sudut geser dalam dan nilai kohesi. Peningkatan nilai sudut geser dalam dengan puncaknya pada 7 % campuran abu batu sebesar 18,37° dengan persentase kenaikan sebesar 20,886% dari tanah asli sedangkan peningkatan Nilai kohesi tertinggi terdapat pada persentase campuran 14% abu batu yaitu sebesar 28,733 kPa, dengan persentase peningkatan sebesar 53,366%.

Saran dan rekomendasi penelitian sebagai berikut :

1. Perlu diadakan pengujian dengan kemungkinan bahan campuran kombinasi yang lain. Misalnya mengkombinasikan dengan bahan-bahan : semen, atau zat kimia penstabil lain.
2. Perlu diadakan pengujian kuat geser pembandingan dengan peralatan lain misalnya: Alat Uji Triaksial dan Tekan Bebas.

Ucapan Terima Kasih

Dengan terselesainya Karya Ilmiah ini, penulis mengucapkan terima kasih yang sedalam-dalamnya kepada Allah S.W.T. atas limpahan karunia dan hidayahnya sehingga penulis dapat melaksanakan penelitian dan menyelesaikan Karya Ilmiah. Ucapan terima kasih penulis sampaikan juga kepada Staf Jurusan Teknik Sipil yang telah membimbing dalam pelaksanaan sekaligus penyusunan karya ilmiah ini dan juga kepada orang tua serta teman – teman seperjuangan Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Fakfak yang telah membantu dan mendukung saya dalam mengerjakan Karya Ilmiah ini.

Daftar Pustaka

- [1] Asyifa, A., dan Syafi'ul Umam, (2016). "Pengaruh Substitusi Abu Batu (Quarry Dust) Pada Nilai CBR Laboratorium Untuk Stabilitas Subgrade Timbunan". Jurnal Ilmiah Semesta Teknika Fakultas Sains dan Teknologi. Universitas Teknologi Yogyakarta. Yogyakarta. Volume 19 No. 1 Hal 75-79.
- [2] Das, Braja M., Noor E., dan Indrasuryah B M. (1995). "Prinsip – Prinsip Rekayasa Geoteknis (Mekanika Tanah)". Jilid 1. Penerbit Erlangga. Institut Teknologi 10 November. Jakarta.
- [3] Haras, Melisa., Turangan A. E., dan Roski R.I. Legrans. (2017). "Pengaruh Penambahan Kapur Terhadap Kuat Geser Tanah Lempung". Fakultas Teknik Universitas Sam Ratulangi. Volume 15 No 67.
- [4] Hardiyatmo, Hary Christady., (2002). "Kuat Geser Tanah (Mekanika Tanah 1)". Edisi Ketiga. Penerbit Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- [5] Hardiyatmo, Hary Christady., (2002). "Stabilisasi Tanah Untuk Perkerasan Jalan", Penerbit Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- [6] Hardiyatmo, Hary Christady., (1992). "Mekanika Tanah". Gramedia Pustaka Umum. Jilid I Jakarta.
- [7] K.Rama Indera., Enden M., dan Taufik R., (2016). "Stabilisasi Tanah Dengan Menggunakan Fly Ash Dan Pengaruhnya Terhadap Nilai Kuat Tekan Bebas (Studi Kasus Jalan RayaBojonegara, Kab. Serang)". Jurnal Fondasi Fakultas Teknik Sipil Universitas Sultan Ageng Tirtayasa. Banten. Volume 5 No 1.
- [8] Nurdian, S., Setyanto., dan Lusmeilia A., (2015). "Korelasi Parameter Kekuatan Geser Tanah Dengan Menggunakan Uji Triaksial Dan Uji Geser Langsung Pada Tanah Lempung Substitusi Pasir". Jurnal Korelasi Uji Triaksial dan Uji Geser Langsung Fakultas Teknik Universitas Lampung. Jalan. Prof. Sumantri Brojonegoro. Vol. 3, No. 1, Hal : 13- 26. Diperoleh 31 Maret 2018
- [9] Openshaw, S.C., Miller, W.L., Bolch, W.E., and Bloomquist, D. (1992). Utilization of Fly As. Florida Center For Solid and Hazardous Waste Management. Gainesville, FL 32609. Report#92-3.
- [10] [10] Pinasang, Denny Boy., O.B.A Sompie., dan Freddy Jansen. (2016). "Analisis Campuran Kapur-Fly Ash Dan Kapur-Abu Sekam Padi Terhadap Lempung Ekspansif". Jurnal Ilmiah Media Engineering. Fakultas Teknik Universitas Sam Ratulangi. Volume 6 No 3.
- [11] Rollings, M.P., and Rollings JR. R.S. (1996). "Geotechnical Material in Concruction". McGraw-Hill. New York Washington. DC.
- [12] Supriyono. (1993). "Studi Tekanan Pengembangan Tanah Lempung Dengan Alat Geonor". Institut Bandung. Bandung.
- [13] Terzaghi, K. (1925). Principles of Soil Mechanics. Engineering News-Record. V.95.
- [14] [14] Yunus, Muhammad., (2015). "Laboratorium Uji Tanah". Modul Praktikum. Program Studi Teknik Sipil. Politeknik Negeri Fakfak