

PENGARUH PENAMBAHAN FLY ASH PADA TANAH RAWA KAB BARITO KUALA TERHADAP NILAI KUAT TEKAN DAN KUAT GESER

Tono

Program Studi Teknik Sipil Universitas Islam Kalimantan Muhammad Arsyad Al Banjari

Email:17640078tono@gmail.com

ABSTRAK

Tanah merupakan salah satu jenis material yang selalu berhubungan dengan konstruksi, baik konstruksi bangunan maupun konstruksi jalan, sehingga tanah menjadi komponen yang sangat diperhatikan dalam perencanaan konstruksi, untuk itu dalam melakukan perencanaan konstruksi harus dilakukan penyelidikan terhadap karakteristik dan kekuatan tanah. Tanah yang diselidiki adalah tanah yang terdapat di wilayah Banjarmasin selatan. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh pencampuran antara fly ash dan tanah rawa terhadap kuat tekan dan kuat geser tanah. Hal ini dilakukan jika mendirikan struktur di atas tanah rawa akan menimbulkan beberapa permasalahan, antara lain kecilnya nilai kuat tekan dan nilai kuat geser pada tanah tersebut. Oleh karena itu sebelum dilakukan pembangunan struktur di atas tanah tersebut, perlu dilakukan stabilisasi tanah. Pada penelitian ini dilakukan stabilisasi tanah dengan menggunakan campuran antara fly ash dan tanah rawa.

Berdasarkan hasil penelitian ini dapat dilihat penurunan nilai kuat tekan dan nilai kuat geser, maka dilakukan dengan cara membuat variasi pencampuran fly ash sebesar 10%, 20%, dan 30%. Dari hasil pengujian didapatkan nilai kuat geser maksimum 26,56° dan penurunan nilai kohesi 0,2 kg/cm² pada pencampuran fly ash sebanyak 30%. Pada nilai kuat tekan mencapai nilai maksimum pada campuran 20%, dari 3 variasi yang dilakukan yaitu sebesar 2,48 kg/cm². Semakin besar kadar fly ash yang ditambahkan maka semakin menurun nilai kohesi tanah tersebut, sudut geser dan nilai kuat tekan akan menjadi semakin meningkat walaupun nilai kuat tekan maksimum di pencampuran 20% fly ash.

Kata kunci : Fly Ash, Kuat Tekan Bebas, Kuat Geser.

ABSTRACT

Soil is one type of material that is always related to construction, both building construction and road construction, so that the soil becomes a component that is very considered in construction planning, for that in carrying out construction planning an investigation must be carried out on the characteristics and strength of the soil. This research was conducted to determine the effect of mixing between fly ash and swamp soil on the compressive strength and shear strength of the soil. This is done if erecting a structure on swamp soil will cause several problems, including the small value of compressive strength. and the value of the shear strength of the soil. Therefore, prior to the construction of the structure on the soil, it is necessary to stabilize the soil. In this study, soil stabilization was carried out using a mixture of fly ash and swamp soil.

Based on the results of this study, it can be seen that the value of compressive strength and shear strength decreased, then it was done by making variations of mixing fly ash by 10%, 20%, and 30%. From the test results obtained a maximum shear strength value of 26.56° and a decrease in cohesion value of 0.2 kg/cm² in fly ash mixing as much as 30%. The compressive strength value reaches the maximum value in a mixture of 20%, from the 3 variations carried out, which is 2.48 kg/cm². The greater the fly ash content added, the lower the soil cohesion value, the shear angle and the compressive strength value will increase even though the maximum compressive strength value is mixed with 20% fly ash.

Keywords : Fly Ash, Free Compressive Strength, Shear Strength.

I. PENDAHULUAN

“Luas lahan rawa di Indonesia tercatat \pm 34,93 juta ha atau 18,28% dari luas daratan Indonesia, yang tersebar di Sumatera \pm 12,93 juta ha, Jawa \pm 0,90 juta ha, Kalimantan \pm 10,02 juta ha, Sulawesi \pm 1,05 juta ha, Maluku dan Maluku Utara \pm 0,16 juta ha, serta Papua \pm 9,87 juta ha” (BBSDLP 2014). Menurut keadaan cuaca, terutama curah hujan, rawa-rawa dengan iklim basah telah memiliki area wilayah seluas 34,37 juta hektar, sedangkan rawa-rawa dengan iklim kering hanya kurang lebih 558,474 ha (1,59%). Dari jumlah tanah rawa-rawa, yang diklasifikasikan sebagai tanah asam (pH <5> 5,5) 1,51 juta hektare (4,32%).

“Berdasarkan sifat tanah dan kendala pengembangan pertanian, lahan rawa dibagi dalam empat tipologi lahan, yaitu 1) lahan rawa potensial, 2) lahan rawa sulfat masam, 3) lahan gambut, dan 4) lahan salin” (Widjaja-Adhi et al.1992; Haryono et al. 2014). “Lahan rawa potensial mempunyai kendala lebih ringan dibandingkan dengan lahan sulfat masam atau lahan gambut, antara lain kemasaman tanah sedang

(pH tanah > 4,5), lapisan pirit ada pada kedalaman >100 cm, serta kadar aluminium dan besi rendah” (Noor 2010). “Luas lahan rawa potensial untuk pertanian atau kehutanan mencapai 19,99 juta ha, sedangkan sisanya sekitar 14,93 juta ha tidak potensial untuk pertanian, yang sebagian besar terdapat di kawasan hutan” (Ar-Riza 2000). “Lahan rawa potensial umumnya memiliki kemasaman tanah yang masam sampai agak masam (pH 4,5)” (Simatupang et al.2014). Menurut hasil analisa potensial lahan yang dilakukan oleh BBSDLP (2014), dari kurang lebih 14,99 juta hektar (74,96%) tanah gambut di Indonesia, potensi tanaman pangan adalah 3,17 juta ha (15, 84% dan sekitar 1 , 84 juta ha (9,20%) potensi tanaman tahunan (kelapa, minyak dan karet) (Tabel 1).

“Lahan rawa potensial di Kalimantan Selatan pada tahun 2000 terluas terdapat di Kabupaten Tapin (46.503 ha) dan Hulu Sungai Utara (27.449 ha), sementara lahan rawa pasang surut terluas terdapat di Kabupaten Hulu Sungai Utara yakni 27.449 ha” (BPS Provinsi Kalimantan Selatan 2014). Lahan rawa pasang surut di daerah

Kalimantan Selatan kurang lebih 186 ribu hektar, sedangkan tanah Lebak Rawa ada sekitar 137 ribu hektar. Sementara penggunaan tanah rawa pasang surut terfokuskan pada tiga kabupaten, yaitu, Kabupaten Barito Koala, Banjar dan Tapin dengan penggunaan total di wilayah ini hanya 154 ribu.

Di daerah rawa-rawa acapkali ditemui tanah yang memiliki kadar pH kurang dari 3,0 atau bersifat sangat asam. Hal ini diakibatkan karena tingginya kandungan asamsulfat di dalam tanah.

Karakteristik dan Sifat Tanah Masam.

Karakteristik dari tanah yang memiliki kandungan asam yang sangat tinggi pada akhirnya mengakibatkan ketidaknormalan dari pertumbuhan tanaman. Tanah rawa terbagi dari beberapa bagian tanah, seperti tanah gambut, tanah lempung, atau tanah lanau. Tanah rawa juga dapat didefinisikan sebagai lahan darat yang tergenang terus menerus secara alami dalam waktu yang lama dikarenakan drainase yang terhalang/terhambat. Walaupun tergenang, area ini masih tetap ditumbuhi oleh tumbuh-tumbuhan. Maka dari itu diperlukan

yang namanya stabilisasi tanah. Stabilisasi tanah ini bertujuan untuk memperbaiki sifat-sifat tanah asli agar tanah tersebut memenuhi persyaratan untuk dipergunakan sebagaimana fungsinya. Sifat-sifat tanah tersebut dapat diperbaiki secara ekonomis dengan cara menggunakan bahan campuran. Salah satu bahan campuran yang dapat digunakan sebagai bahan stabilisasi adalah Abu Batu (fly ash). Tanah merupakan salah satu bagian penting dari dunia konstruksi, yang mana tanah berfungsi untuk menerima dan menahan beban dari bangunan konstruksi yang berada di atasnya. Agar tanah tetap stabil, salah satu treatment yang dapat dilakukan adalah dengan menambahkan material kimiawi berupa abu batu (fly ash) pada tanah. Fly ash ialah limbah dari pembakaran batu bara yang dapat dijadikan sebagai salah satu bahan campuran untuk membantu mengikat tanah menjadi lebih stabil. Pada penelitian ini, penulis menggunakan bahan campuran fly ash dengan kadar 10%, 20%, dan 30% dari berat tanah dengan waktu didiamkan selama 0, 7, 21, dan 21 hari. Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui jenis nilai kuat

tekan dan kuat geser pada tanah rawa di Kalimantan selatan. “Pemanfaatan abu terbang sebagai bahan tambahan dalam campuran tanah rawa merupakan salah satu usaha untuk menanggulangi masalah penumpukan abu terbang yang dapat mengakibatkan pencemaran lingkungan sekitarnya” (Suarnita,2011). “Salah satu cara pengujian yang dapat digunakan untuk mencari parameter kuat geser tanah yaitu dengan uji kuat tekan bebas. Maksud dari kekuatan tekan bebas yaitu besarnya suatu beban aksial persatuan luas pada benda uji mengalami suatu keruntuhan atau pada saat regangan aksial mencapai 15%” (SNI 3638-2012). Dalam pengujian kuat tekan bebas di laboratorium sampel tanah yang digunakan bisa dalam wujud asli maupun buatan (remoulded). Pada saat penelitian akan dilakukan kuat tekan terhadap tanah rawa tersebut dengan penambahan material yaitu abu terbang (fly ash).abu terbang merupakan limbah industri pembakaran batu bara pada pembangkit listrik tenaga uap (PLTU) yang dapat menyebabkan pencemaran lingkungan.Pengambilan sampel fly ash CV. RAM (RIZKI ARTAMULIA

BERSUJUD) yang berlokasi di angšana,kabupaten tanahumbu Kalimantan selatan .

Tinjauan Pustaka

Pengertian dari Tanah adalah mengklasifikasikan tanah menurut kategori dan sifat-sifat dari masing-masing tanah dengan menggunakan berbagai macam cara, baik dengan menggunakan peralatan ataupun dengan cara yang sederhana. Klasifikasi Unified Soil Classification System (USCS) adalah salah satu klasifikasi keteknikan yang acapkali dipergunakan. Dalam Klasifikasi USCS terdapat tiga kelompok utama, yaitu tanah yang memiliki ukuran partikel kasar (mengandung pasir dan kerikil), partikel halus (tanah lempung dan liat), dan tanah yang memiliki kadar organik tinggi (misal tanah gambut). Dalam klasifikasi ini diperlukan banyak data yang terdiri dari warna, kadar air, kekuatan tekan, batas cair, batas plastis dan sifat lainnya. Tanah rawa adalah dasar konstruksi bangunan sipil yang memiliki peranan dalam menerima dan menahan beban dari struktur bangunan di atasnya. Pada tanah lunak terdapat dua permasalahan utama.

Pertama adalah daya dukung tanah yang rendah. Kedua adalah masalah penurunan pada tanah yang besar. Selain permasalahan pada tanah lunak di atas, pada tanah rawa juga terdapat sifat yang kurang menguntungkan yaitu mempunyai kadar air yang tinggi. Oleh karena itu diperlukan upaya perbaikan tanah melalui usaha stabilisasi tanah untuk mengatasinya.

1. Kadar Air

Dalam prosedur uji laboratorium, biasanya pengukuran kadar air tanah digunakan. Jika isi air tanah dikombinasikan dengan data uji lainnya, ini akan menghasilkan informasi karakteristik dari tanah yang signifikan. Jika kadar air dari sampel di lapangan lebih rendah dari permukaan datar yang mendekati batas cairan, itu akan memberikan indikasi bahwa contoh keadaan alami rentan terhadap penurunan konsolidasi yang lebih besar. Kandungan air tanah dapat digunakan untuk menghitung parameter dari sifat medan. Formula untuk menghitung kadar air tanah adalah:

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

2. Berat Jenis

“Pengertian berat jenis 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:

$$G_s = \frac{(W_1 - W_2) / ((W_4 - W_1) - (W_3 - W_2))}{1} \quad (3)$$

3. Batas Cair Dan Batas Plastis

Dalam menetapkan batas cair tanah, sampel tanah dari lapangan dilakukan pengujian di laboratorium. Hasil pengujian batas cair ini nantinya dapat di gunakan dalam menentukan konsistensi perilaku material dan sifatnya pada tanah kohesif. Konsistensi tanah sangat bergantung pada nilai batas cair tanah tersebut. Selain itu nilai batas cair juga bisa digunakan dalam menetapkan nilai indeks Plastisitas tanah yaitu nilai batas cair dikurangi dengan nilai batas plastis. Batas Plastis dihitung dari persentase berat air terhadap berat tanah kering pada benda uji. Pada pengujian ini, material tanah yang lolos saringan ukuran 0,425 mm atau saringan No.40, diambil untuk

dijadikan benda uji kemudian dicampur dengan air suling hingga mencapai diameter 3 mm.

Indeks plastisitas (PL) = batas cair (LL) - batas plastis (PL)
(2)

4. 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.

5. Kuat Tekan Bebas

Kuat tekan merupakan tekanan aksial benda uji disaat mengalami keruntuhan atau saat regangan aksial mencapai 20%. Alat Kuat tekan bekerja dengan cara hidrolis mendorong benda uji ke atas sehingga angka dari dial kuat tekan mengalami kenaikan, kemudian nilai maksimal dikalikan dengan kalibrasi dari proving ring dan dibagi dengan luas penampang benda uji dan

kemudian didapatkan nilai q_u (kuat tekan) dari tanah tersebut.

Uji Kuat tekan bebas adalah pengujian yang acapkali dilakukan dan digunakan dalam proses menyelidiki sifat –sifat stabilisasi tanah. Selain mudah dan praktis, sampel yang dibutuhkan juga sedikit. Dalam pembuatan benda uji sebagai dasar adalah kepadatan maksimum yang diperoleh dari percobaan pemadatan.

$$q_u = K.R./A \quad (4)$$

6. Kuat Geser Langsung

Kuat geser tanah adalah gaya tahanan internal yang bekerja per satuan luas masa tanah dalam menahan keruntuhan atau kegagalan sepanjang bidang runtuh dalam masa tanah tersebut. Memahami proses dari perlawanan geser amat sangat diperlukan dalam menganalisis stabilitas tanah seperti kuat dukung, stabilitas lereng, tekanan tanah lateral pada struktur penahan tanah. Parameter kuat geser tanah sangat diperlukan dalam analisis-analisis antara lain ;
Kapasitas dukung tanah
Stabilitas lereng
Gaya dorong pada dinding penahan

Menurut Mohr (1910) “keruntuhan terjadi akibat adanya kombinasi keadaan kritis dari tegangan normal dan tegangan geser.” Hubungan fungsi tersebut dinyatakan ;

$$\tau=f(\sigma)$$

(5)

7. Fly Ash (Abu Terbang)

“Fly ash (Abu terbang) adalah bagian dari sisa pembakaran batu bara pada boiler pembangkit listrik tenaga uap yang berbentuk partikel halus dan bersifat pozzoland, berarti abu terbang tersebut dapat bereaksi dengan kapur pada suhu kamar (24°C - 27°C) dengan adanya media air membentuk senyawa yang bersifat mengikat. Dengan sifat pozzolan tersebut abu terbang mempunyai prospek untuk digunakan berbagai keperluan bangunan. Abu bahan anorganik sisa pembakaran batubara dan terbentuk dari perubahan bahan mineral karena proses pembakaran. Pada pembakaran batubara pada pembangkit tenaga listrik terbentuk dua jenis abu yaitu Abu terbang (fly ash) dan abu dasar (bottom ash). Partikel abu yang terbawa gas buang disebut abu terbang, sedangkan abu yang tertinggal dan

dikeluarkan dari bawah tungku disebut abu dasar. Sebagian abu dasar berupa lelehan abu disebut terak (slag). Abu terbang ditangkap dengan electric Precipitator sebelum dibuang ke udara melalui cerobong. Pozolan dapat dipakai sebagai bahan tambahan atau sebagai pengganti sebagian semen portland. Bila dipakai sebagai pengganti sebagian semen portland umumnya berkisar antara 10% - 35% berat semen” (Tjokrodimulyo, 1996).

Dalam SNI 2460:2014 spesifikasi abu Terbang sebagai bahan tambahan untuk campuran beton disebutkan ada 3 jenis abu terbang, yaitu :

Abu terbang kelas F, adalah abu terbang yang dihasilkan dari pembakaran batubara, jenis antrasit pada suhu 1560°C.

Abu terbang kelas N, adalah hasil kalsinasi dari pozzolan alam seperti tanah diatonocce, shale (serpih), tuft, dan batu apung.

Abu terbang kelas C adalah abu terbang yang dihasilkan dari pembakaran limit atau batubara dengan kadar karbon ± 60 %. Abu terbang ini mempunyai sifat pozzolan dan sifat

seperti semen dengan kadar kapur di atas 10 %.

II. METODE PENELITIAN

Persiapan dan Penyediaan Bahan

Agar penelitian ini berjalan lancar, maka diperlukan persiapan-persiapan dan juga penyediaan terhadap bahan-bahan yang diperlukan. Adapun persiapan dan penyediaan bahan yang dilakukan antara lain:

Menggunakan tanah rawa.

Fly Ash yang digunakan berasal dari CV.RAM (RIZKI ARTAMULIA BERSUJUD).

Air yang di gunakan adalah air bersih (air pdam).

Pemeriksaan Bahan

Dalam penelitian ini dilakukan pemeriksaan terhadap bahan-bahan yang akan digunakan, yaitu pengujian terhadap tanah rawa. Pengujian ini nantinya memiliki tujuan untuk memperoleh sifat dan karakteristik dari tanah rawa yang digunakan dalam penelitian..

Rencana Campuran

Dalam penelitian ini merencanakan campuran tanah menggunakan 3 variasi Bahan Pengisi 0%, 10%, 20%, dan 30%. Langkah-langkah ini meliputi syarat umum dan syarat teknis dalam perencanaan komposisi campuran tanah untuk dipakai sebagai salah satu referensi ke perencana dan manajer perencanaan komposisi campuran..

Pengujian Benda Uji

Tahap pengujian, dimana pengujian dilakukan pada kuat tekan pada umur 0, 7, 14, dan 21, hari pemeraman. dan pengujian porositas dilakukan setiap tanah rawa variasi bahan pengisi fly ash.

1.Pengujian kadar air menggunakan SNI 1965:2008.

2.Pengujian berat jenis menggunakan SNI 1964:2008.

3.Pengujian batas cair menggunakan SNI 1967:2008.

4.Pengujian batas plastis menggunakan SNI 1966:2008.

5.Pengujian Hidrometer menggunakan SNI 3423:2008.

6.Pengujian kuat tekan menggunakan SNI 3638:2012.

7.Pengujian kuat geser menggunakan SNI 2813:2008

III. Hasil dan Pembahasan

Karakteristik Tanah Asli

Berdasarkan pengamatan secara visual menuntukan bahwa tanah tersebut berbutir halus berwarna coklat pada tanah basah maupun pada tanah kering. Selain itu, pada saat keadaan basah tanah tersebut lengket atau liat, sedang kan pada keadaan kering tanah tersebut mengeras.

Pada pengujian tanah asli yang sudah saya lakukan adapun hasil pengujian dan penelitian tanah di laboratorium mengenai karakteristik tanah meliputi batas-batas klasifikasi butiran ,Kadar air optimum, berat jenis, kuat tekan dan kuat geser .

Tabel 4.1 Hasil Uji Fisik Tanah Asli (Sumber: Hasil Pengujian Lab, 2021)

No	Jenis Pengujian	Hasil
1.	Berat jenis	2,609
2.	Berat jenis campuran	1,7
3.	Batas cair	56,4
4.	Batas plastis	17,7
5.	Kadar air	32%

Sumber: Hasil Pengujian di Laboratorium Politeknik Negerii BanjarMasin 2021

Karakteristik Tanah Asli

Berat jenis tanah merupakan ratio perbandingan berat butir tanah dengan berat air destilasi di udara dengan volume yang sama dan pada temperature tertentu. Adapun hasil dari pengujian ini dapat dilihat dari Tabel 4.2

Tabel 4.2 Berat Jenis Tanah Asli

No	Picnometer no		1	2
1.	Berat Picnometer + Air, W1	Gr	145,50	157,3
2.	Berat Picnometer + Tanah + Air, w2	Gr	162,3	173,9
3.	Berat Tanah Kering, W3	Gr	30,00	30,00
4.	Temperatur Campuran Air +Tanah, T° C	T° C	23,00	23,00
5.	Gs (pada T°C) = $W3 / [(W1 + W3) - W2]$		2,273	2,239
	Berat Jenis		2,254	

Sumber: Hasil Pengujian di Laboratorium Politeknik Negeri Banjarmasin 2021

Pengujian Tanah Yang Distabilisasi dengan *Fly Ash*

Tabel 4.2 Berat Jenis Campuran Fly Ash

No	Picnometer no		1	2
1.	Berat Picnometer + Air, W1	Gr	116,30	123,00
2.	Berat Picnometer + Tanah + Air, w2	Gr	128,60	135,50
3.	Berat Tanah Kering, W3	Gr	30,00	30,00
4.	Temperatur Campuran Air +Tanah, T° C	T° C	27,00	30,00
5.	Gs (pada T°C) = $W3 / [(W1 + W3) - W2]$		1,69	1,71
	Berat Jenis		1,700	

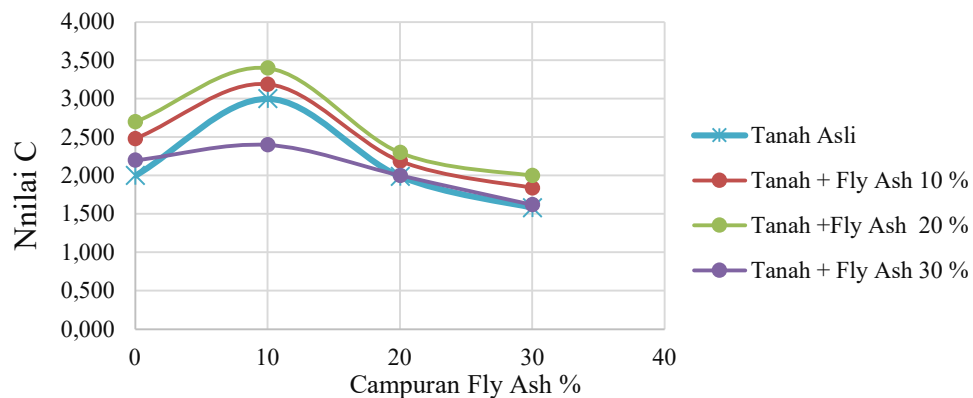
Sumber: Hasil Pengujian di Laboratorium Politeknik Negeri Banjarmasin 2021

Kesimpulan hasil pengujian pada tanah di campur menggunakan fly ash 10%, 20%, dan 30%.

Tabel 4.13 Kesimpulan hasil pengujian pada tanah di campur menggunakan fly ash 10%, 20%, dan 30%.

Uraian	Pemeraman			
	0 Hari	7 Hari	14 Hari	21 Hari
Tanah Asli	2,000	3,000	1,990	1,580
Tanah + Fly Ash 10 %	2,480	3,190	2,190	1,840
Tanah +Fly Ash 20 %	2,700	3,400	2,300	2,000
Tanah + Fly Ash 30 %	2,200	2,400	2,001	1,620

Gambar: 4.13 Kesimpulan hasil pengujian pada tanah di campur menggunakan fly ash Sumber: Hasil Pengujian di Laboratorium Politeknik Negeri Banjarmasin 2021.



Gambar:4.13 Kesimpulan hasil pengujian pada tanah di campur menggunakan fly ash

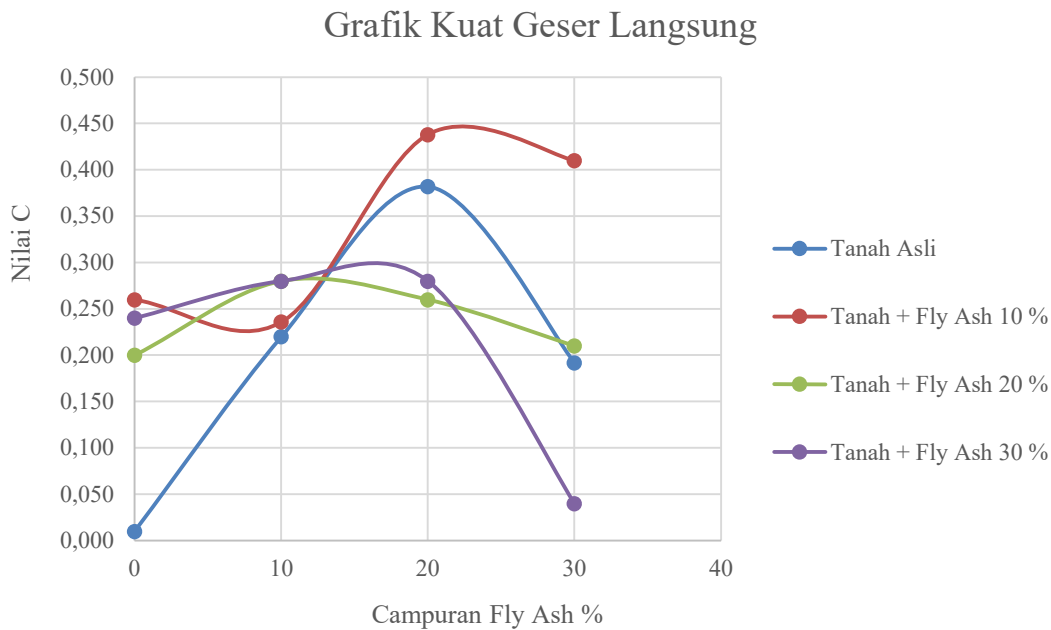
Sumber: Hasil Pengujian di Laboratorium Politeknik Negeri BanjarMasin 2021

Kesimpulan hasil pengujian kuat grser langsung pada tanah di campur menggunakan fly ash 10%, 20%, dan 30%

Kesimpulan hasil pengujian kuat grser langsung pada tanah di campur menggunakan fly ash 10%, 20%, dan 30%

Uraian	Uji Kuat Geser Langsung			
	0 Hari	7 Hari	14 Hari	21 Hari
Tanah Asli	0,010	0,220	0,382	0,192
Tanah + Fly Ash 10 %	0,260	0,236	0,438	0,410
Tanah + Fly Ash 20 %	0,200	0,280	0,260	0,210
Tanah + Fly Ash 30 %	0,240	0,280	0,280	0,040

Sumber: Hasil Pengujian di Laboratorium Politeknik Negeri BanjarMasin 2021



Gambar:4.13 Kesimpulan hasil pengujian pada tanah di campur menggunakan fly ash Sumber:
Hasil Pengujian di Laboratorium Politeknik Negeri Banjarmasin 2021

IV. Kesimpulan

Menyampaikan hasil penelitian saya menjawab hasil rumusan masalah yang saya

1. sampai kan tadi adalah dapat di lihat kuat tekan bebas tanah pada setiap campuran fly ash dari persentasi 10%,dari hasil tersebut dapat dilihat peningkatan kuat tekan bebas sebesar $2,48 \text{ kg/cm}^2$ dari $2,0 \text{ kg/cm}^2$ pada tanah dasar dinol hari, Hari ke 7 mendapat $3,0 \text{ kg/cm}^2$ menjadi $3,19 \text{ kg/cm}^2$, Hari ke 14 mendapat $1,99$ menjadi $2,19 \text{ kg/cm}^2$, pada hari ke 21 mendapat $1,58$ menjadi $1,84 \text{ kg/cm}^2$ pada campuran 10%. pada campuran 20% juga masih mengalami peningkatan dari tanah asli, sedangkan dicampuran 30% mengalami penurunan di karenakan campuran 30% fly ash hampir seragam dengan tanah.
2. Dapat di simpulkan hasil pengujian kuat geser mengalami kenaikan di campuran 10%, di dapat kuat geser $2,60 \text{ kg/cm}^2$ dari $0,01$ tanah asli pada pemeraman 0 hari, hari ke 7 didapat $0,22 \text{ kg/cm}^2$ menjadi $0,236$, hari ke 14 didapat $0,382 \text{ kg/cm}^2$ menjadi

$0,438$, pada hari ke 21 mendapat $0,192 \text{ kg/cm}^2$ menjadi $0,410 \text{ kg/cm}^2$, di campuran 20% dan 30% mengalami penurunan dikarenakan sangat seragam atau hampir sama, jadi makin banyak fly ash semakin turun.

Saran

1. Perlu memperhatikan kering tanah awal untuk pengujian kepadatan optimum, dan untuk pencampuran tanah dan fly ash harus seragam, karna kalo tidak seragam mempengaruhi pencampuran air untuk pengujian.
2. Harus memperhatikan alat yang digunakan harus dengan keadaan baik dan normal dan tidak rusak pada saat di pakai. karna bias menunda pengujian yang ingin di lakukan
3. Pada saat melakukan pencampuran tanah dengan fly ash dan air sebaiknya dilakukan pengadukan sampai sangat rata atau menyatu sehingga mendapat hasil yang lebih baik.

4. Pada saat melakukan pemadatan untuk mencari kadar air optimum dan kepadatan kering maksimum, tanah dan fly ash yang telah dicampur dengan air jangan langsung dilakukan penumbukan sebaiknya perlu dilakukan pemeraman beberapa jam sehingga reaksi kimia dari fly ash bereaksi dengan baik, begitu juga dengan pembuatan sampel untuk uji kuat tekan dan kuat geser.
5. Untuk penelitian selanjutnya setiap campuran fly ash dan tanah dilakukan uji sifat fisik sehingga data yang didapatkan lebih lengkap.
6. Saran Penelitian selanjutnya Bisa Digunakan Mencari Korelasi Antara Kuat Tekan Bebas Dan Kuat Tekan Geser Langsung.

Daftar Pustaka

Abadi, T. C., 2007. Perbandingan Hasil Stabilisasi Dengan *Fly Ash* Dan Semen Pada Tanah Ekspansif Cikampek, Jurnal Teknik Sipil Vol. 7no. 2, page 132-143.

ASTM International. *Standar Test Methods for Specific Gravity of Soil Solids by Water Pycnometer*

(*ASTM D854 – 14*), United State, ASTM International.

Berry, Peter L. 1987 *An Introduction to Soil Mechanics*. England: McGraw- Book Company

Bowles, Joseph. (1989). *Sifat-sifat fisis dan Geoteknis Tanah*. Terjemahan Johan K. Hainim Jakarta : Penerbit Erlangga.

Das, Braja M. 1985. *Mekanika Tanah (Prinsip-prinsip Rekayasa Geoteknis)* Jilid Penerbit Erlangga : Jakarta

Fathurrahman, M. Dan Zaika, Y. 2018. *Pengaruh Penambahan Fly Ash Pada Sifat Fisik Dan CBR Tanah Lunak Di Proyek Jalan Tol Gempol Pasuruan*. Naskah Terpublikasi Teknik Sipil ft-ub. Malang: Universitas Brawijaya.

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*.

- Look Burt G.,2014. *Handbook of Geotechnical Investigation and Design Table*, CRC Press/Balkema, London.
- N. Fadillah,"Pengujian Kuat Tekan Bebas (*Unconfined Compression Test*) Pada Stabilitas Tanah Lempung Dengan Campuran Semen dan Abu Sekam Padi,"*J.Tek.Sipil USU*,vol.3,no,2,2014.
- Prasetia, Irfan, and Nopi Stiyati Prihatini.2015 *Uji Toksisitas Abu Batubara PLTU Asam-Asam Sebagai Material Konstruksi* .Research Grant, Banjarmasin:Prodi Teknik Sipil Universitas Lambung Mangkurat.
- Refnita,Gifyul,Zamzibar Zuki,and Yulizar Yusuf. 2012. "Pengaruh Penambahan Abu Terbang (*fly ash*) Terhadap Kuat Tekan Mortar Semen Tipe PCC Serta Analisis Air Laut yang digunakan untuk Perendaman." *Jurnal Kimia Unad 1* (1)
- Rollings Marian P. dan Raymond S. Rollings. Jr, V. T., ASTM International. *Standar Test Methods for Laboratory Compaction Characteristics of Soil Using Modified Effort (ASTM D1557 - 12)*, United State, ASTM International.
- Stevanny Gumalang, 2016. *Pengaruh Kekuatan Kadar Air dan Superplasticizer Pada Kekuatan dan Kelecekan Beton Bertulang Geopolimer Memadat Sendiri Berbasisi Abu Terbang*, Universitas Sam Ratulangi, Manado.
- Fadilla, Nita. 2014. Pengujian Kuat Tekan Bebas (*Unconfined Compression Test*) Pada Stabilitas Tanah Lempung Dengan Campuran Semen Dan Abu Sekam Padi oleh.
- Ardana, M. D. W., 2008. Korelasi Kekuatan Geser Undrained Tanah Lempung dari Uji *Unconfined compression* dan Uji *Laboratory Vane Shear* (studi pada remolded clay), *Jurnal Ilmiah Teknik Sipil*, 12(2), pp 10-16.\
- Bowles, J. E., 1999. *Sifat–Sifat Fisis dan Geoteknis Tanah (Mekanika Tanah)*. Jakarta. Erlangga.
- BSN, SNI 1964-2008. *Cara Uji Berat Jenis Tanah* Jakarta. Badan Standarisasi Nasional.

- BSN, SNI 03-2812-1992. *Cara uji Konsolidasi Tanah Satu Dimensi*, Jakarta Badan Standarisasi Nasional.
- BSN, SNI 1967-2008, *Cara Uji Penentuan Batas Cair Tanah*. Jakarta. Badan Standarisasi Nasional.
- BSN, SNI 1966-2008. *Cara Uji Penentuan Batas Plastis Dan Indeks Plastisitas Tana.*, Jakart., Badan Standarisasi Nasional.
- BSN, SNI 03-2815-1992. *Cara Uji Tekan Triaksial Pada Laboratorium*. Jakarta. Badan Standarisasi Nasional.
- BSN, SNI 03-3638-1994. *Metode Pengujian Kuat Tekan Bebas Tanah Kohesif*. Jakarta. Badan Standarisasi Nasional
- BSN, SNI 03-1968-1990. *Metode Pengujian Tentang Analisis Saringan Agregat Halus dan Kasar*. Jakarta. Badan Standarisasi Nasional.
- Das, B. M., 1988. *Mekanika Tanah (Prinsip-Prinsip Rekayasa Geoteknis) Jilid 1 dan Jilid 2*. Jakarta: Erlangga.
- Hardiyatmo, H C., 2006. *Mekanika Tanah 1*. Yogyakarta. Gadjah Mada University Press
- Supranto, J. 2004. *Statistik (Teori dan Aplikasi)*. Jakarta. Erlangga.

