



Pengaruh Penambahan Fly Ash Batubara terhadap Parameter Geomekanik Tanah

Randa Rahmattullah Ginara, Iswandaru*, Indra Karna Wijaksana

Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Islam Bandung, Indonesia.

ARTICLE INFO

Article history :

Received : 20/9/2023

Revised : 11/12/2023

Published : 19/12/2023



Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International License.

Volume : 3

No. : 2

Halaman : 141-148

Terbitan : Desember 2023

ABSTRAK

Tanah adalah hasil akumulasi material organik dan anorganik secara alami di kerak bumi. Kekuatan tanah krusial untuk menopang beban di atasnya dan mencegah penurunan. Seiring waktu, kekuatannya berkurang, mempengaruhi stabilitasnya. Uji Geser Langsung digunakan untuk mengukur kekuatan tanah. Penelitian ini fokus pada peningkatan kekuatan tanah dengan menambahkan fly ash sebagai material sisipan. Penelitian melibatkan studi literatur, pengambilan sampel, dan uji laboratorium untuk memantau perubahan sifat fisik dan mekanik tanah lempung dengan tambahan fly ash. Hasil menunjukkan bahwa tanah lempung klasifikasi lempung plastisitas rendah. Uji Atterberg limit menghasilkan batas cair 40,20% dan batas plastis 17,39%. Pada pengujian densitas dengan persentase fly ash 5% hingga 15%, campuran 11% mencapai densitas tertinggi, yaitu 1,150 g/cm³. Sifat mekanik, seperti kohesi (c) dan sudut geser dalam (Φ), diukur masing-masing sebesar 15,2 KPa dan 15,220. Hasil penelitian ini dapat memberikan wawasan tentang penggunaan fly ash untuk meningkatkan kekuatan tanah, dengan campuran 11% menjadi opsi optimal.

Kata Kunci : Klasifikasi Tanah; Kuat Geser Langsung Tanah; Material Sisipan Fly Ash Batubara.

ABSTRACT

Soil is the result of the natural accumulation of organic and inorganic materials in the Earth's crust. The crucial strength of soil lies in its ability to support the load above and prevent subsidence. Over time, soil strength diminishes, impacting its stability. Direct Shear Tests are employed to measure soil strength. This research focuses on enhancing soil strength by incorporating fly ash as an additive material. The study involves literature review, sample collection, and laboratory tests to monitor changes in the physical and mechanical properties of clayey soil with the addition of fly ash. The results indicate that the clayey soil falls into the category of low plasticity clay, with Atterberg limits revealing a liquid limit of 40.20% and a plastic limit of 17.39%. In density tests with fly ash percentages ranging from 5% to 15%, the 11% mixture achieves the highest density at 1.150 g/cm³. Mechanical properties, such as cohesion (c) and internal friction angle (Φ), are measured at 15.2 KPa and 15.220, respectively. The findings of this research offer insights into the use of fly ash to improve soil strength, with the 11% mixture emerging as the optimal option.

Keywords : Classification of Soil; Direct Shear Strength of Soil; Insertion Material of Coal Fly Ash.

@ 2023 Jurnal Riset Teknik Pertambangan Unisba Press. All rights reserved.

A. Pendahuluan

Tanah merupakan akumulasi dari material lepas baik organik ataupun anorganik yang terjadi secara alami yang berada dikerak bumi. Umumnya tanah yang ada pada permukaan memiliki udara dan juga air didalamnya karena tanah memiliki rongga atau bagian yang kosong sehingga diisi oleh udara ataupun air. Tanah memiliki sifat fisik dan juga sifat mekanik tersendiri sehingga dari sifat tersebut dapat mengetahui karakteristik dan juga kekuatan yang dimiliki oleh tanah tersebut.

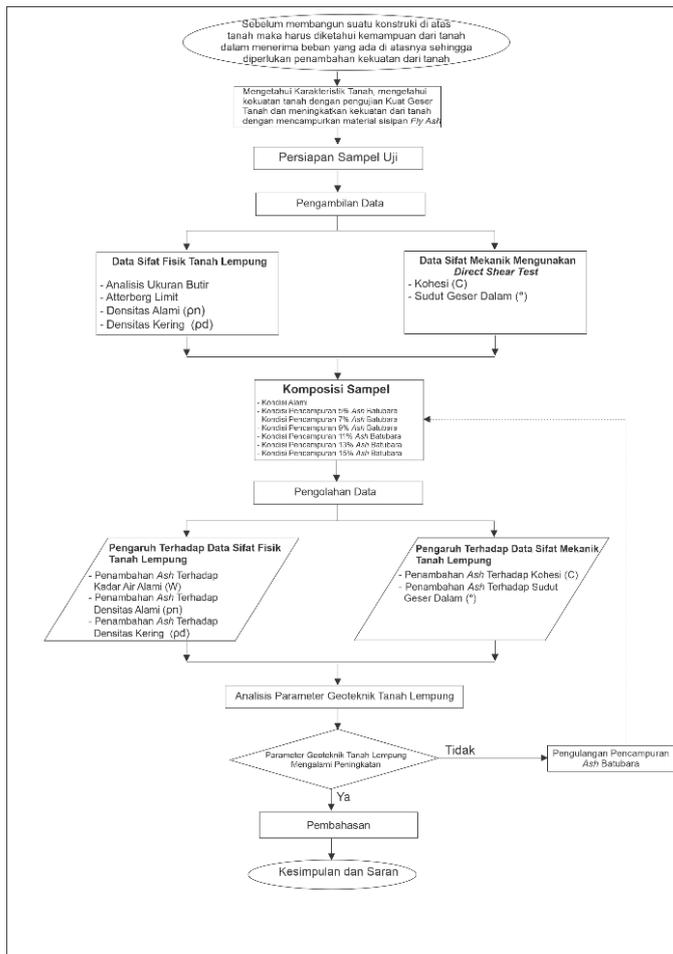
Tanah harus memiliki kekuatan yang dapat menahan beban yang ada di atasnya sehingga tanah menjadi stabil dan tidak terjadi penurunan pada tanah sepanjang daerah pembebanan. Kestabilan dari tanah dapat dipengaruhi oleh nilai kohesi dan juga sudut geser dalam yang dapat diketahui menggunakan pengujian kuat geser tanah.

Seiring berjalannya waktu kekuatan dan kestabilan tanah akan menurun, pada saat tanah tidak mampu menahan beban yang ada di atasnya maka perlu dilakukan peningkatan sifat mekanik tanah. Salah satu cara yang dapat dilakukan agar meningkatkan sifat mekanik tanah dengan cara melakukan pencampuran dengan material selain tanah sesuai dengan kebutuhan yang diinginkan.

Dari pemikiran tersebut maka dilakukan pengkajian agar dapat meningkatkan kekuatan dan kestabilan tanah yang dibutuhkan, dengan cara mencampurkan tanah dengan fly ash karena perusahaan pada daerah penelitian bergerak di bidang pertambangan Batubara.

Beberapa tujuan yang dilakukan untuk penelitian ini adalah sbb. (1) Mengetahui karakteristik tanah dari nilai sifat fisik tanah lempung yang digunakan untuk penelitian; (2) Mengetahui nilai sifat mekanik dari tanah; (3) Mengetahui peningkatan kekuatan tanah dengan sisipan fly ash batubara.

B. Metode Penelitian



Gambar 1. Diagram Alir Pengujian

Metodologi penelitian yang digunakan dalam pelaksanaan penelitian ini meliputi beberapa tahapan yaitu teknik pengambilan data, teknik pengolahan data dan teknik analisis data. Teknik pengambilan data diantaranya data sekunder didapat dari penelitian yang sudah dilakukan sebelumnya baik dalam bentuk jurnal maupun buku sebagai penunjang dalam kegiatan penelitian. Data Primer, didapat dari pengujian secara langsung di laboratorium agar mendapatkan parameter nilai sifat fisik dan sifat mekanik

Teknik Pengolahan Data yang sudah didapat dari pengujian sifat fisik dan juga mekanik diolah secara matematis sehingga mendapatkan besaran parameter yang diinginkan. Sedangkan untuk teknik analisis Data yang sudah diolah maka dianalisis dengan cara apakah, setiap penambahan material sisipan ke dalam tanah lempung dapat mempengaruhi nilai dari sifat fisik dan mekanik dari tanah

Tanah lempung merupakan tanah yang mudah berubah sifat fisik dan juga mekaniknya jika diberikan suatu gaya dan perubahan dari kondisi alaminya, sehingga dari gaya dan perubahan yang diberikan kepada tanah lempung ini dapat membuat tanah lempung semakin kuat ataupun semakin lemah.

Penambahan *fly ash* kedalam tanah lempung diharapkan dapat meningkatkan kekuatan tanah dari parameter pengujian sifat fisik dan juga mekanik berupa meningkatnya densitas tanah lempung pada pengujian sifat fisik, plastisitas pada pengujian batas-batas Atterberg dan juga nilai kohesi (c) dan sudut gesek dalam (Φ) pada pengujian kuat geser tanah.

Pencampuran antara tanah lempung dan *fly ash* dilakukan dalam beberapa komposisi yang berbeda dimulai dari 0%, 5%, 7%, 9%, 11%, 13% dan 15 % dari berat tanah lempung yang akan diuji. Pencampuran tanah lempung dan *fly ash* pada setiap komposisi dilakukan selama 3 menit dengan cara di aduk didalam nampan.

Tabel 1. Sampel Pengujian Sifat Fisik

Pencampuran Tanah Lempung dengan <i>Fly Ash</i> Pengujian Sifat Fisik			
% Pencampuran	Berat Total Sampel (gr)	Berat Tanah Lempung (gr)	Berat <i>Fly Ash</i> (gr)
0%	150	150	0
5%	150	142,5	7,5
7%	150	139,5	10,5
9%	150	136,5	13,5
11%	150	133,5	16,5
13%	150	130,5	19,5
15%	150	127,5	22,5

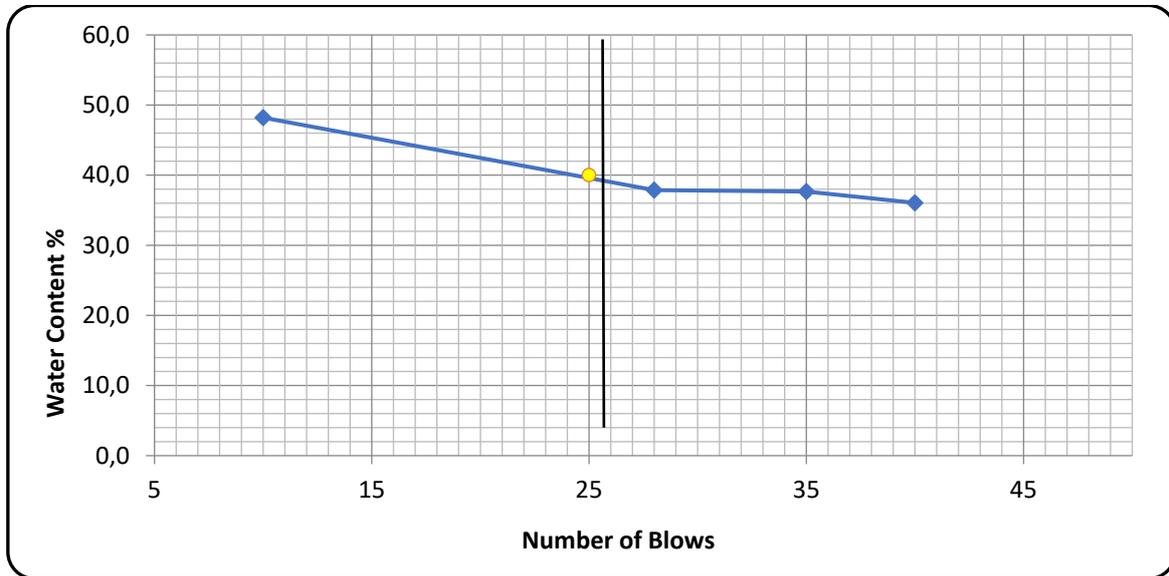
Tabel 2. Sampel Pengujian Sifat Mekanik

Pencampuran Tanah Lempung dengan <i>Fly Ash</i> Pengujian Sifat Mekanik			
% Pencampuran	Berat Total Sampel (gr)	Berat Tanah Lempung (gr)	Berat <i>Fly Ash</i> (gr)
0%	250	250	0
5%	250	237,5	12,5
7%	250	232,5	17,5
9%	250	227,5	22,5
11%	250	222,5	27,5
13%	250	217,5	32,5
15%	250	212,5	37,5

C. Hasil dan Pembahasan

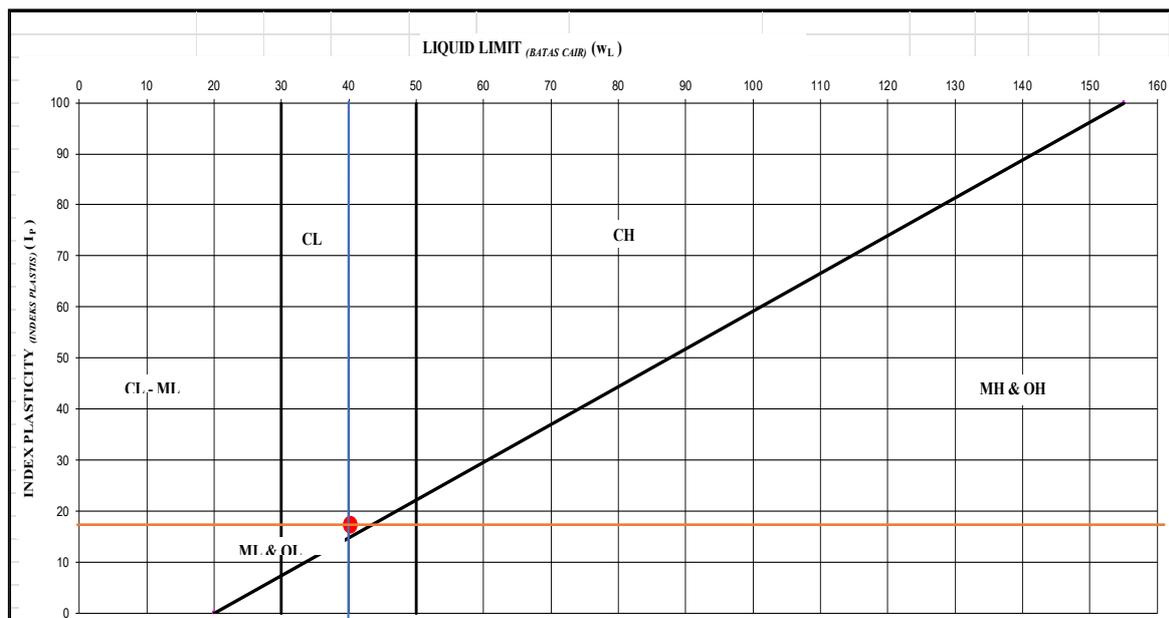
Pengklasifikasian Tanah

Pengklasifikasian tanah dilakukan dengan menggunakan pengujian *atterberg limit* dan analisis ayak. Hasil dari pengujian *atterberg limit* dapat dilihat dari grafik batas cair pada gambar 2.



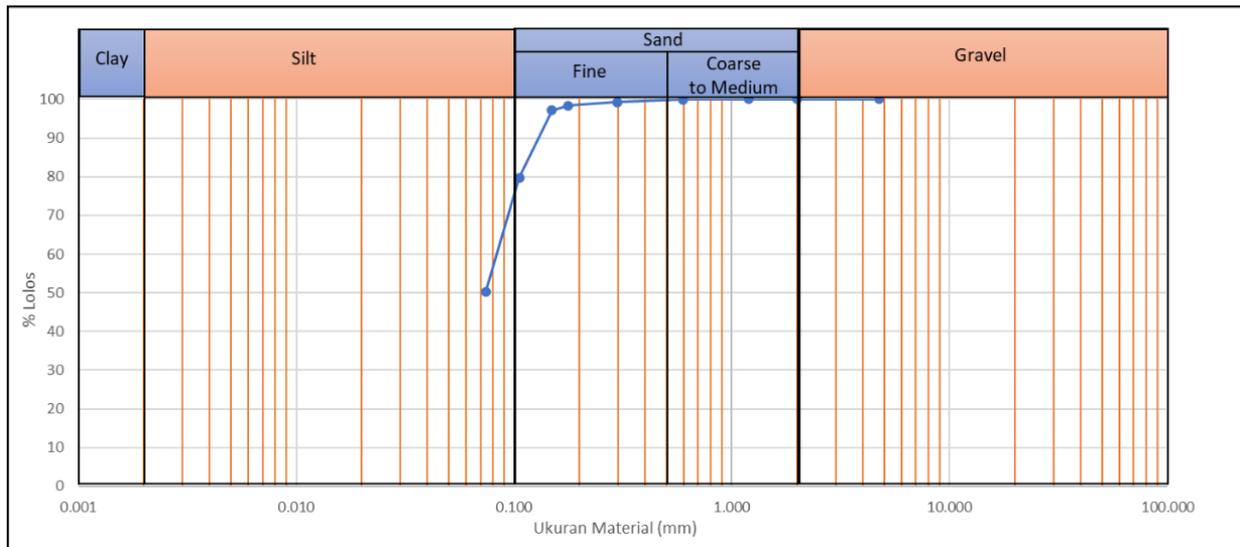
Gambar 2. Grafik Batas Cair

Dari grafik tersebut didapat batas cair atau kondisi sempel berubah dari keadaan cair menjadi plastis didapat kadar air sebesar 40,2% dan dari pengujian batas pelastis didapat nilai 22,81% sehingga didapat nilai index plastisitas adalah sebesar 17,39%. Dari nilai yang sudah didapat dapat dilihat klasifikasi tanah menurut SNI 6371:2015, jika memiliki nilai batas cair kurang dari 50% diklasifikasikan kedalam lempung plastisitas rendah (CL) dan nilai indeks plastisitas diatas 7% maka termasuk kedalam lempung. Hal ini dapat juga dilihat dalam gambar 3.



Gambar 3. Grafik Batas Cair

Hasil dari pengujian analisis ayak dapat dilihat dalam gambar 4. Yang digunakan untuk memberikan penamaan pada jenis tanah.



Gambar 4. Grafik Analisis Ayak

Hasil Dari grafik dapat dilihat bahwa tanah tidak memiliki ukuran butir gravel, memiliki ukuran butir pasir dari kasar sampai halus sebesar 20,20% sedangkan persentase ukuran butir lempung sampai lanau sebesar 79,75%. Berdasarkan SNI 6371:2015 Tata Cara Pengklasifikasian Tanah Untuk Keperluan Teknik Dengan Sistem Klasifikasi Unifikasi Tanah termasuk kedalam klasifikasi tanah berbutir halus dikarenakan material yang lolos ayakan No. 200 lebih dari 50% yaitu sebesar 50,18% sehingga tanah digolongkan kedalam tanah lempung pasir rendah.

Pengaruh Penambahan Fly Ash Batubara

Dari pengujian sifat fisik yang sudah dilakukan dapat diketahui bahwa berat kering pada kondisi alami sebesar 43,39 gr sedangkan berat kering terbesar pada pencampuran 11% sebesar 46,3 gr dan berat kering yang paling rendah berada pada pencampuran 15% dengan berat 42,06 gr. Dapat dilihat disini semakin banyak penambahan fly ash maka akan mengalami penurunan dari berat kering.



Gambar 5. Pengaruh Perubahan Berat Kering

Hal yang menyebabkan semakin banyak penambahan *fly ash* batubara berat kering akan menurun adalah karena berat dari tanah lempung dan *fly ash* yang berbeda, massa butir tanah lempung lebih berat dari pada massa butir *fly ash* dan ukuran dari butir tanah lempung lolos saringan di 0,076 mm sedangkan *fly ash* dapat lolos saringan dengan diameter 0,045 mm sehingga jumlah butiran *fly ash* pada berat yang sama akan lebih banyak dari pada jumlah butir tanah lempung. Hal ini lah yang menyebabkan turunnya berat kering pada saat semakin banyak *fly ash* yang dicampurkan. Akan tetapi berat kering paling tinggi berada pada pencampuran 11% hal ini dapat disebabkan karena sifat *fly ash* yang dapat menjadi perekat apabila terkena air yang terdapat didalam sampel, sehingga tidak mengalami penurunan berat kering dan menjadi penambahan untuk berat sampel.

Massa jenis tanah lempung dari pengujian sifat fisik didapat sebesar 1,086 g/cm³, untuk densitas yang paling tinggi berada pada campuran 11% yaitu sebesar 1,150 g/cm³. Sedangkan untuk pencampuran 13% dan 15% mengalami penurunan kembali, dapat dilihat pada gambar 6.



Gambar 6. Pengaruh Perubahan Densitas

Hasil Peningkatan yang terjadi pada pencampuran 11% paling tinggi karena abu batubara dapat menjadi agen pengikat kalau tersebar secara merata dan tidak bertemu antar material abu batubara sehingga keterikatan antar lempung dan abu batubara dapat mengurangi volume dari udara sehingga densitas atau kerapatan dari material dapat meningkat hal ini juga dipengaruhi oleh kandungan kimia yang dimiliki oleh tanah lempung berupa kalsium hidroksida dan pada *fly ash* berupa silika dan alumina yang apabila terkena kelembapan yang dapat berasal dari kadar air pada tanah akan memiliki sifat mengikat. Akan tetapi semakin ditambahkan material *fly ash* akan membuat sifat batubara yang dapat mengikat tersebut tidak berkerja hal ini dikarenakan material *fly ash* tidak dapat mengikat antar partikel yang sejenis. Oleh karena itu penambahan terlalu banyak *fly ash* justru dapat menurunkan densitas dari tanah, semakin banyak *fly ash* batubara yang tidak saling terikat dengan tanah lempung akan semakin banyak juga udara yang masuk kedalam sampel sehingga dapat menurunkan berat dari tanah karena masuknya udara dan tidak aktifnya sifat self cementing atau pozzolan.

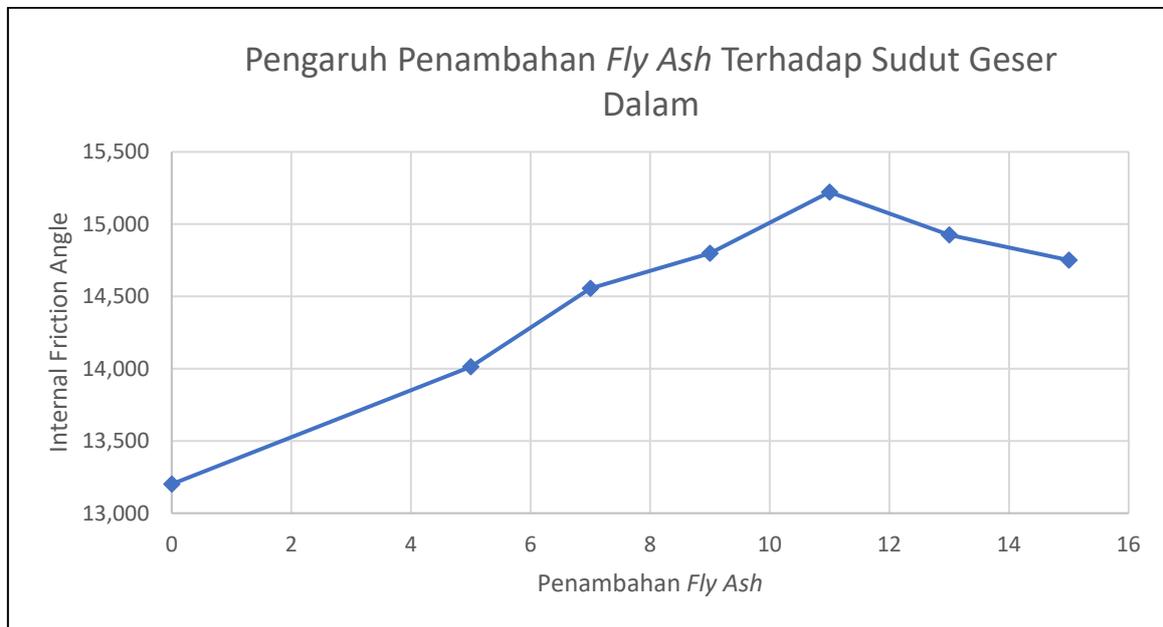
Pengujian kuat geser langsung yang dilakukan terhadap tanah lempung memiliki campuran *fly ash* yang berbeda mulai dari 0%, 5%, 7%, 9%, 11% 13% dan 15%. Pencampuran yang dilakukan mempengaruhi nilai kekuatan mekanik dari tanah berupa kohesi (c) dan sudut geser (ϕ).

Pengaruh penambahan *fly ash* pada awalnya dapat meningkatkan nilai kohesi walaupun tidak terlalu jauh dimana pada saat nilai kohesi alami sebesar 13,5 KPa untuk pencampuran 5% naik menjadi 13,8 KPa dengan nilai kohesi dari pencampuran antara tanah lempung dengan *fly ash* pada 11% yaitu sebesar 15,2 KPa dan nilai kohesi tersebut turun kembali dari pencampuran 13% dan 15%, hal ini dapat dilihat pada gambar 7.



Gambar 7. Pengaruh Penambahan *Fly Ash* Terhadap Kohesi

Kenaikan parameter kohesi pada pencampuran 5%, 7%, 9% dan 11% karena *fly ash* dapat berubah menjadi agen pengikat antar partikel sehingga menambah gaya tarik menarik antar partikel akan tetapi pada pencampuran 13% dan 15% nilai kohesi kembali menurun hal ini dikarenakan material *fly ash* tidak lagi dapat mengikat tanah lempung karena ada beberapa material *fly ash* yang berdekatan sehingga tidak dapat mengaktifkan sifat mengikat. Oleh karena *fly ash* yang tidak mengikat tanah lempung maka keterikatan atau gaya tarik menarik antar partikel tanah lempung menjadi lemah sehingga menyebabkan nilai kohesi menurun. Selain kohesi penurunan yang sama juga terjadi pada sudut geser dalam yang dapat dilihat pada gambar 8.



Gambar 8. Pengaruh Penambahan *Fly Ash* Terhadap Sudut Geser Dalam

Dapat dilihat bahwa nilai sudut geser dalam yang paling rendah pada kondisi tanah lempung tanpa pencampuran 0% yaitu sebesar 13,200, hal ini dikarenakan gaya tarik menarik antar partikel lempung yang lemah oleh karena itu perlawanan antar partikel didalam tanah sangat kecil sehingga sudut yang dibentuk pada saat sampel hancur juga kecil. Sedangkan nilai sudut geser dalam maksimal didapat pada pencampuran 11%

yaitu sebesar 15,220 dikarenakan *fly ash* dapat mengaktifkan sifat sebagai pengikat maka akan menambah kekuatan dari tanah sehingga pada saat sampel hancur sudut yang dibentuk antar partikelnya juga besar karena butuh kekuatan yang besar untuk membuat sampel tersebut hancur. Pada pencampuran 13% dan 15% nilai sudut geser dalam mengalami penurunan sama seperti pada nilai kohesi.

D. Kesimpulan

Berdasarkan kegiatan penelitian yang dilakukan dapat disimpulkan dari penelitian tanah tidak memiliki ukuran butir *gravel*, memiliki ukuran butir pasir dari kasar sampai halus sebesar 20,20% sedangkan persentase ukuran butir lempung sampai lanau sebesar 79,75%. Berdasarkan SNI 6371:2015 Tata Cara Pengklasifikasian Tanah Untuk Keperluan Teknik Dengan Sistem Klasifikasi Unifikasi Tanah termasuk kedalam klasifikasi tanah berbutir halus dikarenakan material yang lolos ayakan No. 200 lebih dari 50% yaitu sebesar 50,18% sehingga tanah digolongkan kedalam tanah lempung dan lanau. Pada pengujian batas-batas atterberg didapat nilai plastisitas indeks lebih besar dari 7% dan batas cair dibawah 50% sehingga tanah diklasifikasikan kedalam tanah lempung plastisitas rendah sehingga nama kelompok dari tanah tersebut adalah lempung plastisitas rendah pasiran. Kekuatan kohesi (c) dan sudut geser dalam (Φ) dari tanah dapat berubah akan tetapi pada nilai kohesi dan sudut geser dalam maksimal ada pada pencampuran sampel 11% dengan nilai 15,2 KPa dan 15,220. Sedangkan pada sampel 13% dan 15% nilai kohesi dan sudut geser dalam mengalami penurunan hal ini dapat disebabkan karena *fly ash* tidak dapat mengikat partikel tanah dikarenakan sudah terlalu banyak. Adapun nilai penambahan *Fly ash* batubara pada tanah lempung plastisitas rendah pasiran agar dapat menjadi lebih kuat adalah dengan cara total berat tanah dikalikan 11% maka akan didapat berat pencampuran material dari *fly ash*, sehingga menaikkan kemampuan sifat fisik dan juga mekanik dari tanah lempung.

Daftar Pustaka

- [1] L. D. Wesley, *Mekanika Tanah*. Yogyakarta: Andi, 2017.
- [2] Dwiyanto, E. Yuli Priyono, and S. Pranoto, *Pemindahan Tanah Mekanis*. Semarang: Universitas Diponegoro, 2009.
- [3] S. Wedhanto, *Alat Berat dan Pemindahan Tanah Mekanis*. Malang: Universitas Negeri Malang, 2009.
- [4] L. W. Santosa and T. N. Adji, *Karakteristik Akuiifer dan Potensi Air Tanah*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press, 2014.
- [5] D. F. Hamdan, Yuliadi, and Zaenal, "Optimasi Explosive Charge per Delay untuk Mengontrol Getaran Tanah pada Peledakan Tambang Semen," *Jurnal Riset Teknik Pertambangan*, pp. 63–70, Jul. 2023, doi: 10.29313/jrtp.v3i1.2141.
- [6] D. Trisnawati, S. Suhesti, and W. K. Hidajat, "Kajian Kekuatan Tanah dan Kestabilan Tubuh Tanggul pada Rencana Tanggul Wedok Lumpur Sidoarjo, Kecamatan Porong, Kabupaten Sidoarjo, Provinsi Jawa Timur," *Jurnal Geosains dan Teknologi*, vol. 2, no. 3, p. 117, 2019, doi: 10.14710/jgt.2.3.2019.117-125.
- [7] Muhammad Fahmi and Zaenal, "Perancangan Desain Pit Penambangan Batubara untuk Memenuhi Target Produksi pada PT. X," *Jurnal Riset Teknik Pertambangan*, pp. 24–30, Jul. 2022, doi: 10.29313/jrtp.v2i1.787.
- [8] Yodi Kurniawan, Elfida Moralista, and Zaenal, "Penentuan Remaining Service Life Struktur Conveyor B pada Tambang Batubara PT XYZ," *Jurnal Riset Teknik Pertambangan*, pp. 1–6, Jul. 2023, doi: 10.29313/jrtp.v3i1.786.
- [9] Evidasari B. Chairullah, and H. Yunita, "Pengaruh Penambahan Bottom Ash Terhadap Parameter Kuat Geser Tanah Lempung Desa Beureugang Kaway XVI Aceh Barat," *Journal of The Civil Engineering Student*, vol. 3, no. 2, pp. 106–112, Aug. 2021, doi: 10.24815/journalces.v3i2.13487.
- [10] R. D. Holtz and W. D. Kovacs, *An Introduction to Geotechnical Engineering, Prentice Hall Civil Engineering and Engineering Mechanics Series*. New Jersey: Prentice-Hall Inc, 1981.