

Pengaruh Penambahan *Fly Ash* terhadap Kuat Tekan Bebas dan Nilai Kuat Geser Tanah Lempung

The Effect of Adding Fly Ash on the Uncompressive Strength and Shear Strength Value of Clay Soil

Ades Andi Nurcahyo¹, Amris Azizi², Agus Salim³

^{1,2,3}Program Studi S1 Teknik Sipil, Fakultas Teknik dan Sains
Universitas Muhammadiyah Purwokerto

Informasi Artikel

Dikirim, 19 Agustus 2024
Direvisi, 12 Agustus 2025
Diterima, 14 Agustus 2025

Korespondensi Penulis:

Ades Andi Nurcahyo
Program Studi Teknik Sipil
Universitas Muhammadiyah
Purwokerto
JL. K.H. Ahmad Dahlan
Purwokerto, 53182
Email:
ades152.andi@gmail.com

ABSTRAK

Tanah lempung serta lanau menggambarkan tanah lunak yang mempunyai karakteristik kurang baik. Pada umumnya wilayah Indonesia diselimuti oleh tanah lempung. Mineral lempung terdiri dari tiga komponen penting yaitu montmorillonite, illite dan kaolinite. Tujuan penelitian untuk mengetahui pengaruh penambahan fly ash terhadap kuat tekan bebas pada tanah lempung, mengetahui pengaruh penambahan fly ash terhadap nilai kuat geser tanah pada tanah lempung. Penelitian ini menggunakan metode analisis dan uji coba sampel tanah. Hasil penelitian menunjukkan hasil uji kuat tekan dengan menambahkan bahan fly ash dengan variasi campuran 30%,20%,15%,10%,0% dengan hasil kuat tekan tertinggi terdapat pada variasi campuran fly ash 10% dengan hasil 0,91 kg/cm², sedangkan variasi campuran dengan hasil terendah yaitu pada variasi campuran fly ash 20% yaitu sebesar 0,227 kg/cm² dan hasil uji kuat geser langsung dengan menambahkan bahan fly ash dengan variasi campuran 30%,20%,15%,10%,0% dengan hasil kuat geser langsung tertinggi terdapat pada tanah asli dengan hasil 44,71 kg/cm², sedangkan variasi campuran dengan hasil terendah yaitu pada variasi campuran fly ash 20% yaitu sebesar 0,572 kg/cm².

Kata Kunci : Tanah lempung, fly ash, kuat tekan, kuat geser

ABSTRACT

Clay and silt soils describe soft soils that have poor characteristics. In general, Indonesia is covered with clay soil. Clay minerals consist of three important components, namely montmorillonite, illite and kaolinite. The aim of the research is to determine the effect of adding fly ash on the unconfined compressive strength of clay soil, to determine the effect of adding fly ash on the shear strength value of soil in clay soil. This research uses soil sample analysis and testing methods. The research results show the results of compressive strength tests by adding fly ash material with mixed variations of 30%, 20%, 15%, 10%, 0% with the highest compressive strength results found in variations of the 10% fly ash mixture with results of 0.91 kg/cm², while the mixture variation with the lowest results was the 20% fly ash mixture variation, namely 0.227 kg/cm² and the results of the direct shear strength test by adding fly ash material with mixture variations of 30%, 20%, 15%, 10%, 0% with The highest direct shear strength results were found in the original soil with a result of 44.71 kg/cm², while the mixture variation with the lowest result was the 20% fly ash mixture variation, namely 0.572 kg/cm².

Keyword : Clay soil, fly ash, compressive strength, shear strength

1. PENDAHULUAN

Tanah lempung serta lanau menggambarkan tanah lunak yang mempunyai karakteristik kurang baik. Pada umumnya wilayah Indonesia diselimuti oleh tanah lempung. Mineral lempung terdiri dari tiga komponen penting yaitu montmorillonite, illite dan kaolinite. Mineral Montmorillonite mempunyai permukaan yang besar dan lebih cepat untuk menyerap air jika dibandingkan dengan kandungan mineral yang lain, tanah yang memiliki jenis mineral ini lebih peka terhadap pengaruh air ini sangat mudah untuk mengembang.^[1] Karena sifat-sifat yang telah dijelaskan montmorillonite yang terkandung pada tanah sering menyebabkan masalah pada bangunan yang akan dibuat.^[2] Contoh karakteristik tanah yang menjadi perhatian yakni plastisitas yang tinggi, kekuatan geser yang rendah, perubahan volume dan kembang susut yang besar. Penting sekali bagi perancang untuk memahami kondisi tersebut, dan menyiapkan solusi untuk menanggulangnya.^[3]

Terdapat jenis upaya yang bisa digunakan untuk menanggulangi tanah labil dan kurang bagus. Salah satu caranya yaitu stabilitas tanah menggunakan bahan kimia. Bahan kimia yang bisa digunakan yaitu abu sawit, fly ash, kapur, semen, zeolit, limbah plastik dan sebagainya.^[4] Dalam tugas akhir ini, penulis menggunakan abu terbang batu bara sebagai bahan tambah yang dicampur pada tanah. Fly Ash ialah bahan tambah (*Additive*) yang lumayan sering digunakan para peneliti saat ini sebagai bahan untuk memperbaiki tanah ekspansif. Fly Ash merupakan limbah hasil pembakaran batu bara, yang dimasukkan kedalam kelompok limbah B3 (PP No. 85 tahun 1999 tentang Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun). Tanah yang bereaksi dengan fly ash dapat mempengaruhi karakteristik tanah. Karakteristik tanah yang berkembang dan menyusut karena pengaruh air, akan berkurang akibat adanya campuran dari fly ash.^[5]

Desa Panusupan adalah desa yang terletak di Kecamatan Cilongok Kabupaten Banyumas Provinsi Jawa Tengah, karakteristik tanah desa ini memiliki kontur pegunungan sehingga terdapat banyak lereng-lereng, di beberapa titik lereng tersebut terletak di samping area jalan sehingga sering didapati guguran tanah yang jatuh ke area jalan, sehingga mengganggu arus lalu-lintas.

Berdasarkan permasalahan diatas, maka perlu dilakukan penelitian terkait tanah lempung yang ada di kawasan tersebut sehingga nantinya akan diketahui nilai kuat tekan dan kuat geser tanah lempung asli dan ketika dilakukan penambahan fly ash, selain itu penelitian ini dapat menjadi pertimbangan solusi untuk penyelesaian permasalahan lereng pada Kawasan tersebut.

2. METODE PENELITIAN

2.1. Objek dan Lokasi Penelitian

Adapun Lokasi pengambilan sampel bertempat didesa Panusupan, Kecamatan Cilongok, Kabupaten Banyumas, Pengambilan sampel tanah dilakukan di salah satu lereng yang berada di Desa Panusupan Kecamatan Cilongok Kabupaten Banyumas.

2.2. Jenis Pengujian Material

Tabel 1. Sumber Referensi Setiap Pengujian

No.	Jenis Pengujian	Referensi
1.	Analisa saringan	SNI 03-1968-1990
2.	Kadar air	ASTM D 2216-(71)
3.	Batas cair (<i>liquid limit</i> , LL)	SNI 03-1967-1990
4.	Batas Plastis (<i>plastic limit</i> , PL)	SNI 03-1966-1990
5.	Indeks plastisitas (<i>plasticity index</i> , PI)	SNI 03-1966-1990
6.	Berat Jenis tanah	SNI 03-1964-2008/ASTM D854-88(72)
7.	Analisis hydrometer	SNI 03-3423-1994
8.	Kepadatan tanah	ASTM D 698-70
9.	Kuat Geser	ASTM D 3080
10	Tekan Bebas	SNI 3638:2012

2.3. Komposisi Campuran dan Jumlah Benda Uji

Dalam penentuan jumlah masing – masing material yang digunakan dapat dihitung dengan cara sebagai berikut: Dihitung dari presentase sampel bahan campur 0% digunakan 100% tanah asli, dihitung dari presentasi 10% bahan campur yang digunakan 90 % tanah asli, dihitung dari presentase 15% bahan campur yang digunakan 85% tanah asli, dihitung dari presentase 20% bahan campur yang digunakan 80% tanah asli, dihitung dari presentase 30% bahan campur yang digunakan 70% tanah asli.[6]

Tabel 2. Jumlah sampel dalam setiap pengujian

No	Jenis Percobaan	Komposisi Campuran	Kode Sampel	Jumlah Sampel	
				Buah	Total Sampel
1.	KUAT GESER LANGSUNG	TANAH ASLI	DST 1	2	12
		TANAH 70%+FA 30%	DST 2	2	
		TANAH 80%+FA 20%	DST 3	2	
		TANAH 85%+FA 15%	DST 4	2	
		TANAH 90%+FA 10%	DST 5	2	
		TANAH 100%+FA 0%	DST 6	2	
2.	KUAT TEKAN BEBAS	TANAH ASLI	UCT 1	2	12
		TANAH 70%+FA 30%	UCT 2	2	
		TANAH 80%+FA 20%	UCT 3	2	
		TANAH 85%+FA 15%	UCT 4	2	
		TANAH 90%+FA 10%	UCT 5	2	
		TANAH 100%+FA 0%	UCT 6	2	
TOTAL BENDA UJI					24

Tabel 3. Kebutuhan Material Dalam Setiap Percobaan

No	Jenis Percobaan	Komposisi Campuran	Berat Material		Berat Campuran
			Tanah	Flyash	
1.	KUAT GESER LANGSUNG	TANAH ASLI	1000		1000
		TANAH 70%+FA 30%	700	300	1000
		TANAH 80%+FA 20%	800	200	1000
		TANAH 85%+FA 15%	850	150	1000
		TANAH 90%+FA 10%	900	100	1000
		TANAH 100%+FA 0%	1000	0	1000
2.	KUAT TEKAN BEBAS	TANAH ASLI	1000		1000
		TANAH 70%+FA 30%	700	300	1000
		TANAH 80%+FA 20%	800	200	1000
		TANAH 85%+FA 15%	850	150	1000
		TANAH 90%+FA 10%	900	100	1000
		TANAH 100%+FA 0%	1000	0	1000
TOTAL BENDA UJI			8500	1500	

2.4. Metode Analisis

2.4.1 Analisis Tanah Asli

1. Analisis distribusi butiran terhadap tanah yaitu melakukan analisis hasil pengujian tanah di laboratorium dan klasifikasinya menurut klasifikasi tanah serta menggolongkannya menurut jenis mineral tanah.
2. Analisis kadar air dan berat jenis tanah lempung terhadap penggunaan lapisan tanah dasar.
3. Analisis hasil pemadatan (*uji Proctor*)
4. Analisis hasil pemadatan tanah asli dilakukan guna mengetahui nilai kadar air optimum terhadap peningkatan kepadatan tanah.^[7]

2.4.2 Analisis Pengaruh Fly Ash Terhadap Kuat Tekan dan Kuat Geser Tanah Lempung

1. Nilai kohesi terhadap variasi fly ash
2. Nilai sudut geser terhadap variasi limbah batu bara atau fly ash
3. Nilai kuat geser terhadap variasi limbah batubara atau fly ash
4. Nilai kuat tekan bebas terhadap variasi limbah batubara atau fly ash^[8]

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Karakteristik Dasar Tanah

Tabel 4. Rekepitulasi Hasil Pemeriksaan Karakteristik Tanah Asli

NO	PARAMETER	SATUAN	TANAH ASLI
1.	Pemeriksaan Kadar Air	%	37,43
2.	Pengujian Berat Jenis	gr/cm ²	2,61
3.	Pengujian Batas-Batas Atterberg		
	1. Batas Cair	%	54,87
	2. Batas Plastis	%	19,45
	3. Batas Susut	%	3,98
	4. Indeks Plastis	%	35,42
4.	Pengujian Pemadatan		
	1. Kadar Air Optimum	%	38,25
	2. yd Maks	kg/cm ³	1,180
5.	Pengujian Hidrometer		
	1. pasir	%	24,88
	2. Lanau	%	35,12
	3. Lempung	%	40

Sumber: Hasil Uji 2024

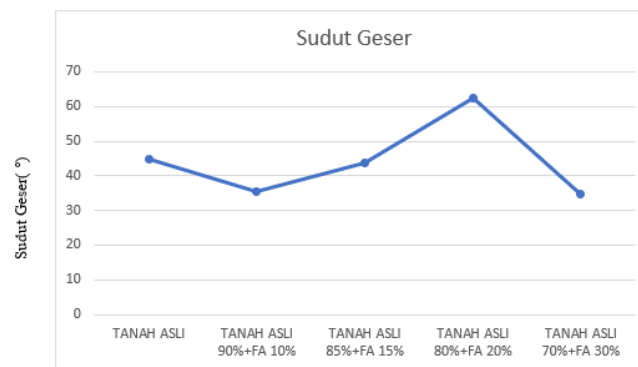
3.2. Hasil Pengujian Kuat Geser Langsung

Hasil pengujian kuat geser langsung pada tanah lempung asli dan tanah lempung yang sudah dicampur dengan fly ash dengan komposisi campuran yang berbeda, dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil Pengujian Sudut Geser Langsung

Sampel	Sudut Geser(°)
TANAH ASLI	44,71
TANAH ASLI 90%+FA 10%	35,4
TANAH ASLI 85%+FA 15%	43,6
TANAH ASLI 80%+FA 20%	62,3
TANAH ASLI 70%+FA 30%	34,7

Sumber: Hasil Uji 2024

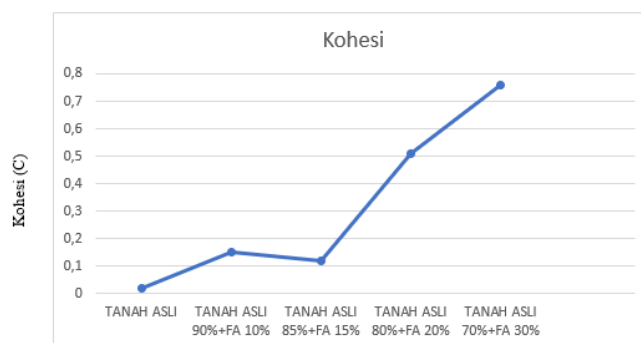


Gambar 1. Grafik sudut geser

Tabel 6. Hasil uji kohesi

Sampel	Kohesi (C)
TANAH ASLI	0,02
TANAH ASLI 90%+FA 10%	0,15
TANAH ASLI 85%+FA 15%	0,12
TANAH ASLI 80%+FA 20%	0,51
TANAH ASLI 70%+FA 30%	0,76

Sumber: Hasil Uji 2024



Gambar 2. Grafik kohesi

Tabel 7. Hasil uji kuat geser langsung

Sampel	Kuat Geser (kg/cm ²)
TANAH ASLI	44,71
TANAH ASLI 90%+FA 10%	35,37
TANAH ASLI 85%+FA 15%	14,47
TANAH ASLI 80%+FA 20%	0,572
TANAH ASLI 70%+FA 30%	0,628

Sumber: Hasil Uji 2024



Gambar 3. Grafik kuat geser

Berdasarkan pada tabel diatas menunjukkan bahwa nilai kuat geser terendah pada komposisi variasi Tanah asli 80%+fly ash 20% yaitu 0,572 kg/cm², Sedangkan nilai tertinggiya jatuh pada komposisi tanah asli yaitu 44,71 kg/cm². Terjadinya suatu penurunan kuat geser yang diakibatkan oleh penambahan fly ash dari 10%,15%,20%,30%.[9]

3.3. Harga Pengujian Kuat Tekan Bebas

Hasil pengujian kuat tekan bebas pada tanah lempung yang ditambahkan dengan variasi fly ash dengan komposisi campuran berbeda yang dicampurkan bersama, dapat dilihat pada tabel 7.

Tabel 8. Hasil uji kuat tekan bebas

Komposisi Campuran	QU Rata – rata (kg/cm ²)
TANAH ASLI	0,46
TANAH ASLI 90%+FA 10%	0,91
TANAH ASLI 85%+FA 15%	0,49
TANAH ASLI 80%+FA 20%	0,227
TANAH ASLI 70%+FA 30%	0,234



Gambar 4. Grafik uji kuat tekan bebas

Berdasarkan gambar diatas nilai optimum tertinggi terdapat pada komposisi variasi tanah asli 90%+Fly ash 10% dengan nilai optimum sebesar 0,91 kg/cm², sedangkan nilai terendah pada variasi penambahan tanah asli 80%+fly ash 20% yaitu sebesar 0,227 kg/cm². [10]

4. KESIMPULAN

Hasil uji kuat tekan dengan menambahkan bahan fly ash dengan variasi campuran 30%, 20%, 15%, 10% dengan hasil kuat tekan tertinggi terdapat pada tanah asli 90%+Fly ash 10% dengan hasil 0,91 kg/cm², sedangkan variasi campuran dengan hasil terendah yaitu pada variasi campuran fly ash 20% yaitu sebesar 0,227 kg/cm².

Hasil uji kuat geser langsung dengan menambahkan bahan fly ash dengan variasi campuran 30%, 20%, 15%, 10%, dengan hasil kuat geser langsung tertinggi terdapat pada tanah asli dengan hasil 44,71 kg/cm², sedangkan variasi campuran dengan hasil terendah yaitu pada variasi campuran fly ash 20% yaitu sebesar 0,572 kg/cm².

Implikasi dari penelitian ini adalah penelitian menunjukkan bahwa tanah lempung yang umum dijumpai di Indonesia memiliki karakteristik teknis yang kurang baik, terutama dalam hal kekuatan dan stabilitas. Penambahan fly ash sebagai bahan stabilisasi menunjukkan pengaruh yang bervariasi terhadap sifat mekanik tanah lempung. Fly ash dengan komposisi 10% memberikan peningkatan tertinggi pada nilai kuat tekan bebas, namun nilai kuat geser justru menurun dibandingkan tanah asli. Hal ini mengindikasikan bahwa penggunaan fly ash tidak semata-mata memperbaiki semua parameter kekuatan tanah, dan efektivitasnya sangat bergantung pada proporsi campuran serta kondisi tanah awal. Oleh karena itu, pemanfaatan fly ash perlu dilakukan dengan pendekatan yang hati-hati dan berbasis data teknis yang memadai.

Rekomendasi berdasarkan hasil penelitian, disarankan untuk menggunakan fly ash pada komposisi optimal yaitu sekitar 10% untuk meningkatkan kuat tekan bebas tanah lempung. Penggunaan dalam kadar lebih tinggi perlu dihindari karena dapat menurunkan kekuatan tanah secara signifikan. Diperlukan uji laboratorium tambahan seperti CBR, pemadatan, dan ketahanan jangka panjang untuk memastikan kinerja campuran tanah-fly ash secara menyeluruh. Selain itu, karena fly ash merupakan limbah industri, penggunaannya harus mempertimbangkan dampak lingkungan dan mematuhi regulasi yang berlaku. Kolaborasi antara ahli geoteknik dan lingkungan sangat penting guna memastikan penggunaan fly ash yang efektif, aman, dan berkelanjutan dalam proyek konstruksi di wilayah bertanah lempung.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Hardiyati, S. (2003). *Studi potensi mengembang dan kekuatan tanah lempung ekspansif dengan dan tanpa kapur akibat siklus berulang basah-kering*. (Doctoral dissertation, Program Pascasarjana Universitas Diponegoro).
- [2] Andriani, A., Yuliet, R., & Fernandez, F. L. (2012). *Pengaruh penggunaan semen sebagai bahan stabilisasi pada tanah lempung daerah lambung bukit terhadap nilai CBR tanah*. *Jurnal Rekayasa Sipil*, 8(1), 29-44.
- [3] Leliana, A., & Andajani, N. (2015). *Pengaruh penambahan fly ash terhadap nilai kuat tekan bebas pada tanah lempung ekspansif di daerah Magetan Jawa Timur*. *Rekayasa Teknik Sipil*, 1(1), 1-8.
- [4] Winterkorn, H. F. (1957). *Granulometric and volumetric factors in bituminous soil stabilization*. In *Proceedings of Highway Research Board* (Vol. 36, pp. 773-782).
- [5] Sihombing, B. O., & Hutagalung, P. L. (2020). *Pengaruh Penambahan Pasir Terhadap Tingkat Kepadatan Dan Daya Dukung Tanah*. *Atds Sainstech Journal Of Engineering*, 1(2), 39-47.
- [6] Reno, A., Sarie, F., & Gandi, S. (2020). *Pengaruh Penambahan Pasir Pada Tanah Lempung Terhadap Nilai Daya Dukung Dan Kuat Tekan Bebas*. *Jurnal Teknika: Jurnal Teoritis dan Terapan Bidang Keteknikan*, 4(1), 63-72.
- [7] Raharjo, P. P. (2012). *Problem dan Identifikasi Tanah Ekspansif di Indonesia, Metode Stabilisasi dan Penanggulangannya Untuk Rekayasa Pondasi*.

-
- [8] Prasenda, C., Setyanto, S., & Iswan, I. (2015). *Pengaruh Penambahan Pasir Terhadap Tingkat Kepadatan dan Daya Dukung Tanah Lempung Lunak*. Jurnal Rekayasa Sipil dan Desain, 3(1), 91-102.
- [9] Candra, A. I., Anam, S., Mahardana, Z. B., & Cahyono, A. D. (2018). *Studi Kasus Stabilitas Struktur Tanah Lempung Pada Jalan Totok Kerot Kediri Menggunakan Limbah Kertas*. UKaRsT, 2(2), 88-97.
- [10] Braja, M. D., Noor, T. E., & Indrasurya, B. M. (1998). *Mekanika Tanah Jilid 1* (Prinsip-Prinsip Rekayasa Geoteknis).

