JOURNAL OF CIVIL ENGINEERING FOR SUSTAINABLE FUTURE (JCESF) *ISSN :3090-1995*
Volume 1-1 , June 2025, ***Murthada,M.R.[1], Minaka, U.S.[2], Devi, D.S.[3]***

PENGARUH PENAMBAHAN *FLY ASH* PADA TANAH LEMPUNG LUNAK TERHADAP DAYA DUKUNG PONDASI DANGKAL

M.Rifqi Murtadha[1)*], **Utari Sriwijaya Minaka**[2)], **Debby Sinta Devi**[3)]
[1,2,3]Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Indo Global Mandiri, Jl.Jenderal Sudirman KM.4 No.62 Palembang
[*]Corresponding Author, Email : *utari.minaka@uigm.ac.id*

Dikirim : 12 Juni 2025 *Direvisis : 22 Juli 2025* *Diterima : 1 Agustus 2025*

ABSTRAK

Tanah lunak adalah tanah lemah yang dibentuk secara alami oleh proses pengendapan seperti lapisan alluvial, rawa, dan danau. Dalam situasi seperti ini, menempatkan bangunan di atas tanah tersebut dapat menyebabkan keruntuhan bangunan. Contoh kegagalan bangunan akibat tanah lunak adalah penurunan pondasi dangkal pada jembatan. Salah satu solusi untuk menyelesaikan masalah tanah lunak diantaranya stabilisasi menggunakan fly ash. Pengaruh penambahan fly ash sebagai bahan campuran pada tanah lempung lunak dapat mengurangi kadar air dan mengisi pori tanah yang sebelumnya terdapat kandungan air dan udara. Semakin banyak fly ash yang diberikan semakin baik sifat mekanistanah yang artinya daya dukung tanah pada pondasi dangkal semakin meningkat. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan fly ash terhadap kuat geser tanah lempung lunak dengan variasi 0%, 15%, 20 %, dan 25% serta mengetahui berapa besar pengaruh penambahan fly ash terhadap daya dukung pondasi dangkal tanah lempung lunak. hasil penelitian menunjukan bahwa penambahan fly ash terhadap nilai kuat geser pada tanah lempung lunak sangat berpengaruh karena nilai kohesi, nilai sudut gesek dalam, dan nilai kuat geser nya meningkat. Nilai daya dukung pondasi dangkal tanah + 25% fly ash merupakan persentase optimum dengan nilai 460,5 t/m2 dengan peningkatan 374,75 %.

Kata Kunci : Tanah Lempung Lunak, Direct Sheer, Pondasi Dangkal

ABSTRACT

Soft soils are weak soils that are naturally formed by sedimentation processes such as alluvial layers, swamps, and lakes. Greeting situations like this, placing buildings on the ground can cause the collapse of buildings. An example of building failure due to soft soil is the subduction of a shallow foundation on a bridge. One solution to solve the problem of soft soil includes stabilization using fly ash. The effect of adding fly ash as a mixture in soft clay soil can reduce moisture content and fill soil pores that previously contained water and air. The more fly ash is given, the better the mechanical properties of the soil, which means that the bearing capacity of the soil on the shallow foundation increases. This study aims to determine the effect of the addition of fly ash on the shear strength of soft clay soil with variations of 0%, 15%, 20%, and 25% and to find out how much the effect of the addition of fly ash on the bearing capacity of the shallow foundation of the soil. The results showed that the addition of fly ash to the shear strength value in soft clay soils was very influential because the cohesion value, swipe angle value,and shear strength value increased. The value of the carrying capacity of shallow soil foundation + 25% fly ash is the optimal percentage with a value of 460.5 t/m2 with an increase of 374.75%.

Keywords : *Soft Clay Soil, Direct Sheer, Shallow Foundation*

1. PENDAHULUAN

Tanah lunak secara alami terbentuk dari proses pengendapan di antara alluvial, Pantai,Sungai, danau dan rawa. Mencakup sekitar 20 juta hektar, atau 10% dari luas daratan Indonesia, umumnya terdiri dari lempung yang berumur holesen (>10.000 tahun (Laily, 2022). Tanah lunak adalah tanah lemah yang dibentuk secara alami oleh proses pengendapan seperti lapisan alluvial, rawa dan danau. Dalam situasi seperti ini, menempatkan bangunan diatas tanah tersebut dapat menyebabkan keruntuhan bangunan. Contoh kegagalan bangunan akibat tanah lunak adalah penurunan pondasi dangkal pada jembatan. Untuk memperbaiki kualitas tanah yang tidak baik atau dapat juga

meningkatkan kualitas tanah maka dilakukan stabilisasi tanah (Alfrizal, 2023). Salah satu solusi untuk menyelesaikan masalah tanah lunak diantaranya stabilisasi menggunakan *fly ash*.

Pengaruh penambahan *fly ash* sebagai bahan campuran pada tanah lempung lunak dapat mengurangi kadar air dan mengisi pori tanah yang sebelumnya terdapat kandungan air dan udara (Indera, 2016). Semakin banyak *fly ash* yang diberikan semakin baik sifat mekanis tanah yang artinya daya dukung tanah pada pondasi dangkal semakin meningkat (Sompie, 2022). Seperti kapur dan semen, *fly ash* adalah bagian dari residu hasil pembakaran batu bara yang butirannya relatif sangat kecil. *Fly ash* juga memiliki komposisi kimia seperti silika (SiO2), yang dapat digunakan sebagai bahan pengisi (*filler*) pada pori – pori tanah sehingga dapat mengikat kandungan air yang banyak pada tanah lempung, (Anggaraini, 2022). Penggunaan *fly ash* sebagai bahan stabilisasi tanah masih perlu dilakukan pengujian lebih lanjut untuk mengetahui peningkatan pada daya dukung tanah. Oleh karena itu, dilakukan penelitian untuk mengetahui pengaruh penambahan *fly ash* pada tanah lempung lunak terhadap daya dukung pondasi dangkal.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Lokasi Penelitian

Lokasi pengambilan sample dilakukan di Jalan Talang Kelapa, Kecamatan Alang-Alang Lebar, Kota Palembang, Sumatera Selatan.



Gambar 1 Lokasi Pengambilan Sampel
Sumber: Google Maps

2.2 Pengumpulan Data

Penelitian ini menggunakan data primer, dimana data tersebut didapat langsung dari studi laboratorium Mekanika Tanah Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil Universitas Indo Global Mandiri Palembang. Pengujian yang dilakukan berupa:

1. Pengujian kadar air *(Moisture Content Test)*.
2. Pengujian Pengujian berat jenis butir spesifik *(Spesific Gravity Test)*
3. Pengujian analisa saringan *(Sieve Analysis Test)*
4. Pengujian batas Atterberg *(Atterberg Limit Test)*
5. Pengujian kuat geser langsung *(Direct Shear Test)*
6. Pengujian konsolidasi tanah.

2.3 Peralatan

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah alat uji batas-batas konsistensi (*Atterberg Limit Test*), Uji Kuat Geser Langsung (*Direct Shear Test*), Alat Konsolidasi Tanah dan peralatan lainnya yang ada di Laboratorium Mekanika Tanah Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil Universitas Indo Global Mandiri Palembang yang telah sesuai standarisasi American For Testing Material (ASTM).

2.4 Benda Uji

Benda uji yang dipakai dalam penelitian ini yaitu sampel tanah yang digunakan berupa tanah lempung pada kedalaman 30 cm. Pengambilan sampel tanah dilakukan dengan cara *Undisturbed* (tanah tidak terganggu) menggunakan tabung yang berukuran panjang 60cm dengan diameter tabung ⌀ 7cm.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Pengujian Berat Jenis Tanah

Tabel 1. Hasil Pengujian Berat Jenis Tanah

No. Piknometer	**1**	**2**
Berat Piknometer (gr)	61.32	61.36
Berat Piknometer + Tanah Kering (gr)	109.89	108.24
Berat Piknometer + Tanah + Air (gr)	190.80	195.60
Berat Piknometer + Air (gr)	160.18	166.10
Temperatur ºC	28.00	
Nilai Koreksi Terhadap Temperatur	0.9962652	
Koreksi Berat Piknometer + Tanah + Air (gr)	190.09	194.87
Koreksi Berat Piknometer + Air (gr)	159.58	165.48
Berat Tanah Kering (gr)	48.57	46.88
Berat Jenis	2.689	2.680
Rata-rata Berat Jenis	**2.685**	

Sumber: Pengolahan Data Pada Laboratorium 2024

Melalui pengujian kepadatan tanah, diperoleh hasil kepadatan tanah (Gs) sebesar 2.685 sehingga berdasarkan klasifikasi kepadatan tanah menurut Hardiyatmo (2012), dimana tanah tergolong tanah lempung.

3.2 Pengujian Analisis Saringan

Tabel 2. Hasil Pengujian Analisis Saringan

No	Ukuran Saringan	Berat Saringan	Berat Saringan+Material tertahan	Berat Material Tertahan	Lolos		Diameter Partikel
					Berat Kumulatif	Persen Kumulatif	
1	2 “	354.00	354.00	0.00	100.46	100%	50.799
2	1 “	251.00	251.00	0.00	100.46	100%	25.400
3	¾ “	236.00	236.00	0.00	100.46	100%	19.050
4	3/8	135.00	135.00	0.00	100.46	100%	9.525
5	# 4	125.00	125.00	0.00	100.46	100%	4.760
6	# 10	356.00	356.00	0.00	100.46	100%	2.000
7	# 20	135.00	135.00	0.00	100.46	100%	0.840
8	# 40	325.00	325.00	0.00	100.46	100%	0.425
9	# 60	125.00	125.00	0.00	100.46	100%	0.250
10	# 100	135.00	138.00	3.00	97.46	97.01%	0.149
11	# 200	136.00	138.00	2.00	95.46	95.02%	0.074

Sumber: Pengolahan Data Pada Laboratorium 2024

Berdasarkan hasil pengujian, 95.02% > 35% partikel lolos saringan no 200, artinya tanah tersebut tergolong lempung.

3.3 Pengujian Kadar Air

Tabel 3. Hasil Pengujian Kadar Air

No.	Pengujian	1	2	3
1	Berat Cawan	5.3 g	5.3 g	5.2 g
2	Berat Cawan + Tanah Basah	36.0 g	104. 89 g	16. 79 g
3	Berat Cawan + Tanah Kering	30.1 g	86.2 g	14. 68 g
4	Berat Air	5.9 g	18. 69 g	2. 11 g
5	Berat Butiran	24.8 g	80.8 g	9. 28 g
6	Kadar Air	23.8 g	23.13 g	22. 73 g
Kadar Air Rata-rata			23. 22 %	

Sumber: Pengolahan Data Pada Laboratorium 2025

Dapat dilihat dari hasil penelitian kadar air tanah asli yang berasal dari Jalan Talang Kelapa, Kecamatan Alang – Alang Lebar, Kota Palembang yaitu dengan nilai rata-rata 23.22%.

3.4 Pengujian *Atterberg*

Tabel 4. Hasil Pengujian *Atterberg*

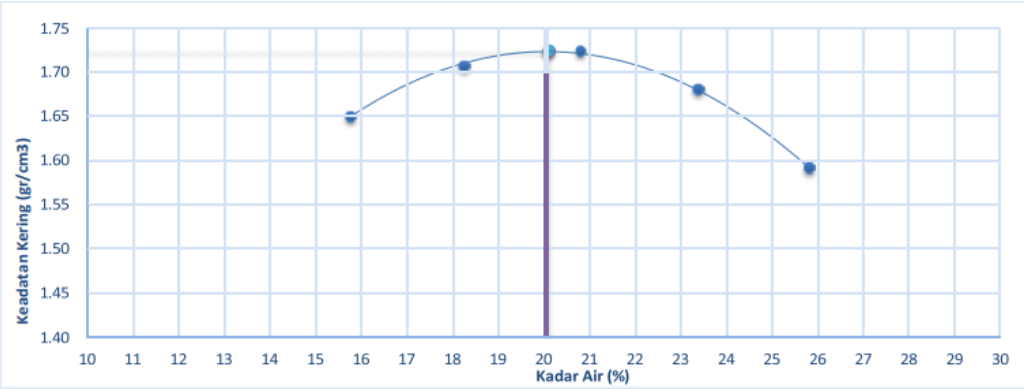
Pengujian	Nilai
Pengujian Batas Cair Tanah (LL)	42.87 %
Pengujian Batas Plastis Tanah (PL)	29.28 %
Nilai Indeks Plastisitas (LL-PL)	13.59 %

Sumber: Pengolahan Data Pada Laboratorium 2025

Berdasarkan analisis data uji batas cair diketahui pada 25 (N) ketukan, nilai kadar air yang diperoleh pada saat menentukan kurva batas cair adalah 42.87%. Sedangkan batas plastis yaitu 29.28%. didapat Nilai Indeks Plastisitas (IP) yang merupakan selisih dari hasil pengujian batas cair dan batas plastis yaitu 13.59%, berdasarkan nilai ini ditentukan berarti tanah ini termasuk tanah dengan kohesif plastisitas sedang.

3.5 Uji Pemadatan Tanah

Untuk mengetahui hubungan antara kadar air dengan massa jenis/massa volumetric serta untuk menilai kepadatan tanah agar memenuhi persyaratan kepadatan, perlu dilakukan uji pemadatan di laboratorium. Uji pemadatan tanah menggambarkan hubungan antara kepadatan kering dan kadar air optimal. Dari perhitungan di dapat grafik sebagai berikut.



Gambar 2 Grafik Pemadatan Tanah
Sumber: Hasil Pengolahan Data

Dari grafik kompresi tersebut dapat disimpulkan berat jenis kering maksimum nilai 1.72 gr/cm2 dan kadar air optimal dengan nilai 20,10%.

3.6. Pengujian Kuat Geser Tanah

Pengujian sifat mekanik tanah dengan uji kuat geser langsung dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui nilai kuat geser tanah dengan penambahan *fly ash* 0%, 15%, 20%, dan 25% dalam masa pemeraman 7 hari. Hasil dari pengujian dapat dilihat pada table berikut.

Tabel 5 Hasil Pengujian Kuat geser Tanah

Parameter dan Kuat Geser	TFA 0%	TFA 15%	TFA 20%	TFA 25%
Kohesi	22.8	44.82	60.54	77.05
Tegangan Efektif	0.8	0.94	0.96	1.04
Sudut Gesek Dalam	38.83	43.37	43.72	46.07
Kuat Geser	54.05	85.8	114.16	127.24

Sumber: Pengolahan Data Pada Laboratorium

Tabel 5 menunjukkan perbandingan nilai kuat geser besar untuk setiap penambahan *Fly Ash*. Dampak terhadap kohesi menambahkan *Fly Ash* sebagai campuran pada tanah lempung lunak mempunyai efek menurunkan kadar air dan memungkinkan mengisi pori-pori tanah yang sebelumnya banyak mengandung air dan udara. Menambahkan *Fly Ash* pada tanah lempung lunak memperkuat ikatan antar partikel sehingga mempunyai kuat geser yang lebih baik dibandingkan dengan tanah asli tanpa campuran *Fly Ash*. Penambahan Fly Ash juga dapat mengikat mineral tanah menjadi padat, sehingga dapat menambahn kuat geser tanah.

3.7 Perhitungan Daya Dukung Pondasi Dangkal

Tabel 6. Hasil Perhitungan Daya Dukung Pondasi Dangkal

Penambahan *Fly Ash* (%)	Nilai Daya Dukung Pondasi Dangkal (t/m^2)
0	85.57
15	214.75
20	308.66
25	460.50

*Sumber: Pengolahan Data Pada Laboratoriu*m



Gambar 3 Grafik Penambahan Fly Ash Terhadap Daya Dukung Pondasi Dangkal

Sumber: Perhitungan Data

Dari gambar 3 diketahui nilai daya pondasi dangkal pada tanah asli berangsurangsur meningkat seiring dengan penambahan *fly ash*, karena *fly ash* bersifat *pozzolan* sehinggah mengikat mineral tanah menjadi padat, mengurangi kembang susut tanah dan menambahkan kekuatan tanah. Nilai daya dukung pondasi dangkal (qult) sebesar 85,75 t/m2 pada penambahan *fly ash* 0%, sedangkan nilai sebesar 460,5 t/m2 pada penambahan *fly ash* 25%. Terjadi peningkatan karena *fly ash* mengandung nilai daya dukung pondasi dangkal meningkat karena nilai gesernya juga meningkat. Nilai sudut geser mempengaruhi nilai koefisien kekuatan Terzaghi (Nc', Nq', Nγ').

4. KESIMPULAN

Dari hasil pengujian laboratorium, dapat di simpulkan:

1). Penambahan *fly ash* terhadap nilai kuat geser pada tanah lempung lunak sangat berpengaruh dapat dilihat:

a. Nilai kohesi (c) : TFA 0% = 22,8 kPa, TFA 15% = 44,82 kPa, TFA 20% = 60,54 kPa, TFA 25% = 77,05 kPa

b. Nilai sudut gesek dalam : TFA 0% = 38,83o , TFA 15% = 43,37o , TFA 20% = 43,72o , TFA 25% = 46,07o

c. Nilai kuat geser : TFA 0% = 54,05 kPa, TFA 15% = 85,8 kPa, TFA 20% = 114,16 kPa, TFA 25% = 127,24 kPa

2. Nilai daya dukung pondasi dangkal tanah + 25% fly ash merupakan persentase optimum dengan nilai 460,5 t/m2 dengan peningkatan 374,75 %

SARAN

1) Berdasarkan uji laboratorium yang dilakukan maka dapat diajukan usulan untuk pemeraman selama 3 hari atau lebih dari 7 hari pada proses pengujian selanjutnya untuk memperoleh hasil perbandingan mengenai waktu pemeraman.

2) Tanah lempung lunak di Jalan Talang Kelapa, Kecamatan Alang-Alang Lebar, Kota Palembang dapat digunakan untuk perbaikan tanah dan meningkatkan kekuatan tanah pada pondasi dangkal dengan penambahan *Fly Ash* 25%.

DAFTAR PUSTAKA

Albalasmeh, A. A., Hamdan, E. H., Gharaibeh, M. A., & Hanandeh, A. El. (2021). Improving aggregate stability and hydraulic properties of Sandy loam soil by applying polyacrylamide polymer. Soil and Tillage

Alfrizal, M. R. (2023). Studi Analisis Perencanaan Daya Dukung Tanah Dengan Menggunakan Data Sondir Pada Pembuatan Trase Baru Lintas Labuhan Belawan. 1-75.

Anggraini, M., & Saleh, A. (2022). Kuat Geser Tanah Lempung Dengan Abu Tandan Sawit dan Semen.

Arbina, E. (2020). Jurnal Tugas Akhir Teknik Sipil Stabilitas Tanah Lempung Dengan Penambahan Abu Cangkang Kelapa Sawit. Jurnal Tugas Akhir Teknik Sipil, 4(1), 80–90.

Carisa, C. N., Ma'ruf, M. F., & Putra, P. P. (2020). Stabilisasi Tanah Ekspansif dengan Pencampuran Ca(OH) 2 (Studi Kasus Tanah Ekspansif: Dusun Jatiluhur, Desa Glagah Agung, Kecamatan Purwoharjo Jurnal Rekayasa Sipil.

Fatmawati, L. E., Widhiarto, H., & Santoso, H. (2020). Analisis Pengaruh Penambahan Bahan Stabilisator Abu Jerami Terhadap Kepadatan Tanah Lempung Ekspansif Kabupaten Pamekasan.

Halim, D., Yuwono, A., & Wijaya, H. (2020). Modelisasi Numerik Analisis Gaya Lateral Pada Pile Cap Di Tanah Kohesif.

Hermansyah, & Zebua, F. (2020). Tinjauan Terhadap Sifat Plastisitas Tanah Lempung Yang Distabilisasi Dengan Limbah Cangkang Kerang. JCEBT (Journal of Civel Engineering, building Adn Transportation)

Iskandar, F. K. (2020). Pengaruh Penggunaan serbuk Cangkang Kerang dan Fly Ash Sebagai Bahan Stabilitas Tanag Lempung Ditinjau Dari Nilai California Bearing Ratio (CBR) dan Unconfined Compression Test (UCT).

Kassa, R.B., Workie, T., Abdela, A., Fekade, M., Saleh, M., and Dejene, Y. 2020. Soil Stabilization Using Waste Plastic Materials. Open Journal of Civil Engineering, 10, p. 55- 58.

Laily, K., Marlinae, L., Waskito, A., & Rahmat, A. N. (2022). Pangantar Lingkungan Lahan Basah. Yogyakarta: Universitas Lambung Mangkurat.

M. A. Faruqi, B. S. Mohammed, A. Anwar, D. Dharmawansyah, dan H. Hermansyah, "The Influence Of Crumb Rubber And Cement Inclusions Containing Graphene Oxide On The Physical And Mechanical Properties Of Soil," Media Komunikasi Teknik Sipil, Vol. 29, No. 1.

Nurfatihah, & Wulandari, S. . (2023). Effect of Addition of Rubber Powder and Eggshell Powder on Clay Soil Parameters in Consolidation and Direct Shear Strength Tests. Jurnal Teknik Sipil, 19(1), 146–157

Rahmaneta, S., Munirwansyah, M., & Chairullah, B. (2020).Pengaruh Stabilisasi Kapur terhadap Parameter Kuat Geser Tanah Lempung Ekspansif. Journal of The Civil Engineering Student

Sugata, M., Widjajakusuma, J., Augestasia, A., Zacharia, A., & Tan, T. J. (2020). The Use of Eggshell Powder as Calcium Source in Stabilizing Expansive Soil Using Bacillus Subtilis. Journal of Physics: Conference Series, 1567(3).

Sompie, O. B., & Sumampouw, J. (2020). Analisis Geoteknik Tanah Lempung terhadap Penambahan Limbah Gypsum