



## Kompresibilitas Lempung Ekspansif Yang Distabilisasi dengan *Fly Ash* Akibat Siklus Pemasahan Pengeringan Berulang

Tri Sulistyowati

Jurnal Konstruksi  
Institut Teknologi Garut  
Jl. Mayor Syamsu No. 1 Jayaraga Garut 44151 Indonesia  
Email: [jurnal@itg.ac.id](mailto:jurnal@itg.ac.id)

[trisulistyowati@unram.ac.id](mailto:trisulistyowati@unram.ac.id)

**Abstrak** – Lempung ekspansif merupakan tanah dengan kembang susut tinggi karena perubahan kadar air. Salah satu metode untuk memperbaiki kondisi lempung ekspansif, yaitu dengan stabilisasi secara kimiawi menggunakan *fly ash*. Karena *fly ash* mengandung silika dan aluminat yang bersifat pozzolan, sehingga dapat meningkatkan kekuatan daya dukung dan memperkecil kompresibilitas tanah. Namun di daerah beriklim tropis, perubahan musim menyebabkan terjadinya perubahan kadar air karena proses pemasahan pengeringan berulang, sehingga dapat mengakibatkan perubahan kekuatan dan kompresibilitas tanah lempung ekspansif yang telah distabilisasi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perilaku kompresibilitas lempung ekspansif yang distabilisasi dengan *fly ash* akibat siklus pemasahan pengeringan berulang. Sampel lempung ekspansif yang digunakan pada penelitian ini berasal dari desa Tanak Awu sedangkan *fly ash* dari PLTU Jeranjang, kemudian distabilisasi dengan *fly ash* dengan presentase 5%, 10%, 15% dan 20%. Proses pemasahan pengeringan dilakukan terhadap tanah lempung + *fly ash* efektif, dengan pengulangan siklus 2x, 4x, dan 6x. Persentase pemasahan adalah 25%, 50%, 75% dan 100% ( $W_{\text{inundasi}} - W_{\text{optimum}}$ ) sedangkan persentase pengeringan adalah kering udara 25%, 50%, 75% dan 100%. Selanjutnya dilakukan pengujian konsolidasi pada kondisi sebelum dan setelah siklus pemasahan pengeringan berulang. Hasil penelitian menunjukkan bahwa persentase campuran *fly ash* efektif sebagai bahan stabilisasi 15%, dipadatkan dengan  $\gamma_{\text{maks}}$  1,365 gr/cm<sup>3</sup> dan  $w_{\text{opt}}$  21%. Siklus pemasahan pengeringan berulang mempengaruhi kompresibilitas lempung ekspansif yang telah distabilisasi dengan 15% *fly ash*. Semakin besar jumlah siklus pemasahan pengeringan mengakibatkan penurunan nilai indeks kompresibilitas ( $C_c$ ) dan meningkatkan nilai indeks pengembangan ( $C_s$ ). Karena setelah proses pemasahan pengeringan terjadi peningkatan angka pori tanah yang menyebabkan potensi untuk mengalami pengembangan menjadi lebih besar dan penurunan yang terjadi juga meningkat.

**Kata Kunci** – *Fly Ash*; Lempung Ekspansif; Pemasahan Pengeringan; Kompresibilitas.

### I. PENDAHULUAN

Tanah merupakan komponen penting dalam suatu pekerjaan konstruksi, baik sebagai material konstruksi maupun pendukung beban konstruksi bangunan di atasnya. Oleh karena itu tanah harus memenuhi persyaratan kualitas fisik dan mekanik, namun ada kalanya tanah di lapangan kurang memenuhi persyaratan yang ditentukan. Salah satu jenis tanah yang menimbulkan permasalahan dalam pekerjaan konstruksi adalah lempung ekspansif. Tanah jenis ini mempunyai potensi kembang susut dan sensitifitas yang tinggi terhadap perubahan kadar air dan sifat plastisitas dan kompresibilitas yang tinggi dan daya dukung rendah, sehingga dapat menyebabkan terjadinya *differential settlement* yang dapat mengakibatkan kerusakan pada struktur bangunan di atasnya jika terjadi perubahan kadar air [1]. Stabilisasi merupakan salah satu cara untuk memperbaiki sifat fisik dan mekanik lempung ekspansif, dapat dilakukan secara mekanik dengan pemadatan, kimiawi dengan menambah bahan aditif [2]. Salah satu bahan aditif sebagai *stabilizing agent* adalah *fly ash* yang merupakan material yang banyak mengandung silika dan aluminat sehingga dapat digolongkan sebagai

bahan pozzolan [3] [4] [5]. Proses sementasi dari *calcium silicate hydrated* dan *calcium aluminate hydrated* bisa terbentuk apabila unsur *fly ash* yaitu  $\text{SiO}_2$  dan  $\text{Al}_2\text{O}_3$  bereaksi dengan air [6], [7].

Sebagai bahan stabilisasi *fly ash* mampu meningkatkan kepadatan tanah, sehingga dukung meningkat dan memperkecil kompressibilitas. Pada saat stabilisasi tanah terjadi proses hidrasi dan *fly ash* berfungsi sebagai *filler* yang akan mengisi pori-pori tanah pada saat dilakukan pemadatan. Dari hasil penelitian sebelumnya diperoleh kadar optimum *fly ash* yang dapat digunakan sebagai bahan stabilisasi adalah 15% [8]. Dengan melakukan *curing* atau masa pemeraman pada campuran lempung ekspansif dengan 15% *fly ash*, dapat menghasilkan nilai CBR dan *swelling* yang lebih baik [9] [10] Selain meningkatkan daya dukung, penambahan *fly ash* juga dapat mempengaruhi parameter konsolidasi dan kompressibilitas tanah. Semakin besar prosentase *fly ash* maka semakin kecil angka pori ( $e$ ) dan koefisien konsolidasi ( $C_v$ ), sedangkan koefisien perubahan volume ( $m_v$ ) dan indeks kompresi ( $C_c$ ) meningkat dengan bertambahnya prosentase *fly ash* [11]

Indonesia merupakan daerah beriklim tropis, dimana pergantian musim (hujan-kemarau) menyebabkan terjadinya perubahan kadar air dalam tanah [12] Pada saat musim hujan tanah mengalami pembasahan karena infiltrasi air ke dalam tanah sehingga kadar air akan meningkat, dan sebaliknya saat musim kemarau tanah mengalami pengeringan [13]. Perubahan kadar air menyebabkan tanah mengalami kembang saat musim hujan dan susut saat musim kemarau. Proses pembasahan pengeringan berulang mengakibatkan terjadinya perubahan daya dukung dan kompressibilitas lempung ekspansif [14], sehingga perlu dilakukan penelitian tentang perilaku kompressibilitas lempung ekspansif yang distabilisasi dengan *fly ash* akibat siklus pembasahan pengeringan berulang.

## II. METODOLOGI PENELITIAN

### A. Bahan

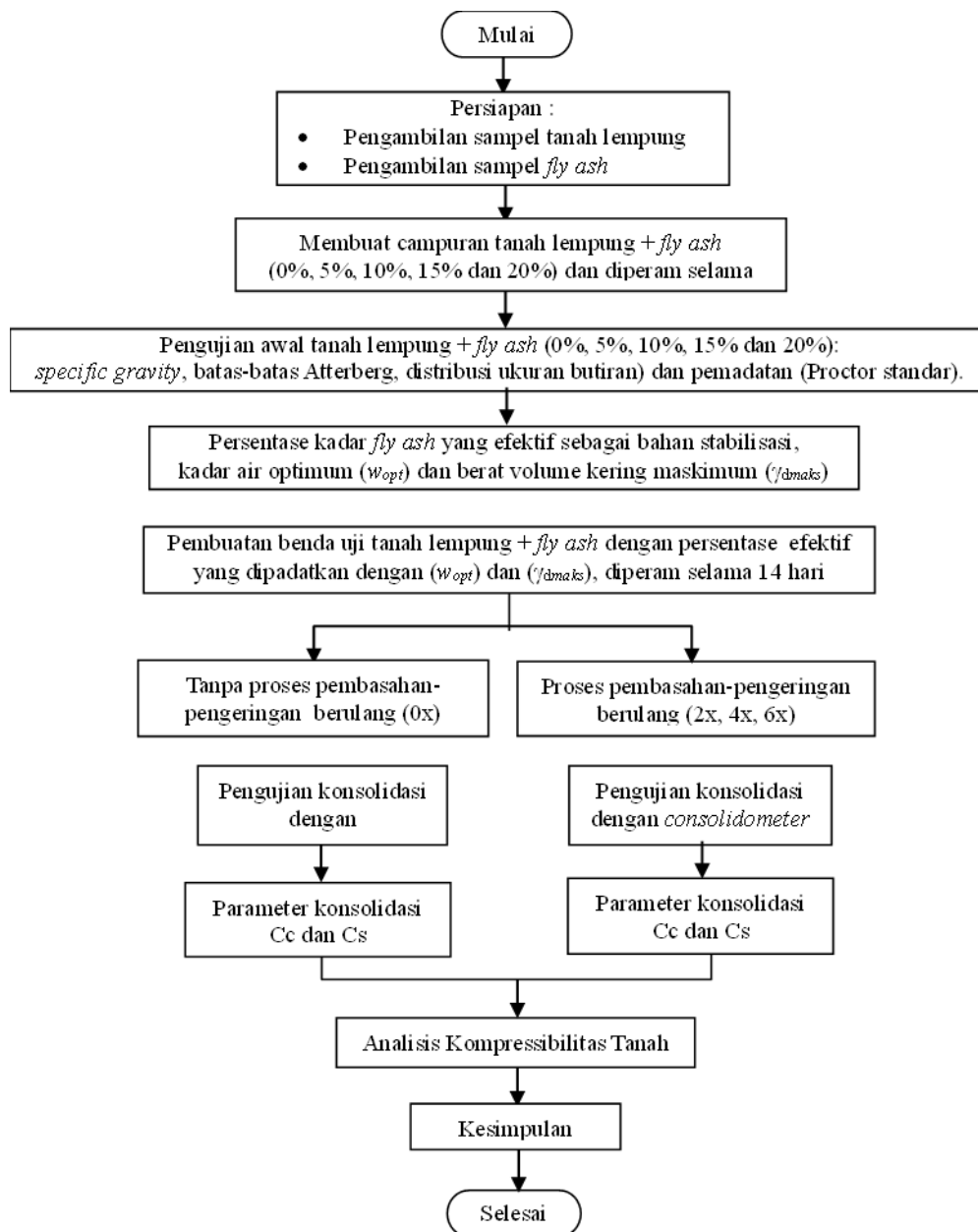
Bahan yang digunakan pada penelitian yaitu lempung ekspansif dan *fly ash*. Sampel tanah dalam kondisi terganggu (*disturb soil*) dan tidak terganggu (*undisturb soil*) diambil dari Desa Tanak Awu, Lombok Tengah. *Fly ash* yang digunakan sebagai bahan stabilisasi diambil dari limbah hasil pembakaran batu bara PLTU Jeranjang yang terletak di Desa Taman Ayu, Lombok Barat.

### B. Peralatan

Pengujian ini mengacu standar ASTM. Alat-alat yang digunakan antara lain: alat pengambilan sampel tanah (ASTM D-1452-80), alat uji kadar air (ASTM D-2216-71), alat uji *specific gravity* (ASTM D-854-92), alat uji *Atterberg Limits* (ASTM D-4318-95a), alat uji saringan dan alat *hydrometer* (ASTM D-422-93), alat uji pemadatan (*Proctor Standard*) (ASTM D-698-70), dan alat uji konsolidasi (*Consolidometer*) (ASTM D-2435-70).

### C. Prosedur Penelitian

Secara ringkas prosedur penelitian ini disajikan dalam bentuk flowchart dibawah (Gambar 1).



Gambar 1. Flowchart Penelitian

Prosedur penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Pengambilan sampel tanah lempung dan *fly ash*
2. Mempersiapkan benda uji yaitu campuran tanah lempung dan *fly ash* (5%, 10%, 15% dan 20%) dan diperam selama 14 hari
3. Melakukan pengujian awal terhadap tanah lempung, *fly ash* dan campuran tanah lempung + *fly ash* (5%, 10%, 15% dan 20%). Jenis pengujian yang dilakukan meliputi : pengujian sifat-sifat fisik (*specific gravity*, batas-batas konsistensi, distribusi ukuran butiran) dan pemadatan (*Proctor standart*).
4. Melakukan analisis hasil pengujian pada langkah ke 3 untuk mendapatkan persentase kadar *fly ash* yang efektif sebagai bahan stabilisasi, kadar air optimum ( $w_{opt}$ ) dan berat volume kering maksimum ( $\gamma_{dmaks}$ ).
5. Membuat benda uji tanah lempung + *fly ash* dengan persentase yang efektif pada langkah ke 4 yang dipadatkan dengan kadar air optimum ( $w_{opt}$ ) dan berat volume kering maksimum ( $\gamma_{dmaks}$ ), selanjutnya benda uji diperam 14 hari.
6. Melakukan proses pembasahan pengeringan berulang (2x, 4x dan 6x) dengan tahapan sebagai berikut :

- Proses pembasahan (*wetting*). Jumlah penambahan air untuk mencapai kondisi banjir (*inundation*) mulai dari kondisi awal (*initial*)  $w_i$ , 25%, 50%, 75%, dan 100% dari  $w_f$  ( $W_{inundasi} - W_{optimum}$ )
  - Proses pengeringan (*drying*). Benda uji diberi perlakuan pengeringan (*drying*) dengan kondisi awal sama dengan kondisi banjir (*inundation*)  $w_f = 100\%$ , dengan persentase pengeringan adalah kering udara 25%, 50%, 75% dan 100%. Pengeringan dilakukan dengan proses pengeringan/penjemuran di panas matahari dari benda uji sampai mendekati kering oven. Setiap awal pengujian dan akhir pengujian, selalu dilakukan pengecekan kadar air benda uji.
7. Melakukan pengujian konsolidasi dengan alat oedometer terhadap sampel tanah yang distabilisasi dengan *fly ash* dengan kondisi benda uji sebelum dan setelah diberi perlakuan pengeringan pembasahan berulang. Setiap awal pekerjaan seluruh benda uji di timbang, untuk pemeriksaan kadar airnya.
  8. Melakukan analisis data untuk mendapatkan nilai parameter konsolidasi lempung ekspansif yang telah distabilisasi dengan *fly ash* pada kondisi sebelum dan setelah pembasahan pengeringan berulang,

### III. HASIL DAN DISKUSI

#### Karakteristik Tanah Asli dan *Fly Ash* Sebagai Bahan Stabilisasi

Hasil identifikasi karakteristik lempung dari Desa Tanak Awu dan *fly ash* PLTU Jeranjang, meliputi *specific gravity* (Gs), batas-batas konsistensi (LL, PL, SL, PI), distribusi ukuran butiran, dan tingkat kepadatan ditunjukkan pada Tabel 1 di bawah ini.

Tabel 1. Karakteristik lempung dan *fly ash*

No.	Parameter	Hasil Pengujian	
		Lempung	<i>Fly Ash</i>
1.	Gs	2.68	2.33
2.	Batas-batas Konsistensi		
	a. LL	89.35 %	Non Plastis
	b. PL	43.99 %	Non Plastis
	c. SL	11.63 %	Non Plastis
	d. PI	45.36 %	Non Plastis
3.	Distribusi ukuran butiran		
	a. Prosentase kerikil	0.00 %	0.00 %
	b. Prosentase pasir	17.20 %	19.52 %
	c. Prosentase lanau	12.08 %	73.41 %
	d. Prosentase lempung	70.70 %	7.08 %
4.	Klasifikasi		
	a. USCS	CH	ML
	b. AASHTO	A-7-5	A-4

Berdasarkan data pada Tabel 1, diketahui bahwa lempung Tanak Awu mempunyai berat spesifik Gs = 2.68, dan nilai batas-batas konsistensi : LL = 89.35%, PL = 43.99%, SL = 11.63% dan PI = 45.36%. Hal ini menunjukkan bahwa tanah tersebut mempunyai kompresibilitas dan plastisitas tinggi karena memiliki nilai batas cair (LL) > 50%. Nilai batas cair (LL) > dari 50%, merupakan salah satu ciri umum tanah lempung ekspansif. Distribusi ukuran butiran tanah Tanak Awu di dominasi oleh butiran berukuran lempung (70.70%), dan sisanya terdiri dari lanau (12.08%) dan pasir (17.20%). Menurut sistem klasifikasi USCS dapat diklasifikasikan sebagai tanah lempung dengan plastisitas tinggi atau CH-soil (*Clay High Plasticity*), dan menurut sistem klasifikasi AASHTO termasuk dalam kelompok tanah berlempung (A-7-5). Sehingga perlu dilakukan perbaikan terhadap lempung tersebut, agar plastisitasnya berkurang dan kekuatannya meningkat.

*Fly Ash* sebagai bahan stabilisasi mempunyai besaran berat spesifik lebih kecil yaitu Gs = 2.33, dan bersifat non plastis. Distribusi ukuran butiran *fly ash* lebih di dominasi oleh butiran berukuran lanau (73.41%) dan juga terdapat butiran pasir (19.52%) dan lempung (7.08%). *Fly ash* dapat diklasifikasikan sebagai lanau dengan

plastisitas rendah (ML) berdasarkan sistem klasifikasi USCS dan dapat dikategorikan dalam kelompok tanah berlanau (A-4) menurut sistem klasifikasi AASHTO. Karakteristik *fly ash* ini sangat potensial untuk digunakan sebagai bahan stabilisasi tanah lempung yang memiliki plastisitas tinggi.

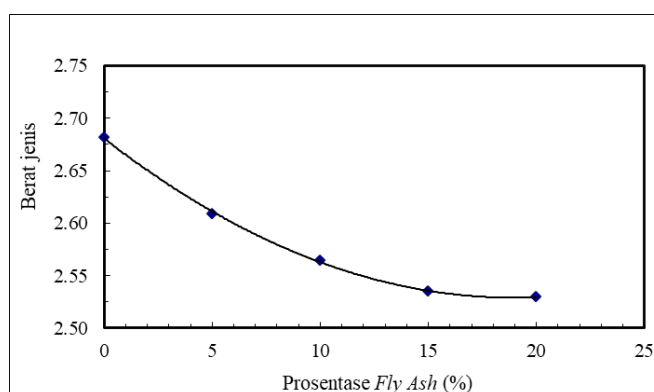
### Karakteristik Lempung Ekspansif Yang Distabilisasi *Fly Ash*

Berdasarkan hasil penelitian diperoleh perubahan karakteristik lempung yang telah distabilisasi dengan *fly ash* seperti ditunjukkan pada Tabel 2 dan Gambar 2 sampai dengan Gambar 7.

Tabel 2. Karakteristik tanah lempung ekspansif yang distabilisasi *fly ash*

No	Parameter	<i>Fly Ash</i>				
		0%	5%	10%	15%	20%
1.	G <sub>s</sub>	2.68	2.61	2.56	2.54	2.53
2.	Batas-batas Konsistensi					
	a. LL (%)	89.35	77.81	62.91	57.46	55.21
	b. PL (%)	43.99	40.95	34.61	30.88	29.87
	c. SL (%)	11.63	15.64	19.48	26.12	27.48
	d. PI (%)	45.36	36.86	28.29	26.59	25.33
3.	Distribusi ukuran butiran					
	a. Prosentase kerikil (%)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	b. Prosentase pasir (%)	17.20	17.74	17.80	18.09	19.18
	c. Prosentase lanau (%)	12.08	17.31	24.61	30.41	30.74
	d. Prosentase lempung (%)	70.70	64.94	57.59	51.51	50.09
4.	Kepadatan					
	a. $\gamma_{d_{maks}}$ (gr/cm <sup>3</sup> )	1.255	1.305	1.340	1.380	1.370
	b. w <sub>opt</sub> (%)	26,00	23,00	22,00	21,00	20,50

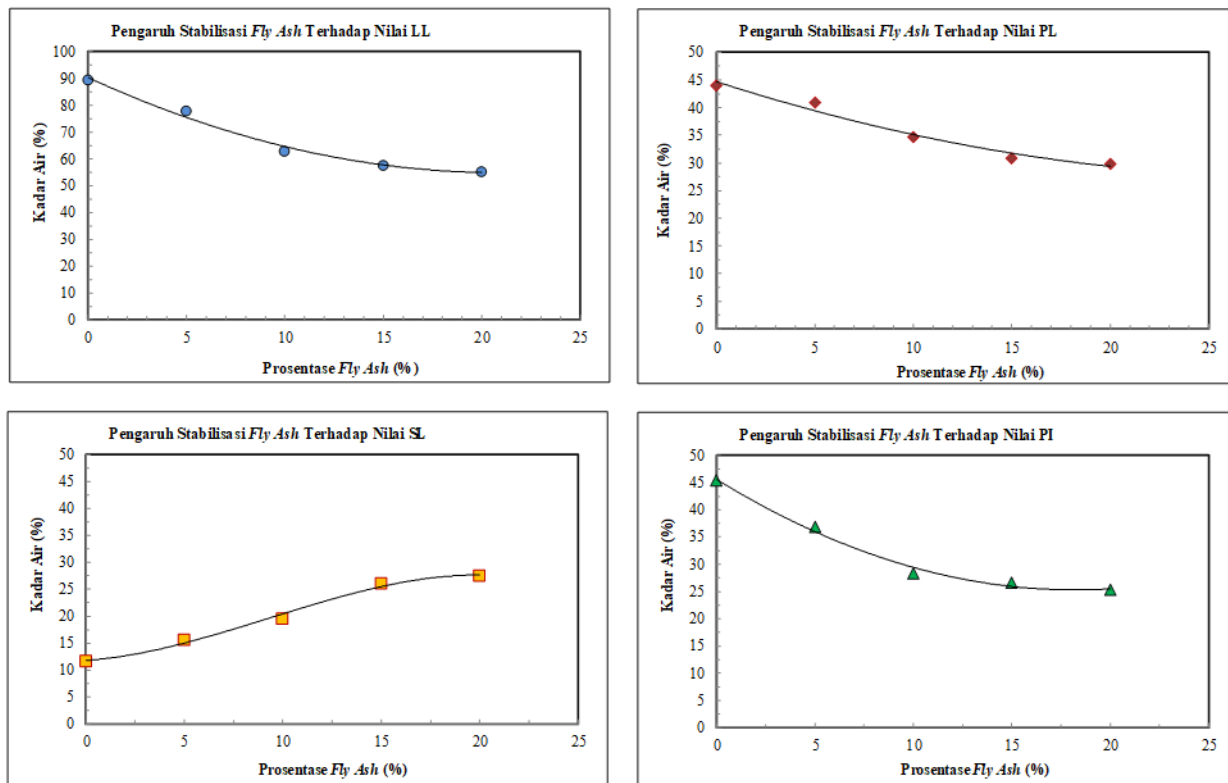
Dari Gambar 2. terlihat bahwa dengan penambahan *fly ash*, mengakibatkan nilai berat spesifik campuran tanah lempung mengalami penurunan dan setelah mencapai penambahan *fly ash* lebih besar dari 15% penurunan yang terjadi sudah tidak terlalu besar dan cenderung stabil.. Hal ini terjadi karena masuknya butiran *fly ash* yang memiliki berat butiran lebih kecil (G<sub>s</sub> = 2.33), ke dalam lempung (G<sub>s</sub> = 2.68), dan mengakibatkan berkurangnya berat butiran campuran tanah lempung dan *fly ash*. Sehingga dengan terjadinya penurunan berat butiran solid dari campuran tersebut, maka akan mengakibatkan terjadinya penurunan nilai berat spesifik campuran ( $G_s = \gamma_s/\gamma_w$ ).



Gambar 2. Pengaruh stabilisasi *fly ash* terhadap berat spesifik (G<sub>s</sub>)

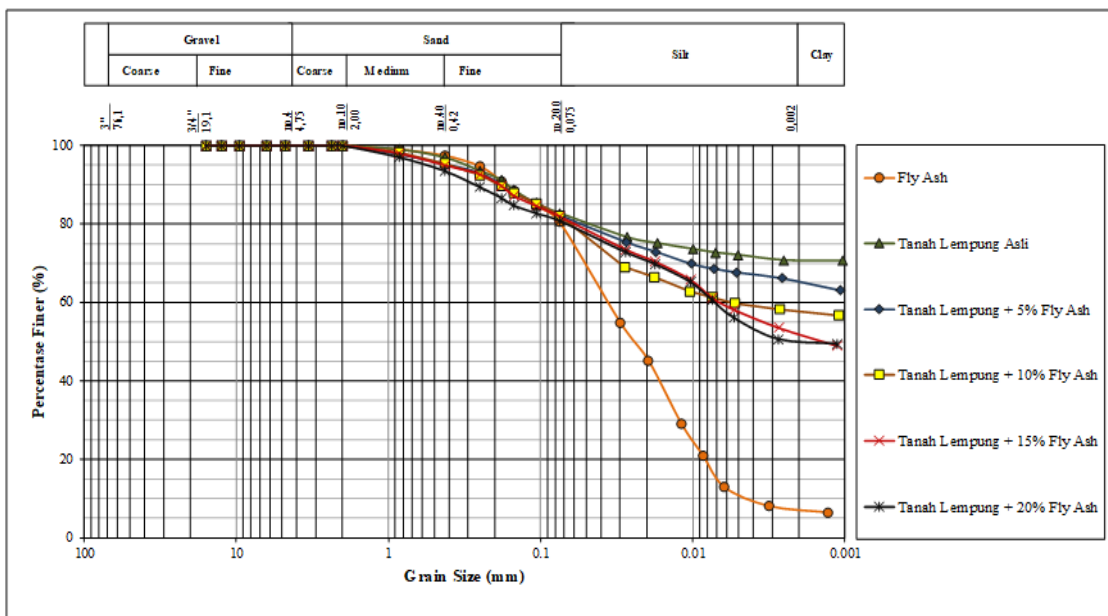
Berdasarkan hasil pengujian batas-batas konsistensi lempung yang telah distabilisasi dengan *fly ash*, dapat dilihat indikasi terjadinya penurunan plastisitas tanah, seperti terlihat Gambar 3. Perubahan nilai plastisitas tanah tersebut cukup signifikan, tetapi setelah pemberian kadar *fly ash* lebih besar dari 15%, perubahan nilai plastisitas tanah yang terjadi tidak terlalu besar. Penurunan nilai plastisitas tanah ini disebabkan unsur-unsur

dominan pada *fly ash*, yaitu Silika dioksida ( $\text{SiO}_2$ ) dan Aluminium trioksida ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) masuk kedalam lembaran-lembaran *silica* dan lembaran *gibbsite* di antara partikel lempung, sehingga air sulit menemus lapisan-lapisan tersebut. Penurunan sifat-sifat plastis tanah yang dapat dilihat dengan indikasi penurunan nilai LL, PL, PI dan sebaliknya nilai SL meningkat, merupakan suatu indikator keberhasilan perbaikan tanah secara kimiawi dengan *fly ash*.

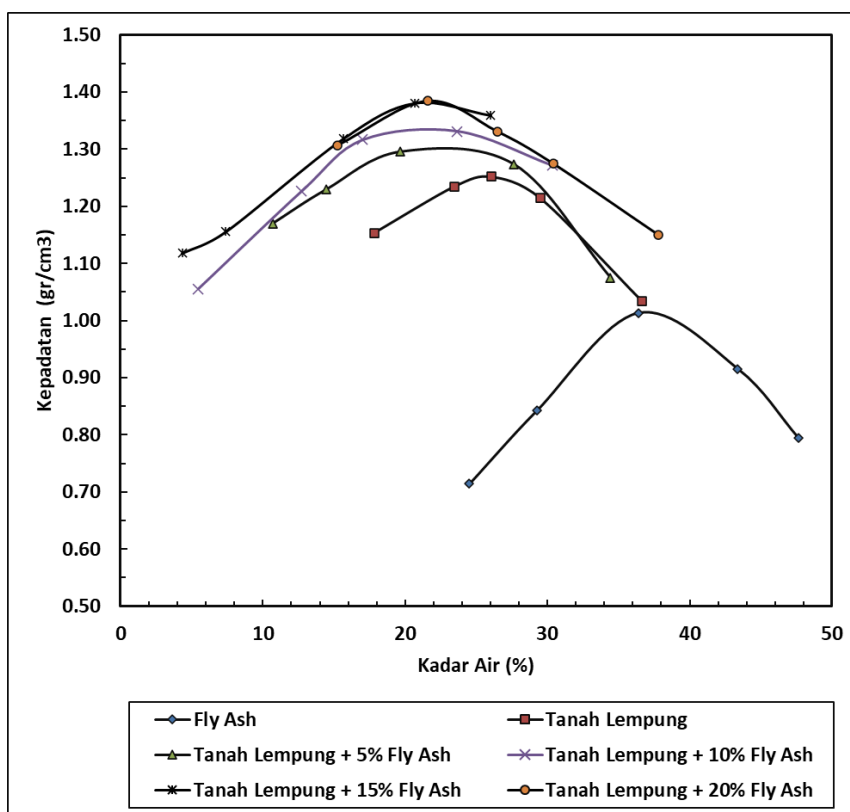


Gambar 3. Pengaruh stabilisasi *fly ash* terhadap batas-batas konsistensi

Stabilisasi lempung dengan *fly ash* dapat mengakibatkan terjadinya perubahan distribusi ukuran butiran tanah yang berpengaruh terhadap prosentase butiran pasir, lanau dan lempung. Berdasarkan data-data hasil pengujian distribusi ukuran butiran tanah terhadap lempung Tanak Awu yang telah distabilisasi dengan *fly ash*, seperti ditunjukkan pada Tabel 2 dan grafik pada Gambar 4 terlihat bahwa prosentase butiran pasir dan lanau mengalami peningkatan, dan sebaliknya butiran lempung mengalami penurunan. Peningkatan prosentae butiran pasir dan lanau serta penurunan prosentase butiran lempung optimum terjadi pada penambahan 15% *fly ash*. Hal ini terjadi karena adanya penambahan fraksi lanau dari *fly ash* ke dalam tanah lempung. Selain itu juga terjadi reaksi antara *fly ash* yang mengandung silika ( $\text{SiO}_2$ ) dengan butiran tanah lempung, yang menyebabkan terjadinya ikatan antar partikel tanah. Hal ini mengakibatkan butiran tanah menjadi lebih besar daripada ukuran sebelumnya, sehingga jumlah ukuran butiran < 0.002 mm atau fraksi berukuran lempung jumlahnya semakin berkurang

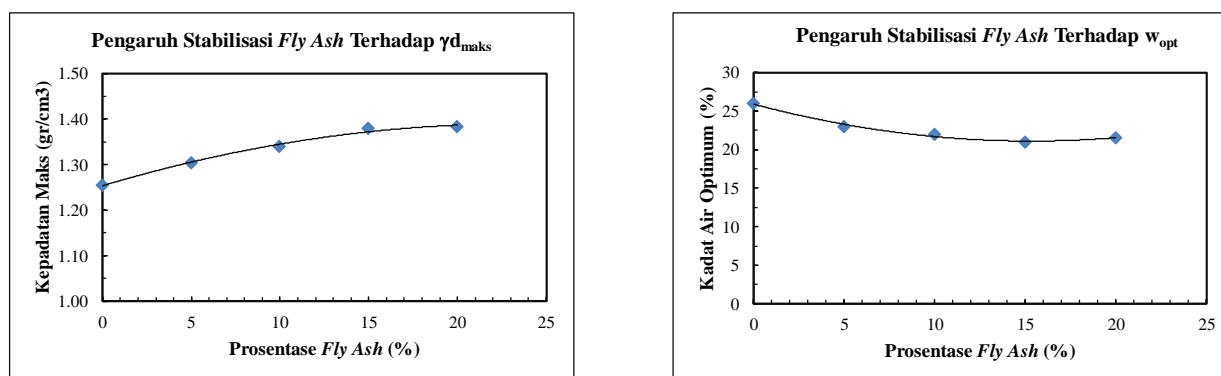


Gambar 4. Pengaruh stabilisasi *fly ash* terhadap distribusi ukuran butiran



Gambar 5. Pengaruh penambahan *fly ash* terhadap tingkat kepadatan tanah





Gambar 6. Pengaruh stabilisasi *fly ash* terhadap  $\gamma_{d_{maks}}$  dan  $w_{opt}$

Dari grafik tingkat kepadatan, terhadap  $\gamma_{d_{maks}}$  dan  $w_{opt}$  seperti ditunjukkan pada Gambar 5 dan 6, terlihat bahwa terjadi peningkatan kepadatan maksimum dan penurunan kadar air optimum dengan semakin meningkatnya penambahan prosentase *fly ash*. Hal ini disebabkan karena terjadinya pengecilan rongga-rongga pori antara partikel tanah yang disebabkan karena sebagian air didalam rongga pori terperas pada saat proses pemadatan, kemudian mengisi rongga-rongga udara dan memaksa udara keluar sehingga memperkecil volume udara dan memperkecil jarak antar butiran. Di samping itu ikatan kation *fly ash* dengan anion partikel tanah mempengaruhi ikatan anion partikel tanah dengan kation air, sehingga air lebih mudah meninggalkan rongga pori saat terjadi proses pemadatan. Keluarnya sebagian air dari rongga pori menyebabkan terjadinya penurunan kadar air optimum tanah. Tetapi pada penambahan *fly ash* > 15% peningkatan kepadatan cenderung stabil. Hal ini disebabkan ikatan antara butiran partikel tanah sudah cukup stabil, sehingga *fly ash* tidak dapat mengisi ruang pori tanah, tetapi justru menggantikan butiran partikel tanah lempung sehingga berat volume tanah mengalami penurunan dan kepadatannya juga berkurang.

### Presentase *Fly Ash* Efektif Sebagai Bahan Stabilisasi

Berdasarkan analisa hasil penelitian di atas, ditinjau dari perubahan sifat fisik (Gs, plastisitas, distribusi ukuran butiran) dan tingkat kepadatan lempung ekspansif yang distabilisasi dengan *fly ash*, terlihat bahwa prosentase pemberian kadar *fly ash* yang paling efektif adalah sebesar 15%. Penurunan plastisitas dan peningkatan nilai kepadatan kering maksimum, yang terjadi cukup signifikan. Sedangkan pada prosentase penambahan *fly ash* lebih besar dari 15%, perubahan yang terjadi kurang begitu signifikan, dan tidak berbeda jauh dengan penambahan 15% *fly ash*, bahkan kepadatan lempung mengalami penurunan. Sehingga untuk pembuatan sampel benda uji selanjutnya digunakan lempung ekspansif yang distabilisasi dengan 15% *fly ash* dengan tingkat kepadatan 1.380 gr/cm<sup>3</sup> dan kadar air optimum 21%.

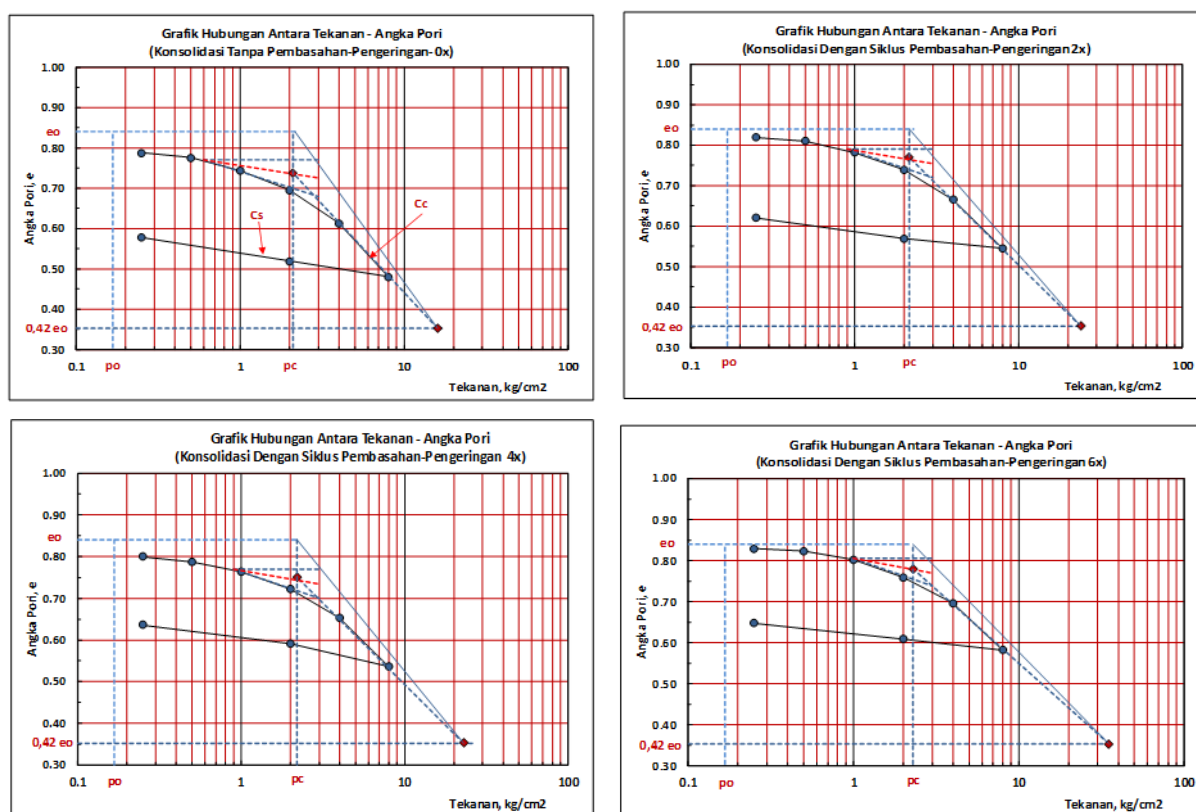
### Parameter Konsolidasi dan Kompresibilitas

Berdasarkan hasil pengujian konsolidasi diketahui besarnya penurunan konsolidasi yang terjadi maupun parameter-parameter konsolidasi yang lain seperti disajikan pada Tabel 3. dan Gambar 7 sampai dengan Gambar 9. Penurunan konsolidasi ( $S_c$ ) yang terjadi setelah proses pembasahan pengeringan berkisar antara 0.385 – 0.431 cm, lebih besar jika dibandingkan sebelum proses pembasahan pengeringan (0.291 cm). Hal ini disebabkan karena proses pengeringan pembasahan berulang mengakibatkan struktur butiran tanah menjadi lebih acak sehingga meningkatkan angka pori tanah, dan mempercepat keluarnya air dari dalam pori-pori tanah pada saat proses konsolidasi. Semakin besar jumlah siklus pembasahan pengeringan, maka penurunan yang terjadi juga semakin meningkat dan cenderung stabil setelah siklus ke 4 kali. Selain itu, peningkatan jumlah siklus pembasahan-pengeringan mengakibatkan penurunan nilai indeks kompresibilitas ( $C_c$ ) dan meningkatkan nilai indeks pengembangan ( $C_s$ ). Karena setelah proses pembasahan pengeringan terjadi peningkatan angka pori tanah. Sehingga dengan semakin besarnya angka pori tanah, maka potensi untuk mengalami pengembangan menjadi lebih besar dan penurunan yang terjadi juga meningkat.

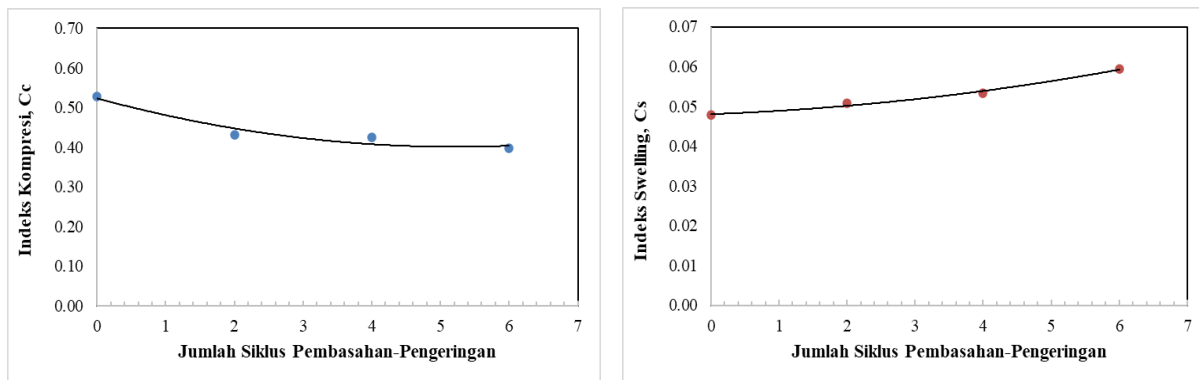


Tabel 3. Pengaruh siklus pembasahan pengeringan terhadap parameter konsolidasi lempung yang distabilisasi *fly ash* (15%) dan dipadatkan

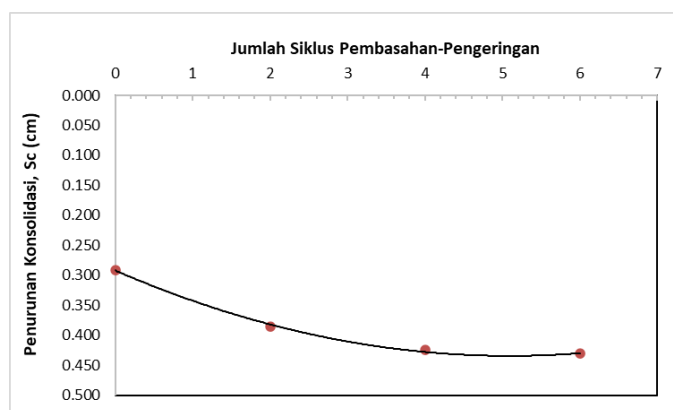
No.	Parameter Konsolidasi	Siklus pembasahan pengeringan			
		0x siklus	2x siklus	4x siklus	6x siklus
1	Tinggi awal tanah ( $H_0$ , cm)	2.000	2.000	2.000	2.000
2	Angka pori awal ( $e_0$ )	0.849	0.851	0.853	0.852
3	Tinggi butiran padat ( $H_s$ , cm)	1.087	1.087	1.087	1.087
4	Tinggi akhir ( $H_f$ , cm)	1.609	1.679	1.7192	1.6705
5	Angka pori akhir ( $e_f$ )	0.728	0.734	0.741	0.738
6	Perubahan angka pori ( $\Delta e$ )	0.133	0.121	0.119	0.117
7	Penurunan ( $S_c/\Delta H$ , cm)	0.291	0.385	0.425	0.431
8	Tekanan overburden ( $p_0$ , $\text{kg/cm}^2$ )	0.167	0.178	0.200	0.187
9	Tekanan prakonsolidasi ( $p_c$ , $\text{g/cm}^2$ )	2.362	2.419	2.579	2.469
10	Koefisien kompresibilitas ( $C_c$ )	0.529	0.430	0.398	0.424
11	Koefisien pengembangan ( $C_s$ )	0.048	0.051	0.059	0.053



Gambar 7. Grafik  $e$ -log  $\sigma$  lempung yang distabilisasi dengan *fly ash* (15%) akibat pembasahan pengeringan.



Gambar 8. Parameter konsolidasi Cc dan Cs lempung yang distabilisasi dengan *fly ash* (15%) akibat pembasahan pengeringan.



Gambar 9. Penurunan konsolidasi (Sc) lempung yang distabilisasi dengan *fly ash* (15%) akibat pembasahan pengeringan

#### IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian dan analisis data dapat disimpulkan bahwa lempung Tanak Awu dapat diklasifikasikan sebagai lempung dengan plastisitas tinggi. Persentase kadar *fly ash* yang efektif sebagai bahan stabilisasi adalah 15% dan dipadatkan dengan tingkat kepadatan 1.380 gr/cm<sup>3</sup> dan kadar air optimum 21%. Penurunan konsolidasi (Sc) yang terjadi setelah proses pembasahan pengeringan berkisar antara 0.385 – 0.431 cm, lebih besar jika dibandingkan sebelum proses pembasahan pengeringan (0.291 cm). Semakin besar jumlah siklus pembasahan pengeringan, maka penurunan yang terjadi juga semakin meningkat dan cenderung stabil setelah siklus ke 4 kali. Selain itu, peningkatan jumlah siklus pembasahan pengeringan mengakibatkan penurunan nilai indeks kompresibilitas (Cc) dan meningkatkan nilai indeks pengembangan (Cs).

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih disampaikan kepada LPPM Universitas Mataram yang telah memberikan dukungan finansial dari sumber dana DIPA BLU (PNBP) dan Laboratorium Geoteknik dan Mekanika Tanah, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Mataram yang telah memberikan fasilitas selama melaksanakan pengujian.

#### DAFTAR PUSTAKA

[1] H. C. Hardiyatmo, *Stabilisasi Tanah Untuk Perkerasan Jalan*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press, 2017.

- [2] H. C. Hardiyatmo, *Tanah Ekspansif: Permasalahan dan Penanganan*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press, 2014.
- [3] O. G. , Ingles and J. B. Metcalf, *Soil Stabilization: Principles and Practice*. Sydney: Butterworths, 1972.
- [4] S. A. Nugroho, A. Ongko, F. Fatnanta, and A. I. Putra, "The Effect of WHA and Lime for Shear Strength of Clay Stabilized by Cement," *Jurnal Teknik Sipil dan Perencanaan*, vol. 24, no. 1, pp. 19–26, Apr. 2022, doi: 10.15294/jtsp.v24i1.34380.
- [5] A. Andriani, R. Yuliet, and F. L. Fernandez, "Pengaruh Penggunaan Semen Sebagai Bahan Stabilisasi Pada Tanah Lempung Daerah Lambung Bukit Terhadap Nilai CBR Tanah," *Jurnal Rekayasa Sipil (JRS-Unand)*, vol. 8, no. 1, p. 29, Feb. 2012, doi: 10.25077/jrs.8.1.29-44.2012.
- [6] S. Syahril and D. Kumalasari, "Stabilisasi Tanah Lempung Ekspansif dengan Menggunakan Vermikulit dan Lumpur Bledug Kuwu terhadap Nilai Kuat Tekan Bebas," *Jurnal Ilmiah Rekayasa Sipil*, vol. 18, no. 1, pp. 41–47, Apr. 2021, doi: 10.30630/jirs.v18i1.499.
- [7] M. Aryanto, S. Suhendra, and K. R. Amalia, "Stabilisasi Tanah Lempung Ekspansif Menggunakan Kapur Tohor," *Jurnal Talenta Sipil*, vol. 4, no. 1, p. 38, Feb. 2021, doi: 10.33087/talentasipil.v4i1.47.
- [8] E. Setyono, "Pengaruh Bahan Tambah Fly Ash Terhadap Karakteristik Tanah Lempung Ekspansif di Daerah Dringu Kabupaten Probolinggo," *Jurnal Media Teknik Sipil*, vol. 16, no. 1, p. 29, Jun. 2018, doi: 10.22219/jmts.v16i1.5452.
- [9] O. Kambu and G. S. Utami, "Pengaruh Waktu Pemeraman Pada Stabilisasi Tanah Lempung dengan Campuran Limbah Batu Gamping di Tinjau dari Kuat Geser Tanah," *Jurnal Teknik Sipil*, vol. 1, no. 1, pp. 69–78, May 2020, doi: 10.31284/j.jts.2020.v1i1.937.
- [10] Fedriawan and A. Zhafirah, "Penurunan Tanah Berdasarkan Hasil Uji Konsolidasi di Laboratorium," *Jurnal Konstruksi*, vol. 20, no. 2, pp. 234–239, Nov. 2022, doi: 10.33364/konstruksi.v.20-2.1145.
- [11] E. E. Hangge, R. A. Bella, and A. Q. S. Manek, "Pengaruh Stabilisasi Tanah Lempung Ekspansif Menggunakan Kapur, Fly Ash dan Bottom Ash Terhadap Kapasitas Dukung Tanah," *JURNAL FORUM TEKNIK SIPIL (J-ForTekS)*, vol. 2, no. 2, pp. 34–44, Sep. 2022, doi: 10.35508/forteks.v2i2.7767.
- [12] Y. Qi, M. Bai, H. Zhou, H. Shi, P. Li, and B. He, "Study on the Mechanical Properties of Red Clay under Drying-Wetting Cycles," *Advances in Materials Science and Engineering*, vol. 2021, pp. 1–16, Jun. 2021, doi: 10.1155/2021/8665167.
- [13] A. R. Estabragh, B. Parsaei, and A. A. Javadi, "Laboratory investigation of the effect of cyclic wetting and drying on the behaviour of an expansive soil," *Soils and Foundations*, vol. 55, no. 2, pp. 304–314, Apr. 2015, doi: 10.1016/j.sandf.2015.02.007.
- [14] R. A. A. Soemitro and R. Asmaranto, "The effect of drying - wetting cycles to the Wischmeier soil erodibility factors," *Japanese Geotechnical Society Special Publication*, vol. 2, no. 15, pp. 595–598, 2016, doi: 10.3208/jgssp.INA-06.