

## PENINGKATAN NILAI CBR MENGGUNAKAN *FLY ASH* PADA TANAH LEMPUNG DI DESA TRANGKIL KABUPATEN SEMARANG

Samsul Ma'arif<sup>1\*</sup>, Faris Ustanto<sup>2</sup>, Abdul Rochim<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Sipil Universitas Islam Sultan Agung, [samsulmaarif02@gmail.com](mailto:samsulmaarif02@gmail.com)

<sup>2,3</sup>Program Studi Teknik Sipil Universitas Islam Sultan Agung

### ABSTRAK

Tanah merupakan komponen yang sangat berperan dalam perancangan dan pembangunan struktur, baik untuk konstruksi bangunan maupun jalan. Di Desa Trangkil, Kecamatan Gunung Pati, sering terjadi pergeseran tanah yang berdampak pada kerusakan jalan di wilayah tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh penambahan abu terbang (*fly ash*) pada karakteristik tanah. Pengujian penelitian ini dilaksanakan di laboratorium Unissula dengan metode pengujian yang mencampurkan tanah dengan *fly ash* dalam berbagai persentase, yaitu 0%, 5%, 10%, 15%, dan 20%. Jenis pengujian yang dilaksanakan mencakup pengujian berat jenis, kadar air, analisis saringan, *Atterberg limit*, *Proctor standart*, serta *California Bearing Ratio* (CBR). pada hasil pengujian laboratorium, penambahan *fly ash* berpengaruh positif terhadap daya dukung tanah. Semakin tinggi persentase *fly ash* yang ditambahkan, semakin baik sifat mekanis tanah, yang ditunjukkan dengan peningkatan daya dukung tanah.

**Kata Kunci** : *Fly Ash*, CBR, Lempung, Stabilitas Tanah

Penerbit : Fakultas Teknik Universitas Pasifik Morotai

## 1 PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Dalam bidang rekayasa struktur, tanah sering kali menjadi faktor penentu yang dapat memicu permasalahan apabila memiliki sifat yang kurang stabil, seperti tingkat plastisitas yang tinggi atau potensi penyusutan yang besar. Tanah dengan karakteristik ini sangat peka terhadap perubahan kadar air, sehingga dapat mengakibatkan ketidakstabilan pada fondasi bangunan selama proses konstruksi (Miswar et al., 2018).

Daya dukung tanah dasar yang baik akan berpengaruh intensitas waktu kekokohan suatu konstruksi. Karakter dan sifat tanah tidaklah sama pada setiap letak geografis suatu tempat. Bahkan, ada kondisi tanah dengan nilai permeabilitas rendah, plastisitas tinggi, serta penyusutan yang relatif besar, dan kapasitas geser rendah. Daya dukung yang baik diperlukan untuk meminimalisir kerusakan yang terjadi pada struktur di atasnya (Wismantara & Budiarnaya, 2020).

Karakteristik tanah berbeda-beda di setiap lokasi. Tidak semua jenis tanah memiliki daya dukung yang baik, karena banyak yang mengandung mineral dan bahan organik tetapi kurang kuat, sehingga tidak mampu menahan beban atau tekanan di atasnya. Kerusakan pada struktur di tanah yang ada di atas bisa disebabkan oleh kondisi tanah aslinya. Masalah yang muncul antara lain adalah penurunan, pengenduran, dan peningkatan ukuran tanah. Tanah yang sering menimbulkan kerusakan pada bangunan atas adalah jenis tanah lempung. (Rusdiansyah, 2018)

Tanah lempung tersusun atas kumpulan partikel mikroskopis dan submikroskopis yang terbentuk sebagai hasil perubahan kimiawi komponen batuan. Tanah ini menunjukkan sifat plastis pada kisaran kadar air sedang hingga tinggi. Ketika mengering, tanah lempung menjadi sangat keras dan sulit dihilangkan dengan tangan. Selain itu, tanah lempung mempunyai permeabilitas yang sangat rendah. (Taffarel, Javier Yusuf ., & Herdianto, 2022).

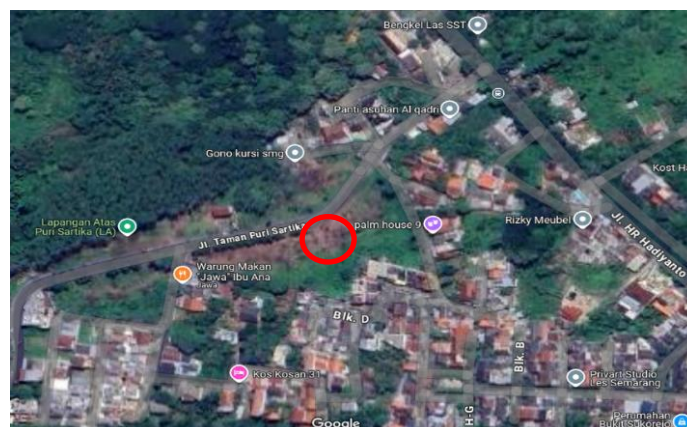
Stabilisasi tanah merupakan proses mix tanah dengan Additional material yang bertujuan untuk untuk meningkatkan sifat teknisnya sehingga memenuhi standar yang telah ditentukan. Syarat/kriteria teknis yang diperlukan untuk meningkatkan efisiensi konstruksi meliputi: kemampuan dukung tanah, ketahanan geser tanah, penurunan (*settlement*), pelawanan aliran tanah, dan berbagai faktor lainnya. (Kurniawan et al., 2016)

Sebagian besar tanah di Kabupaten Semarang berjenis lempung, termasuk di Desa Trangkil, Kecamatan Gunung Pati. Hal ini kerap menjadi salah satu faktor penyebab kerusakan jalan raya di daerah Semarang. Kerusakan yang ada termasuk jalan retak sampai lubang besar meski perbaikan jalan telah dilakukan baru – baru ini. Tanah lempung mempunyai daya dukung tanah yang rendah sehingga perlu diberi perlakuan khusus untuk meningkatkan kapasitas kemampuan daya dukung tanah tersebut (Andiyarto et al., 2015). Stabilisasi merupakan metode yang dapat digunakan dalam mengatasi masalah tersebut dengan cara penambahan *fly ash* pada tanah sebagai material campuran dalam meningkatkan karakteristik tanah lempung.

## 2 METODE PENELITIAN

### 2.1 Lokasi Penelitian

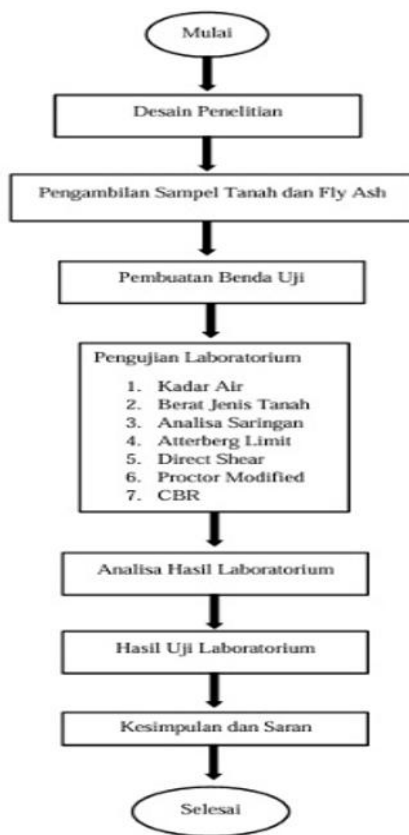
Lokasi Sampel penelitian ini diambil dari Desa Trangkil, Kec. Gunung Pati, Kab. Semarang. Dengan kedalaman 0.00 – 3.00 m untuk tanah lempung.



**Gambar 1.** Lokasi Pengambilan Sampel Tanah di Ds. Trangkil, Kec. Gunung Pati, Kab. Semarang, Jawa Tengah (Sumber: Google Earth).

## 2.2 Alur Penelitian

Alur penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 2 di bawah ini



Gambar 2. Alur Penelitian

## 2.3 Pengumpulan Data

Penelitian ini menggunakan *fly ash* sebagai bahan campuran stabilisasi tanah lempung dengan menggunakan 5 sampel pencampuran. Proses pencampuran sampel dirangkum dalam **Tabel 1**. Penelitian ini dilakukan melalui eksperimen di Laboratorium Mekanika Tanah, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Islam Sultan Agung Semarang. Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan karakteristik tanah asli yang diperoleh dari lapangan dengan metode stabilisasi kimia menggunakan *fly ash*. Alat dan bahan yang digunakan yaitu piknometer, neraca, oven, thermometer, saringan, cassagrande, jangka sorong, cawan, mesin penetrasi, pistol penetrasi, die silinder, keping beban dan *swell* sedangkan bahan yang digunakan yaitu tanah, air dan *fly ash*.

Tabel 1. Campuran Tanah + Fly Ash

Sampel	Campuran
I	Tanah Asli + Fly Ash 0%
II	Tanah Asli 95%+ Fly Ash 5%
III	Tanah Asli 90%+ Fly Ash 10%
IV	Tanah Asli 85%+ Fly Ash 15%
V	Tanah Asli 80%+ Fly Ash 20%
Total Sampel	5 Sampel

## 2.4 Pengolahan Data

Cara percobaan yang dipakai pada eksperimen ini dengan menambahkan *fly ash* pada tanah asli untuk mengetahui nilai CBR. Sebagai kelompok kontrol yaitu tanah asli tanpa tambahan bahan. Sedangkan sebagai kelompok eksperimen yaitu tanah asli campuran *fly ash*. Dari pengamatan dan rencana pencampuran ini, di harapkan untuk mengetahui pengaruh terhadap penambahan bahan tersebut. Dalam penelitian ini pengujian yang dipakai sebagai berikut:

- 1) Kadar Air
- 2) Berat jenis Tanah (Gs)
- 3) Analisa Saringan
- 4) *Atterberg Limits*
- 5) *Direct Shear*
- 6) *Proctor Standart*
- 7) *California Bearing Ratio (CBR)*

## 3 HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini berfokus pada penggunaan *fly ash* sebagai material tambahan untuk memperbesar nilai CBR pada tanah lempung. Sampel tanah yang dipergunakan dalam penelitian ini berasal dari Desa Trangkil, Kec. Gunung Pati, Kab. Semarang, Jawa Tengah. Penelitian ini dilaksanakan dengan mengacu pada hasil uji laboratorium yang berlangsung di Laboratorium Mekanika Tanah, Fakultas Teknik Sipil, Universitas Islam Sultan Agung Semarang. Berdasarkan data tersebut, karakteristik tanah sampel dapat diidentifikasi, serta dianalisis pengaruh penambahan *fly ash* terhadap sifat tanah. Data yang diperoleh dimanfaatkan untuk mengevaluasi kepadatan optimum tanah asli serta peningkatan daya dukung tanah setelah dicampur dengan *fly ash*.

### 3.1 Kadar Air

Pemeriksaan ini dilaksanakan dengan tujuan mengukur kadar air dalam tanah asli serta melihat bagaimana penambahan *fly ash* memengaruhi kadar air tanah tersebut. Hasil pengujian kadar air baik pada sampel tanah asli maupun tanah campuran, dapat dilihat dalam **Tabel 2**.

**Tabel 2. Hasil Pengujian Kadar Air**

Sampel	Kadar Air (%)
I	45,68%
II	40,29%
III	39,57%
IV	34,64%
V	33,04%

Berdasarkan Tabel 2. dapat diketahui bahwa nilai kadar air yang terkandung dalam setiap sampel semakin meningkat, seiring dengan bertambahnya jumlah *fly ash* yang dicampurkan.

### 3.2 Berat Jenis Tanah (Gs)

Berat jenis tanah merupakan analisis komparasi antara berat partikel tanah dan berat air saat volume dan suhu yang setara (Isbusandi et al., 2018). Hasil pengujian berat jenis tanah (Gs) baik pada sampel tanah asli maupun tanah campuran, dapat dilihat dalam **Tabel 3**.

**Tabel 3.** Hasil Pengujian Berat Jenis Tanah (Gs)

Sampel	Gs Tanah	Gs Fly Ash	Gs Kombinasi
I	2,588	2,309	2,588
II	2,588	2,309	2,572
III	2,588	2,309	2,557
IV	2,588	2,309	2,542
V	2,588	2,309	2,527

Berdasarkan **Tabel 3**, dapat diketahui bahwa nilai berat jenis tanah (Gs) yang terkandung dalam setiap sampel semakin meningkat, seiring dengan bertambahnya jumlah *fly ash* yang dicampurkan, meskipun berat jenis tanah dibawah berat jenis *fly ash*.

### 3.3 Analisa Saringan

Pengujian analisa saringan dilaksanakan dengan tujuan memastikan distribusi ukuran butiran tanah. Dalam menentukan distribusi ukuran partikel dalam tanah, terdapat dua metode yang dapat digunakan (Miswar et al., 2018). Keduanya yaitu :

#### a. Grain Size

Data yang diperoleh dari pengujian Grain Size dengan berat semula 200 gr mendapatkan sisa saringan dengan berat 21,76 gram. Data secara komprehensif dapat dilihat pada **Tabel 4**.

**Tabel 4.** Hasil Pengujian Grain Size

Diameter Saringan	Berat Sampel Yang Tertinggal (gr)
4,750	1,53
2,000	4,93
0,850	2,32
0,425	3,06
0,250	2,32
0,180	2,03
0,150	1,34
0,075	3,35
0,000	0,88
Jumlah	21,76

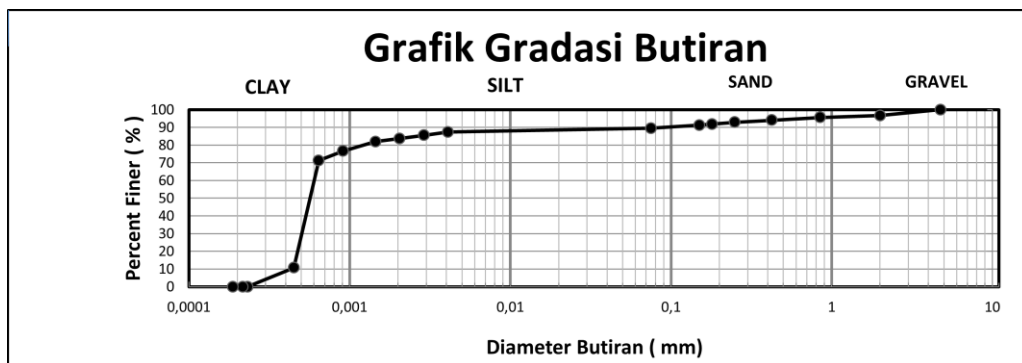
#### b. Hidrometer

Data pengujian Hidrometer pada sampel tanah asli diperoleh dari uji laboratorium dapat dilihat pada **Tabel 5**.

**Tabel 5.** Hasil Pengujian *Hidrometer*

Waktu (menit)	Pembacaan Strip
0	50
1/4	49
1/2	48
1	47
2	46
5	43
10	40
45	6
75	0
90	0
120	0

Dari Analisa perhitungan Grain Size dan Hidrometer pada sampel, maka didapatkan Grafik seperti dalam **Gambar 3.**



**Gambar 3.** Grafik Analisa Saringan

Berdasarkan grafik tersebut, diperoleh nilai dari masing-masing pengelompokan tanah seperti berikut ini :

- *Clay* = 83,77%
- *Silt* = 5,79%
- *Sand* = 7,21%
- *Gravel* = 3,23%

### 3.4 Atterberg Limits

*Atterberg* salah satu metode untuk mendeskripsikan konsistensi tanah berdasarkan kadar airnya. Batas tersebut meliputi batas cair (*Liquid Limit*), batas plastis (*Plastic Limit*), dan indeks plastisitas (*Plasticity Index*) (Kusuma et al, 2018). Hasil pengujian atterberg limits dapat dilihat pada **Tabel 6.**

**Tabel 6.** Hasil Pengujian *Atterberg Limits*

Sampel	LL (%)	PL (%)	IP (%)
I	69,25	32,84	36,41
II	62,79	29,29	33,50
III	59,47	28,67	30,80
IV	57,91	32,72	25,19
V	46,85	29,63	17,22

### 3.5 Direct Shear

Pengujian *Direct Shear* bertujuan dalam mengetahui nilai kohesi dan sudut geser tanah pada sampel yang dipergunakan. Hasil pengujian direct shear dapat dilihat pada **Tabel 7**.

**Tabel 7.** Hasil Pengujian *Direct Shear*

Sampel	Kohesi	Sudut Geser Dalam
I	0,029	19,25
II	0,043	21,54
III	0,022	22,73
IV	0,028	24,85
V	0,030	26,00

### 3.6 Proctor Standart

Uji Proctor standar dipakai untuk menentukan kadar air optimal tanah ( $w_{opt}$ ), berat volume kering optimum ( $\gamma_k$ ), berat volume basah optimum ( $\gamma_b$ ), serta porositas sampel tanah. Hasil pengujian proctor standart dapat dilihat pada **Tabel 8**.

**Tabel 8.** Hasil Pengujian *Proctor Standart*

Sampel	Wopt (%)	$\gamma_k$ (gr/cm <sup>3</sup> )
I	28,50	1,375
II	23,75	1,420
III	21,12	1,484
IV	20,95	1,500
V	18,00	1,530

### 3.7 California Bearing Ratio (CBR)

CBR adalah rasio antara beban penetrasi suatu material dan material yang standar pada kedalaman serta laju penetrasi yang setara. Pengujian CBR dilaksanakan untuk menemukan daya dukung maksimum tanah dalam kondisi padat. Tes ini bertujuan untuk menemukan nilai CBR pada tanah yang telah dimampatkan di laboratorium dengan kadar air optimum ( $W_{opt}$ ). Selain itu, pengujian ini juga digunakan dalam memahami korelasi antara kadar air dan tingkat kepadatan tanah (Yulianti et al., 2023). Hasil pengujian CBR dapat dilihat pada **Tabel 9**.

**Tabel 9.** Hasil Pengujian *California Bearing Ratio (CBR)*

Sampel	Unsoaked 100%	Unsoaked 95%
I	5,800	4,600
II	6,900	5,700
III	7,800	6,600
IV	10,200	7,000
V	15,500	12,500

#### 4 KESIMPULAN

Berdasarkan klasifikasi tanah menurut sistem pengembangan (PI) SNI 03-6795-2002 dan potensi pengembangan menurut Skempton (1953) yang dikeluarkan oleh Departemen Pekerjaan Umum, dapat disimpulkan bahwa tanah di Desa Trangkil, Kecamatan Gunung Pati, Kabupaten Semarang, Jawa Tengah, memiliki daya dukung yang rendah.

Berdasarkan hasil pengujian laboratorium, penambahan *fly ash* sebagai campuran terbukti memengaruhi stabilitas tanah. Semakin tinggi proporsi *fly ash* yang ditambahkan, semakin membaik sifat mekanik tanah, yang mengindikasikan peningkatan daya dukung tanah.

Berdasarkan pengujian *California Bearing Ratio* (CBR) Unsoaked pada sampel tanah asli, diperoleh nilai CBR sebesar 5,80%. Sementara itu, pengujian pada sampel tanah yang dicampur *fly ash* dengan presentase 5%, 10%, 15%, dan 20% menghasilkan nilai CBR masing-masing sebesar 6,90%, 7,80%, 10,20%, dan 15,50%. Dapat disimpulkan bahwa nilai CBR Unsoaked optimum diperoleh pada campuran *fly ash* 20%, yaitu sebesar 15,50%.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Andiyarto, H. T. C., Widodo, A., & Nugroho, U. (2015). Evaluasi Geoteknik Kelongsoran Lereng 23 Januari 2014 di Perumahan Trangkil Sejahtera Gunungpati Semarang. *Jurnal Teknik Sipil Dan Perencanaan*, 17(2), 119–130.
- [2] Isbusandi, A. D., Widiastuti, M., & Sutanto, H. (2018). Analisis pengaruh penggunaan geotekstil terhadap peningkatan daya dukung fondasi dangkal pada tanah lempung di kota samarinda. *Jurnal Ilmu Pengetahuan Dan Teknologi Sipil Analisis*, 2(November), 48–56.
- [3] Kurniawan, A., Alwi, A., & Bachtiar, V. (2016). Stabilisasi tanah lunak dengan abu ampas tebu, fly ash, kapur dan semen terhadap sifat mekanis tanah. *Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura*, 1–6.
- [4] Kusuma, R. I., Mina, E., & Fakhri, N. (2018). Stabilisasi Tanah Lempung Lunak dengan Memanfaatkan Limbah Gypsum dan Pengaruhnya Terhadap Nilai California Bearing Ratio (CBR). *Jurnal Fondasi*, 7(1), 22–31.
- [5] Miswar, M., Syaifuddin, S., & Amani, N. (2018). Stabilisasi Tanah Lempung Menggunakan Semen Dan Kapur Untuk Meningkatkan Daya Dukung Cbr Tanah. *Portal: Jurnal Teknik Sipil*, 9(2), 1–13. <https://doi.org/10.30811/portal.v9i2.615>.
- [6] Rusdiansyah, R. (2018). Studi Karakteristik Tanah Lempung Lunak Akibat Adanya Penambahan Material Limbah. *Jukung (Jurnal Teknik Lingkungan)*, 4(1), 39–49. <https://doi.org/10.20527/jukung.v4i1.4667>
- [7] Skempton, A. W. 1953. The Colloidal “Activity” of Clays. *Proc. of The 3rd Internasional Conference of Soil Mechanics and Foundations Engineering*. 1 : 57-61. Zurich: Selected Papers on Soil Mechanics.
- [8] Taffarel, Javier Yusuf ., & Herdianto, Y. (2022). Tugas akhir pengaruh penambahan fly ash terhadap stabilitas tanah lunak. Universitas Islam Sultan Agung Semarang.
- [9] Wismantara, & Budiarnaya, P. (2020). Methods for Increasing the Bearing Capacity of Soft Soil. *Scientific Journal TELSINAS*, 3(2), 37–40.
- [10] Yulianti, D., Firda, A., Djohan, B., & Syahrul Fuad, I. (2023). Stabilitas Tanah Lempung Menggunakan Kapur Dan Fly Ash Dengan Pengujian Cbr. *Jurnal Teknik Sipil LATERAL*, 1(2), 47–53. <https://doi.org/10.52333/lateral.v1i2.411>.