

## **Analisis CBR Tanah Lempung dengan penambahan *Fly Ash* dan *Bottom Ash* (FABA)**

<sup>1</sup>Pratama Rizki Mujahidin, <sup>2</sup>Muhamad Febri Setiawan D,  
<sup>3</sup>Abdul Rochim, <sup>4</sup>Lisa Fitriyana

<sup>1</sup>Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Islam Sultan Agung Semarang

<sup>2</sup>Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Islam Sultan Agung Semarang

\*Corresponding Author:

[sfebry16@gmail.com](mailto:sfebry16@gmail.com)

### **ABSTRAK**

*Tanah dengan daya dukung rendah mengalami peningkatan tingkat kembang susut. Tanah dasar jenis lempung membutuhkan perawatan khusus untuk mengatasi dan memperbaiki sifat ini. Untuk meningkatkan kapasitas dan stabilitas daya dukung tanah, perlakuan ini diperlukan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui bagaimana kekuatan tanah kombinasi dicampur dengan fly ash dan bottom ash (FABA) sebagai bahan tambahan stabilisasi tanah*

*Tanah di Kawasan Industri Terboyo Timur Raya, Trimulyo, Kecamatan Genuk, Kota Semarang, Jawa Tengah, digunakan untuk penelitian ini. Fly Ash dan Bottom Ash diproduksi oleh PLTU Tanjung Jati B, yang terletak di Kecamatan Kembang, Sekuping, Tubanan, Kecamatan Kembang, Kabupaten Jepara, Jawa Tengah. Pengujian berat tanah jenis (GS), batas Atterberg, pergeseran langsung, pergeseran proctor yang diubah, dan rasio baling California (CBR) termasuk dalam penelitian ini berdampak 5%, 10%, 15%, dan 25%. Alat dan bahan yang digunakan termasuk piknometer, saringan no. 4 dan 40, Cassagrande, alat penumbuk, oven, air aquadest, cawan, CBR, Direct Shear, fly ash, dan bottom ash.*

*Hasil pengujian di laboratorium menunjukkan bahwa setiap sampel tanah asli dan campuran tanah dasar menunjukkan peningkatan CBR 13%. Campuran fly ash dan tanah dasar, yang ditambahkan BA 5%-FA 10%, menunjukkan peningkatan CBR 18,88% dan termasuk dalam kategori sedang.*

**Kata Kunci:** CBR, Fly ash, Bottom ash

**ABSTRACT**

*Soil with low bearing capacity experiences an increased rate of swelling and shrinkage. Clay type soil requires special care to overcome and improve this property. To increase the bearing capacity and stability of the soil, this treatment is necessary. The aim of this research is to determine the strength of combined soil mixed with fly ash and bottom ash (FABA) as an additional soil stabilization material.*

*Land in the Terboyo Timur Raya Industrial Area, Trimulyo, Genuk District, Semarang City, Central Java, was used for this research. Fly Ash and Bottom Ash are produced by PLTU Tanjung Jati B, which is located in Kembang District, Sekuping, Tubanan, Kembang District, Jepara Regency, Central Java. Specific soil gravity (GS), Atterberg limit, direct shift, modified proctor shift, and California bearing ratio (CBR) tests included in this study had impacts of 5%, 10%, 15%, and 25%. Tools and materials used include pycnometer, sieve no. 4 and 40, Cassagrande, pounder, oven, distilled water, cup, CBR, Direct Shear, fly ash, and bottom ash.*

*Test results in the laboratory showed that each sample of original soil and base soil mixture showed an increase in CBR of 13%. The mixture of fly ash and basic soil, to which BA 5%-FA 10% was added, showed an increase in CBR of 18.88% and was included in the medium category.*

**Keywords:** CBR, Fly ash, Bottom ash

## 1. PENDAHULUAN

Tanah adalah bahan yang digunakan dalam teknik sipil. utama untuk konstruksi dan struktur, baik jalan maupun struktur lainnya. Meskipun ada berbagai jenis tanah di alam, beberapa tidak cocok untuk pembangunan jalan karena konstruksi jalan di atasnya dapat mengurangi kerusakan yang disebabkan oleh tanah. Tanah dengan daya dukung yang kurang harus diperbaiki untuk menjadi stabil. (Ardi, R., Rustamaji, R. M., & Priadi, E.)

Tanah dengan daya dukung rendah memiliki kecenderungan untuk menyusut dengan cepat, yang dapat menyebabkan keretakan atau konstruksi jalan bergelombang.. (Kusuma, H., Alkas, M. J., & Sutanto, H)

Untuk mengatasi/memperbaiki tanah yang daya dukungnya rendah tanah dasar jenis lempung yang mempunyai daya dukung rendah membutuhkan sebuah perlakuan khusus. Perlakuan ini dibutuhkan untuk meningkatkan kapasitas dan stabilitas daya dukung tanah. Perlakuan khusus yang dimaksud yaitu stabilisasi tanah. Stabilisasi tanah pada umumnya menggunakan beberapa campuran seperti kapur, gypsum, biji plastik, *fly ash*, *Bottom ash*. (Prakoso, Akbar W dan Agung Rizal A. P. (2020)

## 2. METODE PENELITIAN

### 2.1 Persiapan benda uji

Pembuatan campuran benda uji dilakukan pada saat akan melakukan setiap pengujian pada tanah campuran. Campuran benda uji dibuat pada kondisi benda uji yang sudah kering (kadar air 0%). Perencanaan campuran tanah, *fly ash*, dan *bottom ash* sebagai sampel untuk pengujian CBR dilakukan dengan menggunakan air pada kadar air optimum tanah asli. variasi campuran *bottom ash + fly ash* 5%, 10%, 15%, 25% dari berat kering tanah pada masing-masing campuran.

Tabel 1. Komposisi Campuran

KODE	PERLAKUAN
S <sub>0</sub>	Tanah asli 100%
S <sub>1</sub>	Tanah 85% + BA 10% + FA 5%
S <sub>2</sub>	Tanah 85% + BA 5% + FA 10%
S <sub>3</sub>	Tanah 75% + BA 10% + FA 15%
S <sub>4</sub>	Tanah 75% + BA 15% + FA 10%
S <sub>5</sub>	Tanah 65% + BA 10% + FA 25%
S <sub>6</sub>	Tanah 65% + BA 25% + FA 10%
S <sub>7</sub>	Tanah 50% + BA 25% + FA 25%

## 2.2 Pengujian Laboratorium

Pengujian yang dilakukan pada penelitian ini meliputi pengujian Berat Jenis (GS), Batas Atterberg, *Dirrect Shear*, *proctor modified*, CBR

## 2.3 Analisis Data

Dalam metode analisis data ini ada 2 tahap pelaksanaan yakni:

Melaksanakan pengujian di laboratorium dengan penambahan *fly ash* dan *bottom ash* yang divariasikan 5%, 10%, 15%, 25%, yang mencakup uji *atterberg limit*, *direct shear*, dan CBR (*California Bearing Ratio*).

Kemudian hasil pengujian akan dibandingkan untuk mengetahui daya dukung tanah yang dicampur dengan *fly ash* dan *bottom ash* apakah akan terjadi peningkatan.

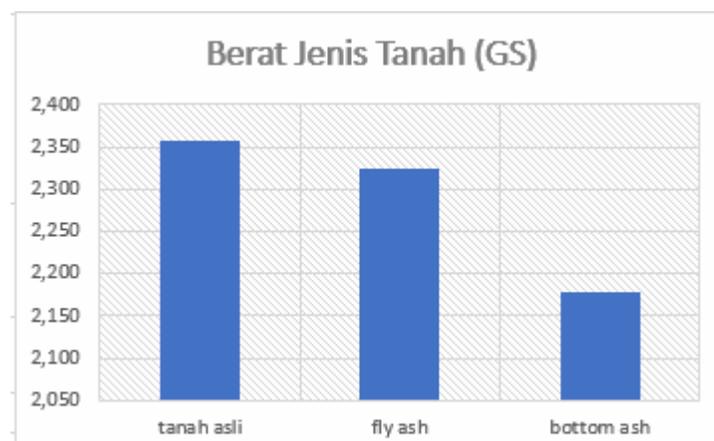
## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian yang dilakukan pada tugas akhir ini adalah Analisis CBR tanah lempung dengan penambahan *Fly ash* dan *Bottom ash*. Kawasan Industri Terboyo Timur Raya, Trimulyo, Kecamatan Genuk, Kota Semarang, Jawa Tengah. Metode penelitian yang digunakan Tugas Akhir ini berdasarkan data yang diperoleh dari uji di Laboratorium Mekanika Tanah Fakultas Teknik UNISSULA. Dari data tersebut dapat diketahui sifat-sifat tanah yang kami jadikan sampel pada penelitian ini beserta pengaruh yang ditimbulkan oleh penambahan *fly ash* dan *Bottom ash*. Kemudian data tersebut digunakan untuk mengetahui pengaruh kekuatan tanah yang dicampur dengan *fly ash* dan *bottom ash* (FABA) sebagai bahan tambahan stabilisasi tanah dengan variasi 5%, 10%, 15%, 25%.

### 3.1 Sifat-Sifat Mekanis Tanah

#### a. Berat Jenis Tanah(GS) (SNI 1964-2008)

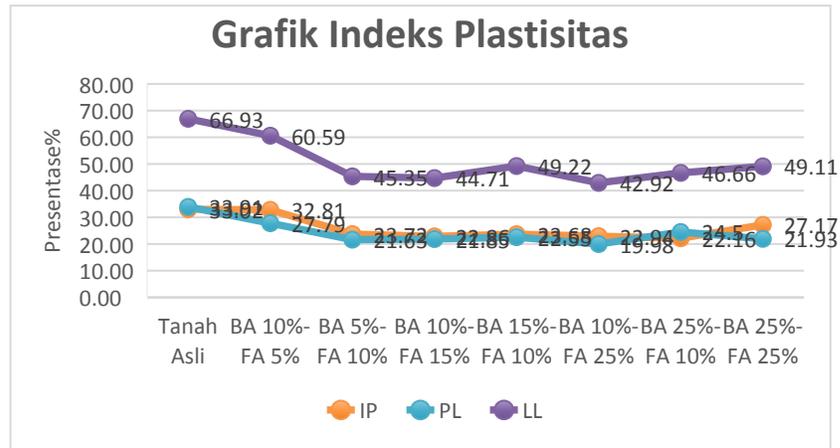
Pengujian berat jenis tanah dilakukan dengan tujuan mendapatkan nilai parameter indeks tanah yang berhubungan fungsional meliputi fase udara, air, dan juga butiran dalam tanah.



**Gambar 3.** Grafik Berat Jenis tanah

#### b. *Atterberg Limmit* (SNI 1967-2008)

Pengujian *Atterberg Limits* dilakukan dengan tujuan mengetahui nilai kadar air dalam tanah yang merupakan batas antara keadaan cair dan plastis.

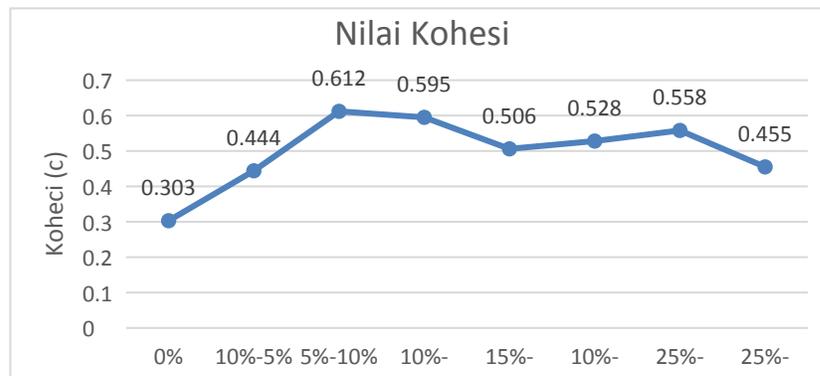


**Gambar 4** Grafik ATL tanah asli dan Campuran

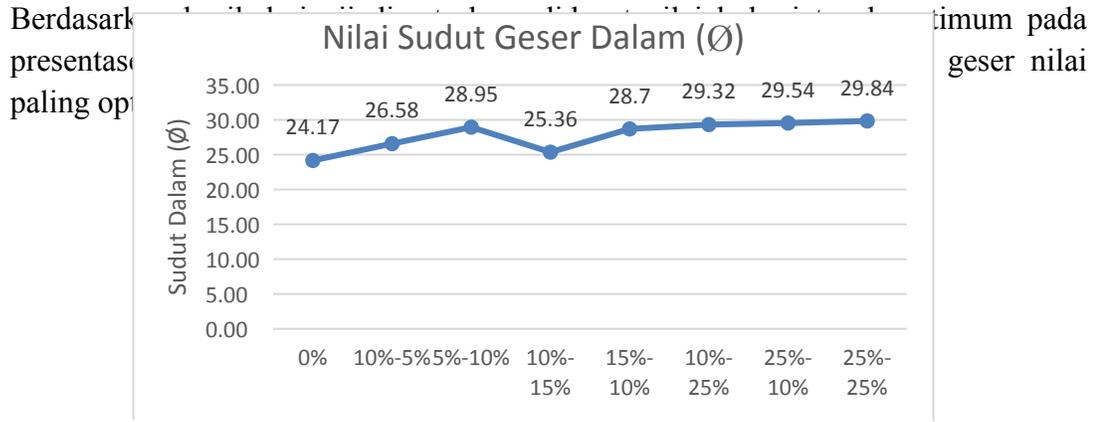
Berdasarkan grafik pada lokasi pengambilan benda uji dengan stabilisasi menggunakan *fly ash* mempunyai nilai IP tanah semakin menurun yang artinya sifat tanah semakin baik daya dukung tanah meningkat.

c. **Direct Shear** (SNI 3420:2016)

Uji *Direct Shear* dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui nilai kohesi tanah dan sudut geser pada sampel yang digunakan.



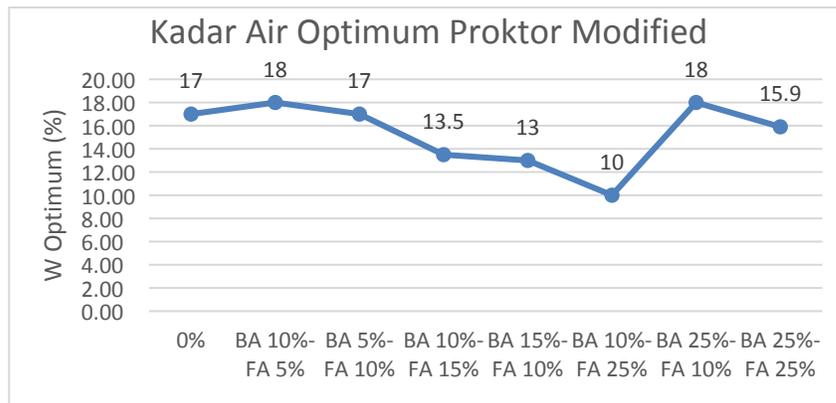
**Gambar 5** Grafik nilai kohesi tanah asli dan campuran *Fly ash, bottom ash*



**Gambar 6** Grafik nilai sudut geser dalam tanah asli dan campuran *fly ash*, *bottom ash*

**d. Proctor Modified (SNI 1743-2008)**

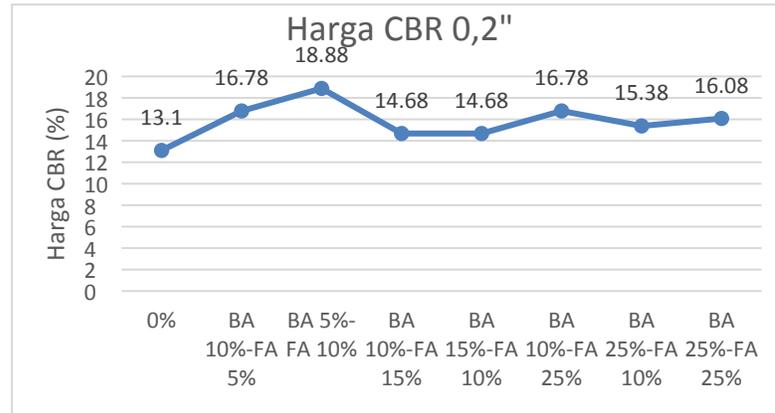
Uji *Proctor Modified* dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui kadar air optimum tanah ( $w_{opt}$ ), berat volume basah tanah optimum ( $\gamma_b$ ), berat volume kering tanah optimum ( $\gamma_{dopt}$ ), dan persentase pori / *porosity* pada tanah sampel.



**Gambar 7** Grafik  $W_{opt}$  sampel tanah asli campuran *fly ash* dan *bottom ash*

**e. California Bearing Ratio (CBR) (SNI 1744-2012)**

Pengujian *California Bearing Ratio* (CBR) dilakukan dengan tujuan mengetahui nilai daya dukung tanah pada kerapatan maksimum. Dalam pengujian ini digunakan kadar air optimum yang didapat dari uji *Proctor Modified*.



**Gambar 8** Grafik Harga CBR *Unsoaked*

Berdasarkan di atas maka dapat diketahui bahwa penambahan Fly ash dapat meningkatkan daya dukung tanah pada campuran (BA 5%-FA 10%) yakni CBR 18,88% termasuk dalam kategori sedang.

#### 4. KESIMPULAN

1. Setelah melakukan pengujian di laboratorium, sampel tanah dari Kawasan Industri Terboyo Timur Raya, Kecamatan Genuk, Kota Semarang, Jawa Tengah merupakan jenis tanah lunak, Berdasarkan hasil uji *Atterberg limit* dapat diketahui bahwa indeks plastisitas menunjukkan presentase tanah asli dengan nilai optimum 13,% adalah yang paling sedikit presentasinya
2. Dari hasil pengujian di laboratorium dapat mengetahui hasil dari tiap sampel tanah asli campuran fly ash dan bottom ash dapat disimpulkan bahwa dengan penambahan fly ash dan bottom ash dapat menaikkan daya dukung tanah yakni CBR 6%
3. Dari Pengujian CBR di laboratorium didapatkan hasil data penetrasi tanah asli dan tanah campuran fly ash dan bottom dapat menaikkan harga CBR maksimal dicampuran (BA 5%-FA 10%) yakni CBR 18,88% termasuk dalam kategori Sedang.

## UCAPAN TERIMAKASIH

Segala Puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan segala rahmatNya sehingga penulis dapat menyelesaikan Artikel dengan judul “Analisis CBR Tanah Lempung Dengan penambahan *Fly Ash* dan *Buttom Ash* (FABA) ” guna memenuhi salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Program Studi Teknik Sipil pada Fakultas Teknik Universitas Islam Sultan Agung.

Penulis menyadari kelemahan serta keterbatasan yang ada sehingga dalam menyelesaikan skripsi ini memperoleh bantuan dari berbagai pihak, dalam kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada :

1. Bapak Dr. Abdul Rochim, ST., MT. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Islam Sultan Agung Semarang.
2. Bapak Muhamad Rusli Ahyar, ST., M. Eng. selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Islam Sultan Agung Semarang yang telah memberikan kelancaran pelayanan dalam urusan Akademik.
3. Bapak Dr. Abdul Rochim, ST., MT. selaku Dosen Pembimbing Utama yang selalu memberikan waktu bimbingan dan arahan selama penyusunan skripsi ini.
4. Ibu Lisa Fitriyana, ST., M. Eng. selaku Dosen Pembimbing Pendamping yang selalu memberikan waktu bimbingan dan arahan selama penyusunan skripsi ini.
5. Seluruh Dosen Program Studi Teknik Sipil UNISSULA yang telah memberikan ilmunya kepada penulis.
6. Semua pihak yang telah membantu dalam proses penyelesaian tugas akhir ini yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih banyak kekurangan baik isi maupun susunannya. Semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat tidak hanya bagi penulis juga bagi para pembaca.

**DAFTAR PUSTAKA**

- Ardi, R., Rustamaji, R. M., & Priadi, E. SIFAT-SIFAT FISIS CAMPURAN FLY ASH DAN BOTTOM ASH (FABA) DENGAN TANAH TIMBUNAN SIFAT-SIFAT FISIS CAMPURAN FLY ASH DAN BOTTOM ASH (FABA) DENGAN TANAH TIMBUNAN. *Jurnal TEKNIK SIPIL*, 21(1), 98-101.
- Kusuma, H., Alkas, M. J., & Sutanto, H. (2022). ANALISIS NILAI CBR CAMPURAN FABA DAN SEMEN SEBAGAI MATERIAL TIMBUNAN PILIHAN. *Teknologi Sipil: Jurnal Ilmu Pengetahuan dan Teknologi*, 6(1), 1-10.
- Lembasi, M. K., Nugroho, S. A., & Fatnanta, F. (2020). Pengaruh Waktu Curing Terhadap Nilai Swelling Pada Tanah Lempung Dengan Campuran Fly Ash Dan Bottom Ash. *Dinamika Rekayasa*, 17(1), 57-65.
- Nugroho, S. A., Fatnanta, F., & Lembasi, M. K. (2022). PERUBAHAN NILAI CBR TERHADAP PENAMBAHAN FLY ASH DAN BATTOM ASH PADA TANAH LEMPUNG. *Rekayasa Sipil*, 16(1), 15-24.
- Nugroho, S. A., Ningrum, P., & Muhandi, M. (2020). Pemanfaatan Geopolimer Abu Terbang Sebagai Pozzolanic Tanah Lempung Untuk Material Tanah Dasar Perkerasan. *Fondasi: Jurnal Teknik Sipil*, 9(1).
- Nainggolan, M. N. S. (2023). *Stabilisasi Tanah Lempung Dengan Penambahan Limbah Fly Ash dan Bottom Ash (FABA)* (Doctoral dissertation, Politeknik Negeri Bengkalis).
- Prakoso, Akbar W dan Agung Rizal A. P. (2020) *Stabilisasi Tanah Lempung Dengan Penambahan Fly Ash*, Teknik Sipil Universitas Islam Sultan Agung, Semarang.
- SNI 1964-2008. 2008. Cara Uji Berat Jenis Tanah. Badan Standarisasi Nasional.
- SNI 1967-2008. 2008. Cara Uji Penentuan Batas Cair Tanah. Badan Standardisasi Nasional.
- SNI 3420:2016 tentang Metode uji kuat geser langsung tanah tidak terkonsolidasi dan tidak terdrainase.
- SNI 1743-2008. 2008. Cara Uji Kepadatan Ringan untuk Tanah. Badan Standardisasi Nasional.
- SNI 1744-2012. 2012. Metode Uji CBR laboratorium. Badan Standarisasi Nasional.