

**PENGARUH PENAMBAHAN BAHAN ADITIF TERHADAP NILAI CBR CAMPURAN  
TANAH DAN FLY ASH UNTUK PENINGKATAN DAYA DUKUNG TANAH PADA  
PEKERJAAN JALAN**

**Orlando Domyzkiel Sasarari<sup>1\*</sup>, Petrus Bahtiar<sup>2</sup>, Dewi Ana Rusim<sup>3</sup>**

Fakultas Teknik, Universitas Cenderawasih

Email: [sasarariorlando@gmail.com](mailto:sasarariorlando@gmail.com)\*

**ABSTRACT**

*The performance of road pavement structures is highly dependent on the bearing capacity of the subgrade. However, subgrade soils in many locations exhibit inadequate bearing capacity, necessitating soil improvement through stabilization techniques. This study investigates the effect of incorporating 2% DIFA Soil Stabilizer on the soaked CBR of soil-fly ash mixtures intended for road construction applications. An experimental laboratory program was conducted using natural soil mixed with varying proportions of fly ash, followed by the addition of 2% DIFA Soil Stabilizer. The testing program included the determination of the physical properties of the soil and soaked CBR tests to evaluate the improvement in subgrade bearing capacity resulting from the different mixture compositions. The experimental results demonstrate that the incorporation of fly ash in combination with 2% DIFA Soil Stabilizer substantially enhances the soaked CBR of the soil. The highest soaked CBR value of 9.10% was achieved with the mixture containing 15% fly ash and 2% DIFA Soil Stabilizer, representing a significant improvement over the untreated natural soil, which exhibited a soaked CBR value of only 1.00%. These findings indicate that the combined use of fly ash and DIFA Soil Stabilizer is an effective stabilization approach for improving the engineering performance of subgrade soils and may serve as a viable alternative for enhancing the bearing capacity of road subgrades.*

**Keywords:** soil stabilization, fly ash , DIFA Soil Stabilizer, soaked CBR, subgrade bearing capacity, road construction.

**ABSTRAK**

Pembangunan infrastruktur jalan memerlukan tanah dasar yang memiliki daya dukung baik agar mampu menahan beban lalu lintas secara optimal. Namun, pada beberapa wilayah, kondisi tanah dasar memiliki daya dukung yang rendah sehingga diperlukan upaya perbaikan tanah melalui metode stabilisasi. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh penambahan 2% DIFA Soil Stabilizer terhadap nilai CBR terendam (soaked) pada campuran tanah dan fly ash untuk pekerjaan jalan. Penelitian ini dilakukan secara eksperimental di laboratorium dengan menggunakan sampel tanah asli yang dicampur dengan fly ash, kemudian ditambahkan DIFA Soil Stabilizer sebesar 2%. Pengujian yang dilakukan meliputi pengujian sifat fisik tanah dan pengujian CBR terendam (soaked) untuk mengetahui perubahan nilai daya dukung tanah akibat variasi campuran tersebut. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan fly ash dan 2% DIFA Soil Stabilizer dapat meningkatkan nilai CBR tanah. Nilai CBR tertinggi diperoleh pada campuran 15% fly ash dan 2% DIFA Soil Stabilizer, yaitu sebesar 9,10%, dibandingkan dengan tanah asli yang hanya sebesar 1,00%. Hal ini menunjukkan bahwa kombinasi fly ash dan DIFA Soil Stabilizer efektif dalam meningkatkan daya dukung tanah dan berpotensi digunakan sebagai bahan stabilisasi pada konstruksi jalan.

**Kata kunci:** stabilisasi tanah, fly ash, DIFA Soil Stabilizer, CBR terendam, daya dukung tanah, pekerjaan jalan.

## **1. Pendahuluan**

Pembangunan infrastruktur merupakan salah satu faktor penting dalam mendukung pertumbuhan dan pemerataan ekonomi di Indonesia. Melalui pembangunan infrastruktur yang berkelanjutan, diharapkan dapat mengurangi kesenjangan pendapatan, memperkecil disparitas pembangunan antarwilayah, serta menurunkan biaya distribusi barang dan jasa. Hal ini menjadi sangat penting, khususnya di Provinsi Papua, yang hingga saat ini masih menghadapi tingginya harga bahan pokok dan bahan bakar dibandingkan dengan wilayah lain di Indonesia, seperti Jakarta dan sekitarnya. Oleh karena itu, pembangunan infrastruktur transportasi, terutama jalan dan jembatan yang menghubungkan antarwilayah, perlu terus ditingkatkan guna mendukung mobilitas masyarakat dan distribusi logistik secara lebih efektif.

Menurut Undang-Undang Nomor 22 Tahun 2009, jalan adalah seluruh bagian jalan, termasuk bangunan pelengkap dan perlengkapannya yang diperuntukkan bagi lalu lintas umum, yang berada pada permukaan tanah, di atas permukaan tanah, di bawah permukaan tanah dan/atau air, serta di atas permukaan air, kecuali jalan rel dan jalan kabel. Sebagai salah satu prasarana transportasi, jalan memiliki peran yang sangat penting dalam mendukung kegiatan ekonomi, sosial, budaya, serta memperkuat persatuan dan kesatuan bangsa. Selain itu, jalan merupakan bagian integral dari sistem transportasi nasional yang berfungsi untuk menunjang pembangunan dan meningkatkan kesejahteraan masyarakat

Dalam pelaksanaan pembangunan jalan, kualitas material yang digunakan menjadi salah satu faktor utama yang menentukan keberhasilan konstruksi.

Namun demikian, pembangunan infrastruktur jalan di beberapa wilayah Papua sering menghadapi kendala berupa kondisi tanah dasar yang memiliki daya dukung rendah. Kondisi tersebut menyebabkan tanah tidak mampu menahan beban lalu lintas secara optimal sehingga berpotensi menimbulkan kerusakan pada konstruksi jalan.

Salah satu lokasi yang mengalami permasalahan tersebut adalah ruas Jalan Arso XIV – Sawia – Kwarja, Kabupaten Keerom. Berdasarkan kondisi eksisting di lapangan, tanah pada ruas jalan tersebut berwarna cokelat, berlumpur, dan memiliki kondisi yang kurang baik sebagai tanah dasar jalan. Pada musim hujan, kondisi jalan menjadi semakin sulit dilalui sehingga menghambat aktivitas masyarakat dan distribusi barang. Oleh karena itu, diperlukan upaya penanganan yang tepat untuk meningkatkan daya dukung tanah pada ruas jalan tersebut.

Salah satu metode yang umum digunakan untuk memperbaiki sifat teknis tanah adalah stabilisasi tanah. Menurut Mildawati dkk. (2022), stabilisasi tanah merupakan metode perbaikan tanah yang bertujuan untuk meningkatkan sifat fisik dan mekanis tanah sehingga memenuhi persyaratan teknis yang diinginkan. Stabilisasi tanah dapat dilakukan dengan menambahkan bahan tertentu yang mampu meningkatkan kekuatan dan kestabilan tanah.

Metode stabilisasi yang banyak digunakan saat ini adalah stabilisasi menggunakan semen atau yang dikenal sebagai *soil-cement*. Namun, penggunaan semen dalam jumlah yang besar dapat menyebabkan tanah menjadi lebih getas, sedangkan penggunaan semen dalam jumlah yang terlalu sedikit dapat mengurangi nilai kuat tekan campuran sehingga tidak memberikan hasil yang optimal. Selain itu, tingginya kebutuhan semen dalam pekerjaan

stabilisasi turut berkontribusi terhadap meningkatnya biaya konstruksi.

Seiring berkembangnya teknologi konstruksi, berbagai penelitian telah dilakukan untuk mencari bahan alternatif yang lebih ekonomis dan ramah lingkungan sebagai material stabilisasi tanah. Salah satu bahan yang berpotensi digunakan adalah *fly ash*, yaitu limbah padat hasil pembakaran batubara pada pembangkit listrik tenaga uap (PLTU). *Fly ash* memiliki kandungan silika dan alumina yang dapat bereaksi secara pozzolanik sehingga berpotensi meningkatkan sifat mekanis tanah.

Selain penggunaan *fly ash*, penelitian mengenai stabilisasi tanah juga telah mengembangkan pemanfaatan berbagai jenis bahan aditif untuk meningkatkan efektivitas proses stabilisasi. Berbagai penelitian menunjukkan bahwa penambahan bahan aditif pada campuran tanah dapat meningkatkan sifat fisik dan mekanis tanah, terutama daya dukung yang diukur melalui nilai *California Bearing Ratio* (CBR). Namun, penelitian yang mengkaji penggunaan bahan aditif pada campuran tanah dan *fly ash* masih relatif terbatas, khususnya pada kondisi tanah di wilayah Papua. Oleh karena itu, penelitian ini menggunakan salah satu jenis bahan aditif, yaitu DIFA *Soil Stabilizer* (DIFA SS), sebagai objek penelitian untuk mengevaluasi pengaruh penambahannya terhadap nilai CBR terendam (*soaked*) campuran tanah dan *fly ash*. Pemilihan bahan aditif tersebut tidak dimaksudkan untuk membandingkan keunggulannya dengan produk lain, melainkan untuk memperoleh informasi mengenai efektivitas penggunaannya pada kondisi tanah yang menjadi objek penelitian.

Pada penelitian ini, dilakukan inovasi stabilisasi tanah dengan memanfaatkan campuran tanah dan *fly ash* yang ditambahkan bahan aditif DIFA

*Soil Stabilizer* (DIFA SS) sebesar 2%. Penambahan DIFA SS diharapkan dapat meningkatkan nilai CBR terendam (*soaked*) sebagai indikator daya dukung tanah, serta memperbaiki karakteristik tanah yang distabilisasi. Dengan meningkatnya nilai CBR, tanah dasar diharapkan mampu mendukung konstruksi jalan secara lebih baik sehingga dapat meningkatkan kualitas jalan pada ruas Arso XIV.

## **2. Metode Penelitian**

Penelitian ini dilakukan secara eksperimental di laboratorium dengan menggunakan sampel tanah asli yang dicampur dengan *fly ash*, kemudian ditambahkan DIFA *Soil Stabilizer* sebesar 2%. Pengujian yang dilakukan meliputi pengujian sifat fisik tanah dan pengujian CBR terendam (*soaked*) untuk mengetahui perubahan nilai daya dukung tanah akibat variasi campuran tersebut.

Lokasi pengambilan sampel tanah diambil pada Ruas Jalan Arso XIV – Sawia – Kwarja pada STA 2+150, Kabupaten Keerom, Provinsi Papua. Status jalan Ruas Jalan Arso XIV – Sawia – Kwarja merupakan Jalan Daerah Provinsi Papua.

## **3. Hasil Penelitian dan Pembahasan**

### **3.1 Pengujian Karakteristik Tanah Arso XIV**

Sampel tanah yang berasal dari lokasi pengambilan material dikirim ke Laboratorium Balai Besar Pelaksanaan Jalan Nasional Papua–Papua Pegunungan untuk dilakukan serangkaian pengujian, termasuk pengujian CBR terendam (*soaked*). Sebelum pengujian tersebut, dilakukan analisis gradasi untuk menentukan sebaran ukuran butir agregat halus dan agregat kasar dengan menggunakan

seperangkat saringan. Pengujian gradasi dilaksanakan berdasarkan prosedur yang tercantum dalam SNI 03-1968-1990.

### 3.1.1 Perbandingan dengan Kontrol Positif dan Kontrol Negatif

Hasil pengujian karakteristik Tanah Arso XIV yang telah di uji dapat dilihat pada tabel berikut:

**Tabel 3.1** Hasil Pengujian Karakteristik Tanah

| A. Pengujian Sifat Fisik   |                                                |                          |
|----------------------------|------------------------------------------------|--------------------------|
| 1.                         | Berat Jenis                                    | 2,357                    |
| 2.                         | Batas cair ( <i>liquid limit</i> )             | 62,50%                   |
| 3.                         | Batas plastis ( <i>plastic limit</i> )         | 25,10%                   |
| 4.                         | Indeks plastisitas ( <i>plasticity index</i> ) | 37,40%                   |
| 5.                         | Butiran lolos saringan No. 200                 | 5,96%                    |
| B. Pengujian Sifat Mekanik |                                                |                          |
| 1.                         | Kadar Air Optimum                              | 18,32 %                  |
| 2.                         | Kepadatan Kering Maksimum ( <i>yd Max</i> )    | 1,459 gr/cm <sup>3</sup> |
| 3.                         | CBR Terendam ( <i>soaked</i> )                 | 1,00 %                   |

(Analisis Data Primer, 2026)

Berdasarkan Sistem Klasifikasi Tanah AASHTO M145 dengan meninjau hasil pengujian pada Tabel 4.19 maka sampel tanah Arso XIV dapat diklasifikasikan ke dalam golongan A-2-7 (Kerikil dan pasir yang berlanau atau berlempung).

### 3.2 Pembahasan Hasil Pengujian CBR terendam (*soaked*)

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan pada sampel tanah, *fly ash*, dan 2% DIFA SS sebagai bahan stabilisasi, diperoleh hasil sebagai berikut.

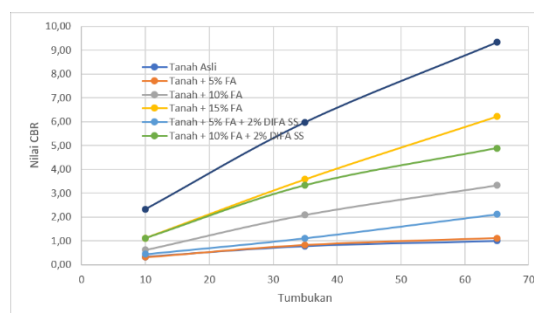
**Tabel 3.2** Perbandingan Hasil Pengujian CBR terendam (*soaked*) terhadap variasi Campuran Material

| No. | Jenis Campuran              | CBR 10 Tumbukan (%) | CBR 35 Tumbukan (%) | CBR 65 Tumbukan (%) | CBR  |
|-----|-----------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|------|
| 1.  | Tanah Asli                  | 0,33                | 0,78                | 1,00                | 1,00 |
| 2.  | Tanah + 5% FA               | 0,31                | 0,82                | 1,11                | 1,10 |
| 3.  | Tanah + 10% FA              | 0,62                | 2,09                | 3,33                | 3,25 |
| 4.  | Tanah + 15% FA              | 1,11                | 3,58                | 6,22                | 6,10 |
| 5.  | Tanah + 5% FA + 2% DIFA SS  | 0,44                | 1,11                | 2,11                | 2,00 |
| 6.  | Tanah + 10% FA + 2% DIFA SS | 1,11                | 3,33                | 4,89                | 4,80 |
| 7.  | Tanah + 15% FA + 2% DIFA SS | 2,33                | 5,98                | 9,33                | 9,10 |

(Analisis Data Primer, 2026)

Tabel 3.2 menunjukkan nilai CBR dari masing-masing variasi campuran. Sehingga dapat dilihat pengaruh setiap penambahan *fly ash* dan bahan aditif terjadi peningkatan nilai CBR terendam (*soaked*) pada setiap pengujian dan dimasukkan ke dalam grafik yang ditunjukkan Gambar 3.1 sebagai berikut:

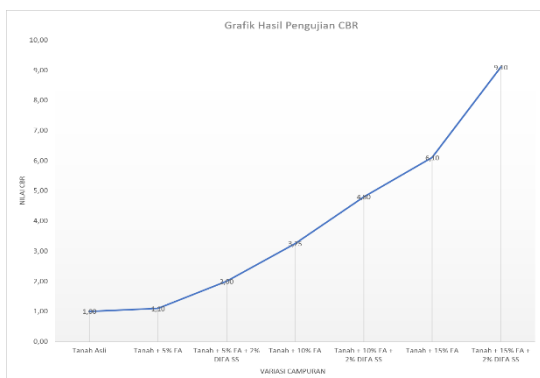
**Gambar 3.1** Perbandingan Hasil Pengujian CBR terendam (*soaked*) dari variasi Campuran dengan Tanah Asli pada 10, 35 dan 65 Tumbukan



(Analisis Data Primer, 2026)

Gambar 3.1 menunjukkan bahwa nilai CBR meningkat seiring bertambahnya jumlah tumbukan dan kadar *fly ash* yang digunakan. Penambahan 2% DIFA Soil Stabilizer juga memberikan peningkatan nilai CBR pada setiap variasi campuran. Nilai CBR tertinggi diperoleh pada campuran 15% *fly ash* dan 2% DIFA Soil Stabilizer pada 65 tumbukan, yaitu sekitar 9,33%, yang menunjukkan bahwa kombinasi tersebut paling efektif dalam meningkatkan daya dukung tanah. Secara umum, penggunaan *fly ash* dan DIFA Soil

*Stabilizer* memberikan pengaruh positif terhadap peningkatan daya dukung tanah



untuk konstruksi jalan.

**Gambar 3.2** Grafik Nilai CBR terendam (*soaked*) Variasi Campuran (Analisis Data Primer, 2026)

Berdasarkan grafik 3.2 hasil pengujian CBR terendam (*soaked*), penambahan *fly ash* (FA) dan 2% DIFA Soil Stabilizer (DIFA SS) meningkatkan nilai CBR tanah secara bertahap. Tanah asli memiliki nilai CBR sebesar 1,00%, kemudian meningkat menjadi 1,10% pada campuran 5% FA dan 2,00% setelah ditambahkan 2% DIFA SS. Pada campuran 10% FA, nilai CBR meningkat menjadi 3,25%, sedangkan kombinasi 10% FA + 2% DIFA SS mencapai 4,80%. Nilai CBR tertinggi diperoleh pada campuran 15% FA + 2% DIFA SS, yaitu sebesar 9,10%, lebih tinggi dibandingkan 15% FA tanpa DIFA SS yang sebesar 6,10%.

Secara umum, hasil ini menunjukkan bahwa peningkatan kadar *fly ash* yang dikombinasikan dengan 2% DIFA Soil Stabilizer mampu meningkatkan daya dukung tanah. Kombinasi 15% FA + 2% DIFA SS merupakan variasi yang paling optimum dalam penelitian ini.

#### 4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis yang telah dilakukan mengenai pengaruh penambahan *fly ash* dan bahan aditif terhadap nilai CBR terendam (*soaked*) tanah, maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Nilai CBR terendam (*soaked*) pada campuran tanah dan *fly ash* tanpa penambahan bahan aditif mengalami peningkatan seiring dengan bertambahnya kadar *fly ash* yang digunakan. Nilai CBR terendam (*soaked*) tanah asli sebesar 1,00%, kemudian meningkat menjadi 1,10% pada campuran tanah dengan 5% *fly ash*, 3,25% pada campuran tanah dengan 10% *fly ash*, dan mencapai 6,10% pada campuran tanah dengan 15% *fly ash*. Hasil tersebut menunjukkan bahwa penambahan *fly ash* mampu meningkatkan daya dukung tanah dibandingkan kondisi tanah asli.
2. Penambahan 2% bahan aditif pada campuran tanah dan *fly ash* memberikan pengaruh yang signifikan terhadap peningkatan nilai CBR terendam (*soaked*). Nilai CBR terendam (*soaked*) pada campuran tanah dengan 5% *fly ash* meningkat dari 1,10% menjadi 2,00% setelah ditambahkan 2% bahan aditif. Pada campuran tanah dengan 10% *fly ash* nilai CBR terendam (*soaked*) meningkat dari 3,25% menjadi 4,80%, sedangkan pada campuran tanah dengan 15% *fly ash* nilai CBR terendam (*soaked*) meningkat dari 6,10% menjadi 9,10%. Hal ini menunjukkan bahwa bahan aditif berperan dalam meningkatkan kekuatan ikatan antarpartikel tanah sehingga daya dukung tanah menjadi lebih baik.

#### 5. DAFTAR PUSTAKA

American Association of State Highway and Transportation Officials. (n.d.). *AASHTO M145: Standard Specification for Classification of Soils and Soil-Aggregate Mixtures*

- for Highway Construction Purposes. Author.
- Badan Standardisasi Nasional. (1994). *SNI 03-3438-1994: Tata Cara Stabilisasi Tanah Dengan Semen*. BSN.
- Badan Standardisasi Nasional. (2008a). *SNI 1742:2008: Cara Uji Kepadatan Ringan Untuk Tanah*. BSN.
- Badan Standardisasi Nasional. (2008b). *SNI 3423:2008: Cara Uji Analisis Ukuran Butir Tanah*. BSN.
- Badan Standardisasi Nasional. (2012). *SNI 1744:2012: Metode Pengujian Fly ash California Bearing Ratio (CBR) Laboratorium*. BSN.
- Fathanah, T., Sunanda, D., Awaluddin, D., dkk. (2024). *Stabilisasi Tanah Lempung dengan Campuran Fly ash dan Serbuk Batu Karang Terhadap Nilai CBR*. *Jurnal Sipil Terapan*, 2(2), 48–63.
- Ghozaly, A., dkk. (2022). *Fly ash dan DIFA Soil Stabilizer pada Tanah Lempung*.
- Hardiyatmo, H. C. (2010). *Stabilisasi Tanah untuk Konstruksi Jalan*. Gadjah Mada University Press.
- Iswan, A., dkk. (2024). *Pengaruh DIFA Soil Stabilizer terhadap Tanah Lempung*.
- Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. (2019). *Spesifikasi Umum 2018 untuk Pekerjaan Konstruksi Jalan dan Jembatan (Revisi 2)*. Direktorat Jenderal Bina Marga.
- Kusuma, A., dkk. (2013). *Stabilisasi Tanah Lempung menggunakan Fly ash terhadap Nilai CBR*.
- Mildawati, R., Dewi, S. H., & Mulyono, M. (2022). *Stabilisasi Tanah pada Konstruksi Jalan*.
- Muqorrob, A., dkk. (2022). *Stabilisasi Tanah Lempung menggunakan Semen dan DIFA SS*.
- PT DIFA Mahakarya. (n.d.). *Data Teknis dan Komposisi DIFA Soil Stabilizer*.
- Rochmawati, R., dkk. (2022). *Karakteristik Fisik dan Kimia Fly ash PLTU Holtekamp*.
- Samaa, A., dkk. (2023). *Karakteristik Nilai CBR Tanah Lempung dengan Fly ash dan Aditif*.