

Stabilisasi Fly Ash pada Tanah Gedebage Bandung

Ricardo MORRISON¹, Asriwiyanti DESIANI^{1*}

¹Program Sarjana Teknik Sipil, Universitas Kristen Maranatha,
email: asriwiyanti@eng.maranatha.edu

Sejarah artikel

Diserahkan: 22 Agustus 2024
Dalam bentuk revisi: 12 September 2024

Diterima: 01 Oktober 2024
Tersedia online: 07 November 2024

Abstract

Fly ash is a byproduct generated from the combustion of coal in steam power plants. The dry fly ash used in this study was sourced from a coal mine in Tanjung Selor, North Kalimantan. The research focuses on using fly ash as an additive to enhance the characteristics and properties of soft soil. The soft soil used in the study is from the Gedebage area, Bandung, West Java, with a thickness of over 30 meters. The objective of this research is to evaluate the influence of fly ash mixing on soil mechanics characteristics and to determine the cohesion (c) and internal shear angle (ϕ) values in the soil after undergoing the stabilization process. The results of the direct shear test indicate the maximum shear stress of the soil mixed with fly ash is higher than that of the native soil. The cohesion value of the 75% fly ash mixture is 0,4768 kg/cm², while the cohesion of the Gedebage soil is 0 kg/cm², demonstrating that the fly ash mixture can increase the shear strength of the Gedebage soil. Additionally, after the direct shear test, there is a noticeable difference in color between the native soil sample and the fly ash mixture.

Keywords: direct shear, fly ash, stabilization

Abstrak

Fly ash adalah limbah yang dihasilkan dari pembakaran batu bara pada pembangkit listrik tenaga uap. Fly ash kering yang digunakan dalam penelitian berasal dari tambang batu bara di Tanjung Selor, Kalimantan Utara. Penelitian ini menggunakan fly ash sebagai campuran untuk memperbaiki karakteristik dan sifat-sifat tanah lunak. Tanah yang akan diperbaiki berasal dari daerah Gedebage, Bandung, Jawa Barat dengan ketebalan tanah lunak \pm 30 meter. Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui dampak pencampuran fly ash terhadap karakteristik kuat geser pada tanah lunak Gedebage. Alat pengujian yang digunakan adalah Direct Shear. Hasil pengujian Direct shear memperlihatkan nilai shear stress maximum tanah campuran fly ash lebih besar dari shear stress maximum tanah asli. Nilai kohesi campuran 75% fly ash sebesar 0,4768 kg/cm² sedangkan kohesi tanah asli sebesar 0 kg/cm², maka campuran fly ash dapat meningkatkan kuat geser tanah Gedebage. Kondisi sampel tanah asli setelah uji direct shear memperlihatkan perbedaan warna antara sampel tanah asli dan campuran fly ash.

Kata kunci: direct shear, fly ash, stabilisasi

1. Pendahuluan

Daerah Gedebage terletak di Kota Bandung, Jawa Barat. Daerah Gedebage berada di atas tanah yang mudah mengalami penurunan karena berada di cekungan Danau Purba Bandung. Tanah ini sangat lunak dan rawan terhadap penurunan jika diberi beban. Tanah asli di area Gedebage Bandung adalah tanah lunak dengan ketebalan \pm 30 meter. Berdasarkan uji triaxial UU pada Tanah Gedebage di tahun 2017 pada kedalaman 0,00-42,00 m kuat geser, S_u , tanah lempung sangat rendah ($<12,5$ kPa) dan kuat geser yang rendah berkaitan dengan kondisi tanah lempung

sangat lunak sampai lunak. Indeks pemampatan, C_c , tanah lempung Gedebage dari permukaan sampai kedalaman 42 m mencapai 3. Nilai $C_c > 1$ akan mengakibatkan penurunan yang besar (Desiani & Rahardjo, 2017). Oleh karena itu, tanah ini memerlukan tindakan stabilisasi sebelum konstruksi bisa dimulai. Untuk memperbaiki sifat dan karakteristik tanah lunak ini, penelitian ini menggunakan fly ash. Pada pembangkit listrik tenaga uap (PLTU), sebagian besar batubara menghasilkan limbah non-B3, yang juga dikenal sebagai FABA (*fly ash dan bottom ash*). Pembakaran batubara di PLTU dilakukan pada suhu tinggi, yang membuat FABA lebih stabil dan mengurangi jumlah karbon yang tidak terbakar (Kementrian Energi dan Sumber Daya Mineral, 2021).

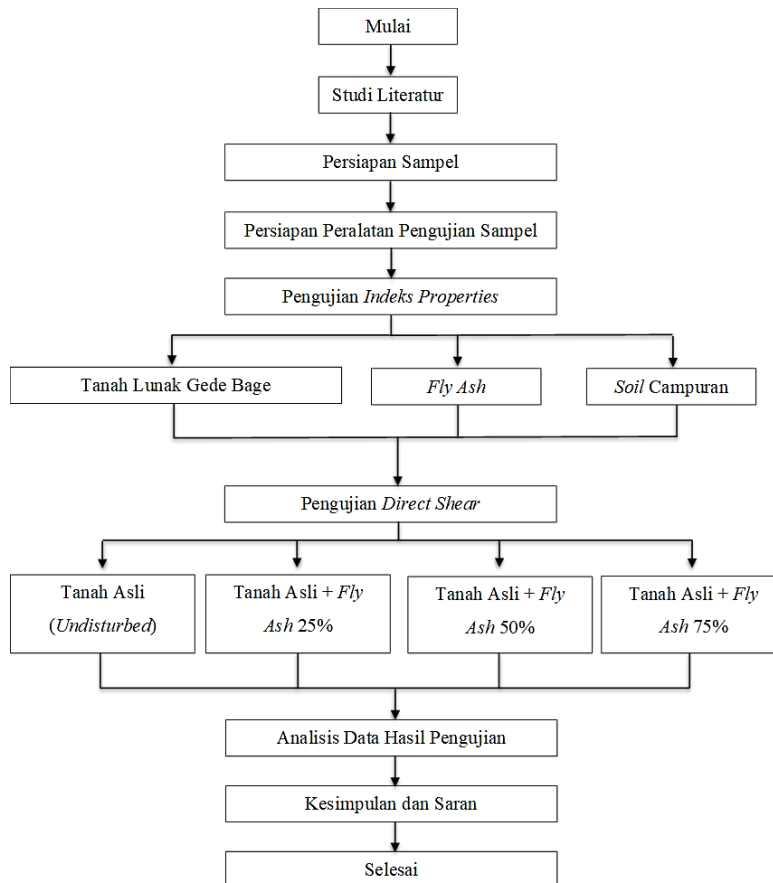
Limbah cair dan padat dihasilkan dari pembakaran batu bara di PLTU. Dua jenis limbah cair yang dihasilkan dari sisa pembakaran batu bara adalah *fly ash* dan *bottom ash*. Beberapa contoh limbah cair termasuk drainase cair, drainase aux, perawatan boiler, area pembuangan sampah, area penyimpanan batu bara, boiler blowdown, dan blowdown FGD. Standar (ASTM C618-22) membagi *fly ash* menjadi dua kelas utama: *fly ash* kelas C dan *fly ash* kelas F. Perbedaan utama antara kedua jenis *fly ash* ini terletak pada kandungan unsur seperti kalsium, silika, aluminium, dan besi dalam *fly ash*. *Fly ash* kelas F dihasilkan dari pembakaran batu bara antrachite atau bituminous dan memiliki sifat *pozzolanic*. *Fly ash* kelas F memiliki kandungan kapur yang rendah, yaitu kurang dari 10%. Sementara itu, *fly ash* kelas C dihasilkan dari pembakaran batu bara *lignite* atau *subbituminous* dan memiliki sifat *pozzolanic* serta kemampuan *self-cementing*, yang berarti bisa mengeras dan meningkatkan kekuatan tanpa perlu penambahan kapur. *Fly ash* kelas C biasanya memiliki kandungan kapur (CaO) lebih dari 10%. Penggunaan *fly ash* dalam rekayasa geoteknik, seperti untuk perbaikan tanah dalam konstruksi jalan, memiliki keuntungan ekonomi, lingkungan, dan masalah perubahan dimensi dan retakan. Salah satu pendekatan lingkungan yang dapat diterapkan adalah pemanfaatan limbah *fly ash* dalam proyek teknik sipil. Menurut penelitian (Wibowo & Styawan, 2021), penggunaan *fly ash* dapat meningkatkan parameter kuat geser tanah, dimana diketahui bahwa nilai optimum harga CBR *unsoaked* 15,07% pada presentase campuran *fly ash* 18%.

Usaha untuk mengubah sifat tanah yang ada untuk memenuhi persyaratan teknis yang diperlukan untuk konstruksi bangunan disebut stabilisasi tanah. Selain itu, stabilisasi tanah dapat memperbaiki kondisi tanah dan mengatasi masalah yang mungkin muncul (Soehardi dkk., 2017). Dua metode utama stabilisasi tanah adalah stabilisasi mekanis dan stabilisasi kimia. Kedua metode ini meningkatkan kekuatan dan daya dukung tanah dengan mengubah strukturnya dan memperbaiki sifat mekanisnya. Dalam stabilisasi kimiawi, sifat teknis yang tidak menguntungkan dikurangi atau dihilangkan dengan mencampur tanah dengan bahan kimia seperti semen, kapur, atau *pozzolan* (Soehardi dkk., 2017).

Kekuatan dan daya dukung tanah akan dievaluasi melalui parameter kuat geser. Parameter kuat geser akan diuji dengan alat *direct shear*. Metode uji kuat geser secara langsung dengan menggunakan media *shear box*, pertama kali ditemukan oleh Coulomb pada Tahun 1776 disebut sebagai uji kuat geser langsung. Parameter yang diukur dalam pengujian ini mencakup kohesi (c) dan sudut geser dalam (ϕ) (Kurnia, dkk., 2021). Tujuan penelitian ini adalah mengevaluasi karakteristik kuat geser tanah lunak Gedebage yang distabilisasi menggunakan *fly ash*. Pada umumnya stabilisasi tanah menggunakan *fly ash* dilakukan pada tanah-tanah permukaan. Untuk penelitian ini akan diteliti pengaruh *fly ash* pada tanah lunak yang diambil pada kedalaman 9 meter.

2. Metode Penelitian

Metodologi penelitian disarikan dalam diagram alir pada Gambar 1 yang mencakup langkah-langkah penelitian, identifikasi sumber data yang diperlukan selanjutnya dianalisis untuk mencapai kesimpulan.

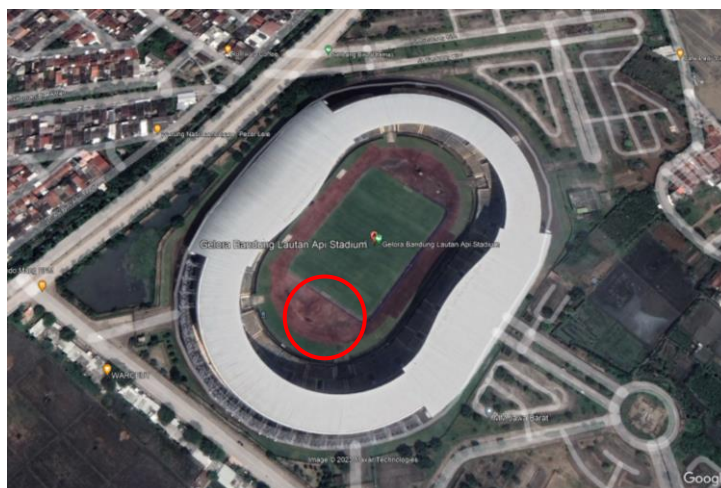


Gambar 1. Diagram alir penelitian

Bahan penelitian berupa tanah lunak yang berasal dari Gedebage, Bandung pada kedalaman 9 meter. Bahan *fly ash* berasal dari tambang batu bara, Tanjung Selor, Kalimantan Utara dalam keadaan kering. Pengujian pada penelitian ini mencakup sifat fisis tanah dan uji geser langsung. Pengujian berdasarkan standar uji (ASTM D2216) (*water content*), (ASTM D854) (*specific gravity*), (ASTM D4318) (batas konsistensi), dan (ASTM D3080) (uji geser langsung).

Lokasi

Lokasi pengambilan sampel tanah berada pada daerah Stadion Gelora Bandung Lautan Api (GBLA) pada Kecamatan Gedebage, Kota Bandung, Jawa Barat yang tampak pada Gambar 2. Kedalaman pengambilan sampel tanah adalah 9 meter pada *bore hole* 01 (BH-01) yang diambil pada tanggal 21 Juli 2023.



Gambar 2. Peta lokasi stadion gelora bandung lautan api

Komposisi Campuran

Komposisi *fly ash* yang akan dicampurkan ke dalam tanah lunak diatur sesuai dengan Tabel 1 sebagai berikut:

Tabel 1. Komposisi campuran *fly ash*

Sampel	Persentase Tanah Asli (%)	Persentase <i>Fly ash</i> (%)
Tanah Asli	100	0
Campuran 1	75	25
Campuran 2	50	50
Campuran 3	25	75

Prosedur Penelitian

Metode pencampuran sampel tanah *fly ash* untuk uji *direct shear* dimodifikasi berdasarkan Dani (2001), dapat dilihat pada Gambar 3 dan langkah-langkah berikut:

1. Ekstraksi tanah dari tabung UDS dan memotongnya menjadi potongan dengan ukuran 20 mm.
2. Menimbang cincin pencetak benda uji.
3. Menimbang berat contoh tanah basah dan cincin pencetak benda uji, sehingga berat contoh tanah basah (W_{wet}) dapat dihitung.
4. Menghitung dan menimbang jumlah *fly ash* yang diperlukan, dengan kadar 25%, 50%, dan 75% dari berat basah (W_{wet}).
5. Mencampur tanah basah dengan *fly ash* menggunakan spatula hingga merata karena tanah sangat lunak.
6. Mencetak ulang sampel tanah dalam cincin pencetak *direct shear* benda uji dengan pemadatan,
7. Sampel tanah yang telah dicetak dikeluarkan dan dimasukkan ke dalam alat uji *direct shear*.



Gambar 3. Proses pencampuran sampel *soil gedebage* dan *fly ash* kering

3. Hasil dan Pembahasan

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Mekanika Tanah, Fakultas Teknik Sipil, Universitas Kristen Maranatha. Hasil penelitian meliputi kadar air, *specific gravity*, berat volume tanah, Atterberg limit, dan parameter kuat geser dari alat uji *direct-shear*.

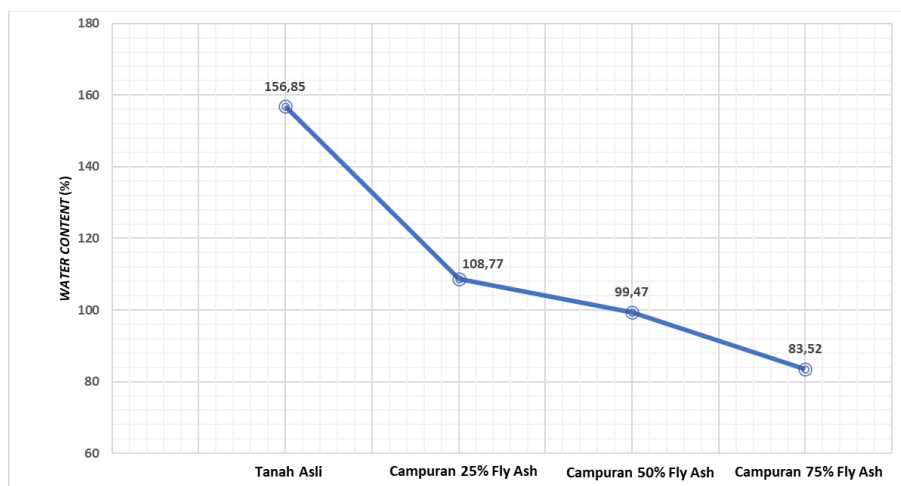
Kadar Air

Hasil pengujian kadar air rata-rata tanah asli adalah sebesar 156,849%, dapat disimpulkan bahwa tanah tersebut merupakan tanah lunak dikarenakan kadar air lebih dari 100%. Kadar air *fly ash* kering adalah sebesar 0,148%. Pada Tabel 2. terdapat hasil kadar air tanah asli, tanah campuran 25% *fly ash*, tanah campuran 50% *fly ash*, tanah campuran 75% *fly ash*, dan *fly ash*.

Tabel 2. Hasil pengujian kadar air

Sampel Uji	Spesimen	Water content, w	Average, w
Tanah Asli	1	169,822%	156,849%
	2	161,774%	
	3	161,224%	
	4	158,437%	
	5	158,542%	
	6	156,597%	
	7	155,782%	
	8	152,814%	
	9	152,648%	
	10	151,082%	
	11	150,177%	
	12	153,285%	
Tanah asli + <i>fly ash</i> 25%	1	108,772%	108,772%
Tanah asli + <i>fly ash</i> kering 25% setelah geser	1	102,496%	102,496%
Tanah asli + <i>fly ash</i> kering 50%	1	99,465%	99,465%
Tanah asli + <i>fly ash</i> kering 50% setelah geser	1	82,586%	82,586%
Tanah asli + <i>fly ash</i> kering 75%	1	85,808%	83,522%
	2	82,759%	
	3	82%	
Tanah asli + <i>fly ash</i> kering 75% setelah geser	1	71,560%	70,137%
	2	71,721%	
	3	67,131%	
<i>Fly ash</i>	1	0,222%	0,148%
	2	0,074%	

Pada campuran 25% *fly ash* kadar air tanah asli berkurang sebesar 48,08%, untuk campuran 50% *fly ash* berkurang sebesar 57,38%, dan campuran 75% *fly ash* dapat mengurangi kadar air tanah asli sebesar 73,33%. Pada Gambar 4 dapat disimpulkan bahwa pencampuran *fly ash* berfungsi dengan baik untuk mengurangi kadar air tanah asli.



Gambar 4. Grafik hasil water content

Specific Gravity (Gs)

Data hasil pengujian *specific gravity* tanah asli dan *fly ash* kering dapat dilihat pada Tabel 3. Pada Tabel tersebut diperoleh nilai *specific gravity* tanah lunak sebesar 2,303 yang merupakan tanah bersifat organik dikarenakan nilai *specific gravity* < 2,60. Nilai *specific gravity* sampel

fly ash sebesar 3,102 yang merupakan tanah bersifat anorganik dikarenakan nilai *specific gravity* > 2,60.

Tabel 3. Hasil pengujian *specific gravity*

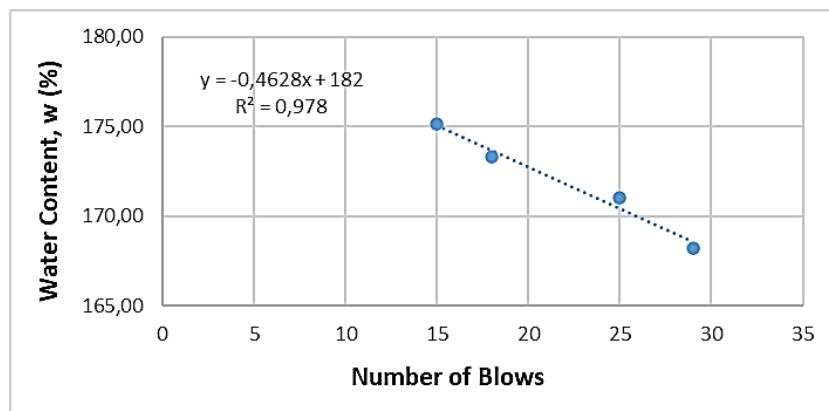
Jenis	Sampel		Rata-rata <i>Specific Gravity</i>
	C	D	
Tanah Asli	2,302	2,305	2,303
Tanah Asli + <i>fly ash</i>	3,105	3,10	3,102

Atterberg Limit

Batas Atterberg yang diuji yaitu: batas plastis (PL), batas cair (LL), nilai indeks plastisitas (PI) adalah batas cair dikurangi dengan batas plastis. Data hasil pengujian *liquid limit* dapat dilihat pada Tabel 4, Tabel 5, dan Gambar 5.

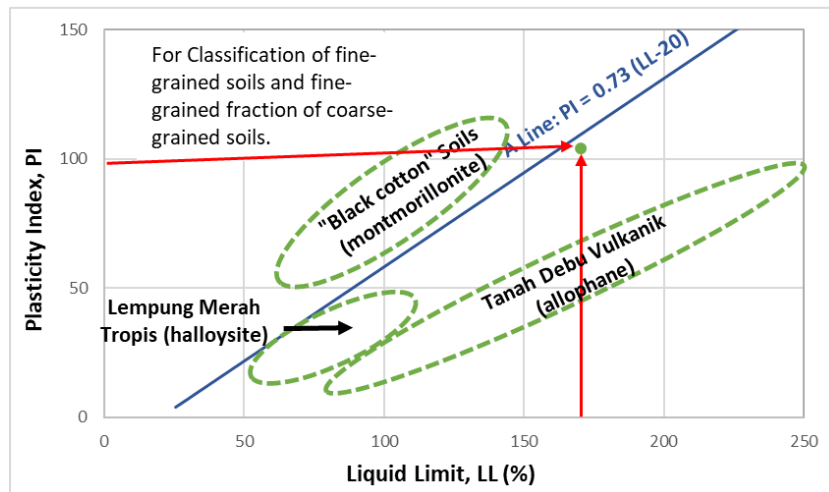
Tabel 4. Hasil pengujian kadar air

Sampel	Jumlah Ketukan (N)	Kadar Air (%)
1	15	175,15
2	18	173,34
3	25	171,02
4	29	168,23



Gambar 5. Kurva hasil uji *liquid limit* (LL)

Hasil pengujian *plastic limit* untuk tanah asli lempung lunak Gedebage adalah 66,61%. Indeks plastisitas tanah lunak Gedebage adalah 103,82%. Berdasarkan hasil batas cair dan indeks plastisitas dapat diketahui klasifikasi tanah melalui diagram plastisitas *cassagrande* yang terlihat pada Gambar 6. Pengembangan sistem klasifikasi USCS dengan memperpanjang diagram sampai dengan nilai batas cair 250% dilakukan oleh Wesley (2012). Batas cair tanah lunak Gede bage mencapai 170,43% sehingga diagram plastisitas dari Wesley dapat digunakan. Hasil *plot* memperlihatkan tanah tergolong kelompok ke 3 yaitu tanah dari debu vulkanik yang mengandung mineral *allophane*. Hal ini mendukung proses pembentukan tanah daerah Gedebage yang merupakan endapan danau purba yang berasal dari letusan gunung berapi. Meskipun terlihat di bawah garis A, tanah ini tidak menunjukkan sifat lanau.



Gambar 6. Diagram plastisitas cassagrande (Wesley, 2012)

Direct Shear

Pengujian *direct shear* akan dilakukan dengan metode CD (*consolidated drained*). Sampel tanah dikonsolidasi sebelum uji geser dilakukan, dan selama pengujian, tanah tersebut dibiarkan terdrainase (air dapat mengalir keluar dari sampel). Pada pengujian ini sampel diberi beban tegangan normal selama pelaksanaan konsolidasi dan uji geser hingga mengalami keruntuhan (*failure*), yaitu sampai tegangan geser maksimum. Kecepatan yang digunakan selama pengujian dihitung berdasarkan bacaan *horizontal dial* terakhir dibagi dengan waktu selama melaksanakan uji geser. Contoh perhitungan untuk mendapatkan kecepatan yang digunakan selama uji geser adalah sebagai berikut:

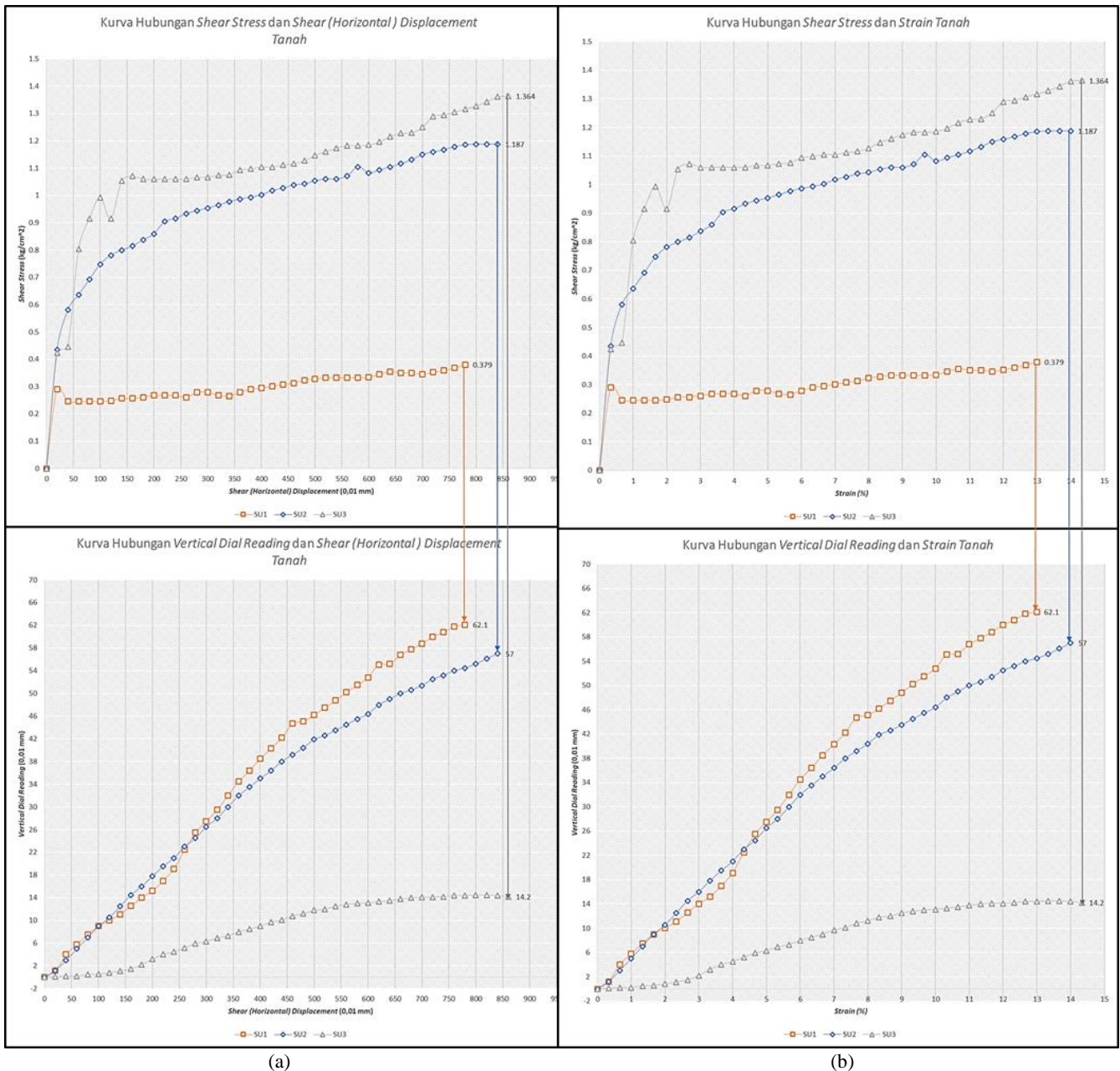
$$\text{Spesimen 1 tanah lunak: } \frac{(\text{horizontal dial} \times 0,01 \text{ mm})}{\text{waktu selama uji geser}} = \frac{(1000 \times 0,01)}{21,40} = 0,467 \text{ mm/min}$$

Uji *direct shear* menghasilkan nilai *horizontal dial*, *vertical dial*, dan *proving ring dial*. Hasil pengujian digunakan untuk menghitung nilai regangan, *vertical deformation*, *shear force*, *shear stress*, dan *normal stress*. Nilai-nilai tersebut digambarkan sebagai kurva hubungan *shear stress* dan *shear (horizontal) displacement*. Hasil pengujian pada sampel tanah asli dapat dilihat pada Gambar 7.

Kurva hubungan *shear stress* dan *strain* digunakan untuk melihat pada *strain* berapa terjadi keruntuhan (*failure*). Kurva pada Gambar 7 dapat memperlihatkan perbedaan *shear stress maximum* antara SU1, SU2, dan SU3 Tanah lunak Gedebage. Uji geser selanjutnya dicoba dengan campuran *fly ash* 25%, 50%, dan 75%. Hasil pengujian secara keseluruhan dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil uji *direct shear* tanah gedebage

Sampel	Percobaan	Shear stress (kg/cm ²)	Normal Stress (kg/cm ²)
Soil Gedebage	1	0,379	1,090
	2	1,187	2,181
	3	1,364	3,245
Soil + fly ash 25%	1	0,737	1,158
Soil + fly ash 50%	1	0,712	1,225
Soil + fly ash 75%	1	0,824	1,285
	2	1,239	2,609
	3	1,545	3,855



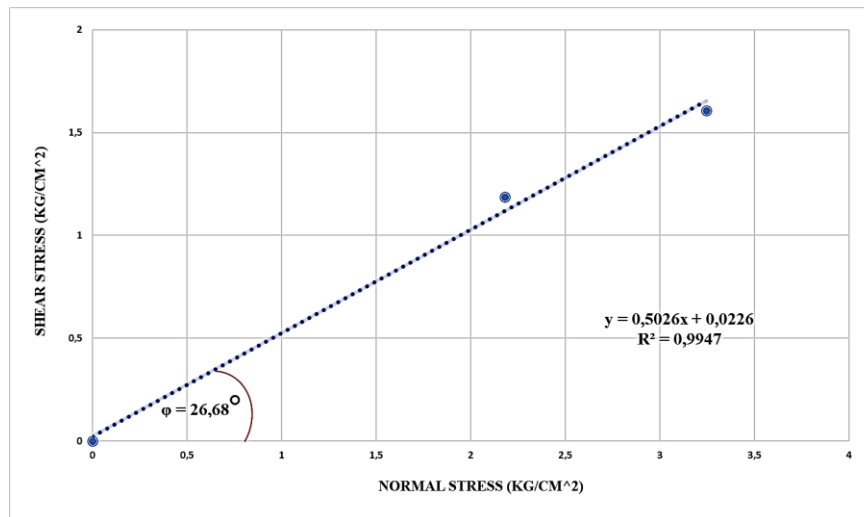
Gambar 7. (a) Kurva hubungan *shear stress* dan *shear* (horizontal) displacement tanah gedebage (b) Kurva Hubungan *shear stress* strain tanah gedebage

Hasil uji *direct shear* digambarkan pada kurva hubungan *shear stress* dan *normal stress* menghasilkan sudut geser dalam dan kohesi pada tanah asli (Gambar 8). Sedangkan sudut geser dalam dan kohesi tanah campuran *fly ash* dapat dilihat pada Gambar 9.

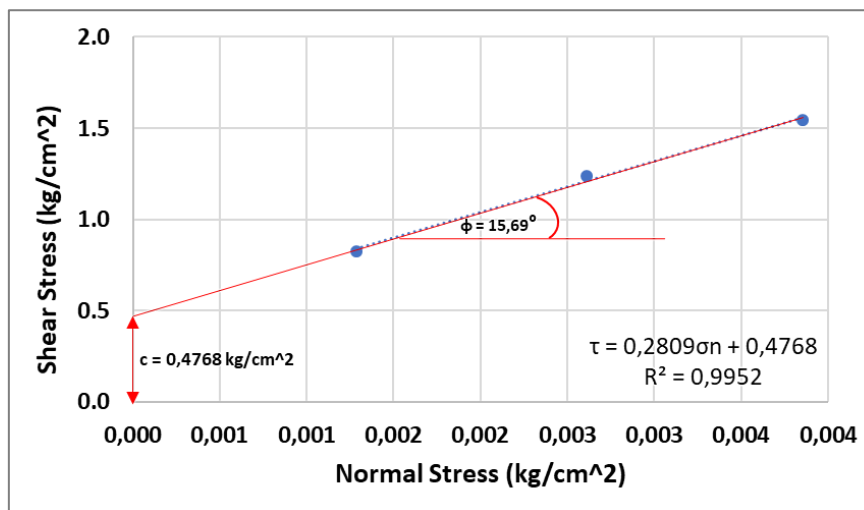
Sudut geser dalam (ϕ) tanah asli adalah $26,68^\circ$ dan nilai kohesi sebesar 0 kg/cm^2 . Nilai-nilai tersebut menggambarkan tanah tergolong lempung lunak terkonsolidasi normal. Tanah campuran 75% *fly ash* menghasilkan sudut geser dalam (ϕ) sebesar $15,69^\circ$ dan nilai kohesi tanah sebesar $0,4758 \text{ kg/cm}^2$. Terlihat kohesi tanah campuran lebih besar dari tanah asli dan sudut geser campuran lebih kecil dari tanah asli, sehingga campuran *fly ash* berhasil meningkatkan kekuatan tanah. *Fly ash* mengandung partikel halus yang ketika dicampur dengan tanah, mengisi ruang-ruang kosong (*voids*) di antara partikel tanah. Hal ini dapat meningkatkan kohesi antar partikel tanah, sehingga memperkuat struktur tanah secara keseluruhan. Kohesi menggambarkan seberapa kuat interaksi antara tanah dengan campuran *fly ash*. *Fly ash* juga merupakan material pozolanik, yang berarti dapat bereaksi dengan kalsium

hidroksida ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) dan air untuk membentuk senyawa yang memiliki sifat semen. Reaksi ini menciptakan ikatan lebih kuat antara partikel tanah sehingga dapat meningkatkan kuat geser tanah.

Hasil pengujian memperlihatkan penggunaan *fly ash* konsisten dengan hasil pengujian yang telah dilakukan oleh (Wibowo & Styawan, 2021) sekalipun alat uji yang digunakan berbeda. Hal ini membuktikan alat uji *direct shear* dapat digunakan untuk penelitian stabilisasi. *Direct shear* dipilih karena sampel uji Gedebage diambil pada kedalaman 9 meter sehingga jumlah sampel sangat terbatas. Selain itu uji *direct shear* bersifat cepat dan relatif mudah.

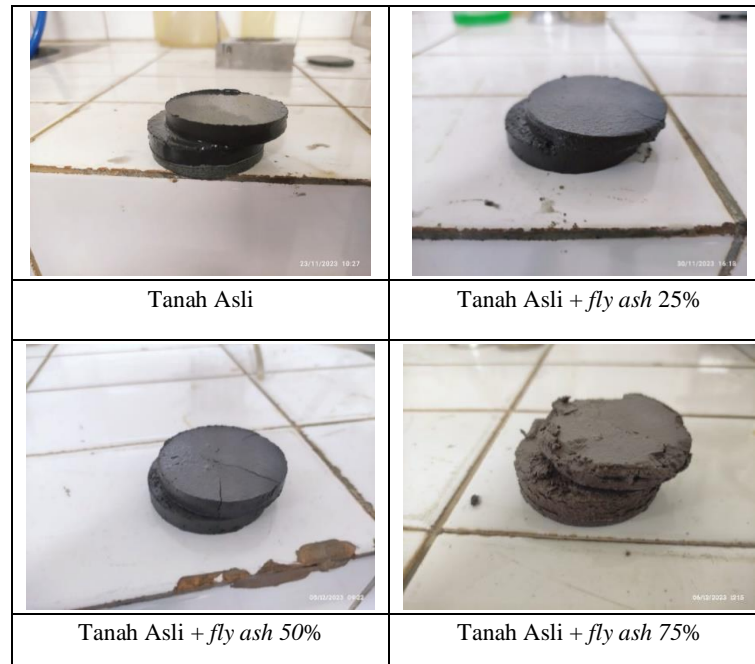


Gambar 8. Kurva hubungan *shear stress* dan *normal stress* tanah gedebage



Gambar 9. Kurva hubungan *shear stress* dan *normal stress* campuran 75% *fly ash*

Pada Gambar 10 dapat dilihat kondisi sampel setelah pengujian *direct shear* untuk tanah asli, tanah + *fly ash* 25%, tanah + *fly ash* 50%, tanah + *fly ash* 75%. Pada gambar tersebut dapat dilihat perbedaan warna sampel dan bentuk sampel. Pada tanah asli setelah selesai pergeseran dan dilepas dari *shear box*, sampel tersebut masih melekat antara bagian atas sampel dengan bagian bawah sampel. Pada sampel tanah campuran 25%, 50% *fly ash* dan 75% *fly ash* terlihat sampel tersebut sudah tidak melekat antara bagian atas dengan bagian bawah sampel. Hal ini menunjukkan kondisi sampel semakin kering dan kadar air yang semakin berkurang. Warna sampel setelah pencampuran *fly ash* terlihat semakin terang.



Gambar 10. Kondisi sampel tanah sesudah pengujian *direct shear*

4. Kesimpulan

Dalam penelitian ini dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Pencampuran *fly ash* berfungsi dengan baik untuk mengurangi kadar air tanah asli.
2. Uji *direct shear* tanah asli Gedebage menghasilkan sudut geser dalam (ϕ) sebesar $26,68^\circ$ dan kohesi (c) sebesar 0 kg/cm^2 . Pada campuran 75% *fly ash* menghasilkan nilai sudut geser dalam (ϕ) sebesar $15,69^\circ$ dan nilai kohesi (c) sebesar $0,4768 \text{ kg/cm}^2$. *Fly ash* dapat meningkatkan kuat geser tanah Gedebage.
3. Kondisi sampel tanah pada akhir uji *direct shear* memperlihatkan perbedaan antara sampel tanah asli dan campuran *fly ash*. Kondisi tanah campuran terlihat berongga (terbelah antara *shear box* bawah dan *shear box* atas), namun pada tanah asli masih terlihat melekat.

Ucapan Terima Kasih

Penghargaan tertinggi disampaikan kepada PT Geo Bor Utama yang telah menyediakan sampel tanah di Daerah Gedebage, Kota Bandung. Kepada PT Energi Nusa Mandiri dan PT Pesona Khatulistiwa Nusantara yang telah memberikan sampel *fly ash* dari tambang batu bara Tanjung Selor, Kalimantan Utara.

5. Referensi

- ASTM C618-22 Standard Specification for Coal Fly Ash and Raw or Calcined Natural Pozzolan for Use in Concrete (2022).
- ASTM D2216 Standard Test Methods for Laboratory Determination of Water (Moisture) Content of Soil and Rock by Mass (2019).
- ASTM D3080 Standard Test Method for Direct Shear Test of Soils Under Consolidated Drained Conditions (2004).
- ASTM D4318 Standard Test Methods for Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Soils (2017).
- ASTM D854-02 Standard Test Methods for Specific Gravity of Soil Solids by Water Pycnometer (2002).
- Dani, H. J. (2001). *Studi Pengaruh Fly Ash terhadap Sifat Mengembang dan Kuat Tekan Bebas pada Lempung Montmorillonite Karangnunggal Tasikmalaya*.
- Desiani, A., & Rahardjo, P. P. (2017). Characterization of Bandung soft clay. *Electronic Journal of Geotechnical Engineering*, 22(11), 4377–4393.
- Kementrian Energi dan Sumber Daya Mineral. (2021). *Fly Ash dan Bottom Ash (FABA) Hasil Pembakaran Batubara Wajib Dikelola (No. SP. 078/HUMAS/PP/HMS.3/3/2021)*.
- Kurnia, D., Sarie, F., Studi, P., Sipil, T., Teknik, F., Raya, U. P., Dukung, D., & Lempung, T. (2021).

PENGARUH PENAMBAHAN AIR TERHADAP KUAT GESER. 4, 202–212.

Soehardi, F., Lubis, F., & Putri, L. D. (2017). Stabilisasi Tanah Dengan Variasi Penambahan Kapur Dan Waktu Pemeraman. *Prosiding Konferensi Nasional Teknik Sipil Dan Perencanaan*.

Wesley, L. D. (2012). *Mekanika tanah untuk tanah endapan dan residu*. Penerbit Andi.

Wibowo, A. S., & Styawan, A. (2021). *Pengaruh Penambahan Fly Ash terhadap Stabilisasi Tanah Lempung* [Skripsi]. Universitas Islam Sultan Agung.

JURNAL REKAYASA KONSTRUKSI MEKANIKA SIPIL

Stabilisasi Fly Ash pada Tanah Gedebage Bandung
Ricardo MORRISON, Asriwiyanti DESIANI

**Konsolidasi Tanah pada Sistem Saluran Drainase dalam Upaya Penanganan Banjir
(Studi Kasus: Kelurahan Way Dadi, Kecamatan Sukarame, Kota Bandar Lampung)**
*Mulia Ayu ROSANTY, Rizky Ahmad YUDANEGARA, Ratna Mustika SARI,
Tera Melya Patrice SIHOMBING*

**Evaluasi Tingkat Korelasi Data Hujan Satelit GPM Terhadap Data Hujan Ground
Station di DAS Seluang pada Kawasan IKN**
*Kahar H. Prima PUTRA, Mohammad FARID, Dimas H. WISANGGENI,
Fiqih Jul FACHRI*

**Kinerja Operasional Moda Kereta Api Siantar Ekspres Rute Medan–Siantar
Menurut Penumpang Masa Panca Pandemi Covid-19**
Oloan SITOANG, Febby Yola LUMBAN TOBING, Reynaldo SIAHAAN

**Perbandingan Biaya, Durasi, dan Kerugian Pendapatan Operasional Metode
Perkuatan Struktur Kolom Beton Bertulang Gedung Pabrik**
Camelia Rafella SURYAMISENA, Roi MILYARDI, Cindrawaty LESMANA



Jurnal Rekayasa Konstruksi Mekanika Sipil (JRKMS)

Jurnal Rekayasa Konstruksi Mekanika Sipil (JRKMS) Fakultas Teknik Universitas Katolik Santo Thomas berisi artikel-artikel ilmiah yang meliputi kajian di bidang teknik khususnya Teknik Sipil, seperti matematika teknik, mekanika teknik, analisis struktur, konstruksi baja, konstruksi beton, konstruksi kayu, konstruksi gelas, mekanika tanah, teknik pondasi, hidrologi, hidrolika, bangunan air, manajemen konstruksi, dinamika struktur, *earthquake engineering*, sistem dan rekayasa transportasi, ilmu ukur tanah, struktur bangunan sipil, rekayasa jalan raya, serta penelitian-penelitian lain yang terkait dengan bidang-bidang tersebut.

Penasihat :

Rektor Universitas Katolik Santo Thomas

Ketua Penyunting (Editor in Chief) :

Ir. Oloan Sitohang, M.T. (Universitas Katolik Santo Thomas)

Manajer Penyunting (Managing Editor):

Reynaldo, S.T., M.Eng. (Universitas Katolik Santo Thomas)

Anggota Penyunting (Editorial Board):

Dr.-Ing. Sofyan, S.T, M.T. (Universitas Malikussaleh)

Dr. Dwi Phalita Upahita (Pusat Riset Teknologi Transportasi, BRIN)

Samsuardi Batubara, S.T., M.T. (Universitas Katolik Santo Thomas)

Dr. Janner Simarmata (Universitas Negeri Medan)

Mitra Bestari (Peer Reviewer):

Dr.Eng. Ir. Aleksander Purba, S.T., M.T., IPM, ASEAN Eng. (Universitas Lampung, Indonesia)

Ir. Binsar Silitonga, M.T. (Akademi Teknik Deli Serdang, Indonesia)

Budi Hasiholan, S.T., M.T., Ph.D (Institut Teknologi Bandung, Indonesia)

Ir. Charles Sitindaon, M.T. (Universitas Katolik Santo Thomas, Indonesia)

Dr. Erica Elice Uy (De La Salle University, Philippines)

Dr. Ernesto Silitonga, S.T, D.E.A. (Universitas Negeri Medan, Indonesia)

Prof. Dr-Ing. Johannes Tarigan (Universitas Sumatera Utara, Indonesia)

Dr. Linda Prasetyorini (Universitas Brawijaya, Malang, Indonesia)

Ir. Martius Ginting, M.T. (Universitas Katolik Santo Thomas)

Dr.Eng. Mia Wimala (Universitas Katolik Parahyangan, Indonesia)

Dr.Eng. Minson Simatupang (Universitas Halu Oleo, Indonesia)

Dr. Mochamad Raditya Pradana (Worley)

Dr. Ir. Shirly Susanne Lumeno, S.T., M.T. (Universitas Negeri Manado, Indonesia)

Dr. Senot Sangadji (Universitas Sebelas Maret, Indonesia)

Ir. Simon Dertha, M.T. (Universitas Katolik Santo Thomas, Indonesia)

Dr. Thi Nguyễn Cao (Tien Giang University, Viet Nam)

Ilustrator Sampul:

Yulianto, ST., M.Eng (Universitas Katolik Santo Thomas, Indonesia)

Penerbit & Alamat Redaksi:

Fakultas Teknik Universitas Katolik Santo Thomas

Jl. Setiabudi No. 479-F Tanjung Sari, Medan 20132

Telp. (061) 8210161 Fax : (061) 8213269

email : sipil@ust.ac.id

Konten

REKAYASA GEOTEKNIK	hal.
Stabilisasi Fly Ash pada Tanah Gedebage Bandung	47-57
<i>Ricardo MORRISON, Asriwiyanti DESLANI</i>	
TEKNIK SUMBER DAYA AIR	
Konsolidasi Tanah pada Sistem Saluran Drainase dalam Upaya Penanganan Banjir (Studi Kasus: Kelurahan Way Dadi, Kecamatan Sukarama, Kota Bandar Lampung)	59-70
<i>Mulia Ayu ROSANTY, Rizky Ahmad YUDANEGARA, Ratna Mustika SARI, Tera Melya Patrice SIHOMBING</i>	
Evaluasi Tingkat Korelasi Data Hujan Satelit GPM Terhadap Data Hujan Ground Station di DAS Seluang pada Kawasan IKN	71-80
<i>Kahar H. Prima PUTRA, Mohammad FARID, Dimas H. WISANGGENI, Fiqih Jul FACHRI</i>	
REKAYASA TRANSPORTASI	
Kinerja Operasional Moda Kereta Api Siantar Ekspres Rute Medan–Siantar Menurut Penumpang Masa Panca Pandemi Covid-19	81-91
<i>Oloan SITOANG, Febby Yola LUMBAN TOBING, Reynaldo SLAHAAN</i>	
MANAJEMEN KONSTRUKSI	
Perbandingan Biaya, Durasi, dan Kerugian Pendapatan Operasional Metode Perkuatan Struktur Kolom Beton Bertulang Gedung Pabrik	93-103
<i>Camelia Rafella SURYAMISENA, Roi MILYARDI, Cindravaty LESMANA</i>	

Pengantar Redaksi

Puji dan syukur kami sampaikan kepada Tuhan Yang Maha Esa karena atas kasih karuniaNYA kami dapat menyelesaikan penerbitan Jurnal Rekayasa Konstruksi Mekanika Sipil (JRKMS) Volume 7 Nomor 2 di bulan Oktober tahun 2024 ini. Pada edisi ini, telah diterbitkan lima artikel yang telah melewati proses *peer-review* dan penyuntingan artikel. Kelima artikel tersebut terdiri atas satu artikel dalam topik Rekayasa Geoteknik, dua artikel dalam topik Teknik Sumber Daya Air, satu artikel dalam topik Rekayasa Transportasi, dan satu artikel dengan topik Manajemen Konstruksi.

Pada artikel pertama, Morrison dan Desiani menginvestigasi dampak pencampuran *fly ash* terhadap karakteristik kuat geser tanah lunak di daerah Gedebage, Bandung. Artikel kedua ditulis oleh Rosanti, dkk., yang mengembangkan model konseptual kebijakan penataan ulang pertanahan untuk kasus Keluaran Way Dadi, Kecamatan Sukarame, Kota Bandar Lampung. Dalam artikel ketiga, Prima Putra dkk. melakukan uji korelasi dan validasi antara data hujan GPM dan data hujan *ground station* untuk kebutuhan data penunjang pembangunan Kawasan Ibu Kota Nusantara. Pada artikel keempat, Sitohang dkk. mengevaluasi kinerja pelayanan moda transportasi penumpang KA Siantar Ekspres pasca pandemi Covid-19. Artikel kelima ditulis oleh Suryamisena dkk., yang melakukan komparasi antara metode steel jacketing (SJ) dan penggunaan carbon fiber reinforced polymers (CFRP) pada gedung pabrik berdasarkan aspek biaya, durasi pekerjaan, dan dampak kerugian pendapatan operasional pabrik.

Dewan redaksi menyampaikan apresiasi tinggi kepada para penulis yang karyanya diterbitkan pada volume ini, atas kerja samanya merespon komentar dan rekomendasi dari mitra bestari dan tim editorial. Ungkapan terima kasih juga kami sampaikan kepada para mitra bestari atas kontribusi dukungannya dan kesediaannya menyambut permintaan kami untuk menelaah karya ilmiah yang masuk. Kami berharap kolaborasi yang terjadi semakin baik, dan JRKMS dapat menjadi media publikasi ilmiah yang semakin kredibel dan berkontribusi dalam dunia ketekniksipilan.

Salam hangat dan Salam sehat.

Medan, Oktober 2024

Tim Editorial

JURNAL REKAYASA KONSTRUKSI MEKANIKA SIPIL
| Volume 7 | Nomor 2 | Oktober 2024 |

Jurnal Ilmiah Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Katolik Santo Thomas
<https://doi.org/10.54367>



GARUDA
GARBA RUJUKAN DIGITAL



ISJD Neo



neliti



Indonesia OneSearch
by PERPUSNAS



BASE