

Pengaruh Penambahan Semen dan Variasi Serat Kelapa Pada Tanah Terhadap Uji Kuat Geser Langsung

Irviyanti*^{1a}, Irwan Lie Keng Wong*², Ika Apriyani*³

Submit:

1 Desember
2024

Review:

20 Januari 2025

Revised:

27 Maret 2025

Published :

20 April 2025

*¹ Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil, Universitas Kristen Indonesia Paulus Makassar, Indonesia, agnes.panggalo7@gmail.com

*² Dosen Program Studi Teknik Sipil, Universitas Kristen Indonesia Paulus Makassar, Indonesia, irwanliekengwong@gmail.com

*³ Dosen Program Studi Teknik Sipil, Universitas Kristen Indonesia Paulus Makassar, Indonesia, apriyani.ika01@gmail.com

***Corresponding Author:** agnes.panggalo7@gmail.com

Abstrak

Stabilisasi tanah yakni upaya untuk memperkuat daya dukung tanah dan kuat geser. Tujuan penelitian ini untuk menemukan sifat fisik tanah tanah dan hasil stabilisasi dengan campuran semen konstan 5% dan campuran serat kelapa 5%, 10% dan 15% (panjang ± 10 mm) dengan pengujian kuat geser langsung. Data uji sifat fisik tanah yang telah dilaksanakan di laboratorium, klasifikasi AASTHO menunjukkan tanah termasuk kelompok A-2-7, dan hasil klasifikasi USCS tanah tergolong pada kelompok tanah pasir berlanau (SM). Hasil dari pengujian kuat geser langsung di laboratorium mekanika tanah menunjukkan bahwa hasil penambahan semen dan serat kelapa mengalami kenaikan nilai kohesi (c), sudut geser (ϕ), dan kuat geser (τ). Peningkatan tertinggi dihasilkan pada variasi semen konstan 5% dan serat kelapa 15%, dengan kohesi peningkatan 0,166 kg/cm² (titik 1) dan 0,168 kg/cm² (titik 2), sudut geser 32,15° (titik 1) dan 32,50° (titik 2), dan kuat geser 0,367 kg/cm² (titik 1) 0,371 kg/cm² (titik 2). Dapat disimpulkan pada penambahan semen dan serat kelapa dapat membantu stabilisasi tanah di titik longsor tersebut.

Kata kunci: Stabilisasi, Geser Langsung, Klasifikasi Tanah

Abstract

Soil stabilization is an effort to strengthen the soil's bearing capacity and shear strength. The aim of this research was to find the physical properties of the soil and the results of stabilization with a mixture of 5% constant cement and a mixture of 5%, 10% and 15% coconut fiber (length ± 10 mm) with direct shear strength testing. Data from tests on the physical properties of the soil that have been carried out in the laboratory, the AASTHO classification shows that the soil belongs to group A-2-7, and the results of the USCS classification of the soil are classified as silty sandy soil (SM). The results of direct shear strength testing in the soil mechanics laboratory showed that the addition of cement and coconut fiber increased the value of cohesion (c), shear angle (ϕ), and shear strength (τ). The highest increase was produced in variations of 5% constant cement and 15% coconut fiber, with increased cohesion of 0.166 kg/cm² (point 1) and 0.168 kg/cm² (point 2), shear angles of 32.15° (point 1) and 32.50° (point 2), and shear strength of 0.367 kg/cm² (point 1) 0.371 kg/cm² (point 2). It can be concluded that the addition of cement and coconut fiber can help stabilize the soil at the landslide point.

Keywords: Stabilization, Direct Shear, Soil Classification

PENDAHULUAN

Longsoran merupakan kejadian alam dimana tanah bergerak ke bawah atau keluar dari lereng. Kejadian ini terjadi karena meningkatnya tekanan geser tanah atau kekuatan tanah berkurang. Perbaikan tanah

merupakan tindakan yang dilakukan agar mampu memperbaiki daya dukung tanah dan kuat geser tanah. Adapun salah satu cara yang bisa dilakukan dengan menambahkan bahan tambahan semen dan serat kelapa pada tanah yang kemudian akan di uji untuk mengetahui peningkatan kohesi dan sudut geser yang terdapat didalamnya.

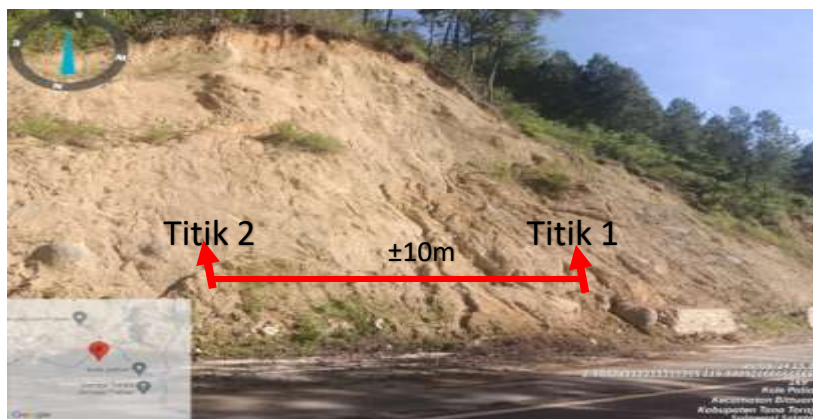
Sebelumnya banyak penelitian yang sama dan dapat di jadikan acuan sebelum penelitian ini dilakukan. Daya dukung dan kuat geser adalah karakteristik yang terdapat dalam tanah dan penting untuk diamati [1]. Dari hasil pencampuran tanah asli, abu serat kelapa, batu bata serta semen *portland* memiliki manfaat yang baik untuk stabilisasi tanah [2]. Dari hasil uji *Direct Shear*, jenis tanah merah yang dicampurkan menggunakan serat kelapa serta abu sekam padi dengan variasi 5% ada peningkatan nilai kuat geser sebesar 100,5 kPa, serta nilai kohesi (c) sebesar 67,98 kPa, dan besaran sudut geser tanah yang diperoleh sebesar $(\phi) 45,37^\circ$ [3]. Hasil analisis yang telah dilakukan pada uji geser langsung antar geosintetik pada tanah. Didapatkan bahwa dari uji kuat geser yang terjadi bukan hanya dapat terpengaruh karena kategori bahan geosintetik, namun partikel tanah juga mampu mempengaruhi bagaimana kuat geser yang akan diperoleh [4]. Hasil dari pengujian kuat geser dengan penggunaan tanah lempung dapat dihasilkan nilai kohesi 0,082 kPa dan nilai sudut geser didapatkan senilai $6,637^\circ$, sehingga pada penelitian ini menunjukkan bahwa tanah yang telah diuji tersebut tidak stabil atau rawan longsor, maka perlunya dilakukan perkuatan tanah terlebih dahulu agar dapat digunakan untuk mendirikan sebuah bangunan [5]. Dari hasil penelitian dengan penambahan *portland cement* terhadap kuat geser, didapatkan hasil kuat geser (τ) pada tanah asli sekitar 22,24 kPa, setelah ditambahkan pada campuran *portland cement* peningkatan nilai hasil kuat geser (τ) dapat mencapai 104,27 kPa, dimana artinya tanah yang ditambahkan dengan *portland cement* mampu menaikkan nilai kekuatan geser tanah (τ). Demikian dapat disimpulkan bahwa penambahan campuran *portland cement* pada tanah dapat berpengaruh terhadap stabilitas tanah dikarenakan mampu menaikkan nilai dari kuat geser [6]. Pada penelitian ini akan diketahui bagaimana pengaruh penambahan material abu tebu campuran semen beserta *fly ash* terhadap upaya penstabilan tanah. Presentase kenaikan nilai terhadap kuat geser (τ) dengan kekuatan geser langsung sekitar 35,49% dan daya tekan bebas sebesar 37,41%. Terhadap daya dukung tanah dalam uji kuat geser sebesar 214,97% dan didapatkan pada uji kekuatan tekan bebas sebesar 37,91% [7]. Berdasarkan hasil uji mekanis, penambahan serat kelapa dapat menaikkan hasil kuat geser yang sebelumnya sekitar 0,43 kg/cm² naik hingga 0,65 kg/cm², untuk tegangan geser juga meningkat dari 0,43 kg/cm² hingga 0,65 kg/cm², dan untuk nilai kohesi juga perubahan kenaikan secara signifikan sebesar 0,03 kg/cm² dan mencapai 0,23 kg/cm². Pada penelitian ini berfokus pada nilai kohesi (c) stabilisasi yang menggunakan serat kelapa yang artinya mampu digunakan menjadi bahan stabilisasi tanah lempung [8]. Sifat sensitif yang terkandung akan dikurangi dengan cara mencampurkan pasir silika dan lilin lebah, metode pencampuran sampel dibagi menjadi dua yaitu kondisi basah dan kondisi kering yang akan di tinjau untuk memperoleh metode pencampuran yang baik [9]. Dapat dilihat pada pencampuran pasir, apabila nilai batas cair dan indeks plastisitas mengakibatkan kohesi dan kuat geser tanah menurun [10]. Pencampuran pasir pantai dengan material halus batu bata pada tanah dapat berpengaruh pada peningkatan nilai kuat geser dengan variasi pencampuran berbeda. Penambahan 7,5% pasir pantai dan 2,5% material halus batu bata, nilai kuat geser (τ) sebelumnya 0,364 kg/cm² mengalami kenaikan hingga 0,034 kg/cm² dengan persentase 9,34% [11]. Parameter kuat geser dapat diketahui dengan nilai kohesi optimum dengan campuran serbuk arang pembakaran cangkang sawit dengan variasi 10% sebesar 44,04 kPa. Penambahan pada tanah lempung bisa mengakibatkan sifat kohesif akan hilang dan sifat tanah dapat menjadi tekstur yang lebih berbutir [12]. Hasil uji kuat geser langsung menunjukkan sebelum ditambahkan bahan stabilisasi, nilai rata-rata kuat geser langsung yaitu 0,3168 dan setelah penambahan variasi kuat geser mengalami kenaikan secara terurut [13]. Stabilisasi tanah yang menggunakan limbah yang mampu mengalami peningkatan kondisi geoteknik. Sisa karet ban dan limbah kulit telur bisa didaur ulang sebagai bahan

stabilisasi tanah. Peningkatan sudut geser tanah asli sebelumnya $24,17^\circ$ menjadi $27,82^\circ$, peningkatan sifat kohesif tanah asli sebelumnya $5,88 \text{ kN/m}^2$ naik hingga $7,29 \text{ kN/m}^2$, penurunan indeks pemampatan sebelumnya hasil tanah asli $0,19$ turun hingga $0,12$, pada penyusutan angka pori pada tanah yang semula $0,85$ menjadi $0,55$ [14]. Variasi kadar kapur padam terhadap kohesi yang bertambah banyaknya campuran kadar kapur yang dipakai mampu memicu kenaikan pada kohesi yang mencapai campuran 6% kadar kapur padam [15].

METODOLOGI

A. Lokasi Pengambilan Sampel Tanah

Titik sampel tanah yang terletak di Lembang Kole Palian, Kecamatan Bittuang, Kabupaten Tana Toraja, Lokasi pengambilan sampel tanah berada pada koordinat 2.983283S-119.6809216E.



Gambar 1. Titik Lokasi Sampel Tanah

B. Lokasi Pengambilan Sampel Bahan Tambah Serat Kelapa

Penyediaan bahan tambah serat kelapa berada di Pasar Niaga Daya, Kecamatan Biringkanaya, Kota Makassar.



Gambar 2. Lokasi Pengambilan Bahan Tambah Serat Kelapa

C. Lokasi Pengambilan Sampel Bahan Tambah Semen

Pengambilan bahan tambah semen diambil dari toko bangunan Utama Daya.



Gambar 3. Lokasi Pengambilan Bahan Tambah Semen

D. Bahan Tambah

1. Semen

Semen digunakan sebagai bahan perbaikan tanah yang mampu mengikat partikel tanah dan membantu meningkatkan kekuatan tanah.



Gambar 4. Bahan Tambah Semen

2. Serat Kelapa

Limbah serat kelapa dapat dimanfaatkan sebagai bahan stabilisasi untuk memperbaiki kuat geser tanah dengan pencampuran penambahan tertentu.



Gambar 5. Bahan Tambah Serat Kelapa

E. Pengujian Benda Uji

Pengujian kuat geser langsung yang terdiri dari kohesi (c) dan sudut geser (ϕ) dengan alat pengujian geser langsung. Pengujian ini yaitu tahapan paling inti dalam penelitian. Dapat dilihat dalam penambahan serat kelapa variasi 0%, 5%, 10%, dan 15% dengan semen konstan 5% untuk melihat peningkatan kohesi dan sudut geser dari setiap sampel dan sampel tanah asli.



Gambar 6. Contoh Benda Uji

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Pengujian Sifat Fisik Tanah

1. Pengujian Kadar Air Tanah
Berdasarkan hasil dari kadar air tanah asli didapatkan 25,985% (titik 1) dan 28,874% (titik 2).
2. Pengujian Berat Jenis Tanah
Berdasarkan hasil dari berat jenis tanah asli didapatkan 2,635 (titik 1) dan 2,626 (titik 2).
3. Pengujian Berat Isi Tanah
Dari hasil pengujian berat isi/volume tanah asli didapatkan 1,865 gr/cm³ (titik 1) dan 1,735 gr/cm³ (titik 2). Hasil dari berat isi kering diperoleh 1,326 gr/cm³ (titik 1) dan 1,326 gr/cm³ (titik 2).
4. Pengujian Batas-batas *Atterberg*
Hasil uji di laboratorium didapatkan hasil dari batas cair, batas plastis, dan batas susut.

Tabel 1. Hasil Pengujian Batas-batas *Atterberg*

Sampel	Batas cair (LL)	Batas plastis (PL)	Batas susut (SL)	Indeks plastisitas (IP)
Titik 1	41,158 %	25,687 %	8,447 %	15,480 %
Titik 2	43,285 %	25,861 %	8,327 %	17,424 %

5. Pengujian Gradasi Butiran
Hasil uji gradasi butiran yang telah dilakukan, kerikil (*gravel*) 4,520% (titik 1) dan 0,640% (titik 2), pasir (*sand*) 64,558% (titik 1) dan 67,060% (titik 2), lanau (*silt*) 30,619% (titi 1) dan 29,977% (titik 2), lempung (*clay*) 0,303% (titik 1) dan 2,323% (titik 2), dan lolos saringan No.200 didapatkan 30,922% (titik 1) dan 32,300% (titik 2).
6. Klasifikasi Tanah Menurut AASTHO dan USCS

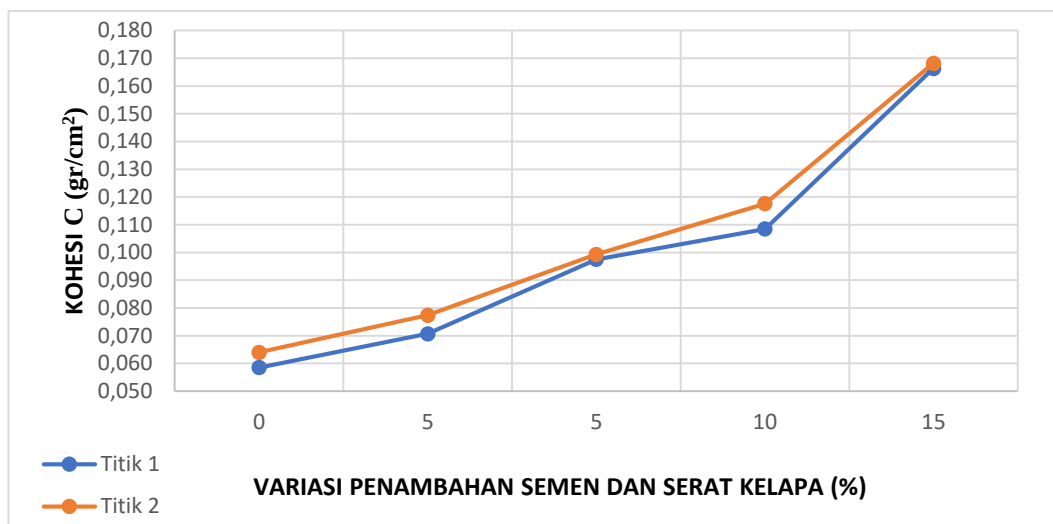
Berdasarkan dari hasil uji sifat fisik tanah pada gradasi butiran, dari hasil klasifikasi menurut AASTHO jenis tanah ini tergolong kedalam kelompok A-2-7, dan menurut klasifikasi USCS tanah ini tergolong dalam kelompok SM tanah pasir-lanau berdasarkan hasil uji lab <50%.

B. Hasil Pengujian Kuat Geser Langsung

1. Kohesi dan Variasi Penambahan Serat Kelapa dan Semen

Tabel 2. Variasi Penambahan Serat Kelapa dan Semen

PENAMBAHAN VARIASI (%)	KOHESI (c)	
	TITIK 1	TITIK 2
Tanah asli	0.059	0.064
Semen 5%	0.071	0.077
Semen 5%+Serat Kelapa 5%	0.098	0.099
Semen 5%+Serat Kelapa 10%	0.108	0.118
Semen 5%+Serat Kelapa 15%	0.166	0.168



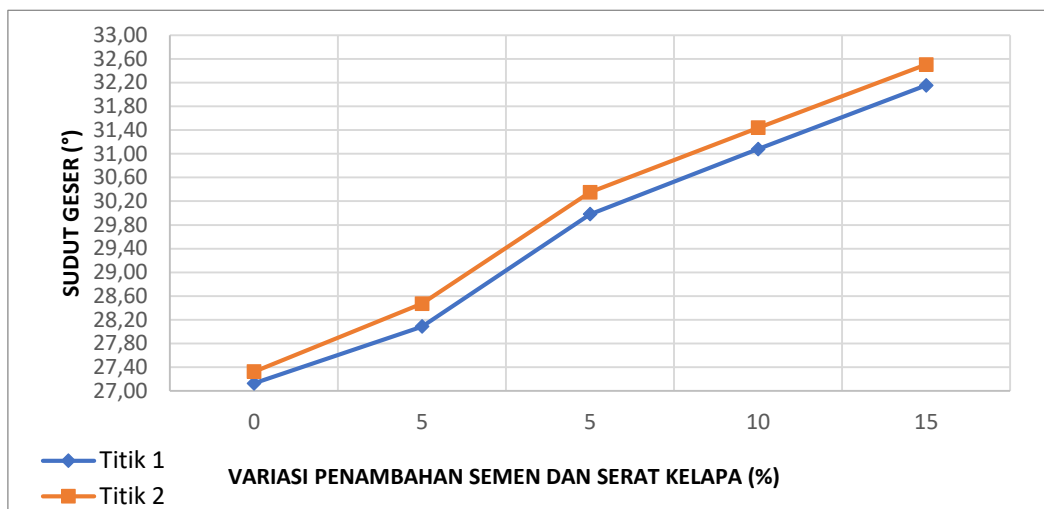
Gambar 7. Grafik Hubungan Kohesi, Semen dan Serat Kelapa

Dari hasil pengujian kuat geser langsung dapat dilihat dari peningkatan kohesi setelah penambahan semen dan variasi serat kelapa berturut-turut dari sebelumnya tanah asli 0,059 meningkat hingga penambahan semen 5% dan serat kelapa 15% mencapai 0,166 pada titik 1. Dan peningkatan kohesi tanah asli 0,064 setelah penambahan semen 5% dan variasi serat kelapa 15% kohesi meningkat hingga 0,168 pada titik 2.

2. Sudut Geser dan Variasi Penambahan Serat Kelapa dan Semen

Tabel 3. Variasi Penambahan Semen dan Serat Kelapa

PENAMBAHAN VARIASI (%)	Sudut Geser (°)	
	TITIK 1	TITIK 2
Tanah asli	27.13	27.32
Semen 5%	28.09	28.47
Semen 5%+Serat Kelapa 5%	29.98	30.35
Semen 5%+Serat Kelapa 10%	31.08	31.44
Semen 5%+Serat Kelapa 15%	32.15	32.50



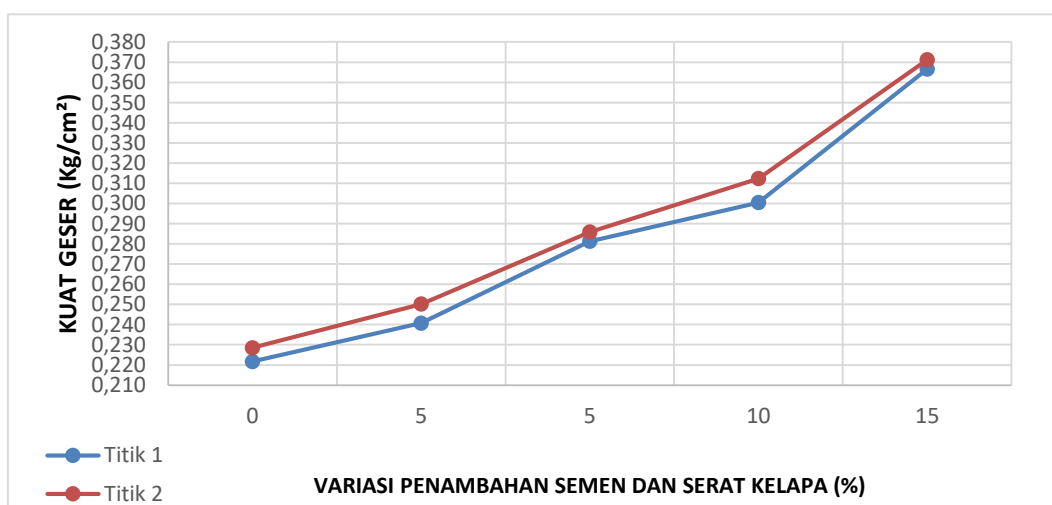
Gambar 8. Grafik Hubungan Sudut Geser, Semen dan Serat Kelapa

Hasil uji laboratorium kuat geser langsung dapat dilihat pada grafik peningkatan sudut geser setelah penambahan semen dan serat kelapa. Hasil sudut geser mengalami peningkatan secara signifikan, dari tanah asli 27,13° dan mengalami peningkatan hingga 32,15° pada titik 1. Dan peningkatan sudut geser tanah asli 27,32° meningkat mencapai 32,50° pada titik 2.

3. Kuat Geser dan Variasi Penambahan Serat Kelapa dan Semen

Tabel 4. Variasi Penambahan Semen dan Serat Kelapa

PENAMBAHAN VARIASI (%)	Kuat Geser (kg/cm ²)	
	TITIK 1	TITIK 2
Tanah asli	0.222	0.229
Semen 5%	0.241	0.250
Semen 5%+Serat Kelapa 5%	0.281	0.286
Semen 5%+Serat Kelapa 10%	0.300	0.312
Semen 5%+Serat Kelapa 15%	0.367	0.371



Gambar 9. Grafik Hubungan Kuat Geser, Semen dan Serat Kelapa

Hasil pengujian kuat langsung nilai kuat geser meningkat setelah penambahan semen dan serat kelapa. Hasil kuat geser tanah asli $0,222 \text{ kg/cm}^2$ dan setelah penambahan semen dan variasi serat kelapa secara terurut meningkat hingga $0,229 \text{ kg/cm}^2$ pada titik 1. Dan peningkatan kuat geser tanah asli $0,229 \text{ kg/cm}^2$ meningkat hingga $0,371 \text{ kg/cm}^2$ setelah penambahan semen dan variasi serat kelapa pada titik 2.

KESIMPULAN

Klasifikasi tanah di Lembang Kole Palian, Kecamatan Bittuang, Kabupaten Tana Toraja, berdasarkan hasil yang telah didapatkan dengan pengujian karakteristik tanah di laboratorium menurut klasifikasi AASTHO tanah ini termasuk pada kelompok A-2-7 yaitu jenis tanah pasir-lanau, dan menurut klasifikasi USCS golongan tanah masuk kategori SM jenis tanah pasir berlanau yang dilihat dari hasil uji lab $<50\%$. Hasil pengujian mekanis pada penambahan semen dan serat kelapa, kohesi (c), sudut geser (ϕ), dan kuat geser (τ) mengalami peningkatan signifikan pada penggunaan semen 5% dan variasi serat kelapa 15%, karena semen dapat mengikat serat kelapa dan tanah.

REFERENSI

- [1] M. Anggraini dan A. Saleh, "Kuat Geser Tanah Lempung Dengan Abu Tandan Sawit dan Semen," *Sainstek E-J.*, vol. 10, no. 1, hlm. 24–31, Jun 2022, doi: 10.35583/js.v10i1.5.
- [2] N. Nengsih, F. Sarie, dan S. Gandi, "Stabilisasi Tanah Lempung dengan Campuran Abu Sabut Kelapa, Serbuk Batu Bata, dan Semen Portland" *J. Ilm. Tek. Sipil TRANSUKMA*, vol. 4, no. 2, hlm. 83–92, Jun 2022, doi: 10.36277/transukma.v4i2.101.
- [3] A. Sefta, A. Adiguna, dan R. K. Rustam, "Pengaruh Penambahan Sabut Kelapa dan Abu Sekam Padi Terhadap Kuat Geser Tanah," *J. Deform.*, vol. 6, no. 1, hlm. 42, Jun 2021, doi: 10.31851/deformasi.v6i1.5610.
- [4] P. T. Simatupang dan E. N. Fitriani, "Interaksi Antara Parameter Kuat Geser Tanah dan Adhesi Tanah Geosintetik pada Tanah Berpasir," *Konstruksia*, vol. 15, no. 2, hlm. 30, Nov 2024, doi: 10.24853/jk.15.2.30-38.
- [5] D. Mahendra, A. I. Candra, F. W. M. Aisyah, R. Heru, dan A. Rivianto, "Stabilitas Tanah Lempung Berpasir Melalui Uji Kuat Geser Langsung dengan Menggunakan Mesin Direct Shear Test" *J. Sustain. Civ. Eng. JOSCE*, vol. 4, no. 02, Okt 2022, doi: 10.47080/josce.v4i02.2042.
- [6] A. Nurani, R. Nurmeyliandari, dan G. Amalia, "Analisis Pengaruh Penambahan Portland Cement Terhadap Nilai Kuat Geser Pada Stabilisasi Tanah Lempung Lunak," *J. Deform.*, vol. 8, no. 2, hlm. 132–143, Des 2023, doi: 10.31851/deformasi.v8i2.13109.
- [7] S. F. Oktaviana, F. Sarie, dan O. Hendri, "Stabilisasi Tanah Lempung Menggunakan Campuran Abu Ampas Tebu, Semen Portland, dan Abu Terbang Terhadap Kuat Geser dan Daya Dukung Tanah," *J. Kacapuri J. Keilmuan Tek. Sipil*, vol. 4, no. 1, hlm. 67, Jun 2021, doi: 10.31602/jk.v4i1.5119.
- [8] A. Saputra, R. Rokhman, I. Iqbal, A. Suherman, dan M. Rusmin, "Pengaruh Penambahan Serat Serabut Kelapa Terhadap Stabilitas Tanah Lempung Ditinjau Dari Kuat Geser Tanah," *Konstruksia*, vol. 15, no. 2, hlm. 85, Nov 2024, doi: 10.24853/jk.15.2.85-91.
- [9] A. Ardiana, A. Lim, H. Muljana, H. Putra, dan B. Widjaja, "Studi Laboratorium Campuran Biopolimer Glukomanan dan Beeswax untuk Meningkatkan Kuat Geser Tanah Pasir," *J. Tek. Sipil*, hlm. 198–207, Okt 2023, doi: 10.24002/jts.v17i3.6968.
- [10] O. Y. Dewi, O. Hendri, dan F. Sarie, "Hubungan Batas Cair Dan Indeks Plastisitas Tanah Lempung Disubstitusi Pasir Terhadap Nilai Kohesi Tanah Pada Uji Geser Langsung," *J. Deform.*, vol. 7, no. 2, hlm. 183, Des 2022, doi: 10.31851/deformasi.v7i2.8603.
- [11] R. Hutabarat, S. Gandi, dan M. I. Yani, "Pengaruh Penambahan Pasir Pantai dan Serbuk Batu Bata Terhadap Kuat Geser Tanah Lempung," *J. Kacapuri J. Keilmuan Tek. Sipil*, vol. 4, no. 1, hlm. 78, Jun 2021, doi: 10.31602/jk.v4i1.5128.

- [12] D. P. Kusumastuti, I. Sepriyanna, dan A. S. Nur Chairat, “Pengaruh Penambahan Serbuk arang Cangkang Sawit Terhadap Kuat Geser Langsung pada Tanah Lempung,” *Konstruksia*, vol. 14, no. 1, hlm. 33, Des 2022, doi: 10.24853/jk.14.1.33-39.
- [13] Z. A. M. Nganro, S. Sariman, dan A. Setiawan, “Analisis Penambahan Abu Kulit Kakao Dan Abu Sekam Padi Terhadap Kuat Tekan Dan Kuat Geser Tanah Lempung,” *J. Penelit. Tek. Sipil Konsolidasi*, vol. 1, no. 3, hlm. 245–250, Sep 2023, doi: 10.56326/jptsk.v1i3.1618.
- [14] N. Nurfatihah dan S. Wulandari, “Pengaruh Penambahan Serbuk Karet dan Serbuk Cangkang Telur Terhadap Parameter Tanah Lempung pada Pengujian Konsolidasi dan Kuat Geser Langsung,” *J. Tek. Sipil*, vol. 19, no. 1, hlm. 146–157, Apr 2023, doi: 10.28932/jts.v19i1.5391.
- [15] Muhammad Ilham Naufal, Yuliadi, dan Iswandaru, “Pengaruh Penambahan Kapur terhadap Parameter Uji Kuat Geser Batulempung Menggunakan Direct Shear Test,” *J. Ris. Tek. Pertamb.*, vol. 1, no. 2, hlm. 162–169, Feb 2022, doi: 10.29313/jrtp.v1i2.540.