

THE EFFECT OF BIOPOLYMER MIXTURE AS A STABILIZATION AGENT ON PEAT SOIL TO INCREASE SOIL SHEAR STRENGTH BY DIRECT SHEAR TEST

Dewi Janti Setyaningrum¹⁾, Mulyadi Yuswandono^{2,*}, Dewi Amalia¹⁾, Atmy Verani Rouly Sihombing¹⁾, Yulianto Petrus Krisologus²⁾, Antonius Siswanto²⁾, Beny Mulyana Sukandar²⁾

¹⁾Master Program of Applied Infrastructure Engineering, Department of Civil Engineering, Bandung State Polytechnic

²⁾Department of Civil Engineering, Bandung State Polytechnic
Jl. Gegerkalong Hilir, Ciwaruga, Bandung, 40163

*¹⁾Correspondent Author: yuswandono@polban.ac.id

Abstract

Peat soil stabilization with a mixture of biopolymer materials with a mixture variation of 0.5%, 1%, 2%, 2.5%, and 3% to soil weight. This study aims to analyze the physical properties of peat soil in the Palangka Raya area and analyze the effect of adding a mixture of chitosan biopolymer with peat soil on the value of peat soil shear strength. Examination of soil physical properties includes moisture content examination, fiber content examination, specific gravity examination and volume weight examination. Meanwhile, the examination of mechanical properties in native soils and mixed soils is carried out by direct shear test. The results showed that peat soil in the Palangka Raya area had a moisture content value of 779.87%, fiber content of 61.44%, specific gravity of 1.41, and volume weight of 1.08 g/cm³. The results of direct shear testing on native soil obtained a cohesion value (c) of 0.04 kg/cm² and a deep shear angle value (ϕ) of 4.50°. The addition of biopolymer mixtures to the original soil results in cohesion values and deep shear angle values tend to increase with each addition of mixture variations. The highest increase in cohesion value (c), deep shear angle (ϕ) and soil shear strength (τ) occurred with the addition of 2.5% biopolymer and 3% biopolymer 28-day curing. This shows that the addition of biopolymer mixtures will provide an increase in the shear strength value of the soil, which makes the soil better and more stable.

Keywords: biopolymer, peat soil, stabilization, shear strength

PENDAHULUAN

Infrastruktur terutama jalan sering mengalami kerusakan tanah karena tanah dasar yang tidak kuat untuk menahan beban di atasnya. Kriteria tanah yang dibutuhkan agar struktur yang dibangun diatas tersebut stabil antara lain daya dukung tanah harus tinggi serta penurunan yang terjadi tidak boleh melebihi penurunan yang

diizinkan.(Pratama et al., 2021). Tidak semua jenis tanah memiliki karakteristik yang baik untuk pembangunan. Salah satu jenis tanah yang kurang baik bagi konstruksi adalah tanah gambut. Tanah gambut merupakan tanah dengan kandungan organik di atas 75% diantaranya terbentuk dari tumbuhan yang telah mengalami pembusukan(Yulianto,

2017). Unsur organik yang terkandung pada tanah gambut membuat kadar air yang sangat besar hingga mencapai 700% (Rahayu et al., 2018).

Sifat fisik yang dimiliki tanah gambut begitu rendah (angka pori besar, kadar air tinggi, dan berat volume tanah kecil), kuat geser rendah serta kompresibilitasnya sangat besar, sehingga jika menerima beban akan terjadi penurunan yang sangat besar dalam waktu yang relatif pendek, maka untuk jalan keluar permasalahan tersebut tanah harus distabilisasi. Stabilisasi adalah upaya untuk meningkatkan kapasitas daya dukung tanah supaya tanah tersebut dapat dimaksimalkan penggunaan untuk pembangunan. (Pratama et al., 2021). Bahan campuran stabilisasi yang digunakan adalah campuran biopolimer chitosan, Biopolimer adalah hasil limbah dari cangkang kepiting rajungan, limbah ini bila tidak dikelola dengan baik akan mencemari ekosistem laut. Tujuan yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah menganalisis sifat fisik tanah gambut pada daerah Jalan Bereng Bengkel, Palangka Raya sebelum distabilisasi serta mengetahui pengaruh penambahan campuran variasi biopolimer terhadap nilai kuat geser tanah gambut.

METODE PENELITIAN

Metode penelitian langkah pertama studi literatur yang diantaranya bertujuan untuk mendapatkan gambaran-gambaran tentang penelitian yang membahas kuat geser langsung. Lokasi pengambilan sampel tanah gambut yang digunakan terletak di area

Jalan Bereng Bengkel Kota Palangka Raya. Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Mekanika Tanah Fakultas Teknik Politeknik Negeri Bandung. Alat-alat yang digunakan dalam penelitian terdiri dari: 1). 1 set alat uji kadar air (ASTM D 2216-71), 2). 1 set alat uji kadar serat (ASTM D 1997-91), 3). 1 set alat uji berat jenis (ASTM D 854-72), 4). 1 set alat uji berat volume (ASTM C 29M-97), 5). 1 set alat uji geser langsung (ASTM D 3080-90).

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu sampel tanah gambut, bahan tambah Biopolimer chitosan. 1). Tanah gambut yang digunakan merupakan tanah dalam kondisi tidak terganggu (*undisturbed*). Sampel tanah tersebut di ambil pada kedalaman ± 100 cm dari permukaan tanah atas dengan menggunakan bor tangan dan tabung penyimpanan sampel. 2). Biopolimer chitosan didapatkan hasil limbah dari cangkang kepiting rajungan. Sebelum dilakukan ekspor, kepiting rajungan ini diolah terlebih dahulu dengan memisahkan daging dan cangkangnya, sehingga limbah cangkang kepiting ini menjadi salah satu limbah terbesar. Limbah ini bila tidak dikelola dengan baik akan mencemari ekosistem laut. Limbah cangkang rajungan diproses melalui tiga tahap yaitu tahap deproteinasi, demineralisasi, dan depigmentasi.

Proses dari limbah menjadi biopolymer chitosan dilakukan dengan proses penghilangan gugus asetrid dari kitting menjadi amina pada chitosan yang dikenal dengan proses deasetilasi. Metode tahap pengujian

sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen yang direncanakan berdasarkan literatur dari penelitian terdahulu, yaitu tanah gambut dicampur dengan biopolimer chitosan sebagai bahan tambah dalam stabilisasi tanah gambut dengan persentase 0,5%, 1%, 2%, 2,5% dan 3% dari berat tanah asli. Variasi campuran bahan uji yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 1 di bawah.

Adapun masa waktu peram (*curing time*), yaitu 7 hari, 14 hari, dan 28 hari. Dalam hal ini 28 hari diambil dengan melihat hasil penelitian dengan nilai optimum dikarenakan reaksi sementasi antara gambut dan bahan stabilisasi mengalami sementasi maksimal dalam rentang waktu ini. Metode pencampuran tanah gambut dan biopolimer dilakukan pada waktu tanah gambut dalam keadaan basah, kemudian dicampur dan diaduk hingga merata secara langsung. Campuran tanah gambut dengan biopolimer yang sudah merata didiamkan dalam keadaan terbuka, hal ini dilakukan agar tanah

gambut tersebut dapat terstabilisasi dengan maksimal. Sample yang telah distabilisasi kemudian diletakan pada tempat yang terhindar dari sinar matahari. Proses rawatan ini dilakukan selama 28 hari. Jumlah sampel yang digunakan untuk masing-masing pengujian disajikan dalam Tabel 2 di bawah.

Tanah gambut merupakan tanah yang mempunyai nilai kompresibilitas tinggi, secara alamiah terbentuk dari proses pengendapan sungai, danau dan rawa, ditinjau secara mekanisme kejadian adalah tanah deposit yang sangat kompresif dan kuat gesernya rendah maka perlunya uji sifat mekanik pada tanah gambut. Sifat mekanik tanah yaitu perilaku tanah akibat diberikannya gaya terhadap tanah. Sifat – sifat mekanik tanah antara lain: kuat geser tanah, sudut geser dalam, dan kohesi tanah. Sifat – sifat mekanik tanah tersebut dapat diketahui dengan melakukan pengujian geser langsung (*Direct Shear Test*). (Iskandar et al., 2022).

Tabel 1. Variasi Campuran Biopolimer pada Tanah Gambut

No.	Variasi	Keterangan
1.	Tanah Gambut Asli (<i>undisturbed</i>)	% x Berat Tanah Asli
2.	Tanah Gambut + Biopolimer 0,5%	% x Berat Tanah Asli
3.	Tanah Gambut + Biopolimer 1%	% x Berat Tanah Asli
4.	Tanah Gambut + Biopolimer 2%	% x Berat Tanah Asli
5.	Tanah Gambut + Biopolimer 2,5%	% x Berat Tanah Asli
6.	Tanah Gambut + Biopolimer 3%	% x Berat Tanah Asli

Tabel 2. Jumlah Sampel pada Tiap Pengujian

No.	Jenis Pengujian	Jumlah Sample
1.	Pemeriksaan Sifat Fisik Tanah Asli	
	a. Kadar Air	3
	b. Kadar Serat	3
	c. Berat Jenis	3
	d. Berat Volume	3
2.	Pemeriksaan Sifat Mekanik Tanah	
	a. Uji Geser Langsung	
	1). Tanah Asli	3
	2). Masa Peram 28 Hari	3
	1. Tanah Asli + Biopolimer 0,5 %	3
	2. Tanah Asli + Biopolimer 1 %	3
	3. Tanah Asli + Biopolimer 2 %	3
	4. Tanah Asli + Biopolimer 2,5 %	3
	5. Tanah Asli + Biopolimer 3 %	3
	Jumlah Sample	

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pemeriksaan Sifat Fisik Tanah Asli.

Di bawah ini merupakan hasil nilai optimum dari pemeriksaan sifat fisik tanah gambut, hasil optimum terjadi pada variasi campuran biopolimer 3% dengan masa peram 28 hari. Hasil nilai dapat dilihat pada Tabel 3.

1. Sifat fisik tanah gambut ditunjukkan pada Tabel 3. Suatu yang sangat khusus dari fisik tanah gambut adalah nilai kandungan organik yang tinggi; hal ini sesuai dengan proses pembentukan tanah gambut itu sendiri. Menurut sistem klasifikasi ASTM D-4427 (1992) dan (Yulianto & Harwadi, 2009) tanah gambut memiliki nilai kadar air 700 – 1000 % , sedangkan pada tanah gambut yang diambil dari Jalan Bereng Bengkel mempunyai nilai kadar air sebesar 779,87%. Kandungan air yang tinggi menyebabkan nilai koefisien rembesan tanah gambut menyerupai pasir; hal ini wajar mengingat pori yang besar menyebabkan air dalam pori mudah

keluar apabila terdapat beban di atasnya.

- Berdasarkan nilai kadar serat, tanah gambut termasuk ke dalam kategori *sapric peat soil* (gambut matang) karena memiliki nilai kadar serat 61,44%. Hal ini sesuai dengan kategori berat jenis tanah gambut, yaitu: 39,5 – 61,3.
- Untuk nilai berat jenis tanah gambut yang didapatkan yakni sebesar 1,41, hal ini sesuai dengan kategori berat jenis tanah gambut, yaitu: 1,4 - 1,7.
- Untuk nilai berat volume tanah gambut yang didapatkan yakni sebesar 1,08, hal ini sesuai dengan kategori berat jenis tanah gambut, yaitu: 0,9 – 1. Nilai berat volume tanah gambut yang kecil menunjukkan bahwa kepadatan tanah gambut tidak seperti tanah pada umumnya. Jika dihubungkan dengan nilai kadar airnya yang tinggi, berat air yang terkandung dalam tanah gambut mencapai 6 (enam) kali lebih berat dibandingkan

berat butiran soil tanah gambut itu sendiri.

Pemeriksaan Sifat Mekanik Tanah dengan Uji Geser Langsung.

Pemeriksaan ini dilakukan dengan membandingkan tanah asli dan tanah campuran guna mengetahui pengaruh penambahan campuran terhadap nilai kuat geser tanah gambut. Hasil pengujian geser langsung terhadap tanah asli yakni tanah gambut tanpa penambahan bahan campuran disajikan dalam Tabel 4 dan Gambar 1.

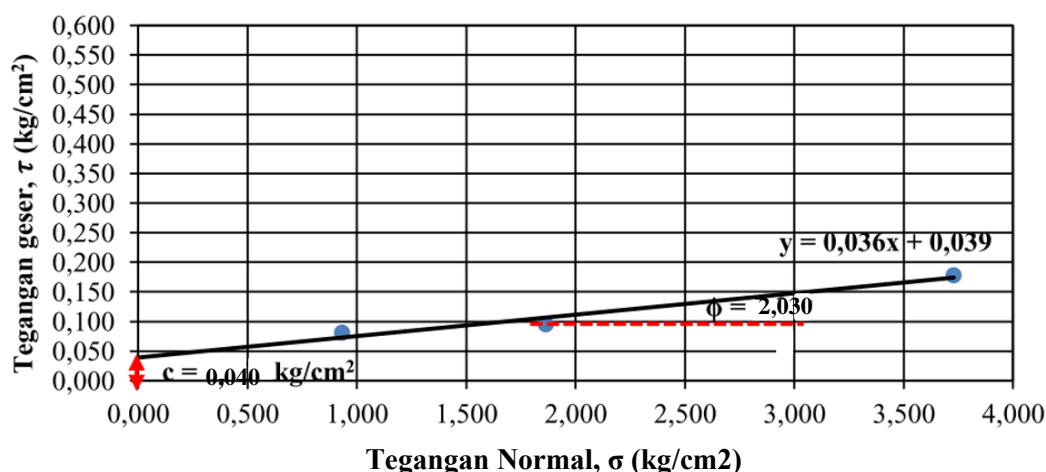
Dari hasil pengujian dan perhitungan uji geser langsung tanah asli yang diperoleh, dapat dilihat bahwa tanah asli yakni tanah gambut di daerah Jalan Bereng Bengkel memiliki nilai kohesi, sudut geser dalam dan kuat geser yang rendah, hal ini menunjukkan bahwa daya dukung tanah tersebut rendah, oleh karena itu diperlukan adanya usaha perbaikan tanah gambut dengan cara stabilisasi, dalam hal ini digunakan biopolimer chitosan sebagai bahan campurannya.

Tabel 3. Hasil Pemeriksaan Sifat Fisik Tanah Asli

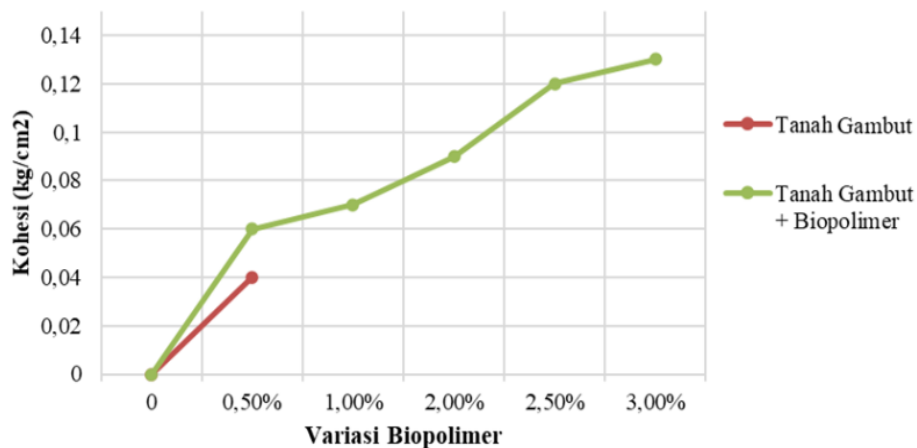
No.	Pengujian	Satuan	Hasil
1.	Kadar Air	%	779,87
2.	Kadar Serat	%	61,44
3.	Berat Jenis	-	1,41
4.	Berat Volume	g/cm ³	1,08

Tabel 4. Hasil Uji Geser Langsung Tanah Asli

Pengujian	Kohesi (kg/cm ²)	Hasil Sudut Geser Dalam (°)	Kuat Geser (kg/cm ²)
Tanah asli	0,040	2,03	0,183



Gambar 1. Grafik Hubungan Tegangan Normal dan Tegangan Geser Tanah Gambut



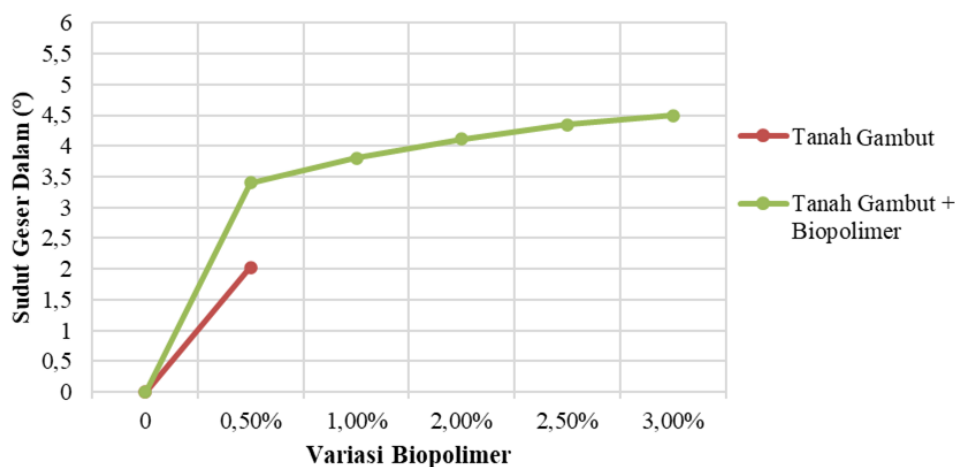
Gambar 2. Grafik Pengaruh Variasi Campuran Biopolimer terhadap Nilai Kohesi

Berdasarkan beberapa variasi pengujian yang telah dilakukan seperti yang ditampilkan pada Gambar 2 dengan menghubungkan antara variasi campuran biopolimer waktu pemeraman 28 hari dengan perbandingan tanah gambut tanpa campuran, peningkatan nilai kohesi tertinggi terjadi pada penambahan biopolimer 3% dengan lama waktu pemeraman 28 hari yakni sebesar 0,13 kg/cm². Pengaruh yang ditimbulkan akibat adanya penambahan biopolimer juga terjadi terhadap nilai sudut geser dalam (ϕ) dapat dilihat pada Gambar 3.

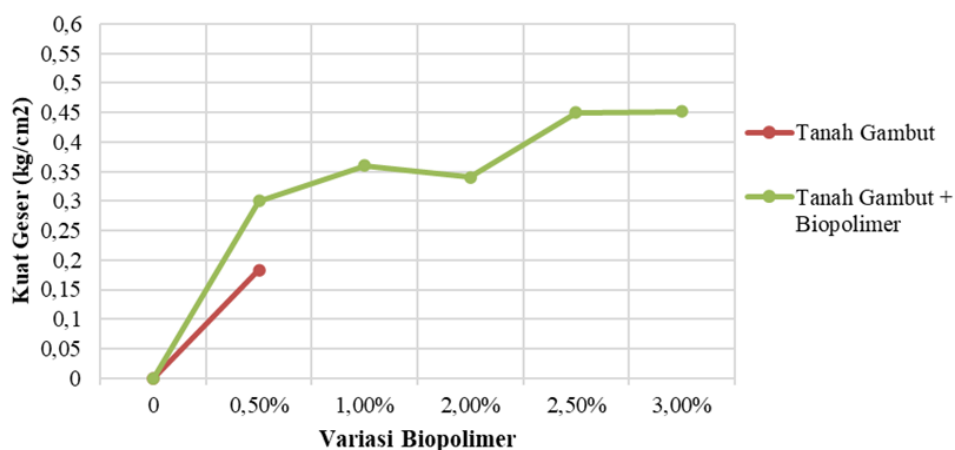
Berdasarkan Gambar 3, terlihat bahwa penambahan campuran biopolimer chitosan pada tanah asli juga dapat meningkatkan nilai sudut geser dalam. Peningkatan nilai sudut geser dalam tertinggi terjadi pada penambahan biopolimer 3% dan dengan lama waktu pemeraman 28 hari yakni sebesar 4,50°. Pengaruh yang ditimbulkan akibat adanya penambahan

biopolimer demikian juga terjadi terhadap nilai kuat geser tanah (τ) dapat dilihat pada Gambar 4.

Berdasarkan Gambar 4, secara keseluruhan terjadi peningkatan pada setiap penambahan kadar biopolimer beiringan dengan lama waktu pemeraman. Peningkatan nilai kuat geser dalam tertinggi terjadi pada biopolimer 3% dengan lama waktu pemeraman 28 hari yakni sebesar 0,452 kg/cm². Peningkatan nilai kohesi, nilai sudut geser dalam dan nilai kuat geser tanah yang terjadi kemungkinan disebabkan oleh campuran dari biopolimer, selain itu, dengan bertambahnya lama pemeraman ikatan antar partikel tersebut semakin kuat dan tidak mudah lepas. Semakin besar nilai kohesi (c) dan sudut geser dalam (ϕ), maka kuat geser tanah (τ) semakin besar, yang mana tanah tersebut menjadi lebih baik dan stabil sehingga dapat digunakan sebagai tanah dasar suatu bangunan.



Gambar 3. Grafik Pengaruh Variasi Campuran Biopolimer terhadap Nilai Sudut Geser Dalam



Gambar 4. Grafik Pengaruh Variasi Campuran Biopolimer terhadap Nilai Kuat Geser Tanah

SIMPULAN

Hasil pengujian sifat fisik tanah asli menunjukkan bahwa tanah gambut di daerah Jalan Bereng Bengkel, Palangka Raya memiliki nilai kadar air sebesar 779,87%, kadar serat sebesar 61,44%, berat jenis sebesar 1,41, dan berat volume sebesar 1,08 g/cm³. Menurut sistem klasifikasi ASTM D-4427 (1992), tanah gambut termasuk ke dalam kategori *sapric peat soil* (gambut matang) karena karena memiliki nilai

kadar serat 61,44%. Hal ini sesuai dengan kategori berat jenis tanah gambut.

Hasil pemeriksaan uji geser langsung menunjukkan bahwa penambahan campuran biopolimer berpengaruh terhadap nilai kohesi (c) dan nilai sudut geser dalam (ϕ) serta nilai kuat geser tanah (τ). Berdasarkan pengujian geser langsung pada tanah asli didapatkan nilai kohesi (c) sebesar 0,04 kg/cm², nilai sudut geser dalam (ϕ)

sebesar $2,03^\circ$ dan $0,183 \text{ kg/cm}^2$ untuk nilai kuat geser tanah (τ) dimana terjadi peningkatan sebesar 153,18%. Dengan penambahan campuran biopolimer pada tanah asli nilai kohesi, nilai sudut geser dalam dan nilai kuat geser tanah cenderung mengalami peningkatan di setiap penambahan persentase campuran biopolimer seiring dengan lamanya waktu pemeraman. Peningkatan tertinggi terjadi pada penambahan biopolymer 3% pemeraman 28 hari yakni sebesar $0,130 \text{ kg.cm}^2$ untuk nilai kohesi (c) dan $4,50^\circ$), serta $0,452 \text{ kg/cm}^2$ untuk nilai kuat geser tanah (τ) dimana terjadi peningkatan sebesar 153,18%. Hal ini menunjukkan bahwa semakin besar kadar biopolymer yang ditambahkan dan semakin lama waktu pemeraman maka tanah tersebut menjadi lebih baik dan stabil.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Pusat Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat Politeknik Negeri Bandung, Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Bandung, dan Program Pascasarjana Rekayasa Infrastruktur Politeknik Negeri Bandung yang telah mendukung dalam penyelesaian penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

Hasanella, N., Tanasale, M.F.J.D.P., & Tehubijuluw, H., 2020, Karakterisasi Biopolimer Kitosan

Hasil Deasetilasi Limbah Kepiting Rajungan (*Portunus Sanginolentus*) Menggunakan NaBH_4 Dalam NaOH . *Indo. J. Chem. Res.*, 8 (1), 66–71.

Iskandar, R.M., Djoeddawi, A.A., Karim, A., Alifuddin, A., & Maruddin, M., 2022, Pengujian Kuat Geser Tanah dengan Metode Langsung (Direct Shear) Terhadap Perubahan Persentase Kadar Air. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Teknik Sipil*, 4 (April), 149–155.

Pratama, B.B., Hendri, O., & Sarie, F., 2021, Analisis Peningkatan Nilai Kuat Geser Tanah Gambut Dengan Bahan Stabilisasi Abu Ampas Tebu Dan Kapur. *Jurnal Kacapuri: Jurnal Keilmuan Teknik Sipil*, 4 (2), 325.

Rahayu, W., Damoerin, D., & Hayyan, A., 2018, Pengaruh Geopolimer Untuk Meningkatkan Kuat Geser Tanah Gambut. *Jurnal Teknik Sipil*, 25(3), 187.

Yulianto, 2017, Perilaku Tanah Gambut Berserat Permasalahan dan Solusinya. *Konferensi Nasional Teknik Sipil Dan Infrastruktur - I*, 1 (December), 1–10.

Yulianto, F.E., & Harwadi, F., 2009, Menentukan metode perbaikan untuk tanah gambut. *Teknik Sipil Universitas Atma Jaya - Yogyakarta*, 10 no. 1 (geotechnical), 52.