

ANALISIS KOHESI DAN SUDUT GESEK ANTARA TANAH GAMBUT-GEOTEKSTIL (STUDI TANAH GAMBUT DI KABUPATEN BANJAR)

oleh :

Muhammad Fitriansyah

Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Banjarmasin

Email : fitriansyahm3@gmail.com

Dyah Pradhitya Hardiani

Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Banjarmasin

Email : dyah_hardiani@yahoo.com

Ichwan Setiawan

Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Banjarmasin

Email : ichwansetiawan83@gmail.com

Abstrak : Cukup banyak proyek pembangunan di Kalimantan Selatan menggunakan bahan geotekstil untuk meningkatkan daya dukung tanah terutama pada tanah lunak (gambut). Interaksi butiran pada permukaan tanah-geotekstil sangat berpengaruh terhadap nilai gaya gesek tanah, interaksi tanah dengan geotekstil bisa saja berbeda tergantung jenis tanahnya. Tujuan penelitian ini yaitu mengetahui nilai kohesi, sudut gesek, dan rasio gesek antar muka tanah gambut dengan geotekstil dalam kondisi tidak terendam air dan kondisi terendam air. Metode yang digunakan adalah metode eksperimen skala laboratorium dengan kondisi benda uji tidak terendam dan terendam air. Geotekstil yang digunakan yaitu woven (HRX250) dan non woven (TS600). Hasil pengujian diketahui tanah gambut asli yang berada di Kabupaten Banjar memiliki kohesi (c) 0,017 dan sudut gesek $14,82^{\circ}$ untuk kondisi tidak terendam air, sedangkan kondisi terendam air memiliki kohesi (c) 0,029 dan sudut gesek $10,78^{\circ}$. Gesek antar muka tanah gambut-geotekstil woven (HRX250) kondisi tidak terendam air $11,59^{\circ}$ dengan rasio (δ/ϕ) 0,78 dan kondisi terendam air $9,32^{\circ}$ dengan rasio (δ/ϕ) 0,86. Gesek antar muka tanah gambut-geotekstil non woven (TS600) kondisi tidak terendam air $12,97^{\circ}$ dengan rasio (δ/ϕ) 0,86 dan kondisi terendam air $9,10^{\circ}$ dengan rasio (δ/ϕ) 0,84.

Kata Kunci : Gambut, tanah lunak, Geotekstil

Abstract: Quite a lot of development projects in South Kalimantan use Geotextile materials to increase the carrying capacity of soils, especially on soft soils (Peat). The interaction of grain on the surface of the soil-geotextile is very influential on the value of the shear force of the soil, the interaction of the soil-Geotextile may differ depending on the type of soil. The purpose of this study as a reference material in science and planning in the field of development on peat soils that apply geotextile as reinforcement material. The method used is a laboratory-scale experimental method with the condition of the specimens not submerged and submerged in water. Geotextiles used are Woven (HRX250) and Non Woven (TS600). The test results revealed that the original peat soil in Banjar District had cohesion (c) 0.017 and Shear Angle of 14.82° for conditions not submerged in water, while the submerged conditions had cohesion (c) 0.029 and shear angle of 10.78° . Friction of the peat-geotextile Woven (HRX250) interface is not submerged under water $11,590$ with a ratio (δ / ϕ) of 0.78 and a submerged condition of 9.320 with a ratio of (δ / ϕ) of 0.86. Non-Woven Peat-Geotextile Interfaces (TS600) non-submerged underwater condition of $12,970$ with a ratio (δ / ϕ) of 0.86 and underwater conditions of $9,100$ with a ratio (δ / ϕ) of 0.84.

Keyword: Gambut, soft soil, Geotextile

Pendahuluan

Tanah gambut memiliki daya dukung yang rendah dan banyak menimbulkan permasalahan di dalam kegiatan konstruksi. ini disebabkan kompresibilitasnya yang tinggi. Selain itu, struktur tanah gambut didominasi oleh bahan-bahan organik dari hasil pembusukan tumbuh-tumbuhan membuat tanah gambut memiliki kandungan serat organik lebih banyak dibandingkan dengan jenis tanah lainnya. Tanah gambut banyak dijumpai di daerah Kalimantan khususnya di Kalimantan Selatan dan Kalimantan Tengah. Cukup banyak proyek pembangunan di Kalimantan Selatan menggunakan bahan geotekstil untuk meningkatkan daya dukung tanah terutama pada tanah lunak (gambut). Interaksi butiran pada permukaan tanah dengan geotekstil sangat berpengaruh terhadap nilai daya dukung tanah, namun interaksi tanah-geotekstil (δ) bisa saja berbeda-beda tergantung dari jenis tanahnya. Saat ini masih kurang penelitian tanah gambut khususnya dalam tinjauan gaya gesek antara permukaan tanah gambut dengan permukaan geotekstil.

Geotekstil adalah sebuah bahan *geo syntetic* yang tidak tembus air. Bahan ini dapat digunakan sebagai separator atau pemisah, drainase, filter atau penyaringan, dan perkuatan sebagai tulangan (Laksono, 2011). Geotekstil digunakan sebagai separator atau pemisah yaitu untuk mencegah dua tanah yang berbeda dari bahan atau jenis tanah yang berbeda, sedangkan sebagai drainase adalah air akan mengalir sepanjang jalan geotekstil secara vertikal dan horisontal. Selain itu, geotekstil juga digunakan sebagai filtrasi atau penyaringan yang berfungsi untuk membatasi migrasi partikel lain dalam tanah halus dari sebuah massa tanah namun tetap *permeable* terhadap pergerakan air, dan

sebagai perkuatan yaitu stabilisasi massa tanah dengan pemberian kekuatan tarik kesistem tanah dan kain geotekstil (Bina Marga, 2009). Terkait dengan fungsi geotekstil sebagai perkuatan, maka terdapat tiga tipe mekanisme perkuatan yaitu gesekan, angker, dan membran (Hardiyatmo, 2013).

Melihat perbedaan jenis tanah gambut yang memiliki kandungan serat organik lebih banyak dibandingkan dengan jenis tanah lainnya, maka memungkinkan akan terjadi perbedaan gaya gesek (kohesi) antar permukaan tanah gambut-geotekstil. Hal ini masih belum diketahui secara pasti, berapa besarkah gaya gesek permukaan tanah gambut-geotekstil, dimana geotekstil memiliki fungsi sebagai pemberi kekuatan atau tulangan dan pemisah antara dua jenis tanah yang berbeda maupun pada jenis tanah yang sama. Melihat permasalahan yang telah dijelaskan di atas, maka dilakukanlah penelitian gaya gesek permukaan antara tanah gambut-geotekstil. Penelitian ini sangat penting dilakukan karena akan menjadi bahan referensi dalam ilmu pengetahuan, perencanaan, dan pelaksanaan konstruksi khususnya penerapan penggunaan bahan geotekstil pada tanah gambut. Sedangkan tujuan khusus dalam penelitian ini adalah meninjau nilai kohesi (c) dan nilai sudut gesek (ϕ) yang terjadi antara permukaan tanah gambut dan geotekstil dan rasio δ/ϕ interaksi permukaan tanah-geotekstil dengan menggunakan alat uji gesek langsung di laboratorium.

Spesifikasi khusus dalam skema penelitian ini adalah uji coba produk bahan geotekstile terhadap permukaan tanah gambut. Luaran penelitian yang dihasilkan dalam bentuk model persamaan tegangan normal (σ_n), tegangan gesek (τ), dan rasio δ/ϕ .

Perumusan Masalah

Bagaimana nilai kohesi, sudut gesek, dan rasio gesek antar muka tanah gambut-geotekstil jika dalam kondisi tidak terendam air dan kondisi terendam air.

Tinjauan Pustaka

Salah satu ciri khas dari tanah gambut adalah mengandung serat, kadar organik tinggi, dan berwarna coklat sampai kehitaman.

Tabel 1. Klasifikasi Tanah Gambut Menurut ASTM D4427-92 (2002)

A	Berdasarkan kadar serat		
	<i>Fibric</i>	(Gambut mentah)	Kadar serat >67%
	<i>Hemic</i>	(Gambut matang sedang)	Kadar serat 33%-67%
	<i>Sapric</i>	(Gambut matang)	Kadar serat <33%
B	Berdasarkan Kadar Abu		
	Kadar abu rendah	Kadar abu	< 5%
	Kadar abu sedang	Kadar abu	5 - 5%
Kadar abu tinggi	Kadar abu	>15%	
C	Berdasarkan Daya Serap Terhadap Air		
	Kecil	Kapasitas penyimpanan air	<300%
	Moderat	Kapasitas penyimpanan air	300 - 800%
	Tinggi	Kapasitas penyimpanan air	800 - 1500%
	Ekstrim	Kapasitas penyimpanan air	>1500%
D	Berdasarkan Tumbuhan Pembentuk		
	Terbentuk dari satu tumbuhan	Gambut kayu	
Gambut pakis (kelakai)			

		Gambut eceng gondok	
Terbentuk dari berbagai tumbuhan		Gambut daun ilalang dan pakis	
		Gambut lumut dan keduduk	

Geotekstil

Geotekstil terdiri dari dua jenis yaitu *woven* (tenun) dan *non woven* (tanpa tenun).

a. Geotekstil woven

Geotekstil woven adalah lembaran geotekstil terbuat dari bahan serat sintetis tenunan dengan tambahan pelindung anti ultra violet yang mempunyai kekuatan tarik cukup tinggi. Geotekstil woven dibuat sebagai usaha untuk perbaikan tanah khususnya yang berhubungan dengan di bidang konstruksi secara efisien dan efektif. Fungsi dari geotekstil woven antara lain untuk mengatasi atau menanggulangi masalah pembuatan jalan dan timbunan pada dasar tanah lunak, tanah rawa. Bahan baku material ini adalah Polypropylene Polymer (PP) dan ada juga dari Polyester (PET) yang didukung oleh hasil test dan hasil riset di laboratorium, mengikuti standar ASTM (American Standard Testing and Material) antara lain kekuatan tarik, kekuatan terhadap tusukan, sobekan, kemuluran dan juga ketahanan terhadap mic organisme, bakteri, jamur dan bahan-bahan kimia (Bimtek Bina Marga, 2009).

b. non woven geotekstil

Geotekstil Non Woven, atau disebut *filter fabric* (pabrik) adalah jenis geotekstil yang tidak teranyam, berbentuk seperti karpet kain. Umumnya bahan dasarnya terbuat dari bahan Polimer Polyesther (PET) atau Polypropylene (PP) (Bimtek Bina Marga, 2009).

Kuat Gesek Tanah

Kuat gesek tanah adalah kemampuan tanah melawan tegangan gesek yang terjadi pada saat terbebani. Keruntuhan gesek (*shear failure*) tanah terjadi bukan disebabkan karena hancurnya butir-butir tanah tetapi karena adanya gerak relatif antara butir-butir tanah tersebut. Kekuatan gesek yang dimiliki oleh suatu tanah disebabkan oleh beberapa faktor yaitu

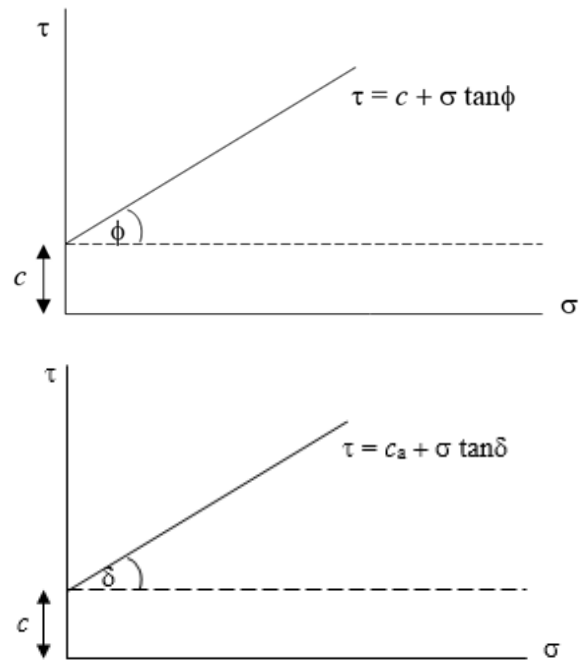
- Pada tanah berbutir halus (kohesif) misalnya tanah lempung, kekuatan gesek yang dimiliki tanah disebabkan karena adanya kohesi atau lekatan antara butir-butir tanah.
- Pada tanah berbutir kasar (non kohesif), kekuatan gesek disebabkan karena adanya gesekan antara butir-butir tanah sehingga sering disebut sudut gesek dalam.
- Pada tanah yang merupakan campuran antara tanah halus dan tanah kasar (c dan ϕ).

Kekuatan gesek disebabkan karena adanya lekatan (kohesi) dan gesekan antara butir-butir tanah (karena ϕ). Grafik kuat gesek tanah dapat dilihat pada Gambar di bawah ini. Sedangkan kuat gesek tanah dinyatakan dengan rumus:

$$\tau = c + \sigma \tan \phi \quad (\text{tanah asli})$$

$$\tau = c_a + \sigma \tan \delta \quad (\text{tanah-geotekstile})$$

Dimana τ adalah kekuatan gesek tanah, c adalah kohesi tanah, c_a adalah adhesi geotekstil terhadap tanah, σ adalah tegangan total, dan δ adalah sudut gesek permukaan tanah-geotekstil.



Gambar 1. Mekanisme gaya-gaya yang bekerja pada uji gesek langsung

Penelitian sebelumnya yang pernah dilakukan terkait geotekstil dengan permukaan tanah sebagai berikut:

- Ahmad Rifa'i (2009) melakukan pengujian dengan judul "Perilaku Interaksi Tanah-Geotekstil Terhadap Parameter Kuat Gesek Tanah". Dari penelitian tersebut sampel tanah yang digunakan adalah pasir dan lempung pada kondisi kepadatan kering maksimum yang bervariasi. Dari hasil analisis didapatkan nilai parameter tanah lempung pada kondisi OMC (Optimum Moisture Content) dan MDD (Maksimum Dry Density) yaitu (c) = 39,06 kN/m² dan sudut gesek dalam (ϕ) = 26,6°. Nilai parameter sudut gesek dalam pasir adalah (ϕ) = 33,7° pada $Dr = 50\%$ dan 38,2° pada $Dr = 90\%$. Pengaruh parameter c dan δ dalam simulasi numeris diwujudkan dalam nilai parameter Rinterface. Semakin tinggi nilai Rinterface mengakibatkan menurunnya *displacement*, momen dan

gaya gesek sehingga menaikkan nilai faktor aman.

- Norseta Ajie Saputra dkk (2013), melakukan pengujian dengan judul “Kekuatan Gesek Antarmuka Laterit Palangkaraya dan Geotekstil Berdasarkan Uji Gesek Langsung”. Dari pengujian didapat Rasio δ/ϕ tanah laterit Palangka Raya dengan geotekstil woven HRX 250 (halus) secara umum sebesar 0,81 hingga 0,90, geotekstil woven HRX 300 (agak kasar) sebesar 0,75 hingga 0,77.

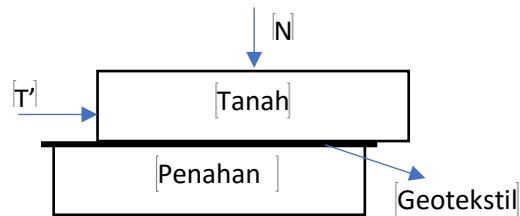
Metodologi Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen skala laboratorium. Laboratorium yang digunakan adalah laboratorium mekanika tanah.

Tahapan-Tahapan Penelitian:

Tahapan penelitian yang akan menjadi dasar dalam pelaksanaan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- Kajian literatur berupa buku-buku, jurnal ilmiah, serta informasi-informasi yang terkait pada penelitian.
- Pengumpulan data berupa data sekunder maupun data primer. Data sekunder didapatkan dari penelitian sebelumnya sedangkan data primer didapat dari hasil pengujian di laboratorium.
- Pengambilan bahan uji tanah gambut di daerah Kabupaten Banjar dan material geotekstil.
- Pengujian benda uji sifat fisis dan sifat mekanik uji gesek langsung (*direct shear test*) di laboratorium dengan menempatkan material geotekstil tepat di tengah antara penahan yang terbuat dari papan triplek dan bahan uji tanah gambut sesuai dengan standar pengujian yang telah ditetapkan.



Gambar 2. Penempatan Geotekstil Dalam Pengujian Geser Langsung

- Pengujian laboratorium dan analisis data.
- Penyusunan laporan akhir.

Hasil Pembahasan

Berdasarkan dari hasil pengujian di laboratorium, maka dapat dilihat data-data sebagai berikut.

- Sifat Fisik Tanah Gambut Asli

Sifat fisik tanah asli dari hasil uji laboratorium dapat dilihat pada Tabel 2.

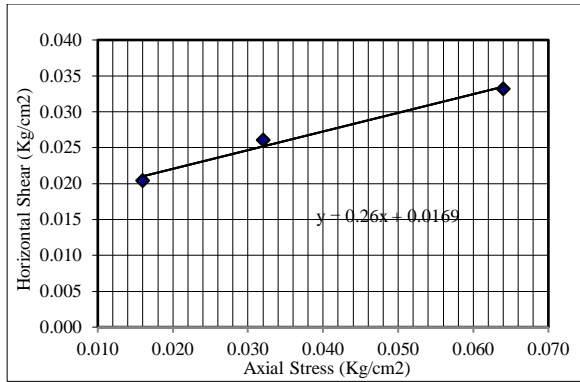
Tabel 2. Sifat Fisik Tanah Gambut Asli

No	Sifat Fisik Tanah Gambut	Hasil
1	Kadar serat	62,48%
2	Kadar air (w)	324%
3	Berat volume tanah (γ_b)	1,046 t/m ³

Berdasarkan dari data di atas dapat dilihat, bahwa tanah asli memiliki kadar serat 62,48%, dan kadar air 324%. hasil pengujian laboratorium tersebut dapat diketahui tanah gambut dapat di klasifikasikan sebagai tanah gambut *Hemic* (gambut matang sedang).

- Sifat Mekanik Tanah Gabut Asli

Sifat mekanik tanah asli dari hasil uji laboratorium dapat dilihat pada Gambar 3.

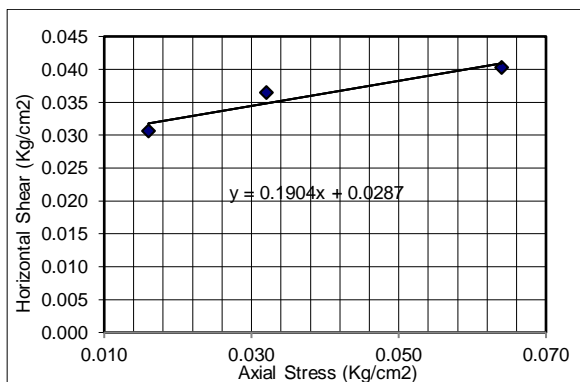


Gambar 3. Korelasi Gaya Normal dan Gaya Gesek Tanah Gambut Asli Tidak Terendam Air

Dari Gambar 3. Korelasi gaya normal dan gaya gesek tanah asli dalam kondisi tidak terendam air dapat diketahui nilai kohesi dan sudut gesek tanah dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Sifat Mekanik Tanah Gambut Asli Kondisi Tidak Terendam Air

No	Sifat Mekanik	Hasil
1	Kohesi (c)	0,017 kg/cm ²
2	Sudut gesek (ϕ)	14,57 ⁰



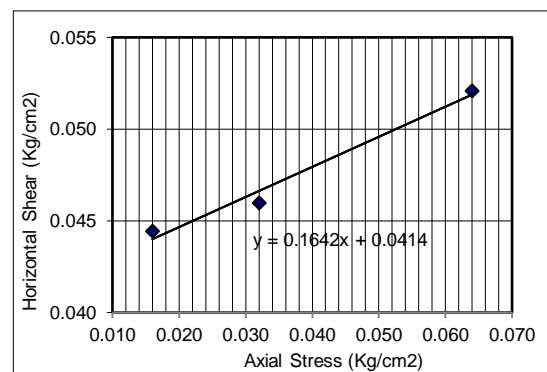
Gambar 4. Korelasi Gaya Normal dan Gaya Gesek Tanah Gambut Asli Terendam Air

Dari Gambar 4. korelasi gaya normal dan gaya gesek tanah gambut asli dalam kondisi terendam air dapat diketahui nilai kohesi dan sudut gesek tanah dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Sifat Mekanik Tanah Gambut Asli Kondisi Terendam Air

No	Sifat Mekanik	Hasil
1	Kohesi (c)	0,0287 kg/cm ²
2	Sudut gesek (ϕ)	10.78 ⁰

3. Nilai Kohesi (c) dan Gesek Antar Muka (δ) Tanah Gambut - Geotekstil Woven (HRX250) Tidak Terendam Air. Sifat mekanik tanah-geotekstil woven dari uji laboratorium dapat dilihat pada Gambar 5.



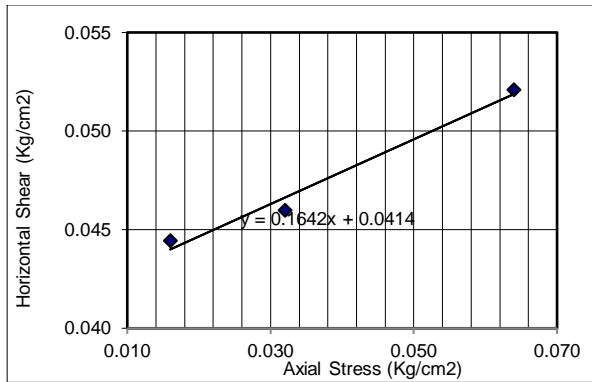
Gambar 5. Korelasi Gaya Normal dan Gaya Gesek Tanah Gambut-Geotekstil Woven (HRX250) Kondisi tidak Terendam Air

Dari Gambar 5. Korelasi gaya normal dan gaya gesek tanah gambut-geotekstil woven dalam kondisi tidak terendam air dapat diketahui nilai kohesi dan sudut gesek tanah dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Sifat Mekanik Tanah Gambut-Geotekstil Woven (HRX250) Kondisi Tidak Terendam Air

No	Sifat Mekanik	Hasil
1	Kohesi (c)	0,0414 kg/cm ²
2	Gesek Antar Muka (δ)	9,3 ⁰

4. Nilai Kohesi (c) dan Gesek Antar Muka (δ) Tanah Gambut - Geotekstil Woven (HRX250) Terendam Air.



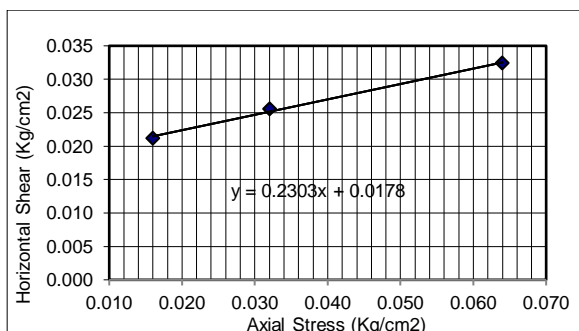
Gambar 6. Korelasi Gaya Normal dan Gaya Gesek Tanah-Geotekstil Woven (HRX250) Kondisi Terendam Air

Dari Gambar 6. Korelasi gaya normal dan gaya gesek tanah-geotekstil woven dalam kondisi terendam air dapat diketahui nilai kohesi dan sudut gesek tanah dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Sifat Mekanik Tanah Gambut-Geotekstil Woven (HRX250) Kondisi Terendam Air

No	Sifat Mekanik	Hasil
1	Kohesi (c)	0,0414 kg/cm ²
2	Gesek Antar Muka (δ)	9,3 ⁰

5. Nilai Kohesi (c) dan Gesek Antar Muka (δ) Gambut - Geotekstil Non Woven (TS600) Tidak Terendam Air



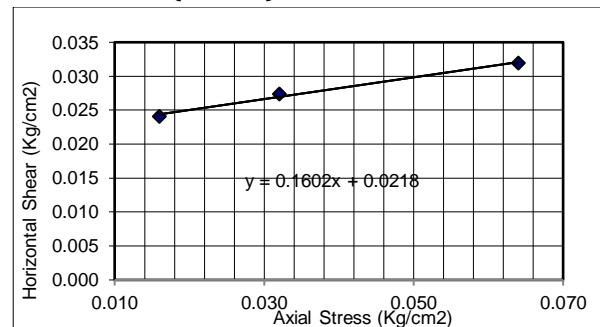
Gambar 7. Korelasi Gaya Normal dan Gaya Gesek Tanah Gambut-Geotekstil Non Woven (TS600) Tidak Terendam Air

Dari Gambar 7. Korelasi gaya normal dan gaya gesek tanah gambut-geotekstil non woven (TS600) kondisi tidak terendam air dapat diketahui nilai kohesi dan sudut gesek tanah dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Sifat Mekanik Tanah-Geotekstil Non Woven (TS600) kondisi tidak terendam air

No	Sifat Mekanik	Hasil
1	Kohesi (c)	0,0178 kg/cm ²
2	Gesek Antar Muka (δ)	12,9 ⁰

6. Nilai Kohesi (c) dan Gesek Antar Muka (δ) Tanah Gambut - Geotekstil Non Woven (TS600) Terendam Air.



Gambar 7. Korelasi Gaya Normal dan Gaya Gesek Tanah-Geotekstil Non Woven (TS600) Kondisi Terendam Air

Dari Gambar 7. Korelasi gaya normal dan gaya gesek tanah gambut-geotekstil non woven (TS600) kondisi terendam air dapat diketahui nilai kohesi dan sudut gesek tanah dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Sifat Mekanik Tanah Gambut-Geotekstil Non Woven (TS600) Kondisi Tidak Terendam Air

No	Sifat Mekanik	Hasil
1	Kohesi (c)	0,023 kg/cm ²
2	Gesek Antar Muka (δ)	9,1 ⁰

Rekap Nilai Kohesi (c), Sudut Gesek (ϕ), dan Rasio Gesek Antar Muka (δ/ϕ).

Dari hasil analisa di atas, dapat diketahui nilai-nilai kohesi, sudut gesek, dan gesek antar muka dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 9. Rekap Nilai Kohesi (c) dan Sudut Gesek (ϕ), dan Rasio Gesek Antar Muka (δ/ϕ)

No	Skema pengujian	Hasil Pengujian Laboratorium			
		Kohesi (c)	Sudut gesek (ϕ)	Gesek Antar Muka (δ)	rasio δ/ϕ
1	Tanah Asli (Tidak Terendam Air)	0,017	14,82 ⁰		
	Tanah Asli (Terendam Air)	0,029	10,78 ⁰		
2	Tanah Asli-Geotekstil Woven HRX250 (Tidak Terendam Air)	0,016		11,59 ⁰	0,78
	Tanah Asli-Geotekstil Woven HRX250 (Terendam Air)	0,041		9,32 ⁰	0,86
3	Tanah Asli-Geotekstil Non Woven TS600 (Tidak Terendam Air)	0,018		12,97 ⁰	0,88
	Tanah Asli-Geotekstil Non Woven TS600 (Terendam Air)	0,023		9,10 ⁰	0,84

Dari hasil analisis pada Tabel 9. diketahui nilai kohesi (c) pada tanah gambut sangat

kecil jika dibandingkan dengan jenis tanah lainnya sama halnya dengan nilai sudut gesek (ϕ) tanah gambut, ini dikarenakan komposisi penyusun tanah gambut didominasi oleh serat-serat hasil dari pembusukan tumbuh-tumbuhan yang mengalami dokomposisi oleh alam. Sehingga tanah gambut memiliki nilai kohesi dan sudut gesek yang sangat kecil.

Skema pengujian tanah gambut-geotekstil dapat dilihat terjadi penurunan terhadap nilai kohesi (c) dan sudut gesek (ϕ). Jika dilihat dari nilai kohesi (c) terbesar terjadi pada tanah asli-geotekstil woven (HRX250) kondisi terendam air sebesar 0,041, sedangkan nilai gesek antar muka (δ) terbesar terjadi pada tanah asli-geotekstil non woven (TS600) kondisi tidak terendam air sebesar 12,97⁰. Untuk rasio (δ/ϕ) tanah gambut jenis geotekstil woven (HRX250) memiliki rasio 0,78 untuk kondisi tidak terendam air sedangkan kondisi terendam air memiliki rasio 0,86. Geotekstil non woven (TS600) memiliki rasio 0,88 untuk kondisi tidak terendam air, sedangkan kondisi terendam air memiliki rasio 0,84. Hal ini terjadi karena perbedaan bentuk dari permukaan geotekstil itu sendiri sehingga dapat mempengaruhi dari nilai kuat gesek antar muka tanah-geotekstil, akan tetapi butiran tanah juga memiliki pengaruh terhadap kekuatan gesek antar muka tanah gambut yang didominasi oleh serat gambut itu sendiri.

Kesimpulan

Berdasarkan analisis terhadap data yang telah dilakukan maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut.

1. Tanah gambut yang berasal di daerah Gambut, Kabupaten Banjar, Kalimantan Selatan diklasifikasikan ke dalam gambut *Hemic* (Gambut matang sedang).

2. Dari hasil pengujian dapat diketahui kekuatan gesek antarmuka yang terjadi tidak hanya dipengaruhi oleh jenis geotekstilnya saja, akan tetapi kandungan serat pada tanah gambut juga memiliki pengaruh pada nilai sudut gesek antar muka tanah gambut-geotekstil.
3. Rasio (δ/ϕ) tanah gambut jenis geotekstil woven (HRX250) memiliki rasio 0,78 untuk kondisi tidak terendam air sedangkan kondisi terendam air memiliki rasio 0,86. Geotekstil non woven (TS600) memiliki rasio 0,88 untuk kondisi tidak terendam air, sedangkan kondisi terendam memiliki rasio 0,84.

Daftar Pustaka

- Ahmad Rifa'i. 2009. Perilaku Interaksi Tanah Geotekstil Terhadap Parameter Kuat Gesek. *Dinamika Teknik Sipil*. Volume 9 Nomor 1. Januari 2009 : 92 – 100.
- Asha, B.S. dan Mandal, J.N.. Filtration tests on marine clay-jute geotekstil filter sheats systems. *Electronic Journal of Geotechnical Engineers*. 17: 2659-2672.
- Azizah, F.N., Surjandari, N.S. dan As'ad, S. 2014. Penggunaan geotekstil pada lereng sungai gajah putih Surakarta. *E-Jurnal Matriks Teknik Sipil*. 2 (1): 140-146.
- Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah. 2004. *Perencanaan Konstruksi Timbunan Jalan Diatas Gambut Dengan Metode Pembebanan*. Jakarta.
- Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jendral Bina Marga Direktorat Bina Teknik. 2009. *Perencanaan dan Pelaksanaan Perkuatan Tanah Dengan Geosintetik*. Jakarta.
- Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga. 2009. *Perencanaan dan Pelaksanaan Perkuatan Tanah Dengan Geosintetik*. Jakarta.
- Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jendral Bina Marga. 2009. *Spesifikasi Khusus Interim Seksi 3.5 Geotekstil*. Jakarta
- Hardiyatmo, H. C. 2012. *Mekanika Tanah I*. Edisi 6. Gadjah Mada University Press.
- Hardiyatmo, H. C. 2013. *Geosintetik Untuk Rekayasa Jalan Raya Perancangan dan Aplikasi*. Edisi 2. Gadjah Mada University Press.
- Laksono, T. D. 2011. Perbaikan Tanah Dengan Menggunakan Geotekstil. *Journal Teodolita* 12 (2): 19-26.
- Saputra, N.A. Rustam Effendi. dan Markawie. 2013. Kekuatan Gesek Antarmuka Laterit Palangkaraya dan Geotekstil Berdasarkan Uji Gesek Langsung. *Jurnal Teknologi Berkelanjutan (Sustainable Technology Journal)* Volume 2 Nomor 1. (2013)pp.63-72.

