

PERILAKU TANAH LEMPUNG BERPASIR DI BANJARMASIN AKIBAT GAYA INTERFACE PADA GEOTEXTILE

oleh :

Muhammad Fitriansyah

Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Banjarmasin

Email : fitriansyahm3@gmail.com

Ichwan Setiawan

Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Banjarmasin

Email : ichwansetiawan83@gmail.com

Abstrak : Banyak masalah yang ditimbulkan dalam pembangunan proyek bangunan sipil pada tanah lempung. Berbagai jenis tanah lempung banyak ditemukan di daerah Kota Banjarmasin dan di beberapa daerah di Kalimantan Selatan maupun disekitarnya salah satunya yaitu tanah lempung berpasir terutama pada tanah lempung berpasir untuk menambahkan daya dukung dari tanah tersebut. Interaksi tanah dengan geotekstil bisa saja berbeda tergantung jenis tanahnya. Tujuan penelitian ini yaitu mengetahui nilai kohesi, sudut gesek, dan rasio gesek (δ/ϕ) antar muka tanah lempung berpasir-geotekstil dalam kondisi tidak terendam air dan kondisi terendam air. Berdasarkan penelitian sebelumnya Kekuatan Geser Antarmuka Laterit Palangkaraya Dan Geotekstil Berdasarkan Uji Geser Langsung diketahui rasio δ/ϕ tanah laterit Palangkaraya dengan geotekstil secara umum adalah woven HRX 250 (halus) sebesar 0,81 hingga 0,90, woven HRX 300 (agak kasar) sebesar 0,75 hingga 0,77.

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 lempung berpasir memiliki kohesi (c) 0,0033 dan sudut gesek $20,5^\circ$ untuk kondisi tidak terendam air, sedangkan kondisi terendam air memiliki kohesi (c) 0,0027 dan sudut gesek $17,7^\circ$. Gesek antar muka tanah lempung berpasir - geotekstil woven (HRX250) kondisi tidak terendam air $21,7^\circ$ dengan rasio (δ/ϕ) 1,06 dan kondisi terendam air $18,1^\circ$ dengan rasio (δ/ϕ) 1,02. Gesek antar muka tanah lempung berpasir - geotekstil non woven (TS600) kondisi tidak terendam air $20,9^\circ$ dengan rasio (δ/ϕ) 1,01 dan kondisi terendam air $18,4^\circ$ dengan rasio (δ/ϕ) 1,04.

Kata Kunci : Lempung, Gesek, Kohesi

Abstract : Many problems arise in the construction of civil building projects on clay soils. Various types of clay soils are found in the city of Banjarmasin and in several areas in South Kalimantan and around it, one of which is sandy loam, especially on sandy loam soils to increase the bearing capacity of the soil. Soil interactions with geotextiles may be different depending on the type of soil. The purpose of this study is to determine the value of cohesion, friction angle, and friction ratio (δ / ϕ) to the interface of sandy loam-geotextile in non-water and water-immersed conditions. Based on previous research, the Interfacial Shear Strength of Palangkaraya Laterite and Geotextile Based on the Direct Shear Test, it is known that the $\delta /$ ratio of Palangkaraya laterite soil to geotextiles in general is woven HRX 250 (fine) of 0.81 to 0.90, woven HRX 300 (slightly coarse) of 0.75 to 0.77. The method used is a laboratory scale experimental method with the conditions of the test object not submerged and submerged in water. Geotextiles used are woven (HRX250) and non-woven (TS600). The test results show that the sandy clay soil has a cohesion (c) of 0.0033 and a friction angle of 20.50 for non-submerged conditions, while the submerged condition has a cohesion (c) of 0.0027 and a friction angle of 17.70 . The friction interface of the clay sandy- geotextile woven (HRX250) is not submerged in water 21.70 with a ratio (δ / ϕ) 1.06 and submerged conditions 18.10 with a ratio ($\delta /$

ϕ) 1.02. The interface friction of sandy clay-geotextile nonwoven (TS600) is not submerged in 20.90 with a ratio of (δ / ϕ) 1.01 and 18.40 in waterlogged conditions with a ratio (δ / ϕ) of 1.04.

Keywords : Clay, Friction, Cohesion

Pendahuluan

Banyak masalah yang ditimbulkan dalam pembangunan proyek bangunan sipil pada tanah lempung. Tanah lempung memiliki karakteristik yang memiliki kompresibilitas yang tinggi, pemampatan yang tinggi, dan memiliki daya dukung yang rendah jika ditinjau dari sifat-sifat mekaniknya. Berbagai jenis tanah lempung banyak ditemukan di daerah Kota Banjarmasin dan di beberapa daerah di Kalimantan Selatan maupun disekitarnya salah satunya yaitu tanah lempung berpasir. Tanah lempung berpasir paling banyak digunakan sebagai bahan timbunan/urugan untuk lapisan struktur jalan raya. Dengan kondisi tanah di daerah Kalimantan Selatan pada umumnya berjenis tanah yang lunak, biasanya para perencana proyek menambahkan perkuatan dengan menggunakan geotekstil. Cukup banyak proyek pembangunan terutama proyek pembangunan jalan di Kalimantan Selatan yang menggunakan bahan geotekstil terutama pada tanah lempung berpasir sebagai bahan timbunan. Dengan adanya penambahan perkuatan menggunakan bahan geotekstil maka secara langsung terjadi kontak antara permukaan tanah-geotekstil. Interaksi butiran tanah pada permukaan 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 yang mengangkat rasio gesek permukaan antara tanah-geotekstil khususnya dalam tinjauan gaya gesek antara permukaan tanah

lempung berpasir dengan permukaan geotekstil.

Berdasarkan dari hasil penelitian yang telah dilakukan oleh Saputra, Norseta Ajie (2013), dengan judul "Kekuatan Geser Antarmuka Laterit Palangkaraya Dan Geotekstil Berdasarkan Uji Geser Langsung". Dari pegujian didapat rasio δ/ϕ tanah laterit Palangkaraya dengan geotekstil secara umum adalah *woven* HRX 250 (halus) sebesar 0,81 hingga 0,90, *woven* HRX 300 (agak kasar) sebesar 0,75 hingga 0,77.

Tujuan penelitian ini adalah agar menjadi bahan referensi dalam ilmu pengetahuan dan perencanaan dibidang pembangunan pada tanah lempung berpasir yang menerapkan bahan geotekstil sebagai bahan perkuatannya. Penelitian dilakukan dengan meninjau gesekan atau kohesi dan nilai sudut geser yang terjadi antara permukaan tanah lempung berpasir-geotekstil. Metode yang digunakan adalah metode eksperimen di laboratorium mekanika tanah dengan menggunakan alat uji geser langsung, dimana benda uji geotekstil diselipkan diantara penahan dan tanah lempung berpasir.

Karakteristik Fisik Tanah Lempung

Bowles (1989), mineral-mineral pada tanah lempung umumnya memiliki sifat-sifat sebagai berikut.

1. Berukuran kurang dari 0,002 mm.
2. Tingkat permeabilitas yang rendah.
3. Bersifat kohesif.
4. Kembang susut yang tinggi.

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 dibidang 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 PP (*Polypropylene Polymer*) dan ada juga dari PET (*Polyester*) 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 *micro* 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 PET (*Polimer Polyesther*) atau PP (*Polypropylene*) (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 (Hardiyatmo, H. C. 2012).

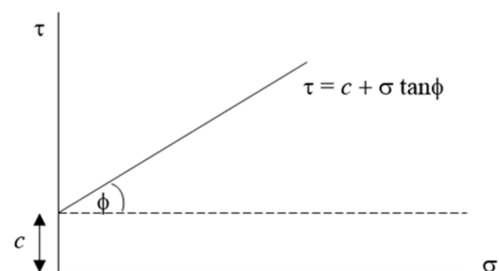
- Pada tanah berbutir halus (kohesif) misalnya tanah lempung, kekuatan gesek yang dimiliki tanah disebabkan karena adanya kohesi atau lekatan antara butir-butir tanah.
- Pada tanah berbutir kasar (non kohesif), kekuatan gesek disebabkan karena adanya gesekan antara butir-butir tanah sehingga sering disebut 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) (Hardiyatmo, H. C. 2013). Grafik kuat gesek tanah dapat dilihat pada gambar di bawah ini. Sedangkan kuat gesek tanah dinyatakan dengan rumus:

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

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

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. Korelasi Tekanan Normal dan Tegangan Geser

Penelitian sebelumnya yang pernah dilakukan dengan tinjauan gaya gesek permukaan tanah-geotekstil sebagai berikut:

- Saputra, Norseta Ajie (2013), melakukan pengujian dengan judul

“Kekuatan Geser Antarmuka Laterit Palangkaraya Dan Geotekstil Berdasarkan Uji Geser Langsung”. Dari pengujian didapat rasio δ/ϕ tanah laterit Palangkaraya dengan geotekstil secara umum adalah *woven* HRX 250 (halus) sebesar 0,81 hingga 0,90, *woven* HRX 300 (agak kasar) sebesar 0,75 hingga 0,77.

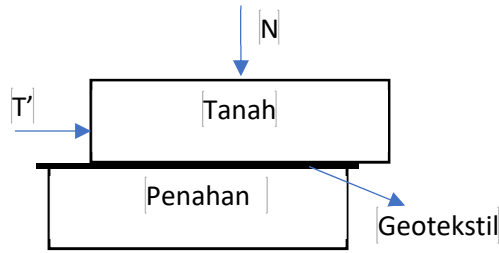
- Ahmad Rifa'i (2009) melakukan pengujian dengan judul “Perilaku Interaksi Tanah-Geotekstil Terhadap Parameter Kuat Geser Tanah”. dari penelitian tersebut sampel tanah yang digunakan adalah pasir dan lempung pada kondisi kepadatan kering maksimum yang bervariasi. Dari hasil analisis didapatkan nilai parameter tanah lempung pada kondisi OMC dan MDD yaitu $c = 39,06 \text{ kN/m}^2$ dan sudut gesek dalam $(\phi) = 26,6^\circ$. Nilai parameter sudut gesek dalam pasir adalah $(\phi) = 33,7^\circ$ pada $Dr = 50\%$ dan $38,2^\circ$ pada $Dr = 90\%$. Pengaruh parameter c dan δ dalam simulasi numeris diwujudkan dalam nilai parameter interface. Semakin tinggi nilai interface mengakibatkan menurunnya *displacement*, momen dan gaya geser sehingga menaikkan nilai faktor aman.
- Nurul Azizah (2013) melakukan pengujian penggunaan geotekstil pada lereng sungai Gajah Putih Surakarta. Dari hasil pengujian tersebut Penggunaan geotekstil mampu memperkuat lereng sungai Gajah Putih, sehingga pemasangannya sangat tepat untuk mengatasi kelongsoran yang terjadi dan sebagai filtrasi. Konfigurasi pemasangan geotekstil yang bervariasi berpengaruh terhadap angka keamanan.

Metodologi Penelitian

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

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

- Melakukan kajian literatur berupa buku-buku, jurnal ilmiah, serta informasi-informasi yang terkait pada penelitian.
- Mengumpulkan data-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 lempung berpasir (*disturb*) di daerah Kota Banjarmasin dan material geotekstil *woven* dan *non woven*.
- Penentuan kadar air optimum (w_{opt}) dengan menggunakan pengujian pemadatan standar.
- 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.
- Pengujian laboratorium dan analisis data.
- Penyusunan laporan akhir.



Gambar 2. Penempatan Geotekstil Dalam Pengujian Geser Langsung

Diskusi dan Pembahasan

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

1. Sifat fisik tanah asli

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

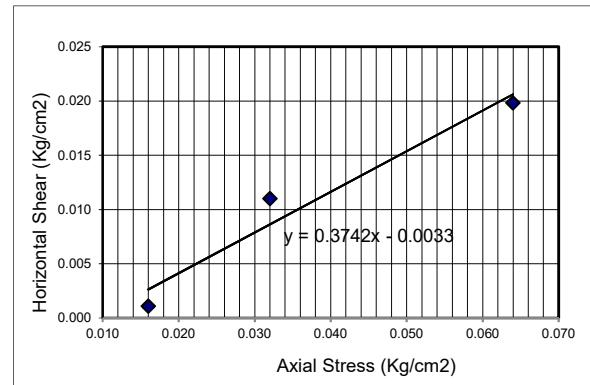
Tabel 2. Sifat Fisik Tanah Asli

No	Sifat Fisik Tanah Gambut	Hasil
1	Kadar air (w)	24,41%
2	Berat jenis	2,58
3	γ_{sat}	1,7 gr/m ³
4	LL	32,17%
5	PL	15,41%
6	PI	16,76%
7	Analisa saringan	
8	Kerikil	4,31%
9	Pasir	31,57%
10	Lanau	8,91%
11	Lempung	55,21%

Berdasarkan dari data di atas dapat dilihat, bahwa tanah asli memiliki kadar air 24,41%, LL 32,17%, PL 15,41%, dan PI 16,76%. Serta tanah asli mengandung kerikil 4,31%, pasir 31,57%, lanau 8,91%, dan lempung 55,21%. Data tersebut dapat diketahui klasifikasi tanah menurut AASHTO dengan kelompok A-6 yaitu tanah lempung. Sedangkan klasifikasi tanah menggunakan USCS dengan kelompok CL yaitu tanah lempung berpasir.

2. Sifat mekanik uji geser tanah asli

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

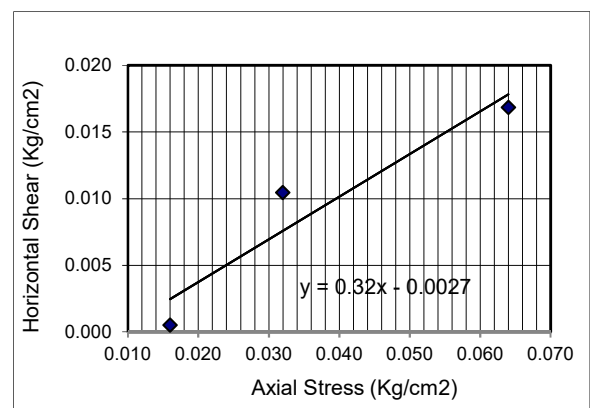


Gambar 3. Korelasi Gaya Normal dan Gaya Gesek Tanah Asli Tidak Terendam Air

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)	0,0033 kg/cm ²
2	Sudut gesek (ϕ)	20,5 ⁰



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

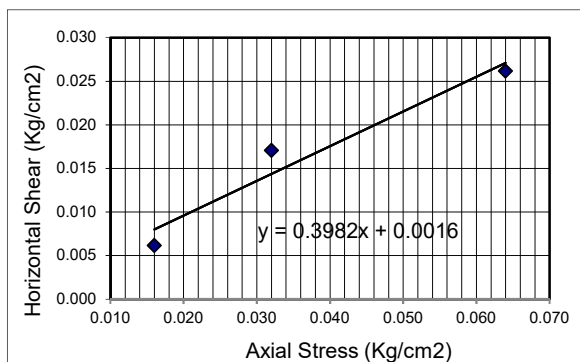
Dari Gambar 4. Korelasi gaya normal dan gaya gesek tanah gambut asli dalam kondisi

terendam air dapat diketahui nilai kohesi dan sudut gesek tanah dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Sifat Mekanik Tanah Asli Kondisi Terendam Air

No	Sifat Mekanik	Hasil
1	Kohesi (c)	0,0027 kg/cm ²
2	Sudut gesek (φ)	17,7 ⁰

3. Nilai kohesi (c) dan gesek antar muka (δ) tanah lempung berpasir-geotekstil woven (HRX250) tidak terendam air. Sifat mekanik tanah - geotekstil woven dari uji laboratorium dapat dilihat pada Gambar 5.



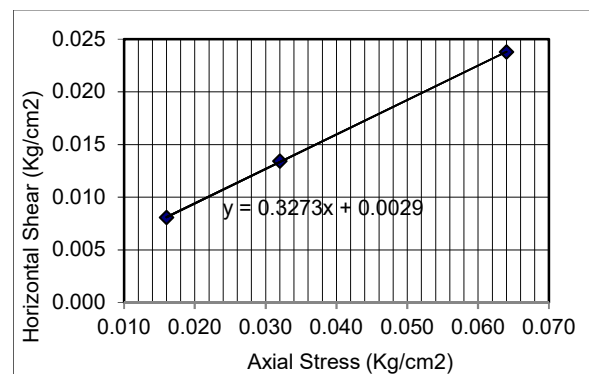
Gambar 5. Korelasi Gaya Normal dan Gaya Gesek Tanah Gambut - Geotekstil Woven (HRX250) Kondisi tidak Terendam Air

Dari Gambar 5. Korelasi gaya normal dan gaya gesek tanah lempung berpasir - 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 Lempung Berpasir - Geotekstil Woven (HRX250) Kondisi Tidak Terendam Air

No	Sifat Mekanik	Hasil
1	Kohesi (c)	0,0016 kg/cm ²
2	Gesek Antar Muka (δ)	21,7 ⁰

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



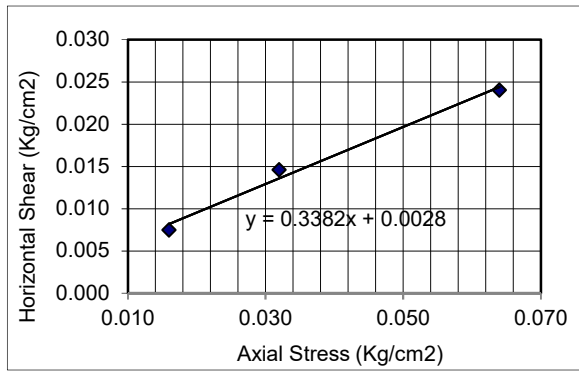
Gambar 6. Korelasi Gaya Normal dan Gaya Gesek Tanah - Geotekstil Woven (HRX250) Kondisi Terendam Air

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 Lempung Berpasir - Geotekstil Woven (HRX250) Kondisi Terendam Air

No	Sifat Mekanik	Hasil
1	Kohesi (c)	0,0029 kg/cm ²
2	Gesek Antar Muka (δ)	20,9 ⁰

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



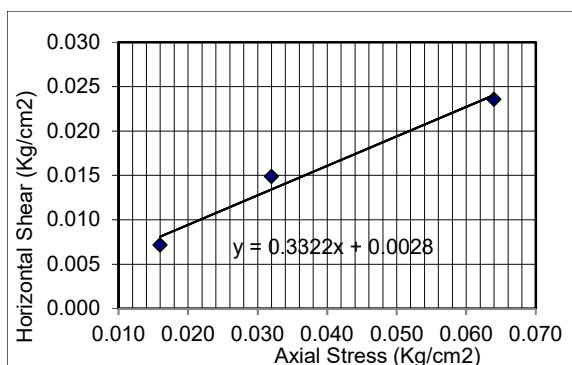
Gambar 7. Korelasi Gaya Normal dan Gaya Gesek Tanah Gambut - Geotekstil Non Woven (TS600) Kondisi Tidak Terendam Air

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 Lempung Berpasir - Geotekstil Non Woven (TS600) Kondisi Tidak Terendam Air

No	Sifat Mekanik	Hasil
1	Kohesi (c)	0,0029 kg/cm ²
2	Gesek Antar Muka (δ)	18,1 ⁰

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



Gambar 8. Korelasi Gaya Normal dan Gaya Gesek Tanah-Geotekstil Non Woven (TS600) Kondisi Terendam Air

Dari Gambar 8. Korelasi gaya normal dan gaya gesek tanah lempung berpasir-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 Lempung Berpasir-Geotekstil Non Woven (TS600) Kondisi Tidak Terendam Air

No	Sifat Mekanik	Hasil
1	Kohesi (c)	0,0028 kg/cm ²
2	Gesek Antar Muka (δ)	18,4 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)	0,0033	20,5 ⁰	-	-
	Tanah Asli	0,0027	17,7 ⁰	-	-

No	Skema pengujian	Hasil Pengujian Laboratorium			
		Ko hes i (c)	Sud ut gese k (ϕ)	Gesek Antar Muka (δ)	ras io δ/ϕ
	(Terendam Air)				
2	Tanah Asli-Geotekstil <i>Woven</i> HRX250 (Tidak Terendam Air)	0,0016		21,7 ⁰	1,06
	Tanah Asli-Geotekstil <i>Woven</i> HRX250 (Terendam Air)	0,0029		18,1 ⁰	1,02
3	Tanah Asli-Geotekstil <i>Non Woven</i> TS600 (Tidak Terendam Air)	0,0028		20,9 ⁰	1,01
	Tanah Asli-Geotekstil <i>Non</i>	0,0028		18,4 ⁰	1,04

No	Skema pengujian	Hasil Pengujian Laboratorium			
		Ko hes i (c)	Sud ut gese k (ϕ)	Gesek Antar Muka (δ)	ras io δ/ϕ
	<i>Woven</i> TS600 (Terendam Air)				

Dari hasil analisis pada Tabel 9. diketahui nilai kohesi (c) pada tanah lempung berpasir cukup kecil jika dibandingkan dengan jenis tanah lainnya sedangkan nilai sudut gesek (ϕ) tanah lempung berpasir cukup besar, dikarenakan komposisi penyusun tanah lempung berpasir terdiri dari mineral-mineral lempung dan butira-butiran pasiran akan saling mengikat dengan butiran-butiran tanah.

Skema pengujian tanah lempung berpasir-geotekstil dengan menggunakan tipe geotekstil *woven* (HRX250) dan *non woven* (TS600), dapat dilihat telah terjadi peningkatan terhadap nilai kohesi (c) dan sudut gesek (ϕ). Jika dilihat dari nilai kohesi (c) terbesar terjadi pada tanah lempung berpasir-geotekstil *woven* (HRX250) kondisi terendam air sebesar 0,0029, sedangkan nilai gesek antar muka (δ) terbesar terjadi pada tanah asli-geotekstil *woven* (HRX250) kondisi tidak terendam air sebesar 21,7⁰. Untuk rasio (δ/ϕ) tanah lempung berpasir jenis geotekstil *woven* (HRX250) memiliki rasio 1,06 untuk kondisi tidak terendam air sedangkan kondisi terendam air memiliki rasio 1,02. Geotekstil *non woven* (TS600) memiliki rasio 1,01 untuk kondisi tidak terendam air, sedangkan kondisi terendam memiliki rasio 1,04. dari hasil tersebut diketahui terdapat perbedaan nilai rasio,

ini terjadi karena perbedaan bentuk dari permukaan geotekstil itu sendiri sehingga dapat mempengaruhi dari nilai kuat gesek antar muka tanah lempung berpasir-geotekstil, akan tetapi butiran tanah juga memiliki pengaruh terhadap kekuatan gesek antar muka tanah yang didominasi oleh mineral-mineral lempung dan butiran-butiran pasir.

Kesimpulan

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

1. diketahui terdapat perbedaan nilai rasio, ini terjadi karena perbedaan bentuk dari permukaan geotekstil itu sendiri sehingga dapat mempengaruhi dari nilai kuat gesek antar muka tanah lempung berpasir-geotekstil, akan tetapi butiran tanah juga memiliki pengaruh terhadap kekuatan gesek antar muka tanah yang didominasi oleh mineral-mineral lempung dan butiran-butiran pasir.
2. Rasio (δ/ϕ) tanah lempung berpasir jenis dengan tipe geotekstil *woven* (HRX250) memiliki rasio 1,06 untuk kondisi tidak terendam air sedangkan kondisi terendam air memiliki rasio 1,02. Geotekstil *non woven* (TS600) memiliki rasio 1,01 untuk kondisi tidak terendam air, sedangkan kondisi terendam memiliki rasio 1.04.

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.

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 Jenderal 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.

Saputra, Norseta Aji 2013, *Kekuatan geser antarmuka laterit Palangkaraya dan geotekstil berdasarkan uji geser langsung*. Prog. Pasca sarjan Unlam / Magister Teknik Sipil.

