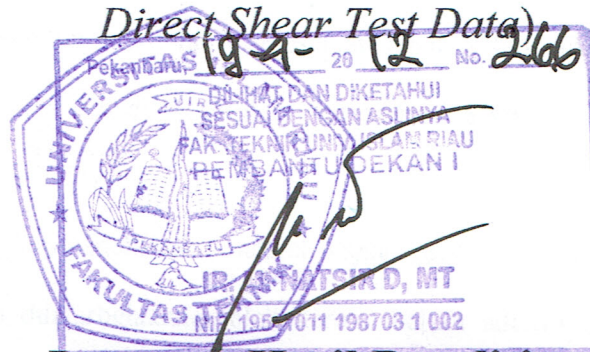


**Penentuan Koefisien Gesek Bidang Kontak
Tanah Kohesif dengan Geotekstil
Berdasarkan Data Uji Geser Langsung**

*(Determining the Friction Coefficient of Cohesive
Soils-Geotextile Interface Based on the
Direct Shear Test Data)*



Laporan Hasil Penelitian

No. Kontrak: 019/KONTRAK/LP-UIR/2007

Oleh:
Anas Puri, ST., MT.

**LEMBAGA PENELITIAN
UNIVERSITAS ISLAM RIAU
PEKANBARU
2007**

**Penentuan Koefisien Gesek Bidang Kontak
Tanah Kohesif dengan Geotekstil
Berdasarkan Data Uji Geser Langsung**

*(Determining the Friction Coefficient of Cohesive
Soils-Geotextile Interface Based on the
Direct Shear Test Data)*

Laporan Hasil Penelitian

No. Kontrak: 019/KONTRAK/LP-UIR/2007

Oleh:
Anas Puri, ST., MT.

**LEMBAGA PENELITIAN
UNIVERSITAS ISLAM RIAU
PEKANBARU
2007**

**Penentuan Koefisien Gesek Bidang Kontak
Tanah Kohesif dengan Geotekstil
Berdasarkan Data Uji Geser Langsung**

*(Determining the Friction Coefficient of Cohesive
Soils-Geotextile Interface Based on the
Direct Shear Test Data)*

Laporan Hasil Penelitian

No. Kontrak: 019/KONTRAK/LP-UIR/2007

Oleh:
Anas Puri, ST., MT.

Menyetujui:

Rektor Universitas Islam Riau,

Direktur Lembaga Penelitian UIR,

Prof. Dr. Ir. Hasan Basri Jumin, M.Sc.

H. M. Husnu Abadi, SH, M.Hum.

**LEMBAGA PENELITIAN
UNIVERSITAS ISLAM RIAU
PEKANBARU
2007**

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum w.w.,

Puji syukur penulis sanjungkan keharibaan Allah SWT atas rahmat dan karunia-Nya penelitian ini dapat diselesaikan tepat waktu. *Shalawat* dan salam penulis aturkan pula kepada Rasulullah Muhammad SAW yang telah membawa Islam *rahmatan lil 'alamin*.

Ruang lingkup penelitian ini adalah kajian geoteknik dalam bidang Teknik Sipil. Penelitian dilatarbelakangi oleh karena belum adanya suatu pendekatan yang lebih baik dalam penentuan koefisien gesek antara tanah kohesif dan geotekstil. Koefisien tersebut diperlukan dalam perencanaan maupun perancangan konstruksi dengan suatu perkuatan tanah. Pada penelitian ini dicoba diturunkan suatu pendekatan berdasarkan data uji geser langsung dari berbagai peneliti.

Demikian laporan ini dibuat, kiranya dapat bermanfaat dalam pengembangan ilmu pengetahuan di bidang geoteknik. Selanjutnya saran dan koreksi atas laporan ini akan menjadi suatu perhatian tersendiri bagi penulis untuk kesempurnaan di masa datang.

Pekanbaru, 4 Oktober 2007.

Penulis,

Anas Puri, S.T., M.T.

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	1
KATA PENGANTAR	2
DAFTAR ISI	3
DAFTAR GAMBAR	4
ABSTRAK	5
I. PENDAHULUAN	6
A. Latar Belakang	6
B. Rumusan Masalah	6
C. Tujuan Penelitian	7
D. Faedah Penelitian	7
E. Tinjauan Pustaka	7
II. METODE PENELITIAN	10
A. Tahapan Pelaksanaan Penelitian	10
B. Cara Analisis	10
III. HASIL DAN PEMBAHASAN	12
A. Parameter Kuat Geser Tanah dan Bidang Kontak (<i>Interface</i>)	12
B. Hub. Sudut Gesek Bidang Kontak & Sudut Gesek Internal Tanah	12
C. Hubungan Koefisien Gesek Tanah-Geotekstil dan Sudut Gesek Internal Tanah	14
D. Hubungan Kuat Geser Bidang Kontak dengan Indeks Plastisitas	16
E. Faktor Adhesi Bidang Kontak	17
F. Hubungan Sudut Gesek Bidang Kontak dengan Ukuran Kotak Geser	20
IV. KESIMPULAN DAN SARAN	21
A. Kesimpulan	21
B. Saran	21
DAFTAR PUSTAKA	22
Lampiran A. Data <i>Interface</i> Tanah Kohesif dan Geotekstil	
Lampiran B. Hasil Analisis Statistik Koefisien Gesek Bidang Kontak	
Lampiran C. Hasil Analisis Statistik Faktor Adhesi	
Lampiran D. Hasil Analisis Hubungan Indeks Plastisitas dan Ukuran Kotak Geser	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Bagan alir penelitian	11
Gambar 3.1. Hubungan sudut gesek bidang kontak dengan sudut gesek internal tanah	13
Gambar 3.2. Rasio sudut gesek bid. kontak terhadap sudut gesek internal tanah	14
Gambar 3.3. Hubungan koefisien gesek bidang kontak dengan sudut Gesek internal tanah	15
Gambar 3.4. Hubungan sudut gesek bidang kontak vs. indeks plastisitas	17
Gambar 3.5. Hubungan adhesi bidang kontak vs. indeks plastisitas	17
Gambar 3.6. Hubungan kohesi bidang kontak vs. kohesi tanah	18
Gambar 3.7. Hubungan faktor adhesi vs. kohesi tanah	18
Gambar 3.8. Hubungan sudut gesek bidang kontak vs. panjang kotak	20

ABSTRAK

Di dalam desain perkuatan tanah (*soil reinforcement*) dengan menggunakan geotekstil diperlukan koefisien gesek bidang kontak (*interface*) antara tanah dan geotekstil, baik untuk tanah granular maupun tanah kohesif. Nilai pendekatan koefisien gesek tersebut sering diambil sebesar $[\frac{2}{3} \tan \phi]$ untuk tanah kohesif. Apakah pendekatan tersebut cukup efisien ataukah konservatif.

Pada penelitian ini diberikan suatu pendekatan dalam penentuan koefisien gesek yang didasarkan pada data empirik dari berbagai peneliti. Data yang digunakan adalah uji geser langsung antara tanah kohesif dan geotekstil.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa koefisien gesek bidang kontak tanah kohesif dan geotekstil lebih besar dari nilai $\tan \phi$, yang dibuktikan pula dengan nilai sudut gesek bidang kontak δ cenderung lebih besar dari sudut gesek internal tanah ϕ . Oleh karena itu pendekatan sebesar $[\frac{2}{3} \tan \phi]$ akan menghasilkan perencanaan yang sangat aman, dimana faktor keamanan juga diberikan pada tanah dan geotekstil. Kohesi tanah merupakan bagian penting untuk terbentuknya tahanan lekatan (*bond resistance*) pada bidang kontak, sehingga kohesi bidang kontak harus diperhitungkan dalam desain.

Kata-kata kunci: bidang kontak (*interface*), tanah kohesif, geotekstil, koefisien gesek, kohesi, uji geser langsung.

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Di dalam perencanaan konstruksi perkuatan tanah dengan menggunakan bahan perkuatan tanah berupa geotekstil, selain harus diketahui sifat-sifat tanah dan bahan geotekstil, juga diperlukan perilaku interaksi antara tanah dan geotekstil. Interaksi tanah dan geotekstil dapat dinyatakan dengan suatu koefisien yang disebut koefisien gesek (*friction coefficient*, μ). Permasalahannya adalah, tidak setiap perencanaan dapat dilakukan pengujian untuk menentukan koefisien gesek tersebut, sehingga sering nilai koefisien gesek ini diambil nilai pendekatan. Nilai pendekatan koefisien gesek untuk tanah dan geotekstil yang sering digunakan adalah sebesar $\mu = \frac{2}{3} \sim \frac{3}{4} \tan \phi$, dimana ϕ adalah sudut gesek internal tanah. Akan tetapi apakah pendekatan tersebut dapat digunakan untuk semua jenis tanah, padahal tanah granular dan tanah kohesif mempunyai sifat-sifat yang berbeda. Apakah pendekatan tersebut cukup efisien ataukah konseravtif? Puri (2003) telah memberikan suatu penentuan koefisien gesek antara pasir dan geotekstil yang lebih efisien dibanding dengan pendekatan yang sering digunakan. Bagaimana koefisien gesek antara tanah kohesif dan geotekstil, akan dikaji pada penelitian ini.

B. Rumusan Masalah

Bagaimana hubungan koefisien gesek antara tanah kohesif dan geotekstil serta penentuan koefisien gesek tersebut dengan suatu pendekatan empiris.

C. Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk menentukan koefisien gesek antara tanah kohesif dengan geotekstil, serta pendekatan dalam penentuan koefisien gesek antara tanah kohesif dengan geotekstil.

D. Faedah Penelitian

Faedah yang diharapkan dari penelitian ini adalah dapat memberikan suatu alternatif penentuan koefisien gesek antara tanah kohesif dengan geotekstil yang lebih efisien dan tidak konservatif. Selain itu, juga untuk menambah khazanah kajian dalam bidang geoteknik.

E. Tinjauan Pustaka

Geometri, kekasaran dan kekakuan perkuatan, serta jenis dan kondisi tanah menjadi faktor penentu karakteristik friksi antara tanah dan perkuatan (Mitchell & Villet, 1987; Makiuchi & Miyamori, 1988; Puri, 2003a; Puri, Hardiyatmo & Suhendro, 2003). Pada *interface* pasir dan geotekstil, perilaku *post peak shear stress* sangat berkurang dibanding pada uji geser pasir saja (Puri, 2003a; Lee & Manjunath, 2000). Selain itu, juga terjadi penurunan kekakuan geser awal (*initial shear stiffness*) yaitu friksi yang termobilisasi sangat rendah pada rentang *displacement* yang kecil (Puri, Hardiyatmo & Suhendro, 2003; Makiuchi & Miyamori, 1988).

Interaksi antara tanah dan perkuatan umumnya dinyatakan sebagai koefisien gesek tampak (*apparent friction coefficient*) μ^* , yaitu:

$$\mu^* = \tan \delta \quad (1)$$

dimana δ = sudut gesek antara tanah dan perkuatan. Besarnya nilai puncak dan residual dari μ^* merupakan fungsi kondisi natural tanah (ukuran dan bentuk butiran), karakteristik gesek dan kepadatan tanah, tegangan *overburden* efektif, faktor geometri dan kekasaran permukaan perkuatan, kekakuan perkuatan serta jumlah butiran halus di dalam tanah—jumlah butiran halus di dalam tanah menjadi faktor yang sangat kritis (Mitchell dan Villet, 1987).

Pengujian yang dapat dilakukan untuk dapat menentukan koefisien gesek tersebut di atas adalah uji geser langsung (*direct shear test*) dan uji cabut (*pullout test*). Oleh karena itu, bila kedua pengujian tersebut tidak tersedia, maka umumnya sudut gesek antara tanah dan geotekstil (δ) diambil nilai pendekatan dengan mengasumsikan bahwa δ lebih rendah dari sudut gesek internal tanah ϕ (Cancelli dkk, 1992 dalam Lee dan Manjunath (2000)), misalnya $\delta = \tan^{-1} (\frac{2}{3} \tan \phi)$ (Mitchell dan Villet, 1987) atau terkadang digunakan $\delta = \frac{2}{3}\phi$ (Mitchell dan Villet, 1987; US Forest Service Method; Das, 1995), $\delta = \phi$ untuk *woven fabric* (Broms, 1978), atau $\tan \delta = 0,65 \tan \phi$ (AASHTO, 1990), untuk semua geotekstil *woven* dan *non woven* $\tan \delta = 0,60 \sim 1,00 \tan \phi'$ (Williams dan Houlihan, 1987), *smooth metal* $\tan \delta = 0,4 \tan \phi'$ (Kishida dan Uesugi, 1987; Potyondy, 1961 dalam Kishida dan Uesugi, 1987), geotekstil *woven* kasar $\tan \delta = 0,80 \sim 1,00 \tan \phi'$ (Jewell, 1996), tanah granular-lembar padat polymer $\tan \delta \approx 0,6 \tan \phi'$ (Jewell, 1996), dan $\tan \delta = \frac{2}{3} \sim \frac{3}{4} \tan \phi$ yang umumnya diambil $\tan \delta = \frac{2}{3} \tan \phi$ untuk geotekstil dan $\tan \delta = \frac{3}{4} \tan \phi$ untuk geogrid (Suryolelono, 2000). Sehingga pada kasus tertentu nilai pendekatan ini menjadi konservatif.

Puri (2003) melalui penelitiannya dengan menggunakan tanah pasir pantai bulat seragam (*well rounded beach sand*) dan geotekstil niranyam serta data-data dari peneliti lainnya dari uji geser langsung, mengusulkan persamaan (2) untuk memprediksi besarnya koefisien gesek tampak μ^* pada *interface* pasir dan geotekstil niranyam.

$$\mu^* = 0,00004\phi^2 + 0,0158\phi \quad (2)$$

Dari persamaan (2) di atas, terlihat bahwa untuk memprediksi nilai koefisien gesek tampak μ^* hanya diperlukan sudut gesek internal tanahnya, ϕ . Persamaan tersebut dapat digunakan dalam hal tidak tersedia pengujian pada *interface*.

Puri & Wanim (2003a, 200b) membandingkan koefisien gesek bidang kontak lempung Pekanbaru dan geotekstil dengan nilai koefisien gesek yang dihitung dengan menggunakan persamaan (2). Diperoleh bahwa koefisien yang dihitung dengan persamaan (2) mendekati koefisien gesek hasil pengujian, baik untuk perkuatan berupa geotekstil anyaman maupun niranyam. Namun demikian, kesimpulan tersebut masih sangat terbatas mengingat tanah yang diteliti hanya satu jenis.

II. METODE PENELITIAN

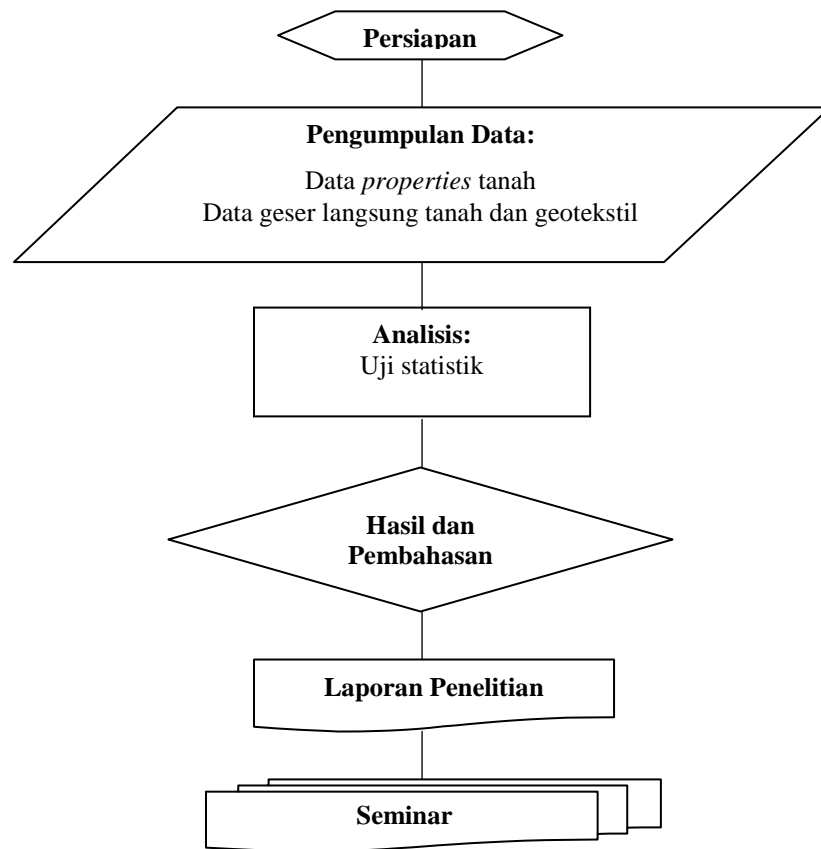
A. Tahapan Pelaksanaan Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan data hasil uji geser langsung antara tanah kohesif dan geotekstil yang diperoleh dari berbagai sumber, yaitu buku, laporan penelitian, prosiding, dan jurnal. Jenis uji geser adalah uji geser langsung di laboratorium (skala laboratorium). Adapun langkah-langkah yang dilakukan pada penelitian ini sebagaimana ditunjukkan pada bagan alir penelitian (Gambar 2.1) dan dapat dijelaskan sebagai berikut

1. Persiapan, meliputi perizinan penelitian;
2. Pengumpulan dan pemilahan data, sekaligus resume data;
3. Analisis dan interpretasi;
4. Penyusunan laporan penelitian;
5. Publikasi hasil penelitian (seminar).

B. Cara Analisis

Cara analisis dilakukan sebagai berikut. Data sudut gesek internal tanah dan sudut gesek tanah-geotekstil diplot dalam bentuk grafik dan dengan cara yang sama untuk sudut gesek internal tanah dan koefisien gesek tanah-geotekstil. Tabulasi data dan penggambaran grafik menggunakan Microsoft Office Excel. Uji statistik yang dilakukan meliputi uji t, uji korelasi, dan uji regresi. Uji tersebut menggunakan program aplikasi SPSS 12.



Gambar 2.1 Bagan alir penelitian

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Parameter Kuat Geser Tanah dan Bidang Kontak (*Interface*)

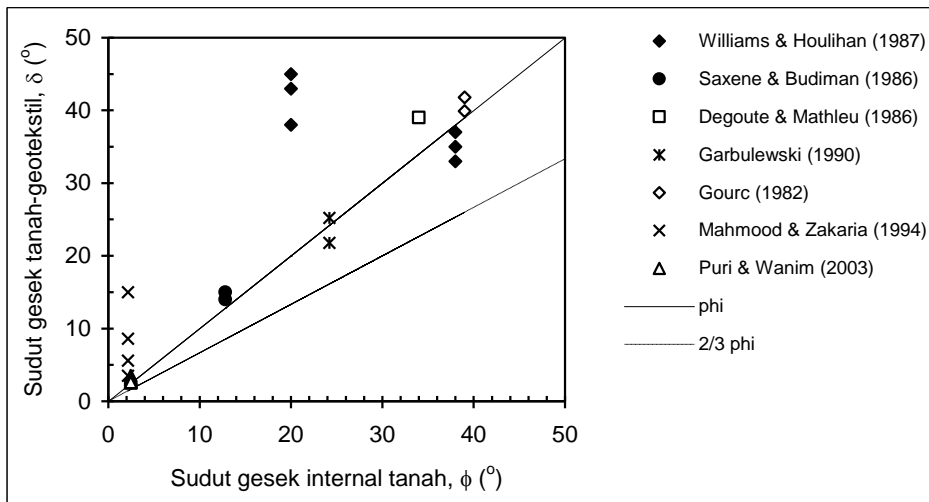
Parameter kuat geser tanah kohesif dan berbagai geotekstil yang digunakan dari berbagai sumber/ peneliti disajikan pada Lampiran A. Tanah kohesif yang ada berupa tanah lempung, lanau, lempung kepasiran (*sandy clay*), lempung kelanauan (*silty clay*), dan kaolinite. Adapun geotekstil yang digunakan berupa geotekstil anyaman dan niranyam dari berbagai perusahaan produsen geotekstil. Ukuran kotak geser yang digunakan dalam pengujian juga bervariasi mulai dari terkecil 100 mm × 100 mm sampai dengan ukuran terbesar 3000 mm × 300 mm.

B. Hubungan Sudut Gesek Bidang Kontak dan Sudut Gesek Internal Tanah

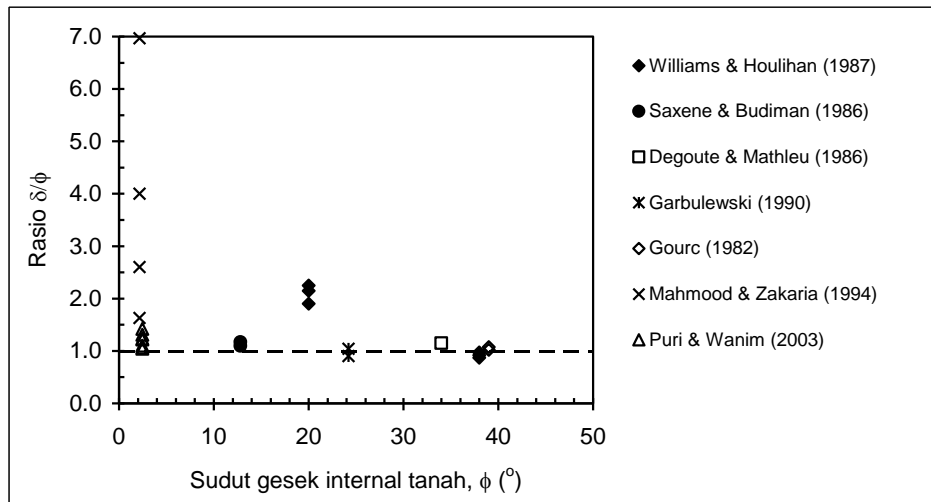
Rekapitulasi sudut gesek bidang kontak tanah dan geotekstil disajikan pada Tabel 3.1. Sebaran sudut gesek tanah-geotekstil (bidang kontak) δ dan sudut gesek internal tanah ϕ diberikan pada Gambar 3.1. Nilai δ cenderung lebih besar dari nilai ϕ , demikian pula terhadap nilai $\frac{2}{3}\phi$. Ini menunjukkan bahwa tahanan gesek pada bidang kontak lebih besar daripada tahanan gesek tanahnya. Nilai pendekatan yang lazim digunakan sebagaimana diberikan pada Tinjauan Pustaka pada halaman 9 akan selalu lebih kecil dari tahanan yang sesungguhnya. Pada Gambar 3.2. terlihat bahwa rasio δ/ϕ cenderung lebih besar dari 1,0 (satu). Nilai rasio δ/ϕ terendah sebesar 0,87 dan terbesar 6,97 dan nilai rata-rata 1,67.

Tabel 3.1. Sudut gesek internal tanah dan parameter bidang kontak

No.	Peneliti dan Tahun	Bidang Kontak (<i>Interface</i>)	Sudut gesek		Koef. gesek, μ^*
			internal tanah, ϕ' ($^\circ$)	bidang kontak, δ ($^\circ$)	
1	Puri & Wanim (2003)	Lempung Pekanbaru-Polyfelt TS 30	2.46	3.5	0.061
		Lempung Pekanbaru-Polyfelt TS 50	2.46	3.22	0.056
		Lempung Pekanbaru-Polyfelt TS 60	2.46	3	0.052
		Lempung Pekanbaru-Polyfelt TS 70	2.46	3.03	0.053
		Lempung Pekanbaru-Hate Reinfox HT385-130XT	2.46	2.71	0.047
		Lempung Pekanbaru-Hate Reinfox HT385-185XT	2.46	2.56	0.045
		Lempung Pekanbaru-Hate Reinfox HT385-250XT	2.46	2.62	0.046
2	Williams & Houlihan (1987)	Lempung Gulf Coast-Typar 3401	20	38	0.781
		Lempung Gulf Coast-Trevira 1155	20	45	1.000
		Lempung Gulf Coast-Nicolon 900-M	20	43	0.933
		Lanau Glacial till-Typar 3401	38	33	0.649
		Lanau Glacial till-Trevira 1155	38	37	0.754
		Lanau Glacial till-Nicolon 900-M	38	35	0.700
3	Saxene & Budiman (1986)	Kaolinite-Celenece 800X	12.8	14	0.249
		Kaolinite-Monsanto C-34	12.8	15	0.268
4	Degoute & Mathleu (1986)	Sandy clay-Geotextile	34	39	0.810
5	Garbulewski (1990)	Silty clay-Road geotextile-1000	24.2	25.2	0.471
		Silty clay-Filtration geotextile J/Sm 5214	24.2	21.8	0.400
6	Gourc (1982)	Clay-BD 340	39	41.8	0.894
		Clay-BD 340	39	39.9	0.836
7	Mahmood & Zakaria (1994)	Organic clay-Non woven TS550	2.15	5.6	0.098
		Organic clay-Non woven TS600	2.15	8.6	0.151
		Organic clay-Non woven TS700	2.15	14.98	0.268
		Organic clay-Non woven TS750	2.15	3.5	0.061



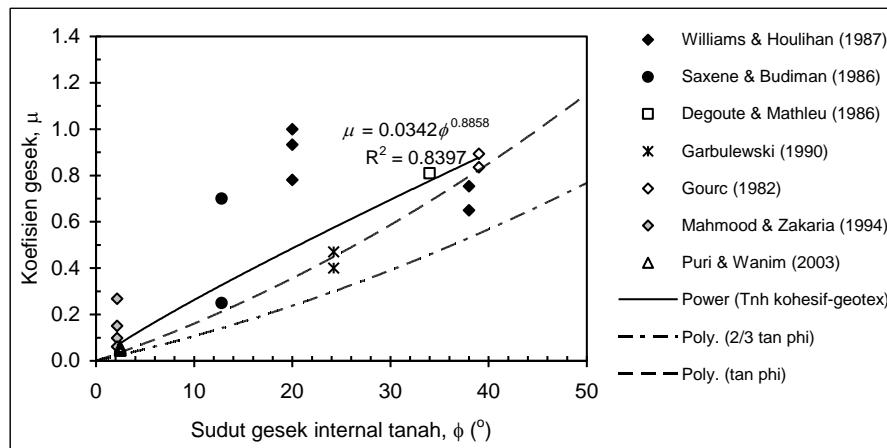
Gambar 3.1. Hubungan sudut gesek bidang kontak dengan sudut gesek internal tanah



Gambar 3.2. Rasio sudut gesek bidang kontak terhadap sudut gesek internal tanah (δ/ϕ)

C. Hubungan Koefisien Gesek Bidang Kontak dan Sudut Gesek Internal Tanah

Gambar 3.3. menunjukkan hubungan koefisien gesek bidang kontak μ dengan sudut gesek internal tanah ϕ . Terlihat bahwa nilai μ cenderung berada di atas $[\frac{2}{3} \tan \phi]$ dan meningkat dengan peningkatan sudut gesek internal tanah. Nilai berkisar antara 0,045 sampai dengan 1,00. Dari uji statistik, diperoleh standar deviasi ϕ sebesar $14,87^\circ$ dengan nilai mean $16,08^\circ$ dan standar eror rata-rata $3,04^\circ$. Untuk koefisien gesek diperoleh standar deviasi 0,35 dengan nilai *mean* 0,40 serta standar eror rata-rata 0,07. Hasil uji t untuk uji satu sisi dan uji dua sisi memenuhi syarat dimana $t_{hitung} > t_{tabel}$. Adapun probabilitas sig. = 0,000 < 0,05.



Gambar 3.3. Hubungan koefisien gesek bidang kontak μ dengan sudut gesek internal tanah ϕ

Korelasi antara koefisien gesek bidang kontak dan sudut gesek internal tanah adalah signifikan pada taraf kepercayaan (*confidence level*) 99%. Hal ini didasarkan atas uji korelasi *Product moment* (Pearson), rank Spearman, dan Kendall tau (analisis lengkap lihat Lampiran B). Selanjutnya didapat hubungan μ vs. ϕ sebagaimana Pers.(3.1):

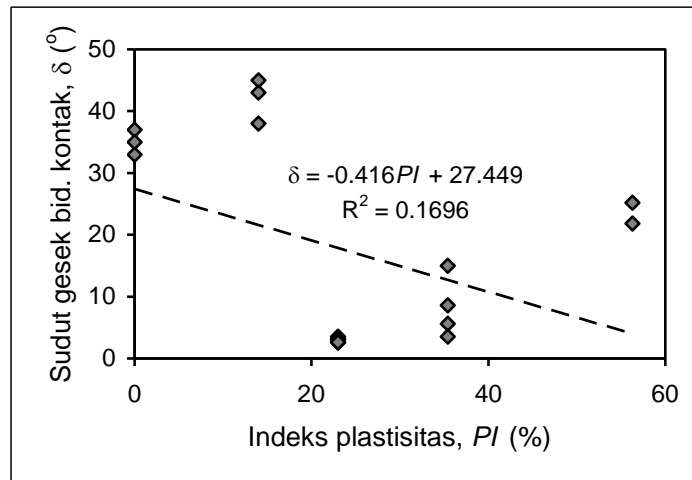
$$\mu = 0,0342\phi^{0,8858} \tag{3.1}$$

Persamaan tersebut mempunyai koefisien korelasi $R = 0,858$, berarti hubungan μ dan ϕ sebesar 85,8%. Koefisien determinasi $R^2 = 0,838$ (atau $R^2 = 0,8397$ dari analisis MS. Excel) yang artinya 83,8% variasi yang terjadi terhadap besar-kecilnya koefisien gesek μ disebabkan oleh sudut gesek internal tanah ϕ atau tahanan gesek, sedangkan sisanya 16,2% disebabkan oleh hal lain. Berdasarkan uji F (Anova) diperoleh $F_{hitung} > F_{tabel}$ dan probabilitas sig. $< 0,05$. Konstanta yang diperoleh juga memenuhi uji t dan signifikansi $< 0,05$. Model regresi yang

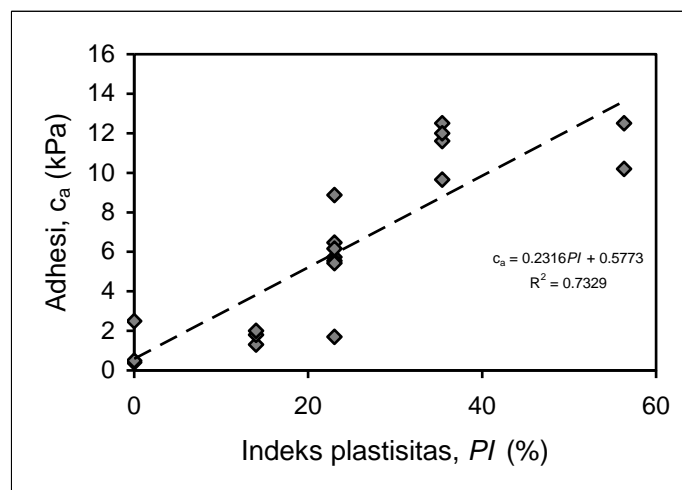
diperoleh tidak mengalami gangguan multikolinieritas dan heteroskedastisitas (tidak acak), kecuali mengalami otokorelasi. Jadi secara umum Pers.(3.1) dapat diterima untuk memodelkan hubungan μ vs. ϕ .

D. Hubungan Kuat Geser Bidang Kontak dengan Indeks Plastisitas

Parameter kuat geser bidang kontak adalah kohesi bidang kontak (adhesi, c_a) dan sudut gesek bidang kontak δ . Hubungan sudut gesek bidang kontak δ dengan indeks plastisitas PI tanah kohesif ditunjukkan pada Gambar 3.4. Terlihat bahwa nilai δ cenderung menurun dengan peningkatan PI . Hal ini disebabkan tanah dengan PI yang lebih tinggi mengakibatkan kurangnya peran gesekan antar butir, di sini peran lekatan/ kohesi cenderung lebih dominan. Fenomena ini dapat mengakibatkan keruntuhan cenderung terjadi di dalam tanah di dekat permukaan bidang kontak. Pada gambar 3.5. ditunjukkan pula hubungan adhesi bidang kontak dengan sudut geseknya. Tampak bahwa adhesi bidang kontak cenderung meningkat dengan peningkatan PI . Artinya kohesi pada tanah kohesif merupakan bagian penting untuk terbentuknya tahanan lekatan (*bond resistance*) pada bidang kontak. Hal serupa juga disimpulkan oleh Mahmood & Zakaria (2000). Oleh karena itu kohesi (adhesi) bidang kontak harus diperhitungkan dalam perencanaan perkuatan tanah.



Gambar 3.4. Hubungan sudut gesek bidang kontak δ vs. indeks plastisitas PI



Gambar 3.5. Hubungan adhesi bidang kontak c_a vs. indeks plastisitas PI

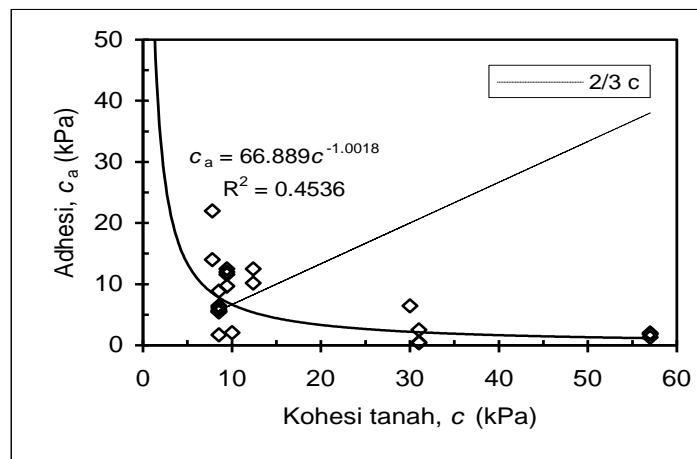
E. Faktor Adhesi Bidang Kontak

Gambar 3.6. menunjukkan hubungan kohesi bidang kontak (adhesi) c_a dengan kohesi tanah c . Pada Gambar 3.7. disajikan pula hubungan faktor adhesi bidang kontak a_d dengan kohesi tanah c . Terlihat bahwa kohesi bidang kontak cenderung menurun seiring dengan peningkatan kohesi tanah, sehingga faktor adhesi juga demikian. Pada Gambar 3.6 juga diberikan kurva pendekatan kohesi

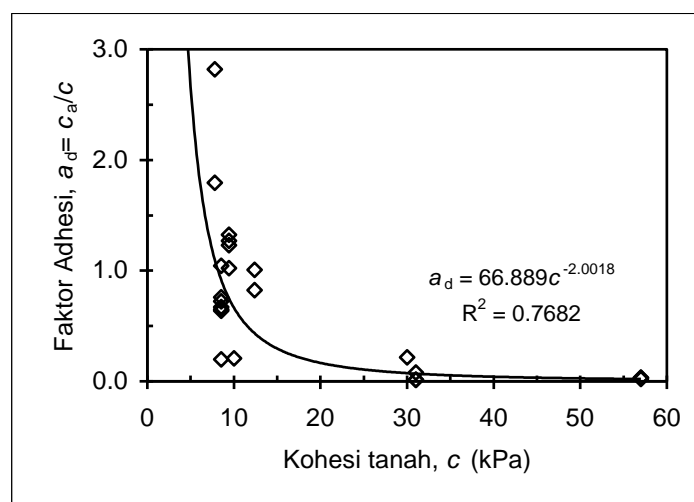
bidang kontak sebesar $c_a = \frac{2}{3} c$ yang sering diambil dalam perencanaan. Ternyata bertolak belakang dengan *trend* data yang ada. Untuk memperkirakan besarnya kohesi bidang kontak dapat digunakan Pers.(3.2) berikut:

$$c_a = 66,889c^{-1,0018} \quad (3.2)$$

Walaupun koefisien determinasinya cukup rendah ($R^2 = 0,4536$) namun Pers.(3.2) tersebut lebih baik dibanding menggunakan pendekatan di atas.



Gambar 3.6. Hubungan kohesi bidang kontak c_a vs. kohesi tanah c



Gambar 3.7. Hubungan faktor adhesi a_d vs. kohesi tanah c

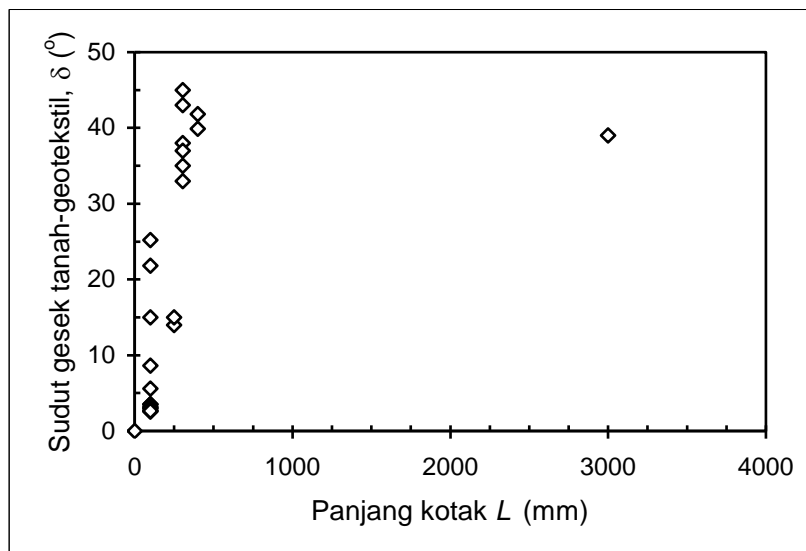
Untuk hubungan faktor adhesi a_d vs. kohesi tanah c , berdasarkan uji statistik diperoleh standar deviasi c sebesar 17,106 kPa dengan nilai mean 19,209 kPa dan standar eror rata-rata 3,567 kPa. Untuk faktor adhesi diperoleh standar deviasi 0,687 dengan nilai mean 0,721 serta standar eror rata-rata 0,143. Hasil uji t untuk uji satu sisi dan uji dua sisi memenuhi syarat dimana $t_{hitung} > t_{tabel}$. Adapun probabilitas sig. = 0,000 < 0,05. Korelasi antara faktor adhesi bidang kontak dan kohesi tanah adalah signifikan pada taraf kepercayaan (*confidence level*) 99%. Hal ini didasarkan atas uji korelasi *Product moment* (Pearson), rank Spearman, dan Kendall tau (analisis lengkap lihat Lampiran C). Selanjutnya didapat hubungan a_d vs. c sebagaimana Pers.(3.2):

$$a_d = 68,072 c^{-2,0097} \quad (3.3)$$

Persamaan tersebut mempunyai koefisien korelasi $R = 0,608$, berarti hubungan μ dan ϕ sebesar 60,8%. Koefisien determinasi $R^2 = 0,764$ (atau $R^2 = 0,7682$ dari analisis MS. Excel) yang artinya 76,4% variasi yang terjadi terhadap besar-kecilnya faktor adhesi a_d disebabkan oleh kohesi tanah c atau tahanan gesek, sedangkan sisanya 23,6% disebabkan oleh hal lain. Berdasarkan uji F (Anova) diperoleh $F_{hitung} > F_{tabel}$ dan probabilitas sig. < 0,05. Konstanta yang diperoleh juga memenuhi uji t dan signifikansi = 0,002 < 0,05. Model regresi yang diperoleh tidak mengalami gangguan multikolinieritas dan heteroskedastisitas (tidak acak), tidak mengalami otokorelasi ($DW = 1,235 < 1,24$). Jadi secara umum Pers.(3.1) dapat diterima untuk memodelkan hubungan a_d vs. c .

F. Hubungan Sudut Gesek Bidang Kontak dengan Ukuran Kotak Geser

Hubungan sudut gesek bidang kontak δ dengan ukuran kotak geser ditunjukkan pada Gambar 3.8. Terlihat bahwa δ cenderung meningkat signifikan pada panjang kotak geser L antara 100 mm s/d 300 mm, namun untuk $L > 300$ mm agaknya akan konstan (tidak cukup data untuk ukuran $L > 300$ mm). Akan tetapi hubungan tersebut tidak sepenuhnya benar mengingat tingkat kohesifitas tanahnya tidak sama.



Gambar 3.8. Hubungan sudut gesek bidang kontak δ vs. panjang kotak L

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan data yang diperoleh nilai koefisien gesek bidang kontak berkisar antara 0,045 sampai dengan 1,00. Berdasarkan analisis dan pembahasan pada bab terdahulu, maka dapat ditarik kesimpulan bahwa koefisien gesek bidang kontak μ tanah kohesif dengan geotekstil cenderung lebih besar dari $\tan \phi$. Hal ini juga dibuktikan dengan nilai sudut gesek bidang kontak δ cenderung lebih besar dari sudut gesek internal tanahnya ϕ . Oleh karena itu penentuan koefisien gesek bidang kontak μ dengan pendekatan sebesar $\mu = \frac{2}{3} \tan \phi$ (yang lazim digunakan), akan menghasilkan perancangan atau perencanaan yang sangat aman (konservatif), mengingat faktor keamanan juga diberikan pada parameter tanah, dan kuat tarik geotekstil. Persamaan (3.1) dapat digunakan untuk memperkirakan besarnya koefisien gesek bidang kontak tanah kohesif dengan geotekstil bilamana tidak tersedia pengujian terhadap bidang kontak tersebut.

Kohesi tanah menjadi bagian penting untuk terbentuknya tahanan lekatan (*bond resistance*) pada bidang kontak. Karena itu kohesi bidang kontak harus diperhitungkan dalam desain perkuatan tanah.

B. Saran

Sebaliknya pendekatan dalam penentuan besaran kohesi bidang kontak sebesar $c_a = \frac{2}{3} c$ sebaiknya tidak digunakan lagi, mengingat nilai tersebut bertolak belakang dengan pengalaman (data empiris) yang ada.

DAFTAR PUSTAKA

- Das, Braja M., 1995, Principles of Foundation Engineering, PWS-Kent Publishing, New York.
- Garbulewski, K., 1990, Direct Shear and Pullout Frictional Resistance at the Geotextiles-Mud Interface, *Proc., 4th Int. Conf. on Geotextiles, Geomembranes and Related Products*, Vol. 2, Den Hoedt (ed), Balkema, Rotterdam, pp.737-742.
- Gourc, Jean-Pierre, 1982, Quelques aspects du comportement des geotextiles en mecanique des sols, *These, Docteur es-sciences*, Institut de Recherches Interdisciplinaires de Geologie et de Mecanique, L'Institut National Polytechnique de Grenoble.
- Koerner, R.M., 1994, *Designing with Geosynthetics*, Prentice-Hall, Englewood Cliffs.
- Lee, K.M. dan Manjunath, V.R., 2000, Soil-Geotextile Interface Friction by Direct Shear Tests, *Can. Geotech. J.*, Vol. 37, pp. 238-252.
- Mahmood, A.A., dan Zakaria, N.A., 2000, A Study on the Coefficient of Friction of Soil/Geotextile Interfaces, *EJGE*, paper 0012.
- Makiuchi, K. dan Miyamori, T., 1988, Mobilisation of soil-geofabric friction, *Intrn. Geotechnical Symp. On Theory and Practice of Earth Reinforcement*, Yamanouchi dkk. (ed), Balkema, Rotterdam, pp. 129-134.
- Mitchell, J.K. dan Villet, W.C.B., 1987, Reinforcement of Earth Slopes and Embankments, *National Cooperative Highway Research Program Report 290*, Transportation Research Board, Washington D.C.
- Miyamori, T., Iwai, S., dan Makiuchi, K., 1986, Frictional characteristics of non-woven fabrics, *Proc. Third Intrn. Conf. On Geotextiles*, Vienna, Austria, pp.701-705.
- Puri, A., 2003, Penentuan Interaksi Antara Pasir dan Geotekstil Menggunakan Uji Tekan Triaksial, *Tesis Magister*, Program Studi Teknik Sipil Program Pascasarjana Universitas Gadjah Mada, Jogjakarta.

- Puri, A., Hardiyatmo, H.C. dan Suhendro, B., 2003, Perilaku dan Mobilisasi Friksi Interface Pasir-Geotekstil Niranyam pada Alat Geser Langsung Konvensional, Rahardjo dkk (ed), *Prosiding Konferensi Geoteknik Indonesia VI dan Pertemuan Ilmiah Tahunana VII*, HATTI, Jakarta, 11-13 Agustus 2003, pp 239-247.
- Puri, A., 2004, Sudut gesek antara pasir dan geotekstil dari uji tekan triaksial konvensional dan uji geser langsung konvensional, *Jurnal Saintek*, Vol.20 No.2, Institut Teknologi Medan, pp.103-110.
- Puri, A., 2004, Pengaruh tebal pasir terhadap perilaku interface pasir dan geotekstil niranyam, *Jurnal Saintis* Vol.7 No.1, pp.39-49.
- Puri, A., dan Wanim, A., 2003a, Tahanan friksi pada interface lempung Pekanbaru dan geotekstil, *Jurnal Saintis* Vol.6 No.2, Fakultas Teknik Universitas Islam Riau, Pekanbaru, pp.91-98
- Puri, A., dan Wanim, A., 2003b, Perilaku inrterface lempung Pekanbaru dan geotekstil dari uji geser langsung, *Laporan Penelitian*, Lembaga Penelitian Universitas Islam Riau, Pekanbaru.
- Richards, E.A., Scott, J.D., Bobey, L.W.M., dan Diyaljee, V., 1989, Shear resistance between cohesive soil and geogrids, *Geosynthetics '89*, San Diego, USA, pp. 489-500.
- Suryolelono, K.B., 2000, *Geosintetik geoteknik*, Nafiri, Jogjakarta.
- Williams, N.D., dan Houlihan, M.F., 1987, Evaluation of interface friction properties between geosynthetics and soils, *Proc. Geosynthetics '87 Conference*, New Orleans, USA, pp.616-627.