

ANALISIS PARAMETER KUAT GESER TANAH DENGAN GEOTEXTILE

Anto Budi Listyawan¹, Sri Widodo²

¹Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta
Jl. A. Yani Tromol Pos 1 Pabelan Kartasura 57102 Telp 0271 717417

²Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta
Jl. A. Yani Tromol Pos 1 Pabelan Kartasura 57102 Telp 0271 717417
Email: anto_beel@yahoo.com

Abstraksi

Pada pengerjaan embankment maupun in-situ, geotextile merupakan lembaran tipis yang dilembarkan di atas tanah urug maupun tanah asli secara berlapis-lapis hingga ketinggian yang direncanakan. Karena tanah dan geotextile memikul beban yang berdiri di atasnya maka akan terjadi gesekan antara geotextile dengan tanah. Penelitian ini bertujuan mengetahui perbandingan nilai parameter kuat geser antara tanah asli dan tanah dengan geotextile. Metode yang digunakan adalah mencampur tanah lempung dan pasir dengan persentase 0%,20%,40%,60%,80% dari berat tanah lempung. Pengujian yang dilakukan adalah uji specific gravity, uji atterberg limit, kadar air, uji grain size, uji standard proctor, uji geser langsung / Direct Shear Test (DST). Dari penelitian didapat hasil parameter kuat geser yaitu nilai kohesi (c) dan sudut gesek dalam (ϕ) antara tanah dengan geotextile, nilai-nilai tersebut adalah sebagai berikut: Pasir 0% + lempung 100%, Kohesi = 4,87 kN/m² dan Sudut gesek dalam = 37,07^o; Pasir 20% + lempung 80%, Kohesi = 4,05 kN/m² dan Sudut gesek dalam = 38,55^o; Pasir 40% + lempung 60%, Kohesi = 3,88 kN/m² dan Sudut gesek dalam = 41,12^o; Pasir 60% + lempung 40%, Kohesi = 3,46 kN/m² dan Sudut gesek dalam = 43,52^o; Pasir 80% + lempung 20%, Kohesi = 2,48 kN/m² dan Sudut gesek dalam = 44,17^o. Korelasi nilai kohesi, antara tanah dengan geotextile dan tanah asli (kohesi tanah) adalah $Y = 0,038X + 2,680$ dengan $Y =$ Kohesi tanah dengan geotextile dan $X =$ Kohesi tanah. Korelasi nilai sudut gesek dalam (ϕ), antara tanah dengan geotextile dan tanah asli (ϕ tanah), adalah $Y = 0,957X$ dengan $Y =$ Sudut gesek dalam (ϕ) tanah dengan geotextile dan $X =$ Sudut gesek dalam tanah (ϕ).

Kata kunci: geotextile; parameter kuat geser tanah; tanah lempung

Pendahuluan

Dalam pandangan teknik sipil, tanah adalah himpunan mineral bahan organik, dan endapan-endapan yang relatif lepas (*loose*), yang terletak di atas batuan dasar (*bedrock*). Ikatan antara butiran yang relatif lemah dapat disebabkan oleh karbonat, zat organik, atau oksida-oksida yang mengendap di antara partikel-partikel. Ruang di antara partikel-partikel dapat berisi air, udara, ataupun keduanya. Proses pelapukan batuan atau proses geologi lainnya yang terjadi di dekat permukaan bumi membentuk tanah. Dalam banyak masalah teknis (semacam perkerasan jalan, bendungan dalam urugan dan lain-lainnya), pemilihan tanah dalam kelompok atau subkelompok akan sangat membantu.

Kebanyakan jenis tanah terdiri dari banyak campuran lebih dari satu macam ukuran partikelnya. Akan tetapi dapat bercampur dengan butiran-butiran ukuran lanau maupun pasir dan mungkin juga terdapat campuran bahan organik. Keadaan seperti itu akan menimbulkan jenis tanah yang sama tidak akan mempunyai kekuatan yang sama, akan tetapi tergantung dari seberapa besar butiran-butiran tanah lain yang bercampur dalam tanah tersebut. Perbedaan karakteristik tanah tentunya membutuhkan suatu penanganan yang berbeda. Dalam perkembangannya, untuk mengatasi perbedaan sifat dan karakteristik tanah ini, munculah berbagai metode untuk mengatasinya. Salah satunya adalah dengan cara perkuatan tanah dengan menggunakan *geotextile*. Metode ini sangat cocok digunakan untuk tanah jenis lunak.

Geotextile sebagai perkuatan tanah dan dinding penahan tanah

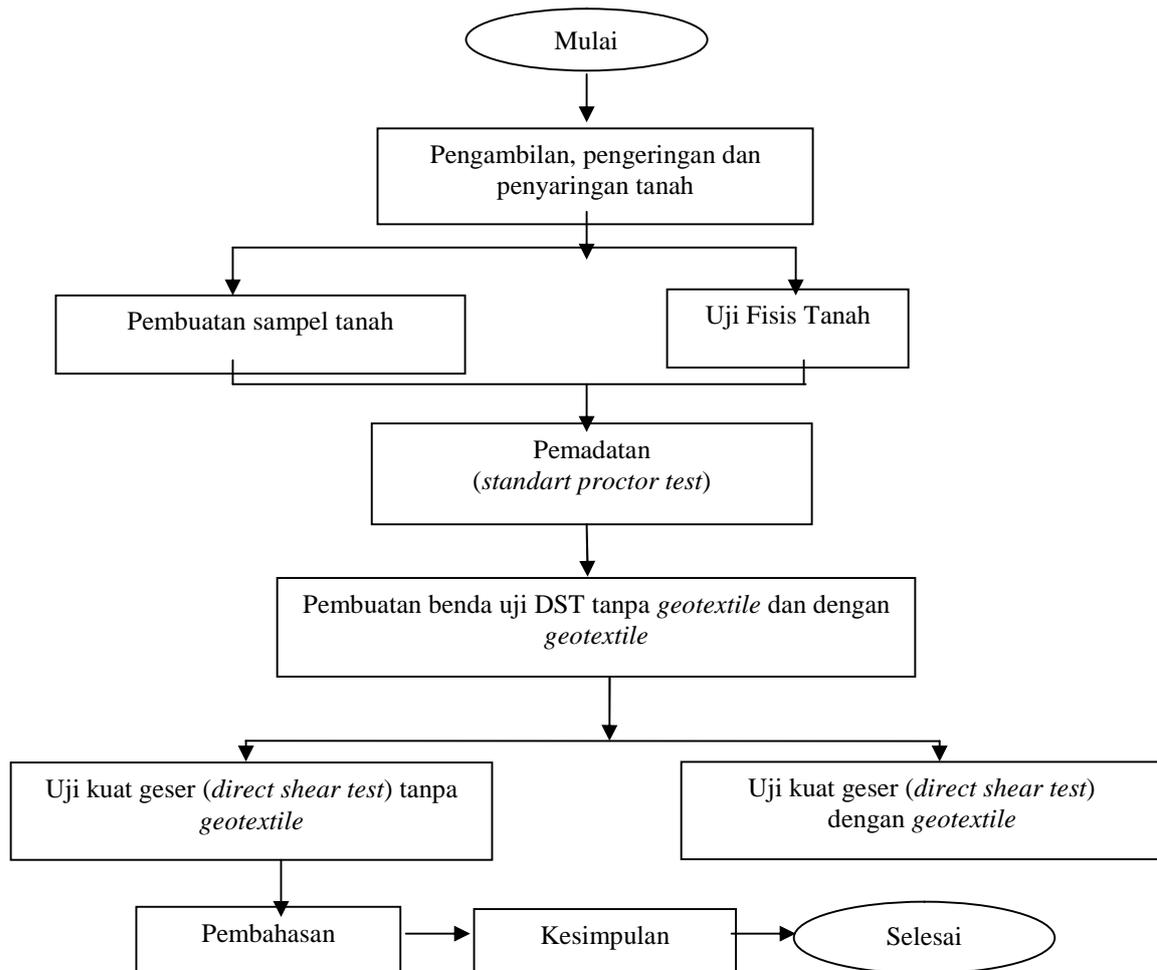
Geotextile biasa digunakan sebagai stabilisasi / perkuatan, separasi, drainase, proteksi. Dalam hal stabilisasi, *geotextile* banyak digunakan untuk stabilisasi dinding penahan tanah, stabilisasi *embankment* (urugan), stabilisasi fondasi dan stabilisasi lereng setempat (*in-situ*). *Geotextile* adalah lembaran tipis yang terbuat dari tekstil, yang terdiri atas polyester, polyethylene, and polypropylene. *Geotextile* hanya bisa dibuat di dalam pabrik.

Geotextiles dapat dibagi menjadi 3 jenis yaitu : *Woven geotextiles*, *Nonwoven geotextiles*, dan *Knitted geotextiles*. Perancangan dinding *geotextile* meliputi : (1) Persyaratan stabilitas internal meliputi penentuan tebal lapisan, panjang *geotextile* dan panjang overlap, (2) Persyaratan stabilitas eksternal meliputi tahanan terhadap guling, geser dan kemungkinan keruntuhan fondasi, dan (3) Pertimbangan-pertimbangan lain, termasuk detail dari permukaan dinding.

Penelitian ini mengkaji tentang seberapa besar kuat geser maksimum tanah lempung yang didapatkan dengan persentase optimum campuran pasir yang digunakan dan pengaruh *geotextile* terhadap parameter kuat geser. Wiqoyah, dkk (2006) melakukan evaluasi penanganan kelongsoran pada ruas jalan Majenang-Wanarejo (Cilacap) dengan geotekstil yang menghasilkan kesimpulan bahwa tanah Wanareja berjenis lempung sehingga tidak baik untuk pembangunan jalan raya. Penanganan kelongsoran dengan menggunakan *geotextile woven* tipe WG 350. Berdasarkan perhitungan terhadap stabilitas momen, stabilitas geser dan stabilitas kuat dukung tanah, maka *geotextile woven* tipe WG 350 layak digunakan sebagai perkuatan pada ruas jalan Majenang – Wanarejo Cilacap. Djarwadi (2006) menyimpulkan bahwa pelaksanaan konstruksi jalan di atas tanah lunak dengan perkuatan *geotextile* dapat menghindarkan terjadinya keruntuhan lokal karena rendahnya daya dukung tanah. Keuntungan penggunaan *geotextile* pada pelaksanaan jalan di atas tanah lunak adalah kecepatan dalam pelaksanaan dan biaya yang relatif lebih murah dibandingkan dengan metoda penimbunan konvensional.

Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan beberapa eksperimen di laboratorium Mekanika Tanah Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah tanah yang diambil dari Tanon, Kabupaten Sragen; pasir yang digunakan sebagai campran dari Kaliworo, Klaten; dan air dari laboratorium Mekanika Tanah Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta. Langkah penelitian dapat dilihat pada Gambar 1 berikut :



Gambar 1. Bagan alir penelitian

Pembahasan

Uji fisis pasir

1. Berat jenis (*specific gravity analysis /G_s*)

Pengujian berat jenis pasir (*specific gravity analysis*) bertujuan untuk mengetahui berat jenis pasir. Perhitungan dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil uji berat jenis (G_s) pasir

Percobaan	1	2	3
Berat jenis (G _s), 25 ⁰ C	2.577	2.863	2.577
Berat jenis (G _s) rata-rata	2.672		

2. Kadar air (*water content analysis*)

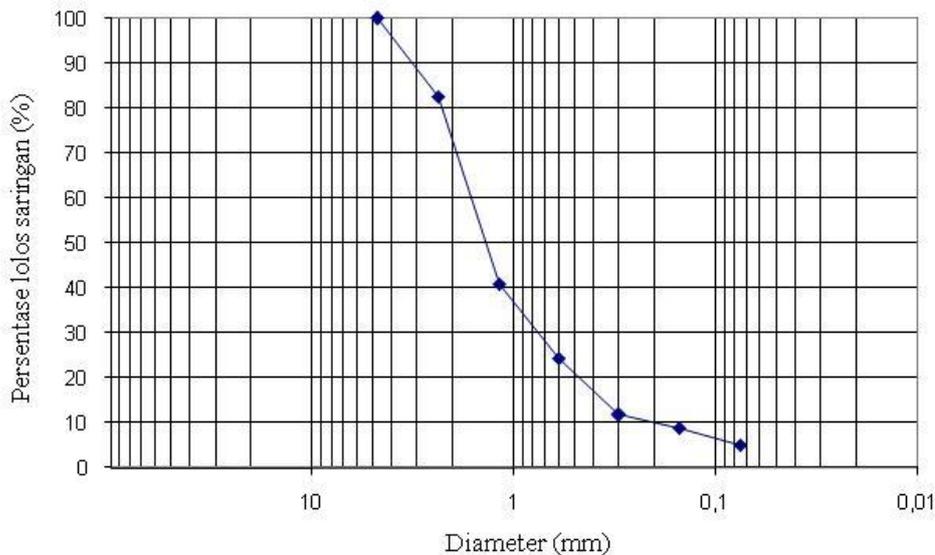
Pengujian kadar air (*water content analysis*) bertujuan untuk mengetahui kadar air yang terkandung dalam pasir. Analisa dan perhitungan pengujian dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil pengujian kadar air pasir

Percobaan		1	2	3	4	5
Kadar air (w)	(%)	2.857	2.857	2.778	3.448	2.778
Kadar air (w) rata-rata	(%)	2,944				

3. Distribusi ukuran butiran tanah (*grain size analisys*)

Pengujian *hydrometer* dan analisa saringan bertujuan untuk menentukan susunan distribusi butir tanah. Grafik eradasi butiran dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Distribusi butiran pasir

Dari grafik didapatkan besarnya nilai $D_{10} = 0.2$, $D_{30} = 0.75$ dan $D_{60} = 1.7$. Maka dapat diperoleh besarnya nilai $C_u = 8.5$ dan nilai $C_c = 1.65$. Berdasarkan nilai C_u dan C_c pasir yang digunakan dalam penelitian ini tergolong pasir bergradasi baik karena mempunyai nilai $C_u > 6$ dan nilai $1 < C_c < 3$.

Uji fisis tanah asli

Sampel tanah diambil dari Desa Jono, Kecamatan Tanon, Kabupaten Sragen dengan mengambil sampel tanah terganggu (*disturbed sample*).

1. Berat jenis tanah (*specific gravity analysis*).

Pengujian berat jenis tanah (*specific gravity analysis*) bertujuan untuk mengetahui berat jenis tanah asli. Analisa dan perhitungan dapat dilihat pada Tabel 3

Tabel 3. Hasil uji berat jenis (G_s) tanah asli

Percobaan	1	2	3
Berat jenis (G _s), 25 ⁰ C	2,577	2,577	2,753
Berat jenis (G _s) rata-rata	2,635		

2. **Kadar air (water content analysis).**

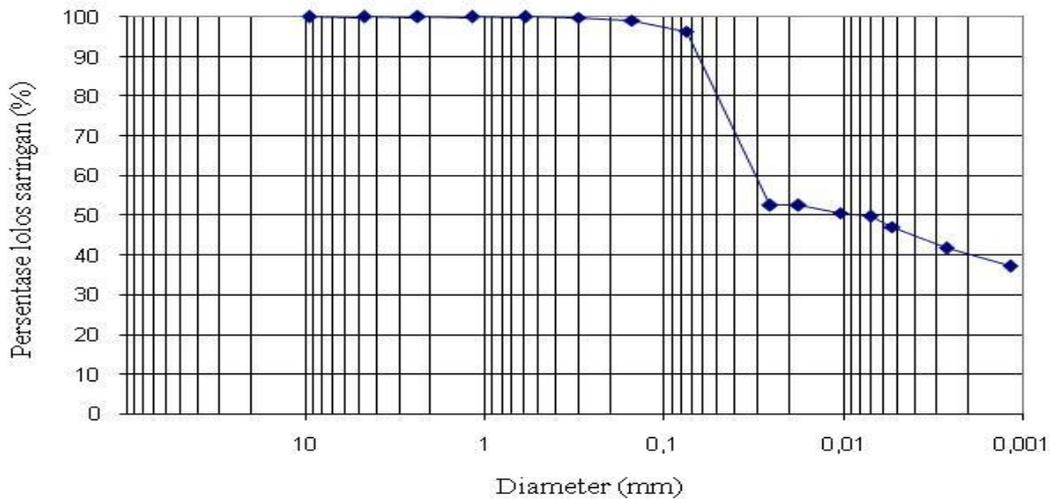
Pengujian kadar air (*water content analysis*) bertujuan untuk mengetahui kadar air yang terkandung dalam tanah asli. Analisa dan perhitungan pengujian dapat dilihat pada Tabel 4

Tabel 4. Hasil pengujian kadar air tanah asli

Percobaan		1	2	3	4	5
Kadar air (w)	(%)	57.692	50.000	50.000	53.125	56.522
Kadar air (w) rata-rata	(%)	53,468				

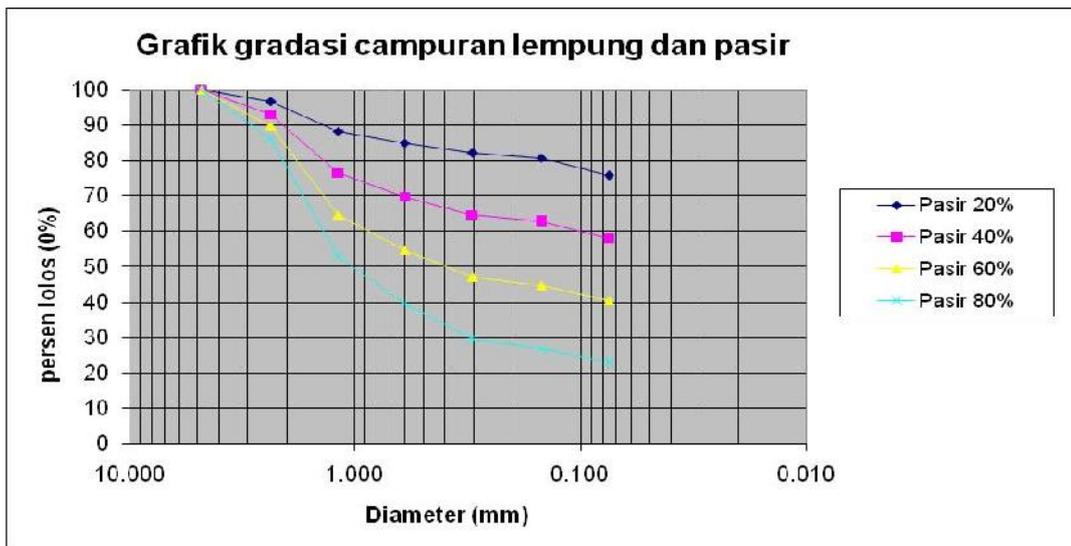
3. **Hydrometer dan analisa saringan (grain size analysis).**

Pengujian *hydrometer* dan analisa saringan bertujuan untuk menentukan susunan distribusi butir tanah. Hasil pengujian *hydrometer* dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Distribusi butiran tanah asli

Dari hasil pengujian analisa saringan tanah lempung dan pasir kita dapat menghitung gradasi campuran tanah lempung dan pasir secara empiris seperti pada Gambar 4.



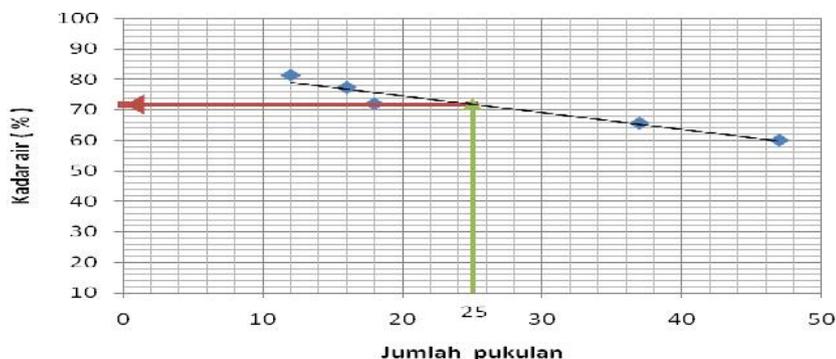
Gambar 4. Gradasi lempung dengan variasi penambahan pasir.

4. **Batas-batas Atterberg tanah.**

Pengujian batas *Atterberg* tanah bertujuan untuk mengetahui seberapa besar perubahan sifat tanah dari masing-masing kadar air. Perhitungan batas cair, batas plastis, batas susut dan indeks plastisitas dapat dilihat pada Tabel 5 dan Gambar 5.

Tabel 5. Batas Atterberg tanah

Pemeriksaan	Nilai (%)
Batas cair (<i>Liquid limit/LL</i>)	72
Batas plastis (<i>Plastic limit/PL</i>)	35.333
Batas susut (<i>Shrinkage limit/SL</i>)	22.995
Indeks plastisitas (<i>Plasticity index/PI</i>)	36.667



Gambar 5. Hubungan kadar air dengan banyaknya pukulan

Berdasarkan klasifikasi sistem *unified*, dengan LL = 72%, PL = 35,333%, PI = 36,667%, D10 = 0; D30 = 0; dan D60 = 0.031 tanah yang diteliti termasuk kedalam kelompok OH (lempung organik dengan plastisitas tinggi). Pada sistem klasifikasi AASHTO dengan tanah lolos No.200 93,2%, LL = 72%, PL = 35,333%, PI = 36,667% dan GI = 43.936, tanah Tanon termasuk kedalam golongan A-7-5 (44) yaitu tanah berlempung dan penilaian umum untuk tanah dasar adalah sedang sampai buruk.

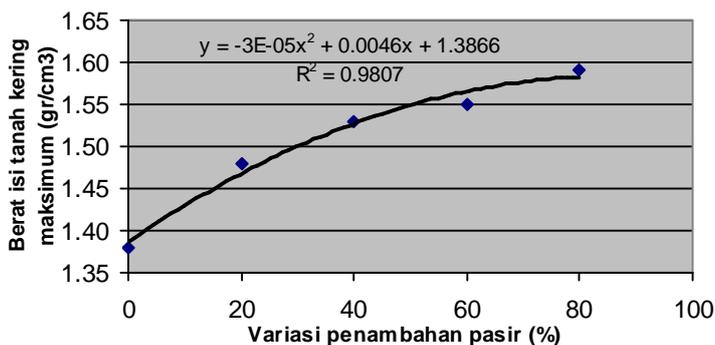
Uji Sifat Mekanis Tanah Asli Dan Campuran

1. Pemadatan *standard proctor* (ASTM D 698)

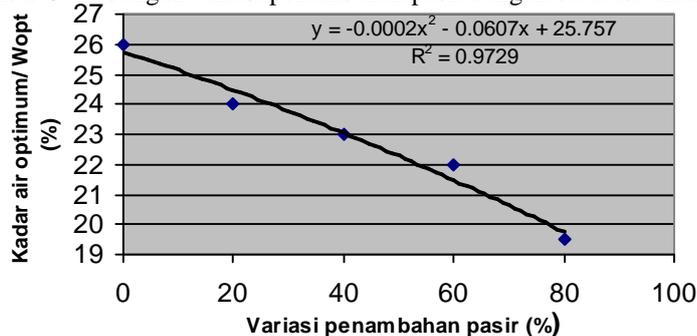
Hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Nilai W_{opt} dan d_{maks} pada variasi penambahan pasir

Variasi penambahan pasir (%)	0	20	40	60	80
Kadar air optimum / W_{opt} (%)	26	24	23	22	19.5
Berat isi tanah kering / d_{maks} (gr/cm ³)	1.38	1.48	1.53	1.55	1.59



Gambar 6. Hubungan variasi penambahan pasir dengan berat isi tanah kering maksimum / d_{maks}



Gambar 7. Hubungan variasi penambahan pasir dengan kadar air optimum / W_{opt}

Hasil pengujian pemadatan standard proctor sesuai Gambar 6. dan 7., dapat diperoleh bahwa dengan penambahan pasir menunjukkan adanya peningkatan berat isi tanah kering maksimum / γ_{dmaks} . Perubahan berat isi tanah kering maksimum / γ_{dmaks} menunjukkan adanya sedikit peningkatan karena pasir cukup baik digunakan sebagai campuran dalam pemadatan tanah lempung

Kadar air optimum / W_{opt} akan menurun, seiring dengan bertambahnya pasir, hal ini disebabkan karena semakin besar persentase pasir air akan lebih cepat diserap namun lebih cepat pula untuk dilepaskan karena pasir mempunyai sifat permeabilitas yang besar dan kompresibilitas rendah. Sedangkan air yg diserap lempung berlangsung lambat dan susah untuk dilepaskan karena kompresibilitas pada tanah lempung tinggi.

2. Kuat geser tanah (direct shear test)

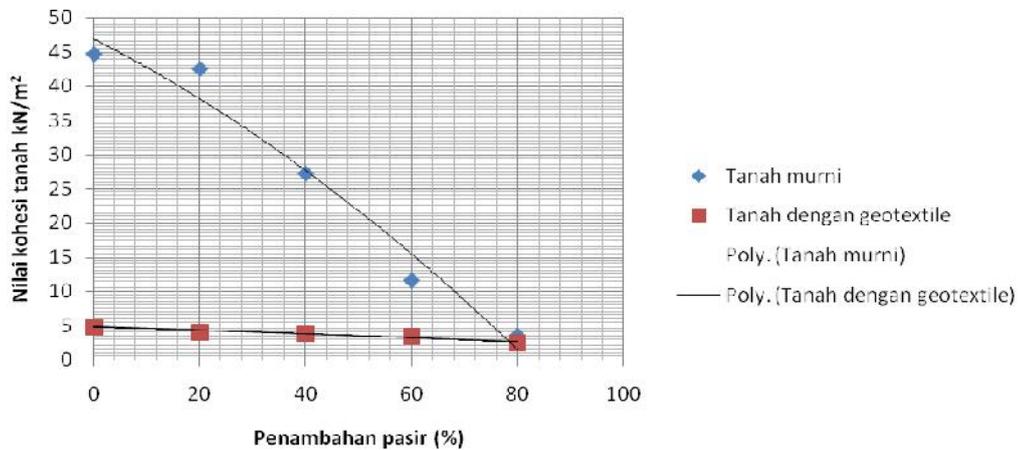
Pada pengujian ini digunakan penambahan variasi kadar air dari hasil pengujian standar *Proctor*. Dengan adanya gesekan atau lekatan antar butir tanah (misalnya terjadi pada tebing/tanah miring maka lekatan dan gesekan tanah akan melawan gaya gesek tanah tersebut. Gaya yang melawan terdiri atas: Gesekan Intern (c) dan Kohesi (c). Dari penelitian ini didapat hasil sebagai berikut :

Tabel 7.a. Hasil uji kuat geser tanah murni.

Variasi penambahan	Kohesi rata-rata (kN/m ²)	Sudut gesek dalam rata-rata (°)
Pasir 0 %	44,72	39,35
Pasir 20 %	42,56	41,32
Pasir 40 %	27,24	42,78
Pair 60 %	11,56	44,42
Pasir 80 %	3,46	45,88

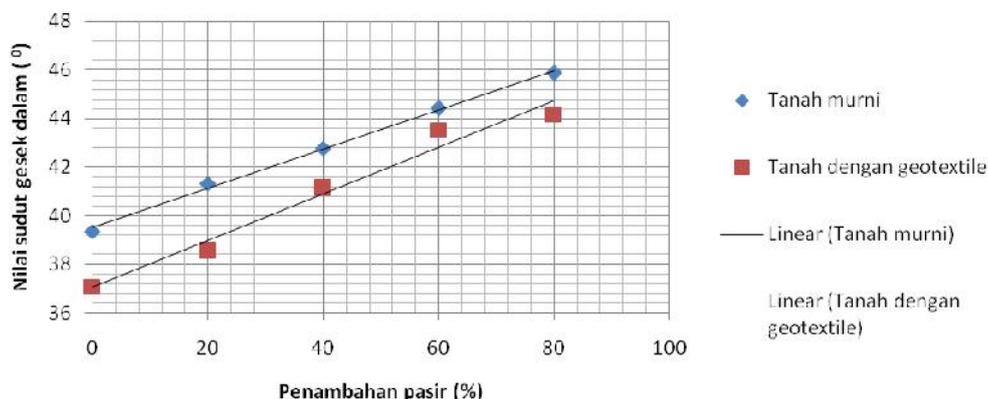
Tabel 7.b. Hasil uji kuat geser tanah dengan *geotextile*.

Variasi penambahan	Kohesi rata-rata (kN/m ²)	Sudut gesek dalam rata-rata (°)
Pasir 0 %	4,87	37,07
Pasir 20 %	4,05	38,55
Pasir 40 %	3,89	41,12
Pair 60 %	3,46	43,52
Pasir 80 %	2,48	44,17



Gambar 8.a. Hubungan variasi penambahan pasir (%) dengan nilai kohesi tanah murni dan tanah dengan *geotextile*.

Dari Gambar 8.a dapat dilihat untuk tanah murni, dengan bertambahnya variasi pasir terjadi penurunan nilai kohesi tanah yang signifikan. Sedangkan untuk tanah dengan *geotextile* juga terjadi penurunan pada nilai kohesi walaupun penurunannya tidak signifikan.



Gambar 8 .b. Hubungan variasi penambahan pasir dengan sudut gesek dalam tanah murni dan tanah dengan *geotextile*.

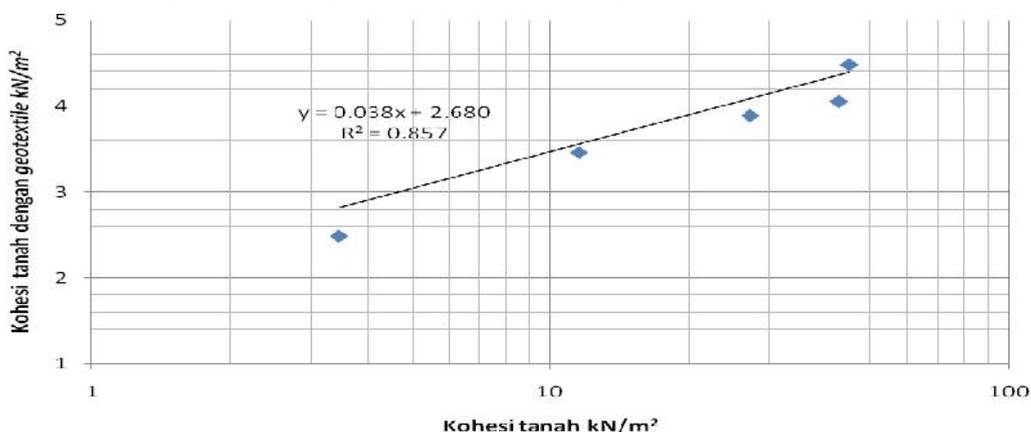
Dari Gambar 8.b. dapat dilihat untuk tanah murni, dengan bertambahnya variasi pasir terjadi kenaikan nilai sudut gesek dalam. Sedangkan untuk tanah dengan *geotextile* juga terjadi kenaikan pada nilai sudut gesek dalam. Besarnya penurunan nilai kohesi dan kenaikan nilai sudut gesek dalam untuk tanah murni dan tanah dengan *geotextile* dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Persentase penurunan nilai kohesi dan kenaikan nilai sudut gesek dalam.

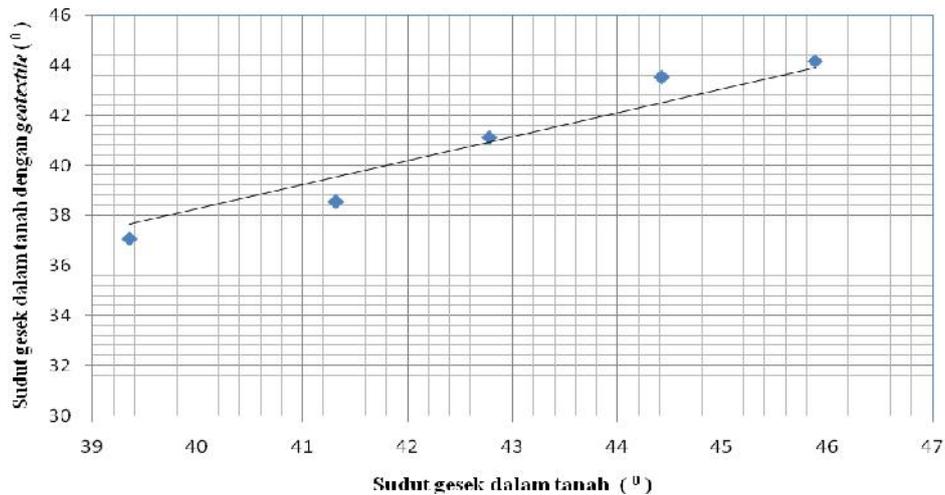
Penambahan pasir (%)	Tanah murni		Tanah dg <i>geotextile</i>		Penurunan nilai kohesi (%)		Kenaikan nilai (%)	
	kohesi		kohesi		Tanah murni	Tanah dg <i>geotextile</i>	Tanah murni	Tanah dg <i>geotextile</i>
0	44,72	39,35	4,48	37,07	0,00	0,00	0,00	0,00
20	42,56	41,32	4,05	38,55	4,83	9,53	4,76	3,82
40	27,24	42,78	3,89	41,12	35,99	4,03	3,41	6,25
60	11,56	44,42	3,46	43,52	57,56	10,89	3,71	5,52
80	3,46	45,88	2,48	44,17	70,05	28,30	3,17	1,47

Dari hasil Gambar 8.a dan 8.b didapat korelasi nilai kohesi antara tanah murni dan tanah dengan *geotextile*, serta korelasi nilai sudut gesek dalam antara tanah murni dan tanah dengan *geotextile*. Korelasi tersebut digambarkan pada Gambar 9.a dan Gambar 9.b seperti terlihat di bawah. Akhirnya didapatkan suatu persamaan korelasi nilai sudut gesek dalam () dan kohesi tanah (c) antara tanah dengan *geotextile* dan tanah murni. Persamaan itu adalah sebagai berikut :

- Hubungan korelasi nilai kohesi, antara tanah dengan *geotextile* dan tanah murni (kohesi tanah) adalah $Y = 0,038X + 2,680$ dengan $Y =$ kohesi tanah dengan *geotextile* dan $X =$ kohesi tanah asli.
- Hubungan nilai sudut gesek dalam (), antara tanah dengan *geotextile* dan tanah murni (tanah), adalah $Y = 0,957X$ dengan $Y =$ Sudut gesek dalam () tanah dengan *geotextile* dan $X =$ Sudut gesek dalam tanah ().



Gambar 9.a. Korelasi nilai kohesi, antara tanah dengan *geotextile* dan tanah murni.



Gambar 9.b. Korelasi nilai sudut gesek dalam, antara tanah dengan *geotextile* dan tanah murni.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan analisa data, maka dapat disimpulkan bahwa kuat geser tanah yaitu nilai kohesi (c) dan sudut gesek dalam (ϕ) antara tanah dengan *geotextile*, adalah sebagai berikut: Pasir 0 % + lempung 100 %, kohesi = 4,87 kN/m² dan sudut gesek dalam = 37,07⁰; Pasir 20 % + lempung 80 %, kohesi = 4,05 kN/m² dan sudut gesek dalam = 38,55⁰; Pasir 40 % + lempung 60 %, kohesi = 3,88 kN/m² dan sudut gesek dalam = 41,12⁰; Pasir 60 % + lempung 40 %, kohesi = 3,46 kN/m² dan sudut gesek dalam = 43,52⁰; Pasir 80 % + lempung 20 %, kohesi = 2,48 kN/m² dan sudut gesek dalam = 44,17⁰. Korelasi nilai kohesi, antara tanah dengan *geotextile* dan tanah asli adalah $Y = 0,038X + 2,680$ dengan $Y =$ kohesi tanah dengan *geotextile* dan $X =$ kohesi tanah asli. Korelasi nilai sudut gesek dalam (ϕ), antara tanah dengan *geotextile* dan tanah asli (ϕ tanah), adalah $Y = 0,957X$ dengan $Y =$ sudut gesek dalam (ϕ) tanah dengan *geotextile* dan $X =$ sudut gesek dalam tanah (ϕ).

Daftar Pustaka

- Anonim, 1996, *Annual Book of ASTM Standards*, Race Street, Philadelphia, PA 19103-1187 USA
- Anonim, 2005, *Geosynthetic's Specialist Engineering-Supply-Construction*, PT. Tetrasa Geosindo Geosynthetic Indonesia.
- Asmedi, 1999, *Analisis kuat dukung tanah lempung dengan penambahan pasir*, Tugas Akhir, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Bowles, J.E, 1991, *Sifat-sifat Fisis Tanah dan Geoteknis Tanah*, Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Braja M. Das, 1994, *Mekanika Tanah (Prinsip-prinsip Rekayasa Geoteknis)*, Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Craig, R.F, 1994, *Mekanika Tanah (edisi empat)*, Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Das, B.M, 1998, *Mekanika Tanah (Prinsip-prinsip Rekayasa Geoteknis)*, Jilid I dan II, Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Didik Djarwadi, 2006, *Internasional Civil Engineering Conference "Towards Sustainable Civil Engineering Practice"*, Surabaya.
- Hardiyatmo H.C, 1992, *Mekanika Tanah 1*, P.T. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Hardiyatmo H.C, 1994, *Mekanika Tanah 2*, P.T. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Hardiyatmo H.C, 2002, *Mekanika Tanah I*, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Peck, Hanson, Thomburnr, 1993, *Teknik Pondasi*, Gajah Mada University Press Yogyakarta.
- Soedarmo G. D. dan S. J. E. Purnomo, 1997, *Mekanika Tanah I*, Penerbit Kanisius, Yogyakarta.
- Suryolelono, K. Basah, 2000, *Geosintetik geoteknik*, NAFIRI, Yogyakarta.
- Terzaghi, K., 1996, *Theoretical Soil Mechanics*, P.T. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Widodo, S., 1995, *"Mekanika Tanah II"*, Universitas Muhammadiyah Surakarta, Surakarta.