

TINJAUAN PENGARUH DIAMETER BUTIRAN TANAH TERHADAP NILAI KOHESI, C DAN SUDUT GESER DALAM, ϕ

Lusmeilia Afriani¹

ABSTRACT

Research about the influence of soil grain size to the value of cohesion c and internal shear angle ϕ has been done by using direct shear test apparatus. The size of this instrument is a large box 500 x 500 x 300 mm. The soil sample for this research took from Criquebeuf-sur-Seine, Seine Maritime, North French. The soil grain size are 0/25 mm, 0/50 mm and 0/80 mm and it is classified as the coarse soil type. These results were then compared with that it uses sand sample from Fontainebleau, France. This research was done in the Regional Laboratory of Street and Bridge in Rouen. Until now, research in the coarse grain soil are very rare due to the lack of instrument and facilities. The result indicates an important things where the grain size of soil will influences the cohesion value c , and the internal shear angle ϕ . These values can be obtained from Mohr-Coulomb curve.

Keywords : direct shear boxes test, shear, strength, cohesion, internal shear angle.

INTISARI

Penelitian tentang pengaruh ukuran butiran tanah terhadap nilai c dan ϕ telah dilakukan dengan menggunakan percobaan uji geser langsung atau direct shear test apparatus. Secara keseluruhan alat uji ini berukuran 500 x 500 x 300 mm. Sampel tanah yang digunakan berasal Criquebeuf-sur-Seine, Seine Maritim, Utara Perancis. Ukuran tanah adalah 0/25mm, 0/50mm dan 0/80mm. Jenis tanah ini termasuk kelas tanah berbutiran besar atau coarse soil. Kemudian untuk menguatkan hasil penelitian dengan menggunakan coarse soil akan dibandingkan dengan hasil penelitian menggunakan sampel pasir. Pasir tersebut berasal dari daerah Fontainebleau. Penelitian ini dilakukan di laboratorium jalan raya, Rouen, Perancis (Laboratoire Regional des Ponts et Chaussées (LRPC) di Kota Rouen). Dipilihnya jenis tanah berbutiran besar, karena sampai saat ini belum banyak peneliti yang meneliti masalah jenis tanah ini, dikarenakan pengaruh ukuran alat uji yang digunakan terbatas. Hasil penelitian membawa suatu kesimpulan yang sangat berarti dimana pengaruh ukuran diameter tanah akan mempengaruhi nilai c dan ϕ . Nilai ini didapat dari curva Mohr-Coulomb.

Kata Kunci : tes uji geser langsung, tegangan, regangan, kohesi, sudut geser dalam.

PENDAHULUAN

Secara definitif tanah adalah kumpulan dari partikel-partikel padat yang tidak terikat satu dengan yang lain dan sebagai pondasi pendukung suatu bangunan, atau bahan konstruksi dari bangunan itu sendiri atau kadang-kadang sebagai sumber penyebab gaya luar pada bangunan. Selain itu tanah juga dapat didefinisikan sebagai material yang terdiri dari agregat (butiran) besar sampai halus, mengandung air, gas dan terkadang mineral-mineral padat yang tidak terikat secara kimiawi satu sama lain. Tanah juga tersusun dari bahan-bahan organik yang telah melapuk disertai dengan zat cair dan gas yang mengisi ruangan-ru-

angan kosong diantara partikel-partikel padat tersebut (Das, 1995).

Tanah dasar (*Subgrade*) adalah lapisan tanah bawah dimana tanah ini mempunyai peranan paling penting dalam mempengaruhi kekuatan dan ketahanan bangunan yang akan diletakan di atasnya. Tanah dasar dapat berupa tanah yang masih asli, ataupun tanah timbunan yang didatangkan dari daerah lain dan kemudian dipadatkan, khususnya bila tanah aslinya kurang baik.

Sifat dari tanah dipengaruhi oleh sifat dasar atau sifat aslinya seperti asal-usul, penyebaran ukuran butiran, kemampuan mengalirkan air, sifat pemampatan bila dibebani, kekuatan geser, ka-

¹ Jurusan Teknik Sipil, Fak. Teknik, UNILA Lampung

pasitas daya dukung terhadap beban dan lainnya.

Sifat asli dari tanah juga dapat diketahui dari ukuran butiran. Untuk melihat bentuk ukuran butirannya, banyak sistem yang dipakai salah satunya adalah sistem klasifikasi tanah. Suatu sistem pengelompokan jenis-jenis tanah yang berbeda, tapi mempunyai sifat-sifat yang serupa kedalam kelompok dan sub kelompok berdasarkan butiran atau karakteristik lainnya. Dengan adanya sistim klasifikasi ini maka dapat dijelaskan secara singkat sifat-sifat umum tanah. Klasifikasi pada umumnya didasarkan sifat-sifat indeks tanah yang sederhana seperti distribusi ukuran butiran dan plastisitas.

Untuk klasifikasi berdasarkan tekstur tanah dan ukuran butiran, maka secara singkat tanah dikelompokkan menjadi tanah berbutiran besar (*coarse soil*) termasuk kerikil (*gravel*) dan berbutiran halus termasuk pasir (*sand*), lanau (*silt*) dan lempung (*clay*), (Das, 1995).

Sistem pengelompokan tanah telah lama diperkenalkan sejak dari Casagrande pada tahun 1942, dan Das, 1995. Sistem klasifikasi ini mengelompokkan tanah dalam dua kelompok besar yaitu : Tanah berbutir kasar (*coarse grain soil*) yaitu tanah kerikil dan pasir dimana kurang dari 50 % berat total tanah yang lolos saringan No. 200 dan Tanah berbutir halus (*fine grain soil*) yaitu tanah yang lebih dari 50 % berat total contoh tanah yang lolos saringan No. 200.

Sifat-sifat tanah yang berbutir ditentukan oleh gradasi dan ukuran butirannya. Tanah yang bergradasi baik yaitu bila campuran butiran halus dan kasarnya seimbang dan memberikan kepadatan yang lebih baik dibandingkan dengan tanah yang seragam karena tidak bisa saling mengisi satu dengan yang lain. Untuk jenis tanah berbutir halus lebih ditentukan oleh sifat plastis tanahnya, sehingga pengelompokan tanah berbutir halus dilakukan berdasarkan ukuran butir dan sifat plastis tanahnya.

Dari pengelompokan ukuran butiran tanah, penulis mencoba untuk melihat secara detail sifat mekanik dari tanah berbutiran besar (*coarse soil*) berdasarkan perbedaan ukuran butiran. Mak-

sud dan tujuannya adalah bahwa pengelompokan butiran tanah akan mempengaruhi sifat mekaniknya dan nanti akan mempengaruhi desain daya dukung tanah yang berfungsi sebagai pendukung konstruksi di atasnya. Pengujian yang dilakukan adalah dengan menggunakan alat uji geser langsung (*Direct Shear Test Apparatus*) untuk model pengujian di laboratorium.

Tanah berbutir kasar (*coarse grain soil*) merupakan pilihan pada penelitian ini, karena karakteristik mekanik tanah berbutir kasar jarang diteliti secara lengkap. Sifat yang dimiliki tanah berjenis ini adalah tanah kohesif, mempunyai gesekan antar butiran. Gesekan antar butiran sangat tergantung pada permukaan batuan tersebut, kasar atau halus, berbentuk bulat atau lonjong. Hasil penelitian yang disajikan pada artikel ini hanya terbatas dengan bentuk tanah yang mempunyai bentuk bulat dan permukaan yang halus.

Pada umumnya tanah diklasifikasikan sebagai tanah yang kohesif dan tidak kohesif atau sebagai tanah yang berbutiran kasar dan halus. Tanah mencakup semua bahan seperti lempung, pasir, kerikil dan batuan-batuan yang besar. Misalkan untuk tanah halus yang berdiameter lebih kecil dari 0,075 mm sampai berbutiran besar bisa mencapai 200 mm. Tanah yang berbutiran besar biasanya mengandung lanau, pasir, kerikil sampai bongkahan besar. Seperti dikemukakan Lambe dan Whitman (1976) bahwa tanah yang berdiameter besar mengandung lebih dari 50% material yang berukuran minimal 0,075 mm. Tanah berdiameter besar yang didefinisikan oleh Valle (1998) dalam studi literturnya, bahwa diameter tanah yang terkandung dalam matrik tersebut adalah halus, lempung/lanau sampai berdiameter $d_{max} > 50$ mm.

Untuk melengkapi hasil percobaan yang telah dilakukan tentang sifat-sifat tanah berbutiran kasar, berikut disajikan hasil dari para peneliti sebelumnya yang mencoba mendefinisikan tanah berbutiran kasar, seperti Bordeau (1997) telah melakukan percobaan geser langsung di laboratorium dengan menggunakan sampel tanah berdiameter maksi-

mum 80 mm dan melakukan hal yang sama pada percobaan resistan mekanik tanah di lapangan dengan diameter sampai 100 mm. Bordeau menyatakan bahwa diameter butiran tanah yang mencapai 100 mm masih digolongkan sebagai tanah berbutiran kasar.

Brady dkk. (1983) telah menyajikan suatu perbandingan harga kekuatan geser tanah dari uji geser langsung (*direct shear test*) dengan menggunakan dua alat uji dengan ukuran kecil, 60 x 60 x 40 mm dan alat uji berukuran besar berukuran 300 x 300 x 175 mm. Untuk diketahui bahwa bentuk alat uji geser langsung (*direct shear test*) berbentuk kotak persegi panjang, terdiri dari dua buah kotak, yang diletakkan secara paralel, yang disebut kotak atas dan kotak bawah, lebih jelasnya lihat bagian metodologi penelitian. Perbandingan antara panjang dan tinggi kotak λ adalah antara 1,5 dan 1,71. Peneliti telah menggunakan sampel berupa pasir dari Bramshill yang berbentuk bundar dan mengandung kuarsa dengan diameter 4 mm. Dalam perobaannya si peneliti menggunakan perpindahan horisontal 0,6 mm/min untuk alat uji berukuran besar (300x300 mm) dan 0,075 mm/min untuk alat uji berukuran kecil (60x60 mm). Hasil yang didapat dari percobaan dengan menggunakan alat uji berukuran kecil adalah pada masa jenis tanah kering ρ_d dari 1,42 t/m³ sampai 1,78 t/m³ yang mana hasilnya dapat menaikkan nilai sudut geser dalam φ_{mak} 33,80-7,8°, dilatasi yang terjadi sebesar (δ_v/δ_h) 0 - 0,38.

Untuk alat uji berukuran besar (300x300 mm), didapat bahwa nilai sudut geser dalam sedikit lebih besar dibandingkan dengan menggunakan alat uji yang berukuran kecil (60x60 mm). Sudut geser dalam didapat φ bervariasi antar 33,5 sampai 48,9 derajat dan perbandingan δ_v/δ_h bervariasi antara -0,04 sampai 0,22 untuk masa jenis ρ_d dari 1,49 t/m³ sampai 1,76 t/m³.

Peneliti lain yaitu Charles, (1989) yang banyak bekerja pada pekerjaan seperti dinding penahan tanah, stabilitas lereng dsb, mengatakan bahwa matrik tanah berbutiran besar haruslah sebagiannya mengandung batuan dan sebagian mengandung butiran halus.

Referensi lain yang meneliti tentang kekuatan geser tanah yang berasal dari daerah alluvionnaires du Rhône, sampel tanah diambil dibagian daerah Miribel, Prancis. Sampel tanah tersebut telah didefinisikan dengan percobaan di laboratorium dan di lapangan (*in situ*) yang dilakukan oleh Bourdeau (1997). Sampel tanah tersebut campuran antara pasir dan batuan. Diameter sampel tanah yang digunakan adalah : d_{max} 20 ; 31,5 ; 50 dan 80 mm untuk alat uji geser berukuran 1000 mm x 600 mm x 400 mm yang telah dilakukan di lapangan (*in situ*) dan laboratorium. Perbandingan antara panjang dan tinggi kotak baja $\lambda = L/h$ adalah 2,5. Tegangan normal yang digunakan bervariasi antara 30 kPa-160 kPa.

Hasil percobaan di laboratorium yang dilakukan oleh Bourdeau tahun 19-97 disajikan pada tabel 1.

Tabel 1 : Kekuatan geser tanah yang berasal dari batuan alluvions du Rhône, Perancis, Bourdeau (1997).

Batuan dari Alluvions du Rhône, Prancis	d_{max} (mm)	γ_s (kN/m ³)	C_{mak} (kPa)	φ_{mak} (derajat)
Miribel	80,0	20,9	8,0	37,5
Miribel	50,0	22,0	6,5	40,0
Miribel	31,5	24,4	1,0	45,0
Miribel	20,0	21,4	18,0	23,0

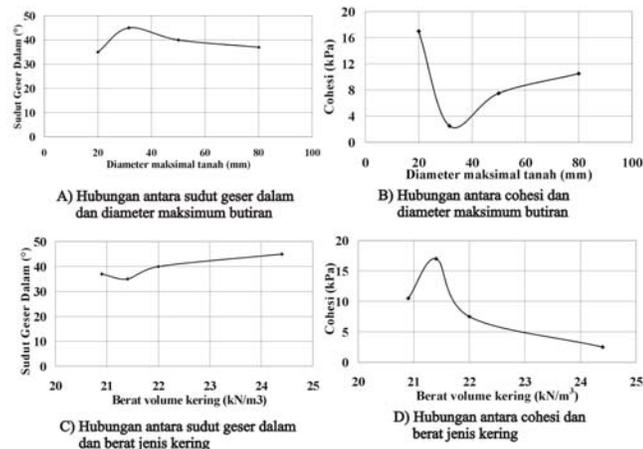
Untuk memudahkan melihat pengaruh besaran butiran dan parameter lainnya terhadap sudut geser dalam, φ dan kohesi c, maka dibuatlah suatu grafik perbandingan antara $\varphi - d_{\text{mak}}$; $C - d_{\text{mak}}$; φ

- γ_s dan c - γ_s . Data untuk gambar 1 adalah sama dengan data dari tabel 1.

Dari gambar 1a dan 1b dapat dinyatakan bahwa diameter butiran 31,5 mm memberikan nilai φ lebih tinggi 45° tetapi nilai kohesi c lebih rendah 2,5 kPa.

Harga berat volume kering, γ_d dapat mempengaruhi nilai ϕ dan c . Kita dapat menarik kesimpulan bahwa berat volume dapat menaikkan harga sudut geser dalam, ϕ , tetapi dapat menurunkan harga kohesi c (gambar 1c dan 1d).

Dari referensi penelitian terdahulu dapat dinyatakan bahwa ukuran butiran tanah akan sangat mempengaruhi sifat mekaniknya. Informasi ini sangatlah penting untuk perkembangan ilmu teknik sipil khususnya. Karena bagaimanapun, tanah merupakan penopang utama dari suatu konstruksi bangunan di atasnya.



Gambar 1 : Kurva hubungan antara sudut geser dalam, kohesi, diameter maksimum berat jenis tanah dari beberapa diameter berbeda. Bourdeau (1997).

Pada bagian ini akan dijelaskan cara pengujian material berupa tanah berbutiran besar dengan alat uji geser langsung atau *Direct Shear Test Apparatus*. Alat uji yang dipakai berukuran besar yaitu lebar 500 mm, panjang 500 mm dan tinggi keseluruhan 300 mm.

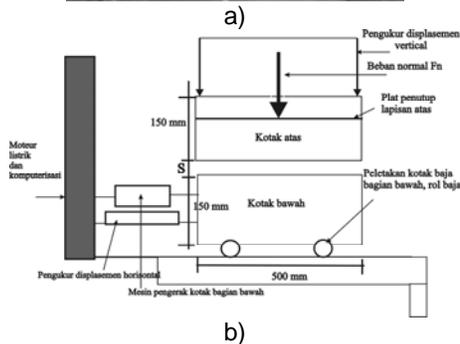
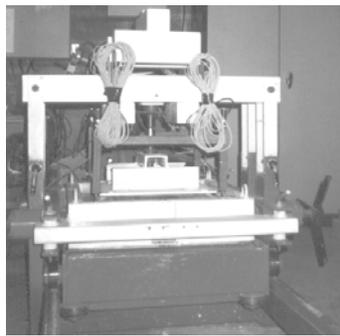
Seluruh peralatan dan pekerjaan percobaan ini dilakukan di laboratorium jalan raya, Rouen, Perancis (Afriani 20-01, 2002, 2003).

Alat uji berbentuk kotak persegi panjang. Terdiri dari dua buah kotak. Masing-masing kotak berukuran lebar, 500 mm ; panjang 500 mm ; tinggi 150 mm. Tetapi didalam percobaan tinggi total yang dipakai hanya 250 mm, separuh dari lebar atau panjang kotak. Sisa 50 mm lagi dipakai untuk perletakan plat penutup tanah di atasnya dan sebagai perletakan beban vertikal. Perlu diketahui bahwa kotak ini diberi beban vertikal dan beban horizontal. Beban vertikal telah ditetapkan besarnya yaitu 50 kPa, 100 kPa dan 150 kPa. Sedangkan beban horizontal, tergantung dari hasil percobaan.

Keseluruhan alat uji geser langsung terbuat dari baja. Untuk menggerakkannya dilakukan dengan mesin dan pencatatan dilakukan dengan sistem komputerisasi.

Alat uji geser langsung yang terdiri dari dua buah kotak mempunyai sifat, kotak bagian atas dalam keadaan statis/diam dan kotak bagian bawah bersifat mobil artinya dapat digerakkan. Kotak ini disusun secara paralel. Selanjutnya kotak dibagian atas disebut kotak atas dan kotak dibagian bawah disebut kotak bawah.

Keadaan dari Kotak atas selalu dalam keadaan statis dan keadaan kotak bawah adalah bergerak (mobil) yang dapat digerakan ke samping kanan dan kiri secara horisontal. Gerakan ini diatur oleh mesin dan besarnya pergerakan langsung terekam oleh program komputerisasi, termasuk lama percobaan. Antara kotak atas dan kotak bawah, diberi jarak, yang disebut spasi antara kotak atas dan kotak bawah dengan simbol s , (lihat gambar 2). Jarak ini bervariasi sesuai dengan parameter percobaan.



Gambar 2a: Gambar tampak samping dari alat Uji Geser Langsung (*direct shear test*), 2b: Skema dari benda uji

Objek utama dari penelitian ini mempelajari efek ukuran dari diameter butiran tanah terhadap nilai karakteristik mekaniknya berupa nilai kohesi, c dan nilai sudut geser dalam, ϕ . Kemudian dibahas secara lengkap tentang pengaruh besaran butiran tanah terhadap c dan ϕ kemudian membandingkannya dengan hasil referensi yang ada. Parameter utama yang dipakai antara lain ukuran diameter tanah yang berbeda yaitu 0/25 mm, 0/50 mm dan 0/80 mm dengan spasi antara kota katas dan kotak bawah sebesar 12 mm.

Tanah yang digunakan dalam percobaan ini adalah tanah yang berasal dari daerah Criquebeuf-sur-Seine, Seine Maritim, Utara Perancis.

Tanah yang dipakai pada percobaan mengandung silika – karbonat adalah tanah yang diambil dari daerah lembah dekat sungai didaerah Criquebeuf-sur-Seine, Seine-Maritime, Rouen Perancis.

Material ini disebut material natural dari Criquebeuf-sur-Seine. Material dari daerah ini merupakan bongkahan batuan dengan diameter bervariasi mulai dari lebih kecil 0,08 mm sampai berdiameter 200 mm.

Untuk kepentingan percobaan, tanah tersebut diambil dan dibawa ke laboratorium, kemudian disaring sesuai dengan kebutuhan.

Sebelum melakukan percobaan uji geser langsung (*direct shear test*) dilakukan terlebih dahulu pengecekan terhadap masa jenis tanah dan kandungannya (*water content*). Untuk diketahui bahwa, kandungan air atau water content dari setiap tanah sangat berbeda, tergantung dari iklim yang ada pada saat pengambilan sampel tanah dilapangan. Oleh sebab itu penentuan perkiraan kadar air dan berat jenis tanah dilakukan percobaan dengan alat uji proctor normal standar. Dari hasil percobaan didapat data kadar air optimum dan berat volume optimum. Data kadar air optimum dan berat volume optimum diambil dari percobaan ini dilakukan oleh Valle, (2001).

PEMBAHASAN

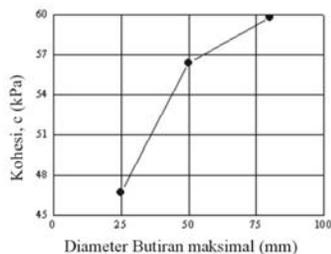
Hasil yang didapat dari percobaan dengan menggunakan alat uji geser langsung atau *direct shear test*, akan dapat menjawab pertanyaan apakah pengaruh besaran butiran tanah dapat mempengaruhi karakteristik mekanik tanah. Karakteristik yang ditinjau adalah besaran kohesi atau c dan nilai sudut geser dalam ϕ . Untuk menjustifikasi pernyataan ini, percobaan dengan beberapa parameter telah dilakukan dengan menggunakan tanah dari Criquebeuf sur-Sein, Seine Maritim, Perancis. Percobaan dengan menggunakan diameter sampel 0/25m, 0/50 mm dan 0/80 mm dengan spasi antar kotak atas dan bawah 12 mm.

Untuk mendapatkan diameter tanah yang akan digunakan, tanah yang asli dari lokasi pengambilan, diangkut ke laboratorium, kemudian diayak atau disaring sesuai dengan diameter yang dibutuhkan. Analisis dari pengaruh butiran tanah terhadap nilai c dan ϕ disajikan pada tabel 2.

Tabel 2 : Hasil penelitian tentang pengaruh ukuran diameter tanah terhadap nilai c dan ϕ - Spasi s , 12 mm

No. Seri percobaan	d_{max} (mm)	c (kPa)	ϕ (derajat)	L/d_{max}	s/d_{max}
Seri A	25	46,7	35,8	20	0.48
Seri B	50	56,4	38,5	10	0.24
Seri C	80	59,8	40,2	6,25	0.15

Dari tabel 2 diatas, kita dapat menganalisisnya bahwa nilai kohesi tanah, c dan sudut geser dalam ϕ naik sesuai dengan kenaikan diameter butiran tanah. Nilai c naik 13,1 kPa untuk interval dari diameter maksimal 25 mm sampai diameter maksimal 80 mm. Sementara nilai sudut geser dalam naik 4,4 derajat. Gambar 3 memperlihatkan hubungan antara diameter butiran tanah dan nilai kohesi tanah c .



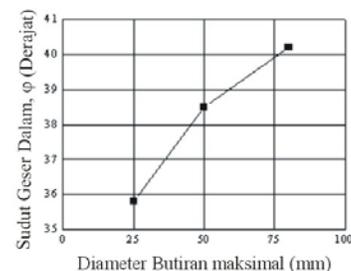
Gambar 3 : Hubungan antara diameter maksimal tanah dan nilai kohesi, c , spasi $s = 12$

Kalau dilihat kenaikan nilai c antara diameter 25 mm dan 50 mm dan 80 mm, maka kenaikan yang sangat cepat pada diameter 25 mm dan 50 mm. Kenaikan nilai c ini dapat mencapai sebesar 9,7 kPa. Sedangkan kenaikan nilai c untuk diameter maksimal antar 50 mm ke 80 mm sebesar 3,4 kPa. Dari nilai 9,7 kPa dan 3,4 kPa dapat diprediksi bahwa nilai kohesi tanah sangat dipengaruhi oleh besarnya butiran tanah. Untuk mengingatkan bahwa kohesi suatu tanah adalah daya lekat antar butiran tanah, semakin besar butirannya semakin besar pula nilai kohesinya.

Pada percobaan ini, kandungan matrik tanah dalam setiap seri percobaan bervariasi mulai dari tanah lempung atau lamau sampai diameter maksimal 25 mm, 50 mm dan 80 mm. Itu sebabnya bahwa

lekatan antar butiran pun masih ada. Percobaan ini juga dapat menjawab bahwa apakah semakin besar butiran, katakana-lah setelah diameter maksimal tanah 80 mm dapat memperbesar nilai kohesi dan seberapa besarnya. Hal ini dapat dijawab dengan bantuan grafik prediksi data. Grafik ini dicoba dibuat untuk menjawab pertanyaan diatas dan diilustrasikan pada gambar 5.

Gambar 4 memperlihatkan hubungan antara nilai sudut geser dalam ϕ dan diameter maksimal tanah. Seperti nilai kohesi, c . Nilai sudut geser dalam ϕ akan naik sebanding dengan kenaikan diameter butiran tanah. Jika ditinjau dari kenaikan nilai ϕ antar diameter 25 mm dan 50 mm dan 80 mm, maka kenaikan yang terjadi lebih cepat pada diameter 25 mm dan 50 mm. Kenaikan nilai ϕ ini dapat mencapai sebesar 2,7 derajat.



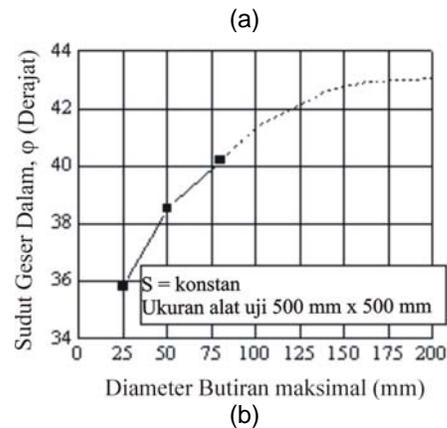
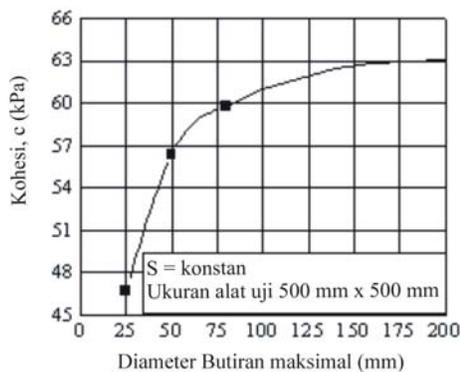
Gambar 4 : Hubungan antar diameter butiran tanah dengan sudut geser dalam $S = 12$

Sedangkan kenaikan nilai c untuk diameter maksimal antar 50 mm ke 80 mm sebesar 1,7 derajat. Dari nilai 2,7 derajat dan 1,7 derajat dapat diprediksi bahwa nilai ϕ tidak banyak dipengaruhi dengan kenaikan diameter butiran tanah, lain halnya dengan nilai kohesi tanah yang sangat dipengaruhi oleh besarnya butiran tanah. Sama seperti nilai c , sete-

lah diameter tanah maksimal 50 mm, kenaikan nilai ϕ akan menurun. Dari data nilai ϕ yang didapat, kenaikan nilai ϕ tidak terlalu besar.

Beberapa peneliti yang mengadakan penelitian tentang pengaruh besaran butiran tanah terhadap karakteristik mekanik tanah seperti Ohne (1987), Charles (1989), Vallé (2001). Hasil dari penelitian peneliti terdahulu dilakukan dengan beragam alat uji geser langsung dan beragam ukuran diameter maksimal butiran. Hasil analisa tentang efek butiran terhadap nilai c dan ϕ . Hasilnya menunjukkan adanya perubahan nilai c dan ϕ terhadap diameter butiran tanah.

Untuk mengetahui sejauhmana pengaruh butiran terhadap nilai c dan ϕ ditampilkan pada gambar 5a dan 5 b. Gambar 5a dan 5b adalah suatu estimasi perkiraan besaran nilai c dan ϕ jika kita melakukan percobaan dengan diameter butiran lebih besar dari 80 mm. Perkiraan grafik ini didasari dari hasil percobaan dengan melakukan uji coba diameter maksimal 25 mm, 50 mm dan 80 mm dimana data hasil percobaan dapat dilihat pada tabel 2 dan gambar 3 dan 4.



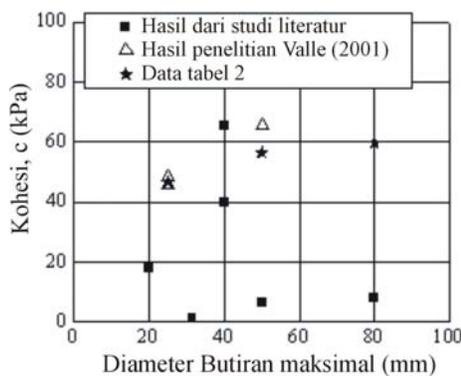
Gambar 5 : Estimasi dari nilai c dan ϕ dalam fungsi d_{max} sampai 200mm.

Gambar 5 menyajikan suatu nilai c dan ϕ perkiraan jika kita melakukan percobaan dengan menggunakan sampel sampai diameter maksimal 200 mm. Diameter maksimal 200mm ini adalah diameter maksimal yang ada di lapangan pada daerah alluvionnaire de Criquebeuf-sur-Seine, Sain Maritim Rouen, Perancis. Dari gambar 5a dan 5 b dapat dilihat bahwa semakin besar diameter butiran semakin besar pula nilai c dan nilai ϕ . Besaran perkiraan nilai kohesi tanah c sampai 63 kPa dan besar nilai sudut geser dalam ϕ sampai 43° untuk diameter maksimal sampai 200 mm. Tabel 3 memperlihatkan hasil penelitian uji geser langsung, dengan menggunakan alat yang sama dengan menggunakan sampel pasir dari daerah Fontainebleau Perancis. Dapat dianalisa bahwa nilai c terus bertambah dengan bertambah besarnya butiran sampel tanah sementara sudut geser dalam tidak terlihat perbedaan yang sangat besar.

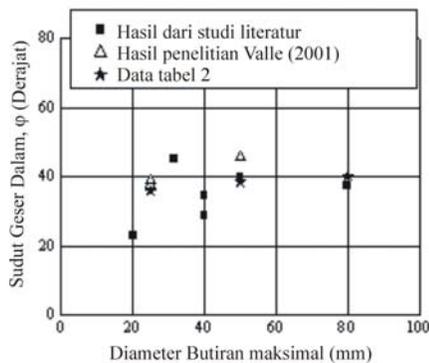
Tabel 3 : Karakteristik mekanik dari pasir dan tanah berdiameter besar dengan alat uji geser langsung, ukuran 500 mm x 500 mm

No Seri Percobaan	Sampel tanah	c (kPa)	ϕ (derajat)
Seri D	Pasir dari daerah Fontainebleau, Perancis, 0/0,4 mm	16,4	36,4
Seri A	Tanah dari daerah Criquebeuf-Sur-Seine, Perancis, 0/25 mm	46,7	35,8
Prediksi	Tanah dari daerah Criquebeuf-Sur-Seine, Perancis, 0/200 mm	63,0	43,0

Pada tulisan ini telah dibuat suatu rangkuman tentang tinjauan karakteristik mekanik tanah dari berbagai bentuk sampel dan dari berbagai ukuran alat uji geser langsung. Data ini didapat dari tinjauan pustaka dari beberapa peneliti sebelumnya. Data tersebut diperlihatkan pada gambar 6a dan 6b. Analisa yang didapat dari melihat gambar 6 adalah bahwa ukuran diameter butiran memainkan peranan penting dalam menganalisa besaran karakteristik mekanik tanah.



(a)



(b)

Gambar 6 : Variasi dari nilai kohesi dan sudut geser dalam, dalam fungsi dengan diameter maksimal sampel a tanah.

Data untuk gambar 6a dan 6b didapat dari hasil penelitian peneliti dengan data tabel 2 dengan menggunakan diameter sampel tanah 5 mm sampai 80 mm. Hasil data pada gambar 6a dan 6b, didapat dengan percobaan dengan menggunakan uji geser langsung (*direct shear test*). Artikel ini menyajikan data pada gambar 6, yaitu untuk diameter maksimal sampel tanah 5 mm – 80 mm

dikarenakan interval tersebut masuk di dalam diameter maksimal yang dilaksanakan penelitian dengan menggunakan tanah Criquebeuf sur-Seine, yaitu diameter sampel 25 mm sampai 80 mm.

Pada gambar 6a dan 6b, kita konstantakan bahwa nilai kohesi naik dengan naiknya diameter maksimal sampel tanah. Jika dilihat pada gambar 6a, maka nilai kohesi bervariasi dari 1 kPa sampai 60 kPa. Jika dilihat pada interval untuk diameter 20 mm sampai 50 mm, maka nilai sudut geser dalam antara 23 derajat sampai 45 derajat. Kita dapat mencatatnya bahwa untuk d_{max} lebih besar dari 30 mm, maka kenaikan sudut geser dalam tidak terlalu besar.

Penelitian mengenai pengaruh diameter maksimal butiran tanah terhadap karakteristik mekanik tanah telah membawa suatu hasil yang baik. Tetapi didalam pelaksanaan percobaannya dengan menggunakan jenis tanah yang berdiameter besar sangat mengalami kesulitan. Terutama pada penempatan material kedalam alat uji. Material yang telah diisi kedalam alat uji dibagi 3 lapisan dan setiap lapisan harus di padatkan dengan vibrator. Energi pemadatan juga sangat mempengaruhi hasil dari percobaan ini. Jika percobaan menggunakan pasir, pada saat pemadatan sangatlah mudah sehingga kita cenderung menggunakan energi yang cukup besar tapi jika menggunakan material yang mencapai diameter maksimal 80 mm, maka energi yang digunakan harus lebih besar dari pada energi untuk pemadatan dengan sampel pasir. Sementara energi yang dipakai adalah dari tenaga manusia yang selalu berubah.

Peneliti lain yang melaksanakan penelitian dengan menggunakan sampel tanah dari daerah Criquebeuf-Sur-Seine adalah Vallé (2001) melakukan uji coba geser langsung dengan menggunakan alat uji geser langsung yang sama dengan peneliti (ukuran alat uji : 500 mm x 500 mm, tegangan normal : 50 kPa, 100 kPa dan 150 kPa, kecepatan bergeser kotak bawah adalah 1mm/mn, $s = d_{mak}/2$). Tetapi objek utama penelitian Vallé adalah Triaksial. Penelitian yang menggunakan alat uji geser langsung

untuk perbandingan hasil percobaan dari triaksial dan uji geser langsung.

Vallé (2001) melakukan penelitian dengan pengulangan 3 kali setiap kali percobaan. Material yang dipakai adalah tanah asli yang langsung diambil

dari lapangan di daerah Criquebeuf-Sur-Seine, Seine Maritim, Rouen, Perancis dan tanah asli dari daerah yang sama tetapi sudah dipadatkan. Hasil penelitiannya di tampilkan pada tabel 4.

Tabel 4 : Nilai sudut geser dalam dan nilai kohesi, Vallé (2001).

Sampel tanah	c (kPa)	ϕ (derajat)	ρ_d (t/m ³)	w (%)
$d_{mak} = 25 \text{ mm}$	53,60	35,30	2,01	7,30
	51,80	37,20	2,00	7,10
	39,30	40,10	2,00	7,30
$d_{mak} = 50 \text{ mm}$	66,90	45,50	2,08	6,90
	70,40	45,00	2,09	5,80
	58,80	46,30	2,09	6,20

Jika kita mengambil nilai rata-rata untuk sampel $d_{mak} = 25 \text{ mm}$, c adalah 48,2 kPa dan $\phi = 37,5^\circ$. Kemudian nilai rata-rata untuk sampel $d_{mak} = 50 \text{ mm}$, nilai c = 65,4 kPa dan nilai $\phi = 45,6^\circ$. Dari data ini terlihat bahwa terjadinya kenaikan dari diameter maksimal sampel 25 mm ke 50 mm sebesar 10,7 kPa untuk nilai kohesi, sedangkan untuk nilai sudut geser dalam ϕ mengalami kenaikan 8° .

KESIMPULAN

Objek dari penelitian ini adalah melihat pengaruh besaran butiran tanah terhadap sudut geser dalam berupa nilai ϕ dan nilai kohesi, c. Hasil nilai ϕ dan c didapat dari percobaan dengan menggunakan uji geser langsung dengan ukuran 500 mm x 500 mm dengan sampel tanah dari Criquebeuf-sur-Seine, Seine Maritim, Rouen, Perancis. Tanah yang digunakan termasuk jenis tanah berbutiran besar (*coarse soil*). Pada saat melakukan percobaan, spasi atau jarak kotak atas dan kotak bawah diambil sebesar $d_{mak}/2$. Kesimpulan yang didapat dari hasil percobaan yang dilakukan oleh penulis maupun studi literatur maka dapat disimpulkan bahwa semakin besar diameter tanah yang dipakai maka nilai kohesi tanah, c, akan semakin besar sementara sudut geser dalam ϕ tidak terlalu besar kenaikan harganya dibandingkan dengan nilai c, relatif konstan.

Kenaikan nilai c antara diameter 25 mm - 80 mm, maka kenaikan yang

sangat cepat pada diameter 25 mm dan 50 mm. Kenaikan nilai c dapat mencapai sebesar 9,7 kPa. Sedangkan kenaikan nilai c untuk diameter maksimal antar 50 mm-80 mm sebesar 3,4 kPa. Untuk kenaikan nilai ϕ antara diameter 25 mm - 80 mm, maka kenaikan yang terjadi lebih cepat pada diameter 25 mm - 50 mm. Kenaikan nilai ϕ ini dapat mencapai sebesar 2,7 derajat. Sedangkan kenaikan nilai c untuk diameter maksimal antara 50 mm - 80 mm sebesar 1,7 derajat.

DAFTAR PUSTAKA

- Afriani L., Levacher D., Khay M., Lozach D., 2001, «Definitions And Measurements Of The Shear Resistance Of Coarse Soils In Laboratory», Proceeding Of 6th Indonesian Students Scientific Meeting For Europe, Issm 2001, Istecs Europe, Manchester, Pp. 50-54.
- Afriani L., Levacher D., Khay M., Lozach D., 2002, «*Résistance Au Cisaillement D'une Grave Alluvionnaire – Essais À La Boîte : Constats Et Effets D'échelle*», (Kekuatan Geser Tanah Dari Batuan Sungai, Menggunakan percobaan Uji Geser Langsung, Pengaruh Konstanta Material Dan Skala Alat Uji Geser), VII^{èmes} Journées Nationales Génie Civil – Génie Côtier, Anglet.
- Afriani L., 2006, Karakteristik Mekanik Tanah Bergradasi Kasar Dengan Uji Geser Langsung, Proceeding

- National Seminar On Aset'05,
Univeritas Lampung
- Bourdeau, Y. 1997. *Le Comportement Des Alluvions Du Rhône Dans Une Grande Boîte De Cisaillement Direct.* (= Perilaku Tanah Batuan Di Daerah Alluvions Rhone Dalam Suatu Percobaan Geser Langsung), *Revue Française De Géotechnique* (Majalah Prancis, Geoteknik), N° 79, Pp. 45-57.
- Bourdeau, Y. 1999. *Etude De La Résistance Au Cisaillement Des Alluvions Du Rhône.* Deuxième Congrès Universitaire De Génie Civil, Poitiers, Volume 2, Pp. 325-332.
- Brady, K.C., Awcock, I. And Wightman, .R. 1983. *A Comparison Of Shear Strength Measurements Using Two Sizes Of Shear Box.* Tril Laboratory Report, N°1101, 25p.
- Charles, J.A. 1989. *General Report/ Discussion Session 8: Geotechnical Properties Of Coarse Grained Soil.* Proceedings Of The Twelfth International Conference On Soil Mechanics And Foundation Engineering, Rio De Janeiro, Volume 4, Pp. 2495-2519.
- Das, B.M. 1995. *Principles Of Geotechnical Engineering,* Pws Pub. Company Boston, Third Edition, 671p.
- Ohne, Y., Tateba, H., Narita, K. And Okumura, T. 1987. *Discussions On Seismic Stability Of Slopes For Rock Fill Dams.* Proceedings Of International Symposium On Earthquakes And Dams, Beijing, Volume 1, P. 407-417.
- Terzaghi, K., Peck, R.B. 1965. *Mécanique Des Sols Appliquée Aux Travaux Publics Et Bâtiment.* Dunod Éditeur, Paris, 565 P.
- Vallé, N. 1997. *Mesure De La Résistance Au Cisaillement Des Sols Grossiers À La Boîte De Cisaillement.* Dea, Ecole Centrale De Paris, 98 P.
- Vallé, N. 2001. *Propriétés Mécanique D'un Sol Grossier D'un Terrasse Alluvionnaire De La Seine.* Thèse De Doctorat, Université De Caen, 304 P.