

ANALISIS PARAMETER GESER TANAH LEMPUNG HASIL STABILISASI DENGAN ABU SERBUK KAYU

Supardin*¹

¹Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Lhokseumawe,
24301 Lhokseumawe, Aceh, Indonesia
*e-mail: pardin211965@gmail.com

Abstract

This study aims to measure the shear parameters of clay mixed with variations in sawdust ash. Utilization of wood waste which is converted into ash and then mixed with clay of low strength is expected to give the effect of more bearing capacity on the soil. Mixing percentage of sawdust ash to clay was carried out with variations of 5%, 10%, 15% and 20%. The mixing of clay soil with sawdust ash was stabilized through compaction testing, then a direct shear test was carried out to obtain shear parameters. The test results obtained were an increase in the cohesion value of the original soil 0.182 kg/cm², an increase of 0.240 kg/cm² successively; 0.310 kg/cm²; 0.396 kg/cm² and decreased with the addition of 20% sawdust ash 0.237 kg/cm². Likewise, the increase in the value of the internal shear angle, the initial condition was 5,300 and increased with the addition of wood ash from 13,310; 15,030; 18,300 and decreased on a 20% mix to 15,700. This means that the use of sawdust ash can provide the carrying capacity of clay soil to a certain level (an average of 33.5% for the cohesion value and 34.8% for the average internal shear angle value).

Keywords: *Shear parameters, stabilization, wood powder ash*

PENDAHULUAN

Kuat geser tanah merupakan parameter terpenting dari karakteristik massa tanah. Dari hasil pengujian kuat geser langsung diperoleh dua parameter sifat mekanik tanah yaitu, kohesi (*C*) dan sudut geser dalam (ϕ), yang sangat mempengaruhi perencanaan kegiatan suatu lapis perkerasan jalan.

Lintas kendaraan tidak selalu mendapatkan jalur lintasan yang mempunyai daya dukung tanah yang baik. Kadang malah sepanjang lintasan daya dukungnya buruk, sehingga perlu dilakukan stabilisasi terhadap tanah tersebut.

Tanah merupakan dasar suatu konstruksi jalan raya menjadi masalah apabila tanah tersebut memiliki sifat-sifat

buruk yakni mudah berubah bentuk bila kena air mudah cair dan bila kena panas matahari cepat menjadi keras. Hal ini akan sangat merusak konstruksi akibat terjadi kembang susut massa tanah.

Kajian untuk mengurangi kembang susut massa tanah telah dilakukan oleh para peneliti[1-3]. Beberapa bahan untuk mengurangi kembang susut massa telah dikaji dan memberikan hasil yang cukup baik untuk menghambat susut massa tanah [4-6]

Salah satu limbah yang terdapat di Aceh Utara adalah serbuk kayu yang dihasilkan oleh industri-industri kayu. Pemanfaatan limbah ini masih kurang, sehingga limbah serbuk kayu ini sering dibuang atau dibakar begitu saja dan mengakibatkan peningkatan polusi disekitar

kawasan industri. Sedangkan hasil pembakaran dari serbuk kayu tersebut menghasilkan unsur silica, sehingga memiliki potensi sebagai bahan substitusi untuk stabilisasi tanah.

Persentase penambahan abu serbuk kayu pada tanah lempung dipilih 0%, 5%, 10%, 15% dan 20%. Material tersebut dicampur dengan tanah lempung dan dilakukan pemeraman selama 24 jam sebelum dilakukan uji pemadatan (Proctor Standar) dan dilanjutkan dengan uji geser langsung (*Direct shear test*).

Pada kondisi basah, tanah lempung mengandung lebih banyak air sehingga mengalami pengembangan dan tanah menjadi lebih lunak, sehingga kemampuan untuk menerima beban sangat rendah.

Tanah lempung memiliki sifat kuat geser yang rendah dan kompresibilitas yang besar, sehingga kurang bermanfaat dalam konstruksi teknik sipil, karena terbatasnya beban yang mampu ditahan akibat gaya geser yang rendah dan terjadi penurunan tanah akibat sifat kompresibilitas yang tinggi. Dalam konstruksi teknik sipil hal ini dapat mengakibatkan terjadinya retak dinding, jalan bergelombang maupun terangkatnya pondasi [7, 8].

Tanah lempung berasal dari pembusukan unsur penyusun batuan yang bersifat plastik dan memiliki kandungan air sedang dan permeabilitas sangat rendah[9].

Pada penelitian yang telah dilakukan oleh Widianti[10] mendapatkan adanya peningkatan gaya geser, kohesi, dan sudut gesek dalam. Kajian menunjukkan parameter kuat geser campuran tanah dan abu sekam padi adanya kontribusi dipengaruhi oleh inklusi serat plastik pada konsentrasi tertentu.

Penelitian yang dilakukan oleh Afriani menunjukkan adanya peningkatan berat volume tanah yang bercampur pasir dengan peningkatan rata-rata 5,94% akibat adanya penambahan material pasir pada tanah lempung. Sementara itu kajian juga menunjukkan adanya penurunan sebesar 25,07% nilai kohesi pada campuran tanah lunak dan pasir. Sedangkan sudut geser

dalam tanah lempung yang bercampur pasir mengalami peningkatan sebesar 67,03%. Oleh karena itu kajian menunjukkan penambahan campuran pasir dalam tanah akan meningkatkan daya dukung tanah lempung yang ditunjukkan dengan peningkatan sudut geser dalam yang cukup tinggi.

Kajian yang dilakukan oleh Hakam[12] menunjukkan bahwa nilai sudut geser dalam semakin menurun, sedangkan nilai kohesi semakin meningkat dengan meningkatnya kadar lempung pada tanah pasir pantai.

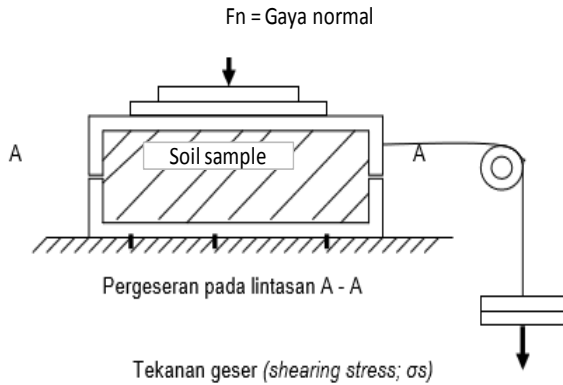
Faktor yang Mempengaruhi Kuat Geser

Uji geser pada tanah merupakan suatu proses pengujian yang harus dilakukan untuk mengetahui kuat geser tanah (τ) dimana kuat geser dipengaruhi oleh kohesi (C), tegangan normal dan sudut geser dalam (ϕ) digunakan rumus:

$$\tau = c + \sigma_n \tan \phi \quad (1)$$

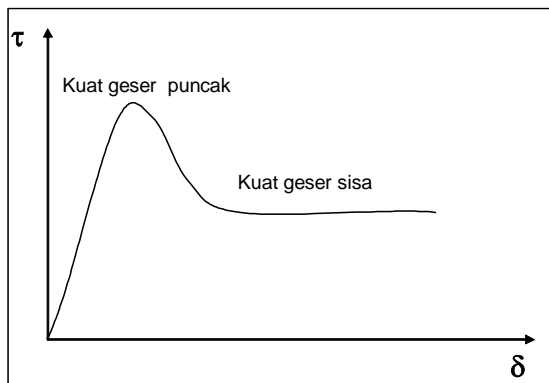
Pengujian ini menggunakan cara uji geser langsung dengan memakai beberapa contoh (minimal 3 contoh), agar diperoleh parameter geser yang lebih akurat. Untuk masing-masing contoh dikenakan gaya normal (F_n) tertentu (lihat Gambar 1), yang diaplikasikan tegak lurus dengan permukaan bidang. Dari laju perpindahan geser konstan yang diberikan akan menghasilkan gaya geser (F_s). Besarnya perpindahan geser (δ_s) diukur dengan interval waktu per 15 detik untuk memperoleh gaya geser yang bekerja.

Gaya geser yang dibutuhkan tersebut untuk mulai membentuk rekahan bidang geser dan berpindah, akan bertambah sesuai pertambahan gaya normal (F_n). Pada uji geser langsung, tegangan geser (τ) dan tegangan normal (σ_n) merupakan representatif dari gaya geser dan gaya normal dibagi luas kontak.



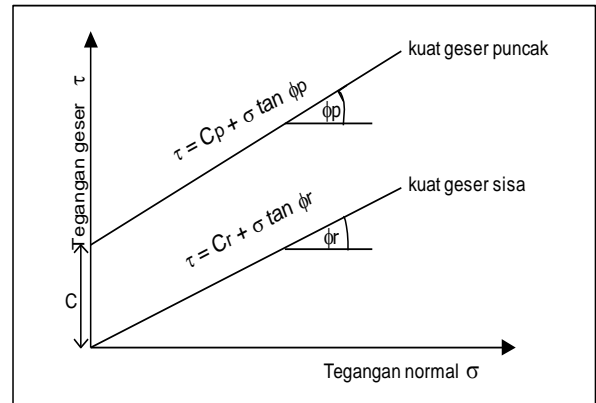
Gambar 1. Skema alat direct shear strength

Pada saat terjadi perpindahan yang relatif kecil, tegangan geser akan meningkat secara linier terhadap perpindahan, akan tetapi berangsur-angsur menjadi tidak linier dan suatu saat akan tercapai nilai maksimumnya. Nilai tegangan geser maksimum ini disebut kuat geser puncak (*peak shear strength*) dan nilai perpindahan yang dicapai disebut perpindahan geser puncak (*peak shear displacement*) seperti ditunjukkan pada Gambar 2. Setelah nilai maksimum tercapai, tegangan geser akan turun dan berangsur-angsur mencapai nilai konstan, nilai ini disebut kuat geser sisa (*residual shear strength*).



Gambar 2. Diagram tegangan geser (τ) dan perpindahan (δ)

Jika kuat geser puncak (τ_p) dan kuat geser sisa (τ_r) diperoleh dari tingkat tegangan normal (σ_n) yang berbeda dengan jenis contoh tanah yang sama dan kemudian digambarkan terhadap masing-masing tegangan normalnya, maka akan didapat suatu hubungan linier seperti diperlihatkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Diagram kuat geser puncak dan sisa

Kemiringan garis diartikan sebagai sudut geser dalam puncak (ϕ_p) dan sudut geser dalam sisa (ϕ_r). Perpotongan garis tersebut dengan sumbu tegangan geser disebut kohesi (C_p). Hubungan antara (τ_p) dan (σ_n) didefinisikan dengan persamaan (2).

$$\tau_p = C_p + \sigma_n \tan \phi_p \quad (2)$$

Sedangkan hubungan antara tegangan sisa terhadap tegangan normal adalah:

$$\tau_r = \sigma_n \tan \phi_r \quad (3)$$

Tujuan penelitian ini adalah mengukur parameter geser hasil stabilisasi tanah lempung dengan abu serbuk kayu.

METODE PENELITIAN

Bedasarkan kadar air optimum yang diperoleh dari pengujian pemadatan campuran abu serbuk kayu dengan tanah lempung pada persentase tertentu. Dibuat sampel pemadatan masing-masing 3 contoh seperti ditunjukkan dalam Tabel 1.

Tabel 1. Maktrik Pengujian

Persentase Abu Serbuk Kayu (%)	$W_{optimal}$ dari Uji Proctor (Sampel)	Uji Geser Langsung (set)
0	3	3
5	3	3
10	3	3
15	3	3
20	3	3

Campuran tanah dan abu serbuk kayu dengan persentase yang telah ditentukan dicampur dengan kadar air optimum. Selanjutnya dilakukan pemeraman selama 3 hari untuk menjadikan campuran benar-benar homogen. Pemadatan standar dilakukan dengan menggunakan mold 4", dilakukan pukulan dengan palu 2,5 kg dengan jumlah pukulan 25 kali per lapisan (3 lapis). Setelah siap dipadatkan dibuat sampel uji geser berdiameter 60 mm dengan tinggi 20 mm, kemudian dilakukan uji geser langsung.

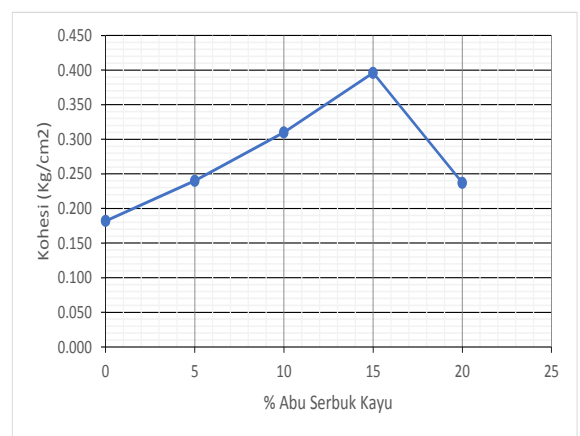
HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil uji kuat geser dengan laju perpindahan konstan (0,25 mm/min) diperlihatkan pada (Tabel 2). Parameter uji yang diperoleh diantaranya adalah nilai kadar air (23,06% sampai 43,5%), density (1,29 kg/cm³ sampai 1,73 kg/cm³), kepadatan maksimum (1,37 kg/cm³ sampai 1,48 kg/cm³), kadar air optimum (20,56% sampai 28%), nilai kohesi (0,182 kg/cm² sampai 0,396 kg/cm²) dan nilai sudut geser dalam (5,3⁰ sampai 18,3⁰).

Tabel 2. Hasil Pengujian Kuat Geser dengan variasi penambahan abu serbuk kayu

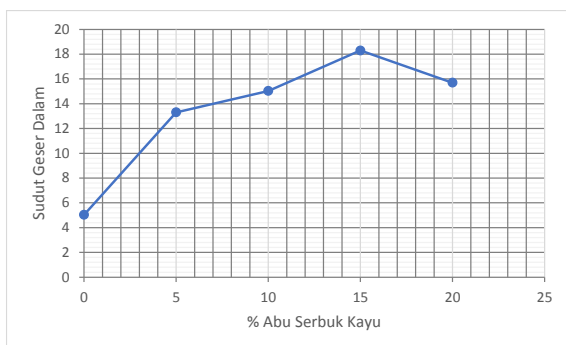
Persen Abu Serbuk Kayu (%)	Parameter Pengujian				Parameter Kuat Geser	
	Direct Shear		Proctor		Kohesi (kg/cm ²)	Sudut Geser Dalam (... ⁰)
	Berat Isi (kg/cm ³)	Kadar Air (%)	$\gamma_{d_{maks}}$ (kg/cm ³)	wopt (%)		
0	1,73	43,50				
	1,72	43,30	1,51	20,56	0,182	5,03
	1,71	43,50				
5	1,68	28,50				
	1,66	29,30	1,43	23,00	0,240	13,30
	1,60	28,50				
10	1,58	24,69				
	1,59	23,06	1,41	25,10	0,310	15,03
	1,56	24,90				
15	1,47	27,50				
	1,46	28,80	1,39	26,00	0,396	18,30
	1,45	26,43				
20	1,33	37,50				
	1,32	37,30	1,37	28,00	0,237	15,70
	1,29	37,40				

Pencampuran abu serbuk kayu pada tanah lempung pada tingkatan tertentu (5% sampai 15%) memberi peningkatan nilai kohesi dari 0,182 kg/cm² sampai 0,396 kg/cm² (Gambar 4). Namun penambahan lebih lanjut (20% abu serbuk kayu) menunjukkan penurunan nilai kohesi. Kelebihan penambahan abu serbuk kayu sangat penting diperhatikan karena penurunan nilai kohesi sangat signifikan dari 0,396 kg/cm² menjadi 0,237 kg/cm².



Gambar 4. Hubungan persen serbuk kayu terhadap kohesi

Nilai sudut geser dalam meningkat setiap penambahan persen serbuk kayu ($13,3^{\circ}$ sampai dengan $18,3^{\circ}$) diperlihatkan pada Gambar 5, dan nilai sudut geser dalam menurun pada penambahan 20% abu serbuk kayu. Seperti pada kasus parameter kohesi terjadi penurunan pada penambahan abu serbuk kayu 20% maka nilai sudut geser juga terjadi penurunan dari $18,3^{\circ}$ menjadi $15,7^{\circ}$.



Gambar 5. Hubungan persen serbuk kayu terhadap sudut geser dalam

Hasil ini memiliki kecenderungan yang sama dengan penelitian yang dilakukan oleh beberapa peneliti [10, 11, 13], yaitu penambahan bahan tambah (tanah pasir, kapur, abu sekam padi, bubuk arang kayu) memberikan peningkatan nilai kuat geser pada tanah lempung.

Idealnya penambahan bahan tambah untuk lempung lunak tidak melebihi 15%, karena penambahan lebih besar 15% akan memberikan efek menurunnya kekuatan geser dari tanah tersebut.

Sistem uji geser langsung dengan laju konstan adalah memberikan laju perpindahan konstan (mekanik) pada sampel dan gaya geser yang diukur berdasarkan fungsi waktu

KESIMPULAN

1. Dari analisis data hasil eksperimentasi, diketahui bahwa peningkatan beban normal akan menyebabkan kenaikan kuat geser, mengikuti teori Mohr bahwa kuat geser dipengaruhi oleh tegangan geser dan tegangan normal.

2. Pemberian abu serbuk kayu sampai 15% pada tanah lempung lunak serta memberikan rekayasa pemadatan dapat meningkatkan kuat geser sampai 118% dari kondisi aslinya.
3. Penelitian yang dilakukan menunjukkan peningkatan nilai kohesi diiringi peningkatan sudut geser tanah.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih pada saudari Laila Sari dan Faisal A yang telah membantu penelitian ini dalam pengumpulan data dan koreksi penulisan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Refi A., 2016. *Pengaruh Variasi Abu Cangkang Sawit Terhadap Kembang Susut Tanah Lempung*. Jurnal Teknik Sipil, Vol. 3, No. 2, pp. 1-10.
- [2] Takaendengan P.P., et al., 2013. *Pengaruh Stabilisasi Semen Terhadap Swelling Lempung Ekspansif*. Jurnal Sipil Statik, Vol. 1, No. 6,
- [3] Panjaitan N.H., 2017. *Pengaruh Kapur Terhadap Kuat Geser Tanah Lempung*. Jurnal Education Building, Vol. 3, No. 2, pp. 1-7.
- [4] Laras A.W., E.A. Suryo, and Y. Zaika, 2017. *Pengaruh Penambahan Kapur Dengan Lamanya Waktu Perawatan (Curing) Terhadap Kekuatan Dan Pengembangan (Swelling) Tanah Lempung Ekspansif*. Jurnal Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil, Vol. 1, No. 1, pp. pp. 395-402.
- [5] Herman H. and S. Syahroni, 2014. *Pengaruh Abu Batubara Dan Kapur Terhadap Kembang Susut Tanah Lempung Pada Kondisi Basah Optimum*. Jurnal Momentum ISSN 1693-752X, Vol. 16, No. 1,
- [6] Mina E., et al., 2021. *Pengaruh Penambahan Arang Tempurung Kelapa Sebagai Bahan Stabilisasi Tanah Dasar Terhadap Nilai Kuat Tekan Bebas (Studi Kasus Di Jalan Raya Kubang Laban, Desa Trate, Kecamatan Kramatwatu, Kabupaten*

- Serang, Banten). *Fondasi: Jurnal Teknik Sipil*, Vol. 10, No. 1, pp. 58-68.
- [7] Pratama A.W., I. Iswan, and M. Jafri, 2015. *Korelasi Kuat Tekan Dengan Kuat Geser Pada Tanah Lempung Yang Didistribusi Dengan Variasi Campuran Pasir*. *Jurnal Rekayasa Sipil dan Desain*, Vol. 3, No. 1, pp. 157-170.
- [8] Ibrahim I., A. Hasan, and Y. Yuniar, 2013. *Stabilisasi Tanah Lempung Dengan Bahan Kimia Asam Fosfat Sebagai Lapisan Fondasi Jalan*. *Pilar*, Vol. 8, No. 1,
- [9] Ferdian F., M. Jafri, and I. Iswan, 2015. *Pengaruh Penambahan Pasir Terhadap Tingkat Kepadatan Dan Daya Dukung Tanah Lempung Organik*. *Jurnal Rekayasa Sipil dan Desain*, Vol. 3, No. 1, pp. 145-156.
- [10] Widianti A., E. Hartono, and A.S. Muntohar, 2007. *Kekuatan Geser Campuran Tanah-Kapur-Abu Sekam Padi Dengan Inklusi Kadar Serat Karung Plastik Yang Bervariasi*. *Semesta Teknika*, Vol. 10, No. 1, pp. 1-13.
- [11] Afriani L., 2010. *Studi Dan Eksperimentasi Kuat Geser Tanah Untuk Sample Pasir Dan Tanah Berpasir*.
- [12] Hakam A., R. Yuliet, and R. Donal, 2010. *Studi Pengaruh Penambahan Tanah Lempung Pada Tanah Pasir Pantai Terhadap Kekuatan Geser Tanah*. *Jurnal Rekayasa Sipil (JRS-Unand)*, Vol. 6, No. 1, pp. 11-22.
- [13] Aji M. and S. Qunik Wiqoyah, *Tinjauan Kuat Geser Tanah Lempung Kecamatan Sukodono Kabupaten Sragen Yang Distabilisasi Dengan Bubuk Arang Kayu*. 2016, Universitas Muhammadiyah Surakarta.