

**KINERJA TANAH LUNAK STABILISASI FLY ASH DENGAN
PERKUATAN SERAT ALAMI SEBAGAI
LAPIS PENUTUP *LANDFILL******PERFORMANCE OF SOFT SOILS STABILIZE BY FLY ASH WITH
NATURAL FIBER REINFORCEMENT AS LANDFILL COVER
LAYER*****Sukirman Nurdin**Jurusan Teknik Sipil, Universitas Hasanuddin
*s.nurdin@gmail.com***Lawalenna Samang**Jurusan Teknik Sipil, Universitas Hasanuddin
*Samang_l@yahoo.com***Johannes Patanduk**

Jurusan Teknik Sipil, Universitas Hasanuddin

Tri Harianto

Jurusan Teknik Sipil, Universitas Hasanuddin

INTISARI

Penggunaan tanah lempung sebagai lapisan penutup pada sistem *landfill* menjadi pilihan alternatif yang banyak digunakan di hampir seluruh sistem *landfill* yang ada di Indonesia maupun di dunia. Selain biaya pengadaan yang relatif murah ketersediaannya hampir di seluruh wilayah Indonesia. Namun alternatif lapisan penutup *landfill* yang handal belum banyak dibahas dan diteliti. Telah banyak penelitian eksperimental tentang perkuatan tanah menggunakan serat alami maupun serat sintesis. Penelitian sebelumnya oleh Azadegan, et.al. menunjukkan bahwa penambahan serat pada tanah tidak memperbaiki potensi pengembangan pada tanah, dimana semakin besar prosentase serat semakin besar terjadi perubahan volume tanah, tetapi penambahan serat dapat mengurangi potensi retakan pada tanah baik secara horisontal maupun vertikal, serta meningkatkan kuat tekan, modulus elastisitas dan regangan batas.

Penelitian sebelumnya hanya mengevaluasi efek dari serat sintesis pada perilaku lempung, sehingga diperlukan penelitian mengenai cara meningkatkan kekuatan tanah lempung yang diikuti penurunan hidrolis konduktivitas pada tanah yang distabilisasi dengan serat alami. Tujuan penelitian ini adalah untuk merancang suatu lapisan penutup yang ideal pada *landfill* yang distabilisasi dengan *fly ash* dan perkuatan serat alami (*Palm Oil Fiber*). Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa kinerja tanah lempung yang distabilisasi *fly ash* dan perkuatan serat alami (*Palm Oil Fiber*) menunjukkan terjadi peningkatan yang besar terhadap nilai kuat tekan *undrained* (q_u) tanah dan peningkatan tingkat kepadatan tanah.

Kata kunci: serat, *fly ash*, lempung, *landfill*, keretakan, lapisan penutup.

ABSTRACT

The use of clay as a landfill cover system into alternative options that are widely used in almost all the existing landfill system in Indonesia and in the world. In addition the

costs is relatively cheap and available in almost all parts of Indonesia. The alternative reliable landfill cover has not been much discussed and researched. Has a lot of experimental research on soil reinforcement using natural fibers and synthetic fibers. Previous research by Azadegan, et.al. showed that the addition of fiber in soil does not improve the swelling potential of soil, where the greater percentage of fiber make the greater the volume change of the soil, but fiber can reduce potential cracks in the soil either horizontally or vertically, and increasing the compressive strength, modulus of elasticity and strain limits.

Previous studies have only evaluated the effect of synthetic fibers on the behavior of clay, so that the necessary research on how to increase the strength of clay followed by a decrease in hydraulic conductivity at the soil stabilized with natural fibers. The purpose of this study is to design an ideal cover at landfills, stabilized with fly ash and natural fiber reinforcement (Palm Oil Fiber). The results of this study indicate that the performance of clays stabilized fly ash and natural fiber reinforcement (Palm Oil Fiber) showed an increase over the value undrained compressive strength (q_u) of soil and increased of soil density.

Keywords : fiber, fly ash, clay, landfill, cracks, landfill cover

PENDAHULUAN

Perilaku retak pada tanah lempung yang digunakan sebagai *Compacted clay liners* adalah masalah utama dari struktur tanah lempung. karena akan menyebabkan celah-celah di lapisan penutup landfill. dan akibatnya akan mengurangi fungsi penyegelan lapisan penutup secara dramatis. Dari sudut pandang teknik, bahan penutup landfill harus memiliki sifat teknis yang memadai, seperti konduktivitas hidrolis yang rendah, kuat tekan yang cukup, kekuatan tarik tinggi, dan Fleksibilitas yang tinggi.

Proses Pengeringan akan menyebabkan perilaku retak pada tanah lempung yang akan menyebabkan bermigrasinya cairan permukaan ke dalam landfill sehingga menyebabkan meningkatnya limbah cair maupun gas. Pada akhirnya potensi pencemaran tanah dan air tanah akan meningkat (Miler CJ, dkk 1998).

Beberapa peneliti telah menunjukkan bahwa konduktivitas hidrolis dari tanah yang mempunyai intensitas keretakan yang tinggi, sementara kekuatan tanah menurun (Morris PH, Rayhani, dkk, 2007). Albrecht dan Benson menemukan bahwa tingkat retakan dipengaruhi oleh peningkatan konduktivitas hidrolis sekitar 3 kali lipat.

Saat ini ada beberapa kemungkinan dalam penggunaan bahan lain untuk meningkatkan kinerja tanah lempung sebagai hambatan hidrolis pada landfill. Freitag DR (1986), mempelajari effect dari serat pada kekuatan

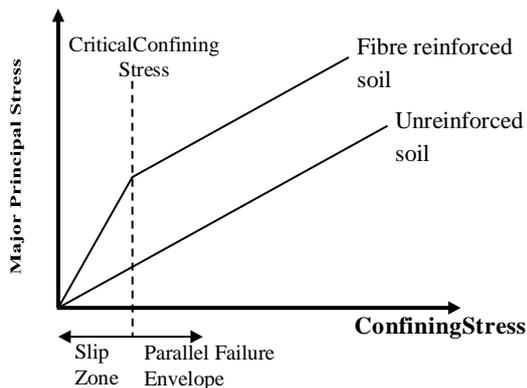
dari tanah residual kapur yang dipadatkan dengan menggunakan 3 serat yang berbeda. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai kekuatan meningkat sekitar 25% dan jenis serat yang digunakan tidak memberi pengaruh yang signifikan terhadap kekuatan tanah.

Penelitian terakhir telah menunjukkan bahwa penambahan serat dalam tanah dapat meningkatkan kekuatan geser maksimum dari tanah dan dapat mengurangi kehilangan kekuatan geser setelahnya. Peningkatan kekuatan geser tanah akibat penambahan serat biasanya diukur oleh peningkatan dari sudut geser dan kohesi. Haryanto dkk. (2008), menunjukkan bahwa Intensitas keretakan berkurang dengan adanya serat. Namun, dibandingkan dengan perilaku mekanik dan kekuatan tanah tidak significant, informasi terkini terkait dengan perilaku retak tanah yang diperkuat serat relatif terbatas. Studi kuantitatif diperlukan untuk pemahaman yang lebih baik rentang keretakan dan peningkatan karakteristik dari serat perkuatan tanah.

LANDASAN TEORI

Lapisan kedap air pada landfill berfungsi untuk mencegah rembesan air lindi yang terbentuk di dasar landfill dalam lapisan tanah di bawahnya. Untuk itu lapisan ini harus dibentuk di seluruh permukaan dalam landfill baik dasar maupun dinding. Bila tersedia di tempat, tanah lempung setebal + 50 cm merupakan alternatif yang baik sebagai lapisan kedap air. Namun bila tidak

dengan berbagai jenis serat dengan menggunakan tes geser langsung. Serat yang ditempatkan pada orientasi tertentu yang berbeda sehubungan dengan bidang geser. Kandungan serat, orientasi serat, dan modulus serat diterapkan untuk mempengaruhi kontribusi serat terhadap kekuatan geser tanah yang ditunjukkan oleh Gambar 2.



Gambar 2. Kekuatan Geser tanah diperkuat serat (Gray dan Ohashi, 1983)

METODOLOGI PENELITIAN

Tanah yang digunakan pada penelitian ini adalah tanah lempung Kalukubula yang berada di daerah Kota Palu di bagian selatan, sedangkan bahan Fly ash diambil dari sisa pembakaran batu bara pada pembangkit listrik tenaga uap PT. Palu Jaya Power yang berlokasi di Palu Utara. Serat Yang digunakan dalam Program Pengujian Eksperimen adalah Serat tandang buah kelapa sawit yang ditunjukkan oleh Gambar 3. diekstraksi dengan proses retting pada tandang buah kosong tersebut. Serat dipotong sesuai panjang yang diperlukan dari 15, 30 dan 45 mm untuk dicampur dengan massa tanah.



Gambar 3. Serat Tandang Buah Sawit

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil uji properties tanah yang didapatkan disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil uji properties tanah

Propertis	Jenis Test	Lempung
Klasifikasi	ASTM D2487	CH (UCS)
GS	ASTM D854	2,58
LL %	ASTM D4318	33,48
PL %	ASTM D4318	19,51
PI %	ASTM D4318	13,97
γ_d (kN/m ³)	ASTM D698	1,98
γ_{wet} (kN/m ³)	ASTM D698	2,15
w (%)		14,36
Porosity (n) (%)		42,94
Batas Susut (%)		21,61
Degree Of Saturation (%)		47,54

Hasil uji propertis serat adalah disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Nilai Mekanis Serat

Mechanical Properties Of Fiber	Nilai
Elongation at break (%)	0,07
Compression of Strength (Mpa)	38,9
Direct Screw Withdrawal (N)	1503
Nail Withdrawal (N)	335
Bending Stress (Mpa)	36,8

Tabel Properties *Fly Ash* disajikan pada Tabel 3 dibawah. Perubahan Nilai Properties tanah akibat penambahan Fly Ash dan Serat Tandang Buah Sawit (POF) adalah disajikan pada Gambar 4 dan 5. Hasil pengujian Pengaruh perubahan kepadatan kering maksimum dan kadar air optimum pada tanah yang diperkuat Fly Ash dan Serat Tandang Buah Sawit ditunjukkan pada Gambar 4 dan 5.

Tabel 3. Nilai Mekanis dan Kimia *Fly Ash*

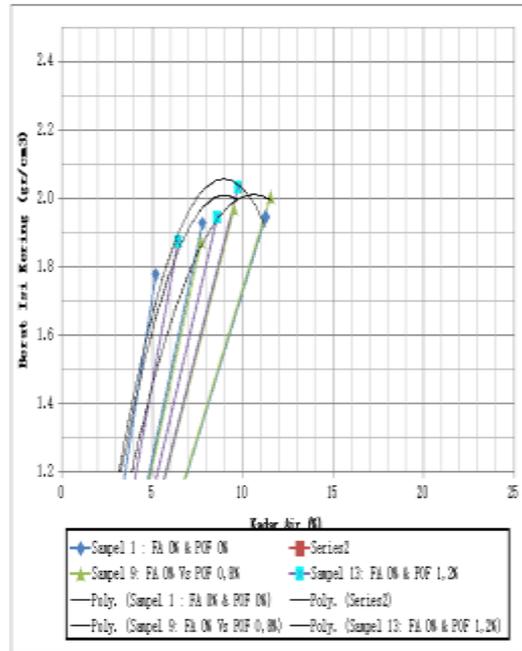
Nilai mekanis dan kimia dari <i>Fly Ash</i>	Hasil Uji
Specific gravity Gs	0,07
Grain Size USCS	38,9
Sand _4.75–0.075 mm	1503
Silt _0.075–0.002 mm	335
Clay __0.002 mm	
Moisture content (%)	36,8
Optimal water content wopt(%)	
Dry Density γ_{dry} (gr/cm ³)	
Chemical Composition	(%)
SiO ₂	37,50

TiO ₂	1,29
Al ₂ O ₃	21,56
Fe ₂ O ₃	6,23
MnO	0,02
MgO	2,95
CaO	12,06
K ₂ O	1,32
Na ₂ O	0,87
P ₂ O ₃	0,60
Cr ₂ O ₃	0,02
SO ₃	2,04

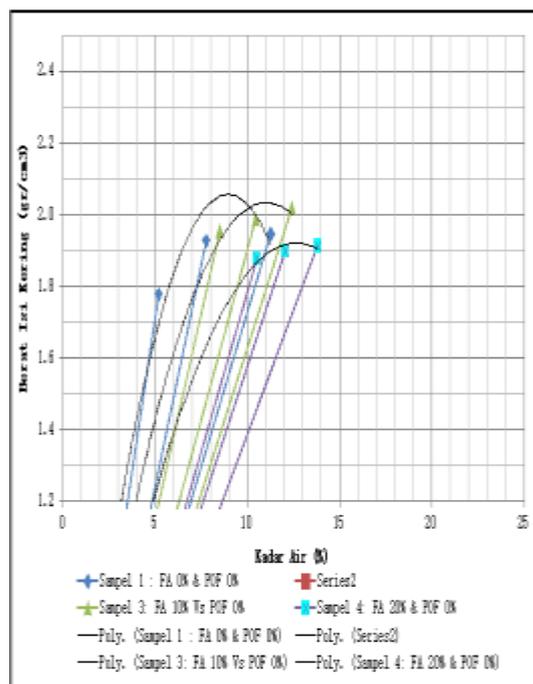
Pada Gambar 4 terlihat bahwa penambahan POF dari 0,4%, 0,8% dan 1,2 % tidak memberi pengaruh yang besar terhadap perubahan nilai kepadatan kering maksimum maupun kadar optimum tanah. Hasil memperlihatkan bahwa kadar optimum cenderung menurun dengan peningkatan prosentase POF. Penurunan kadar air konsisten sekitar 5% pada setiap penambahan POF. Sementara tingkat kepadatan cenderung tidak banyak berpengaruh terhadap penambahan POF. Hal ini kemungkinan disebabkan antara lain sifat serat yang menyerap air dan nilai berat jenis maupun kepadatan serat yang lebih kecil dari pada tanah.

Pada Gambar 5 terlihat bahwa penambahan *Fly Ash* dari 5%, 10% dan 20 % memberi pengaruh yang signifikan terhadap perubahan nilai kepadatan kering maksimum maupun kadar optimum tanah. Hasil memperlihatkan bahwa kadar optimum cenderung menurun tidak banyak berubah dengan peningkatan prosentase *fly ash*. Kecuali pada kondisi 20% *fly ash* nilai kadar Optimum meningkat dari 11% menjadi 13% atau meningkat sekitar 18,16 % dari kondisi inisial.

Kenaikan kepadatan kering maksimum rata-rata sekitar 2% dari pada penambahan *fly ash* 5% dan 10%, kemudian cenderung menurun pada prosentase *fly ash* 20% sekitar 3% dari kondisi awal. Hal disebabkan sifat *fly ash* yang mempunyai kekasaran partikel yang tinggi sehingga mengalami perubahan volume yang kecil, dan juga sifat pozzolanic *fly ash* meningkatkan kekuatan seiring waktu. kapasitas adsorpsi yang kecil dikompensasi oleh sifat alkali, dimana dapat membantu untuk mengendapkan ion dan mencegah air melewati lapisan.



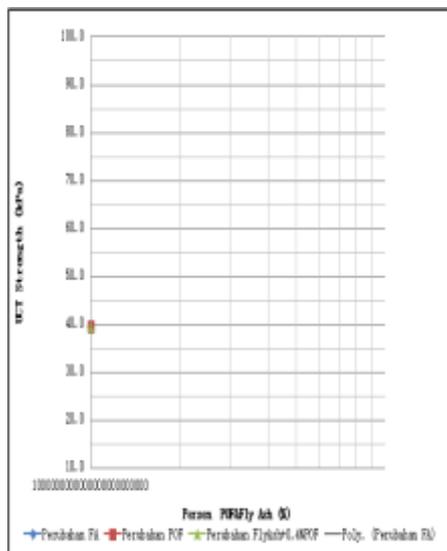
Gambar 4. Perubahan Berat Isi Kering Maksimum terhadap Penambahan POF



Gambar 5. Perubahan Berat Isi Kering Maksimum terhadap Penambahan POF

Berdasarkan Gambar 4 dan 5 dapat disimpulkan bahwa pengaruh perubahan kepadatan kering maksimum terhadap penambahan *fly ash* dan POF pada tanah menunjukkan bahwa *fly ash* lebih besar pengaruhnya terhadap peningkatan kepadatan kering tanah dari pada penambahan POF. Demikian juga terhadap perubahan kadar air

optimum pada tanah. Pengaruh penambahan *fly ash* dan POF pada pengujian tekanan bebas ditunjukkan pada Gambar 6.



Gambar 6. Perubahan Kekuatan Tekan Tanah terhadap Penambahan *Fly Ash* & POF

Gambar 6 menunjukkan bahwa Pengaruh penambahan POF pada tanah lempung terhadap nilai kekuatan tekan tanah lebih berpengaruh banyak dibanding kan penambahan *fly ash*.

Pada prosentase POF yang lebih tinggi menunjukan peningkatan nilai tahanan tekan tanah secara konsisten mencapai nilai 85,68 kPa dari nilai awal sebesar 39,40 kPa. Atau terjadi peningkatan sebesar 117%.

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian sementara yang telah disajikan di atas, maka dapat ditarik kesimpulan sementara bahwa nilai karakteristik tanah meningkat dengan ditambahkannya fiber dan fly ash sebagai bahan perkuatan tanah. Lebih lanjut dapat disimpulkan bahwa:

1. Penambahan serat pada tanah lempung Kalukubula akan meningkatkan nilai kuat tekan tanah, tapi pengaruhnya pada kepadatan kering tanah tidak terlalu signifikan, malah cenderung menambah kadar air optimum dan mengurangi kepadatan kering maksimum tanah,
2. Pada Penambahan fly ash sebaliknya dapat meningkatkan kepadatan tanah dan kadar air optimum tanah, serta dapat meningkatkan nilai kuta tekan tanah.

DAFTAR PUSTAKA

Adi, A.D, 1999, Stabilisasi Tanah Dengan Fiber Elemen-elemen Jaring, *Prosiding Seminar nasional Geoteknik ' 99*, Universitas Gadjah Mada, Jogjakarta

Azadegan O., dkk (2012), *Laboratory Study on the Swelling, Cracking and Mechanical Characteristics of the Palm Fiber Reinforced Clay*, EJGE Journal, Vol. 17, Bund. A.

B.R. Phani Kumar, dkk., (2004). Effect of Fly Ash on Engineering Properties of Expansive Soils. *ASCE Journal*, 130:7

Chao-Sheng Tang, dkk, 2012., Desiccation cracking behavior of polypropylene fiber-reinforced clayey soil., *Canadian Geotechnical Journal*, 2012, 49(9): 1088-1101, 10.1139/t2012-067.

CAI Yi, dkk., 2006, *Experimental study on engineering properties of fibre-lime treated soils*, *Chinese Journal of Geotechnical Engineering.*, Vol.28 No.10.

Erdem O. Tastan, dkk., 2011., Stabilization of Organic Soils with Fly Ash, *journal of American Society of Civil Engineers*.

Fauziah Ahmad*, Farshid Bateni, Mastura Azmi, (2010), *Performance evaluation of silty sand reinforced with fibres*, *Geotextiles and Geomembranes journal* 28. 93-99.

Freitage DR. Soil randomly reinforced with _bers. *J Geotech Eng-ASCE* 1986; 112: 823{826.

Harianto, T., Hayashi, S., Du, Y.J., and Suetsugu, D. (2007). Studies on compacted soil with fiber reinforcement as a landfill cover system. *Proceedings of the 22nd International Conference on Solid Waste Technology and Management*, Philadelphia, USA, pp. 1000-1009.

Hong, Zhenshun, Tateishi, Yoshitaka Han, Jie. 2006, *Experimental Study of Macro- and Microbehavior of Natural Diatomite.*, *journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering*, Vol 132.

- Maher, M. H. and Ho, Y. C. (1994). Mechanical properties of kaolinite fiber soil composite. *Journal of Geotechnical Engineering*, 120(8), 1381-1393.
- Mercer, F.B, Andrawes, K.Z, McGown, A., and hytiris, N., 1984., *A New Method of Soil Stabilization*, proc,Sym.Polymer Grid Reinforcement,Thomas Telford Ltd., London.
- Miller, C. J. and Rifai, S. (2004). Fiber reinforcement for waste containment soil liners.*Journal of Environmental Engineering ASCE*, 8, 891-895.
- P. V. Sivapullaiah, dkk, (2004), *Properties of Fly Ash as Hydraulic Barrier., Soil & Sediment Contamination*, 13:391–406, 2004
- Rao, G.V,dkk, (2000), *Strength Characteristic of Sand Reinforced with Coir Fibres and Coir Geotextiles*, *Journal of Geotechnical Engineering*.
- Tang Chaosheng, dkk., 2011., *microstructural study on interfacial interactions between fiber reinforcement and soil.*, *Journal of Engineering Geology*, 1004–9665/19(4) -0610-05,China.
- USEPA (1999a). U.S. methane emission 1990-2020: inventories, projections, and opportunities for reductions. Office of Air and Radiation, Washington, D.C.
- Zalipah Jamellodin, dkk., 2010., *The Effect Of Oil Palm Fibre On Strength Behaviour Of Soil.*,*Proceedings of the 3rd SANREM Conference*,Malaysia.