

PENGARUH PENAMBAHAN *FLY ASH* TERHADAP DAYA DUKUNG TANAH BEKAS TIMBUNAN SAMPAH (*LANDFILL*)

Agus Tugas Sudjianto

Program Studi Teknik Sipil, Universitas Widyagama, Malang.
Jalan Taman Borobudur Indan No. 3 Malang
Email : ats_2003@yahoo.com

Abstract: The landfill in eks sanitary landfill of city now days not yet can be to built building, although the extension enough representation are developing special of economic sector, The landfill become no productif area because have bearing capacity and compebility are low. The problem solve to landfill is done stabilization with fly ash .The sampel of landfill taken from ex sanitary landfill Lhowok Doro, Gadang, Malang city, while the sampel fly ash from PLTU Paiton, Probolinggo. The composition mix fly ash to add landfill are 5%, 10%, 15% and 20% with increment are 7 days. The main tools of research are unconfined compression tools and procedure of test use ASTM (2003). The results of research indicate the stabilization with fly ash can be repair properties and mechanics of landfill. The properties of soils : water content decrease 9,14%, spesific gravity increase 0,13 after stabilization. While the mechanics of landfill increase 3.02 kg/cm².

Key words : Landfill, fly ash, stabilization, index properties, mechanics of soils.

Abstrak: Tanah bekas timbunan sampah (landfill) di lokasi eks TPA sampah perkotaan sampai saat ini banyak yang belum dapat digunakan untuk mendirikan bangunan, padahal luasnya cukup representatif untuk memacu pembangunan khususnya sektor perekonomian suatu wilayah. Landfill ini menjadi lahan tidur karena mempunyai sifat yang buruk untuk bangunan yaitu daya dukung yang rendah dan komprebilitas yang tinggi. Guna mengatasi permasalahan tersebut maka diadakan penelitian perbaiki landfill dengan menggunakan fly ash sebagai bahan stabilisasinya. Sampel landfill diambil dari eks TPA sampah Lhowok Doro, Gadang, Kota Malang, sedangkan sampel fly ash diambil dari PLTU Paiton, Probolinggo. Komposisi campuran fly ash sebesar 5%, 10%, 15, dan 20% dari berat kering landfill dengan masa perawatan 7 hari. Alat uji utama digunakan alat tekan bebas dan prosedur uji digunakan standar ASTM (2003). Hasil penelitian memperlihatkan bahan stabilisasi dengan fly ash dapat memperbaiki sifat fisis dan mekanik landfill. Pada sifat fisis : kadar air mengalami penurunan 9,14% dan spesific gravity mengalami peningkatan 0,13 setelah distabilisasi. Sementara pada sifat mekanik, kekuatan landfill menjadi semakin baik sebesar 3.02 kg/cm².

Kata-kata Kunci : Tanah bekas timbunan sampah, fly ash, stabilisasi, sifat fisis, sifat mekanis.

PENDAHULUAN

Dalam setiap pekerjaan teknik sipil tidak lepas dengan aspek yang paling penting yaitu tanah. Beberapa permasalahan yang sering dijumpai pada hakekatnya disebabkan sifat teknis tanah yang buruk ditandai dengan air tanah yang berlebihan, komprebilitas yang besar dan daya dukung yang rendah. Beberapa tanah memiliki perubahan volume yang signifikan seiring dengan perubahan kadar airnya. Salah satu dari jenis tanah yang mempunyai sifat fisis dan mekanik yang buruk adalah tanah bekas timbunan sampah (*landfill*) bekas Tempat Pembuangan Akhir (TPA) sampah perkotaan.

Tanah bekas timbunan sampah (*landfill*) adalah tanah bekas timbunan sampah yang sudah berumur lebih dari 20 tahun. Akibat aktifitas dari mikroorganisme, sampah-sampah akan mengalami proses dekomposisi secara *aerob* maupun *anaerob*. *Landfill* merupakan tanah campuran dari tanah asli daerah tersebut, sampah yang terurai, dan tanah yang dipergunakan untuk menutup setiap lapisan dari sampah.

Parameter dari tanah bekas timbunan sampah suatu lokasi berbeda dengan suatu lokasi lainnya. Hal ini dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya : variasi jenis sampah yang ditimbun, cara pemadatan di lokasi timbunan

sampah, variasi jenis tanah asli, kadar air yang berbeda dan kandungan oksigen yang berbeda (Sudjianto, 2008).

Saat ini, ada sekitar 450 TPA di seluruh Indonesia dengan tiga model pengelolaan, 387 dengan model *Open Dumping* (OD), 57 bermodel *Controlled Landfill* (CL), dan 6 bermodel *Sanitary Landfill* (SL). Dalam OD, sampah diratakan dan dibiarkan begitu saja pada lahan kosong. CL merupakan peningkatan metode OD, yaitu dengan memberikan fasilitas pendukung dan usaha-usaha perlindungan lingkungan (Wibowo dan Djajawinata, 2002).

Data dari Dinas kebersihan Kota Malang, TPA yang sudah tidak digunakan di Kota Malang berjumlah 3 TPA, yaitu : TPA Mojopahit dengan luas 5 ha, TPA Lhowok Doro Gadang dengan luas 7 ha dan TPA Pandan Wangi dengan luas 5 ha. Dimana lahan bekas TPA tersebut sampai saat ini belum dapat didirikan bangunan di atasnya karena tanah tersebut mempunyai daya dukung yang rendah dan kompresibilitas yang besar.

TINJAUAN PUSTAKA

Permasalahan tegangan geser dan daya dukung tanah bekas timbunan sampah (*landfill*) di Indonesia menjadi semakin rumit, karena iklim Indonesia berada di daerah tropis, akan menyebabkan panas di musim kemarau dan basah pada musim penghujan. Hal ini akan menyebabkan perubahan kadar air pada tanah. Akibat perubahan parameter tersebut, struktur tanah akan mengalami kondisi jenuh air (*saturated*) dan kondisi jenuh sebagian (*unsaturated*), sehingga perilaku tegangan, regangan dan deformasi tanah akan mengalami perubahan. (Rifa'i, 2002)

Struktur tanah asli akan mengalami perubahan kekuatan gesernya saat terjadi hujan, proses evaporasi maupun evapotranspirasi. Pada saat hujan atau pembasahan kekuatan tanah akan mengalami penurunan atau runtuh (*collaps*), sebaliknya pada proses evaporasi maupun evapotranspirasi atau proses menuju kering kekuatan tanah berpotensi untuk naik. Perilaku perubahan kekuatan tanah tersebut merupakan kontribusi perubahan *suction* tanah terhadap kekuatannya (Hung, 2004). Demikian halnya dengan salah satu jenis tanah yaitu tanah bekas timbunan sampah (*Landfill*) yang mempunyai

kompresibilitas yang sangat tinggi dan daya dukung tanah yang sangat rendah, sehingga apabila digunakan sebagai lapisan pendukung konstruksi diperlukan stabilitas terlebih dahulu.

Untuk itu perlunya dilakukan metode untuk memperbaiki tegangan geser dan daya dukung tanah bekas timbunan sampah (*landfill*) dengan penambahan *fly ash*. Stabilisasi tanah secara kimia pada saat ini banyak digunakan untuk memperbaiki tanah dasar yang jelek. Salah satu yang dikembangkan saat ini adalah stabilisasi dengan *fly ash* (Nurliana, 2000, Sudjianto, 2005).

Fly ash (abu terbang) adalah material hasil buangan yang dikumpulkan dari Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) atau pabrik baja yang menggunakan batu bara sebagai bahan bakarnya. Pengumpulan *fly ash* ini dimaksudkan terutama adalah untuk mencegah polusi udara. Ketersediaan *fly ash* yang berlimpah-limpah memungkinkan untuk dimanfaatkan sebagai material konstruksi bangunan, seperti yang selama ini dipakai yaitu sebagai *fly ash cement* dan sebagai bahan tambah pada campuran beton. Sebagaimana pemanfaatan *fly ash* sebagai bahan tambah pada campuran beton, *fly ash* juga dapat dimanfaatkan sebagai bahan stabilisasi tanah. Hal ini dimungkinkan karena material ini banyak mengandung unsur silikat (SiO_2) dan aluminat (Al_2O_3) sehingga dikategorikan sebagai pusolan (Mochtar, 2002). Dari hasil campuran tanah – *fly ash* - air ini, dapat menghasilkan tanah yang memiliki sifat fisis atau karakteristik teknis yang lebih baik dibandingkan sebelumnya (Hariuchi dkk, 2000).

METODE PENELITIAN

Bahan penelitian ini adalah tanah bekas timbunan sampah (*landfill*) yang diambil dari eks TPA Lhowok Doro Gadang, Kota Malang (Gambar 1) sedangkan bahan stabilisasi tanah bekas timbunan sampah (*landfill*) adalah *fly ash* yang diambil dari PLTU Paiton, Kabupaten Probolinggo (Gambar 2). Alat utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah alat kuat tekan bebas (*unconfined compressive strength*).

Penelitian diawali dengan pengeringan sampel tanah selama 2 sampai 4 hari agar dicapai kondisi kering udara. Sampel tanah asli kemudian dicampur dengan *fly ash* dengan komposisi campuran 5%, 10%, 15% dan 20% terhadap berat kering tanah bekas timbunan sampah (*landfill*). Sampel *fly ash* dilakukan uji unsur kimia, untuk mengetahui komposisi kimia bahan stabilisasi *landfill* terutama unsur silikat (SiO_2) dan aluminat (Al_2O_3) sebagai pusolan. Uji kimia dilakukan di Balai Besar

Keramik Bandung dengan metode uji SNI-4936-1998. Tanah asli dan tanah campuran kemudian dilakukan uji sifat fisis dan sifat mekanis tanah dengan menggunakan standar ASTM (2003). Uji sifat fisis dan mekanis dilakukan di Laboratorium Mekanika Tanah Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Widyagama Malang.



Gambar 1. Lokasi pengambilan sampel tanah bekas timbunan sampah (*landfill*).



Gambar 2. Sampel *fly ash*

HASIL DAN PEMBAHASAN

Komposisi Kimia *Fly Ash*

Uji unsur kimia terhadap sampel *fly ash* dari PLTU Paiton Probolinggo dimaksudkan untuk mendapatkan informasi tentang potensi pusolan terutama unsur silika (Si) dan aluminat (Al_2O_3). Hasil kandungan kimia *fly ash* seperti pada Tabel 1.

Pada Tabel 1, terlihat unsur kimia yang merupakan pusolan yaitu unsur silikat (SiO_2)

dan aluminat (Al_2O_3). Unsur silikat (SiO_2) sebesar 25,68% dan unsur aluminat (Al_2O_3) sebesar 7,99%. Dengan adanya kedua unsur tersebut yang merupakan unsur terpenting pusolan, maka *fly ash* bila diberi air dapat mengikat tanah menjadi keras, sehingga kekuatan tanah atau daya ukung *landfill* menjadi meningkat dan kompresibilitas menjadi rendah, sehingga *landfill* dapat digunakan untuk menirikan bangunan untuk kegiatan perekonomian dan aktifitas lainya di lokasi *lanfill*.

Tabel 1. Hasil uji kimia *Fly Ash*

No.	Unsur Kimia	Kadar (% berat)
1	Kadar air	5,21
2	Kadar ash	45,51
3	Kadar sulfur	0,70
4	SiO ₂	25,68
5	Al ₂ O ₃	7,99
6	Fe ₂ O ₃	1,57
7	CaO	14,99
8	MgO	2,71
9	K ₂ O	0,81
10	Na ₂ O	0,51
11	P ₂ O ₅	0,07
12	Mn ₃ O ₄	0,2

Tabel 2. Sifat fisis dan mekanis landfill

Propertis	Nilai
Kadar Air (w)	38.46 %
Specific Gravity	2.41
Berat Volume (γ)	1.69 gram/cm ³
Grain Size	
- . Kerikil (%)	12.21 %
- . Pasir (%)	62.71 %
- . Lempung/Lanau (%)	25.08 %
Pemadatan Standar	
- . OMC (%)	33.5 %
- . γ_d Maks. (gr/cm ³)	1.27 gr/cm ³
Unconfined	
- . Qu Rata-rata	0.22 kg/cm ²
- . Cu Rata-rata	0.11kg/cm ²
Klasifikasi tanah (AASHTO)	PT

Sifat Fisis dan Mekanis Tanah Bekas Timbunan Sampah (*Landfill*)

Uji *properties* dan mekanis terhadap tanah bekas timbunan sampah (*landfill*) dan tanah campuran dimaksudkan untuk mendapatkan informasi tentang sifat fisis dan mekanis tanah. Hasil uji sifat fisis dan mekanis tanah bekas timbunan sampah (*landfill*) Lhowok Doro Gadang, Kota Malang seperti terlihat pada Tabel 2.

Hasil uji *properties* tanah asli merupakan jenis tanah organik sesuai dengan yang dikemukakan oleh Bowles (1983) dan Das (1993) bahwa *landfill* merupakan tanah dengan kategori organik dengan notasi PT. Hasil uji

mekanis tanah dengan *unconfined compressive strength* (kuat tekan bebas) dihasilkan tegangan tanah yang merupakan daya dukung atau kekuatan tanah yang rendah sebesar 0.22 kg/cm². Faktor inilah yang menyebabkan mengapa lahan seluas 7 Ha tersebut sampai saat ini belum dapat didirikan bangunan di atasnya, karena tanah tersebut mempunyai daya dukung yang rendah dan kompresibilitas yang besar.

Kadar Air (w)

Kadar air tanah adalah perbandingan antara berat air yang dikandung tanah dengan berat tanah kering. Kadar air tanah merupakan salah satu sifat fisis yang dapat menunjukkan besarnya kandungan air tanah alami dari suatu tanah. Kadar air tanah bekas timbunan sampah (*landfill*) Lhowok Doro adalah 38,46 % setelah distabilisasi dengan *fly ash* maka kadar air tanah tersebut terjadi penurunan yang signifikan, seperti pada Gambar 3. Dengan adanya penurunan kadar air ini, maka tanah bekas timbunan sampah (*landfill*) yang distabilisasi dengan *fly ash* akan menghasilkan kompresibilitas yang rendah, sehingga daya dukung tanah yang terjadi juga makin besar.

Spesific Gravity (Gs)

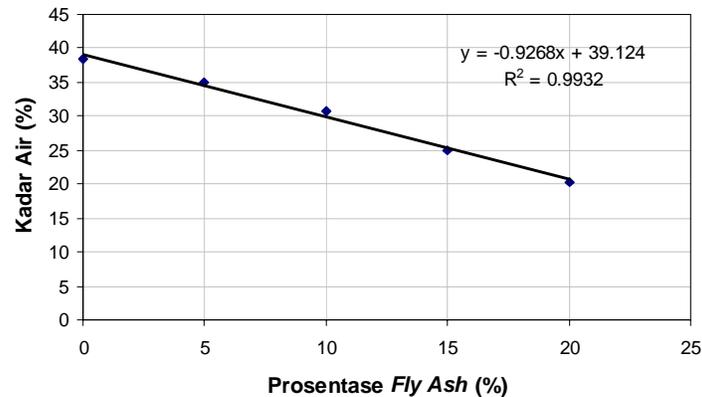
Spesific gravity merupakan rasio antara berat unit suatu bahan dengan berat unit air pada suhu 4°C. *Spesific gravity* tanah asli *landfill* Lhowok Doro adalah 2,41. Ini sesuai dengan pernyataan Das (1983) bahwa tanah organik mempunyai *spesific gravity* antara 1,37 sampai 2,5.

Hasil pengujian *spesific gravity* untuk tanah asli bekas timbunan sampah (*landfill*) dan tanah campuran dengan berbagai variasi penambahan *fly ash* seperti pada Gambar 4.

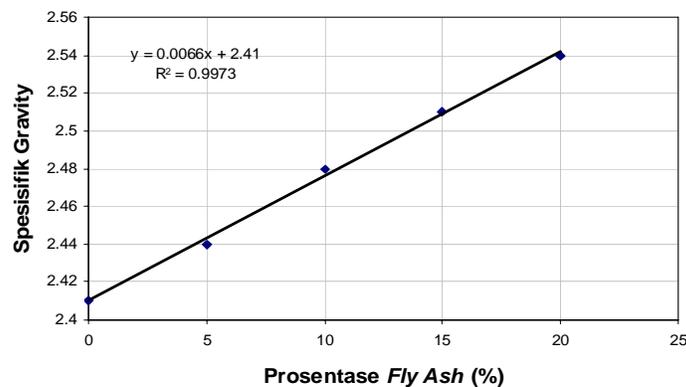
Pada Gambar 4, memperlihatkan bahwa penambahan *fly ash* mengakibatkan *spesific gravity* tanah campuran menjadi bertambah, karena *spesific gravity fly ash* lebih besar dibandingkan dengan *spesific gravity* tanah bekas timbunan sampah (*landfill*). Dengan semakin besarnya *spesific gravity* tanah campuran maka semakin keras material tanah bekas timbunan sampah (*landfill*), hal ini memperlihatkan bahwa *fly ash* mempunyai pusolan, yaitu : unsur silikat (SiO₂) dan aluminat (Al₂O₃) yang dapat meningkatkan

daya dukung atau kekuatan tanah yang distabilisasi sehingga kompreibilitas tanah bekas timbunan sampah (*landfill*) menjadi

berkurang. Perilaku ini seperti yang terjadi pada parameter kadar air tanah.



Gambar 3. Hubungan prosentase *fly ash* dengan kadar air landfill.



Gambar 4. Hubungan prosentase *fly ash* dengan *specific gravity* landfill.

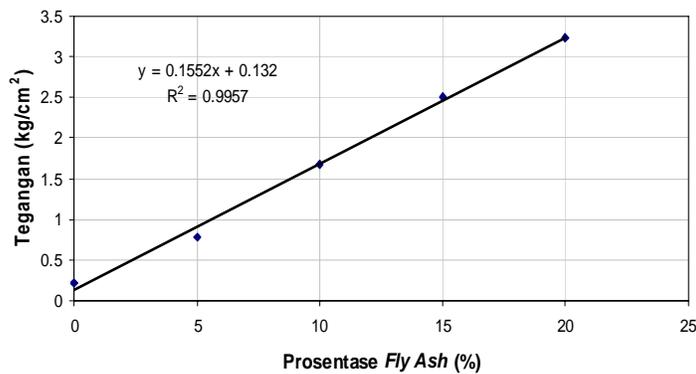
Uji sifat mekanis terhadap tanah tanah bekas timbunan sampah (*landfill*) dan tanah campuran dimaksudkan untuk mendapatkan informasi tentang kekuatan tanah akibat stabilisasi dengan *fly ash*. Untuk mengetahui besarnya kekuatan dilakukan uji *unconfined compression* (tekan bebas).

Unconfined Compressive (Tekan Bebas)

Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk menentukan besarnya kekuatan tekan bebas contoh tanah asli dan tanah campuran

berbentuk silinder dalam keadaan tidak asli (*compacted or remoulded*).

Hasil penelitian *unconfined compressive* (tekan bebas) tanah asli dan tanah campuran seperti terlihat pada Gambar 5. Pada Gambar 5 terlihat bahwa semakin besar prosentase penambahan *fly ash* mengakibatkan nilai *unconfined compressive* (tekan bebas) semakin besar dan mempunyai hubungan yang linear. Sehingga dapat disimpulkan bahwa penambahan *fly ash* dapat memperbesar kekuatan tanah bekas timbunan sampah (*landfill*).



Gambar 5. Hubungan prosentase fly ash dengan tegangan landfill

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian dan pembahasan, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Tanah bekas timbunan sampah (*landfill*) Lhowok Doro merupakan tanah dengan klasifikasi organik (PT) dengan kompresibilitas yang tinggi dan daya dukung yang rendah sebesar 0.22 kg/cm².
2. Fly ash PLTU Paiton Probolinggo mempunyai unsur silika (SiO₂) sebesar 25,68% dan unsur aluminat (Al₂O₃) sebesar 7,99%, yang merupakan pusolan yang dibutuhkan untuk stabilisasi tanah dasar yang jelek.
3. Penggunaan bahan campuran fly ash sebagai bahan stabilisasi pada landfill mampu menurunkan kadar air dari tanah asli sebesar 38,46% menjadi 29,32% pada campuran fly ash 20%.
4. Pemakaian bahan campuran fly ash sebagai bahan stabilisasi terhadap tanah lempung ekspansif mampu meningkatkan nilai *specific gravity* (Gs) tanah pada semua perlakuan terhadap landfill sebesar 2.41 menjadi 2.54 pada campuran fly ash 20%.
5. Penambahan fly ash pada tanah bekas timbunan sampah (*landfill*) dapat meningkatkan kekuatan landfill natural sebesar 0.22 kg/cm² menjadi 3.24 kg/cm² pada campuran fly ash 20%.

DAFTAR PUSTAKA

ASTM, 2003, Annual Books of ASTM Standards Section 4 Volume 04.08 Soil and Rock (I): D420-D4914.

- Bowles, J.E. 1984. *Physical and Geotechnical Properties of Soils*. New York: McGraw Hill, Inc, Second Edition.
- Das, B.M., 1993, *Mekanika Tanah (Prinsip-Prinsip Rekayasa Geoteknis)*, Erlangga, Jakarta.
- Hariuchi, S., Kawaguchi, M., and Yasuhara, K., 200, Effective Use of Fly Ash Slurry as Fiil Material, *Journal of Hazardous Material*.
- Hung,H.J.,2004, *Bearing Capacity of Unsaturated Soil*, Yongfu Fu Paper. Term Project for ECE 281 A.
- Mochtar,I.,B.,2002, *Rekayasa Penanggulangan Masalah Pembangunan pada Tanah-tanah Sulit*, Jurusan Teknik Sipil FTSP ITS, Surabaya.
- Nurliana, S.R., 2000, *Pengaruh Pengeringan Pembasahan Terhadap tegangan Geser Tanah Mengembang Yang Dicampur denan Fly Ash*, Tesis, ITS, Surabaya.
- Rifa'i, A., 2002, *Mechanical testing and Modelling of an Unsaturated Silt with engineering Application*, Ph.D Desertation , EPFL, Switzerland.
- Sudjianto, A.T, 2005. *Perbaikan Sifat Fisik Dan Mekanik Tanah Lempung Ekspansif Dengan Fly Ash*, Prosiding Seminar nasional Tekno Insentif, Kopertis Wilayah IV Jawa Barat & Banten.
- Sudjianto, A.T., 2008, *Perilaku Rembesan Leachate Pada dasar Clay Liner di LPA Supit Urang Kota Malang*, Jurnal Teknik Sipil Universitas Atmajaya , Yogyakarta, Volume 8 No 2 , halaman 148 – 158
- Wibowo, A., dan Djajawinata, D.T., 2002, *penanganan Sampah Perkotaan Terpadu*, Deputi bidang sarana dan prasarna, Bappenas, Jakarta.