



JURNAL FORUM MEKANIKA

Volume 6 - Nomor 1

Mei 2017

ISSN : 2356-1491

SISTEM DRAINASE ALIRAN BAWAH TANAH UNTUK DAERAH RAWAN LONGSOR (STUDI KASUS SUB DAS SUNGAI CIKAPUNDUNG, BANDUNG)

ENDAH LESTARI

PERBANDINGAN BIAYA DAN DURASI PELAKSANAAN PEKERJAAN BEKISTING MULTIPLEKS DAN BATAKO PADA PEKERJAAN PILE CAP PROYEK DOUBLE – DOUBLE TRACK STASIUN MANGGARAI

HASTANTO SM; GILANG YULIANTO

ANALISIS KEAMANAN STRUKTUR BENDUNGAN DAN UNDERGROUND POWER HOUSE PLTA CIRATA JAWA BARAT

INDAH HANDAYASARI; IRMA SEPRIYANNA; NANDA YOGI SETIYANTO

STABILISASI TANAH RAWA MENGGUNAKAN LIMBAH GERGAJI KAYU DAN SERBUK LIMBAH BOTOL KACA TERHADAP PENINGKATAN NILAI CBR

IRMA WIRANTINA KUSTANTRIKA

EFISIENSI PENGGANTIAN PIPA PENSTOCK PLTA SIMAN DENGAN METODE WELDED LAP JOINT

RANTI HIDAYAWANTI

IDENTIFIKASI PENYEBAB RISIKO KETERLAMBATAN PROYEK KONSTRUKSI BANGUNAN GEDUNG TINGGI HUNUIAN

(STUDI KASUS : PROYEK PEMBANGUNAN CONDOTEL DAN APARTEMEN BHUVANA RESORT CIAWI, BOGOR)

RETNA KRISTIANA; HERMAWAN PRASETYO

PERILAKU BANGUNAN STRUKTUR BETON BERKOLOM MIRING TERHADAP GAYA GEMPA LATERAL

MUHAMMAD SOFYAN; RR. MEKAR AGENG KINASTI; ABDUL ROKHMAN



SEKOLAH TINGGI TEKNIK – PLN (STT-PLN)

JURNAL FORUM MEKANIKA | VOL. 6 NO. 1 | HAL. 1 - 60 | JAKARTA, MEI 2017 | ISSN : 2356-1491

STABILISASI TANAH RAWA MENGGUNAKAN LIMBAH GERGAJI KAYU DAN SERBUK LIMBAH BOTOL KACA TERHADAP PENINGKATAN NILAI CBR

IRMA WIRANTINA KUSTANTRIKA
Jurusan Teknik Sipil, Sekolah Tinggi Teknik PLN
Email : irma_wirantina@yahoo.com

Abstrak

Tanah rawa merupakan tanah lunak yang memiliki kandungan lempung (*clay*), lanau (*silt*) dan gambut. Jenis tanah lempung/lanau bersifat kohesif plastis yang mempunyai sifat lekatan antar butir-butirnya dan mampu dibentuk terus menerus secara permanen dengan tekanan yang relatif sedang tanpa pecah. Namun lempung atau lanau menjadi tidak konsisten/labial terhadap pembebanan, sehingga mengakibatkan penurunan yang besar (*instabilitas*). Tanah rawa yang memiliki perilaku tidak stabil diperlukan adanya usaha untuk memperbaikinya. Salah satu usaha perbaikan tanah rawa secara kimiawi dapat dilakukan dengan memanfaatkan kembali limbah gergaji kayu dan limbah botol kaca sebagai bahan stabilisasi. Limbah gergaji kayu di daur ulang dengan dibakar sehingga menjadi abu dan limbah botol kaca didaur ulang dengan cara dihancurkan sehingga menjadi serbuk. Abu limbah gergaji kayu dan serbuk limbah botol kaca berfungsi sebagai bahan pengisi (*filler*) dan bahan pengikat (*binder*) pada tanah rawa. Berdasarkan hasil pengujian didapatkan nilai persentase optimum penambahan abu limbah gergaji kayu dan serbuk limbah botol kaca pada tanah rawa dengan campuran 10% abu limbah gergaji kayu dan 10% serbuk limbah botol kaca dengan lama pemeraman 7 hari dengan nilai CBR sebesar 4,5325%. Hal ini menunjukkan bahwa tanah dengan nilai CBR tersebut (CBR 3% - 7%) dapat digunakan sebagai lapisan subgrade untuk jalan perumahan atau jalan lokal dengan lalu lintas rendah.

Kata kunci : stabilisasi, tanah rawa, abu limbah gergaji kayu, serbuk limbah botol kaca, CBR.

Abstract

Marshland is a soft soil containing clays, silt and peat. The clay / silt is a type of plastic cohesive which has adhesive properties between the grains and able to be permanently formed continuously with relatively moderate pressure without breakage. However, clay or silt becomes inconsistent with loading, resulting in a large decrease (*instability*). Marshland has an unstable behavior requires an effort to fix it. One of the efforts to repair the marshland chemically can be done by reusing waste wood and glass bottle waste as stabilization material. Waste wood is burnt to ash and the waste of glass bottles is recycled by being crushed to become powder. Waste wood and waste powder of glass bottles serve as fillers and binders on marshland. Based on the test result, the optimum percentage value of wood waste ash addition and powder of glass bottle waste in marshland with mixture of 10% wood waste ash and 10% powder of glass bottle waste with 7 days of curing with CBR value of 4.5325%. This indicates that the land with the CBR value (CBR 3% - 7%) can be used as a subgrade layer for residential roads or local roads with low traffic

Keyword : stabilization, marshland, fly ash (wood), fly ash (glass), CBR.

I. Latar Belakang

Rawa merupakan suatu lahan genangan air secara alamiah yang terjadi terus menerus atau musiman akibat drainase alamiah yang terhambat serta mempunyai ciri khusus secara fisik, kimiawi dan biologis. Tanah rawa memiliki tekstur lunak dan kadar air tinggi sehingga kondisi tanah sulit untuk menopang struktur di atasnya. Jenis tanah rawa merupakan tanah lunak yang mengandung lempung, lanau dan gambut. Tanah lempung dan lanau bersifat *kohesif plastis* yaitu tanah yang mempunyai sifat lekatan antara butir-butirnya dan mampu dibentuk secara terus menerus secara

permanen dengan tekanan relatif sedang tanpa pecah. Namun lempung atau lanau menjadi tidak konsisten/labial terhadap pembebanan, sehingga mengakibatkan penurunan tajam apabila dikenai beban di atasnya (*instabilitas*). Sedangkan kemampuan tanah gambut yang tinggi untuk menyerap dan menyimpan air akan berpengaruh pada sifat teknik tanah gambut (Vautrain, 1976); semakin besar kadar air terkandung pada tanah gambut semakin kecil pula kekuatannya. Tanah gambut sensitif terhadap beban yang bekerja di atasnya hal ini menunjukkan bahwa tanah gambut mempunyai harga pemampatan tinggi (*High Compressibility*) karena perilaku tanah rawa yang

kurang menguntungkan maka diperlukan usaha untuk memperbaikinya.

Usaha untuk memperbaiki karakteristik tanah rawa telah dilakukan dengan berbagai cara, antara lain dilakukan dengan cara mekanis, kimiawi, dan teknologi khusus. Perbaikan tanah secara mekanis dilakukan dengan mengganti tanah asli dengan tanah lain yang mempunyai sifat mekanis lebih baik, sedangkan perbaikan tanah secara kimiawi dilakukan dengan menambahkan bahan stabilisasi kedalam tanah asli.

Salah satu usaha perbaikan tanah secara kimiawi dapat dilakukan dengan menambahkan material yang mengandung silika seperti abu limbah gergaji kayu dan serbuk limbah botol kaca pada tanah rawa. Abu limbah gergaji kayu memiliki kandungan silika yaitu ± 60% (Materials Handbook Thirteenth Edition, 2003) dan serbuk limbah botol kaca mempunyai kandungan silika yang banyak ± 72% (*Value-added utilisation of waste glass in concrete research journal*, 2002) yang berfungsi sebagai bahan pengikat (*binder*) pada tanah, karena silika ini akan menghasilkan reaksi *pozzolanic* dengan tanah. Reaksi *pozzolanic* merupakan reaksi antara silika dan kalsium hidroksida bebas dengan tanah, sehingga dari reaksi yang terjadi dapat meningkatkan kekuatan tanah. Selain itu abu limbah gergaji kayu dan serbuk limbah botol kaca termasuk limbah anorganik yang tidak bisa terurai oleh aktifitas mikroorganisme. Abu limbah gergaji kayu dan serbuk limbah botol kaca nantinya akan didaur ulang dengan cara dihancurkan kemudian diayak sampai halus. Abu limbah gergaji kayu dan serbuk limbah botol kaca yang halus ini dapat berfungsi sebagai bahan pengisi (*filler*) pada rongga-rongga tanah.

II. Landasan Teori

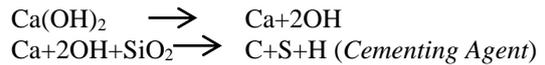
Tanah Rawa

Tanah rawa adalah tanah yang pada musim hujan dalam satu tahunnya tergenang air selama lebih kurang satu bulan atau tanah rawa juga bisa di artikan semua macam tanah berlumpur yang terbuat secara alami, atau buatan manusia dengan mencampurkan air tawar dan air laut, secara permanen atau sementara.

Abu Limbah Gergaji Kayu

Abu limbah gergaji kayu merupakan limbah industri penggergajian kayu yang banyak mengandung *silica*. Dalam proses pembakaran, bahan-bahan anorganik akan tertinggal. Bahan anorganik yang tersisa ini ditimbang dan dinyatakan sebagai kadar abu. Besarnya kadar abu dalam suatu kayu umumnya lebih kecil daripada 1% dari berat kayu keringnya. Menurut Tarun et al.(2003) komposisi kimia abu limbah gergaji kayu adalah senyawa silikat (SiO₂) (4%-60%), Al₂O₃ sebesar (5%-20%), Fe₂O₃ sebesar (1%-9%), CaO

sekitar (2%-37%), MgO sebesar (0,7%-5%), TiO₂ sebesar (0%-1,5%), k₂O sebesar (0,4%-14%), SO₃ sebesar (0,15%-15%), LOI (0,1%-33%). Pada kandungan abu limbah gergaji kayu terdapat 2 kandungan yang dominan. Jika kedua unsur kimia tersebut bercampur dan terhidrasi maka akan membentuk reaksi *pozzolan* yang disebut kalsium *silica* semen dimana *pozzolan* ini berguna untuk menjadi bahan pengganti semen dalam tanah nantinya. Reaksi kimia pencampuran *silica* dan *kalsium* dapat digambarkan sebagai berikut :



Gambar 1. Limbah serbuk gergaji kayu



Gambar 2. Abu limbah gergaji kayu

Tabel 1. Komposisi kimia abu limbah gergaji kayu

Komposisi kimia	Abu limbah gergaji kayu (%)
Si ₂ O ₂	60
CaO	23,5
MgO	3,32
Na ₂ O	0,16
Fe ₂ O ₃	0,19
Al ₃ O ₃	1,04
K ₂ O	9,60
P ₂ O ₃	2,34

Sumber : Materials Handbook Thirteenth Edition,2003

Serbuk Limbah botol kaca

Kaca adalah amorf (non kristalin) material padat yang bening dan transparan merupakan salah satu produk industri kimia gabungan dari berbagai oksida anorganik tidak mudah menguap yang

dihasilkan dari dekomposisi dan peleburan senyawa alkali dan alkali tanah, pasir serta berbagai penyusun lainnya (Dian, 2011 dalam Wibowo, 2013). Kaca memiliki sifat khas dibanding dengan keramik lainnya. Kekhasan sifat-sifat kaca ini terutama dipengaruhi oleh keunikan silika (SiO_2) dan proses pembentukannya. Reaksi yang terjadi dalam pembuatan kaca secara ringkas pada persamaan 2.1 (Dian, 2011 dalam Wibowo, 2013):

$$\begin{aligned} \text{Na}_2\text{CO}_3 + a.\text{SiO}_2 &\longrightarrow \text{Na}_2\text{O}.a\text{SiO}_2 + \text{CO}_2 \\ \text{CaCO}_3 + b.\text{SiO}_2 &\longrightarrow \text{CaO}.b\text{SiO}_2 + \text{CO}_2 \\ \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{SiO}_2 + \text{C} &\longrightarrow \text{Na}_2\text{O}.c\text{SiO}_2 + \text{SO}_2 + \text{SO}_2 + \text{CO} \end{aligned}$$


Gambar 3. Limbah botol kaca



Gambar 4. Serbuk limbah botol kaca

Tabel 2. Komposisi Kimia Serbuk Limbah Botol Kaca Berbagai Warna

Komposisi kimia	Botol kaca bening	Botol kaca coklat	Botol kaca hijau
	(%)		
SiO_2	72,42	72,21	72,38
Al_2O_3	1,44	1,37	1,49
TiO_2	0,035	0,041	0,04
Cr_2O_3	0,002	0,026	0,13
Fe_2O_3	0,07	0,26	0,29
CaO	11,50	11,57	11,26
MgO	0,32	0,46	0,54
Na_2O	13,64	13,75	13,52
K_2O	0,35	0,20	0,27
SO_3	0,21	0,10	0,07

Sumber : Value - Added Utilisation Of Waste Glass In Concret

Stabilisasi Tanah Dengan Abu Limbah Gergaji Kayu dan Serbuk Limbah Botol Kaca

Abu limbah gergaji kayu dan serbuk limbah botol kaca merupakan salah satu limbah anorganik yang mengandung silika. Abu limbah gergaji kayu dan serbuk limbah botol kaca yang kaya kandungan silika ini diharapkan dapat digunakan sebagai bahan untuk stabilisasi tanah secara kimiawi. Silika pada abu limbah gergaji kayu dan serbuk limbah botol kaca dapat berfungsi sebagai bahan pengikat pada tanah, karena *silica* akan menghasilkan reaksi *pozzolan* dengan tanah. Reaksi *pozzolan* merupakan reaksi antara *silica* dan kalsium hidroksida bebas dengan tanah. Selain itu abu limbah serbuk gergaji kayu dan serbuk limbah botol kaca memiliki ukuran yang sangat halus yang dapat berfungsi sebagai bahan pengisi (*filler*) pada rongga-rongga tanah.

Pengujian CBR (California Bearing Ratio)

Pengujian CBR dapat dilakukan langsung di lapangan maupun di laboratorium. Hasil pengujian CBR digunakan untuk menentukan besarnya nilai DDT (Daya Dukung Tanah). DDT itu sendiri diperlukan sebagai acuan perencanaan maupun perbaikan terhadap tanah yang ditinjau. Salah satu penerapan nilai CBR dengan dijadikan sebagai parameter penentuan lapisan jalan.

Tabel 3 Nilai CBR Dan Kegunanaannya

No	CBR	General Rating	Uses
1	0 – 3	Very poor	Subgrade
2	3 – 7	Poor to fair	Subgrade
3	7 – 20	Fair	Subbase
4	20 – 50	Good	Base, Subbase
5	> 50	Excellent	Base, Subbase

Sumber : Das,1995

Hitungan dan Rumus-rumus

$$CBR = \frac{\text{Beban, pengujian}}{\text{Beban, standard}} \times 100\%$$

$$V = \frac{1}{4} \times \pi \times \phi^2 \times T$$

Dimana :

Volume mold CBR dalam cm^3

Diameter dalam mold ϕ dalam cm

Tinggi contoh tanah dalam mold 12,5 cm setelah dikurangi ganjal (*spacer dish*)

$$\gamma t = \frac{W}{V}$$

$$\gamma d = \frac{\gamma t \times 100}{100 + w}$$

$$W_s = V \times \gamma d$$

$$W = W_s \left(1 + \frac{w}{100} \right)$$

Dimana :

- γ_t = Berat isi tanah basah (gr/cm³)
- W = Berat tanah basah (gr)
- V = Volume contoh tanah (cm³)
- γ_d = Berat isi tanah kering (gr/cm³)
- w = Kadar air contoh tanah (%)
- Ws = Berat kering contoh tanah (gr)

$$\gamma'_d = \frac{100 \times \gamma_d}{100 + v_e}$$

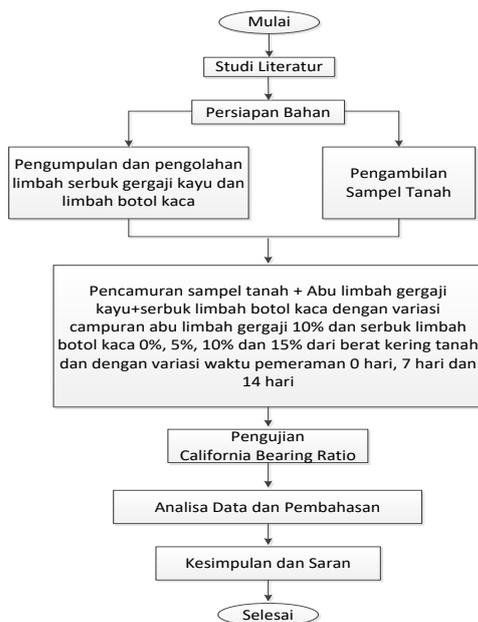
$$w' = \frac{\gamma'_t(100 + v_e)}{\gamma_d} \times 100 = 100 \left(\frac{\gamma'_t}{\gamma'_d} - 1 \right)$$

Dimana :

- γ'_d = berat isi tanah kering setelah direndam (gr/cm³)
- v_e = pengembangan tanah setelah direndam (%)
- γ'_t = berat isi tanah basah setelah direndam (γ_t) (gr/cm³)
- w' = kadar air contoh tanah setelah direndam (w) (%)

METODOLOGI PENELITIAN

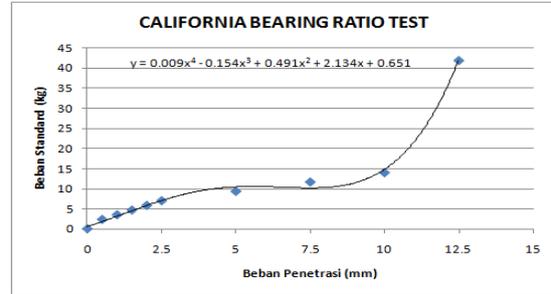
Pada penelitian ini digunakan limbah gergaji kayu yang dibakar sehingga menjadi abu dan limbah botol kaca yang dihancurkan sehingga menjadi serbuk kaca. Kemudian abu limbah gergaji kayu dan serbuk limbah botol kaca tersebut dicampurkan dengan sampel tanah dengan variasi campuran abu limbah gergaji kayu 10% dan serbuk limbah botol kaca 0%, 5%, 10% dan 15% dari berat kering tanah dan variasi waktu pemeraman 0 Hari 7 Hari dan 14 Hari. Setelah itu untuk mengetahui besarnya daya dukung tanah dilakukan pengujian CBR terhadap masing – masing variasi campuran.



Gambar 5. Diagram alir penelitian

ANALISA DAN PEMBAHASAN

Hasil Uji Daya Dukung Tanah Rawa Dengan Bahan Campuran Abu limbah gergaji kayu Dan Serbuk limbah botol kaca



Gambar 6. Grafik CBR Tanah Rawa Asli Pemeraman 0 Hari

Dari grafik tersebut didapat persamaan polinomialnya sebagai berikut :

$$y = 0,0098x^4 - 0,1542x^3 + 0,4914x^2 + 2,1348x + 0,651$$

Tabel 4.7. Nilai CBR

No.	Variasi Campuran	Nilai CBR (%)		
		Pemeraman		
		0 Hari	7 Hari	14 Hari
1	Tanah Asli + 10 % Abu limbah gergaji kayu+ 0% Serbuk limbah botol kaca	0,5133	2.0739	1.0031
2	Tanah Asli + 10 % Abu limbah gergaji kayu+ 5% Serbuk limbah botol kaca	2,8877	1,4527	0,7686
3	Tanah Asli + 10 % Abu limbah gergaji kayu+ 10% Serbuk limbah botol kaca	3,2857	4,5325	1,3420
4	Tanah Asli + 10 % Abu limbah gergaji kayu+ 15% Serbuk limbah botol kaca	0,7160	1.3264	1,2276

Sumber : Hasil perhitungan

Berdasarkan hasil perhitungan dapat dilihat nilai CBR tertinggi terdapat pada tanah rawa campuran 10% abu limbah gergaji kayu + 10% serbuk limbah botol kaca dengan lama pemeraman 7 hari yaitu 4,5325% dan nilai CBR terendah pada tanah asli 0,5133%

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian terhadap sampel tanah rawa Pantai Indah Kapuk yang dicampur dengan menggunakan abu limbah gergaji kayu dan serbuk limbah botol kaca maka didapatkan hasil tanah campuran dengan variasi campuran 10% abu limbah gergaji kayu dan 10% serbuk limbah botol kaca menghasilkan nilai CBR tertinggi yaitu 4,5323% yang dapat berfungsi sebagai subgrade untuk jalan perumahan atau jalan lokal dengan lalu lintas rendah.

SARAN

Perlu dilakukan pengujian perbaikan tanah dengan menggunakan bahan limbah lain yang mengandung silika untuk melihat pengaruh terhadap tanah rawa serta untuk memperbaiki nilai CBR pada tanah rawa.

DAFTAR PUSTAKA

- Auliya, Khanif. (2008). *Stabilitas Tanah Lempung Menggunakan Limbah Padat Pabrik Kertas Terhadap Kuat Geser Tanah*. Semarang: Universitas Negeri Semarang
- Budiyanto, Wahyu Gatot. (2008). *Kriya Keramik Jilid 1*. Jakarta: Pusat Perbukuan Departemen Pendidikan Nasional.
- Bowles, J. E. (1991). *Sifat-Sifat Fisis Dan Geoteknik Tanah*. Jakarta: Erlangga.
- Craig, R. F. (1994). *Mekanika Tanah*. Jakarta: Erlangga.
- Das, Braja M. (1988). *Mekanika Tanah*. Jakarta: Erlangga.
- Das, Braja M. (1995). *Mekanika Tanah 1*. Jakarta: Erlangga.
- Foth, Henry D. (1994). *Dasar-Dasar Ilmu Tanah*. Jakarta: Erlangga.
- Hardiyatmo, Hary Cristady. (2002). *Mekanika Tanah*. Yogyakarta: Gajah Mada University Press.
- Pekerjaan Tanah Dasar Buku 1*. (2006). Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga.
- Petunjuk *Praktikum Mekanika Tanah*. (2014). Jakarta: Sekolah Tinggi Teknik-PLN.
- Shayan, Ahmad. (2002). *Value-Added Utilisation Of Waste Glass In Concrete Research Journal*. Melbourne: IABSE Symposium.
- Khairani, Fhytri. (2016). *Pengaruh Penambahan Limbah Keramik dan Limbah Botol Kaca Bening terhadap Stabilitas Tanah Rawa*. Jakarta: Sekolah Tinggi Teknik PLN.
- Tastan, E. O., Edil, T. B., Benson, C. H., & Aydileks, A. H. (2011). *Stabilization Of Organic Soils With Fly Ash*, Journal of Geotechnical and Environmental Engineering, ASCE.
- Tchobanoglous, George, Thiesen, Hilary & Vigil, Samuel, (1993). *Integrated Solid Waste Management Engineering Principles And Management Issues*. New York: Mc Graw-Hill.
- Tjahyati, Hermin. (1995). *Studi Modifikasi Tanah Gambut Dengan Campuran SPK*. Jakarta: Kementrian Pekerjaan Umum Dan Perumahan Rakyat.
- Wesley, L. D. (1997). *Mekanika Tanah*. Jakarta: Badan Penerbit Pekerjaan Umum.
- Widayati, Sri. (2011). *Biologi SMA/MA Kelas X*. Jakarta: Pustaka Insan Madani
- Zamzam, Agung M. dan Arif, Eki. (2012). *Pengaruh Penambahan Abu Gergaji Kayu Sebagai Bahan Stabilisasi Subgrade Dari Tanah Lunak*. Bandung: Politeknik Negeri Bandung.