JURNAL FORUM MEKANIKA

Volume 5 - Nomor 2 November 2016 ISSN : 2356-1491

TINJAUAN KEKUATAN RANTING BAMBU ORI SEBAGAI KONEKTOR PADA SAMBUNGAN STRUKTUR KUDA-KUDA BAMBU
DESI PUTRI; ASTUTI MASDAR

PERBAIKAN TANAH PADA TANAH *GRANULAR* DENGAN *VIBROCOMPACTION*
DYAH PRATIWI KUSUMASTUTI

PERENCANAAN PENGELOLAAN DAS TERPADU DALAM MENGATASI KETIDAKSEIMBANGAN KEBUTUHAN AIR BERSIH DAN PERMASALAHAN BANJIR (KAJIAN DAERAH ALIRAN SUNGAI CISADANE)
ENDAH LESTARI, RANTI HIDAYAWANTI

PENGGUNAAN LIMBAH KERAMIK DAN SERBUK KACA SEBAGAI BAHAN STABILISASI TANAH RAWA
IRMA SEPRIYANNA; FITRI KHAIRANI

STUDI ALTERNATIF BAHAN KONSTRUKSI RAMAH LINGKUNGAN DENGAN PEMANFAATAN LIMBAH PLASTIK KEMASAN AIR MINERAL PADA CAMPURAN BETON
INDAH HANDAYASARI; SYARIF HIDAYAT

ANALISA PENGARUH LAMPU JALAN TERHADAP INDEKS TINGKAT PELAYANAN JALAN DENGAN PERBANDINGAN METODE *GREENSHIELD* DAN METODE *GREENBERG*
MUKHLIS; REVIANTY NURMEYLIANDARI

PEMANFAATAN SUMBER DAYA ALAM DENGAN MENGGUNAKAN BATANG ROTAN SEBAGAI PENGGANTI TULANGAN BETON
IRMA WIRANTINA K.

ANALISA FAKTOR PENYEBAB KECELAKAAN LALU LINTAS SEBAGAI ACUAN PERENCANAAN JALAN UNTUK MENINGKATKAN KESELAMATAN
GITA PUSPA ARTIANI

SEKOLAH TINGGI TEKNIK – PLN (STT-PLN)

JURNAL FORUM MEKANIKA	VOL. 5 NO. 2	HAL. 1 - 72	JAKARTA, NOV.2016	ISSN : 2356-1491

ISSN : 2356-1491

PENGGUNAAN LIMBAH KERAMIK DAN SERBUK KACA SEBAGAI BAHAN STABILISASI TANAH RAWA

IRMA SEPRIYANNA
Jurusan Teknik Sipil, Sekolah Tinggi Teknik – PLN
Email : irma_sepriyanna@yahoo.com

FITRI KHAIRANI
Jurusan Teknik Sipil, Sekolah Tinggi Teknik – PLN

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 relative sedang tanpa pecah. Namun lempung atau lanau menjadi tidak konsisten/labil terhadap pembebanan, sehingga mengakibatkan penurunan yang tajam apabila dibebani (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 botol kaca dan limbah pecahan keramik sebagai bahan stabilisasi. Limbah botol kaca dan limbah pecahan keramik didaur ulang dengan cara dihancurkan sehingga menjadi bubuk kaca dan bubuk keramik yang berfungsi sebagai bahan pengisi (filler) dan bahan pengikat (binder) pada tanah rawa. Berdasarkan hasil pengujian didapatkan nilai nilai persentase optimum penambahan bubuk kaca dan bubuk keramik adalah pada tanah dengan campuran 10% bubuk kaca dan 10% bubuk keramik dengan lama pemeraman 7 hari. Dimana tanah dengan campuran 10% bubuk kaca dan 10% bubuk keramik dengan lama pemeraman 7 hari memiliki nilai kadar air 44,81%, specific gravity 1,40, batas cair 56,92%, batas plastis 30,36%, batas susut 26,49%, indeks plastisitas 26,56%, CBR 36,33% . 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, bubuk kaca, bubuk keramik, CBR.*

Abstract

Marshland is soft soils containing clay, silt and peat. Clay / silt are cohesive plastic which has the properties coherency between the grains and capable of continuously formed permanently with a relatively moderate pressure without rupturing. However, clay or silt becomes inconsistent / unstable to loading, resulting in a high settlement when loaded (instability). Marshland has unstable behavior which is necessary to improve. One of chemically improvement can be done by recovering waste glass bottles and ceramic shards waste as a stabilizing agent. Waste glass bottles and ceramic shards of waste recycled in a crushed glass powder and ceramic powder which serves as a filler and a binder. Based on test results obtained optimum value percentage value addition of powdered glass and ceramic powder is on the ground with a mixture of 10% and 10% glass powder with a ceramic powder curing 7 days . The soil with a mixture of 10% and 10% glass powder with a ceramic powder curing 7 days has a value of water content of 44.81%, 1.40 specific gravity, liquid limit of 56.92%, 30.36% plastic limit, shrinkage limit 26 , 49%, 26.56% plasticity index, CBR 36.33%. This shows that the soil with the CBR value (CBR 3% - 7%) can be used as a subgrade layer for local residential streets or roads with low traffic

Keywords : *stabilization, marshland, fly ash (glass) , fly ash (ceramic), CBR*

I. Latar Belakang

Tanah rawa memiliki tekstur yang lunak dan memiliki kadar air yang tinggi sehingga kondisi tanah rawa ini cukup sulit sebagai penopang struktur di atasnya. Salah satu usaha perbaikan tanah secara kimiawi dapat dilakukan dengan menambahkan material yang mengandung silika seperti limbah pecahan keramik kering dan limbah kaca bening pada tanah rawa. Bubuk keramik memiliki kandungan silika yang diharapkan berfungsi sebagai bahan pengikat *(binder)* pada tanah, karena silika ini akan menghasilkan reaksi *pozzolani*c dengan tanah sehingga dari reaksi yang terjadi dapat meningkatkan kekuatan tanah. Selain

itu limbah pecahan keramik kering dan limbah kaca bening termasuk limbah anorganik yang tidak bisa terurai oleh aktifitas mikroorganisme dan merupakan material yang memiliki harga yang murah.

Pada penelitian ini akan dilakukan pencampuran bubuk keramik dan bubuk kaca terhadap sampel tanah rawa yang lokasi pengambilan sampelnya terletak di Pantai Indah Kapuk, Jakarta Utara tepatnya tanah rawa yang berdampingan dengan Jalan Pantai Indah Selatan dan berada dekat dengan komplek perumahan Garden House. Lokasi ini dipilih mengingat akan adanya rencana pengembangan wilayah perumahan pada daerah tersebut. Adapun variasi campuran bubuk keramik dan limbah kaca bening masing-masing yang digunakan adalah 0%, 10%, 20%, 30% dari berat kering tanah dengan lama pemeraman 0 hari, 7 hari, 14 hari. Dari hasil penelitian ini diharapkan penggunaan bubuk limbah keramik dan bubuk limbah kaca bening sebagai bahan stabilisasi tanah dapat memperbaiki kualitas tanah rawa di lokasi tersebut.

Rumusan Masalah

Rumusan masalah penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana pengaruh penggunaan bubuk keramik dan bubuk kaca bening sebagai bahan stabilisasi terhadap sifat fisik tanah rawa dengan bubuk keramik dan bubuk kaca bening bening sebagai bahan stabilisasi
2. Berapa komposisi persentase optimum bubuk keramik dan bubuk kaca bening terhadap tanah rawa yang di stabilisasi

Ruang Lingkup

Ruang lingkup masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Lokasi pengambilan sampel tanah rawa di Jalan Pantai Indah Selatan, Pantai Indah Kapuk, Jakarta Utara.
2. Bahan tambah yang digunakan adalah bubuk hasil pengolahan pecahan keramik kering yang berasal dari limbah pabrik keramik dan limbah botol kaca bening yang berasal dari tempat pembuangan sampah.
3. Stabilisasi tanah rawa menggunakan bubuk keramik dan bubuk kaca bening dengan variasi campuran yang digunakan masing-masing persentase dari setiap bubuk keramik dan bubuk kaca adalah 0%, 10%, 20%, 30% dari berat kering tanah dengan lama pemeraman 0 hari, 7 hari dan 14 hari.
4. Pengujian karakteristik sampel tanah gambut dan tanah campuran untuk analisis stabilisasi ditinjau dari nilai kadar air (*water content*), pengujian berat jenis butir tanah (*specific gravity)*, pengujian batas cair tanah (liquid limit test), pengujian batas plastis tanah (plastic limit test), pengujian batas susut tanah (shringkage limit test), dan CBR *(california bearing ratio).*

II. Landasan Teori

Limbah Keramik

Definisi keramik adalah mencakup semua bahan bukan logam dan anorganik yang berbentuk padat. (Yusuf, 1998;2). Limbah keramik. Limbah bahan industri keramik merupakan suatu bahan sisa yang terbuang atau dibuang dari suatu proses hasil produksi yang tidak memiliki nilai ekonomi. Agar limbah tersebut dapat memiliki nilai ekonomi maka limbah tersebut harus dimanfaatkan atau diolah kembali menjadi bahan yang lebih berguna yaitu dengan cara diolah kembali menjadi bahan additiver dalam suatu proses stabilisasi.

Tabel 1. Hasil Uji Kimia Limbah Padat Keramik dan Pasir

No	Jenis Pengujian	Limbah Padat Keramik (%)	Pasir Lumajang (%)
1	$Si0_2$	44.52	45.82
2	$A1_20_3$	7.62	6.9
3	CaO	9.56	8.9
4	MgO	8.3	7.1
5	Fe_20_3	13.8	16.32
6	Air	16.17	14.95

Komposisi dari limbah keramik antara lain :

a. Tanah Liat

Tanah liat sebagai bahan pokok untuk pembuatan keramik yang mengandung idrated aluminium silica dengan rumus kimia : $Al_2O_3.2SiO_2.2H_2O$ dengan perbandingan berat dari unsur-unsurnya: *Oksida Silinium* (SiO_2) 47%, *Oksida Aluminium* (Al_2O_3) 39%, dan Air (H_2O) 14% (Gatot, 2003 dalam Abdullah, 2005).

b. Kwarsa (flint)

Kwarsa merupakan bentuk lain dari batuan silica (SiO2) yang mempunyai sifat plastis yang tinggi, memiliki ukuran partikel yang halus dan memiliki kekuatan kering yang tinggi.

c. Feldspar

Feldspar adalah suatu kelompok mineral yang berasal dari batu karang yang ditumbuk dan dapat memberikan sampai 25 % flux (pelebur) pada badan keramik. Feldspar tidak larut dalam air yang mengandung *alumina, silika* dan *flux.*

d. *Serbuk Kaca (Cullet)*

Kandungan serbuk kaca pada keramik sangat kecil. Kaca biasanya dihasilkan dari campuran silicon atau bahan dioksida (SiO_2) yang merupakan benda amorf, dibentuk melalui prosesan pemadatan dari peleburan tanpa kristalisasi

Gambar 1. Limbah Pecahan Keramik

Limbah Kaca

Kaca adalah amorf (non kristalin) material padat yang bening dan transparan (tembus pandang) yang merupakan salah satu produk industri kimia gabungan dari berbagai oksida anorganik yang 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-sifat yang 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):

$Na_2CO3 + a.SiO_2 \rightarrow Na_2O.aSiO_2 + CO_2$
$CaCO_3 + b.SiO_2 \rightarrow CaO.bSiO_2 + CO_2$
$Na_2SO4 + SiO_2 + C \rightarrow Na_2.O.cSiO_2 + SO_2 + SO_2 + CO$

Gambar 2. Berbagai Botol Kaca

Gambar 3. Pecahan Botol Kaca

Tabel 2. Komposisi Kimia Kaca Berbagai Warna

Komposisi	Kaca Bening	Kaca Coklat	Kaca Hijau
	Dalam Persen (%)		
SiO2	72,42	72,21	72,38
Al2O3	1,44	1,37	1,49
TiO2	0,035	0,041	0,04
Cr2O3	0,002	0,026	0,13
Fe2O3	0,07	0,26	0,29
CaO	11,50	11,57	11,26
MgO	0,32	0,46	0,54
Na2O	13,64	13,75	13,52
K2O	0,35	0,20	0,27
SO3	0,21	0,10	0,07

Sumber : Value - Added Utilisation Of Waste Glass In Concrete Research Journal

Stabilisasi Tanah Dengan Bubuk Kaca dan Bubuk Keramik

Keramik dan kaca merupakan salah satu limbah anorganik yang mengandung silika (Tabel 1) (Tabel 2). Kaca dan keramik yang kaya kandungan silika ini diharapkan dapat digunakan sebagai bahan untuk stabilisasi tanah secara kimiawi. Silika pada kaca ini dapat berfungsi sebagai bahan pengikat *(binder)* pada tanah, karena silika ini akan menghasilkan reaksi *pozzolani*c dengan tanah. Reaksi *pozzolani*c merupakan reaksi antara silika dan kalsium hidroksida bebas dengan tanah. Selain itu serbuk kaca memiliki ukuran yang sangat halus yang dapat berfungsi sebagai bahan pengisi *(filler)* pada rongga - rongga tanah.

III. Metode Penelitian

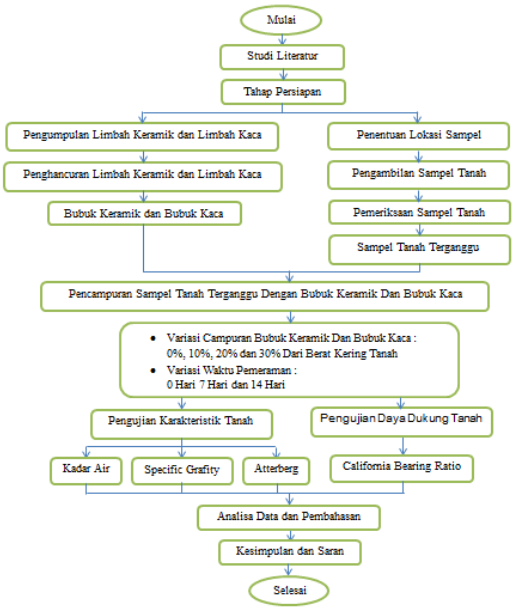
Pada penelitian ini, sampel tanah rawa yang di gunakan yaitu tanah pada kedalaman 30 cm - 1 m di bawah permukaan tanah. Hal ini bertujuan agar sampel tanah rawa yang digunakan bebas dari sampah, rumput dan tanah yang digunakan merupakan tanah asli

Gambar 4 Lokasi Pengambilan Sampel

Sampel tanah yang diambil adalah tanah rawa. Jumlah yang diperlukan untuk setiap pengujian bisa dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Jumlah Tanah Yang Diperlukan

No.	Pengujian	Jumlah Tanah (kg)
1	Kadar Air	0,250
2	*Specific Gravity*	6,000
3	*Atterberg*	7,200
4	*California Bearing Ratio*	96,000
Total Tanah		**109,45**



Gambar 5 Diagram Alir Penelitian

IV. Analisa Dan Pembahasan

Dari penelitian yang telah dilakukan, maka pada bab ini disajikan hasil - hasil mengenai sifat fisik tanah yang diteliti meliputi nilai kadar air, berat jenis butir tanah, *atterberg* dan *california bearing ratio.*

Kadar Air

Hasil uji nilai kadar air berdasarkan variasi persentase penambahan bubuk kaca 0%, 10%, 20%, 30% dan persentase bubuk keramik 0%, 10%, 20%, 30% dengan lama pemeraman 0 hari, 7 hari dan 14 hari dapat dilihat pada Tabel 5.1.

Tabel 4. Nilai Kadar Air

No	Variasi Campuran	Nilai Kadar Air (%)		
		Pemeraman		
		0 Hari	7 Hari	14 Hari
1	Tanah Asli + 0 % BKC + 0% BKR	486.99	242.03	177.29
2	Tanah Asli + 10 % BKC + 10% BKR	176.17	44.81	22.74
3	Tanah Asli + 20 % BKC + 20% BKR	115.29	22.12	11.65
4	Tanah Asli + 30 % BKC + 30% BKR	93.26	13.24	7.30

Sumber : Hasil Perhitungan
Keterangan : BKC = Bubuk Kaca
BKR = Bubuk Keramik

Berdasarkan hasil perhitungan dapat dilihat nilai kadar air tertinggi terdapat pada tanah asli yaitu 486,99% dan nilai kadar air terendah pada tanah rawa dengan campuran 30% bubuk kaca dan 30% bubuk keramik 7,30%.

Specific Gravity

Hasil uji nilai *specific gravity* (Gs) berdasarkan variasi persentase masing-masing 0%, 10%, 20% dan 30% penambahan bubuk kaca dan bubuk keramik pada tanah rawa dengan lama pemeraman dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Nilai *Specific Gravity*

No	Variasi Campuran	Nilai Specific Gravity		
		Pemeraman		
		0 Hari	7 Hari	14 Hari
1	Tanah Asli + 0 % BKC + 0% BKR	1.26	1.31	1.34
2	Tanah Asli + 10 % BKC + 10% BKR	1.36	1.40	1.41
3	Tanah Asli + 20 % BKC + 20% BKR	1.40	1.45	1.46
4	Tanah Asli + 30 % BKC + 30% BKR	1.44	1.51	1.52

Sumber : Hasil Perhitungan

Berdasarkan hasil perhitungan dapat dilihat nilai *specific gravity* tertinggi terdapat pada tanah asli yang di campur dengan 30% bubuk kaca + 30% bubuk keramik yaitu 1,52 pada lama pemeraman 14 hari sedangkan nilai *specific gravity* terendah terdapat pada tanah asli yang dicampur dengan 0% bubuk kaca + 0% bubuk keramik dengan lama pemeraman 0 hari yaitu 1,26.

Konsistensi Tanah *(Atterberg)*

Batas Cair *(Liquid Limit)*

Hasil uji nilai batas cair (L_L) berdasarkan variasi persentase masing-masing 0%, 10%, 20% dan 30% pada penambahan bubuk kaca dan bubuk keramik dengan lama pemeraman 0 hari, 7 hari dan 14 hari dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Batas Cair Tanah *(Liquid Limit)*

No	Variasi Campuran	Liquid Limit (%)		
		Pemeraman		
		0 Hari	7 Hari	14 Hari
1	Tanah Asli + 0 % BKC + 0% BKR	67.39	64.18	55.22
2	Tanah Asli + 10 % BKC + 10% BKR	57.04	56.92	46.15
3	Tanah Asli + 20 % BKC + 20% BKR	51.68	47.07	42.95
4	Tanah Asli + 30 % BKC + 30% BKR	49.36	44.81	40.53

Sumber : Hasil Perhitungan

Berdasarkan hasil perhitungan dapat dilihat nilai batas cair tertinggi terdapat pada tanah asli yaitu 67,39% dan nilai batas cair terendah pada tanah rawa dengan campuran 30% bubuk kaca dan 30% bubuk keramik 40,53%.

Batas Plastis *(Plastic Limit)*

Hasil uji nilai *plastic limit* berdasarkan variasi persentase masing-masing 0%, 10%, 20%, 30% pada penambahan bubuk kaca dan bubuk keramik dengan lama pemeraman 0 hari, 7 hari dan 14 hari dapat dilihat pada Tabel 7, sedangkan untuk nilai indeks plastisitas dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 7. Batas Plastis Tanah *(Plastic Limit)*

No	Variasi Campuran	Plastic Limit (%)		
		Pemeraman		
		0 Hari	7 Hari	14 Hari
1	Tanah Asli + 0 % BKC + 0% BKR	40.45	33.19	32.51
2	Tanah Asli + 10 % BKC + 10% BKR	36.40	30.36	27.22
3	Tanah Asli + 20 % BKC + 20% BKR	34.64	29.26	25.34
4	Tanah Asli + 30 % BKC + 30% BKR	32.41	27.26	24.99

Sumber : Hasil Perhitungan

Berdasarkan hasil perhitungan dapat dilihat nilai batas plastis tertinggi terdapat pada tanah asli yaitu 40,45% dan nilai batas plastis terendah pada tanah rawa dengan campuran 30% bubuk kaca dan 30% bubuk keramik 24,99%.

Tabel 8. Indeks Plastisitas Tanah

No	Variasi Campuran	Plasticity Index (%)		
		Pemeraman		
		0 Hari	7 Hari	14 Hari
1	Tanah Asli + 0 % BKC + 0% BKR	26,94	30.98	22.70
2	Tanah Asli + 10 % BKC + 10% BKR	23,94	26.56	18.27
3	Tanah Asli + 20 % BKC + 20% BKR	20,63	17.80	17.61
4	Tanah Asli + 30 % BKC + 30% BKR	17,76	17.55	15.53

Sumber : Hasil Perhitungan

Berdasarkan hasil perhitungan dapat dilihat nilai *plasticity index* tertinggi terdapat pada tanah asli yaitu 26,94% dan nilai *plasticity index* terendah pada tanah rawa dengan campuran 30% bubuk kaca dan 30% bubuk keramik 15,53%.

Batas Susut *(Shrinkage Limit)*

Hasil uji nilai *shrinkage limit* berdasarkan variasi persentase masing-masing penambahan bubuk kaca dan bubuk keramik 0%, 10%, 20% dan 30% dengan lama pemeraman 0 hari, 7 hari dan 14 hari dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 9. Batas Susut Tanah *(Shrinkage Limit)*

No.	Variasi Campuran	*Shrinkage Limit* (%)					
		Pemeraman 0 Hari		Pemeraman 7 Hari		Pemeraman 14 Hari	
		Dish Besar	*Dish* Kecil	*Dish* Besar	*Dish* Kecil	*Dish* Besar	*Dish* Kecil
1	Tanah Asli + 0 % BKC + 0% BKR	35,60	35,74	30.69	30.53	29.44	29.21
2	Tanah Asli + 10 % BKC + 10% BKR	33,47	33,74	26.82	26.16	23.43	23.10
3	Tanah Asli + 20 % BKC + 20% BKR	34,53	34,65	27.70	27.18	21.48	21.41
4	Tanah Asli + 30 % BKC + 30% BKR	32,77	32,16	26.68	26.04	18.35	18.14

Sumber : Hasil Perhitungan

Berdasarkan hasil perhitungan dapat dilihat nilai *shrinkage limit* tertinggi terdapat pada tanah asli yaitu 35,74% dan nilai *shrinkage limit* terendah pada tanah rawa dengan campuran 30% bubuk kaca dan 30% bubuk keramik 18,14%.

Hasil Uji Daya Dukung Tanah Rawa Dengan Bahan Campuran Bubuk Kaca Dan Bubuk Keramik

Hasil uji nilai CBR berdasarkan variasi masing-masing persentase penambahan bubuk kaca dan bubuk keramik 0%, 5%, 10% dan 15% dengan lama pemeraman 0 hari, 7 hari dan 14 hari dapat dilihat pada Tabel 10.

Tabel 10. Nilai CBR

No	Variasi Campuran	Nilai CBR (%)		
		Pemeraman		
		0 Hari	7 Hari	14 Hari
1	Tanah Asli + 0 % BKC + 0% BKR	0,51	2.07	1.01
2	Tanah Asli + 10 % BKC + 10% BKR	2,88	4.53	2.96
3	Tanah Asli + 20 % BKC + 20% BKR	3,28	1.82	2.78
4	Tanah Asli + 30 % BKC + 30% BKR	0,71	1.16	1.34

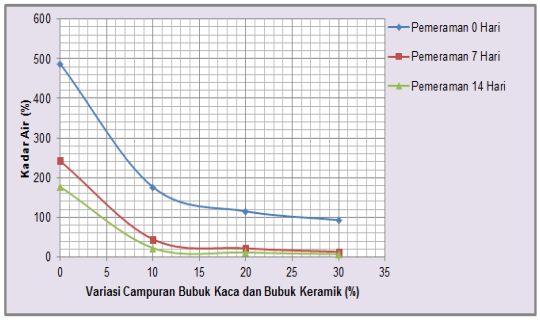
Sumber : Hasil Perhitungan

Berdasarkan hasil perhitungan dapat dilihat nilai CBR tertinggi terdapat pada tanah rawa campuran 10% bubuk kaca + 10% bubuk keramik dengan lama pemeraman 7 hari yaitu 4,53% dan nilai CBR terendah pada tanah asli 0,51%.

Pengaruh Penambahan Bubuk Kaca Dan Bubuk Keramik Terhadap Karakteristik Tanah

Kadar Air Tanah

Penambahan bubuk kaca dan bubuk keramik pada tanah dapat menurunkan kadar air tanah, hal ini dapat terjadi karena bubuk kaca dan bubuk keramik memiliki kadar air yang sangat kecil jika dibandingkan dengan tanah.. Hubungan nilai kadar air dengan penambahan variasi persentase bubuk kaca dan bubuk keramik dengan lama waktu pemeraman dapat dilihat pada Gambar 6.

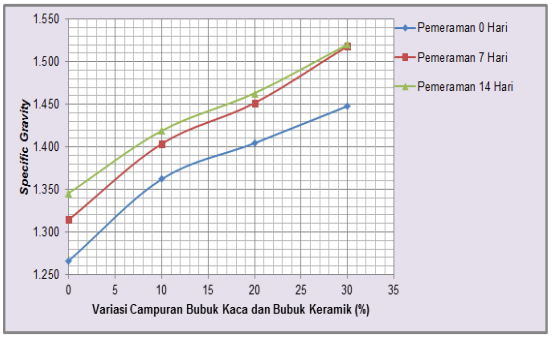


Gambar 6. Hubungan Nilai Kadar Air Dengan Penambahan Variasi Persentase Bubuk Kaca Dan Bubuk Keramik Dengan Lama Waktu Pemeraman

Gambar 6 menunjukkan grafik hubungan setiap penambahan bubuk kaca dan bubuk keramik dengan lama pemeraman berpengaruh terhadap nilai kadar air. Semakin banyak penambahan bubuk kaca dan bubuk keramik dengan semakin lamanya waktu pemeraman maka nilai kadar air semakin menurun.

Specific Gravity

Pada pengujian berat volume butiran tanah, penambahan bubuk kaca dan bubuk keramik sangat berpengaruh pada nilai *specific gravity*. Semakin banyak persentase penambahan bubuk kaca dan bubuk keramik dengan semakin lama waktu pemeramannya, maka nilai *specific gravity* akan semakin naik. Hubungan nilai *specific gravity* dengan penambahan variasi persentase bubuk kaca dan bubuk keramik dengan lama waktu pemeraman dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Hubungan Nilai *Specific Gravity* Dengan Penambahan Variasi Persentase Bubuk Kaca Dan Bubuk Keramik Dengan Lama Waktu Pemeraman

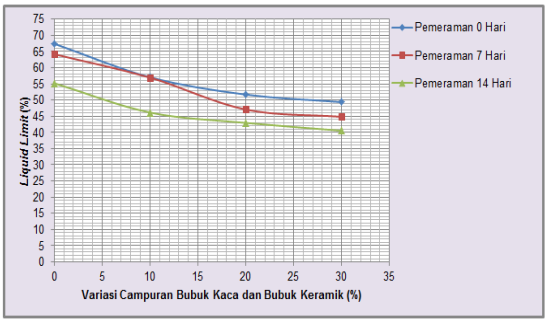
Gambar 7 menunjukkan grafik hubungan setiap penambahan bubuk kaca dan bubuk keramik dengan lama pemeraman berpengaruh terhadap nilai *specific gravity*. Semakin banyak penambahan bubuk kaca dan bubuk keramik dengan semakin lamanya waktu pemeraman maka nilai *specific gravity* semakin meningkat. Berat jenis tanah yang baik adalah nilai berat jenis tanah yang lebih besar. Nilai berat jenis tanah yang rendah adalah untuk tanah bahan berbutir kasar sedangkan nilai yang tinggi adalah untuk tanah berbutir halus (Departemen PU, 2006).

Atterberg Limits

Batas Cair Tanah

Pada pengujian batas cair tanah, penambahan bubuk kaca dan bubuk keramik dapat menurunkan batas cair tanah.

Hubungan nilai batas cair tanah dengan penambahan variasi persentase bubuk kaca dan bubuk keramik dengan lama waktu pemeraman dapat dilihat pada Gambar 8.

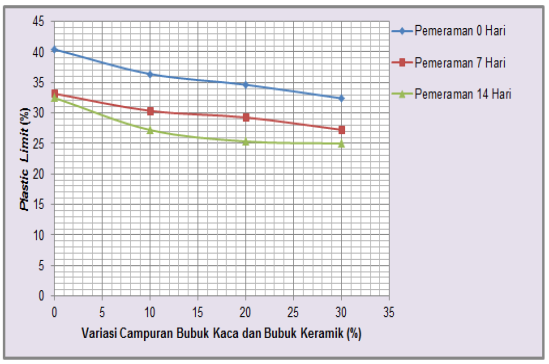


Gambar 8 Hubungan Nilai Batas Cair Tanah Dengan Penambahan Variasi Persentase Bubuk Kaca Dan Bubuk Keramik Dengan Lama Waktu Pemeraman

Gambar 8 menunjukkan grafik hubungan setiap penambahan bubuk kaca dan bubuk keramik dengan lama pemeraman berpengaruh terhadap nilai batas cair. Semakin banyak penambahan bubuk kaca dan bubuk keramik dengan semakin lamanya waktu pemeraman maka nilai batas cair semakin menurun.

Batas Plastis Tanah

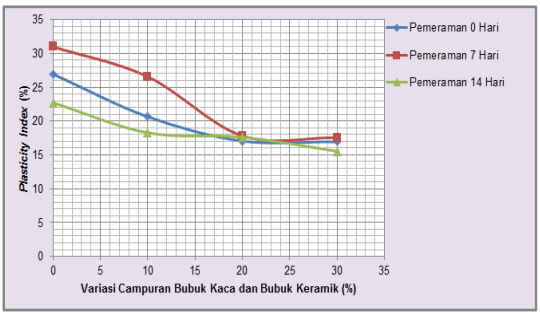
Nilai batas plastis tanah berhubungan dengan pekerjaan pemadatan tanah di lapangan. Semakin kecil nilai batas plastis tanah maka semakin sulit pengerjaannya di lapangan, karena jika nilai plastisnya rendah maka tanah tersebut akan sulit untuk dipadatkan Nilai indeks plastisitas menjadi semakin kecil seiring dengan bertambahnya kadar bubuk kaca dan bubuk keramik yang dicampur. Penurunan indeks plastisitas tanah ini terjadi karena semakin berkurangnya nilai batas cair dan batas plastis pada tanah. Hubungan nilai batas plastis tanah dan angka indeks plastisitas dengan penambahan variasi persentase bubuk kaca dan bubuk keramik dan lama waktu pemeraman dapat dilihat pada Gambar 9 dan Gambar 10.



Gambar 9 Hubungan Nilai Batas Plastis Tanah Dengan Penambahan Variasi Persentase Bubuk Kaca Dan Bubuk Keramik Dengan Lama Waktu Pemeraman

Gambar 9 menunjukkan grafik hubungan setiap penambahan bubuk kaca dan bubuk keramik dengan lama pemeraman berpengaruh terhadap nilai batas plastis. Semakin banyak penambahan

bubuk kaca dan bubuk keramik dengan semakin lamanya waktu pemeraman maka nilai batas plastis semakin menurun

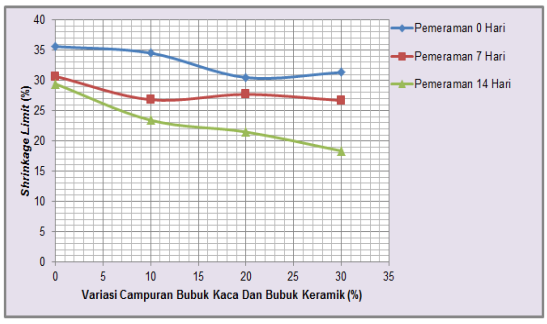


Gambar 10. Hubungan Nilai Indeks Plastisitas Dengan Penambahan Variasi Persentase Bubuk Kaca Dan Bubuk Keramik Dengan Lama Waktu Pemeraman

Gambar 10 menunjukkan grafik hubungan setiap penambahan bubuk kaca dan bubuk keramik dengan lama pemeraman berpengaruh terhadap nilai indeks plastis. Semakin banyak penambahan bubuk kaca dan bubuk keramik dengan semakin lamanya waktu pemeraman maka nilai indeks plastis semakin menurun.

Batas Susut Tanah

Penambahan bubuk kaca dan bubuk keramik pada tanah secara umum dapat menurunkan batas susut tanah, namun ada beberapa sampel tanah yang batas susutnya naik . Batas susut tanah merupakan suatu keadaan dimana pengurangan volume kadar air selanjutnya tidak menurunkan volume tanah tersebut. Hubungan nilai batas susut tanah dengan penambahan variasi persentase bubuk kaca dan bubuk keramik dengan lama waktu pemeraman dapat dilihat pada Gambar 11.

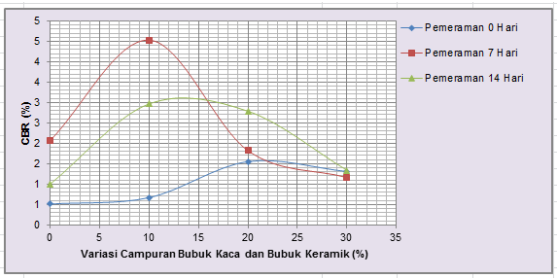


Gambar 11. Hubungan Nilai Batas Susut Dengan Penambahan Variasi Persentase Bubuk Kaca Dan Lama Waktu Pemeraman

Gambar 11 menunjukkan grafik hubungan setiap penambahan bubuk kaca dan bubuk keramik dengan lama pemeraman berpengaruh terhadap nilai batas susut. Semakin banyak penambahan bubuk kaca dan bubuk keramik dengan semakin lamanya waktu pemeraman maka nilai batas susut semakin menurun.

Pengaruh Penambahan Bubuk Kaca Dan Bubuk Keramik Terhadap Daya Dukung Tanah California Bearing Ratio

Penambahan bubuk kaca dan bubuk keramik dengan lama pemeraman sangat berpengaruh kepada nilai CBR. Secara umum, semakin banyak penambahan bubuk kaca dan bubuk keramik maka nilai CBR akan semakin besar. Akan tetapi pada penambahan bubuk kaca dan bubuk keramik dengan variasi masing-masing 30% nilai CBR menjadi turun, hal ini disebabkan karena kadar bubuk kaca dan bubuk keramik yang sudah melawati batas. Hubungan nilai CBR dengan penambahan variasi persentase bubuk kaca dan bubuk keramik dengan lama waktu pemeraman dapat dilihat pada Gambar 12.



Gambar 12. Hubungan Nilai CBR Dengan Penambahan Variasi Persentase Bubuk Kaca Dan Bubuk Keramik Dengan Lama Waktu Pemeraman

Gambar 12 menunjukkan grafik hubungan setiap penambahan bubuk kaca dan bubuk keramik dengan lama pemeraman berpengaruh terhadap nilai CBR. Semakin banyak penambahan bubuk kaca dan bubuk keramik dengan semakin lamanya waktu pemeraman maka nilai CBR semakin meningkat tetapi pada persentase 30% nilai CBR mengalami penurunan. Hal ini terjadi dikarenakan persentase dari bubuk kaca dan bubuk keramik cukup besar sehingga tanah yang dicampur dengan bubuk kaca dan bubuk keramik tidak dapat menyatu lagi secara homogen. Hal ini yang menyebabkan nilai CBR turun.

Persentase Optimum Bubuk Kaca dan Bubuk Keramik Dalam Peningkatan Karakteristik Tanah dan Daya Dukung Tanah

Dalam menentukan persentase optimum campuran bubuk kaca dan bubuk keramik ditinjau dari tanah yang memiliki nilai CBR dan *specific gravity* yang besar, karena semakin besar nilai kedua faktor ini maka kualitas tanah akan semakin baik. Sementara untuk nilai kadar air, batas cair dan batas plastis diambil nilai yang tidak terlalu tinggi (berada dalam kategori sedang), karena jika nilai kadar air, batas cair dan batas plastis terlalu tinggi atau terlalu rendah maka akan sulit untuk pekerjaannya dilapangan.

Setelah ditinjau dari semua faktor diatas maka tanah yang dapat mewakili nilai persentase

optimum penambahan bubuk kaca dan bubuk keramik adalah tanah dengan campuran 10% bubuk kaca dan 10% bubuk keramik dengan lama pemeraman 7 hari. Dimana tanah dengan campuran 10% bubuk kaca dan 10% bubuk keramik dengan lama pemeraman 7 hari memiliki kadar air 44,8198%, *specific gravity* 1,4037, batas cair 56,9285%, batas plastis 30,3659%, batas susut 26,4960%, indeks plastisitas 26,5626%, CBR 4,5325%.

Nilai – nilai tersebut dipilih karena nilai CBR terbesar tedapat pada pemeraman tanah dengan campuran 10% bubuk kaca dan 10% bubuk keramik dengan lama pemeraman 7 hari yaitu 4,5325%. Dimana tanah dengan nilai CBR 4,5325% dapat digunakan sebagai subgrade (terdapat pada Tabel 2.7) untuk lalu lintas rendah atau jalan lokal. karena sesuai dengan peruntukkan lokasi penelitian yang dekat dengan perumahan.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian terhadap sampel tanah rawa Pantai Indah Kapuk yang dicampur dengan menggunakan bubuk kaca dan bubuk keramik maka didapatkan hasil sebagai berikut :

1. Berdasarkan hasil uji sifat fisik tanah rawa Pantai Indah kapuk memiliki kadar air 486,77%, *specific gravity* 1,26, batas cair 67,39%, batas plastis 40,45%, batas susut 35,67%, indeks plastisitas 26,94%, CBR 0,51%.
2. Tanah yang dicampur dengan mengunakan bubuk kaca dan bubuk keramik mengalami perubahan sifat fisik hal ini bisa dilihat dari perubahan nilai kadar air, *specific gravity*, batas - batas konsistensi tanah *(atterberg)*, CBR (
3. Dari variasi campuran bubuk kaca 0%, 10%, 20%, 30% dari berat kering tanah dengan lama pemeraman 0 hari, 7 hari dan 14 hari, didapatkan nilai persentase optimum penambahan bubuk kaca dan bubuk keramik adalah pada tanah dengan campuran 10% bubuk kaca dan 10% bubuk keramik dengan lama pemeraman 7 hari. Dimana tanah dengan campuran 10% bubuk kaca dan 10% bubuk keramik dengan lama pemeraman 7 hari memiliki nilai kadar air 44,81%, *specific gravity* 1,40, batas cair 56,92%, batas plastis 30,36%, batas susut 26,49%, indeks plastisitas 26,56%, CBR 36,33%.

DAFTAR PUSTAKA

Balai Penelitian Dan Pengembangan Industri Departemen Perindustrian, 1995. Pemanfaatan Limbah Padat Industri Gas Acetilin Sebagai Bahan Pembuatan Batako Surabaya.

Bowles, J. E., 1991, *Sifat-Sifat Fisis Dan Geoteknik Tanah*, Penerbit : Erlangga, Jakarta.

Craig, R. F., 1994, *Mekanika Tanah*, Penerbit : Erlangga, Jakarta.

Das, Braja M., 1988, *Mekanika Tanah*, Penerbit : Erlangga, Jakarta.

Foth, Henry D., 1994, *Dasar-Dasar Ilmu Tanah*, Penerbit : Erlangga, jakarta.

Hardiyatmo, Hary Christady, 2002, *Mekanika Tanah 1*, Penerbit : Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.

Laboratorium Mekanika Tanah, 2014, *Petunjuk Praktikum Mekanika Tanah*, Sekolah Tinggi Teknik-PLN, Jakarta.

Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Tentang Rawa Nomor 27/1991

Shayan, Ahmad, 2002, *Value-Added Utilisation Of Waste Glass In Concrete Research Journal*, IABSE Symposium, Melbourne.

Siklus, 2015, Skripsi Studi Pemanfaatan Serbuk Limbah Botol Kaca Sebagai Bahan Stabilisasi Tanah Pada Lahan Bekas Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Sampah, Sekolah Tinggi Teknik PLN Jakarta.

Tastan, E. O., Edil, T. B., Benson, C. H., dan Aydileks, A H., 2011, *Stabilization Of Organic Soils With Fly Ash*, Journal of Geotechnical and Enviromental Engineering, ASCE.

Tchobanoglous, George, Thiesen, Hilary dan Vigil, Samuel, 1993, *Integrated Solid Waste Management Enginering Principles And Management Issues*. Mc Graw-Hill, Inc, New York, USA.

Tjahyati, Hermin, 1995, *Studi Modifikasi Tanah Gambut Dengan Campuran SPK*, Kementrian Pekerjaan Umum Dan Perumahan Rakyat.

Wesley, L. D., 1997, *Mekanika Tanah*, Badan Penerbit Pekerjaan Umum, Jakarta.

http://www.enviro.bppt.go.id/Berita/Data/25052010.html

http://repository.unej.ac.id/handle/123456789/18744

https://himka1polban.wordpress.com/chemlib/makalah/makalah-keramik/

https://www.flickr.com/photos/stevestanley/4051975197