



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

STABILISASI TANAH MENGGUNAKAN KAOLIN DAN KAPUR (STUDI KASUS TANAH RESIDUAL DI AREA STT-PLN DURI KOSAMBI JAKARTA BARAT)

INDAH HANDAYASARI

Jurusan Teknik Sipil, Sekolah Tinggi Teknik – PLN

Email : indahhalim22@gmail.com

Abstrak

Topografi Wilayah Jakarta Barat dikategorikan sebagai daerah datar dan landai dengan karakteristik tanah dan batuan secara umum merupakan pasir lempungan, lempung pasir, lempung lanau dan lanau pasir. Kondisi tanah dengan kategori ini memiliki daya dukung yang relatif rendah serta potensi kembang susut yang besar. Daya dukung tanah sendiri merupakan salah satu parameter pada pekerjaan konstruksi baik struktur bawah maupun struktur atas. Jika tanah tidak memiliki daya dukung yang baik maka akan sangat membahayakan konstruksi yang dibangun di atasnya. Salah satu perbaikan tanah untuk mendapatkan daya dukung yang diharapkan yaitu dengan metode stabilisasi tanah secara kimiawi. Salah satu usaha perbaikan tanah secara kimiawi dapat dilakukan dengan menambahkan material yang mengandung silika seperti kaolin serta material kapur pada tanah residual di Wilayah Jakarta Barat. Sampel penelitian dibuat dengan perbandingan komposisi kaolin dan kapur terhadap tanah residual dengan perlakuan yaitu 0%, 5%, 10%, dan 15% dari berat kering tanah residual. Pemeraman tanah campuran dilakukan selama 1 hari, 7 hari dan 14 hari. Dari hasil pengujian didapatkan nilai optimum pada tanah dengan campuran 10% kapur dan 10% kaolin dengan lama pemeraman 14 hari. Dimana tanah dengan campuran 10% kapur dan 10% kaolin dengan lama pemeraman 14 hari memiliki specific gravity 1,8944, batas cair 53,7865 %, batas plastis 30,4856 %, indeks plastisitas 23,3009 %, batas susut 38,92321 %, nilai CBR 195,6898 %, kohesi 0,6767 kg/cm², dan nilai sudut geser 39°52'44".

Kata kunci : Kaolin, Kapur, Tanah Residual.

Abstract

The topography of West Jakarta area categorized as flat and sloping areas with characteristics of the soil and rock is generally a silty sand, sandy loam, silt loam and sandy silt. Soil conditions in this category have a relatively low carrying capacity and the potential development of a large shrinkage. Carrying capacity of the land itself is one of the parameters on both the construction work under the structure and the upper structure. If the soil does not have a good carrying capacity it will be very dangerous constructions built upon. One improvement to get the soil bearing capacity to be expected that the chemical soil stabilization methods. One chemical soil remediation efforts can be done by adding a siliceous material such as kaolin and limestone soil residual material in West Jakarta area. The research sample was made with kaolin and limestone composition ratio of the residual soil with a treatment that is 0%, 5%, 10%, and 15% of the dry weight of residual soil. Ripening soil mix made for 1 day, 7 days and 14 days. From the test results obtained optimum value on the ground with a mixture of 10% lime and 10% kaolin with a long ripening 14 days. Where the soil with a mixture of 10% lime and 10% kaolin with a long ripening 14 days had a specific gravity is 1.8944, 53.7865% liquid limit, plastic limit 0.4856% 23.3009% plasticity index, shrinkage limit 38.92321% , CBR value of 195.6898%, the cohesion of 0,6767 kg/cm², and the value of the friction angle of 39°52'44".

Keywords: Kaolin, Chalk, Residual Soil.

I. Latar Belakang

Provinsi DKI Jakarta terbagi menjadi 5 wilayah administrasi dan 1 wilayah kabupaten administrasi, yaitu Wilayah Jakarta Pusat, Wilayah Jakarta Utara, Wilayah Jakarta Barat, Wilayah Jakarta Selatan, Wilayah Jakarta Timur dan Kabupaten Kepulauan Seribu dengan letak geografis pada posisi 6° 12' Lintang Selatan dan 106° 48' Bujur Timur. Wilayah

Jakarta sendiri memiliki luas daerah daratan 662,33 Km² dan lautan seluas 6.977,5 Km². Berdasarkan karakteristik wilayah dan kebijakan pembangunan serta RTRW 2030 Provinsi DKI Jakarta direncanakan pengembangan wilayah akan dilakukan pada wilayah Jakarta ke arah Barat, Timur dan Utara serta mengendalikan dan membatasi pengembangan ke arah Selatan

penyusun batuan. Tanah lempung sangat keras dalam keadaan kering dan bersifat plastis pada kadar air sedang. Pada kadar air lebih tinggi tanah lempung bersifat lengket (kohesif) dan sangat lunak (Das, 2006). Adapun sifat-sifat yang dimiliki oleh tanah lempung adalah :

1. Ukuran butiran halus, kurang dari 0.002 mm.
2. Permeabilitas rendah.
3. Kenaikan air kapiler tinggi.
4. Bersifat sangat kohesif.
5. Kadar kembang susut yang tinggi.
6. Proses konsolidasi lambat.

Tanah berbutiran halus khususnya tanah lempung akan banyak dipengaruhi air. Sifat pengembangan tanah lempung yang dipadatkan akan lebih besar pada lempung yang dipadatkan pada kering optimum dibandingkan dengan lempung yang dipadatkan pada basah optimum. Lempung yang dipadatkan pada kering optimum relatif kekurangan air. Oleh karena itu lempung mempunyai kecenderungan yang lebih besar untuk menyerap air sebagai hasilnya memiliki sifat mudah mengembang (Hardiyatmo, 1992).

Kaolin

Kaolinite merupakan mineral dari kelompok kaolin yang terdiri dari susunan satu lembaran silika tetrahedra dan satu lembaran aluminium oktaedra dengan satuan susunan setebal 7,2 angstrom ($1 \text{ angstrom} = 10^{-10} \text{ m}$). Kedua lembaran terikat bersama-sama, sedemikian rupa hingga ujung dari lembaran silika dan satu lembaran dari oktahedra membentuk sebuah lapisan tunggal dengan ikatan hydrogen. Pada kondisi tertentu, partikel *kaolinite* mungkin lebih dari seratus tumpukan yang sulit dipisahkan, sehingga mineral ini stabil dan air sulit masuk diantara lempengannya untuk menghasilkan pengembangan atau penyusutan pada sel satuannya.



Gambar 3. Kaolin
(sumber : PT. Gupta Grinding Mills 2016)

Kaolin merupakan masa batuan yang tersusun dari material lempung dengan kandungan besi yang rendah dan umumnya berwarna putih atau agak keputihan. Kaolin mempunyai komposisi hidrous aluminium silikat dengan disertai beberapa mineral penyerta. Proses pembentukan kaolin (*kaolinisasi*)

dapat terjadi melalui proses pelapukan dan proses hidrotermal alterasi pada batuan beku felspartik, mineral-mineral potas aluminium silika dan feldspar diubah menjadi kaolin. Endapan kaolin ada dua macam yaitu endapan residual dan sedimentasi. Mineral yang termasuk dalam kelompok kaolin adalah kaolinit, nakrit, dikrit, dan halloysit.

Dalam *Data Handbook for Clay Materials and Non-Metallis Material* (1979) oleh H. Van Olphen dan J.J. Fripiat disebutkan lempung kaolin terdiri dari kaolinite dengan komposisi 85% - 90% dan mineral lainnya yaitu, mica (8% - 12%), quartz (0,5% - 2%) dan feldspar (2% - 3%). Distribusi ukuran kaolin terdiri dari 78% clay dan 2% silt, keaktifan 0,28% dan *Specific Gravity* sebesar 2,61.

Tabel 1 Hasil Analisa Kimia Bubuk Kaolin Mesh 325

Komponen	Komposisi Kimia (%) Kering	Komposisi Kimia (%) Hasil Uji XRF
SiO ₂	47,69	55,2134
Al ₂ O ₃	38,02	43,0692
Fe ₂ O ₃	0,7	0,8244
TiO ₂	0,19	0,2579
CaO	0,03	-
MgO	0,04	-
Na ₂ O	<0,01	-
K ₂ O	<0,01	0,6351
MnO ₂	<0,01	-
Cr ₂ O ₃	<0,01	-
Hilang Pijar	13,03	-
Jumlah	100	100

Sumber: Muh. Airlangga Ahmadi (Skripsi) : 2011

Kaolin banyak dipakai dalam berbagai industri, baik sebagai bahan baku utama maupun sebagai bahan pembantu, hal ini karena adanya sifat-sifat kaolin seperti kehalusan, kekuatan, warna, daya pengantar listrik/panas yang rendah serta sifat lainnya. Dalam banyak industri, kaolin dapat berfungsi sebagai pelapis (*coater*), pengisi (*filler*), barang-barang tahan api dan isolatir.

Kapur

Kapur merupakan salah satu material yang cukup efektif untuk proses stabilisasi tanah. Stabilisasi tanah dengan kapur sangat lazim digunakan dalam proyek-proyek konstruksi dengan berbagai macam jenis tanah mulai dari tanah lempung biasa sampai tana ekspansif. Kapur yang biasa digunakan dalam stabilisasi adalah kapur hidup Cao dan Ca(OH)₂. Kapur yang digunakan dalam penelitian ini adalah kapur bubuk (CaO) yang telah dibakar sampai dengan suhu 1000⁰ C.

Kapur hasil pembakaran apabila ditambah air akan mengembang dan retak. Banyak panas yang keluar selama proses ini, hasilnya adalah kalsium hidroksida.

Apabila kapur dengan mineral lempung atau mineral halus lainnya bereaksi, maka akan membentuk suatu gel yang kuat dan keras, yaitu kalsium silikat yang mengikat butir-butir atau partikel tanah (Ingles dan Metcalf, 1972).

Tabel 2. Komposisi Kimia Kapur

Unsur	Kapur (%)
SiO ₂	0,00
Al ₂ O ₃	0,00
Fe ₂ O ₃	0,33
CaO	68,07
MgO	0,29
Na ₂ O	0,09
K ₂ O	0,02
MnO	0,02
TiO ₂	0,07
P ₂ O ₅	0,12
H ₂ O	1,07
HD	28,91

Sumber: Qunik Wiqoyah, 2016

Stabilisasi Tanah

Stabilisasi tanah pada prinsipnya adalah untuk perbaikan mutu tanah yang kurang baik. Stabilisasi dapat dilakukan dengan beberapa metode yaitu (Ingles dan Metcalf, 1972):

1. Cara Mekanis

Perbaikan tanah dengan menggunakan cara mekanis yaitu perbaikan tanah tanpa penambahan bahan-bahan lainnya. Stabilisasi mekanis biasanya dilakukan dengan menggunakan peralatan mekanis seperti mesin gilas, penumbuk, peledak, tekanan statis dan sebagainya. Tujuan stabilisasi ini adalah untuk mendapatkan tanah yang berdaya dukung baik dengan cara mengurangi volume pori sehingga menghasilkan kepadatan tanah yang maksimum. Metode ini biasanya digunakan pada tanah yang berbutir kasar dengan fraksi tanah yang lolos saringan nomor 200 ASTM paling banyak 25%.

2. Cara Fisik

Perbaikan tanah dengan cara fisik yaitu dengan memanfaatkan perubahan-perubahan fisik yang terjadi seperti hidrasi, absorpsi/penyerapan air, pemanasan, pendinginan dan menggunakan arus listrik.

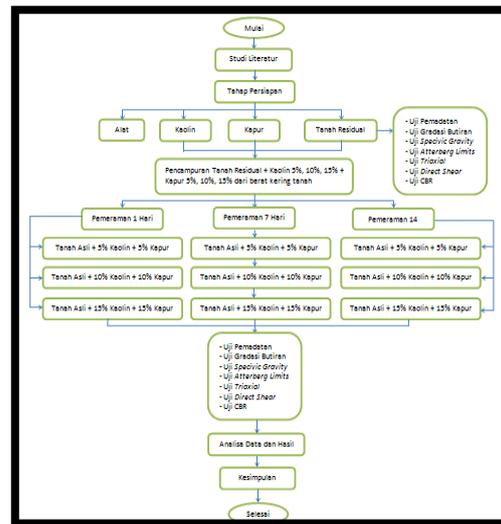
3. Cara Kimiawi

Perbaikan tanah dengan cara kimiawi adalah penambahan bahan stabilisasi yang dapat mengubah sifat-sifat kurang menguntungkan dari tanah. Metode stabilisasi ini biasanya digunakan untuk tanah berbutir halus.

Stabilisasi Tanah Residual Menggunakan Kaolin dan Kapur

Kaolin merupakan mineral yang mengandung silika (Tabel 1) dan kapur merupakan salah satu bahan stabilisasi tanah berbutir halus yang telah banyak digunakan pada proyek konstruksi. Selain itu, silika pada kapur dapat berfungsi sebagai bahan pengikat (*binder*) pada tanah yang menghasilkan reaksi *pozzolanic* dengan tanah. Reaksi *pozzolanic* merupakan reaksi antara silika dan kalsium hidroksida bebas dengan tanah. Kaolin dan kapur diharapkan dapat digunakan sebagai bahan untuk stabilisasi tanah secara kimiawi.

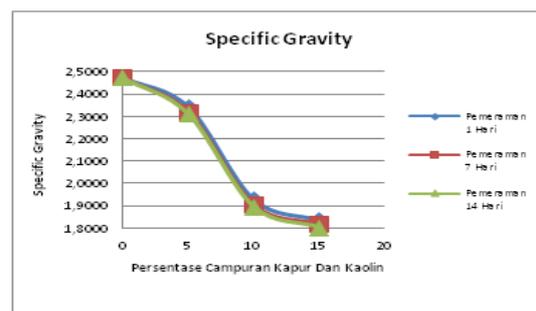
III. Metode Penelitian



IV. Analisis Dan Pembahasan

Pengaruh Penambahan Kapur Dan Kaolin Terhadap Nilai Specific Gravity

Penambahan kapur dan kaolin menyebabkan sebagian tanah membentuk butiran. Semakin banyak persentase penambahan kapur dan kaolin dengan lama waktu pemeramannya, maka nilai *specific gravity* akan semakin turun. Nilai *specific gravity* tertinggi terdapat pada sampel tanah asli sebesar 2,4743. Sedangkan nilai *specific gravity* terendah terdapat pada sampel tanah dengan campuran 15% kapur dan 15% kaolin dengan lama waktu pemeraman 14 hari sebesar 1,8017.

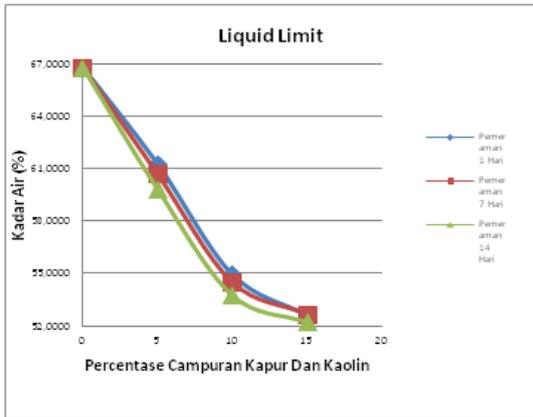


Gambar 4. Hubungan Nilai Specific Gravity

Pengaruh Penambahan Kapur Dan Kaolin Terhadap Nilai Atterberg

Batas Cair Tanah

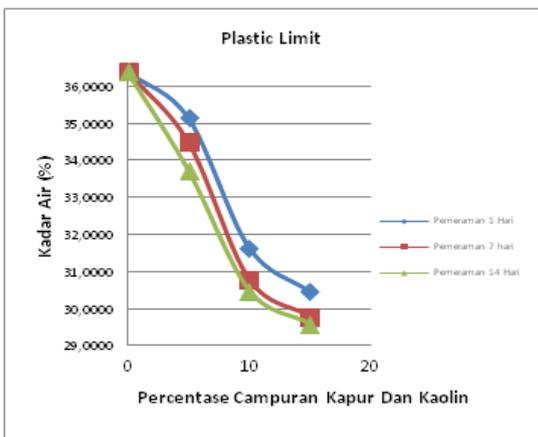
Pada pengujian batas cair tanah, penambahan kapur dan kaolin dapat menurunkan batas cair tanah. Dilihat dari Gambar 5. pulan bahwa nilai batas cair tanah tertinggi terdapat pada sampel tanah asli sebesar 66,7970 %.



Gambar 5. Hubungan Nilai *Liquid Limit*

Batas Plastisitas Tanah

Berdasarkan Gambar 6 didapat bahwa nilai batas plastis tertinggi terdapat pada sampel tanah asli sebesar 36,3864 %. Batas cair dan batas plastis tanah berguna untuk menentukan angka indeks plastisitas. Nilai indeks plastisitas menjadi semakin kecil seiring bertambahnya kapur dan kaolin yang dicampur.



Gambar 6. Hubungan Nilai *Plastic Limit*

Batas Susut Tanah

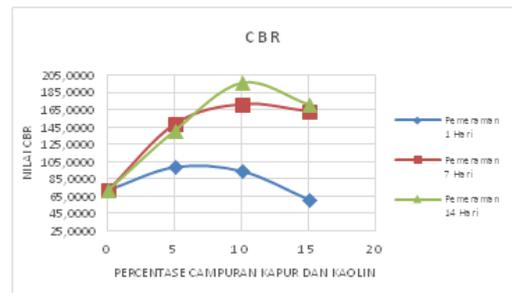
Batas susut tanah merupakan suatu keadaan dimana pengurangan volume kadar air selanjutnya tidak menurunkan volume tanah tersebut. Hubungan nilai batas susut tanah dengan penambahan variasi persentase kapur dan kaolin dengan lama pemeraman dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Hubungan Nilai Batas Susut

California Bearing Ratio (CBR)

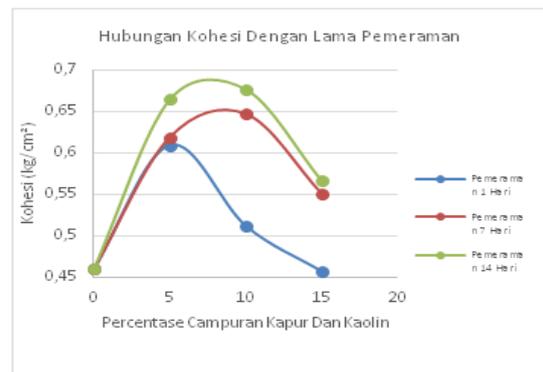
Pengujian *california bearing ratio* bertujuan untuk mengetahui nilai kekuatan tanah asli. Secara umum, semakin banyak penambahan kapur dan kaolin maka nilai CBR akan semakin besar. Nilai CBR terbesar terdapat pada sampel tanah dengan campuran 10% kapur dan 10% kaolin dengan lama waktu pemeraman 14 hari yaitu sebesar 195.6898.



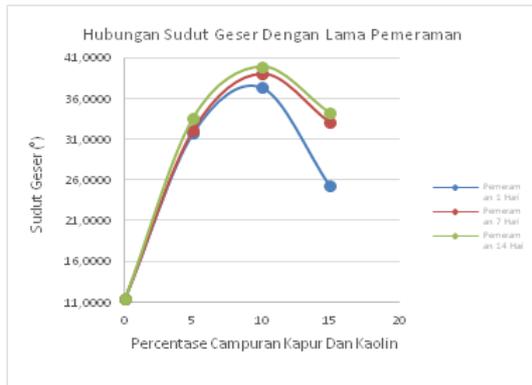
Gambar 8. Hubungan Nilai CBR

Pengaruh Penambahan Kapur Dan Kaolin Terhadap Nilai Direct Shear

Penambahan kapur dan kaolin dengan lama pemeraman sangat berpengaruh kepada nilai kohesi (C) dan sudut geser. Penambahan kapur dan kaolin akan meningkatkan kuat geser tanah. Hal ini, dapat dilihat dari terjadinya peningkatan kohesi (C) dan sudut geser.



Gambar 9. Hubungan Nilai Kohesi



Gambar 10. Hubungan Nilai Sudut Geser

Berdasarkan Gambar 9 dan Gambar 10, nilai kohesi (C) terbesar terdapat pada sampel tanah dengan campuran 10% kapur dan 10% kaolin dengan lama pemeraman 14 hari yaitu sebesar $0,6767 \text{ kg/cm}^2$ dan nilai sudut geser terbesar terdapat pada sampel tanah dengan campuran 10% kapur dan 10% kaolin dengan lama waktu pemeraman 14 hari sebesar $39^\circ 52' 44''$.

Persentase Optimum Kapur Dan Kaolin Dalam Peningkatan Kuat Geser Tanah

Tabel 3. Penentuan Persentase Optimum Campuran

No	Variasi Campuran	Pemeraman	Specific Gravity	Batas Cair (%)	Batas Plastis (%)	Indeks Plastisitas (%)	Batas Susut (%)	CBR (%)	Kohesi (kg/cm ²)	Sudut Geser (°)
1	Tanah Asli	4 Hari	2,4743	66,7970	36,3864	30,4106	32,4537	72,7070	0,4604	11°21'54"
2	Tanah + 5% kapur + 5% kaolin		2,3435	61,3000	35,1469	26,1531	47,4509	99,0248	0,6088	31°46'27"
3	Tanah + 10% kapur + 10% kaolin		1,9283	54,9985	31,6513	23,3472	42,8667	94,2415	0,5117	37°22'8"
4	Tanah + 15% kapur + 15% kaolin		1,8338	52,6440	30,4607	22,1833	42,0985	61,5593	0,4571	25°18'0"
5	Tanah Asli	7 Hari	2,4743	66,7970	36,3864	30,4106	32,4537	72,7070	0,4604	11°21'54"
6	Tanah + 5% kapur + 5% kaolin		2,3207	60,7030	34,4865	26,2165	45,8456	148,5797	0,6188	32°6'45"
7	Tanah + 10% kapur + 10% kaolin		1,9045	54,4935	30,7842	23,7093	43,1738	171,0226	0,6466	39°1'54"
8	Tanah + 15% kapur + 15% kaolin		1,8159	52,6610	29,7775	22,8835	40,2848	162,8103	0,5504	33°9'8"
9	Tanah Asli	14 Hari	2,4743	66,7970	36,3864	30,4106	32,4537	72,7070	0,4604	11°21'54"
10	Tanah + 5% kapur + 5% kaolin		2,3124	59,8380	33,7289	26,1291	36,8300	141,3469	0,6648	33°36'43"
11	Tanah + 10% kapur + 10% kaolin		1,8944	53,7865	30,4856	23,3009	38,9231	195,6898	0,6767	39°52'44"
12	Tanah + 15% kapur + 15% kaolin		1,8017	52,2325	29,5814	22,6511	41,2685	170,5719	0,5661	34°10'35"

Berdasarkan hasil analisa data yang dilakukan bahwa nilai persentase optimum penambahan kapur dan kaolin terdapat dalam campuran 10% kapur dan 10% kaolin dengan lama pemeraman 14 hari. Dimana tanah dengan campuran 10% kapur dan 10% kaolin dengan lama pemeraman 14 hari memiliki *specific gravity* 1,8944, batas cair 53,7865 %, batas plastis 30,4856 %, indeks plastisitas 23,3009 %, batas susut 38,92321 %, nilai CBR 195,6898 %, kohesi $0,6767 \text{ kg/cm}^2$, dan nilai sudut geser $39^\circ 52' 44''$.

Kesimpulan

1. Nilai CBR terbesar terdapat pada sampel tanah dengan campuran 10% kapur dan 10% kaolin

dengan lama waktu pemeraman 14 hari yaitu sebesar 195.6898%.

2. Nilai kohesi (C) terbesar terdapat pada sampel tanah dengan campuran 10% kapur dan 10% kaolin dengan lama pemeraman 14 hari yaitu sebesar $0,6767 \text{ kg/cm}^2$
3. Nilai sudut geser terbesar terdapat pada sampel tanah dengan campuran 10% kapur dan 10% kaolin dengan lama waktu pemeraman 14 hari sebesar $39^\circ 52' 44''$.
4. Dari hasil pengujian yang telah dilakukan menunjukkan bahwa nilai optimum campuran tanah residul dengan kaolin dan kapur sebagai bahan stabilisasi terdapat pada campuran 10% kapur dan 10% kaolin dengan lama pemeraman 14 hari.
5. Berdasarkan penelitian yang telah dilaksanakan menunjukkan bahwa kaolin dan kapur dapat digunakan sebagai bahan perbaikan tanah residul di wilayah Jakarta Barat.

Daftar Pustaka

- ASTM D 1883., *Annual Books of ASTM Standards. United States of America.*
- Braja M. Das.,(2006)., *Principle of Geotechnical Engineering.* Six Edition. Canada : Thomson.
- Craig R. F., (1986)., *Mekanika Tanah.* Edisi Ke Empat. Terjemahan Budi susilo S.
- Daden Nursandi., (2011)., *Studi Eksperimental Prilaku Kompresibilitas Tanah Ekspansif Yang Distabilisasi Dengan Pasir Dan Kapur .* Skripsi. Universitas Indonesia. Jakarta.
- Hardiyatmo H. C., (1992)., *Mekanika Tanah I,* Jakarta : Penerbit Gramedia Pustaka.
- Ingels O. G. and Metcalf J. B., (1972)., *Soil Stabilization Principles and Practice.* Melbourn : Butterworth.
- Sri Mulyani., (2006)., *Stabilisasi Tanah Lempung Menggunakan Abu Terbang Dan Kapur.* Tesis. Universitas Gajah Mada. Yogyakarta.
- Theodor Ignasius M., (2011)., *Stabilisasi Tanah Residual Depok Dengan Kapur Sebagai Lapis Perkerasan.* Skripsi. Universitas Indonesia. Jakarta.
- Taufik Hidayat., (2008)., *Pengujian Kuat Geser Tanah Kaolin Dengan Metode Van Shear Test Laboratorium.* Skripsi. Universitas Indonesia. Jakarta.
- Qunik Wiqoyah., (2006)., *Pengaruh Kadar Kapur, Waktu Perawatan Dan Perendaman Terhadap Kuat Dukung Tanah Lempung.* Jurnal Dinamika Teknik Sipil. Volume 6. No.1. Universitas Muhammadiyah Surakarta. Surakarta.