

**Perbaikan Tanah Ekspansif (Expansive Soil) Dengan Menggunakan
GARAM ANORGANIK
(STUDI KASUS : TANAH CIKAMPEK)**

Ir. Imam Aschuri, MSc, MIHT
Staf Pengajar
Institut Teknologi Nasional
Jl. PHH Mustapa 23 Bandung
Telp. 022 727 2215 ; Facs 022 7202892
E-mail : aschuri@itenas.ac.id

Abstrak

Permasalahan yang sering dihadapi pada konstruksi jalan di atas tanah Ekspansif (expansive soil) adalah daya dukung yang rendah dan potensi pengembangan (swelling) yang besar, berdasarkan studi terdahulu menunjukkan bahwa tanah di Cikampek merupakan tanah ekspansif (expansive soil). Tujuan dari studi ini adalah untuk mengetahui tentang perilaku tanah ekspansif (expansive soil) pada tanah Cikampek yang distabilisasi dengan garam anorganik. Garam anorganik merupakan zat yang dihasilkan dari reaksi netralisasi berupa reaksi antara senyawa yang bersifat asam dan basa yang dihasilkan dari benda mati, dan berdasarkan studi terdahulu menunjukkan bahwa material tersebut rama lingkungan.

Pengujian tanah yang telah dilakukan pada tanah yang tidak dan distabilisasi dengan garam anorganik meliputi uji tekan bebas, dan uji CBR rendaman. Dengan penambahan garam anorganik sebanyak 10 % dan masa perawatan 28 hari, terdapat peningkatan nilai uji tekan bebas sebesar 49,76 % dan nilai CBR sebesar 54.81 % dari tanah asli.

Kata Kunci : Perbaikan Tanah, , Garam anorganik, Tanah Ekspansif

1. PENDAHULUAN

Pada tahun terakhir ini pemerintah dan investor jalan toll melanjutkan pembangunan jaringan tol baru untuk meningkatkan pertumbuhan ekonomi yang sempat terhenti akibat krisis ekonomi yang berkepanjangan. Salah satu pembangunan jaringan jalan tol baru yaitu ruas Cikampek - Padalarang yang rencananya akan dihubungkan dengan jalan tol Padalarang - Cileunyi. Pelaksanaan konstruksi jalan yang harus melewati daerah tanah ekspansif yang banyak ditemui di daerah Cikampek Jawa Barat seperti yang telah dilakukan penelitian oleh ASCHURI (2000) akan menimbulkan banyak masalah terutama yang berkenaan dengan daya dukung tanah.

Masalah-masalah yang sering ditemui tersebut akibat kondisi tanah dasar yang kurang baik, terutama yang memiliki sifat tanah ekspansif. Sifat yang menonjol dari tanah ekspansif adalah daya dukungnya yang sangat rendah dan kekakuannya menurun drastis pada kondisi basah, kembang susutnya sangat tinggi bila mengalami perubahan kadar air sehingga akan retak-retak pada kondisi kering dan mengembang pada kondisi basah. Hal ini disebabkan tanah ekspansif banyak mengandung mineral montmorillonite bermuatan negatif yang besar, menyerap air yang banyak dengan mengisi rongga pori sehingga tanahnya mengembang dan akibat selanjutnya adalah kekuatannya menurun drastis. Oleh karena itu salah satu cara untuk mengatasi perilaku tanah ekspansif yang kurang menguntungkan tersebut perlu dilakukan stabilisasi.

Stabilisasi tanah umumnya berkaitan dengan tanah yang mempunyai daya dukung yang rendah yang dicampur dengan bahan tambahan untuk meningkatkan daya dukung tanah tersebut. Banyak penelitian tentang perbaikan tanah yang pernah dilakukan seperti penggunaan fly ash, semen, kapur, Earth Material Catalys (EMC²) dan lain-lain sebagai bahan stabilisasi. Hasil penelitian yang diperoleh didapatkan sangat bervariasi seperti EMC² tidak berpengaruh banyak pada nilai kepadatan kering tanah. Kleyn & Van Harden (1983) melakukan stabilisasi tanah dengan semen sebagai material stabilisasi yang hasilnya menunjukkan bahwa daya dukung tanah meningkat cukup besar, tetapi telah kita ketahui bahwa semen merupakan material biaya tinggi apabila digunakan sebagai material stabilisasi.

Untuk itu perlu dilakukan penelitian pada material stabilisasi yang lain dan murah seperti larutan garam anorganik dari campuran *waterglass* (Na₂SiO₃) dan *natrium bicarbonat* (NaHCO₃) sebagai bahan larutan stabilisasi. Hal ini dimungkinkan karena bahan tersebut dapat meningkatkan rekatan antar butiran tanah, memperkecil daya rembes air, dan meningkatkan daya dukung tanah.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui seberapa besar pengaruh garam organik sebagai bahan stabilisasi terhadap usaha perbaikan pada tanah ekspansif dengan mengambil studi kasus tanah Cikampek.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tanah Ekspansif

Tanah lempung ekspansif adalah tanah yang mempunyai potensi kembang yang besar. Apabila terjadi peningkatan kadar air tanah akan mengembang disertai dengan peningkatan tekanan air pori dan timbulnya tekanan pengembangan dan sebaliknya apabila kadar air berkurang akan terjadi penyusutan.

Beberapa mineral yang biasa terdapat pada tanah ekspansif adalah montmorilonite, kaolinite, dan illite. Dari hasil penelitian sebelumnya memberikan konfirmasi bahwa masalah terbesar terjadi pada tanah ekspansif dengan kandungan montmorilonite tinggi seperti terlihat pada table berikut ini :

Tabel 1 : Hubungan Mineral Tanah dengan Aktifitas

Mineral	Aktifitas
Kaolinite	0.33 – 0.46
Illite	0.9
Montmorillonite (Ca)	1.5
Montmorillonite (Na)	7.2

Sumber : FH.Chen : "Foundation on Expansive Soil"

Sifat-sifat fisis tanah yang mempengaruhi pengembangan tanah ekspansif di antaranya yaitu (CHEN, 1975) : Kadar Air ; Kepadatan Kering (Dry Density) dan Indeks Properties.

Adanya korelasi yang baik untuk menunjukkan sifat tanah ekspansif berdasarkan dari persentase tanah lempung, batas cair dan tahanan penurunan di lapangan seperti yang terlihat pada Tabel 2.

Tabel 2. : Hubungan % Lolos Saringan no. 200 terhadap Potensi Pengembangan

Data Laboratorium dan Lapangan			Kemungkinan Pengembangan % total Perubahan Volume	Tekanan Pengembangan (ksf)	Potensi Pengembangan
% Lolos no. 200	Batas Cair %	Tahanan Penurunan Standar (blow/ft)			
>95	>60	>30	>10	>20	Sangat tinggi
60-95	40-60	20-30	3-10	5-20	Tinggi
30-60	30-40	10-20	1-5	3-5	Sedang
<30	<30	<10	<1	1	Rendah

Sumber : Chen,FH. "Foundation on Expansive Soil"

Tabel 2 di atas digunakan untuk memprediksi kemungkinan perubahan volume pada tanah ekspansif.

Tabel 3 : Hubungan Indeks Plastisitas dengan Tingkat Pengembangan

% Koloid	IP	Batas Susut	Kemungkinan Pengembangan (% Perubahan Volume)	Tingkat Pengembangan
>28	>35	>11	>39	Sangat tinggi
20-31	25-41	7-12	39-50	Tinggi
13-23	15-28	10-16	50-63	Sedang
<15	<18	<15	<63	Rendah

Sumber : FH. Chen "Foundation on Expansive Soil"

Ada beberapa cara untuk mengetahui apakah tanah tersebut termasuk kategori tanah ekspansif dan seberapa besar potensial pengembangan, di antaranya (CHEN, 1975) :

- Identifikasi Mineralogi dengan cara difraksi sinar-X ; analisa diferensial termal ; analisa kimia dan Mikroskop Elektron.
- Cara Tidak Langsung
Tanah ekspansif dapat diidentifikasi berdasarkan nilai indeks plastisitas seperti terlihat pada table berikut ini

Tabel 4 : Hubungan antara Indeks Plastisitas terhadap Potensial Pengembangan

Indeks Plastisitas (%)	Potensial Pengembangan
0-15	Rendah
15-35	Sedang
20-55	Tinggi
>55	Sangat tinggi

Sumber : FH. Chen "Foundation on Expansive Soil"

- Cara Langsung
Pengukuran pengembangan tanah ekspansif dengan cara langsung dapat dilakukan dengan menggunakan alat konsolidasi satu dimensi. untuk mengetahui angka prosentase pengembangan. Untuk mengetahui tingkat pengembangan suatu tanah ekspansif dapat dilihat pada Tabel 5.

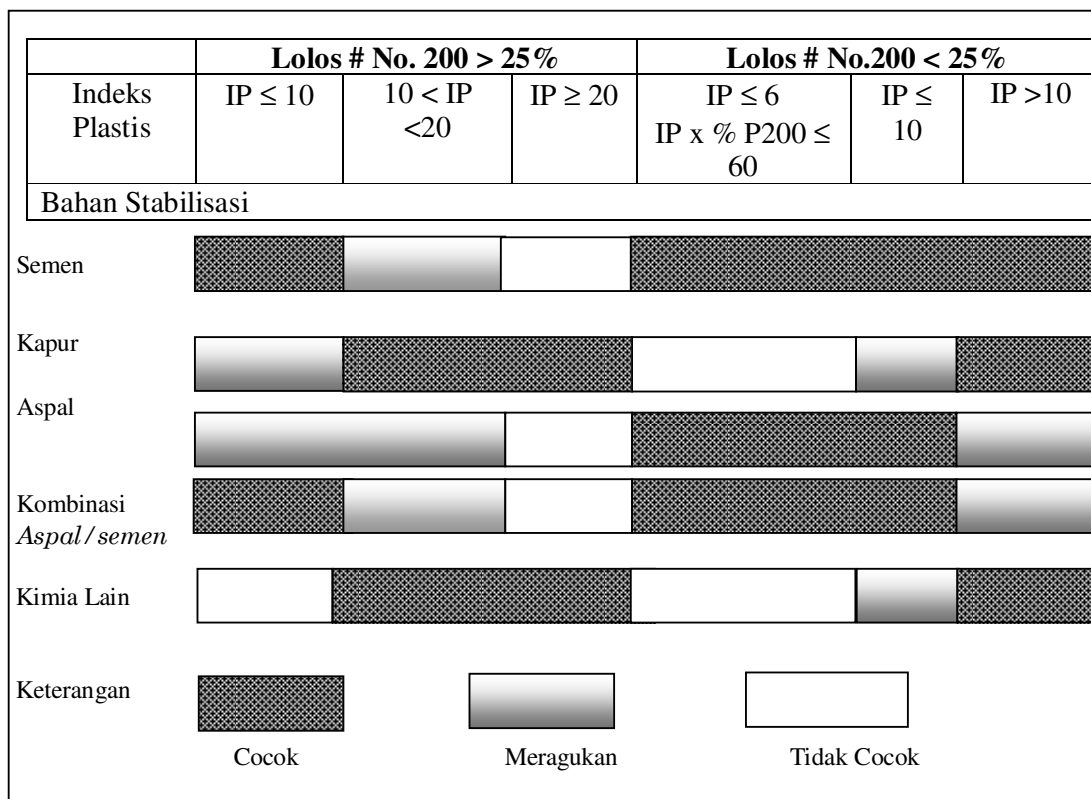
Tabel 5 : Hubungan Persentase Pengembangan terhadap Tingkat Pengembangan

Presentase Pengembangan	Tingkat Pengembangan
>100%	Kritis
50%-100%	Batas
>50%	Aman

Sumber : FH. Chen "Foundation on Expansive Soil"

2.2. Stabilisasi Tanah

Banyak metode stabilisasi yang dapat dilakukan, misalnya dengan stabilisasi mekanis, kimia atau thermal. Menurut INGLES et al. (1972) seperti terlihat pada Tabel 6 dan pemilihan jenis metode stabilisasi yang cocok ditentukan berdasarkan ukuran butir tanah yang lolos saringan No. 200 dan Indeks Plastisitas seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Kriteria Pemilihan Bahan Pengikat (AUSTROAD, 1998)

TABEL 6. Metode Stabilisasi yang Cocok Berdasarkan Unsur yang Dominan (INGLES, 1974)

Komponen Tanah yang Dominan	Metode atau Material Penstabilisasi	Alasan
Allophanes Chlorite	Kapur Semen	Untuk kekutan dan kepadatan Secara teori bisa, tetapi jarang dilakukan
Illite Kaolin	Semen/kapur Pasir/semen/kapur	Untuk kekuatan/ kemudahan kerja Stabilitas mekanis/ kekuatan/kemudahan Kerja Metode lain tidak efektif
Montmorillonite Pasir Lanau kepasiran Lanau Kelempungan	Mekanis Semen/aspal Aspal Kapur/semen	Untuk kepadatan dan kohesi Untuk kohesi -

2.3. Stabilisasi Tanah dengan Garam Anorganik

Garam merupakan zat yang dihasilkan dari reaksi netralisasi berupa reaksi antara senyawa yang bersifat asam dan basa. Karakteristik yang dimilikinya, bahwa garam mempunyai ikatan ion, umumnya tahan panas (terurai pada suhu tinggi), dapat menjadi konduktor listrik apabila larut dalam air, dan dalam bentuk padat mempunyai struktur kristal. Berdasarkan proses pembentukannya, garam dapat berupa garam organik dan garam anorganik. Garam organik merupakan garam yang dihasilkan oleh makhluk hidup (organisme), sedangkan garam anorganik dihasilkan dari benda mati misalnya dari kulit bumi atau udara.

Berdasarkan dari karakteristik garam yang mempunyai struktur kristal dan ikatannya berupa ikatan ion, maka tanah berbutir halus dengan ikatan van der Waals yang lemah dapat diubah menjadi ikatan ion untuk mendapatkan struktur kristal pada tanah. Dalam hal ini, digunakan garam anorganik sebagai larutan stabilisasi karena reaksi yang terjadi berjalan lebih cepat dibandingkan garam organik. Larutan garam anorganik yang dipakai berupa campuran dari dua senyawa yaitu *Water glass/sodium silikat* (Na_2SiO_3) dan *Sodium bicarbonat* (NaHCO_3)

2.3.1. Water Glass

Water glass atau *sodium silikat* adalah garam yang larut dalam air dengan komposisi sodium meta silikat (Na_2SiO_3 atau $\text{NaSiO}_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$). Dalam bentuk padat terlihat seperti gelas, larut dalam air panas dan meleleh pada temperatur 1018°C . Berikut merupakan analisis kimia dari *water glass* :

Bahan ini, hubungannya dengan stabilisasi adalah dapat meningkatkan kekuatan dan mengurangi permeabilitas tanah. Karena dengan wujudnya yang berupa cairan maka pori tanah dapat terisi dengan mengikatnya menjadi lebih kuat. Walaupun pada suhu kamar, wujudnya berupa gel tetapi dengan penambahan air yang sesuai maka pergerakan untuk masuk ke dalam pori tanah menjadi lebih mudah. Sebagai pertimbangan, bahan ini telah diaplikasikan dengan metoda *grouting* (injeksi campuran kental ke dalam tanah) pada kondisi tanah granular untuk meningkatkan kekuatannya oleh *American Society of Civil Engineerings* (ASCE).

Tabel 7. Karakteristik Water Glass dengan Analisis Kimia

No.	Pengujian	Hasil
1.	Berat jenis pada 28-30°C	1,54
2.	Bahan menguap pada temperatur 105°C	44,11%
3.	Bahan padat yang tidak menguap (padatan total) pada temperatur 105°C	55,89%
4.	Analisis kimia :	
	▪ Natrium Oksida (Na ₂ O)	12,18%
	▪ Silikat Oksida (SiO ₂)	33,20%
	▪ Air (H ₂ O)	54,62%
5.	Kekentalan pada temperatur 28° – 30°C dengan alat :	
	▪ Stromer Viscometer, KU	84
	▪ Gardner Bubble Viscometer, Stokes	5,5

Sumber : Pusat Litbang Pemukiman, 1998, *Laporan Akhir Penelitian Bahan Penghambat Api Aman Lingkungan dengan Bahan dasar silika.*

2.3.2. Sodium Bicarbonate

Sodium bicarbonate atau baking soda (NaHCO₃) berupa serbuk putih dengan berat jenis 2,16 dan terurai pada suhu di atas 55°C (131°F). Bahan ini digunakan bersama *water glass*, sebagai larutan stabilisasi yang berfungsi untuk memperpendek lamanya perubahan *water glass* yang berbentuk gel menjadi padat (*gel time*).

3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Persiapan Bahan Penelitian

3.1.1 Persiapan contoh tanah

Tanah yang digunakan dalam penelitian ini, diambil pada keadaan terganggu (*disturbed*) untuk distabilisasi melalui uji kompaksi. Sebelumnya dilakukan identifikasi tanah tersebut berupa tes kandungan mineral, keasaman, kadar air, berat jenis, dan batas-batas *atterberg* untuk mengetahui jenis tanah yang akan diuji. Pengujian kompaksi ini dilakukan untuk mengetahui kadar air optimum masing-masing campuran.

3.1.2 Persiapan bahan garam anorganik

Bahan yang digunakan sebagai larutan stabilisasi ini adalah larutan garam anorganik yang merupakan campuran dari dua senyawa, yaitu :

1. *Water glass* atau *sodium silikat* (Na₂SiO₃)
2. *Sodium bicarbonat* (NaHCO₃)

Dengan bahan yang berupa campuran *water glass* dan *sodium bicarbonate* sebagai dengan *air* sebesar 1 : 21, didapat dari hasil coba-coba. Perbandingan tersebut menunjukkan bahwa *natrium bicarbonat* semuanya larut dalam air, apabila *natrium bicarbonat* dilarutkan melebihi perbandingan tersebut maka tidak semuanya dapat larut dalam air. Dan jika *natrium bicarbonat* tersebut kurang, maka jumlah air terlalu banyak untuk melarutkannya.

Dari campuran berupa *water glass*, *sodium bicarbonat*, dan air tersebut, maka larutan ini dipakai menjadi larutan stabilisasi. Kemudian larutan tersebut ditentukan variasi campurannya sebesar 2,5%; 5%; 7,5%; dan 10% dari total air yang harus ditambahkan pada tanah, untuk diuji supaya mendapatkan persentase larutan yang paling optimum.

3.2 Jenis Pengujian yang Dilakukan

3.2.1 Kompaksi

Kompaksi yang dilakukan dengan uji Modified Proctor yang mengacu kepada ASTM D1557 dilakukan untuk mengetahui kadar air optimum dan digunakan sebagai benda uji. Sisi kering adalah kondisi benda uji dengan kadar air lebih kecil (-2 %) dari kadar air optimum, sedangkan sisi basah adalah kondisi benda uji dengan kadar air lebih besar (+2 %) dari kadar air optimum.

3.2.2. Uji tekan bebas

Uji tekan bebas dilakukan pada tanah yang telah dikompaksi dengan kondisi pada sisi kering, optimum, dan sisi basah. Pengujian ini mengacu kepada ASTM D2166-85.

3.2.3. CBR

Pengujian CBR dilakukan dengan rendaman yang mengacu kepada ASTM D1883-87.

3.3 Perawatan Benda Uji Hasil Kompaksi

Benda uji yang dihasilkan melalui pengujian kompaksi dibiarkan selama masa perawatan tertentu, sebelum dilakukan uji tekan bebas dan CBR. Untuk benda uji tekan bebas, cara perawatan yang dilakukan yaitu dengan menyimpannya di dalam desikator pada suhu kamar. Sementara benda uji CBR disimpan pada suhu kamar yang langsung berhubungan dengan udara bebas. Masa perawatan untuk benda uji sebelum dilakukan pengujian CBR dan uji tekan bebas adalah 1, 7, 14, dan 28 hari. Hal ini dimaksudkan untuk dapat mengetahui pengaruh ratio garam anorganik dan masa perawatan terhadap karakteristik kuat geser pada tanah residu tropis.

4. PENYAJIAN DAN ANALISIS DATA

4.1 Sifat-Sifat Tanah

Hasil pengujian sifat-sifat fisis yang dilakukan, data tanah yang diperoleh adalah sebagai berikut:

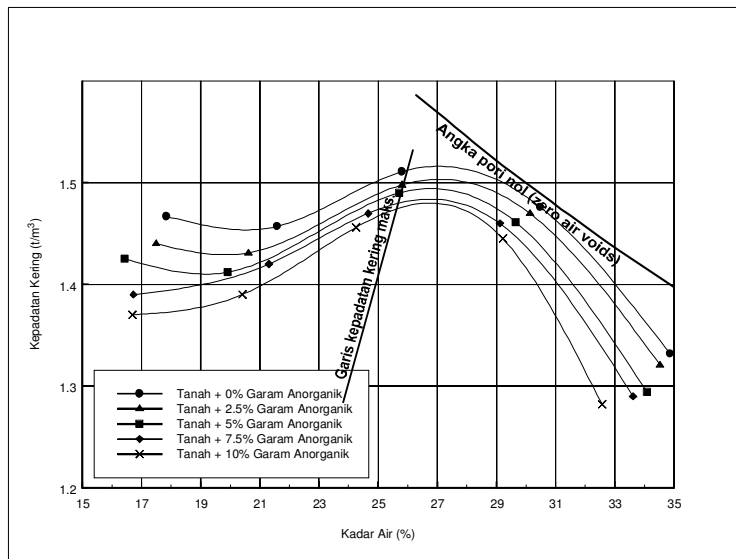
- Kadar air (w) = 38,23 %
- Batas susut (w_s) = 3,61 %
- Batas plastis (w_p) = 31,91 %
- Batas cair (w_L) = 96,2 %
- Indeks plastis (IP) = 64,29
- Berat jenis (G_s) = 2,6
- Fraksi Lempung (CF) = 43,265 %
- Kandungan mineral = *Halloysite, Montmorillonit, Alpha Quartz*
- Potensi pengembangan = 4,33 kali
- Keasaman tanah (pH) = 7,6

Dari pengujian awal yang dilakukan oleh Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Industri Keramik, melalui uji *swelling test* tanah ini mempunyai pengembangan sebesar 4,33 kali. Berdasarkan klasifikasi Unified Soil Classification System (USCS) tanah Cikampek diklasifikasikan sebagai CE dan berdasarkan table 2, 3 4 dan 5 tanah Cikampek dapat diklasifikasikan tanah ekspansif dengan potensi pengembangan sangat tinggi.

Hal ini sesuai dengan hasil pengujian swelling power dan uji mineralogi di Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Keramik yang menunjukkan bahwa tanah Cikampek mempunyai sifat ekspansif dan sebagian besar mengandung mineral montmorillonite.

4.2 Hasil Uji Kompaksi

Hasil uji kompaksi terhadap contoh tanah asli yang distabilisasi dengan penambahan garam anorganik yang bervariasi sebesar 2,5% ; 5% ; 7,5% ; dan 10 % terhadap jumlah air yang harus ditambahkan, dengan menggunakan metode *Modified Proctor* dapat disajikan pada gambar berikut :



Gambar 2 Grafik kepadatan tanah pada kadar garam anorganik dan air yang bervariasi.

Dari Gambar 2 dapat dilihat bahwa nilai kepadatan kering maksimum tanah ini adalah $1,525 \text{ t/m}^3$ dengan kadar air optimum 28%. Dengan penambahan garam anorganik yang bervariasi sebesar 2,5%; 5%; 7,5%; dan 10%, maka didapat penurunan kepadatan kering maksimum yang terjadi, seperti yang diperlihatkan pada gambar 4. Penurunan tersebut diakibatkan karena berat jenis garam anorganik sebesar 1,54 lebih rendah dari pada berat jenis tanah sebesar 2,67. Bahwa dalam satuan volume tanah yang sama setelah dikompaksi, pada tanah asli ruang pori diisi oleh butiran tanah sementara dengan penambahan garam anorganik maka ruang pori tanah diisi oleh garam anorganik yang berat jenisnya lebih kecil. Sehingga didapat penurunan kepadatan kering setelah ditambahkan garam anorganik, yang semakin besar penurunannya seiring dengan penambahan garam anorganik.

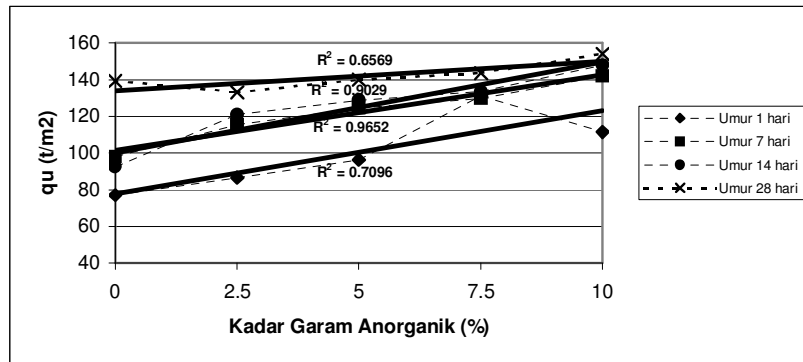
Dari Gambar 2 pada kurva pemadatan ditarik garis melalui titik-titik kepadatan kering maksimum akan didapat garis kepadatan kering maksimum yang menunjukkan kepadatan kering maksimum akan bergeser kiri dan semakin rendah seiring dengan semakin besarnya penambahan garam anorganik. Kadar air optimum yang dibutuhkan untuk mencapai kepadatan kering maksimum tersebut berbanding terbalik dengan kadar garam anorganik yang dibutuhkan.

4.3 Hasil Uji Tekan Bebas

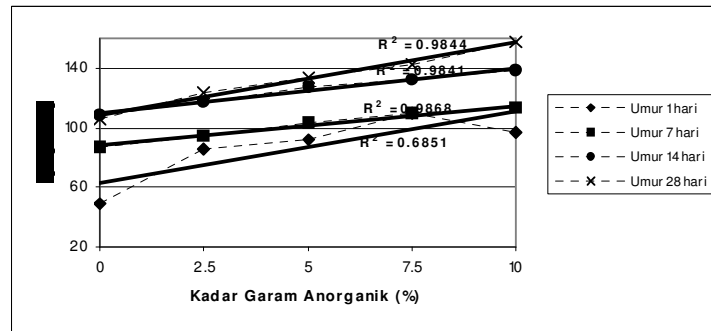
Hasil uji tekan bebas dilakukan pada tanah asli yang telah distabilisasi dengan variasi penambahan garam anorganik dan masa perawatan 1, 7, 14 dan 28 hari dapat dilihat pada Gambar 3 s.d. 8.

4.3.1 Pengaruh Kadar Garam Anorganik terhadap Nilai q_u

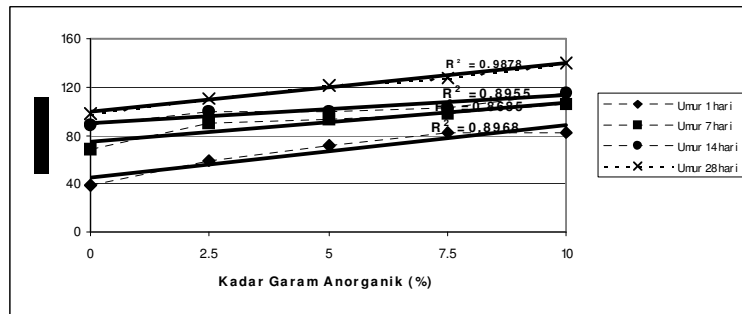
Hubungan antara kadar garam Anorganik terhadap nilai q_u dengan variasi masa perawatan dapat dilihat pada Gambar 3 s.d. 5.



Gambar 3 Grafik hubungan antara kadar garam anorganik dengan tegangan tanah (q_u) pada kondisi sisi kering.



Gambar 4 Grafik hubungan antara kadar garam anorganik dengan tegangan tanah (q_u) pada kondisi optimum.



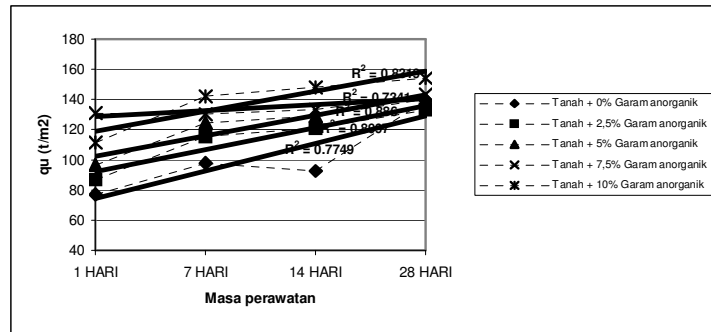
Gambar 5 Grafik hubungan antara kadar garam anorganik dengan tegangan tanah (q_u) pada kondisi sisi basah.

Dari Gambar 3 sampai dengan 5 menunjukkan bahwa semakin tinggi kadar garam anorganik yang ditambahkan makin besar pula nilai q_u . Dengan penambahan garam anorganik sebesar 10 % dan lamanya masa perawatan selama 28 hari maka akan

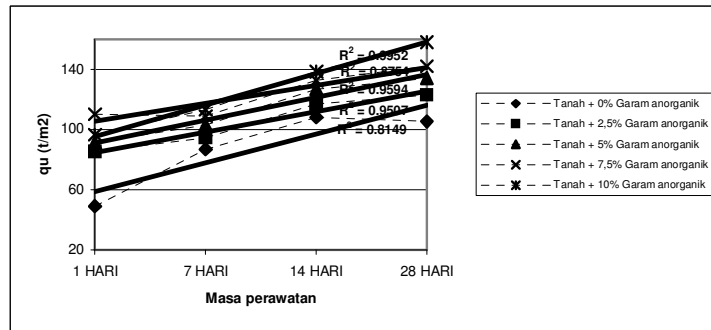
menghasilkan peningkatan nilai q_u sebesar 10,39 % pada kondisi sisi kering, 49,76% pada kondisi optimum, 42,34% pada kondisi sisi basah dari nilai q_u tanah asli.

4.3.2 Pengaruh Masa Perawatan terhadap Nilai q_u

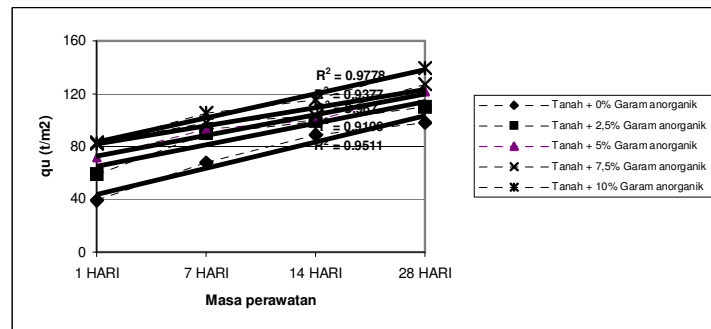
Hubungan antara masa perawatan terhadap nilai q_u dengan variasi kadar garam anorganik dapat dilihat pada Gambar 6 s.d. 8.



Gambar 6 Grafik hubungan antara masa perawatan dengan tegangan tanah (q_u) pada kondisi sisi kering.



Gambar 7 Grafik hubungan antara masa perawatan dengan tegangan tanah (q_u) pada kondisi optimum.



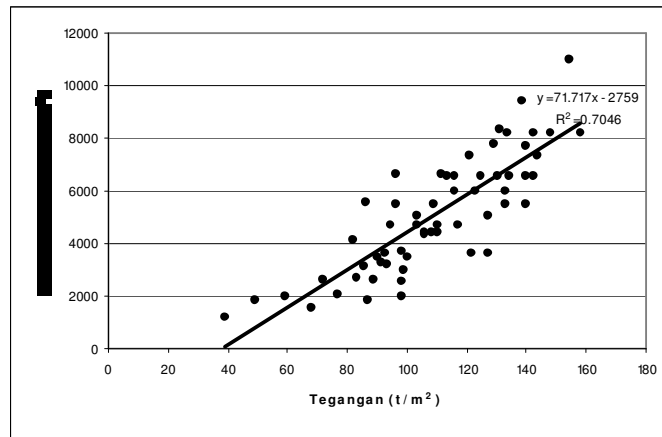
Gambar 8 Grafik hubungan antara masa perawatan dengan tegangan tanah (q_u) pada kondisi sisi basah.

Dari Gambar 6 sampai dengan 8 menunjukkan bahwa semakin lama masa perawatan maka makin besar pula nilai q_u , sehingga selain penambahan garam anorganik, lamanya

masa perawatan berpengaruh terhadap peningkatan nilai q_u dan dengan penambahan garam anorganik 10 % serta lama masa perawatan 28 hari maka terjadi peningkatan kekuatan sebesar 100 % pada kondisi sisi kering, 222,22 % pada kondisi optimum, dan 257,69 % pada kondisi sisi basah terhadap tanah asli dengan lamanya masa perawatan selama 1 hari.

4.3.3 Modulus Elastisitas pada Tanah Cikampek yang Distabilisasi dengan Kadar Garam Anorganik.

Pada kurva regangan-tegangan didapat modulus elastisitasnya yang berupa modulus tangen, kemudian dihasilkan hubungan linier antara tegangan tanah (q_u) dengan modulus elastisitas (E) seperti ditunjukkan pada Gambar 9



Gambar 9 Grafik hubungan antara tegangan tanah (q_u) dengan modulus elastisitas (E)

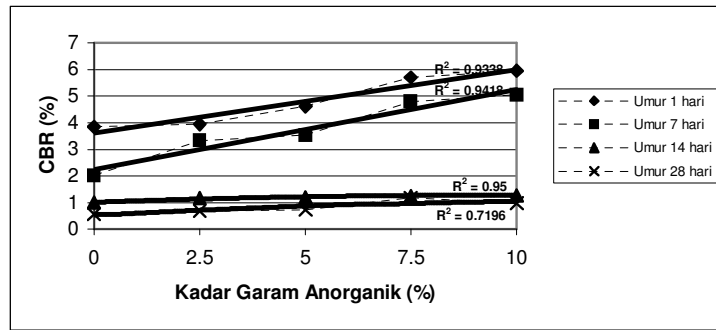
Pada gambar tersebut terlihat bahwa dengan penambahan garam anorganik dan lamanya masa perawatan, maka terjadi peningkatan nilai modulus elastisitas. Selain itu melalui penelitian ini didapatkan rumus empiris dalam menentukan nilai Modulus Elastisitas dari percobaan kuat tekan bebas pada tanah yang distabilisasi dengan garam anorganik, yaitu :

$$E = 71,717 q_u - 2759$$

4.4 Hasil Uji CBR

4.4.2 Pengaruh Kadar Garam Anorganik terhadap Nilai CBR

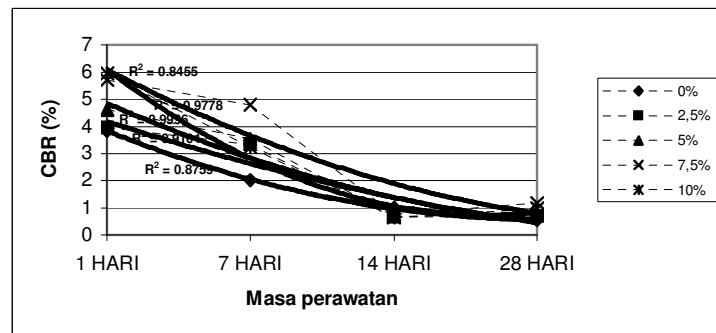
Hubungan kadar garam anorganik terhadap nilai CBR dengan variasi masa perawatan seperti terlihat pada Gambar 10 menunjukkan bahwa penambahan garam anorganik yang semakin banyak sampai pada kadar 10 % menyebabkan terjadinya peningkatan nilai CBR, walaupun nilai CBR pada masa perawatan 14 dan 28 hari sangat kecil. Pada masa perawatan selama 1 hari dengan penambahan garam anorganik sebanyak 10 % terjadi peningkatan nilai CBR sebesar 54,81 % dari tanah asli.



Gambar 10 Grafik hubungan antara kadar garam anorganik dengan CBR(%).

4.4.3 Pengaruh Masa Perawatan terhadap Nilai CBR

Hubungan antara masa perawatan dan nilai CBR dengan variasi kadar garam anorganik seperti ditunjukkan pada Gambar 11 menunjukkan bahwa pada masa perawatan selama 28 hari dengan penambahan garam anorganik sebanyak 10 % terjadi penurunan nilai CBR sebesar 296,91% dari tanah asli dengan masa perawatan selama 1 hari.



Gambar 11 Grafik hubungan antara masa perawatan dengan CBR(%).

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

1. Berdasarkan hasil uji kompaksi, penambahan garam anorganik menyebabkan penurunan nilai kepadatan kering maksimum. Dengan penambahan garam anorganik sebesar 10 %, kepadatan kering maksimum turun 2,95% dari tanah asli.
2. Melalui uji tekan bebas, kekuatan tanah yang dihasilkan semakin meningkat seiring dengan penambahan garam anorganik dan lamanya masa perawatan. Dengan penambahan garam anorganik sebesar 10 % dan lamanya masa perawatan selama 28 hari maka akan menghasilkan peningkatan nilai uji tekan bebas sebesar 10,39 % pada kondisi sisi kering, 49,76% pada kondisi optimum, 42,34% pada kondisi sisi basah dari nilai qu tanah asli.
3. Dengan memperhatikan hasil uji CBR rendaman, pada penambahan garam anorganik sebesar 10 % menyebabkan terjadinya peningkatan nilai CBR sebesar 54, 81 % dari tanah asli pada masa perawatan selama 1 hari, dan nilai CBR yang diperoleh pada masa perawatan 14 dan 28 hari sangat kecil.

5.2 Saran

1. Pada pencampuran tanah dengan material garam anorganik, harus benar-benar merata sehingga tanah dapat bercampur lebih homogen.
2. Pada pelaksanaan stabilisasi di lapangan menggunakan garam anorganik ini, sebaiknya dilakukan pada musim kemarau, hal ini dimaksudkan untuk mencapai masa *gel* dari bahan yang digunakan.
3. Penggunaan garam anorganik berupa campuran *water glass* dan *natrium bicarbonat* ini, dapat diubah komposisinya. Jumlah air yang harus ditambahkan pada tanah diganti menjadi larutan *natrium bicarbonat* (= campuran natrium bicarbonat dan air dengan perbandingan 1 : 21) kemudian ditambahkan *water glass* dengan jumlah yang bervariasi. Hal ini dimaksudkan untuk mempercepat masa gel dan terjadinya pengkristalan garam.
4. Perawatan pada benda uji sebaiknya dilakukan pada keadaan terkena sinar matahari dan kontak langsung dengan udara bebas, hal ini dimaksudkan untuk mencapai masa *gel* dari bahan yang digunakan.

DAFTAR PUSTAKA

1. A.S.C.E, 1997, *Chemical Grouting*, New York U.S.A, ASCE Press.
2. ASCHURI I, 1993. Strength, Volume Change and Index Properties Characteristic of Some Wesr Java Soils. ,Thesis, Bandung Institute of Technology.
3. ASRIL, B. (1995). Karakteristik Kuat Geser Tanah Yang Distabilisasi dengan EMC^2 . Thesis, Bandung Institute of Technology.
4. A.S.T.M. 1981, Annual Book of ASTM Standards 04.08.,Philadelphia U.S.A.
5. AUSTROAD 1998, "Guide to Stabilization in Roadworks", Austroad Publication No. AP-60/98. Sydney.
6. BOWLES, J.E.,1984, *Sifat-sifat Fisis dan Geoteknis Tanah*. Alih bahasa Ir. Johan Kelanapura Hainim. Jakarta, Erlangga.
7. SKEMPTON, A. W., 1953, *The Colloidal Activity of Clays*, Poceeding 3rd Int. Conference Soil Mechanics Found. Eng., Switzerland.
8. SULISTYOWATI, N. A., Effendi, A. H., 1999, *Peningkatan Ketahanan Api Kayu Kelapa Sawit dengan Menggunakan Water Glass dan Campuran Water Glass dengan Cat*, Bandung, Pusat Penelitian dan Pengembangan Pemukiman.
9. WESLEY, L. D. 1973. *Some Basic Engineering Properties of Halloysite and Allophane Clays in Java, Indonesia*, Geotechnique Vol 23