



Stabilisasi Tanah Lempung dengan Menggunakan Larutan Asam Sulfat (H_2SO_4) pada Tanah Dasar di Daerah Godong - Purwodadi Km 50 Kabupaten Grogogan

Sri Prabandiyani RW

Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro
Jl.Prof. Soedarto, SH, Tembalang, Semarang 50275
E-mail: sprw@live.undip.ac.id

Siti Hardiyati

Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro
Jl.Prof. Soedarto, SH, Tembalang, Semarang 50275
E-mail: sthd@sipil.ft.undip.ac.id

Muhrozi

Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro
Jl.Prof. Soedarto, SH, Tembalang, Semarang 50275
E-mail: -

Bambang Pardoyo

Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro
Jl.Prof. Soedarto, SH., Tembalang, Semarang 50275
E-mail: bambang_pardoyo@yahoo.com

Abstract

An expansive clay soil material that is composed of various minerals include kaolinite, montmorillonite and illite group. Mineral montmorillonite have the sensitivity to the effects of the water is very easy to expand and contract. High and low levels of development (swelling) and shrinkage (shrinkage) expansive clay is determined by the high and low content of montmorillonite on expansive clay granules. Because of these properties are very high content of montmorillonite often cause problems in the building. This study uses a solution of sulfuric acid (H_2SO_4) as a stabilizer through the compaction process Modified Proctor on OMC Proctor standard by the number of collisions each is 10 x, 25 x and 56 x, and the amount of additional water in cc on dry ground, with variations in increments of 100%, water by 90%:10% H_2SO_4 , water by 80%: 20% H_2SO_4 and water by 90%: 30% H_2SO_4 . This research was conducted testing-testing in the laboratory include: physical properties, mechanical properties. swelling pressure, swelling potential and CBR with curing and no curing. Results of the test-the test, can increase the value of physical and mechanical properties, while perujian against swelling pressure and swelling potential is not significantly increased.

Keywords: *Expansive clay, H_2SO_4 , Modified proctor, Swelling pressure, Swelling potential, CBR.*

Abstrak

Lempung ekspansif merupakan material tanah yang tersusun dari berbagai mineral antara lain kaolinite, montmorillonite dan illite group. Mineral montmorillonite mempunyai kepekaan terhadap pengaruh air, sangat mudah untuk mengembang dan menyusut. Tinggi rendahnya tingkat kembang (swelling) dan susut (shrinkage) tanah lempung ekspansif ditentukan oleh tinggi rendahnya kandungan montmorillonite pada butiran lempung ekspansif. Karena sifat-sifat tersebut kandungan montmorillonite yang sangat tinggi sering menimbulkan masalah pada bangunan. Penelitian ini menggunakan Larutan Asam Sulfat (H_2SO_4) sebagai

stabilisator dengan melalui proses pemadatan Modified Proctor pada OMC Proctor standard dengan jumlah tumbukan masing-masing adalah 10 x, 25 x, dan 56 x, dan pada jumlah penambahan air dalam cc terhadap tanah kering, dengan variasi penambahan sebesar: air sebesar 90%: 10% H_2SO_4 , air sebesar 80%: 20% H_2SO_4 dan air sebesar 70%: 30% H_2SO_4 . Penelitian ini dilakukan pengujian - pengujian di laboratorium yang meliputi: sifat fisis, sifat mekanis. swelling pressure, swelling potential dan CBR dengan pemeraman dan tanpa pemeraman. Hasil dalam pengujian-pengujian tersebut, dapat meningkatkan nilai dari sifat fisis dan mekanis, sedangkan pengujian terhadap swelling pressure dan swelling potential tidak mengalami peningkatan yang signifikan.

Kata-kata Kunci: Lempung ekspansif, H_2SO_4 , Modified proctor, Swelling pressure, Swelling potential, CBR.

Pendahuluan

Permasalahan tanah ekspansif merupakan kendala bagi konstruksi Sipil, karena tanah ekspansif terpengaruh oleh kondisi kering dan basah terhadap air, mempunyai nilai kompresibilitas yang tinggi dan mempunyai daya dukung yang rendah. Tanah lempung yang banyak mengandung mineral-mineral dengan potensi mengembang (swelling potential) tinggi disebut sebagai tanah lempung ekspansif (Hardiyatmo, 2006).

Menurut Mochtar (2000), kerusakan-kerusakan ruas jalan di Pulau Jawa disebabkan oleh tanah lempung ekspansif. Penelitian-penelitian yang telah dilakukan dengan menggunakan stabilisator bahan cair adalah, Shondeep *et al.* (1999) melakukan penelitian di Texas AS dengan menggunakan stabilisator injeksi ion hydrogen (HIEXC) dan hasilnya menunjukkan bahwa pemakaian/penggunaan stabilisator injection ion hydrogen dapat memperbaiki tanah yang mempunyai sifat kembang susut. Alan *et al.* (2002) melakukan penelitian dengan bahan stabilisator berbentuk cair (ion, polimer dan enzim) pada 3 (tiga) tipe tanah lempung (kaolinit, illite dan montmorillonite) dengan hasil yang menunjukkan bahwa penggunaan stabilisator berbentuk cair lebih baik daripada dengan menggunakan unsur padat dan dapat meningkatkan *properties* ketiga tipe tanah tersebut, Arabani *et al.* (2012) melakukan penelitian dengan bahan stabilisator CBR Super 4, dimana hasilnya menunjukkan bahwa CBR Super 4 dapat meningkatkan *properties* tanah lempung tersebut.

Komponen tanah

Menurut Hardiyatmo (2002), bahwa tanah pada umumnya terdiri atas tiga macam bahan komponen tanah ini disebut fase, terdiri dari butiran tanah (padat), air dan udara. Sebagian besar tanah yang ditemukan oleh ahli geoteknik hanya mengandung air pada rongga pori, tanah seperti itu disebut tanah jenuh. Tanah yang juga mengandung udara disebut tanah tak jenuh atau tanah jenuh sebagian.

Karakteristik tanah lempung ekspansif

Menurut Chen (1975), mineral lempung terdiri dari tiga komponen penting yaitu *montmorillonite*, *illite* dan *kaolinite*.

1. Montmorillonite

Montmorillonite disebut juga mineral dua banding satu (2:1) karena satuan susunan kristalnya terbentuk dari susunan dua lempeng silika tetrahedral mengapit satu lempeng alumina oktahedral ditengahnya. Struktur kisinya tersusun atas satu lempeng Al_2O_3 diantara dua lempeng SiO_2 . Karena struktur inilah *Montmorillonite* dapat mengembang dan mengkerut menurut sumbu C dan mempunyai daya adsorpsi air dan kation lebih tinggi. Tebal satuan unit adalah 9,6 Å (0,96 µm). Ukuran unit massa sangat besar, dapat menyerap air dengan sangat kuat, mudah mengalami proses pengembangan (Grim, 1959).

2. Illite

Mineral *illite* mempunyai hubungan dengan mika biasa, sehingga dinamakan pula hidrat-mika. *Illite* memiliki formasi struktur satuan kristal, tebal dan komposisi yang hampir sama dengan *montmorillonite*. Perbedaannya ada pada:

- Pengikatan antar unit kristal terdapat pada kalium (K) yang berfungsi sebagai penyeimbang muatan, sekaligus sebagai pengikat.
- Terdapat ± 20% pergantian silikon (Si) oleh aluminium (Al) pada lempeng tetrahedral.
- Struktur mineralnya tidak mengembang sebagaimana *montmorillonite* (Grim, 1959).

3. Kaolinite

Kaolinite merupakan hasil pelapukan sulfat atau air yang mengandung karbonat pada temperatur sedang. Warna *kaolinite* murni umumnya putih, putih kelabu, kekuning-kuningan atau kecoklat-coklatan. *Kaolinite* disebut sebagai mineral lempung satu banding satu (1:1). Bagian dasar dari struktur ini adalah lembaran tunggal silika tetrahedral yang digabung dengan satu lembaran alumina oktahedron (*gibbsite*)

membentuk satu unit dasar dengan tebal kira-kira 7,2 Å (1 Å=10⁻¹⁰ m) (Grim, 1959).

Konsistensi tanah

Konsistensi tanah adalah kadar air dimana keadaan tanah melewati keadaan lainnya. Apabila tanah lempung kering ditambahkan air secara sedikit demi sedikit, tanah tersebut akan berubah sifatnya, yaitu dari keadaan padat menjadi agak padat, plastis dan akhirnya menjadi cair (*liquid*). Apabila campuran tanah lempung + air yang berupa *liquid* tersebut dipanaskan secara perlahan-lahan, campuran tersebut akan berubah dari keadaan cair (*liquid*) menjadi keadaan plastis. Kalau pemanasan diteruskan keadaan plastis tersebut akan menjadi semi *solid* (agak padat) dan kemudian bentuk menjadi *solid* (padat) (Braja, 1998).

California bearing ratio (CBR) test

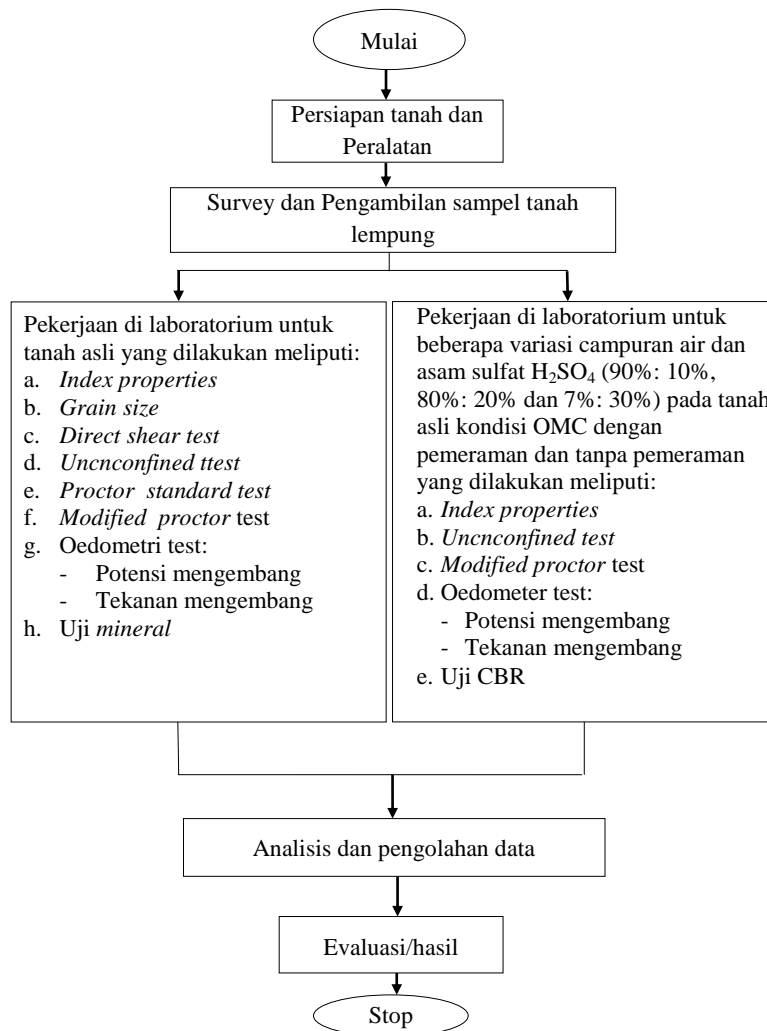
Daya dukung tanah dasar (*subgrade*) pada perencanaan perkerasan lentur dinyatakan dengan

nilai CBR (*California Bearing Ratio*). CBR pertama kali diperkenalkan oleh *California Division of Highways* pada tahun 1928. Orang yang banyak mempopulerkan metode ini adalah O.J.Porter. Harga CBR dinyatakan dalam persen. Besaran CBR adalah presentase atau perbandingan antara daya dukung tanah yang diteliti dibandingkan dengan daya dukung batu pecah standard pada nilai penetrasi yang sama 0,1 inch dan 0,2 inch.

Dalam penelitian ini akan dilakukan perbaikan tanah lempung dengan menggunakan larutan asam sulfat (H₂SO₄) pada tanah dasar di lokasi jalan Godong - Purwodadi Km 50 Kabupaten Grobogan.

Metodologi Penelitian

Alur penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Alur (flowchart) penelitian

Hasil Analisa dan Pembahasan

Hasil uji dan analisa pada tanah asli

1. Hasil uji minerologi

Berdasarkan tes minerologi untuk sampel tanah di wilayah Godong-Purwodadi pada KM 50 yang dilakukan di Laboratorium Terpadu Universitas Diponegoro Jl. Prof. H. Sudharto SH dihasilkan, bahwa kandungan *montmorillonite* sebesar 43,8% dapat dilihat pada Tabel 1 dan Gambar 2.

Tabel 1. Unsur minerologi pada tanah Godong - Purwodadi km 50

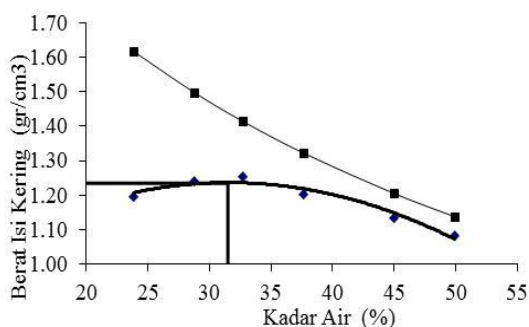
No Index	Name	Amount (%)	Formula sum
1	A Montmorillonite	43,8	Al ₂ CaO ₁₂ Si ₄
2	B Li ₃ Mo ₃ O ₁₂ V	20,29	Li ₃ Mo ₃ O ₁₂ V
3	C H ₂ NaO ₁₃₃ RbV ₄	17,5	H ₂ NaO ₁₃₃ RbV ₄
4	D Cerium erblum sulfde	5,5	CeEr ₃ S ₉
5	E O ₁₄ Rb ₃ V ₅	1,9	O ₁₄ Rb ₃ V ₅
6	F AgInS ₂	1,5	AgInS ₂

2. Pemeriksaan *index properties* tanah asli

Dari hasil pengujian awal tes mineralogi pada tanah asli sudah dapat dipastikan, bahwa tanah lempung tersebut bersifat ekspansif, maka diperlukan langkah - langkah penelitian dengan mengidentifikasi sifat - sifat fisis dan sifat - sifat mekanis. Melalui pengujian - pengujian di Laboratorium Mekanika Tanah di Universitas Diponegoro Semarang, dihasilkan data data seperti Tabel 2.

3. Uji standard proktor

Penentuan kadar air optimum ini menggunakan metode *Proctor Standard*. Setelah kadar air optimum didapatkan maka kemudian hasilnya digunakan sebagai acuan kadar air yang digunakan untuk pencampuran benda uji pada penelitian ini. Besarnya kadar air optimum (OMC) yang didapatkan pada penelitian ini sebesar 31,50% seperti dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Grafik penentuan kadar air optimum berdasarkan *proctor standard* sebesar = 31,5%

Tabel 2. *Index properties* pada tanah asli

1 Pengujian <i>index properties</i>		
a. Kadar air (w)	43,00	%
b. Berat jenis (Gs)	2,5645	
c. Berat isi (γ_b)	1,6436	
d. <i>Liquid limit</i> (ll)	90,96	%
e. <i>Plastic limit</i> (pl)	28,54	%
f. <i>Plasticity index</i> (pi)	62,42	%
g. <i>Shrinkage limit</i> (sl)	7,94	%
2 Komposisi ukuran partikel		
a. Gravel	0	%
b. Pasir	8,2	%
c. Lanau dan lempung	91,8	%
3 Pemadatan tanah		
a. w optimum	31,50	%
b. γ dry maksimum	1,235	gr/cm ³
c. <i>Porosity</i> (n rata-rata)	53,00	%
d. <i>Void ratio</i> (e)	1,09	
4 Activity		
0,77		
5 Unconfined compression test		
> 10x tumbukan		
a. qu	3,79	Kg/cm ²
b. Cu	1,89	Kg/cm ²
> 25x tumbukan		
a. qu	4,32	Kg/cm ²
b. Cu	2,16	Kg/cm ²
> 56x tumbukan		
a. qu	5,42	Kg/cm ²
b. Cu	2,71	Kg/cm ²
6 Swelling test		
> 10x tumbukan		
a. <i>Swell potential</i>	73,01	%
b. <i>Swell pressure</i>	200	KPa
> 25x tumbukan		
a. <i>Swell potential</i>	72,67	%
b. <i>Swell pressure</i>	200	KPa
> 56x tumbukan		
a. <i>Swell potential</i>	69,18	%
b. <i>Swell pressure</i>	350	KPa
7 CBR Rendaman		
> 10x tumbukan		
<i>Swell potential</i>	7,34	%
> 25x tumbukan		
<i>Swell potential</i>	5,33	%
> 56x tumbukan		
<i>Swell potential</i>	4,20	%

Hasil uji dan analisa perbaikan tanah

Setelah proses stabilisasi pada tanah asli dengan variasi persentase campuran H_2SO_4 dengan air dan, secara visual terlihat tanah berwarna abu-abu, lebih kering dibandingkan dengan tanah asli sebelum dilakukan proses penambahan H_2SO_4 .

1. *Index properties*

Dari hasil percobaan yang dilakukan pada tanah yang telah distabilisasi dengan stabilisator H_2SO_4 sebanyak 10%, 20% dan 30%, didapatkan hasil range data seperti terlihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Index properties tanah hasil stabilisasi

1 Pengujian <i>index properties</i>		
a. Kadar air (w)	21,19 - 31,45	%
b. Berat jenis (Gs)	2,2346 - 2,5861	
c. Berat isi (γ_b)	1,7935 - 1,9611	
d. <i>Liquid limit</i> (ll)	82,4 - 85,93	%
e. <i>Plastic limit</i> (pl)	30,81 - 33,56	%
f. <i>Plasticity index</i> (pi)	49,42 - 50,29	%
g. <i>Shrinkage limit</i> (sl)	3,56 - 7,94	%
2 Komposisi ukuran partikel		
a. <i>Gravel</i>	0	
b. <i>Sand</i>	8,2 - 10,80	%
c. <i>Silt and clay</i>	89,2 - 92,4	%

2. Pengujian kuat tekan bebas

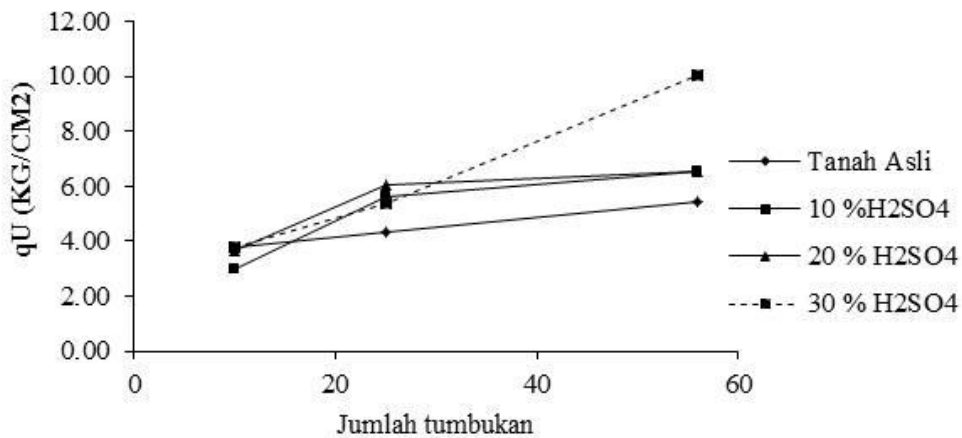
Berikut ini merupakan tabel rekap nilai maksimum per tumbukan dari hasil pengujian uji tekan bebas (*unconfined compression test*) yang dilakukan setelah proses variasi kadar H_2SO_4 pada Tabel 3 dan Tabel 4 serta Gambar 3 dan Gambar 4.

Tabel 4. Nilai q_u pada variasi penambahan kadar H_2SO_4

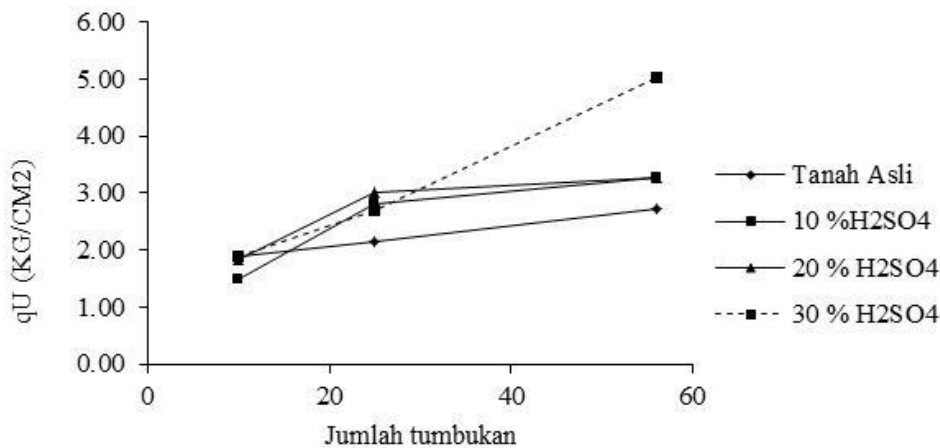
Jumlah Tumbukan	Nilai q_u (kg/cm^2)			
	Tanah Asli	10% H_2SO_4	20% H_2SO_4	30% H_2SO_4
	q_u (kg/cm^2)	q_u (kg/cm^2)	q_u (kg/cm^2)	q_u (kg/cm^2)
10	3,79	2,99	3,66	3,79
25	4,32	5,60	6,04	5,36
56	5,42	6,54	6,53	10,04

Tabel 5. Nilai c_u pada variasi penambahan kadar H_2SO_4

Jumlah Tumbukan	Nilai c_u (kg/cm^2)			
	Tanah Asli	10% H_2SO_4	20% H_2SO_4	30% H_2SO_4
	c_u (kg/cm^2)	c_u (kg/cm^2)	c_u (kg/cm^2)	c_u (kg/cm^2)
10	1,89	1,49	1,83	1,90
25	2,16	2,80	3,02	2,68
56	2,71	3,27	3,26	5,02



Gambar 3. Kenaikan nilai q_u terhadap variasi penambahan kadar H_2SO_4



Gambar 4. Kenaikan nilai c_u terhadap variasi penambahan kadar H_2SO_4

3. Pengujian potensi mengembang

Berikut kami sajikan tabel rekap nilai maksimum pada tiap - tiap 10x tumbukan, 25x tumbukan dan 56x tumbukan dengan tanah asli, tanah asli dengan variasi campuran (90% air: 10 H_2SO_4 %, 80 air% 20 H_2SO_4 % dan 70% air: 30% H_2SO_4) pada OMC pada uji *proctor standard* dengan menggunakan uji *modified proctor*.

a. Pengujian dengan uji oedometer

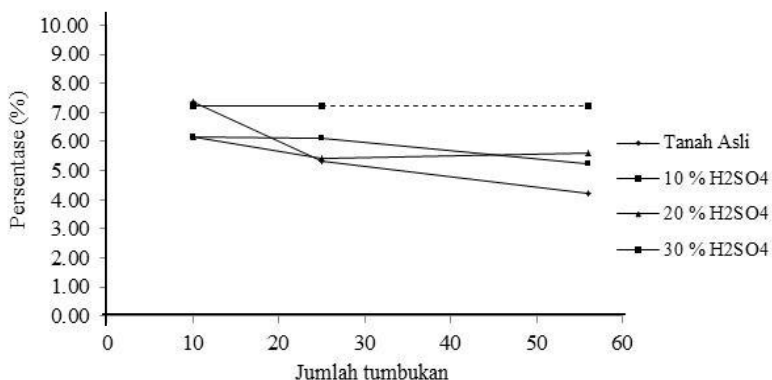
Untuk hasil selengkapnya dapat dilihat Tabel 6 dan Gambar 5.

Tabel 6. Persentase *swell potential* pada variasi penambahan kadar H_2SO_4

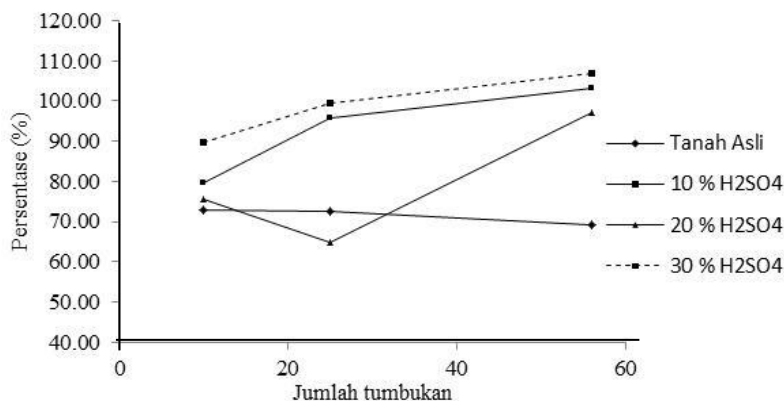
<i>Swell potential oedometer</i>				
Jumlah tumbukan	Tanah asli	10% H_2SO_4	20% H_2SO_4	30% H_2SO_4
	%	%	%	%
10	73,01	79,62	75,57	89,58
25	72,67	95,76	64,82	99,46
56	69,18	103,18	97,04	107,00

b. Pengujian dengan Uji CBR

Untuk hasil selengkapnya dapat dilihat Tabel 7 dan Gambar 6.



Gambar 5. Kenaikan persentase *swell potential* terhadap variasi penambahan kadar H_2SO_4



Gambar 6. Kenaikan persentase *swell potential* terhadap variasi penambahan kadar H_2SO_4

Tabel 7. Persentase *swell potential* ada variasi penambahan kadar H_2SO_4

<i>Swell potential CBR pemeraman</i>				
Jumlah tumbukan	Tanah asli	10% H_2SO_4	20% H_2SO_4	30% H_2SO_4
	%	%	%	%
10	7,34	6,14	6,15	7,23
25	5,33	6,13	5,41	7,20
56	4,20	5,22	5,58	7,20

4. Pengujian tekanan mengembang

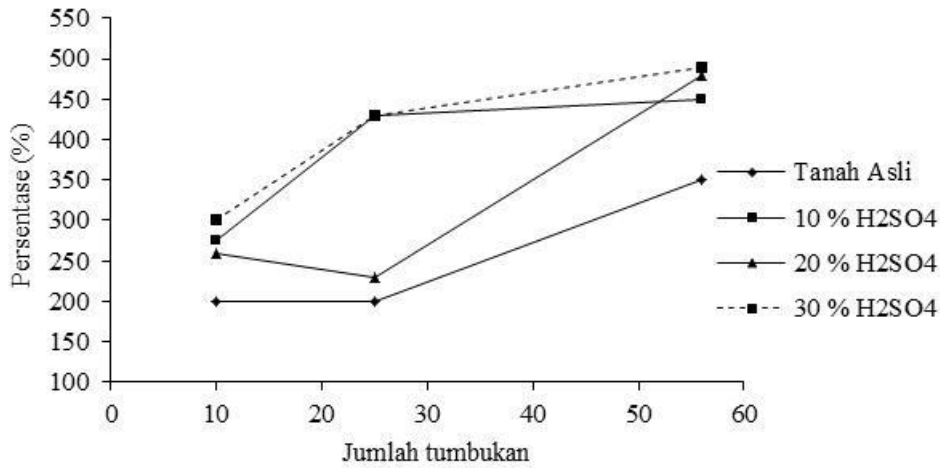
Untuk hasil selengkapnya dapat dilihat Tabel 8 dan Gambar 7.

Tabel 8. Persentase *swell pressure* pada variasi penambahan kadar H_2SO_4

<i>Swell pressure</i>				
Jumlah tumbukan	Tanah asli	10% H_2SO_4	20% H_2SO_4	30% H_2SO_4
	kPa	kPa	kPa	kPa
10	200	275	260	300
25	200	430	230	430
56	350	450	480	490

5. Pengujian CBR

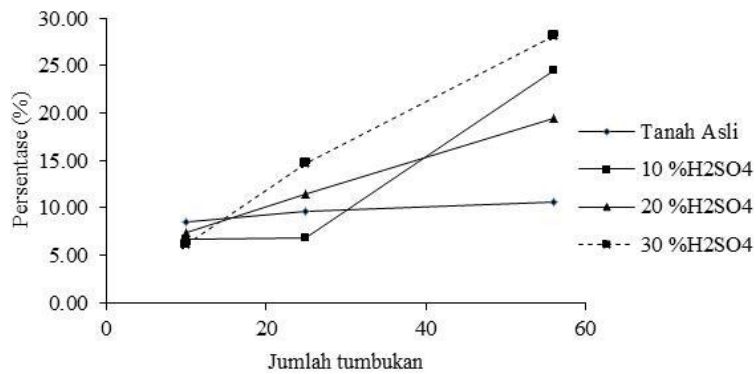
a. Untuk hasil selengkapnya dapat dilihat Tabel 9, Gambar 8 dan Gambar 9.



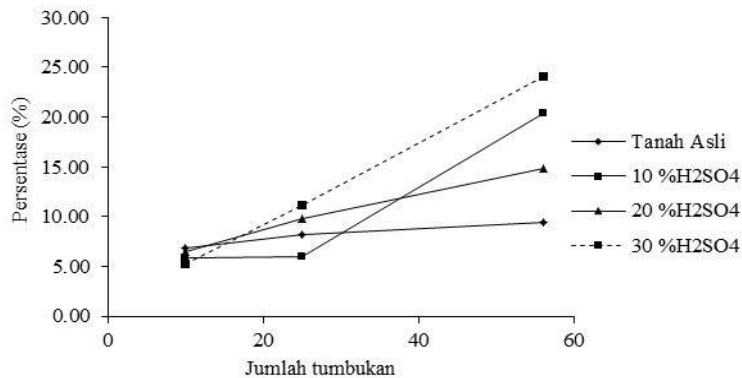
Gambar 7. Kenaikan persentase *swell pressure* terhadap variasi penambahan kadar H₂SO₄

Tabel 9. Persentase nilai CBR 0,1" dan 0,2" pada variasi penambahan kadar H₂SO₄ tanpa pemeraman

Jumlah tumbukan	Nilai CBR								
	0,10" Dan 0,2" tanpa pemeraman								
	Tanah asli		10% H ₂ SO ₄		20% H ₂ SO ₄		30% H ₂ SO ₄		
	0,1"	0,2"	0,1"	0,2"	0,1"	0,2"	0,1"	0,2"	
		%	%	%	%	%	%	%	%
10	8,57	6,81	6,75	5,90	7,33	6,53	6,18	5,21	
25	9,70	8,21	6,83	5,96	11,42	9,83	14,75	11,17	
56	10,67	9,44	24,50	20,33	19,50	14,83	28,17	24,11	



Gambar 8. Kenaikan persentase nilai CBR 0,1" terhadap variasi penambahan kadar H₂SO₄ tanpa pemeraman



Gambar 9. Kenaikan persentase nilai CBR 0,2" terhadap variasi penambahan kadar H₂SO₄ tanpa pemeraman

b. Untuk hasil selengkapnya dapat dilihat Tabel 10, Gambar 10 dan Gambar 11.

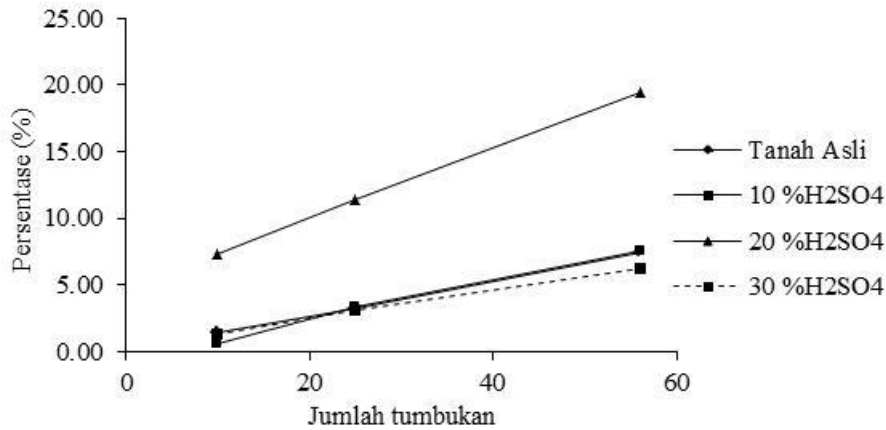
Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian dan analisa yang dilakukan pada tanah lempung ekspansif asli, maupun yang telah distabilisasi yang berasal dari Godong – Purwodadi KM 50 Kabupaten Grogogan Jawa Tengah, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

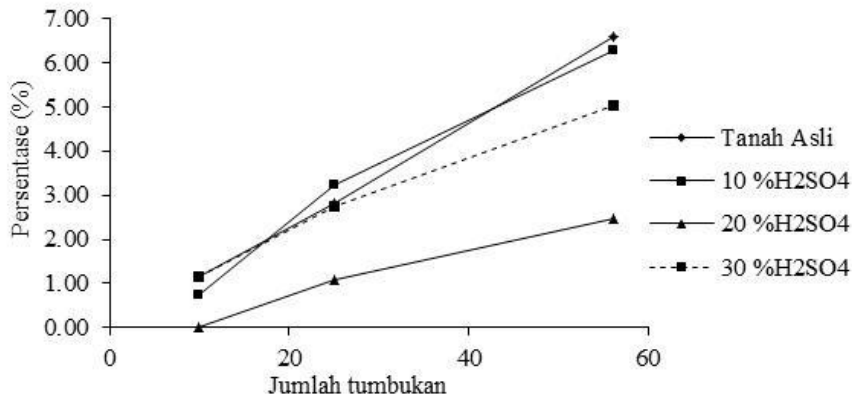
1. Hasil tes minerologi menunjukkan bahwa tanah pada lokasi tersebut merupakan tanah lempung yang sangat aktif dengan kandungan *montmorillonite* sebesar 43,8% menurut Chen (1975).
2. Sampel tanah asli termasuk kedalam kategori tanah lempung ekspansif, yang memiliki nilai *liquid limit* sebesar 90,66%, *plasticity index* 62,42%, *shrinkage limit* 7,94% dengan persentase fraksi lempung yang lolos sebesar 91,8%. Menurut Skempton (1953) nilai aktivitas sebesar 0,77 tergolong kedalam tanah

Tabel 10. Persentase nilai CBR 0,1 " dan 0,2" pada variasi penambahan kadar H_2SO_4 dengan pemeraman

Jumlah tumbukan	Nilai CBR							
	0,1" dan 0,2 " pemeraman							
	Tanah asli		10% H_2SO_4		20% H_2SO_4		30% H_2SO_4	
	0,1"	0,2"	0,1"	0,2"	0,1"	0,2"	0,1"	0,2"
	%	%	%	%	%	%	%	%
10	1,38	1,16	0,52	0,76	1,25	1,10	1,28	1,16
25	3,23	2,82	3,35	3,22	2,85	2,47	3,12	2,73
56	7,42	6,58	7,58	6,26	5,23	4,33	6,20	5,01



Gambar 10. Kenaikan persentase nilai CBR 0,1" terhadap variasi penambahan kadar H_2SO_4 pemeraman



Gambar 11. Kenaikan persentase nilai CBR 0,2" terhadap variasi penambahan kadar H_2SO_4 Pemeraman

lempung yang memiliki potensi mengembang yang aktif namun menurut Chen (1988) tanah dengan $IP > 35$ dan $LL > 63$ merupakan tanah lempung yang memiliki potensi mengembang yang sangat tinggi. Sedangkan klasifikasi derajat ekspansif menurut Seed et al. (1962) tergolong kategori tinggi dengan nilai potensi mengembang 5 - 20% yaitu sebesar 17,9%.

3. Pengujian terhadap stabilisasi tanah dengan bahan cair H_2SO_4 , kadar air tanah dalam kondisi OMC pada *proctor standard* yang didapatkan 31,50%.
4. Melalui uji tekan bebas (UCS), kekuatan tanah yang dihasilkan semakin meningkat seiring dengan penambahan kadar H_2SO_4 . Dengan penambahan kadar variasi H_2SO_4 dengan air sebesar 10% (H_2SO_4) + 90% (air), 20% (H_2SO_4) + 80% (air) dan 30% (H_2SO_4) + 70% (air) dengan jumlah pemadatan 10x, nilai q_u besarnya antara 2,99 - 3,79 kg/cm², untuk 25x tumbukan besarnya antara 5,60 - 6,04 kg/cm² dan 56x tumbukan besarnya antara 6,53-10,04 kg/cm². Sedangkan penambahan dengan variasi kadar H_2SO_4 dengan air sebesar 10% (H_2SO_4) + 90% (air), 20% (H_2SO_4) + 80% (air) dan 30% (H_2SO_4) + 70% (air) dengan jumlah pemadatan 10x, nilai c_u besarnya antara 1,49-1,90 kg/cm²; 25x tumbukan, nilai c_u besarnya antara 2,68 - 3,02 kg/cm²; dan 56x tumbukan, nilai c_u besarnya antara 3,26 - 5,02 kg/cm².
5. Untuk nilai *swell potential* dari uji oedometer dan uji CBR dengan pemeraman dengan penambahan stabilisator H_2SO_4 dengan variasi 10% (H_2SO_4) + 90% (air), 20% (H_2SO_4) + 80% (air) dan 30% (H_2SO_4) + 70% (air) ,pada jumlah tumbukan 10x nilai *swell potential* besarnya antara 75,57 - 89,58%; 25x besarnya antara 64,82 - 99,46%; dan 30x besarnya antara 97,4 - 107% dari uji Oedometer sedangkan Uji CBR dengan rendaman dihasilkan pada jumlah tumbukan 10x, nilai *swell potential* sebesar 6,14 - 7,23%, 25x, nilai *swell potential* sebesar 5,41 - 7,20% dan 56x, nilai *swell potential* sebesar 5,22 - 7,20% dari uji CBR.
6. Untuk uji tekanan mengembang (*swell pressure*) dengan penambahan stabilisator H_2SO_4 tidak sesuai dengan yang diharapkan. Besarnya tekanan mengembang pada tanah dengan penambahan stabilisator H_2SO_4 dengan variasi 10% (H_2SO_4) + 90% (air), 20% (H_2SO_4) + 80% (air) dan 30% (H_2SO_4) + 70% (air), pada jumlah tumbukan 10x, nilai *swell pressure* sebesar 360 - 300 kPa; 25x, nilai *swell pressure* sebesar 230 - 430 kPa; dan 56x, nilai *swell pressure* sebesar 450 - 490 kPa.

Saran

Berdasarkan dari kesimpulan diatas yang dilakukan pada tanah lempung ekspansif asli, maupun yang telah distabilisasi yang berasal dari Godong – Purwodadi KM 50 Kabupaten Grobogan Jawa Tengah, maka dapat ditarik saran sebagai berikut:

1. Proses stabilisasi dengan stabilisator *accu zuur* (H_2SO_4) hanya bisa memperbaiki dari sifat - sifat fisis dan sifat- sifat mekanis, tetapi tidak memperbaiki *swell pressure* dan *swell potential*, namun perlu kajian lebih lanjut dengan menambahkan stabilisator lain.
2. Diperlukan kajian lanjutan terhadap unsur kimia terhadap penambahan H_2SO_4 dalam stabilisasi tanah yang telah terjadi untuk bisa memperbaiki *swell pressure* dan *swell potential*.
3. Diperlukan penelitian lebih lanjut mengenai cara menghitung jumlah air dengan sampel tanah ekspansif.
4. Pada perbaikan *subgrade*, setelah dilakukan stabilisasi diperlukan suatu bahan pelapis diatasnya bahan yang kedap air untuk mempertahankan adanya perubahan akibat adanya air.

Daftar Pustaka

- Annual Books of ASTM Standard, 1988. *American Society of Testing Material*, Philadelphia.
- Arabani, M., Haghi A. K., Hashemi, S. A., Karami, M., Nikookar, M., And Bahari, M., 2012. Properties of Clayey Soils Stabilized by Liquid Ionic Stabilizer, *Conference: 3rd International Conference on New Developments in Soil Mechanics and Geotechnical Engineering*, 28-30 June 2012, Near East University, Nicosia, North.
- ASTM, 2003. *Annual Books of ASTM Standards, Section 4 Volume 04,08*, Soil and Rock (I): D420-D4914.
- Bowles, Joseph E., 1991. *Sifat-sifat Fisis dan Geoteknis Tanah (Mekanika Tanah)*, Erlangga Jakarta.
- Braja, M, D., 1998. *Mekanika Tanah (Prinsip-Prinsip Rekayasa Geoteknis)*, Erlangga, Jakarta.
- Gourly, C, S., Newill, D., and Schreiner, H., D., 1993. Expansive Soil, TRL's Research Strategy, *Proc, Ist Inc, Symp, Engineering Characteristics of*

Acid Soils, London, UK.

Chen, F., H., 1975. *Foundation on Expansive Soils, Developments in Geotechnical Engineering 12*, Else-Vier Scientific Publishing Company, New York,.

Chen, F., H., 1988. *Foundation on expansive soils, Developments in Geotechnical Eng*, Elsevier Publ, Co.

Grim, R., E., 1959. *Physiochemical Properties of Soils: Clay Minerals, J, Soil Mechanics and Foundation Division., ASCE, vol,85, no,2, SM2.*

Hardiyatmo, H.,C., 2006. *Mekanika Tanah I, edisi IV*, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.

Mochtar, I., B., 2000. *Teknologi Perbaikan Tanah dan Alternatif Perencanaan pada tanah Bermasalah*, Jurusan Teknik Sipil FTSP ITS, Surabaya.

Seed, H, B., Woodward R., J., and Lundberg R, 1962. Prediction of Swelling Potential for Compacted Clays, *Journal of the Soil Mechanics*

and Foundation Division, ASCE, Vol,88, No, SM3, Proc, Paper 3169.

Skempton, A., W., 1953. The Colloidal Activity of Clays, Poceeding 3rd Int, Conference Soil.

Mechanics Found, Eng., Switzerland Sneath, D., R., 1975. *A Review of Engineering Experiences with Expansive Soils in Highway Subgrades, Report No, FHWA-RD- 5-48, Federal Highway Administration Offices of Research & Development*, Washington, D, C.

Sudjianto, A., T., 2006. *Studi Potensi dan Tekanan Pengembangan pada Tanah Lempung Ekspansif pada variasi Kadar Air, Laporan Penelitian Hibah Dikti Depdiknas Skim PDM*, Fakultas Teknik Universitas Widyagama Malang (tidak dipublikasikan).

Shondeep, L., Gruce, E., Herbert, Russell, J., and Scharlin, M., 1999. *Injection Stabilization of Expansive Clay using Hydrogen Ion Echange Chemical*, Downloaded from ascelibrary, org by Pamela Degenhardt Lagan on 01/13/14.