

# STABILISASI LEMPUNG LUNAK P. RIMAU (SUM-SEL) MENGUNAKAN SEMEN DAN BAHAN KIMIA

Asriwiyanti Desiani<sup>1)</sup>

## ABSTRAK

Pembangunan di Indonesia sebagian berada pada tanah lunak, misalnya pembukaan daerah transmigrasi dan pembangunan jalan yang menghubungkan kota-kota di pantai timur Pulau Sumatera. Dua masalah pokok pada pembangunan di atas tanah lunak adalah penurunan yang besar dan daya dukung yang rendah. Salah satu usaha perbaikan tanah yang akan dicoba untuk diteliti adalah stabilisasi tanah dengan semen dan bahan kimia. Pengamatan hanya dilakukan pada daya dukung tanah dengan menggunakan alat uji kuat tekan bebas.

Jenis tanah yang distabilisasi adalah lempung lunak dengan kandungan mineral yang dominan montmorilonite dari P. Rimau Sumatera Selatan. Kadar semen yang dicampurkan pada tanah adalah 2, 6, 10 dan 15% dari berat kering dengan masa perawatan 1, 3, 7, 14 dan 21. Bahan kimia yang dipakai untuk memperbaiki sifat semen pada tanah organik adalah NaOH, KOH dan Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>. Hasil memperlihatkan peningkatan kekuatan baik untuk penambahan kadar semen maupun untuk penambahan masa perawatan. Peningkatan kekuatan tanah mencapai 500% - 1.450%

**Kata-kata Kunci :** Tanah Lunak, Stabilisasi Tanah, Kadar Semen, Bahan Kimia.

## 1. PENDAHULUAN

Indonesia diperkirakan memiliki lahan tanah lunak lebih dari 20 juta hektar, terdiri dari gambut dan rawa. Pembangunan di Indonesia saat ini sebagian berada pada tanah lunak, misalnya pembangunan jalan yang menghubungkan kota-kota di pantai timur Pulau Sumatera (Pekanbaru, Jambi, dan Palembang), pembukaan daerah transmigrasi atau pembukaan lahan pertanian pasang surut, maupun daerah pengeboran minyak bumi.

Perkembangan pembangunan tersebut memacu kita untuk mengatasi masalah bangunan teknik sipil yang dibangun di atas tanah lunak yaitu mencakup dua masalah pokok, pertama masalah daya dukung tanah yang rendah, kedua masalah penurunan yang besar. Sifat tanah lunak yang lain yang juga kurang menguntungkan adalah mempunyai kadar air tinggi atau mengandung kadar bahan organik yang tinggi.

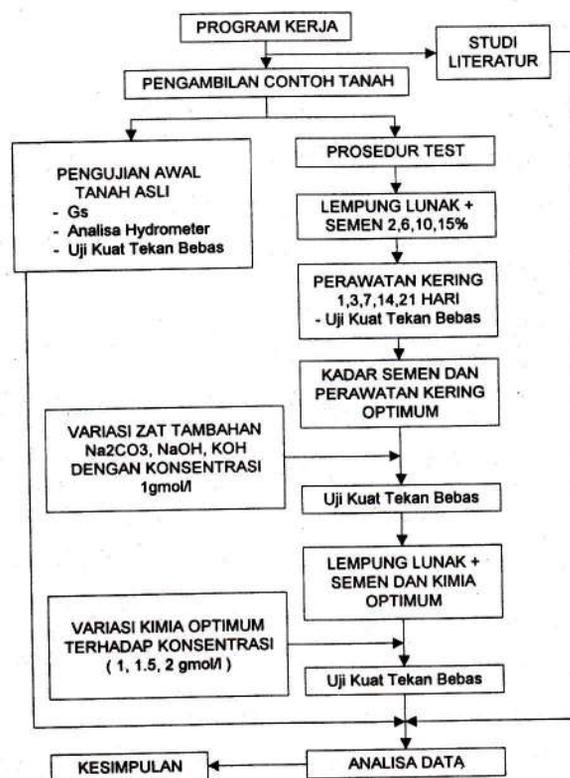
Dalam penelitian ini digunakan lempung dari kecamatan P.Rimau, ± 70 km di sebelah utara kota Palembang, Sumatera Selatan yang merupakan lokasi transmigrasi dengan aktifitas pembangunan fisik cukup pesat. Untuk meningkatkan daya dukung tanah lempung lunak P. Rimau Sumatera Selatan akan dicoba stabilisasi dengan menambahkan semen. Pemilihan semen sebagai bahan tambahan stabilisasi karena semen relatif mudah diperoleh. Mencampur semen dengan tanah lempung lunak pada berbagai variasi kadar semen dan

pemeraman, dengan tujuan dapat mengetahui persentase kadar semen yang optimum serta lama pemeraman yang optimum dalam stabilisasi tanah lempung lunak. Namun sesungguhnya semen mempunyai kelemahan jika dicampur dengan bahan organik, karena bahan organik mengabsorpsi ion kalsium yang ada sehingga memperlambat hidrasi semen (Ingles, 1972). Penambahan senyawa alkali atau alkali hidroksida akan meningkatkan kekuatan tanah semen (Lambe, 1960). Karena itu dalam penelitian ini setelah dicampur semen, tanah lempung lunak akan diberi bahan kimia, diantaranya Kalium Hidroksida (KOH) dan Sodium Hidroksida (NaOH). Tujuan penelitian adalah untuk mengetahui bahan kimia apa yang memberi perubahan pada kekuatan secara optimum.

Penelitian ini dibatasi dengan hal-hal berikut:

- Bahan stabilisasi terdiri dari *portland* semen biasa dengan kadar 2%, 6%, 10% dan 15% dari berat kering.
- Bahan kimia yang dipakai untuk memperbaiki sifat semen yang kurang menguntungkan dalam tanah organik adalah Kalium Hidroksida (KOH), Natrium Karbonat ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) dan Sodium Hidroksida (NaOH) dengan kadar 1-2 gmol/l.
- Pengujian terhadap kekuatan tanah natural, tanah campur semen dan tanah semen yang direndam bahan kimia dilakukan dengan alat *Unconfined Compression Test* (UCT).

Program penelitian selengkapnya dapat dilihat dalam skema program penelitian pada Gambar 1.1.



Gambar 1.1 Skema Program Penelitian

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1. Tanah Lempung

Definisi tanah lempung menurut beberapa peneliti dan organisasi adalah sebagai berikut:

1. Lempung ialah tanah yang mempunyai partikel-partikel mineral tertentu yang menghasilkan sifat-sifat plastis pada tanah bila tanah tersebut dicampur dengan air (Grim, 1953).
2. Lempung adalah suatu deposit yang mempunyai partikel berukuran 0,002 mm atau lebih kecil dari itu dalam jumlah lebih dari 50% (Bowles, 1984).
3. Lempung terdiri dari partikel mikroskopis dan sub-mikroskopis yang berbentuk lempengan-lempengan pipih dan merupakan partikel-partikel dari mika, mineral-mineral lempung (*clay minerals*), dan mineral-mineral yang sangat halus lainnya.

Mitchell, J.K. (1976) mengemukakan bahwa mineralogi adalah faktor pengendali utama terhadap ukuran, bentuk, sifat-sifat fisis dan kimiawi dari partikel tanah. Mineral lempung tidak dapat dibedakan melalui ukuran partikel saja (Chen, 1975). Sebagai contoh partikel-partikel quartz dan feldspar, meskipun terdiri dari partikel-partikel yang sangat kecil namun tidak bisa disebut tanah lempung karena umumnya partikel-partikel tersebut tidak dapat menyebabkan terjadinya sifat plastis dari tanah. Sifat fisik dan mekanis tanah lempung dikendalikan oleh kelompok mineral yang mendominasi tanah tersebut. Yang dimaksud dengan sifat fisik antara lain batas cair, batas plastis, batas susut dan berat jenis sedangkan sifat mekanis antara lain kuat geser tanah tersebut.

Tanah lempung dikenal mempunyai daya dukung rendah dan untuk tanah lempung yang mempunyai kandungan mineral *montmorillonite* dominan ditambah dengan sifat kembang susut yang besar. Untuk meningkatkan daya dukung diperlukan suatu proses kimiawi dengan melihat kandungan mineral yang terdapat dalam tanah lempung tersebut.

### 2.2 Semen

Semen pada umumnya merupakan bahan campuran terbaik untuk dicampur dengan tanah dibanding bahan lainnya, karena kekuatannya relatif tinggi. Semen mudah didapat namun sering merupakan bahan campuran yang paling mahal. Memperbaiki tanah dengan semen, banyak digunakan pada pembangunan jalan, jalan tol dan lapangan terbang.

Mencampur semen dengan tanah akan meningkatkan kekuatan, menurunkan kompresibilitas, mengurangi potensi mengembang dan meningkatkan durabilitas tanah.

Bergado et al. (1996) menjelaskan bagaimana semen berinteraksi dengan tanah, sebagai berikut :

- Partikel Semen adalah substansi yang heterogen, mengandung *tricalcium silicate* ( $C_3S$ ), *dicalcium silicate* ( $C_2S$ ), *tricalcium aluminate* ( $C_3A$ ), dan *tetra calcium alumina ferrite* ( $C_4A$ ) yang padat. Keempat unsur pokok tersebut adalah senyawa penghasil kekuatan yang utama.
- Ketika air pori tanah bertemu dengan semen, terjadi hidrasi semen secara cepat dan menghasilkan *hydrated calcium silicates* ( $C_2SH_x$ ,  $C_3S_2H_x$ ), *hydrated calcium aluminates* ( $C_3AH_x$ ,  $C_4AH_x$ ), dan *hydrated lime*  $Ca(OH)_2$ .
- Partikel-partikel semen ini mengikat butir-butir semen yang berdekatan selama proses pengerasan dan membentuk matriks skeleton yang keras
- Hidrasi semen menyebabkan peningkatan nilai pH air pori yang disebabkan oleh penguraian *hydrated lime*.

### 2.3 Nilai Kuat Tekan Bebas

Menurut Mitchell et. al. (1974) kuat tekan bebas dari tanah semen meningkat sejalan dengan peningkatan kadar semen sebagai berikut :

$$q_u(t) = q_u(t_0) + K \log t/t_0 \dots\dots\dots(2.1)$$

dengan :

- $q_u(t)$  = nilai kuat tekan bebas pada hari ke  $t$ , Kpa.
- $q_u(t_0)$  = nilai kuat tekan bebas pada hari ke  $t_0$ , Kpa.
- $Aw$  = kadar semen, % terhadap masa
- $K$  = 480  $Aw$  untuk tanah butir kasar dan  
70  $Aw$  untuk tanah butir halus.
- $t$  = waktu pemeraman

## 3. DATA DAN ANALISIS

### 3.1 Komposisi Kimia dan Mineral Lempung Lunak serta P.C.

Pengujian mineralogi untuk mengidentifikasi komposisi kimia dan komposisi mineral dilaksanakan di Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Mineral Bandung. Hasil pengujian analisis kimia dapat dilihat pada Tabel 3.1.

**Tabel 3.1 Hasil pengujian analisis kimia**

No.	Senyawa	Satuan	Lempung Lunak P. Rimau <sup>1)</sup>	P.C.
1	Silika Dioksida (SiO <sub>2</sub> )	%	59.44	21.50
2	Alumunium Peroksida (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	%	16.06	4.90
3	Ferri Oksida (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	%	7.85	3.07
4	Titanium Dioksida (TiO <sub>2</sub> )	%	0.59	
5	Kalsium Monoksida (CaO)	%	0.31	60.96
6	Magnesium Monoksida (MgO)	%	1.20	2.30
7	Kalium Monoksida (K <sub>2</sub> O)	%	1.30	
8	Natrium Monoksida (Na <sub>2</sub> O)	%	0.36	
9	Hilang Pijar (LOI)	%	12.33	
10	Kapasitas Tukar Ion (KTK)	Meq/100g	16.60	
11	Belerang Oksida (SO <sub>3</sub> )	%		1.72

1) Hasil Pengujian PPTM (1997)

Dari Tabel 3.1. terlihat bahwa kandungan utama dari deposit tanah tersebut terdiri dari silika (59.44%) dan alumina (16.06%) yang memungkinkan terjadinya sementasi.

Senyawa CaO (Kalsium Monoksida) merupakan senyawa yang dominan pada semen (P.C.), diikuti oleh senyawa SiO<sub>2</sub> (Silika Dioksida). Kedua senyawa ini adalah senyawa penting sehubungan dengan kemampuan menyerap air dalam proses hidrasi.

Hasil pengujian X-RD pada Tabel 3.2. menunjukkan komposisi mineral yang dikandung oleh lempung lunak P. Rimau. Komposisi mineral yang perlu diperhatikan karena mempengaruhi sifat rekayasanya adalah keberadaan *montmorillonite* (kelompok *smectite*). Pada umumnya terdapat 3 kelompok struktur mineral lempung yang penting untuk keperluan rekayasa yaitu: kelompok *kaolinite* pada umumnya tidak ekspansif, kelompok mica (*illite* dan *vermiculite*) pada umumnya mengembang tetapi tidak menimbulkan masalah, kelompok *smectite* (*montmorillonite*) mempunyai kemampuan mengembang yang sangat besar dan menimbulkan masalah.

**Tabel 3.2 Hasil pengujian X-RD**

Jenis Tanah	Lempung Lunak P. Rimau <sup>1)</sup>
Kandungan Mineral	<i>Quartz, low</i> <i>Kaolinite</i> <i>Illite</i> <i>Montmorillonite</i>

1) Hasil Pengujian PPTM (1997)

Kandungan mineral yang dominan dapat pula ditentukan dengan melihat nilai aktifitas  $A = PI / \text{Persen Fraksi Lempung} = 5,572 \%$ . Dari Tabel 3.3, terlihat bahwa kandungan mineral yang dominan adalah kelompok *Smectite*.

Tabel 3.3 Kapasitas bertukarnya ion sehubungan partikel tanah

Mineral	Aktivitas (A)
<i>Smectites</i>	1 - 7
<i>Illite</i>	0,5 - 1
<i>Kaolinite</i>	0,5
<i>Halloysite (2H<sub>2</sub>O)</i>	0,5
<i>Halloysite (4H<sub>2</sub>O)</i>	0,1
<i>Attapulgit</i>	0,5 - 1,2
<i>Allophane</i>	0,5 - 1,2

### 3.2 Sifat Fisik Tanah

Sifat fisik tanah lempung lunak P. Rimau Sumatera Selatan dapat dilihat pada Tabel 3.4.

Tabel 3.4 Data sifat fisik tanah lempung P. Rimau Sumatera Selatan

No.	Deskripsi	Lempung Lunak P. Rimau
1	Specific Gravity	2.48
2	Batas Cair	130 - 150 %
3	Batas Plastis	20 - 30 %
4	Indeks Plastisitas	110-120%
5	Lolos Saringan No. 200	94 - 98 %
6	Kadar Air	120 - 190 %
7	Berat Isi Kering	0,49 t/m <sup>3</sup>

Berdasarkan uji batas-batas Atterberg dan analisa saringan diperoleh harga batas cair = 134.50 %, indeks plastisitas = 113.41%, butiran yang lolos saringan No. 200 = 94.27 %, maka tanah P. Rimau Sumatera Selatan menurut klasifikasi AASHTO masuk ke dalam kelompok A-7-6 dengan tipe material *Clayey Soil* (tanah berlempung) dari *sub-grade rating fair to poor* (biasa sampai jelek).

### 3.3 Nilai Kuat Tekan Bebas Tanah Asli

Hasil uji Kuat Tekan Bebas (*Unconfined Compressive Strength*) terhadap tanah asli tanpa campuran dalam variasi waktu pemeraman dapat dilihat pada Tabel 3.5. Agar perilaku dan fenomena dari semen terhadap tanah yang diteliti dapat dibandingkan dalam suatu

tingkat rujukan yang sama, maka tanah asli diperlakukan sama dalam hal waktu pemeraman. Berdasarkan harga Kuat Tekan Bebas ( $q_u$ ) maka tanah dengan waktu pemeraman 0-3 hari dikategorikan sebagai lempung sangat lunak ( $q_u < 0.25 \text{ kg/cm}^2$ ), sedangkan tanah dengan waktu pemeraman 7-21 hari dikategorikan sebagai lempung lunak sampai dengan sedang ( $0.25 - 1 \text{ kg/cm}^2$ ).

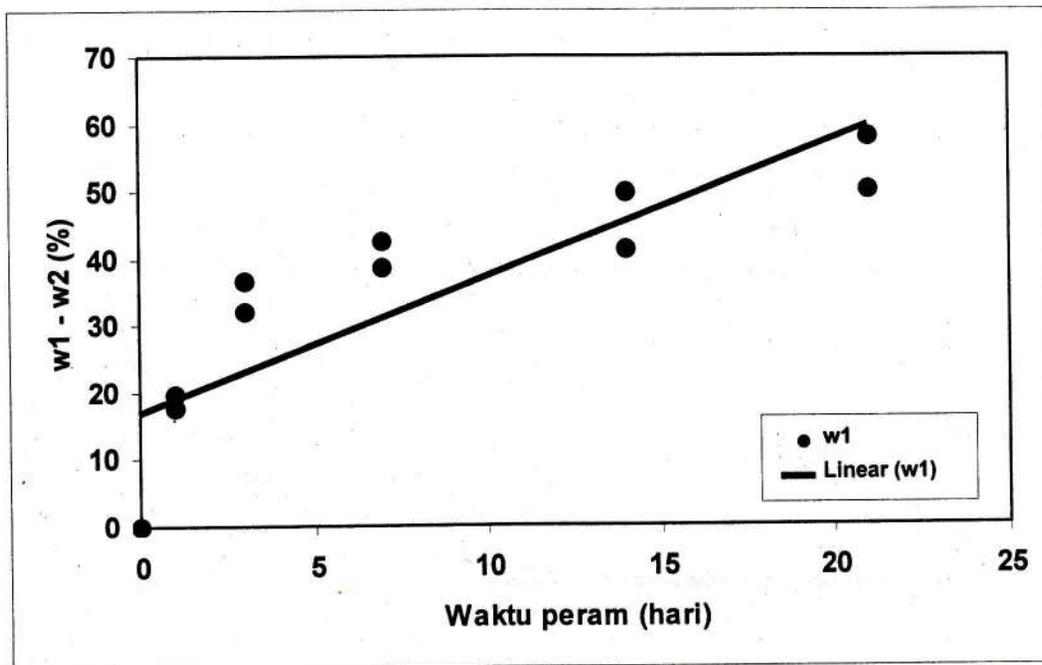
Menurut Terzaghi dan Peck (1967) berdasarkan nilai sensitivitasnya lempung lunak tersebut termasuk kategori kurang – agak sensitif ( $St < 2$ ) dan ( $2 < St < 4$ ).

**Tabel 3.5 Nilai Kuat Tekan Bebas Tanah Asli dan Kadar Air Masing-masing**

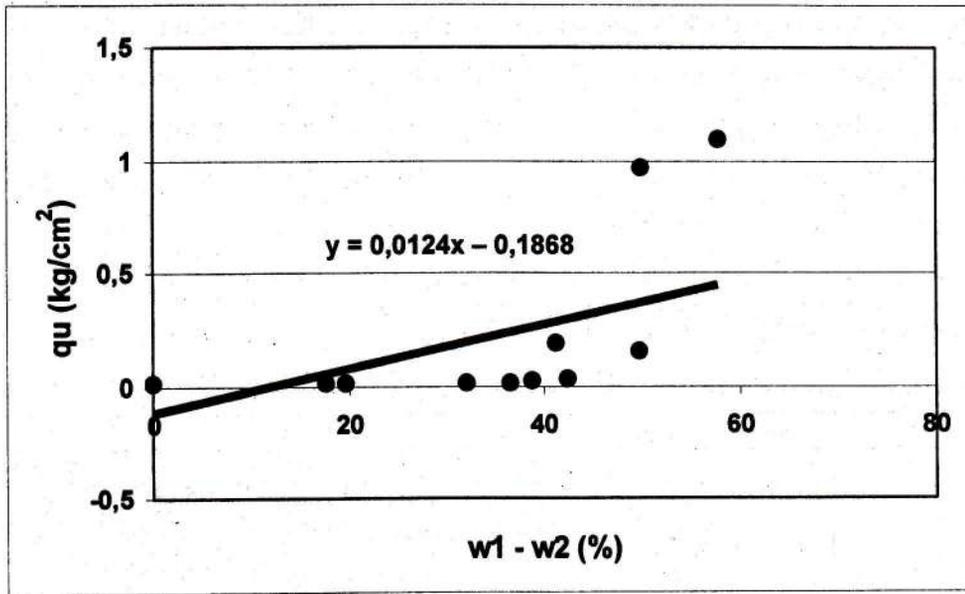
Waktu Peram	Tidak Terganggu	Terganggu				
	0 hari	1 hari	3 hari	7 hari	14 hari	21 hari
$q_u$ ( $\text{kg/cm}^2$ )	0.0093	0.0121	0.0118	0.021	0.1523	0.9724
w1 (%)	172.74	172.74	181.16	181.16	157.63	123.09
w2 (%)	172.74	153.09	149.02	142.45	107.88	73.2
w1 - w2	0	19.65	32.14	38.71	49.75	49.89
$q_u$ ( $\text{kg/cm}^2$ )	0.0109	0.0128	0.0138	0.0337	0.1898	1.0946
w1 (%)	164.18	164.18	181.16	181.16	145.98	123.09
w2 (%)	164.18	146.51	144.52	138.19	104.79	65.29
w1 - w2	0	17.67	36.64	42.47	41.19	57.8

w1 : Kadar air sebelum mulai diperam

w2 : Kadar air setelah uji Kuat Tekan Bebas

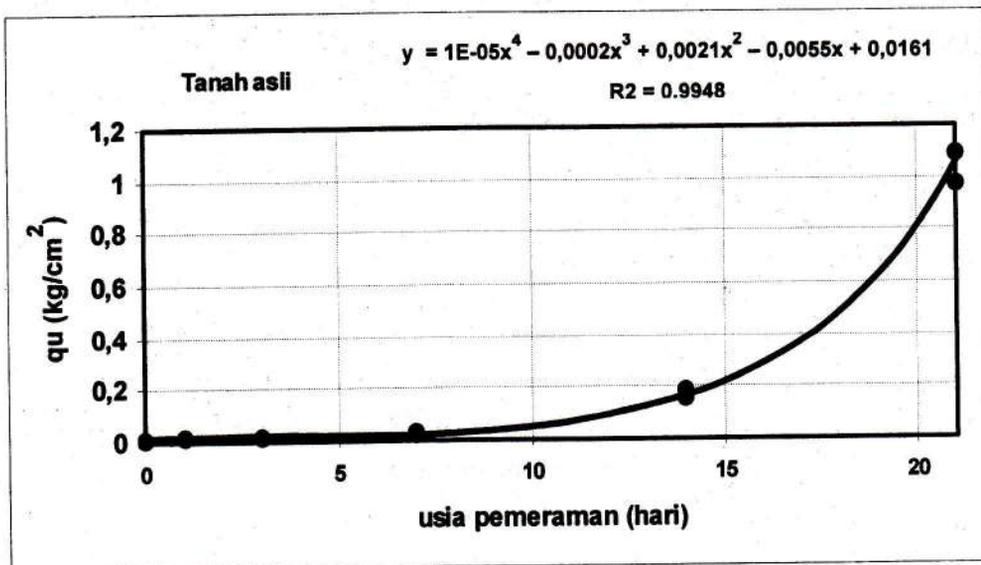


**Gambar 3.1 Hubungan Waktu Peram Dengan Pengurangan Kadar Air Untuk Tanah Asli**



Gambar 3.2. Hubungan Pengurangan Kadar Air Dan Kuat Tekan Bebas Untuk Tanah Asli

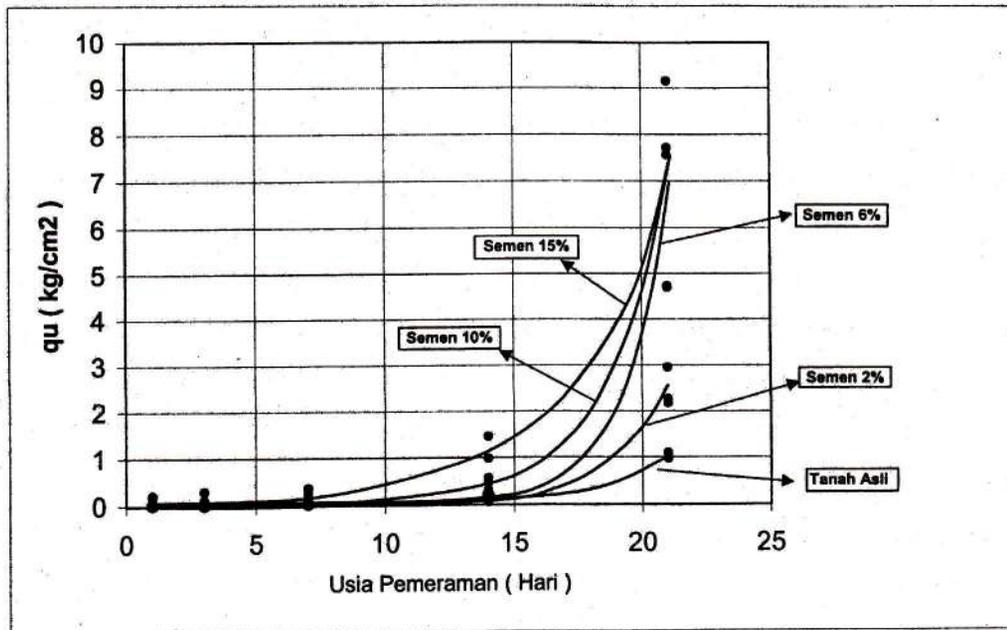
Dari Gambar 3.1 dapat dilihat bahwa semakin besar waktu pemeraman semakin besar pengurangan kadar air. Sedangkan dari Gambar 3.2 terlihat pengurangan kadar air memberikan peningkatan kekuatan tanah asli. Dapat disimpulkan selama waktu pemeraman terjadi pengurangan kadar air yang menyebabkan peningkatan kekuatan tanah asli (Gambar 3.3).



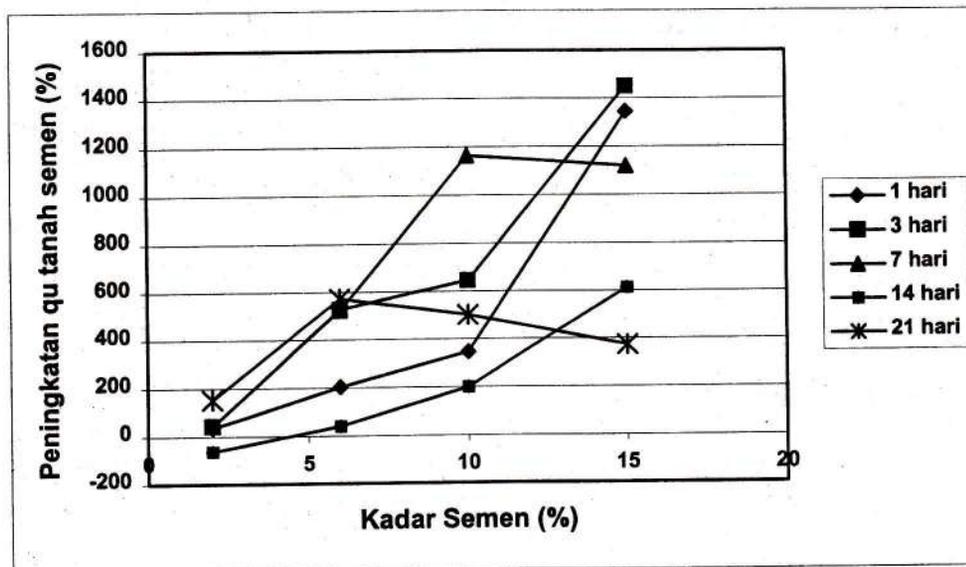
Gambar 3.3 Hubungan Kuat Tekan Bebas Dengan Usia Pemeraman

### 3.4 Pengaruh Semen dan Waktu Pemeraman Terhadap Kekuatan Tanah.

Pengaruh penambahan semen dan waktu pemeraman terhadap kekuatan tanah dapat dilihat pada Gambar 3.4 dan Gambar 3.5.



Gambar 3.4 Hubungan Peningkatan Qu Tanah Semen Terhadap Persentase Kadar Semen



Gambar 3.5 Hubungan Persentase Peningkatan qu Tanah Semen Terhadap Kadar Semen

Gambar tersebut memperlihatkan 2 hal :

1. Sejalan dengan peningkatan kadar semen terjadi peningkatan kekuatan tanah semen.
2. Dengan bertambahnya waktu pemeraman kekuatan tanah semen meningkat

Efek umur sangat berpengaruh terhadap kuat tekan bebas tanah semen (Ingles, 1972). Namun karena beberapa faktor, terdapat beberapa data yang tidak memenuhi kedua kondisi tersebut diatas. Faktor-faktor ini tidak bisa lepas dari karakteristik tanah aslinya seperti pengaruh fraksi halus, jenis mineral pembentuk tanah, banyak sedikitnya kandungan bahan organik, pengadukan tanah semen yang tidak seragam dan sebagainya.

Meningkat penambahan kadar semen dan penambahan waktu peram hampir selalu diikuti oleh penambahan kekuatan, maka nilai  $q_u$  yang optimum bukanlah nilai  $q_u$  terbesar (maksimum). Tetapi suatu nilai  $q_u$  yang memberikan selisih kenaikan terbesar dari nilai  $q_u$  satu ke nilai  $q_u$  yang lainnya.

Untuk setiap kadar semen, persen kenaikan harga kuat tekan bebas,  $q_u$ , dihitung terhadap tanah asli (0%) untuk masa pemeraman yang sama. Persentase peningkatan harga kuat tekan bebas rata-rata akibat penambahan kadar semen dapat dilihat pada Tabel 3.6.

Ternyata peningkatan harga  $q_u$  untuk penambahan semen 2 – 6 % relatif lebih kecil bila dibandingkan dengan peningkatan harga  $q_u$  untuk penambahan semen 10 – 15 %, hal ini dapat dilihat pada gambar 3.5. Sehingga penambahan semen 10 % dinyatakan sebagai nilai optimum. Persentase peningkatan harga  $q_u$  nilainya mengecil setelah waktu peram 14 hari, sehingga lama pemeraman 7 hari dinyatakan sebagai nilai optimum pemeraman.

**Tabel 3.6 Persentase Peningkatan Kuat Tekan Rata-Rata**

Waktu Peram	% semen	0	2	6	10	15
1 hari	$q_u$ (kg/cm <sup>2</sup> )	0.01245	0.01675	0.03780	0.05540	0.17980
	% naik		34.54%	203.61%	344.98%	1344.18%
3 hari	$q_u$ (kg/cm <sup>2</sup> )	0.01280	0.01828	0.08010	0.09545	0.19830
	% naik		42.81%	525.78%	645.31%	1449.22%
7 hari	$q_u$ (kg/cm <sup>2</sup> )	0.02735	0.03963	0.17040	0.34540	0.33330
	% naik		44.90%	523.03%	1162.89%	1118.65%
14 hari	$q_u$ (kg/cm <sup>2</sup> )	0.17110	0.06460	0.24090	0.51250	1.21780
	% naik		-62.24%	40.79%	199.53%	611.75%
21 hari	$q_u$ (kg/cm <sup>2</sup> )	1.03500	2.60690	6.94260	6.20440	4.86820
	% naik		152.24%	571.76%	500.33%	371.04%

### 3.5 Pengaruh Penambahan Senyawa Kimia Terhadap Kekuatan Tanah Semen Dengan Perendaman

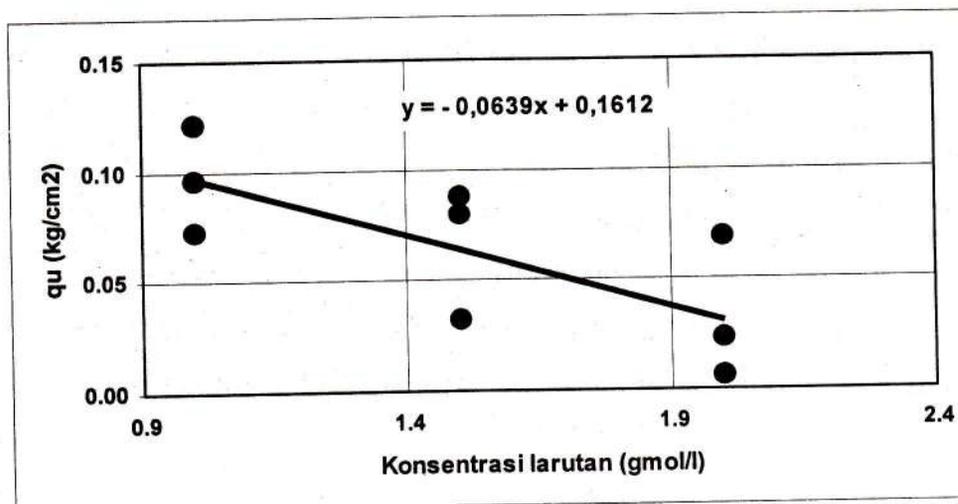
Dalam penelitian ini senyawa kimia yang digunakan untuk merendam tanah semen adalah NaOH, KOH, dan Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> dengan variasi konsentrasi 1, 1.5, dan 2 gmol/l. Konsentrasi ini diharapkan dapat menaikkan kekuatan tanah semen optimum. Kadar semen optimum yang digunakan adalah 10% dengan usia pemeraman 7 hari.

Hasil uji kuat tekan bebas pada tanah semen 10% yang direndam senyawa kimia selama 7 hari dapat dilihat pada Tabel 3.7.

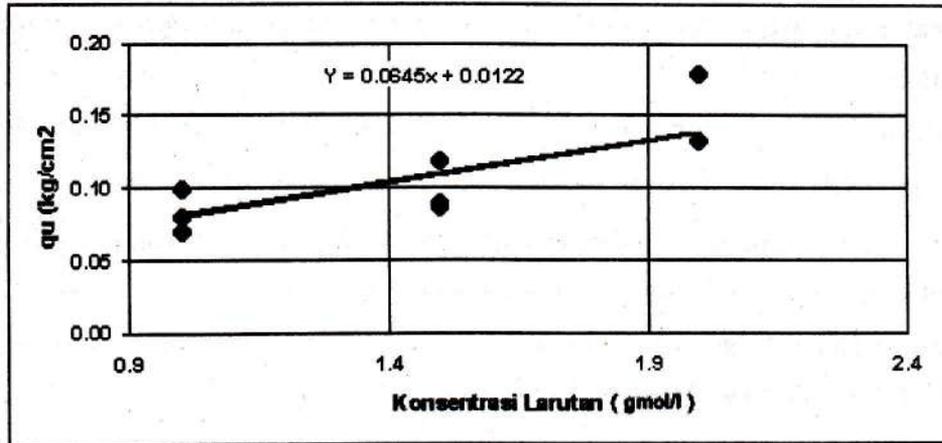
Tabel 3.7 Nilai Kuat Tekan Bebas Tanah Semen + Bahan Kimia

Bahan Kimia	q <sub>u</sub> ( kg/cm <sup>2</sup> )		
	Konsentrasi bahan kimia		
	1 gmol/l	1.5 gmol/l	2 gmol/l
Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	0.0730	0.0321	0.0061
	0.0958	0.0795	0.0237
	0.1215	0.0880	0.0689
NaOH	0.0685	0.0859	0.1312
	0.0795	0.0890	0.1314
	0.0989	0.1184	0.1777
KOH	0.0321	0.0496	0.2062
	0.0365	0.0761	0.2075
	0.0726	0.0787	0.2461

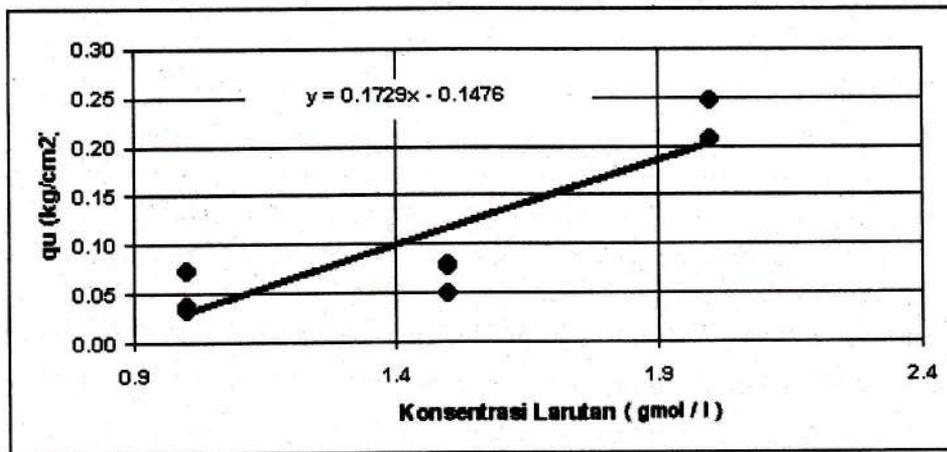
Kekuatan tanah semen + bahan kimia (q<sub>u</sub>) berkisar pada nilai 0.0061-0.2461 kg/cm<sup>2</sup>. Penambahan Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> dengan konsentrasi yang semakin besar memberikan kekuatan tanah (nilai q<sub>u</sub>) yang semakin kecil. Hal ini tidak terjadi pada penambahan NaOH dan KOH, dimana peningkatan konsentrasi menghasilkan peningkatan kekuatan tanah (nilai q<sub>u</sub>).



Gambar 3.6 Grafik Hubungan q<sub>u</sub> Dan Konsentrasi Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>



Gambar 3.7 Grafik Hubungan  $q_u$  Dan Konsentrasi NaOH



Gambar 3.8 Grafik Hubungan  $q_u$  Dan Konsentrasi KOH

Pada gambar 3.6., 3.7., dan 3.8. dapat dilihat korelasi antar kuat tekan bebas dan konsentrasi bahan-bahan kimia didekati dengan persamaan linier sebagai berikut:

$$Y = - 0.1729 X + 0.1612 \text{ untuk } \text{Na}_2\text{CO}_3$$

$$Y = 0.0645 X + 0.0645 \text{ untuk NaOH}$$

$$Y = 0.1729 X - 0.1476 \text{ untuk KOH}$$

Persamaan diatas menunjukkan kekuatan tanah semen yang diperoleh dari penambahan senyawa kimia dapat dikatakan tergantung dari konsentrasinya.

## 4. KESIMPULAN DAN SARAN

### 4.1 Kesimpulan

Dari percobaan-percobaan yang dilakukan dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Tanah yang digunakan adalah lempung lunak dengan mineral dominan *montmorillonite* dan mempunyai kadar air tinggi
2. Dengan menambahkan semen sebanyak 2 – 15% kekuatan tanah meningkat. Peningkatan mencapai 500 – 1450% untuk kadar semen 6 – 15 %. Kadar optimum semen adalah 10%. Waktu pemeraman optimum adalah 7 hari.
3. Kekuatan tanah semen + bahan kimia (qu) berkisar pada nilai 0.0061-0.2461 kg/cm<sup>2</sup>. Penambahan Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> dengan konsentrasi yang semakin besar memberikan kekuatan tanah (nilai qu) yang semakin kecil, sedangkan penambahan NaOH dan KOH, menghasilkan peningkatan kekuatan tanah (nilai qu).

### 4.2 Saran

1. Bahan kimia yang digunakan untuk stabilisasi tanah lebih banyak jenisnya dan konsentrasinya lebih dari 2 gmol/l.
2. Menggunakan alat triaxial untuk uji kekuatan hasil stabilisasi.

## DAFTAR PUSTAKA

1. Bergado, D. T. [ et al ], ( 1996 ), *Soft Ground Improvement in Low Land and Other Environment*, ASCE Press, New York.
2. Chen, F. H. ( 1976 ), *Foundation in Expansive Soils*, Elsevier Scientific Publishing Company, New York.
3. Grim, R. E. ( 1962 ), *Applied Clay Mineralogy*, McGraw-Hill Book Company, New York.
4. Head K. H. ( 1981 ), *Manual of Soil Laboratory Testing*, Pentech Press, London.
5. Ingels, O. G. and Metcalf, J. B. ( 1972 ), *Soil Stabilization Principles and Practice*, Butterworths, Sydney.
6. Kezdi, A. ( 1979 ), *Stabilized Earth Roads*, Elsevier Scientific Publishing Company, New York.

7. Lambe, T. W. and Whitman, R. V. ( 1962 ), *Soil Stabilization, Foundation Engineering*, Ed. G. A., Leonards, Mc. Graw Hill, New York.
8. Mitchell, J. K. ( 1976 ), *Fundamentals of Soil Behavior*, John Wiley and Sons, Inc, New York.
9. Schaefer, Vernon R. [ et al ], ( 1997 ), *Ground Improvement, Ground Reinforcement, Ground Treatment, Developments 1987 – 1997, Proceedings of Sessions Sponsored by The Committee on Soil Improvement and Geosynthetics of The Geo-Institute of The American Society of Civil Engineers in Conjunction with Geo-Logan '97*, ASCE, Reston, Virginia.

#### **RIWAYAT PENULIS**

<sup>[1]</sup> **Asriwiyanti Desiani Ir.,MT.** adalah dosen jurusan Teknik Sipil Universitas Kristen Maranatha