

STABILISASI LEMPUNG EXPANSIVE DENGAN SCMT METHODE

Oleh :

- Idrus, Ir, MSc* - Staf Pengajar Jurusan Teknik Sipil FTSP-ISTN Jakarta
- Himpunan Akhli Teknik Tanah Indonesia (HATTI)
- Wawan K Ir MT* - Laboratorium Mekanika Tanah I.S.T.N
- Himpunan Akhli Teknik Tanah Indonesia (HATTI)

Abstaks

Telah banyak penelitian stabilisasi tanah dilakukan dengan menggunakan Portland Cement (PC) sebagai stabilisator untuk peningkatan daya dukung tanah. Small Compaction Mould Test (SCMT) metode adalah suatu alternative pengujian kepadatan dilaboratorium apabila kita tidak memiliki cukup contoh tanah jika dilakukan dengan cara ASTM, namun dengan hasil yang sama dengan cara ASTM. Dengan menggunakan SCMT sample uji dapat langsung dipakai untuk pengujian kuat geser dengan Unconfined Compression Test.

1 . Pendahuluan

Uji kepadatan dilaboratorium adalah suatu kebutuhan yang mutlak dilakukan apabila akan dilakukan pekerjaan pemadatan tanah dilapangan. Dengan uji kepadatan dilaboratorium didapat informasi tentang kondisi kadar air optimum atau kondisi kadar air yang akan mendapatkan hasil kepadatan maksimum bila tanah dipadatkan. Juga akan didapat parameter kepadatan maksimum dengan energi tertentu yang selanjutnya parameter maksimum ini ($\gamma_d \text{ max}$) menjadi acuan untuk melakukan pengawasan / controle pekerjaan pemadatan dilapangan dengan spesifikasi yang ditentukan.

Dalam pengujian kepadatan dilaboratorium diperlukan sejumlah contoh tanah sesuai dengan uji kepadatan standard atau modified (ASTM D 698 atau D 1557). Untuk uji standard / modified diperlukan sample sebanyak minimal 25 lbs ($\pm 12,5 \text{ kg}$) untuk cara A ASTM dan 50 lbs ($\pm 25 \text{ kg}$) untuk cara B ASTM. Contoh tanah ini harus lolos dari ayakan No: 4. Bahkan untuk mengantisipasi hasil uji yang didapat, kadang dibutuhkan jumlah contoh tanah yang lebih. Hal ini sering terjadi karena tidak didapatnya titik kadar air optimum (dapat terlalu kering atau terlalu basah), sehingga diperlukan test ulang dengan kadar air sample yang lain (lebih basah atai lebih kering).

Pengujian kepadatan tanah dilaboratorium dengan Metode "SCM" (Small Compaction Mould) ini bermula pada pengalaman dilaboratorium Mekanika Tanah (1991 s/d 1999) dimana, para konsultan mengirimkan contoh tanah ke laboratorium untuk pengujian kepadatan tanah dengan jumlah yang sedikit (kurang dari yang disyaratkan ASTM) . Contoh tanah dibawa dari lokasi penempatan transmigrasi di seluruh Indonesia, dengan lokasi yang banyak serta jarak yang jauh. Sehingga kami melakukan uji coba dengan membuat Mould (cetakan) pemadatan yang diperkecil dengan energy pemadatnya pun diperkecil, namun dengan hasil yang samap dengan asan yang dimaksud adalah cara ASTM D 698 adan ASTM D 1557. Pengujian ini dilakukan Laboratorium Mekanika Tanah I.S.T.N Jakarta .

II. Pengujian Kepadatan Standard dan Modified

Pengujian kepadatan Standard dilaboratorium mengacu standar code ASTM D 698 dan kepadatan Modified dilaboratorium mengacu pada code ASTM D 1557.

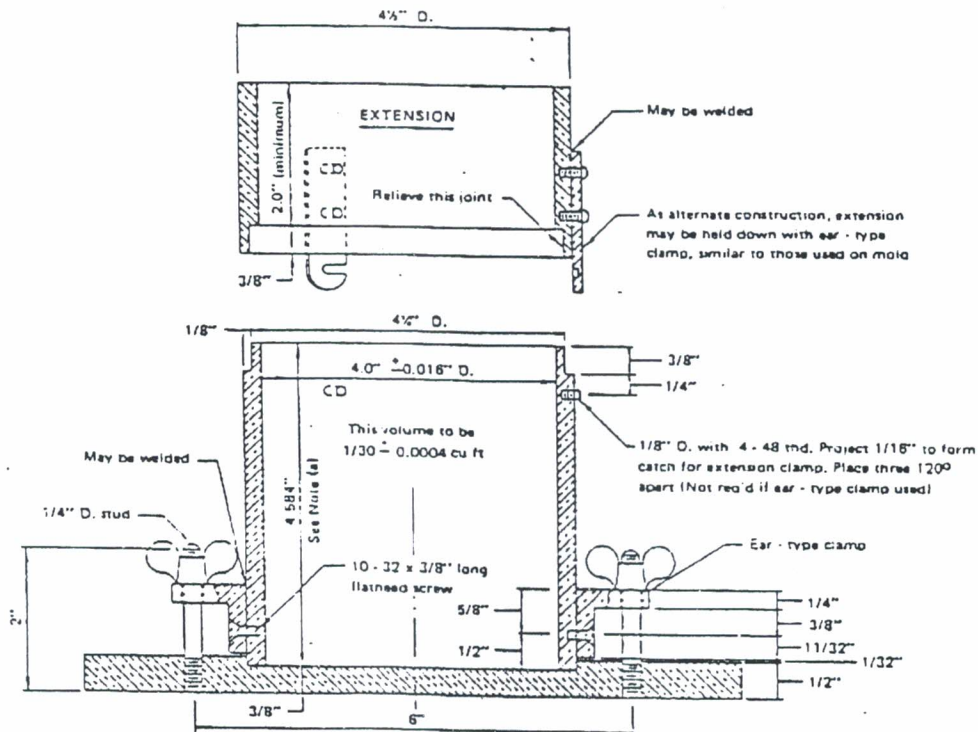
Table 2.1
Ikhtisar Kepadatan Laboratorium dengan ASTM Standard

Standard Compaction (11kg s/d 15 kg)

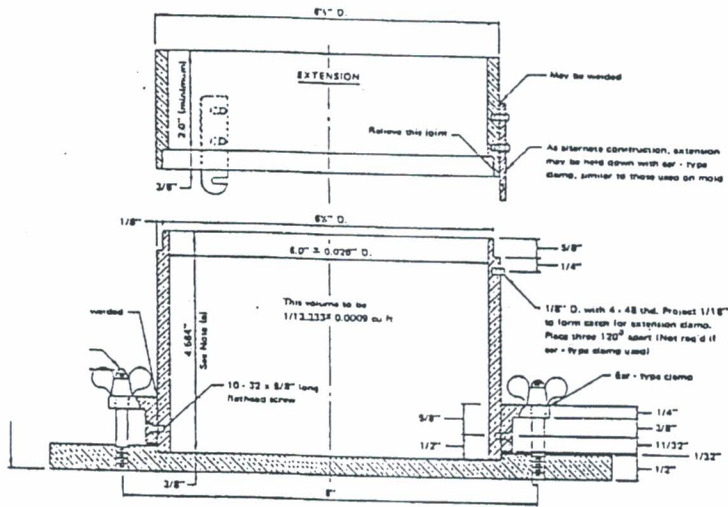
Method	Dia Mould	Hammer bls	Sieve	Layer	Blow/Layer
A	4"	5,5	No 4	3	25
B	6"	5,5	No 4	3	56
C	4"	5,5	19 mm	3	25
D	6"	5,5	19 mm	3	56

Modified Compaction (23 kg s/d 30 kg)

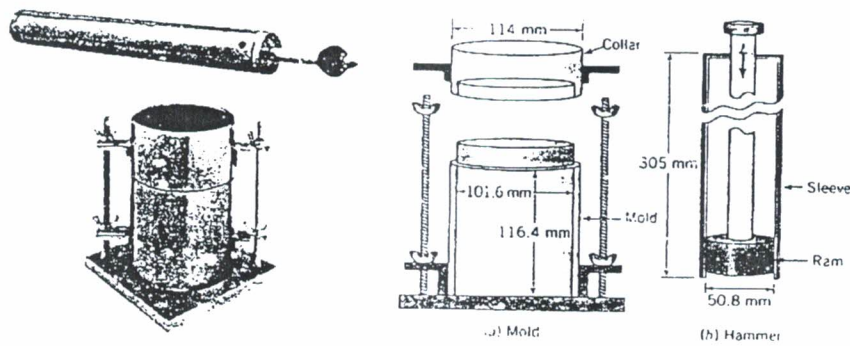
Method	Dia Mould	Hammer bls	Sieve	Layer	Blow/Layer
A	4"	10	No 4	5	25
B	6"	10	No 4	5	56
C	4"	10	19 mm	5	25
D	6"	10	19 mm	5	56



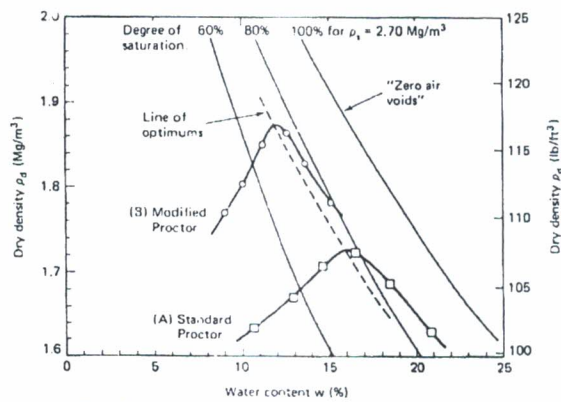
Gambar 2.1 Compaction Mould 4 Inches Diameter



Gambar 2.2. Compaction Mould 6 Inches Diameter



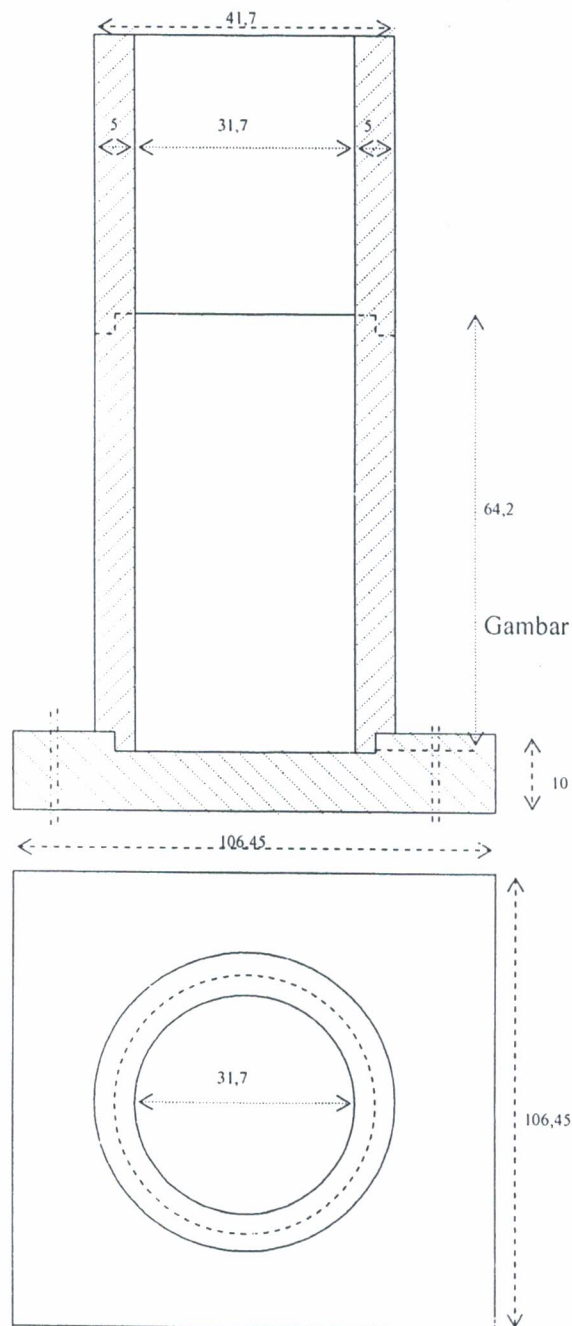
Gambar 2.3. Mould dan Hammer



Gambar 2.4 Kurva Pematatan Standard dan Modified Proctor

III. Pemadatan dengan SCMT Methode.

Uji Kepadatan laboratorium dengan SCMT Methode ini, dimaksudkan agar jumlah sampel tanah menjadi sedikit dengan hasil uji kepadatan maksimum serta kadar air optimum yang sama dengan uji laboratorium yang dilakukan dengan cara ASTM. Untuk maksud tersebut maka uji coba SCMT ini mengacu hasilnya dari uji ASTM.



Gambar 3.1 Mould SCMT

3.1 Energi Pematik.

Energi pemadatan yang dilakukan pada cetakan/mould pematik (E) dapat dihitung sbb :

$$E = \frac{L \times N \times W \times h}{V}$$

Dimana : E Energi pemadatan
L Jumlah Lapisan
N Jumlah Pukulan / lapisan
W Berat Penumbuk
h Tinggi jatuh penumbuk
V Volume Mould

Pada SCMT Methode standard, Volume mould seperti pada gambar 3.1 yaitu 50,48 cm³ atau 0,001783 ft³, sedangkan berat hammer dibuat sebesar 295,3 grm = 0,651 lbs, dengan tinggi jatuh 17 cm = 0,557 ft.

Jumlah lapisan = 3 lapisan

Maka dengan energi yang sama pada cara A ASTM, akan didapat jumlah pukulan/lapisan yang dibutuhkan.

Pada cara A ASTM D 698 didapat $E = 25 \times 3 \times 5,5 \text{ lb} \times 1 \text{ ft} / (0,0333177 \text{ ft}^3)$
 $= 12380,815 \text{ ft} \cdot \text{lb} / \text{ft}^3$

Energi equivalent untuk cara SCMT metode harus = E pada cara A ASTM D 698.

Jumlah pukulan pada SCMT

N didapat 20 pukulan / Layer

Pada SCMT Methode Modified, Volume mould seperti pada gambar 3.1 yaitu 50,48 cm³ atau 0,001783 ft³, sedangkan berat hammer dibuat sebesar 756 grm = 1,6652 lbs, dengan tinggi jatuh 30 cm = 0,984 ft.

Jumlah lapisan = 5 lapisan

Maka dengan energi yang sama pada cara A ASTM, akan didapat jumlah pukulan/lapisan yang dibutuhkan.

Pada cara A ASTM D 1557 didapat $E = 25 \times 5 \times 10 \text{ lb} \times 1,5 \text{ ft} / (0,0333177 \text{ ft}^3)$
 $= 56276,39 \text{ ft} \cdot \text{lb} / \text{ft}^3$

Energi equivalent untuk cara SCMT metode harus = E pada cara A ASTM D 1557.

Jumlah pukulan pada SCMT

N didapat 12,24 pukulan / Layer

Uji kepadatan dilaboratorium dengan SCMT Methode ini, hanya dilakukan pada tanah berbutir halus, dimana persiapan contoh tanah sama seperti pada pengujian dengan cara ASTM

Secara teoritis agar didapat kepadatan yang sama, maka energi yang diberikan juga sama.

3.2. Penentuan Jumlah Pukulan / Layer pada SCMT Methode

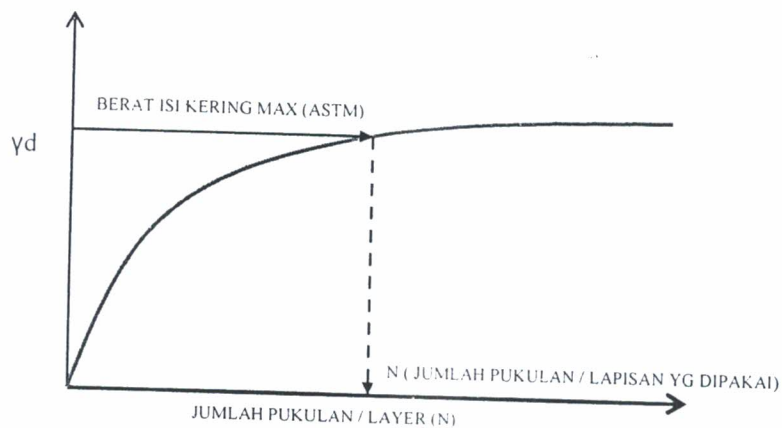
Untuk menentukan jumlah pukulan per lapisan, maka ditentukan terlebih dahulu jumlah layer yang akan dipakai untuk pengujian standard dan modified dengan cara SCMT Methode. Untuk Standard Compaction 3 lapisan, sedangkan untuk Modified Compaction 5 lapisan.

Untuk menentukan jumlah pukulan / lapisan pada SCMT ini, dilakukan dengan 2 (dua) pendekatan.

Pendekatan I (pertama) dengan ekivalent Energy pemadatan yang diberikan berdasarkan Pengujian cara ASTM D 698 dan D 1557.

Pendekatan II (kedua) dengan Trail and Error (coba-coba) dengan metode Trial Compaction. Pada Trial Compaction ini, dicari hubungan antara jumlah pukulan per layer yang diberikan terhadap kepadatan kering yang terjadi.

Pendekatan I (pertama) ini sebagai acuan, sedangkan penentuannya jumlah pukulan per lapisan yang dipakai adalah hasil kepadatan kering (γ_d) yang sama antara cara ASTM dan SCMT Methode.

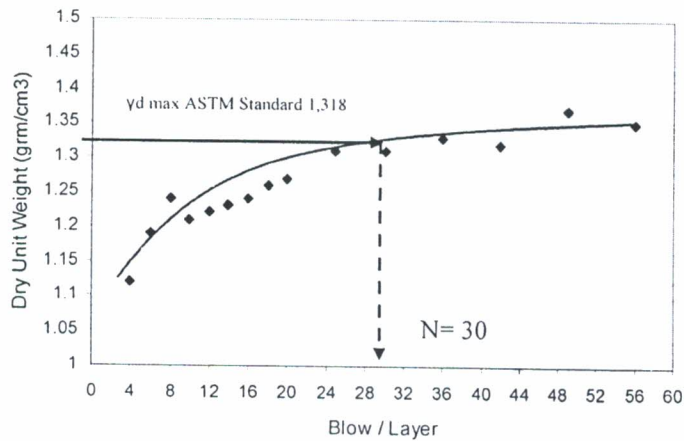


Gambar 3.2 . Penentuan jumlah pukulan/lapisan dengan Trial Compaction

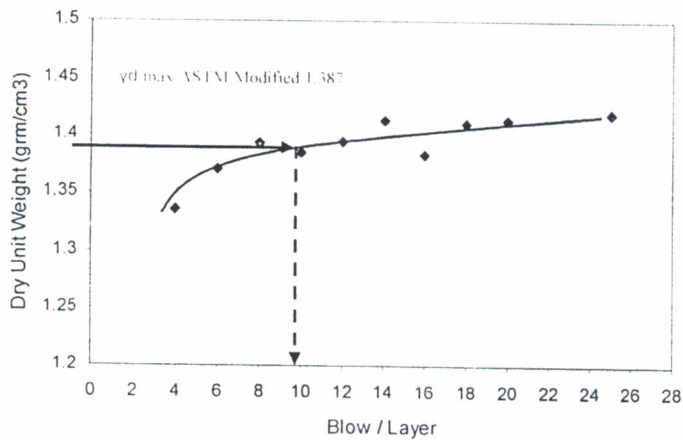
4. Hasil Uji Kepadatan Laboratorium Dengan Cara ASTM dan SCMT Methode.

Untuk mendapatkan hasil yang representatif, maka uji kepadatan dengan cara ASTM dilakukan sebanyak 4 (empat) kali pengujian, yang selanjutnya ditentukan kepadatan kering maksimum rata-rata. Kemudian dilakukan perbandingan dengan cara SCMT Methode, dengan Trail Compaction .

Pengujian Trial Compaction dimulai pada N= 4 pukulan/lapisan sampai dengan N=56 pukulan /lapisan untuk Trial Compaction Standard dan sampai dengan N=25 pukulan/lapisan pada Trial Compaction Modified, didapat hasil sbb :



Gambar 4.1 Trial Compaction pada SCMT Methode (Standard Compaction) Lempung Srengseng



Gambar 4.2 Trial Compaction pada SCMT Methode (Modified Compaction) Lempung Srengseng

Pada cara ASTM Standard didapat berat isi kering maximum (γ_{dmax}) $1,318 \text{ gr/cm}^3$, sedangkan pada N= 30 cara SCMT berat isi kering maximum (γ_{dmax}) $1,316 \text{ gr/cm}^3$

Pada cara ASTM Modified didapat berat isi kering maximum (γ_{dmax}) $1,387 \text{ gr/cm}^3$, sedangkan pada N= 10 cara SCMT berat isi kering maximum (γ_{dmax}) $1,388 \text{ gr/cm}^3$

4.1. Hasil Uji SCMT Standard (N=30) dari berbagai jenis tanah .

Tanah Srengseng + 15 % Pasir

Parameter	ASTM	SCMT Methode
γ_d max.	1.336 gr/cm ³	1.385 gr/cm ³
w opt.	35,45 %	34,7 %

Tanah Srengseng + 40 % Pasir

Parameter	ASTM	SCMT Methode
γ_d max.	1.401 gr/cm ³	1.422 gr/cm ³
w opt.	28,33 %	30,02 %

Tanah Plumpang Semper, Jakarta Utara

Parameter	ASTM	SCMT Methode
γ_d max.	1.469 gr/cm ³	1.453 gr/cm ³
w opt.	43,00 %	50,00 %

Tanah Tenggulang , Sumatra Selatan

Parameter	ASTM	SCMT Methode
γ_d max.	1.66 gr/cm ³	1.64 gr/cm ³
w opt.	19,12 %	19,8 %

Tanah Betung , Sumatra Selatan

Parameter	ASTM	SCMT Methode
γ_d max.	1.49 gr/cm ³	1.45 gr/cm ³
w opt.	27,00 %	26,78 %

4.2. Hasil Uji SCMT Modified (N=10) dari berbagai jenis tanah .

Tanah Srengseng

Parameter	ASTM	SCMT Methode
γ _d max.	1.387 gr/cm ³	1.388 gr/cm ³
w opt.	34,164 %	34,544 %

Tanah Srengseng + 15 % Pasir

Parameter	ASTM	SCMT Methode
γ _d max.	1.380 gr/cm ³	1.381 gr/cm ³
w opt.	23,46 %	31,92 %

Tanah Srengseng + 40 % Pasir

Parameter	ASTM	SCMT Methode
γ _d max.	1.419 gr/cm ³	1.466 gr/cm ³
w opt.	29,80 %	29,49 %

Tanah Plumpang Semper, Jakarta Utara

Parameter	ASTM	SCMT Methode
γ _d max.	1.728 gr/cm ³	1.736 gr/cm ³
w opt.	17,03 %	18,33 %

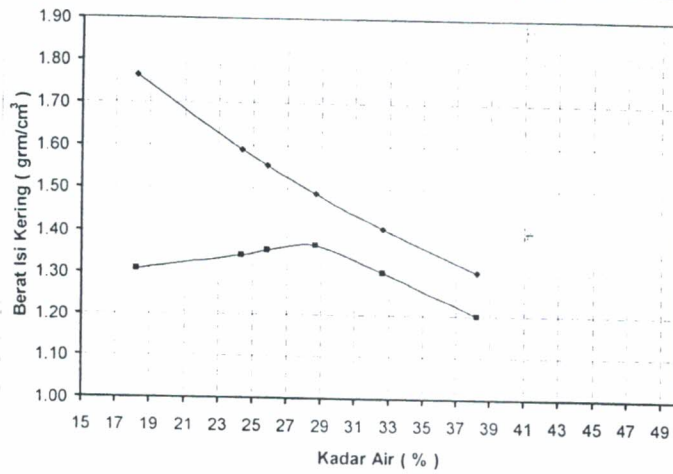
5. Lempung Expansive Deltamas Cikarang.

5.1 Kondisi Tanah Asli

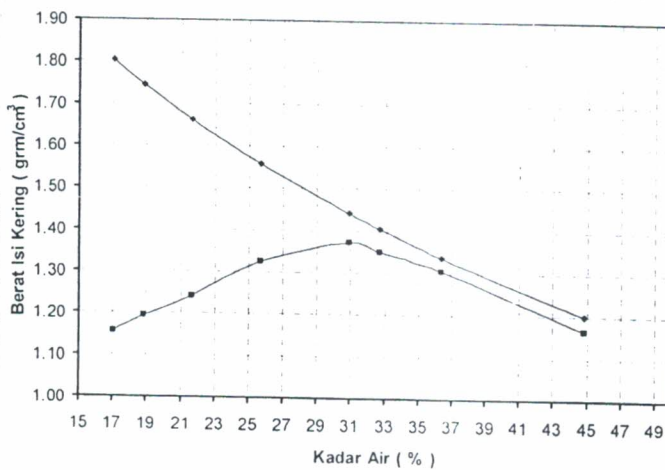
Sifat-sifat Indeks Lempung Deltamas

Liquid Limit (LL)	102,83 %
Plastic Limit (PL)	24,42 %
Plasticity Index (PI)	78,40 %
Specific Gravity	2,62
Grained Sizes Distribution :	
Sand	5,56 %
Silt	12,44 %
Clay	82,00 %
CBR on Standard Proctor	
Unsoaked	12,56 %
Soaked	2,56 %

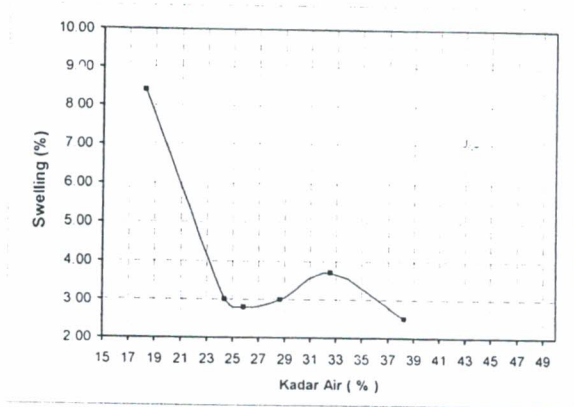
ASTM Standard Compaction Curve Lempung Deltamas



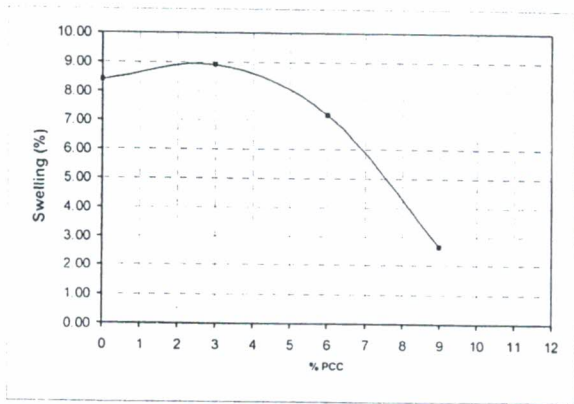
SCMT Standard Compaction Curve Lempung Deltamas



Gambar 5.1.1 Kurva Hasil Uji Pemadatan Standard dengan cara ASTM D698 dan SCMT Methode

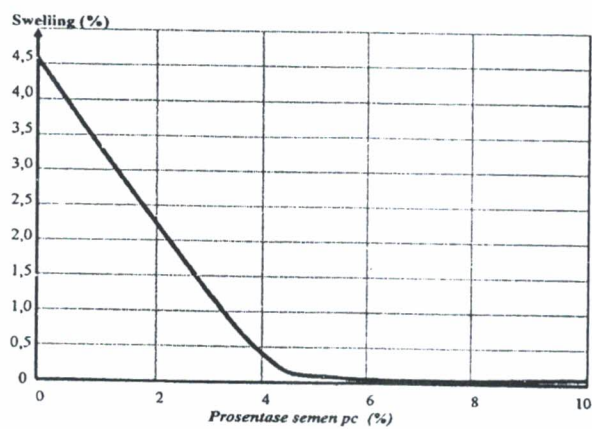


(a)



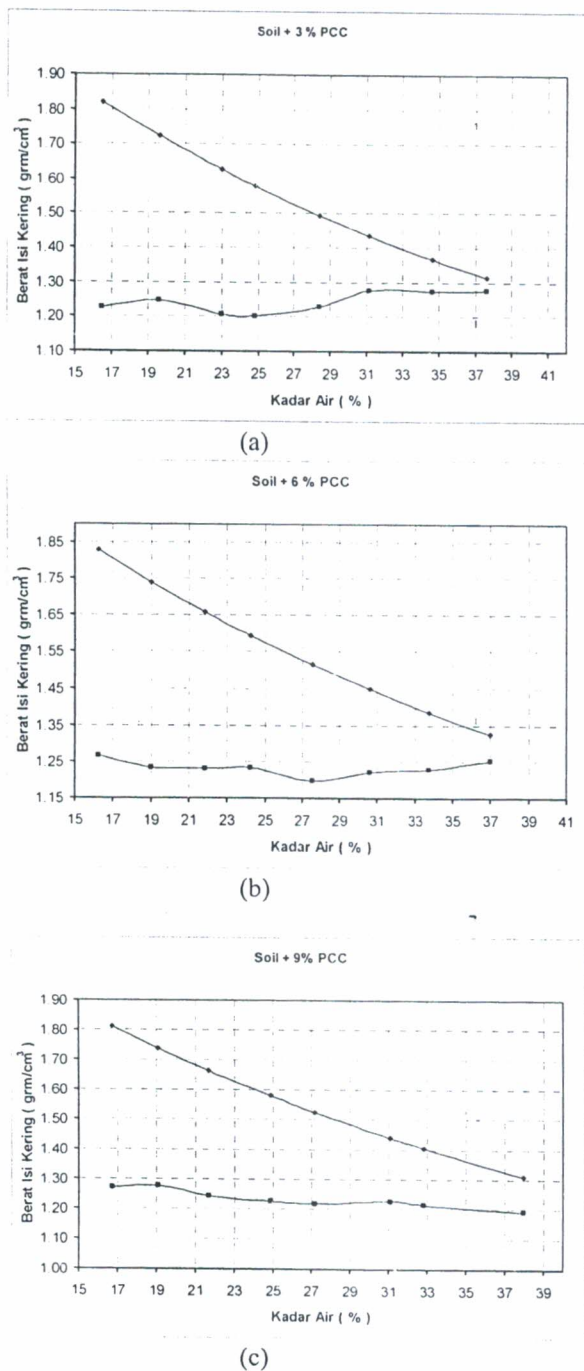
(b)

Gambar 5.1.2. Uji Swelling pada Lempung Deltamas (a) Tanah asli
(b) Distabilisasi dengan PCC



Gambar 5.1.3. Swelling Lempung Losari dengan % PC (Idrus 1990)

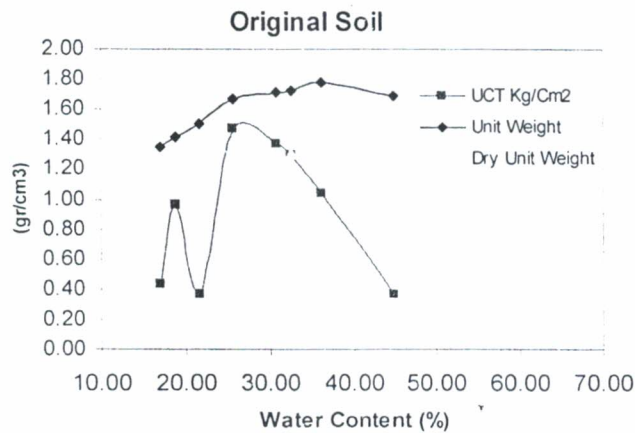
5.2. Stabilisasi Dengan Semen PCC



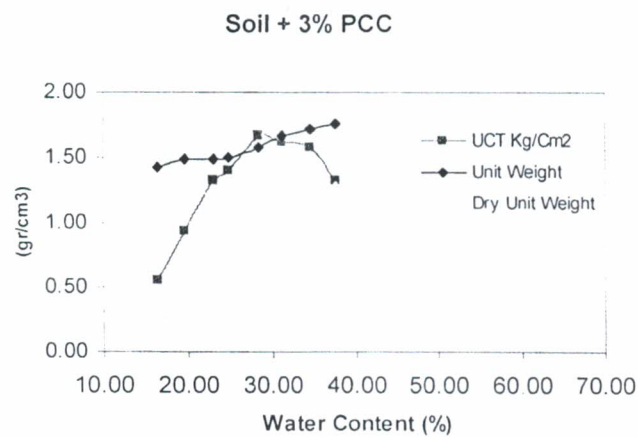
Gambar 5.2.1. Hasil Uji Pemadatan Laboratorium Dengan SCMT .(a) 3% PCC (b) 6% PCC dan (c) 9% PCC

Dari hasil diatas, dapat dilihat bahwa akibat pemakaian PCC pada lempung Deltamas, maka bentuk kurva pemadatan laboratoriumnya berbentuk berbeda dengan kondisi kurva tanah asli. Pada stabilisasi dengan PCC bentuk kurva pemadatan kecenderungannya memiliki 2 (dua) puncak optimum, dengan selisih kepadatan tanah yang tidak significant dibandingkan perubahan kadar air optimumnya. Karena sample uji pada SCMT Methode ini bentuknya serta ukurannya seperti sample uji untuk pengujian Uji Tekan Bebas (Unconfined Compression Test), maka setelah dilakukan pemadatan pada cetakan SCMT, dapat langsung diuji kuta tekan bebasnya (UCT).

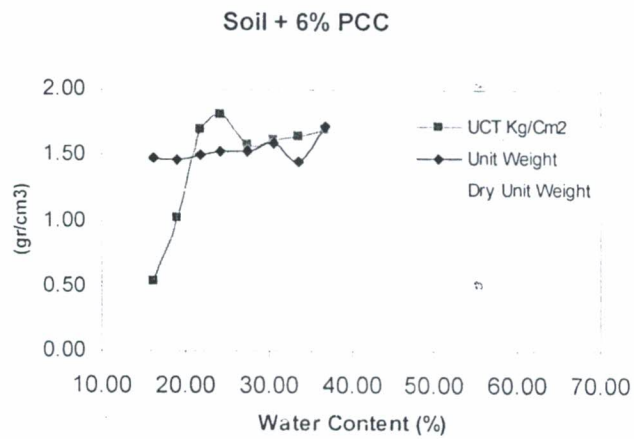
Hasil uji Unconfined Compression Test seperti garfik berikut :



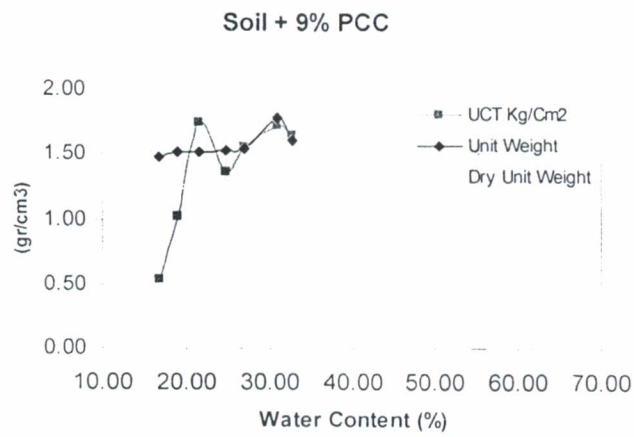
Gambar 5.2.2 Uji UCT dari hasil SCMT Methode pada tanah asli



(a)

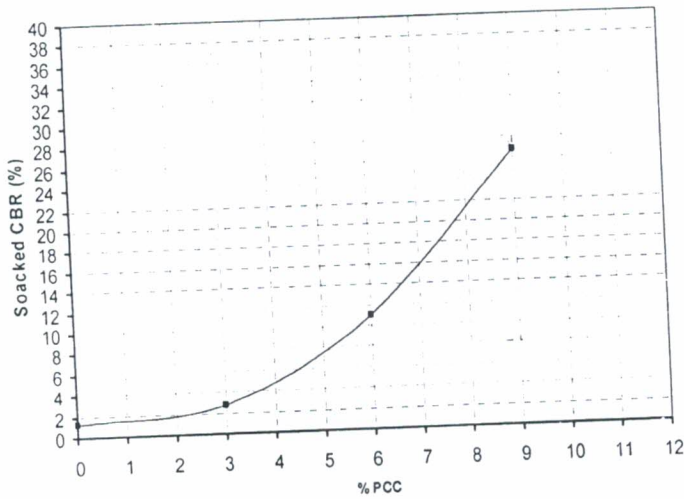


(b)



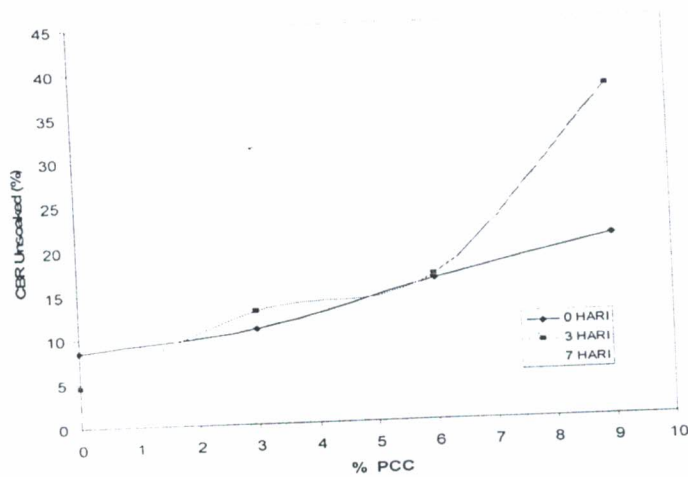
(c)

Gambar 5.2.3. Hasil uji UCT dari sampel SCMT pada stabilisasi Dengan FCC (a) 3% PCC, (b) 6% PCC dan (c) 9% PCC

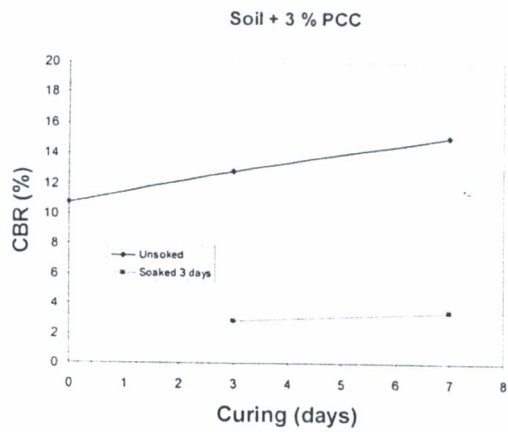


Gambar 5.2.4. CBR Soaked pada Lempung Deltamas dengan PCC

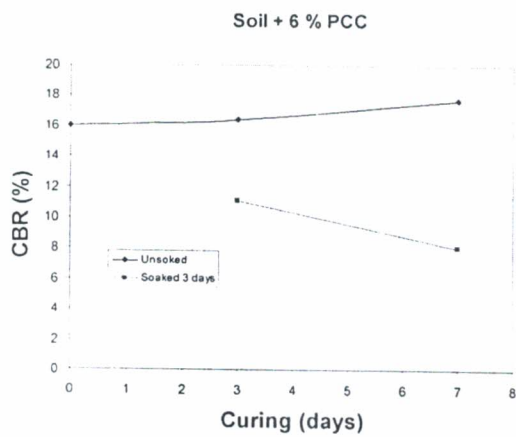
Dengan pemakaian PCC pada Lempung Deltamas, terjadi peningkatan CBR soaked. Dengan pemakaian PCC 6%, lapisan tanah dapat dijadikan subgrage (badan jalan).



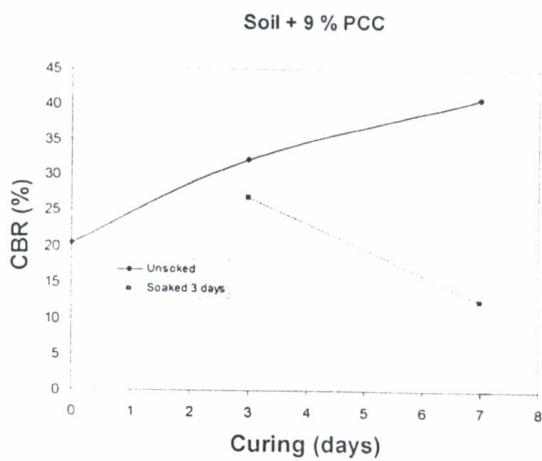
Gambar 5.2.5. Dampak Curing time CBR Unsoaked Lempung Deltamas dengan PCC



(a)

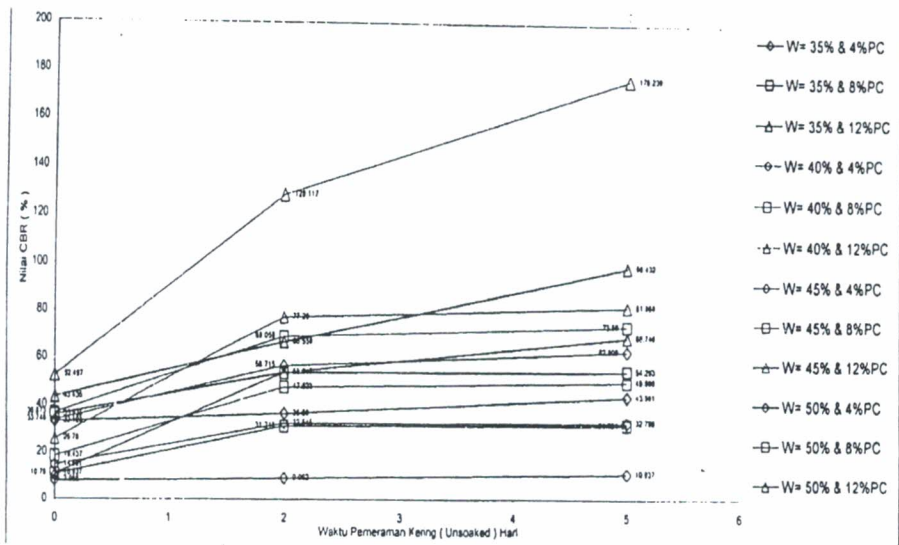


(b)

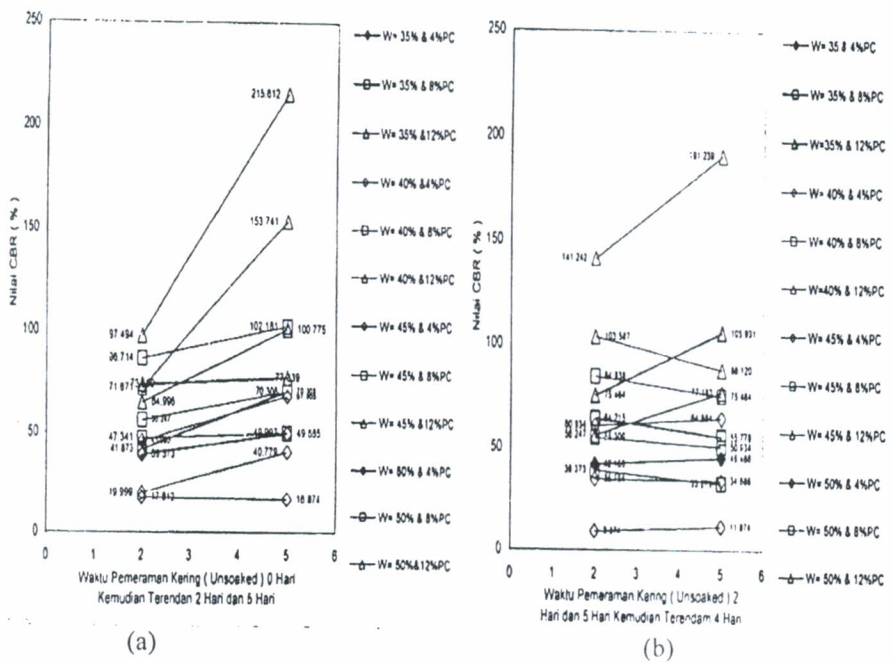


(c)

Gambar 5.2.6. Pengaruh Curing Time Kering & Pembasahan pd Lempung Deltamas



Gambar 5.2.7. Pengaruh kadar air awal dan Curing Time terhadap CBR pada saat stabilisasi dengan PCC (Wawan K, Sadikin 2006)



Gambar 5.2.8. Hubungan kadar air dan Prosentase semen pada variasi Curing Time
 (a) Unsoaked 0 hari kemudian Soaked 2 hari dan 5 hari
 (b) Unsoaked 2 hari dan 5 hari kemudian Soaked 4 hari.

Dari hasil pengujian CBR lempung Deltamas yang distabilisasi dengan cement PCC, terlihat bahwa hasil kurva pematatannya tidak terlalu significant pengaruh kadar air terhadap perubahan kepadatannya . Cenderung memiliki 2 (dua) titik puncak optimum. Dari grafik ini sulit untuk menentukan kadar air optimumnya. Namun bila sample uji dari SCMT ini dilakukan pengujian Unconfined Compression Test, maka kondisi kadar air optimumnya dapat dengan jelas dilihat dari hubungan antara q_u vs kadar air.

Hasil uji CBR lempung Deltamas yang distabilisasi dengan Cement PCC, menghasilkan CBR yang lebih baik dibandingkan dengan kondisi tanah asli. Swelling yang besar pada tanah asli berhasil direduksi. Namun Swelling yang terjadi dengan menggunakan PCC pada lempung Deltamas masih lebih besar dibandingkan Lempung Losari yang menggunakan PC (gambar 5.1.3). Hal ini karena perbedaan sifat mineralogi pembentuk lempung yang berbeda.

Lempung Deltamas yang distabilisasi dengan PCC, CBR unsokednya semakin besar dengan lebih banyak pemakaian prosentase PCC. Hal ini semakin besar bila dilakukan Curing Time kering. Namun bila dilakukan pembasahan setelah melewati Curing Time kering, CBR soakednya akan mengecil. Pengecilan CBR ini semakin besar nilainya dengan semakin lama Curing Time kering .

Kondisi kadar air awal yang lebih basah lempung Srengseng yang distabilisasi dengan PCC , akan menghasilkan CBR yang lebih besar dan akan naik CBR nya saat dilakukan pemeraman (Curing Time). Hal ini karena untuk bereaksi dengan tanah PCC memerlukan cukup air.

6. Kesimpulan

- Uji pemadatan dengan SCMT Methode dapat menjadi alternatif pengujian kepadatan di laboratorium , dimana hasil uji dengan SCMT Methode ini hasilnya sama dengan cara ASTM. Sekaligus sampel uji dpat dicari kuat gesernya dengan uji UCT.
- Uji pemadatan dengan SCMT akan hemat pemakaian tanah, waktu dan tenaga.
- Dengan menggunakan PCC untuk stabilisasi Lempung Deltamas, maka daya dukung CBR akan meningkat, dan akan stabil untuk keperluan subgrage dengan pemakaian PCC sebanyak 6 %, walaupun terjadi peningkatan kadar air saat hujan(Soaked)
- Keberadaan air (kadar air) yang cukup pada saat pemadatan dengan PCC akan mempengaruhi nilai CBR. Dari uji Lempung Srengseng terbukti bahwa kadar air awal lebih tinggi akan menghasikan CBR yang lebih tinggi bila distabiliasi dengan PCC

Referensi :

1. A, Kezdi , **Stabilized Earth Roads, Development in Geotechnical Engineering 19**, Amsterdam- Oxford – Newyork, 1979.
2. D.T. Davidson and Associates, **Soil Stabilization With Lime Fly Ash**, Lowa Engineering Experiment Station.
3. Idrus, Ir. MSc, **Stabilisasi Pada Lempung Losari Dengan Kapur dan Semen**, Thesis S2 Graduate, ITB, 1991 (Unpublished)
4. James K Mitchell, **Foundation of Soil Behavior**, University of California, Berkeley, 1976.
5. Idrus, DH Agung, **Modifikasi Pengujian Standard :aboratorium Sebagai Alternatif Uji Pemadatan ASTM D-698**, ISTN, 2000.(unpublished)
6. Idrus, Y Hendrawan, **Modifikasi Uji Pemadatan Modified Laboratorium Pada Tanah Lanau Kelempungan**, ISTN , 2001(Unpublished)
7. OG Ingels and JB Metcalf, **Soil Stabilization**, Butterworths, Sydney-Melbourne-Brisbane, 1972.
8. Wawan K, M Sadikin, **Stabilisasi Tanah Lempung Dengan Semen Terhadap Peningkatan**