

Prilaku Subgrade Akibat Potensi Pengembangan Pada Studi Kasus Tebal Perkerasan yang di Subtitusi Menggunakan Semen

Medi Yandriguna¹⁾

Iswan²⁾

Ahmad Zakaria³⁾

Abstract

In the field of highway damage to road pavement in addition to weather factors and overloading can also occur due to poor subgrade. A good alternative so that the soil on the highway subgrade does not experience excessive swelling is to use cement additives.

Soil samples were tested using subgrade soil material originating from the RA. Basyid passageway of Fajar Baru Village, Jati Agung Subdistrict, South Lampung at STA 3 + 900 and variations of cement used were 0, 4, 8 and 12%. The test carried out is by testing the swelling of soil against CBR which has been marred for 3 days, then based on the results of the test, the calculation of pavement thickness was carried out by the method of analysis of components of SKBI 2.3.26.1987.

In testing physical properties, the soil includes the classification of A-6 soil or poorly categorized soil types. However, after adding variations in soil classification cement into a good A-2-4 category. In the CBR swelling test on 0% cement percentage swelling values were 0.62% and CBR 0.9%, in the 4% percentage swelling value 0.27% and CBR 42.6%, at the percentage of 8% swelling value 0.19% and CBR 53.2%, and 12% percentage swelling value 0.06% and CBR 78.1%. From the calculation of the pavement thickness, the greater the CBR value, the thicker the thickness of each layer

Keywords: CBR, Soil Swelling, Pavement Thickness, Stabilization, Cement.

Abstrak

Dalam bidang jalan raya kerusakan perkerasan jalan selain karena faktor cuaca dan kelebihan beban juga dapat terjadi akibat tanah dasar (*subgrade*) buruk. Alternatif yang baik agar tanah pada *subgrade* jalan raya tidak mengalami pengembangan yang berlebihan adalah dengan menggunakan bahan aditif semen.

Sampel tanah yang diuji menggunakan material tanah *subgrade* yang berasal dari jalan terusan RA. Basyid Desa Fajar Baru Kecamatan Jati Agung Lampung Selatan pada STA 3+900 dan variasi semen yang digunakan yaitu 0, 4, 8 dan 12%. Pengujian yang dilakukan adalah pengujian pengembangan tanah terhadap CBR yang telah di peram selama 3 hari, lalu berdasarkan hasil pengujian tersebut, dilakukan perhitungan tebal perkerasan.

Pada pengujian sifat fisik, tanah termasuk klasifikasi tanah A-6 atau jenis tanah kategori buruk. Namun setelah penambahan variasi semen klasifikasi tanah menjadi A-2-4 kategori baik. Pada pengujian *swelling* CBR pada presentase semen 0% didapat nilai *swelling* 0,62% dan CBR 0,9%, pada presentase 4% nilai *swelling* 0,27% dan CBR 42,6%, pada presentase 8% nilai *swelling* 0,19% dan CBR 53,2%, dan presentase 12% nilai *swelling* 0,06% dan CBR 78,1%. Dari hasil perhitungan tebal perkerasan semakin besar nilai CBR yang di dapatkan maka tebal masing masing lapisan semakin mengecil.

Kata kunci : CBR, Pengembangan Tanah, Tebal Perkerasan, Stabilisasi, Semen

¹⁾ Mahasiswa pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Lampung.
surel:mediyandri@yahoo.com

²⁾ Staf pengajar pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Lampung. Jalan. Prof. Sumantri Brojonegoro 1. Gedong Meneng Bandar Lampung. 35145.

³⁾ Staf pengajar pada Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Lampung. Jalan Prof. Sumantri Brojonegoro 1. Gedong Meneng Bandar Lampung. 35145

I. PENDAHULUAN

Dalam bidang teknik sipil tanah memiliki peranan yang sangat penting. Seperti halnya pada suatu konstruksi tanah berfungsi sebagai pendukung pembangunan konstruksi. Konstruksi yang terdapat di atas tanah mempunyai beban yang harus di tampung oleh tanah, beban konstruksi tersebut di teruskan ke dalam tanah hingga ke lapisan atau kedalaman tertentu. Agar tanah dapat memikul beban konstruksi maka diperlukan perencanaan yang matang.

Pada perencanaan jalan umumnya tidak memperhatikan pengembangan pada tanah (*swelling*) melainkan hanya sebatas *CBR* saja. Pengembangan tanah (*swelling*) seharusnya dapat di pertimbangkan hal tersebut dapat menyebabkan kerusakan pada jalan.

Alternatif yang baik agar tanah pada *subgrade* jalan raya tidak mengalami pengembangan yang berlebihan adalah dengan menggunakan bahan aditif semen. Penelitian ini terus berkembang karena perbedaan hasil penelitian di suatu daerah tidak dapat disimpulkan berlaku umum pada daerah lainnya. Dengan dugaan variasi semen yang ditentukan agar didapat dampak *swelling* terhadap *CBR* dan efeknya kepada perkerasan jalan.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Tanah

1. Sistem Klasifikasi Pada Tanah

Pada sistem klasifikasi dapat memberikan penjelasan secara singkat mengenai sifat-sifat umum yang dimiliki oleh tanah yang amat bervariasi (Das, 1995a., Das 1995b). Terdapat dua cara untuk menentukan klasifikasi pada tanah yang sering digunakan.

- a. Sistem Klasifikasi American Association Of State Highway and Transporting Official (AASHTO)
- b. Sistem Klasifikasi *Unified Soil Classification System* (USCS)

B. Pemasatan

Tujuan dari pemasatan adalah agar tanah dapat mempertinggi kuat geser, mengurangi sifat mudah mampat (*kompresibilitas*), mengurangi permeabilitas dan mengurangi perubahan volume yang di sebabkan berubahnya kadar air dan lainnya. Maksud tersebut dapat tercapai dengan pemilihan tanah bahan timbunan, cara pemasatan, pemilihan mesin pemadat dan jumlah lintasan yang sesuai.

Dari pemasatan *Modified Proctor* akan didapatkan kadar air (w) dan berat isi kering (γ) dengan rumus sebagai berikut ini.

$$\text{Kadar air} = \frac{\text{Berat Air}}{\text{Berat Tanah Kering Oven}} \times 100 \% \quad (1)$$

$$\text{Berat Volume Kering} = \frac{\text{Berat Volume Basah}}{\text{Kadar air}(\overline{W})+100} \times 100 \% \quad (2)$$

C. *Swelling*

1. Potensi Pengembangan

Dalam Hardiyatmo (2002) pengertian dari potensi pengembangan adalah perubahan volume yang dalam bentuk persen dari tinggi awal

Mengukur potensi pengembangan tanah dapat menggunakan parameter indeks properties tanah. Uji indeks tanah tersebut adalah uji batas Atterberg, uji susut linier, dan uji kandungan koloid (*colloid content test*).

Potensi pengembangan yang terjadi dapat dianalisa dengan persamaan sebagai berikut :

$$S = \frac{\Delta H}{H} \times 100 \% \quad (3)$$

D. California Bearing Ratio (Uji CBR)

Metode ini dikembangkan oleh *California State Highway Departement* sebagai cara untuk menilai kekuatan tanah dasar jalan (*subgrade*).

1. Jenis Jenis Pengujian CBR

- a. CBR Lapangan
- b. CBR Laboratorium

2. Pengujian Kekuatan dengan CBR

Penentuan nilai CBR yang biasa digunakan untuk menghitung kekuatan pondasi jalan adalah pada penetrasi 0,1” dan penetrasi 0,2” untuk pengujian laboratorium.

Rumus perhitungan dalam penentuan nilai CBR adalah sebagai berikut :

$$\text{Nilai CBR Penetrasi } 0,1'' = \frac{A}{3000} \times 100 \% \quad (4)$$

$$\text{Nilai CBR Penetrasi } 0,2'' = \frac{B}{4500} \times 100 \% \quad (5)$$

E. Semen

Semen portland ialah semen hidrolis yang dihasilkan dengan cara menghaluskan klinker terutama dari silikat-silikat kalsium yang bersifat hidrolis (dapat mengeras jika bereaksi dengan air) dengan gips sebagai bahan tambahan (SK SNI S-04-1989, 1989: 1).

F. Tebal Perkerasan

1. Lalu Lintas Rencana

a. Presentase Kendaraan pada Lajur Rencarana

Jalur Rencana (JR) merupakan jalur lalu lintas dari suatu ruas jalan raya yang terdiri daris satu lajur atau lebih, jumlah lajur berdasarkan lebar jalan dapat dilihat pada Tabel berikut ini

Tabel 1. Jumlah lajur berdasarkan lebar perkerasan

Lebar Perkerasan (L)	Jumlah Lajur (n)
L < 5,5 m	1
5,5 m ≤ L < 8,25 m	2
8,25 m ≤ L < 11,25 m	3
11,25 m ≤ L < 15,00 m	4
15,00 m ≤ L < 18,75 m	5
18,75 m ≤ L < 22,00 m	6

b. Angka Ekvivalen (E) Beban Sumbu Kendaraan

penentuan angka ekivalen dapat ditentukan melalui Tabel yang telah dikeluarkan oleh Bina Marga seperti yang terlihat pada Tabel

Tabel 2. Angka Ekivalen (E) beban sumbu kendaraan.

Golongan Kendaraan		Angka Ekivalen	
Kg	Lbs	Sumbu Tunggal	Sumbu Ganda
1000	2205	0.0002	-
2000	4409	0.0036	0.0003
3000	6614	0.0183	0.0016
4000	8818	0.0577	0.0050
5000	11023	0.1410	0.0121
6000	13228	0.2923	0.0251
7000	15432	0.5415	0.0466
8000	17637	0.9238	0.0794
8160	18000	1.0000	0.0794
9000	19841	1.4798	0.1273
10000	22046	2.2555	0.1940
11000	24251	3.3022	0.2840
12000	26455	4.6770	0.4022
13000	28660	6.4419	0.5540
14000	30864	8.6647	0.7452
15000	33069	11.4148	0.9820
16000	35276	14.2712	1.2712

c. Perhitungan Lalu Lintas

1) Lalu lintas Ekivalen Permulaan (LEP)

$$LEP = \sum_{i=1}^n LHR \times C_j \times E_j \quad (6)$$

2) Lintas Ekivalen Akhir (LEA)

$$LEA = LEA = \sum_{i=1}^n (1+i)^{UR} \times C_j \times E_j \quad (7)$$

3) Lintas Ekivalen Tengah (LET)

$$LET = LET = \frac{(LEP + LEA)}{2} \quad (8)$$

4) Lintas Ekivalen Rencana

$$LER = LET \times FP \quad (9)$$

$$FP = \frac{UR}{20} \quad (10)$$

2. Daya Dukung Tanah

Daya dukung tanah dasar (DDT) ditetapkan berdasarkan grafik korelasi seperti pada Gambar 3.1. Daya dukung tanah dasar diperoleh dari nilai CBR atau Plate Bearing Test DCP dll

$$DDT = (4,3 \log CBR + 1,7) \tag{11}$$

3. Faktor Regional

Faktor Regional hanya dipengaruhi oleh bentuk alinyemen (kelandaian dan tikungan), persentase kendaraan berat dan yang berhenti serta iklim (curah hujan) sebagai berikut:

Tabel 3 Faktor Regional

	Kelandaian I (< 6 %)		Kelandaian II (6 – 10%)		Kelandaian III (>10%)	
	% kendaraan		% kendaraan		% kendaraan	
	≤ 30 %	> 30 %	≤ 30 %	> 30 %	≤ 30 %	> 30 %
Iklim I < 900	0,5	1,0 – 1,5	1,0	1,5 – 2,0	1,5	2,0 – 2,5
Iklim II > 900	1,5	2,0 – 2,5	2,0	2,5 – 3,0	2,5	3,0 – 3,5

4. Indeks Permukaan

Dalam menentukan IP pada akhir umur rencana, perlu dipertimbangkan faktor-faktor klasifikasi fungsional jalan dan jumlah lintas ekuivalen rencana (LER) seperti ditunjukkan pada tabel berikut:

Tabel 4 Indeks permukaan pada akhir umur rencana (IP)

LER = Lintas Ekuivalen Rencana	Klasifikasi Jalan			
	Lokal	Kolektor	Arteri	Tol
<10	1,0 – 1,5	1,5	1,5 – 2,0	-
10 – 100	1,5	1,5- 2,0	2,0	-
100 – 1000	1,5 – 2,0	2,0	2,0 – 2,5	-
>1000	-	2,0 -2,5	2,5	2,5

5. Indeks Tebal Perkerasan

$$ITP = a_1 D_1 + a_2 D_2 + a_3 D_3 \tag{12}$$

6. Batas Batas Minimum Tebal Lapisan Perkerasan

- a. Lapis Permukaan (*Surface Course*)
- b. Lapis Pondasi Atas (*Base Course*)
- c. Lapis Pondasi Bawah (*Subbase Course*)

G. Referensi Penelitian

Menurut (Akbar, 2013) dengan judul penelitian Kajian Pengaruh Nilai CBR Subgrade Terhadap Tebal Perkerasan Jalan (Studi Komparasi CBR Kec. Nisam Antara, Kec. Sawang dan Kec. Kuta Makmur) didapatkan hasil nilai CBR tertinggi pada kecamatan Kuta Makmur memberi pengaruh yang signifikan terhadap tebal perkerasan sehingga lapis permukaan menjadi lebih tipis dan apabila dikonversi terhadap harga pengerjaannya menjadi lebih murah dan efisien. Dan menurut (Fahrurrozi, 2008) dengan judul penelitian Pengaruh Nilai CBR Tanah Dasar Terhadap Tebal Perkerasan Lentur Jalan Kaliurang Dengan Metode Bina Marga 1987 dan AASHTO 1986 didapatkan hasil nilai tebal

perkerasan jalan dengan perhitungan metode Bina Marga lebih besar dari pada menggunakan metode AASHTO. Hasil tebal perkerasan dilapangan lebih besar dibandingkan dengan hasil perhitungan sehingga struktur yang ada sekarang akan mampu mendukung beban lalu lintas hingga tahun 2018.

III. METODOLOGI PENELITIAN

A. Tinjauan Umum

Bahan penelitain yang digunakan yaitu tanah dasar (*subgrade*) pada ruas jalan terusan RA. Basyid Desa Fajar Baru Kecamatan Jati Agung Lampung Selatan pada STA 3+900. Penelitian ini lebih mendetail mengenai pengaruh pengembangan tanah terhadap tebal perkerasan jalan yang telah di stabilisasi dengan zat aditif semen dengan menggunakan metode SKBI (Bina Marga).

B. Pengambilan Data

1. Data LHR
2. DATA CBR dari uji DCP lapangan
3. Tebal Perkerasan

C. Pelaksanaan Pengujian

1. Pengujian Sifat Fisik
2. Pengujian Mekanika Tanah

D. Analisi Data

E. Perhitungan Lalu Lintas Rencana dan Tebal Perkerasan

F. Diagram Alir

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Pengujian Fisik Untuk Sampel Tanah Asli

Dari hasil pengujian kadar air didapat sebesar 26,7%, berat jenis 2,3491, berat volume tanah basah rata-rata (γ_w rata-rata) sebesar 1,5368 gram/cm³ dan berat volume tanah kering rata-rata (γ_d rata-rata) sebesar 1,2161 gram/cm³ , analisis saringan diperoleh 54,89% butiran tanah lolos saringan No. 200. Menurut sistem klasifikasi AASTHO, berdasarkan hasil penelitian nilai batas cair (LL) sebesar 35,32%, batas plastis (PL) sebesar 22,64%, dan indeks plastisitas (PI) sebesar 12,7%, menunjukkan bahwa tanah tersebut memiliki angka indeks plastisitas yang lebih dari 11% dengan nilai batas cair kurang dari 41%. Maka tanah dari daerah jalan terusan RA. Basyid Desa Fajar Baru Kecamatan Jati Agung Lampung Selatan pada STA 3+900 termaksud jenis tanah A-6 tanah berlempung dan tingkatan umum sebagai tanah dasar masuk dalam kategori buruk.

B. Hasil Pengujian Pematatan

Tabel 5. Hasil Pengujian Pematatan Standar

Presentase Campuran Semen	Semen 0%	Semen 4%	Semen 8%	Semen 12%
Kadar Air Optimum (%)	15,1	16,6	16,9	16,7
Berat Volume	1,62	1,63	1,65	1,66

Kering (gr/cm³)

Peningkatan KAO pada campuran semen 0-8 % disebabkan proses sementasi pada semen yang membutuhkan atau menyerap lebih air. Namun pada campuran semen 12 % KAO mengalami penurunan disebabkan sudah maksimalnya kadar semen sehingga pori pori tanah semakin mengecil akibat penambahan semen sehingga tanah menjadi lebih padat dan lebih sulit untuk ditembus oleh air.

C. Hasil Pengujian Fisik Untuk Sampel Tanah Campuran SemenTabel 6. Hasil Klasifikasi Pengujian Batas *Atterberg* Tanah

	Klasifikasi	Jenis	Kategori
Sampel A	A-2-4	Pasir berlempung	Sangat Baik
Sampel B	A-2-4	Pasir berlempung	Sangat Baik
Sampel C	A-2-4	Pasir berlempung	Sangat Baik
Sampel D	A-2-4	Pasir berlempung	Sangat Baik

Dari hasil pengujian nilai batas plastis mengalami peningkatan, hal ini disebabkan semen dapat membuat kadar air yang dibutuhkan oleh tanah lebih banyak. Semakin besar presentase penambahan semen maka semakin tinggi nilai batas plastis. Sedangkan pada batas cair dan indeks plastisitas mengalami penurunan, hal tersebut disebabkan proses sementasi pada semen mengakibatkan ukuran partikel tanah menjadi bertambah besar dan mengurangi indeks plastisitas tanah.

D. Hasil Pengujian Pengembangan Tanah

Tabel 7. Hasil Pengujian Pengembangan Tanah

No	Kadar Semen %	H Awal (mm)	H Akhir (mm)	ΔH (mm)	<i>Swelling</i> (%)
1	0	10	10,12	0,12	1,2
2	4	10	10,04	0,04	0,4
3	8	10	10,03	0,03	0,3
4	12	10	10,02	0,02	0,3

Persentase pengembangan tanah mengalami penurunan pada setiap penambahan persentase semen. Hal tersebut disebabkan karena proses sementasi yang mengakibatkan sulit mengembang dan pori-pori tanah yang terisi oleh semen.

E. Hasil Pengujian *swelling* CBRTabel 8. Nilai *swelling* terhadap CBR

Pengujian	Nilai CBR (%)	<i>Swelling</i> (%)
Tanah Asli Tak Terendam	18,2	-
Sampel A	0,9	0,62
Sampel B	42,6	0,27
Sampel C	53,2	0,19
Sampel D	78,1	0,06

Dari hasil pengujian didapatkan tanah yang di campur dengan semen selama 3 hari dapat meningkatkan nilai CBR dan menurunkan nilai *swelling* . Hal ini di karenakan terjadinya

proses sementasi selama 3 hari dan terbentuklah partikel yang lebih keras sehingga tanah mampu menahan beban lebih besar dan nilai *swelling* tanah menurun.

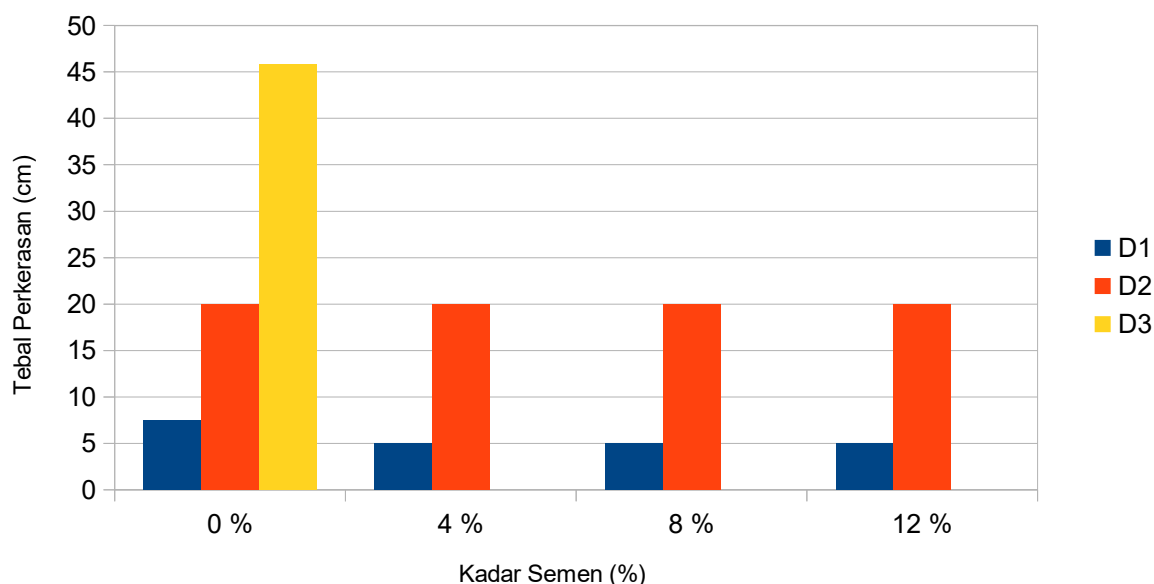
F. Hasil Pengujian DCP Lapangan

Dari hasil pengujian DCP lapangan didapat nilai CBR pada titik 1 sebesar 15,2% dan titik 2 sebesar 25,1% dari hasil tersebut maka digunakan nilai CBR yang terendah yaitu 15,2%.

G. Perhitungan Tebal Perkerasan

Tabel 8. Hasil Perhitungan Tebal Perkerasan

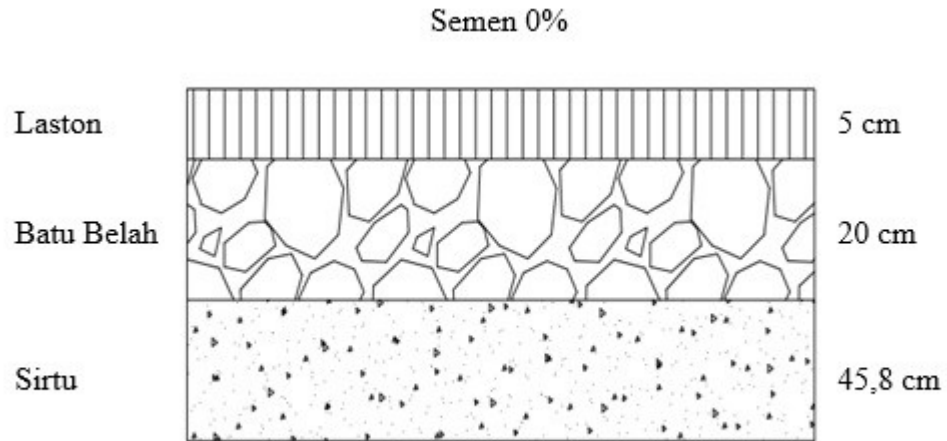
Jenis Sampel	Nilai CBR (%)	D1 (cm)	D2 (cm)	D3 (cm)
Tanah Lapangan/Exisiting	15,2	5	20	1,7
Tanah Asli Tanpa Rendaman	18,2	5	20	0,8
Tanah Asli Rendaman	1,5	7,5	20	45,8
Tanah Asli 4% Semen	35	5	20	-5,8
Tanah Asli 8% Semen	53,2	5	20	-10
Tanah Asli 12% Semen	73,3	5	20	-12,9

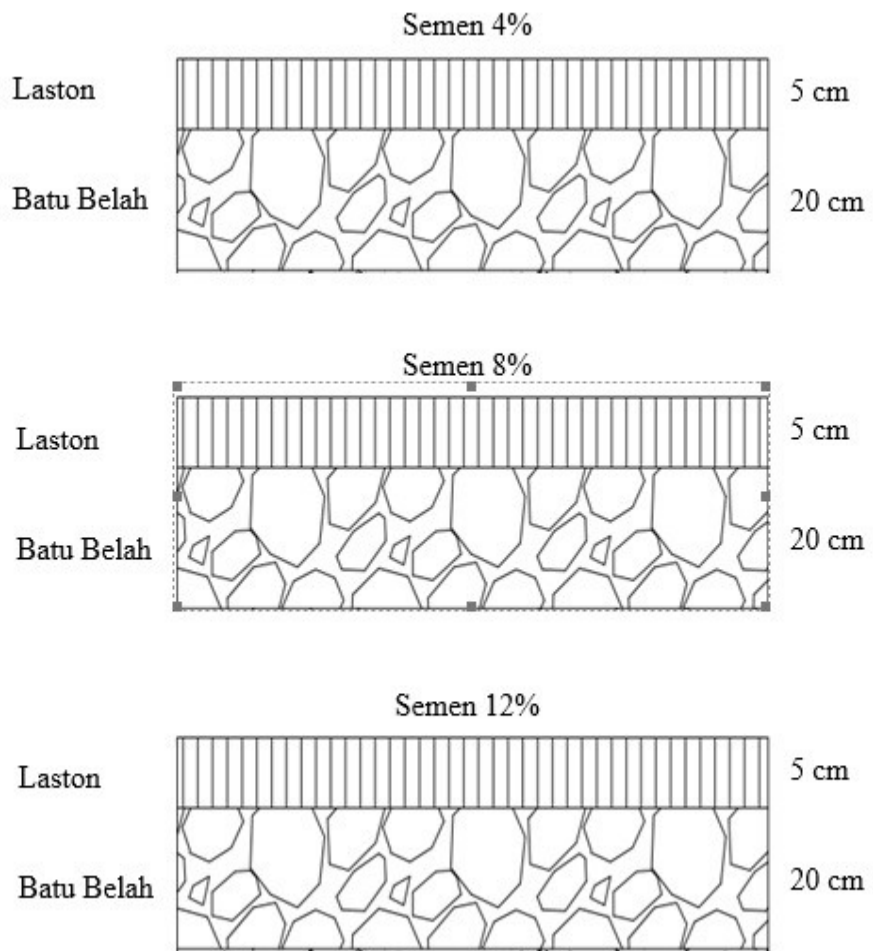


Grafik 1. Hubungan Penambahan Semen dengan Tebal Lapis Perkerasan

Untuk sampel tanah + semen 4%, 8% dan 12% peraman selama 3 hari dan di rendam selama 2 hari hasilnya pada lapisan tanah memiliki nilai negatif. Hal tersebut disebabkan

karena tanah pada subgrade sudah baik akibat campuran semen, tanah menjadi semakin baik sehingga pada kasus ini tidak lagi di butuhkan lapisan sirtu. Berikut gambar lapis tebal perkerasan.





Gambar 1. Perbandingan Tebal Perkerasan pada Tanah dengan Campuran 0%, 4%, 8%, dan 12% Semen

V. KESIMPULAN

1. Tanah dari daerah jalan terusan RA. Basyid Desa Fajar Baru Kecamatan Jati Agung Lampung Selatan pada STA 3+900 termaksud jenis tanah A-6 tanah berlempung dan tingkatan umum sebagai tanah dasar masuk dalam kategori buruk.
2. Dari hasil uji pemadatan dengan *modified proctor* dengan presentase semen 0%, 4%, 8%, 12%, di dapat nilai KAO sebesar 15,1%, 16,6%, 16,9% dan pada presentase semen 12% nilai KAO turun yaitu 16,7% .
3. Berdasarkan hasil pengujian campuran semen dapat meningkatkan sifat fisik tanah dari klasifikasi tanah A-6 jenis tanah berlempung dan kategori buruk dengan campuran semen 0%, 4%, 8%, 12% meningkatkan klasifikasi tanah menjadi A-2-4 jenis tanah pasir berlempung dan kategori sangat baik.
4. Dilihat dari hasil pengujian *swelling* menggunakan alat *oedhometer* yang telah di padatkan menggunakan *modified proctor* dan diperam selama 3 hari, persentase pengembangan tanah mengalami penurunan pada setiap penambahan persentase semen.
5. Dari hasil pengujian *swelling* CBR didapatkan tanah yang di campur dengan semen dan diperam selama 3 hari dapat meningkatkan nilai CBR dan menurunkan nilai *swelling*.
6. Dari hasil perhitungan tebal perkerasan semakin besar nilai CBR yang di dapatkan maka tebal masing masing lapisan semakin mengecil dan nampak jelas pada lapisan sirtu semakin besar nilai CBR semakin kecil tebal sirtu yang digunakan. Pada tanah rendaman campuran 4% - 12% tidak di butuhkan lapisan sirtu karena tanah dasar yang sudah di stabilisasi dengan semen sudah mampu menahan beban, dengan kata lain stabilitas tanah menggunakan semen dapat mempengaruhi tebal perkerasan.

DAFTAR PUSTAKA

- Departemen Pekerjaan Umum, 1987, *Petunjuk Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya Dengan Metode Analisa Komponen, SKBI.2.3.26.1987,UDC.625.73 (02),SNI 1732-1989-F*. Yayasan Badan Penerbitan P.U., Jakarta.
- Hardiyatmo, Hary Christady, 2002, *Mekanika Tanah 2*, PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Das, Braja, M., 1995a, *Mekanika Tanah Jilid I (Prinsip-prinsip Rekayasa Geoteknis)*, PT. Erlangga, Jakarta.
- Das, Braja, M., 1995b, *Mekanika Tanah Jilid II (Prinsip-prinsip Rekayasa Geoteknis)*, PT. Erlangga, Jakarta.
- Akbar, Said, Jalalul, 2013, *Kajian Pengaruh Nilai CBR Subgrade Terhadap Tebal Perkerasan Jalan*, Teras Jurnal Vol 3, No 2.
- Fahrurrozi., 2008, *Pengaruh Nilai CBR Tanah Dasar Terhadap Tebal perkerasan Lentur Jalan Kaliurang Dengan Metode Bina Marga 1987 dan AASHTO 1986*, Teras Jurnal.

