

Stabilisasi Tanah Lempung Organik Menggunakan Semen Slag Terhadap Nilai CBR Berdasarkan Variasi Kadar Air Optimum (Studi Kasus Jl. Raya Kubang Laban, Desa Terate, Kecamatan Kramatwatu, Kabupaten Serang)

Rama Indera Kusuma¹, Enden Mina², Woelandari Fathonah³, Citra Diah Kartika⁴
^{1,2,3,4}Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa

Email : : rama@untirta.ac.id

ABSTRAK

Jalan raya merupakan salah satu sarana penggerak perekonomian di negara berkembang. Pada pembangunan konstruksi jalan raya sering ditemui tanah dasar yang memiliki Nilai *California Bearing Ratio* (CBR) rendah yang membuat lapisan perkerasan jalan menjadi tebal. Dalam penelitian ini penulis melakukan investigasi daya dukung tanah dasar menggunakan alat *Dynamic Cone Penetrometer* (DCP) di lokasi Jalan Raya Kubang Laban, Desa Terate, Kecamatan Kramatwatu, Kabupaten Serang yang memiliki nilai CBR sebesar 2,16% dimana seharusnya nilai CBR *subgrade* adalah di atas 5%. Dalam penelitian ini sangat perlu untuk menguji *standard proctor test* untuk mengetahui berat isi kering maksimum dan kadar air optimum tiap campuran dikarenakan kadar SiO₂ yang mempengaruhi nilai kadar air optimum dan berat isi kering di setiap campuran serta uji CBR Laboratorium yang bertujuan untuk mengetahui nilai CBR rencana tanah sebelum dan sesudah di stabilisasi dengan penambahan semen *slag* dengan variasi persentase 0%, 5%, 10%, dan 15% tanpa pemeraman berdasarkan kadar air optimumnya. Hasil dari penelitian diperoleh nilai CBR optimum sebesar 30% yang termasuk kategori sangat baik untuk *subgrade*, didapat dari penambahan semen *slag* pada kadar 10% dengan kadar air optimum sebesar 26,00%.

Kata kunci: stabilisasi tanah, semen slag, kadar air optimum, CBR

ABSTRACT

Roads are one of the economy mover in developing countries. There are so many subgrade at roadway constructions are found have a low California Bearing Ratio (CBR) value, it makes the pavement layer thicker. In this study the author investigated the subgrade carrying capacity using a Dynamic Cone Penetrometer (DCP) at the location of Jalan Kubang Laban, Terate Village, Kramatwatu Sub- district, Serang Regency with CBR value as 2,16% which should have above 5% CBR value. In this study, standard proctor must be tested to determine the maximum dry weight and optimum moisture content of each mixed soil because in each mixed soil has a different SiO₂ levels, and CBR Laboratory test that aim to determine the CBR value of soil before and after stabilization by adding slag cement with percentage variation of 0%, 5%, 10%, and 15% with no curing based on each optimum moisture content. The results of the study obtained the optimum CBR value is 30% that included in very good category for subgrade, it's obtained from the 10% addition of slag cement with 26,00% optimum moisture content.

Keywords: soil stabilization, slag cement, optimum water content, CBR

1. Pendahuluan

1.1 Latar Belakang

Jalan raya merupakan salah satu sarana penggerak perekonomian di negara berkembang. Pembangunan konstruksi perkerasan jalan raya pada umumnya sering ditemui tanah dasar di sekitar lokasi proyek yang tidak memenuhi syarat sifat teknis tanah. Nilai *California Bearing Ratio* (CBR) yang rendah membuat lapisan perkerasan jalan menjadi tebal.

Stabilisasi tanah adalah suatu usaha untuk mengolah tanah yang bertujuan untuk meningkatkan pencapaian nilai atau besaran CBR yang lebih tinggi dari tanah asli atau asalnya sehingga baik digunakan untuk lapisan bawah bawah suatu konstruksi. [1] Stabilisasi kimiawi yaitu stabilisasi tanah dengan menambahkan suatu bahan penstabil (bahan kimia) yang mempunyai sifat khusus yang dapat membantu mendapatkan suatu massa tanah yang lebih stabil. Berbagai metode untuk stabilisasi tanah lempung diantaranya dengan menggunakan fly ash, limbah karbit pernah dilakukan untuk tanah ujung kulon [2] yang dapat membuat tanah lempung menjadi lebih stabil.

Stabilisasi tanah menggunakan flyash dengan metode CBR berdasarkan berat air tanah asli menghasilkan peningkatan kekuatan pada tanah.[3] Penelitian ini menitikberatkan kepada stabilisasi kimiawi menggunakan kadar air optimum tiap variasi campuran. Jumlah prosentase slag dan *flyash* pada tiap campuran optimum pada 20% slag dan 20% *fly ash* berdasarkan kadar air optimum tanah asli mampu meningkatkan kekuatan tanah [4] oleh karena itu variasi pada penelitian ini menggunakan variasi 0%, 5%, 10%, dan 15% semen *slag* yang ditambahkan pada tanah.

1.2 Rumusan Masalah

1. Berapakah nilai plastisitas tanah lempung organik pada ruas Jalan Raya Kubang Laban, Desa Terate, Kecamatan

Kramatwatu, Kabupaten Serang berdasarkan *unified soil classification system* (USCS)?

2. Bagaimana pengaruh dari semen Ground Granulated Blast Furnace Slag (semen slag) terhadap nilai CBR tidak terendam

1.3 Manfaat Penelitian

1. Memberikan informasi mengenai nilai plastisitas tanah lempung organik pada ruas Jalan Raya Kubang Laban, Desa Terate, Kecamatan Kramatwatu, Kabupaten Serang berdasarkan *unified soil classification system* (USCS).
 2. Memberikan informasi mengenai pengaruh penambahan semen slag terhadap nilai CBR tidak terendam dengan variasi kadar air optimum dan nilai berat isi kering maksimum sebelum dan sesudah stabilisasi tanah dengan kadar bahan tambah 0%, 5%, 10%, dan 15% dengan pemeraman 0 hari.
 3. Referensi bagi PT. XYZ bahwa semen slag mampu menjadi alternatif bahan tambah perencanaan perbaikan tanah dengan cara stabilisasi kimiawi dengan penambahan kadar air optimum.
 4. Hasil penelitian ini dapat menjadi referensi untuk perbaikan tanah dasar secara kimiawi di Jalan Raya Kubang Laban, Desa Terate, Kecamatan Kramatwatu, Kabupaten Serang.
- E. Batasan Masalah
1. Pengujian dilakukan di Laboratorium Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sultan Ageng Tirtayasa dan Dinas PU Kota Cilegon.
 2. Objek penelitian (sampel tanah) diambil dari studi kasus di lokasi Jalan Raya Kubang Laban, Desa Terate, Kecamatan Kramatwatu, Kabupaten Serang.

3. Bahan tambah semen slag didapat dari PT.XYZ melalui pengajuan proposal permintaan material.
4. Sifat fisik tanah yang ditinjau meliputi analisa besar butir, berat jenis, berat volume kering maksimum di setiap kadar campuran, kadar air optimum di setiap kadar campuran, dan batas-batas atterberg di setiap kadar campuran.
5. Kadar persentase bahan tambah semen slag adalah 0%, 5%, 10%, dan 15%.
6. Tidak melakukan pengujian kandungan kimia pada tanah, semen slag, dan air suling.
7. Kadar air yang dipakai untuk pengujian CBR ini adalah kadar air optimum tanah tiap persentase campuran bahan tambah yang didapat dari pengujian proctor standar.

2. Tinjauan Pustaka

Penelitian ini menggunakan tinjauan dari beberapa penelitian sebelumnya:

- A. Penelitian pertama dengan judul “Stabilisasi Tanah Menggunakan Ground Granulated Blast Furnace Slag (GGBFS)” yang diteliti oleh *Ashish Kumar Pathak et al* (2014) dari *Departement of civil engineering, B.I.T Sindri, Dhanbad, India*. Penelitian tersebut menunjukkan beberapa perbandingan antara bahan tambah GGBFS. Perbandingan ditinjau berdasarkan uji triaksial, kuat tekan bebas, kadar air optimum, kepadatan kering maksimum, berat jenis tanah, dan nilai CBR. Tinjauan uji Triaxial menunjukkan bahwa apabila kadar bahan tambah GGBFS bertambah, maka nilai sudut geser akan meningkat dan nilai kohesi semakin menurun. Tinjauan uji kuat tekan bebas menunjukkan bahwa apabila kadar bahan tambah GGBFS bertambah, maka nilai kuat tekan bebas akan meningkat sampai dengan kadar bahan tambah 25%. Tinjauan berat jenis tanah menunjukkan bahwa apabila kadar bahan tambah GGBFS
- bertambah, maka nilai berat jenis tanah akan bertambah. Tinjauan kadar air optimum menunjukkan bahwa apabila kadar bahan tambah GGBFS bertambah, maka nilai kadar air optimum akan berkurang. Tinjauan kerapatan kering maksimum menunjukkan bahwa apabila kadar bahan tambah GGBFS bertambah, maka nilai kerapatan kering maksimum akan bertambah. Tinjauan berat jenis tanah menunjukkan bahwa apabila kadar bahan tambah GGBFS bertambah, maka nilai berat jenis tanah akan bertambah. Tinjauan perbandingan yang terakhir adalah nilai CBR, untuk bahan campur tersebut mengalami kenaikan sampai di kadar persentase 25%.[5]
- B. Penelitian kedua dengan judul “Stabilisasi menggunakan *Fly Ash* terhadap nilai CBR”. Hasil pengujian laboratorium didapatkan jenis tanah tergolong tanah lempung anorganik dengan plastisitas rendah. Variasi kadar campuran dalam penelitian ini, yaitu 0%, 10 %, 20 % dan 30 %. Pada Pengujian batas-batas Atterberg didapatkan bahwa penambahan persentase *Fly Ash* dan peningkatan waktu pemeraman dapat meningkatkan nilai CBR tanpa rendaman dengan nilai CBR rencana penetrasi 0,2 inci yang tertinggi adalah sebesar 36,35% pada lama pemeraman 28 hari.[6]
- C. Penelitian terakhir dengan judul “Stabilisasi Tanah menggunakan Semen Slag serta Pengaruhnya Terhadap Nilai California Bearing Ratio (CBR)” Hasil pengujian laboratorium didapatkan jenis tanah tergolong lempung organik yang memiliki sifat plastisitas yang tinggi. Tinjauan penelitian ini mengenai pengaruh campuran semen slag (GGBFS) terhadap nilai CBR tanpa rendaman, dengan hasil penelitian nilai CBR optimum didapatkan pada kadar penambahan semen slag sebesar 10 persen dan Indeks Plastisitas semakin

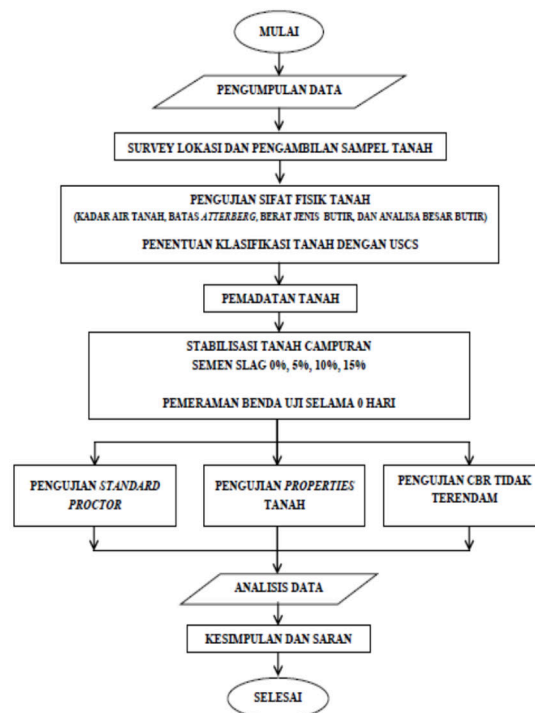
menurun seiring dengan penambahan kadar persentase semen slag.[7]

3. Metodologi Penelitian

Penelitian ini adalah penelitian mengenai Stabilisasi Tanah dengan Penambahan Semen Slag Terhadap Nilai *California Bearing Ratio* (CBR) Test (Studi Kasus Jl. Raya Kubang Laban, Desa Terate, Kecamatan Kramatwatu, Kabupaten Serang) dengan mengguakan bahan tambah berupa semen slag. Penelitian ini dilakukan dengan beberapa tahap dan Analisa besar butir untuk mengetahui jenis tanah.[8] lokasi pengambilan tanah dari sampah organik dan non organik, kemudian digali sekitar 20 cm. kemudian tanah yang di ambil dari lapangan dibawa ke lokasi pengujian yaitu Laboratorium Teknik Sipil Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, Cilegon. Bahan tambah yang digunakan dalam pencampuran tanah adalah semen slag dari PT. XYZ. Penggunaan semen slag ini sebagai perekat dan pengisi ruang volume pada sampel tanah yang akan diuji CBR.



Gambar 1 Semen Slag



Gambar 2 Bagan Alir Penelitian

4. Analisis dan Pembahasan

Sample tanah dalam penelitian ini di merupakan tanah yang di ambil dari Jalan Raya Kubang Laban, Desa Terate, Kecamatan Kramatwatu, Kabupaten Serang (koordinat - 6,002699; 106,088880). Tanah di ambil dari salah satu titik terlihat pada gambar 3



Gambar 3 lokasi pengambilan sampel tanah

4.1 Hasil pengujian fisik tanah asli

Pengujian sifat fisik tanah dilakukan untuk mengetahui sifat fisik tanah sebagai data

untuk klasifikasi tanah yang diteliti. Pengujian fisik tanah meliputi berat jenis tanah, analisa besar butir, batas plastis dan batas cair. Semua pengujian fisik tanah dilakukan di Laboratorium Teknik Sipil Untirta Penentuan klasifikasi tanah dalam penelitian ini berdasarkan pada sistem *unified (United Soil Classification System)*. Beberapa pengujian yang diperlukan untuk klasifikasi tanah *unified*, antara lain pengujian analisa besar butir, dan nilai batas cair dan batas plastis. Hasil pengujian sebelumnya :

- a. Analisa besar butir
Jumlah tanah yang lolos saringan no. 200 lebih dari 50 %, sehingga termasuk tanah berbutir halus
- b. Batas cair (LL)
Nilai batas cair tanah 51,0 %
- c. Batas plastis (PL)
Nilai batas plastis tanah yaitu 30,89 %

Dari hasil plot pada sistem klasifikasi USCS maka tanah tersebut masuk pada jenis tanah OH (Lempung organik dengan plastisitas sedang hingga tinggi).

4.2 Hasil Pengujian Sifat Fisik Tanah Asli

4.2.1 Pengujian *Dynamic Cone Penetrometer (DCP)*

Dari hasil pengujian *Dynamic Cone Penetrometer* pada Jalan Raya Kubang Laban, Desa Terate, Kecamatan Kramatwatu, Kabupaten Serang memiliki CBR rata-rata 2,16%. Tanah tersebut dapat dikategorikan tanah sangat buruk dan tidak dapat digunakan sebagai subgrade atau tanah dasar untuk perkerasan jalan.

4.4.2 Berat Jenis Tanah Asli

Hasil pengujian berat jenis tanah pada Jalan Raya Kubang Laban, Desa Terate, Kecamatan Kramatwatu, Kabupaten Serang. diperoleh nilai G_s adalah 2,580. Nilai G_s tidak memiliki dimensi atau satuan.

Tabel 1 Jenis Tanah Berdasarkan berat jenis

Jenis Tanah	Berat Jenis Butir
-------------	-------------------

Kerikil	2,65-2,68
Pasir	2,65-2,68
Lempung Organik	2,58 -2,65
Lempung Tak Organik	2,68-2,75
Organik	1,37
Humus	1,25-1,80

Sumber: Hardiyatmo, 2002

Jenis tanah berdasarkan dari pengujian berat jenis, menurut tabel 1 nilai G_s tanah di Jalan Raya Kubang Laban, Desa Terate, Kecamatan Kramatwatu Kabupaten Serang masuk dalam kategori tanah lempung organik.

4.2.3 Batas Cair Tanah Asli

Diperoleh nilai batas cair pada Jalan Raya Kubang Laban, Desa Terate, Kecamatan Kramatwatu, Kabupaten Serang yaitu $LL = 51,0\%$. Menurut Santoso, Suprpto, Suryadi dalam buku Dasar Mekanika Tanah bahwa pengelompokkan nilai plastisitas tanah berdasarkan nilai batas cair (LL) :

- a. Plastisitas rendah $LL < 35\%$
- b. Plastisitas sedang $35\% < LL < 50\%$
- c. Plastisitas Tinggi $LL > 50\%$

Maka tanah di Jl. Munjul Pasirtenjo, Sindangresmi, Kabupaten Pandeglang, termasuk kategori plastisitas tinggi yaitu nilai $LL = 51,0\%$.

4.2.4 Batas Plastis Tanah Asli

Hasil pengujian batas cair tanah di Jalan Raya Kubang Laban, Desa Terate, Kecamatan Kramatwatu, Kabupaten Serang, diperoleh nilai batas plastis (PL) adalah sebesar 13,64%.

4.2.5 Indeks Plastisitas Tanah Asli

Diperoleh hasil pengujian batas cair dan batas plastis tanah di Jalan Raya Kubang Laban, Desa Terate, Kecamatan Kramatwatu, Kabupaten Serang, yaitu batas cair (LL) = 51,0 % dan Batas Plastis (PL) = 30,89 %. Sehingga nilai Indeks Plasitsitas Tanah (IP) yaitu :

$$PI = LL - PL$$

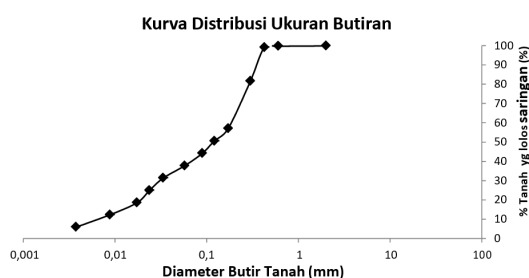
$$PI = 51,0\% - 13,64\% = 37,36\%$$

Indeks plastisitas (IP) diperoleh 37,36 %. Menurut tabel nilai indeks plastisitas

dan jenis tanah dengan nilai $IP > 17 \%$, tanah pada Jalan Raya Kubang Laban, Desa Terate, Kecamatan Kramatwatu, Kabupaten Serang, termasuk jenis tanah lempung murni yang memiliki sifat plastisitas tinggi dan bersifat kohesif.

4.2.6 Analisa Besar Butir

Uji analisa besar butir adalah suatu usaha untuk mendapatkan distribusi ukuran butiran tanah dengan menggunakan analisa saringan (Standar Nasional Indonesia SNI 3423-2008). Pengujian analisa besar butir dengan tujuan untuk penentuan presentase berat butiran. Sehingga pengujian analisa saringan dapat menentukan klasifikasi tanah menurut ukuran butiran tanahnya, termasuk tanah berbutir kasar atau tanah berbutir halus. Setelah dilakukan uji *sieve shaker* maka dilakukan pengujian analisa besar butir untuk mengetahui fraksi tanah yang lolos saringan 200 yaitu pengujian hidrometri menggunakan alat hydrometer. Hasil uji saringan terlihat pada gambar 3.



Gambar 3 Grafik Kurva Distribusi Ukuran Butiran

4.2.7 Sistem Klasifikasi USCS

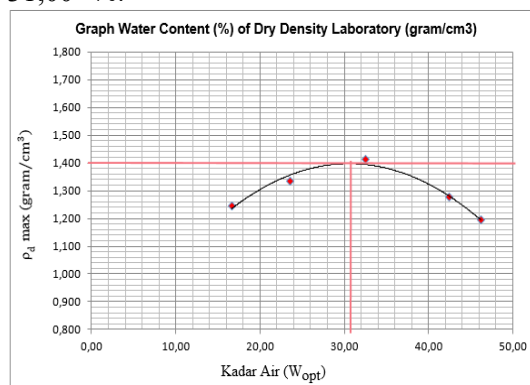
Menurut Tabel Sistem Klasifikasi Tanah USCS terdapat simbol dari kelompok atau klasifikasi tanah dimulai dengan huruf awal M untuk lanau anorganik, C untuk lempung anorganik dan O untuk lanau-organik dan lempung organik. Dengan Nilai batas cair (LL) = 51,0 maka $LL > 50\%$, tanah diklasifikasikan sebagai H (plastisitas tinggi) dan Indeks Plastisitas (PI) = 37,36%. Berdasarkan tabel tersebut maka tanah pada studi kasus ini tergolong dalam klasifikasi OH (Lempung organik dengan plastisitas sedang sampai tinggi).

4.3 Stabilisasi Tanah Lempung Organik

Proses selanjutnya adalah mencari nilai kadar air optimum tiap campuran (0%,5%,10%,15%), $\gamma_{dry max}$, dan data lainnya untuk kebutuhan perhitungan berat tanah, air serta semen *slag* yang akan di campurkan dalam pembuatan sampel uji.

4.3.1 Pemadatan Tanah Asli

Hasil pengujian pemadatan kemudian dijabarkan melalui Gambar 4, yaitu grafik hubungan antara kerapatan kering tanah dengan kadar air. Bentuk kurva membentuk parabola, kemudian diambil nilai kerapatan kering maksimum (digambarkan dengan garis pink horizontal) yaitu sebesar 1,400 gram/cm³ dan kadar air (digambarkan dengan garis pink vertikal) optimum ($\omega_{optimum}$) sebesar 31,00 %.



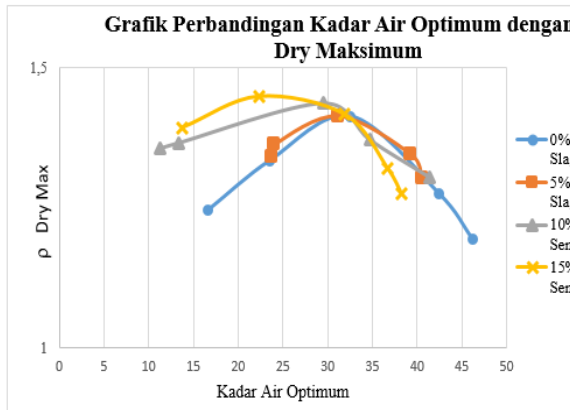
Gambar 4. Grafik kadar air optimum tanah asli

4.3.2 Kadar air optimum tiap campuran semen slag

Untuk mendapatkan kadar air optimum tiap variasi campuran (0%,5%,10%,15%) semen *slag* maka dilakukan pengujian pemadatan tiap variasi semen slag sehingga didapatkan grafik kadar air optimum tiap variasi terlihat pada tabel

Tabel 2. Kadar air vs $\gamma_{dry max}$

Dari tabel 2 maka kita plotkan pada gambar 5 dibawah ini.



Gambar 5. Grafik W(opt) tiap campuran

Hasil plot dari gambar 5 akan didapatkan kadar air optimum tiap variasi campuran seperti pada tabel 3 di bawah ini.

Tabel 3 nilai W(opt) dan $\gamma_{dry max}$

Kadar air optimum tiap campuran akan digunakan dalam perhitungan untuk penambahan air pada bahan stabilisasi tanah.

4.3.3 CBR Laboratorium Tanah Asli

Pada pengujian ini digunakan CBR tanpa rendaman. Hasil dari pengujian CBR laboratorium untuk tanah asli didapatkan nilai CBR rencana 4,25%.

4.3.4 Perhitngan Kebutuhan Bahan Stabilisasi Tanah

Salah satu contoh perhitungan keperluan jumlah bahan yang dibutuhkan pada tiap variasi Stabilisasi tanah lempung organik menggunakan semen slag dengan variasi kadar air optimum tiap campuran dihitung seperti contoh dibawah ini :

Kadar semen slag 10%

$$\begin{aligned} \text{a) Jumlah kebutuhan tanah} &= \frac{1}{4} \times \pi \times d^2 \times t \\ &= \frac{1}{4} \times 3,14 \times 10^2 \times 10 \\ &= 785 \text{ cm}^3 \end{aligned}$$

$$\gamma_{dry \text{ maksimum}} = 1,43 \text{ gram/cm}^2$$

$$\begin{aligned} \text{Massa tanah} &= \text{Volume mold} \times \gamma_{dry \text{ maksimum}} \\ &= 785 \times 1,43. \end{aligned}$$

%Semen Slag	Parameter	1	2	3	4	5
0	W (%)	16,64	23,58	32,56	42,45	46,24
	$\gamma_{dry \text{ max}}$	1,24	1,334	1,413	1,275	1,1
5	W (%)	23,73	24,1	31,2	39,34	40,56
	$\gamma_{dry \text{ max}}$	1,34	1,363	1,413	1,344	1,302
10	W (%)	11,22	13,34	29,46	34,71	41,39
	$\gamma_{dry \text{ max}}$	1,356	1,366	1,437	1,371	1,304
15	W (%)	13,7	22,3	31,9	36,7	38,04
	$\gamma_{dry \text{ max}}$	1,393	1,448	1,416	1,32	1,276

$$= 1122,5 \text{ gram} = 1123 \text{ gram.}$$

b) Jumlah kebutuhan air

$$\begin{aligned} \text{Kadar air tanah (pengujian speedy)} &= 0\% \\ \text{Kadar air optimum pemadatan} &= 26\% \\ \text{Kadar air yang dipakai} &= 1123 \times 26\% \\ &= 291,98 \text{ ml} = 292 \text{ ml} \end{aligned}$$

4.3.5 Pembuatan dan Pengujian Bahan Uji

% Semen Slag	$\gamma_{dry \text{ Max}}$ (gram/)	Wopt (%)
0	1,4	31
5	1,42	30
10	1,43	26
15	1,47	25,5

Pembuatan bahan uji dilakukan setelah komposisi bahan-bahan yg dibutuhkan telah di hitung terlebih dahulu. Pencampuran ini dilakukan sesuai dengan aturan pemadatan standar SNI 1744-2012.[9]



Gambar 6. Pembuatan bahan uji

Setelah bahan uji selesai di buat maka dilakukan Pengujian CBR dilakukan minimal menggunakan 5 sampel di mold

pemadatan tanah standar dengan tata cara sesuai dengan SNI 1742-2008.[12] Sedangkan pemadatan untuk pengujian CBR dilakukan dan menggunakan mold CBR sesuai dengan SNI 1744:2012 di Laboratorium Teknik Sipil UNTIRTA. Sebanyak 3 mold CBR di siapkan untuk masing- masing variasi dengan menggunakan 10, 25, dan 65 tumbukan, kemudian dilakukan pengujian pada masing- masing benda uji. Hasil analisa perhitungan terlampir



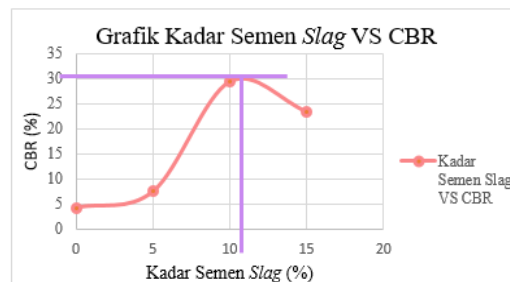
Gambar 7. Pengujian CBR

Dari hasil pengujian CBR pada sampel dengan variasi campuran semen slag (0%,5%,10%,15%) maka didapatkan nilai CBR seperti pada tabel 4 dibawah ini.

Tabel 4. Hasil Pengujian CBR

Kadar Semen Slag (%)	CBR (%)	95% Dry max
0	4,25	1,3300 gram/cm ³
5	7,5	1,3490 gram/cm ³
10	29,5	1,3590 gram/cm ³
15	23,5	1,3970 gram/cm ³

Dari hasil pengujian CBR didapatkan nilai optimum pada sampel dengan variasi semen slag 10% sebesar 29,5%. Dapat kita lihat pada gambar 8 dibawah ini.



Gambar 8. Variasi Semen slag Vs Nilai CBR%

Hasil pengujian diatas menunjukkan bahwa dengan campuran bahan tambah dapat memberikan pengaruh pada peningkatan nilai CBR. Pada persentase Semen Slag 0% dengan lama pemeraman 0 hari didapat nilai CBR 4,25%. Nilai CBR pada persentase Semen Slag 5% dengan lama pemeraman 0 hari mengalami kenaikan dan merupakan nilai CBR optimum yaitu 7,5%. Nilai CBR pada persentase semen slag 10% dengan lama pemeraman 0 hari mengalami kenaikan yang signifikan yaitu menjadi 29,5 %. Nilai CBR mengalami penurunan kembali pada persentase Semen Slag 15 % dengan lama pemeraman 0 hari yaitu 23,5%.

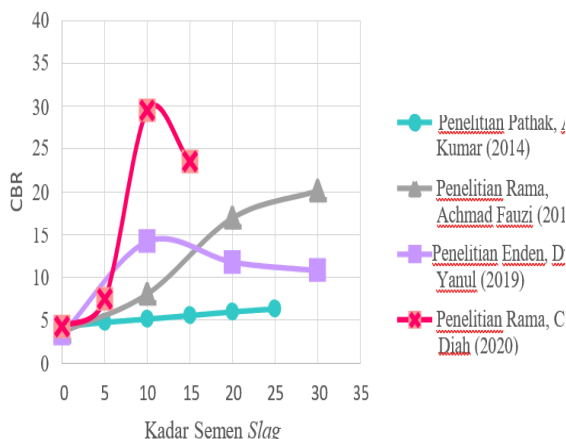
Variasi campuran juga dapat membuat kemampuan antara tanah, semen slag lebih kuat hingga membuat rongga tanah semakin kecil. Dapat dilihat pada tabel 5 untuk campuran 0% memiliki nilai CBR yang sangat rendah dan mengalami kenaikan saat dicampur dengan bahan tambah, dapat diketahui bahwa penambahan persentase semen slag dapat meningkatkan nilai CBR dengan lama pemeraman 0 hari atau dengan kata lain tanpa pemeraman, nilai CBR yang optimum didapat pada persentase 10,10% semen slag dimana nilai CBR rencana sebesar 30%. Berikut ini adalah perbandingan hasil penelitian pada studi kasus ini dengan studi kasus terdahulu.

Tabel 5. Perbandingan dengan penelitian Sebelumnya

Penelitian Rama, Enden, Irhamna, (2013)		Penelitian Woelandari Fathonah, Dwi Yanul (2019)		Penelitian Pathak, Ashish Kumar (2014)		Penelitian Rama, Kartika, Citra Diah (2020)	
0 Hari		0 Hari		0 Hari		0 Hari	
% FI	CBR %	Sem en %	CBR %	Sem en %	CBR %	Sem en %	CBR %
TANPA BERDASARKAN KADAR AIR OPTIMUM				BERDASARKAN KADAR AIR OPTIMUM TIAP CAMPURAN			
0	3,65	0	3,4	0	4,28	0	4,25
10	8,1	10	14,2	5	4,78	5	7,5
20	16,9	20	11,8	10	5,17	10	29,5
30	20,1	30	10,8	15	5,58	15	23,5
				20	6,01		
				25	6,35		

Grafik 9 menunjukkan pengaruh penambahan campuran di setiap penelitian.

Grafik Kadar Semen Slag VS CBR



Gambar 9 Grafik perbandingan semen slag vs CBR dari penelitian sebelumnya.

Dari gambar 9 grafik tersebut dapat dilihat pada sampel-sampel yang menggunakan kadar air optimum di tiap campurannya memiliki nilai CBR rencana yang lebih besar Tabel 5 menunjukkan nilai CBR laboratorium tanah sebelum pencampuran Semen Slag sebesar 4,25% termasuk kategori buruk dengan rentang nilai 3-7 % dan nilai CBR setelah pencampuran Semen Slag 10 % sebesar 29,5%. Nilai CBR tersebut masuk dalam

katagori material tanah sangat baik dapat kita lihat pada tabel 6 dibawah ini.

Tabel 6 Klasifikasi tanah berdasarkan nilai CBR

Section	Material	Nilai CBR (%)
Subgrade	Sangat Baik	20-30
	Baik	10-20
	Sedang	5-10
	Buruk	5

Sumber : Turnbull, 1968 dalam Raharjo, 1985

4.4 Pengaruh Semen Slag Terhadap Sifat Fisik Tanah

Berikut ini merupakan hasil pengujian sifat fisis setelah proses stabilisasi tanah asli menggunakan semen slag:

4.4.1 Batas Cair

Didapatkan nilai batas cair tanah dengan campuran semen slag 5%, 10%, dan 15% berturut-turut adalah 35%; 31%; dan 27%.

4.4.2 Batas Plastis

Didapatkan nilai batas plastis tanah dengan campuran semen slag 5%, 10%, dan 15% berturut-turut adalah 23,97%; 21,59%; dan 18,46%.

4.4.3 Indeks Plastisitas

Indeks plastisitas didapatkan dari hasil pengurangan antara batas cair dan batas plastis tanah. Berikut adalah hasil dari indeks plastis tiap kadar semen slag.

Didapatkan nilai indeks plastisitas tanah dengan campuran semen slag 5%, 10%, dan 15% berturut-turut adalah 11,03%; 9,41%; dan 8,54%.

5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pengujian yang di lakukan, dapat disimpulkan bahwa stabilisasi tanah menggunakan Semen Slag pada tanah lempung organik di Jalan Raya Kubang Laban, Desa Terate, Kecamatan Kramatwatu, Kabupaten Serang yaitu sebagai berikut:

1. Pada pengujian sifat fisik tanah, tanah di lokasi tersebut menurut sistem klasifikasi USCS tanah termasuk kedalam OH tanah lempung lempung organik dengan plastisitas sedang sampai tinggi.

2. Pada penelitian ini, semen slag dapat menurunkan sifat plastisitas tanah asli yang dibuktikan oleh menurunnya nilai indeks plastisitas di tiap penambahan kadar semen slag, dimana indeks plastisitas tanah asli sebesar 37,36% dan terus turun seiring dengan penambahan kadar semen slag dimana indeks plastisitas terkecil adalah sebesar 18,46% pada kadar semen slag 15%. Hal ini dikarenakan adanya kadar silika atau SiO₂ pada kandungan semen slag yang bersifat menyerap kelembapan yang berlebih apabila tanah terlalu banyak menyerap air sehingga kembang susut tanah dapat dikurangi dan menjadi lebih stabil.

3. Pada penelitian ini, semen slag mempengaruhi nilai kadar air optimum dan berat isi kering maksimum sesuai persentase yang ditambahkan. Penambahan semen slag menurunkan nilai kadar air optimum pada tanah yang semula sebelum distabilisasi nilai kadar air optimum tanah asli sebesar 31% dan setelah distabilisasi nilai kadar air optimum terendah ada pada kadar 15% semen slag yaitu sebesar 25,5%. Sedangkan sebaliknya, semen slag menaikkan nilai berat isi kering maksimum pada tanah yang semula sebelum distabilisasi nilai berat isi kering maksimum tanah asli sebesar 1,40 gram/cm³ dan setelah distabilisasi nilai berat isi kering maksimum tertinggi ada pada kadar 15% semen slag yaitu sebesar 1,47 gram/cm³.

4. Pada penelitian ini semen slag mempengaruhi nilai CBR sesuai persentase yang ditambahkan. Penambahan semen slag tidak selamanya menaikkan nilai CBR pada tanah, hal ini terlihat pada saat kadar semen slag yang terus menerus ditambah hingga penambahan 15% nilai

CBR rencana mengalami penurunan. Pada persentase 0% didapat nilai CBR tanah 4,25% dan setelah distabilisasi didapat kadar semen optimum yaitu 10,1% dan nilai CBR rencana maksimum sebesar 30%. Nilai CBR rencana mengalami penurunan pada kadar semen slag 15%.

Pada penelitian ini pula terbukti bahwa pengujian CBR laboratorium menggunakan kadar air optimum mampu meningkatkan nilai CBR rencana daripada tanpa menggunakan kadar air optimum di tiap variasi campuran dikarenakan penambahan air pada setiap benda uji sesuai dengan kebutuhan air di setiap kadar sehingga menghasilkan nilai CBR rencana optimum yang lebih tinggi.

B. Saran

Penelitian tentang stabilisasi tanah masih belum sepenuhnya sempurna, oleh karena itu di harapkan penelitian selanjutnya:

1. Penelitian selanjutnya diharapkan dapat mencari nilai CBR rencana dengan menambahkan lama pemeraman.
2. Penelitian selanjutnya diharapkan melakukan pemeraman di dalam mold untuk mengetahui reaksi yang terjadi antara tanah dengan bahan tambah saat setelah terjadi pemadatan dengan bahan tambah di dalam mold
3. Penelitian selanjutnya diharapkan dapat melakukan pengujian kuat tekan bebas tanpa pemeraman

Daftar Pustaka

- [1] Soekoto, I. Pemindahan Tanah Mekanis (Earthmoving). PT. Mediatama Sapta Karya (PT. MEDISA). 2000.
- [2] Kusuma, R. I., et al. "Clay stabilization using flyash and carbide waste and its effect on the value of unconfined compression test (Case Study of National Park Ujung Kulon Road in Pandeglang Regency)." *IOP Conference Series: Materials*

- Science and Engineering*. Vol. 673. No. 1. IOP Publishing, 2019.
- [3] Kusuma RI, Mina E, Rahman T. Stabilisasi Tanah Dengan Menggunakan Fly Ash dan Pengaruhnya Terhadap Nilai Kuat Tekan Bebas. *J. Fondasi*. 2016;5(1):99-104.
- [4] Mina, E., R. I. Kusuma, and N. Ulfah. "Utilization of steel slag and fly ash in soil stabilization and their effect to california bearing ratio (CBR) value.(Case study: Kp. Kadusentar road Medong village Mekarjaya Subdistrict Pandeglang District)." *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. Vol. 673. No. 1. IOP Publishing, 2019.
- [5] Pathak, A. K., Pandey, V., Murari, K., and Singh, J. P., "Soil Stabilisation using Ground Granulated Blast Furnace Slag" *International Journal of Engineering Research and Applications*, 2014.
- [6] Kusuma, R. I., Mina, E., & Irhamna, A. F. (2013). Stabilisasi Tanah Lempung Menggunakan Fly Ash Terhadap Nilai CBR. *Jurnal Fondasi*, 2(2).
- [7] Fathonah, Woelandari, et al. "Stabilisasi Tanah Menggunakan Semen Slag Serta Pengaruhnya Terhadap Nilai California Bearing Ratio (CBR)(Studi Kasus: Jl. Munjul, Kp. Ciherang, Desa Pasir Tenjo, Kecamatan Sindang Resmi, Kabupaten Pandeglang)." *Jurnal Fondasi* 9.1 (2020).
- [8] Badan Standarisasi Nasional, SNI 03-3423-2008,"Cara Uji Analisis Ukuran Butiran Tanah, Kementerian Pekerjaan Umum", Badan Penelitian dan Pengembangan PU, 2008.
- [9] Badan Standarisasi Nasional, SNI 1744-2012, "Metode Uji CBR Laboratorium" Kementerian Pekerjaan Umum, Badan Penelitian dan Pengembangan PU, 2012.
- [10] Hardiyatmo, Hary Christady, "Mekanika Tanah 1". Yogyakarta, Gadjah Mada University Press, 2002.
- [11] Rahardjo ,P.P., Halim. Y., & H. Wisanto, "The Use of Geotechnical Instrumentation and Finite Element Analysis for Assesment of Bridge Foundation Stability due to Breccia Resliding Over Clayshale", 2nd International Conference on Transportation Geotechnics, 2012.
- [12] Badan Standarisasi Nasional, SNI 1742-2008, "Cara Uji Kepadatan Ringan untuk Tanah" Kementerian Pekerjaan Umum, Badan Penelitian dan Pengembangan PU, 2008.