



Pemanfaatan Semen Slag untuk Stabilisasi Tanah dan Pengaruhnya Terhadap Nilai CBR Berdasarkan Variasi Kadar Air Sisi Basah Optimum

¹Enden Mina, ²Woelandari Fathonah, ³Rama Indera Kusuma ⁴Naufal Abdurrasyid

^{1,2,3,4}Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa
Jl. Jenderal Sudirman Km.3 Cilegon 42435, Banten

¹enden@untirta.ac.id, ²woelandari@untirta.ac.id,
³rama@untirta.ac.id, ⁴Rasyidnaufal234@gmail.com

Abstract

Many of the damage in road construction occurred because the soil did not have a good bearing capacity, therefore soil improvement was needed to increase the strength of the soil. One of the damaged roads that occur due to the lack of soil bearing capacity is at Priyayi Mosque Village Road, Kasemen District, Serang City which has a low carrying capacity with a CBR value of 1.99%. In this study, several tests were carried out, soil physical and California Bearing Ratio test. Soil physical tests carried out were water content, soil density, grain size analysis, Atterberg limits, compaction test and, CBR with the addition of slag cement with variations of 0%, 5%, 10%, 15% based on Variation of optimum wet side moisture content. The result of soil physical properties testing obtained the type of soil is an organic clay with high plasticity. The results of the California Bearing Ratio test on the original soil had a CBR value of 2.4% and there was an increase to the optimum at the addition of 15% Slag Cement in 0 and 3 days of curing with a CBR value of 11.2% and 15.25%. Based on these results, it can be concluded that the cement slag content of 15% with 3 days of curing time can increase the bearing capacity of the soil and fulfill the requirements as a good road subgrade

Keywords: Soil stabilization, California Bearing Ratio, Slag Cement

Abstrak

Kerusakan yang terjadi pada konstruksi jalan banyak terjadi disebabkan karena tanah tidak memiliki daya dukung yang baik, oleh karena itu diperlukan perbaikan tanah untuk meningkatkan kekuatannya. Salah satu kerusakan jalan yang terjadi akibat kurangnya daya dukung tanah adalah Jalan Desa Masjid Priyayi, Kec. Kasemen, Kota Serang yang memiliki daya dukung rendah atau nilai CBR sebesar 1,99%. Pada penelitian ini dilakukan beberapa pengujian yaitu pengujian fisik tanah dan California Bearing Ratio. Pengujian fisik tanah yang dilakukan adalah kadar air, berat jenis tanah, berat isi tanah, analisa besar butir, batas-batas Atterberg, uji pemadatan serta California Bearing Ratio dengan penambahan semen slag dengan variasi 0%, 5%, 10%, 15% berdasarkan variasi kadar air sisi basah optimumnya. Hasil pengujian sifat fisik tanah didapatkan jenis tanah pada Jalan Desa Masjid Priyayi, Kec. Kasemen, Kota Serang) adalah tanah lempung organik dengan plastisitas tinggi. Hasil pengujian California Bearing Ratio pada tanah asli memiliki nilai CBR 2,4% dan terjadi peningkatan hingga optimum pada penambahan Semen Slag 15% 0 dan 3 hari pemeraman dengan nilai CBR 11,2% dan 15,25%. Berdasarkan hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa dengan kadar Semen Slag 15% dengan pemeraman 3 hari dapat meningkatkan daya dukung tanah dan memenuhi syarat sebagai subgrade jalan yang baik.

Kata kunci : Stabilisasi tanah, California Bearing Ratio, Semen Slag

Informasi Artikel

Diterima Redaksi : 28-09-2021 | Selesai Revisi : 19-10-2021 | Diterbitkan Online : 24-10-2021

1. Pendahuluan

Jalan raya merupakan salah satu sarana penggerak perekonomian di negara berkembang. Pembangunan konstruksi perkerasan jalan raya pada umumnya sering mengalami kerusakan yang disebabkan nilai dari CBR nya rendah.

Kodisi Jalan Desa Masjid Priyayi, Kec. Kasemen, Kota Serang mengalami kerusakan yang cukup parah karena sering dilalui oleh kendaraan yang cukup besar sehingga kenyamanan dan keamanan pengguna kendaraan bermotor menjadi terganggu. Hasil survey lapangan dengan pengujian CBR (*California Bearing Ratio*) lapangan menggunakan alat Dynamic Cone Penetrometer (DCP) di lokasi tersebut didapatkan nilai CBR sebesar 1,99% dikategorikan daya dukung rendah belum memenuhi syarat sebagai tanah dasar menurut Revisi Manual Desain Perkerasan Jalan (2017) Nomor 02/M/BM/2017 bahwa CBR efektif tanah dasar hendaknya tidak kurang dari 6%. Dalam upaya peningkatan daya dukung tanah salah satu metode yang dilakukan adalah stabilisasi menggunakan bahan kimiawi salah satunya menggunakan semen slag sebagai upaya dalam memanfaatkan limbah industri. Semen slag diprediksi mampu meningkatkan daya dukung tanah berdasarkan referensi seperti hasil penelitian-penelitian sebelumnya [9,10,16].

Tujuan dari penelitian ini adalah ingin mengetahui pengaruh penambahan semen slag terhadap daya dukung tanah dengan melalui parameter nilai CBR tanahnya.

Beberapa penelitian sebelumnya yang menjadi acuan dalam penelitian ini diantaranya dari Kusuma dkk [9] meneliti tentang pengaruh semen slag dengan variasi kadar air optimum di setiap variasinya terhadap nilai CBR. Variasi yang digunakan adalah 0%, 5 %, 10 % dan 15 %. Hasil CBR tertinggi diperoleh pada prosentase 15% semen slag dengan nilai CBR maksimum sebesar 23.5%. Penambahan semen slag dan waktu pemeraman (pemeliharaan) yang semakin lama dapat meningkatkan nilai CBR dan menurunkan nilai indeks plastisitas [9]. Fathonah dkk [10] tentang stabilisasi tanah lempung menggunakan semen slag dan pengaruhnya terhadap nilai CBR. Dalam hasil penelitiannya ditunjukkan bahwa penambahan semen slag dapat meningkatkan nilai CBR dengan nilai paling optimum diperoleh dengan kadar 10% semen slag [10].

Pathak dkk [16] meneliti pengaruh semen slag (*ground granulated blast furnace slag*) terhadap nilai CBR dan juga pengaruh terhadap kekuatan geser tanah melalui uji triaksial. Hasil penelitiannya menunjukkan bahwa penambahan kadar semen slag dapat meningkatkan nilai sudut geser tanah dan menurunkan nilai kohesi tanah. Penambahan kadar semen 25% dapat meningkatkan nilai CBR dan dengan meningkatnya kadar semen slag kadar air optimum berkurang, kerapatan keringnya meningkat dan meningkatkan berat jenis tanah [16].

Mahazir [14] menggunakan Zeolit sebagai bahan stabilisasi tanah lempung dengan melihat nilai variasi kadar air sisi basahnya dalam uji pemadatan. Beberapa penelitian tambahan menjadi referensi dalam metode stabilisasi tanah

Informasi Artikel

Diterima Redaksi : 28-09-2021 | Selesai Revisi : 19-10-2021 | Diterbitkan Online : 24-10-2021

dengan zat tambah kimiawi seperti fly ash, gypsum dan lain-lain [13, 15].

Stabilisasi tanah pada prinsipnya adalah untuk perbaikan mutu tanah yang kurang baik. Menurut Bowles [8] salah satu cara untuk melakukan stabilisasi adalah menambah material untuk menyebabkan perubahan-perubahan kimiawi dan fisik dari material tanah. Tujuan dari penelitian ini ingin melihat pengaruh penambahan semen slag dalam stabilisasi tanah terhadap kekuatan tanah yang direpresentasikan dengan nilai CBR dengan menggunakan lama pemeraman 0 dan 3 hari. Semen slag merupakan limbah sisa dari produksi semen yang dikenal sebagai *ground granulated furnace slag* (GGBFS). Semen slag memiliki kandungan senyawa silika (SiO_2) dan mempunyai karakteristik *cementitious* yang mampu mengeras dan menambah kekuatan jika menjadi bahan aditif.

2. Metode Penelitian

2.1 Tahapan Penelitian

Tahapan dalam melakukan perancangan penelitian dimulai dengan studi literatur untuk mencari sumber referensi atau pustaka dan dilanjutkan melakukan survey lokasi untuk mengambil sampel tanah yang menjadi bahan kajian penelitian ini. Lokasi penelitian terletak di Jl. Desa Masjid Priyayi, Kec. Kasemen, Kota Serang dengan koordinat $6^{\circ}04'56.3''\text{S}$ $106^{\circ}11'54.2''\text{E}$. Sampel tanah dibuat dengan campuran bahan tambah semen slag dari limbah Ground Granulated Blast Furnace Slag (GGBFS). Pencampuran zat tambah dilakukan dengan menggunakan kadar air optimum sisi

basah setiap campuran. Sampel diuji CBR untuk dilihat kekuatannya yang direpresentasikan dengan nilai CBR dalam satuan persen. Sampel setiap campuran juga diuji sifat fisik tanahnya untuk dilihat pengaruhnya. Sampel juga diperam selama 3 hari untuk dilihat perbandingannya dengan sampel tanpa pemeraman.



Gambar 1. Kerusakan jalan di Jalan Desa Masjid Priyayi, Kec. Kasemen, Kota Serang

2.2 Jumlah Sampel

Jumlah sampel pengujian yang dikerjakan pada penelitian ini sebanyak 24 sampel untuk uji California Bearig Ratio (CBR). Variasi campuran dibuat dengan kadar semen slag 0%, 5%, 10% dan 15%. Pengujian kadar air, Analisa saringan, dan berat jenis tanah hanya untuk variasi campuran 0% (tanpa campuran semen slag). Untuk pengujian pemadatan standar dalam menndapatkan kadar air optimum sisi basah, batas cair, batas plastis dan uji CBR dilakukan untuk setiap variasi campuran.

2.3 Kebutuhan Bahan Tambah

Kebutuhan tanah dengan semen *slag* dihitung berdasarkan berat isi kering hasil pengujian pemadatan tanah, lalu dikalikan dengan persentase bahan tambah semen *slag* yang nanti akan digunakan. Semen slag dalam penelitian ini diperoleh dari PT. Krakatau Semen

Informasi Artikel

Diterima Redaksi : 28-09-2021 | Selesai Revisi : 19-10-2021 | Diterbitkan Online : 24-10-2021

Indonesia (KSI) yang dominan mengandung senyawa silika (34.8%). Tabel 1 menunjukkan kandungan kimia dari semen slag PT. KSI.

Tabel 1. Kandungan Kimia Semen Slag

No.	Parameter	Oksida	Hasil Uji
1	Kalium Oksida	CaO	45,2%
2	Silikon Oksida	SiO ₂	34,8%
3	Alumunium Oksida	Al ₂ O ₃	14,79%
4	Sulfur Oksida	SO ₃	1,74%
5	Ferri Oksida	Fe ₂ O ₃	1,34%
6	Magnesium Oksida	MgO	0,99%
7	Titanium Oksida	TiO ₂	0,55%
8	Kalium Oksida	K ₂ O	0,38%
9	Mangan Oksida	MnO	0,25%
10	Natrium Oksida	Na ₂ O	0,22%
11	Barium Oksida	BaO	0,08%
12	Phospor Oksida	P ₂ O ₅	0,05%
13	Stronsium Oksida	SrO	0,04%
14	Zirconium Oksida	ZrO ₂	0,04%
15	Chromium Oksida	Cr ₂ O ₃	0,01%
16	Zinc Oksida	ZnO	30ppm

Sumber: PT. Krakatau Semen Indonesia

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Hasil Pengujian Fisik Tanah Asli

Pengujian sifat fisik tanah dilakukan untuk mengetahui sifat fisik tanah sebagai data untuk klasifikasi tanah penelitian. Pengujian fisik tanah meliputi analisa besar butir, batas plastis, batas cair dan berat jenis tanah. Hasil uji laboratorium menunjukkan bahwa sampel tanah asli memiliki kadar air 42.2% dengan berat jenis butir mineral (*spesifik gravity*) diperoleh 2.63.

Nilai batas cair tanah asli (LL) diperoleh 60,3 % sedangkan batas plastis (PL) tanah diperoleh sebesar 32,76 %. Indeks plastisitas (IP) diperoleh 28,14 %. Menurut tabel nilai indeks plastisitas dan jenis tanah dengan nilai IP > 17 %, maka tanah dapat dikategorikan jenis tanah lempung dengan sifat plastisitas tinggi dan bersifat kohesif. Hasil pengujian analisa besar

butir tanah, pada tabel diatas menunjukkan tanah kondisi asli termasuk ke dalam kategori tanah berbutir halus dimana prosentase yang lolos saringan no. 200 sebesar 52% menurut sistem klasifikasi tanah *unified*, tanah tersebut tergolong dalam tanah berbutir halus.

3.2 Sistem Klasifikasi Tanah *Unified*

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. Berdasarkan hasil uji klasifikasi tanah, sampel tanah asli dapat diklasifikasikan sebagai tanah lempung organik dengan plastisitas tinggi (OH). Rangkuman hasil uji sifat fisik tanah asli ditunjukkan pada Tabel 2, dimana nilai berat jenis, indeks plastisitas dan berat isi kering tanah disajikan.

Tabel 2. Hasil Uji Sifat Fisik Tanah asli

Pengujian	Nilai	Klasifikasi Tanah
Berat Jenis	2,63	Lempung Organik
Batas Cair	60,3%	
Batas Plastis	32,76	
Indeks Plastisitas	27,57	Plastisitas tinggi
Kadar Air	42,62%	-
Berat Isi Kering	1,3433 gr/cm ³	Lempung Berlanau Elastis
Kadar air optimum	34%	

Informasi Artikel

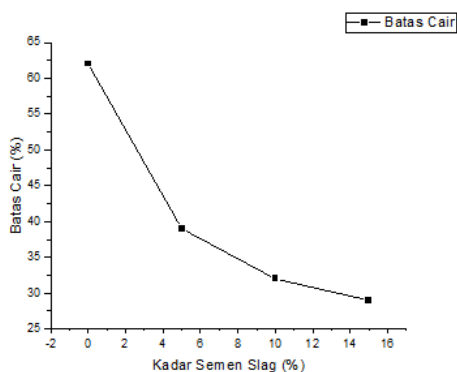
Diterima Redaksi : 28-09-2021 | Selesai Revisi : 19-10-2021 | Diterbitkan Online : 24-10-2021

3.3 Pengaruh Semen *Slag* Terhadap Sifat Fisik Tanah

Pengujian sifat fisik tanah asli yang sudah distabilisasi berguna untuk mengetahui pengaruh variasi penambahan semen *slag* pada tanah asli. Pengujian fisik tanah yang sudah distabilisasi ini meliputi batas cair dan batas plastis guna mengetahui indeks plastisitas tanah dari setiap variasi penambahan kadar semen *slag*.

3.3.1 Batas Cair

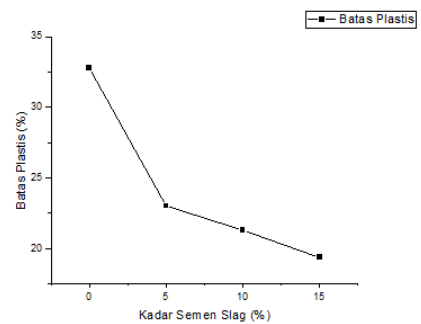
Kadar semen *slag* yang digunakan dalam pengujian ini adalah 5%, 10%, serta 15% semen *slag*. Nilai batas cair LL setiap variasi ditunjukkan pada Gambar 3, dimana semakin tinggi kadar semen slag batas cair semakin turun.



Gambar 3 Perubahan Nilai Batas Cair terhadap Variasi Kadar Semen *Slag*

3.3.2 Batas Plastis

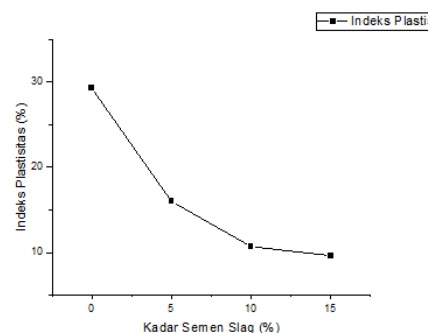
Kadar semen *slag* yang digunakan dalam pengujian ini adalah 5%, 10%, serta 15% semen *slag*. Gambar 4 menunjukkan penurunan nilai batas plastis PL dengan meningkatnya kadar semen slag.



Gambar 4. Perubahan Nilai Batas plastis terhadap Variasi Kadar Semen *Slag*

3.3.3 Indeks Plastisitas

Indeks plastisitas didapatkan dari hasil pengurangan antara batas cair dan batas plastis tanah. Nilai indeks plastisitas setiap variasi campuran disajikan pada Gambar 5. Nilai Indeks plastisitas (IP) tanah menurun dengan bertambahnya kadar semen slag. Penurunan IP pada tanah lempung mencapai nilai terendah 10% pada kadar semen 15% seperti terlihat pada Gambar 5. Semakin turun IP semakin baik tanah karena dapat mengurangi sifat kembang susut tanah dan baik untuk dijadikan subgrade sesuai persyaratan yang berlaku.



Gambar 5. Gambar Perbandingan Nilai Batas Plastis Dengan Variasi Kadar Semen *Slag*

3.3.4 Berat Jenis (BJ)

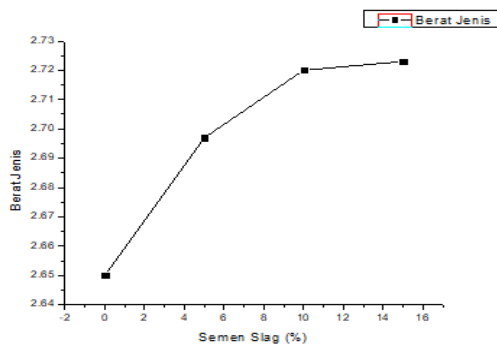
Hasil pengujian berat jenis tanah setelah dicampur dengan bahan tambah semen slag

Informasi Artikel

disajikan dalam Gambar 7. Berat Jenis tanah mengalami kenaikan dengan bertambahnya prosentase bahan tambah semen slag. Tanah mengalami perubahan karakteristik dari lempung organik menjadi lempung tak organik dengan bertambahnya kadar semen slag seperti disajikan dalam Tabel 3.

Tabel 3. Nilai berat jenis terhadap variasi kadar semen slag

%Semen Slag	Jenis Tanah	Nilai BJ
0%	Lempung Organik	2,63
5%	Lempung Tak Organik	2,695
10%	Lempung Tak Organik	2,715
15%	Lempung Tak Organik	2,721



Gambar 7. Grafik perubahan Berat Jenis Vs Variasi kadar semen slag

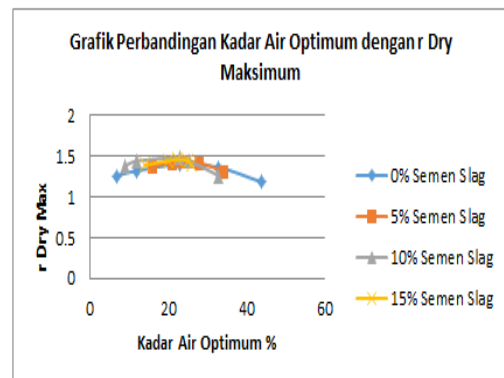
3.4 Pematatan

Hasil pengujian pematatan standar (*standard proctor*) tanah diperoleh nilai berat isi kering maksimum adalah sebesar 1,44 gram/cm³, dan nilai kadar air optimum sisi basah adalah sebesar 23,9 % untuk variasi kadar semen slag 15%. Hasil pengujian *standard proctor* setiap variasi disajikan dalam Tabel 4. Nilai kadar air optimum dan berat isi kering maksimum berubah dengan bertambahnya variasi kadar semen slag.

Tabel 4. Rekapitulasi Hasil Pengujian Pematatan

% SEMEN SLAG	PARAMETER	NILAI
0	W opt (%)	32
	γ dry max (gram/ m)	1.36
5	W opt (%) sisi basah	27.9
	γ dry max (gram/ m)	1.42
10	W opt (%) sisi basah	25.5
	γ dry max (gram/ m)	1.43
15	W opt (%) sisi basah	23.9
	γ dry max (gram/ m)	1.44

Berdasarkan Tabel 4 dapat dilihat bahwa penambahan kadar semen slag di tiap campuran menaikkan nilai berat isi kering maksimum dan sebaliknya, menurunkan nilai kadar air optimum tanah. Kurva hasil pengujian standard proctor pada tiap campuran disajikan pada Gambar 6.



Gambar 6. Perbandingan Kadar Air Optimum dengan Berat Isi Kering Maksimum berdasarkan Variasi Kadar Semen Slag

3.5 Pengaruh Semen Slag Terhadap Nilai CBR

Berdasarkan hasil uji CBR untuk setiap variasi penambahan semen slag dengan menggunakan 24 sampel uji CBR. Nilai CBR berdasarkan variasi semen slag disajikan pada

Informasi Artikel

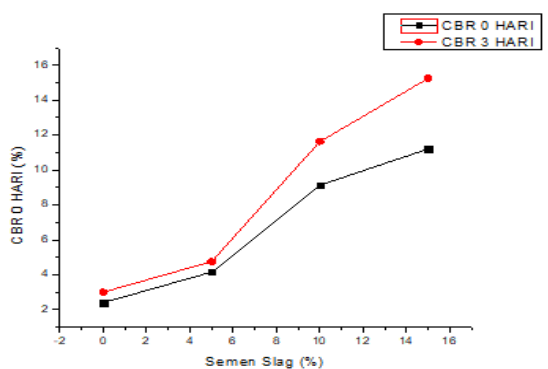
Tabel 4 dengan nilai untuk lama pemeraman 0 hari dan 3 hari.

Grafik perubahan nilai CBR diplotkan dapat dilihat pada Gambar 8. Penambahan persentase semen slag dapat meningkatkan nilai CBR baik dengan lama pemeraman 0 hari maupun 3 hari. Nilai CBR optimum didapat pada persentase 15% semen slag dimana nilai CBR mencapai 15.25%.

Tabel 5. Nilai CBR berdasarkan variasi kadar semen slag untuk lama pemeraman 0 hari dan 3 hari

Kadar Semen Slag (%)	CBR % 0 hari	CBR % 3 Hari	95% Dry Max
0	2.4	3	1.292
5	4.15	4.75	1.349
10	9.125	11.625	1.3585
15	11.2	15.25	1.368

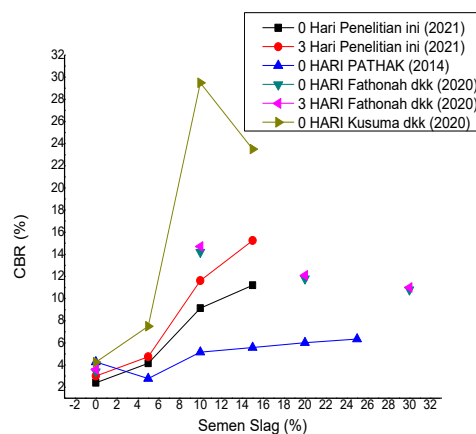
Lama pemeraman juga memberikan pengaruh terhadap peningkatan nilai CBR. Berdasarkan Tabel 5 dan Gambar 8 lama pemeraman 3 hari meningkatkan nilai kekuatan atau CBR cukup signifikan di persentase kadar semen slag 15%.



Gambar 8. Gambar Perbandingan Nilai CBR terhadap Variasi Kadar Semen Slag

Perbandingan hasil penelitian ini dengan penelitian-penelitian sebelumnya disajikan dalam Gambar 9. Posisi penelitian ini berada di

antara penelitian Pathak [16] dan Kusuma dkk [9]. Nilai CBR lebih besar dari hasil penelitian Pathak [16] dan Fathonah dkk [10] dan lebih rendah dari Kusuma dkk [9] yang menggunakan variasi kadar air optimum dg prosentase semen slag yang sama.



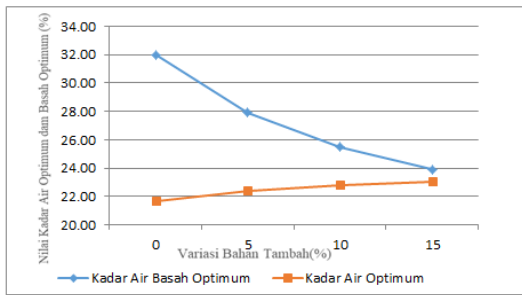
Gambar 9. Perbandingan Nilai CBR terhadap Studi Terdahulu

3.6. Pengaruh Kadar Sisi Basah Optimum Terhadap Nilai CBR

Nilai kadar air sisi basah optimum setiap variasi dari setiap presentase bahan tambah 0%,5%,10%, dan 15% dihitung untuk digunakan sebagai bahan campuran tanah. Nilai kadar air sisi basah dan kadar air optimum dibandingkan seperti pada gambar 10 untuk setiap variasi kadar semen slag. Kadar air optimum lebih tinggi dibandingkan kadar air sisi basahnya.

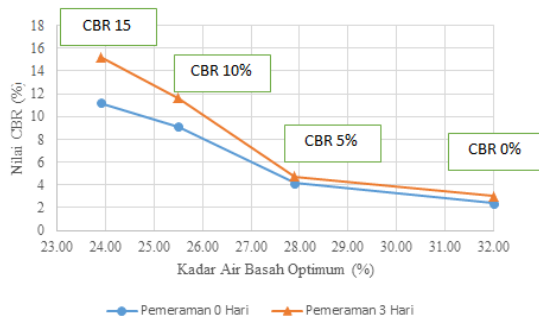
Informasi Artikel

Diterima Redaksi : 28-09-2021 | Selesai Revisi : 19-10-2021 | Diterbitkan Online : 24-10-2021



Gambar 10. Perbandingan Kadar Air Sisi Basah Optimum dan Kadar air optimum terhadap bahan tambah semen *Slag*

Gambar 11 menunjukkan semakin rendah kadar air sisi basah optimum maka semakin tinggi nilai CBR dari tanah campuran semen slag. Lama pemeraman dapat meningkatkan nilai CBR pada kondisi kadar air optimum basah



Gambar 11. Perbandingan Nilai CBR 0 dan 3 Hari terhadap Kadar Air Sisi basah optimum

4. KESIMPULAN DAN SARAN

4.1. Kesimpulan

Pada pengujian sifat fisik tanah, tanah di lokasi tersebut menurut sistem klasifikasi USCS tanah termasuk kedalam OH yaitu tanah lempung organik, dengan plastisitas sedang sampai tinggi dengan nilai Indeks Plastisitas sebesar 29,24%; Penambahan semen *slag* mempengaruhi nilai CBR sesuai persentase

yang ditambahkan. Penambahan semen menaikan nilai CBR pada tanah untuk variasi 0%,5%,10%,15% dengan menggunakan kadar air basah optimum untuk setiap variasi. Nilai CBR mencapai nilai maksimum pada prosetase 15% see slag dengan nilai CBR 12 % jika tanpa pemeraman dan 15.12% untuk lama pemeraman 3 hari. Semen *slag* dapat menurunkan sifat plastisitas tanah asli. Nilai indeks plastisitas menurun dengan bertambahnya kadar semen slag dari 29,24% menjadi 9,64 % pada kadar semen *slag* 15%. Menurunnya indeks plastisitas dapat mengurangi efek sifat kembang susut tanah lempung. Penggunaan kadar air sisi basah optimum dalam campuran semen slag masih mampu meningkatkan CBR pada level kekuatan yang memenuhi syarat untuk subgrade jalan.

4.2. Saran

Berdasarkan hasil penelitian ini, rekomendasi untuk penelitian selanjutnya adalah penambahan lama pemeraman sampai pada 28 hari untuk dilihat apakah mempengaruhi kekuatan tanah pada level terbaiknya. Pada metode pelaksanaan uji CBR, lama penyimpanan dapat dilakukan setelah pemadatan untuk dilihat perbedaannya jika dibandingkan sebelum pemadatan. Penggunaan kadar air sisi kering optimum dapat diteliti untuk melihat pengaruhnya terhadap nilai CBR pada tanah campuran dengan semen slag atau zat tambah lainnya.

Informasi Artikel

Diterima Redaksi : 28-09-2021 | Selesai Revisi : 19-10-2021 | Diterbitkan Online : 24-10-2021

Daftar Rujukan

- [1] Badan Standarisasi Nasional. (2008). SNI 3423-2008 Cara Uji Analisis Ukuran Butir Tanah. Kementerian Pekerjaan Umum, Badan Penelitian dan Pengembangan PU
- [2] Badan Standarisasi Nasional. (2008). SNI 1964-2008 Cara Uji Berat Jenis Tanah. Kementerian Pekerjaan Umum, Badan Penelitian dan Pengembangan PU.
- [3] Badan Standarisasi Nasional. (2008). SNI 1742-2008 Cara Uji Kepadatan Ringan untuk Tanah. Kementerian Pekerjaan Umum, Badan Penelitian dan Pengembangan PU.
- [4] Badan Standarisasi Nasional. (2008). SNI 1967-2008 Cara Uji Penentuan Batas Cair Tanah. Kementerian Pekerjaan Umum, Badan Penelitian dan Pengembangan PU.
- [5] Badan Standarisasi Nasional. (2008). SNI 1966-2008 Cara Uji Penentuan Batas Plastis dan Indeks Plastisitas Tanah. Kementerian Pekerjaan Umum, Badan Penelitian dan Pengembangan PU.
- [6] Badan Standarisasi Nasional. (2008). SNI 1965-2008 Cara Uji Penentuan Kadar Air Untuk Tanah dan Batuan. Kementerian Pekerjaan Umum, Badan Penelitian dan Pengembangan PU.
- [7] Badan Standarisasi Nasional. (2012). SNI 1744-2012 Metode Uji CBR Laboratorium. Kementerian Pekerjaan Umum, Badan Penelitian dan Pengembangan PU
- [8] Bowles, Joseph., 1991. Sifat-Sifat Fisis dan Geoteknis Tanah (Mekanika Tanah). PT. Erlangga. Jakarta.
- [9] Kusuma, R. I, Mina, E., Fathonah, W. & Kartika C.D. (2020) 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). Jurnal Fondasi, 9(2).
- [10] Fathonah, W., Mina, E., Kusuma, R. I., & Ihsan, D. Y. (2020). 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).
- [11] Hardiyatmo (2002). Mekanika Tanah 1. Yogyakarta: Gajah Mada University Press.
- [12] Kusuma, R. I., Mina, E., & Fakhri, N. (2018). Stabilisasi Tanah Lempung Lunak Dengan Memanfaatkan Limbah Gypsum Dan Pengaruhnya Terhadap Nilai California Bearing Ratio (CBR) (Studi Kasus Jalan Simpang Kertajaya, Kec. Sumur, Kab. Pandeglang. Koordinat-6.672997, 105.595341). Jurnal Fondasi, 7(1).
- [13] Kusuma, R. I., & Mina, E. (2017). Stabilisasi Tanah Lempung Dengan Menggunakan Pasir Laut Dan Pengaruhnya Terhadap Nilai CBR (California Bearing Ratio)(St Kasus: Jalan Desa Mangkualam Kecamatan Cimanggu–Kab. Pandeglang). Jurnal Fondasi, 6(2).
- [14] Mahazir, R. (2014). Analisis Nilai CBR Unsoaked Terhadap Tanah Lempung Desa Cot Seunong Yang Distabilisasi Dengan Zeolit Pada Kepadatan Sisi Kering. ETD Unsyiah.
- [15] Mina, E., & Kusuma, R. I. (2016). Pengaruh Fly Ash Terhadap Nilai CBR Dan Sifat-Sifat Propertis Tanah Studi Kasus: Jalan Raya Bojonegara km 19 Serang Banten. Jurnal Fondasi, 5(2).
- [16] Pathak, A. K., Pandey, V., Murari, K., & Singh, J. P. (2014). Soil stabilisation using ground granulated blast furnace slag. Int. J. Eng. Res. Appl, 4,

Informasi Artikel

Diterima Redaksi : 28-09-2021 | Selesai Revisi : 19-10-2021 | Diterbitkan Online : 24-10-2021