



REPUBLIK INDONESIA
KEMENTERIAN HUKUM DAN HAK ASASI MANUSIA

SURAT PENCATATAN CIPTAAN

Dalam rangka perlindungan ciptaan di bidang ilmu pengetahuan, seni dan sastra berdasarkan Undang-Undang Nomor 28 Tahun 2014 tentang Hak Cipta, dengan ini menerangkan:

Nomor dan tanggal permohonan : EC00202123885, 17 Mei 2021

Pencipta

Nama : **Rama Indera Kusuma,ST.,MT, CITRA DIAH KARTIKA ,ST dkk**
Alamat : Perum GCD Blok E6 No.7b RT 01 RW.05 Kalitimbang Kec.Cibeber ,
Cilegon, BANTEN, 42424
Kewarganegaraan : Indonesia

Pemegang Hak Cipta

Nama : **Rama Indera Kusuma,ST.,MT, CITRA DIAH KARTIKA ,ST dkk**
Alamat : Perum GCD Blok E6 No.7b RT 01 RW.05 Kalitimbang Cibeber ,
Cilegon, BANTEN, 42424
Kewarganegaraan : Indonesia

Jenis Ciptaan : **Jurnal**
Judul Ciptaan : **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)**
Tanggal dan tempat diumumkan untuk pertama kali di wilayah Indonesia atau di luar wilayah Indonesia : 1 November 2020, di Cilegon
Jangka waktu perlindungan : Berlaku selama hidup Pencipta dan terus berlangsung selama 70 (tujuh puluh) tahun setelah Pencipta meninggal dunia, terhitung mulai tanggal 1 Januari tahun berikutnya.

Nomor pencatatan : 000250343

adalah benar berdasarkan keterangan yang diberikan oleh Pemohon.
Surat Pencatatan Hak Cipta atau produk Hak terkait ini sesuai dengan Pasal 72 Undang-Undang Nomor 28 Tahun 2014 tentang Hak Cipta.



a.n. MENTERI HUKUM DAN HAK ASASI MANUSIA
DIREKTUR JENDERAL KEKAYAAN INTELEKTUAL

Dr. Freddy Harris, S.H., LL.M., ACCS.
NIP. 196611181994031001

Disclaimer:

Dalam hal pemohon memberikan keterangan tidak sesuai dengan surat pernyataan, menteri berwenang untuk mencabut surat pencatatan permohonan.

LAMPIRAN PENCIPTA

No	Nama	Alamat
1	Rama Indera Kusuma.,ST.,MT	Perum GCD Blok E6 No.7b RT 01 RW.05 Kalitimbang Kec.Cibeber
2	CITRA DIAH KARTIKA .,ST	TCP BLOK J7 NO.35 RT/RW. 02/04 CTRUAS KABUPATEN SERANG
3	Enden Mina.,ST.,MT	V.P.H CLUSTER GARNET BLOK C1 NO.2 RT.004 RW.007 Serdang Kramatwatu
4	Woelandari Fathonah .,ST.,MT	Lingk Karundang Kolektor RT.001 RW.005 Karundang Cipocok Jaya
5	Restu Wigati .,ST.,M.Eng.	CITRALAND PURI FAIRMONT AA28 N0.3 RT/RW.00/00 SEPANG TAKTAKAN

LAMPIRAN PEMEGANG

No	Nama	Alamat
1	Rama Indera Kusuma.,ST.,MT	Perum GCD Blok E6 No.7b RT 01 RW.05 Kalitimbang Cibeber
2	CITRA DIAH KARTIKA .,ST	TCP BLOK J7 NO.35 RT/RW. 02/04 CTRUAS
3	Enden Mina.,ST.,MT	V.P.H CLUSTER GARNET BLOK C1 NO.2 RT.004 RW.007 Serdang Kramatwatu
4	Woelandari Fathonah .,ST.,MT	Lingk Karundang Kolektor RT.001 RW.005 Karundang Cipocok
5	Restu Wigati .,ST.,M.Eng.	CITRALAND PURI FAIRMONT AA28 N0.3 RT/RW.00/00 SEPANG TAKTAKAN



STABILISASI TANAH LEMPUNG ORGANIK MENGGUNAKAN SEMEN SLAG TERHADAP NILAI CBR BERDASARKAN VARIASI KADAR AIR OPTIMUM

Rama Indera Kusuma¹, Enden Mina², Citra Diah Kartika³

Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa
Jalan Jendral Sudirman km3 Kota Cilegon, Banten, Indonesia
E-mail : rama@untirta.ac.id ; endenmina@yahoo.com

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

A. 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.

B. 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 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. Bagaimana sifat fisis tanah setelah distabilisasi menggunakan semen slag?

C. Tujuan Penelitian

1. Mengetahui nilai plastisitas tanah lempung organik pada ruas Jalan Raya Kubang Laban, Desa Terate, Kecamatan Kramatwatu, Kabupaten Serang dengan menggunakan metode *unified soil classification system* (USCS).
2. Mengetahui pengaruh dari 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. Mengetahui perbandingan sifat fisis tanah sebelum dan sesudah distabilisasi menggunakan semen slag.

D. 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 menggunakan 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.

Sifat fisik tanah dan analisa besar butir untuk mengetahui jenis tanah,. Selanjutnya dilakukan proses pemadatan tanah untuk mengetahui kadar air optimum dan berat isi kering maksimum tiap variasi campran tanah tanah, kemudian melakukan pencampuran tanah dengan persentase campuran semen slag yaitu 0%, 5%, 10% dan

15% tanpa pemeraman dan tanpa dicampur air di dalam kantong plastik. Setelah dilakukan pencampuran kemudian dilakukan uji CBR (*California Bearing Ratio*) laboratorium [9] untuk mendapatkan nilai daya dukung tanah.

4. Analisis dan Pembahasan

A. Pendahuluan

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 beberapa titik tersebut.



Gambar 5.1 Peta lokasi pengambila sample penelitian

Metode pengambilan tanah di lapangan adalah dengan membersihkan sekitar area

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 5.2 Semen *slag*

B. Hasil Pengujian Sifat Fisik Tanah Asli

1. 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.

Jenis Tanah	Berat Jenis Butir
Kerikil	2,65-2,68
Pasir	2,65-2,68
Lantau Tak Organik	2,62-2,68
Lempung Organik	2,58-2,65
Lempung Tak Organik	2,68-2,75
Humus	1,37
Gambut	1,25-1,80

Jenis tanah berdasarkan dari pengujian berat jenis, menurut tabel diatas nilai G_s tanah di Jalan Raya Kubang Laban, Desa Terate, Kecamatan Kramatwatu,

Kabupaten Serang masuk dalam kategori tanah lempung organik.[10]

2. 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) :

- Plastisitas rendah $LL < 35\%$
- Plastisitas sedang $35\% < LL < 50\%$
- Plastisitas Tinggi $LL > 50\%$

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

3. 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. 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 :

$$PI = LL - PL$$

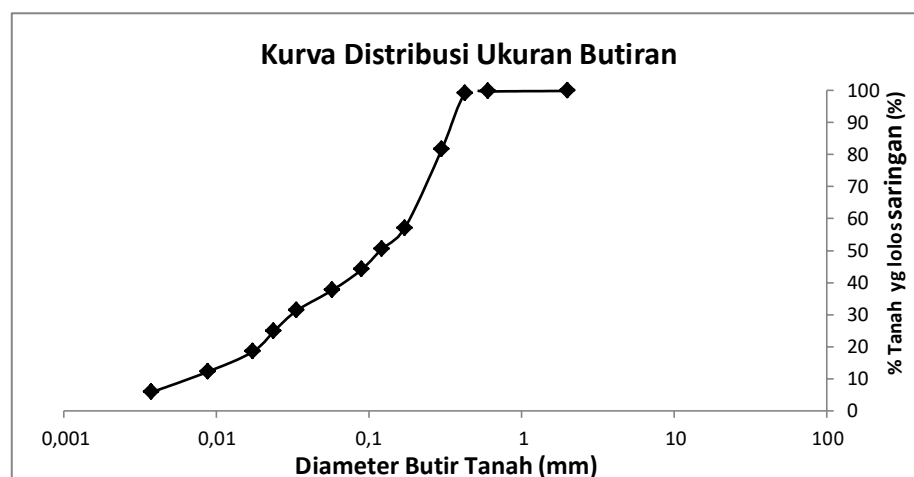
$$PI = 51,0\% - 13,64\% = 37,36\%$$

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.

5. Analisa Besar Butir

Uji analisa besar butir adalah suatu usaha untuk mendapatkan distribusi ukuran butirtanah 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 hidrometer.



Grafik 5.1 Kurva Distribusi Ukuran Butiran

Sumber : Hasil analisa penulis 2019

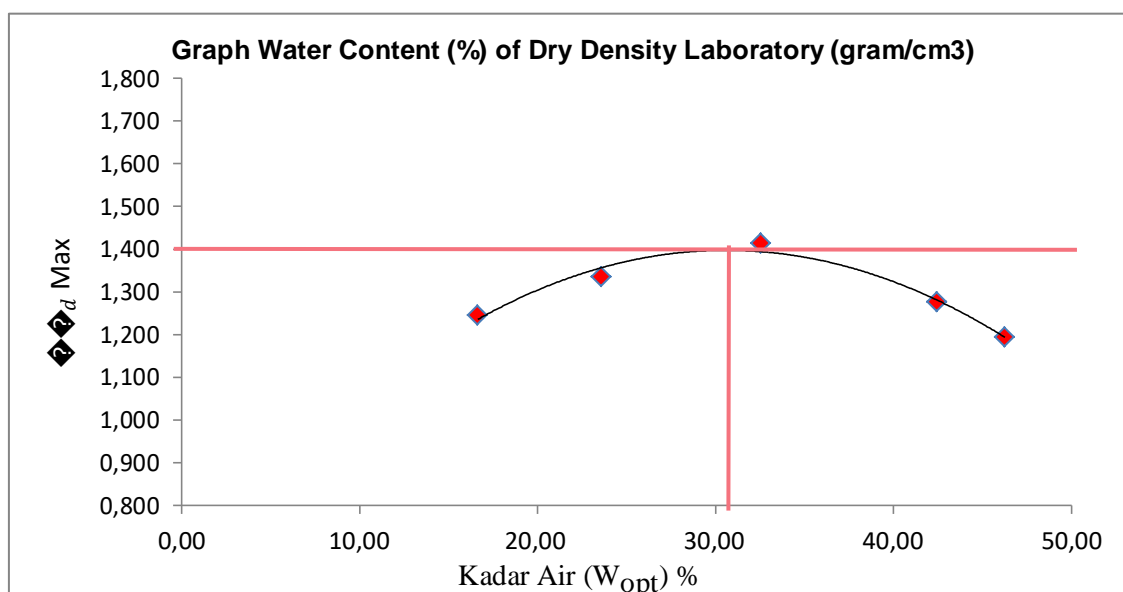
6. Sistem Klasifikasi USCS

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).

7. Pemadatan Tanah Asli

Hasil pengujian pemadatan kemudian dijabarkan melalui Gambar 5.7, 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 (ω optimum) sebesar 31,00 %. Berikut adalah grafik hasil pemadatan tanah asli tanpa campuran:



Grafik 5.2 Grafik hasil pemadatan *standard proctor*

8. 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%. Berdasarkan Tabel 5.4 nilai CBR Jalan Raya Kubang Laban,

Desa Terate, Kecamatan Kramatwatu, Kabupaten Serang dikategorikan sangat buruk dan tidak dapat digunakan sebagai subgrade atau tanah dasar.

rendaman atau CBR *Unsoaked*. Hasil dari pengujian CBR Laboratorium tanah asli studi kasus ini adalah sebagai berikut:

Tabel 5.8 Nilai CBR tanah asli tanpa campuran

Tumbukan	CBR (%)	Densitas Kering (gram/cm ³)
10	1,796	1,1070
30	7,512	1,2692
65	12,642	1,3234
95% Densitas Kering Max		1,3300

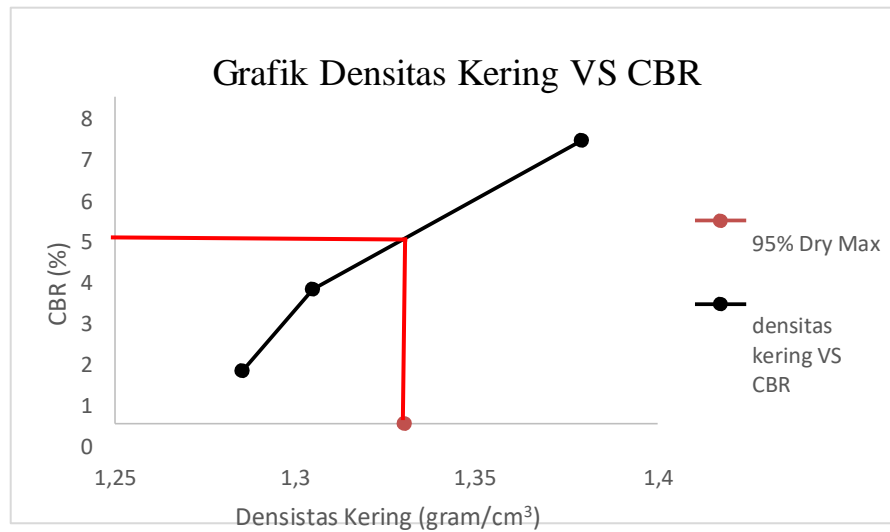
9. CBR Laboratorium Tanah Asli

Pada pengujian ini digunakan CBR tanpa

Dari tabel tersebut dapat diketahui nilai

CBR rencana tanah asli dengan menarik garis yang berpotongan dengan garis dari

nilai 95% densitas kering maksimum sebagai berikut:



Grafik 5.3 Grafik nilai CBR rencana

Dari grafik tersebut dapat dilihat bahwa nilai CBR rencana sebesar 4,25%.

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

C. Pengaruh Semen Slag Terhadap Sifat Fisik Tanah

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

1. Batas Cair

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

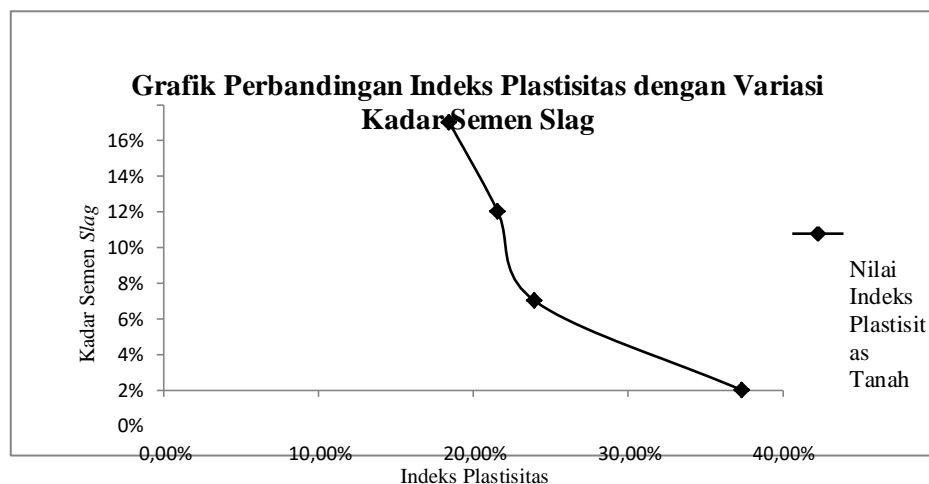
2. Batas Plastis

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%.

Dari hasil pengujian di atas didapatkan data sebagai berikut:



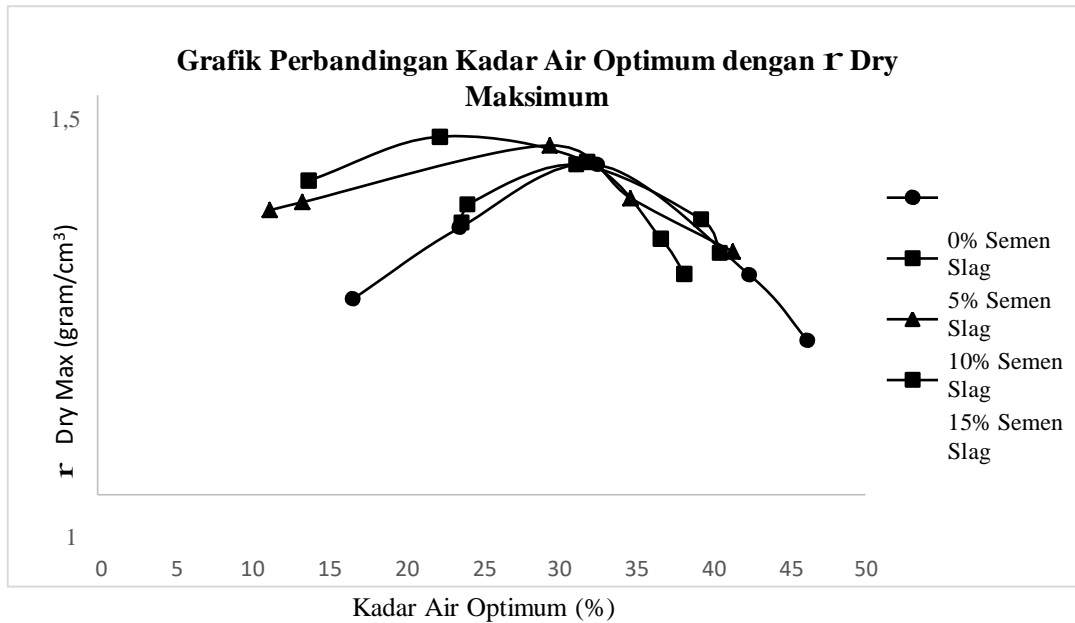
Grafik 5.6 Perbandingan Indeks Plastisitas Tanah dengan Variasi Kadar Semen Slag

Sumber : Analisa penulis 2020

4. Pemadatan Standar

Dari beberapa variasi campuran dapat

disimpulkan perbandingan hasil pengujian standard proctor adalah sebagai berikut:

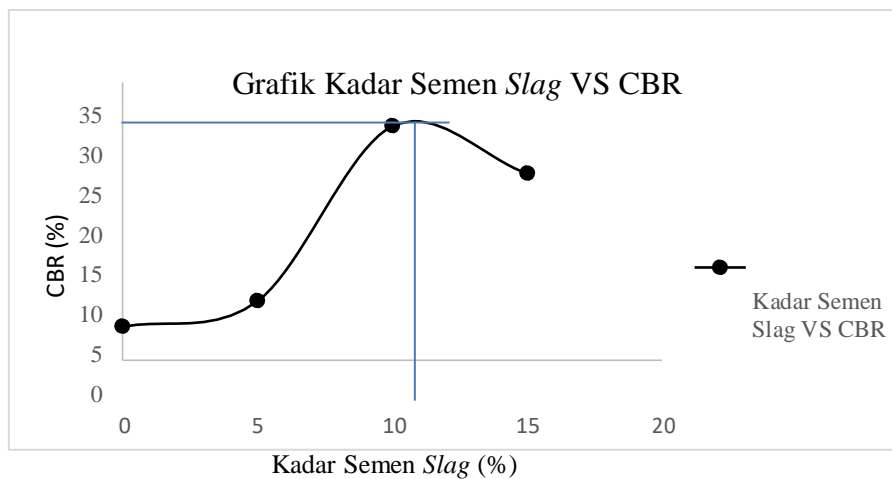


Grafik 5.5 Grafik Perbandingan Kadar Air Optimum dengan Berat Isi Kering Maksimum berdasarkan Variasi Kadar Semen Slag

D. Pengaruh Semen Slag Terhadap Nilai CBR Rencana

Dari ketiga variasi semen slag tersebut jika

dibandingkan dengan nilai CBR tanpa tambahan semen slag adalah seperti tabel dan grafik di bawah ini:



Grafik 5.9 Grafik Perbandingan Nilai CBR terhadap Variasi Kadar Semen Slag

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

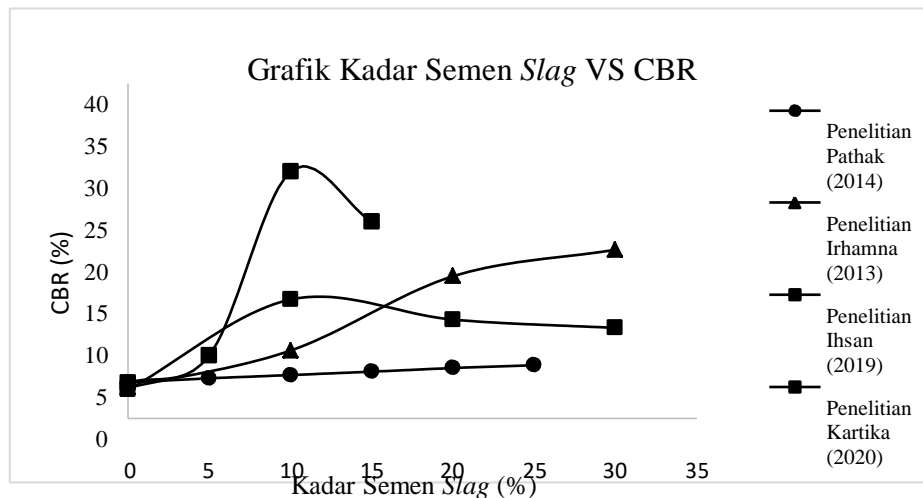
slag 10% dengan lama pemeraman 0 hari mengalami kenaikan yang signifikan yaitu menjadi 29,5 %. Nilai CBR mengalami penurunan kembali pada persentase Semen Slag 15 % dengan lama pemeraman 0 hari yaitu 23,5%.

Variasi campuran juga dapat membuat kemampuan antara tanah, semen slag lebih kuat hingga membuat rongga tanah semakin

kecil. Dapat dilihat pada tabel untuk campuran 0% memiliki nilai CBR yang sangat rendah dan mengalami kenaikan saat dicampur dengan bahan tambah.

Pada Grafik 5.9 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:



Grafik 5.10 Perbandingan Nilai CBR terhadap Studi Kasus Terdahulu

Grafik 5.10 menunjukkan pengaruh penambahan campuran di setiap penelitian. Dari grafik tersebut dapat dilihat bahwa penelitian yang menggunakan bahan tambah semen slag memiliki perbedaan hasil jika menggunakan kadar air optimum di tiap campurannya. Pada sampel-sampel yang menggunakan kadar air optimum di tiap campurannya memiliki nilai CBR rencana yang lebih besar. Seperti yang terlihat pada tabel tersebut terdapat penelitian fathonah [7] yang memiliki bahan tambah yang sama tetapi perbedaan nilai CBR rencana antara keduanya sangat jauh berbeda.

Tabel 5.15 Klasifikasi tanah berdasarkan nilai CBR

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

Sumber: Turnbull, 1968 dalam Raharjo, 1985 [11]

Tabel 5.9 menunjukkan nilai CBR laboratorium tanah sebelum pencampuran Semen Slag

sebesar 29,5 % tanah termasuk kategori sangat baik dengan rentang nilai 20 - 30%.

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pengujian yang dilakukan, 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 dikarenakan memiliki nilai Indeks Plastisitas sebesar 37,36%; batas cair di atas 50% yaitu sebesar 51,0%; serta

memiliki fraksi lolos saringan 200 lebih dari 50% yaitu sebanyak 81,2%.

sebesar 4,25% termasuk kategori buruk dengan rentang nilai 3-7 % dan nilai CBR setelah pencampuran Semen Slag 10 %

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% kemungkinan disebabkan karena jika terlalu banyak kadar semen slag yang ditambahkan maka akan mengganggu fungsi semen tersebut dalam melekatkan unsur utama campuran yaitu tanah dikarenakan kandungan silika atau SiO₂ memiliki sifat menyerap kelembapan sehingga tanah menjadi terlalu kering dan sulit untuk mencapai kepadatan yang baik.

5. 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

6. 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] Al-khafaji, R., Jafer, H.M., Dulaimi, A., Atherton, W., & Jwaidaa, Z., "Soft soil stabilisation using Ground Granulated Blast Furnace Slag", <https://researchgate.net/publication/319967163>, 2017 (diakses pada 16 Oktober 2019).
- [5] Badan Standarisasi Nasional, SNI 3423-2008, "Cara Uji Analisis Ukuran Butir Tanah" Kementerian Pekerjaan Umum, Badan Penelitian dan Pengembangan PU, 2008
- [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 6886-2012, "Metode Uji Penentuan Hubungan Kadar Air dan Densitas Campuran Tanah-Semen" 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.
- [6] Badan Standarisasi Nasional, SNI 1742-2008, "Cara Uji Kepadatan Ringan untuk Tanah" Kementerian Pekerjaan Umum, Badan Penelitian dan Pengembangan PU, 2008.
- [7] Badan Standarisasi Nasional, SNI 1967-2008, "Cara Uji Penentuan Batas Cair Tanah" Kementerian Pekerjaan Umum, Badan Penelitian dan Pengembangan

- PU, 2008.
- [5] Badan Standarisasi Nasional, SNI 1966-2008, "Cara Uji Penentuan Batas Plastis dan Indeks Plastisitas Tanah" Kementerian Pekerjaan Umum, Badan Penelitian dan Pengembangan PU, 2008.
- [6] Badan Standarisasi Nasional, SNI 1744-2012, "Metode Uji CBR Laboratorium" Kementerian Pekerjaan Umum, Badan Penelitian dan Pengembangan PU, 2012.
- [7]
- [8] Das. Braja, "Mekanika Tanah (Prinsip-prinsip Rekayasa Geoteknik)". Jakarta, Jilid 1, 1995.
- [9] Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jendral Bina Marga, "Manual Desain Perkerasan Jalan (Revisi 2017)". Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jendral Bina Marga, 2017.
- [10] Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jendral Bina Marga, "Stabilisasi Dangkal Tanah Lunak untuk Konstruksi Timbunan Jalan (dengan Semen dan Cerucuk)". Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jendral Bina Marga, 2005.
- [11]
- [12] Hardiyatmo, Hary Christady, "Stabilisasi Tanah untuk Perkerasan Jalan". Yogyakarta, Gadjah Mada University Press, 2010.
- [13] Hutomo, Prasetio A., "Stabilisasi menggunakan Fly Ash terhadap nilai Kuat Tekan Bebas berdasarkan Variasi Kadar Air Optimum (Studi Kasus: Studi Kasus Jalan Raya Bojonegara, Kab. Serang)", Fakultas Teknik Jurusan Sipil Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, Cilegon, 2017.
- [14] Ihsan, D.Y., "Stabilisasi Tanah menggunakan Semen Slag serta Pengaruhnya Terhadap Nilai California Bearing Ratio (CBR) (Studi Kasus: Jl. Munjul, Kp. Ciharang, Desa Pasir Tenjo, Kecamatan Sindang Resmi, Kabupaten Pandeglang)", Fakultas Teknik Jurusan Sipil Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, Cilegon, 2019.
- [15] J., Dayalan, "Comparative Study On Stabilization of Soil With Ground Granulated Blast Furnace Slag (GGBS) and Fly Ash", Department of Civil Engineering New Horizon College of Engineering, Bengaluru, 2016.
- [16] Jurusan Teknik Sipil, "Pedoman Penulisan Skripsi" Fakultas Teknik Jurusan Sipil Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, Cilegon, 2018.
- [17] Kurniawan, Bayu, "Adsorpsi Pb(II) dalam Limbah Cair Artifisial menggunakan sistem Adsorpsi Kolom dengan Bahan Isian Abu Layang Batubara", Prodi Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang, Semarang, 2015.
- [18] Kusuma, R. I., Mina, E. and Fakhri, N., "Stabilisasi menggunakan Fly Ash terhadap nilai Kuat Tekan Bebas berdasarkan Variasi Kadar Air Optimum (Studi Kasus: Studi Kasus Jalan Raya Bojonegara, Kab. Serang)", Jurnal Fondasi vol 6 no. 1, 2018.
- [19] Mina, E., Kusuma, R. I. and Subowo, I. "Pengaruh Fly Ash terhadap nilai CBR dan Sifat-sifat Propertis Tanah (Studi Kasus: Jalan Raya Bojonegara km 19 Serang Banten)", Jurnal Fondasi vol 5 no. 2, 2018.
- [20] 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.
- [21] Prasetyo, P.H., "Stabilisasi Tanah Lempung dengan Metode Kimiawi menggunakan Garam Dapur (NaCl) (Studi Kasus: Tanah Lempung Desa Majenang, Sukodono, Sragen)", Fakultas Teknik Jurusan Sipil Universitas Muhammadiyah Surakarta, 2016.
- [23] Saravanan, R., Udhayakumar, T., Dinesh, S., Venkatasubramanian, C., & Muthu, D., "Effect of addition of GGBS

and lime in soil stabilisation for stabilising local village roads in Thanjavur Region”, School of Civil Engineering, SASTRA University, Thanjavur. India, 2017.

- [24] Surat Edaran Menteri Pekerjaan Umum No. 04/SE/M/2010, “Pemberlakuan Pedoman Cara Uji California Bearing Ratio (CBR) dengan Dynamic Cone Penetrometer (DCP)”, Kementerian Pekerjaan Umum, 2010.