

## 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)

Woelandari Fathonah<sup>1</sup>, Enden Mina<sup>2</sup>, Rama Indera Kusuma<sup>2</sup>, Dwi Yanul Ihsan<sup>3</sup>

<sup>123</sup>Jurusan Teknik Sipil Universitas Sultan Ageng Tirtayasa

Jl. Jenderal Sudirman Km. 3 Cilegon 42435, Banten

Email : [dwiyanulihسان@gmail.com](mailto:dwiyanulihسان@gmail.com)

### INTISARI

Tanah dasar (*subgrade*) jenis tanah lempung adalah jenis tanah dengan karakter air pori yang sangat tinggi sehingga menyebabkan permasalahan tersendiri bagi struktur bangunan sipil (gedung maupun perkerasan jalan). Untuk mengatasi masalah tersebut perlu pengkajian sifat tanah agar kekuatan konstruksi jalan sesuai dan layak digunakan serta perlu adanya upaya perbaikan tanah melalui usaha stabilisasi tanah. Dalam penelitian ini meninjau lokasi jalan Jalan Munjul – Sindang Resmi Kabupaten Pandeglang yang memiliki daya dukung tanah yang rendah dengan hasil uji *Dynamic Cone Penetrometer* lapangan kecil dari 3 % yaitu 2,4 %.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui klasifikasi dan jenis tanah berdasarkan sistem klasifikasi USCS dengan melakukan pengujian analisa besar butir, batas-batas *atterberg*, uji pemadatan, serta uji CBR Laboratorium yang bertujuan untuk mengetahui nilai CBR tanah sebelum dan sesudah di stabilisasi dengan penambahan Slag Semen dengan variasi persentase 0%, 10%, 20%, dan 30% dengan lama pemeraman 0 hari, 3 hari, dan 7 hari. Hasil dari penelitian diperoleh klasifikasi tanah menurut sistem klasifikasi USCS pada Jalan Munjul termasuk kedalam jenis OH yaitu tanah lempung organik dengan plastisitas tinggi, Nilai CBR optimum didapat dari penambahan Semen Slag ada pada kadar 10% dengan pemeraman 7 hari, yaitu 16 % yang termasuk kategori *fair* yang bisa digunakan menjadi *subbase*.

**Kata Kunci :** stabilisasi, CBR, semen slag

### ABSTRACT

*Subgrade type of clay is a type of soil with a very high character of pore water which causes problems for the structure of civil buildings (buildings and pavements). To overcome this problem, it is necessary to study soil properties so that the strength of road construction is suitable and feasible to use and there is a need for efforts to improve the soil through soil stabilization efforts. In this study reviewed the location of Jalan Munjul - Sindang Resmi Pandeglang Regency which has a low soil carrying capacity with the results of the Dynamic Cone Penetrometer field test  $\leq 3\%$  which is 2.4%. This study aims to determine the classification and type of soil based on the USCS classification system by conducting an analysis of large grain analysis, *atterberg* boundaries, compaction tests, and CBR Laboratory tests looking to determine soil CBR values before and stabilized with the help of Cement Slag with percentage variations 0%, 10%, 20%, and 30% with the length of curing 0 days, 3 days and 7 days. The results of the research that obtained soil classification according to the USCS classification system on Jalan Munjul included in the type OH namely organic clay with high plasticity, the optimal CBR value obtained from cement slag was at 10% with 7 days ripening, ie 16% which included the category fair that can be used as a subbase.*

**Keyword :** stabilization, CBR, slag cement

## 1. Pendahuluan

Menurut Hary Christady (2002), Tanah didefinisikan secara umum adalah kumpulan dari bagian-bagian yang padat dan tidak terikat antara satu dengan yang lain (diantaranya mungkin material organik) rongga-rongga diantara material tersebut berisi udara dan air.[2]

Tanah dasar atau *subgrade* jenis tanah lempung adalah jenis tanah dengan karakter air pori yang sangat tinggi sehingga menyebabkan permasalahan tersendiri bagi struktur bangunan sipil (gedung maupun perkerasan jalan). Melihat kerusakan di Jl. Munjul-Sindang Resmi, Kec. Sindang Resmi, Kabupaten Pandeglang menimbulkan pertanyaan, apa jenis dan klasifikasi tanah yang terdapat di Jl. Munjul-Sindang Resmi, Kec. Sindang Resmi, Kabupaten Pandeglang dan Berapa nilai CBR.

Untuk mengatasi masalah tersebut perlu pengkajian sifat-sifat tanah agar kekuatan konstruksi jalan sesuai dengan sifat-sifat tanah yang layak digunakan dan perlu adanya upaya perbaikan tanah melalui usaha stabilisasi tanah. Ada beberapa langkah yang dapat dilakukan untuk menstabilisasi tanah, salah satunya adalah stabilisasi tanah dengan bahan kimia. Dalam penelitian kali ini penulis berencana untuk melakukan stabilisasi tanah dengan menggunakan bahan tambah berupa semen slag. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan semen slag sebagai stabilisator tanah, yang ditinjau dari pengujian CBR (*California Bearing Ratio*). Pemanfaatan semen slag sebagai salah satu bahan stabilisasi tanah diharapkan dapat memberikan pengaruh yang signifikan terhadap sifat – sifat teknis tanah. Menurut Padmaraj & Chandrakaran dalam penelitiannya yang berjudul *Strength improvement of soft clay with lime activated Ground Granulated Blast furnace Slag*, CBR optimum didapat pada persentase semen slag yang digunakan yaitu 20%. Presentase semen slag tersebut menjadi acuan untuk penelitian ini. Variasi lainnya ditentukan penulis dengan

mengambil batas atas dan batas bawah dengan selisih 10% dari kadar optimum. Maka, penelitian ini menggunakan variasi semen slag 10%, 20%, dan 30%. Permasalahan di atas membuat penulis menggagas penelitian ini.

## 2. Tinjauan Pustaka

### 2.1 Klasifikasi Sistem USCS (*Unified soil classification system*)

Sistem ini pada mulanya diperkenalkan oleh Casagrande (1942) untuk dipergunakan pada pekerjaan pembuatan lapangan terbang yang dilaksanakan oleh *The Army Corps of Engineers*. [1]

Dalam sistem ini, Casagrande membagi tanah atas 3 (tiga) kelompok (Sukirman, 1992) yaitu :

- Tanah berbutir kasar, < 50% lolos saringan No. 200.
- Tanah berbutir halus, > 50% lolos saringan No. 200.
- Tanah organik yang dapat dikenal dari warna, bau dan sisa-sisa tumbuh- tumbuhan yang terkandung di dalamnya.

Sistem klasifikasi tanah ini yang paling banyak dipakai untuk pekerjaan teknik fondasi seperti bendungan, bangunan dan konstruksi 10 yang sejenis. Sistem ini biasa digunakan untuk desain lapangan udara dan untuk spesifikasi pekerjaan tanah untuk jalan.

### 2.2 Stabilisasi Tanah

Stabilisasi tanah adalah suatu cara yang digunakan untuk mengubah atau memperbaiki sifat tanah dasar sehingga diharapkan tanah dasar tersebut mutunya dapat lebih baik dan dapat meningkatkan kemampuan daya dukung tanah dasar terhadap konstruksi yang akan dibangun diatasnya.[4]

### 2.3 Uji California Bearing Ratio (CBR)

Metode perencanaan perkerasan jalan yang digunakan sekarang yaitu dengan metode empiris, yang biasa dikenal CBR (*California Bearing Ratio*). Metode ini dikembangkan oleh California State Highway Departement sebagai cara untuk menilai kekuatan tanah dasar jalan

(subgrade).[3] Nilai CBR akan digunakan untuk menentukan tebal lapisan perkerasan. Untuk menentukan tebal lapis perkerasan dari nilai CBR digunakan grafik- grafik yang dikembangkan untuk berbagai muatan roda kendaraan dengan intensitas lalu lintas.

Berdasarkan cara mendapatkan contoh tanahnya, CBR dapat dibagi atas :

- a. CBR Lapangan
- b. CBR Lapangan Rendaman
- c. CBR Laboratorium

Dalam penelitian ini penulis menggunakan metode CBR laboratorium tidak terndam, dengan menggunakan kadar air optimum pada tanah asli.

### 2.4 Slag Semen

Semen Slag ialah semen yang di produksi dari *Grinding Blas Furnace* pengolahan logam yang dicampur batu kapur *gypsum*. [5] Semen merupakan bahan stabilisasi yang baik mengingat bahwa kemampuan mengeras dan mengikat partikel sangat bermanfaat bagi usaha mendapatkan suatu masa tanah yang kokoh dan tahan terhadap deformasi. Karena tidak melalui proses pembakaran yang tinggi, semen slag ini diklaim ramah lingkungan dan efisien diproduksi. Pemilihan bahan tambah Semen Slag ini dipilih karena ramah lingkungan dan harganya yang lebih murah dari pada semen *Portldland* pada umumnya.

**Tabel 1.** Tabel sifat kimia fisika yang terkandung pada Semen Slag

No.	Parameter	Oksida	Hasil Uji
1	Kalium Oksida	CaO	45,2%
2	Silikon Oksida	SiO <sub>2</sub>	34,8%
3	Aluminium Oksida	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	14,79%
4	Sulfur Oksida	SO <sub>3</sub>	1,74%
5	Ferri Oksida	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,34%
6	Magnesium Oksida	MgO	0,99%
7	Titanium Oksida	TiO <sub>2</sub>	0,55%
8	Kalium Oksida	K <sub>2</sub> O	0,38%
9	Mangan Oksida	MnO	0,25%
10	Natrium Oksida	Na <sub>2</sub> O	0,22%
11	Barium Oksida	BaO	0,08%
12	Phospor Oksida	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,05%

13 Stronsium Oksida	SrO	0,04%
14 Zirconium Oksida	ZrO <sub>2</sub>	0,04%
15 Chromium Oksida	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,01%
16 Zinc Oksida	ZnO	30ppm

Sumber: PT. Krakatau Semen Indonesia, 2019

## 3. Metodologi Penelitian

### 3.1 Prosedur Penelitian



**Gambar 1.** Bagan alir penelitian

Sampel tanah asli diambil pada Jalan Munjul – Sindang Resmi, Kabupaten Pandeglang, dan penelitian ini dilakukan di Laboratorium Teknik Sipil FT. Untirta. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan klasifikasi dan jenis tanah pada jalan munjul serta dapat mengetahui pengaruh penambahan *slag* semen terhadap nilai CBR.

### 3.2 Pengujian Untuk Klasifikasi Tanah

- 1) Batas cair (sesuai dengan SNI 1967:2008)[7]
- 2) Batas plastis (sesuai dengan SNI 1966:2008)[8]
- 3) Analisis saringan (sesuai dengan SNI 3423:2008)[9]
- 4) Berat jenis (sesuai dengan SNI 1964:2008)
- 5) Pemadatan ringan (sesuai dengan SNI 1742:2008)[10]



Gambar 2. a. Sampel tanah dengan kondisi kering oven; b. Sampel tanah yang dicampur dengan semen slag; c. Pengujian pemadatan; d. Pengujian CBR

### 3.3 Uji California Bearing Ratio (CBR)

Berpedoman pada SNI 1744:2012 metode uji CBR laboratorium.[6] Masing-masing variasi di jadikan 3 mold dengan masing – masing pukulan 10, 30, dan 65. Lalu di uji dengan alat *California Bearing Ratio*. Kemudian hasil 3 data itu diambil di masukan kedalam grafik Densitas kering VS CBR. Lalu tarik garis dari *Dry Max* pemadatan sampai perotongan garis grafik agar mendapatkan nilai CBR.

## 4. Analisis dan Pembahasan

### 4.1 Hasil Pengujian Fisik Tanah Asli

Dari pengujian fisik tanah asli diperoleh hasil sebagai berikut:

Tabel 2. Data propertis tanah

Propertis Tanah	Satuan	Nilai Hasil Uji
Analisa Besar Butir	%	64,90
Berat Jenis Tanah	-	2,640
Batas Cair	%	51
Batas Plastis	%	30,89
Indeks Plastisitas	%	19,86
Kadar Air Optimum	%	33,90
Berat Volume Kering	gram/cm <sup>3</sup>	1,262

Sumber: Hasil Analisa, 2019

Indeks plastisitas (IP) diperoleh 19,86 %. Menurut tabel nilai indeks plastisitas dan jenis tanah dengan nilai IP > 17 %, tanah pada Jl. Munjul Pasirtenjo, Sindangresmi , Kabupaten Pandeglang , termasuk jenis tanah lempung murni yang memiliki sifat plastisitas tinggi dan bersifat kohesif.

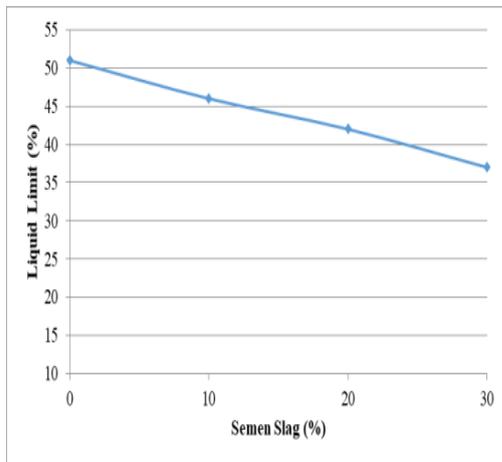
### 4.2 Perbandingan Tanah Asli Dengan Bahan Tambah Slag Semen

Tabel 3 dibawah ini menyajikan hasil perbandingan nilai propertis tanah untuk tanah asli dan tanah yang sdicampur dengan semen slag dengan masing-masing presentase.

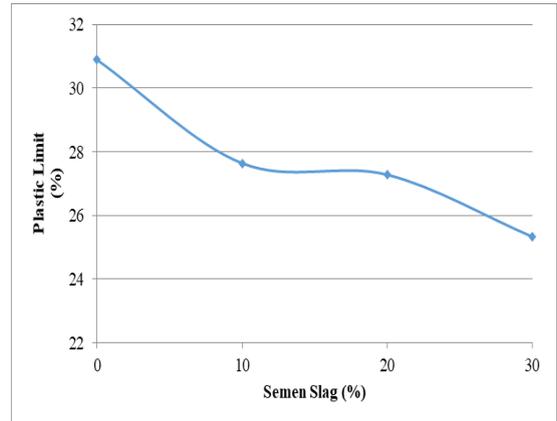
**Tabel 3.** Perbandingan Nilai Batas *Atterberg*

Nama Propertis Tanah	Tanah Asli	Kadar Semen Slag 10%	Kadar Semen Slag 20%	Kadar Semen Slag 30%
Batas Cair (%)	51	46	42	37
Batas Plastis (%)	30,89	27,64	27,28	25,33
Indeks Plastisitas (%)	19,86	18,42	14,7	11,88

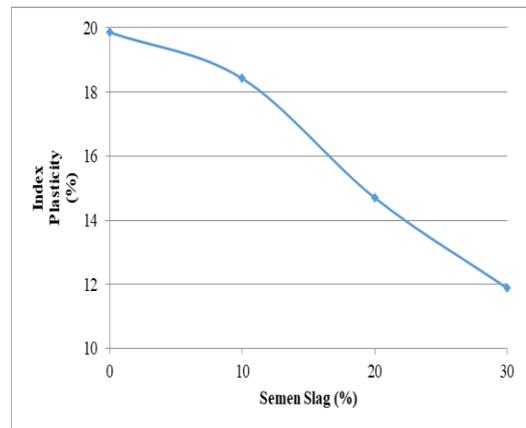
Sumber: Hasil Analisa, 2019



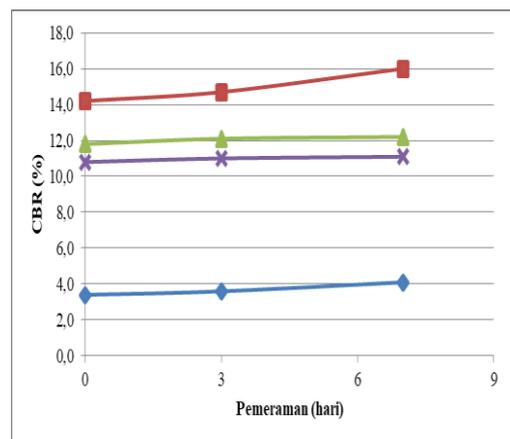
**Gambar 3.** Pengaruh Semen Slag terhadap Nilai Batas Cair (LL)  
Sumber: Hasil Analisa, 2019



**Gambar 4.** Pengaruh Semen Slag terhadap Nilai Batas Plastis (PL)  
Sumber: Hasil Analisa, 2019



**Gambar 5.** Pengaruh Semen Slag terhadap Nilai Indeks Palstisitas (PI)



**Gambar 6.** Grafik hubungan nilai CBR terhadap persentase bahan tambah  
Sumber: Hasil Analisa, 2019

Pada pengujian sifat fisik tanah dengan semakin banyaknya penambahan Semen

Slag menurunkan batas cair, batas plastis, dan indeks plastisitas tanah.

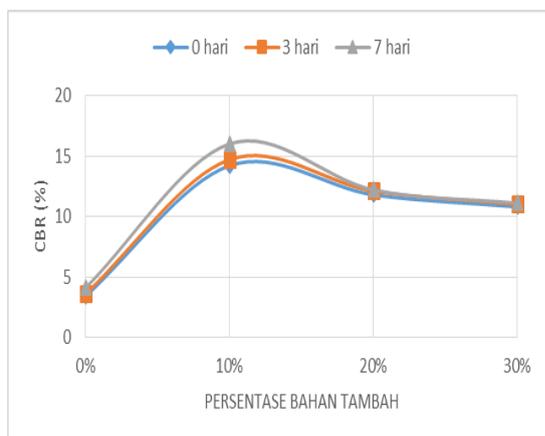
### 4.3 Pengaruh Penambahan Semen Slag terhadap Nilai CBR

Tabel 4 dibawah ini menyajikan hasil pengaruh penambahan semen slag terhadap nilai CBR untuk masing-masing pemeraman dan presentase semen slag.

**Tabel 4.** Hasil Uji berdasarkan Nilai CBR

Waktu Pemeraman	Semen Slag (%)	CBR (%)
0	0	3,4
	10	14,2
	20	11,8
	30	10,8
3	0	3,6
	10	14,7
	20	12,1
	30	11,0
7	0	4,1
	10	16,0
	20	12,2
	30	11,1

Sumber: Hasil Analisa, 2019



**Gambar 7.** Grafik hubungan nilai CBR terhadap pemeraman

Sumber: Hasil Analisa, 2019

Pada penelitian ini, Semen Slag mempengaruhi nilai CBR sesuai persentase yang ditambahkan. Penambahan Semen Slag tidak selamanya menaikkan nilai CBR pada tanah. Pada persentase 0 % di pemeraman 0 hari ,3 hari ,dan 7 hari didapat nilai CBR tanah berturut-turut 3,4 %, 3,6 % ,dan 4,1 %.

Mengalami kenaikan pada persentase 10 % di pemeraman 0 hari ,3 hari ,dan 7 hari sebesar 14,2 % , 14,7 % ,dan 16 % . Penambahan Semen Slag pada persentase berikutnya mengalami penurunan dengan nilai CBR dengan penambahan 20 % di pemeraman 0 hari ,3 hari ,dan 7 hari di dapat nilai CBR tanah berturut-turut 11,8 % , 12,1 % ,dan 12,2 % dan pada persentase 30 % di pemeraman 0 hari ,3 hari ,dan 7 hari di dapat nilai CBR tanah berturut-turut 10,8 % ,11,0 % dan 11,1%. Nilai CBR optimum diperoleh pada persentase campuran semen slag 10% dengan nilai CBR sebesar 16%. Namun setelah persentase campuran semen slag 16%, nilai CBR mengalami penurunan. Hal ini disebabkan karena jumlah bahan tambah yang semakin banyak pada benda uji, yang seharusnya sebagai pembentuk proses sementasi, dan mengisi ruang pada pori partikel tanah terisi oleh Semen Slag. Sifat bahan tambah saat bereaksi dengan air sangat berpengaruh sehingga mengakibatkan air yang harusnya mengikat pada tanah, tapi diserap oleh bahan tambah sehingga nilai CBR turun.

## 5. Kesimpulan dan Saran

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pengujian yang dilakukan, dapat disimpulkan bahwa stabilisasi tanah dengan penambahan slag semen pada Jalan Munjul – Sindang Resmi, Kabupaten Pandeglang yaitu sebagai berikut :

- 1) Berdasarkan hasil pengujian sifat fisik tanah menunjukkan bahwa tanah di lokasi studi kasus menurut sistem klasifikasi USCS tanah termasuk kedalam OH dengan nilai Indeks Plastisitas sebesar 19,86 %, yaitu tanah lempung Lempung organik dengan plastisitas sedang sampai tinggi.
- 2) Pada penelitian ini, Semen Slag mempengaruhi nilai CBR sesuai persentase yang ditambahkan. Pada persentase 0 % di pemeraman 0 didapat nilai CBR tanah berturut-turut 3,4 % . Mengalami kenaikan dan optimum pada penambahan 10 % Semen Slag dengan nilai CBR sebesar 16 % . Penambahan Semen Slag pada persentase berikutnya

mengalami penurunan. Hal ini disebabkan karena jumlah bahan tambah yang semakin banyak pada benda uji, yang seharusnya sebagai pembentuk proses sementasi, dan mengisi ruang pada pori partikel tanah terisi oleh Semen Slag. Sifat bahan tambah saat bereaksi dengan air sangat berpengaruh sehingga mengakibatkan air yang harusnya mengikat pada tanah, tapi diserap oleh bahan tambah sehingga nilai CBR turun. Dari hasil penelitian Semen Slag dapat meningkatkan nilai CBR pada tanah dari sebelumnya termasuk kategori *poor to fair* dan setelah di campur Semen Slag menjadi kategori *fair* yang bisa di gunakan sebagai *subbase*.

- 3) Pada pengujian sifat fisik tanah dengan semakin bertambahnya presentase Semen Slag menurunkan indeks plastisitas tanah asli dengan kategori plastisitas tinggi yakni 19,86 % menjadi tanah berplastisitas sedang yakni 11,88 %.

## 5.2 Saran

Penulis menyadari bahwa penelitian ini masih belum sepenuhnya sempurna, oleh karena itu diharapkan untuk melakukan penelitian selanjutnya :

- 1) Setiap daerah memiliki tanah dasar dengan sifat fisik yang berbeda, oleh karena itu perlu dilakukan pengujian sifat fisik tanah.
- 2) Penelitian selanjutnya perlu dicari nilai optimum kadar air pada masing- masing persentase campuran Semen Slag.

## 6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] E. J. Bowles, Mekanika Tanah (Prinsip-Prinsip Rekayasa Geoteknis), Surabaya: Erlangga, 1986.
- [2] Hardiyatmo, Hary cristady, Mekanika Tanah edisi 4, Universitas Gajah Mada, 2002.
- [3] R. I. Kusuma, E. Mina and N. Fakhri, "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*, vol. 7, no. 1, 2018.

- [4] Pathak, A. K., Pandey, V., Murari, K., & Singh, J. P, "Soil stabilisation using ground granulated blast furnace slag," *International Journal of Engineering Research and Applications*, vol 4, no 5, pp. 164-171, 2014.
- [5] Padmaraj, D., & Chandrakaran, S, "Strength improvement of soft clay with lime activated Ground Granulated Blast furnace Slag. "
- [6] SNI 03-1744-2012., "Metode uji CBR laboratorium", Badan Standar Nasional, Jakarta, 2012.
- [7] SNI 1967-2008., "Cara uji penentuan batas cair tanah", Badan Standar Nasional, Jakarta, 2008.
- [8] SNI 1966-2008., "Cara uji penentuan batas plastis dan indeks plastisitas tanah", Jakarta, Badan Standar Nasional.
- [9] SNI 3423-2008., "Cara uji analisis ukuran butir tanah", Badan Standar Nasional, Jakarta, 2008.
- [10] SNI 1742-2008., "Cara uji kepadatan ringan untuk tanah", Badan Standar Nasional, Jakarta, 2008.
- [11] Fathonah, W., et al. "Stabilization of clay using slag and fly ash with reference to UCT value (Case study: Jalan Kadusentar, Pandeglang District-Banten)." *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. Vol. 673. No. 1. IOP Publishing, 2019.