



Kinerja Semen *Portland* Komposit Sebagai Stabilisator *Subgrade* dan Pengaruhnya Terhadap Nilai Kuat Tekan Bebas

¹Woelandari Fathonah, ²Enden Mina, ³Rama Indera Kusuma, ⁴Dicky Damari

^{1,2,3,4}Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa

¹woelandari@untirta.ac.id

Abstract

Soil serves as a support for the foundation of the building on it in various kinds of civil engineering work. The case study in this research is Cibingbin Village, Cibaliung District, Pandeglang Regency, because visually the road is damaged and bumpy, based on the DCP test the soil has a field CBR value of 2.667%. According to the Directorate General of Highways–Kemen PUPR in 2017, the CBR value for subgrade below 6% needs to be stabilized. In this study, soil stabilization was carried out using portland cement with laboratory tests, namely soil physical tests and free compressive strength tests. The variations of portland cement used were 0%, 3%, 5%, and 7% with curing times of 0 days, 7 days and 28 days. The original soil q_u value at 0 days of curing was 2,007 kg/cm², 3%, 5% and 7% the q_u value increased to 3,348 kg/cm², 4,635 kg/cm², 5,377 kg/cm², and the q_u value for curing 7 day is 2,119 kg/cm², 4,718 kg/cm², 5,764 kg/cm², 6,276 kg/cm². The maximum q_u value was obtained at 7% Portland cement variation with a curing time of 7 days. The original soil plasticity index value was 42.86% and the variation of 7% portland cement with a curing time of 7 days decreased by 24.62% in the high plasticity category, so further research is needed to obtain a plasticity index value that matches the criteria for road subgrade.

Keywords: unconfined compression strength, portland, cement, stabilization, soil

Abstrak

Tanah berfungsi sebagai penopang pondasi bangunan di atasnya dalam berbagai macam pekerjaan teknik sipil. Studi kasus pada penelitian ini adalah Desa Cibingbin Kecamatan Cibaliung Kabupaten Pandeglang, karena secara visual jalan rusak dan bergelombang, berdasarkan uji DCP tanah memiliki nilai CBR lapangan sebesar 2,667%. Menurut Ditjen Bina Marga–Kemen PUPR tahun 2017, nilai CBR untuk tanah dasar di bawah 6% perlu distabilkan. Pada penelitian ini dilakukan stabilisasi tanah menggunakan semen *portland* dengan pengujian laboratorium yaitu uji fisik tanah dan uji kuat tekan bebas. Variasi semen *portland* yang digunakan yaitu 0 %, 3%, 5% dan 7% dengan lama pemeraman 0 hari , 7 hari dan 28 hari. Nilai q_u tanah asli pada pemeraman 0 hari adalah 2.007 kg/cm², 3%, 5% dan 7% nilai q_u meningkat masing-masing menjadi 3.348 kg/cm², 4.635 kg/cm², 5.377 kg/cm², dan nilai q_u untuk pemeraman 7 hari adalah 2.119 kg/cm², 4.718 kg/cm², 5.764 kg/cm², 6.276 kg/cm². Nilai q_u maksimum diperoleh pada variasi semen *portland* 7% dengan lama pemeraman 7 hari. Nilai indeks plastisitas tanah asli adalah 42,86% dan pada variasi semen *portland* 7% dengan lama pemeraman 7 hari mengalami penurunan sebesar 24,62% dengan kategori plastisitas tinggi, sehingga perlu dilakukan penelitian lebih lanjut agar diperoleh nilai indeks plastisitas yang sesuai dengan kriteria untuk *subgrade* jalan.

Kata kunci: kuat tekan bebas, *portland*, semen, stabilisasi, tanah

1. Pendahuluan

Dalam pandangan Teknik Sipil, tanah adalah himpunan mineral, bahan organik, dan endapan-endapan yang relatif lepas (*loose*),

yang terletak di atas batuan dasar (*bedrock*).

Ikatan antara butiran yang relatif lemah dapat disebabkan oleh karbonat zat organik, atau oksida-oksida yang mengendap di antara partikel-partikel. Ruang di antara partikel-

Informasi Artikel

Diterima Redaksi : 28-03-2022 | Selesai Revisi : 27-04-2022 | Diterbitkan Online : 28-04-2022

partikel dapat berisi air, udara ataupun keduanya. Proses pelapukan batuan atau proses geologi lainnya yang terjadi di dekat permukaan bumi membentuk tanah [1]. Tanah merupakan komponen dasar yang memiliki peranan penting, tanah berfungsi sebagai penerima beban struktur di atasnya [2]. Tanah lempung ekspansif merupakan tanah dasar yang kurang baik dalam mendukung konstruksi di atasnya karena berpotensi mengalami kegagalan misalnya retakretak, bergelombang, amblas, dan sebagainya [3]. Stabilisasi merupakan metode untuk memperbaiki daya dukung dan karakteristik tanah dengan memberikan perlakuan khusus [4], [5]. Salah satu metode stabilisasi tanah adalah menggunakan semen. Tanah yang perlu distabilisasi memiliki sifat teknis seperti kuat tekan bebas tanah lempung yang sangat rendah [6]. Menurut peraturan Bina Marga tahun 2017, nilai daya dukung tanah tidak kurang dari 6%, jika tidak memenuhi maka perlu dilakukan stabilisasi [7].

Semen adalah material yang mempunyai sifat adhesif dan kohesif sebagai perekat yang mengikat fragmen-fragmen mineral menjadi suatu kesatuan yang kompak, maka semen *portland* cukup mampu menaikkan nilai kuat geser pada tanah. Penggunaan semen *portland* mampu meningkatkan angka CBR *unsoaked* sebesar 11% pada campuran 3% semen, 21.5% pada campuran 6% semen dan 29% pada campuran 10% semen jika dibandingkan dengan CBR tanah asli [8]. Sedangkan stabilisasi dengan semen slag mampu meningkatkan nilai q_u optimum sebesar 4,53 kg/cm² pada kadar semen slag 20% dengan pemeraman 7 hari [9]. Pada variasi 5% semen

dengan pemeraman 7 hari mampu meningkatkan nilai q_u sebesar 4 kali lipat dari nilai sebelumnya [10]. Pada variasi 9% PCC (*Portland Composite Cement*) mampu menghasilkan nilai q_u maksimum sebesar 729,31 kN/m² [11]. Semen *portland* yang dimanfaatkan sebagai bahan stabilisasi pada tanah gambut mampu meningkatkan nilai CBR pada variasi 15% semen dengan nilai CBR sebesar 8,87% [12]. Pada penelitian ini, penulis ingin mengetahui kinerja semen *portland* terhadap nilai CBR pada variasi 0%,3%, 5% dan 7% dengan pemeraman 0 hari, 7 hari dan 28 hari.

2. Metode Penelitian

Penelitian ini berdasarkan pada prosedur yang sesuai dengan peraturan SNI. Penelitian ini memiliki tahapan diantaranya mengidentifikasi sifat fisik dan batas-batas tanah untuk mengetahui sifat dan jenis tanah. Dilanjutkan dengan pemadatan tanah untuk menentukan kadar air optimum untuk pembuatan benda uji. Lalu melakukan pencampuran bahan tambah semen *portland* ke dalam tanah dengan presentase yang sudah ditentukan, yaitu 0%, 3%, 5% dan 7%. Benda uji yang sudah dicampur selanjutnya dilakukan pemeraman dengan waktu pemeraman selama 0 hari, 7 hari dan 28 hari. Pengujian sifat mekanis tanah untuk mengetahui nilai kuat tekan bebas tanah. Persentase campuran diambil berdasarkan berat kering tanah, kemudian setelah pencampuran dilakukan pemeraman selama 0 hari, 7 hari dengan cara dibungkus kantong plastik, lalu disimpan dalam temperatur suhu yang tetap [13].

Pada saat penelitian di laboratorium, tentu adanya spesifikasi yang digunakan saat

Informasi Artikel

Diterima Redaksi : 28-03-2022 | Selesai Revisi : 27-04-2022 | Diterbitkan Online : 28-04-2022

pembuatan benda uji karena cara pembuatan benda uji sangat berpengaruh terhadap hasil benda uji yang didapatkan. Pembuatan benda uji diawali dengan pencampuran tanah dengan bahan tambah semen *portland* komposit berdasarkan persentase yang sudah ditentukan adalah 0%, 3%, 5%, 7% dan penambahan air sesuai takaran yang sudah ditentukan. Setelah semuanya tercampur rata hingga homogen, selanjutnya dilakukan pemadatan menggunakan alat pemadatan *standard proctor*.

Tanah yang dimasukkan lalu ditumbuk sebanyak 25 kali dengan pola menggunakan alat penumbuk yang dijatuhkan secara bebas dari ketinggian 304,8 mm ± 1,524 mm diatas permukaan benda uji, memasukan tanah lalu ditumbuk dilakukan sebanyak 3 lapis dengan ketebalan yang sama. Setelah selesai penumbukan di lapis ke tiga, lalu permukaannya diratakan dan memasang mold UCT dan ditekan hingga mold masuk kedalam cetakan pemadatan *standard proctor*. Setelah dikeluarkan menggunakan alat dongkrak, rapihkan sisi benda uji dengan pemotong pisau agar benda uji rata dapat menyentuh sempurna dengan alat kuat tekan bebas. Setelah pemadatan, melakukan pemeraman selama 7 hari menggunakan plastik dan ditempatkan ditempat steril yang aman dari kejatuhan benda. Lalu kemudian dilakukan pengujian kuat tekan bebas [14].

3. Hasil dan Pembahasan

Sampel tanah merupakan tanah *disturb* (terganggu). Hasil uji DCP sebesar 2,667%. Sampel tanah kemudian dibawa ke laboratorium Teknik Sipil UNTIRTA untuk dilakukan uji sifat fisik dan mekanis tanah.

Hasil Pengujian Sifat Fisik Tanah Asli

Pengujian sifat fisik tanah asli yang dilakukan yaitu batas *atterberg*, berat jenis, analisa besar butir, berat isi dan pemadatan. Hasil pengujian dirangkum pada Tabel 1 berikut ini.

Tabel 1. Hasil Pengujian Sifat Fisik Tanah Asli

No	Jenis Pengujian	Satuan	Hasil Pengujian
1	Kadar air optimum	(%)	26
2	Kerapatan kering maksimum	gr/cm ³	1,418
3	Berat jenis		2,701
4	Analisa besar butir (lolos No 200)	(%)	52
5	Batas cair	(%)	70
6	Batas plastis	(%)	27,14
7	Indeks plastisitas	(%)	42,86

Berdasarkan sistem klasifikasi AASHTO menunjukkan bahwa tanah di Desa Cibingbin, Kecamatan Cibaliung, Kabupaten Pandeglang termasuk kedalam grup A-7 merupakan tipe material tanah berlempung, dan kondisi tanah adalah sedang sampai buruk.

Stabilisasi Tanah

Pengujian sifat fisik tanah dan pengujian UCT dengan penambahan semen *portland* komposit dengan variasi 0%, 3%, 5% dan 7%, lama pemeraman 0 hari , 7 hari dan 28 hari.

Perhitungan Kebutuhan Tanah

Perhitungan kebutuhan sampel tanah dan bahan tambah semen *portland*.

1. Massa Kebutuhan Tanah

$$\text{Volume mold} = 785 \text{ cm}^3$$

$$\text{yd, maksimum} = 1,425 \text{ gram/cm}^3$$

$$\text{Massa Tanah} = \gamma_{\text{mold}} \times \text{yd, maksimum}$$

$$= 785 \times 1,425$$

$$= 1118,62 \approx 1119 \text{ gr}$$

2. Kebutuhan Bahan Tambah

Informasi Artikel

Perhitungan kebutuhan massa bahan tambah Semen *portland* komposit untuk benda uji dengan presentase 0%, 3%, 5% dan 7%.

- Campuran 0%. $1119 \text{ gr} \times 0\% = 0 \text{ gr}$
- Campuran 3%. $1119 \text{ gr} \times 3\% = 33,57 \text{ gr}$
- Campuran 5%. $1119 \text{ gr} \times 5\% = 55,95 \text{ gr}$
- Campuran 7%. $1119 \text{ gr} \times 7\% = 78,33 \text{ gr}$

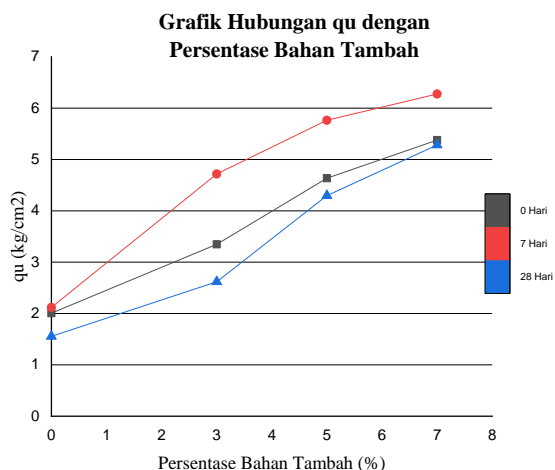
Pembuatan dan Pengujian Benda Uji

Pada saat penelitian di laboratorium, tentu adanya spesifikasi yang digunakan saat pembuatan benda uji, karena cara pembuatan benda uji sangat berpengaruh terhadap hasil benda uji yang didapatkan [15].



Gambar 1. Pengujian kuat tekan bebas tanah dengan campuran semen *portland* komposit

Hasil pengujian kuat tekan bebas pada campuran tanah dengan bahan tambah semen *portland* komposit dengan variasi 0%, 3%, 5%, dan 7% dengan lama pemeraman 0 hari, 7 hari dan 28 hari. Hubungan nilai kuat tekan bebas (q_u) dengan presentase bahan tambah ditunjukkan pada Gambar 2.

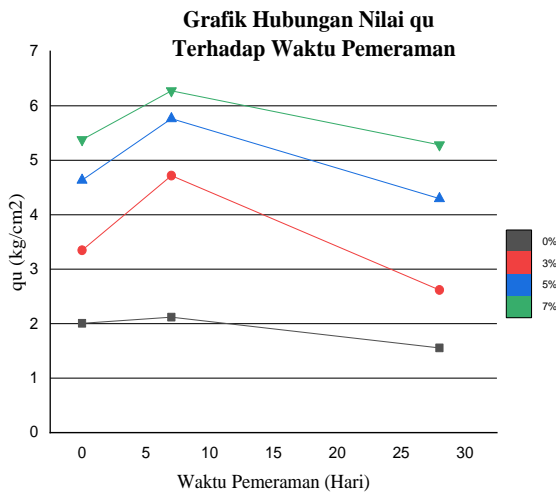


Gambar 2. Grafik hubungan nilai q_u dengan presentase bahan tambah

Hasil yang didapat dari pengujian kuat tekan bebas dengan bahan tambah semen *portland* komposit pemeraman 0 hari pada presentase 0% adalah $2,007 \text{ kg/cm}^2$, penambahan semen 3% didapatkan $3,348 \text{ kg/cm}^2$, penambahan semen 5% adalah $4,635 \text{ kg/cm}^2$, dan pada penambahan semen 7% didapat $5,377 \text{ kg/cm}^2$. Pada pengujian 7 hari pemeraman didapat 0% bahan tambah didapatkan $2,119 \text{ kg/cm}^2$, penambahan semen 3% adalah $4,718 \text{ kg/cm}^2$, penambahan semen 5% adalah $5,764 \text{ kg/cm}^2$, dan penambahan semen 7% didapatkan $6,276 \text{ kg/cm}^2$. Hubungan nilai kuat tekan bebas (q_u) dengan waktu pemeraman ditunjukkan pada Gambar 3.

Informasi Artikel

Diterima Redaksi : 28-03-2022 | Selesai Revisi : 27-04-2022 | Diterbitkan Online : 28-04-2022



Gambar 3. Grafik hubungan nilai qu dengan waktu pemeraman

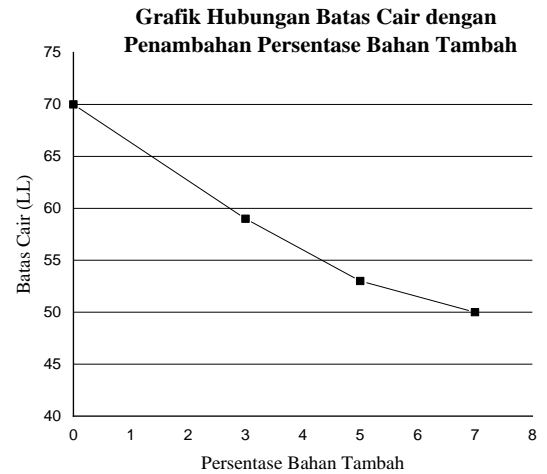
Berdasarkan grafik pada Gambar 3 menunjukkan hasil bahwa peningkatan nilai qu maksimum didapatkan pada variasi semen *portland* komposit 7% dengan waktu pemeraman 7 hari, setelah 7 hari nilai qu mengalami penurunan nilai qu.

Pengaruh Semen *Portland* Komposit Terhadap Sifat Fisik Tanah

Berikut hasil pengujian sifat fisik tanah menggunakan bahan tambah semen *portland* komposit.

Batas Cair

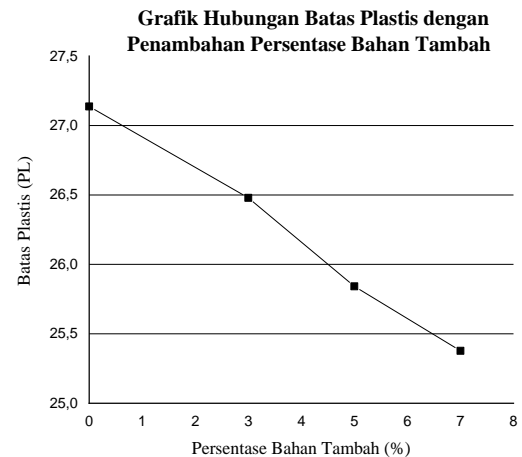
Pengujian batas cair dengan penambahan semen *portland* komposit menunjukkan hasil bahwa seiring bertambahnya variasi semen *portland* komposit dapat menurunkan nilai batas cair. Nilai batas cair ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Grafik hubungan nilai LL dengan penambahan variasi semen *portland* komposit

Batas Plastis

Pengujian batas plastis dengan penambahan semen *portland* komposit menunjukkan hasil bahwa seiring bertambahnya variasi semen *portland* komposit dapat menurunkan nilai batas plastis. Nilai batas plastis ditunjukkan pada Gambar 5.



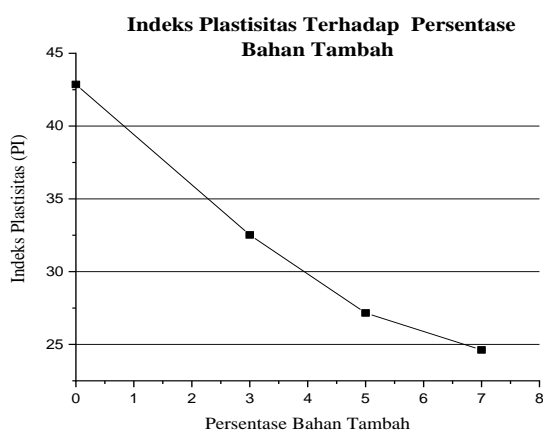
Gambar 5. Grafik hubungan nilai PL dengan penambahan variasi semen *portland* komposit

Indeks Plastisitas

Nilai indeks plastisitas merupakan pengurangan dari nilai batas cair dan batas plastis. berdasarkan persentase yang ditambahkan. Seiring bertambahnya variasi semen *portland* komposit dapat menurunkan

Informasi Artikel

nilai indeks plastisitas. Nilai indeks plastisitas ditunjukkan pada Gambar 6.



Gambar 6. Grafik hubungan nilai indeks plastisitas dengan penambahan variasi semen *portland* komposit

4. Kesimpulan

Dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa, stabilisasi dengan bahan tambah semen *portland* komposit dapat meningkatkan nilai q_u , dimana nilai q_u semakin naik seiring bertambahnya presentase semen *portland* komposit. Karakteristik menurut AASHTO adalah tipe tanah berlempung, maka dengan ditamhkannya semen ini dapat memperbaiki daya dukung tanah, karena kandungan di dalam semen tersebut mengandung zat-zat kimia termasuk zat silika yang berfungsi sebagai zat pengikat yang aktif setelah dicampurkan dengan air. Nilai q_u maksimum diperoleh pada variasi semen *portland* 7% dengan lama pemeraman 7 hari sebesar 6.276 kg/cm². Untuk nilai indeks plastisitas tidak menurun secara signifikan, pada variasi semen *portland* 7% nilai indeks plastisitas sebesar 24.62% dengan kategori plastisitas tinggi, sehingga perlu dilakukan penelitian lebih lanjut agar diperoleh nilai indeks plastisitas yang sesuai dengan kriteria untuk *subgrade* jalan.

Daftar Rujukan

- [1] H. C. Hardiyatmo, *Materi Mekanika Tanah 1*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press, 2010.
- [2] W. Fathonah, D. E. Intari, E. Mina, and M. Sulaiman, "Pemanfaatan Limbah Plastik Pet (Polyethylene Terephthalate) Sebagai Bahan Stabilisasi Tanah Lempung Ekspansif (Studi Kasus : Jalan Kampung Cibayone, Sumur-Pandeglang)," *J. Fondasi*, vol. 7, no. 2, pp. 31–40, 2018, doi: 10.36055/jft.v7i2.4073.
- [3] R. Yuniarti, "Perbandingan nilai daya dukung tanah dasar badan jalan yang distabilisasi semen dan abu sekam padi," pp. 39–44, 2008.
- [4] D Panguriseng, *Stabilisasi Tanah*. Makasar: Universitas 45 Makasar, 2001.
- [5] R. Indera K, E. Mina, and T. Rahman, "Stabilisasi Tanah Dengan Menggunakan Fly Ash Dan Pengaruhnya Terhadap Nilai Kuat Tekan Bebas (Studi Kasus Jalan Raya Bojonegara, Kab. Serang)," *J. Fondasi*, vol. 5, no. 1, 2016.
- [6] Anwar Muda, "Analisis Kuat Tekan Bebas Pada Pebambahan Matos Terhadap Stabilisasi Tanah Lempung Dengan Semen," vol. 5, pp. 30–39, 2016.
- [7] Menteri Pekerjaan Umum, *Manual Desain Perkerasan Jalan (Revisi Juni 2017) Nomor 04/ SE/ Db/ 2017*. Jakarta: Direktorat Jenderal Bina Marga, 2017.
- [8] A. Tjakra Kusuma, H. A. Maulana, and G. S. Budi, "Stabilisasi Tanah Merauke – Papua Dengan Menggunakan Semen," no. 2007, pp. 9–16, 2018.
- [9] W. Fathonah, E. Mina, R. I. Kusuma, and D. Y. Ihsan, "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 , " *JurnalFondasi*, vol. 9, no. 1, pp. 87–93, 2020.
- [10] D. Pratama and F. Ferry, "Karakteristik Nilai Kuat Tekan Bebas Stabilisasi Semen Tanah CI-MI Terhadap Siklus Pembasahan Pengeringan," *Jom FTEKNIK*, vol. 5, no. 1, pp. 1–10, 2018.
- [11] A. I. Ng and A. Prihatiningsih, "Penggunaan White Portland Cement Dan Portland Composite Cement Terhadap Kekuatan Tanah Ekspansif Dengan Unconfined Compression Test," *JMTS J. Mitra Tek. Sipil*, vol. 1, no. 1, p. 39, 2018, doi: 10.24912/jmts.v1i1.2239.
- [12] J. K. Putra, "Stabilisasi Tanah Gambut

Informasi Artikel

Diterima Redaksi : 28-03-2022 | Selesai Revisi : 27-04-2022 | Diterbitkan Online : 28-04-2022

- Amping Parak Dengan Semen Portland,”
Abstr. Undergrad. Res. Fac. Civ. Plan. Eng.,
vol. 1, no. 1, pp. 1–2, 2022.
- [13] B. Chairullah, “Stabilisasi Tanah Lempung Lunak Untuk Material Tanah Dasar Sub Grade dan Sub Base Jalan Raya,” *J. Tek. Sipil Univ. Syiah Kuala*, vol. 1, no. September, pp. 61–70, 2011.
- [14] SNI-3638, *SNI 3638: Metode Uji Kuat Tekan-Bebas Tanah Kohesif*. 2012.
- [15] R. I. Kusuma, E. Mina, W. Fathonah, and C. D. Kartika, “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),” *J. Fondasi*, vol. 9, no. 2, p. 154, 2020, doi: 10.36055/jft.v9i2.9015.

Informasi Artikel

Diterima Redaksi : 28-03-2022 | Selesai Revisi : 27-04-2022 | Diterbitkan Online : 28-04-2022
