



Pemanfaatan Limbah Penambangan Bukit Kapur Untuk Stabilisasi Tanah Lempung (Clay)

¹Enita Suardi, ²Zulfira Mirani, ³Silvianengsih, ⁴Oni Guspari, ⁵Desmon Hamid

^{1,2,3,4,5}Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Padang

¹enitasuardi@yahoo.com, ²raninawaf@gmail.com

³silvianengsih@rocketmail.com, ⁴oniguspari50@gmail.com, ⁵dham1819@gmail.com

Abstrack

Soil stabilization by adding new materials is one of the alternatives to soil repair that can improve the properties of the soil, namely by mixing new materials and soil that is then compacted. Waste left over limestone hill mining, among others in the form of materials with various sizes of granules. This study aims to review the effect of the addition of limestone hill mining waste material on the density and value of the California Bearing Ratio (CBR) of clay soil. Tests conducted only on a laboratory scale with variations in the increase in limestone hill mining waste levels are 0%, 5%, 10%, and 15% to the total weight of the mixture. Laboratory CBR testing is performed under optimum water content conditions. The results showed that the stabilization of soft soils using limestone hill mining waste, can increase the density and value of soil CBR. The most optimal level of use of limestone hill mining waste and which provides the highest CBR value is for the addition of 5% of limestone hill mining waste with a CBR value of 26.5%.

Keywords: Soil stabilization, CBR Value, Limestone hill mining waste, clay soil

Abstrak

Stabilisasi tanah dengan menambahkan material baru adalah salah satu alternatif perbaikan tanah yang dapat memperbaiki sifat-sifat tanah, yaitu dengan cara mencampur material baru dan tanah yang kemudian dipadatkan. Limbah sisa penambangan bukit kapur, antara lain berupa material dengan berbagai ukuran butiran. Penelitian ini bertujuan meninjau pengaruh penambahan material limbah penambangan bukit kapur terhadap kepadatan dan nilai California Bearing Ratio (CBR) tanah lempung. Pengujian yang dilakukan pengujian dilakukan hanya pada skala laboratorium dengan variasi penambahan kadar limbah penambangan bukit kapur adalah 0%, 5%, 10%, dan 15% terhadap berat total campuran. Pengujian CBR laboratorium dilakukan dalam kondisi kadar air optimum. Hasil penelitian memperlihatkan dengan adanya stabilisasi tanah lempung menggunakan limbah penambangan bukit kapur, dapat meningkatkan kepadatan dan nilai CBR tanah. Kadar penggunaan limbah penambangan bukit kapur yang paling optimum dan yang memberikan nilai CBR tertinggi adalah untuk penambahan 5% limbah penambangan bukit kapur dengan nilai CBR 26,5%.

Kata kunci : Stabilisasi tanah, Nilai CBR, Limbah penambangan bukit kapur, tanah lempung

1. Pendahuluan

Setiap usaha stabilisasi tanah mempunyai pertimbangan terhadap faktor-faktor waktu, biaya dan metode serta kemudahan pelaksanaan. Stabilisasi tanah bertujuan

meningkatkan kekuatan dan daya dukung tanah serta mengurangi penurunan. Stabilisasi tanah dengan menambahkan material baru adalah salah satu alternatif perbaikan tanah, yaitu dengan mencampur material baru

Informasi Artikel

Diterima Redaksi : 26-10-2021 | Selesai Revisi : 31-10-2021 | Diterbitkan Online : 31-10-2021

tersebut dengan tanah yang sudah dihancurkan, kemudian dipadatkan.

Pada penambangan bukit kapur selain menghasilkan semen, juga menghasilkan limbah yang melimpah berupa material limbah kapur dengan berbagai ukuran butiran, yaitu berupa material berbutir kasar maupun berbutir halus. Salah satu limbah yang dihasilkan oleh penambangan bukit kapur ini, memberikan peluang alternatif material untuk stabilisasi tanah lempung.

Tanah lempung merupakan tanah yang berukuran mikroskopis sampai dengan sub mikroskopis yang berasal dari pelapukan unsur-unsur kimiawi penyusun batuan. Tanah Lempung merupakan jenis tanah berbutir halus yang sangat dipengaruhi oleh kadar air dan mempunyai sifat yang cukup rumit. Tanah lempung sangat keras dalam keadaan kering dan bersifat plastis pada kadar air sedang. Pada kadar air lebih tinggi, lempung bersifat lengket (kohesif) dan sangat lunak [13]. Penelitian terkait stabilisasi tanah menggunakan kapur telah dilakukan oleh beberapa peneliti. Stabilisasi dengan semen cocok untuk tanah yang tidak kohesif, yaitu tanah berpasir atau kerikil yang mengandung sedikit tanah berbutir halus, sedangkan kapur dan *pozzolan* cocok untuk tanah kohesif [7]. Penelitian stabilisasi dengan kapur untuk memperbaiki kualitas tanah di desa Jogoloyo Kabupaten Demak jalan sering mengalami kerusakan dilakukan pengujian sifat fisis dan kuat dukung tanah campuran meliputi uji berat jenis, uji Atterberg limits, uji analisa saringan, uji hydrometer, uji standard Proctor, uji CBR dengan perawatan dan perendaman 4 hari. Pada Nilai CBR tanah asli didapat sebesar 2.3

% kemudian mengalami peningkatan dengan penambahan kapur 4%, 8% dan 12%, berurutan sebesar 4.43%, 11.57% dan 10.6%. Nilai CBR yang terbesar terjadi pada penambahan kapur 8% [2]. Syawali Himawan Simbolon [8], telah melakukan penelitian Stabilisasi Tanah Lempung Menggunakan Gypsum, Kapur (CaO) dan Semen Ditinjau dari Nilai CBR (California Bearing Ratio). Nilai CBR pada tanah asli sebesar 7,01% untuk pengujian CBR tidak terendam (*unsoaked*). Nilai paling maksimum dari masing masing variasi campuran dengan pemeraman 14 hari adalah pada penambahan semen 10% sebesar 10,15%, pada penambahan kapur 10% sebesar 9,78%, pada penambahan gypsum 10% sebesar 9,05%, untuk seluruhnya waktu pemeraman 14 hari dan untuk pengujian CBR terendam (*soaked*) nilai paling maksimum dari masing masing variasi campuran adalah pada penambahan semen 4% sebesar 5,52%, pada penambahan kapur 4% sebesar 5,26%.

2. Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan terhadap tanah terganggu yang diambil di daerah Limau Manis Padang, yang merupakan tanah lempung (*Clay*). Limbah penambangan bukit kapur diambil dari lokasi penambangan bukit kapur Indarung Padang. Pengujian dilakukan di Laboratorium Pengujian Tanah Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Padang.

2.1. Pengujian Sifat Fisis Tanah

Pengujian sifat fisik tanah dilakukan pada tanah tanpa campuran limbah penambangan bukit kapur dan berpedoman pada ASTM. Pengujian sifat fisik tanah yang dilakukan meliputi :

Informasi Artikel

Diterima Redaksi : 26-10-2021 | Selesai Revisi : 31-10-2021 | Diterbitkan Online : 31-10-2021

- Berat Jenis (ASTM D 854-83)
- Konsistensi Tanah (*Atterberg Limit*) (ASTM D4318-84)

Pengujian *Atterberg Limit* yang dilakukan adalah pengujian batas cair dan batas plastik untuk menentukan nilai Indeks Plastisitas tanah.

2.2. Pengujian Pemadatan

Pengujian pemadatan dilakukan sesuai dengan yang disyaratkan ASTM D-689 untuk pengujian pemadatan metode *Modified Proctor*. Pengujian ini bertujuan untuk memperoleh berat isi kering maksimum dan kadar air optimum yang digunakan sebagai acuan untuk melakukan pengujian CBR laboratorium. Untuk mendapatkan kadar air optimum diperlukan pengujian laboratorium yang dilakukan dengan beberapa sampel dengan kadar air yang berbeda. Pada uji *Modified Proctor*, tanah dipadatkan dalam sebuah cetakan silinder bervolume $1/13,33 \text{ ft}^3$ ($= 2124,3 \text{ cm}^3$) dan diameter cetakan 6 inci ($15,24 \text{ cm}$). Sebelum dipadatkan benda uji terlebih dahulu diperam tertutup selama 24 jam, agar air meresap merata pada campuran dan diperam tertutup supaya kadar air tidak berubah. Benda uji dipadatkan dengan cara ditumbuk menggunakan hammer dengan berat 4,5 kg.sebanyak 5 lapis dan 56 kali per lapis.

2.3. Pengujian California Bearing Ratio (CBR)

Pengujian dilakukan sesuai dengan yang disyaratkan ASTM D 1883-87, yang dilakukan untuk mengetahui kekuatan, daya dukung tanah terutama pada konstruksi jalan raya atau perkerasan jalan. Pengujian CBR pada

penelitian ini dilakukan pada tanah yang belum dicampur limbah penambangan bukit kapur maupun yang telah dicampur limbah penambangan bukit kapur. Pengujian dilakukan menggunakan contoh tanah dalam kondisi kadar air optimum yang diperoleh dari pengujian pemadatan yang telah dilakukan sebelumnya. Alat-alat yang digunakan hampir sama dengan alat-alat percobaan pemadatan. Selanjutnya, dengan menggunakan dongkrak mekanis sebuah piston penetrasi ditekan supaya masuk kedalam sampel tanah dengan kecepatan tetap $= 1,25 \text{ mm/menit}$ dengan beban awal 0,05 KN

2.4. Jumlah Benda Uji

Untuk melaksanakan stabilisasi tanah maka harus dibuat formula campuran terlebih dahulu. Pencampuran dilakukan berdasarkan perbandingan berat. Adapun kadar limbah penambangan bukit kapur yang digunakan dalam campuran, yang juga merupakan variabel penelitian adalah 5%, 10% dan 15% dari berat tanah kering. Untuk mendapatkan kepadatan maksimum, dilakukan penambahan air sampai mencapai kadar air optimum. Campuran tanah dan limbah penambangan bukit kapur dipadatkan sesuai dengan ketentuan pengujian pemadatan. Sebelum dipadatkan tadi terlebih dahulu diperam tertutup selama 24 jam, agar air meresap merata pada campuran dan diperam tertutup supaya kadar air tidak berubah. Jumlah benda uji dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Jumlah Benda Uji

| Kadar Limbah Penambangan Bukit Kapur (%) | Jumlah Benda Uji | |
|------------------------------------------|------------------|-----|
| | Pemadatan | CBR |
| 0 | 6 | 3 |
| 5 | 4 | 3 |

Informasi Artikel

Diterima Redaksi : 26-10-2021 | Selesai Revisi : 31-10-2021 | Diterbitkan Online : 31-10-2021

| | | |
|--------------|---|----|
| 10 | 4 | 3 |
| 15 | 4 | 3 |
| Total Sampel | | 30 |

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Pengujian Sifat Fisis Tanah

Pengujian sifat fisik tanah yaitu pengujian berat jenis dan konsistensi tanah diperoleh hasil seperti terdapat pada tabel 2.

Tabel 2. Hasil Pengujian Sifat Fisis Tanah

| Pengujian | Hasil Pengujian |
|-------------------|-----------------|
| Berat Jenis | 2,6 |
| Batas Cair (%) | 46,7 |
| Batas Plastik (%) | 30,4 |

Sumber : Analisis data

Berdasarkan nilai batas cair 45,6% dan batas plastic 30,4% diperoleh nilai Indeks Plastisitas 15,2%. Dari hasil pengujian berat jenis, diperoleh nilai berat jenis tanah lempung Limau Manis sama dengan 2,60. Berdasarkan nilai berat jenis, maka tanah lempung Limau Manis termasuk tanah lempung oranic (berat jenis = 2,58 – 2,65)

3.2. Pengujian Pemadatan

Pengujian pemadatan ini bertujuan untuk mendapatkan nilai kepadatan yaitu nilai kadar air optimum (OMC) dan berat isi kering maksimum dari tanah untuk setiap campuran sesuai variabel penelitian.

Hasil pengujian pemadatan untuk masing-masing campuran sesuai variabel penelitian

dijadikan acuan membuat campuran untuk pengujian CBR, yaitu :

- Kadar air yang digunakan untuk membuat campuran benda uji pengujian CBR adalah kadar air optimum hasil pengujian pemadatan
- Nilai CBR yang diambil adalah nilai CBR pada kondisi 95% berat isi kering maksimum hasil pengujian pemadatan

Dari hasil pengujian pemadatan, dapat dilihat hubungan persentase penggunaan limbah penambangan bukit kapur dengan kadar air optimum dan berat isi kering maksimum campuran seperti pada tabel 3

Tabel 3. Hasil Pengujian Pemadatan

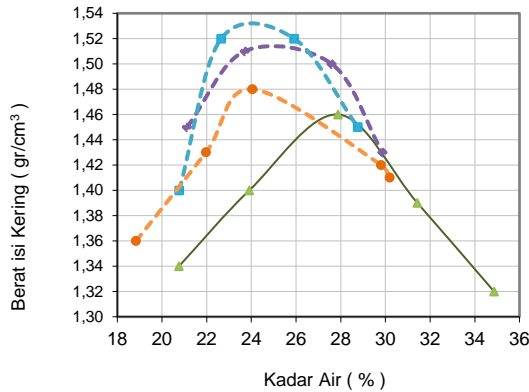
| Kadar limbah penambangan bukit kapur (%) | Kadar air optimum (%) | Berat isi kering maksimum (gram/cm ³) |
|------------------------------------------|-----------------------|----------------------------------------------------|
| 0 | 28 | 1,46 |
| 5 | 24 | 1,48 |
| 10 | 25 | 1,51 |
| 15 | 24 | 1,53 |

Sumber : Analisis data

Dari tabel 3. terlihat nilai berat isi kering terkecil adalah untuk tanah tanpa campuran. Dengan adanya penggunaan limbah penambangan bukit kapur untuk stabilisasi tanah lempung, berpengaruh pada kepadatan tanah. Nilai berat isi kering maksimum tanah semakin naik seiring bertambahnya penggunaan limbah penambangan bukit kapur sampai penggunaan limbah penambangan bukit kapur yang maksimal. Hubungan nilai kepadatan dengan kadar penggunaan limbah penambangan bukit kapur dapat dilihat pada gambar 2.

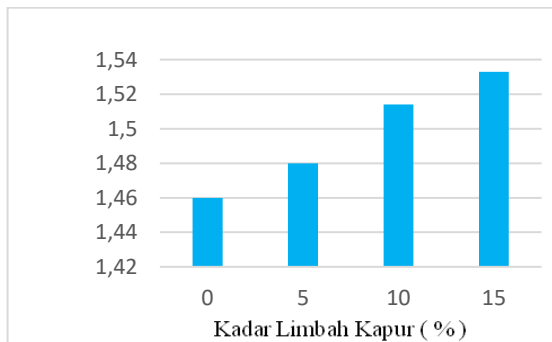
Informasi Artikel

Diterima Redaksi : 26-10-2021 | Selesai Revisi : 31-10-2021 | Diterbitkan Online : 31-10-2021



Gambar 1. Grafik Hasil Pengujian Pemadatan
 Sumber : Analisis data

Dari gambar 1 juga terlihat dengan adanya penggunaan limbah penambangan bukit kapur untuk stabilisasi tanah lempung, mengurangi kadar air optimum dari 27% untuk tanah tanpa campuran menjadi 24% untuk tanah yang dicampur 15% limbah penambangan bukit kapur. Hal ini terjadi karena campuran limbah penambangan bukit kapur mengisi rongga tanah yang mengakibatkan penurunan kadar air.



Gambar 2. Grafik Hubungan Kadar Limbah Penambangan Bukit Kapur Vs Kepadatan
 Sumber : Analisis Data

Dari gambar 2 terlihat, dengan penggunaan limbah penambangan bukit kapur untuk stabilisasi tanah lempung dapat meningkatkan kepadatan tanah. Semakin banyak penggunaan limbah penambangan bukit kapur, semakin tinggi nilai berat isi kering tanah. Dari

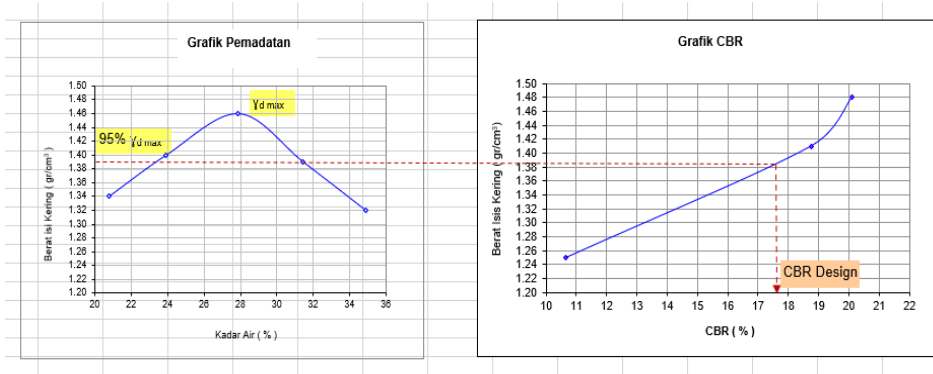
pengujian pemadatan, kadar penggunaan limbah penambangan bukit kapur yang paling optimum belum didapat, karena nilai kepadatan terus meningkat seiring bertambahnya penggunaan limbah penambangan bukit kapur sampai penggunaan maksimal. Diperlukan penelitian lanjutan yang kadar penggunaan limbah penambangan bukit kapur lebih besar dari 15%

3.3 Pengujian CBR

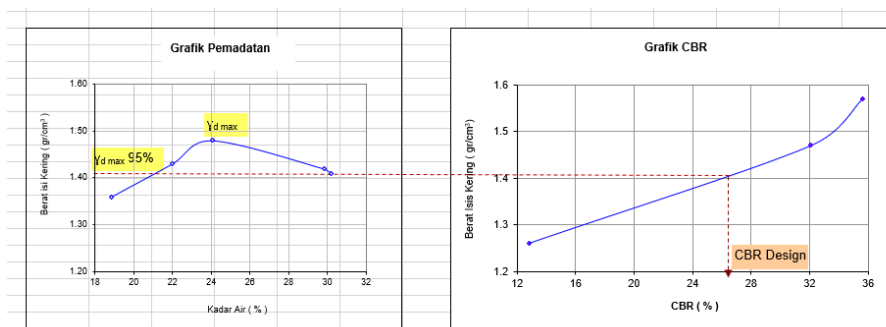
Pengujian CBR ini bertujuan untuk mendapatkan nilai CBR laboratorium dari tanah tanpa campuran dan dengan campuran limbah penambangan bukit kapur pada kondisi 95% kepadatan maksimum .

Gambar 3 merupakan grafik CBR untuk tanah tanpa campuran. Dari gambar diperoleh untuk kondisi 95% kepadatan nilai CBR tanah 17,6%. Gambar 4, gambar 5 dan gambar 6 berturut-turut merupakan grafik CBR untuk tanah dengan campuran 5%, 10% dan 15% limbah penambangan bukit kapur.

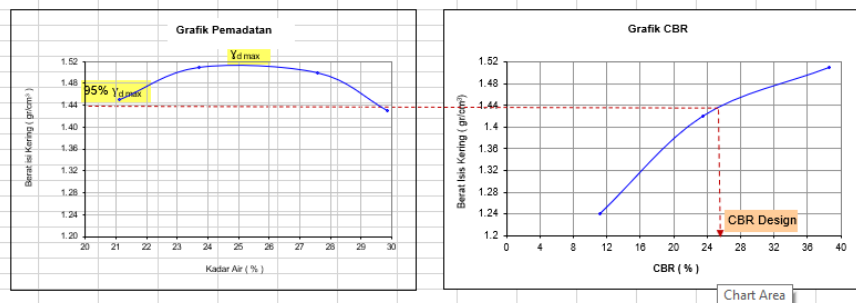
Informasi Artikel



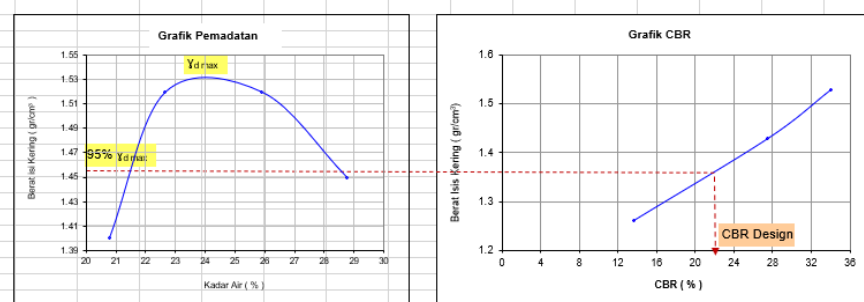
Gambar 3. Grafik CBR Tanah Tanpa Campuran
 Sumber : Analisis Data



Gambar 4 Grafik CBR Campuran 5%
 Sumber : Analisis Data



Gambar 5. Grafik CBR Campuran 10%
 Sumber : Analisis Data



Gambar 6. Grafik CBR Campuran 15%
 Sumber : Analisis Data

Informasi Artikel

Diterima Redaksi : 26-10-2021 | Selesai Revisi : 31-10-2021 | Diterbitkan Online : 31-10-2021

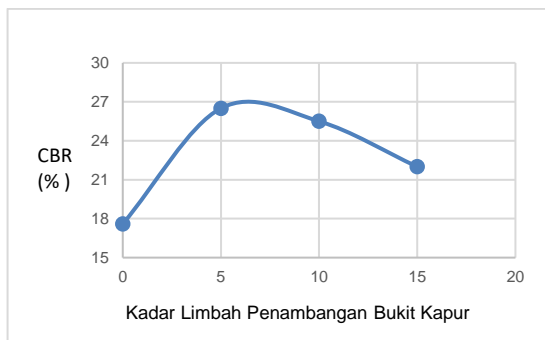
Dari gambar 3 sampai dengan gambar 6, diperoleh nilai CBR tanah untuk kondisi 95% kepadatan maksimum seperti tercantum pada table 3.

Tabel 3. Hasil Pengujian CBR

| Kadar Limbah Penambangan Bukit Kapur (%) | CBR 95% (%) |
|------------------------------------------|-------------|
| 0 | 17,6 |
| 5 | 26,5 |
| 10 | 25,5 |
| 15 | 22 |

Sumber : Analisis Data

Dari table 3. terlihat nilai CBR tanah yang sudah distabilisasi dengan limbah penambangan bukit kapur lebih tinggi dari nilai CBR tanah tanpa stabilisasi dengan limbah penambangan bukit kapur. Hubungan kadar penggunaan limbah penambangan bukit kapur dengan nilai CBR dapat dilihat pada gambar 7.



Gambar 7. Kadar Limbah Vs Nilai CBR

Sumber : Analisis data

Dari gambar 7 terlihat nilai CBR untuk kadar penggunaan limbah penambangan bukit kapur 5% lebih tinggi dibandingkan nilai CBR tanpa penggunaan limbah penambangan kapur. Nilai CBR untuk kadar penggunaan limbah penambangan bukit kapur 10% dan 15% lebih

rendah dibandingkan nilai CBR yang kadar limbah kapur 5%. Tapi nilai CBR untuk kadar limbah kapur 10% dan 15%, lebih tinggi dibandingkan dari nilai CBR tanah tanpa campuran. Hal ini disebabkan limbah penambangan bukit kapur bereaksi dengan mineral lempung dalam tanah, atau dengan butiran halus yang lain (komponen *pozzolanik* seperti *silica hydrous*), untuk membentuk ikatan antar air dan gel yang tidak dapat larut dari kalsium silikat, yang mengikat partikel-partikel tanah.

Penggunaan 5% limbah penambangan bukit kapur adalah kadar yang paling optimum untuk meningkatkan nilai CBR tanah,.

4. Kesimpulan

Penggunaan limbah penambangan bukit kapur sebagai stabilisasi tanah lempung Limau Manis Padang, dapat meningkatkan kepadatan dan nilai CBR tanah.

Penggunaan limbah penambangan bukit kapur yang paling optimum, yang memberikan nilai CBR tertinggi adalah untuk kadar 5% dengan nilai CBR 26,5%.

Ucapan Terimakasih

Terimakasih kepada Politeknik Negeri Padang yang telah menganggarkan dana Penelitian Terapan Unggulan Perguruan Tinggi (Program Studi) sehingga penelitian ini dapat terselesaikan dengan baik.

Daftar Rujukan

- [1] Bowless . e, (1978), “ *Engineering Properties Of Soil And Their Measure*“, Mc Graw-Hill International Student Edition 2nd.

Informasi Artikel

Diterima Redaksi : 26-10-2021 | Selesai Revisi : 31-10-2021 | Diterbitkan Online : 31-10-2021

- [2] Egi Inantri, (2017), *Pengaruh Stabilisasi Tanah Dengan Kapur Dan Semen Terhadap Daya Dukung Tanah Akibat Percepatan Waktu (Studi Kasus Desa Jogoloyo Kecamatan Wonosalam Kabupaten Demak)*, Corpus ID : 155992935, Published 2017
- [3] Enita, Yelvi, (2008), *Perbaikan Lapisan Tanah Dasar Perkerasan Jalan Sijunjung Menggunakan Soil Semen*, UPT Penelitian Politeknik Negeri Padang, Padang.
- [4] Enita, (2013), *Kajian Penggunaan Material Pasir Sumpur Kudus Untuk Meningkatkan Kinerja Lapisan Pondasi Atas Agregat Kelas A*, UPT Penelitian Politeknik Negeri Padang, Padang.
- [5] Fitridawati, (2017), *Stabilisasi Tanah Dengan Variasi Penambahan Kapur Dan Waktu Pemeraman*, Prosiding Konferensi Nasional Teknik Sipil dan Perencanaan (KN-TSP) 2017 "Inovasi Teknologi Smart Building dan Green Construction untuk Pembangunan yang Berkelanjutan", Pekanbaru, 9 Februari 2017. ISBN 978-602-61059-0-5
- [6] Hary Cristady H, *Mekanika Tanah 1*, Edisi ke tujuh, (2017), Gadjah Mada University Press
- [7] Soedarmo, G. D. & Purnomo, S. J. E. 1997. *Mekanika Tanah I*. Yogyakarta : Kanisius.
- [8] Syawali Himawan Simbolon, (2017), *Stabilisasi Tanah Lempung Menggunakan Gypsum, Kapur (CaO) dan Semen Ditinjau dari Nilai CBR (California Bearing Ratio)*, Tersedia di : <https://repositori.usu.ac.id/handle/123456789/10090>
- [9] Standar Nasional Indonesia (2000), *Spesifikasi Agregat Lapis Pondasi Bawah, Lapis Pondasi Atas dan Lapis Permukaan*, SNI No. : 03-6388-2000
- [10] Standar Nasional Indonesia (1989), *Metoda Pengujian CBR Laboratorium*, SNI No. : 03-1744-1989
- [11] Standar Nasional Indonesia (1989), *Metoda Pengujian Kepadatan Berat Untuk Tanah*, SNI No. : 03-1743-1989
- [12] Soedarmo, G. D. & Purnomo, S. J. E. 1997. *Mekanika Tanah I*. Yogyakarta : Kanisius.
- [13] Das, Braja M. 2006, "*Principles of Geotechnical Engineering 7rd*". USA: PWS Publishers

Informasi Artikel

Diterima Redaksi : 26-10-2021 | Selesai Revisi : 31-10-2021 | Diterbitkan Online : 31-10-2021