



Perbaikan Subgrade pada Jalan Kampung Keramat di Kota Pangkalpinang dengan Menggunakan Kapur Padam sebagai Bahan Stabilisasi Tanah

¹Ferra Fahriani, ²Desy Yofianti, ³Eko Saputra, ⁴Merley Misriani

^{1,2,3}Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Bangka Belitung

⁴Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Padang

²d.yofianti@gmail.com

Abstract

Soil is the main support in a construction. Unstable soil conditions, especially in the subgrade can cause damage to the road. Based on the results of a direct survey in the field, it was found that the condition of the Jalan Kampung Keramat in Pangkalpinang City was damaged. This might be caused by the condition of the subgrade on the road which is unstable and the subgrade is categorised as clay soil type. This study aims to improve the subgrade on Jalan Kampung Keramat in Pangkalpinang City by using limestone as a soil stabilization material. This study used an experimental method in the laboratory by making mixture between clay soil and limestone with four different variations in the percentage of limestone, namely 0%, 3%, 5%, 7%. There are four parameters of the mixed characteristics that are tested and analysed, namely: the Atterberg limit, specific gravity, soil gradation and CBR value. The results show that the Atterberg limit values (liquid limit-LL and plasticity index-IP) and specific gravity tend to decrease with increasing percentage of limestone extinguished. However, the plastic limit value (PL) shows the opposite tendency, i.e. it increases with the decreasing percentage of limestone. The specific gravity values obtained based on the percentage of lime outages (0%, 3%, 5%, 7%) are 2.63, 2.61, 2.60, and 2.58, respectively. In addition, the addition of limestone causes changes in soil gradation, namely the addition of retained fraction # No.200 and the reduction of passed fraction # No.200. The Addition of limestone can increase the CBR value of the soil, where the addition of 7% of limestone produces the highest CBR value (21.3%) compared to 5% limestone (15.7%), 3% limestone (13.4%) and 0% limestone (11.2%). Therefore, using limestone can improve quality of subgrade, which can be seen from the value of CBR obtained.

Keywords : Soil Stabilization, limestone, CBR, clay

Abstrak

Tanah merupakan penopang utama pada suatu konstruksi. Kondisi tanah yang tidak stabil terutama pada lapisan tanah dasar (subgrade) dapat mengakibatkan kerusakan pada jalan. Berdasarkan hasil survey secara langsung di lapangan, ditemukan bahwa kondisi Jalan kampung Keramat di Kota Pangkalpinang dalam keadaan rusak. Hal ini kemungkinan disebabkan oleh kondisi tanah dasar pada jalan tersebut yang tidak stabil dan tanah tersebut dikategorikan jenis tanah lempung. Penelitian ini bertujuan untuk memperbaiki subgrade pada Jalan Kampung Keramat di Kota Pangkalpinang dengan menggunakan kapur padam sebagai bahan stabilisasi tanah. Penelitian ini menggunakan metode eksperimen di laboratorium dengan membuat benda uji campuran antara tanah lempung dan kapur padam dengan empat macam variasi persentase penambahan kapur padam, yaitu 0%, 3%, 5%, 7%. Ada empat parameter karakteristik campuran yang diuji dan dianalisis, yaitu batas Atterberg, berat jenis, gradasi tanah serta nilai CBR. Hasil pengujian menunjukkan bahwa nilai batas Atterberg (batas cair-LL dan indeks plastisitas-IP) dan berat jenis cenderung mengalami penurunan dengan bertambahnya persentase kapur padam. Namun, nilai batas plastis (PL) menunjukkan kecenderungan yang sebaliknya, yaitu mengalami peningkatan seiring dengan bertambahnya persentase kapur padam. Nilai berat jenis yang diperoleh berdasarkan

Informasi Artikel

Diterima Redaksi : 30-03-2020 | Selesai Revisi : 23-04-2020 | Diterbitkan Online : 30-04-2020

persentase penambahan kapur padam (0%, 3%, 5%, 7%) secara berurutan adalah 2,63, 2,61, 2,60, dan 2,58. Selain itu, penambahan kapur padam mengakibatkan perubahan gradasi tanah, yaitu penambahan fraksi tertahan # No.200 dan pengurangan fraksi lolos # No.200. Penambahan kapur padam dapat meningkatkan nilai CBR tanah, dimana penambahan 7% kapur padam menghasilkan nilai CBR yang paling tinggi (21,3%) dibandingkan dengan penambahan 5% kapur padam (15,7%), 3% kapur padam (13,4%) dan 0% kapur padam (11,2%). Jadi, penggunaan kapur padam dapat memperbaiki kualitas tanah dasar, dimana terlihat dari nilai CBR yang diperoleh.

Kata kunci: Stabilisasi Tanah, Kapur Padam, CBR, tanah lempung

© 2020 Jurnal Ilmiah Rekayasa Sipil

1. Pendahuluan

Untuk menunjang pembangunan prasarana kota, perlu dilakukan kegiatan pembangunan dan peningkatan jalan untuk menunjang kelancaran pembangunan perekonomian khususnya di Kota Pangkalpinang. Namun, kualitas jalan di kota ini masih perlu ditingkatkan khususnya di Jalan Kampung Keramat. Pada ruas jalan ini ditemukan kerusakan berupa jalan yang bergelombang sepanjang 328 meter. Kondisi tersebut kemungkinan disebabkan oleh kurang stabilnya tanah dasar (subgrade) yang berupa tanah lempung. Perkerasan jalan diletakkan di atas tanah dasar, dengan demikian secara keseluruhan mutu dan daya tahan konstruksi perkerasan tak lepas dari sifat tanah dasar [1]

Tanah lempung merupakan tanah permeabilitas rendah, bersifat kohesif, kadar kembang susut tinggi dan proses konsolidasi lambat. Salah satu cara untuk memperbaiki kondisi tersebut adalah dengan melakukan perbaikan tanah dasar yaitu stabilisasi tanah dengan menggunakan bahan tambah untuk memperbaiki karakteristik tanah lempung. Penambahan bahan tambah pada tanah lempung dapat memperbaiki kondisi tanah tanah dasar atau subgrade jalan [2][3][4]. Hasil uji geser langsung menunjukkan bahwa

persentase penambahan kapur padam akan menghasilkan peningkatan nilai sudut geser dalam [5]. Kepadatan dan kekuatan geser tanah lempung dapat meningkat akibat penambahan kapur [6][7]. Selain itu penambahan kapur pada tanah lempung dapat meningkatkan nilai CBR tanah [8][9]. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk memperbaiki subgrade ruas jalan Kampung Keramat dengan cara modifikasi kimia dengan menggunakan kapur padam. Variasi persentase kapur padam yang digunakan adalah 0%, 3%, 5%, dan 7%.

2. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen dengan mengambil sampelnya di samping Jalan Kampung Keramat Kota Pangkalpinang. Sampel tanah lempung dapat dilihat pada Gambar 1 di bawah ini.



Gambar 1. *Sample* Tanah Lempung Jalan Kampung Keramat Kota Pangkalpinang

Informasi Artikel

Diterima Redaksi : 30-03-2020 | Selesai Revisi : 23-04-2020 | Diterbitkan Online : 30-04-2020

Bahan yang digunakan untuk perbaikan subgrade Jalan Kampung Keramat Kota Pangkalpinang adalah kapur padam.

2.1. Spesifikasi yang digunakan

Batasan nilai indeks plastis, sifat, macam tanah dan kohesi yang digunakan untuk pengujian dapat dilihat pada Tabel 1 di bawah ini.

Tabel 1. Nilai Indeks Plastisitas, Sifat, macam Tanah dan Kohesi

IP (%)	Sifat	Macam Tanah	Kohesi
0	Non Plastis	Pasir	Non Kohesif
<7	Plastis Rendah	Lanau	Kohesif Sebagian
7-17	Plastis Sedang	Lempung berlanau	Kohesif
>17	Plastis Tinggi	Lempung	Kohesif

Sumber: Hardiyatmo, 2012

Hardiyatmo (2012) menyatakan hal terpenting dalam tanah berbutir halus adalah sifat plastisitasnya. Semakin besar nilai IP suatu tanah lempung, maka semakin besar pula masalah yang ditimbulkan oleh tanah tersebut dalam bidang konstruksi. Nilai CBR digunakan untuk menilai kekuatan tanah dasar (subgrade) pada konstruksi jalan. CBR menunjukkan nilai relatif kekuatan tanah, semakin tinggi kepadatan tanah maka nilai CBR akan semakin tinggi. Walaupun demikian tidak berarti bahwa sebaiknya tanah dasar dipadatkan dengan kadar air rendah supaya mendapat nilai CBR yang tinggi, karena kadar air kemungkinan tidak konstan pada kondisi ini. Klasifikasi kondisi material yang dapat digunakan sebagai *subgrade* jalan menurut Turnbull (1968) dalam Herawadi (2016) dapat dilihat pada tabel 2

Tabel 2. Kriteria CBR *Subgrade*

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

Sumber: Turnbull (1968) dalam Herawadi (2016)

2.2. Variasi Persentase Kapur Padam

Kapur padam (Ca(OH)₂) yang digunakan untuk memperbaiki kualitas *subgrade* dalam penelitian ini adalah kapur yang dihasilkan dari pemataman kapur tohor (CaO) atau pembakaran batu alam yang komposisinya sebagian besar berupa kalsium karbonat dengan air dan membentuk hidrat. Variasi persentase penggunaan kapur padam dalam penelitian ini ada 4 (empat) macam, yaitu : 0%, 3%, 5%, dan 7%. Untuk setiap variasi tersebut dibuat 3 (tiga) buah benda uji sehingga total benda uji yang digunakan untuk pengujian CBR sebanyak 12 buah.

2.3. Pengujian Sampel

Sebelum dibuat sampel campuran, tanah lempung dan kapur padam yang akan digunakan dilakukan pengujian terlebih dahulu. Untuk kapur padam dilakukan pengujian berat jenis, sedangkan untuk tanah lempung dilakukan pengujian kadar air, berate si, berat jenis, batas cair, batas plastis, indeks plastis, dan Analisa saringan.

Pengujian yang dilakukan terhadap sampel campuran tanah lempung dan kapur padam, diantaranya: berat jenis, batas-batas Atterberg, Analisa saringan, dan CBR.

Informasi Artikel

Diterima Redaksi : 30-03-2020 | Selesai Revisi : 23-04-2020 | Diterbitkan Online : 30-04-2020

3. Hasil dan Pembahasan

Dari hasil pengujian yang sudah dilakukan di laboratorium, diperoleh hasil sebagai berikut:

3.1. Sifat Fisik Tanah Jalan Kampung Keramat Kota Pangkalpinang

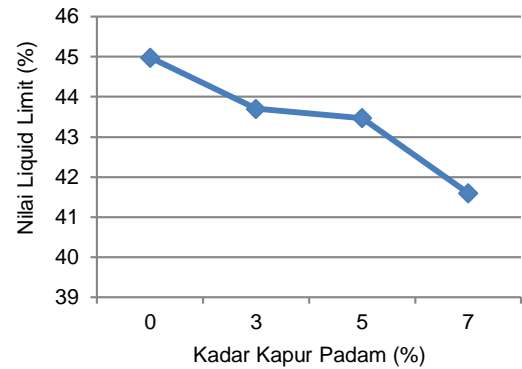
Sampel tanah yang diambil di Jalan Kampung Keramat Kota Pangkalpinang, secara visual dapat dikatakan bahwa tanah tersebut adalah tanah lempung. Hal ini dilihat dari warnanya yang coklat kehitaman dan butirannya yang agak kesat. Untuk menentukan klasifikasi tanah tersebut secara lebih spesifik maka dilakukan pengujian karakteristik tanah yang terdiri dari batas plastis (PL), batas cair (LL), Indeks Plastis (IP), berat jenis (Gs), kadar air, dan berat isi. Hasil pengujian ditunjukkan seperti pada Tabel 3 berikut ini.

Tabel 3. Karakteristik Tanah Jalan Kampung Keramat Kota Pangkalpinang

No.	Pengujian	Unit	Hasil Uji
1.	Barat Jenis		2,63
2.	Kadar Air	(%)	80
3.	Batas Plastis (PL)	(%)	32,28
4.	Batas Cair (LL)	(%)	44,98
5.	Indeks Plastis (PI)	(%)	12,70
6.	Berat Isi Lepas	(gr/cm ³)	1,49
7.	Berat Isi Padat	(gr/cm ³)	1,56

3.2. Nilai batas Atterberg

Pemeriksaan batas Atterberg yang dilakukan adalah pemeriksaan batas plastis dan pemeriksaan batas cair untuk menentukan nilai indeks plastis tanah. Dari hasil pengujian yang dilakukan terhadap campuran tanah dengan 4 (empat) macam variasi penambahan kapur padam, diperoleh hasil seperti yang disajikan pada Gambar 2 di bawah ini.



Gambar 2. Hubungan antara persentase penambahan kapur padam terhadap nilai *Liquid Limit* (LL)

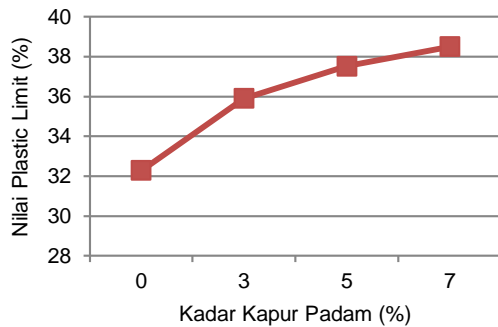
Dari Gambar 2 terlihat bahwa hasil uji batas cair (*Liquid Limit*) menunjukkan adanya penurunan seiring dengan besarnya penambahan persentase kapur padam. Pengurangan nilai batas cair (*Liquid Limit*) maksimum terjadi pada penambahan kapur padam 7% sebesar 41,60%.

Penambahan kapur padam menimbulkan peningkatan muatan positif (*kation*) dalam air pori. Penambahan *kation* ini memungkinkan terjadinya proses tarik menarik antara *an-ion* dari partikel tanah lempung dengan *kation* dari partikel kapur padam serta *kation* dari partikel kapur padam dengan *anion* dari partikel air (proses pertukaran *ion/cation exchange*). Proses ini mengganggu proses Tarik menarik antara *an-ion* dari partikel tanah lempung dengan *kation* dari partikel air serta proses tarik menarik antara *an-ion* dan *kation* dari partikel air, sehingga partikel tanah lempung kehilangan daya tarik antar partikelnya. Berkurangnya daya tarik antar partikel tanah lempung dapat menurunkan *kohesi* tanah lempung. Penurunan *kohesi* ini menyebabkan mudah terlepasnya partikel tanah lempung dari ikatannya. Penambahan kapur padam yang semakin banyak akan menyebabkan semakin

Informasi Artikel

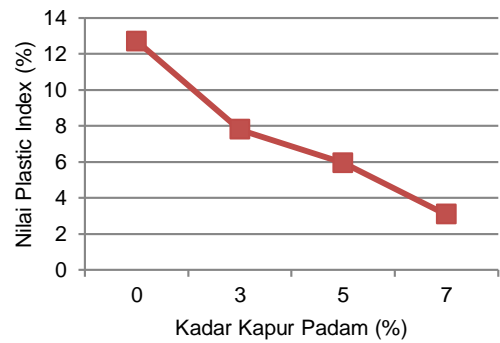
Diterima Redaksi : 30-03-2020 | Selesai Revisi : 23-04-2020 | Diterbitkan Online : 30-04-2020

menurunnya nilai *kohesi*. Dengan turunnya nilai *kohesi* akan menyebabkan turunnya nilai batas cair (*Liquid Limit*).



Gambar 3. Hubungan antara persentase penambahan kapur padam terhadap nilai *Plastic Limit* (PL)

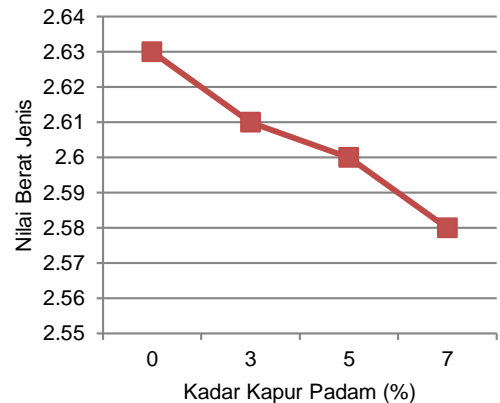
Gambar 3 menunjukkan bahwa Indeks plastis (*Plastic Index*) adalah batas cair dikurang batas plastis ($PI = LL - PL$). Hubungan tersebut memperlihatkan bahwa nilai indeks plastis (*PI*) sangat tergantung oleh nilai batas cair dan batas plastis. Penambahan persentase kapur padam dapat menurunkan batas cair dan menaikkan batas plastis, maka indeks plastisitasnya akan menurun [10]. Nilai indeks splastisitas sangat menentukan klasifikasi potensi pengembang tanah lempung, semakin besar pula potensi pengembangan tanah lempung tersebut. Semakin menurun nilai indeks plastis campuran tanah lempung dan kapur padam potensi pengembangan semakin berkurang atau turun.



Gambar 4. Hubungan antara persentase penambahan kapur padam terhadap nilai *Plastic Index* (PI)

3.3. Berat Jenis Campuran tanah dan Kapur Padam

Hasil pengujian berat jenis terhadap campuran tanah di bawah ini.



Gambar 5. Hubungan antara persentase penambahan kapur padam terhadap berat jenis

Gambar 5 menunjukkan bahwa Hasil uji berat jenis tanah dengan penambahan 3%, 5% dan 7% kapur padam menunjukkan adanya kecenderungan penurunan nilai berat jenis seiring dengan bertambah besarnya persentase kapur. Besarnya penurunan maksimum adalah 0,03 %. Hal ini disebabkan antara lain bercampurnya 2 bahan dengan

Informasi Artikel

berat jenis yang berbeda. Nilai berat jenis kapur sebesar 2,37 memang lebih rendah dibanding dengan nilai berat jenis tanah lempung 2,63, sehingga penurunan berat jenis terjadi. Selain itu, proses sementasi pada tanah dan kapur, menyebabkan terjadinya penggumpalan yang merekatkan antar partikel, rongga-rongga pori yang telah ada sebagian akan dikelilingi bahan sementasi yang lebih keras dan lebih sulit ditembus air. Rongga pori yang terisolir oleh lapisan sementasi kedap air akan terukur sebagai volume butiran dan selanjutnya menurunkan nilai berat jenis tanah.

3.4. Analisa Saringan

Hasil pengujian Analisa saringan ditunjukkan pada Tabel 4 berikut ini.

Tabel 4. Hasil Analisis Tanah Lempung dan Tanah Lempung Yang Dicampur dengan Kapur Padam

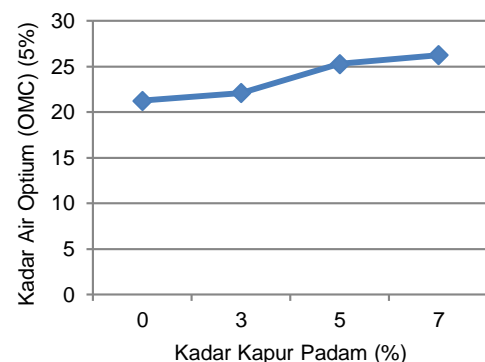
Tanah Lempung + Kapur Padam	Fraksi Halus (ukuran < 0,075)	Fraksi Kasar (ukuran > 0,075)
Tanah Lempung + 0% Kapur Padam	76,79	23,21
Tanah Lempung + 3% Kapur Padam	76,59	23,41
Tanah Lempung + 5% Kapur Padam	75,06	24,94
Tanah Lempung + 7% Kapur Padam	50,15	45,85

Nilai pada Tabel 4 menunjukkan bahwa dengan penambahan kapur padam 3%, 5% dan 7% menyebabkan perubahan komposisi fraksi, yaitu bertambahnya fraksi tertahan saringan nomor 200 serta berkurangnya fraksi lolos saringan nomor 200. Besarnya penambahan yang terjadi dibandingkan dengan tanah lempung asli sebesar 20,91%.

Perubahan ini menyebabkan gradasinya beragam. Salah satu penyebabnya adalah terjadinya penggumpalan akibat proses sementasi, sebagian partikel berubah ukuran menjadi lebih besar. Perubahan gradasi akan berpengaruh terhadap karakteristik tanah lempung, misalnya plastisitasnya, kepadatannya maupun kuat dukungannya. Kandungan fraksi berbutir halus sangat mempengaruhi sifat pengembangan tanah. Semakin rendah jumlah kandungan fraksi halus (butiran 0,075 mm) suatu tanah, semakin berkurang derajat aktivitas dan potensi pengembangan tanah tersebut.

3.4. Nilai Kepadatan Tanah

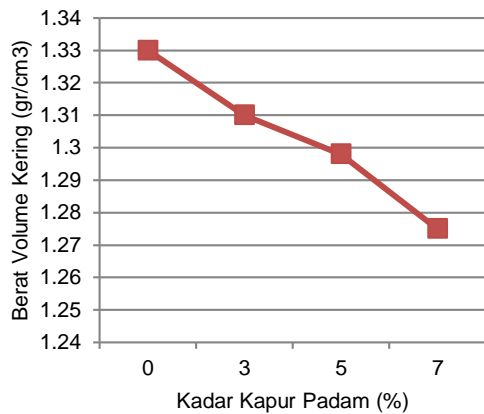
Pengujian kepadatan dilakukan terhadap tanah lempung dan tanah lempung yang dicampur dengan kapur. Hasil pengujian yang diperoleh berupa nilai kadar air optimum dan berat volume kering tanah.



Gambar 6. Hubungan antara persentase penambahan kapur padam dengan nilai Kadar air optimum

Informasi Artikel

Diterima Redaksi : 30-03-2020 | Selesai Revisi : 23-04-2020 | Diterbitkan Online : 30-04-2020



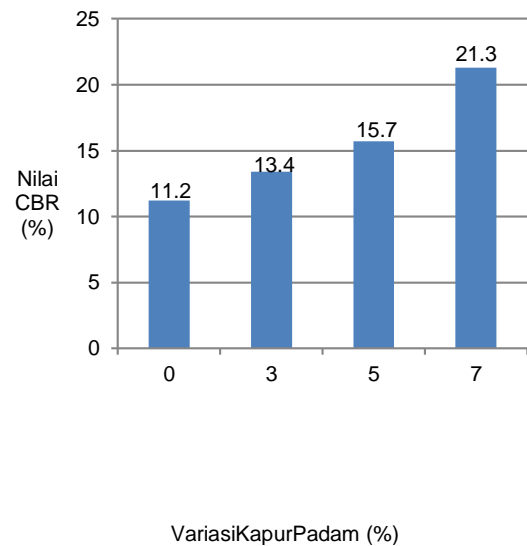
Gambar 7. Hubungan antara persentase penambahan kapur padam dengan nilai berat volume kering

Gambar 6 dan Gambar 7 menunjukkan pengaruh penambahan kapur padam pada tanah lempung terhadap berat kering maksimum ($\gamma_{d_{max}}$) dan kadar air optimum (OMC). Berat volume kering tanah lempung akan menurun seiring dengan penambahan kapur padam. Hal ini dapat dilihat dari nilai berat kering maksimum ($\gamma_{d_{max}}$) setelah tanah lempung ditambah dengan kapur padam menurun dari 1,330 gram/cm³ pada tanah lempung ke 1,275 gram/cm³ pada tanah lempung yang telah bercampur dengan kapur padam 3%, sebaliknya nilai kadar air optimum (OMC) akan naik seiring dengan bertambahnya persentase kapur padam pada tanah lempung. Pada pemadatan dengan energi yang sama terjadi peningkatan kadar air optimum (OMC) dan penurunan volume kering maksimum ($\gamma_{d_{max}}$) tanah lempung dengan adanya penambahan kapur padam pada tanah lempung. Semakin banyak kapur padam ditambahkan kedalam tanah lempung yang bercampur kapur padam, maka semakin banyak pula air yang terserap. Dengan

semakin banyaknya air pada tanah lempung yang bercampur kapur padam tersebut maka akan meningkatkan angka pori, sehingga menyebabkan kepadatan tanah menurun.

3.5. Nilai CBR

Hasil pengujian CBR terhadap campuran tanah lempung dan kapur padam dengan 4 (empat) macam variasi, yaitu: 0%, 3%, 5%, dan 7% dapat dilihat pada Gambar 8 berikut ini.



Gambar 8. Pengaruh persentase penambahan kapur padam terhadap nilai CBR

Gambar 8 menunjukkan bahwa Hasil uji *California Bearing Ratio* (CBR) tanah lempung dengan menggunakan penambahan kapur padam 0%, 3%, 5%, 7% sebagaimana tercantum pada Tabel 4, menunjukkan adanya kecenderungan peningkatan nilai CBR seiring dengan penambahan persentase kapur padam, apabila dibandingkan dengan nilai CBR tanah lempung asli. Berdasarkan kriteria *subgrade* yang dilihat dari nilai CBR (Turnbul (1968) dalam Herawadi, 2016), penambahan kapur padam terhadap *subgrade* pada

Informasi Artikel

perkerasan jalan dapat meningkatkan kualitas material *subgrade* tersebut dari kondisi baik menjadi kondisi sangat baik. Hal ini dapat dilihat dari penambahan kapur padam sebanyak 7% dapat meningkatkan nilai CBR menjadi 21,3%. Peningkatan nilai *California Bearing Ratio* (CBR) ini disebabkan terjadinya sementasi akibat penambahan kapur padam. Sementasi ini menyebabkan penggumpalan yang menyebabkan meningkatnya daya ikat antar butiran. Meningkatnya ikatan antar butiran, maka akan meningkatnya kemampuan saling mengunci antar butiran. Selain itu, rongga-rongga pori yang telah ada sebagian akan dikelilingi bahan sementasi yang lebih keras, sehingga butiran tidak mudah hancur atau berubah bentuk karena pengaruh air. Penambahan kapur dapat meningkatkan nilai CBR tanah sebagaimana hasil penelitian [8][9].

4. Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian ini adalah penambahan kapur padam pada tanah lempung dapat menyebabkan perubahan pada gradasi tanah, dapat menurunkan batas-batas atterberg, berat jenis tanah serta meningkatkan kadar air optimum tanah dan menurunkan berat volume kering tanah lempung seiring dengan penambahan kapur padam. Selain itu daya dukung tanah juga meningkat yang ditunjukkan dari nilai CBR tanah.

Daftar Rujukan

- [1] Sukirman, S., (1995) *Perkerasan Lentur Jalan Raya*. Bandung. Nova.
[2] Abdurrozak M.R. dan Mufti D.N., (2017) Stabilisasi Tanah Lempung Dengan Bahan

Tambah Abu Sekam Padi dan Kapur Pada Subgrade Perkerasan Jalan, *Jurnal Teknisia*, 22 (2), hal. 416-424

- [3] Asfian, A.I., (2017) Stabilisasi Tanah Lempung Kabupaten Sorong Dengan Kapur Sebagai Lapisan Sub-Grade Jalan (Studi Kasus Daerah Mariat Pantai), *Jurnal Teknik Sipil: Rancang Bangun*, Universitas Muhammadiyah Sorong, 2 (2), DOI: <https://doi.org/10.33506/rb.v2i2.479>
[4] Mawardi, Razali, M.R., dan Wijaya, O., (2016), Nilai CBR Pada Stabilisasi Tanah Dengan Semen Jalan Budi Utomo UNIB Depan, *Jurnal Inersia*, Universitas Bengkulu, 8 (2), hal. 67-75
[5] Haras, M., Turagan, A.E., dan Legrans, R.R.I., (2017) Pengaruh Penambahan Kapur Terhadap Kuat Geser Tanah Lempung, *Jurnal TEKNO*, 15 (67), hal. 77-86.
[6] Panjaitan, N.(2017), Pengaruh Kapur Terhadap Kuat Geser Tanah Lempung, *Jurnal Education Building*, 3 (1),hal 1-7
[7] Utami, G.S dan Haris A., (2016), Analisis Pemanfaatan Kapur Sebagai Bahan Stabilisasi Tanah Lempung Ditinjau Dari Kuat Geser, *Seminar Nasional Sains dan Teknologi Terapan IV*, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya, hal. 1 – 8.
[8] Soehardi, F., Lubis, F., dan Putri,L.D., 2017. Stabilisasi Tanah Dengan Variasi Penambahan Kapur dan Waktu Pemeraman, *Konferensi Nasional Teknik Sipil dan Perencanaan (KN-TSP) 2017*, hal. 59-66, Program Studi Teknik Sipil Universitas Islam Riau, Pekanbaru, 9 Februari 2017.
[9] Syawal, Munirwansyah, dan Saleh, SM., (2016), Dampak Penambahan Kapur Pada

Informasi Artikel

Diterima Redaksi : 30-03-2020 | Selesai Revisi : 23-04-2020 | Diterbitkan Online : 30-04-2020

Tanah Lempung Ekspansif Terhadap Nilai CBR Tanah Dasar Konstruksi Jalan, *Jurnal Teknik Sipil Universitas Syiah Kuala*, 6 (1), hal.45-56.

- [10]Hidayat, M.A.S., Setiawan, B., dan Djarwanti, N., (2018), Stabilisasi Tanah Ekspansif Dengan Kolom Kapur, Ditinjau Terhadap Potensi Mengembang dan Nilai Indeks Plastisitas, *Jurnal Matriks Teknik Sipil*, hal. 98-104.
- [11]Hardiyatmo, H. C.,(2012) *Mekanika Tanah I*. Edisi Keenam. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- [12]Herawadi,D., Narsanto,E., dan Winarno, E., (2016) Kajian Teknis Pemanfaatan Abu Terbang (*Fly Ash*) Untuk pt. Makmur Sejahtera Wisesa Sebagai *Base Laydown Asetproject* Pt. Adaro Indonesia, *Jurnal Teknologi Technosciantia*,9(1), hal. 25-31.

Informasi Artikel

Diterima Redaksi : 30-03-2020 | Selesai Revisi : 23-04-2020 | Diterbitkan Online : 30-04-2020