

STABILISASI TANAH LEMPUNG PLASTISITAS TINGGI DAN SEDANG MENGGUNAKAN KAPUR

Mauliza A. Z¹⁾, Nugroho S.A²⁾, Wibisono G³⁾

¹⁾Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Riau

²⁾Program Studi Sarjana Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Riau

³⁾Program Magister Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Riau

Jl. H. R Subrantas KM 12, Kampus UNRI Bina Widya, Simpang Baru,
Pekanbaru, Indonesia 28293

Email : avrilly.zesthreemauliza@student.unri.ac.id

ABSTRACT

Clay is soil with grain diameter <0.075 mm. Clay has poor properties in bearing capacity in terms of compressibility, permeability, and plasticity. One effort to improve soil properties is soil stabilization. Effective clay stabilization is by adding certain chemicals material such as lime. Lime is calcium oxide (CaO) made from carbonate stones that are heated at very high temperatures. The purpose of this study was to determine the effect of lime addition on clay characteristics. The variation of lime used in this study is 0%, 3%, 5%, 7% and 10%. The results showed that lime effectively reduced dry plasticity and density. The plasticity value is reduced by up to 50% from the original clay soil (CL) compared to Minas clay which is reduced by 7%. MDD (Maximum Dry Density) decreased by 10% in the Minas clay and OMC (Optimum Moisture Content) increased by 32% in the Palas clay.

Keywords :Clay, Density, Lime, Plasticity, Stabilization.

I. PENDAHULUAN

Pada bidang konstruksi fondasi, material yang memegang fungsi penting adalah tanah. Tanah yang dapat menopang sebuah konstruksi harus memiliki kondisi dan sifat teknis yang memadai. Permasalahan konstruksi yang sering terjadi di Kota Pekanbaru ialah rendahnya daya dukung tanah yang diakibatkan oleh kondisi tanah yang lunak (lempung).

Tanah lempung adalah agregat yang dihasilkan dari proses kimiawi berupa pelapukan dari unsur-unsur penyusun berupa batuan dan memiliki sifat plastis dengan ukuran yang mikroskopis dan submikroskopis (Das, Endah, & Mochtar, 1995). Karakteristik tanah lempung yang berbutir halus antara lain memiliki angka pori yang besar dan permeabilitas yang lebih kecil yang membuat tanah lempung sangat mudah mengembang dan menyusut. Hal ini dapat menyebabkan penurunan tanah (konsolidasi).

Pada umumnya, untuk memodifikasi

dan memperkuat kekuatan tanah dilakukan stabilisasi tanah. Stabilisasi tanah dalam arti memodifikasi artinya mereduksi plastisitas, mempermudah pekerjaan (*workability*), mengurangi potensi pengembangan, dan menambah ketahanannya terhadap deflokulasi dan erosi. Sedangkan stabilisasi tanah dalam memperkuat artinya meningkatkan kekuatan tanah, mengurangi potensi pengembangan, dan menambah keawetan.

Salah satu stabilisasi tanah yang digunakan dalam bidang konstruksi yaitu stabilisasi dengan bahan tambah (aditif). Beberapa penelitian yang menjadi acuan (Balaji, Wadhwa, Waghe, Rathod, & Razvi, 2018); (Beetham, P., Dijkstra, T., Dixon, N., Fleming, P., Hutchison, R., & Bateman, J. 2015); (Bessaim, Bessaim, Missoum, & Bendani, 2018); (Kaur, 2012); (Kulkarni, Padalkar, & Joshi, 2017); (M M, 2018).

Penelitian mengenai stabilisasi tanah lempung telah banyak dilakukan, antara lain penelitian Yunus & Rauf, (2018) pada tanah

lempung dengan penambahan kapur. Dari penelitian tersebut dijelaskan bahwa dengan penambahan zat aditif kapur sebesar 4%, 8%, dan 12% akan mampu memperbaiki sifat mekanis tanah dan meningkatkan daya dukung tanah lempung.

Perlakuan proses stabilisasi pada penelitian ini dilakukan dengan bahan tambah kapur yang bervariasi. Adapun tujuan penelitian yaitu untuk mengetahui efektivitas kapur sebagai stabilizer terhadap plastisitas dan kepadatan kering tanah dengan penambahan perlakuan pemeraman dan perendaman.

II. PENDAHULUAN

Jenis Tanah Lempung

Tanah lempung ekspansif merupakan tanah yang berpotensi untuk terjadi kembang susut yang tinggi jika mengalami perubahan kadar air. Pada saat tanah mengembang, akan terjadi peningkatan air pori dan tekanan pengembangan. Beberapa penelitian telah dilakukan untuk memperbaiki sifat tanah ekspansif antara lain dengan penambahan bahan serbuk marmmer(Ernawan Setyono, dkk, 2019), larutan NaOH (Andreas Gunarso dkk, 2017), limbah plafon gypsum (Ratna Dewi, dkk, 2019), dsb.

Salah satu jenis tanah lainnya yang memiliki daya dukung dan kuat tekan yang rendah ialah tanah lempung plastisitas tinggi. Pada jenis tanah ini, salah satu metode stabilisasi yang digunakan ialah dengan mencampurkan material kimiawi tertentu ke dalam tanah seperti kapur, fly ash, semen, garam dan yang lainnya(Yusep Muslih, dkk, 2017). Sedangkan proses stabilisasi tanah lempung dengan plastisitas rendah dapat dilakukan dengan penambahan kimia dan limbah industri seperti bubuk logam, campuran abu terbang dan geosta dan semen (Kazda, 1979).

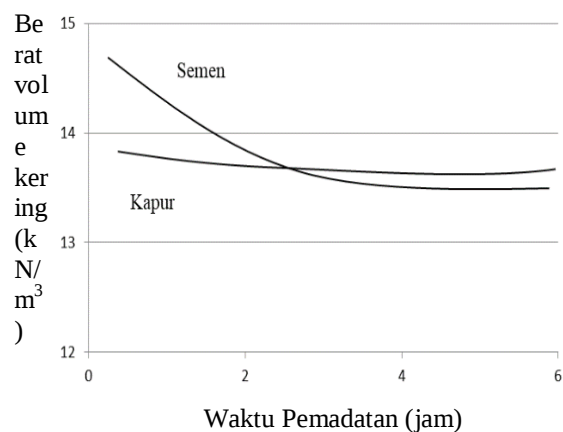
Stabilisasi Tanah dengan Kapur

Pada tanah plastis, kapur merupakan bahan aditif yang efektif untuk meningkatkan kekuatan dan kemampuan kerja tanah.

MenurutHardiyatmo(2010), stabilisasi tanah-kapur memiliki kesamaan dengan stabilisasi tanah biasa. Perbedaananya,

stabilisasi tanah-kapur lebih cocok untuk tanah lempungan, dan kurang cocok untuk tanah granular.Hal yang diperbaiki dalam stabilisasi tanah adalah sifat tanahnya seperti melakukan stabilisasi pada volume tanah terkait, kekuatan atau daya dukung tanah, permeabilitas, dan kekekalan atau ketahanan (keawetan).

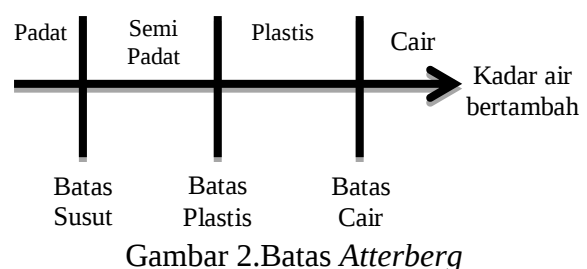
Menurut Dumbleton (1962) dalam Hardiyatmo(2010), pengaruh waktu pemadatan tanah-kapur berlangsung sampai sekitar 6 jam sedangkan pengaruh waktu pemadatan tanah-semen lebih cepat menyebabkan nilai kepadatan campuran menjadi turun tajam. Pada Gambar 1 menunjukkan pengaruh waktu pemadatan tanah-kapur dengan tanah-semen.



Gambar 1. Pengaruh waktu penundaan terhadap kepadatan lempung berat yang distabilisasi dengan kadar kapur 10%
Sumber : (Hardiyatmo, 2010)

Atterberg Limit

Atterberg limit membagi tanah dalam empat kategori yang berdasar kepada keadaan dasar yaitu padat, semi padat, plastis dan cair seperti yang terlihat pada Gambar 2 (Das et al., 1995). Tujuan pengujian Atterberg limit pada tanah yang distabilisasi dengan kapur yaitu untuk mengetahui tingkat efektif kapur dalam mereduksi plastisitas.



Gambar 2.Batas Atterberg

Pada Tabel 1 dan 2 dapat dilihat hubungan indeks plastisitas dan potensi mengembang, batas susut, susut linier dan derajat mengembang.

Tabel 1. Hubungan Indeks Plastisitas dan Potensi Mengembang

Indeks Plastisitas (%)	Potensi Mengembang
0-15	Rendah
10-35	Sedang
20-55	Tinggi
35 keatas	Sangat Tinggi

Sumber : Chen, F. H., 1975

Tabel 2. Hubungan Indeks Plastisitas dan Potensi Mengembang

Batas Susut Atterberg (%)	Susut Linier (%)	Derajat Mengembang
< 10	> 8	Kritis
10 -12	5-8	Sedang
>12	0-5	Tidak Kritis

Sumber : Chen, F. H., 1975

Pemadatan Tanah

Pemadatan tanah merupakan suatu proses perlakuan pada tanah yang menjadikan kerapatan suatu tanah meningkat. Berat volume kering menjadi indikator adanya peningkatan kepadatan tanah yang akan diukur. Pengujian bertujuan untuk menentukan berat volume kering maksimum (γ_{dmax}) dan kadar air optimum (W_{opt}). Pemadatan berfungsi untuk meningkatkan kekuatan tanah, dan mengurangi besarnya penurunan tanah, mengurangi permeabilitas, dan mengurangi perubahan volume akibat perubahan kadar air (Das et al., 1995).

III. METODOLOGI PENELITIAN

Bahan Penelitian

Penelitian ini berupa penelitian yang dilaksanakan di Laboratorium dengan mencari data-data primer dari percobaan uji sifat-sifat fisik dan mekanik tanah lempung. Tanah lempung dan kadar kapur bervariasi untuk setiap pengujian.

Bahan penelitian yang digunakan pada penelitian ini terdiri dari 2 yaitu tanah lempung terganggu (*disturbed clay*) dan

kapur tipe tohor (CaO).

Tanah

Tanah yang digunakan sebagai bahan penelitian merupakan tanah pada kondisi terganggu (*disturbed samples*). Variasi tanah yang digunakan diambil dari beberapa lokasi di sekitar kota Pekanbaru, dipilih berupa lempung plastisitas rendah dan lempung plastisitas tinggi. Lempung plastisitas tinggi terdiri dari lempung ekspansif dan lempung non ekspansif. Lempung diambil pada kedalaman maksimal 0,50 m di wilayah Muara Fajar, Palas, dan Minas dapat dilihat pada Gambar 3.



(a)



(b)



(c)

Gambar3. Pengambilan benda uji di (a) Muara Fajar (b) Palas (c) Minas

Kapur

Jenis kapur yang digunakan pada penelitian ini adalah CaO (*quicklime*/kapur Tohor) berupa kapur padam yang dijual bebas. Untuk setiap jenis tanah lempung akan distabilisasi dengan kadar kapur antara 3%-10% dengan lempung asli dari lapangan (kadar kapur=0%), digunakan sebagai pembanding.

Variasi Sampel

Metode variasi pencampuran tanah yang akan dibuat dalam penelitian ini dirincikan dalam Tabel 3 berikut:

Tanah	Variasi	% Tanah	% Kapur
Lempung Muara Fajar, Palas dan Minas	Variasi 1	100	0
	Variasi 2	97	3
	Variasi 3	95	5
	Variasi 4	93	7
	Variasi 5	90	10

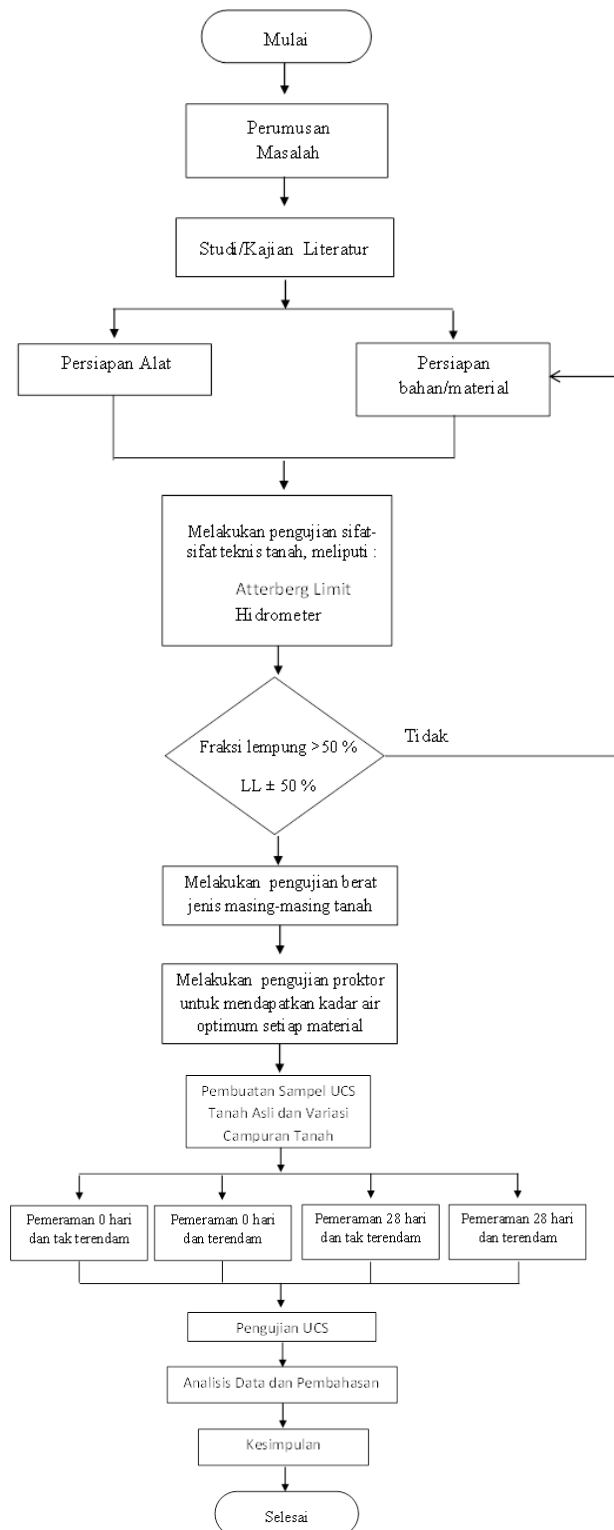
Prosedur Penelitian

Benda uji yang telah diambil kemudian dilakukan penjemuran yang bertujuan untuk mengurangi kadar air yang terkandung didalam tanah. Penjemuran dilakukan hingga tanah cukup kering untuk selanjutnya dihancurkan hingga halus. Tanah yang sudah halus kemudian akan disaring menggunakan saringan No.200 untuk mendapatkan tanah dengan butiran halus layaknya tanah lempung. Selanjutnya tanah dikeringkan didalam oven selama 24 jam untuk mendapatkan kondisi kering benda uji. Kemudian, kapur tohor dicampur sampai homogen. Variasi kapur api yang digunakan adalah 3%, 5%, 7% dan 10%. Campuran ini bertujuan untuk mengetahui efek pada batas *Atterberg* dan *density* tanah. Pada Gambar 4 dapat dilihat proses pengeringan material.



Gambar 4. Proses pengeringan material

Pada Gambar 5 dapat dilihat bagan alir penelitian ini.



Gambar 5. Bagan Alir Penelitian

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Propertis Tanah Asli

Pada penelitian ini, data yang diperoleh berasal dari proses pengujian yang dilaksanakan di laboratorium, selanjutnya data ditampilkan secara runtun dan jelas agar proses analisa dapat dengan mudah dilakukan. Data-datayang diperoleh yaitu *specific gravity*, batas cair dan batas plastis, berat volume kering maksimum, kadar air optimum. Berikut hasil propertis tanah asli yang dapat dilihat pada Tabel 4

Tabel 4. Hasil Pengujian Propertis Tanah Asli

No.	Deskripsi	Satuan	Lempung Muara Fajar	Lempung Palas	Lempung Minas
1.	Fraksi Tanah				
2.	Lempung	%	62	65	64
2.	Batas Atterberg				
	- Batas Cair	%	73	62	46
	- Batas Plastis	%	32	22	26
	- Indeks Plastisitas	%	41	40	20
3.	Jenis Tanah (USCS)	-	CH	CH	CL
4.	<i>Spesific Gravity</i>	-	2,74	2,67	2,7
6.	Pemadatan Standar				
	- OMC	%	32,3	22,8	26,5
	- MDD	kN/m3	13,4	14,3	14,4

Berdasarkan hasil pengujian propertis tanah asli pada Tabel 4 jika dihubungkan dengan Tabel 1 dan Tabel 2 maka tanah lempung Muara Fajar dan lempung Palas dikategorikan lempung potensi mengembang

tinggi (ekspansif). Lempung minas dikategorikan lempung dengan potensi mengembang sedang.

Pengaruh Penambahan Kapur Terhadap Batas Atterberg Tanah

Berdasarkan dari penelitian-penelitian sebelumnya yang dapat dilihat pada Tabel 5, stabilisasi dengan metode penambahan kapur dapat mereduksi plastisitas tanah.

Tabel 5. Hasil Penelitian Terdahulu

Peneliti Sebelumnya	Hasil Penelitian
(Bessaim et al., 2018)	Indeks plastisitas mengalami penurunan yang relatif besar sekitar 15% dengan kapur 8%
(Kavak, 2015)	Tanah menjadi non-plastik dengan berat kapur 3%.
(M M, 2018)	LL menurun dari 41,85 % menjadi 36,4% PL meningkat dari 30% menjadi 27% IP menurun dari 11,85% menjadi 9,4%

Pengujian batas-batas konsistensi pada tanah yang dicampur kapur bertujuan untuk melihat pengaruh penambahan kadar kapur terhadap nilai konsistensinya..Hasil pengujian *Atterberg limit* tanah yang distabilisasi kapur dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Hasil Pengujian *Atterberg limit* Tanah-Kapur

Tanah	Kadar Kapur															
	3%				5%				7%				10%			
	LL	PL	SL	IP	LL	PL	SL	IP	LL	PL	SL	IP	LL	PL	SL	IP
Lempung Muara Fajar	70	38	24	32	70	40	25	30	66	45	31	21	69	47	31	22
Lempung Palas	62	37	25	25	61	37	25	24	61	38	26	23	60	40	29	20
Lempung Minas	65	38	25	27	66	41	27	25	68	41	27	28	60	41	27	19

Berdasarkan Tabel 6 tanah lempung plastisitas tinggi (lempung Muara Fajar dan lempung Palas) mengalami penurunan batas cair dan peningkatan batas plastis yang sehingga indeks plastisitas menurun. Sementara tanah Minas mengalami peningkatan batas cair dan batas plastis namun tetap menurunkan indeks plastisitas. Hal ini terjadi akibat proses reaksi pertukaran kation dimana ion kalsium dilepaskan dari penambahan kapur yang menggantikan kation lain di sekitar permukaan partikel tanah lempung yang menyebabkan berkurangnya ketebalan lapisan ganda (Bessaim et al., 2018).

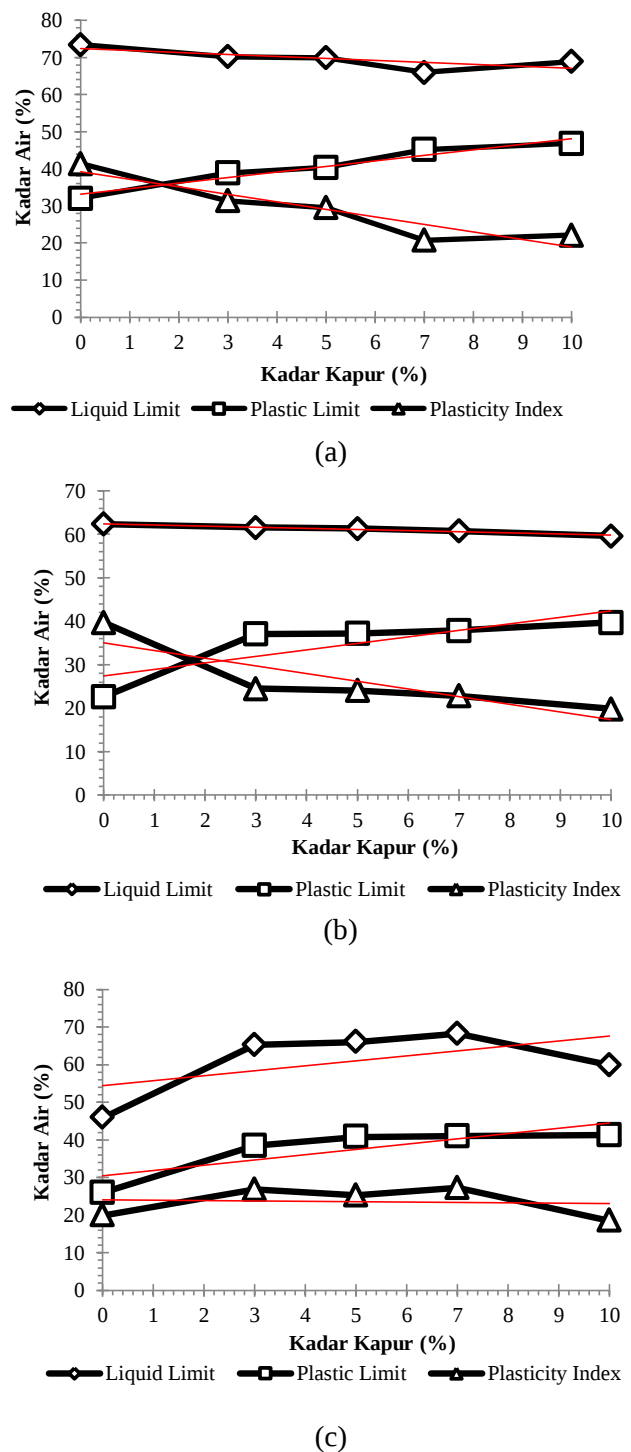
Pada lempung Muara Fajar setelah pemberian kapur 3%, 5%, 7% dan 10% nilai batas cair menurun dari 73,4% menjadi 68,9%, nilai batas plastis meningkat dari 32,1% menjadi 46,8% sehingga indeks plastisitas menurun dari 41,3% menjadi 22,1%.

Pada lempung Palas setelah pemberian kapur 3%, 5%, 7% dan 10% nilai batas cair menurun dari 62,3% menjadi 59,6%, nilai batas plastis meningkat dari 22,6% menjadi 39,7% sehingga indeks plastisitas menurun dari 39,7% menjadi 19,9%.

Pada lempung Minas setelah pemberian kapur 3%, 5%, 7% dan 10% nilai batas cair meningkat dari 45,9% menjadi 59,9%, nilai batas plastis meningkat dari 26% menjadi 41,3% sehingga indeks plastisitas menurun dari 19,9% menjadi 18,6%. Jika dilihat dari penambahan kadar kapur 7%, kapur kapur efektif digunakan pada tanah lempung berplastisitas tinggi (ekspansif) karena penurunan plastisitas lempung ekspansif 20,6% dan lempung plastisitas tinggi 16,85%. Namun, pada penambahan kadar kapur 10%, penurunan plastisitas lempung berplastisitas tinggi lebih besar dari lempung ekspansif dengan 19,85% dan 19,28%.

Dapat dilihat pada Gambar 6 penurunan plastisitas tanah yang distabilisasi kapur. Kadar kapur yang paling efektif digunakan untuk tanah

lempung muara fajar adalah kadar kapur 10%.



Gambar 6. Pengaruh kapur pada perubahan plastisitas tanah (a) lempung Muara Fajar (b) lempung Palas (c) lempung Minas

Berdasarkan nilai IP yang kecil dan nilai SL yang mendekati nilai PL maka penambahan kapur yang efektif untuk tanah lempung ekspansif 7%, tanah

lempung plastisitas tinggi 10% dan lempung plastisitas sedang (potensi mengembang sedang) 10%. Rentang kadar kapur yang efektif berdasarkan penurunan nilai indeks plastisitas untuk tanah lempung plastisitas tinggi (ekspansif) 7 hingga 10%, untuk tanah lempung plastisitas tinggi >10%, sedangkan untuk tanah lempung plastisitas sedang kapur tidak efektif digunakan. Hal ini disebabkan penurunan indeks plastisitas tanah yang terbesar pada lempung sedang hanya 1,5 % dari tanah asli. Nilai gradien terbesar terjadi pada nilai penurunan indeks plastisitas lempung muara fajar sebesar 9,84.

Pengaruh Penambahan Kapur Terhadap Kepadatan Tanah

Pengujian proktor standar pada tanah yang dicampur kapur untuk melihat pengaruh penambahan kadar kapur terhadap perubahan kadar air optimum dan berat volume kering maksimum. Hasil pengujian proktor standar menunjukkan kapur dapat menurunkan MDD dan meningkatkan OMC. Hasil ini sesuai dengan penelitian terdahulu, Kaur (2012), dan (Balaji et al., 2018).

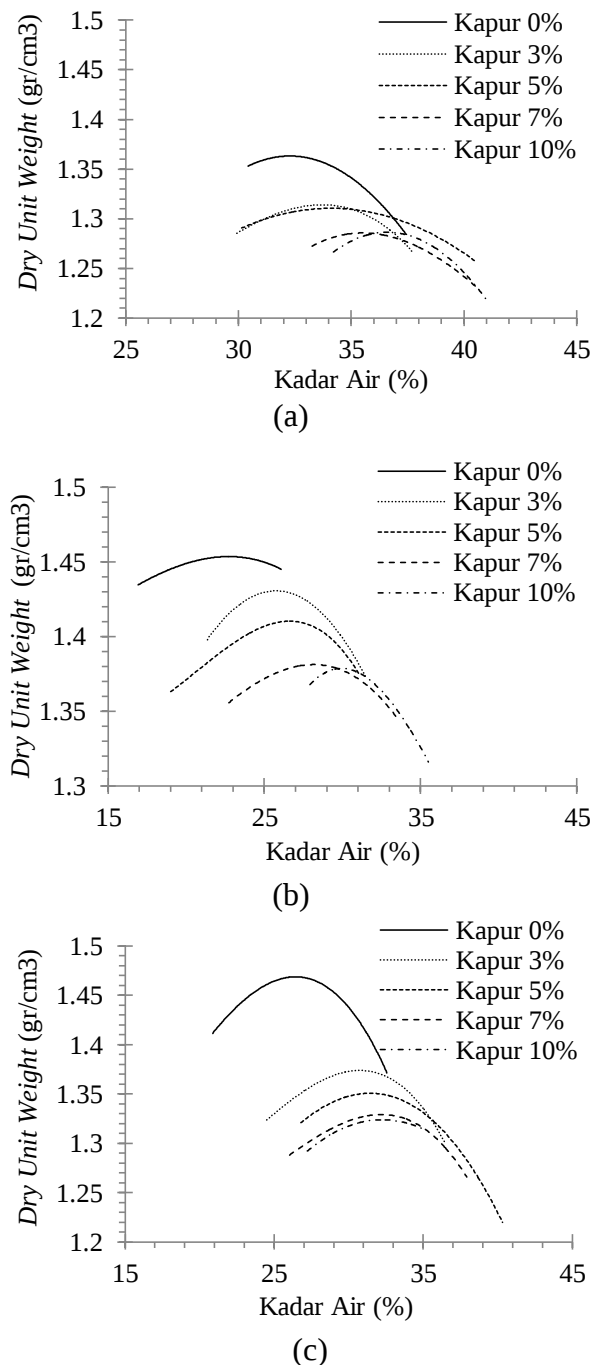
Pada lempung Muara Fajar setelah pemberian kapur 3%, 5%, 7% dan 10% kadar air optimum meningkat dari 32,3% menjadi 36,6% dan berat volume kering maksimum menurun dari 1,363 gr/cm³ menjadi 1,286 gr/cm³.

Pada lempung Palas setelah pemberian kapur 3%, 5%, 7% dan 10% kadar air optimum meningkat dari 22,8% menjadi 30% dan berat volume kering maksimum menurun dari 1,454 gr/cm³ menjadi 1,379 gr/cm³.

Pada lempung Minas setelah pemberian kapur 3%, 5%, 7% dan 10% kadar air optimum meningkat dari 26,5% menjadi 32,3% dan berat volume kering maksimum menurun dari 1,47 gr/cm³ menjadi 1,324 gr/cm³.

Persentase penurunan MDD yang signifikan terjadi pada tanah lempung Minas sebesar 10% dari tanah asli

sedangkan persentase kenaikan OMC yang signifikan terjadi pada tanah lempung Palas sebesar 32% dari tanah asli. Penurunan MDD dan kenaikan OMC merupakan reaksi pertukaran kation tanah-kapur yang cepat (0 hingga 72 hari) (Beetham et al., 2015). Dapat dilihat pada Gambar 7 hasil pengujian proktor standar masing-masing tanah.



Gambar7. Pengaruh kapur terhadap hasil pemadatan tanah (a) lempung Muara Fajar (b) lempung Palas (c) lempung Minas

V. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Dari hasil penelitian dan pembahasan yang telah diuraikan pada sub bab sebelumnya, dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Kapur lebih efektif mereduksi tanah lempung berplastisitas tinggi (lempung Muara Fajar dan Palas) dibanding lempung berplastisitas sedang (lempung Minas).
2. Penambahan kapur pada setiap jenis tanah lempung pada penelitian ini menyebabkan penurunan MDD dan kenaikan OMC.
3. Rentang kadar kapur yang efektif untuk stabilisasi tanah lempung plastisitas tinggi >10% dan lempung ekspansif 7 sampai 10%.

Saran

Berdasarkan hasil penelitian dan kesimpulan yang telah dipaparkan sebelumnya, peneliti memberikan beberapa saran, diantaranya sebagai berikut:

1. Penelitian selanjutnya, perlu dilakukan pengujian kimia terhadap bahan kapur.
2. Sebaiknya dilakukan penelitian stabilisasi tanah lempung dengan bahan campuran lain.
3. Penelitian selanjutnya disarankan melakukan pengujian *Atterberg limit* yang diberi perlakuan

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih disampaikan atas dukungan yang diberikan oleh Laboratorium Mekanika Tanah dan Batu, PLP, asisten laboratorium di Departemen Teknik Sipil, Fakultas Teknik UNRI.

DAFTAR PUSTAKA

Balaji, S., Wadhwa, M. D., Waghe, A. P., Rathod, D. C., & Razvi, S. S. (2018). Soil Stabilization by using Lime. *International Journal of Engineering and Management Research*, 8(2), 79–86.
<https://doi.org/10.31033/ijemr.v8i02.11965>

Beetham, P., Dijkstra, T., Dixon, N.,

Fleming, P., Hutchison, R., & Bateman, J. (2015). Lime stabilisation for earthworks: A UK perspective. *Proceedings of the Institution of Civil Engineers: Ground Improvement*, 168(2), 81–95.

<https://doi.org/10.1680/grim.13.00030>

Bessaim, M. M., Bessaim, A., Missoum, H., & Bendani, K. (2018). Effect of quick lime on physicochemical properties of clay soil. *MATEC Web of Conferences*, 149, 1–5.
<https://doi.org/10.1051/mateconf/201714902065>

Das, B. M., Endah, N., & Mochtar, I. B. (1995). *Mekanika Tanah Jilid 1 (Prinsip-prinsip Rekayasa Geoteknis)*. Erlangga, 1–291.

Dewi, R., Sutejo, Y., Rahmadini, R., Arfan, M., & Rustam, R. K. (2019). Pengaruh Limbah Plafon Gypsum Terhadap Penurunan Konsolidasi Pada Tanah Lempung Ekspansif. *Cantilever*, 8(1), 1.
<https://doi.org/10.35139/cantilever.v8i1.78>

Hardiyatmo, H. C. (2010). Stabilisasi Tanah untuk Perkerasan Jalan. In *Stabilisasi Tanah untuk Perkerasan Jalan*. Yogyakarta: Universitas Gajah Mada.

Kaur, P. (2012). Soil Improvement With Lime. *IOSR Journal of Mechanical and Civil Engineering*, 1(1), 51–53.
<https://doi.org/10.9790/1684-0115153>

Kavak, A. (2015). *the Effect of Compaction for a Lime Stabilization Application*. (3), 47–50.

Kulkarni, T. A., Padalkar, P. A., & Joshi, C. G. (2017). *Stabilization of Soil By Using Fly Ash & Lime*. (32), 32–38.

M M, S. H. (2018). Soil Stabilisation using Lime. *International Journal for Research in Applied Science and Engineering Technology*, 6(I), 1096–1100.
<https://doi.org/10.22214/ijraset.2018.1167>

Purwana, Y. M., Harya, R., & Yahya, R. (2017). *Kuat Tekan Tanah Lempung*

Plastisitas Tinggi Yang Distabilisasi Pada Indeks Likuiditas 0 . 5 Dan 0 . 75. 14(2), 118–123.

Setyono, E., Sunarto, S., & Gumilang, A. M. (2019). PENGARUH PENGGUNAAN BAHAN SERBUK MARMER PADA STABILISASI TANAH LEMPUNG EKSPANSIF (Kasus Tanah Lempung Ekspansif di Daerah Citra Land Surabaya). *Jurnal*

Media Teknik Sipil, 16(2), 99–107.
<https://doi.org/10.22219/jmts.v16i2.6245>

Yunus, M., & Rauf, I. (2018). Pengaruh Penambahan Kapur Terhadap Nilai Plastisitas Tanah Lempung Di Kabupaten Fakfak Propinsi Papua Barat. *Jurnal Logic, 18(1).*
<https://doi.org/http://dx.doi.org/10.31940/logic.v18i1.785>