



Pengaruh Pemakaian *Difa Soil Stabilizer* terhadap Daya Dukung Tanah Lempung untuk Konstruksi Jalan

Iswan¹, *Muhammad Karami¹, I Wayan Diana¹

¹Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Lampung, Kota Bandar Lampung 35145

*Muhammad.karami@eng.unila.ac.id

Received: Revised: Accepted:

Abstract

The objective of this research is to determine the potential effect on the bearing capacity and swelling of clay of using *Difa soil stabilizer*. The California Bearing Ratio (CBR) and swelling tests were performed to examine the CBR and swelling value of unmodified and modified clay based on standard SNI 1744:2012. In these tests, five percentage of *Difa* including variation-1 (0% Portland Cement and 0% *Difa*), variation-2 (8% PC and 0% *Difa*), variation-3 (4% PC and 3% *Difa*), variation-4 (6% PC and 3% *Difa*) and variation-5 (8% PC and 3% *Difa*) were chosen with the purpose of improving the CBR values. For the CBR tests, specimens were treated in four, seven, and fourteen days curing and four days curing followed by four days immersion. As for the swelling test, the specimens were immersed for four days before tested. According to the results, the CBR value of modified clay was higher as compared to the unmodified clay. A higher percentage of Portland Cement or *Difa* content resulted in a higher CBR value. The results also indicated that the clay containing 6% PC and 3% *Difa* were less sensitive to the change in the volume. In addition, the change in the CBR and swelling potential values reduced the thickness of foundation layer on the road structure.

Keywords: *Difa soil stabilizer, CBR value, swelling potential, soil stabilization, clay*

Abstrak

Tujuan penelitian adalah melihat sifat mekanik yang berhubungan dengan daya dukung (nilai CBR) dan potensi pengembangan tanah lempung yang distabilisasi dengan bahan tambah *Difa soil stabilizer*. Untuk itu, tanah lempung dibagi menjadi lima variasi yaitu variasi 1 (tanah asli), variasi 2 (tanah asli ditambah 8% semen dan 0% *Difa*), variasi 3 (tanah asli ditambah 4% semen dan 3% *Difa*), variasi 4 (tanah asli ditambah 6% semen dan 3% *Difa*) dan variasi 5 (tanah asli ditambah 8% semen dan 3% *Difa*). Untuk pengujian CBR, benda uji dalam berbagai variasi penambahan semen dan *Difa* diperlakukan dalam empat perlakuan pemeraman dan perendaman: perlakuan 1 yaitu pemeraman selama empat hari, perlakuan 2 yaitu pemeraman selama tujuh hari, perlakuan 3 yaitu pemeraman selama 14 hari dan perlakuan 4 yaitu pemeraman selama empat hari dilanjutkan dengan perendaman selama empat hari. Sedangkan untuk pengujian potensi pengembangan, benda uji direndam selama empat hari sebelum dilakukan pengujian. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan bahan *Difa soil stabilizer* dapat meningkatkan nilai CBR tanpa rendaman dan CBR rendaman untuk semua variasi pemeraman dan menurunkan potensi pengembangan tanah lempung. Perubahan nilai CBR dan potensi pengembangan tanah lempung ini menyebabkan berkurangnya ketebalan lapisan pondasi pada struktur perkerasan jalan.

Kata kunci: *Difa soil stabilizer, nilai CBR, potensi pengembangan tanah, stabilisasi tanah, tanah lempung*

Pendahuluan

Tanah dasar (*subgrade*) yang berkualitas buruk pada struktur perkerasan jalan (*pavement*) akan menyebabkan dukungan terhadap lapisan

perkerasan jalan menjadi berkurang dan dapat mengakibatkan terjadinya kerusakan jalan seperti deformasi permanen dan pengaluran (*rutting*), yang sangat mempengaruhi kenyamanan dan keselamatan pengguna jalan (Presti, 2013). Enieb

dan Diab (2017) menjelaskan, sifat-sifat ideal lapisan perkerasan jalan dan tanah dasar harus memiliki kekakuan yang tinggi serta memiliki ketahanan terhadap retak dan deformasi permanen. Selanjutnya Zou *et al.* (2017) menyatakan bahwa tanah dasar harus memiliki kualitas seperti ketahanan terhadap deformasi permanen dan retak serta daya tahan (durabilitas) yang tinggi. Seperti diketahui bahwa kondisi tegangan pada elemen-elemen perkerasan jalan berubah menurut waktu saat beban roda kendaraan melintas. Variasi tegangan vertikal, tegangan horizontal dan tegangan geser pada campuran-beraspal akan selalu berulang saat setiap beban roda kendaraan berlangsung. Mazumder *et al.* (2016) menjelaskan bahwa besaran tegangan yang terjadi pada lapisan perkerasan jalan dan tanah dasar adalah fungsi dari beban roda dan tegangan kontak sepanjang geometri dan sifat-sifat mekanis setiap lapisan. Gesekan internal yang terjadi di dalam tanah dasar sangat dipengaruhi oleh material tanah dasar sebagai bahan pengikat yang memberikan pengaruh langsung terhadap deformasi permanen. Oleh sebab itu, sifat-sifat kekakuan (*stiffness*) tanah dasar dapat membantu untuk mengurangi deformasi permanen yang terjadi pada lapisan campuran-beraspal. Menurut Choi (2011), material tanah dasar yang memiliki ketahanan terhadap gaya geser (*shear*) yang cukup tinggi akan memberikan ketahanan terhadap deformasi permanen yang cukup baik.

Proses stabilisasi tanah dasar perkerasan jalan dengan bahan tambah dilakukan untuk meningkatkan berbagai macam sifat-sifat teknik tanah dasar dan untuk mendapatkan material struktur jalan yang baik. Menurut Naeini *et al.* (2012), peningkatan kekuatan tanah dasar, kekakuan dan daya tahan, penurunan nilai plastisitas tanah serta potensi mengembang dan menyusut adalah keuntungan dari dilakukannya stabilisasi tanah. Saat ini, sudah banyak material yang digunakan sebagai bahan stabilisasi tanah untuk memperbaiki sifat-sifat tanah seperti semen, yang dapat meningkatkan sifat tanah seperti kekuatan, permeabilitas, stabilitas volume dan durabilitas (Anggraini *et al.*, 2015; Estabragh *et al.*, 2013). Selain itu, stabilisasi tanah dengan kapur juga dapat meningkatkan kekuatan pengikatan antar partikel (Louafi *et al.*, 2015), menurunkan potensi pengembangan tanah dan indeks plastisitas serta menaikkan kandungan air optimum, batas-batas penyusutan dan kekuatan (Pei *et al.*, 2015), serta dapat menaikkan workabilitas dan kemampuan kepadatan tanah dasar (Abdullah & Abdullah, 2013). Selanjutnya, stabilisasi tanah dapat dilakukan menggunakan bahan *fly ash* (limbah pembakaran batu bara di PLTU) yang dapat menurunkan indeks plastisitas

dan menaikkan nilai *California Bearing Ratio* (CBR) (Zulkifley *et al.*, 2014) serta menaikkan kekakuan tanah yang berlanau dan berpasir (Radhakrishnan *et al.* 2014. Rupnow *et al.* (2015) juga menggunakan *fly ash* kelas C dan kapur untuk mengembangkan nilai koefisien lapisan struktur jalan untuk perkerasan jalan lentur. Stabilisasi tanah juga telah dilakukan dengan menggunakan fiber yang dapat memperbaiki sifat pengembangan tanah (Sharma *et al.*, 2015) serta dapat menaikkan nilai kuat tekan (*unconfined compressive strength*) (Firoozi *et al.*, 2015) dan nilai kuat geser tanah (Shukla *et al.*, 2010). Saat ini, stabilisasi tanah menggunakan bahan tambah *Difa soil stabilizer* telah dilakukan oleh Lopian (2019), yang melihat pengaruh penggunaan *Difa soil stabilizer* dapat meningkatkan kuat tekan tanah lempung laterit rata-rata sebesar 4,43%. Sedangkan Sutriatno & Marzuko (2018) melakukan pengujian tanah gambut yang distabilisasi dengan kapur dan *Difa soil stabilizer*, menunjukkan bahwa pemakaian kapur 5% dan *Difa soil stabilizer* 3% menghasilkan nilai CBR 10,13% (pemeraman 7 hari) dan CBR 9,76% (pemeraman 7 hari dan perendaman 4 hari).

Di dalam proyek konstruksi jalan, saat ini diperlukan kekuatan tanah dasar yang lebih tinggi untuk mengakomodasi spektrum tegangan tarik (*tensile stress*) dan regangan (*strain*) yang lebih besar akibat konfigurasi beban kendaraan yang semakin kompleks, sehingga diperlukan tanah dasar yang memiliki spesifikasi khusus. Oleh karena itu maka diperlukan bahan tambah yang lebih dapat meningkatkan ketahanan tanah dasar terhadap tegangan tarik dan regangan lebih tinggi daripada yang ada saat ini. Oleh sebab itu, tujuan penelitian ini adalah melihat sifat-sifat mekanik yang berhubungan dengan nilai daya dukung (nilai CBR) dan potensi pengembangan (*swelling*) tanah lempung yang telah distabilisasi dengan bahan tambah *Difa soil stabilizer*.

Bahan dan Metode Penelitian

Bahan

Dari hasil pengujian, tanah asli yang digunakan dalam penelitian ini berdasarkan USCS berjenis tanah lempung, berkohesif dan bersifat plastisitas tinggi, dengan nilai batas cair 54,3%, batas plastisitas 29,5% dan indeks plastisitas 24,8%. Selain itu, tanah asli memiliki kadar air pada kondisi tanah tak terganggu sebesar 32,4% dan pada kondisi tanah terganggu sebesar 17,6%. Pengujian analisis saringan menunjukkan bahwa 73,0 % tanah asli lolos saringan 0,075 mm. Sedangkan berdasarkan klasifikasi AASHTO, tanah asli ini termasuk dalam klasifikasi A-7-6

yaitu tanah berlempung. Bahan tambah yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Difa soil stabilizer* (Gambar 1) yang diproduksi oleh PT. Difa Mahakarya, Yogyakarta, berupa material serbuk halus yang terdiri dari komposisi kimia anorganik. Sedangkan semen yang digunakan bermerek Semen Tiga Roda tipe I.



Gambar 1. Bahan tambah *Difa soil stabilizer*

Desain dan persiapan benda uji

Selanjutnya, untuk mengetahui pengaruh penggunaan bahan tambah *Difa soil stabilizer* yang dicampurkan ke dalam tanah lempung tersebut di atas, maka benda uji dibagi dalam lima variasi penambahan bahan tambah yaitu: variasi 1 (tanah asli saja), variasi 2 (tanah asli ditambah 8% semen dan 0% Difa), variasi 3 (tanah asli ditambah 4% semen dan 3% Difa), variasi 4 (tanah asli ditambah 6% semen dan 3% Difa) dan variasi 5 (tanah asli ditambah 8% semen dan 3% Difa). Penggunaan semen dalam penelitian ini diperlukan karena sifat dari material *Difa soil stabilizer* adalah membantu memperkuat pengikatan antara semen dan tanah dengan cara menghilangkan lapisan tipis air yang melekat di permukaan tanah (Lapian, 2019). Selain itu, tanah lempung variasi 2 dimaksudkan untuk melihat perubahan nilai daya dukung tanah lempung yang hanya disebabkan oleh pemakaian semen sebagai bahan tambah.

Kemudian dilakukan pengujian fisik tanah dan pemadatan tanah dengan metode pemadatan standar (*standard proctor*) berdasarkan pada standar SNI 03-1744-2012, menggunakan tanah terganggu (*disturbed*) yang sebelumnya telah dijemur di panas matahari agar kadar air benda uji tanah menjadi seragam. Hasil pengujian fisik tanah dan pemadatan, disajikan pada Tabel 1. Dari pengujian pemadatan diperoleh kadar air optimum (KAO) dan volume kering optimum ($\gamma_d \text{ max}$) untuk masing-masing variasi campuran, yang selanjutnya akan digunakan sebagai dasar penambahan air dalam proses pemadatan tanah untuk setiap variasi.

Untuk pengujian CBR, benda uji berbentuk silinder berdiameter 152,4 mm dan tinggi 177,8 mm (Gambar 2) yang sudah dibuat dalam berbagai variasi penambahan semen dan *Difa soil stabilizer*

tersebut di atas diperlakukan dalam empat perlakuan pemeraman dan perendaman sebagai berikut: perlakuan 1 yaitu pemeraman selama empat hari, perlakuan 2 yaitu pemeraman selama tujuh hari, perlakuan 3 yaitu pemeraman selama 14 hari dan perlakuan 4 yaitu pemeraman selama empat hari dilanjutkan dengan perendaman selama empat hari. Perlakuan 4 dilakukan untuk melihat nilai CBR rendaman sebagai syarat dalam perencanaan struktur lapisan perkerasan jalan. Untuk pengujian CBR, setiap variasi dan perlakuan dibuat tiga benda uji, sehingga total benda uji CBR berjumlah 60 buah benda uji.

Tabel 1. Sifat fisik tanah dalam berbagai variasi penambahan *Difa soil stabilizer*

Pengujian	Variasi benda uji				
	1	2	3	4	5
Berat jenis	2,59	2,60	2,61	2,66	2,69
Batas cair (%)	54,3	53,8	51,3	50,8	49,4
Batas plastis (%)	29,5	29,3	30,3	31,5	32,4
Indeks plastisitas (%)	24,8	24,5	20,9	18,5	17,0
Berat jenis	2,56	2,60	2,61	2,66	2,69
Kadar air optimum (%)	22,5	22,0	21,5	21,0	20,3
Berat volume kering (gr/cm^3)	1,52	1,56	1,61	1,63	1,67



Gambar 2. Pengujian CBR, (a) pembuatan benda uji, (b) benda uji yang sedang diperam

Selanjutnya, untuk pengujian pengembangan tanah (*swelling*), dibuat tiga benda uji berbentuk silinder berdiameter 152,4 mm dan tinggi 116,43 mm (Gambar 3) untuk masing-masing variasi, sehingga total benda uji untuk pengujian pengembangan tanah berjumlah 15 benda uji. Kemudian benda uji ini diperam selama empat hari dan direndam selama empat hari (96 jam) sebelum dilakukan pengujian.



Gambar 3. Benda uji, (a) selesai dipadatkan, (b) proses pemeraman

Karakterisasi daya dukung dan pengembangan tanah

Pengujian CBR dilaksanakan untuk mengetahui nilai kekuatan tanah lempung asli maupun tanah lempung yang sudah distabilisasi dengan bahan semen dan *Difa soil stabilizer* dalam berbagai variasi tersebut di atas, berdasarkan pada standar SNI 1744:2012 (Gambar 4). Selanjutnya, Gambar 5 menyajikan proses pengujian pengembangan tanah. Pembacaan akhir arloji pengembangan setelah perendaman selama 96 jam, yang dinyatakan sebagai persentase tinggi benda uji awal.



Gambar 4. Proses pengujian CBR



Gambar 5. Proses pengujian pengembangan tanah

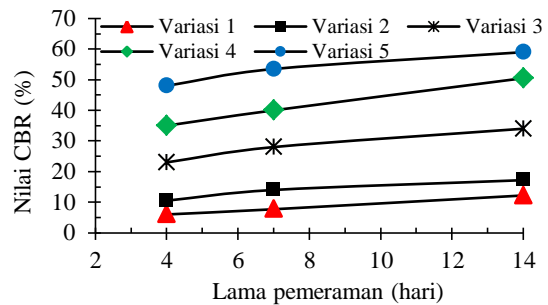
Hasil dan Pembahasan

Pengaruh pemakaian semen dan *Difa soil stabilizer*

Hasil pengujian menunjukkan adanya perubahan pada sifat mekanik tanah lempung asli setelah mengalami stabilisasi penambahan semen dan *Difa soil stabilizer*, seperti disajikan pada Gambar 6. Dari gambar tersebut terlihat bahwa pemakaian semen dan *Difa soil stabilizer* dapat menaikkan nilai CBR tanah lempung dan semakin lama waktu pemeraman menyebabkan nilai CBR tanah lempung semakin tinggi. Namun demikian, pengaruh pemakaian *Difa soil stabilizer* dalam menaikkan nilai CBR tanah lempung lebih tinggi bila dibandingkan dengan semen. Membandingkan nilai CBR antara variasi 1 dan variasi 2 dalam tiga perlakuan pemeraman, terlihat bahwa terjadi kenaikan nilai CBR tanah lempung sebesar 41% - 82%. Namun, bila ditambahkan *Difa soil stabilizer* sebesar 3% (variasi 5) maka kenaikan nilai CBR

tanah lempung dalam tiga perlakuan tersebut mencapai 595% - 700%.

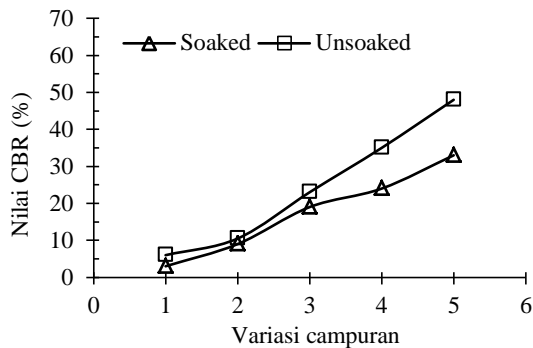
Demikian juga bila membandingkan variasi 2 dengan variasi 3 dan variasi 4, maka penambahan *difa soil stabilizer* sebesar 3% pada variasi 3 dapat menaikkan nilai CBR sebesar 98% sampai 119%, sedangkan penambahan *difa soil stabilizer* pada variasi 4 dapat menaikkan nilai CBR sebesar 186% - 233%, walaupun pemakaian semen menurun dari 8% ke 4% pada variasi 3 dan dari 8% ke 6% pada variasi 4.



Gambar 6. Nilai CBR tanah lempung dalam kondisi tidak terendam

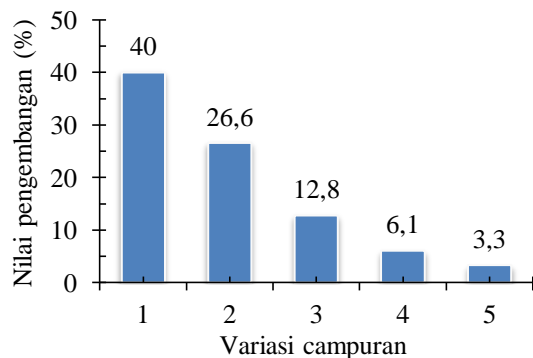
Selanjutnya Gambar 7 menunjukkan penurunan nilai CBR untuk semua variasi benda uji setelah dilakukan pemeraman selama 4 hari dan kemudian dilakukan perendaman selama empat hari. Dari Gambar 7 terlihat bahwa semua variasi benda uji mengalami penurunan nilai CBR. Perlakuan perendaman menurunkan nilai CBR tanah lempung yang disebabkan oleh air yang mampu masuk dan mengisi rongga udara pada tanah sehingga tanah menjadi jenuh air dan mengurangi gesekan antar butiran tanah asli. Sehingga, bila terdapat gaya yang bekerja pada butiran tanah tersebut maka gaya gesek antar butiran tanah menjadi berkurang. Nilai CBR tanah lempung variasi 2 (*soaked*) sebesar 9,0% hampir mendekati nilai CBR tanah lempung variasi 1 (*unsoaked*) sebesar 6%. Namun setelah tanah lempung ditambah 3% *Difa soil stabilizer* yang terdapat pada tanah lempung variasi 3, variasi 4 dan variasi 5, maka nilai CBR tanah lempung dalam kondisi rendaman (*soaked*), masih memiliki nilai CBR 216% - 450% lebih tinggi dibandingkan dengan nilai CBR tanah lempung variasi 1 tanpa rendaman. Tabel 1 menunjukkan pemakaian bahan *Difa soil stabilizer* dapat meningkatkan berat volume kering dan berat jenis tanah lempung serta menurunkan kadar air optimum. Dengan demikian dapat mengurangi kemampuan air untuk masuk ke pori-pori tanah dan menjaga stabilitas tanah, sehingga dapat meningkatkan nilai CBR tanah lempung pada kondisi perendaman selama 4 hari. Tanah dasar yang sering memiliki masalah saat musim hujan,

yaitu nilai CBR turun drastis, akan tetap solid dengan pemakaian *Difa soil stabilizer* yang berfungsi mengoptimalkan stabilisasi tanah dan semen. Mekanisme kerja stabilisasi tanah dengan menggunakan *Difa soil stabilizer* adalah melarutkan asam humus pada permukaan butiran tanah, mengakibatkan semen dapat mengikat kuat pada partikel tanah (Srihandayani, Abrar, & Indrawan, 2019).



Gambar 7. Perbandingan nilai CBR tanah lempung terendam dan tidak terendam

Selanjutnya, **Gambar 8** menyajikan pengembangan tanah (*swelling*) untuk tanah lempung dalam berbagai variasi penambahan bahan tambah semen dan *Difa soil stabilizer*. Penambahan semen sebagai bahan tambah pada variasi 2 dapat menurunkan potensi pengembangan tanah lempung sebesar 33%, sedangkan bila ditambahkan *Difa soil stabilizer* seperti pada variasi 5, maka penurunan pengembangan tanah dapat mencapai 91% bila dibandingkan dengan tanah lempung tanpa bahan tambah (variasi 1). Pemakaian *Difa soil stabilizer* sebesar 3% pada tanah lempung pada variasi 3 dan variasi 4 dapat menurunkan potensi pengembangan tanah masing-masing sebesar 68% dan 84% bila dibandingkan dengan variasi 1 walaupun persentasi semen berkurang masing-masing menjadi 4% dan 6%.



Gambar 8. Nilai pengembangan tanah lempung

Menurut Hardiyatmo (2002) yang melakukan klasifikasi tanah berdasarkan persentase pengembangan tanah, maka klasifikasi potensi pengembangan tanah lempung variasi 1 termasuk sangat tinggi, variasi 2 masuk dalam klasifikasi tinggi, dan variasi 3 masuk dalam klasifikasi sedang, sedangkan tanah lempung variasi 4 dan variasi 5 masuk dalam klasifikasi rendah.

Tebal lapisan perkerasan jalan

Berdasarkan hasil pengujian yang disajikan pada Gambar 7 dan Tabel 1, maka tanah lempung variasi 1 dapat dikategorikan sebagai tanah lunak karena memiliki nilai CBR rendaman 3% dan indeks plastisitas (IP) 24,8% dan juga sebagai tanah ekspansif karena memiliki nilai pengembangan 40% (Manual Desain Perkerasan Jalan, 2017). Untuk itu, bila didalam perencanaan tebal perkerasan jalan mengaplikasikan tanah lempung variasi 1, maka diperlukan lapisan penopang di atas tanah lunak ini dengan tebal 1.000 mm (untuk beban kurang dari 2 juta ESA) sampai 1.200 mm (untuk beban lebih dari 4 juta ESA), kemudian di atas lapisan penopang tersebut ditambah lagi tanah stabilisasi semen atau material timbunan pilihan dengan nilai CBR rendaman $\geq 6\%$ setebal 175 mm (untuk beban kurang dari 2 juta ESA) sampai 350 mm (untuk beban lebih dari 4 juta ESA) untuk meningkatkan menjadi setara CBR 6%.

Namun bila tanah lempung variasi 5 yang diaplikasikan pada konstruksi jalan, maka tidak diperlukan lagi lapisan penopang dan lapisan stabilisasi semen atau material timbunan pilihan untuk semua nilai beban (ESA) sebagai upaya perbaikan struktur pondasi, karena tanah lempung variasi 5 memiliki CBR rendaman 33% (batas minimum 6%) dan IP 17,0% (batas maksimum 25%). Selain itu, tanah lempung variasi 5 ini menjadi tanah yang non-ekspansif karena memiliki potensi pemuai 3,3% (batas maksimum 5%). Penerapan tanah lempung variasi 5 sebagai tanah dasar dapat juga menyebabkan berkurangnya tebal lapis pondasi agregat klas A sampai 50% ketebalan.

Tanah lempung variasi 2 masih dikategorikan sebagai tanah lunak, karena memiliki IP mendekati 25%, yaitu 24,5%, walaupun memiliki nilai CBR rendaman 9%. Selain itu tanah lempung variasi 2 masih dikategorikan sebagai tanah ekspansif karena memiliki nilai pengembangan 26,6%. Sedangkan untuk tanah lempung variasi 3 dan variasi 4 tidak lagi dimasukkan sebagai tanah lunak karena memiliki nilai CBR rendaman masing-masing sebesar 19% dan 24%, dan nilai IP

masing-masing sebesar 20,9% dan 18,5%, namun masih dikategorikan sebagai tanah ekspansif karena memiliki nilai pengembangan tanah masing-masing sebesar 12,8% dan 6,1%. Dengan demikian, tanah lempung variasi 3 dan variasi 4 masih memerlukan lapisan berupa tanah stabilisasi semen atau material pilihan setebal 400 mm (untuk beban kurang dari 2 juta ESA) atau 600 mm (untuk beban lebih dari 4 juta ESA). Susunan dan tebal lapisan perkerasan jalan (dalam mm) untuk masing-masing variasi tanah dasar disajikan pada Tabel 2 dan Tabel 3.

Tabel 2. Tebal lapisan (dalam mm) perkerasan lentur menggunakan lapis pondasi berbutir untuk beban kurang dari 2 juta ESA

Jenis lapisan	Variasi tanah lempung				
	1	2	3	4	5
AC-WC	40	40	40	40	40
AC-BC	60	60	60	60	60
AC-Base	0	0	0	0	0
LPA klas A	400	400	400	400	200
Tanah stabilisasi semen atau material pilihan	175	175	400	400	0
Lapisan penopang	1000	1000	0	0	0

Tabel 3. Tebal lapisan (dalam mm) perkerasan lentur menggunakan lapis pondasi berbutir untuk beban lebih dari 4 juta ESA¹⁾

Jenis lapisan	Variasi tanah lempung				
	1	2	3	4	5
AC-WC	40	40	40	40	40
AC-BC	60	60	60	60	60
AC-Base	80	80	80	80	80
LPA klas A	300	300	300	300	150
Tanah stabilisasi semen atau material pilihan	350	350	600	600	0
Lapisan penopang	1200	1200	0	0	0

Catatan:

¹⁾ Tebal lapisan AC-WC, AC-BC, AC-Base dan LPA klas A untuk beban 4-7 juta ESA

Kesimpulan

Pengujian CBR dan potensi pengembangan tanah telah dilakukan untuk melihat pengaruh pemakaian *Difa soil stabilizer* terhadap daya dukung dan potensi pengembangan tanah lempung. Hasil pengujian menunjukkan bahwa pemakaian *Difa soil stabilizer* sebesar 3% dapat menaikkan nilai CBR tanah lempung dan menurunkan potensi pengembangan tanah lempung. Hasil ini memberikan dampak yang cukup baik terhadap struktur lapisan perkerasan jalan, yaitu lapisan pondasi jalan akan menjadi stabil, potensi

terjadinya deformasi permanen dan pengaluran (*rutting*) pada struktur lapisan perkerasan jalan akan semakin berkurang. Selain itu, ketebalan lapisan pondasi jalan seperti lapisan penopang, tanah stabilisasi semen dan LPA klas A dapat berkurang.

Ucapan Terimakasih

Terimakasih disampaikan kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat Universitas Lampung yang telah membantu penelitian ini melalui Hibah Penelitian Dasar DIPA BLU Unila tahun 2021.

Daftar Pustaka

- Abdullah, N., & Abdullah, R. (2013). Effect of humic acid on microstructure of lime-treated organic clay. *Int J Eng*, 2(11), 1827-1833. <https://www.ijert.org/effect-of-humic-acid-on-microstructure-of-lime-treated-organic-clay-2>
- Anggraini, V., Asadi, A., Huat, B. B., & Nahazanan, H. (2015). Effects of coir fibers on tensile and compressive strength of lime treated soft soil. *Measurement*, 59, 372-381. <https://doi.org/10.1016/j.measurement.2014.09.059>
- Choi, Y. K. (2011). Visco-Elastic Analysis of the Elastomeric Binder Shear Resistance in Relation to Asphalt Rutting. *Road Materials and Pavement Design*, 12(4), 767-794. doi:10.1080/14680629.2011.9713894.
- Enieb, M., & Diab, A. (2017). Characteristics of asphalt binder and mixture containing nanosilica. *International Journal of Pavement Research and Technology*, 10(2), 148-157. <https://doi.org/10.1016/j.ijprt.2016.11.009>
- Estabragh, A., Bordbar, A., & Javadi, A. (2013). A study on the mechanical behavior of a fiber-clay composite with natural fiber. *Geotechnical and Geological Engineering*, 31(2), 501-510. <https://doi.org/10.1007/s10706-012-9602-6>
- Firoozi, A. A., Taha, M. R., Firoozi, A. A., & Khan, T. A. (2015). Effect of ultrasonic treatment on clay microfabric evaluation by atomic force microscopy. *Measurement*, 66, 244-252. <https://doi.org/10.1016/j.measurement.2015.02.033>
- Hardiyatmo, H.C. (2002). *Mekanika Tanah 2*. Gramedia Pustaka Utama.
- Lapian, F. E. (2019). Penggunaan metode dua tahap untuk menentukan kadar optimum penambahan kapur lapis pondasi jalan (studi kasus: ruas jalan Bupul - Erambu Sota Kabupaten Merauke). *Paper presented at the*

- Konferensi Nasional Pascasarjana Teknik Sipil (KNPTS) X*, Bandung, Indonesia.
- Louafi, B., Hadeif, B., & Bahar, R. (2015). Improvement of geotechnical characteristics of clay soils using lime. *Journal of Advanced materials research*, 1105, 315-319. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/A-MR.1105.315>
- Mazumder, M., Sriraman, V., Kim, H. H., & Lee, S.J. (2016). Quantifying the environmental burdens of the hot mix asphalt (HMA) pavements and the production of warm mix asphalt (WMA). *International Journal of Pavement Research and Technology*, 9(3), 190-201. <https://doi.org/10.1016/j.ijprt.2016.06.001>
- Naeni, S. A., Naderinia, B., & Izadi, E. (2012). Unconfined compressive strength of clayey soils stabilized with waterborne polymer. *KSCE Journal of Civil Engineering*, 16(6), 943-949. <https://doi.org/10.1007/s12205-012-1388-9>
- Pei, X., Zhang, F., Wu, W., & Liang, S. (2015). Physicochemical and index properties of loess stabilized with lime and fly ash piles. *Applied Clay Science*, 114, 77-84. <https://doi.org/10.1016/j.clay.2015.05.007>
- Presti, D. L. (2013). Recycled tyre rubber modified bitumens for road asphalt mixtures: A literature review. *Construction and Building Materials*, 49, 863-881. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2013.09.007>
- Radhakrishnan, G., Kumar, M. A., & Raju, G. (2014). Swelling properties of expansive soils treated with chemicals and fly ash. *Am J Eng Res*, 3(4), 245-250.
- Rupnow, T. D., Franklin, B., & White, D. J. (2015). Class C fly ash stabilization of recycled asphalt pavement and soil - a case study. *Paper presented at the 2015 World of Coal Ash Conf.*
- Sharma, V., Vinayak, H. K., & Marwaha, B. M. (2015). Enhancing compressive strength of soil using natural fibers. *Construction and Building Materials*, 93, 943-949. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2015.05.065>
- Shukla, S., Sivakugan, N., & Singh, A. (2010). Analytical model for fiber-reinforced granular soils under high confining stresses. *Journal of Materials in Civil Engineering*, 22(9), 935-942. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)MT.1943-5533.0000081](https://doi.org/10.1061/(ASCE)MT.1943-5533.0000081)
- Srihandayani, S., Abrar, A., & Indrawan, S. (2019). Stabilisasi berbasis ion exchange untuk meningkatkan daya dukung subgrade di Kota Dumai. *Siklus: Jurnal Teknik Sipil*, 5(2), 63-69. <https://doi.org/10.31849/siklus.v5i2.3236>
- Sutriatno, A., & Marzuko, A. (2018). Pengaruh stabilisasi kimiawi pada tanah gambut di daerah Rawa Pening dengan bahan aditif dihidroksida kapur terhadap nilai California Bearing Ratio (CBR). *Skripsi Sarjana*, Indonesia: Universitas Islam Indonesia.
- Zou, G., Xu, J., & Wu, C. (2017). Evaluation of factors that affect rutting resistance of asphalt mixes by orthogonal experiment design. *International Journal of Pavement Research and Technology*, 10(3), 282-288. <https://doi.org/10.1016/j.ijprt.2017.03.008>
- Zulkifley, M. T. M., Ng, T. F., Raj, J. K., Hashim, R., Bakar, A. F. A., Paramanthan, S., & Ashraf, M. A. (2014). A review of the stabilization of tropical lowland peats. *Bulletin of Engineering Geology and the Environment*, 73(3), 733-746. <https://doi.org/10.1007/s10064-013-0549-5>