

PENGARUH PENAMBAHAN LIMBAH KARBIT DAN SERAT BAMBUR TERHADAP NILAI *CBR*, *SWELLING* AND KUAT TEKAN BEBAS TANAH LEMPUNG UNTUK *SUBGRADE* JALAN RAYA

Ronaldo Fajriansyah
Jurusan Teknik Sipil
Universitas Islam Indonesia
Jl. Kaliurang Km. 14,5, Yogyakarta
13511131@students.uii.ac.id

Abstract

California Bearing Ratio testing was carried out on samples with a variety of soil mixtures with 12% carbide waste and variations in bamboo fiber 0%, 0.6%, 0.9% and 1.2% with 0 days and 7 days ripening. This paper examines *CBR*, development and free compressive strength. The results showed that the clay soil of Klangkap I village, Kelurahan Marguluweh, Sleman Regency according to the classification of *USCS* included in the *CL* category meant inorganic silt with low to moderate plasticity, gravel clay, sandy clay, belana clay, clean clays. The results of the original soil *CBR* were 10.65%, the largest *CBR* was found in the mixture of 12% carbide waste and bamboo fiber 1.2% 7 days ripening at 75.30%. The smallest development value variation (12% carbide waste + 0% bamboo fiber) swelling value is 0.39%. The results of free compressive strength testing for variations of 12% carbide waste + 1.2% bamboo fiber obtained free compressive strength, cohesion, broken angle and friction angle values of 4.11 kg/cm², 1.26 kg/cm², 57 respectively. , 5 ° and 25 °.

Keywords: *CBR*, Clays, Carbide Waste, Bamboo Fiber, Stabilization

Abstrak

Pengujian California Bearing Ratio dilakukan pada sampel dengan variasi campuran tanah dengan limbah karbit 12% dan variasi serat bambu 0%, 0,6%, 0,9% dan 1,2% dengan pemeraman 0 hari dan 7 hari. Paper ini menguji *CBR*, pengembangan dan kuat tekan bebas. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tanah lempung desa Klangkapan I, Kelurahan Marguluweh, Kabupaten Sleman menurut klasifikasi *USCS* termasuk kategori *CL* artinya lanau inorganik dengan plastisitas rendah hingga sedang, lempung kerikil, lempung berpasir, lempung belanau, lempung kurus (*clean clays*). Hasil *CBR* tanah asli sebesar 10,65%, *CBR* terbesar terdapat pada campuran limbah karbit 12% dan serat bambu 1,2% pemeraman 7 hari sebesar 75,30%. Nilai pengembangan terkecil variasi (limbah karbit 12% + serat bambu 0%) nilai *swelling* sebesar 0,39%. Hasil pengujian kuat tekan bebas untuk variasi limbah karbit 12% + serat bambu 1,2% didapatkan nilai kuat tekan bebas, kohesi, sudut pecah dan sudut gesek berturut-turut sebesar 4,11 kg/cm², 1,26 kg/cm², 57,5° dan 25°.

Kata kunci : *CBR*, Lempung, Limbah Karbit, Serat Bambu, Stabilisasi

LATAR BELAKANG

Tanah adalah himpunan mineral, bahan organik, dan endapan-endapan yang relatif lepas (*loose*), yang terletak di atas batuan dasar (*bedrock*) (Hardiyatmo, 2012). Tidak semua jenis tanah dapat digunakan secara langsung sebagai material konstruksi. Kerusakan-kerusakan pada jalan dan gedung pada suatu bangunan seringkali disebabkan oleh permasalahan tanah yang ada dibawah struktur suatu bangunan. Tanah di satu lokasi mempunyai karakteristik yang berbeda dengan tanah di lokasi yang lain. Salah satu contoh tanah yang kondisinya

kurang baik ialah tanah lempung ekspansif. Tanah ini pada umumnya mempunyai fluktuasi kembang susut yang sangat tinggi, terdiri dari butir-butir halus, memiliki sifat plastis dan kohesif. Karakteristik ini sering menimbulkan masalah pada pondasi bangunan dan perkerasan jalan. Hal ini akan memengaruhi kekuatan struktur bangunan yang akan dibangun di atas tanah lempung tersebut.

Perencanaan jalan masalah *subgrade* perlu mendapat perhatian khusus, karena kekuatan dan keawetan konstruksi perkerasan jalan sangat ditentukan oleh sifat-sifat tanah. Perilaku tanah dasar yang jelek di beberapa tempat sering menimbulkan kerusakan jalan yang berada di atasnya, seperti jalan bergelombang, berlubang dan retak-retak. Salah satu penyebab kerusakan jalan karena adanya fluktuasi kembang susut yang tinggi. Tindakan untuk meminimalkan dampak dari fluktuasi kembang susut tanah dapat dilakukan dengan mengganti tanah dasar dengan tanah yang memiliki kualitas yang lebih baik atau dengan memperbaiki dengan cara stabilisasi tanah. Salah satu penyebabnya adalah air yang mengandung asam alkali, oksigen dan karbondioksida (Wesley, 1977). Salah satu cara dalam stabilisasi tanah adalah dengan stabilisasi kimia yaitu cara penambahan bahan kimia padat atau cair pada tanah sehingga mengakibatkan perubahan sifat-sifat tanah. Bahan – bahan yang dapat digunakan yaitu bahan yang memiliki butiran lebih besar dan kasar seperti semen, gamping, abu batubara, abu sekam padi, dan limbah karbit.

Limbah karbit merupakan pembuangan sisa-sisa dari proses penyambungan logam dengan logam (pengelasan) yang menggunakan gas karbit (gas asetelin = C_2H_2) sebagai bahan bakar. Bambu termasuk keluarga rumput-rumputan dan merupakan tumbuhan paling besar di dunia. Ada lebih dari 1200 spesies bambu dan kebanyakan terdapat di Asia. Tumbuhan yang indah ini, dengan kekuatan dan kelenturannya, memiliki manfaat yang tidak terbatas (Lopez, C dan P, Shanley, 2004).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel 1 berikut adalah rekapitulasi hasil pengujian sifat fisik tanah asli yang berasal dari Desa Klangkapan I, Kelurahan Marguluweh, Kecamatan Seyegan, Kabupaten Sleman Daerah Istimewa Yogyakarta.

Tabel 1 Rekapitulasi Hasil Pengujian Fisik Tanah Asli

No.	Pengujian	Hasil	Satuan
1	Kadar air	14,24	%
2	Berat Volume	1,52	gr/cm ³
3	Berat Jenis	2,64	Gs
Batas-Batas Konsistensi			
4	Batas Cair	19,00	%
	Batas Plastis	13,91	%
	Indeks Plastis	5,09	%
	Batas Susut	8,19	%

Tabel 1 Lanjutan Rekapitulasi Hasil Pengujian Fisik Tanah Asli

No.	Pengujian	Hasil	Satuan
Analisa Butiran			
5	Lolos #200	92,26	%
	Kerikil		%
	Pasir	0,00	
	Lanau	7,75	%
	Lempung	19,61	%
Pemadatan Tanah			
6	Kadar Air Optimum	19,25	%
	Berat Vol Kering Maks	1,35	gr/cm ³

Tanah yang berasal dari Desa Klangkapan I, Marguluweh, Seyegan, Kabupaten Sleman merupakan tanah lanau berlempungan yang memiliki karakteristik berwarna coklat kemerahan, mengandung pasir halus dan sedikit kerikil. Secara umum sampel tanah yang diteliti memiliki kadar air sebesar 14,24%, berat volume 1,52 gr/cm³ dan berat jenis sebesar 2,64. Ini menandakan tanah sangat ringan, sehingga apabila dicampur dengan air, maka tanah lempung ini akan sangat lunak. Berdasarkan nilai batas plastis 13,91% dan nilai batas cair 19% maka diperoleh nilai indeks plastis sebesar 5,09%.

Hasil dari klasifikasi *USCS* menunjukkan bahwa tanah dari Desa Klangkapan I, Marguluweh, Seyegan, Kabupaten Sleman masuk kedalam klasifikasi tanah berkarakteristik CL, karena nilai indeks plastisitas (PI) berada dalam daerah CL, maka diketahui tanah sampel bersifat lempung inorganik dengan plastisitas rendah hingga sedang, lempung berkerikil, lempung berpasir, lempung belanau, lempung kurus (*clean clays*). Maksud dari lanau berlempung inorganik adalah tanah yang mengandung butiran halus dengan agregat yang berukuran mikroskopik dan tidak ada campuran bahan organik dan memiliki permeabilitas sangat rendah.

Nilai *CBR* tanah asli sebesar 10,64% pada keadaan *unsoaked* sedangkan pada keadaan *soaked* adalah sebesar 7,43, sedangkan nilai *swelling* tanah asli sebesar 8,82% dan nilai *CBR* minimum subgrade adalah 6%. Bila dilihat dari nilai *CBR* tanah asli tidak mengalami masalah, tetapi pada nilai *swelling* tanah asli yang sangat besar yaitu sebesar 8,82% dan di klasifikasi DAS (1995) pada menunjukkan bahwa pengembangan ini termasuk kategori tinggi (*High*).

PENGARUH KADAR VARIASI SERAT BAMBU TERHADAP NILAI CBR PADA KONDISI UNSOAKED

Pengujian pemadatan tanah selesai dilakukan dan didapatkan nilai kadar air optimumnya, maka setelah itu dilakukan pengujian *CBR* tanpa rendaman (*unsoaked*). Adapun sampel yang dilakukan pengujian yaitu tanah asli ditambah limbah karbit 12% dan variasi serat bambu (0%, 0,6%, 0,9%, 1,2%) dengan lama pemeraman 0 hari dan 7 hari. Tabel 2 dan Tabel 3 berikut ini menunjukkan perbandingan serta peningkatan nilai *CBR* dari tanah asli pada masa pemeraman 0 hari dan 7 hari.

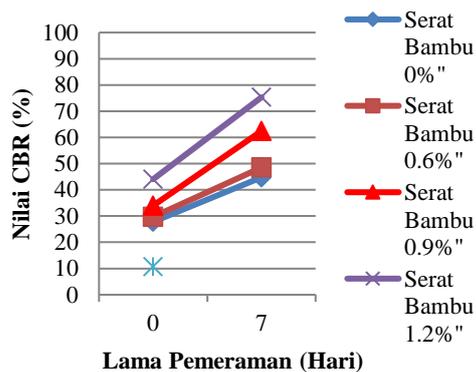
Tabel 2 Rekapitulasi Hasil Pengujian *CBR* Tanah Asli *Unsoaked*

Sampel	Nilai <i>CBR</i> (%)
Tanah Asli	10,64

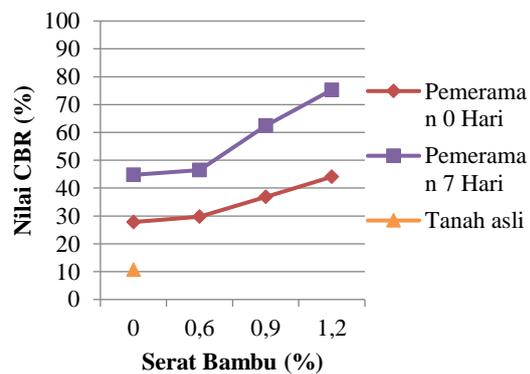
Tabel 3 Peningkatan Nilai *CBR* dari Nilai *CBR* Tanah Asli 10,64% pada Pemeraman 0 Hari dan 7 Hari

Kadar Limbah Karbit (%)	Peningkatan Nilai <i>CBR</i> (%)	
	0	7
0	17,17	34,11
0,6	19,05	35,88
0,9	26,23	51,76
1,2	33,41	64,65

Berdasarkan Tabel 2 dan Tabel 3, dibuatlah grafik perbandingan nilai *CBR* tanah asli dan perbandingan nilai *CBR* terhadap penambahan 12% limbah karbit dan variasi penambahan serat bambu (0%, 0,6%, 0,9%, 1,2%) serta terhadap lama pemeraman 0 hari dan 7 hari. Grafik perbandingan nilai *CBR* dapat dilihat pada Gambar 1 dan Gambar 2 berikut.



Gambar 1 Grafik Pengaruh Lama Pemeraman Kadar Serat Bambu Terhadap Nilai *CBR* Tanpa Rendaman (*Unsoaked*)



Gambar 2 Grafik Pengaruh Variasi Serat Bambu Terhadap Nilai *CBR* Tanpa Rendaman (*Unsoaked*)

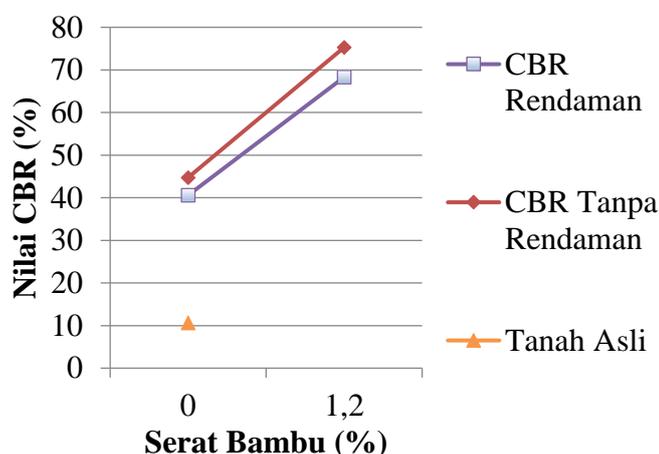
Gambar 1 dan Gambar 2 menunjukkan bahwa nilai *CBR* tanah asli yang dicampur dengan limbah karbit dan serat bambu mengalami peningkatan nilai *CBR* dengan penambahan persentase limbah karbit dan serat bambu. Limbah karbit dan serat bambu semakin bereaksi dengan tanah berdasarkan lamanya masa pemeraman, sehingga nilai kuat dukung tanah semakin meningkat. Gambar 1 menunjukkan bahwa nilai *CBR* semakin besar dengan penambahan serat bambu pada lama pemeraman yang sama. Peningkatan terbesar terjadi pada tanah asli ditambah limbah karbit 12% dan serat bambu 1,2% yaitu sebesar 75,30% terhadap tanah asli. Dibandingkan dengan penelitian sebelumnya oleh Huda dan Gunawan (2013), pada penelitian kadar 12% limbah karbit kali ini mengalami peningkatan sebesar 27,82%, sedangkan nilai *CBR* pada penelitian sebelumnya sebesar 18,69 %.

PENGARUH KADAR SERAT BAMBUN OPTIMUM TERHADAP NILAI CBR PADA KONDISI SOAKED

Pengujian *CBR* rendaman (*soaked*) dilakukan pada tiga jenis sampel, yaitu pada tanah asli, tanah asli ditambah limbah karbit 12% dengan serat bambu 0% dan pada kondisi *CBR* maksimum (limbah karbit 12% + serat bambu 1,2%). Grafik perbandingan nilai *CBR* dapat dilihat pada Gambar 3 dan Tabel 3 berikut ini.

Tabel 3 Perbandingan Hasil Pengujian *CBR Unsoaked* dan *Soaked* pada Pemeraman 7 Hari dengan Limbah Karbit 12%

Variasi Serat Bambu (%)	<i>CBR</i> Tanpa Rendaman (%)	<i>CBR</i> rendaman (%)
Tanah Asli	10,64	7,43
0	44,76	40,53
1,2	75,30	68,31



Gambar 3 Grafik Perbandingan Nilai *CBR* Pemeraman 0 dan 7 Hari dengan Limbah Karbit 12% Ditambah Variasi Serat Bambu

Perendaman menurunkan nilai kuat dukung tanah, hal ini dikarenakan adanya air yang mengisi rongga-rongga udara pada tanah sehingga tanah menjadi jenuh air. Tabel 7 menjelaskan bahwa pada tanah asli ditambah limbah karbit 12% mengalami penurunan nilai *CBR* dari 44,75% menjadi 40,59%. Hasil dari penelitian ini lebih baik dari penelitian terdahulu oleh Huda dan Gunawan (2013) dengan menghasilkan nilai *CBR soaked* pada kadar 12% limbah karbit mengalami penurunan sebesar 2,08%, sedangkan pada penelitian sebelumnya mengalami penurunan sebesar 3,44%. Perbandingan ini menunjukkan penurunan yang dialami peneliti sekarang lebih kecil dari pada peneliti terdahulu.

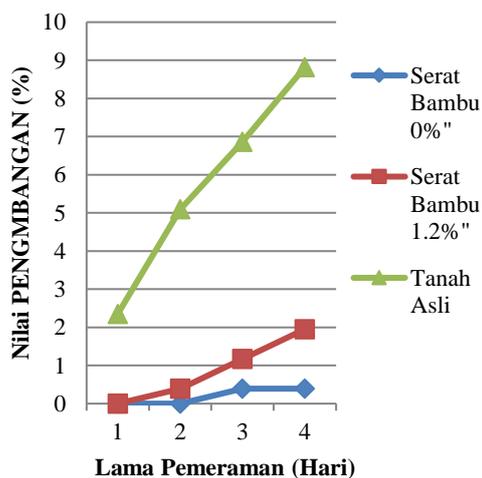
PENGARUH KADAR SERAT BAMBUN TERHADAP NILAI PENGEMBANGAN (SWELLING)

Tabel 4 menunjukkan perbandingan nilai pengembangan tanah asli, tanah asli ditambah bahan *stabilizer* pada variasi optimum (limbah karbit 12% + serat bambu 1,2%) dan tanah yang dicampur dengan limbah karbit 12% dan serat bambu 0% dengan pemeraman 7 hari dan

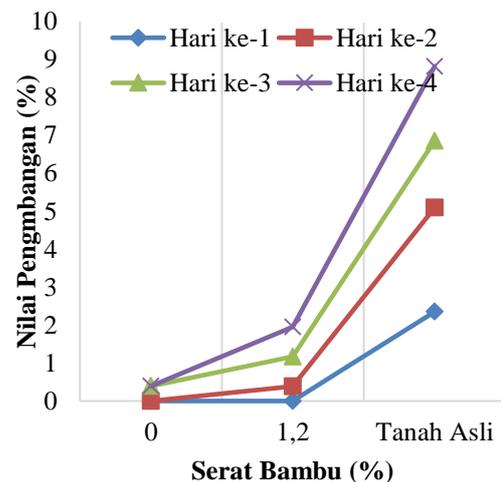
perendaman 4 hari. Grafik perbandingan nilai pengembangan (*swelling*) dapat dilihat pada Gambar 11 dan Gambar 12 berikut.

Tabel 4 Rekapitulasi Nilai Pengembangan (*Swelling*)

REKAPITULASI NILAI PENGEMBANGAN (<i>SWELLING</i>)		Nilai <i>swelling</i> (%) hari ke-			
Variasi Campuran	Pemeraman	1	2	3	4
Tanah Asli	0	2,4	5,10	6,86	8,82
Limbah Karbit 12% + Bambu 0%	7	0,00	0,00	0,39	0,39
Limbah Karbit 12% + Bambu 1.2%	7	0,00	0,39	1,17	1,95



Gambar 4 Grafik Pengaruh Lama Pemeraman Terhadap Nilai Pengembangan (*swelling*)



Gambar 5 Grafik Pengaruh Variasi Serat Bambu Terhadap Nilai Pengembangan (*swelling*)

Tanah dengan limbah karbit 12% ditambah serat bambu 0% sebesar 0,39% menunjukkan penurunan drastis dari pengembangan tanah asli sebesar 8,43% dan berada pada kategori pengembangan rendah, sedangkan pada sampel limbah karbit 12% ditambah serat bambu 1,2% yaitu sebesar 1,95% ini mengalami kenaikan dari pada limbah karbit 12% ditambah serat bambu 0%, tetapi masih masuk dalam kategori medium.

Gambar 5 menunjukkan pengembangan yang setiap hari mengalami kenaikan. Gambar 4 terlihat perbandingan tanah asli, limbah karbit 12% ditambah serat bambu 1,2% dan limbah karbit 12% ditambah serat bambu 0% mengalami penurunan. Penurunan terbesar terjadi pada bahan tambah limbah karbit 12% dan serat bambu 0%. Hasil diatas menunjukkan bahwa penurunan pada penelitian kali dengan menggunakan limbah karbit 12% dan serat bambu 1,2% ini sedikit lebih rendah yaitu sebesar 0,39% dibandingkan dengan penelitian

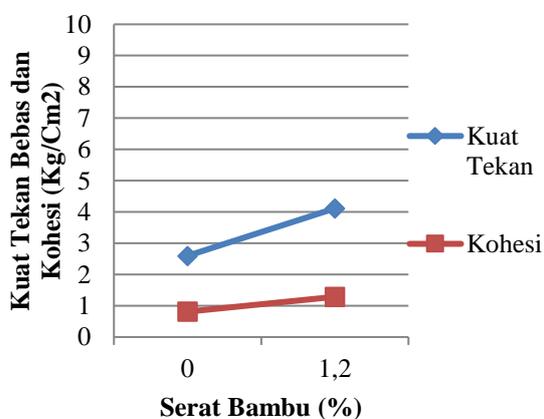
sebelumnya Huda dan Gunawan (2013) yaitu sebesar 4,10%. Jika dibandingkan dengan campuran limbah karbit 12% ditambah serat bambu 1,2% pada penelitian ini pengembangan yang terjadi masih lebih rendah yaitu sebesar 1,95% dibandingkan penelitian sebelumnya yang sebesar 4,10%. Hasil ini menunjukkan bahwa penambahan limbah karbit dapat mengurangi pengembangan pada tanah.

PENGARUH KADAR VARIASI SERAT BAMBUN TERHADAP NILAI KUAT TEKAN BEBAS

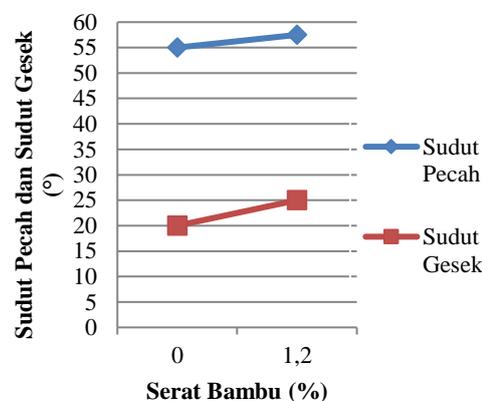
Tabel dan Grafik perbandingan nilai kuat tekan bebas dapat dilihat pada Tabel 9, Gambar 13 dan Gambar 14 berikut.

Tabel 5 Rekapitulasi Nilai Kuat Tekan Bebas

Jenis Pengujian	Kadar Limbah Karbit 12%	
	0	1,2
qu (Kg/cm ²)	2,60	4,11
Kohesi (C) (Kg/cm ²)	0,81	1,29
Sudut Pecah (α) (°)	55	57,5
Sudut Gesek (ϕ) (°)	20	25



Gambar 6 Grafik Pengaruh Variasi Serat Bambu Terhadap Nilai Kuat Tekan dan Kohesi



Gambar 7 Grafik Pengaruh Variasi Serat Bambu Terhadap Sudut Pecah dan Sudut Gesek

Gambar 6 dan Gambar 7 perbandingan nilai kuat tekan bebas antara limbah karbit 12% ditambah serat bambu 0% dan limbah karbit 12% ditambah serat bambu 1,2% berturut-turut sebesar 2,5968 Kg/cm² dan 4,1129 Kg/cm². Semakin besar penambahan serat bambu maka semakin besar juga nilai kuat tekan bebas. Terlihat dari Gambar 5.11 menunjukkan bahwa nilai kuat tekan (q_u) mempengaruhi nilai kohesi. Jika dibandingkan dengan penelitian terdahulu yaitu Batu (2010) yang melakukan uji triaxial dengan bahan tambah kapur 6% dan serat bambu 1% mendapatkan nilai sebesar 1,029 Kg/cm², sedangkan pada penelitian kali ini nilai kuat tekan bebas dan kohesi pada serat bambu 1,2% yaitu sebesar 4,1129 Kg/cm²

dan 1,2850 Kg/cm². Penelitian terdahulu Diana (2013) dengan pengujian variasi tanah ditambah 50% limbah karbit dan 50% abu sekam padi menunjukkan nilai kohesi dan sudut gesek pada uji triaxial terbesar pada berturut turut sebesar 4,42 Kg/cm² dan 45,64°. Perbandingan dengan penelitian Diana (2013) diatas menunjukkan adanya perbedaan mulai dari bahan tambah dan tanah yang digunakan.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian disimpulkan sebagai berikut.

1. Berdasarkan hasil analisis saringan dan menggunakan sistem klasifikasi *USCS*, tanah yang digunakan pada penelitian ini termasuk dalam kelompok tanah berjenis *CL* yang artinya lempung inorganik dengan plastisitas rendah hingga sedang, lempung berkerikil, lempung berpasir, lempung belanau, lempung kurus (*clean clays*). Besarnya nilai daya dukung tanah asli *CBR* tidak terendam (*unsoaked*) dan terendam (*soaked*) berturut-turut sebesar 10,65% dan 7,43% dan pengembangan (*Swelling*) sebesar 8,82% dan menurut klasifikasi Das (1995) termasuk pada kategori pengembangan tinggi (*High*).
2. Hasil dari pengujian *CBR* tanpa rendaman (*unsoaked*) laboratorium tanah lempung dengan limbah karbit 12% dan variasi serat bambu (0%, 0,6%, 0,9% dan 1,2%) diperoleh nilai *CBR* sebagai berikut.
 - a. Semakin tinggi kadar serat bambu, semakin meningkat nilai *CBR* tanpa rendaman (*unsoaked*) berturut-turut pada pemeraman 0 hari sebesar 27,82%, 29,70%, 36,88% dan 44,06%
3. Hasil dari pengujian *CBR* dengan rendaman (*soaked*) Laboratorium dilakukan pada variasi limbah karbit 12% tanpa serat bambu (0%) dan variasi serat bambu optimum yaitu (1,2%) pada lama pemeraman optimum selama 7 hari. Nilai *CBR* yang dihasilkan sebesar 40,59% dan 68,31%.
4. Penambahan serat bambu dan limbah karbit dapat menurunkan nilai pengembangan (*swelling*) tanah asli dari 8,82% menjadi 1,95% pada kadar serat bambu 1,2%.
5. Penambahan serat bambu dengan limbah karbit dapat meningkatkan nilai kuat tekan bebas (*qu*) dari 2,595 kg/cm² menjadi 4,155 kg/cm², kohesi (*c*) dari 0,814 kg/cm² menjadi 1,285 kg/cm², sudut pecah (°) dari 55° menjadi 57,5°, dan sudut geser (°) dari 20° menjadi 25°.

DAFTAR PUSTAKA

- Batu, P, B. 2010, *Pengaruh Penambahan Serat Bambu dan Kapur Terhadap Kuat Geser Tanah Berbutir Halus*, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Atma Jaya, Yogyakarta
- Bina Marga, Kementrian Pekerjaan Umum, 2013, *Manual Disain Perkerasan Jalan*. Jakarta / Diakses tanggal: 13 Juli 2016.
- Das, B.M. 1995, *Mekanika Tanah (Prinsip-prinsip Rekayasa Geoteknis)*, Jilid Dua, Erlangga, Jakarta.
- Diana, W, 2013, *Kuat Geser dan Kuat Tarik Belah Tanah Lempung yang Distabilisasi dengan Limbah Karbit dan Abu Sekam Padi*, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

- Huda, N dan Gunawan, H (2013), *Pemanfaatan Limbah Karbit untuk Meningkatkan Nilai CBR Tanah Lempung Desa Cot Seunong*, Jurusan Teknik Sipil Universitas Syiah Kuala, Darusalam Banda Aceh.
- Hardiyatmo, H,C, 2012, *Mekanika Tanah I*, Edisi Keenam, Gajah Mada University Press.
- Lopez, C dan P, Shanley. 2004. *Riches of the Forest: Food, Spices, Crafts and Resins of Asia*. Cifor. Bogor. Indonesia.
- Resmawan, A (2016), *Pengaruh Campuran Pasir dan Limbah Karbit Terhadap Parameter Penurunan Tanah Lempung Menggunakan Uji CBR dan Konsolidasi dengan Pemasangan Laboratorium*, Jurusan Pendidikan Teknik Sipil dan Perencanaan, Yogyakarta.
- Wesley, L. D, 1997, *Mekanika Tanah*, Baan Penerbit PU, Jakarta.