

PERBANDINGAN CBR DAN UCS TANAH LEMPUNG DISTABILISASI PASIR DAN SEMEN***(The Comparison of the CBR and UCS Clay Stabilized by Using Sand and Cement)*****ANWAR MUDA**Balai Besar Pelaksanaan Jalan Nasional II
Jl. Sakti Lubis No.1 Medan, Sumatera Utara

e-mail : anwarmuda@gmail.com

ABSTRACT

California Bearing Ratio (CBR) is the ratio between load penetration of a substance against a standard material with the depth and penetration of the same speed. While Unconfined Compression Strength (UCS) is the amount of axial load per unit area at the time of the test specimen to collapse or when the axial strain reaches 20%. This study aimed to compare the CBR and UCS clay stabilized sand and cement for the pavement.

The results showed that the CBR value increases, the value rises with increasing UCS cement mix. Then when the stabilization of clay with a mixture of 12% sand and 10% cement values obtained UCS at 9.06 kg/cm² and CBR of 66% thus, stabilization of clay Bukit Rawi qualify for base down the highway because of the value of UCS 9.06 kg/cm² > UCS 6 kg/cm² and CBR of 66% > 20%. UCS and CBR rise in value is due to that the addition of semen into adhesive media when it reacts with water. Media adhesive is then solidified and formed a hard mass so it would hold weight.

Keywords : robust free press, clays, stabilization, sand, cement

ABSTRAK

California Bearing Ratio (CBR) adalah perbandingan antara beban penetrasi suatu bahan terhadap bahan standard dengan kedalaman dan kecepatan penetrasi yang sama. Sedangkan Unconfined Compression Strength (UCS) adalah besarnya beban aksial persatuan luas pada saat benda uji mengalami keruntuhan atau pada saat regangan aksial mencapai 20%. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbandingan CBR dan UCS tanah lempung distabilisasi pasir dan semen untuk perkerasan jalan.

Hasil penelitian menunjukkan, bahwa nilai CBR naik maka nilai UCS naik seiring bertambahnya campuran semen. Kemudian pada saat stabilisasi tanah lempung dengan campuran 12% pasir dan 10% semen diperoleh nilai UCS sebesar 9.06 kg/cm² dan CBR sebesar 66% sehingga, stabilisasi tanah lempung Bukit Rawi memenuhi syarat untuk Lapis Pondasi Bawah Jalan Raya karena nilai UCS 9.06 kg/cm² > UCS 6 kg/cm² dan CBR sebesar 66% > 20%. Naiknya nilai UCS dan CBR ini disebabkan bahwa penambahan semen menjadi media perekat bila bereaksi dengan air. Media perekat ini kemudian memadat dan membentuk massa yang keras sehingga lebih kuat menahan beban.

Kata kunci : kuat tekan bebas, tanah lempung, stabilisasi, pasir, semen

PENDAHULUAN

Stabilisasi tanah dalam maksud dan pengertian yang luas adalah pencampuran tanah dengan bahan tertentu, guna memperbaiki sifat-sifat teknis tanah atau dapat pula, stabilisasi tanah adalah usaha untuk merubah atau memperbaiki sifat-sifat teknis tanah agar memenuhi syarat teknis tertentu. Sifat-sifat teknis tanah seperti daya dukung (CBR) maupun kuat tekan bebas (UCS) tanah lempung umumnya

sangat rendah. Seperti halnya, tanah lempung Bukit Rawi memiliki daya dukung rendah dengan CBR hanya 3,20% (Nasrullah, 2010).

Kemudian, kuat tekan bebas (UCS) tanah lempung juga mengalami hal yang sama yaitu kuat tekannya sangat rendah. Misalnya tanah lempung Ciawi (UCS) 0,65 kg/cm² (Wahjuningsih, 1997), tanah lempung Indramayu (UCS) 0,195 kg/cm² (Sudirja, 2008) dan UCS tanah lempung Bukit Rawi belum pernah dilakukan

penelitian, namun dari hasil penelitian yang pernah dilakukan di daerah lain dimungkinkan akan mengalami hal yang sama. Jika dilihat besaran kuat tekan bebas tanah tersebut maka tanah tersebut termasuk lempung sangat lunak sampai sedang dengan nilai UCS 0 – 1,00 kg/cm² (Hardiyatmo, 2006).

Permasalahan rendahnya daya dukung (CBR) maupun kuat tekan bebas (UCS) tanah lempung Bukit Rawi disebabkan tanah ini didominasi butiran halus yaitu 79,80% lolos saringan No. 200 sebesar > 35% (AASHTO) dan 50% (USCS) sehingga mudah dipengaruhi oleh air kemudian mempunyai Indeks Plastisitas (PI) 16,81% dengan penilaian umum sebagai tanah dasar sedang sampai buruk dan termasuk kelompok A-7-6 (AASHTO) dan lempung tak organik dalam kelompok CL-ML (USCS).

Melihat berbagai permasalahan tersebut, pada penelitian ini akan dilakukan peningkatan daya dukung maupun kuat tekannya distabilisasi semen dan pasir. Campuran pasir 12% terhadap berat isi kering lempung. Penetapan nilai campuran pasir ini didasarkan hasil penelitian Hatmoko (2000, 2007) dengan tanah lempung, bahwa pasir optimum 7,5% menunjukkan penurunan Indeks Plastisitas (PI) yang cukup besar. Campuran pasir yang optimum akan didapatkan dengan mengikuti petunjuk Hicks (2002), bahwa tanah yang cocok distabilisasi dengan semen jika $\geq 25\%$ lolos saringan No. 200 dan Indeks Plastisitas (PI) maksimal 10% atau $\leq 25\%$ lolos saringan No. 200 dan Indeks Plastisitas (PI) sebesar $\leq 10\%$ atau PI sebesar $\geq 10\%$ untuk distabilisasi dengan semen.

Kemudian, pembuatan campuran semen dengan lempung dan pasir yang sudah tercampur pada kondisi optimum. Campuran semen direncanakan 2, 4, 6, 8 dan 10% terhadap berat isi kering campuran lempung dan pasir. Penetapan nilai campuran semen didasarkan hasil penelitian Hatmoko (2000, 2007), bahwa semen optimum 2,5–15% menghasilkan nilai CBR dan UCS yang cukup besar. Selama penelitian ini dilakukan pengujian berat jenis, pemadatan standar, CBR rendaman dan UCS serta melakukan perbandingan nilai CBR dengan UCS pada campuran 12% pasir dan semen 2, 4, 6, 8 dan 10% untuk lapis perkerasan jalan raya.

KAJIAN PUSTAKA

Stabilisasi Pasir

Stabilisasi menggunakan campuran pasir bertujuan untuk mengukur perubahan indeks plastisitas (PI). Hicks, 2002 (*dalam* Hardiyatmo, 2010) menyebutkan, tanah berbutir halus seperti lempung jika distabilisasi dengan semen sebaiknya tanah tersebut bila uji saringan No. 200 $\geq 25\%$ maka Indeks Plastisitas (PI) $\leq 10\%$. Jika tanah tersebut bila uji saringan No. 200 $< 25\%$ maka Indeks Plastisitas (PI) $\leq 10\%$ atau PI $\geq 10\%$ atau PI ≤ 6 (PI x persen lolos saringan No. 200 ≤ 60) seperti disajikan pada Tabel 1.

Stabilisasi Semen

Kriteria stabilisasi tanah menggunakan semen menurut maksud dan penggunaannya yang diusulkan oleh Ingels dan Metcalf (1972) dalam Tabel 2. dan kriteria kekuatan stabilisasi tanah semen untuk Lapis Pondasi Bawah (LPB) dan Lapis Pondasi Atas (LPA) oleh Ditjen Bina

Marga yang didasarkan pada SNI 03-3438-1994 (dalam Hardiyatmo, 2010) yang disajikan pada Tabel 3.

Tabel 1. Petunjuk awal untuk pemilihan metode stabilisasi

Material lolos saringan No.200	>25% lolos saringan No.200 (0,075 mm)			<25% lolos saringan No.200 (0,075 mm)		
	Indeks plastisitas PI (%)	≤ 10	10–20	≥ 20	≤ 6 (PI) x persen lolos saringan No.200 ≤ 60	≤ 10
Bentuk Stabilisasi :						
Semen dan Campuran pengikat	Cocok	Ragu	Tidak Cocok	Cocok	Cocok	Cocok
Kapur	Ragu	Cocok	Tidak Cocok	Tidak Cocok	Ragu	Cocok
Aspal (bitumen)	Ragu	Ragu	Tidak Cocok	Cocok	Cocok	Ragu
Aspal/semen dicampur	Ragu	Ragu	Tidak Cocok	Cocok	Cocok	Ragu
Granular	Cocok	Tidak Cocok	Tidak Cocok	Cocok	Cocok	Ragu
Lain-lain campuran	Tak Cocok	Cocok	Cocok	Ragu	Ragu	Cocok

Sumber : Hicks, 2002 (dalam Hardiyatmo, 2010).

Tabel 2. Kriteria stabilisasi tanah menggunakan semen

Purpose	U.C.S. ⁽¹⁾		C.B.R. ⁽²⁾	Swell	Loss in wet/dry test ⁽³⁾
	kgf/cm ²	(lbf/in ²)			
Road sub-base, formation backfill for trenches etc.	3.5-10.5	(50-150)	20-80	2	7
Road sub-base, base for light traffic ⁽⁴⁾	7-14	(100-200)	50-150	2	10
Base for heavy traffic ⁽⁴⁾	14-56	(200-800)	200-600	2	14
Building blocks					
Embankment protection					
Floodways (too strong for general use under thin surfacings)	> 56	(800)	600	2	14

⁽¹⁾ U.C.S. cured seven days at constant moisture content. The loss of strength on soaking should not be more than 20 per cent.
⁽²⁾ C.B.R. — Soaked four days.
⁽³⁾ Durability test appropriate only where moisture penetration is likely to occur. Higher cement contents may be required to meet this criterion.
⁽⁴⁾ Lower strengths may be adequate for well-drained areas in the tropics.

Sumber : Ingels dan Metcalf (1972)

Tabel 3. Kriteria kekuatan stabilisasi tanah semen

Uraian	Kuat Tekan Bebas (kg/cm ²)	CBR (%)
Lapis Pondasi Atas (LPA) 7 hari	22	80
Lapis Pondasi Bawah (LPB) 7 hari	6	20

Sumber : Hardiyatmo (2010)

Muda (2011) meneliti tentang stabilisasi tanah lempung Bukit Rawi menggunakan pasir dan semen yang dilatarbelakangi permasalahan berupa rendahnya daya dukung tanah menjelaskan bahwa dari uji analisa saringan ternyata tanah ini lolos saringan No. 200 sebesar 71.42% > 50%, sehingga tanah ini termasuk kelompok tanah berbutir halus. Hasil uji daya dukung tanah ternyata tanah ini memiliki nilai kuat tekan bebas 0.41 kg/cm² sehingga konsistensinya lempung lunak dan daya dukungnya sangat buruk untuk perkerasan jalan raya.

Arif (2006), melakukan penelitian tentang stabilisasi tanah liat lunak dengan garam dan *portland cement* (PC), menyatakan praktis untuk tanah liat lunak asli tak dapat dilakukan karena benda uji tak bisa dibuat. Namun dengan penambahan garam dan semen kondisi tanah menjadi lebih baik sehingga benda uji bisa dibuat.

Hasil pengujian menunjukkan pengaruh kadar garam terhadap nilai UCS masing-masing untuk curing 7, 14 dan 28 hari untuk kadar semen 16% pada curing 7 hari, UCS meningkat dengan naiknya kadar garam, tapi untuk curing 14 dan 28 hari justru menurun. Untuk kadar PC 13% nilai UCS berkurang dengan bertambahnya kadar garam pada curing 7, 14 dan 28 hari, disini jelas kuatnya pengaruh curing terhadap hubungan antara UCS dan kadar garam.

METODOLOGI

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Mekanika Tanah Universitas Muhammadiyah Palangkaraya Jl. RTA Milono Km 1,5 Palangka Raya. Metode penelitian ini mengacu pada diagram alir seperti pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Tanah Asli

Karakteristik tanah asli Bukit Rawi digambarkan dan disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Karakteristik tanah asli Bukit Rawi

Tipe Pengujian	Satuan	Hasil
Berat Jenis		2.645
Berat Isi Kering Maks	gr/cm ³	1.415
Kadar Air Optimum	%	26.60
UCS	kg/cm ²	0.41

Berdasarkan Tabel 4, menurut AASHTO (dalam Hardiyatmo, 2006) bahwa tanah ini termasuk lempung organik karena Gs hasil uji

2,645 berada pada interval 2,58–2,65 (Hardiyatmo, 2006). Sedangkan dari kepadatan tanah diperoleh 1,415 gr/cm³ pada kadar optimum 26,60%. Kemudian pada uji UCS diperoleh 0.41 kg/cm². Menurut Bina Marga (dalam Hardiyatmo, 2010), bahwa tanah ini termasuk UCS dengan konsistensi tanah yang lunak dan untuk *subgrade* jalan raya.

Karakteristik Tanah Asli Setelah Distabilisasi Pasir

Karakteristik tanah asli Bukit Rawi setelah penambahan (distabilisasi) menggunakan pasir disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Karakteristik tanah lempung setelah distabilisasi campuran pasir

Campuran Pasir	%	8	10	12
Indek Plastisitas (PI)	%	10.69	8.81	5.40

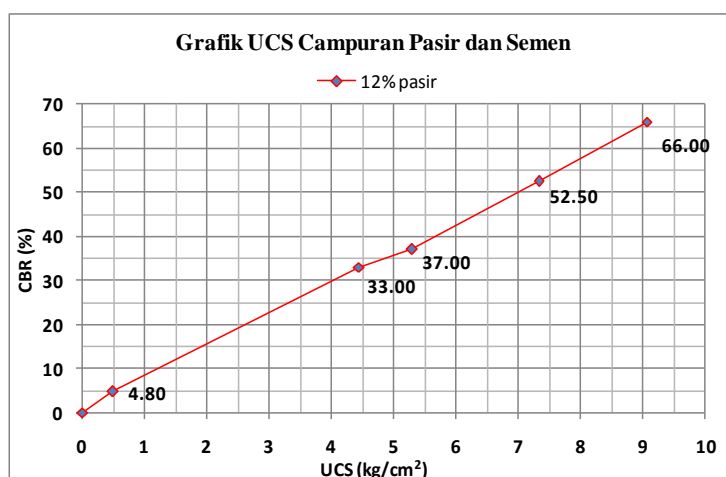
Berdasarkan Tabel 5 terlihat bahwa campuran pasir bertambah maka nilai Indeks Plastisitas (PI) menurun. Pada campuran pasir 10% nilai PI menjadi 8.81% < 10%, sehingga tanah ini cocok dicampur semen. Pada penelitian ini juga digunakan campuran pasir 12% dengan nilai PI sebesar < 5.40%.

Karakteristik Tanah Asli Setelah Distabilisasi Pasir dan Semen

Karakteristik tanah asli Bukit Rawi setelah penambahan (distabilisasi) pasir dan semen dapat dilihat pada Tabel 6 dan Gambar 2.

Tabel 6. Karakteristik tanah lempung setelah distabilisasi campuran pasir dan semen

Campuran Pasir (%)	Campuran Semen (%)	CBR (%)	UCS (kg/cm ²)
	2	4.80	0.49
	4	33.00	4.44
12	6	37.00	5.29
	8	52.50	7.33
	10	66.00	9.06



Gambar 2. Grafik UCS Campuran Pasir dan Semen

Sesuai Tabel 6. atau Gambar 2. terlihat bahwa naiknya nilai CBR maka nilai UCS menjadi naik seiring bertambahnya campuran semen. Kemudian pada saat stabilisasi tanah lempung dengan campuran 12% pasir dan 10% semen diperoleh nilai UCS sebesar 9.06 kg/cm² dan CBR sebesar 66.00% sehingga stabilisasi tanah lempung Bukit Rawi memenuhi syarat untuk Lapis Pondasi Bawah Jalan Raya karena nilai UCS 9.06 kg/cm² > UCS 6 kg/cm² dan CBR sebesar 66.00%. Naiknya nilai UCS dan CBR ini disebabkan bahwa penambahan semen menjadi media perekat bila bereaksi dengan air. Media perekat ini kemudian memadat dan membentuk massa yang keras sehingga lebih kuat menahan beban.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Penelitian ini menghasilkan kesimpulan bahwa nilai UCS naik dari kondisi awal 0.41 kg/cm² pada :

- Penambahan pasir sebesar 12% dengan semen 2% nilai UCS naik menjadi 0.49 kg/cm².

- Penambahan pasir sebesar 12% dengan semen 4% nilai UCS ternyata naik menjadi 4.4 kg/cm².
- Penambahan pasir sebesar 12% dengan semen 6% nilai UCS ternyata naik menjadi 5.29 kg/cm².
- Penambahan pasir sebesar 12% dengan semen 8% nilai UCS ternyata naik menjadi 7.33 kg/cm².
- Penambahan pasir sebesar 12% dengan semen 10% nilai UCS ternyata naik menjadi 9.06 kg/cm².

Saran

Penggunaan tanah lempung untuk lapis pondasi bawah jalan raya bisa dilakukan dengan penambahan pasir sebesar 12% dan semen optimum 10% karena memenuhi syarat teknis lapis pondasi bawah jalan raya didasarkan karena nilai UCS hasil sebesar 9.06 kg/cm² > UCS 6 kg/cm².

DAFTAR PUSTAKA

- Hardiyatmo, H.C. 2006. Mekanika Tanah 1, Edisi Keempat, Gajah Mada University Press, Yogyakarta.

- Ingles, O.G, dan Metcalf, J.B, 1972. *Soil stabilization Principle and Practice*, Butterworths Pty. Limited, Melbourne.
- Moerdika, O.V, 2002. Stabilisasi Tanah Laterit dari Lampung Untuk Digunakan Sebagai Bahan Lapis Pondasi Perkerasan, Institut Teknologi Bandung.
- Muda, A. 2011. Stabilisasi Tanah Lempung Bukit Rawi Menggunakan Pasir dan Semen, Program Studi Magister Teknik Sipil Universitas Lambung Mangkurat, Banjarmasin.
- Punmia, B.C 1973. *Soil Mechanics and Foundation*, Laxmi Publication (P), Ltd, New Delhi.
- Soedarmo, G.D dan Purnomo, J.D. 1997. Mekanika Tanah 1, Kanisius, Jogjakarta
- Sujianto, A.T 2007. Stabilisasi Tanah Lempung Ekspansif Dengan Garam Dapur (NaCl) (Jurnal Teknik Sipil Volume 8, No.1, 2007)
- Sukirman, S. 1999. Perkerasan Lentur Jalan Raya, Nova, Bandung
- Wesley, L.D, 1977. Mekanika Tanah, Cetakan ke VI, Badan Penerbit Pekerjaan Umum, Jakarta.