

Peningkatan Nilai CBR Laboratorium Rendaman Tanah dengan Campuran Kapur, Abu Sekam Padi dan Serat Karung Plastik

(Soaked Design CBR Value Improvement of Soil with Lime, Rice Husk Ash and Plastic Fiber Mixtures)

ANITA WIDIANTI

ABSTRACT

Bearing capacity of a subgrade is one of the parameters to design the thickness of road pavement. Beside the bearing capacity, swelling behavior of subgrade must be in a narrow range to avoid crack of the pavement. This paper presents an effort to improve the soaked design California Bearing Ratio (CBR) and swelling value of soil by stabilizing with lime-rice husk ash and strengthened by randomly placed plastic fiber. In this study, the portions of lime and rice husk ash were set constant to the value of 12% and 24%, respectively. Amount of waste plastic sack fibers was used in this experiment ranging from 0.1% to 1.2% of dry weight of mixtures. The samples were tested at 7 and 14 days after mixing. The results show that the soaked design CBR value increases to 867%. As a result, swelling value decreases from 62% to 100%. The optimal improvement of the soaked design CBR was found at 0.2% of plastic sack fibers.

Keywords: lime, rice husk ash, fiber, CBR, soaked, swelling

PENDAHULUAN

Menurut Departemen Pekerjaan Umum (1987), permasalahan yang berkaitan dengan tanah dasar (*subgrade*) dari struktur perkerasan jalan antara lain berupa deformasi permanen akibat beban lalu lintas, kembang - susut akibat perubahan kadar air dan daya dukung tanah yang tidak merata. Usaha untuk memperbaiki sifat - sifat tanah dasar tersebut telah banyak dilakukan, antara lain dengan cara mengganti tanah yang jelek dengan tanah yang baik, pemadatan, atau dengan menambah bahan kimia yang dapat meningkatkan kekuatan tanah. Penelitian yang telah banyak dilakukan adalah mencari bahan alternatif untuk memperbaiki tanah dengan menggunakan bahan limbah agar diperoleh tanah yang stabil dengan biaya murah. Bahan yang digunakan antara lain adalah limbah karbit (Abidin dan Widiанти, 2002; Setyawan dan Widiанти, 2004), abu terbang (Budi et al., 2003), abu sekam padi (Fathani dan Adi, 2000), abu sekam padi yang dicampur dengan kapur (Muntohar dan Hashim, 2002; Budi et al., 2002) dan abu sekam padi yang dicampur dengan semen (Basha et al., 2004).

Tanah dasar pada struktur jalan dapat berupa tanah asli, tanah timbunan atau tanah galian yang sudah dipadatkan hingga mencapai minimal 95 % kepadatan maksimum. Struktur timbunan yang dibangun di atas tanah lunak (*soft soil*) akan lebih menguntungkan bila dibangun dari material yang relatif ringan, karena dapat mengurangi terjadinya penurunan pada tanah dasarnya.

Rosyidi dan Suchriana (2000) menyebutkan bahwa penambahan kapur dan abu sekam padi pada tanah lempung terbukti dapat meningkatkan nilai CBR dan mengakibatkan penurunan berat volume kering maksimum dari $1,32 \text{ g/cm}^3$ menjadi $1,10 \text{ g/cm}^3$. Menurunnya berat volume kering maksimum ini menunjukkan tanah yang telah distabilisasi dengan kapur-abu sekam padi memiliki sifat yang ringan. Plastik juga merupakan bahan yang ringan dan tidak dapat terdekomposisi oleh mikroorganisme pengurai, sehingga penumpukannya di alam dikhawatirkan menimbulkan masalah lingkungan dan air tanah, Widiанти et al. (2008) dan Widiанти et al. (2009) telah melakukan penelitian kuat geser, kuat tekan dan kuat tarik pada tanah yang distabilisasi dengan kapur, abu sekam padi dan diperkuat dengan serat-serat karung plastik

bekas. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dengan adanya penambahan serat-serat plastik, maka nilai kuat geser, kuat tekan dan kuat tarik mengalami peningkatan dibandingkan dengan tanah yang hanya distabilisasi dengan kapur-abu sekam padi. Kadar serat yang memberikan peningkatan paling optimum terhadap sifat-sifat mekanis tanah tersebut adalah sebesar 0,4 % dari berat total campuran.

Penelitian ini mengkaji besarnya nilai *California Bearing Ratio* laboratorium rendaman (*soaked design CBR*) terhadap tanah yang distabilisasi dengan kapur-abu sekam padi dan diperkuat dengan serat-serat plastik. Tanah yang telah dipadatkan hingga kepadatan maksimum direndam selama 4 hari untuk mensimulasikan genangan air akibat banjir. Nilai CBR ini biasa digunakan untuk menentukan besarnya daya dukung tanah dasar dalam kondisi terburuk. Dalam penelitian ini juga akan diperoleh nilai pengembangan (*swelling*).

Alat

Alat utama yang digunakan dalam penelitian ini mengacu pada SNI No. 1744-1989-F, yaitu:

1. mesin penetrasi (*loading machine*) yang dilengkapi dengan alat pengukur beban berkapasitas sekurang – kurangnya 4,45 ton dan kecepatan penetrasi sebesar 1,27 mm/menit.
2. cincin beban dengan arloji pengukurannya.
3. silinder pemadatan CBR dengan diameter bagian dalam 152,4 mm dan tinggi 116,43 mm.
4. penumbuk standar dengan diameter bidang jatuh 50,8 mm, berat 2,5 kg dan tinggi jatuh 305 mm.
5. pengukur pengembangan (*swell*), terdiri dari pelat berlubang – lubang dengan batang pengatur, tripod logam dan arloji penunjuk.
6. pelat-pelat beban dengan berat masing-masing 2,27 kg, diameter 194,2 mm dan berlubang di tengah dengan diameter 54,0 mm.

Bahan

1. Tanah yang digunakan diambil dari Sentolo, Kulon Progo, Yogyakarta. Hasil uji awal sifat-sifat fisis dan mekanis dari tanah tersebut disajikan dalam Tabel 1. Berdasarkan klasifikasi tanah sistem *Unified*, tanah tersebut dikategorikan sebagai tanah lanau dengan plastisitas tinggi. Berdasarkan klasifikasi tanah sistem AASHTO, tanah tersebut tergolong berkualitas buruk apabila digunakan sebagai tanah dasar (subgrade) dari struktur perkerasan jalan dan tidak baik sebagai struktur timbunan.

TABEL 1. Hasil uji awal sifat fisis dan mekanis tanah

No.	Parameter	Hasil
1	Berat Jenis (G_s)	2,234
2	Kadar air kering udara (w)	18,32 %
3	Batas-batas konsistensi	
	a. Batas cair (LL)	62,50 %
	b. Batas plastis (PL)	36,93 %
	c. Indeks plastisitas (PI)	25,57 %
4	Ukuran butiran	
	a. Lempung	16,00 %
	b. Lanau	59,49 %
	c. Pasir	24,51 %
5	Pemadatan standart Proctor	
	a. Berat volume kering maksimum (MDD)	1,21 g/cm ³
	b. Kadar air optimum (OMC)	37,45 %
6	CBR laboratorium rendaman	
	a. CBR rendaman	6,22 %
	b. Pengembangan	1,12 %
7	Klasifikasi tanah menurut <i>USCS</i>	MH
	Klasifikasi tanah menurut <i>AASHTO</i>	A-7-5 (20)

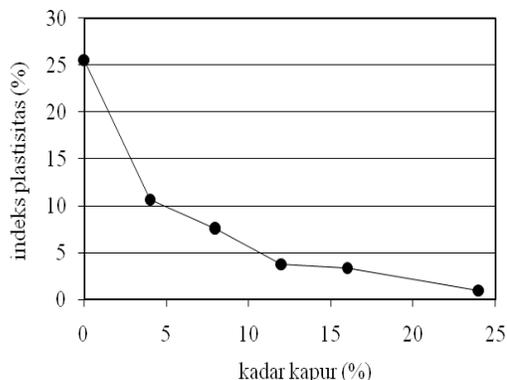
2. Kapur padam (*hydrated lime*) yang tergolong sebagai kalsium hidroksida (Ca(OH)_2) dan berupa bubuk.
3. Abu sekam padi, merupakan sisa dari pembakaran sekam padi untuk bahan bakar dalam proses pembuatan batu bata di Piyungan, Bantul, Yogyakarta.
4. Serat dari karung plastik bekas yang dilepas anyamannya. Secara fisis serat karung plastik yang dipilih adalah yang tidak rapuh atau lapuk bila ditarik dengan tangan, sehingga masih mampu memberikan perlawanan tarik. Berdasarkan uji kuat tarik, serat karung plastik memiliki nilai kuat tarik maksimum sebesar $46,47 \text{ kN/m}^2$ dan regangan sebesar 20,04%.
3. Kadar serat karung plastik yang akan dicampurkan adalah sebesar 0,1%; 0,2%; 0,4%; 0,8% dan 1,2% dari berat kering total campuran pada kepadatan maksimum dan kadar air optimum.

Benda uji dibuat dalam tujuh variasi seperti yang dapat dilihat dalam Tabel 2 dan diuji pada umur 7 dan 14 hari. Hal ini dimaksudkan untuk memberikan waktu yang cukup bagi kapur dan abu sekam padi untuk bereaksi dengan tanah.

Pembuatan Benda Uji dan Pelaksanaan Pengujian di Laboratorium

Penelitian dilakukan di Laboratorium Mekanika Tanah, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta berdasarkan SNI No. 1744-1989-F.

- #### *Rancangan Campuran Benda Uji*
1. Kadar kapur yang diperlukan untuk stabilisasi ditentukan berdasarkan hasil uji *initial consumption of lime (ICL)* sebagaimana yang diusulkan oleh Muntohar (2004, dalam Muntohar, 2006). Hasil uji plastisitas campuran tanah dan kapur dapat dilihat pada Gambar 1.



GAMBAR 1. Hasil uji plastisitas campuran tanah dan kapur

Dari Gambar 1 didapatkan kadar kapur yang digunakan dalam penelitian adalah sebesar 12 %. Nilai tersebut diambil karena pada kadar kapur 12 % nilai indeks plastisitas mulai menunjukkan nilai yang konstan.

2. Kadar abu sekam padi ditentukan melalui perbandingan 1 : 2 terhadap kadar kapur optimum, yaitu sebesar 24 %

1. Sebelum digunakan tanah disaring lolos saringan no. 4, kapur dan abu sekam padi disaring lolos saringan no. 40 agar dihasilkan ukuran yang lebih halus, sedangkan serat-serat plastik dipotong-potong sepanjang 1 cm - 2 cm.
2. Campuran dimasukkan ke dalam silinder, kemudian dipadatkan dengan alat penumbuk hingga mencapai kepadatan maksimum (Gambar 2).



GAMBAR 2. Pembuatan benda uji

TABEL 2. Variasi benda uji dan jenis pengujian di laboratorium

Nomor variasi	Variasi benda uji	Umur 7 hari		Umur 14 hari	
		Uji CBR rendaman	Uji <i>swelling</i>	Uji CBR rendaman	Uji <i>swelling</i>
1	tanah	■	■	■	■
2	tanah + kapur + abu sekam padi	■	■	■	■
3	tanah + kapur + abu sekam padi + serat karung plastik 0,1%	■	■	■	■
4	tanah + kapur + abu sekam padi + serat karung plastik 0,2%	■	■	■	■
5	tanah + kapur + abu sekam padi + serat karung plastik 0,4%	■	■	■	■
6	tanah + kapur + abu sekam padi + serat karung plastik 0,8%	■	■	■	■
7	tanah + kapur + abu sekam padi + serat karung plastik 1,2%	■	■	■	■

Keterangan ■ : satu benda uji

3. Benda uji yang sudah dipadatkan ditutup dengan plastik agar kadar airnya tidak berubah, kemudian dilakukan perawatan selama 7 hari dan 14 hari (Gambar 3).



GAMBAR 3. Perawatan benda uji.

4. Setelah perawatan, cetakan yang berisi benda uji direndam selama 4 hari. Selama perendaman dicatat pembacaan arloji pengembangan (Gambar 4).
5. Benda uji siap untuk diuji CBR. Pembebanan dilakukan dengan kecepatan penetrasi 1,27 mm/menit (Gambar 5).



GAMBAR 4. Perendaman benda uji selama 4 hari.



GAMBAR 5. Pengujian CBR laboratorium

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengaruh Variasi Benda Uji terhadap Nilai CBR Laboratorium Rendaman

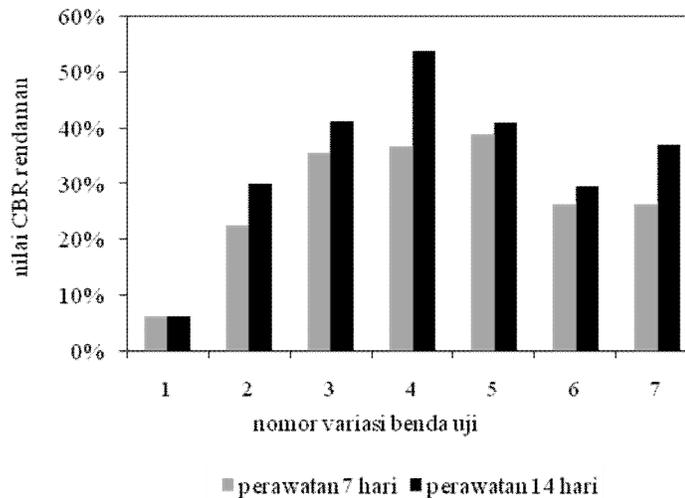
Pengaruh variasi campuran tanah, kapur, abu sekam padi dan serat karung plastik terhadap nilai CBR laboratorium rendaman dapat dilihat pada Gambar 6. Berdasarkan Gambar 6 tersebut dapat dilihat bahwa CBR rendaman tanah yang distabilisasi dengan kapur dan abu sekam padi mencapai nilai 30,05% atau mengalami peningkatan 483% dari nilai CBR rendaman tanah asli. Peningkatan ini terjadi karena adanya ikatan antar butiran akibat reaksi pozzolanik, yaitu reaksi antara kalsium yang terdapat pada kapur dengan alumina dan silikat yang terdapat pada abu sekam padi dan tanah, sehingga dihasilkan masa yang keras dan kaku yang mampu meningkatkan kekuatan tanah (Muntohar, 2006). Penambahan serat ke dalam tanah yang distabilisasi dengan kapur-abu sekam padi mampu meningkatkan CBR rendaman hingga mencapai nilai 53,88% atau mengalami peningkatan sebesar 867% dari nilai CBR tanah asli. Bertambah besarnya

bidang gesek dan lekatan antara serat dan tanah menyebabkan peningkatan itu terjadi. Secara umum tampak bahwa campuran dengan masa perawatan 7 hari memiliki nilai CBR rendaman lebih rendah daripada nilai CBR rendaman dari campuran dengan masa perawatan 14 hari. Hal ini disebabkan karena reaksi yang terjadi belum sempurna, sehingga ikatan yang dihasilkan masih lemah.

Dari Gambar 6 juga dapat dilihat bahwa penambahan kadar serat tidak akan terus meningkatkan nilai CBR rendaman. Pemberian serat sebanyak 0,2% merupakan batas kadar serat yang sebaiknya dicampurkan dalam campuran tanah dan kapur-abu sekam padi. Penambahan dan pengurangan kadar serat dari batas tersebut akan menurunkan nilai CBR rendamannya.

Pengaruh Variasi Benda Uji terhadap Nilai Pengembangan (Swelling)

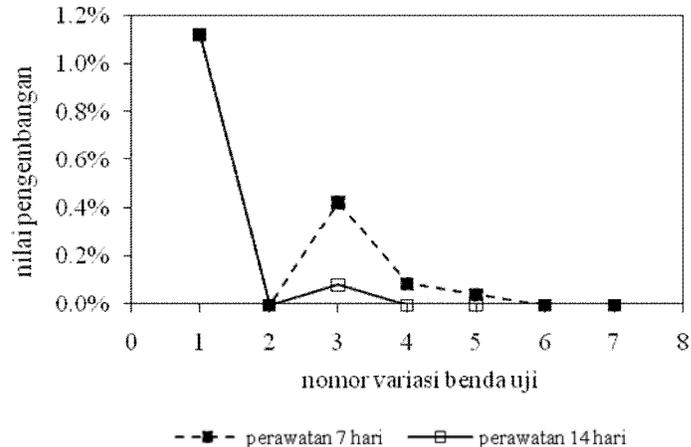
Setelah dilakukan perendaman selama 4 hari pengaruh variasi campuran terhadap nilai pengembangan (*swelling*) dapat dilihat pada Gambar 7.



GAMBAR 6. Hubungan antara variasi benda uji dan nilai CBR laboratorium rendaman.

Keterangan nomor variasi benda uji :

- 1 : tanah
- 2 : tanah + kapur + abu sekam padi
- 3 : tanah + kapur + abu sekam padi + serat karung plastik 0,1 %
- 4 : tanah + kapur + abu sekam padi + serat karung plastik 0,2 %
- 5 : tanah + kapur + abu sekam padi + serat karung plastik 0,4 %
- 6 : tanah + kapur + abu sekam padi + serat karung plastik 0,8 %
- 7 : tanah + kapur + abu sekam padi + serat karung plastik 1,2 %



GAMBAR 7. Hubungan antara variasi benda uji dan nilai pengembangan (*swelling*)

Berdasarkan Gambar 7 tersebut dapat dilihat bahwa nilai pengembangan dari tanah yang distabilisasi dengan kapur, abu sekam padi dan diperkuat dengan serat plastik mengalami penurunan sebesar 62% hingga 100% dari nilai pengembangan tanah asli. Hal ini menunjukkan bahwa abu sekam padi sebagai bahan pozzolan yang banyak mengandung silika bila dicampur dengan kapur dan air akan bereaksi membentuk gel silikat-aluminat hidrat (Muntohar, 2006). Gel tersebut bersifat mengikat butiran-butiran tanah dan mengurangi sifat kembang susut, sehingga mampu menekan laju pengembangan.

KESIMPULAN

1. Penambahan serat ke dalam tanah yang distabilisasi dengan kapur-abu sekam padi mampu meningkatkan nilai CBR rendaman hingga 867% dari nilai CBR tanah asli.
2. Nilai pengembangan dari tanah yang distabilisasi dengan kapur, abu sekam padi dan diperkuat dengan serat plastik mengalami penurunan sebesar antara 62% hingga 100% dari nilai pengembangan tanah asli.
3. Kenaikan CBR rendaman paling besar terjadi pada variasi kadar serat sebesar 0,2% dari berat total campuran.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Agus Setyo Muntohar yang telah memberikan masukan dan diskusi dalam penelitian ini, serta

Sandy Eka Permana yang telah banyak membantu selama pengujian di laboratorium.

DAFTAR PUSTAKA

- Abidin, Z. & Widianti, A. (2002). Pengaruh waktu pemeraman terhadap sifat fisis tanah lempung Ngramang dengan bahan tambah limbah karbit. *Jurnal Semesta Teknika*, 5(3), 233-241.
- Basha, E.A., Hashim, R. & Muntohar, A.S. (2004). Stabilization of clay and residual soils using cement-rice husk ash mixtures. *Jurnal Teknik Sipil*, 5(1), 51-66.
- Budi, G.S., Ariwibowo, D.S. & Jaya, A.T. (2002). Pengaruh campuran abu sekam padi dan kapur untuk stabilisasi tanah ekspansif. *Jurnal Dimensi Teknik Sipil*, 4(2), 94-99.
- Budi, G.S., Cristanto, A. & Setiawan, E. (2003). Pengaruh *fly ash* terhadap sifat pengembangan tanah ekspansif. *Jurnal Dimensi Teknik Sipil*, 5(1), 20-24.
- Departemen Pekerjaan Umum. (1987). *Petunjuk Perencanaan Tebal Perkerasan Jalan Raya dengan Metode Analisa Komponen*. SKBI-2.3.26.1987 (Standar Konstruksi Bangunan Indonesia). Jakarta: Yayasan Badan Penerbit Pekerjaan Umum.
- Departemen Pekerjaan Umum. (1990). *Panduan Pengujian CBR Laboratorium*. Standar 5, SNI No : 1744 – 1989 – F,

Jakarta: Yayasan Badan Penerbit Pekerjaan Umum.

Diskusi untuk makalah ini dibuka hingga 1 April 2010 dan akan diterbitkan dalam jurnal edisi Mei 2010.

- Fathani, T.F. & Adi, A.D. (2000). Potensi Abu sekam padi untuk mengurangi tekanan pengembangan lempung ekspansif, *Jurnal Forum Teknik Sipil IX*, 1-10.
- Muntohar, A.S., & Hashim, R. (2002). Silica waste utilization in ground improvement: A study of expansive soil treated with LRHA. *Proceeding of 4th International Conference on Environmental Geotechnics*, Rio de Janeiro, Brazil.
- Muntohar, A.S. (2006). *Kuat dukung tanah lempung dengan campuran LRHA dan serat karung plastik*. Laporan Penelitian Dosen Muda, Yogyakarta: Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
- Rosyidi, S. A. P. & Suchriana, I. H. (2000). Pengaruh kapur dan abu sekam padi pada nilai CBR laboratorium tanah lempung untuk stabilitas *subgrade*. *Jurnal Semesta Teknika*, 3(1), 53-61.
- Setyawan, R.N. & Widianti, A. (2004). Pengaruh penambahan limbah karbit terhadap nilai parameter kuat geser tanah lempung. *Jurnal Semesta Teknika*, 7(1), 30-38.
- Widianti, A., Hartono, E. & Muntohar, A.S. (2008). Uji Triaksial *Unconsolidated Undrained* pada Campuran Tanah Lanau-Kapur-Abu Sekam Padi dan Serat Karung Plastik. *Jurnal Ilmiah Semesta Teknika*, 11(2), 171-180.
- Widianti, A., Hartono, E. & Muntohar, A.S. (2009). Kuat Tekan dan Kuat Tarik Tanah dengan Campuran Kapur - Abu Sekam Padi - Serat Karung Plastik, *Prosiding Konferensi Nasional Teknik Sipil 3*, Universitas Pelita Harapan Jakarta.

PENULIS:

Anita Widianti✉

Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, Jalan Lingkar Selatan, Bantul, Yogyakarta, Indonesia.

✉ Email: anita_widianti@yahoo.com