

PEMANFAATAN LIMBAH KARBIT DAN PASIR SEBAGAI USAHA PERBAIKAN TANAH LEMPUNG MENGGUNAKAN UJI CBR DAN KONSOLIDASI DENGAN PEMADATAN LABORATORIUM

Dian Eksana Wibowo¹, Endaryanta²

^{1 dan 2} Jurusan Pendidikan Teknik Sipil dan Perencanaan
E-mail: dian.eksana@unv.ac.id

ABSTRACT

Many cases of buildings such as highways, parking areas, buildings, damaged / cracked and undulating and excessive sets resulting from clay soil behavior on the ground. The ugly nature of this soil technique can actually be reduced for example by soil stabilization. Chemical stabilization can be by mixing clays with cement, lime, or waste carbide and sand. The experimental method research was conducted on clay from Prambanan by mixing waste of carbide and sand. Mixing is done through 3 modes: direct mix, sand-lime columns, and layer. These objects are then tested for CBR and Consolidation test. The result of this research is CBR value, and Cc & Cr value. The results showed that: Based on CBR-test the results obtained: a) CBR-soaked value will rise up to 93.8% (from the original 2.12% to 4.11%) with Layer 3cm mode. b). The CBR-soaked value can rise 45.7% (from the original 2.12% to 3.09%) with the 1.5-inch column mode. c) The CBR-unsoaked value will fall slightly to 1.7% (from the original 11.26% to 11.07%) in the layer mode. d) The CBR-unsoaked value could rise 3.2% (from the original 11.26% to 11.62%) in column mode. Based on the Consolidation test obtained: a) The Cc Compression Index value of the soil will decrease if the clay is mixed with sand + carbide waste. The more the mixture of sand + carbide waste (up to 15%) then the value of Cc will decrease further. The percentage decrease in the value of Cc is 108.7% (from the original 0.215 to 0.103). b) Recompression Coefficient Value / Cr ground development will decrease if clay is mixed with sand + carbide waste. The more the mixture (up to 15%) then the value of Cr will decrease further. Cr value percentage of Cr is very big, that is 233.% (from the original 0.010 to 0.003). This result indicate that this methods will improve the clay soil, namely : a) increase the strength of soil, b) decrease (drastic) the compressibility / expansivity of clay soil.

Keywords : CBR, waste-carbide, clay, consolidation.

ABSTRAK

Banyak kasus bangunan semisal : jalan raya, areal parker, gedung, yang rusak/retak-retak dan bergelombang dan setlemen berlebih yang diakibatkan oleh perilaku/sifat tanah lempung di tanah dasar. Sifat teknik tanah yang jelek ini sebenarnya bisa direduksi misalnya dengan stabilisasi tanah. Stabilisasi kimiawi bisa dengan cara mencampur lempung dengan bahan semen, kapur, atau limbah karbit dan pasir. Penelitian metode eksperimen ini dilakukan pada lempung dari Prambanan dengan cara dicampur limbah karbit dan pasir. Pencampuran ditempuh melalui 3 mode yaitu : mix langsung, kolom pasir-kapur, dan layer. Benda-benda- uji ini lalu diuji CBR dan uji Konsolidasi. Hasil penelitian ini berupa nilai CBR, dan nilai Cc & Cr. Hasil penelitian menunjukkan bahwa :Berdasarkan uji-CBR diperoleh hasil : a) Nilai CBR-soaked akan naik sampai 93,8% (dari asli 2,12% menjadi 4,11%) dengan mode Layer 3cm. b). Nilai CBR-soaked bisa naik 45,7% (dari asli 2,12% menjadi 3,09%)dengan mode kolom 1,5 inci. c) Nilai CBR-unsoaked akan turun sedikit sampai 1,7% (dari asli 11,26% menjadi 11,07%) pada mode layer. d) Nilai CBR-unsoaked bisa naik 3,2% (dari asli 11,26% menjadi 11,62%) pada mode kolom. Berdasarkan uji Konsolidasi diperoleh : a) Nilai Indeks Compressi Cc tanah akan menurun jika lempung dicampur pasir + limbah karbit. Makin banyak campuran pasir + limbah karbit (sampai 15%) maka nilai Cc akan makin menurun. Prosentase penurunan nilai Cc adalah sebesar 108,7% (dari aslinya 0,215 menjadi 0,103). b) Nilai Koefisien Rekompressi / pengembangan tanah Cr akan menurun jika lempung dicampur pasir + limbah karbit. Makin banyak campurannya (sampai 15%) maka nilai Cr akan makin menurun. Prosentase penurunan nilai Cr adalah amat besar, yaitu sebesar 233,3 % (dari aslinya 0,010 menjadi 0,003).Hasil ini menunjukkan bahwa cara ini akan memperbaiki tanah lempung, yaitu : a) menaikkan (sedikit) kuat dukung tanah tidak terendam , b) amat menurunkan ekspansivitas tanah lempung.

Kata kunci: CBR, limbah-karbit, lempung, konsolidasi.

PENDAHULUAN

Hampir semua bangunan didirikan/ditempatkan pada tanah, baik bangunan gedung, dam, bandara, jalan raya. Tidak semua jenis tanah siap digunakan secara langsung sebagai pendukung bangunan /material konstruksi. Adapula beberapa jenis tanah yang memiliki sifat tertentu yang apabila tidak diperbaiki sifat fisisnya maka akan menimbulkan kerusakan pada bangunan di atasnya. Kerusakan berupa : setlemen yang terlalu besar, bangunan ambles, bangunan retak-retak, jalan raya retak dan bergelombang.

Tanah sebagai pondasi merupakan konstruksi yang memiliki peranan penting untuk mencapai tingkat keamanan dan kenyamanan. Namun, permasalahan yang ada pada timbunan tanah mencakup secara menyeluruh, yaitu penyusutan, kekuatan mekanis, pengembangan dan penurunan. Salah satu jenis tanah yang perlu di perhatikan untuk material timbunan yaitu tanah lempung. Itu semua disebabkan oleh tingkah laku tanah dasar. Tanah dasar berupa lempung harus diperhatikan betul.

Tanah lempung punya sifat teknis yang jelek, yaitu kuat dukung rendah, kompresibilitas besar, kembang-kempis yang besar, yang mengakibatkan bangunan mengalami setlemen (penurunan) yang besar dan tidak seragam. Akibatnya bangunan akan retak, bergelombang, miring, ambles.

Ada upaya yang bisa dilakukan untuk menanggulangi perilaku lempung yang jelek tadi, yaitu perbaikan tanah (stabilisasi tanah). Ada 2 metode stabilisasi tanah untuk perbaikan sifat teknik tanah: Stabilisasi mekanis, tanpa menambah suatu campuran tertentu, misalnya dengan cara pemadatan tanah, konsolidasi tanah, drainase; dan Stabilisasi kimiawi dengan menambah suatu campuran tertentu, misal :dicampur semen,

kapur, pasir (Wijaya Seta, 2006), abu, limbah karbit.

Limbah karbit banyak dijumpai di sekitar kita sebagai buangan yang tak berguna dan hanya mencemari lingkungan saja. Limbah karbit adalah sisa dari reaksi karbit terhadap air yang menghasilkan gas acetylene. Pada bengkel-bengkel las acetylene di daerah Yogyakarta umumnya tidak dilakukan pengolahan terhadap limbah karbit karena dianggap tidak bernilai ekonomis. Limbah karbit dibiarkan menggunung begitu saja atau langsung dibuang menuju TPS. Menurut PP RI No.101 tahun 2014 tentang pengelolaan limbah B3, limbah karbit termasuk dalam golongan limbah B3 dari sumber yang spesifik yakni kode D243 yang akan mencemari lingkungan.

Oleh karena itu akan dicoba melakukan penelitian pemanfaatan limbah karbit dikombinasikan dengan pasir untuk perbaikan sifat teknik tanah lempung. Harapan kedepan ialah pemanfaatan limbah karbit bisa diaplikasikan untuk proyek jalan di atas tanah lempung. Umumnya jalan raya di atas lempung akan mudah rusak (retak, bergelombang, ambles).

Dengan perbaikan tanah lempung menggunakan limbah karbit dan pasir diharapkan kerusakan jalan itu tidak terjadi. Jadi, diharapkan hasil penelitian ini akan bermanfaat untuk: ikut mendukung pengembangan dan pemanfaatan potensi alam dari limbah karbit dan pasir untuk stabilisasi tanah lempung agar kuat dan baik untuk menumpu bangunan di atas tanah lempung itu., untuk pengembangan teori lebih lanjut terkait stabilisasi kimiawi perbaikan tanah menggunakan limbah karbit dan pasir, mengembangkan material limbah karbit sebagai bahan alternatif program perbaikan tanah/peningkatkan daya dukung tanah lempung, serta menjadi solusi soal limbah karbit yang belum dimanfaatkan secara maksimal.

Fokus penelitian ini adalah untuk mengetahui seberapa besar pengaruh kombinasi pasir dan limbah karbit sebagai usaha perbaikan tanah terhadap sifat teknik tanah lempung.

Dalam pandangan teknik sipil, tanah adalah himpunan mineral, bahan organik dan endapan – endapan yang relatif lepas (*loose*), yang terletak di atas batuan dasar (*bedrock*). Ikatan antara butiran yang relatif lemah disebabkan oleh karbonat, zat organik, atau oksida-oksida yang mengendap diantara partikel-partikel. Ruang di antara partikel-partikel dapat berisi air, udara ataupun keduanya (Hary Christady Hardiyatmo, 2012).

Tanah lempung merupakan salah satu tanah yang mempunyai kuat dukung yang rendah, sifat kembang susut yang besar dan sifat yang kohesif serta deformasi yang terjadi sangat besar. Dengan adanya permasalahan tersebut maka alternatif usaha perbaikan yang dilakukan antara lain melalui usaha stabilisasi, baik secara mekanis maupun menambahkan bahan tambah tertentu, soil mixing dengan semen (Feri Safaria, 2004), ditambah *fly ash*, grouting (Suryolelono, 2005). Perbaikan tanah bisa pula dilakukan dengan menambah pasir (Wijaya Seta, 2006), menambahkan limbah karbit (Nafisah al Huda & Hendra Gunawan, 2013) dan Roland Al Hadrawi, 2016.

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. Berbagai penelitian yang dilakukan ditemukan bahwa limbah karbit mengandung sekitar 60% unsur kalsium. Komposisi kimia limbah karbit antara lain yaitu 1,48% SiO_2 , 59,98% CaO , 0,09% Fe_2O_3 , 0,675 MgO dan 28,71% unsur lain

(Novita, 2010, dalam Nafisah Al-Huda, dan Hendra Gunawan, 2013).

Penelitian terdahulu pernah dilakukan oleh Roland Alhadrawi (2016) yaitu penambahan limbah karbit pada lempung lalu diuji geser. Penelitian lain yang sejenis yang pernah dilakukan oleh Wijaya Seta, (Undip Semarang) tentang Stabilitas Lempung Ekspansif dengan Campuran Pasir. Nafisah Al-Huda dan Hendra Gunawan (Mahasiswa Universitas Syiah Kuala) tentang Penambahan Limbah Karbit untuk Meningkatkan Nilai CBR Tanah.

Pada penelitian tersebut pencampuran bahan dilakukan sendiri sendiri, belum dilakukan kombinasi pencampuran pasir dan limbah karbit. Adapun batasan masalah supaya lebih fokus pada masalah yang akan dikaji, batasan masalah penelitian ini antara lain: (1). Lempung berasal dari Beloran, Sumberharjo, Prambanan, Jawa Tengah; (2). Bahan tambah limbah karbit yang digunakan adalah limbah karbit yang diambil dari bengkel las yang berada di Jalan Miliran, Timoho, Yogyakarta dengan persentase penggunaan limbah karbit 0%, 5%, 10%, dan 15%; (3). Pasir diambil dari kali Krasak.

Oleh karena itu pada penelitian ini dicoba dengan beberapa cara yaitu : (1) mencampurkan antara limbah karbit, pasir dan lempung; (2) membuat lapisan (*layer*) campuran pasir dan limbah karbit setebal 1 cm, 2 cm, dan 3 cm pada uji CBR laboratorium, dengan perbandingan antara campuran pasir dan limbah karbit 1 : 1; (3) dibuat *layer-layer*. Pada penelitian ini sifat teknis tanah yang akan diamati ialah nilai CBR (kuat dukung tanah campuran), parameter konsolidasi tanah / penurunan tanah (C_c & C_r) pada tanah yang sudah dicampur limbah karbit dan pasir.

METODE

Metode pada penelitian ini adalah metode eksperimen. Inti penelitian ini ialah upaya perbaikan tanah lempung melalui eksperimen menggunakan bahan tambah pasir dan limbah karbit pada prosentase tertentu dan model pencampuran tertentu, yang kemudian diukur nilai kekuatannya (nilai CBRnya) dan konsolidasinya (nilai Cc & Cr nya) di Laboratorium.

Penelitian eksperimen ini dilakukan di laboratorium Mekanika tanah, JPTSP FT UNY di Yogyakarta. Penelitian ini dilakukan dalam 2 tahap pengujian, yaitu tahap awal dan tahap pokok. Pengujian awal ini dilakukan untuk mengetahui sifat-sifat fisis tanah lempung yang nantinya berpengaruh pada pengujian pokok selanjutnya. Pengujian awal ini meliputi uji kadar air, berat jenis tanah, batas-batas Atterberg dan distribusi ukuran butir. Setelah mendapatkan data dari pengujian-pengujian tadi, tahap selanjutnya adalah dengan pemadatan laboratorium (standard proctor) untuk mencari kadar air optimum yang selanjutnya digunakan untuk pengujian konsolidasi dan CBR.

Pada pengujian ini lempung yang digunakan adalah lempung lolos saringan no. 4. Pengujian ini memiliki 4 variasi campuran tanah lempung yang ditambah limbah karbit dan pasir, dan 3 variasi metode pencampuran.

Variabel bebas adalah variabel yang mempengaruhi timbulnya variabel terikat. Variabel bebas yang terdapat dalam penelitian ini adalah kadar air, berat jenis tanah, batas-batas Atterberg, distribusi ukuran butir. Variabel terikat adalah variabel yang dipengaruhi atau yang menjadi akibat, karena adanya variabel bebas. Variabel terikat dalam penelitian ini adalah nilai konsolidasi (Cc , Cr) dan nilai CBR tanah lempung campuran. Variabel kontrol adalah variabel yang dikonstantakan yang digunakan untuk membandingkan variabel lain. Faktor yang dapat mempengaruhi konsolidasi dan CBR tanah lempung adalah: a) Asal tanah: Prambanan, b) Jenis tanah : lempung, c) Kadar air: kadar air optimum.

Populasi di penelitian ini ialah lempung dari Prambanan dengan sampel dari Beloran, Sumberharjo, Prambanan. Limbah karbit dari Timoho, Yogyakarta. Pasir dari kali Krasak. Penentuan sampel lempung dengan purposive sampling dengan alasan banyaknya kerusakan jalan akibat tingkah lempung. Limbah karbit banyak ditemui di Yogyakarta. Jumlah benda uji ialah 54 buah sesuai dengan variasi komposisi bahan dan metode pencampuran (sesuai Desain Eksperimen).

Penelitian ini ditempuh dengan Uji Awal dan Uji Inti. Uji Awal meliputi pengukuran G (BJ), Batas Atterberg (LL, PL, SL), distribusi ukuran butir, pemadatan laboratorium (kadar air optimum), dan pembuatan benda uji. Uji inti berupa : Uji CBR dan Uji Konsolidasi.

Tabel1. Tabel Desain Eksperimen.

Komposisi campuran	Jumlah Benda-Uji	Metode Pencampuran (mixing)	Nilai CBR	Nilai Konsolidasi	
				Cc	Cr
Tanah+ Pasir+Karbid					
K1 = 100%+ 0% + 0%	2	M-Mixing	CBR-M1	Cc-1	Cr-1
	6	L-Layer	CBR-L1		
	6	K-Kolom pasir	CBR-K1		
K2 = 90% + 5% + 5%	2	M-Mixing	CBR-M2	Cc-2	Cr-2
	6	L-Layer	CBR-L2		
	6	K-Kolom pasir	CBR-K2		
K3 = 80% + 10% + 10%	2	M-Mixing	CBR-M3	Cc-3	Cr-3
	6	L-Layer	CBR-L3		
	6	K-Kolom pasir	CBR-K3		
K4 = 70% + 15% + 15%	2	M-Mixing	CBR-M4	Cc-4	Cr-4
	6	L-Layer	CBR-L4		
	6	K-Kolom pasir	CBR-K4		

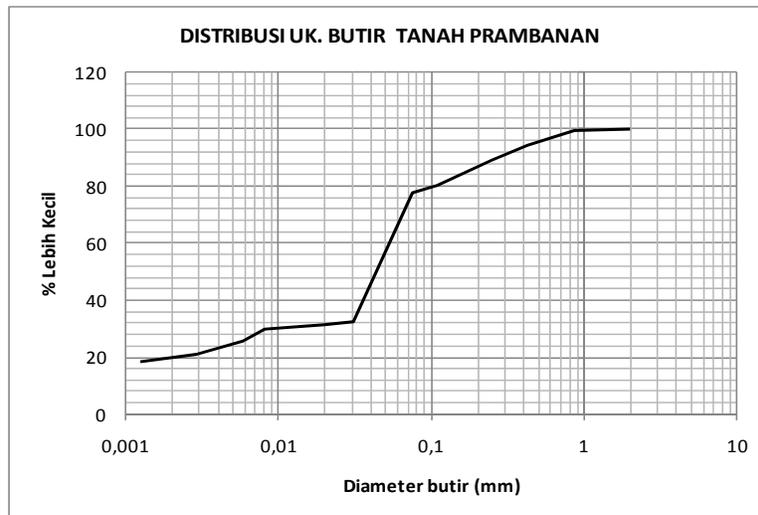
HASIL DAN PEMBAHASAN

Data tanah di sini maksudnya ialah parameter tanah kondisi awal dari sumbernya, yaitu Berat Jenisnya (G), kadar air awal (w), dan batas Atterberg tanah (LL, PL, SL), serta distribusi ukuran butirnya.

Tanah lempung diambil dari Beloran, Sumberharjo, Prambanan. Pertimbangan pengambilan karena di area tersebut banyak dijumpai konstruksi jalan (dibangun di atas lempung) kondisinya bergelombang / rusak. Data awal tanah tersebut ialah tersaji dalam table 2, sebagai berikut:

Tabel 2. Efisiensi Saluran Primer

Parameter	Nilai parameter :
G	2,65
w	37,6%
LL	64,0 %
PL	30,2 %
SL	15,0 %
Jenis tanah	CH



Gambar 1. Grafik Distribusi Ukuran Butir tanah Uji

Pada uji distribusi ukuran butir disapat kesimpulan bahwa presentase fraksi/jenis tanah yaitu fraksi kasar (partikel > 0,075 mm) sebesar 22,2%; sedangkan fraksi halusnya (partikel < 0,075) sebesar 77,28%. Untuk ukuran partikel digolongkan ada 3 jenis, Lempung : 201%, Lanau : 57,8%, Pasir : 22,2%. Untuk katagori penggolongan berdasarkan diagram identifikasi jenis tanah berdasarkan butiran pada sistem klasifikasi USCS, tanah lempung yang digunakan termasuk dalam jenis tanah lempung berdebu.

Pada uji pemadatan tanah asli di laboratorium menggunakan metode standard Proctor, diperoleh kadar air optimum (*Optimum Moisture Content, OMC*) dan berat volume kering maksimum (*Maximum Dry Density, MDD*). Diperoleh: OMC = 40,46%, MDD = 1,59 gr/cm³. Uji CBR (California Bearing Ratio) di Laboratorium Mekanika Tanah FT UNY menghasilkan data-data berikut ini.

Tabel 3 Hasil Uji CBR

KONDISI	Nilai CBR SOAKED	Nilai CBR UN-SOAKED
Campur Langsung, asli	2,12%	11,26%
Layer, 1 cm	1,86%	11,45%
Layer, 2 cm	2,50%	11,07%
Layer, 3 cm	4,11%	9,76%
Kolom, D=0,5 inci	2,08%	11,53%
Kolom, D=0,75 inci	2,74%	11,53%
Kolom, D=1,5 inci	3,09%	11,62%

Tabel 3 memperlihatkan kondisi benda uji terendam (Soaked) pada ketebalan layer 1 cm, 2 cm, 3 cm dan tanah asli atau tanpa perkuatan layer limbah karbit. Dari Tabel 3

terlihat bahwa nilai CBR-Soaked mengalami kenaikan secara berturut-turut setelah tanah lempung dicampur pasir dengan limbah karbit dengan metode layer ketebalan 2 cm

dan 3 cm yaitu 2,50%, dan 4,11%, . Hal ini disebabkan karena pada kondisi terendam (soaked) maka limbah karbit akan larut dan bereaksi dengan lempung yang berakibat kuat dukungnya meningkat.

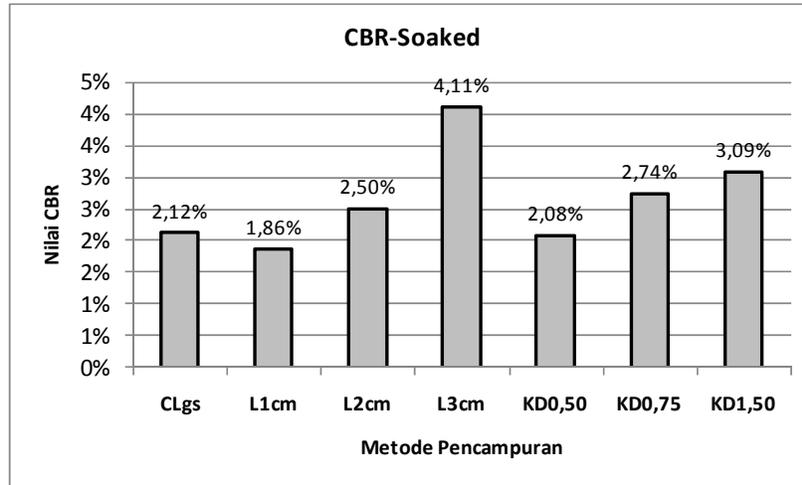
Selain itu peningkatan ini juga disebabkan adanya perataan beban yang diterima campuran limbah karbit dengan pasir ke tanah lempung yang ada dibawah lapisan layer. Adapun prosentase kenaikan nilai CBR-Soaked bisa mencapai 93,8% (dari asli 2,12% menjadi 4,11% Layer 3 cm). akan tetapi pada pencampuran ketebalan 1 cm terjadi penurunan nilai CBR Soaked dibandingkan Tanah asli, yaitu sebesar 12,3% (dari asli 2,12% menjadi 1,86% Layer 1 cm).

Kondisi benda uji terendam (Soaked) maka nilai CBR-Soaked adalah mengalami kenaikan apabila tanah lempung dicampur pasir dan limbah karbit dengan metode kolom, dengan diameter kolom semakin besar maka nilai CBR-soaked juga akan membesar. Ini disebabkan oleh karena semakin banyak karbit campur pasir maka larutan karbit akan bereaksi dengan lempung, dan juga pasirnya akan membentuk kolom dukungan yang akan menambah kuat dukung tanah dimana pasir selain berfungsi sebagai drainase juga tidak mengembang dan mempunyai kepadatan maksimal akibat terendam air langsung. Prosentase kenaikan nilai CBR-soaked bisa mencapai 45,7% (dari asli 2,12% menjadi 3,09% kolom 1,5 inci), penurunan ini

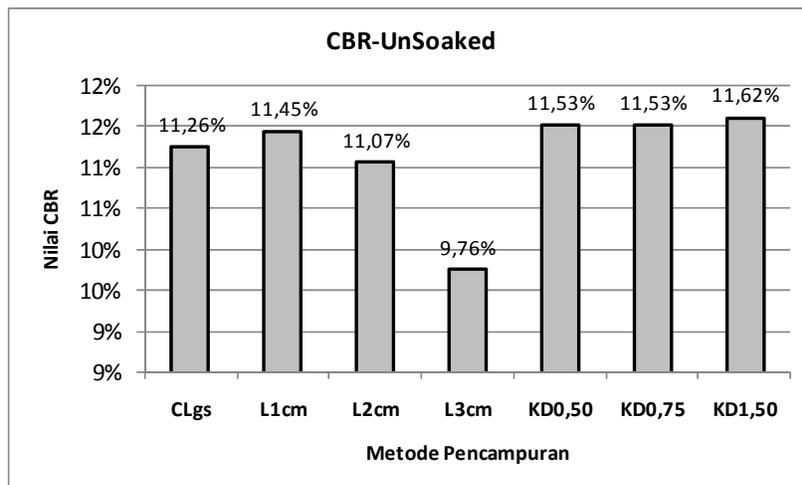
disebabkan selain tidak adanya reaksi, juga kurang tebalnya lapisan pasir campur limbah karbit, sehingga beban yang diterima oleh campuran tidak mampu di sebarakan ke lapisan tanah lempung diawahnya.

Kondisi benda uji tidak terendam (UnSoaked) maka nilai CBR-UnSoaked adalah cenderung menurun apabila tanah lempung dicampur pasir campur limbah karbit dengan metode Layer (lapis-lapis) kondisi tidak terendam (UnSoaked) ini menunjukkan bahwa belum ada reaksi karbit dengan lempung sehingga belum terbentuk butiran baru yang berpotensi untuk menaikkan kuat dukung. Besarnya penurunan hanya sedikit (1,7%), yaitu dari asli 11,26% menjadi 11,07%). Hal ini karena antara lempung dan kolom campuran pasir dengan limbah karbit bekerja sendiri-sendiri tidak saling memperkuat.

Kondisi benda uji tidak terendam (UnSoaked) maka nilai CBR-UnSoaked adalah cenderung meningkat apabila tanah lempung dicampur pasir dengan limbah karbit dengan metode Kolom-kolom kondisi tidak terendam (UnSoaked). Ini menunjukkan bahwa meskipun belum ada reaksi karbit dengan lempung namun kolom-kolom pasir arah vertical bias berfungsi seperti kolom yang akan menaikkan kuat dukung walaupun tidak terlalu besar. Peningkatan CBR-Unsoaked sebesar 3,2% (dari asli 11,26% menjadi 11,62%).



Gambar 2. Nilai CBR –Soaked



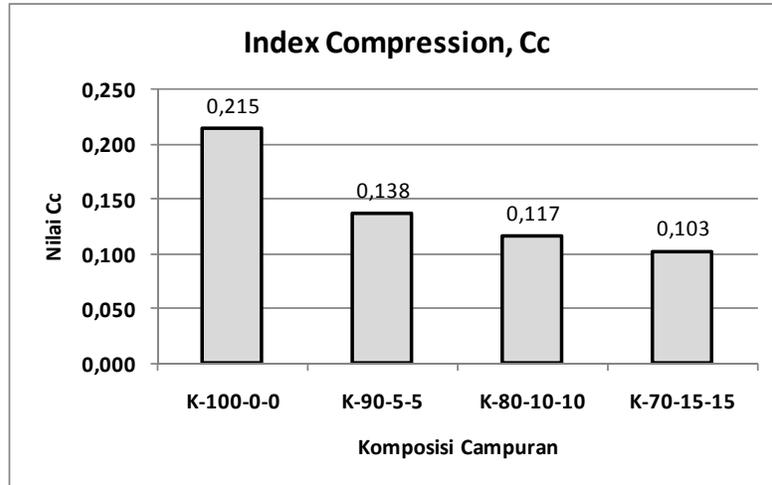
Gambar 3. Nilai CBR -UnSoaked

Pengujian konsolidasi dilakukan dengan membaca arloji penurunan pada alat uji konsolidasi yang kemudian hasilnya dibuat grafik untuk memperoleh besarnya nilai indeks

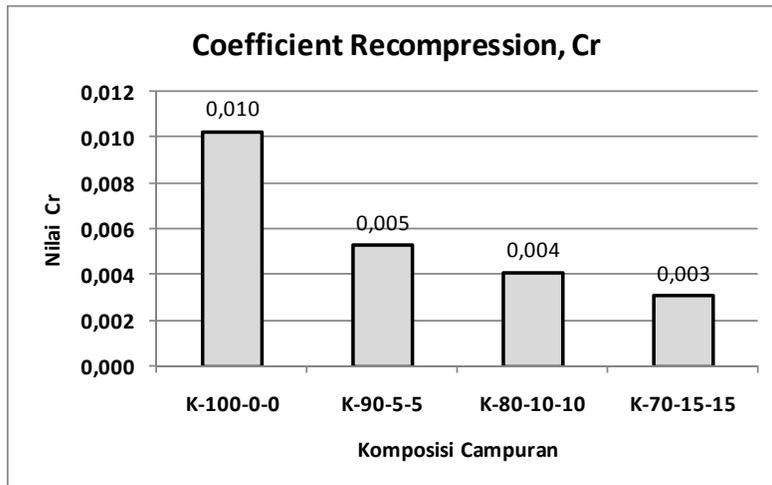
pemampatan (Cc) dan indeks pemampatan kembali (Cr). Hasil uji Konsolidasi pada benda uji diperoleh data-data sebagai berikut ini.

Tabel 4. Hasil Uji Konsolidasi

Komposisi campuran			Indek Compresi	Koeff. Rekompresi
%Lempung	%Pasir	%Limbah Karbit	Cc	Cr
100%	0%	0%	0,215	0,010
90%	5%	5%	0,138	0,005
80%	10%	10%	0,117	0,004
70%	15%	15%	0,103	0,003



Gambar 4. Nilai Cc hasil Uji Konsolidasi



Gambar 5. Nilai Cr hasil Uji Konsolidasi

Berdasarkan hasil Uji Konsolidasi, terlihat bahwa: pada Gambar 4, data indek pemampatan (Cc) paling kecil pada sampel K-70-15-15 yaitu 0,103, sedangkan pada tanah tanpa campuran menunjukkan lebih tinggi nilainya yaitu 0,215. Dapat diartikan bahwa nilai Indek Compressi Cc tanah akan menurun jika lempung dicampur pasir + limbah karbit. Makin banyak campuran pasir + limbah karbit (sampai 15%) maka nilai Cc akan makin menurun. Ini disebabkan karena ada reaksi limbah karbit dengan lempung membentuk butiran baru dan juga

adanya pasir yang akan mengurangi nilai kompresibilitas tanah lempung. Akibat selanjutnya ialah bangunan hanya akan turun (settlement) sedikit jika tanah (lempung) pendukungnya dicampur limbah karbit + pasir. Prosentase penurunan nilai Cc adalah sebesar 108,7% (dari aslinya 0,215 menjadi 0,103).

Sedangkan Nilai Koefisien Rekompresi / pengembangan tanah Cr tanah akan menurun jika lempung dicampur pasir + limbah karbit. Hal ini terlihat pada Gambar 4. yaitu nilai Cr tertinggi terdapat pada sampel

K-100-0-0 yaitu sebesar 0,010 sedangkan yang paling terendah pada sampel sampel K-70-15-15 yaitu 0,003. Hal ini dapat diartikan bahwa semakin banyak campuran pasir + limbah karbit (sampai 15%) maka nilai Cr akan makin menurun. Ini disebabkan karena ada reaksi limbah karbit dengan lempung membentuk butiran baru dan juga adanya pasir yang akan mengurangi nilai kompresibilitas tanah lempung. Akibat selanjutnya ialah sifat kembang-kempis tanah lempung akan tereduksi jika tanah (lempung) pendukungnya dicampur limbah karbit + pasir. Artinya kerusakan jalan raya di atas lempung akan bisa direduksi amat besar jika tanah dasarnya (lempung) dicampur limbah karbit + pasir. Prosentase penurunan nilai Cr

SIMPULAN

Kondisi benda uji terendam (Soaked) maka nilai CBR-Soaked adalah mengalami kenaikan apabila tanah lempung dicampur pasir+limbah karbit dengan metode layer, dengan ketebalan 2 cm atau 3 cm. Prosentase kenaikan nilai CBR-Soaked bisa mencapai 93,8% (dari asli 2,12% menjadi 4,11% Layer 3cm). Kondisi benda uji terendam (Soaked) maka nilai CBR-Soaked adalah mengalami kenaikan apabila tanah lempung dicampur pasir+limbah karbit dengan metode kolom, dengan diameter kolom semakin besar maka nilai CBR-soaked juga akan membesar. Prosentase kenaikan nilai CBR-soaked bisa mencapai 45,7% (dari asli 2,12% menjadi 3,09% kolom 1,5 inci).

Kondisi benda uji tidak terendam (UnSoaked) maka nilai CBR-UnSoaked adalah cenderung menurun apabila tanah lempung dicampur pasir+limbah karbit dengan metode Layer (lapis-lapis) kondisi tidak terendam (UnSoaked). Besarnya penurunan hanya sedikit (1,7%), yaitu dari asli 11,26% menjadi 11,07%). Kondisi benda uji tidak terendam (UnSoaked) maka

adalah amat besar, yaitu sebesar 233,3 % (dari aslinya 0,010 menjadi 0,003).

Berdasarkan Hasil Analisis Statistik Uji-t : Nilai CBR-Soaked, nilai kenaikan CBRnya signifikan, nilai CBR-UnSoaked, nilai kenaikan CBRnya tidak signifikan, nilai Cc, penurunan nilai Cc-nya signifikan, nilai Cr, penurunan nilai Cr-nya signifikan. Bentuk perbaikan tanah yang diperoleh dari penelitian ini ialah: kuat dukung tanah akan naik sedikit, ini diindikasikan dari naiknya nilai CBR jika lempung diberi campuran tersebut. sifat kembang-susut (ekspansivitas) tanah lempung akan turun drastic jika lempung diberi campuran tersebut.

nilai CBR-UnSoaked adalah cenderung meningkat apabila tanah lempung dicampur pasir+limbah karbit dengan metode Kolom-kolom kondisi tidak terendam (UnSoaked). Peningkatan CBR –Unsoaked sebesar 3,2% (dari asli 11,26% menjadi 11,62%).

Berdasarkan hasil Uji Konsolidasi, terlihat bahwa: nilai Indek Compressi Cc tanah akan menurun jika lempung dicampur pasir + limbah karbit. Makin banyak campuran pasir + limbah karbit (sampai 15%) maka nilai Cc akan makin menurun. Prosentase penurunan nilai Cc adalah sebesar 108,7% (dari aslinya 0,215 menjadi 0,103). Nilai Koefisien Rekompressi / pengembangan tanah Cr tanah akan menurun jika lempung dicampur pasir + limbah karbit. Makin banyak campuran pasir + limbah karbit (sampai 15%) maka nilai Cr akan makin menurun. Prosentase penurunan nilai Cr adalah amat besar, yaitu sebesar 233 % (dari aslinya 0,010 menjadi 0,003). Bentuk perbaikan tanah yang diperoleh jika tanah lempung diberi campuran limbah karbit+pasir, ialah: kuat-dukung tanah akan naik jika tidak terendam dan sifat kembang-susut (ekspansivitas) akan turun drastis

Secara umum dapat disimpulkan bahwa, dengan penambahan bahan campuran limbah karbit dan pasir menambah daya dukung tanah maupun mengurangi penurunan tanah seiring dengan penambahan campuran limbah karbit dan

pasir. Selain itu tanah lempung mengalami perbaikan sifat teknik setelah dicampur dengan bahan tambah tersebut dengan optimasi penambahan campuran antara 10%-15%.

DAFTAR RUJUKAN

- [1] Endaryanta, 2009. "Panduan Praktikum Mekanika Tanah – 1", Yogyakarta: JPTSP Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta
- [2] Endaryanta, 2012. "Panduan Praktikum Mekanika Tanah – 2", Yogyakarta: JPTSP Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta
- [3] Feri Safaria, 2004. *Perbaikan tanah dengan Soil Mixing*. STT Garut.
- [4] Hardiyatmo, Hary Christady, 2010. *"Mekanika Tanah II", Edisi Kelima*, Yogyakarta: Fakultas Teknik Sipil Universitas Gajah Mada
- [5] Nafisah Al-Huda dan Hendra Gunawan, 2013. *Pemanfaatan Limbah Karbit untuk Meningkatkan Nilai CBR Tanah Lempung Desa Cot Seuneng (172G)*, (Makalah Konferensi Nasional Teknik Sipil7 (KoNTekS7) 24-26 Oktober 2013 di UNS.
- [6] Roland Alhadrawi, 2016. *Pengaruh Penambahan Limbah Karbit terhadap Nilai Parameter Kuat Geser Tanah Lempung desa Loh Kruet Kec. Sampoinit Kab. Aceh Jaya*. (Laporan Penelitian di Unsyiah Kuala, Banda Aceh).
- [7] Suryolelono, 2005. *Bencana Alam Tanah Longsor*. Pidato pengukuhan guru besar di UGM, Yogyakarta.
- [8] Wijaya Seta, 2006. *Lempung Ekspansif dg. Campuran Pasir*. (Tesis S2- Undip Semarang).