



Stabilisasi Tanah Lempung dengan Campuran Pasir Pantai terhadap Nilai CBR

Stabilization of Clay Lands with Coastal Sand Mixes on CBR Value

Muhammad Rokky A. Simanjuntak*, Kamaluddin Lubis & Nuril Mahda Rangkuti

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Medan Area, Indonesia

*Corresponding Email: rockysimanjuntak92@gmail.com

Abstrak

Perkembangan peradaban manusia telah mengalami kemajuan yang sangat signifikan sejak seribu tahun terakhir, termasuk juga sektor transportasi. Kegiatan manusia didalam memenuhi kebutuhan hidupnya terkadang harus menyebabkan melakukan mobilisasi tanah yang merupakan suatu material pendukung konstruksi jalan yang tersusun dari tiga bahan, yaitu butiran, air dan udara sehingga diperlukan suatu perhitungan matematis didalam mencari nilai daya dukungnya. Susunan ketiga bahan tersebut sangatlah mempengaruhi daya dukung tanah, sehingga perlu melakukan penentuan parameter demi kepentingan analisa. Maksud dari penelitian ini adalah untuk menganalisa nilai California Bearing Ratio (CBR) tanah lempung dengan penambahan pasir pantai (quarsa) sebagai bahan campuran, mampu untuk menguatkan daya dukung tanah pada lapisan perkerasan tanah. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui seberapa besar pengaruh penambahan pasir pada tanah lempung terhadap nilai California Bearing Ratio (CBR). Adapun penelitian yang dilakukan ini dilakukan dalam 3 variasi, yaitu: 0%, 15%, 30%. Adapun hasil dari penelitian ini adalah sebagai berikut: 6,803; 10,339; 14,409%. Dari hasil nilai California Bearing Ratio dapat terlihat bahwa penambahan pasir kuarsa pada tanah lempung menunjukkan peningkatan nilai California Bearing Ratio pada tanah lempung.

Kata kunci: Pasir Kuarsa, California Bearing Ratio, Pematatan Tanah

Abstract

The development of human developing era have undergone very significant progress since a thousand years past, including the transportation sector as well. Human activities in fulfilling the needs of his life sometimes has to lead to mobilize, therefore needed a means of supporting the mobilization activities. As you well know, the ground is a supporter of road construction materials composed of three ingredients, namely grain, water and air (Craig.F.R, Susilo Budi S "Mekanika Tanah Edisi 4, 1987) so that required a mathematical calculation in figuring the value of power support. The third order of the material is very influencing power support on the ground, so that the need to make the determination of the parameters for the sake of analysis. The purpose of this research is to analyze the value of the California Bearing Ratio (CBR) ground clay with addition of sand (quarsa) as an ingredient mix, unable to amplifies power support land on a layer of soil roughness. The purpose of this research is to find out how big the influence of addition of sand in soil clays of the California Bearing Ratio (CBR). As for the research conducted is done in 3 variations of 0%, 15%, 30%.As for the results of this research are as follows: 6.803; 10.339; 14.409%. From the results of the value of the California Bearing Ratio can be seen that the addition of sand quarsa on soil clays showed an increase in the value of the California Bearing Ratio in soil clays.

Keywords: Sand Quartz, California Bearing Ratio, Soil Compaction

How to Cite: Simanjuntak, M.R.A. Lubis, L. & Rangkuti, N.M. (2017), Stabilisasi Tanah Lempung Dengan Campuran Pasir Pantai Terhadap Nilai CBR, *JCEBT (Journal of Civil Engineering, Building and Transportation)*. 1 (2): 96-104.

PENDAHULUAN

Permasalahan yang sering terjadi pada proyek pembangunan jalan adalah terjadinya penurunan tanah timbunan jalan, sehingga terjadi kerusakan pada aspal. Terjadinya penurunan tanah timbun tersebut disebabkan daya dukung tanah yang tidak memadai, dan kadar air tanah yang berlebih.

Permasalahan umum yang sering dijumpai dalam pelaksanaan pembangunan konstruksi jalan adalah tidak selalu ditemuinya tanah dasar (subgrade) yang memiliki daya dukung memadai, dalam menahan beban lalu lintas yang akan diterima. Kendala ini akan meningkat apabila material pengganti yang lebih layak sulit didapatkan di sekitar daerah konstruksi tersebut. Seperti yang diketahui bersama, daya dukung jalan dipengaruhi oleh kualitas lapisan lapisan pembentuknya, termaksud lapisan subgrade jalan yang terbuat dari tanah. Tanah sebagai lapisan subgrade yang dipakai bisa tanah timbun ataupun tanah asli. Dalam tanah timbun bahan yang sering dipakai adalah tanah lempung.

Tanah lempung adalah partikel mineral berkerangka dasar silikat yang berdiameter kurang dari 4 mikrometer. Lempung mengandung leburan silika atau aluminium yang halus, unsur ini, silicon, oksigen, dan aluminium adalah unsur yang

paling banyak. Pada pembangunan perkerasan jalan, karakteristik tanah yang kurang baik perlu stabilisasi (diperbaiki) sehingga dapat memperbaiki kapasitas dukung (*subgrade*) tersebut menjadi lebih baik. Salah satu cara menstabilisasi tanah lempung tersebut dengan menambahkan pasir. Alasan dipilihnya pasir kuarsa sebagai bahan yang digunakan, karena pasir merupakan bahan yang terbilang relatif murah dan mudah didapatkan.

Pasir adalah suatu butiran yang terdiri dari mineral *quartz* dan *feldspar* (<http://fyyfaacivil.blogspot.co.id/p/materi-mekanika-tanah-1.html>). Butiran pasir umumnya berukuran antara 0,0625 sampai 2 milimeter, material pembentuk pasir juga terdiri dari silicon dioksida (<http://id.m.wikipedia.org/wiki/pasir>).

Secara umum batu pasir kuarsa mempunyai komposisi Kristal-kristal silika (SiO_2) dan sangat banyak dijumpai dikulit bumi. Mempunyai sifat fisik berwarna putih bening atau kuning, sangat resisten, stabil, dengan besar butir antara 20-80 mesh, mempunyai berat jenis 2,65 serta kekerasan skala Mosh 7 dengan titik lebur 1.715 C dan konduktivitas panas 12-100 C . Dengan dasar sifat fisik batupasir kuarsa yang demikian, maka banyak dimanfaatkan dalam industri kimia dan metalurgi, baik sebagai bahan baku utama

atau bahan tambahan. Seperti industri kaca, gelas, cetak logam, keramik, kertas gosok (*abrasif*), campuran semen dan lain sebagainya menurut spesifikasinya. Proses terjadinya batu pasir kuarsa berasal dari rombakan batuan yang kaya kristal silika (kuarsa-SiO₂), seperti granit, riolit, dasit dan granodiorit atau batu pasir yang berumur tua yang tertransport dan pengujian stabilisasi tanah lempung dan pasir tersebut menggunakan metode *California Bearing Ratio*(CBR) tercuci oleh air sungai, danau, gelombang laut kemudian diendapkan kembali. Proses transportasi oleh air menyebabkan butiran pasir menjadi berambah halus dan relatif lebih murni (Sukandarrumidi, 1999).

CBR adalah suatu metode empiris untuk mengukur nilai kepadatan tanah. Metode ini mula-mula diciptakan oleh O. J. Porter, kemudian dikembangkan di California, Amerika Serikat. Metode ini mengkombinasikan percobaan pembebanan penetrasi di laboratorium atau di lapangan dengan rencana empiris untuk menentukan tebal lapisan perkerasan. Untuk mendapatkan nilai CBR tersebut dinamakan tes CBR. Tes CBR ini dikembangkan sekitar tahun 1930-an di laboratorium *of Materials Research Departement of The California Division of Highway*, USA. CBR adalah suatu perbandingan antara beban percobaan

(*test load*) dengan beban standard dan dinyatakan dalam persen. Berdasarkan latar belakang yang ada, pada pelaksanaan pembangunan kontruksi jalan harus diperhatikan dahulu *subgrade-nya* agar tidak terjadi kerusakan pada saat menahan beban lalu lintas yang akan diterima. Oleh karena itu, peneliti tertarik untuk mengkaji lebih dalam tentang tanah lempung distabilisasi dengan pasir.

METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen, yaitu metode yang dilakukan dengan mengadakan kegiatan percobaan untuk mendapatkan data. Data tersebut diolah untuk mendapatkan suatu hasil perbandingan dengan syarat-syarat yang ada. Penyelidikan eksperimen dapat dilaksanakan didalam ataupun diluar laboratorium. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui stabilisasi tanah lempung dengan campuran pasir pantai terhadap nilai CBR. Penelitian ini dilaksanakan di laboratorium Mekanika Tanah Politeknik Negeri Medan Sumatra Utara.

Teknik pengumpulan data dilaksanakan dengan metode eksperimen terhadap beberapa benda uji dari berbagai kondisi perlakuan yang diuji dilaboratorium. Untuk beberapa hal pada pengujian bahan, digunakan data

sekunder, yang dikarenakan penggunaan bahan dan sumber yang sama. Jenis data pada penelitian ini dikelompokkan menjadi 2, yaitu data primer dan sekunder.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tanah adalah suatu komponen utama didalam suatu pekerjaan konstruksi, karena seluruh item pekerjaan konstruksi pasti berhubungan dengan tanah, baik itu konstruksi gedung, bendung, jalan raya, dan sebagainya. Terutama didalam pekerjaan konstruksi jalan raya, tanah adalah item yang paling mendasar yang perlu diperhatikan, sebab didalam konstruksi jalan raya tanah adalah tempat dihamparkannya langsung item-item pekerjaan.

Sistem Klasifikasi Tanah

a. Sistem Unified Soil Classification System (USCS)

Sistem klasifikasi berdasarkan hasil-hasil percobaan laboratorium yang paling banyak adalah sistem USCS. Standar Indonesia, SNI 03-6371-2000: Tata Cara Pengklasifikasian Tanah Dengan Cara Unifikasi Tanah, menguraikan prosedur untuk mengklasifikasikan tanah berdasarkan *Unified Soil Classification System* (USCS). Sistem klasifikasi ini dikembangkan oleh Casagrande selama perang dunia kedua untuk Kesatuan

Engineering Angkatan Darat Amerika. Pada tahun 1969 sistem ini diadopsi oleh *American Society for Testing and Materials* (ASTM) sebagai metode klasifikasi tanah (ASTM D 2487). Pengklasifikasian tanah ini dilakukan berdasarkan hasil pengujian laboratorium, yaitu: Analisa distribusi partikel dan Batas – batas Atterberg.

b. Sistem Klasifikasi AASHTO

Sistem klasifikasi AASHTO (*American Association of State Highway and Transportation Officials Classification*) berguna untuk menentukan kualitas tanah dalam perencanaan timbunan jalan, *subbase*, dan *subgrade* berdasarkan butiran tanah. Sistem klasifikasi AASHTO membagi tanah ke dalam 8 kelompok, A-1 sampai A-7 termasuk sub-sub kelompok. Tanah-tanah dalam tiap kelompoknya dievaluasi terhadap indeks kelompoknya yang dihitung dengan rumus-rumus empiris. Pengujian yang dilakukan adalah analisis saringan dan batas-batas Atterberg.

Sifat Fisik Tanah

a. Hubungan Antara Butiran, Air dan Udara dalam Tanah

Tanah merupakan komposisi dari dua atau tiga fase yang berbeda. Tanah yang benar-benar kering terdiri dari dua fase yang disebut butiran dan udara pengisi pori, tanah yang jenuh juga terdiri

dari dua fase yaitu butiran dan air pori, sedangkan tanah yang jenuh sebagian terdiri dari tiga fase yaitu butiran, udara pori dan air pori. Berat udara dianggap sama dengan nol.

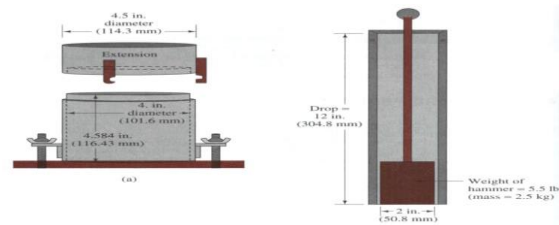
b. Batas-Batas *Atterberg* dan Pengukurannya.

Tanah yang berbutir halus biasanya memiliki sifat plastis. Sifat plastis tersebut merupakan kemampuan tanah menyesuaikan perubahan bentuk tanah setelah bercampur dengan air pada volume yang konstan tanpa retak-retak dan remuk. Tanah tersebut akan berbentuk cair, plastis, semi padat atau padat tergantung jumlah air yang bercampur pada tanah tersebut. Batas *atterberg* memperlihatkan terjadinya bentuk tanah dari benda padat hingga menjadi cairan kental sesuai dengan kadar airnya. Dari test batas *atterberg* akan didapatkan parameter batas cair, batas plastis, batas lengket dan batas kohesi yang merupakan keadaan konsistensi tanah

c. Perilaku Pematatan Tanah

Dari hasil pengujian yang biasa dipergunakan untuk menilai sifat pematatan, dapat diketahui perilaku tanah ketika dipadatkan. Pengujian ini biasanya disebut pengujian pematatan "*Standart Proctor*" atau pengujian pematatan "*modified (atau heavy) Proctor*"

Pengujian ini dilakukan dengan memakai sebuah tempat berbentuk silinder dan palu penumbuk, sebagaimana diperlihatkan pada *Gambar 1*. keduanya dibuat menurut ukuran dan beban tertentu



Gambar 1. Pengujian Pematatan "*Standart Proctor*"

Tanah Dasar (*Subgrade*)

Tanah dasar (*subgrade*) adalah permukaan tanah semula, atau permukaan tanah galian atau permukaan anah timbunan yang dipadatkan dan merupakan permukaan dasar untuk perletakan bagian-bagian perkerasan lainnya. Keawetan dan kekuatan suatu konstruksi perkerasan jalan sangat tergantung dari sifat-sifat dan daya dukung tanah dasar. Secara geoteknis, daya dukung tanah ditentukan oleh banyak hal. Pentingnya kekuatan tanah dasar menjadi poin utama ukuran kekuatan dan keawetan struktur perkerasan selama umur layanan. Umumnya, permasalahan yang terjadi menyangkut tanah dasar berupa perubahan bentuk tetap, sifat mengembang dan daya dukung tidak merata.

Pengujian Pemadatan Tanah (Proctor Standart)

Pemadatan merupakan usaha untuk mempertinggi kerapatan tanah yaitu dengan mengeluarkan udara pada pori-pori tanah yang biasanya menggunakan energi mekanis. Di lapangan, usaha pemadatan dihubungkan dengan jumlah gilasan dari mesin gilas, atau hal lain yang prinsipnya sama untuk suatu volume tanah tertentu. Di laboratorium melakukan pengujian standard yang disebut uji *proctor*, dengan cara suatu palu dijatuhkan dari ketinggian tertentu pada beberapa lapis tanah di dalam sebuah *mould*. Dengan dilakukan pengujian pemadatan tanah ini maka akan menghasilkan hubungan antara kadar air dengan berat volume.

Pemadatan Laboratorium

Pemadatan Laboratorium adalah suatu jenis tes pemadatan tanah yang dilakukan di laboratorium. Ada 2 macam tes pemadatan tanah secara laboratorium yaitu *Proctor Standart Test* dan *Proctor Modified Test*. Prinsip prinsip pemadatan tanah laboratorium:

- a. Tes pemadatan Proctor Standart
- b. Menentukan Tingkat Pemadatan Suatu Tanah

California Bearing Ratio (CBR)

CBR merupakan perbandingan beban penetrasi pada suatu bahan dengan beban standard pada penetrasi dan kecepatan pembebanan yang sama. Cara CBR dikembangkan oleh *California State Highway Departement* sebagai cara untuk menilai kekuatan tanah dasar jalan (subgrade).

Pengujian Isi Kering (Density Dry Test)

Percobaan *Sandcone* (Kerucut Pasir) merupakan salah satu jenis pengujian yang dilakukan di lapangan untuk menentukan berat isi kering (kepadatan) tanah asli maupun hasil pekerjaan pemadatan yang dilakukan baik pada tanah kohesif maupun tanah non-kohesif. Menentukan kepadatan tanah dilapangan (γ_d) dan derajat kepadatan tanah

Pemilihan Material Timbunan

Pemilihan material timbunan harus dilakukan dari sumber yang telah diketahui atau disetujui pihak terkait (*owner*, konsultan, pengawas, *engineer*, atau pihak lainnya) berdasarkan spesifikasi yang telah ditentukan. Pemilihan material timbunan juga disesuaikan dengan jenis pekerjaan timbunan yang akan dilakukan berdasarkan ketentuan standar spesifikasi yang akan dijadikan acuan.

Analisa saringan adalah metode yang dipakai untuk menentukan penyebaran butiran (*distribution*) yang mempunyai ukuran lebih besar dari 0,075 mm (ayakan no. 200 *American Society for Testing and Material, ASTM*). Jumlah sample yang digunakan pada analisa saringan ini sebanyak 500 gr .

Tabel 1. Hasil Uji Analisis Saringan
Banyak Sampel : 500 gr

Uk. Saringan	Kumulatif		
	Tertahan (gr)	Tertahan (%)	Lewat (%)
3/8"	0,000	0,00	100,0000
#4	0,000	0,00	100,00
#10	2,5	0,5	99,50
#40	87,1	17,42	82,08
#80	104,2	20,84	61,24
#200	87,55	17,51	43,73
PAN	218,5	43,70	0,09

Adapun hasil dari pengujian batas-batas *atterberg* pada penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 2. Berdasarkan tabel tersebut, maka didapat:

Batas cair (LL) : 47,60%

Batas Plastis (PL) : 24,48%

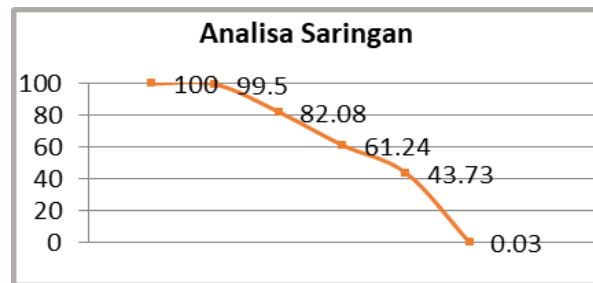
Plastis Indekifitas (PI) : $LL-PL = 22,12\%$:

Tabel 2a. Pengujian Batas-Batas *Atterberg*

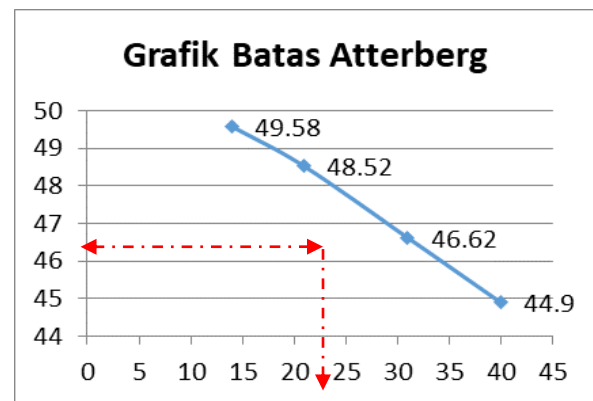
JUMLAH PUKULAN		40 KTK		31 KTK	
CAWAN		A	B	A	B
1	Berat Cawan (gr)	2.3	2.0	2.3	2.1
2	Berat Sampel Basah + Cawan (gr)	11.8	10.0	13.8	13.2
3	Berat Sampel Basah (gr)	9.5	8.1	11.5	11.1

Tabel 2b. Pengujian Batas-Batas *Atterberg* (Sambungan)

JUMLAH PUKULAN		31 KTK		14 KTK		PLASTIS	
CAWAN		A	B	A	B	A	B
4	Berat Sampel Kering + Cawan (gr)	13.8	12.5	8.9	8.7	7.1	5.8
5	Berat Sampel Kering (gr)	11.8	10.2	6.5	6.6	4.6	3.3
6	Berat Air (gr atau ml)	5.7	5.0	3.2	3.3	1.1	0.8
7	Kadar Air (%)	48.3	48.7	49.4	49.8	24.6	24.4
8	Kadar Air rata-rata	48.5		49.6		24.5	



Gambar 2. Hasil Analisa Saringan



Gambar 3. Grafik *Atterberg*

Pengklasifikasian Tanah

Penentuan jenis/kelompok tanah timbunan dengan sisitem klasifikasi AASHTO (Lihat tabel 2.2) adalah sebagai berikut :

$F_{200} = 43.73 \%$, karena lebih besar dari 35% lolos saringan no.200, maka tanah termasuk jenis lanau atau lempung.

$LL = 47,60\%$, kemungkinan dapat dikelompokkan A-5 (41% minimum), A-7-5 atau A-7-6 (41% minimum).

$PI = 22,12 \%$, untuk A-5 PI maksimum 10%. Jadi kemungkinan tinggal dua, yaitu A-7-5 atau A-7-6.

Untuk membedakan keduanya, yaitu:

*Untuk A-7-5, $PI \leq LL-30$

*Untuk A-7-6, $PI > LL-30$

Dikarenakan $PI > (LL-30)$, maka tanah tersebut digolongkan pada kelompok A-7-6. Maka dapat dihitung indeks kelompoknya, yaitu :

$$GI = (F_{200}-35) \times [0,2 + 0,005 \times (LL-40)] + 0,01 \times (F_{200}-15) \times (PI-10)$$

$$= (43.73-35) \times (0.2+0.005 \times (47.34-40)) + 0.01 \times (43.73-15) \times (22.48-10)$$

$$= 5.7 \sim 6$$

Dari hasil pengujian batas atterberg, maka sampel tanah yang diuji masuk dalam kategori tanah A-7-6 dan memiliki gradasi yang cukup baik.

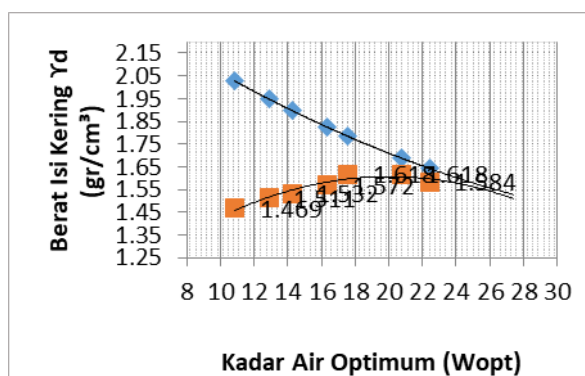
Pengujian Pematatan Modified

Pengujian pematatan adalah pengujian yang dilakukan untuk menentukan nilai kepadatan kering tanah yang diuji, dan mencari kadar air optimum dari tanah tersebut. Adapun hasil dari

pengujian pematatan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

Tabel 3. Hasil Pengujian Pematatan

PENGUJIAN		PEMATATAN
(COMPECTION TEST)		
Kadar Air Optimum (Optimum Water Content) $W_{opt} \%$		20.00
Berat Isi Kering (Dry Density) $Y_d=100\%$ gr/cm^3		13.2 - 26.8
Range	Kadar	Air
		1.525
		%
Berat Isi Kering (Dry Density) $Y_d=95\%$ gr/cm^3		



Gambar 4. Grafik Hubungan Nilai Kepadatan Kering dan Kadar Air

Pengujian California Bearing Ratio Laboratorium

Pengujian California Bearing Ratio adalah pengujian empiris yang bertujuan untuk membandingkan nilai penetrasi bahan uji dengan nilai penetrasi bahan standard. Pada penelitian ini ada 3 variasi campuran yang akan diuji yaitu 0% campuran pasir, 15% dan 30 %.

Perhitungan Nilai California Bearing Ratio

Dari seluruh data dan grafik yang tersaji pada bab 4.7, maka dilakukanlah perhitungan nilai California Bearing Ratio pada sampel yang diuji. Adapun nilai

California Bearing Ratio yang diuji adalah sebagai berikut :

Nilai California Bearing Ratio variasi 0%

Tabel 3. Nilai CBR 0% Campuran Pasir

0,1 "	$\frac{350,88}{3 \times 1000}$	X	100% =	11,69	%
0,2 "	$\frac{770,56}{3 \times 1500}$	X	100% =	17,12	%
				14,40	

Nilai California Bearing Ratio variasi 15 %

Tabel 4. Nilai CBR 15% Campuran Pasir

0,1 "	$\frac{182,32}{3 \times 1000}$	X	100% =	6,077	%
0,2 "	$\frac{338,84}{3 \times 1500}$	X	100% =	7,529	%
				6,803	

Nilai California Bearing Ratio variasi 30 %

Tabel 4. Nilai CBR 15% Campuran Pasir

0,1 "	$\frac{288,96}{3 \times 1000}$	X	100% =	9,63	%
0,2 "	$\frac{497,08}{3 \times 1500}$	X	100% =	11,04	%
				10,33	

SIMPULAN

Dari seluruh hasil percobaan yang dilakukan pada percobaan penelitian penambahan pasir pada tanah lempung, penulis mendapatkan hasil nilai California Bearing Ratio dengan variasi 0%, 15%, 30% berturut-turut adalah sebagai berikut : 6.803, 10.339, 14.409. Dari hasil nilai California Bearing Ratio maka penulis dapat menyimpulkan bahwa penambahan pasir quarsa pada campuran tanah

lempung pada percobaan ini ternyata menaikkan nilai California Bearing Ratio, yang dalam artian penambahan pasir pada tanah meningkatkan kekuatan dari tanah tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- Braja M. Das, (1998), "Mekanika Tanah Jilid 1", Jakarta, Penerbit Erlangga
- Braja M. Das, (1998), "Mekanika tanah Jilid 2", Jakarta, Penerbit Erlangga
- Bowles, Josep E., Alih Bahasa oleh Hainim, Johan Klanaputra. (1993). *Sifat-Sifat Fisis dan Geoteknis Tanah (Mekanika Tanah)*. Edisi Ke II, Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Craig. F. R, 1998, "Mekanika Tanah Edisi 4", Jakarta, Penerbit Erlangga
- Sni_1738-2011_cara_uji_cbr_laboratorium Sunggono. K.H., (1984). *Mekanika Tanah*, Nova, Bandung.
- Wesley, L. D., (1977). *Mekanika Tanah*. Edisike VI, DinasPekerjaanUmum, Jakarta.
- Suratman, ilyas, DR, CEA, Ir. (2004). *Perilaku Tanah*. Bandung. ITB
- Nasution, Syafruddin, (2000). *Perbaikan Tanah*. Bandung. Institut Teknologi Bandug
- A.W. Bishop and D.J. Henkel, *The Triaxial Test*. Edward Arnold, London