

# STABILISASI TANAH LEMPUNG MENGGUNAKAN PASIR PANTAI TERHADAP NILAI CBR

**Jeremi Sitinjak<sup>1</sup>, Fatma Sarie<sup>2</sup>, Okrobianus Hendri<sup>3</sup>**  
Jurusan/Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Palangka Raya  
Jln. Hendrik Timang, Palangka Raya  
e-mail: [jeremisitinjak1@gmail.com](mailto:jeremisitinjak1@gmail.com)

## ABSTRAK

*Masalahan yang sering dijumpai dalam pelaksanaan pembangunan konstruksi adalah tidak selalu ditemuinya tanah dasar (subgrade) yang memiliki nilai CBR atau daya dukung yang memadai, sehingga perlu dilakukan stabilisasi. Pada penelitian ini mengambil sampel tanah dari daerah Kasongan Lama, Katingan Hilir, Kabupaten Katingan, Kalimantan Tengah. Maksud dari penelitian ini adalah untuk menganalisa jenis tanah dari nilai CBR tanah dengan penambahan Pasir Pantai Ujung Pandaran sebagai bahan campuran. Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui seberapa besar pengaruh penambahan pasir pantai pada tanah lempung terhadap nilai CBR. Penelitian ini menggunakan metode eksperimen dan analisis data di Laboratorium Mekanika Tanah, Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya. Adapun penelitian yang dilakukan adalah 4 variasi yaitu 0%, 5%, 10% dan 15% dan pemeraman selama 3 hari. Setelah pengujian dan pengolahan data dilakukan didapat hasil jenis tanah menurut klasifikasi USCS digolongkan pada kelompok CH yaitu lempung organik dengan plastisitas tinggi sedangkan menurut klasifikasi AASTHO tanah termasuk kedalam kelompok A-7-6 yaitu tanah berlempung. Hasil pemeriksaan nilai CBR secara berturut-turut sesuai campuran sebagai berikut 3,25%; 4,05%; 6,10%; dan 7,30%. Dari hasil nilai CBR dapat terlihat bahwa penambahan pasir pantai pada tanah lempung menunjukkan peningkatan nilai CBR pada tanah lempung sesuai dengan peningkatan persentase campuran.*

**Kata Kunci:** Tanah Lempung, Pasir Pantai, CBR, Tanah Dasar

## STABILIZAION OF CLAY USING BEACH SAND ON CBR VALUE

### ABSTRACT

*The problem that is often encountered in the implementation of construction development is not always found subgrade that has a CBR value or adequate carrying capacity, so it needs to be stabilized. In this study, soil samples were taken from the Kasongan Lama area, Katingan Hilir, Katingan Regency, Central Kalimantan. The purpose of this study was to analyze the soil type from the CBR value of the soil with the addition of Ujung Pandaran Beach Sand as a mixed material. The purpose of this study was to find out how much influence the addition of beach sand to clay had on the CBR value. This study uses experimental methods and data analysis at the Soil Mechanics Laboratory, Faculty of Engineering, University of Palangka Raya. The research conducted was 4 variations, namely 0%, 5%, 10% and 15% and curing for 3 days. After testing and processing the*

*data, the results obtained that the soil type according to the USCS classification was classified in the CH group, namely organic clay with high plasticity, while according to the AASTHO classification the soil was included in group A-7-6, namely loamy soil. The results of the examination of the CBR value successively according to the mixture as follows: 3.25%; 4.05%; 6.10%; and 7.30%. From the results of the CBR value, it can be seen that the addition of beach sand to clay soils shows an increase in CBR values in clay soils according to the increase in the percentage of the mixture.*

**Keywords:** Clay, Beach Sand, CBR, Subgrade

## 1. PENDAHULUAN

Menurut Hendarsin (2000), tanah dapat di definisikan sebagai sisa atau produk yang dibawa dari pelapukan batuan dalam proses geologi yang dapat ditembus dengan peralatan pengambilan contoh (*sampling*) pada saat pemboran dan dapat digali tanpa peledakan. Sampai pada saat ini tanah berguna sebagai bahan bangunan pada berbagai macam pekerjaan teknik sipil disamping itu tanah juga sebagai pendukung dari bangunan baik jalan maupun gedung. Ada berbagai jenis tanah yang masing-masing mempunyai karakteristik dan bentuk yang berbeda-beda, dari yang mempunyai daya dukung rendah sampai yang mempunyai daya dukung tinggi .

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 (Muhammad Rokky Simanjuntak, *et al* 2017). Tanah dasar merupakan tanah pondasi yang mendukung beban secara langsung berupa berat lapisan perkerasan dan beban kendaraan yang melintas di atas permukaan jalan (Aazokhi Waruwu, *et al* 2021). Tanah sebagai lapisan subgrade yang dipakai bisa tanah timbun ataupun tanah asli. Dalam tanah timbun bahan yang sering dipakai adalah tanah lempung. Salah satu parameter yang menjadi tolak ukur dalam penentuan kemampuan tanah dalam pembuatan sarana transportasi sebagai jalan yaitu nilai daya dukung

tanah adalah berupa nilai *California Bearing Ratio* (CBR). Persyaratan nilai daya dukung tanah dikategorikan baik apabila nilai CBR berdasarkan pengujian lapangan sebesar  $\geq 3\%$  dan berdasarkan laboratorium diperoleh nilai  $\geq 6\%$ .

Ada berbagai macam cara dalam meningkatkan daya dukung tanah lempung yaitu dengan cara pemadatan dan cara bahan pencampur/tambahan tanah. Dari sifat teknisnya, stabilisasi dapat dibagi menjadi 3 jenis yaitu: stabilisasi mekanis, stabilisasi fisik dan stabilisasi kimiawi. (Ingles dan Metcalf, 1972). Dalam permasalahan ini, peneliti mengkaji dengan cara penambahan bahan stabilisasi menggunakan pasir. Alasan menggunakan pasir karena mudah ditemukan dalam tiap lokasi. Penambahan pasir sebagai bahan campuran diharapkan dapat meningkatkan stabilitas dan daya dukung tanah.

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana hasil pemeriksaan sifat-sifat fisik pada tanah yang diuji?
2. Bagaimana pengaruh penambahan pasir pantai Ujung Pandaran terhadap nilai CBR tanah lempung?

Tujuan dalam penelitian ini adalah:

1. Mengetahui jenis tanah melalui pemeriksaan sifat fisik tanah.
2. Mengetahui pengaruh penampahan pasir pantai Ujung Padaran terhadap nilai CBR tanah lempung.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Tanah Lempung

Tanah lempung merupakan jenis tanah kohesif yang sebagian besar terdiri dari butiran dengan ukuran sangat kecil, baik tanah lempung maupun tanah lanau. Lempung terdiri dari butiran yang sangat kecil dan memiliki sifat kohesi dan plastisitas (Wesley, 2017).

Tanah lempung dapat didefinisikan sebagai partikel-partikel berukuran sangat kecil yang berasal dari pembusukan kimiawi unsur-unsur penyusun batuan, memiliki sifat plastis baik rendah, sedang dan sampai dengan tinggi. Sudjianto (2006). Tanah lempung termasuk sebagai tanah kohesif yang mempunyai kembang susut tinggi dan daya dukung yang rendah (Zaro et al., 2014) lempung yang memiliki fluktuasi kembang susut tinggi disebut lempung ekspansif. Pada saat kering akan sangat keras, tidak mudah dipecah jika hanya menggunakan jari tangan. Berdasarkan permasalahan tersebut, jika ingin meneruskan pembangunan sebaiknya ada langkah untuk menambah kekuatan tanah lempung.

### 2.2 Sistem Klasifikasi

Sistem klasifikasi tanah adalah sistem yang menjelaskan secara singkat sifat-sifat umum tanah yang bervariasi ke dalam bentuk tabel dan grafik. Sistem klasifikasi yang digunakan dalam penelitian ini adalah sistem klasifikasi AASHTO (*American Association of State Highway and Transportation Official*) dan sistem klasifikasi USCS (*Unified Soil Classification System*).

### 2.3 Pasir

Pasir merupakan partikel kecil yang berukuran 0,074 mm sampai dengan 5 mm pasir kasar (3 mm sampai 5 mm) dan halus (< 1 mm) yang berasal dari batuan (Joseph E. Bowles, 1984). Pasir juga dikelompokkan menjadi beberapa fraksi kasar, medium, dan halus. Pasir juga memiliki perbedaan dari yang memiliki

gradasi baik, bergradasi buruk, bergradasi seragam atau bergradasi timpang (gap graded) (R. F. Craig dan Budi Susilo S, 1987). Pasir pantai merupakan bahan bangunan yang relatif murah dan sangat mudah ditemui, sehingga masih dapat dimanfaatkan.

### 2.3 CBR

CBR adalah suatu nilai yang dapat menunjukkan kualitas tanah dasar melalui perbandingan beban percobaan dengan bahan standar berupa batu pecah yang memiliki nilai CBR sebesar 100% dalam memikul beban (Canonica, 1991). Klasifikasi nilai CBR dapat dilihat pada Tabel 1

**Tabel 1** Klasifikasi nilai CBR tanah

CBR (%)	Tingkatan Umum	Kegunaan
0 -3	<i>Very poor</i>	<i>Subgrade</i>
3 - 7	<i>Poor to fair</i>	<i>Subgrade</i>
7 - 20	<i>Fair</i>	<i>Subbase</i>
20 - 50	<i>Good</i>	<i>Base or subbase</i>
> 50	<i>Excellent</i>	<i>Base</i>

### 2.4 Studi Pustaka

1. Berdasarkan penelitian Anita (2010) Stabilisasi Tanah Lempung Batola Menggunakan Campuran Limbah Karbit dan Abu Batubara hasil dari penelitian yang dilakukan adalah tanah termasuk pada golongan OH A-7-6 yaitu tanah lempung organik dengan plastisitas sedang sampai tinggi. Untuk CBR pada variasi Campuran 9% selama 14 hari pemeraman sebesar 4,10%.
2. Dari penelitian Okta Preadinata (2006) Pengaruh Penambahan Limbah Batubara Terhadap Stabilisasi Tanah Lempung. Hasil yang diperoleh dengan persentase penambahan 0%, 5%, 10%, 15% dan 20% dari berat campuran dengan masa pemeraman 0 hari, 7 hari, 14 hari, 21 hari dan 28 hari. Tanah asli berdasarkan sistem klasifikasi tanah

AASHTO, sebagai tanah lanau berlempung dalam kelompok A-6 (12), sedangkan klasifikasi USCS sebagai tanah lanau berlempung dalam kelompok ML. Untuk nilai CBR maks terjadi pada persentase 10% - 15% sebesar 14,8391 masa pemeraman 28 hari.

### 3. METODE PENELITIAN

Sampel tanah yang digunakan pada penelitian ini berasal dari daerah Kasongan Lama, Katingan Hilir, Kabupaten Katingan, Kalimantan Tengah sedangkan pasir yang digunakan berasal dari Pantai Ujung Pandaran Kalimantan Tengah. Pengambilan sampel ada dua jenis yaitu sampel tanah tak terganggu untuk pemeriksaan sifat fisik dan sampel tanah terganggu untuk pengujian CBR.

Penelitian ini menggunakan metode uji laboratorium dan eksperimen untuk mengumpulkan data. Dari data yang didapat kemudian dianalisis untuk mengetahui perbandingan dari tanah sebelum distabilisasi dan sesudah distabilisasi. Ada 2 pengujian yaitu sifat fisik tanah asli dan sifat mekanik tanah sebelum dan sesudah dilakukan penambahan pasir pantai dan pemeraman selama 3 hari. Pengujian dilakukan di Laboratorium Mekanika Tanah, Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.

Memulai penelitian, kemudian peninjauan penelitian terdahulu, mempersiapkan sampel uji laboratorium, selanjutnya melakukan pengujian meliputi sifat fisik dan mekanik, pada saat melakukan pengujian sifat fisik sampel yang digunakan adalah sampel tidak terganggu. Sedangkan, pada pemeriksaan sifat mekanik yaitu uji pemadatan dan CBR dapat menggunakan sampel terganggu tetapi, kadar air yang ada pada sampel harus dihilangkan terlebih dahulu. Setelah semua pengujian selesai dan data sudah didapatkan selanjutnya menganalisis, menyimpulkan penelitian, dan selesai.

## 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Pengujian Sifat Fisik

Pengujian sifat fisik yang dilakukan pada penelitian ini adalah uji analisa saringan dan batas-batas Atterberg. Hasil dari pengujian dapat dilihat dalam Tabel 2 dan Tabel 3.

**Tabel 2** Hasil uji analisa saringan

No. Saringan	Persentase	
	B. Tertahan %	Lolos%
No. 4	0,00	100,00
No. 8	0,11	99,89
No. 10	0,30	99,70
No. 50	12,68	87,32
No. 100	34,30	65,70
No. 200	48,56	51,44
Pan	99,99	0,01

Sampel = 1000gr

**Tabel 3** Hasil Uji Batas Cair

Nomor Cawan	Pukulan					
	10-20		20-30		30-40	
	A	B	A	B	A	B
Bayak Pukulan	16		28		32	
Berat Wadah (gr)	9,4	14,3	14,8	9,8	14,2	13,8
B wadah + T basah (gr)	42,0	48,8	47,4	41,9	47,6	48,5
B wadah + T kering (gr)	28,8	34,9	36,5	31,1	37,7	38,5
Berat air (gr)	13,1	13,8	10,8	10,5	9,8	10,0
B tanah kering (gr)	19,4	20,6	21,7	21,3	23,5	24,7
Kadar air (%)	67,8	67,0	50,0	49,6	41,9	40,5
Kadar air Rata-Rata (%)	67,47		49,88		41,24	

Dari hasil tabel diatas kemudian diplot kedalam grafik pengujian batas cair seperti terlihat pada Gambar 1.



**Gambar 1** Grafik hasil uji batas cair

Dari Gambar 1 didapatkan pengujian dan pengolahan data Batas cair (LL) dari penelitian ini adalah 53,80%.

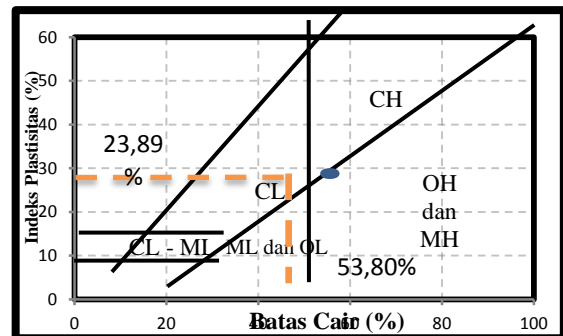
**Tabel 4** Hasil uji batas plastis

Nomor Cawan	Batas Plastis (PL)	
	I	II
Berat wadah (gr)	10,29	10,17
Berat w + Tanah basah (gr)	12,69	13,11
Berat w + Tanah kering (gr)	12,14	12,43
Berat air (gr)	0,55	0,68
Berat tanah kering (gr)	1,85	2,26
Kadar air (%)	29,73	30,09
Kadar air Rata-Rata (%)	29,91	

Dari Tabel 4 didapat Batas Plastis (PL) sebesar 29,91%. Sehingga didapat Indeks Plastis (IP) =  $LL - PL = 53,80 - 29,91 = 23,89\%$

Berdasarkan hasil dari pengujian sifat fisik tanah dapat diklasifikasikan menurut klasifikasi USCS maupun klasifikasi AASTHO. Klasifikasi tanah berdasarkan sistim USCS mengikuti prosedur sebagai berikut:

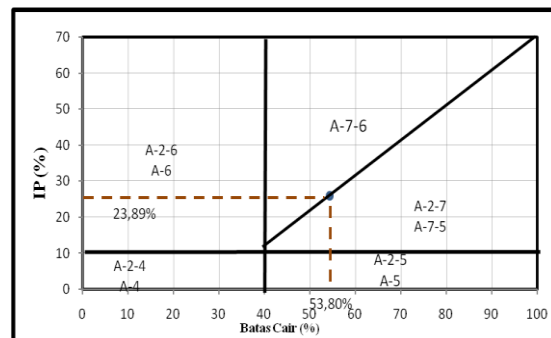
1. Dari hasil pemeriksaan analisis saringan, persentase material lolos saringan Nomor 200 (0,075 mm) rata-rata =  $51,43\% > 50\%$ , maka tanah tersebut termasuk tanah berbutir halus.
2. Dari hasil pemeriksaan batas-batas Atterberg, didapat nilai batas cair (LL) rata-rata =  $53,80\% < 50\%$ , maka tanah tersebut termasuk kelompok CH.
3. Dari hasil pemeriksaan batas-batas Atterberg, didapat nilai batas plastis (PL) rata-rata =  $29,91\%$ , jadi dapat dihitung nilai indeks plastisitas  $PI = LL - PL = 53,80\% - 29,91\% = 23,89\%$ .
4. Dari grafik batas cair (LL) dan indeks plastisitas (PI) yang diplot maka tanah tersebut termasuk kelompok, lempung "gemuk" (*fat clay*) (CH) seperti pada Gambar 2.



**Gambar 2** Klasifikasi tanah berdasarkan sistem klasifikasi USCS

Klasifikasi tanah berdasarkan sistem AASTHO mengikuti prosedur sebagai berikut:

1. Dari hasil pemeriksaan analisis saringan, persentase material lolos saringan Nomor 200 (0,075 mm) adalah  $51,43\% > 35\%$ , maka tanah tersebut termasuk dalam klasifikasi lanau-lempung, kelompok A-4, A-5, A-6 atau A-7.
2. Pemeriksaan batas-batas Atterberg nilai batas cair (LL) rata-rata =  $53,80\% < 40\%$  dan plastisitas (PI) rata-rata =  $23,89\% > 11\%$  maka tanah termasuk kelompok sub grup A-7-6.



**Gambar 3** Klasifikasi tanah berdasarkan sistem klasifikasi AASTHO

Sistem klasifikasi ini membagi tanah dalam beberapa kelompok yang setiap kelompoknya di evaluasi terhadap indeks kelompoknya (GI).

$$GI = ((F - 35) [0,2 + 0,005 (LL - 40)] + (0,001 (F - 15) (PI - 10))$$

$$GI = ((51,43 - 35) [0,2 + 0,005 (53,80 - 40)] + (0,001 (51,43 - 15) (23,89 - 10))$$

$$GI = 12,73 \sim 13$$

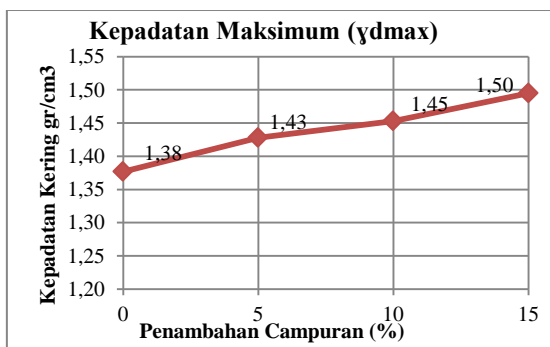
Jadi, berdasarkan klasifikasi AASTHO (Gambar 3), tanah diklasifikasikan sebagai tanah berlempung dalam kelompok A-7-6 (13).

#### 4.2 Pengujian Sifat Mekanik

Pemadatan yang dilakukan adalah pemadatan tanah asli dan pemadatan tanah asli dengan campuran penambahan pasir pantai. Dari uji pemadatan didapat nilai kepadatan kering maksimum (*Maximum Dry Density/  $\gamma_{dry}$* ) dan kadar air optimum (*Optimum moisture Content/ OMC*). Penambahan air dilakukan dengan cara coba-coba atau eksperimen. Hasil pengujian kepadatan tanah tersaji pada Tabel 5.

**Tabel 5** Hasil pengujian kepadatan tanah

Variasi Campuran	Kadar Air (%)	Berat Isi Kering (gr/cc)
Tanah Asli	24,40	1,38
T Asli + 5% pasir pantai	24,80	1,43
T Asli + 10% pasir pantai	25,20	1,45
Asli + 15% pasir pantai	26,60	1,50



**Gambar 4** Grafik hubungan penambahan campuran dengan kepadatan kering waktu pemeraman 3 hari

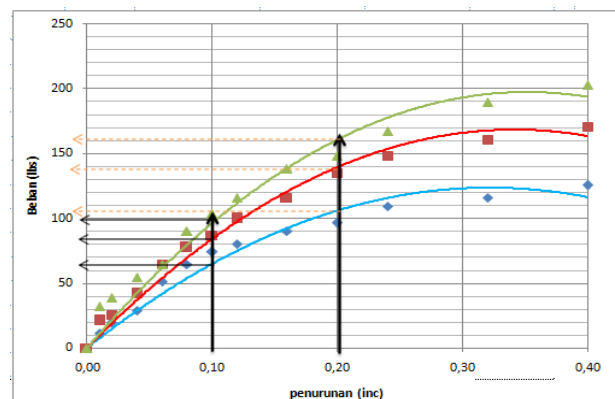
Hasil dari Tabel 5 yaitu kadar air optimum dan kepadatan kering maksimum akan menjadi acuan pengujian CBR. Sesuai dengan campuran dan kadar air masing-masing pengujian. Pengujian CBR dimaksudkan mengetahui pengaruh

penambahan pasir pantai terhadap tanah lempung.

**Tabel 6** Hasil pengujian penetrasi laboratorium

Dial Reading (mm)	Penurunan (inc)	Beban (lbs)		
		10x Pukulan	25x Pukulan	56x Pukulan
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,25	0,01	1,61	6,44	22,53
0,50	0,02	12,87	20,28	33,79
1,00	0,04	31,54	43,45	51,50
1,50	0,06	42,81	57,93	70,81
2,00	0,08	48,60	75,31	86,90
2,50	0,10	72,42	93,02	107,50
3,00	0,12	82,07	111,04	120,70
4,00	0,16	90,12	125,20	135,82
5,00	0,20	99,78	138,40	167,36
6,00	0,24	111,04	163,50	177,02
8,00	0,32	112,65	183,46	208,24

Dari Tabel 6 hasil pengujian penetrasi diplotkan kedalam grafik hubungan beban dengan penurunan dapat dilihat dari Gambar 5.



**Gambar 5** Grafik Hubungan Beban dan Penurunan

Penetrasi yang digunakan untuk perhitungan nilai CBR adalah 0,1” dan 0,2”

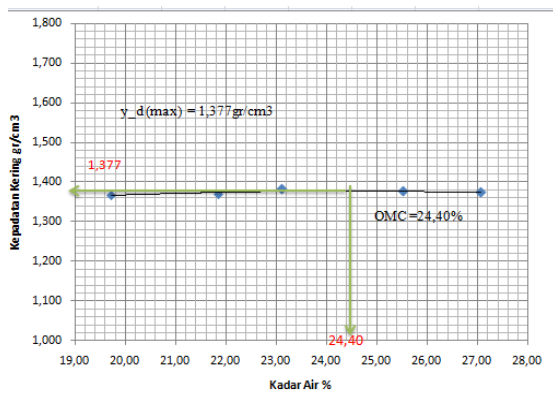
$$\text{Nilai CBR pada penetrasi 0,1''} = \frac{\text{nilai beban}}{3 \times 1000} \times 100\%$$

$$\text{Nilai CBR pada penetrasi 0,2''} = \frac{\text{nilai beban}}{3 \times 1500} \times 100\%$$

**Tabel 7** Hasil Perhitungan Nilai CBR tanah Asli

Pukulan	10x	25x	56x
penurunan 0,10	$74/3000 \times 100 = 2,46$	$90/3000 \times 100 = 3,00$	$101/3000 \times 100 = 3,36$
penurunan 0,20	$120/4500 \times 100 = 2,66$	$151/4500 \times 100 = 3,35$	$172/4500 \times 100 = 3,82$

Hasil dari perhitungan nilai CBR kemudian diambil nilai terbesar dari tiap pukulan untuk diplot kedalam grafik CBR design seperti terlihat pada Gambar 6.

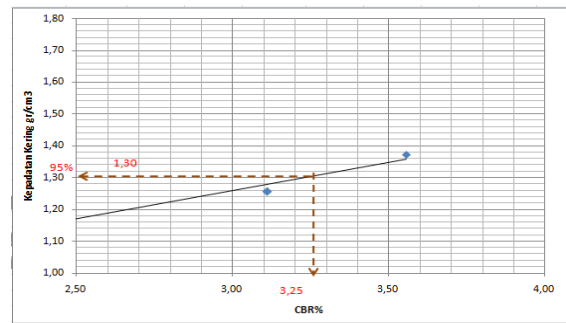
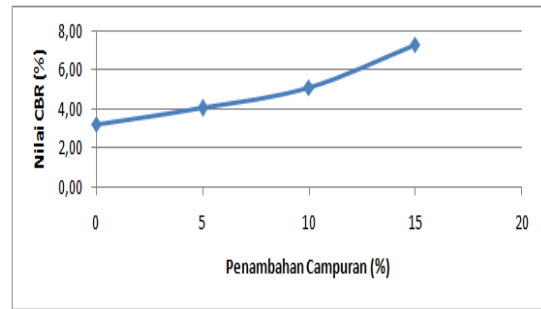


**Gambar 6.** Grafik CBR design

Dari grafik pada Gambar 6 hubungan tersebut didapat CBR tanah asli sebesar 3,25%, adapun hasil Nilai CBR setiap campuran.

**Tabel 8** Hasil Perhitungan Nilai CBR

Variasi Campuran	Berat Isi Kering (gr/cm <sup>3</sup> )	Nilai CBR (%)
Tanah Asli + Pasir 0%	1,30	3,25
Tanah Asli + Pasir 5%	1,34	4,05
Tanah Asli + Pasir 10%	1,38	6,10
Tanah Asli + Pasir 15%	1,42	7,30



**Gambar 7** Grafik hubungan penambahan campuran terhadap nilai CBR

Dari Tabel 8 hasil perhitungan nilai CBR dan dari grafik hubungan penambahan campuran terhadap nilai CBR Gambar 7 dapat dilihat bahwa terjadi kenaikan nilai CBR seiring bertambahnya persentase campuran campuran 5%; 10%; dan 15% meningkat menjadi 4,05%; 6,10%; dan 7,30%. Semakin tinggi persentase campuran maka semakin tinggi nilai CBR.

Berdasarkan persyaratan dari nilai CBR dikatakan baik apabila nilai CBR laboratorium lebih dari 6% dan dapat digunakan sebagai lapisan subgrade. Jika dibandingkan nilai CBR penelitian terdahulu yang tertera di studi pustaka dengan penambahan limbah karbit dan abu batubara jauh lebih baik menggunakan penambahan pasir pantai yang diuji peneliti dimana nilai CBR dari stabilisasi menggunakan abu batubara 4,10% sedangkan menggunakan pasir pantai 7,30%.

## 5. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil uji lab yang dilakukan, diperoleh hasil nilai CBR tertinggi adalah

7,30% yang dimana nilai CBR naik 125% dari nilai CBR tanah asli. Menurut Klasifikasi Nilai CBR Tanah yang ada pada Tabel 1 maka tanah yang telah distabilisasi menggunakan pasir pantai sebanyak 15% dengan pemeraman 3 hari dapat digunakan sebagai subgrade maupun subbase.

Saran perlu dilakukan penambahan variasi pemeraman agar ada sebagai pembandingan pengaruh pemeraman dan pada penelitian selanjutnya diharapkan melakukan pemeriksaan sifat fisik bahan campuran.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Anita. (2010). Stabilisasi Tanah Lempung Batola Menggunakan Campuran Limbah Karbit dan Abu Batu Bara [Skripsi]. Banjarmasin: Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat.
- Bowles, J. E. (1984). *"Sifat-sifat Fisis dan Geoteknis Tanah"*. Jakarta: Erlangga.
- Canonica, Lucio. (1991). *Memahami Mekanika Tanah*. Angkasa. Bandung.
- Craig, R. F dan Susilo S. Budi. (1987). *Mekanika Tanah*. Jakarta: Erlangga.
- Hendarsin. 2000. *Perencanaan Teknik Jalan Raya*. Bandung: Politeknik Negeri Bandung.
- Ingles, O.G., dan Metcalf, J.B., 1972, *Soil Stabilization*, Butterworths, Sydney.
- Preadinata Okta. (2006). Pengaruh Penambahan Limbah Batubara Terhadap Stabilisasi Tanah Lempung. [Skripsi]. Banjarmasin: Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat.
- Simanjuntak, M.R., Lubis, K., dan Rangkuti, N.M. (2017). "Stabilisasi Tanah Lempung Dengan Campuran Pasir Pantai terhadap Nilai CBR". *Journal of Civil Engineering, Building and Transportation*, 1(2): 96-104.
- Sudjiyanto, A.T., 2006, Studi Potensi dan Tekanan Pengembangan Pada Tanah Lempung Ekspansif Pada variasi Kadar Air, *Laporan Penelitian Hibah Dikti Depdiknas Skim PDM*, Fakultas Teknik Universitas Widyagama Malang (tidak dipublikasikan).
- Waruwu, A., Dian Rano dan Tesselonika Panjaitan (2021). "Kajian Nilai California Bearing Ratio (CBR) Pada Tanah Lempung Lunak dengan Variasi Tebal Stabilisasi Menggunakan Abu Vulkanik". *Jurnal Rekayasa Sipil (JRS-UNAND)*, Vol 17, hal 116-hal 130.
- Wesley, L. D. (2017). *Mekanika Tanah*. Penerbit Andi.
- Zaro, K., Nugroho, S. A., & Fatnanta, F. (2014). Pengaruh Kadar Lempung dengan Kadar Air di atas OMC Terhadap Nilai CBR dengan dan Tanpa Rendaman pada Tanah Lempung Organik. *Jom FTeknik*, 1(2), 1–5.