

Research Article

Pengaruh Campuran *Spent Bleaching Earth* (SBE) dan Semen Sebagai Bahan Stabilisasi Tanah Lempung Terhadap Nilai *California Bearing Ratio* (CBR)

Sarah Alwiyah^{1,*}, Vella Anggreana¹, dan Roza Mildawati¹

¹Program Studi Teknik Sipil, Universitas Islam Riau, Pekanbaru, Riau

Received: 4 December 2023, Accepted: 26 December 2024, Published: 4 January 2024

Abstract

One method for enhancing the natural state of the soil is soil stabilization. Spent bleaching earth (SBE) is the solid waste left over after palm oil is refined for use in oleochemical industry processes. When the field test value exceeds 3% and the laboratory test value exceeds 6%, the soil strength is deemed favorable. The test results indicate that as the curing time increased, the natural soil's California Bearing Ratio (CBR) value increased as well. After 0 days of curing, the natural soil's CBR value was 11.91%; after 4 days, it rose to 12.59%; and after 7 days, it reached 13.99%. Furthermore, the soil that underwent a 4-day soak had a CBR value of 4.01%. Concurrently, the CBR value increased with increasing curing time in the mixed soil CBR test, which had a composition of 10% cement and 22.5% SBE. The mixed soil's CBR value at 0 days of curing was 12.66%. Nevertheless, the CBR value increased significantly to 22.64% after 4 days of curing. Furthermore, the CBR value increased to 27.11% after 7 days of curing. The mixed soil's CBR value was 23.52% over the course of the four-day soaking period. We can conclude that the natural soil and the mixed soil exhibit their highest CBR values following a 7-day curing period. This suggests that the CBR value is influenced by the curing time. In both soil types, a higher CBR value was noted with longer curing times.

© 2024 published by Sriwijaya University

Keywords: clay, soil stabilization, spent bleaching earth

1. PENDAHULUAN

Dalam bidang teknik sipil, nilai *California Bearing Ratio* (CBR) telah menjadi standar untuk mengukur kemampuan tanah dalam konstruksi. Persyaratan nilai CBR yang baik adalah lebih dari 3% berdasarkan pengujian lapangan dan lebih dari 6% berdasarkan pengujian laboratorium [1].

Salah satu jenis tanah dasar yang daya dukungnya rendah adalah jenis tanah lempung. Dilihat dari sifat kembang susutnya, lempung dibedakan menjadi dua kelompok, yaitu lempung ekspansif dan non-ekspansif. Tanah lempung ekspansif adalah tanah yang mempunyai potensi kembang susut yang besar apabila terjadi perubahan kadar air tanah, sedangkan tanah lempung non-ekspansif tidak sensitif terhadap perubahan kadar air, artinya kembang susutnya kecil apabila terjadi perubahan kadar air [2]. Tanah dasar yang daya dukungnya rendah dapat diperbaiki dengan metode stabilisasi. Stabilisasi

tanah adalah suatu metode yang digunakan untuk memperbaiki sifat-sifat tanah dasar agar daya dukung tanah tersebut menjadi lebih baik sehingga tanah menjadi stabil dan mampu memikul beban yang bekerja terhadap konstruksi di atas tanah.

Stabilisasi dilakukan dengan cara menggabungkan tanah dengan bahan tambahan tertentu untuk meningkatkan karakteristik teknis tanah sehingga memenuhi persyaratan. Stabilisasi dengan cara mencampur tanah dengan bahan tambahan untuk memperbaiki sifat teknisnya disebut juga dengan stabilisasi kimiawi [3].

Bahan-bahan tersebut, dalam jumlah yang tepat dapat memperbaiki sifat teknis tanah seperti kekuatan, tekstur, kemampuan kerja dan plastisitas. Beberapa bahan tambahan diantaranya adalah kapur, semen portland, abu sisa pembakaran, aspal, dan lain-lain [4][5][6]. Stabilisasi tanah menggunakan campuran *spent bleaching earth* (SBE) dan semen bermaksud untuk menaikkan nilai kekuatan tanah lempung agar stabil. SBE berfungsi sebagai material

pozzolan, sementara semen telah terbukti secara kualitas meningkatkan kekuatan tanah yang telah distabilisasi menggunakan campuran semen.

Sumarno dkk. [7] telah melakukan penelitian dengan variasi perbandingan CS-60 dan SBE yang digunakan dalam tanah lempung sebesar 67,5% : 10% : 22,5%, 45% : 10% : 45%, dan 22,5% : 10% : 67,5%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sampel ST01 yang merupakan tanah lempung asli, memiliki nilai CBR sebesar 3,24%, sementara sampel ST02, yang telah distabilisasi dengan 10% CS-60 memiliki nilai CBR sebesar 5,01%. Hasil penelitian juga menunjukkan bahwa penambahan limbah SBE dapat meningkatkan nilai CBR secara signifikan dengan nilai berturut-turut sebesar 5,39%, 8,52%, dan 17,99% campuran SBE dan semen mampu meningkatkan nilai CBR hingga tiga kali lipat dibandingkan dengan tanah asli. Namun, penelitian ini belum mengoptimalkan variasi campuran SBE dan waktu pemeraman untuk mendapatkan hasil terbaik [7].

Spent Bleaching Earth (SBE)

Spent bleaching earth (SBE) masuk dalam kategori limbah yang dihasilkan dari proses pemutihan dalam industri oleokimia (sektor industri yang memproduksi bahan kimia berbasis minyak atau lemak alami, seperti minyak kelapa sawit, minyak kelapa atau minyak hewani.) pengolahan *crude palm oil* (CPO). Dengan demikian, SBE merupakan limbah yang dihasilkan dari pengolahan lemak hewan/nabati. Proses pembuatan minyak goreng setidaknya memerlukan *bleaching earth* sebanyak 6-12 kg/ton minyak goreng pada proses pemucatannya. Berdasarkan data di atas, apabila kapasitas produksi mencapai 49 juta ton/tahun dimana proses produksinya memerlukan 12 kg untuk tiap 1 ton minyak goreng, maka potensi limbah *spent bleaching earth* (SBE) yang dihasilkan dapat mencapai 5,8 juta ton/tahun. Timbulan limbah SBE tergolong besar namun pemanfaatannya masih kecil sehingga diperlukan upaya untuk mendorong pemanfaatan yang lebih besar [8]. Limbah SBE terdiri dari beberapa zat kimia, salah satunya adalah SiO₂ dengan kandungan sebesar 83,05% yang merupakan salah satu komponen utama dalam pembuatan semen *portland*.

SBE yang merupakan sisa pemucatan dapat difungsikan sebagai *pozzolan*, sehingga dapat digunakan sebagai bahan stabilisasi tanah dan juga meningkatkan kemampuannya dalam menyerap limbah saat dimanfaatkan kembali [7]. Beberapa penelitian yang telah dilakukan menunjukkan bahwa penggunaan limbah SBE normal di atas 10% sebagai bahan campuran beton menghasilkan beton dengan mutu yang lebih rendah. Dengan demikian,

diperlukan bahan tambahan untuk memaksimalkan potensi SiO₂ pada limbah SBE [9][10].



Gambar 1. Spent bleaching earth (SBE)

Stabilisasi Tanah Menggunakan Semen

Semen dipilih sebagai bahan stabilitas karena merupakan bahan untuk stabilitas tanah yang paling sederhana dan efektif. Kemampuan semen dalam mengeraskan dan mengikat partikel dapat dimanfaatkan untuk menciptakan massa tanah yang kuat dan tahan terhadap deformasi [11][12]. Semen portland adalah bahan pengikat hidrolis berupa bubuk halus yang dihasilkan dengan menghaluskan klinker (bahan ini terutama terdiri dari silikat-silikat kalsium yang bersifat hidrolis) dengan batu gips sebagai bahan tambahan. Fungsi semen portland adalah sebagai perekat butir-butir agregat sehingga terjadi suatu massa yang padat. Jika semen portland dicampur dengan air, dalam beberapa waktu akan menjadi keras. Semen portland dibuat dengan memanaskan suatu campuran yang terdiri dari bahan-bahan yang mengandung kapur, silika, alumina, oksida, besi, dan oksida-oksida lain secara baik dan merata [8].

Ketika semen dan tanah bercampur, kation semen menggantikan kation alkali (Na⁺ dan K⁺) di dalam tanah, sehingga meningkatkan ukuran butiran tanah (flokulasi). Berbagai proses, termasuk hidrasi, sementasi, flokulasi dan pozzolan terjadi selama stabilisasi tanah.

Berdasarkan penjelasan di atas maka tujuan dari penelitian ini yaitu:

- 1) Mengetahui dan menganalisis nilai CBR tanah lempung asli.
- 2) Mengetahui dan menganalisis nilai CBR pada tanah lempung setelah stabilisasi dengan campuran semen dan *spent bleaching earth* (SBE) dengan menggunakan variasi campuran SBE 22,5% dan semen 10% terhadap berat kering tanah lempung dengan variasi waktu pemeraman 0, 4, dan 7 hari. Waktu perendaman ditetapkan selama 4 hari.

Pengambilan variasi SBE 22,5% dan semen 10% berdasarkan penelitian terdahulu [7][13][14][15]. Selain itu pertimbangan lainnya adalah persentase variasi yang terbaik dari penggunaan SBE dan semen pada nilai CBR.

2. METODOLOGI

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen laboratorium yang dilakukan pada laboratorium Mekanika Tanah Teknik Sipil Universitas Islam Riau. Lokasi pengambilan sampel tanah di Jalan Siak II Kawasan Masjid Raya Provinsi Riau, Pekanbaru. Penetapan lokasi ini dikarenakan adanya isu yang berkembang yaitu penurunan pada menara masjid.

Bahan dan Metode

Bahan campuran terdiri dari SBE yang diambil dari PT. Dumai Hijau Abadi dan semen. Analisis gradasi SBE menunjukkan bahwa pola distribusi ukuran butir SBE secara umum berada pada rentang batas maksimum dan minimum yang ideal menurut standar [16] “*Standard Specification for Concrete Aggregates*” dimana menunjukkan bahwa SBE memiliki ukuran butir yang sangat halus.

Metode Uji CBR digunakan dalam penelitian ini berdasarkan ASTM D 1883. Pengujian awal yang dilakukan adalah berat jenis tanah asli (*Specific Gravity*), analisa saringan (gradasi saringan), kadar air tanah asli, uji pemadatan *standard proctor*.

Pengujian kadar air didasarkan pada ASTM D 2216-92 untuk mengetahui persentase kandungan air didalam tanah. Penentuan kadar air dihitung berdasarkan persamaan berikut:

$$w = \frac{w_w}{w_s} \times 100\% \quad (1)$$

Dengan:

- w = Kadar air (%)
- w_w = Berat air (gram)
- w_s = Berat tanah kering (gram)

Pengujian selanjutnya adalah pengujian berat jenis tanah berdasarkan ASTM D 854 untuk mengukur berat jenis tanah dengan ukuran butiran yang melewati saringan No.10. Penentuan berat jenis tanah dihitung berdasarkan Persamaan 2.

$$G_s = \frac{\gamma_s}{\gamma_w} \quad (2)$$

Dengan:

- G_s = Berat jenis
- γ_w = Berat volume butiran padat (gr/cm)
- γ_s = Berat volume air (gr/cm³)

Hubungan antara kepadatan tanah dan kadar air kemudian dipastikan dengan melakukan uji pemadatan standar berdasarkan ASTM D 698.

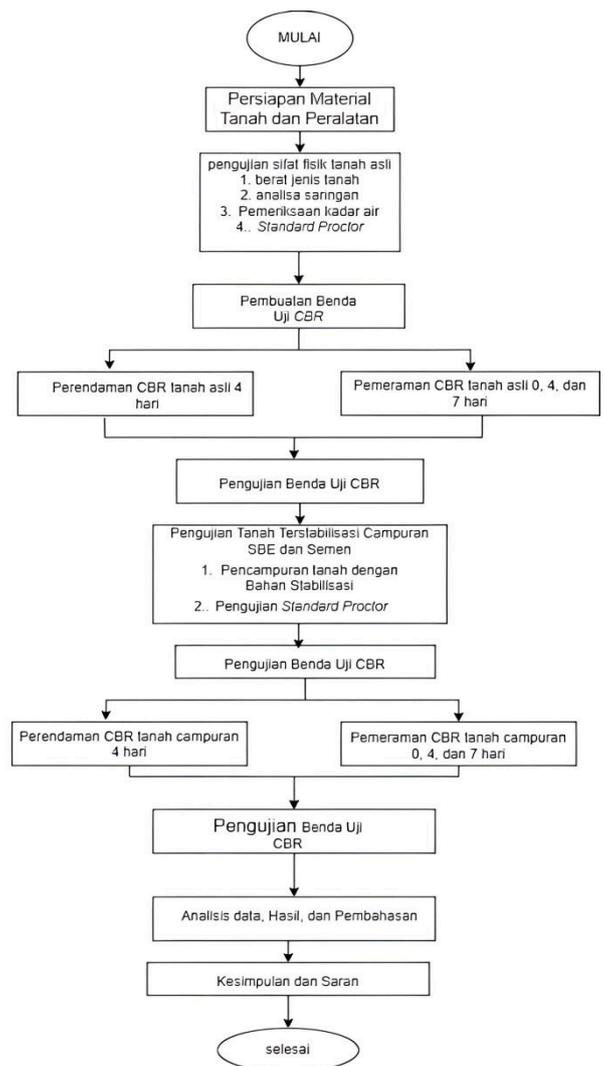
Beban penetrasi suatu lapisan tanah atau perkerasan dapat dibandingkan menggunakan pengujian CBR terhadap material standar pada kedalaman dan kecepatan yang sama [17]. Daya dukung tanah sangat dipengaruhi oleh nilai CBR-

nya, semakin tinggi nilai CBR maka semakin tinggi pula daya dukung tanah tersebut. Nilai CBR sangat penting dalam konstruksi bangunan, terutama dalam perancangan perkerasan jalan. Meskipun nilai CBR tanah dasar dan timbunan bervariasi antara 2,5 hingga 7%, namun asumsi desain di Indonesia umumnya menggunakan nilai CBR sebesar 6% [7]. Nilai *California Bearing Ratio* (CBR) telah menjadi parameter penting dalam menilai kemampuan tanah untuk pembangunan konstruksi. Untuk memenuhi persyaratan daya dukung yang baik, tanah dianggap memadai jika nilai CBR yang diuji di lapangan lebih dari 3%, dan nilai CBR yang diuji di laboratorium lebih dari 6% [1][18][19] Perhitungan nilai CBR ditentukan oleh Persamaan 3.

$$CBR = \frac{\text{beban terkoreksi}}{\text{beban standar}} \times 100\% \quad (3)$$

Bagan Alir Penelitian

Agar tujuan penelitian ini dapat tercapai rancangan dari rencana kerja diperlukan. Berikut diagram alir penelitian:



Gambar 2. Bagan alir

Sampel tanah diambil dari lokasi Jalan Siak II, Pekanbaru dengan kedalaman penggalian sekitar 0,5 meter. Sampel tanah kemudian dimasukkan ke dalam kantong plastik untuk mencegah penguapan air sebelum dilakukan pengujian di laboratorium. Tanah dikeringkan terlebih dahulu di udara selama 24 jam, kemudian dihancurkan dan disaring menggunakan saringan No. 4 (4,75 mm) sesuai ASTM D 6913 untuk memastikan tidak ada agregat kasar yang tercampur. Langkah pengujian dimulai dengan pengujian sifat fisik tanah asli yang bertujuan untuk mengetahui sifat fisik pada tanah lempung yang akan diteliti. Pengujian ini berupa pemeriksaan berat jenis tanah asli, pemeriksaan analisa saringan, pengujian kadar air tanah dan pengujian kepadatan tanah (*Standart Proctor Test*). Pengujian CBR dilakukan pada tanah asli yang direndam selama 4 hari untuk menilai pengaruh saturasi maksimum terhadap kekuatan tanah

Pemeraman tanah asli dilakukan pula dengan tujuan agar tanah mencapai kestabilan kelembapan atau kondisi tertentu sebelum dilakukan pengujian CBR. Selama pemeraman, tanah dibiarkan selama waktu tertentu dalam kondisi tertutup atau pada kelembapan yang dikontrol untuk meniru kondisi tanah di lapangan. Selanjutnya dilakukan pengujian pada tanah terstabilisasi campuran SBE dan semen yang bertujuan untuk mengetahui sifat fisik pada tanah lempung yang telah dicampur tersebut. Pengujian ini berupa pencampuran tanah dengan bahan stabilisasi dan pengujian standart proctor. Kemudian *spent bleaching earth* (SBE) 22,5% dan semen 10% dengan tanah kering (berdasarkan berat kering tanah) di campur secara merata. Setelah pencampuran, sampel dimasukkan ke dalam cetakan uji CBR, kemudian dipadatkan dalam tiga lapisan. Setelah proses pemadatan, sampel disimpan di tempat kering pada suhu ruangan selama waktu pemeraman yang berbeda-beda yaitu 0, 4 dan 7 hari. Pemeraman dilakukan dalam ruang tertutup untuk menghindari kontaminasi. Setelah pemeraman selesai (untuk variasi 0, 4, dan 7 hari), sampel direndam dalam bak air selama 4 hari. Pastikan air menutupi seluruh permukaan sampel dengan ketinggian minimal 2,5 cm di atas sampel. Selanjutnya dilakukan pengujian CBR pada tanah asli dan tanah campuran yang bertujuan untuk menentukan nilai CBR.



Gambar 3. Proses pemeraman benda uji

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian Berat Jenis Tanah Asli (*Specific Gravity*).

Berdasarkan Standar ASTM D 854, dua sampel berbeda diuji berat jenisnya dan hasilnya adalah rata-rata dari kedua pengujian tersebut. Tabel 1 menunjukkan bahwa berat jenis rata-rata (Gs) tanah lempung asli dalam kasus ini adalah 2,68.

Tabel 1. Berat Jenis Tanah Asli

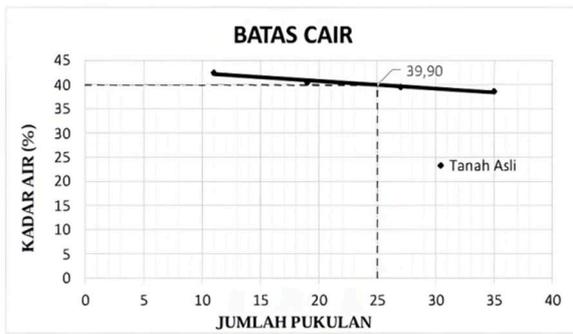
No	Keterangan	No Piknometer	
		A3	A4
1	Berat tanah + piknometer (M1) gram	71,5	70,9
2	Berat tanah + piknometer (M2) gram	107,3	100
3	Berat tanah + air + piknometer (M3) gram	193,1	187
4	Berat air piknometer (M4) gram	170,7	168,7
5	Temperature t°c	22,4	
6	Berat tanah (A) = M2 – M1	35,8	29,1
7	B = M3 – M4	22,4	18,3
8	C = A - B	13,4	10,8
9	Berat jenis, G1 = A/C	2,67	2,69
10	Nilai berat jenis rata-rata	2,68	

Gradasi saringan

Berdasarkan data hasil pengujian analisa saringan (Gambar 2), diketahui sebanyak 40,45% butiran tanah lolos pada saringan No.200 dan 59,55% butiran tanah memiliki ukuran kurang dari 0,075 mm. Hal tersebut menunjukkan tanah tersebut termasuk dalam jenis tanah berbutir halus.



Gambar 4. Distribusi gradasi butiran tanah lempung asli



Gambar 5. Grafik batas konsistensi tanah asli

Hasil pengujian batas konsistensi didapatkan nilai batas cair (LL) 39,9%, batas plastis (PL) 15,39%, dan indeks plastisitas (PI) 24,39%. Data-data tersebut menunjukkan bahwa sampel tanah asli merupakan tanah dengan potensi pengembangan yang tinggi.

Tabel 2. Data uji penentuan klasifikasi tanah

Gradation Data			Atterberg Limit				Soil Classification	
<#	#	<#2	LL	PL	PI	GI	AASH TO	USCS
10	40	00					A-6	CL
96	61	40	39	15	24	4	Tanah berlem	Lempung anorganik denganpl
76	99	45	,9	39	51	78	pung	stisitas rendah sampai dengan sedang lempung berkerikil, lempung berpasir, lempung berlanau, lempung "kurus" (lean clays)

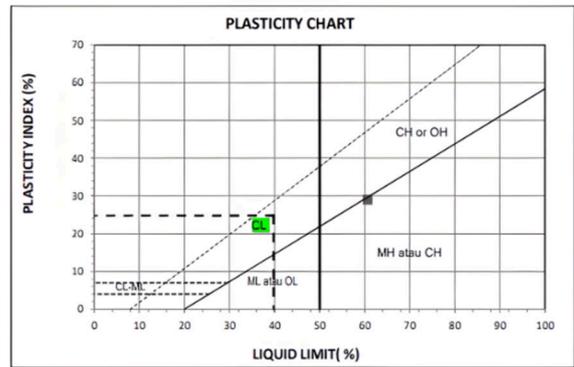
Dalam menentukan klasifikasi tanah, data yang diperlukan meliputi data gradasi butiran dan juga batas-batas Atterberg, termasuk indeks kelompok yang diperoleh melalui persamaan berikut:

$$GI = (F-35) [0,2 + 0,005 (LL-40)] + 0,01 (F-15) (PI-10)$$

$$GI = (40,45 - 35) [0,2 + 0,005 (39,9 - 40)] + 0,01 (40,45 - 15) (24,51 - 10)$$

$$GI = 4,78$$

Menurut klasifikasi AASHTO yang ditunjukkan oleh tabel 2, terdapat tiga kelompok penilaian yang digunakan untuk menentukan jenis tanah antara lain analisa saringan, nilai batas cair (LL), indeks plastisitas (PI), dan indeks kelompok (GI). Data-data dari semua batasan yang digunakan menunjukkan bahwa semua nilai masuk ke dalam kategori A-6 (tanah berlempung).



Gambar 6. Grafik klasifikasi tanah asli menurut USCS

Berdasarkan klasifikasi dari USCS yaitu hubungan antara nilai-nilai batas Atterberg dalam menentukan klasifikasi jenis tanah, ditentukan tanah asli tergolong ke dalam jenis CL (Lempung anorganik dengan plastisitas rendah sampai dengan sedang) dengan kriteria jenis lanau atau lempung dengan batas cair $\leq 50\%$. Sedangkan kriteria nilai $PI > 17$ menunjukkan bahwa tanah termasuk kategori tanah berplastis tinggi.

Pengujian Kadar Air Tanah Asli

Dua pengujian dilakukan untuk memastikan kandungan air sebenarnya dari tanah lempung dimana hasilnya kemudian diperoleh dengan menghitung rata-rata. Berdasarkan Tabel 3, tanah lempung asli mempunyai kadar air rata-rata sebesar 29,45%.

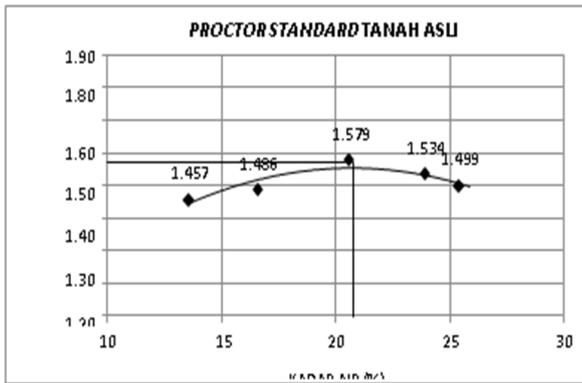
Tabel 3. Kadar air tanah asli

No.	Keterangan	Satuan	No cawan	
			L32	L30
A	Berat Cawan	gr	7,9	7,9
B	Berat Cawan + Tanah Basah	gr	47,9	47,9
C	Berat Cawan + Tanah Kering	gr	38,7	38,9
D	Berat Air (B-C)	gr	9,2	9
E	Berat Tanah Kering (C-A)	gr	30,8	31
F	Kadar Air = (D/E x 100%)	%	29,87	29,03
G	Kadar air rata rata	%	29,45	

Hal ini menunjukkan bahwa tanah lempung asli yang diuji memiliki kandungan air yang cukup tinggi sesuai dengan karakteristik umum tanah lempung, terutama yang mengandung banyak partikel halus dengan kecenderungan menyerap dan menahan air lebih banyak dibandingkan dengan tanah berpasir.

Uji Pemadatan Standard Proctor

Gambar 7 berikut menunjukkan hasil uji pemadatan standar proctor tanah asli di laboratorium.



Gambar 7. Grafik pemadatan *standard proctor* tanah asli

Nilai kepadatan kering maksimum (MDD) sebesar 1,570 gr/cm³ dan nilai kadar air maksimum (OMC) diperoleh sebesar 20,8% berdasarkan grafik uji pemadatan standar (*standard proctor*).



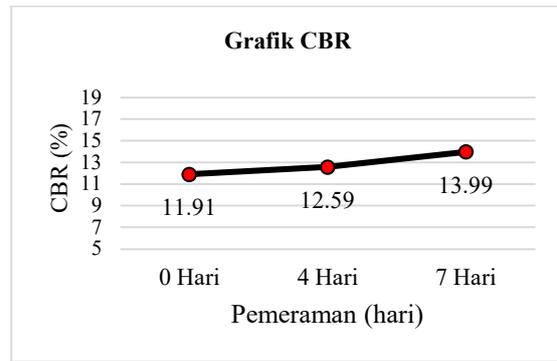
Gambar 8. Proses uji *standard proctor*

Hasil Penelitian CBR Tanah Asli

Pengujian ini bertujuan untuk menentukan nilai CBR (*California Bearing Ratio*) pada tanah asli yang telah mengalami proses pemadatan di laboratorium dengan tingkat kelembaban tertentu serta melalui proses pemeraman selama 0, 4, dan 7 hari.. Hasil pengujian CBR dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 9. Proses pengujian CBR tanah



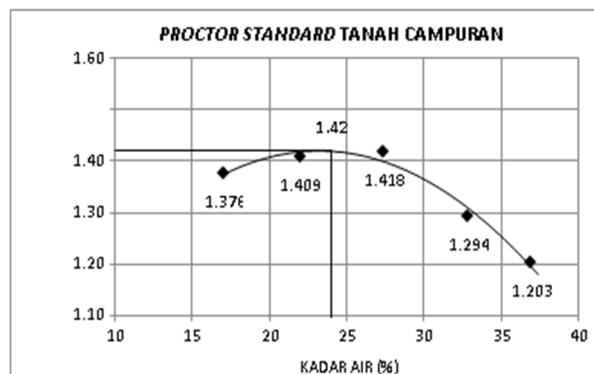
Gambar 10. Grafik nilai CBR tanah asli

Berdasarkan hasil pengujian CBR pada tanah asli, terlihat bahwa nilai CBR pada pemeraman 0 hari adalah 11,91%, pada pemeraman 4 hari 12,59% dan pada pemeraman 7 hari adalah 13,99%. Berdasarkan nilai CBR yang diperoleh diketahui bahwa semakin lama waktu pemeraman maka nilai CBR semakin tinggi. Peningkatan nilai CBR selama pemeraman 0, 4, dan 7 hari berkaitan erat dengan perubahan kelembapan dan suhu ruangan. Pemeraman memungkinkan tanah untuk mengurangi kelembapan, mengalami konsolidasi, penataan ulang partikel dan pengerasan yang semuanya berkontribusi pada peningkatan kekuatan tanah sehingga nilai CBR menjadi lebih tinggi. Proses-proses ini menunjukkan bagaimana kondisi lingkungan pemeraman dapat mempengaruhi hasil pengujian CBR

Hasil Penelitian Tanah Campuran

Pengujian Pemadatan *Standard Proctor* Tanah Campuran

Berdasarkan hasil pengujian, diperoleh hasil OMC sebesar 24% dan nilai MDD sebesar 1,42 gr/cm³ pada variasi campuran SBE 22,5% dan semen 10%.

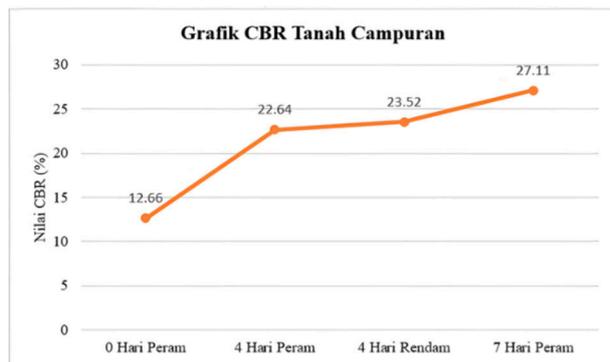


Gambar 11. Grafik pemadatan *standard proctor* tanah asli

Penelitian CBR Tanah Campuran

Nilai CBR tanah yang telah dicampur SBE dan semen dengan komposisi campuran SBE 22,5% dan

semen 10%, waktu pemeraman 0, 4, dan 7 hari serta perendaman selama 4 hari ditunjukkan oleh Gambar 12.



Gambar 12. Grafik nilai CBR tanah campuran

Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai CBR tanah campuran dengan persentase 22,5% SBE dan 10% semen untuk masa pemeraman 0 hari adalah 12,66%. Nilai tersebut lebih tinggi daripada nilai CBR tanah asli yaitu sebesar 11,91%. Untuk masa pemeraman 4 hari adalah sebesar 22,64% dimana nilai tersebut lebih tinggi daripada nilai CBR tanah asli yaitu sebesar 12,59%. Untuk masa pemeraman 7 hari yaitu sebesar 27,11% yang menunjukkan nilai tersebut lebih tinggi daripada nilai CBR tanah asli yaitu sebesar 13,99%. Sedangkan pada masa perendaman 4 hari diperoleh nilai CBR sebesar 23,52%. Nilai tersebut lebih tinggi daripada nilai CBR tanah asli yaitu sebesar 4,01%. Reaksi hidrasi semen terjadi lebih cepat dan mendominasi peningkatan awal nilai CBR dalam waktu pemeraman 7 hari. Namun demikian, reaksi pozzolan seperti yang diharapkan dari SBE, membutuhkan pemeraman lebih lama. Selain itu, pengamatan tambahan selama 28 hari atau lebih akan diperlukan untuk menangkap reaksi yang lebih signifikan

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian, nilai CBR tanah asli yang dilakukan setelah perawatan 0, 4 dan 7 hari dengan perendaman dan pemeraman selama 4 hari di dapat informasi bahwa pada masa pemeraman 0 hari diperoleh nilai CBR sebesar 11,91%, masa pemeraman 4 hari sebesar 12,59% dan pada masa pemeraman 7 hari sebesar 13,99%. Tanah tersebut memenuhi syarat untuk dijadikan lapisan tanah dasar karena $> 6\%$. Sedangkan pengujian CBR tanah awal yang dilakukan pada masa perendaman 4 hari diperoleh nilai CBR sebesar 4,01% sehingga dapat disimpulkan bahwa tanah tersebut tidak memenuhi standar ($< 6\%$).

Nilai CBR tanah asli setelah distabilisasi menggunakan SBE dan semen pada pemeraman 0 hari sebesar 12.66%, pada pemeraman 4 hari sebesar

22.64% dan nilai CBR tanah asli pada pemeraman 7 hari sebesar 27.11%. Sedangkan CBR tanah asli pada perendaman 4 hari sebesar 23.52%. Berdasarkan hasil pengujian dapat disimpulkan bahwa nilai CBR tertinggi yaitu pada 7 hari pemeraman baik untuk tanah asli maupun tanah campuran. Lama waktu pemeraman dan penambahan semen menjadi salah satu faktor yang mempengaruhi besarnya nilai CBR. Semakin lama pemeraman, maka nilai CBR akan semakin meningkat, baik tanah asli maupun tanah campuran

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat Universitas Islam Riau dan rekan-rekan pada Prodi Teknik Sipil Fakultas Teknik UIR yang telah mendukung terlaksananya penelitian ini.

REFERENSI

- [1] Norseta Ajie S. dan Rida Respati, "Stabilisasi Tanah Gambut Palang Karaya dengan Bahan Campuran Tanah Non Organik dan Kapur," *media Ilm. Tek. sipil*, vol. 6, no. 1, pp. 124–131, 2018.
- [2] S. Bahri, M. R. Razali, dan K. A. Elсандy, "Pemetaan Daya Dukung Tanah Untuk Pondasi Dangkal," *J. Inersia*, vol. 8, no. 1, 2016.
- [3] L. Takulani, "Stabilisasi tanah lempung ekspansif dengan campuran semen dan abu batok kelapa," *Jurnal Ilmiah Teknik Sipil dan Teknik Kimia*, 9 (1), page 28 - 40, 2024
- [4] M. R. A. Simanjuntak, K. Lubis, and N. M. Rangkuti, "Stabilization of Clay Lands with Coastal Sand Mixes on CBR Value," *J. Civ. Eng. Build. Transp.*, vol. 1, no. September, pp. 96–104, 2017.
- [5] A. A. Firoozi, C. Guney Olgun, A. A. Firoozi, and M. S. Baghini, "Fundamentals of soil stabilization," *Int. J. Geo-Engineering*, vol. 8, no. 1, 2017, doi: 10.1186/s40703-017-0064-9.
- [6] S. S. Alwiah, E. Elizar, V. Anggreana, dan I. Maulana, "Pemanfaatan Limbah Spent Bleaching Earth (Sbe) Sebagai Bahan Stabilisasi Tanah Lempung Terhadap Penurunan Konsolidasi," *Konf. Nas. Tek. Sipil*, vol. 1, no. 6, pp. 16–17, 2024, doi: 10.62603/konteks.v1i6.112.
- [7] A. Sumarno et al., "Pemanfaatan Limbah Spent Bleaching Earth pada Stabilisasi Tanah Lempung dengan Clean Set Cement Utilization of Spent Bleaching Earth Waste on Clay Stabilization Using Clean Set Cement," *J. Teknol. Lingkungan*, vol. 22, no. 1, pp. 104–110, 2021.
- [8] M. Ikhwan Habib dkk., "Kajian Teknis Pemanfaatan Limbah Spent Bleaching Earth sebagai Substitusi Agregat Halus pada Paving Block dengan Penambahan Cangkang Kulit Kerang Hijau," *Conf. Proceeding Waste Treat. Technol.*, vol. 5, no. 1, pp. 59–62, 2022.
- [9] D. Dermawan dan M. L. Ashari, "Studi Pemanfaatan Limbah Padat Industri Pengolahan Minyak Kelapa Sawit Spent Bleaching Earth sebagai Pengganti Agregat pada Campuran Beton," *J. Presipitasi Media Komun. dan Pengemb. Tek. Lingkungan*, vol. 15, no. 1, p. 7, 2018, doi: 10.14710/presipitasi.v15i1.7-10.
- [10] S. Sugiartiningih, A. Setiawan, dan W. Sutrisno, "Pemanfaatan Pasir Silika Limbah Sandblasting sebagai Substitusi Agregat Halus pada Structural Lightweight Foamed Concrete (SLFC)," *Conf. Proceeding Waste Treat. Technol.*, vol. 5, no. 1, pp. 50–54, 2022.

- [11] P. P. Takaendengan and J. R. S. S. Monintja, J. H. Ticoh, "Pengaruh Stabilisasi Semen Terhadap Swelling," *Jurnal Sipil Statik*, vol. 1, no. 6, 2013.
- [12] A. Waruwu, "Kajian Nilai California Bearing Ratio (CBR) Pada Tanah Lempung Lunak dengan Variasi," *Jurnal Rekayasa Sipil*, vol. 17, no. 2, pp. 116–130, 2021.
- [13] H. Al-Alam and V. Bachtiar, "Pemanfaatan Limbah Spent Bleaching Earth Pada Stabilisasi Tanah-Kapur Untuk Lapisan Fondasi Badan Jalan Ditinjau Terhadap Karakteristik Kembang-Susut," *JeLAST*, vol. 10, no. 2, 2023
- [14] Mulyono, "Pengaruh Campuran Abu Batang Jagung dan semen Sebagai Bahan Stabilisasi Tanah Lempung Organik Terhadap Nilai California Bearing Ratio" Tugas Akhir, Program Studi Teknik Sipil, Universitas Islam Riau, 2021.
- [15] I. G. Agung and Iestari Istri, "Karakteristik Tanah Lempung Ekspansif (Studi Kasus di Desa Tanah Awu , Lombok Tengah)," *GaneÇ Swara* vol. 8, no. 2, pp. 15–19, 2014.
- [16] C. A. International and S. Specification, "Designation: C 33-90a e1 Standard Specification for Concrete Aggregates 1," 1999, [Online]. Available: www.astm.org
- [17] B. W. Lope dan J. E. R. S. Agnes T. Mandagi, "Pengaruh Penambahan Serbuk Arang Kayu dan Serat Karung Plastik Terhadap Nilai CBR Laboratorium Tanpa Rendam," *Jurnal Sipil Statik* vol.7 no.11, pp. 1427–1434, 2019.
- [18] E. Bowles, & Joseph, *Sifat-Sifat Fisis dan Geoteknis Tanah (Mekanika Tanah)*. Penerbit Erlangga. 1991.
- [19] P. Terzaghi, K., & Ralph, *Mekanika Tanah dalam Praktek Rekayasa*. Penerbit Erlangga, 1987.