

Optimalisasi Daya Dukung Tanah Lempung dengan Campuran *Spent Bleaching Earth (SBE)* dan Kapur Tohor

Sy. Sarah Alwiah^{1*}, Vella Anggreana², Heri Ahmadi³, Frisca Amelia Suftri⁴

^{1,2,3,4} Program Studi Teknik Sipil, Universitas Islam Riau

Email: sarahalwiyah@eng.uir.ac.id; ^{1*} vella.anggreana@eng.uir.ac.id; ²

ABSTRAK

Tanah lempung memiliki kadar air tinggi, plastisitas besar, dan daya dukung rendah sehingga sering menjadi penyebab permasalahan struktural dalam pekerjaan konstruksi, seperti yang terjadi di lokasi penelitian pada Jl. Siak II, kawasan Masjid Raya Provinsi Riau, di mana bangunan mengalami penurunan akibat rendahnya kapasitas dukung tanah. Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan sifat fisik dan daya dukung tanah lempung melalui stabilisasi menggunakan campuran *Spent Bleaching Earth (SBE)* dan kapur tohor. Pengujian dilakukan di laboratorium dengan variasi campuran 22,5% *SBE* dan 25% kapur tohor, masa pemeraman 0, 4, dan 7 hari serta perendaman 4 hari, meliputi pemeriksaan kadar air, berat jenis, analisis saringan, pemadatan Standard Proctor, dan nilai *California Bearing Ratio (CBR)*. Hasil menunjukkan bahwa tanah asli memiliki kadar air 29,45%, berat jenis 2,43 g/cm³, material tertahan saringan No.200 sebesar 40,44%, serta kepadatan maksimum 1,57 kN/m³ dengan kadar air optimum 20,8%. Nilai *CBR* tanah asli meningkat sesuai lama pemeraman, dengan nilai tertinggi 13,99% pada pemeraman 7 hari. Untuk tanah yang distabilisasi, peningkatan kapasitas dukung paling signifikan terjadi pada campuran tanah + *SBE* + kapur tohor dengan pemeraman 7 hari, menghasilkan nilai *CBR* 29,36%, sementara hasil terbaik pada kondisi perendaman 4 hari terdapat pada campuran tanah + kapur tohor dengan nilai *CBR* 20,75%. Secara keseluruhan, stabilisasi menggunakan *SBE* dan kapur tohor terbukti efektif dalam meningkatkan daya dukung tanah lempung, khususnya setelah pemeraman 7 hari.

Kata Kunci: stabilisasi tanah, *SBE*, kapur tohor, *CBR*, tanah lempung.

ABSTRACT

Clay soil has high water content, high plasticity, and low bearing capacity, which often causes structural problems in construction projects, as observed at the research location on Jl. Siak II, Masjid Raya Province of Riau area, where structural settlement occurred due to insufficient soil bearing capacity. This study aims to improve the physical properties and bearing capacity of clay soil through stabilization using a mixture of *Spent Bleaching Earth (SBE)* and quicklime. Laboratory tests were performed using a mixture variation of 22.5% *SBE* and 25% quicklime with curing durations of 0, 4, and 7 days and a soaking period of 4 days. The laboratory program included water content, specific gravity, sieve analysis, Standard Proctor compaction, and *California Bearing Ratio (CBR)* tests. The untreated soil exhibited a water content of 29.45%, a specific gravity of 2.43 g/cm³, 40.44% retained on sieve No.200, and a maximum dry density of 1.57 kN/m³ at an optimum moisture content of 20.8%. The *CBR* value of the untreated soil increased with curing time, reaching 13.99% on the 7th day. For the stabilized soil, the highest *CBR* improvement was achieved by the mixture of soil + *SBE* + quicklime with 7 days of curing, reaching 29.36%, while the best *CBR* under 4-day soaking occurred in the mixture of soil + quicklime with a *CBR* value of 20.75%. These findings indicate that the combined use of *SBE* and quicklime is effective in enhancing the bearing capacity of clay soil, with optimal performance observed after 7 days of curing.

Key words: soil stabilization, *SBE*, quicklime, *CBR*, clay soil.

Submitted:	Reviewed:	Revised	Published:
05 May 2025	13 November 2025	22 Desember 2025	01 February 2025

PENDAHULUAN

Tanah lempung merupakan jenis tanah berbutir halus yang memiliki sifat plastisitas tinggi dan kadar air yang besar, sehingga mengakibatkan daya dukung yang rendah. Kondisi ini sering menjadi kendala dalam proyek-proyek konstruksi, terutama pada lapisan pondasi jalan, bangunan, maupun struktur lainnya (Cheryl & Lim, 2024). Salah satu contoh kasus tanah dengan daya dukung rendah terdapat di kawasan

Masjid Raya Provinsi Riau di Jalan Siak II, Pekanbaru, yang menunjukkan indikasi kemiringan bangunan akibat ketidakstabilan tanah penopang. Upaya untuk meningkatkan daya dukung tanah lempung dapat dilakukan dengan metode stabilisasi tanah, baik secara fisik maupun kimia (Ridhayani & Saputra, 2021; Simanjuntak et al., 2017; Waruwu et al., 2024). Salah satu metode yang banyak digunakan adalah stabilisasi dengan bahan tambah seperti kapur dan semen atau bahan

limbah seperti *fly ash* dan slag baja. (Insan et al., 2019; Taqwa et al., 2025; Taqwa & Irfan, 2020). Penggunaan material limbah seperti *Spent Bleaching Earth (SBE)*, limbah industri pengolahan minyak sawit, juga menarik perhatian sebagai solusi ramah lingkungan yang berpotensi memperbaiki sifat mekanik tanah (Yunus et al., 2020)

Beberapa penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa *SBE* dapat meningkatkan nilai kuat tekan, berat jenis, dan daya dukung tanah (Abrar & Abdullah, 2019; Alwiah et al., 2024). Selain itu, (Al-Alam & Bachtiar, 2023) menyebutkan bahwa kombinasi *SBE* dengan semen meningkatkan nilai *CBR* tanah. Namun, penelitian yang mengombinasikan *SBE* dengan kapur tohor pada tanah lempung dengan pendekatan pemeraman (*curing time*) dan uji rendam masih jarang dilakukan. Hal ini menunjukkan adanya celah penelitian terkait efektivitas penggunaan kedua bahan tersebut sebagai stabilisator tanah.

Dalam bidang teknik sipil, nilai California Bearing Ratio (*CBR*) telah menjadi standar untuk mengukur kemampuan tanah dalam konstruksi. Jika tanah memiliki daya dukung yang kurang baik atau tidak memenuhi syarat, stabilisasi diperlukan agar tanah tersebut dapat digunakan sebagai bahan timbunan atau sebagai lapis pondasi dasar (Ridhayani & Saputra, 2021). Salah satunya adalah *Spent Bleaching Earth (SBE)*. *Spent Bleaching Earth* merupakan hasil akhir dari pengolahan pabrik kelapa sawit yang berfungsi sebagai material pazzolan (Alwiah et al., 2023; Sumarno et al., 2021).

Berdasarkan penjelasan di atas, penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi penggunaan campuran *Spent Bleaching Earth (SBE)* dan kapur tohor dalam stabilisasi tanah lempung terhadap nilai California Bearing Ratio (*CBR*).

METODE PENELITIAN

Penelitian ini tentang pengujian kuat daya dukung tanah yang ditinjau dari nilai *CBR* (California Bearing No.) setelah dicampur dengan bahan tambah *Spent Bleaching Earth (SBE)* dan Kapur Tohor. Material yang digunakan yaitu Tanah Lempung yang di ambil di area Pekanbaru serta lolos saringan No.4 dan dilakukan pengujian pada Laboratorium Mekanika Tanah (Sari, 2021)



Gambar 1. Lokasi Pengambilan Sampel Tanah

Lokasi pengambilan material tanah lempung ini dilakukan di Jalan Siak II kawasan Masjid Raya Provinsi Riau, Pekanbaru, karena pada daerah tersebut terjadi penurunan pada struktur menara Masjid Raya Provinsi Riau. Adapun bahan pengujian terdiri dari 3 jenis, yaitu tanah pengujian (tanah lempung), bahan stabilisasi (*SBE*), dan air pengujian (air suling). Alat uji yang digunakan yaitu timbangan, oven, piknometer, gelas ukur, cawan, saringan, mould (cetakan), alat uji *SBE*, dan *proctor*.

Pengujian dilakukan melalui 3 tahapan, yaitu: (1) mencari pustaka-pustaka yang berkaitan dengan penelitian berupa penelitian terdahulu serta dasar teori yang dapat mendukung penelitian, (2) pengujian sifat fisik tanah asli untuk mengetahui sifat fisik pada tanah lempung dengan melakukan pemeriksaan berat jenis tanah asli, pemeriksaan analisa saringan, pengujian kadar air tanah, dan pengujian kepadatan tanah (Standart Proctor Test) serta pengujian tanah terstabilisasi campuran *SBE* dan Kapur Tohor yang bertujuan untuk mengetahui sifat fisik pada tanah lempung yang telah dicampur *SBE* dan Kapur Tohor, dan (3) menganalisis data hasil pengujian yang akan dianalisa dan diolah lalu direkap dan dirangkum.

Perhitungan menganalisa gradasi butiran (ASTM-136):

$$\% \text{ tertahan} = \frac{\text{jumlah berat tertahan}}{\text{berat tanah}} \times 100\% \quad (1)$$

Dengan:

% tertahan = persentase berat tanah tertahan pada masing masing ayakan terhadap seluruh berat tanah (%)

Jumlah Tertahan = berat tanah yang tertahan pada masing-masing saringan (gr)

berat tanah = berat sampel yang diuji (gr).

Perhitungan pengujian berat jenis dirumuskan:

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

Dengan:

G_s = Berat jenis

γ_s = Berat volume butiran padat (gr/cm³),

γ_w = Berat volume air (gr/cm³).

Perhitungan pemeriksaan kadar air dirumuskan:

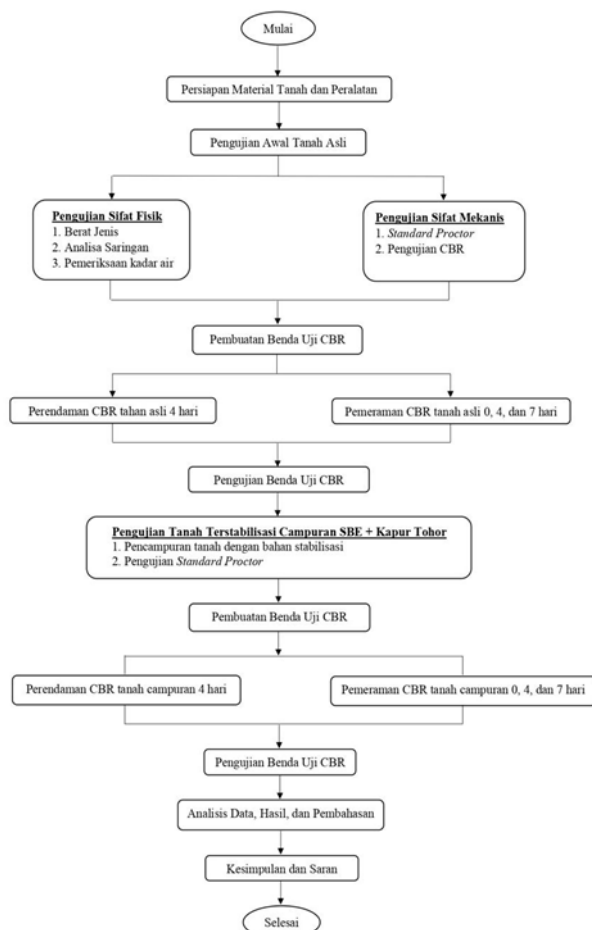
$$w = \frac{W_w}{W_s} \quad (3)$$

Dengan;

W = Kadar air (%),
W_w = Berat air (gr)
W_s = Berat tanah kering (gr).

Metode yang digunakan untuk memperoleh data yaitu data primer dan data sekunder. Data primer berupa dokumentasi hasil penelitian di laboratorium sedangkan data sekunder berupa kumpulan data atau informasi dari penelitian sebelumnya.

Adapun bagan alir penelitian ini dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 2. Bagan alir penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Pengujian pada Tanah Asli

Kebutuhan Bahan Material Penelitian

Kebutuhan material untuk pengujian nilai *CBR* pada tanah asli dengan pemeraman selama 0, 4, dan 7 hari dapat dilihat pada tabel berikut

Tabel 1. Kebutuhan Material Pengujian *CBR* pada Tanah Asli

No	Sampel	Tanah (gr)	Berat Mold (gr)	Berat Mold + Tanah (gr)	Pemera man (Hari)
1	1	4260	3980	8240	0
2	2	4236	3980	8216	
3	3	4243	3980	8223	
4	1	4466	3960	8426	4
5	2	4353	4158	8511,5	
6	3	4339,5	4130	8469,5	
7	1	4102,5	3983,5	8086	7
8	2	4135,5	3947,5	8083	
9	3	3981	4072,5	8053,5	
Σ	9	38116,5			11

Berdasarkan tabel hasil pengujian *CBR* pada tanah asli dengan pemeraman selama 0, 4, dan 7 hari, diperlukan total 9 sampel untuk semua waktu pemeraman, dengan setiap waktu pemeraman menggunakan 3 sampel. Jadi, secara keseluruhan terdapat 9 sampel yang membutuhkan total 38.116,5 gram atau 38,1165 kg tanah sebagai bahan pengujian.

Berikut ini adalah tabel yang menunjukkan kebutuhan material untuk pengujian nilai *CBR* pada tanah campuran 22,5% *SBE* dan kapur tohor 25% dengan pemeraman selama 0, 4, dan 7 hari

Tabel 2. Kebutuhan Material Pengujian *CBR* pada Tanah Campuran *SBE* 22,5% dan Kapur Tohor 25% pada Pemeraman selama 0, 4, dan 7 hari.

No	Sam pel	Tanah Asli (gr)	<i>SBE</i> (gr)	Kapur Tohor (gr)	Berat Mold (gr)	Berat Mold+ Tanah (gr)	Peme- raman (Hari)
1	1	2625	1125	1250	4350	8479,2	0
2	2	2625	1125	1250	4404	8501,5	
3	3	2625	1125	1250	4047	8266	
4	1	2625	1125	1250	4033	8143	4
5	2	2625	1125	1250	4072,5	8142,7	
6	3	2625	1125	1250	3960	8086	
7	1	2625	1125	1250	4027	8078	7
8	2	2625	1125	1250	4064,5	8095	
9	3	2625	1125	1250	3954,5	8003,5	
Σ	9	23625	10125	11250			11

Berdasarkan hasil tabel pengujian *CBR* pada tanah campuran dengan persentase *SBE* 22,5% dan kapur tohor 25% dengan masa pemeraman 0,4, dan 7 hari, diperlukan total 9 sampel dengan masing-masing waktu pemeraman menggunakan 3 sampel. Jadi, secara keseluruhan terdapat 9 sampel yang membutuhkan total 23.625 gram atau 23,625 kg tanah sebagai bahan pengujian. Selain itu, dibutuhkan 10.125 gram atau 10,125 kg *SBE*, dan 11.250 gram atau 11,250 kg kapur tohor sebagai bahan tambahan.

Berikut ini adalah tabel yang menunjukkan kebutuhan material untuk pengujian nilai *CBR* pada tanah asli dengan perendaman selama 4 hari.

Tabel 3. Kebutuhan Material Pengujian *CBR* Tanah Asli

No	Sampel	Tanah (gr)	Berat Mold (gr)	Berat Mold + Tanah (gr)	Peren- daman (Hari)
1	1	4510	4035	8545	4
2	2	4387,5	4550	8437,5	
3	3	4362,5	4362,5	8699,5	
To- tal	3	13234,5			4

Dari tabel hasil pengujian *CBR* pada tanah asli dengan perendaman selama 4 hari, diperlukan total 3 sampel untuk semua waktu perendaman. Jadi, secara keseluruhan terdapat 3 sampel yang membutuhkan total 13.234,5 gram atau 13,2345 Kg tanah sebagai bahan pengujian.

Berikut ini adalah tabel yang menunjukkan kebutuhan material untuk pengujian nilai *CBR* pada tanah campuran 22,5% *SBE* dan 25% kapur tohor dengan perendaman selama 4 hari.

Tabel 4. Kebutuhan Material Pengujian *CBR* pada Tanah Campuran *SBE* 22,5% dan Kapur Tohor 25% pada Pemeraman selama 0, 4, dan 7 hari.

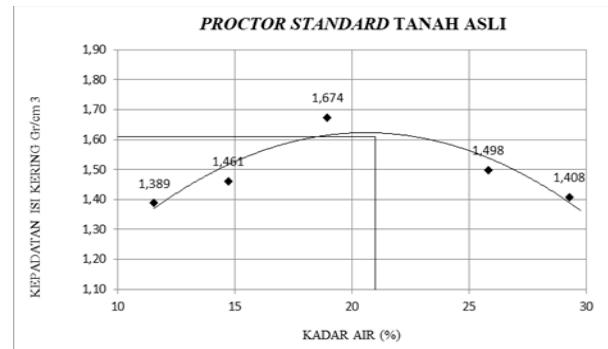
No	Sampel	Tanah Asli (gr)	<i>SBE</i> (gr)	Kapur Tohor (gr)	Berat Mold (gr)	Berat Mold + Tanah (gr)	Peren- daman (Hari)
1	1	2625	1125	1250	4081	8328	4
2	2	2625	1125	1250	3967,5	8248	
3	3	2625	1125	1250	3914,5	8156	
Σ	3	7875	3375	3750			4

Dari tabel hasil pengujian *CBR* pada tanah campuran dengan persentase 22,5% *SBE* dan 25% kapur tohor untuk waktu perendaman selama 4 hari, diperlukan total 3 sampel. Jadi, secara keseluruhan terdapat 3 sampel yang membutuhkan total 7.875 gram atau 7,875 Kg tanah. Selain itu, dibutuhkan 3.375 gram atau 3,375Kg *SBE*, dan 3.750 Gram atau 3,750 kg kapur tohor sebagai bahan pengujian.

Berdasarkan data dalam tabel mengenai kebutuhan material untuk pengujian *CBR* diketahui bahwa jumlah tanah yang digunakan adalah 82.851 gram yang setara dengan 82,851 Kg. selain itu, *SBE* yang digunakan dalam pengujian memiliki total sebesar 13.500 Gram atau 13,5 Kg. sedangkan, total kapur tohor yang digunakan adalah 15.000 gram atau 15 kg.

Pemadatan *Standard Proctor* Tanah Asli

Pengujian pemadatan pemadatan *standard proctor* menggunakan metode pemadatan standar sesuai dengan standar ASTM D 698 (1977). Berikut adalah grafik hubungan antara *OMC* dan *MDD* yang dapat dilihat sebagai berikut.

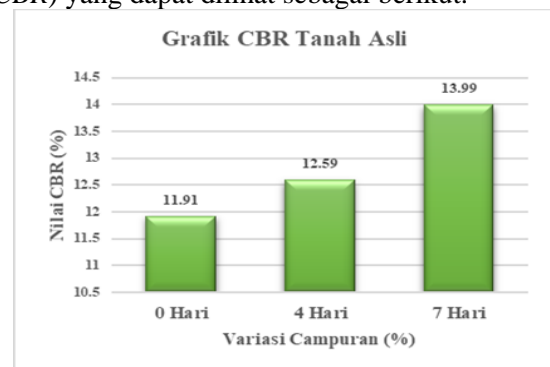
**Gambar 3.** Grafik Pemadatan Standar Proctor Tanah Asli.

Berdasarkan grafik pengujian pemadatan standar (*standard proctor*), diperoleh bahwa nilai kadar air maksimum (*OMC*) adalah 21% dan nilai kepadatan kering maksimum (*MDD*) adalah 1,61 gr/cm³.

**Gambar 4.** Proses Pemadatan Standar Proctor Tanah Asli

Pengujian *CBR* (*California Bearing Ratio*) Tanah Asli

Grafik hasil pengujian *California Bearing Ratio* (*CBR*) yang dapat dilihat sebagai berikut.

**Gambar 5.** 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 adalah 12,59%, dan pada pemeraman 7 hari adalah 13,99%. Serta nilai *CBR* pada perendaman 4 hari adalah 4,01%. Dari nilai *CBR* yang diperoleh diketahui bahwa semakin lama waktu pemeraman maka nilai *CBR* yang didapat semakin tinggi.

Berat Jenis Spent Bleaching Earth (SBE)

Data hasil pengujian berat jenis Spent Bleaching Earth (SBE) dapat dilihat pada tabel berikut.

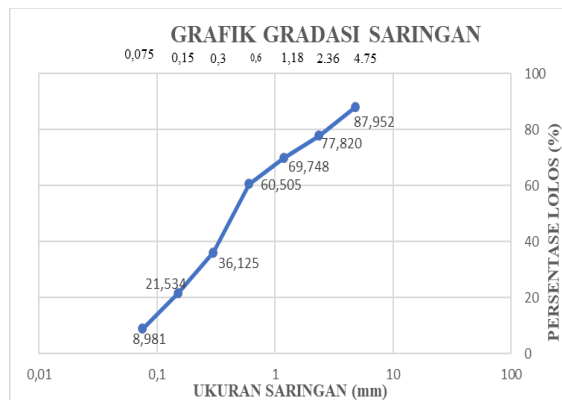
Tabel 5. Berat Jenis Spent Bleaching Earth (SBE)

No	Keterangan	No. Piknometer A8	A9
1.	Berat Piknometer (M_1) gram	70,6	64,5
2.	Berat Tanah + Piknometer (M_2) gram	120,6	114,5
3.	Berat Tanah + Air + Piknometer (M_3) gram	191,7	189,3
4.	Berat Air Piknometer (M_4)	170,2	166,9
5.	Temperature $t^\circ\text{C}$	25°	
6.	Berat Tanah (A) = $M_2 - M_1$	50	50
7.	$B = M_3 - M_4$	21,5	22,4
8.	$C = A - B$	28,5	27,6
9.	Berat Jenis, $G_1 = A/C$	1,75	1,81
10.	Nilai Berat Jenis Rata - Rata (gr/cm^3)	1,78	

Dalam pengujian ini, dilakukan pengujian berat jenis pada dua sampel yang berbeda, dan nilai yang diperoleh merupakan nilai rata – rata dari kedua pengujian tersebut. Dalam kasus ini, nilai rata – rata berat jenis (Gs) dari Spent Bleaching Earth (SBE) adalah 1,78 gr/cm^3 , sesuai dengan data yang tercantum dalam tabel.

Gradasi Benda Uji SBE

Grafik Gradasi Butiran Spent Bleaching Earth (SBE) dapat dilihat pada gambar berikut.

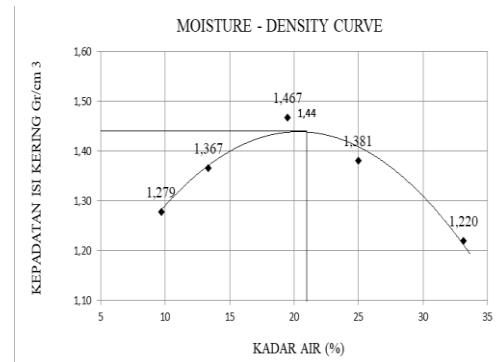


Gambar 6. Grafik Gradasi Butiran Spent Bleaching Earth (SBE)

Hasil pengujian gradasi saringan pada tanah asli telah diklasifikasikan menggunakan sistem klasifikasi tanah USCS dan AASHTO. Berdasarkan klasifikasi tersebut, tanah asli tergolong sebagai tanah lempung organik dengan karakteristik plastisitas yang tinggi.

Uji Pemadatan Standard Proctor Tanah Campuran

Pemadatan Standard Proctor Tanah Campuran dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 7. Grafik Pemadatan Standard Proctor Tanah Campuran

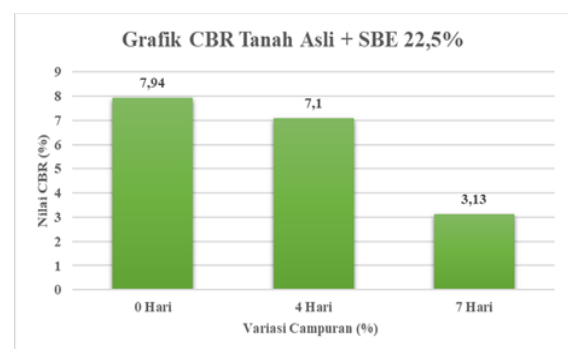
Hasil pengujian menunjukkan bahwa pada variasi campuran SBE 22,5% dan Kapur Tohor 25%, didapatkan nilai OMC sebesar 21% dan MDD sebesar 1,44 gr/m^3 .

Pengujian California Bearing Ratio (CBR) Tanah Campuran



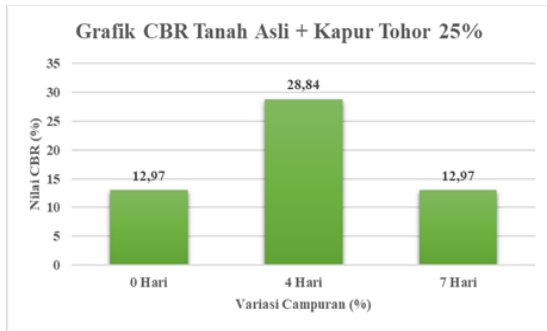
Gambar 8. Proses Pemeraman Benda Uji

Grafik CBR tanah asli+ SBE 22,5% dan tanah campuran untuk masa pemeraman selama 0 hari dapat dilihat pada gambar berikut.



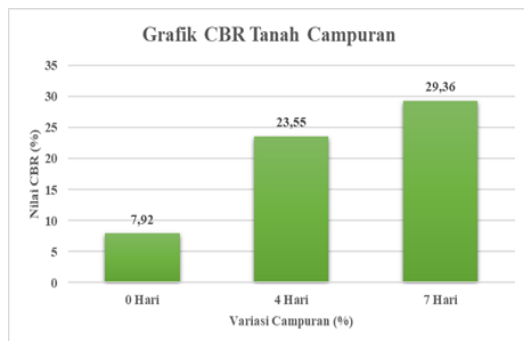
Gambar 9. Grafik Nilai CBR Tanah Asli + SBE 22.5%

Berdasarkan hasil pengujian CBR pada tanah asli + SBE 22,5%, terlihat bahwa nilai CBR pada pemeraman 0 hari adalah 7,94%, pada pemeraman 4 hari adalah 7,1%, dan pada pemeraman 7 hari adalah 3,13%. Dari nilai CBR yang diperoleh diketahui bahwa semakin lama waktu pemeraman maka nilai CBR yang didapat semakin rendah. Grafik CBR tanah asli + Kapur Tohor 25% dapat dilihat sebagai berikut.



Gambar 10. Grafik Nilai *CBR* Tanah Asli + Kapur Tohor 25%

Berdasarkan hasil pengujian *CBR* pada tanah asli + kapur tohor 25%, terlihat bahwa nilai *CBR* pada pemeraman 0 hari adalah 12,97%, pada pemeraman 4 hari adalah 28,84%, dan pada pemeraman 7 hari adalah 12,97%. Dari nilai *CBR* yang diperoleh diketahui bahwa nilai *CBR* yang tertinggi didapat pada waktu pemeraman 4 hari yaitu sebesar 28,84%. Grafik *CBR* tanah campuran dapat dilihat sebagai berikut.



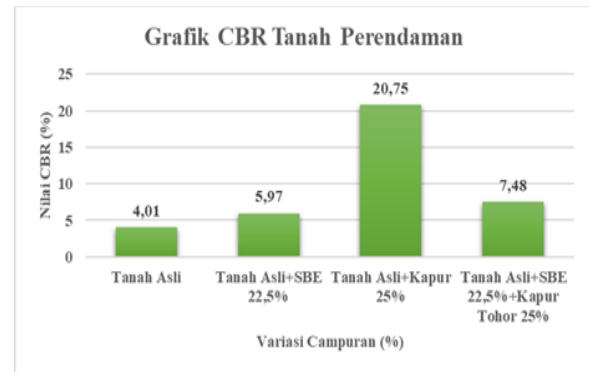
Gambar 11. Grafik *CBR* Tanah Campuran

Berdasarkan hasil pengujian *CBR* pada tanah campuran terlihat bahwa nilai *CBR* pada pemeraman 0 hari adalah 7,92%, pada pemeraman 4 hari adalah 23,55%, dan pada pemeraman 7 hari adalah 29,36%.



Gambar 12. Proses Perendaman Benda Uji

Dari nilai *CBR* yang diperoleh diketahui bahwa semakin lama waktu pemeraman maka nilai *CBR* yang didapat semakin tinggi. Grafik *CBR* tanah asli dan tanah campuran untuk masa perendaman selama 4 hari dapat dilihat sebagai berikut.



Gambar 15. Grafik Nilai *CBR* Tanah Asli dan Campuran Masa Perendaman

Dari hasil penelitian diperoleh nilai *CBR* untuk masa perendaman 4 hari pada tanah asli yaitu sebesar 4,01%, untuk nilai *CBR* tanah asli + *SBE* yaitu sebesar 5,97%, untuk nilai *CBR* tanah asli + kapur tohor yaitu sebesar 20,75%, dan untuk nilai *CBR* tanah campuran yaitu sebesar 7,48. %. Dari nilai *CBR* yang diperoleh diketahui bahwa nilai *CBR* yang tertinggi didapat pada tanah asli + kapur tohor yaitu sebesar 20,75%.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian sifat fisik tanah asli diperoleh nilai kadar air tanah asli sebesar 29,45%, pengujian berat jenis sebesar 2,43gr pengujian analisa saringan yang tertahan No. 200 sebesar 40,44 %, hasil nilai kepadatan maksimum sebesar 1,57 kN/m³ dan kadar air optimum sebesar 20,8%.

Berdasarkan hasil pengujian nilai *CBR* yang telah dilakukan pada tanah asli setelah distabilisasi menggunakan *SBE* dan Kapur Tohor dengan waktu pemeraman 0 hari, 4 hari, dan 7 hari serta perendaman 4 hari. Untuk nilai *CBR* tanah asli optimum terdapat pada pemeraman 7 hari yaitu sebesar 13,99%, nilai *CBR* optimum untuk tanah asli + *SBE* 22,5% terdapat pada pemeraman 0 hari yaitu sebesar 7,94%, nilai *CBR* optimum untuk tanah asli + kapur tohor terdapat pada pemeraman 4 hari yaitu sebesar 28,84%, dan nilai *CBR* optimum untuk tanah campuran terdapat pada pemeraman 7 hari yaitu sebesar 29,36%. Serta nilai *CBR* optimum untuk waktu perendaman 4 hari terdapat pada tanah asli + kapur tohor yaitu sebesar 20,75%. Dari hasil pengujian dapat disimpulkan bahwa nilai *CBR* optimum tertinggi terdapat pada tanah campuran dengan waktu pemeraman 7 hari yaitu sebesar 29,36%.

DAFTAR PUSTAKA

- Abrar, A., & Abdillah, N. (2019). Studi Eksperimen Pemanfaatan Limbah Spent Bleaching Earth (SBE) sebagai Bahan Pembuat Bata. *Siklus : Jurnal Teknik Sipil*, 5(2), 70–78.

- <https://doi.org/10.31849/siklus.v5i2.3223>
Al-Alam, H., & Bachtiar, V. (2023). Pemanfaatan Limbah Spent Bleaching Earth Pada Stabilisasi Tanah-Kapur Untuk Lapisan Fondasi Badan Jalan Ditinjau Terhadap Karakteristik Kembang-Susut. *JeLAST*, 10(2).
<https://doi.org/https://doi.org/10.26418/jelast.v10i2.66043>
- Alwiah, S. S., Anggreana, V., & Mildawati, R. (2023). Pengaruh Campuran Spent Bleaching Earth (SBE) dan Semen sebagai Bahan Stabilisasi Tanah Lempung terhadap Nilai California Bearing Ratio (CBR). 4247(October), 139–146.
<https://doi.org/https://doi.org/10.35139/cantilever.v13i2.296>
- Alwiah, S. S., Elizar, E., Anggreana, V., & Maulana, I. (2024). Pemanfaatan Limbah Spent Bleaching Earth (SBE) Sebagai Bahan Stabilisasi Tanah Lempung terhadap Penurunan Konsolidasi. *Konferensi Nasional Teknik Sipil (KoNTekS)*, 1(6), 16–17.
<https://doi.org/10.62603/konteks.v1i6.112>
- Cheryl, M. F., & Lim, A. (2024). Studi Kasus Pemodelan Vacuum Consolidation dan Prefabricated Vertical Drain. *Jurnal Komposit: Jurnal Ilmu-Ilmu Teknik Sipil*, 8(2), 411–420.
<https://doi.org/10.32832/komposit.v8i2.16500>
- Insan, M. K., Hariati, F., & Taqwa, F. M. L. (2019). Studi Pemanfaatan Fly Ash dan Bottom Ash sebagai Material Stabilisasi Tanah Dasar (Studi Kasus: Pekerjaan Subgrade Untuk Jalan Lingkungan di PLTU Sulawesi Utara II, Kabupaten Minahasa Selatan, Sulawesi Utara). *Jurnal Komposit: Jurnal Ilmu-Ilmu Teknik Sipil*, 3(2), 1–6. <http://ejournal.uika-bogor.ac.id/index.php/komposit/article/view/3257/1900>
- Ridhayani, I., & Saputra, I. (2021). Studi Analisis Daya Dukung Tanah Berdasarkan Data Sondir Di Kampus Padhang-Padhang Universitas Sulawesi Barat. *Bandar: Journal Of Civil Engineering*, 3(2), 37–42.
<https://ojs.unsulbar.ac.id/index.php/bjce/article/view/1193>
- Sari, K. I. (2021). Stabilisasi Tanah Lempung Menggunakan Kapur (CaO) Ditinjau dari Pengujian Kuat Tekan Bebas (Unconfined Compression Test). *Buletin Utama Teknik*, 17(1), 90–97.
<https://doi.org/10.30743/but.v17i1.4320>
- Simanjuntak, M. R. A., Lubis, K., & Rangkuti, N. M. (2017). Stabilization of Clay Lands with Coastal Sand Mixes on CBR Value. *Journal of Civil Engineering, Building and Transportation*, 1(September), 96–104.
<https://doi.org/10.31289/jcebt.v1i2.1680>
- Sumarno, A., Prasetyo, A. M., Akbar, F., Widodo, E., Triastuti, T., Maidina, M., Nugroho, A., Budiman, I., & Subiyanto, B. (2021). Pemanfaatan Limbah Spent Bleaching Earth pada Stabilisasi Tanah Lempung dengan Clean Set Cement. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 22(1), 104–110.
<https://garuda.kemdiktisaintek.go.id/documents/detail/2235233>
- Taqwa, F. M. L., Hariyadi, E. S., Muktadir, R., & Hariati, F. (2025). Aplikasi Limbah Slag Baja sebagai Material Stabilisasi Tanah Jalan Tanpa Perkerasan (Studi Kasus: Access Road Tersus BIA KM. 89+000 Meraoke). *Konferensi Nasional Teknik Sipil XIX*, 3(5), 880–888.
<https://jurnal.konteks.web.id/index.php/konteks/article/view/133>
- Taqwa, F. M. L., & Irfan, A. M. (2020). Studi Uji Kuat Tekan Bebas (UCS) pada Tanah Distabilisasi dengan Fly Ash dan Semen untuk Kontruksi Lapis Fondasi Jalan. *Konferensi Nasional Teknik Sipil*, 47–55.
<https://tinyurl.com/ucs-aldino>
- Waruwu, A., Celline, F., Sinaga, R., & Gandawijaya, D. G. (2024). Kajian Daya Dukung Tanah Lempung Distabilisasi dengan Abu Marmer. *Jurnal Saintis*, 24(01), 11–20.
[https://doi.org/10.25299/saintis.2024.vol24\(01\).12710](https://doi.org/10.25299/saintis.2024.vol24(01).12710)
- Yunus, E., Asrah, H., & Rizalman, A. N. (2020). Strength and Sorptivity of Eco-Processed Pozzolan Concrete under Chloride and Sulphate Exposure. *International Journal of Advanced Research in Engineering Innovation*, 2(3), 32–43.
<https://mysitasi.mohe.gov.my/journal-website/get-meta-article?artId=913b6d06-611f-11ef-a699-005056a6a970&formatted=true>