MASALIQ
Jurnal Pendidikan dan Sains

e-ISSN: 2808-8115
p-ISSN: 2809-1051

Terindeks: Sinta 5, Copernicus, Dimensions, Scilit, Lens, Crossref, Garuda, Google Scholar, Base, etc

https://doi.org/10.58578/masaliq.v6i2.9023

PENGARUH PENAMBAHAN LIMBAH KERAMIK TERHADAP NILAI CBR PADA CAMPURAN TANAH LUNAK (STUDI KASUS: PEMBANGUNAN JALAN TOL TRANS SUMATERA RUAS BETUNG (SIMPANG SEKAYU) – TEMPINO – JAMBI SEKSI 2B)

Effect of Ceramic Waste Addition on CBR Value in a Soft Soil Mixture (Case Study: Trans Sumatra Toll Road Construction, Betung (Simpang Sekayu)–Tempino–Jambi Segment, Section 2B)

Rival Tanjung & Totoh Andayono
Universitas Negeri Padang
rivaltanjung9@gmail.com; to.handayono@gmail.com

Article Info:

Submitted:	Revised:	Accepted:	Published:
Dec 23, 2025	Jan 15, 2026	Jan 27, 2026	Feb 1, 2026

Abstract

Although soft soil stabilization has been widely studied, research that specifically examines the use of ceramic waste as a subgrade soil stabilization material on the *Proyek Pembangunan Jalan Tol Trans Sumatera Ruas Betung (Simpang Sekayu)–Tempino–Jambi Seksi 2B* remains limited. This study aimed to analyze the effect of adding ceramic waste on improving the bearing capacity of soft soil based on California Bearing Ratio (CBR) values. A quantitative approach with a laboratory experimental design was employed, using soft soil samples taken at STA 110+600 in Musi Banyuasin Regency through purposive sampling. Ceramic waste was used as a stabilization material with dosage variations of 5%, 10%, 15%, and 20% of the soil weight. Data were collected through tests of physical soil properties, standard Proctor compaction, and CBR tests under unsoaked and soaked conditions, then analyzed quantitatively and supported by a One

Masaliq Journal is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International License

Sample *t*-test using SPSS software. The results showed that the addition of ceramic waste significantly increased the soil CBR values, with the highest value obtained for the 20% ceramic waste mixture. In addition, ceramic waste was found to reduce soil plasticity and increase the density achieved by compaction. These findings indicate that ceramic waste has the potential to be utilized as a relatively low-cost stabilization material for clayey soils to support more sustainable road construction and provide an empirical basis for the use of construction waste in improving subgrade performance in pavement structures.

Keywords: Soft Soil; Ceramic Waste; Soil Stabilization; California Bearing Ratio; Toll Road

Abstrak: Meskipun stabilisasi tanah lunak telah banyak dikaji, penelitian yang secara khusus membahas pemanfaatan limbah keramik sebagai bahan stabilisasi tanah dasar pada Proyek Pembangunan Jalan Tol Trans Sumatera Ruas Betung (Simpang Sekayu)–Tempino–Jambi Seksi 2B masih terbatas. Penelitian ini bertujuan menganalisis pengaruh penambahan limbah keramik terhadap peningkatan daya dukung tanah lunak berdasarkan nilai *California Bearing Ratio (CBR)*. Studi ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan desain eksperimen laboratoris, dengan sampel tanah lunak yang diambil pada STA 110+600 di Kabupaten Musi Banyuasin melalui teknik *purposive sampling*. Limbah keramik dimanfaatkan sebagai bahan stabilisasi dengan variasi kadar 5%, 10%, 15%, dan 20% dari berat tanah. Data dikumpulkan melalui pengujian sifat fisik tanah, pemadatan standar Proctor, serta pengujian CBR pada kondisi *unsoaked* dan *soaked*, kemudian dianalisis secara kuantitatif dan diperkuat dengan uji statistik *One Sample T-Test* menggunakan perangkat lunak *SPSS*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan limbah keramik secara signifikan meningkatkan nilai CBR tanah, dengan nilai tertinggi diperoleh pada campuran 20% limbah keramik. Selain itu, limbah keramik terbukti menurunkan plastisitas tanah dan meningkatkan kepadatan hasil pemadatan. Temuan ini menunjukkan bahwa limbah keramik berpotensi dimanfaatkan sebagai bahan stabilisasi tanah lempung berbiaya relatif rendah untuk mendukung konstruksi jalan yang lebih berkelanjutan, sekaligus memberikan dasar empiris bagi pemanfaatan limbah konstruksi dalam peningkatan kinerja tanah dasar perkerasan jalan.

Kata Kunci: Tanah Lunak; Limbah Keramik; Stabilisasi Tanah; *California Bearing Ratio*; Jalan Tol

PENDAHULUAN

Tanah adalah himpunan material, bahan organik, dan endapan yang relatif lepas (loose), yang terletak diatas batuan dasar *(bedrock),* (Fahriana et al., 2019; Gazali et al., 2023; Hardiyatmo, 2002). Pembentukan tanah dari batuan induknya dapat berlangsung melalui proses fisik maupun kimia (Aji & Teapon, 2019; Jalianti et al., 2025). Pelapukan fisik terjadi ketika batuan terfragmentasi menjadi partikel berukuran lebih kecil akibat pengaruh erosi, kondisi atmosfer, air, aktivitas manusia, maupun fluktuasi suhu dan perubahan cuaca. Sementara itu, pelapukan kimia menghasilkan kumpulan partikel halus berbentuk koloid dengan ukuran kurang dari 0,002 mm, yang dikenal sebagai mineral lempung (Pangulu et al.,

2022; Tandipajung & Rachmadhan, 2024; Yudha et al., 2020). Material berupa tanah, batuan, atau bahan lainnya yang digali dan dipindahkan dari area konstruksi disebut sebagai tanah galian (Darwis, 2018).

Dalam bidang teknik sipil, tanah galian didefinisikan sebagai material tanah, batuan, atau agregat yang dikeluarkan dari lokasi konstruksi melalui proses penggalian untuk membentuk pondasi, saluran pemotongan lereng, atau struktur lainnya (Darwis, 2018). Bukan hanya sampah, melainkan sumber daya yang membutuhkan manajemen khusus untuk memastikan bahwa proyek berjalan dengan baik dan lingkungan tetap aman. Begitu juga dengan tanah galian di Desa Mendis, Kecamatan Bayung Lencir, Kabupaten Musi Banyuasin, Sumatera Selatan yang merupakan tanah lunak yang terletak di STA 110 + 600 pada Proyek Pembangunan Jalan Tol Trans Sumatera Ruas Betung (Simpang Sekayu) - Tempino - Jambi Seksi 2B yang merupakan daerah rawa dengan kadar air yang cukup tinggi yang di dominasi oleh tanah dengan daya dukung yang rendah.

Tanah lunak terdiri dari campuran partikel berukuran mikroskopik hingga submikroskopik yang terbentuk akibat proses pelapukan kimiawi dari mineral penyusun batuan, serta memiliki sifat plastis pada rentang kadar air tertentu (Andro, 2023). Tanah ini dikategorikan sebagai tanah berbutir halus dengan kandungan partikel berukuran ≤ 0,002 mm lebih dari 50%. Tanah lunak umumnya memiliki daya dukung rendah dan sangat peka terhadap perubahan kadar air, sehingga mudah mengalami perubahan volume serta sifat kembang-susut. Kondisi tersebut menjadi tantangan signifikan dalam pembangunan infrastruktur, terutama pada wilayah dengan lapisan tanah dasar yang lemah.

Daya dukung tanah adalah kemampuan tanah untuk menahan beban yang diberikan oleh struktur atau konstruksi di atasnya. Analisis daya dukung perlu dilakukan untuk mencegah terjadinya keruntuhan geser (*shear failure*) maupun penurunan berlebih pada pondasi. Besarnya daya dukung tersebut sangat dipengaruhi oleh jenis serta karakteristik tanah yang menjadi media pendukung. Faktor utama pada daya dukung tanah, seperti kepadatan, kelembapan, dan komposisi butiran. Daya dukung tanah dan penurunan pondasi memiliki keterkaitan yang erat dengan beban struktur bangunan yang ditempatkan di atasnya. Pada kenyataan dilapangan, Kondisi tanah yang homogen jarang ditemukan, sehingga daya dukung pondasi pada tanah berlapis perlu dianalisis secara lebih mendalam. Untuk mengetahui nilai daya dukung pada tanah dilakukan beberapa metode pengujian, salah satu nya adalah dengan uji CBR *(Caliofrnia Bearing Ratio)*, (Hardiyatmo, 2002).

Nilai CBR *(California Bearing Ratio)* yang rendah menunjukan bahwa tanah memiliki daya dukung yang lemah dan tidak mampu menahan beban lalu lintas dengan baik. Tanah dengan nilai CBR rendah, dengan nilai dibawah 6% , umumnya berupa tanah lempung/lunak atau tanah organik yang mudah mengalami penurunan, plastis, dan tidak stabil terhadap perubahan kadar air (Direktorat Jendral Bina Marga, 2018). Jika tidak diperbaiki, lapisan perkerasan di atasnya akan cepat mengalami kerusakan seperti retak, amblas, atau bergelombang. Oleh karena itu, tanah dengan nilai CBR yang rendah perlu dilakukan stabilisasi atau perbaikan tanah menggunakan bahan tambah atau pencampuran agar dapat berfungsi sebagai lapisan dasar (subgrade) yang kuat dan stabil.

Stabilisasi tanah adalah proses memperbaiki sifat fisik, kimia dan mekanis tanah agar memiliki daya dukung, kekuatan, serta kestabilan yang lebih baik untuk mendukung suatu tanah. Menurut Bowles (1997), Stabilisasi adalah upaya untuk mengubah sifat fisik tanah untuk memenuhi persyaratan pekerjaan teknik sipil. Selain itu, Das (1995) juga menyatakan bahwa stabilisasi tanah untuk meningkatkan struktur tanah, mengurangi plastisitas, dan mengurangi kapasitas tanah lunak untuk menyerap air. Oleh karena itu, stabilisasi tanah adalah bagian penting dari pekerjaan jalan, pondasi, dan timbunan. Untuk membuat tanah dasar atau subgrade lebih kuat, padat, dan stabil. Beberapa bahan tambah untuk stabilisasi tanah lunak, salah satunya adalah dengan campuran limbah keramik.

Limbah keramik merupakan sisa material konstruksi yang tidak terpakai dan umumnya tersebar di sekitar lokasi pekerjaan konstruksi. Alasan penggunaannya karena selain mengurangi limbah, juga mudah didapatkan dan biayanya termasuk murah. Limbah keramik memiliki kandungan silika (SiO2) yang mampu memperbaiki struktur dan sifat fisik pada tanah. Silika (SiO_2) adalah senyawa kimia berupa oksida dari silikon dan oksigen. Silika memiliki sifat keras, stabil secara kimia, dan tahan terhadap panas tinggi, sehingga banyak dimanfaatkan dalam berbagai bidang teknik, terutama pada industri konstruksi dan material bangunan. Untuk menilai potensi penggunaan limbah keramik sebagai bahan stabilisasi pada tanah, perlu dilakukan penelitian dan pengujian di laboratorium tanah.

Sejumlah penelitian telah mengeksplorasi penggunaan limbah keramik untuk meningkatkan nilai CBR pada tanah lempung seperti yang dieksplorasi Engga Hermawan (2021), Ratna Dewi dkk., (2022). Secara khusus, belum ada penelitian secara spesifik mengkaji penggunaan limbah keramik untuk stabilisasi tanah pada Proyek Pembangunan Jalan Tol Trans Sumatera (JTTS), khususnya pada Ruas Betung (Simpang Sekayu) – Tempino – Jambi

Seksi 2 B, dimana kondisi tanah didominasi oleh kadar air yang tinggi, daerah rawa, dan rentan terhadap penurunan akibat curah hujan yang tinggi yang memerlukan analisis mendalam agar stabilitas bahan dapat di adaptasi secara efektif. Kekosongan kajian ini menimbulkan kebutuhan untuk melakukan penelitian yang membuktikan efektivitas campuran limbah keramik dalam meningkatkan daya dukung dan kestabilan tanah di daerah tersebut, guna mendukung keberhasilan infrastruktur jalan tol serta menjamin aspek teknis dan ekonomis proyek.

Dilihat dari potensi pada limbah keramik dan daya dukung tanah yang rendah, maka penelitian ini adalah untuk mengetahui peningkatan daya dukung tanah berdasarkan nilai CBR (*California Bearing Ratio*) pada tanah yang ditambahkan dengan limbah keramik. Mengacu pada latar belakang tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis "Pengaruh Penambahan Limbah Keramik Terhadap Nilai CBR pada Campuran Tanah Lunak"(Studi Kasus : Pembangunan Jalan Tol Trans Sumatera Ruas Betung (Simpang Sekayu) – Tempino – Jambi Seksi 2 B.

METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan karakteristik eksperimental laboratoris, yang bertujuan untuk menganalisis pengaruh penambahan limbah keramik terhadap peningkatan sifat fisik dan mekanis tanah lunak, khususnya berdasarkan parameter *California Bearing Ratio (CBR)*. Seluruh pengujian dilakukan di laboratorium untuk membandingkan karakteristik tanah sebelum dan sesudah distabilisasi menggunakan limbah keramik sebagai bahan aditif. Desain penelitian yang digunakan adalah *true experimental design*, di mana variabel bebas berupa variasi campuran limbah keramik dikendalikan secara sistematis untuk mengamati pengaruhnya terhadap variabel terikat berupa sifat fisik dan mekanis tanah. Penelitian dilaksanakan pada bulan Juli 2025 hingga selesai di Laboratorium Proyek Pembangunan Jalan Tol Trans Sumatera Ruas Betung (Simpang Sekayu) – Tempino – Jambi Seksi 2B, dengan pengambilan sampel tanah pada STA 110+600 di Kabupaten Musi Banyuasin, Provinsi Sumatera Selatan.

Objek penelitian berupa material uji yang terdiri atas tanah lunak dan limbah keramik. Pengambilan sampel tanah dilakukan menggunakan teknik *purposive sampling*, yaitu pada lokasi yang dianggap mewakili kondisi tanah lunak di area proyek. Limbah keramik diperoleh dari sekitar lokasi penelitian dan dipersiapkan dengan cara dihancurkan hingga

lolos saringan No. 4 (4,75 mm) serta dalam kondisi kering sebelum dicampurkan dengan tanah. Instrumen penelitian berupa peralatan pengujian laboratorium tanah yang mengacu pada standar nasional dan internasional, meliputi pengujian sifat fisik tanah seperti kadar air, berat jenis, berat isi, analisis saringan, uji hidrometer, dan batas Atterberg, serta pengujian sifat mekanis tanah berupa uji pemadatan *Proctor* dan uji CBR. Data primer diperoleh melalui hasil pengujian laboratorium, sedangkan data sekunder dikumpulkan dari jurnal ilmiah, buku referensi, standar teknis, serta laporan pendukung yang relevan sebagai dasar teoritis dan pembanding hasil penelitian.

Teknik analisis data dilakukan secara kuantitatif dengan membandingkan hasil pengujian tanah asli dan tanah yang telah distabilisasi menggunakan limbah keramik. Analisis difokuskan pada perubahan nilai parameter fisik dan mekanis tanah, khususnya peningkatan nilai CBR akibat perlakuan stabilisasi. Untuk mengetahui signifikansi perbedaan hasil pengujian, data dianalisis menggunakan uji statistik *One Sample T-Test* dengan bantuan perangkat lunak *SPSS* pada tingkat kepercayaan 99%. Teknik analisis ini digunakan untuk memastikan bahwa perubahan karakteristik tanah yang terjadi merupakan akibat dari perlakuan stabilisasi dan dapat dipertanggungjawabkan secara ilmiah.

HASIL

Untuk memperjelas hasil pengujian yang telah dilakukan, data hasil pengujian disajikan secara ringkas dan sistematis dalam bentuk tabel. Penyajian data ini bertujuan untuk memudahkan pembacaan, perbandingan, serta analisis terhadap parameter yang diteliti.

1. Rekapitulasi Nilai CBR

Untuk memberikan gambaran menyeluruh mengenai hasil penelitian, seluruh data hasil pengujian dirangkum dalam tabel rekapitulasi. Tabel ini digunakan untuk memudahkan evaluasi kecenderungan perubahan nilai parameter akibat perlakuan yang diberikan.

Tabel 1. Tabel Hasil Rekapitulasi Nilai CBR Tanah + Limbah Keramik

Masa Perlakuan	**Variasi**	**Unsoaked**		**Soaked**	
		0,1 Inci	0,2 Inci	0,1 Inci	0,2 Inci
1 Hari	Tanah Asli	4,59	4,95	3,18	3,30
	5% LK	6,36	6,12	4,95	4,71
	10% LK	9,54	9,42	7,77	7,54

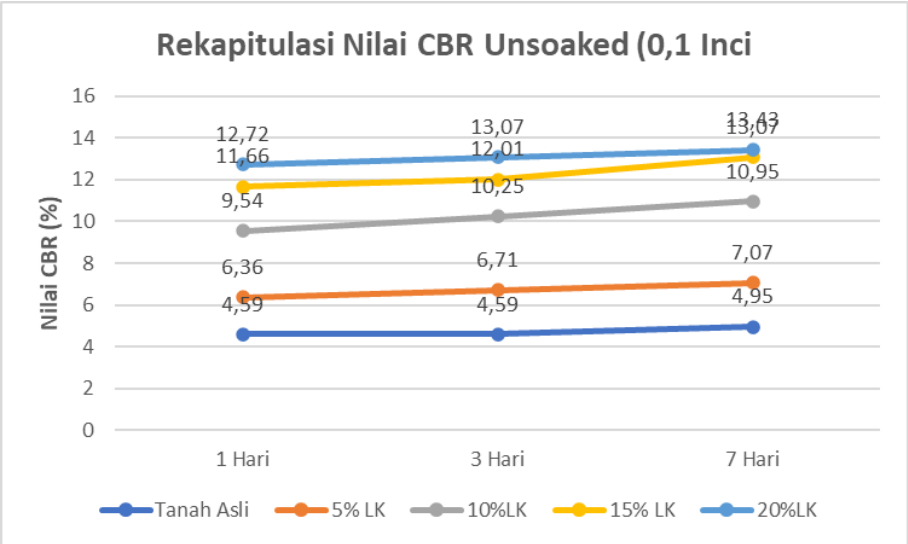
	15% LK	11,66	11,54	8,83	8,72
	20% LK	12,72	12,48	9,19	8,95
3 Hari	Tanah Asli	4,59	4,95	2,83	3,06
	5% LK	6,71	6,60	4,95	4,48
	10% LK	10,25	9,89	7,42	7,30
	15% LK	12,01	11,78	8,13	8,01
	20% LK	13,07	12,96	8,48	8,24
7 Hari	Tanah Asli	4,95	5,18	2,12	2,59
	5% LK	7,07	6,83	4,59	4,24
	10% LK	10,95	10,36	7,07	6,84
	15% LK	13,07	12,96	7,42	7,30
	20% LK	13,43	13,19	7,77	7,54

Berdasarkan hasil rekapitulasi nilai CBR, dapat disimpulkan bahwa penambahan limbah keramik (LK) memberikan peningkatan daya dukung tanah lempung yang signifikan pada seluruh variasi masa perawatan (1, 3, dan 7 hari) serta pada kondisi unsoaked dan soaked. Pada tanah asli, nilai CBR unsoaked relatif rendah, yaitu sebesar 4,59–4,95% (1 dan 3 hari) dan sedikit meningkat menjadi 4,95–5,18% pada 7 hari, sedangkan pada kondisi soaked nilainya lebih rendah lagi, yakni berkisar 2,12–3,30%, yang menunjukkan rendahnya ketahanan tanah terhadap pengaruh air. Setelah dilakukan stabilisasi dengan limbah keramik, terjadi peningkatan nilai CBR yang cukup tajam seiring bertambahnya persentase LK.

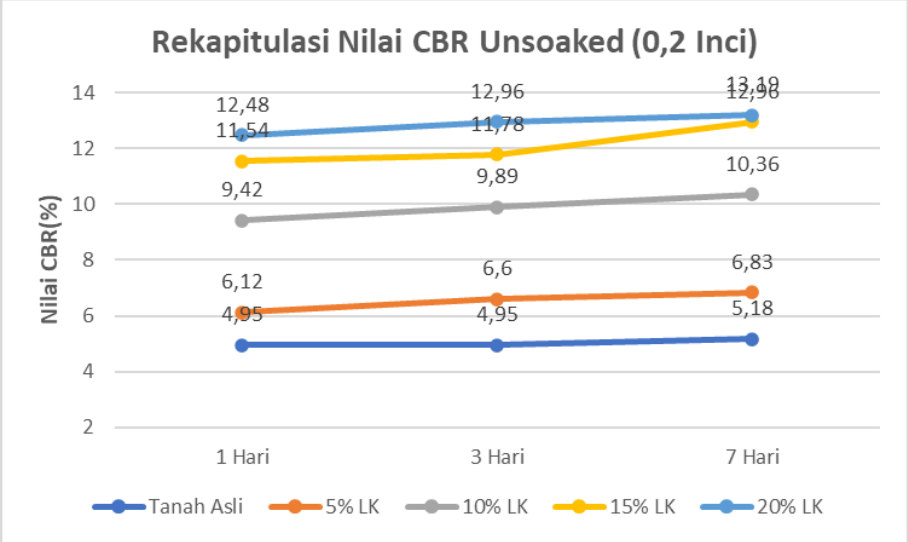
Pada variasi 5% LK, nilai CBR unsoaked meningkat menjadi 6,12–7,07%, dan pada kondisi soaked menjadi 4,24–4,95%. Penambahan 10% LK memberikan peningkatan lebih lanjut, dengan nilai CBR unsoaked mencapai 9,42–10,95%, serta soaked sebesar 6,84–7,77%. Peningkatan yang paling signifikan terjadi pada variasi 15% dan 20% LK, di mana nilai CBR unsoaked masing-masing berada pada kisaran 11,54–13,07% dan 12,48–13,43%, sedangkan pada kondisi soaked mencapai 7,30–8,83% untuk 15% LK dan 7,54–9,19% untuk 20% LK.

Selain itu, pengaruh masa perawatan menunjukkan kecenderungan positif, terutama pada campuran dengan persentase limbah keramik yang lebih tinggi, di mana nilai CBR pada umur 7 hari umumnya lebih besar dibandingkan umur 1 dan 3 hari. Secara keseluruhan, nilai CBR pada kondisi unsoaked selalu lebih tinggi dibandingkan soaked, namun tanah yang

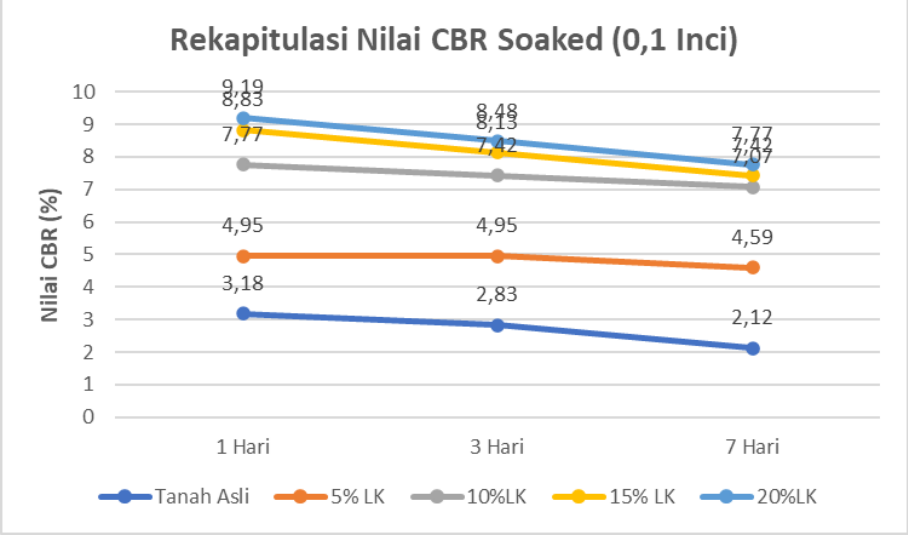
distabilisasi dengan limbah keramik tetap memiliki daya dukung yang jauh lebih baik daripada tanah asli, sehingga dapat disimpulkan bahwa limbah keramik efektif digunakan sebagai bahan stabilisasi tanah lempung untuk meningkatkan nilai CBR dan ketahanan tanah terhadap beban, baik pada kondisi kering maupun jenuh air. Grafik rekapitulasi nilai CBR dapat dilihat pada gambar 31,32,33 dan gambar 1.



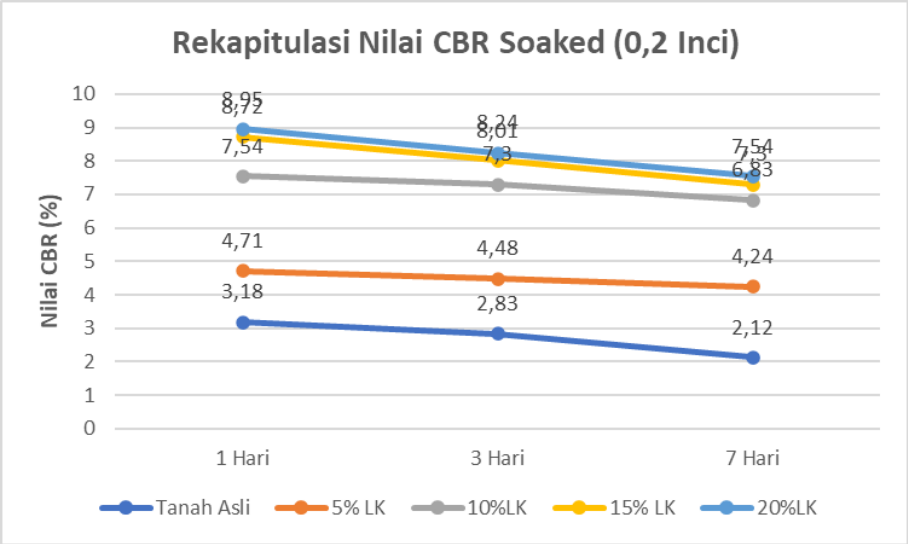
Gambar 1. Rekapitulasi Nilai CBR Unsoaked 0,1 Inci



Gambar 1. Rekapitulasi Nilai CBR Unsoaked 0,2 Inci



Gambar 2. Rekapitulasi Nilai CBR Soaked 0,1 Inci



Gambar 3. Rekapitulasi Nilai CBR Soaked 0,2 Inci

1. Hasil Uji Statistik Penelitian

a. Uji T

Berikut adalah hasil uji CBR antara tanah asli dengan campuran limbah keramik menggunakan uji-t dapat dilihat pada Tabel 26.

Tabel 2. Hasil Uji T Test

Coefficients[a]

Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
	B	Std. Error	Beta		
1 (Constant)	-1.126	.351		-3.210	.033
Limbah Keramik	.450	.032	.990	14.110	.000

a. Dependent Variable: CBR Tanah

Sumber : IBM SPSS Statistics

a. Jika nilai sig < 0,05 atau nilai t-hitung > t-tabel, maka terdapat pengaruh variabel X terhadap variabel Y

b. Jika nilai sig > 0,05 atau nilai t-hitung < t-tabel, maka tidak terdapat pengaruh variabel X terhadap variabel Y.

Berdasarkan hasil uji parsial (uji t) pada tabel koefisien regresi, variabel limbah keramik memperoleh nilai t hitung sebesar 14,110 dengan tingkat signifikansi 0,000 yang lebih kecil dari α = 0,05. Hal ini menunjukkan bahwa penambahan limbah keramik berpengaruh secara statistik dan signifikan terhadap peningkatan nilai CBR tanah lempung. Koefisien regresi bernilai positif sebesar 0,450 mengindikasikan adanya hubungan searah antara persentase limbah keramik dengan nilai CBR, dimana setiap peningkatan kadar limbah keramik diikuti oleh kenaikan daya dukung tanah. Dengan demikian, hipotesis penelitian yang menyatakan bahwa limbah keramik berpengaruh terhadap nilai CBR tanah dinyatakan diterima.

PEMBAHASAN

Hasil pengujian sifat fisik menunjukkan bahwa tanah asli memiliki kadar air lapangan sebesar 29,42% yang tergolong tinggi, persentase lolos saringan No.200 yang sangat besar, serta nilai batas cair 63,015% dan indeks plastisitas 22,89%. Karakteristik tersebut mengindikasikan bahwa tanah termasuk tanah berbutir halus dengan plastisitas tinggi dan diklasifikasikan sebagai tanah A-7-5 berdasarkan sistem klasifikasi AASHTO. Tanah dengan klasifikasi ini umumnya memiliki daya dukung rendah, kompresibilitas tinggi, serta sangat peka terhadap perubahan kadar air, sehingga kurang sesuai digunakan sebagai tanah dasar tanpa perlakuan perbaikan (Amran & Prasetyo, 2022; Hangge et al., 2021). Temuan ini

memperkuat urgensi stabilisasi tanah untuk meningkatkan kinerja mekanis tanah lempung pada lokasi penelitian.

Hasil pengujian pemadatan standar menunjukkan bahwa penambahan limbah keramik memberikan pengaruh signifikan terhadap karakteristik pemadatan tanah. Terjadi peningkatan nilai *maximum dry density* dari 1,315 gr/cm³ pada tanah asli menjadi 1,572 gr/cm³ pada campuran dengan 20% limbah keramik, sementara nilai *optimum moisture content* menurun dari 31,27% menjadi 24,96%. Peningkatan densitas kering maksimum ini disebabkan oleh peran limbah keramik yang lolos saringan No.4 sebagai material berbutir lebih kasar yang mampu memperbaiki gradasi tanah, meningkatkan *interlocking* antarpartikel, serta mengurangi dominasi fraksi lempung. Hasil ini sejalan dengan temuan Afriani & Juansyah (2016); Ferdian et al. (2015); Putra et al. (2018) yang menyatakan bahwa penambahan material granular pada tanah lempung dapat meningkatkan kepadatan hasil pemadatan dan menurunkan kebutuhan kadar air optimum.

Peningkatan karakteristik pemadatan tersebut berimplikasi langsung pada peningkatan daya dukung tanah yang ditunjukkan oleh hasil pengujian *California Bearing Ratio (CBR)*. Nilai CBR tanah asli relatif rendah, baik pada kondisi *unsoaked* maupun *soaked*, yang mencerminkan rendahnya ketahanan tanah terhadap beban dan pengaruh air. Setelah distabilisasi dengan limbah keramik, nilai CBR meningkat secara konsisten seiring bertambahnya persentase campuran dan masa pemeraman. Pada variasi 20% limbah keramik, nilai CBR *unsoaked* mencapai 12,48–13,43%, sedangkan pada kondisi *soaked* berada pada kisaran 7,54–9,19%. Meskipun nilai CBR *soaked* selalu lebih rendah dibandingkan *unsoaked*, peningkatan yang terjadi menunjukkan bahwa limbah keramik mampu memperbaiki struktur tanah dan meningkatkan ketahanan terhadap kondisi jenuh air. Temuan ini sejalan dengan penelitian terdahulu yang melaporkan bahwa limbah keramik efektif meningkatkan daya dukung tanah lempung melalui mekanisme peningkatan friksi internal dan stabilitas campuran (Irsadi, 2023).

Hasil uji statistik *t-test* memperkuat temuan eksperimental tersebut, di mana variabel limbah keramik menunjukkan pengaruh yang signifikan terhadap nilai CBR dengan nilai signifikansi 0,000 dan koefisien regresi positif sebesar 0,450. Hal ini menandakan adanya hubungan searah antara persentase limbah keramik dan peningkatan daya dukung tanah. Secara praktis, temuan ini memberikan implikasi bahwa pemanfaatan limbah keramik berpotensi menjadi alternatif bahan stabilisasi yang efektif dan ramah lingkungan untuk tanah

lempung berkualitas rendah, khususnya sebagai tanah dasar perkerasan jalan. Namun demikian, penelitian ini memiliki keterbatasan karena hanya menggunakan sampel tanah dari satu lokasi dan parameter evaluasi difokuskan pada pemadatan dan CBR. Oleh karena itu, penelitian lanjutan disarankan untuk mengkaji variasi ukuran butir limbah keramik, uji kekuatan tekan bebas, serta perilaku tanah terhadap siklus basah–kering agar diperoleh pemahaman yang lebih komprehensif.

KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa tanah lempung pada lokasi Proyek Pembangunan Jalan Tol Trans Sumatera Ruas Betung (Simpang Sekayu) – Tempino – Jambi Seksi 2B memiliki karakteristik fisik dan mekanis yang kurang baik sebagai tanah dasar, yang ditandai oleh kadar air tinggi, plastisitas tinggi, serta klasifikasi AASHTO A-7-5. Kondisi tersebut tercermin pada rendahnya nilai *California Bearing Ratio (CBR)* tanah asli, baik pada kondisi *unsoaked* maupun *soaked*, serta tingginya sensitivitas tanah terhadap pengaruh air. Setelah dilakukan stabilisasi menggunakan limbah keramik dengan variasi 5% hingga 20%, terjadi perbaikan yang konsisten pada sifat fisik dan mekanis tanah. Penambahan limbah keramik menurunkan tingkat keplastisan tanah, memperbaiki distribusi ukuran butir, meningkatkan kepadatan hasil pemadatan, serta secara signifikan meningkatkan nilai CBR. Peningkatan tertinggi diperoleh pada campuran 20% limbah keramik, yang menunjukkan daya dukung tanah jauh lebih baik dibandingkan tanah asli, baik pada kondisi kering maupun jenuh air.

Secara ilmiah dan praktis, temuan ini mengonfirmasi bahwa limbah keramik berpotensi dimanfaatkan sebagai bahan stabilisasi alternatif yang efektif untuk tanah lempung berkualitas rendah, khususnya sebagai tanah dasar perkerasan jalan. Kontribusi penelitian ini terletak pada penyediaan bukti empiris bahwa limbah keramik berukuran lolos saringan No.4 mampumeningkatkan kinerja tanah melalui mekanisme perbaikan gradasi dan *interlocking* antarpartikel, sekaligus mendukung pemanfaatan material limbah dalam konstruksi berkelanjutan. Penelitian selanjutnya disarankan untuk mengkaji variasi ukuran butir limbah keramik, mengevaluasi parameter mekanis tambahan seperti kuat tekan bebas dan pengembangan (*swelling*), serta melakukan pengujian skala lapangan guna memperoleh rekomendasi kadar campuran optimum yang lebih aplikatif dan komprehensif.

DAFTAR PUSTAKA

Afriani, L., & Juansyah, Y. (2016). Pengaruh Fraksi Pasir dalam Campuran Tanah Lempung terhadap Nilai CBR dan Indeks Plastisitas untuk Meningkatkan Daya Dukung Tanah Dasar. *Rekayasa: Jurnal Ilmiah Fakultas Teknik Universitas Lampung*, *20*(1), 23–32. https://repository.lppm.unila.ac.id/27146/

Aji, H. B., & Teapon, A. (2019). Pengaruh Batuan Induk dan Kimia Tanah terhadap Potensi Kesuburan Tanah di Kabupaten Kepulauan Sula, Provinsi Maluku Utara. *Jurnal Pengkajian Dan Pengembangan Teknologi Pertanian*, *22*(3), 343–353. https://doi.org/10.21082/jpptp.v22n3.2019.p342-352

Amran, Y., & Prasetyo, A. (2022). Analisis Stabilisasi Daya Dukung Tanah Dasar Menggunakan Campuran Arang Kayu dan Sulfur (Studi Kasus pada Tanah Lempung Berpasir). *TAPAK (Teknologi Aplikasi Konstruksi): Jurnal Program Studi Teknik Sipil*, *12*(1), 79–93. https://doi.org/10.24127/tp.v12i1.2325

Darwis. (2018). *Dasar-Dasar Mekanika Tanah*. Universitas 45 Makassar.

Direktorat Jenderal Bina Marga. (2020). *Spesifikasi Umum untuk Jalan Bebas Hambatan dan Jalan Tol (No. 11/SE/Db/2020)*. https://binamarga.pu.go.id/index.php/nspk/detail/spesifikasi-umum-untuk-jalan-bebas-hambatan-dan-jalan-tol-no-11sedb2020

Fahriana, N., Ismida, Y., Lydia, E. N., & Ariesta, H. (2019). Analisis Klasifikasi Tanah dengan Metode USCS (Meurandeh Kota Langsa). *JURUTERA-Jurnal Umum Teknik Terapan*, *6*(2), 5–13. https://ejurnalunsam.id/index.php/jurutera/article/view/1622/1284

Ferdian, F., Jafri, M., & Iswan, I. (2015). Pengaruh Penambahan Pasir terhadap Tingkat Kepadatan dan Daya Dukung Tanah Lempung Organik. *Jurnal Rekayasa Sipil Dan Desain*, *3*(1), 145–156. https://doi.org/10.23960/jrsdd.v3i1.433

Gazali, A., Purnamasari, E., & Febrianto, A. E. (2023). Pengaruh Penambahan Kapur Tohor dan Matos terhadap Nilai CBR Laboratorium dalam Stabilisasi Tanah Lempung Kecamatan Bati Bati Kabupaten Tanah Laut. *Buletin Profesi Insinyur*, *6*(2). https://doi.org/10.20527/bpi.v6i2.197

Hangge, E. E., Bella, R. A., & Ullu, M. C. (2021). Pemanfaatan Fly Ash untuk Stabilisasi Tanah Dasar Lempung Ekspansif. *Jurnal Teknik Sipil*, *10*(1), 89–102. https://sipil.ejournal.web.id/index.php/jts/article/view/397

Hardiyatmo, H. C. (2002). *Mekanika Tanah 1*. Gadjah Mada University Press.

Irsadi, I. A., & A. (2023). ISSN 2086-8286. In *Prosiding Seminar Nasional Biologi XI Tahun 2023 FMIPA Universitas Negeri Semarang* (pp. 206–210). FMIPA Universitas Negeri Semarang.

Jalianti, J. M., Daulay, N. S., Rahmayani, S., & Pelly, D. A. (2025). Analisis Faktor-Faktor Pembentuk Tanah dan Implikasinya terhadap Persebaran Jenis Tanah di Indonesia. *Jurnal Psikososial Dan Pendidikan*, *1*(2), 899–910. https://publisherqu.com/index.php/psikosospen/article/view/2667 [Broken link]

Pangulu, M. D., Kasim, M., & Hutagalung, R. (2022). Karakteristik Batuan Tuff Lapili Daerah Kecamatan Buawa Kabupaten Bone Bolango Provinsi Gorontalo. *JRST (Jurnal Riset Sains Dan Teknologi)*, *6*(1), 53–59. https://jurnalnasional.ump.ac.id/index.php/JRST/article/view/11544

Putra, R. H., Haza, Z. F., & Sulistyorini, D. (2018). Pengaruh Pasir terhadap Tingkat Kepadatan Tanah Lempung Ekspansif. *RENOVASI: Rekayasa Dan Inovasi Teknik Sipil*, *3*(2), 21–32. https://jurnal.ustjogja.ac.id/index.php/renovasi/article/view/2994

Simamora, R., Aprianto, A., & Bachtiar, V. (2023). Pengaruh Penambahan Matos Soil Stabilizer pada Lapis Fondasi Badan Jalan yang Distabilisasi Menggunakan Kapur terhadap Sifat-Sifat Mekanis Tanah. *JeLAST: Jurnal Teknik Kelautan, PWK, Sipil, dan Tambang*, *10*(2). https://jurnal.untan.ac.id/index.php/JLAST/article/view/65496

Tandipajung, J., & Rachmadhan, H. D. (2024). Fasies Gunungapi Soputan, Daerah Kilometer Tiga dan Sekitarnya, Kecamatan Amurang, Kabupaten Minahasa Selatan, Sulawesi Utara. *Journal Geological Processes, Risks, and Integrated Spatial Modeling*, *2*(2), 34–42. https://jurnal.prisma.ac.id/index.php/jgprism/article/view/292

Yudha, B. A. S., Pratiwi, D., Rahmadanti, T., Anom, T. N., & Kristanto, W. A. (2020). Analisis Potensi Jenis Longsor Berdasarkan Karakteristik Geomekanika Batuan di Kecamatan Patuk, Kabupaten Gunung Kidul, Daerah Istimewa Yogyakarta. *Jurnal Lingkungan Kebumian*, *3*(1). https://jurnal.upnyk.ac.id/index.php/kebumian/article/view/APJL01