

Peningkatan Nilai CBR Tanah Lempung Ekspansif Lakarsantri Surabaya Melalui Variasi Kapur Padam dan Waktu Pemeraman

**Mila Kusuma Wardani, Gati Sri Utami, Arintha Indah Dwi Syafiarti*, Laras Laila Lestari
& M. Azis Fikri**

*Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Adhi Tama
Surabaya, Indonesia*

Email: arintha@itats.ac.id

Dikirim: 20 Oktober 2025

Direvisi: 15 Januari 2026

Diterima: 24 Januari 2026

ABSTRAK

Tanah lempung ekspansif di Kecamatan Lakarsantri, Surabaya Barat, memiliki potensi kembang-susut yang tinggi sehingga menyebabkan rendahnya daya dukung tanah dasar. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh penambahan kapur padam terhadap peningkatan nilai California Bearing Ratio (CBR) tanah lempung ekspansif. Penelitian dilakukan pada dua titik lokasi penyelidikan, yaitu titik A dan titik B. Metode perbaikan tanah yang digunakan merupakan kombinasi stabilisasi kimiawi dan mekanis dengan variasi kadar kapur padam sebesar 4%, 8%, dan 12% dari berat kering tanah serta waktu pemeraman (curing time) selama 7, 14, dan 28 hari. Pengujian daya dukung tanah dilakukan melalui uji CBR laboratorium berdasarkan SNI 03-1744:2012. Hasil pengujian menunjukkan bahwa kondisi awal tanah pada kedua titik memiliki nilai batas cair (LL) lebih dari 50%, indeks plastisitas (IP) sebesar 20%, serta nilai CBR masing-masing sebesar 2,23% pada titik A dan 2,49% pada titik B. Penambahan kapur meningkatkan nilai CBR, namun menunjukkan respons yang berbeda pada setiap lokasi. Nilai CBR optimum pada titik A sebesar 8,79% diperoleh pada kadar kapur 12% dengan curing time 28 hari, sedangkan nilai CBR optimum pada titik B sebesar 6,43% diperoleh pada kadar kapur 4% dengan curing time 14 hari. Hasil penelitian menunjukkan bahwa efektivitas stabilisasi tanah menggunakan kapur sangat dipengaruhi oleh karakteristik tanah dan waktu pemeraman.

Kata kunci: CBR, kapur padam, lempung ekspansif

1. PENDAHULUAN

Tanah lempung ekspansif merupakan jenis tanah yang memiliki potensi perubahan volume yang tinggi akibat fluktuasi kadar air. Peningkatan kadar air menyebabkan tanah mengalami pengembangan (swelling), sedangkan penurunan kadar air mengakibatkan penyusutan. Kondisi tersebut dapat menimbulkan retakan, deformasi, serta kerusakan pada bangunan dan perkerasan jalan yang didirikan di atasnya. Selain itu, tanah lempung ekspansif umumnya memiliki plastisitas tinggi dan daya dukung yang rendah, sehingga tidak memenuhi persyaratan sebagai tanah dasar konstruksi tanpa dilakukan perbaikan sifat fisik dan mekaniknya.

Beberapa penelitian terdahulu menunjukkan bahwa wilayah Surabaya Barat, khususnya daerah Lakarsantri dan Citraland, didominasi oleh tanah lempung dengan karakteristik plastisitas tinggi dan nilai *California Bearing Ratio* (CBR) yang rendah. Penelitian terdahulu (Meidilla and Ridwan, 2017) melaporkan bahwa tanah di Lakarsantri memiliki indeks plastisitas (IP) sebesar 57,5% dan nilai CBR sebesar 3,13%. Setelah dilakukan stabilisasi menggunakan abu dasar sebesar 20%, nilai IP menurun menjadi 43,60% dan nilai CBR meningkat menjadi 5,74%. Penelitian lain di daerah Citraland menunjukkan nilai IP sebesar 39,83% dan nilai CBR sebesar 2,79%, yang mengindikasikan bahwa tanah di wilayah tersebut tergolong tanah ekspansif dengan daya dukung rendah (Setyono et al., 2019).

Salah satu metode yang umum digunakan untuk meningkatkan sifat teknis tanah adalah stabilisasi tanah. Stabilisasi tanah didefinisikan sebagai proses pencampuran tanah dengan bahan tertentu untuk memperbaiki sifat fisik dan mekaniknya, baik secara mekanis maupun kimiawi. Kapur merupakan salah satu bahan stabilisasi kimiawi yang banyak digunakan karena ion kalsium (Ca^{2+}) yang dihasilkan dapat menggantikan ion-ion pada mineral lempung, sehingga menurunkan plastisitas dan meningkatkan kekuatan tanah. Penggunaan kapur sebagai bahan stabilisasi tanah telah dikenal sejak tahun 1917 (Hardiyatmo, 2010).

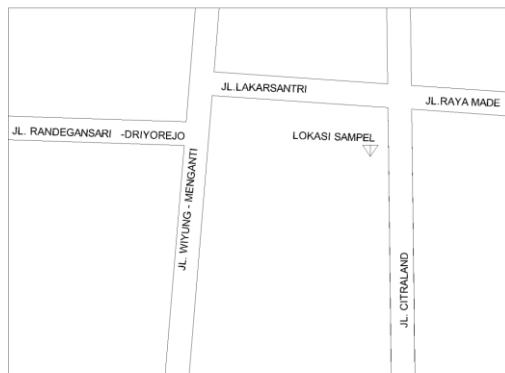
Berbagai penelitian terdahulu telah mengkaji pengaruh penambahan kapur terhadap tanah lempung ekspansif dengan variasi kadar yang berbeda. Syawal dan Saleh (2016) menggunakan kapur sebanyak 3%, 6%, 9%, dan 12%; Soehardi, Lubis dan Putri (2017) menambahkan 5%, 10%, dan 15%; Riwayati dan Yuniar (2018) menggunakan 2%, 5%, dan 7%; sedangkan Fahriani dkk. (2020) menerapkan 3%, 5%, dan 7%. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa penambahan kapur padam (hydrated lime) umumnya mampu menurunkan batas Atterberg dan meningkatkan nilai CBR tanah. Namun demikian, sebagian besar penelitian

tersebut masih berfokus pada variasi kadar kapur dan belum secara spesifik mengkaji pengaruh waktu pemeraman (curing time) terhadap peningkatan nilai CBR tanah lempung lokal di Surabaya Barat.

Berdasarkan kondisi tersebut, kebaruan penelitian ini terletak pada pengujian kombinasi variasi kadar kapur padam sebesar 4%, 8%, dan 12% dengan variasi waktu pemeraman selama 7, 14, dan 28 hari terhadap sifat fisik dan nilai CBR tanah lempung ekspansif dari daerah Lakarsantri, Surabaya. Kombinasi ini diharapkan dapat memberikan pemahaman yang lebih komprehensif mengenai pengaruh reaksi kimia antara kapur dan mineral lempung seiring bertambahnya waktu pemeraman terhadap peningkatan daya dukung tanah. Permasalahan utama yang dikaji dalam penelitian ini adalah pengaruh penambahan kapur padam dan lama pemeraman terhadap peningkatan nilai kepadatan dan nilai CBR tanah lempung ekspansif. Oleh karena itu, tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis peningkatan nilai CBR tanah lempung ekspansif akibat penambahan kapur padam dengan berbagai variasi kadar dan waktu pemeraman sebagai alternatif perbaikan tanah dasar konstruksi di wilayah Surabaya Barat.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini diawali dengan studi literatur yang bertujuan untuk mengkaji teori, data pendukung, serta hasil penelitian terdahulu yang relevan terkait stabilisasi tanah lempung ekspansif. Kajian literatur ini digunakan sebagai dasar dalam menentukan metode stabilisasi yang tepat serta memahami pengaruh penambahan kapur terhadap sifat fisik dan mekanik tanah. Bahan utama yang digunakan dalam penelitian ini terdiri atas tanah asli dan kapur padam. Tanah asli diambil dari daerah Lakarsantri, Surabaya, pada dua titik pengambilan sampel, yaitu titik A dan titik B, dengan metode *disturbed* dan *undisturbed* pada kedalaman sekitar ± 1 m. Lokasi pengambilan sampel tanah ditunjukkan pada Gambar 1. Sampel *disturbed* diambil menggunakan cangkul dan dimasukkan ke dalam karung, sedangkan sampel *undisturbed* diambil menggunakan tabung Shelby untuk menjaga kondisi struktur tanah.



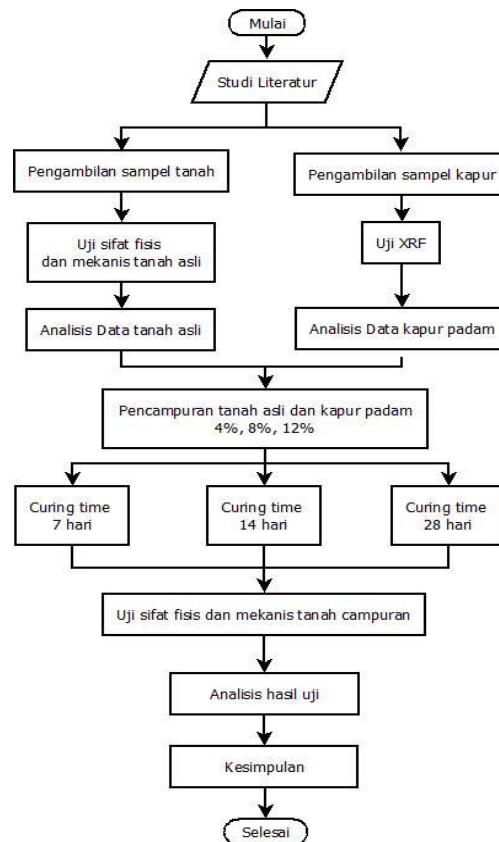
Gambar 1. Lokasi Pengambilan Tanah Asli

Kapur padam sebagai bahan stabilisasi diperoleh dari PT Anugrah Indria Mandiri, Surabaya. Sebelum digunakan, kapur diuji menggunakan metode X-Ray Fluorescence (XRF) untuk mengetahui kandungan unsur kimia utama seperti CaO, SiO₂, MgO, dan Fe₂O₃ yang berperan dalam proses reaksi pozzolanik selama pemeraman tanah. Penelitian ini menggunakan variasi kadar kapur padam sebesar 4%, 8%, dan 12% dari berat kering tanah serta variasi waktu pemeraman selama 7, 14, dan 28 hari. Variasi perlakuan tersebut diterapkan pada dua titik pengambilan sampel tanah, yaitu titik A dan titik B. Variabel dan variasi penelitian disajikan pada Tabel 1. Berdasarkan kombinasi variasi tersebut, pengujian dilakukan pada tanah asli sebagai pembanding serta tanah hasil stabilisasi. Untuk setiap kombinasi kadar kapur dan waktu pemeraman dilakukan satu kali pengujian CBR laboratorium kondisi *unsoaked*. Dengan demikian, total jumlah sampel uji CBR dalam penelitian ini adalah sebanyak 20 sampel, yang terdiri atas 2 sampel tanah asli dan 18 sampel tanah hasil stabilisasi dari dua titik lokasi pengambilan tanah.

Tabel 1. Variabel dan Variasi Penelitian

Variabel	Variasi
Kadar kapur padam (%)	0, 4, 8, 12
Waktu pemeraman (hari)	0, 7, 14, 28
Titik pengambilan tanah	Titik A dan Titik B
Jenis uji CBR	CBR laboratorium unsoaked
Keterangan:	
Kombinasi variasi kadar kapur dan waktu pemeraman diterapkan pada masing-masing titik pengambilan sampel tanah.	

Proses penelitian dilaksanakan di Laboratorium Mekanika Tanah ITATS dan mengikuti tahapan sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 2. Tahap awal meliputi pengujian tanah asli untuk mengetahui sifat fisiknya, yang mencakup analisis butiran, batas Atterberg, dan volumetri–gravimetri. Selanjutnya dilakukan pencampuran tanah dengan kapur padam sesuai variasi kadar yang telah ditentukan, diikuti proses pemeraman selama waktu yang ditetapkan. Setelah pemeraman selesai, dilakukan pengujian terhadap sifat fisik dan mekanik tanah campuran yang meliputi uji batas Atterberg, uji pemandatan Standard Proctor, dan uji CBR.



Gambar 2. Diagram alir penelitian tanah ekspansif dengan kapur padam

Uji Standard Proctor dilakukan untuk memperoleh kadar air optimum dan berat isi kering maksimum berdasarkan SNI 6866:2012, sedangkan uji California Bearing Ratio (CBR) dilakukan berdasarkan SNI 03-1744:2012. Data hasil pengujian tanah asli dan tanah hasil stabilisasi dibandingkan untuk mengevaluasi pengaruh penambahan kapur terhadap perubahan sifat fisik dan mekanik tanah. Analisis data dilakukan untuk menentukan kadar kapur optimum yang memberikan peningkatan paling signifikan terhadap nilai kepadatan dan daya dukung tanah. Hasil analisis disajikan dalam bentuk tabel dan grafik yang menunjukkan hubungan antara kadar kapur dengan berat isi kering hasil uji Proctor serta hubungan antara kadar kapur dengan nilai CBR. Hubungan tersebut digunakan untuk mengevaluasi efektivitas stabilisasi kapur dalam meningkatkan daya dukung tanah lempung ekspansif.

3. HASIL DAN DISKUSI

Berdasarkan hasil pengujian laboratorium terhadap tanah asli yang diambil dari dua titik di lokasi Lakarsantri, diperoleh gambaran umum karakteristik tanah yang cukup berbeda antara titik A dan titik B (Gambar 3). Secara visual, tanah pada titik A berwarna coklat dengan tekstur halus dan struktur gumpalan membulat, sedangkan tanah pada titik B berwarna coklat kehitaman dengan tekstur sedikit lebih lepas dan struktur gumpalan bersudut. Kondisi ini menunjukkan bahwa tanah pada titik A memiliki tingkat kelembaban lebih tinggi dibandingkan tanah di titik B. Dari hasil uji sifat fisik, kadar air alami tanah pada titik A sebesar 46,05% dan pada titik B sebesar 46,07%, dengan berat volume masing-masing $1,71 \text{ gr/cm}^3$ dan $1,65 \text{ gr/cm}^3$. Nilai berat jenis tanah (G_s) untuk kedua titik berkisar 2,80–2,81, yang menunjukkan kandungan mineral tanah lempung.



(a)

(b)

Gambar 3. Foto visual tanah (a) Titik A dan (b) Titik B

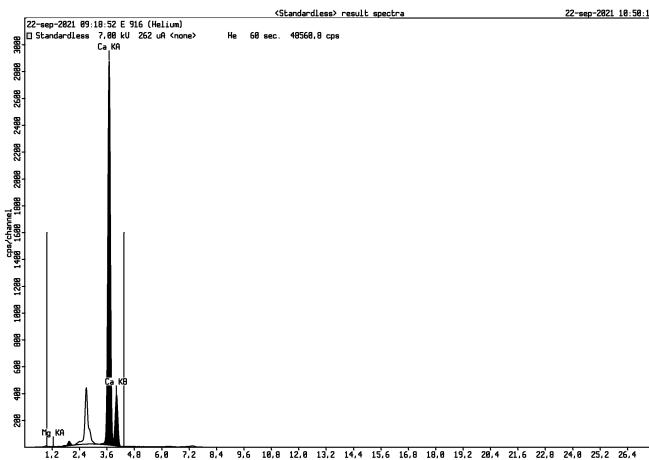
Tabel 2. Hasil Pengujian Sifat Fisis dan Mekanis Tanah Asli

Pengujian	Titik A	Titik B
Lolos ayakan #200 (%)	68	57,8
Kadar air, w_c (%)	46,05	46,07
γ (gr/cm ³)	1,71	1,65
Gs	2,80	2,81
LL (%)	61,7	60,5
PL (%)	40,63	40,09
IP (%)	21,07	20,41
SL (%)	16,71	20,2
w_c opt (%)	28,5	23,5
γ_d (gr/cm ³)	1,21	1,35
CBR (%)	2,23	2,49
USCS	MH/OH	MH/OH
AASHTO	A-7-5	A-7-5

Hasil uji batas Atterberg (Tabel 1) memperlihatkan bahwa tanah titik A memiliki Liquid Limit (LL) sebesar 61,7%, Plastic Limit (PL) sebesar 40,63%, dan Indeks Plastisitas (PI) sebesar 21,07%, sedangkan tanah titik B memiliki LL sebesar 60,5%, PL sebesar 40,09%, dan PI sebesar 20,41%. Berdasarkan klasifikasi plastisitas menurut Chen (1988), kedua tanah termasuk dalam kategori plastisitas sedang, dan menurut acuan Das (1995), jenis mineral dominannya termasuk golongan Illite. Pengujian pemadatan dengan metode *Standard Proctor* menunjukkan bahwa tanah titik A memiliki kadar air optimum (w_c Optimum) sebesar 28,5% dengan berat volume kering maksimum (γ_d maks) sebesar 1,21 gr/cm³, sedangkan tanah titik B memiliki kadar air optimum 23,5% dan berat volume kering maksimum 1,355 gr/cm³. Hasil ini menunjukkan bahwa tanah titik B cenderung lebih padat dibandingkan titik A meskipun memiliki kadar air optimum yang lebih rendah. Dari hasil pengujian California Bearing Ratio (CBR) terhadap tanah asli, diperoleh nilai 2,23% pada titik A dan 2,49% pada titik B. Nilai CBR yang rendah ini menunjukkan bahwa kedua jenis tanah memiliki daya dukung yang kecil dan tidak layak secara langsung digunakan sebagai lapisan tanah dasar (subgrade) tanpa perbaikan atau stabilisasi terlebih dahulu.

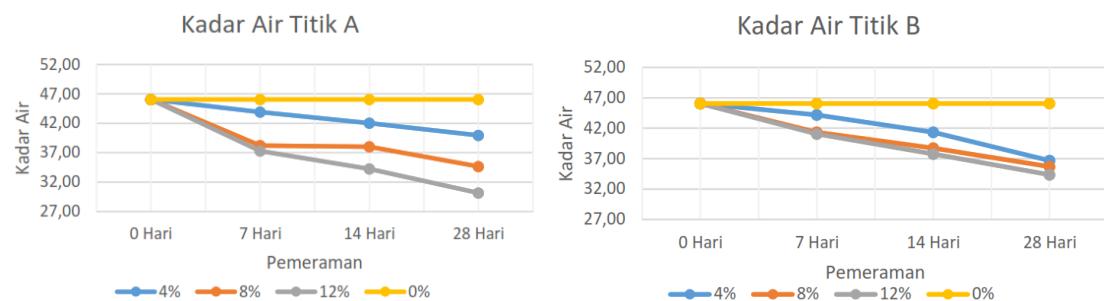
Berdasarkan hasil klasifikasi menggunakan sistem Unified Soil Classification System (USCS), kedua sampel tanah, baik titik A maupun titik B, tergolong dalam kelompok MH/OH, yaitu lempung atau lanau organik dengan plastisitas sedang hingga tinggi. Sementara itu, berdasarkan klasifikasi AASHTO, kedua tanah termasuk dalam kelompok A-7-5, yaitu jenis lempung (clayey soils) dengan nilai plastisitas yang lebih rendah dari batas cairnya. Dengan demikian, tanah ini dapat dikategorikan sebagai tanah dengan kualitas “Fair to Poor”, atau memiliki kemampuan dukung yang rendah terhadap beban konstruksi.

Hasil analisis X-Ray Fluorescence (XRF) terhadap bahan stabilisasi berupa kapur padam ($Ca(OH)_2$) dilakukan di Laboratorium Mineral dan Material Maju, Universitas Malang. Berdasarkan hasil pengujian, diperoleh komposisi oksida utama yang ditunjukkan oleh nilai CaO sebesar 99,46%, sedangkan kandungan SiO_2 dan MnO tidak terdeteksi, serta kandungan minor berupa Fe_2O_3 sebesar 0,35%, CuO sebesar 0,03%, Eu_2O_3 sebesar 0,00%, dan Lu_2O_3 sebesar 0,16% (Gambar 4).



Gambar 4. Difraksi Uji XRF pada Kapur Padam

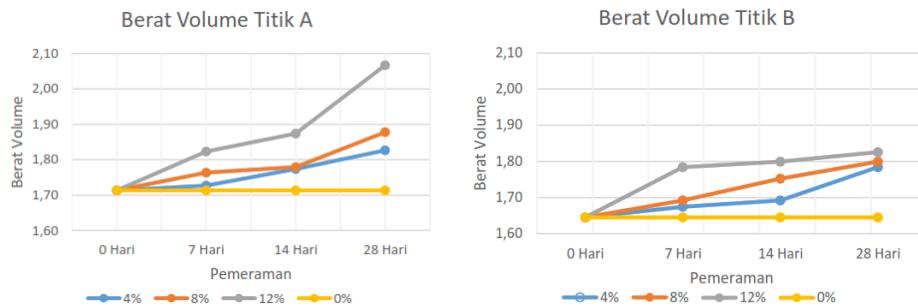
Kandungan CaO yang sangat dominan menunjukkan bahwa material kapur ini memiliki tingkat kemurnian yang tinggi, sehingga berpotensi besar untuk bereaksi secara kimiawi dengan mineral lempung dalam tanah melalui proses reaksi pozzolanik dan pertukaran ion. Reaksi tersebut terjadi ketika ion kalsium (Ca^{2+}) dari kapur berinteraksi dengan silika (SiO_2) dan alumina (Al_2O_3) pada partikel lempung, membentuk senyawa sekunder berupa kalsium silikat hidrat (CSH) dan kalsium aluminat hidrat (CAH) yang berfungsi mengikat partikel tanah menjadi massa yang lebih stabil dan padat. Dengan komposisi kimia tersebut, kapur padam yang digunakan diharapkan mampu meningkatkan daya dukung dan mengurangi plastisitas tanah lempung ekspansif melalui proses stabilisasi kimiawi. Dominasi senyawa CaO di atas 99% mengindikasikan bahwa reaksi yang terjadi akan lebih efektif dalam meningkatkan parameter mekanis tanah seperti nilai CBR dan berat isi kering maksimum, sebagaimana diharapkan pada tahap pengujian tanah campuran. Proses ini melibatkan pencampuran tanah dengan variasi kadar kapur sebesar 4%, 8%, dan 12%, serta pemeraman selama 7, 14, dan 28 hari. Hasil pengujian terhadap tanah campuran ini kemudian dibandingkan dengan tanah asli untuk mengetahui sejauh mana efektivitas kapur padam dalam meningkatkan karakteristik tanah lempung ekspansif tersebut.



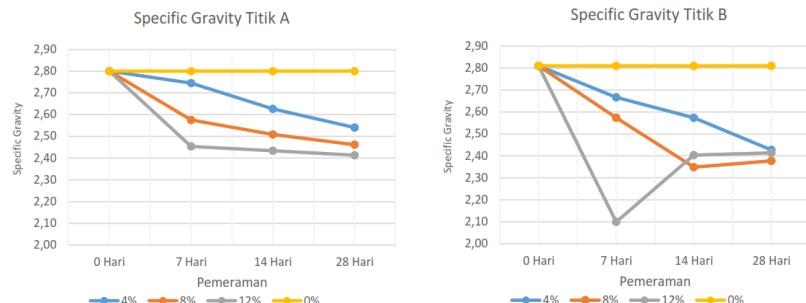
Gambar 5. Hasil uji kadar air tanah campuran kapur padam

Hasil pengujian kadar air pada tanah campuran menunjukkan penurunan nilai seiring dengan meningkatnya kadar kapur dan lamanya waktu pemeraman (Gambar 5). Pada kedua titik sampel, kadar air tertinggi terdapat pada tanah tanpa campuran kapur, dan terus menurun hingga pemeraman 28 hari pada kadar kapur 12%. Penurunan ini terjadi karena adanya reaksi kimia antara kapur padam dan mineral lempung yang menyerap sebagian air bebas untuk membentuk senyawa hidrat seperti *Calcium Silicate Hydrate* (CSH) dan *Calcium Aluminate Hydrate* (CAH). Proses tersebut menyebabkan berkurangnya kadar air dalam tanah serta menandakan terjadinya stabilisasi kimiawi yang efektif.

Nilai berat volume tanah (Gambar 6) menunjukkan tren peningkatan seiring dengan bertambahnya kadar kapur dan waktu pemeraman. Peningkatan ini disebabkan oleh proses flokulasi dan agregasi partikel tanah akibat adanya ion kalsium dari kapur yang mengikat partikel lempung menjadi massa yang lebih padat. Selain itu, produk reaksi pozzolanik hasil pencampuran kapur dengan mineral tanah mengisi rongga pori sehingga berat volume meningkat. Peningkatan berat volume ini menandakan bahwa struktur tanah menjadi lebih padat dan stabil, yang selanjutnya akan berpengaruh terhadap kenaikan nilai daya dukung tanah.

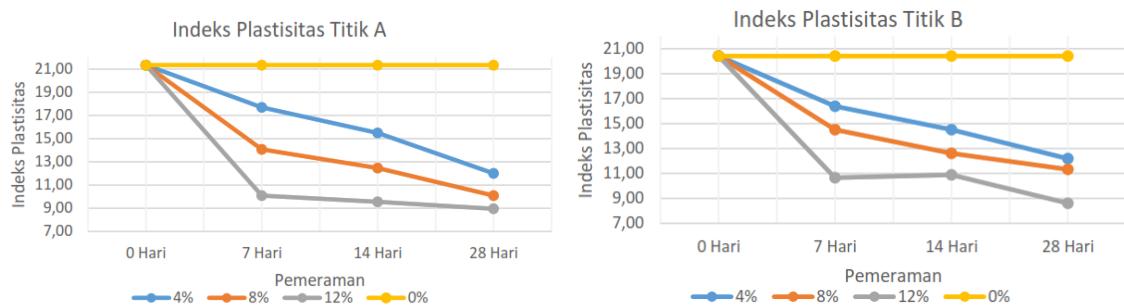


Gambar 6. Hasil uji berat volume tanah campuran kapur padam



Gambar 7. Hasil uji specific gravity tanah campuran kapur padam

Hasil pengujian nilai specific gravity (Gs) (Gambar 7) menunjukkan bahwa kedua titik mengalami penurunan nilai seiring dengan bertambahnya kadar kapur dan lamanya waktu pemeraman. Penurunan ini menandakan terjadinya reaksi kimia antara mineral tanah dan senyawa kapur yang membentuk senyawa baru dengan massa jenis lebih rendah. Jika dibandingkan, titik A menunjukkan penurunan nilai Gs yang lebih konsisten pada setiap variasi kadar dan waktu pemeraman, sedangkan pada titik B terjadi penurunan yang lebih signifikan pada kadar kapur 12% dengan pemeraman 7 hari, namun cenderung tidak stabil pada hari-hari berikutnya. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa proses stabilisasi pada titik A menunjukkan hasil yang lebih stabil dan efisien dibandingkan dengan titik B.

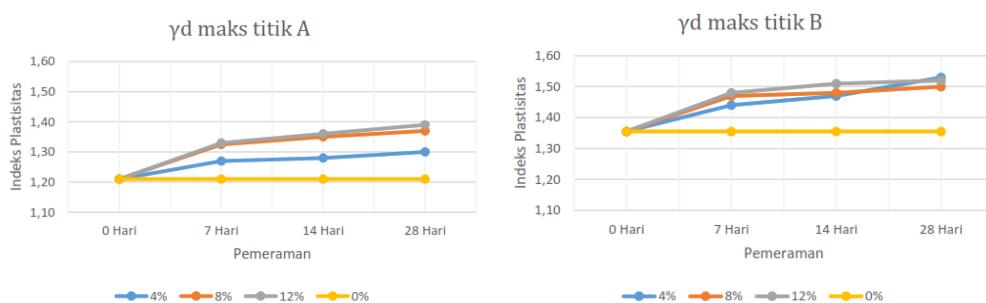


Gambar 8. Indeks plastisitas tanah campuran kapur padam

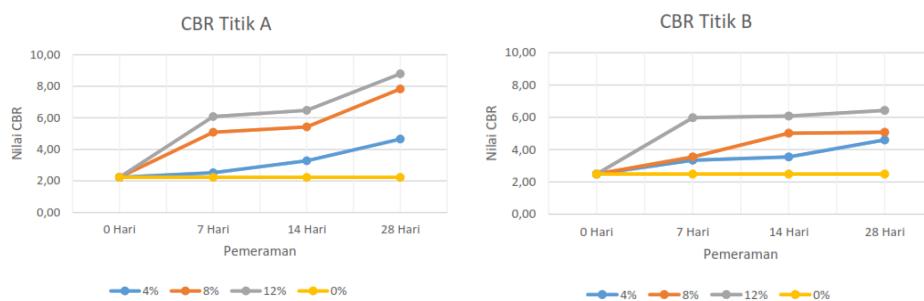
Hasil pengujian indeks plastisitas (Gambar 8) pada tanah campuran kapur menunjukkan bahwa penambahan kapur serta lamanya waktu pemeraman berpengaruh nyata terhadap penurunan nilai plastisitas tanah, baik pada titik A maupun titik B. Pada kondisi awal (0 hari), nilai PI pada titik A sebesar 21,34% dan pada titik B sebesar 20,41%, yang menunjukkan bahwa tanah masih memiliki plastisitas tinggi khas tanah lempung organik. Setelah penambahan kapur dan proses pemeraman, terjadi penurunan nilai PI secara bertahap pada kedua titik. Penurunan yang paling signifikan terjadi pada kadar kapur 12% dengan pemeraman 28 hari, di mana nilai PI pada titik A menurun menjadi 8,96% dan titik B menjadi 8,62%. Penurunan ini mengindikasikan bahwa kapur mampu bereaksi dengan mineral lempung melalui proses kation exchange dan pozzolanic reaction, yang menyebabkan berkurangnya sifat plastis tanah. Reaksi antara ion kalsium dari $\text{Ca}(\text{OH})_2$ dan partikel lempung mengubah struktur tanah menjadi lebih granular serta menurunkan kemampuan tanah dalam menyerap air. Secara umum, tanah pada titik A menunjukkan tren penurunan yang sedikit lebih konsisten dibandingkan titik B, yang menandakan proses stabilisasi berjalan lebih efektif.

Hasil pengujian Proctor (Gambar 9) dan CBR menunjukkan bahwa penambahan kapur dan lamanya waktu pemeraman memberikan pengaruh yang nyata terhadap peningkatan kepadatan serta daya dukung tanah pada kedua titik pengambilan sampel di Lakarsantri. Berdasarkan hasil uji Proctor, berat volume kering tanah meningkat seiring bertambahnya kadar kapur dan waktu pemeraman. Pada titik A, nilai berat volume kering awal sebesar $1,21 \text{ gr/cm}^3$ meningkat menjadi $1,39 \text{ gr/cm}^3$ pada pemeraman 28 hari dengan penambahan 12% kapur. Tren serupa terjadi pada titik B, di mana nilai awal sebesar $1,355 \text{ gr/cm}^3$ naik menjadi $1,52 \text{ gr/cm}^3$ pada kondisi yang sama. Peningkatan kepadatan ini menandakan bahwa partikel tanah mengalami proses pengikatan yang lebih kuat akibat adanya reaksi kimia antara ion Ca^{2+} dari kapur dengan mineral lempung yang menghasilkan senyawa sementasi seperti kalsium silikat hidrat (CSH) dan kalsium aluminat hidrat (CAH).

Selain peningkatan berat volume kering, nilai kadar air optimum juga mengalami penurunan pada kedua titik uji. Pada titik A, kadar air optimum menurun dari 28,5% pada tanah asli menjadi 24,1% setelah pemeraman 28 hari dengan penambahan 12% kapur, sedangkan pada titik B menurun dari 23,5% menjadi 17,9%. Penurunan ini disebabkan oleh sifat kapur yang menyerap sebagian air bebas serta memicu reaksi hidrasi dan pozzolanik yang mengikat air di dalam campuran tanah. Akibatnya, tanah hasil stabilisasi memerlukan air yang lebih sedikit untuk mencapai kepadatan maksimum. Kondisi ini menunjukkan terjadinya perbaikan sifat fisik tanah berupa penurunan plastisitas dan penguatan struktur butiran.



Gambar 9. Grafik Hasil Pengujian Standart Proctor berdasarkan berat volume kering



Gambar 10. CBR tanah campuran kapur padam

Hasil uji California Bearing Ratio (CBR) (Gambar 10) menunjukkan kecenderungan yang sejalan dengan hasil uji pemedatan. Nilai CBR meningkat seiring dengan bertambahnya kadar kapur dan lamanya waktu pemeraman. Pada titik A, nilai CBR meningkat dari 2,10% pada kondisi awal menjadi 8,79% setelah pemeraman 28 hari dengan kadar kapur 12%. Sementara itu, pada titik B nilai CBR meningkat dari 1,90% menjadi 6,43% pada kondisi yang sama. Peningkatan ini menunjukkan bahwa proses stabilisasi kapur mampu memperbaiki sifat mekanik tanah melalui pembentukan ikatan antarpartikel yang lebih kuat akibat reaksi kimia antara kapur dan mineral lempung.

Secara umum, hasil uji Proctor dan CBR menunjukkan adanya hubungan yang konsisten antara peningkatan kepadatan dan daya dukung tanah dengan bertambahnya kadar kapur serta lama pemeraman. Titik A lebih responsif daripada titik B terhadap proses stabilisasi kapur, yang ditunjukkan oleh peningkatan berat volume kering dan nilai CBR yang lebih signifikan. Hal ini dipengaruhi oleh karakteristik awal tanah pada titik A yang memiliki struktur lebih lepas dan berat volume kering awal yang lebih rendah, sehingga reaksi antara kapur dan mineral lempung berlangsung lebih efektif dibandingkan tanah pada titik B yang relatif lebih padat. Berdasarkan hasil-hasil tersebut, dapat ditunjukkan bahwa penambahan kapur dan waktu pemeraman memberikan pengaruh nyata terhadap perubahan sifat fisik dan mekanik tanah lempung di lokasi penelitian. Peningkatan berat volume kering, penurunan kadar air optimum, serta kenaikan nilai CBR mengindikasikan bahwa reaksi pozzolanik antara mineral tanah dan senyawa CaO dalam kapur berlangsung secara efektif dan berkontribusi terhadap perbaikan struktur serta daya dukung tanah.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian stabilisasi tanah lempung dengan penambahan kapur padam, dapat disimpulkan bahwa penambahan kapur berpengaruh signifikan terhadap perbaikan sifat fisik dan mekanik tanah asli dari daerah Lakarsantri, Surabaya. Hasil pengujian menunjukkan bahwa semakin besar persentase kapur dan semakin lama waktu pemeraman, kadar air tanah cenderung menurun, sedangkan berat volume kering dan nilai CBR mengalami peningkatan. Pada kadar kapur 12% dan waktu pemeraman 28 hari diperoleh hasil paling optimal, dengan berat volume kering dan nilai CBR tertinggi masing-masing sebesar $1,39 \text{ gr/cm}^3$ dan 8,79% pada titik A serta $1,52 \text{ gr/cm}^3$ dan 6,43% pada titik B. Hal ini menunjukkan bahwa proses reaksi pozzolan antara senyawa CaO dari kapur dan mineral lempung berlangsung efektif dalam memperkuat struktur tanah. Dengan demikian, stabilisasi kapur dapat dijadikan alternatif yang efisien untuk meningkatkan daya dukung tanah lempung pada lokasi penelitian maupun pada daerah dengan karakteristik tanah serupa.

DAFTAR PUSTAKA

- Fahriani, F., Yovianti, D., Saputra, E., Misriani, M., 2020. Perbaikan Subgrade pada Jalan Kampung Keramat di Kota Pangkalpinang dengan Menggunakan Kapur Padam Sebagai Bahan Stabilisasi Tanah. *JIRS* 17, 22–30. <https://doi.org/10.30630/jirs.17.1.348>
- Hardiyatmo, H.C., 2010. Stabilisasi Tanah Untuk Perkerasan Jalan, 1st ed. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Meidilla, D.W., Ridwan, M., 2017. Pengaruh Penambahan Abu Dasar (Bottom Ash) pada Tanah Lempung Ekspansif terhadap Nilai California Bearing Ratio (CBR) TEST. *Rekayasa Teknik Sipil* 3, 310–318.
- Riwayati, R.S., Yuniar, R., 2018. Stabilisasi tanah lempung menggunakan campuran kapur untuk lapisan tanah dasar konstruksi. *Jurnal Teknik Sipil UNPAL* 8, 104–111.
- Setyono, E., Sunarto, S., Gumilang, A.M., 2019. Pengaruh Penggunaan Bahan Serbuk Marmer pada Stabilisasi Tanah Lempung Ekspansif (Kasus Tanah Lempung Ekspansif di Daerah Citra Land Surabaya). *JMTS* 16, 99–107. <https://doi.org/10.22219/jmts.v16i2.6245>
- Soehardi, F., Lubis, F., Putri, L.D., 2017. Stabilisasi tanah dengan variasi penambahan kapur dan waktu pemeraman. *Jurnal Lingkungan* 1, 54–59.
- Syawal, M., Saleh, S.M., 2016. Dampak penambahan kapur pada tanah lempung ekspansif terhadap nilai CBR tanah dasar konstruksi jalan. *Jurnal Teknik Sipil Universitas Syiah Kuala* 6, 45–66.