

ANALISIS PERUBAHAN NILAI CBR PADA TANAH LATERIT AKIBAT PENAMBAHAN GARAM

Muhammad Raihan Suganda^{1*}, Hendy Wijaya¹, dan Ali Iskandar²

¹Program Studi Sarjana Teknik Sipil, Universitas Tarumanagara, Jl. Letjen S. Parman No. 1, Jakarta, Indonesia
muhammad.325200059@stu.untar.ac.id

Masuk: 11-02-2025, revisi: 13-02-2025, diterima untuk diterbitkan: 13-02-2025

ABSTRACT

Laterite soil is a specific type of soil characterized by high iron and alumina content, found mainly in tropical regions. The density of soil is an important physical parameter that affects soil quality and has a significant impact on plant growth and soil structure stability. The addition of salt to laterite soil can potentially alter its physical properties, including soil density, due to changes in soil particle aggregation and electrostatic interactions caused by salt ions. Laterite soil samples were taken from Cakung area, East Jakarta and mixed with coarse salt at concentrations of 5% and 10%. This study aims to investigate the effects of salt on the density of laterite soil by adding salt to the soil and observing the changes in soil compaction and strength through various laboratory tests, including compaction, CBR, pocket penetrometer, and shear tests. Results indicated that the addition of salt can increase soil density by altering soil particle structure, leading to more compact soil conditions. This research provides valuable insights for sustainable land management in tropical areas, particularly for agricultural and construction purposes.

Keywords: Laterite soil; Salt; Soil density; Compaction; Soil strength

ABSTRAK

Tanah laterit adalah jenis tanah yang memiliki kandungan besi dan alumina tinggi, banyak ditemukan di daerah tropis. Kepadatan tanah merupakan parameter fisik yang penting yang memengaruhi kualitas tanah dan berpengaruh pada pertumbuhan tanaman serta kestabilan struktur tanah. Penambahan garam pada tanah laterit dapat mempengaruhi sifat fisik tanah, termasuk kepadatannya, akibat perubahan dalam pengikatan partikel tanah dan interaksi elektrostatis yang disebabkan oleh ion garam. Sampel tanah laterit diambil dari daerah Cakung, Jakarta Timur dan dicampur dengan garam krosok pada konsentrasi 5% dan 10%. Penelitian ini bertujuan untuk menginvestigasi pengaruh garam terhadap kepadatan tanah laterit dengan menambahkan garam pada tanah dan mengamati perubahan kompaksi dan kekuatan tanah melalui berbagai uji laboratorium seperti uji kompaksi, CBR, pocket penetrometer, dan uji geser. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan garam dapat meningkatkan kepadatan tanah dengan mengubah struktur partikel tanah, yang mengarah pada kondisi tanah yang lebih kompak. Penelitian ini memberikan wawasan berharga untuk pengelolaan lahan secara berkelanjutan, terutama untuk keperluan pertanian dan konstruksi.

Kata kunci: Tanah laterit; Garam; Kepadatan tanah; Kompaksi; Kekuatan tanah

1. PENDAHULUAN

Tanah laterit adalah salah satu jenis tanah yang memiliki ciri khas tersendiri, terbentuk melalui proses pelapukan batuan, terutama batuan beku. Tanah laterit banyak ditemui di berbagai daerah tropis. Kepadatan tanah merupakan salah satu parameter fisik yang memengaruhi kualitas tanah, serta memiliki dampak signifikan terhadap pertumbuhan tanaman dan stabilitas struktur tanah. Garam merupakan salah satu bahan kimia yang sering dimanfaatkan oleh manusia khususnya dalam bidang konsumsi (Maulana et al., 2017). Dalam beberapa konteks, penggunaan garam dalam penelitian tanah menjadi topik menarik untuk dieksplorasi. Garam dapat memiliki pengaruh yang kompleks terhadap sifat fisik tanah, termasuk kepadatan tanah. Meskipun beberapa penelitian telah dilakukan tentang efek garam pada tanah, kajian mengenai pengaruhnya terhadap kepadatan tanah laterit masih terbatas (Sudjianto, 2016). Tanah laterit dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Tanah Laterit

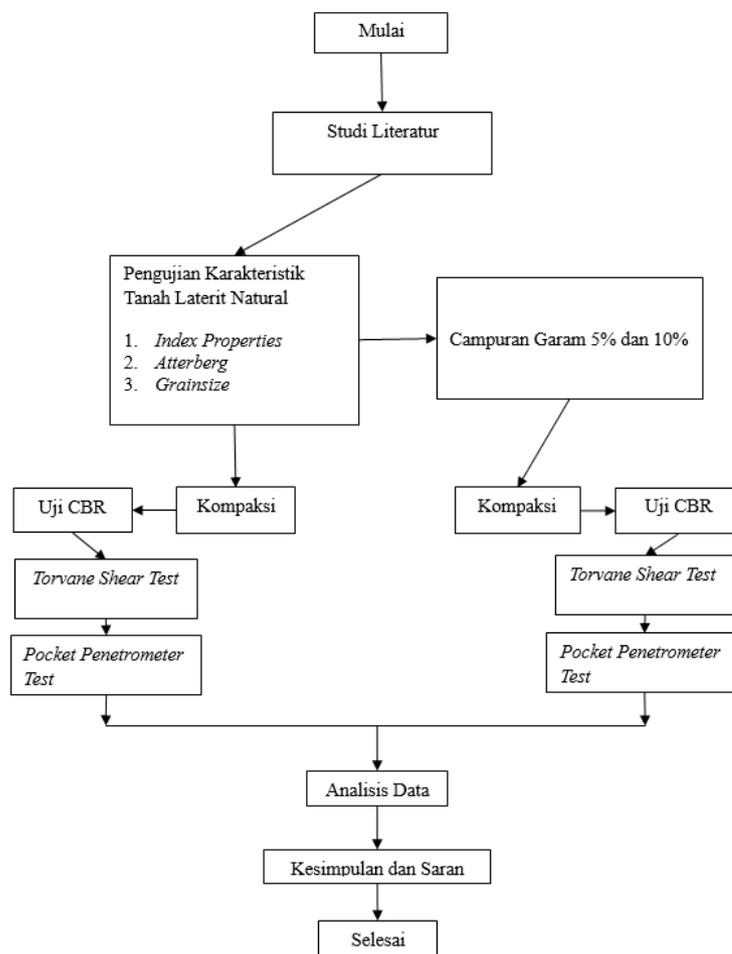
Penelitian tentang tanah laterit sangat relevan mengingat tanah jenis ini banyak ditemukan di wilayah tropis yang kaya akan curah hujan. Proses pembentukan tanah laterit melibatkan pelarutan dan pencucian mineral tertentu, yang menghasilkan tanah dengan kadar besi dan alumina tinggi serta kandungan bahan organik yang rendah. Sifat-sifat ini menjadikan tanah laterit memiliki karakteristik unik, termasuk struktur yang cukup padat dan tingkat permeabilitas yang rendah, sehingga berpotensi memengaruhi kegunaannya dalam berbagai aplikasi, seperti pertanian dan konstruksi (Akbar et al., 2023). Penambahan garam pada tanah laterit menjadi salah satu fokus penelitian karena garam dapat memengaruhi struktur mikro tanah. Ion-ion yang terkandung dalam garam, seperti natrium dan klorida, mampu mengubah sifat elektrostatis partikel tanah, sehingga memengaruhi pengikatan partikel dan kemampuan agregasi. Perubahan ini dapat berdampak pada konsistensi, stabilitas, dan kepadatan tanah. Dalam konteks tanah laterit, pengaruh garam terhadap kepadatannya sangat menarik karena sifat alami tanah laterit yang sudah cenderung kompak (Mandasari & Wulandari, 2017).

Dampak penambahan garam juga perlu dilihat dari aspek lingkungan, terutama di wilayah yang rentan terhadap intrusi air laut atau penggunaan air irigasi dengan kadar salinitas tinggi. Konsentrasi garam yang berlebihan dapat menyebabkan perubahan sifat fisik dan kimia tanah yang dapat mengurangi produktivitas lahan. Pada tanah laterit, efek ini berpotensi lebih kompleks karena interaksi antara ion garam dengan mineral dominan, seperti oksida besi dan alumina (Widiasmadi, 2023). Selain itu, kepadatan tanah merupakan parameter penting dalam pengelolaan lahan, terutama dalam menentukan kapasitas tanah untuk mendukung pertumbuhan akar tanaman atau daya dukung terhadap struktur bangunan. Dengan mempelajari pengaruh garam terhadap kepadatan tanah laterit, diharapkan dapat memberikan panduan praktis untuk pengelolaan tanah di wilayah tropis. Informasi ini juga relevan dalam konteks mitigasi dampak lingkungan akibat penggunaan tanah yang terpapar garam secara berlebihan. Namun, penelitian tentang efek garam pada tanah laterit masih terbatas, sehingga diperlukan kajian lebih mendalam untuk memahami mekanisme yang terlibat (Nilasari & Siregar, 2022). Penelitian semacam ini tidak hanya penting bagi pengelolaan lahan secara berkelanjutan, tetapi juga dapat memberikan kontribusi pada pengembangan teknologi rekayasa tanah. Dengan memahami pengaruh garam terhadap kepadatan tanah laterit, diharapkan dapat ditemukan solusi untuk mengoptimalkan fungsi tanah dalam berbagai kondisi lingkungan (Prisca & Wulandari, 2020).

Penambahan garam ke dalam tanah dapat memicu perubahan pada sifat – sifat fisik dan kimia tanah, termasuk kepadatan tanah. Dalam konteks ini, perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk mengeksplorasi dampak penambahan garam terhadap kepadatan tanah laterit. Pemahaman mendalam tentang interaksi ini tidak hanya penting untuk meningkatkan efisiensi pertanian (Muslimah et al., 2024), tetapi juga untuk mengelola lahan secara berkelanjutan. Penelitian ini memiliki tujuan utama untuk menyelidiki pengaruh penambahan garam pada kepadatan tanah laterit, dengan fokus pada potensi perubahan struktural dan kualitas tanah. Data yang dihasilkan dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi signifikan terhadap pemahaman ilmiah mengenai interaksi antara garam dan tanah laterit. Selain itu, temuan penelitian ini diharapkan dapat membantu merumuskan strategi pengelolaan tanah yang lebih presisi dan berkelanjutan di wilayah tersebut.

2. METODE PENELITIAN

Metode penelitian menjelaskan secara rinci tahapan penelitian dari mulai persiapan sampai penarikan kesimpulan. Prosedur analisis, sumber data, teknik pengumpulan data, dan teknik analisis juga perlu dipaparkan secara jelas dan berurutan sesuai urutan pelaksanaan penelitian. Penulis diperkenankan mencantumkan diagram alir penelitian. Metode penelitian ini melibatkan pengambilan sampel tanah laterit terganggu (*disturbed*) dari Perumahan Erasmas 2000, Pulo Gebang, Jakarta Timur, pada bulan Maret 2023. Sampel tanah diambil menggunakan cangkul untuk selanjutnya diuji di Laboratorium Mekanika Tanah. Pengujian meliputi karakteristik fisik tanah melalui uji *Index Properties*, *Atterberg Limit*, *Grainsize Analysis*, uji kompaksi, *California Bearing Ratio (CBR)*, *Torvane Shear Test*, dan *Pocket Penetrometer Test*. Data yang diperoleh dibandingkan antara tanah alami dengan tanah yang diberi tambahan garam untuk mengetahui pengaruh penambahan garam terhadap kepadatan dan kekuatan tanah. Pengolahan data dilakukan secara sistematis dan akurat untuk meminimalkan kesalahan pengukuran. Pengujian dilakukan sesuai dengan prosedur standar, seperti kalibrasi alat, pengukuran kadar air, pengolahan sampel, dan analisis sifat mekanis tanah. Hasil pengujian dianalisis untuk mengidentifikasi perubahan karakteristik tanah setelah penambahan garam, kemudian diinterpretasikan guna menghasilkan kesimpulan dan saran berdasarkan temuan penelitian ini (Maulana et al., 2020). Berikut merupakan diagram alir penelitian yang dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Garam yang digunakan pada penelitian ini adalah Garam Krosok. Garam akan dicampurkan dengan tanah sehingga menghasilkan data tanah yang tercampur garam. Tanah yang digunakan pada penelitian ini adalah tanah laterit. Tanah akan dilakukan percobaan laboratorium sehingga menghasilkan data tanah. Data tanah yang digunakan dalam analisis terdiri dari data uji karakteristik tanah, data uji Kompaksi, data uji CBR, data uji Pocket Penetrometer Test, dan data uji Torvane Shear Test (Amu & Salami, 2010).

Perhitungan Specific Gravity (Gs)

Hasil perhitungan specific gravity dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Pengujian index properties

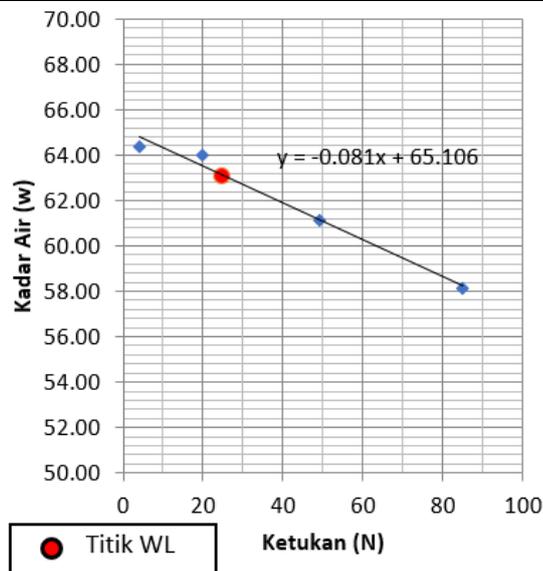
No	Item	Test No		
		1	2	3
1	Gs (20°C)	2,63	2,69	2,67
2	Average of Gs	2,66		

Atterberg Limit

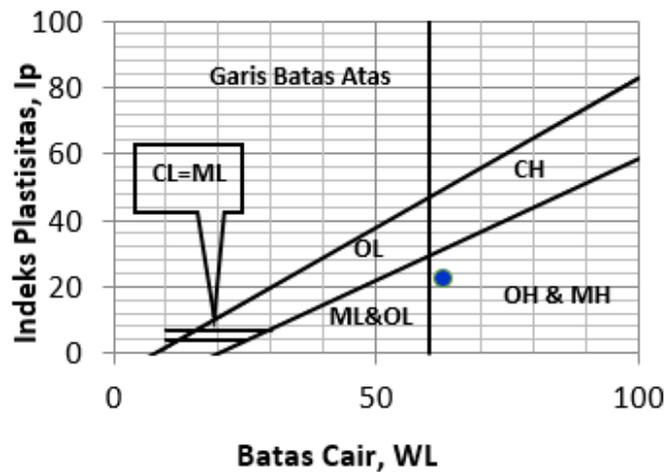
Uji *Atterberg Limit* merupakan pengujian laboratorium yang menentukan batas cair (WL), batas plastis (WP), dan batas susut (WS) dari tanah berbutir halus. Pengujian ini mencari klasifikasi material halus yang akan menghasilkan parameter seperti LL, PL, dan *plasticity index*. Parameter tersebut dapat dikorelasikan dengan parameter lain untuk mengetahui sifat dari tanah seperti kuat geser dan kembang susut tanah. Tabel 2, Tabel 3, Gambar 3, dan Gambar 4 menunjukkan hasil pengujian untuk *Atterberg Limit*.

Tabel 2. Hasil Pengujian liquid limit

		Batas Cair			
		4	20	49	85
Jumlah Pukulan		4	20	49	85
No. Container		M35	M51	M32	M31
W. Container (gr)		10,1	9,3	9,9	10,3
W. Container + wet soil (gr)		22,1	13,4	18,6	17,1
W. Container + dry soil (gr)		17,4	11,8	15,3	14,6
Kadar air, w (%)		64,38	64	61,11	58,14



Gambar 3. Grafik Untuk Menentukan *Liquid Limit* (W=63%)



Gambar 4. Cassagrande Plasticity Chart (OH & MH)

Tabel 3. Hasil pengujian *plastic limit*

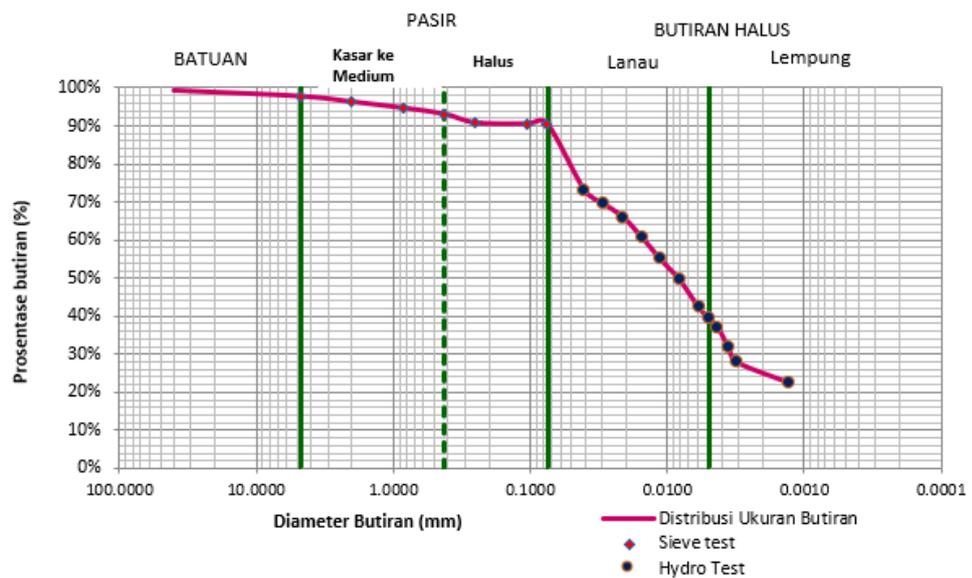
Test No.	Batas Plastis		
	1	2	3
No. Container	MT68	M95	MT104
W. Container (gr)	9,9	9,1	8,7
W. Container + wet soil (gr)	16	15,5	15,6
W. Container + dry soil (gr)	14,2	13,7	13,6
Kadar air, w (%)	41,86	39,13	40,82
Rata-Rata Kadar air, w (%)		40,60	

Grain Size Analysis

Pengujian Grain Size menggunakan analisis ayakan dan hidrometer menghasilkan distribusi partikel tanah. Diameter partikel yang digunakan dalam percobaan ini bervariasi, antara lain 40 mm, 4,75 mm, 2 mm, dan seterusnya. Berdasarkan hasil pengayakan, diperoleh persentase tertahan pada ayakan 4,75 mm sebesar 0,72%, sementara persentase yang lolos mencapai 99,28%. Hasil pengujian hidrometer menunjukkan persentase kandungan tanah yang terdiri dari beberapa fraksi, yaitu batuan sebesar 2,24%, pasir sebesar 8,76%, lanau sebesar 50,99%, dan lempung sebesar 39,53%. Dapat dilihat pada Tabel 4 dan Gambar 5.

Tabel 4. Hasil pengujian *grain size analysis*

Uji	Diameter Partikel	Persentase tertahan (%)	Persentase lolos (%)
<i>Sieve Analysis</i>	40,0000	0,72	99,28
	4,7500	1,52	97,76
	2,0000	1,46	96,30
	0,8500	1,60	94,70
	0,4250	1,56	93,14
	0,2500	2,32	90,82
	0,1060	0,28	90,54
	0,0750	0,02	90,52
<i>Hydrometer</i>	0,0402	17,35	73,17
	0,0290	3,61	69,56
	0,0208	3,61	65,95
	0,0151	5,42	60,53
	0,0112	5,42	55,11
	0,0081	5,42	49,69
	0,0059	7,23	42,46
	0,0050	2,93	39,53
	0,0042	2,49	37,04
	0,0035	5,42	31,62
	0,0031	3,61	28,01
	0,0013	5,42	22,58
	0,0000	22,58	0,000
Persentase Batuan	2,24	%	
Persentase Pasir	8,76	%	
Persentase Lanau	50,99	%	
Persentase Lempung	39,53	%	



Gambar 5. Distribusi Partikel Tanah Natural

Compaction Test

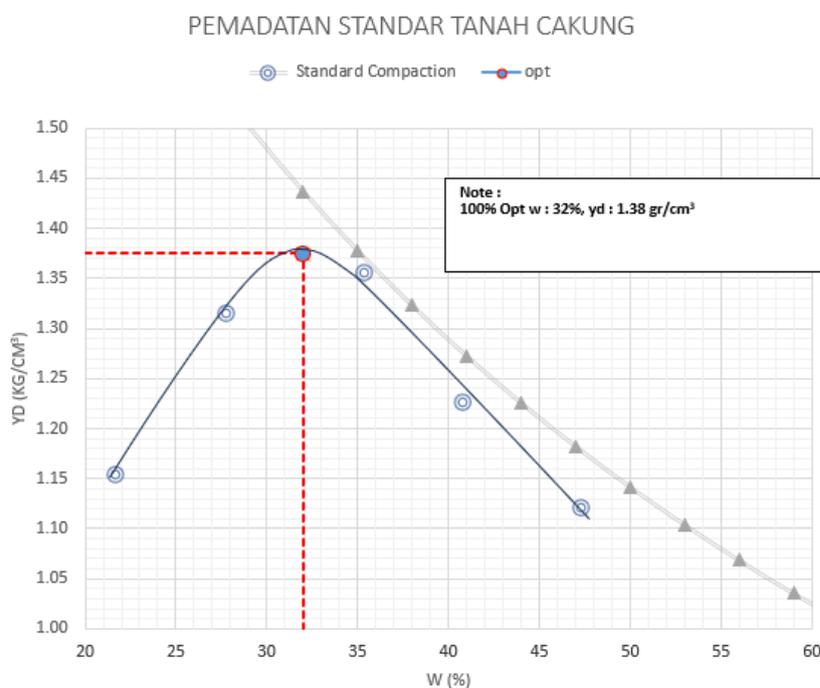
Pengujian kompaksi dilakukan untuk mengetahui pengaruh kadar air terhadap kepadatan tanah pada sampel natural dan campuran. Berdasarkan hasil pengujian, didapatkan nilai volume cetakan sebesar 933,38 cm³ dengan dimensi cetakan diameter 10,10 cm dan tinggi 11,65 cm. Hasil pengujian kadar air tanah natural menunjukkan variasi kadar air yang berbeda pada lapisan atas, tengah, dan bawah tanah dengan nilai masing-masing 22%, 22%, dan 21%. Kadar air dihitung menggunakan selisih berat tanah basah dan tanah kering, yang kemudian dihitung untuk menentukan nilai kadar air tanah (w) pada setiap lapisan.

Selanjutnya, pengujian densitas tanah dilakukan untuk mengetahui densitas basah (γ_{wet}) dan densitas kering (γ_{dry}). Hasil pengujian menunjukkan bahwa densitas basah untuk tanah natural adalah 1,40 gram/cm³, sedangkan densitas kering dihitung dengan mempertimbangkan kadar air yang diasumsikan sebesar 21,7%, yang menghasilkan nilai densitas kering sebesar 1,15 gram/cm³. Pengujian ini juga digunakan untuk menghitung jumlah air yang perlu ditambahkan agar tanah mencapai kadar air tertentu, yang dihitung sebesar 515,7 gram berdasarkan sampel dengan kadar air awal 14,28%.

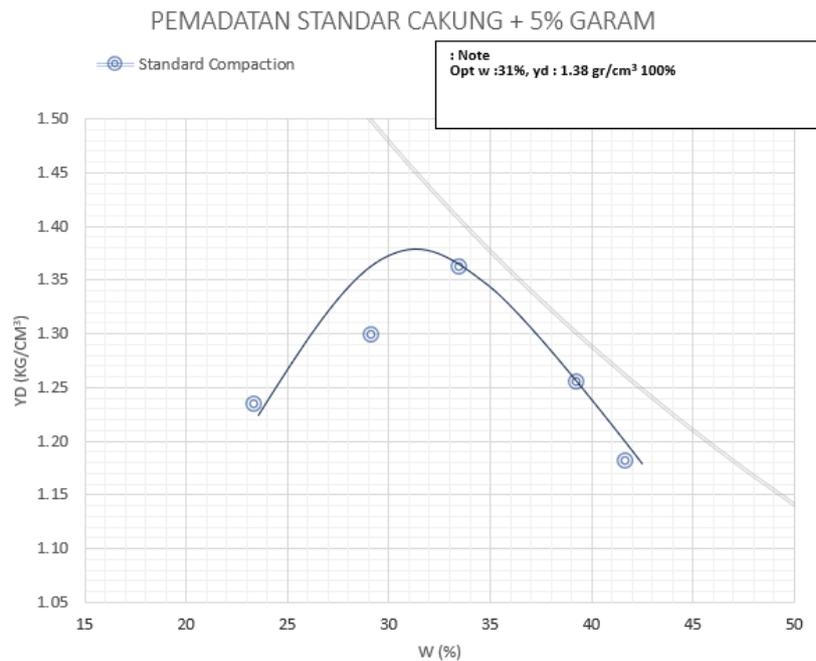
Hasil pengujian kompaksi pada campuran tanah dengan 5% dan 10% menunjukkan peningkatan kadar air seiring dengan meningkatnya kepadatan tanah. Pada campuran 5%, kadar air optimum ($W_{optimum}$) tercatat sebesar 31% dengan densitas kering optimum 1,38 gram/cm³, sedangkan pada campuran 10% tercatat kadar air optimum sebesar 26,5% dengan densitas kering optimum sebesar 1,40 gram/cm³. Meskipun kadar air pada campuran 10% lebih rendah, densitas kering yang tercatat sedikit lebih tinggi dibandingkan dengan campuran 5%. Dapat dilihat pada Tabel 5, Gambar 6, Gambar 7, dan Gambar 8.

Tabel 5. Summary pengujian compaction test

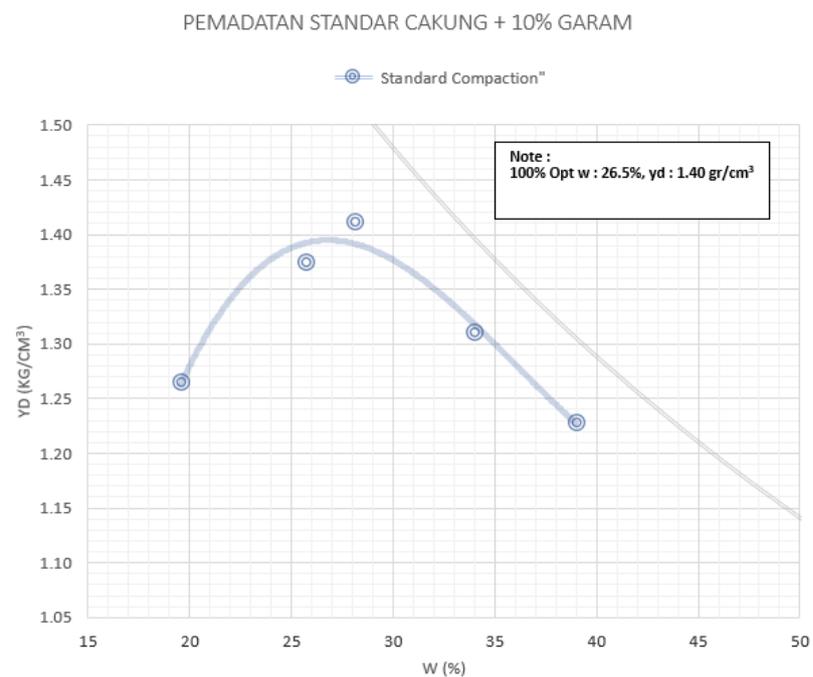
Sampel	$W_{optimum}$ (%)	γ_{dry} Optimum (gram/cm ³)
Natural	32	1,38
Campuran 5%	31	1,38
Campuran 10%	26,5	1,40



Gambar 6. Grafik Compaction Test Natural



Gambar 7. Grafik *Compaction Test* Campuran 5%



Gambar 8. Grafik *Compaction Test* Campuran 10%

California Bearing Ratio (CBR)

Pengujian California Bearing Ratio (CBR) dilakukan pada sampel tanah natural dan campuran dengan variasi kadar air. Berdasarkan data yang diperoleh, volume tanah (V_s) dihitung menggunakan rumus volume cetakan, yaitu $\frac{1}{4} \times d \times H_s$, yang menghasilkan $2114,97 \text{ cm}^3$. Penentuan kadar air dilakukan dengan menghitung selisih berat tanah basah dan kering, di mana kadar air sebelum pemadatan pada tanah natural adalah 15,17%. Setelah pemadatan, kadar air pada lapisan atas, tengah, dan bawah masing-masing tercatat 30,68%, 33,20%, dan 31,89%, dengan rata-rata kadar air pasca-pemadatan sebesar 31,93%. Selanjutnya, dilakukan perhitungan densitas untuk menentukan densitas basah (γ_{wet}) dan densitas kering (γ_{dry}). Dengan asumsi kadar air sebesar 32%, densitas basah dihitung sebagai 1,6695

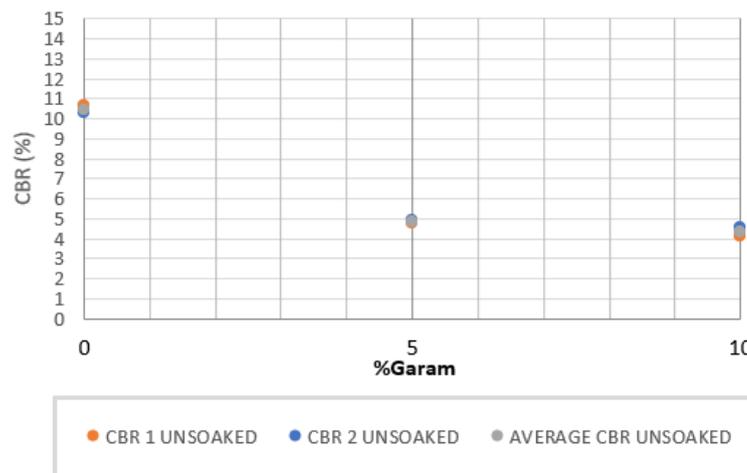
gram/cm³, dan densitas kering diperoleh sebesar 1,26 gram/cm³. Dalam perhitungan CBR, dilakukan pengukuran penetrasi pada dua kedalaman (0,1 inch dan 0,2 inch), dengan hasil pengujian CBR untuk lapisan atas (top) dan bawah (bottom). CBR untuk lapisan atas (top) pada tanah natural unsoaked sebesar 5,93%, dan untuk lapisan bawah (bottom) sebesar 15,02%.

Pada sampel campuran dengan 5% dan 10% bahan tambahan, hasil pengujian menunjukkan penurunan nilai CBR. CBR untuk campuran 5% pada lapisan atas (top) adalah 3,95%, dan untuk lapisan bawah (bottom) adalah 5,73%. Sedangkan untuk campuran 10%, CBR pada lapisan atas dan bawah masing-masing adalah 3,95% dan 4,74%. Hasil pengujian CBR pada sampel *soaked* menunjukkan penurunan lebih lanjut, dengan nilai CBR untuk lapisan atas (top) pada sampel natural sebesar 3,59%, dan pada lapisan bawah (bottom) sebesar 2,87%. Nilai CBR untuk campuran 5% dan 10% soaked juga lebih rendah dibandingkan dengan kondisi *unsoaked*. Dapat dilihat pada tabel 6, Tabel 7, Gambar 9, dan Gambar 10.

Tabel 6. Summary pengujian CBR unsoaked

Sampel	CBR top (%)	CBR bottom (%)
Natural	5,93	15,02
Campuran 5%	3,95	5,73
Campuran 10%	3,95	4,74

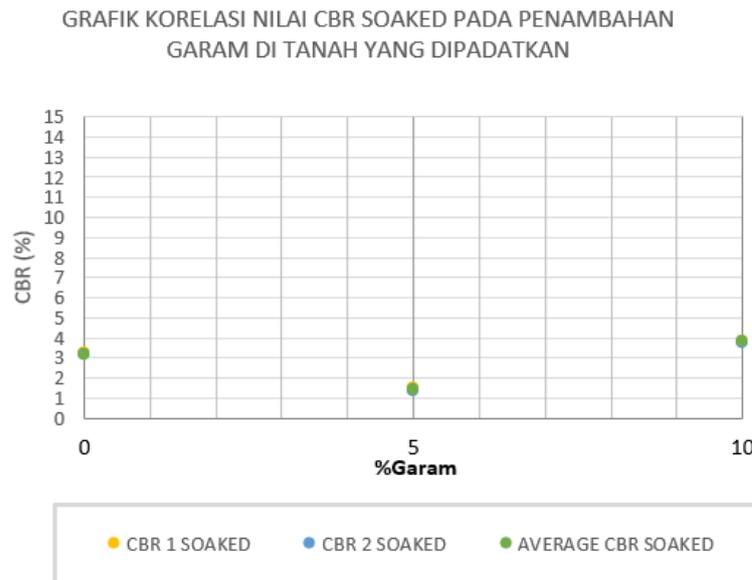
GRAFIK KORELASI NILAI CBR UNSOAKED PADA PENAMBAHAN GARAM DI TANAH YANG DIPADATKAN



Gambar 9. Grafik Nilai CBR Unsoaked

Tabel 7. Summary pengujian CBR soaked

Sampel	CBR top (%)	CBR bottom (%)
Natural	3,59	2,87
Campuran 5%	1,68	1,19
Campuran 10%	2,04	4,54



Gambar 10. Grafik Nilai CBR *Soaked*

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

1. Berdasarkan pengujian *index properties*, tanah laterit pada penelitian ini memiliki nilai *specific gravity* sebesar 2,66.
2. Semakin tinggi persentase garam maka semakin kecil nilai kadar airnya. Hal ini dapat dilihat dengan sampel tanah natural memiliki kadar air 32%, campuran 5% memiliki kadar air 31%, dan campuran 10% memiliki kadar air 26,5%.
3. Semakin tinggi persentase garam maka semakin besar kepadatan keringnya. Hal ini dapat dilihat dengan sampel tanah natural memiliki kepadatan kering 1.38 gram/cm³, campuran 5% memiliki kepadatan kering 1,38 garm/cm³, dan campuran 10% memiliki kepadatan kering 1.40 gram/cm³.
4. Pada kondisi *unsoaked* penambahan garam cenderung mengurangi nilai CBR. Hal ini dapat dilihat dengan sampel tanah natural memiliki nilai CBR 5,93%, campuran 5% memiliki nilai CBR 3,95%, dan campuran 10% memiliki nilai CBR 3,95%.
5. Pada kondisi *soaked* bagian top nilai CBR mengalami penurunan dari 3,59% ke 1,68% hal ini dapat dilihat pada sampel natural ke campuran 5%, lalu mengalami kenaikan dari 1,68% ke 2,04% pada sampel campuran 5% ke 10%. Sedangkan pada bagian bottom nilai CBR sampel campuran 10% mengalami kenaikan sampai melewati nilai CBR sampel natural, sampel natural memiliki nilai CBR 2,87%, sampel campuran 5% memiliki nilai CBR 1,19%, dan sampel campuran 10% memiliki nilai CBR 4,54%.

Saran

1. Tambah variasi campuran garam untuk mengetahui batas optimal penambahan garam yang memberikan hasil terbaik.
2. Gunakan jenis garam lain selain garam krosok untuk membandingkan efek kepadatan dan stabilitas tanah.

DAFTAR PUSTAKA

- Akbar, M. A., Adrian, F., & Rahmatillah, L. F. (2023). Potensi dan Tantangan Produksi Garam Nasional. *ARMADA : Jurnal Penelitian Multidisiplin*, 1(12), 1433-1438. <https://doi.org/10.55681/armada.v1i12.1085>
- Amu, O. &. (2010). Effect of Common Salt on Some Engineering Properties of Eggshell Stabilized Lateritic Soil. *Journal of Engineering and Applied Sciences*, 5(9), 64-73.
- Mandasari, F., & Wulandari, S. (2017). Pengaruh Campuran Garam dengan Uji Pemadatan pada Tanah Lempung Ekspansif. *Jurnal Desain Konstruksi*, 16(2), 112-119.
- Maulana, E., Saputro, G. B., Suprajaka, S., & Sari, C. M. (2020). Analisis Spasio-Temporal Perubahan Luas Lahan Garam di Pesisir Kabupaten Rembang. *Jurnal Wilayah dan Lingkungan*, 8(3), 280-289. <https://doi.org/10.14710/jwl.8.3.280-289>.

- Maulana, K. D., Jamil, M. M., Putra, P. E., Rohmawati, B., & Rahmawati. (2017). Peningkatan Kualitas Garam Bledug Kuwu Melalui Proses Rekrystalisasi dengan Pengikat Pengotor CaO, Ba(OH)₂, dan (NH₄)₂CO₃. *Journal of Creativity Student*, 42-46.
- Muslimah, W. P., & Yusnawati. (2024). Analisis Kualitas Garam Lokal di Kabupaten Aceh Timur dengan Berbagai Metode Pengolahan Garam. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, 16(1), 47-61.
- Nilasari, N., & Siregar, C. A. (2022). Stabilisasi Tanah dengan Campuran Garam Dapur (NaCl) Terhadap Nilai Pemadatan Standar Metode A (Studi Kasus: Tanah Lempung Daerah Kecamatan Baleendah Kabupaten Bandung). *Sistem Infrastruktur Teknik Sipil (SIMTEKS)*, 2(1), 11. <https://doi.org/10.32897/simteks.v2i1.1535>
- Prisca, L. N., & Wulandari, S. (2020). Pengaruh Penambahan Garam dan Limbah Karbit pada Tanah Lempung Terhadap Kepadatan Kering Maksimum dan CBR. *Jurnal Teknik Sipil*, 27(3), 239. <https://doi.org/10.5614/jts.2020.27.3.5>
- Sudjianto, A. T. (2016). Stabilisasi Tanah Lempung Ekspansif Dengan Garam Dapur (NaCl). *Jurnal Teknik Sipil Universitas Atma Jaya Yogyakarta*, 8(1), 53-63.
- Widiasmadi, N. (2023). Analisa Distribusi Mikroba pada Setiap Kedalaman Tanah Laterit Lahan Tanaman Kopi dengan Teknologi Biosolidam. *Jurnal Cahaya Mandalika ISSN 2721-4769*, 4(2), 75-85.

