



INNOVATIVE: Journal Of Social Science Research

Volume 4 Nomor 3 Tahun 2024 Page 15090-15100

E-ISSN 2807-4238 and P-ISSN 2807-4246

Website: <https://j-innovative.org/index.php/Innovative>

Stabilitas Tanah Ekspansif Campuran NaCl Untuk Meningkatkan Nilai *California Bearing Ratio* (CBR)

Mohammad Zainul Ikhwan

Universitas Bojonegoro

Email: zaeny.ikhwan@gmail.com

Abstrak

Konstruksi struktural suatu jalan dan jembatan mempunyai dasar yang berupa tanah. Tanah memiliki berbagai sifat baik dan buruk. Kondisi tanah yang baik dapat mendukung kelancaran suatu pengerjaan konstruksi. Sifat tanah yang buruk merupakan masalah yang perlu diperhatikan dan perlu perbaikan terlebih dahulu sebelum pengerjaan konstruksi. Plastisitas tinggi, kuat geser rendah serta kembang susut suatu tanah adalah masalah yang sering dijumpai. Perbaikan yang bisa dilakukan dengan stabilitas secara kimiawi. NaCl adalah senyawa kimiawi yang diambil untuk perbaikan tanah sebagai stabilisatornya. Jalan poros desa Sumberarum Kecamatan Dander Kabupaten Bojonegoro menjadi daerah pengambilan sampel karena kondisi tanah berupa lempung ekspansif. Benda uji dibuat dengan NaCl 5%, 10% dan 15% dengan pengujian kadar air, batas susut, plastis, berat jenis dan CBR skala laboratorium. Hasil pengujian menunjukkan sifat fisik dan sifat mekanik tanah lempung ekspansif dapat diperbaiki. NaCl 5% merupakan komposisi paling optimum untuk memperbaiki sifat fisik dan mekanik dan meningkatkan nilai CBR mencapai 10,03%.

Kata Kunci: *Sifat Fisik, Sifat Mekanik, Perbaikan, Tanah*

Abstract

The structural construction of roads and bridges has a foundation in the form of soil. Soil has various good and bad properties. Good soil conditions can support the smooth running of construction work. Poor soil properties are a problem that needs attention and needs to be repaired before construction work. High plasticity, low shear strength and swelling and shrinkage of soil are problems that are often encountered. Improvements that can be made with chemical stability. NaCl is a chemical compound that is taken for soil improvement as a stabilizer. The main road in Sumberarum Village, Dander District, Bojonegoro Regency, was the sampling area because the soil was expansive clay. Test specimens were made with 5%, 10% and 15% NaCl by testing water content, shrinkage limit, plasticity, specific gravity and CBR on laboratory scale. The test results show that the physical and mechanical properties of expansive clay soil can be improved. 5% NaCl is the most optimal composition to improve physical and mechanical properties and increase the CBR value to 10.03%.

Keywords: Physical Properties, Mechanical Properties, Improvement, Soil

PENDAHULUAN

Stabilisasi tanah adalah cara yang digunakan untuk memperbaiki tanah dengan cara merubah sifat tanah menggunakan suatu campuran (Abood et al., 2023). Stabilisasi tanah diperlukan untuk memperbaiki, meningkatkan dan mempertahankan kondisi tanah untuk menjadi baik (Yang et al., 2023). Menjadikan struktural jalan atau pondasi yang mengikat dan menyatunya semua material menjadi kuat adalah tujuan dilakukannya stabilisasi tanah (Wang et al., 2024). Stabilisasi bisa dilakukan dengan meningkatkan kerapatan tanah, meningkatkan kohesi dan tahanan gesek dengan mencampurkan sebuah material yang tidak aktif (Zhou et al., 2023). Senyawa kimiawi, fisis serta drainase tanah dapat dirubah dengan penambahan suatu bahan (Li et al., 2023). Penambahan bahan ditunjukkan untuk memperbaiki sifat tanah yang buruk untuk menjadi stabil (Antonioni et al., 2024).

Kondisi di lapangan Desa Sumberarum Kecamatan Dander Kabupaten Bojonegoro khususnya di jalan poros desa yang rusak tentu menyebabkan pengendara roda dua dan roda empat merasa tidak nyaman. Bahkan kerusakan jalan dapat menimbulkan resiko kecelakaan. Musim penghujan juga menjadikan kondisi semakin buruk dengan genangan air yang ditimbulkan (Abood et al., 2023). Jalan yang sebelumnya sudah paving, akibat muatan kendaraan yang overload jalan mulai bergelombang dan berlubang. Karena tingkat kerusakan yang cukup parah, maka perlu dilakukanlah perbaikan (Bai et al., 2023). Perbaikan yang dilakukan pada jalan desa Sumberarum Kecamatan Dander Kabupaten Bojonegoro dengan menambahkan NaCl ke tanah dasar (Das et al., 2023). Hal tersebut paling efektif dilakukan dibandingkan dengan mengganti tanah dasar dengan tanah yang lebih baik dari

segi pembiayaan. Hal tersebut yang mendasari penelitian ini perlu dilakukan untuk mengetahui seberapa besar peningkatan perbaikan tanah yang bisa dicapai untuk nilai CBR untuk mencapai kepadatan maksimum (Mousavi & Karamvand, 2017)..

METODE PENELITIAN

Penggunaan NaCl pada penelitian ini bertujuan untuk mengatasi permasalahan tanah lempung ekspansif guna mencapai kestabilisasiannya. Lokasi pengambilan sample di Desa Sumberarum Kecamatan Dander Kabupaten Bojonegoro. NaCl menggunakan bahan dari garam dapur cerdik. Campuran garam dapur (NaCl) yang digunakan sebesar 5% 10% dan 15% (Muzakki et al., 2018). penambahan air dimulai dari 2%, 4%, 6%, 8%, dan 10%. dibutuhkan alternatif untuk mengetahui nilai CBR dan presentase optimal NaCl (Marpuah & Siregar, 2022). Pencampuran dengan menggunakan wadah plastik dan ditutup rapat untuk mecapai pemerataan dan didiamkan dalam waktu 48 jam.

Pengujian Berat Jenis Tanah

Pengujian menggunakan Proctor test dan Sand Cone.

$$G_s = \frac{W_2 - W_1}{(W_4 - W_1) - (W_3 - W_2)}$$

W_1 = Berat Piknometer (gram)

W_2 = Berat Piknometer + Bahan Kering (gram)

W_3 = Berat Piknometer + Bahan + Air (gram)

W_4 = Berat Piknometer + Air (gram)

Diambil rata-rata dari hasil pengujian dan dilakukan pengujian ulang apabila hasil menunjukkan perbedaan lebih dari 0,03 (SNI 1964:2008, 2008).

Pengujian Pemadatan Tanah

Pengujian dilakukan dengan alat pemadat berupa silinder (mold). Diameter ukuran silinder 10,2 cm dan tinggi 11,6 cm. Cara pemadatan tanah dalam mold menggunakan penumbuk dengan berat 2,5 kg dan ketinggian jatuh penumbuk 30,5 cm dari mold. Pemadatan dilakukan dengan tumbukan sebanyak 25 kali untuk lapisan pertama, kedua dan ketiga (SNI 1964:2008, 2008). Usaha untuk pemadatan awal, kandungan air dan kandungan udara untuk memperoleh derajat kepadatan. Hasil pemadatan dinyatakan dalam berat isi kering. Berat jenis dianggap sama untuk keperluan praktis (Li et al., 2023).

Batas Atterberg

Liquid Limit (LL) adalah batas transisi kadar air dari kondisi plastis ke kondisi cair (Gao et al., 2023). Plastic Limit (PL) adalah batas kadar air tanah minimum dalam kondisi plastis. Shrinkage Limit (SL) adalah batas transisi kadar air dari kondisi padat ke kondisi semi padat (Badan Standardisasi Nasional, 2008). PI adalah selisih antara LL dan PL. PI merupakan panjang daerah kadar air pada kondisi plastis. Plastisitas adalah kemampuan tanah yang tidak retak karena deformasi. PI adalah skalatis dari besarnya kadar air berdasarkan PL dan LL.

$$PI = \frac{w-PL}{LL-PL}$$

Kadar air dalam tanah disimbolkan dengan w , jika $w = LL$ maka tanah memiliki $PI = 0$. Keadaan batas cair tepat dibatas cair maka tanah menjadi cairan kental. Jika $w = PL$ maka tanah memiliki $PI = 0$. Keadaan kadar air tepat diatas atau dibawah batas plastis maka tanah tanah menjadi plastis. Jadi PI antara 0 sampai 1 menunjukkan tanah dalam keadaan plastis. Kemudian keadaan plastis tinggi ditunjukkan dengan nilai $w < LL$ dan $PI < 1$.

Kadar Air Tanah

$$W = \frac{M2-M3}{M3-M1} \times 100\%$$

Dimana :

W = kadar air (%)

$M1$ = berat cawan kosong (gram)

$M2$ = berat cawan + tanah basah (gram) $M3$ = berat cawan + tanah kering (gram)

Uji CBR

Rata-rata volume $1/33,33 \text{ ft}^3$ ($2124,1 \text{ cm}^3$). Tanah dipadatkan dengan jumlah lapisan yang sama. Untuk mendapatkan nilai CBR yang sesuai maka tanah disiapkan dan dipadatkan sebanyak 3 sampel dimana-mana masing-masing dipadatkan sebanyak 10x, 30x, 65x tumbukan per lapisnya (Pengajar, n.d.).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penentuan kadar air menggunakan SNI 1965:2008, tanah yang digunakan untuk pengujian kadar air ini merupakan tanah kondisi terganggu (*disturb*) dan hasil pengujian kadar air tanah ini adalah 22.38% diambil dari 3 sampel pengujian yang diambil rata-rata.

Tabel 1. Pengujian Kadar Air Tanah

Nomor cawan			6	19	54
Berat cawan	(W3)	(gr)	14	14	15
Berat cawan + contoh basah	(W1)	(gr)	63	72	67
Berat cawan + contoh kering	(W2)	(gr)	54	62	57
Massa air	(W1-W2)	(gr)	9	10	10
Berat contoh kering	(W2-W3)	(gr)	40	48	42
Kadar air	(w)	(%)	22.50	20.83	23.81
Kadar air rata-rata		(%)	22.38		

Penentuan berat jenis menggunakan SNI 1964:2008, pengujian berat jenis menggunakan sampel tanah yang lolos saringan 40 ASTM dengan kondisi kering oven sebanyak 2 sampel, total sampel tanah yang dibutuhkan 50 gr, hasil pengujian berat jenis sebanyak 2 benda uji didapat nilai berat jenis tanah rata-rata sebesar 2.38

Tabel 2. Pengujian Berat Jenis Tanah

Nomor piknometer		119	121
Berat piknometer + contoh	W2 (gram)	82	81
Berat piknometer	W1 (gram)	57	56
Berat tanah	Wt (gram)	25	25
Temperatur °C		27°	
Faktor Koreksi Suhu (A)		0.9983	
Berat piknometer+ air + tanah pada suhu 27° C	W3 (gram)	170	170
Berat piknometer + air pada suhu 27° C	W4 (gram)	156	155
W5 = Wt + W4	(gram)	181	180
Isi Tanah	(cm ³)	11	10
Berat jenis T1 (Gs T1)		2.27	2.50
Berat jenis (Gs) = Gs T1 x A		2.27	2.50
Rata – rata		2.38	

Berdasarkan SNI 1966 : 2008, dari hasil pengujian Atterbeg Limit didapatkan beberapa nilai seperti LL = 69,1 % , PL = 50,6 % dan PI = 18,5 %.

Hasil pengujian ini disajikan pada tabel berikut. :

LL %	PL %	PI %
69.1	50.6	18.5

Keterangan :

LL =Liquit Limit

PI = Palstis Limit

PI = Plasticity Index

Batas susut tanah dipengaruhi oleh perubahan kadar air dan tekanan, hal ini memiliki nilai bervariasi tergantung pada jenis tanah dan metode pengujian yang dilakukan. Hasil pada pengujian batas susut pada setiap sampel tanah penelitian ini dengan berat jenis tanah (Gs) diketahui nilai 2.77 di tunjukkan pada table dibawah.

Tabel 3. Perhitungan Batas Cair dan Batas Palstis

	BATAS CAIR (LL)			BATAS PLASTIS (PL)		
Banyak Ketukan		15	26	39		
Nomor Cawan		45	46	25	17	10
Berat Cawan	(gr)	14	14	14	15	15
Berat Cawan + Contoh Basah (A)	(gr)	42	36	45	44	49
Berat Cawan + Contoh Kering (B)	(gr)	30	27	33	36	41
Berat Air	(gr)	12	9	12	8	8
Berat Contoh Kering	(gr)	16	13	19	21	26
Kadar Air	(%)	75.00	69.23	63.16	38.10	30.77

Tabel 4. Perhitungan Batas Susut

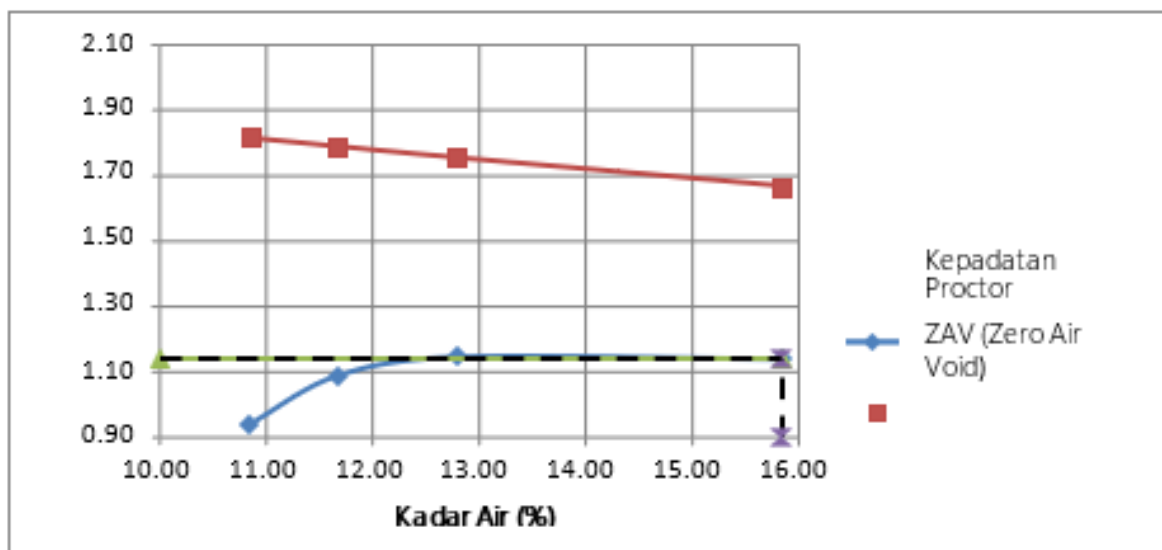
BATAS SUSUT (SL)			
Berat jenis tanah	Gs		2.77
Cawan susut No.			
Berat cawan susut	W1	51	gram
Berat cawan susut+tanah basah	W2	81	gram
Berat cawan susut+tanah kering	W3	69	gram
Berat tanah kering	W0	18	gram
Volume gelas ukur	W4	100	gram
Volume gelas ukur+benda uji	W5	112	gram
Berat volume air	W6	12	gram

Volume contoh tanah kering	V0	12	gram
Batas susut (SL)	SL	30.57	

Uji kepadatan tanah Berat isi tanah berbutir halus SNI 1742:2008 pada pengujian berat volume tanah didapatkan nilai volume tanah basah sebesar gr/cm^3 dan berat isi tanah kering (Y_{dry}) maks sebesar $1,14 \text{ gr/cm}^3$ dengan OMC maks $15,83 \%$ (dengan kadar air asumsi 10%). Hasil pengujian berat isi kering ini dilakukan dengan menggunakan standart proctor yang bertujuan untuk mengetahui berat isi kering (Y_{dry}) maksimal dan nilai kadar air optimum (OMC).

Tabel 5. Pengujian Kepadatan Tanah

Sampel No.		1	2	3	4
Kadar air asumsi		4%	10%	8%	10%
Kadar air (w)	(%)	10,41	12,54	17,80	22.94
Berat tanah + mold (g) (A)	(gr)	4767	4780	4789	4776
Berat mold (B)	(gr)	3547	3547	3547	3547
Diameter mold ($2p$)	(cm)	10,15	10,15	10,15	10,15
Tinggi mold (t)	(cm)	11,07	11,07	11,07	11,07
Volume (v) ($\pi r^2 t$)	(gr/cm^3)	985,62	985,62	985,62	985,62
Berat tanah (w_b)(A-B)	(gr)	1220	1233	1242	1229
Berat isi basah (y_b)(w_b/v)	(gr/cm^3)	1.36	1.38	1.39	1.37
Berat isi kering (y_d)($Y_b/(1+w)$)	(gr/cm^3)	1.08	1.09	1.10	1.09



Gambar 1. Grafik Kepadatan Proctor

Dalam penentuan kadar air pada penelitian ini digunakan aturan SNI 1744:2012. Dalam perhitungan nilai CBR ini digunakan nilai CBR tertinggi dari pengujian di laboratorium tanpa perendaman (*unsoaked*), dengan nilai CBR sebesar 12,39 %

Tabel 6. Pengujian CBR Tanah 10 Tumbukan

Waktu (menit)	Penetrasi		Pembacaan arloji ukur beban	Beban Penetrasi = Pembacaan arloji * k	
	mm	In	Deviasi	kN	lb
0	0	0	0	0	0
¼	0.32	0.0125	0.01	0.19083	42.9
½	0.64	0.0250	0.01	0.19083	42.9
1	1.27	0.0500	0.02	0.38166	85.8
1½	1.91	0.0750	0.03	0.57249	128.7
2	2.54	0.1000	0.03	0.57249	128.7
3	3.81	0.1500	0.035	0.6679	150.15
4	5.08	0.2000	0.04	0.76332	171.6
6	7.62	0.3000	0.055	1.04956	235.95
8	10.16	0.4000	0.055	1.04956	235.95
10	12.70	0.5000	0.055	1.04956	235.95

Tabel 7. Pengujian CBR Tanah 30 Tumbukan

Waktu (menit)	Penetrasi		Pembacaan arloji ukur beban	Beban Penetrasi = Pembacaan arloji *k	
	mm	in	Deviasi	kN	Lb
0	0	0	0	0	0
¼	0.32	0.0125	0.01	0.19083	42.9
½	0.64	0.0250	0.03	0.57249	128.7
1	1.27	0.0500	0.05	0.95415	214.5
1½	1.91	0.0750	0.06	114.497	257.4
2	2.54	0.1000	0.065	124.039	278.85
3	3.81	0.1500	0.075	143.122	321.75
4	5.08	0.2000	0.085	162.205	364.65
6	7.62	0.3000	0.1	190.829	429
8	10.16	0.4000	0.1	190.829	429
10	12.70	0.5000	0.11	209.912	471.9

Tabel 8. Pengujian CBR Tanah 65 Tumbukan

Waktu (menit)	Penetrasi		Pembacaan arloji ukur beban	Beban Penetrasi = Pembacaan arloji * k	
	mm	in	Deviasi	kN	Lb
0	0	0	0	0	0
¼	0.32	0.0125	0.02	0.381658	85.8
½	0.64	0.0250	0.035	0.6679015	150.15
1	1.27	0.0500	0.065	1.2403885	278.85
1½	1.91	0.0750	0.085	1.6220465	364.65
2	2.54	0.1000	0.09	1.717461	386.1
3	3.81	0.1500	0.1	1.90829	429
4	5.08	0.2000	0.11	2.099119	471.9
6	7.62	0.3000	0.13	2.480777	557.7
8	10.16	0.4000	0.13	2.480777	557.7
10	12.70	0.5000	0.14	2.671606	600.6

Tanah Tambahan Garam Dapur (NaCl) 5%

Nilai hasil masing-masing CBR pertumbukan dengan rumus : $(P/3000 \times 100)$ di dapat nilai rata-rata penetrasi 0,1 inch : $5,03 + 10,89 + 15,08/3 = 10,33\%$ Nilai hasil masing-masing CBR pertumbukan dengan rumus : $(P/4500 \times 100)$ di dapat nilai rata-rata penetrasi 0,2 inch : $4,47 + 9,50 + 12,29/3 = 8,75\%$ Untuk nilai CBR Laboratorium yang digunakan adalah nilai CBR paling tinggi yaitu 10,33 %

Tanah Tambahan Garam Dapur (NaCl) 10%

Nilai hasil masing-masing CBR pertumbukan dengan rumus : $(P/3000 \times 100)$ di dapat nilai rata-rata penetrasi 0,1 inch : $3,35 + 2,51 + 5,03/3 = 3,63\%$ Nilai hasil masing-masing CBR pertumbukan dengan rumus : $(P/4500 \times 100)$ di dapat nilai rata-rata penetrasi 0,2 inch : $2,79 + 2,79 + 8,94/3 = 8,17\%$ Untuk nilai CBR Laboratorium yang digunakan adalah nilai CBR paling tinggi yaitu 8,17 %.

Tanah Tambahan Garam Dapur (NaCl) 15%

Nilai hasil masing-masing CBR pertumbukan dengan rumus : $(P/3000 \times 100)$ di dapat nilai rata-rata penetrasi 0,1 inch : $5,03 + 6,70 + 15,08/3 = 8,93\%$ Nilai hasil masing-masing CBR pertumbukan dengan rumus : $(P/4500 \times 100)$ di dapat nilai rata-rata penetrasi 0,2 inch : $3,35 + 5,03 + 13,41/3 = 7,26\%$ Untuk nilai CBR Laboratorium yang digunakan adalah nilai CBR paling tinggi yaitu 8.93 %.

SIMPULAN

Berdasarkan uji CBR yang dilakukan untuk tanah lempung yang dicampur dengan Garam Dapur 5% menghasilkan nilai CBR sebesar 10,03%, Tanah dengan campuran Garam Dapur 10% menghasilkan nilai CBR sebesar 8,17%, Tanah dengan campuran Garam Dapur 15% menghasilkan nilai CBR sebesar 8,93% dari nilai CBR tanah asli sebesar 6,44%. namun perlu dilakukan penelitian selanjutnya untuk mengetahui penurunan konsolidasi dan untuk penelitian selanjutnya bisa dilakukan pengujian CBR rendaman.

DAFTAR PUSTAKA

- Abood, A. S., Fattah, M. Y., & Al-Adili, A. (2023). Effect of saturation on dynamic characteristics of collapsible gypseous soil using cyclic triaxial testing. *Case Studies in Construction Materials*, 19(May), e02502. <https://doi.org/10.1016/j.cscm.2023.e02502>
- Antoniou, M., Gelagoti, F., Herzog, R., Kourkoulis, R., & Anastasopoulos, I. (2024). Offshore foundations in low-plasticity cohesive soils: Cyclic degradation experimental evidence and simplified numerical analysis. *Ocean Engineering*, 292(May 2023), 116495. <https://doi.org/10.1016/j.oceaneng.2023.116495>
- Badan Standardisasi Nasional. (2008). *SNI 03-1966:2008 Batas Plastis dan Indeks Plastis*.
- Bai, Y., Wei, H., Ming, A., Shu, W., & Shen, W. (2023). Tree species mixing begets admixture of soil microbial communities: Variations along bulk soil, rhizosphere soil and root tissue. *Geoderma*, 438(February), 116638. <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2023.116638>
- Das, S., Meyer, I., Alaguvel, V., Ghazaryan, L., Murase, J., Shnerb, N., & Gillor, O. (2023). Bacteriovory of enteric bacteria by soil isolated amoeba depends on both temperature and salinity. *Geoderma*, 439(October), 116691. <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2023.116691>
- Gao, M., Mou, C., Ou, Y., Wan, X., & Ding, J. (2023). Estimating liquid limits of mixed soils. *Energy Reports*, 9, 135–141. <https://doi.org/10.1016/j.egyr.2022.12.012>
- Li, S., Wang, Z., & Stutz, H. H. (2023). State-of-the-art review on plant-based solutions for soil improvement. *Biogeotechnics*, 1(3), 100035. <https://doi.org/10.1016/j.bgtech.2023.100035>
- Marpuah, I. P., & Siregar, C. A. (2022). STABILISASI TANAH DENGAN CAMPURAN GARAM DAPUR (NaCl) TERHADAP NILAI UNCONFINED COMPRESSIVE STRENGTH (UCS)

- (STUDI KASUS: KECAMATAN BALEENDAH, KABUPATEN BANDUNG). *Sistem Infrastruktur Teknik Sipil (SIMTEKS)*, 2(1), 23. <https://doi.org/10.32897/simteks.v2i1.1536>
- Mousavi, S. E., & Karamvand, A. (2017). Assessment of strength development in stabilized soil with CBR PLUS and silica sand. *Journal of Traffic and Transportation Engineering (English Edition)*, 4(4), 412–421. <https://doi.org/10.1016/j.jtte.2017.02.002>
- Muzakki, A., Setiawan, B., & Surjandari, N. S. (2018). Stabilisasi Tanah Ekspansif Menggunakan Kolom Garam Dengan Pengaliran Samping. *Matriks Teknik Sipil*, 6(1), 189–194. <https://doi.org/10.20961/mateksi.v6i1.36611>
- Pengajar, S. (n.d.). *Perbaikan Tanah Ekspansif (Expansive Soil) Dengan Menggunakan GARAM ANORGANIK (STUDI KASUS : TANAH CIKAMPEK)*.
- SNI 1964:2008. (2008). Standar Nasional Indonesia Cara uji berat jenis tanah Kembali ke daftar. *Badan Standardisasi Nasional*.
- Wang, R., Wan, S., Chen, W., Qin, X., Zhang, G., & Wang, L. (2024). A novel finer soil strength mapping framework based on machine learning and remote sensing images. *Computers and Geosciences*, 182(October 2023), 105479. <https://doi.org/10.1016/j.cageo.2023.105479>
- Yang, F., Fu, W., Liu, J., Ding, W., & Sun, W. (2023). u rn a I P. *International Journal of Electrochemical Science*, 100364. <https://doi.org/10.1016/j.cscm.2024.e02851>
- Zhou, W., Zhan, P., Zeng, M., Chen, T., Zhang, X., Yang, G., & Guo, Y. (2023). Effects of ant bioturbation and foraging activities on soil mechanical properties and stability. *Global Ecology and Conservation*, 46(March), e02575. <https://doi.org/10.1016/j.gecco.2023.e02575>.