

STABILISASI TANAH LEMPUNG DESA KEDUNGLURAH DENGAN KAPUR TERHADAP PERUBAHAN INDEKS PLASTISITAS DAN KEMBANG SUSUT TANAH

Noval Yuriansyah, Eko Suwarno, Titi Rahayuningsih

Universitas Negeri Malang,
Jl. Semarang No. 5 Malang, Jawa Timur, Indonesia

*Corresponding author, email: noval.yuriansyah.1905216@students.um.ac.id

doi: 10.17977/um068.v4.i7.2024.3

Kata kunci Keywords

stabilisasi tanah
kapur
indeks plastisitas
kembang susut tanah

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh penambahan kapur terhadap stabilisasi tanah lempung di Desa Kedunglurah, Kecamatan Pogalan, Kabupaten Trenggalek. Tanah lempung di daerah ini memiliki indeks plastisitas tinggi yang menyebabkan masalah kembang susut yang signifikan, yang berdampak negatif pada daya dukung tanah dan infrastruktur, seperti kerusakan jalan yang parah. Uji laboratorium dilakukan dengan menambahkan kapur pada berbagai persentase (0%, 3%, 6%, 9%, dan 12%) ke dalam tanah lempung asli, dan hasilnya menunjukkan penurunan signifikan dalam indeks plastisitas dan indeks pengembangan tanah. Penambahan kapur dengan persentase tertinggi, yaitu 12%, menghasilkan penurunan indeks plastisitas dari 26,1% menjadi 8,16%, sementara indeks pengembangan berkurang dari 5,31% menjadi 0% pada penambahan kapur sebesar 9% dan 12%. Hasil ini menunjukkan bahwa penambahan kapur efektif dalam memperbaiki karakteristik tanah lempung di Desa Kedunglurah, sehingga dapat mengurangi masalah kembang susut dan meningkatkan daya dukung tanah. Penelitian ini memberikan bukti kuat bahwa penggunaan kapur sebagai stabilisator tanah dapat menjadi solusi yang ekonomis dan efektif untuk masalah tanah lempung di daerah ini.

1. Pendahuluan

Suatu pekerjaan teknik sipil tentu tidak lepas dari aspek penting yaitu tanah. Tanah akan bertugas menerima dan menopang beban yang berada di atasnya. Tanah yang menopang suatu konstruksi harus terhindar dari masalah-masalah seperti kadar air yang tinggi, kompresibilitas yang besar, kembang susut yang tinggi, dan daya dukung tanah yang rendah agar dapat menahan beban konstruksi yang dipikul secara optimal. Tanah yang tersedia di alam tidak selalu memiliki kondisi sesuai dengan kebutuhan kita, kondisi tanah dapat dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti sifat kembang susut yang tinggi, sehingga diperlukan pemilihan tanah sebelum melakukan suatu proses konstruksi. Tanah terbentuk dari proses pelapukan fisika dan kimiawi pada batuan. Pelapukan fisika yang terjadi di Indonesia terjadi akibat adanya proses basah dan kering yang terjadi secara berulang hingga menghancurkan batuan menjadi pasir dan kerikil tanpa mengubah kandungan mineral yang ada. Sedangkan pelapukan kimiawi di Indonesia biasanya turut mengubah kandungan mineral yang terkandung di dalam batuan. Jenis tanah dalam pekerjaan teknik sipil harus diperhatikan karakteristiknya agar dapat disesuaikan perilaku yang harus diberikan untuk jenis tanah tertentu. Salah satu jenis tanah yang perlu diperhatikan adalah tanah lempung (Rahmaneta, dkk., 2020).

Menurut (Detik.com, 12 Desember 2016) menjelaskan mengenai rendahnya daya dukung tanah di Desa Kedunglurah yang mengakibatkan kerusakan parah pada jalan sehingga berdampak pada ruginya pedagang oleh-oleh karena wisatawan enggan mampir berbelanja akibat jalan yang rusak parah tersebut. Sedangkan yang terbaru pada tahun 2022 diberitakan kembali mengenai tingginya kondisi kembang susut pada tanah Desa Kedunglurah sehingga mengakibatkan kerusakan parah pada jalan (ANTARANEWS, 6 Desember 2022). Diduga adanya berita tentang kerusakan-kerusakan jalan di daerah Kedunglurah Kabupaten Trenggalek termasuk dalam kerusakan distorsi sungkur. Kerusakan jalan distorsi sungkur disebabkan oleh adanya kembang susut tanah yang tinggi. Mengacu

pada kedua berita tersebut dan belum adanya penelitian terdahulu di Desa Kedunglurah Kabupaten Trenggalek, maka diadakan uji pendahuluan guna mengetahui jenis dan sifat tanah pada daerah tersebut.

Dari hasil uji pendahuluan yang telah dilakukan di Laboratorium Mekanika Tanah Departemen Teknik Sipil Gedung D19 Universitas Negeri Malang didapatkan hasil uji yang menunjukkan beberapa nilai, antara lain nilai analisis lolos saringan no.200 = 37,66%, Liquid Limit (LL) = 38,24%, Plastic Limit (PL) = 12,09%, dan IP = 26,14%. Hasil uji pendahuluan menunjukkan bahwa nilai Indeks Plastisitas tanah melebihi 17%. Menurut (Hardiyatmo, 2014) tanah yang memiliki Indeks Plastisitas (IP) melebihi 17% maka tanah tersebut mempunyai sifat plastisitas tinggi. Berdasarkan klasifikasi AASTHO tanah Desa Kedung Lurah termasuk dalam kelompok A-7-5(9) dengan jenis tanah berlempung dan kelas subgrade buruk. Oleh karena itu, proses stabilisasi dibutuhkan untuk memperkuat tanah.

Nilai Indeks Plastisitas yang tinggi dapat berpengaruh terhadap sifat kembang susut yang besar pula. Tanah tersebut akan sangat sensitif dengan adanya perubahan kadar air sehingga mampu mengembang (swell) dan menyusut (shrink) saat terjadi perubahan kadar air. Apabila terdapat peningkatan kadar air atau saat tersebut terjadi musim hujan tekanan air pori akan meningkat dan menyebabkan tanah mengembang, sedangkan pada saat musim kemarau bisa terjadi penurunan kadar air atau terjadi penyusutan (Gunarso, dkk., 2017).

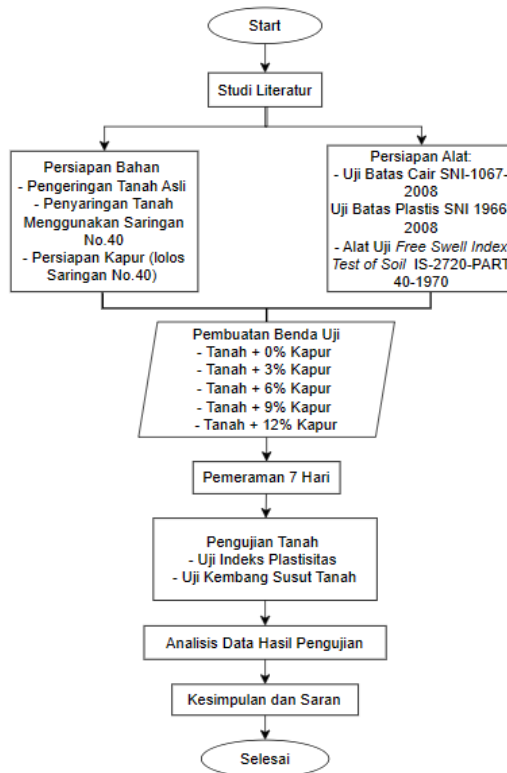
Pada penelitian ini akan dilakukan upaya stabilisasi tanah asli dari Desa Kedunglurah untuk memperbaiki sifat kembang susutnya. Salah satu bahan tambahan yang dapat dicampurkan dengan tanah lempung sebagai upaya stabilisasi adalah kapur. Kapur adalah agregat halus yang berukuran 17% sampai dengan 25% fraksi abu batuan (Bender, dkk., 2016). Kapur bersifat menyerap dan mengikat air yang ada pada tanah sehingga dapat digunakan sebagai salah satu bahan campuran tanah untuk tujuan stabilisasi tanah. Penambahan kapur dapat mengurangi sifat kembang-susut tanah karena kapur memiliki sifat mampu mengikat air yang dapat mengurangi volume air yang terdapat pada pori-pori tanah, sehingga peristiwa pengembangan maupun penyusutan tanah lempung juga akan terkendali dibandingkan dengan kondisi tanah asli yang berdampak pada peningkatan kemampuan tanah dalam menahan beban di atasnya.

Dari penelitian-penelitian yang pernah dilakukan kapur biasanya digunakan sebagai stabilisator bersama abu sekam padi atau renolith, belum dispesifikan pada tanah kawasan Desa Kedunglurah dengan menggunakan satu bahan stabilisator yaitu kapur dengan persentase campuran berbeda. Maka hal tersebut akan dibahas pada penelitian ini guna menutup gap penelitian yang ada, stabilisasi tanah lempung di Desa Kedunglurah, Kabupaten Trenggalek dapat dilakukan dengan menggunakan kapur, dengan pertimbangan bahwa Kabupaten Trenggalek merupakan salah satu wilayah pengelolaan dan produksi kapur sehingga kapur akan banyak dijumpai di sana dan lebih ekonomis secara materil. (Ukhrowiyah, 2021).

Dari latar belakang yang telah diuraikan, penelitian ini ditujukan untuk mengembangkan hasil penelitian-penelitian terdahulu terkait penggunaan kapur sebagai bahan campuran dalam stabilisasi tanah lempung Desa Kedunglurah Kabupaten Trenggalek terhadap karakteristik mekanik tanah lempung yaitu sifat kembang-susut tanah yang akan dilakukan oleh penulis dengan melaksanakan penelitian yang berjudul "Stabilisasi Tanah Lempung Desa KedungLurah Dengan Kapur Terhadap Perubahan Indeks Plastisitas dan Kembang Susut Tanah".

2. Metode

Data yang dihasilkan melalui pengujian akan disajikan dalam bentuk grafik serta tabel sesuai dengan IS-2720 Part 40 1970 Uji Free Swell Index, SNI 1967-2008 Pengujian Batas Cair dan SNI 1966-2008 Pengujian Batas Plastis. Dalam melaksanakan penelitian, peneliti telah merancang rangkaian tahapan yang akan dilakukan seperti pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Diagram Alir Penelitian

Dalam penelitian ini peneliti menggunakan 30 sampel dalam pengujian agar mendapatkan data yang lebih akurat. Jenis Pengujian dan jumlah masing-masing sampel tiap pengujian dapat dilihat pada Tabel 2.1

Tabel 2.1 Rincian Jenis Pengujian dan Detail Sampel Pengujian

Sampel	Kapur (%)	Jumlah Benda Uji			Total (Buah)
		Uji Batas Cair	Uji Batas Plastis	Uji Free Swell Index	
1	0%	3	3	3	9
2	3%	3	3	3	9
3	6%	3	3	3	9
4	9%	3	3	3	9
5	12%	3	3	3	9
Total					45

3. Hasil dan Pembahasan

Hasil

3.1. Hasil Pengujian Indeks Plastisitas Tanah

Pengujian indeks plastisitas tanah mencakup pengujian batas cair (LL) dan batas plastis (PL). Uji LL dan PL dilakukan menggunakan lima kadar presentase kapur yang berbeda, yaitu 0, 3, 6, 9, dan 12. Indeks plastisitas diperoleh melalui pengurangan nilai LL dengan PL.

3.1.1. Hasil pengujian Batas Cair dan Batas Plastis dengan persentase penambahan kapur 0%

Dari percobaan yang dilakukan terhadap tanah yang ditambahkan kapur 0% didapatkan hasil batas cair 38,2% serta batas plastis 12,09%. Dari hasil pengurangan kedua hasil tersebut didapatkan indeks plastisitas sebesar 26,1%.

3.1.2. Hasil pengujian Batas Cair dan Batas Plastis dengan persentase penambahan kapur 3%

Dari percobaan yang dilakukan terhadap tanah yang ditambahkan kapur 3% didapatkan hasil batas cair 31,23% serta batas plastis 13,15%. Dari hasil pengurangan kedua hasil tersebut didapatkan indeks plastisitas sebesar 18,07%.

3.1.3. Hasil pengujian Batas Cair dan Batas Plastis dengan persentase penambahan kapur 6%

Dari percobaan yang dilakukan terhadap tanah yang ditambahkan kapur 6% didapatkan hasil batas cair 27,07% serta batas plastis 14,19%. Dari hasil pengurangan kedua hasil tersebut didapatkan indeks plastisitas sebesar 12,87%.

3.1.4. Hasil pengujian Batas Cair dan Batas Plastis dengan persentase penambahan kapur 9%

Dari percobaan yang dilakukan terhadap tanah yang ditambahkan kapur 9% didapatkan hasil batas cair 26,05% serta batas plastis 13,38%. Dari hasil pengurangan kedua hasil tersebut didapatkan indeks plastisitas sebesar 12,66%.

3.1.5. Hasil pengujian Batas Cair dan Batas Plastis dengan persentase penambahan kapur 12%

Dari percobaan yang dilakukan terhadap tanah yang ditambahkan kapur 12% didapatkan hasil batas cair 22,34% serta batas plastis 14,18%. Dari hasil pengurangan kedua hasil tersebut didapatkan indeks plastisitas sebesar 8,16%.

3.1.6. Rekapitulasi Hasil Pengujian Batas Cair dan Batas Plastis Tanah

Dari keseluruhan uji yang telah dilaksanakan terhadap tanah yang ditambahkan kapur dengan kadar 0%, 3%, 6%, 9%, dan 12%, hasil pengujian yang diperoleh dapat dilihat pada Tabel 4.1.

Tabel 3.1 Rekapitulasi Hasil Pengujian Batas Cair dan Batas Plastis

Variabel Kapur	Data Uji		
	LL	PL	IP
0%	38,19%	12,09%	26,1%
3%	31,23%	13,15%	18,08%
6%	27,07%	14,19%	12,87%
9%	26,055%	13,38%	12,66%
12%	22,34%	14,18%	8,16%

3.2. Hasil Pengujian Kembang-Susut Tanah

Untuk memperoleh nilai kembang-susut tanah pada penelitian ini dilaksanakan uji Free Swell Index yang menghasilkan nilai indeks pengembangan tanah. Pengujian ini menggunakan kadar kapur 0%, 3%, 6%, 9%, dan 12%. Dari grafik yang memperlihatkan Indeks Pengembangan tanah.

3.2.1. Hasil Pengujian Kembang-Susut Tanah dengan Persentase Penambahan Kapur 0%

Pada pengujian yang telah dilaksanakan di tanah asli 0% diperoleh nilai Indeks Pengembangan sebesar 5,31%.

3.2.2. Hasil Pengujian Kembang-Susut Tanah dengan Persentase Penambahan Kapur 3%

Pada pengujian yang telah dilaksanakan di tanah dengan kapur 3% diperoleh nilai Indeks Pengembangan sebesar 1,87%.

3.2.3. Hasil Pengujian Kembang-Susut Tanah dengan Persentase Penambahan Kapur 6%

Pada pengujian yang telah dilaksanakan di tanah asli 6% diperoleh nilai Indeks Pengembangan sebesar 0,58%.

3.2.4. Hasil Pengujian Kembang-Susut Tanah dengan Persentase Penambahan Kapur 9%

Pada pengujian yang telah dilaksanakan di tanah asli 9% diperoleh nilai Indeks Pengembangan sebesar 0,00%.

3.2.5. Hasil Pengujian Kembang-Susut Tanah dengan Persentase Penambahan Kapur 12%

Pada pengujian yang telah dilaksanakan di tanah asli 12% diperoleh nilai Indeks Pengembangan sebesar 0,00%.

3.2.6. Rekapitulasi Hasil Pengujian Kembang-Susut Tanah

Berdasarkan hasil pengujian Kembang-Susut tanah yang telah didapatkan, hasil rekap nilai pengujian Free Swell Index dapat dilihat pada Tabel 4.2. Grafik perubahan nilai pengembangan dapat dilihat pada Gambar 4.2.

Tabel 3.2 Rekapitulasi Hasil Pengujian Free Swell Index

Persentase Kapur	Hasil Uji <i>Free Swell Index</i>
0%	5,31%
3%	1,87%
6%	0,58%
9%	0,00%
12%	0,00%

Pembahasan

3.2.7. Perubahan Indeks Plastisitas Tanah Desa Kedunglurah Akibat Penambahan Kapur Sebagai Stabilisator

Penurunan indeks plastisitas tanah setelah penambahan kapur disebabkan karena adanya reaksi pengikatan antara kapur dengan tanah akibat bahan kimia yang terkandung pada kapur. Kapur akan menghasilkan pertukaran ion lemah sodium dengan ion kalsium yang berada pada permukaan tanah lempung, sehingga partikel halus akan menjadi partikel yang lebih kasar, hal ini menyebabkan rongga pada tanah dapat terisi. Reaksi antara kapur dengan tanah melibatkan peran Kalsium Oksida (CaO) yang berasal dari kapur.

Hasil pengujian ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh (Rahmaneta, dkk, 2020), yaitu dengan menurunnya nilai indeks plastisitas tanah Meunasah Rayeuk yang telah distabilisasi dengan kapur. Indeks Plastisitas tanah asli sebesar 33,54% dapat menurun menjadi 12,93% setelah penambahan kapur 12%. Hal tersebut juga dipengaruhi oleh nilai LL yang terus menurun seiring pertambahan kapur dan nilai PL yang naik dari nilai PL tanah asli. Menurut (M. Das, B., 1995) nilai Indeks Plastisitas memiliki pengaruh terhadap potensi pengembangan tanah. Hasil nilai Indeks Plastisitas yang mengalami penurunan menunjukkan potensi pengembangan yang semakin kecil pada tanah.

Penelitian lain yang dilakukan oleh (Andajani & Risdianto, 2022) juga menunjukkan penurunan nilai indeks plastisitas setelah dilakukan penambahan kapur pada tanah asli. Nilai indeks plastisitas tanah asli sebesar 23,82% dapat menurun hingga 5,05% setelah penambahan kapur dengan persentase paling tinggi, yaitu 10%. Hal tersebut juga dipengaruhi oleh turunnya nilai LL dan naiknya nilai PL seiring bertambahnya persentase kapur.

Penelitian lain yang dilakukan oleh (Laras, dkk., 2018) juga menghasilkan penurunan nilai indeks plastisitas setelah penambahan kapur pada tanah asli. Nilai indeks plastisitas tanah asli

sebesar 45,91% dapat turun hingga 6,33% setelah penambahan kapur dengan persentase paling tinggi yaitu 10% kapur. Pada penelitian ini disimpulkan bahwa penambahan kapur dapat menurunkan indeks plastisitas yang juga berpengaruh terhadap nilai pengembangan tanah.

Penelitian lain yang dilakukan oleh (Jatmoko, 2013) juga menghasilkan penurunan pada nilai indeks plastisitas. Nilai indeks plastisitas tanah asli sebesar 37,21% dapat turun menjadi 16,51% dengan persentase penambahan kapur sebesar 16%. Hal ini didukung oleh turunnya nilai batas cair dan meningkatnya nilai batas plastis secara signifikan seiring bertambahnya persentase penambahan kapur.

Berdasarkan hasil penelitian-penelitian sebelumnya dapat diketahui bahwa tanah yang ditambahkan kapur sebagai stabilisator dapat mempengaruhi penurunan nilai indeks plastisitas tanah asli. Penambahan stabilisator diperoleh hasil terbaiknya dari campuran persentase kapur tertinggi. Hasil pengujian ini didapati linear terhadap penelitian yang sudah dilakukan oleh (Rahmaneta, dkk, 2020), (Andajani & Risdianto, 2022), (Laras, dkk., 2018), dan (Jatmoko, 2013) yaitu menyatakan bahwa nilai indeks plastisitas mengalami penurunan seiring dengan bertambahnya persentase kapur pada tanah asli.

3.2.8. Perubahan Indeks Pengembangan tanah Desa Kedunglurah Akibat Penambahan Kapur Sebagai Stabilisator

Nilai indeks pengembangan tanah asli yaitu sebesar 5,31% dapat menurun hingga 0%. Artinya penambahan kapur dapat menurunkan nilai indeks pengembangan. Pengembangan yang terjadi setelah penambahan kapur semakin kecil hingga tidak terjadi pengembangan. Penurunan indeks pengembangan juga berkaitan erat dengan penurunan indeks plastisitas. Semakin kecil nilai indeks plastisitas maka nilai indeks pengembangan juga akan turut menurun.

Hasil pengujian ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh (Ranggaesa, dkk, 2017) yang menyatakan penurunan indeks pengembangan setelah penambahan kapur. Nilai indeks pengembangan tanah asli sebesar 5,509% dapat turun menjadi 0,071% setelah penambahan kapur di persentase tertinggi yaitu 10%. Penurunan yang terjadi yaitu 98,71%. Penelitian ini menyatakan bahwa penambahan kapur dapat meningkatkan kualitas dari tanah asli karena mampu memperkecil besarnya pengembangan. Hal ini disebabkan oleh kapur yang bereaksi dengan tanah lempung akan membentuk gel silika yang akan menutup pori-pori tanah sehingga potensi tanah mengalami pengembangan menjadi lebih kecil.

Penelitian lain yang dilakukan oleh (Wiqoyah, 2006) juga menyatakan penurunan nilai indeks pengembangan pada tanah yang telah ditambahkan dengan kapur. Nilai indeks pengembangan tanah asli sebesar 3,03% dapat menurun hingga 0% setelah penambahan kapur dengan persentase tertinggi yaitu 7,5% kapur. Kapur yang ditambahkan pada tanah lempung akan menurunkan nilai indeks plastisitasnya karena akan menyebabkan tertutupnya rongga pada butiran tanah sehingga butiran menjadi lebih padat, rapat, dan potensi mengembang menjadi kecil.

Berdasarkan penelitian-penelitian yang sudah dilakukan lebih dahulu oleh (Ranggaesa, dkk, 2017) dan (Wiqoyah, 2006). dapat diketahui bahwa penambahan kapur pada tanah lempung mampu menurunkan nilai indeks pengembangan. Hasil pengujian ini didapati linear dengan penelitian-penelitian sebelumnya yang juga menghasilkan penurunan nilai indeks pengembangan setelah penambahan kapur. Turunnya nilai Indeks pengembangan disebabkan oleh reaksi kimia yang terjadi antara kapur dengan tanah lempung yang menyebabkan rongga pada tanah menjadi tertutup, butiran halus menjadi butiran yang lebih kasar, sehingga potensi tanah untuk mengembang menjadi lebih kecil bahkan menjadi tidak ada.

4. Simpulan

Kesimpulan pada penelitian ini adalah sebagai berikut.

- (1) Penambahan kapur dengan persentase kapur sebesar 0%, 3%, 6%, 9%, dan 12%. menunjukkan bahwa kapur dapat memperbaiki nilai Indeks Plastisitas tanah lempung di Desa Kedunglurah Kecamatan Pogalan Kabupaten Trenggalek. Nilai Indeks Plastisitas

terbaik terdapat pada penambahan kapur sebesar 12% dengan nilai Indeks Plastisitas yang mulanya 26,1% turun menjadi 8,16%.

- (2) Penambahan kapur dengan persentase kapur sebesar 0%, 3%, 6%, 9%, dan 12% menunjukkan bahwa kapur dapat memperbaiki nilai Indeks Pengembangan tanah lempung di Desa Kedunglurah Kecamatan Pogalan Kabupaten Trenggalek. Nilai Indeks Pengembangan terbaik terdapat pada penambahan kapur sebesar 9% dan 12% dengan nilai Indeks Pengembangan yang mulanya 5,31% turun menjadi 0%.

Sehingga, dengan adanya penurunan nilai Indeks Plastisitas dan Indeks Pengembangan setelah penambahan kapur, maka dapat disimpulkan bahwa kedua nilai tersebut akan terus turun seiring dengan bertambahnya kadar kapur yang diberikan.

Daftar Rujukan

- Abdul Jalil Abdul, H. F. (2016) 'Studi campuran kapur pada tanah lempung terhadap permeabilitas dan kecepatan konsolidasi (Studi Kasus Tanah Desa Cot Girek Kandang Kecamatan Muara Dua Kabupaten Aceh Utara)', *Teras Jurnal*, 6(1), pp. 19–28.
- Abdurrozaq, M. R. and Mufti, D. N. (2017) 'Stabilisasi tanah lempung dengan bahan tambah abu sekam padi dan kapur pada subgrade perkerasan jalan', *Jurnal Teknisia*, XXII(2), pp. 416–424.
- Al-Alam, H., Aprianto., Bachtiar, V. (2023). pemanfaatan limbah spent bleaching earth pada stabilisasi tanah kapur untuk lapisan fondasi badan jalan ditinjau terhadap karakteristik kembang-susut. *Jurnal Teknik Kelautan, PWK, Sipil, dan Tambang*. 10(2)
- Andajani, N. & Risdianto, Y. (2022). Penambahan kapur sebagai stabilisasi tanah ekspansif untuk lapisan tanah dasar (subgrade). *Publikasi Riset Orientasi Teknik Sipil (Proteksi)*.4(2).
- ANTARANEWS (2023) 'Baru Dibangun, Jalan Trenggalek Rusak Lagi', *ANTARA*. Available at: <https://jatim.antaranews.com/berita/122795/baru-dibangun-jalan-di-trenggalek-rusak-lagi>, diakses 4 April 2023 pukul 08.10 AM
- Ash, R. H. and Ash, R. H. (2021) 'Terhadap Daya Dukung Dan Swelling Menggunakan Fly Ash Dan Abu Sekam Padi (Stabilization Of Clay To Determine The Durability Test Toward Soil Bearing Capacity And Swelling Using Fly Ash And Suniyatul Ukhrowiyah Menggunakan Fly Ash Dan Abu Sekam Padi (Sta'.
- Badan Standardisasi Nasional. (2008). Cara uji penentuan batas cair tanah. SNI 1967:2008, 1–26.
- Badan Standardisasi Nasional. (2008). Cara uji penentuan batas plastis dan indeksplastisitas tanah. SNI 1966:2008, 1–15.
- Bender, S. F., Wagg, C. and van der Heijden, M. G. A. (2016) 'An Underground revolution: biodiversity and soil ecological engineering for agricultural sustainability', *Trends in Ecology and Evolution*, 31(6), pp. 440–452. doi: 10.1016/j.tree.2016.02.016.
- Chen, F.H. (1975). Foundation on expansive soil, development in geotechnical engineering12, Esvier Scientific Publishing Company, Amsterdam
- Das, B. M. (1995) *Mekanika tanah, mekanika tanah, prinsip-prinsip rekayasa geoteknis jilid 2*.
- Detik.com (2016) 'Jalan Tulungagung-Trenggalek Rusak Parah, Pedagang Oleh-oleh Menjerit', *detik.com*. Available at: <https://news.detik.com/berita-jawa-timur/d-3369202/jalan-tulungagung-trenggalek-rusak-parah-pedagang-oleh-oleh-menjerit>, diakses 3 Maret 2023 pukul 11.50 AM
- Gunarso, A., Nuprayogi, R., Partono, W., & Pardoyo, B. (2017). *Stabilisasi tanah lempung ekspansif dengan naoh*. 6, 238–245.
- Hangge, E. E., Karels, D. W. & Kapitan, A. O. (2022) 'Pengaruh karakteristik tanah dasar terhadap kerusakan perkerasan jalan', 11(2), pp. 155–168.
- Hardiyatmo, H. C. (2014). Tanah ekspansif permasalahan dan penanganan. Yogyakarta.Gadjah Mada University Press.
- Jatmoko, D.W. (2013). Tinjauan Sifat plastisitas Tanah Lempung Yang Distabilisasi Dengan Kapur. *Surya Beton*. 1(1)
- Kementerian PUPR. (2023). Stabilisasi bahan untuk perkerasan jalan bervolume lalu lintas rendah.(online).(simantu.pu.go.id), diakses 20 Agustus 2023 pukul 02.05 AM
- Laras, A., W., Suryo, E. A., Zaika Y. (2018). Pengaruh penambahan kapur dengan lamanya waktu perawatan (curing) terhadap kekuatan dan pengembangan (swelling) tanah lempung ekspansif. *Jurnal Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil Universitas Brawijaya*. 1(1).
- Nursandah, F. (2021) 'The effect of addition of stone ash to shear strength of clay soil in Suruh Trenggalek', *Civilla : Jurnal Teknik Sipil Universitas Islam Lamongan*, 6(1), pp. 1–12.
- Panguriseng, D. (2018) *Dasar-dasar teknik perbaikan tanah*.
- Prasetyo, Y. E., Zaika Y., Rachmansyah A. (2018). 'Pengaruh penambahan abu ampas tebu dan kapur terhadap karakteristik tanah lempung ekspansif (Studi Kasus: Tanah di Bojonegoro). *Jurnal Rekayasa Sipil*. 12(2), 118 – 125.

- Pratiwi, A. A., Sophian, R. I., Zakaria, Z., Khoirullah, N. (2019). Swelling potential menggunakan metode free swell index test di daerah Cilengkrang, Kabupaten Bandung Jawa Barat. *Padjadjaran Geoscience Journal*.3(4). 238-244.
- Rahmaneta, S. dkk (2020) 'Pengaruh stabilisasi kapur terhadap parameter kuat geser tanah lempung ekspansif', *Journal of The Civil Engineering Student*, 2(2), pp. 8–14.
- Ranggaesa, R. A., Zaika, Y., Suroso. (2017). Pengaruh penambahan kapur terhadap kekuatan dan pengembangan (swelling) pada tanah lempung ekspansif Bojonegoro. *Jurnal Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil Universitas Brawijaya*. 1(1).
- Saputra, A., Alwi, A. & Aprianto (2021). *Pengaruh kadar air terhadap perilaku kembang susut tanah lempung di Capkala Kabupaten Bengkayang*.
- Soehardi, F. (2017) 'Pengaruh waktu pemeraman stabilisasi tanah lempung', *Jurnal Teknik Sipil Siklus*, 3(1), pp. 1–9.
- Soehardi, F., Lubis, F., Putri, L. D. (2017). Stabilisasi tanah dengan variasi penambahan kapur dan waktu pemeraman. *Konferensi Nasional Teknik Sipil dan Perencanaan*.
- Suhendra & Amalia, K, A. (2021). Stabilisasi tanah lempung ekspansif menggunakan kapur tohor. *Jurnal Talenta Sipil*. 4(1). 38-43
- Sri Handayani, K. (2018) 'Karakterisasi dan klasifikasi tanah ultisol di Kecamatan Indrajaya Kabupaten Pidie', *Jurnal Ilmiah Pertanial*, 14(2), pp. 52–59.
- Sudjianto, A. T. (2015) *Tanah Ekspansif*.
- Suryono, B. & Khomaruzzaman. (1997).Stabilisasi tanah lempung expansive menggunakan pasir sebagai subgrade untuk perencanaan tebal perkerasan lentur pada jalan kelas I.Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia: Yogyakarta.
- Ukhrowiyah, S. (2021). *Stabilisasi tanah lempung untuk mengetahui pengaruh uji durabilitas terhadap daya dukung dan swelling menggunakan fly ash dan abu sekam padi*. Skripsi tidak diterbitkan. FTSP UII
- Wesley, L. D. (2017). Mekanika tanah edisi baru. Penerbit CV. ANDI OFFSET: Yogyakarta.
- Wiqoyah, Q. (2006). Pengaruh kadar kapur, waktu perawatan dan perendaman terhadap kuat dukung tanah lempung. *Dinamika TEKNIK SIPIL*. 6(1). pp 16 – 24.