

Perubahan Nilai Indeks Plastisitas dan Kuat Geser Tanah Akibat Penambahan *Calcium Carbide Residue* (CCR) Pada Tanah Desa Songgokerto

Yuniar Eka Pawestri^{1*}, Eko Suwarno²

^{1,2}*Universitas Negeri Malang, Jl. Semarang No. 5 Malang, Jawa Timur, Indonesia*

**Email Corresponding: yuniar.students.2005236@students.um.ac.id*

Abstrak: Pada pekerjaan konstruksi, tanah memiliki fungsi penting sebagai penopang konstruksi yang berdiri di atasnya. Berdasarkan hasil uji pendahuluan tanah asli Desa Songgokerto Kota Batu didapati nilai tanah lolos saringan no.200 sebesar 38 persen dan nilai IP sebesar 35,78 persen. Menurut klasifikasi AASHTO tanah Desa Songgokerto masuk kedalam kategori A-7-6 (7), sehingga tanah tersebut masuk kedalam jenis tanah lempung buruk sebagai tanah dasar. Untuk memperbaiki kondisi tanah tersebut, diperlukan adanya upaya stabilisasi. Penelitian ini bertujuan untuk memberikan informasi terkait perubahan nilai Indeks Plastisitas dan Kuat Geser Tanah akibat penambahan Calcium Carbide Residue (CCR). Penelitian ini menggunakan metode deskriptif eksperimental. Penelitian yang dilakukan menggunakan CCR dengan persentase 0 persen, 10 persen, 12,5 persen, dan 15 persen dari berat tanah dan dilakukan pemeraman selama 14 hari. Pengujian yang dilakukan meliputi Uji Batas Cair, Uji Batas Plastis, dan Uji Direct Shear Test. Hasil dari pengujian ini didapati penurunan nilai Indeks Plastisitas pada tanah asli sebesar 35,78 persen menjadi setelah penambahan CCR 15 persen. Sedangkan untuk nilai Kuat Geser Tanah, didapati nilai terbaik pada penambahan CCR 12,5 persen, dimana nilai kuat geser tanah asli sebesar kg/cm² dapat naik menjadi kg/cm². Hasil penelitian ini membuktikan bahwa CCR dapat memperbaiki nilai Indeks Plastisitas dan Kuat geser Tanah pada tanah Desa Songgokerto Kota Batu.

Kata kunci: stabilisasi tanah Calcium Carbide Residue (CCR) indeks plastisitas kuat geser tanah

PENDAHULUAN

Tanah memiliki peranan penting dalam menyokong suatu beban konstruksi sipil seperti bangunan tinggi, jalan, jembatan, bendungan, dan seluruh konstruksi lain yang langsung berkenaan dengan tanah. Pentingnya peranan tanah mengindikasikan bahwa tanah harus memiliki daya dukung tanah yang baik sehingga mampu menahan beban konstruksi di atasnya. Salah satu nilai yang menentukan daya dukung tanah adalah dari kekuatan dan gaya geser yang tinggi sehingga konstruksi yang berada di atasnya tidak akan mengalami deformasi atau mengalami kerusakan hingga keruntuhan.

Daerah Kota Batu tepatnya pada Desa Songgokerto, Kecamatan Batu, Kota Batu mayoritas jalan memiliki kondisi yang bergelombang, berlubang, dan mengalami keretakan-keretakan. Meskipun usaha perbaikan jalan sudah dilakukan oleh pihak pemerintah, namun dalam kondisi cuaca yang berubah tiap tahun turut merubah kondisi jalan di Desa Songgokerto Kota Batu. Kondisi kerusakan jalan tersebut semakin parah seiring berjalannya waktu dengan tingkatan kerusakan berkategori ringan, sedang, hingga berat.

Berdasarkan kondisi di atas, dilakukan uji pendahuluan yang dilakukan di Laboratorium Mekanika Tanah Gedung D19 Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Negeri Malang untuk mengidentifikasi jenis serta sifat fisik tanah Desa Songgokerto Kota Batu karena belum adanya penelitian terdahulu di daerah tersebut. Dari hasil uji pendahuluan yang telah dilakukan, didapatkan hasil uji analisis saringan lolos no.200 sebesar 38%, Liquid Limit (LL) = 57,31%, Plastic Limit (PL) = 21,53%, dan IP = 35,78%. Berdasarkan klasifikasi AASHTO, tanah Desa Songgokerto, Kecamatan Batu, Kota Batu termasuk kedalam kelompok A-7-6 (7) sehingga termasuk kedalam jenis tanah berlempung dengan nilai Group Index (GI) tergolong kelas subgrade buruk.

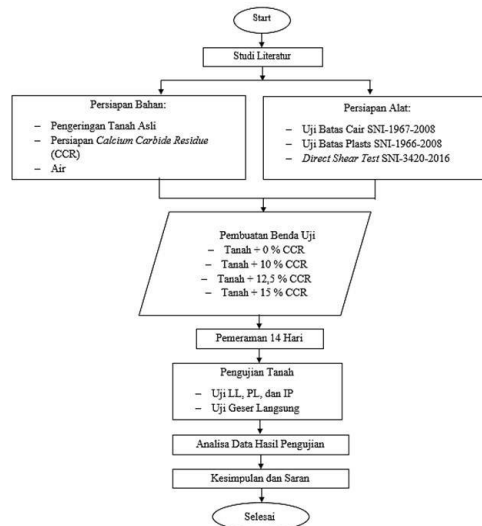
Menurut (Hardiyatmo, 2014) nilai IP lebih dari 17% merupakan tanah dengan sifat plastisitas tinggi sehingga buruk jika digunakan dalam pekerjaan konstruksi utamanya jalan raya. Untuk memperbaiki kondisi tanah tersebut, maka tanah memerlukan upaya stabilisasi.

Stabilisasi tanah merupakan upaya yang biasa dilakukan guna memperbaiki sifat tanah asli sehingga mampu menunjang keamanan suatu konstruksi di atasnya. Stabilisasi tanah dapat memperbaiki kestabilan volume, daya dukung tanah, permeabilitas, dan kekekalan atau keawetan. Salah satu fungsi dari stabilisasi tanah adalah untuk mengurangi persentase butiran halus atau kadar lempungnya sehingga berdampak pada turunnya indeks plastisitas (Departemen Pekerjaan Umum, 2005). Dari berbagai bahan tambahan diatas, terdapat bahan tambahan lain yang bisa digunakan yaitu Calcium Carbide Residue (CCR). Penelitian yang dilakukan oleh (Ajala, dkk. 2020) menyatakan kandungan kimia pada CCR terdiri dari 97,76% Kalsium Oksida (CaO), 1,30% Aluminium Oksida (Al₂O₃), 0,50% Besi (III) Oksida (Fe₂O₃), dan 0,44% unsur lain. Dapat dilihat bahwa CCR mengandung senyawa CaO yang dominan dibandingkan dari senyawa lain. Senyawa CaO ini juga merupakan senyawa dominan yang terdapat dalam kapur dan semen yang umum digunakan pada stabilisasi tanah lempung. Selama ini CCR merupakan limbah yang belum dikelola dengan baik dan dibuang begitu saja sehingga berisiko untuk menimbulkan masalah pada lingkungan. Menurut (Karim & Juniar, 2018) CCR yang tidak dikelola dengan baik mampu memberikan masalah lingkungan berupa terganggunya sanitasi lingkungan dan adanya penurunan kualitas udara akibat bau tidak sedap dari CCR. Dari penelitian stabilisasi tanah yang pernah dilakukan dengan menambahkan CCR sebagai stabilisator, pada penelitian ini digunakan bahan tambahan yaitu Calcium Carbide Residue (CCR) yang merupakan limbah atau produk sampingan dari proses gas asetilen yang berasal dari industri las di Kota Batu.

Berdasarkan latar belakang di atas, melalui penelitian ini akan diketahui perubahan nilai Indeks Plastisitas dan Kuat Geser Tanah yang terjadi pada tanah asli Desa Songgokerto Kecamatan Batu Kota Batu akibat penambahan Calcium Carbide Residue (CCR).

METODE

Penelitian ini menggunakan metode deskriptif eksperimental yang dilakukan di Laboratorium Mekanika Tanah, Departemen Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Gedung D19, Universitas Negeri Malang. Tahapan penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 2.1 yang menunjukkan tahapan penelitian ini.



Gambar 1 Diagram Alir Penelitian

Penelitian ini menggunakan benda uji berupa tanah lempung yang berasal dari Desa Songgokerto, Kecamatan Batu, Kota Batu dan distabilisasi Calcium Carbide Residue (CCR) dengan persentase 0%, 10%, 12,5%, dan 15% terhadap berat sampel tanah kering udara.

Pada penelitian ini bahan tambahan yang akan digunakan berupa Calcium Carbide Residue (CCR) dalam kondisi kering dan sudah dihaluskan terlebih dahulu sehingga menjadi serbuk dan memiliki ukuran yang seragam.

Sampel penelitian ini menggunakan metode purposive sampling dengan tanah bersifat disturb. Penelitian ini menggunakan persentase CCR sebesar 0%, 10%, 12,5%, dan 15%. Tanah ini diambil dari kedalaman 1 meter dari permukaan tanah asli dengan menggunakan linggis dan cangkul secara manual pada satu titik area yang telah ditentukan di Desa Songgokerto, Kecamatan Batu, Kota Batu dan disimpan dalam karung. Benda uji dibuat sebanyak 35 buah dengan detail benda uji pada Tabel 1

Tabel 1 Rincian Sampel Benda Uji Campuran Calcium Carbide residue (CCR)

Kode Sampel	Calcium Carbide Residue (%)	Jumlah Benda Uji			Total (Buah)
		Batas Cair	Batas Plastis	Direct Shear Test	
S1	0	3	3	3	9
S2	10	3	3	3	9
S3	12,5	3	3	3	9
S4	15	3	3	3	9
Total					36

Pengujian penelitian ini merupakan bahan pelaksanaan penelitian yang dilakukan menggunakan acuan SNI yang tercantum pada Tabel 2

Tabel 2 Acuan SNI Prosedur Pengujian

No.	Pengujian	Acuan
1	Uji Batas Cair	SNI-1967-2008
2	Uji Batas Plastis	SNI-1966-2008
3	Direct Shear Test	SNI-3420-2016

HASIL DAN PEMBAHASAN

HASIL

Hasil Pengujian Nilai Indeks Plastisitas Tanah

Hasil Uji Indeks Plastisitas tanah didapatkan dengan melakukan pengujian batas cair (LL) dan pengujian batas plastis (PL) terlebih dahulu. Pengurangan nilai LL dengan nilai PL akan menghasilkan indeks plastisitas. Pengujian batas cair dan batas plastis menggunakan persentase Calcium Carbide Residue (CCR) sebesar 0%, 10%, 12,5%, dan 15%. Sampel pengujian yang digunakan merupakan tanah lolos saringan No.40 dengan pemeraman selama 14 hari.

Keseluruhan hasil uji LL dan PL terhadap tanah yang telah ditambahkan bahan tambahan CCR dengan persentase 0%, 10%, 12,5%, dan 15% dapat dilihat pada Tabel 3

Tabel 3 Rekapitulasi Perubahan Nilai LL, PL, dan IP

Penambahan CCR	LL	PL	IP
%	%	%	%
0	57.312	21.530	35.783
10	43.217	22.411	20.806
12.5	37.220	24.429	12.791
15	32.820	26.055	6.765

Hasil Pengujian Nilai Kuat Geser Tanah

Dalam penelitian ini, nilai kuat geser tanah didapatkan dari hasil pengujian Direct Shear Test. Pengujian ini menggunakan bahan tambahan Calcium Carbide Residue dengan persentase 0%, 10%, 12,5%, dan 15%. Bahan tambahan dicampurkan dengan tanah lolos saringan No.4 dan dilakukan pemeraman selama 14 hari. Hasil dari pengujian akan menghasilkan grafik yang memperlihatkan bagaimana tegangan geser dengan tegangan normal saling berhubungan. Dari grafik tersebut didapatkan nilai kohesi dan sudut geser dalam yang digunakan dalam menentukan nilai kuat geser tanah.

Keseluruhan hasil uji Direct Shear Test terhadap tanah yang telah ditambahkan bahan tambahan CCR dengan persentase 0%, 10%, 12,5%, dan 15% dapat dilihat pada Tabel 4

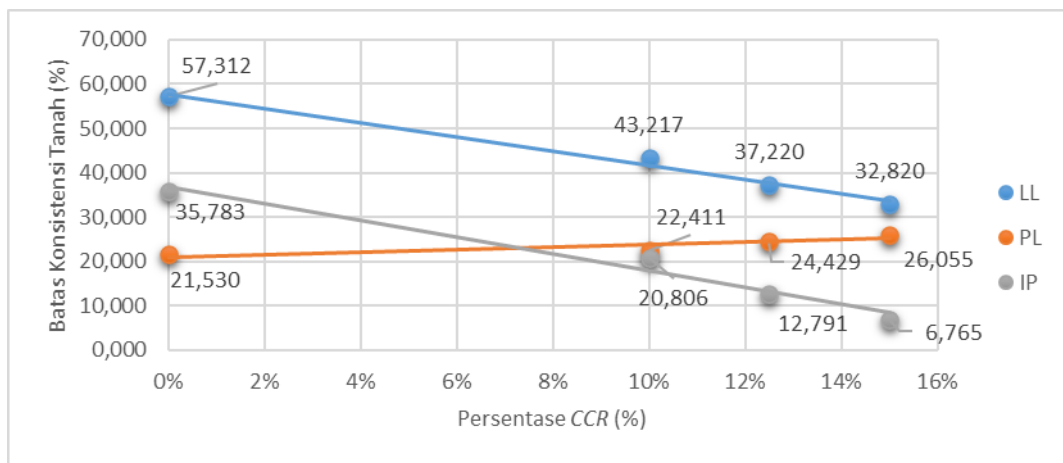
Tabel 4 Rekapitulasi Nilai Kuat Geser Tanah

Penambahan CCR (%)	Kohesi (c)	Sudut Geser Dalam (ϕ)	Tegangan Normal (σ_n)	Kuat Geser (τ)
0%	0,112 kg/cm ²	28,10°	0,286 kg/cm ²	0,062 kg/cm ²
10%	0,100 kg/cm ²	38,43 °	0,286 kg/cm ²	0,361 kg/cm ²
12,5%	0,113 kg/cm ²	41,75 °	0,286 kg/cm ²	0,425 kg/cm ²
15%	0,103 kg/cm ²	38,17 °	0,286 kg/cm ²	0,264 kg/cm ²

PEMBAHASAN

Perubahan Nilai Indeks Plastisitas tanah di Desa Songgokerto Akibat Penambahan I Calcium Carbide Residue (CCR)

Perubahan nilai Indeks Plastisitas Desa Songgokerto diperoleh dari pengujian batas cair (LL) dan pengujian batas plastis (PL) dengan menambahkan Calcium carbide Residue (CCR) dengan persentase 0%, 10%, 12,5%, dan 15%. Perubahan nilai LL, PL, dan IP dapat dilihat pada gambar 2



Gambar 2 Perubahan Nilai LL, PL, dan IP Akibat Penambahan CCR

Pada Gambar 2 dapat dilihat nilai Batas Cair (LL) mengalami penurunan seiring dengan bertambahnya persentase CCR, sedangkan nilai Batas Plastis (PL) mengalami kenaikan seiring dengan bertambahnya persentase CCR. Hal tersebut menyebabkan penurunan pada nilai Indeks Plastisitas (IP). Perubahan nilai Indeks Plastisitas tanah dapat dilihat pada kondisi asli sebesar 35,78% dapat turun menjadi 6,76% setelah dilakukan penambahan CCR sebesar 15%.

Hasil penelitian ini didukung oleh penelitian yang dilakukan oleh (Hastuty, dkk, 2018) yaitu dengan menurunnya nilai Indeks Plastisitas yang disebabkan oleh turunnya nilai batas cair dan naiknya batas plastis seiring bertambahnya kadar CCR yang digunakan. Penelitian yang dilakukan mampu menurunkan Indeks Plastisitas tanah asli sebesar 30,3% menjadi 18,3% setelah penambahan CCR 11%+2% PC. Penelitian ini menyebutkan bahwa nilai Indeks Plastisitas tanah asli yang distabilisasi menggunakan CCR mampu memberikan peningkatan daya dukung tanah, hal ini ditunjukkan dengan adanya kecenderungan peningkatan nilai CBR setelah ditambahkan CCR.

Penelitian lain yang juga mendukung hasil penelitian ini telah dilakukan oleh (Ridwan M. & Roesyanto) menggunakan tanah dari PTPN II Patumbak, Deli Serdang. Penelitian ini menggunakan 11 sampel dengan persentase 5%-15% Hasil Pengujian menyatakan bahwa nilai Indeks Plastisitas tanah asli sebesar 30,3% dapat turun menjadi 14,6% setelah dilakukan penambahan CCR 15%. Nilai batas cair meningkat dan nilai batas plastis menurun seiring dengan bertambahnya persentase CCR yang ditambahkan. Penelitian ini menyatakan bahwa menurunnya nilai Indeks Plastisitas akan mengurangi potensi pengembangan pada tanah. Hal tersebut disebabkan karena adanya proses hidrasi yang terjadi antara tanah dengan CCR. Pada proses tersebut ikatan antar partikel menjadi

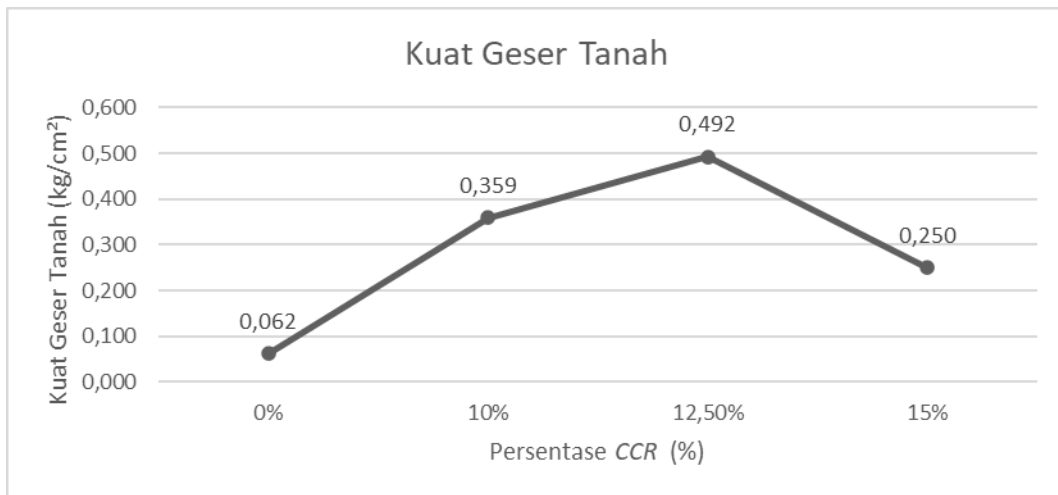
lebih kuat dan membentuk butiran yang lebih keras serta stabil. Pori-pori tanah juga akan terisi sehingga akan meminimalisir adanya rembesan yang dapat berdampak pada potensi pengembangan.

Penelitian lain yang dilakukan oleh (Ronald & Wiryawan, 2004) juga menyatakan bahwa Indeks Plastisitas Tanah Asli Sebesar 28,01% dapat turun menjadi 10,40% setelah ditambahkan CCR 10%. Penelitian ini menggunakan persentase campuran 2-10%, dan nilai Indeks Plastisitas turun seiring dengan bertambahnya persentase CCR. Menurut (Das, 1995) nilai Indeks Plastisitas dapat menentukan klasifikasi tingkat pengembangan tanah. Nilai Indeks Plastisitas yang semakin kecil akan berdampak pada potensi pengembangan pada tanah yang juga akan semakin kecil.

Berdasarkan hasil pengujian yang sudah dilakukan sebelumnya, dapat diketahui bahwa tanah dengan campuran stabilisator Calcium Carbide Residue (CCR) dapat mempengaruhi penurunan dari nilai Indeks Plastisitas tanah asli. Persentase CCR yang paling berpengaruh menurunkan nilai Indeks Plastisitas pada penelitian ini merupakan persentase terbesar, yaitu CCR 15%.

Perubahan Nilai Kuat Geser Tanah di Desa Songgokerto Akibat Penambahan Calcium Carbide Residue (CCR)

Perubahan nilai Kuat Geser Tanah Desa Songgokerto diperoleh dari penambahan Calcium Carbide Residue sebagai stabilisator dengan persentase sebesar 0%, 10%, 12,5%, dan 15%. Nilai Kuat Geser Tanah diperoleh dari pengujian Direct Shear Test berupa Nilai Kohesi dan Sudut Geser Dalam. Berdasarkan pengujian nilai kohesi tanah asli 0,112kg/cm² mengalami kenaikan paling tinggi pada persentase CCR 12,5% menjadi 0,113 kg/cm² dan sudut geser dalam tanah asli 28,1° mengalami kenaikan paling tinggi pada persentase CCR 12,5% menjadi 41,75°. Nilai Kuat Geser Tanah asli 0,062 kg/cm² meningkat menjadi 0,49 kg/cm² setelah penambahan CCR 12,5%. Grafik Perubahan nilai Kuat Geser Tanah dapat dilihat pada Gambar 3



Gambar 3 Perubahan Nilai Kuat Geser Tanah Akibat Penambahan CCR

Hasil Penelitian dari (Putri, 2020) menyatakan nilai kuat geser tanah mengalami kenaikan setelah ditambahkan CCR. Penelitian ini melakukan masa pemeraman 0 hari, 7 hari, dan 10 hari. Hasil penelitian ini menyatakan nilai kuat geser optimum sebesar 6,541 kg/cm² terjadi pada penambahan CCR 12% dengan masa pemeraman 10 hari. Kuat geser tanah pada penelitian ini mengalami penurunan nilai pada persentase CCR 15% hingga seterusnya.

Berdasarkan penelitian (Rumaisha, T. A. 2020) menyatakan nilai kuat geser tanah mengalami peningkatan setelah ditambahkan CCR. Penelitian ini melakukan masa pemeraman selama 7 hari dengan persentase 3%, 6%, 9%, 12%, dan 15%. Hasil penelitian ini menyatakan batas optimum terjadi pada campuran 9% CCR ditambah 9% Abu Sekam Padi. Pada sampel tanah yang diteliti kuat geser tanah mengalami penurunan pada persentase 12% CCR ditambah 9% Abu Sekam Padi, dan terus terjadi penurunan di kadar 15% CCR ditambah 9% Abu Sekam Padi.

Penelitian lain yang dilakukan oleh (Rosyandi, 2022) menyatakan nilai kuat geser tanah mengalami peningkatan setelah ditambahkan CCR dan semen portland. Penelitian ini menggunakan persentase 5%, 10%, dan 15%. Hasil dari penelitian ini menyatakan bahwa terjadi peningkatan nilai kuat geser tanah seiring dengan bertambahnya persentase CCR. Nilai kuat geser tertinggi didapatkan pada persentase 15% CCR dan 3% semen portland dengan waktu pemeraman 14 hari. Pada penelitian ini, tidak terjadi penurunan nilai kuat geser tanah dan belum menghasilkan persentase optimum.

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa CCR memiliki peranan dalam perubahan nilai Kuat Geser Tanah. Hal ini dibuktikan dengan adanya kenaikan nilai Kuat Geser dari beberapa persentase CCR yang ditambahkan sebagai stabilisator. Hasil uji yang dilakukan, di dapat hasil terbaik pada campuran 12,5% CCR dengan hasil 0,492 kg/cm².

KESIMPULAN

Dari hasil pengujian dan pembahasan pada bab sebelumnya, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Perubahan nilai indeks plastisitas tanah di Desa Songgokerto akibat penambahan CCR dengan persentase 0%, 10%, 12,5%, dan 15% mengalami penurunan nilai. Penurunan indeks plastisitas sejalan dengan bertambahnya persentase CCR yang ditambahkan. Penurunan maksimum pada penelitian ini terjadi pada penambahan CCR sebesar 15% dengan hasil 6,76%. Sehingga pada campuran tersebut nilai indeks plastisitas lebih baik dari kondisi tanah aslinya.
2. Perubahan nilai kuat geser tanah di Desa Songgokerto akibat penambahan CCR dengan persentase 0%, 10%, 12,5%, dan 15% mengalami kenaikan optimum pada penambahan CCR 12,5% dengan hasil 0,425 kg/cm². Sehingga pada campuran tersebut nilai kuat geser tanah lebih baik dibandingkan kondisi tanah aslinya.

DAFTAR PUSTAKA

- Ajala, E. O., Ajala, M. A., Ajao, A. O., Saka, H. B., & Oladipo, A. C. (2020). Calcium-carbide residue: A precursor for the synthesis of CaO–Al₂O₃–SiO₂–CaSO₄ solid acid catalyst for biodiesel production using waste lard. *Chemical Engineering Journal Advances*, 4, 100033. <https://doi.org/10.1016/j.cej.2020.100033>
- Badan Standardisasi Nasional. (2008). Cara uji penentuan batas cair tanah (SNI 1967:2008). Jakarta: Badan standardisasi nasional.
- Badan Standardisasi Nasional. (2008). Cara uji penentuan batas plastis dan indeks plastisitas tanah (SNI 1966:2008). Jakarta: Badan standardisasi nasional.
- Badan Standardisasi Nasional. (2016). Metode uji kuat geser langsung tanah tidak terkonsolidasi dan tidak terdrainase (SNI 3420:2016). Jakarta: badan standardisasi nasional.
- Das, B. M. (1995). *Mekanika tanah: Prinsip-prinsip rekayasa geoteknis*. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Departemen Pekerjaan Umum. (2005). Pedoman penanganan tanah ekspansif untuk konstruksi jalan. <https://binamarga.pu.go.id/uploads/files/730/pedoman-penanganan-tanah-ekspansif-untuk-konstruksi-jalan.pdf>
- Hardiyatmo, H. C. (2014). *Tanah ekspansif: Permasalahan dan penanganan*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Hastuty, I. P., Roesyanto, Sari, I. N., & Simanjuntak, O. (2018). The stability of clay using Portland cement and calcium carbide residue with California Bearing Ratio (CBR) value. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 126, 012084.
- Karim, H. M. A., & Juniar, H. (2018). Pemanfaatan limbah karbit sebagai absorben penurunan kandungan logam pada pengolahan limbah cair pencucian kain tenun. *Distilasi*, 3(2), 1–9.

- Putri, R. M. R. (2020). Pengaruh penambahan limbah karbit pada stabilisasi tanah lempung dengan pengujian triaksial unconsolidated undrained [Skripsi tidak diterbitkan]. Universitas Sriwijaya.
- Ridwan, M., & Roesyanto. (2017). Kajian efektifitas penggunaan limbah karbit terhadap stabilitas tanah lempung dengan pengujian CBR dan UCT. *Jurnal Teknik Sipil USU*.
- Rosyandi, A. M. (2022). Pengaruh stabilisasi tanah lempung dengan bahan tambah limbah karbit dan semen Portland terhadap nilai kuat geser tanah [Skripsi tidak diterbitkan]. Universitas Islam Indonesia.
- Rumaisha, T. A. (2020). Perubahan nilai kuat geser tanah lempung akibat penambahan abu sekam padi dan limbah karbit dengan pengujian triaksial unconsolidated undrained [Skripsi tidak diterbitkan]. Universitas Sriwijaya.

