



## PERUBAHAN NILAI INDEKS PLASTISITAS DAN KUAT GESER TANAH AKIBAT PENAMBAHAN CCR

Yuniar Eka Pawestri<sup>1</sup>, Eko Suwarno<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universitas Negeri Malang, Yuniar.eka.2005236@students.um.ac.id

<sup>2</sup>Universitas Negeri Malang, eko.suwarno.ft@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 diketahui nilai tanah lolos saringan no.200 sebesar 38% dan nilai IP sebesar 35,78%. 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 mengetahui 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%, 10%, 12,5%, dan 15% 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 menunjukkan nilai Indeks Plastisitas pada tanah asli sebesar 35,78% turun menjadi 6,76% setelah penambahan CCR 15%. Sedangkan untuk nilai Kuat Geser Tanah, nilai optimum didapatkan pada penambahan CCR 9,3%, dimana nilai kuat geser tanah asli sebesar 0,062 kg/cm<sup>2</sup> naik menjadi 0,427 kg/cm<sup>2</sup>. 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, kuat geser tanah, indeks plastisitas, *calcium carbide residue*

### 1. 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. Jalan raya merupakan salah satu konstruksi sipil yang memiliki peranan penting sebagai penghubung antar daerah. Pada jalan raya tanah berperan sebagai tanah dasar. Kekuatan struktur jalan raya sangat bergantung pada kondisi tanah dasar. Apabila jalan dibangun di atas tanah yang baik, maka kerusakan jalan dapat diminimalisir. Akan tetapi, apabila jalan dibangun di atas tanah yang buruk, maka potensi kerusakan jalan akan meningkat.

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. Hal tersebut membuat pembangunan jalan raya terlihat belum sepenuhnya dilakukan secara

maksimal sehingga jalan raya kembali bergelombang dan berlubang (Times Indonesia, 23 Agustus 2023). Kondisi kerusakan jalan tersebut semakin parah seiring berjalannya waktu dengan tingkatan kerusakan berkategori ringan, sedang, hingga berat.

Hal tersebut, selain memberikan rasa tidak nyaman bagi pengendara, juga meningkatkan risiko terjadinya kecelakaan lalu lintas di Kota Batu. Kondisi jalan yang bergelombang dan berlubang ini menyebabkan kenaikan jumlah kecelakaan di Kota Batu. Mengingat Kota Batu merupakan kota pariwisata, sehingga jalan di Desa Songgokerto sering dilewati oleh kendaraan pribadi maupun kendaraan pariwisata. Ruas jalan di Kota Batu tergolong kelas I, sehingga selalu dilewati oleh kendaraan-kendaraan besar dan truk, hal ini menyebabkan beban besar pada jalan sehingga kondisi jalan perlu diberikan perhatian khusus dalam pembangunannya sehingga dapat memenuhi umur masa layannya.

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). Terdapat dua cara yang dapat dilakukan guna memperbaiki sifat tanah asli, untuk tanah berbutir kasar dapat dilakukan dengan mencampurkan tanah asli dan jenis tanah tertentu sehingga didapatkan gradien tanah sesuai kebutuhan, sedangkan untuk tanah berbutir halus dapat dilakukan dengan menambahkan bahan tambahan sebagai stabilisator pada tanah asli (Nursandah, dkk 2021). Menurut (Hardiyatmo, 2014) stabilisasi tanah dengan bahan tambahan dapat dilakukan dengan berbagai material seperti semen, kapur, abu terbang, garam, dan lain-lain. Sudah banyak pengembangan penelitian stabilisasi tanah lempung dengan berbagai macam bahan tambahan semen, kapur, abu terbang, garam, dan lain-lain.

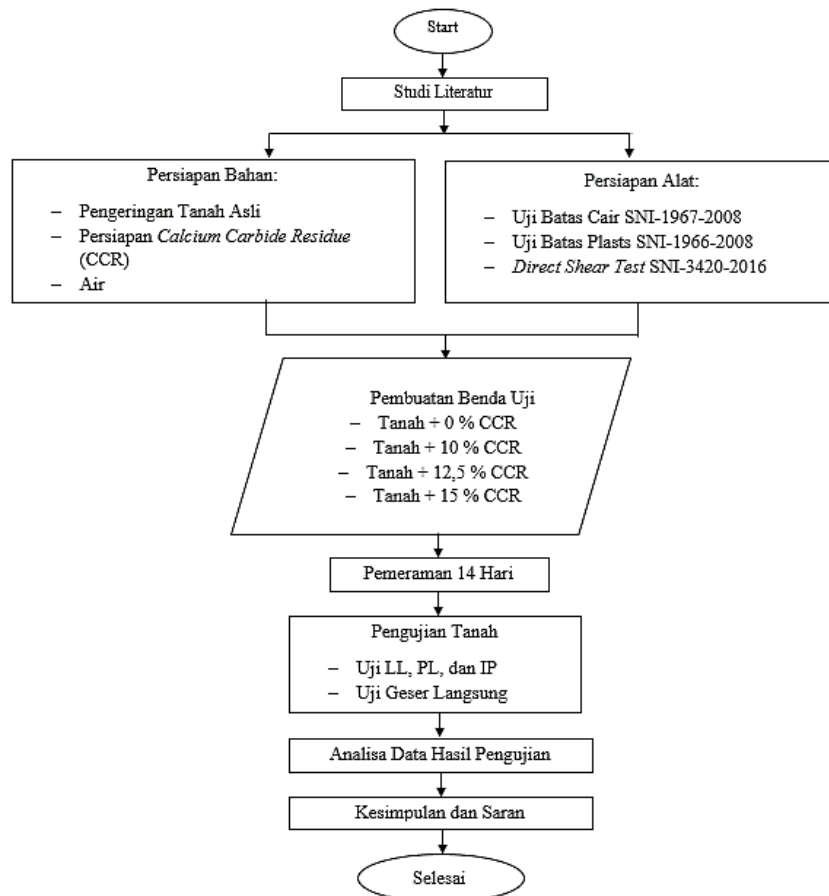
Dari berbagai bahan tambahan diatas, terdapat bahan tambahan lain yang bisa digunakan yaitu Calcium Carbide Residue (CCR). Penelitian yang dilakukan oleh (Ajala, dkk. 2020) menyatakan kandungan kimia pada CCR terdiri dari 97,76% Kalsium Oksida (CaO), 1,30% Aluminium Oksida (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), 0,50% Besi (III) Oksida (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), 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).

## 2. 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 36 buah dengan detail benda uji pada Tabel 2.1.

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

Kode Sampel	<i>Calcium Carbide Residue</i> (%)	Jumlah Benda Uji			Total (Buah)
		Batas Cair	Batas Plastis	<i>Direct Shear Test</i>	
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	<i>Direct Shear Test</i>	SNI-3420-2016

### 3. HASIL

#### 3.1. Hasil Pengujian Indeks Plastisitas

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	57.31	21.53	35.78
10	43.21	22.41	20.80
12.5	37.22	24.42	12.79
15	32.82	26.05	6.76

#### 3.2. Hasil Pengujian 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.

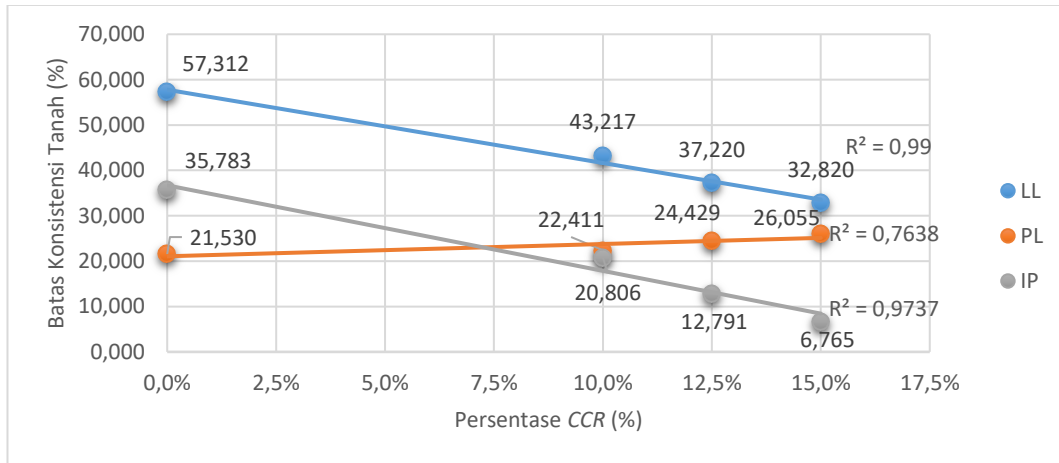
**Tabel 4 Rekapitulasi Nilai Kuat Geser Tanah**

Penambahan CCR %	Kohesi (c) kg/cm <sup>2</sup>	Sudut Geser Dalam (Ø) °	Kuat Geser (τ) kg/cm <sup>2</sup>
0	0,112	28,10	0,062
10	0,100	38,43	0,359
12,5	0,113	41,75	0,492
15	0,103	38,17	0,250

**4. PEMBAHASAN**

**4.1. Perubahan Indeks Plastisitas**

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%.

Penelitian ini didukung oleh penelitian yang 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.

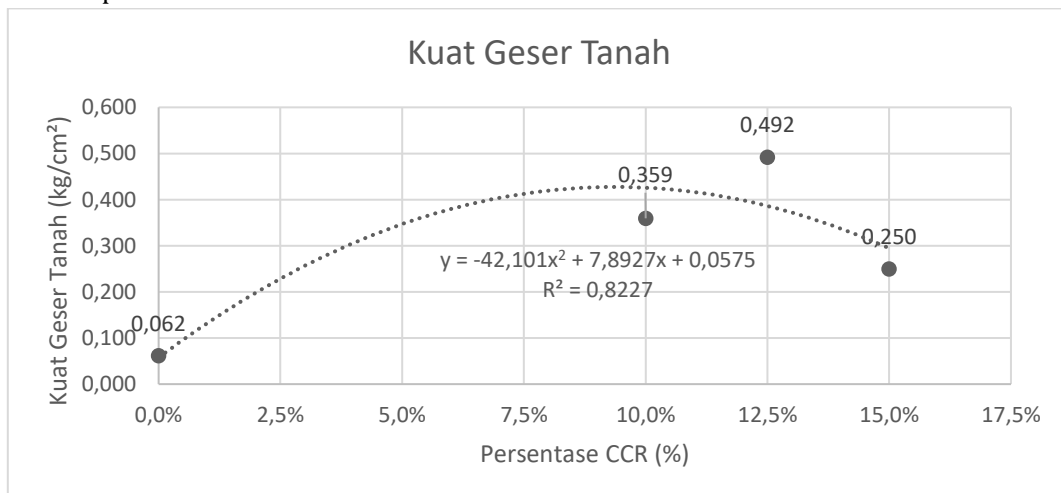
Penelitian lain yang dilakukan oleh (Ronald & Wiryawan, 2004) juga menyatakan bahwa Indeks Plastisitas Tanah Asli Sebesar 28,01% dapat turun menjadi 10,40% setelah ditambahkan *CCR* 10%. Penelitian ini menggunakan persentase campuran 2-10%, dan nilai Indeks Plastisitas turun seiring dengan bertambahnya 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.

Penurunan Indeks Plastisitas disebabkan oleh adanya reaksi pozzolan setelah dilakukan penambahan *CCR*. Reaksi pozzolan terjadi saat proses pemeraman berlangsung. Kondisi lembab pada proses pemeraman selama 14 hari menghasilkan tanah yang semula gembur menjadi tanah yang padat dan keras. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh (Lestari, Dkk, 2022) bahwa pozzolan dalam bentuk butiran dan kelembapan yang tepat akan bereaksi secara kimia dengan senyawa alumina seperti  $Al_2O_3$  dan  $CaO$  yang terkandung dalam tanah lempung sehingga akan bertambah keras. Hasil penambahan *CCR* pada tanah akan terlihat lebih keras sejalan dengan persentase penambahan *CCR*. Hal tersebut menyebabkan nilai indeks plastisitas semakin berkurang akibat turunnya nilai batas cair dan naiknya nilai batas plastis.

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%.

#### 4.2. Perubahan Kuat Geser Tanah

Perubahan nilai Kuat Geser Tanah Desa Songkokerto 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 hasil pengujian dan perhitungan persamaan regresi yang telah dilakukan, nilai Kuat Geser Tanah asli 0,062 kg/cm<sup>2</sup> meningkat optimum menjadi 0,427 kg/cm<sup>2</sup> setelah penambahan *CCR* 9,3%. Hasil pengujian dan Perhitungan lebih lengkap dapat dilihat pada Lampiran 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/cm<sup>2</sup> 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 (Amarullah & Zardi, 2019) menyatakan nilai kuat geser tanah mengalami peningkatan setelah ditambahkan *CCR*. Penelitian ini menggunakan persentase tambahan *CCR* 0%, 5%, 10% dan 15%. Hasil penelitian ini menyatakan bahwa penambahan limbah karbit mampu memperbaiki sifat mekanis tanah karena *CCR* akan menyelimuti partikel tanah sehingga mampu meningkatkan kekuatan tanah. Hasil pengujian geser langsung yang dilakukan mampu meningkatkan nilai kuat geser tanah pada persentase 15% *CCR*. Pada penelitian ini, tidak terjadi penurunan nilai kuat geser tanah dan belum menghasilkan persentase optimum.

Penelitian lain yang dilakukan oleh (Amanian & Tabaroei, 2023)) menyatakan nilai kuat geser tanah mengalami peningkatan setelah ditambahkan *CCR*. Penelitian ini menggunakan persentase tambahan *CCR* 0%, 3%, 7%, 10% dan 13% dengan waktu pemeraman 7, 14, 28, dan 60 hari. Hasil dari penelitian ini menyatakan bahwa peningkatan nilai kohesi dan sudut geser dalam paling tinggi terjadi pada persentase *CCR* 13% pemeraman 14 hari.

Proses pemeraman pada penelitian ini dilakukan selama 14 hari. Kondisi tanah hasil pemeraman secara fisik terlihat berbeda dibandingkan dengan kondisi asli. Tanah yang diperam dengan persentase *CCR* lebih rendah memiliki kepadatan tanah yang lebih rendah. Tekstur tanah juga memiliki perbedaan, dimana tanah yang diperam dengan persentase *CCR* lebih tinggi memiliki tekstur seperti pasir. Hal ini berpengaruh terhadap kuat geser tanah. *CCR* yang ditambahkan akan menjadikan partikel tanah menjadi lebih besar, rongga antar partikel tanah juga menjadi lebih besar. Apabila kondisi tersebut diberikan air, maka partikel tanah tidak saling terikat dan air dapat mengalir, sehingga kekuatan geser tanah dapat meningkat.

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/cm<sup>2</sup>.

## 5. SIMPULAN

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

- (1) Nilai indeks plastisitas tanah di Desa Songgokerto akibat penambahan *CCR* dengan persentase 0%, 10%, 12,5%, dan 15% mengalami penurunan nilai. Penurunan indeks plastisitas berbanding lurus 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) Nilai kuat geser tanah di Desa Songgokerto akibat penambahan *CCR* dengan persentase 0%, 10%, 12,5%, dan 15% mengalami kenaikan optimum pada penambahan *CCR* 9,3% dengan hasil 0,427 kg/cm<sup>2</sup>. Sehingga pada campuran tersebut nilai kuat geser tanah lebih baik dibandingkan kondisi tanah aslinya.

## DAFTAR RUJUKAN

- 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  $\text{CaO-Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2\text{-CaSO}_4$  solid acid catalyst for biodiesel production using waste lard. *Chemical Engineering Journal Advances*, 4(August), 100033. <https://doi.org/10.1016/j.cej.2020.100033>
- Amanian, A., & Tabaroei A. (2023). Shear Behavior of Silty Clay Soil Stabilized With Calcium Carbide Residue. <https://dx.doi.org/10.2139/ssrn.4471703>.
- Amarullah, I. N., & Zardi, M. (2019). Pengaruh Penambahan Limbah Karbit Terhadap Stabilisasi Tanah Daerah Rawa. *Jurnal Teknik Sipil Unaya*, 5(1), 1–9.
- Das, B. M. (1995). Mekanika Tanah. In *Mekanika tanah, prinsip-prinsip rekayasa geoteknis*. Penerbit Erlangga. 1 – 300
- 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.
- 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.
- Lestari, N. P., Nikmah A., Harprastanti P. & Sulistiawati B.H. (2022). Efektifitas Penggunaan Bahan Stabilisator Berbasis Pozolan Pada Tanah Berbutir Halus Ditinjau Dari Sifat Fisik dan mekanis Tanah. *Bangun Rekaprima*. 8(1).
- Nursandah, F., Nimas, F., Puteri, Y., Candra, A. I., & Setianto, Y. C. (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), 1–12.
- Putri, R. M. R. (2020) Pengaruh Penambahan Limbah Karbit Pada Stabilisasi Tanah Lempung Dengan Pengujian Triaksial Unconsolidated Undrained. Skripsi tidak diterbitkan. Palembang: FT Universitas Sriwijaya
- Ridwan M & Roesyanto. (2017). Kajian Efektifitas Penggunaan Limbah Karbit Terhadap Stabilitas Tanah Lempung Dengan Pengujian CBR dan UCT. *Jurnal Teknk Sipil USU*.
- Ronald. & Wiryawan, R.C. (2004). Stabilisasi Tanah Lempung Dengan Kapur Karbit dan Perkuatan Tanah Dengan Mikrogeotekstil. Skripsi tidak diterbitkan. Yogyakarta: FTP UII
- Times Indonesia (2023). Jalan Rusak, Cerminan Pemerintahan?. (Online). (<https://timesindonesia.co.id/kopi-times/465731/jalan-rusak-cerminan-pemerintahan>), diakses 20 Oktober 2023 pukul 06.41 AM.