

# PENGARUH KOLOM KARBIT SEBAGAI PERBAIKAN TANAH DASAR EKSPANSIF DENGAN PENGALIRAN DARI TANAH KE KOLOM

Alpiyan Mayhutomo <sup>1)</sup>, Bambang Setiawan <sup>2)</sup>, Noegroho Djarwanti <sup>2)</sup>

<sup>1)</sup>Mahasiswa Fakultas Teknik, Prodi Teknik sipil, Universitas Sebelas Maret

<sup>2)</sup> Pengajar Fakultas Teknik, Prodi Teknik sipil, Universitas Sebelas Maret

Jl. Ir. Sutami 36A, Surakarta 57126; Telp 0271-634524. Email: [alpiyanmayhutomo@gmail.com](mailto:alpiyanmayhutomo@gmail.com)

## ABSTRAK

Tahap pembangunan perlu memperhatikan banyak hal mengenai jenis tanah di lapangan. Tanah dasar yang bersifat ekspansif memiliki banyak permasalahan, antara lain: memiliki daya dukung yang sangat rendah, kekakuannya menurun drastis pada kondisi basah, retak-retak pada kondisi kering dan akan mengembang pada kondisi basah. Gagasan menggunakan kolom karbit sebagai material dan metode alternatif perbaikan tanah ekspansif untuk mengatasi permasalahan pencampuran di lapangan. Penelitian ditujukan untuk mengetahui perilaku penambahan kolom karbit pada tanah ekspansif terhadap nilai *swelling*, kuat tekan bebas, konsistensi tanah, dan persebaran tanah melalui uji XRF. Penelitian dilakukan selama 20 hari. Kolom karbit yang digunakan berjumlah 7 kolom dengan diameter (D) 5 cm, tinggi tanah (H) 30 cm, kedalaman kolom  $2/3 \times H$ , dan jarak antar kolom  $1,75 \times D$ . Pemodelan tanpa kolom karbit juga digunakan sebagai acuan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan kolom karbit mampu mereduksi nilai *swelling* sebesar 2,49 % pada area terdekat dari pengaliran (area 1) dan 2,81 % pada area terjauh dari pengaliran (area 4). Nilai kuat tekan bebas mengalami peningkatan sebesar 33,07 % pada area terjauh dari pengaliran (area 3) dan 19,93 % pada area terdekat dari pengaliran (area 1). Nilai konsistensi tanah melalui uji Atterberg limit mengalami reduksi nilai batas cair dan indeks plastisitas masing-masing sebesar 5,79 % dan 11,08 %, namun mengalami peningkatan nilai batas cair sebesar 5,29 %. Nilai mineral montmorilonite tanah mengalami penurunan sebesar 37,6 % dan nilai mineral karbit (CaO) mengalami peningkatan sebesar 44,24 %. Penambahan kolom karbit mampu memperbaiki sifat ekspansifitas tanah.

**Kata kunci** : tanah ekspansif, kolom karbit, *swelling*, penyebaran karbit.

## ABSTRACT

*The development stage needs to observe attention to many things about the type of soil in the field. The expansive ground base has many problems, including: Has a very low bearing capacity, its stiffness decreases drastically in wet conditions, cracks in dry conditions and will expand in wet conditions. The study was aimed to find out the behavior of carbide column addition on expansive soil to swelling value, unconfined compression strength, soil consistency, and soil distribution through XRF test. The study was done in 20 days. The carbide columns used were 7 columns with diameter (D) 5 cm, depth of soil (H) 30 cm, depth of column  $2/3 \times H$ , and spacing between columns  $1.75 \times D$ . Modeling without carbide columns is also used as a reference. The results showed that the addition of carbide column was able to reduce the swelling value by 2.49% in the nearest area of the drainage (area 1) and 2.81% in the farthest area of the drain (area 4). The value of free compressive strength increased by 33.07% in the furthest area of drainage (area 3) and 19.93% in the nearest area of drainage (area 1). The soil consistency value through Atterberg limit test decreased the liquid limit and plasticity index respectively by 5.79% and 11.08%, but increased the liquid limit value of 5.29%, the mineral value of montmorillonite soil decreased by 37.6% and the value of carbide miner (CaO) increased by 44.24% The addition of carbide column can improve the nature of the sensitivity soil.*

**Keywords** :expansive soil, carbide column, *swelling*, carbide distribution.

## PENDAHULUAN

Tanah dasar yang bersifat ekspansif memiliki banyak permasalahan, antara lain: memiliki daya dukung yang sangat rendah, kekakuannya menurun drastis pada kondisi basah, retak-retak pada kondisi kering dan akan mengembang pada kondisi basah. Tanah ini mengandung mineral montmorillonite bermuatan negative yang dapat menyerap banyak air untuk mengisi rongga pori sehingga tanah akan mengembang. Stabilisasi tanah merupakan usaha untuk merubah atau memperbaiki sifat-sifat teknis tanah seperti kapasitas dukung,

kompresibilitas, permeabilitas, kemudahan dikerjakan, potensi pengembangan dan sensitifitas terhadap perubahan kadar air sehingga dapat memenuhi syarat teknis tertentu. Penelitian tentang perbaikan tanah telah banyak dilakukan seperti penggunaan *fly ash*, semen, kapur, karbit, garam sebagai bahan stabilisasi. Metode yang digunakan yaitu mencampur tanah asli dengan bahan kimia, namun metode ini kurang efisien dan pencampuran harus benar-benar merata agar tanah lebih homogen, serta pencampuran banyak mengalami kesulitan dalam pengerjaan langsung di lapangan. Kondisi saat ini mengharuskan untuk perbaikan tanah sebelum membangun suatu konstruksi diatasnya, gagasan menggunakan kolom karbit sebagai material dan metode pekerjaan alternatif perbaikan tanah ekspansif untuk mengatasi permasalahan pencampuran di lapangan. Karbit merupakan bahan tambahan yang memiliki ion-ion kalsium tinggi atau unsur-unsur senyawa lain dapat mengikat butiran tanah secara bersamaan sehingga diperkirakan mampu memperbaiki sifat fisik dan mekanik tanah ekspansif.

## TINJAUAN PUSTAKA

Penelitian Budi (2003) tentang penyebaran kekuatan tanah akibat kolom tunggal yang terbuat masing-masing dari kapur aktif dan limbah karbit menunjukkan peningkatan kekuatan tanah di sekitarnya. Tanah di sekitar kolom kapur dan limbah karbit memiliki penyebaran kekuatan yang cenderung mengikuti suatu pola yang unik. Kuat geser tanah mengalami peningkatan yang signifikan terjadi di daerah dekat kolom dan peningkatan ini mengecil seiring dengan jarak dari kolom.

Penelitian Resmawan (2008) tentang campuran pasir dan limbah karbit terhadap parameter penurunan tanah lempung menggunakan uji CBR dan konsolidasi. Penelitian tersebut memiliki kesimpulan dengan menambahkan campuran limbah karbit dan pasir pada tanah lempung maka nilai pengembangan tanah (*swelling*) menurun serta nilai CBR dan Konsolidasi tanah lempung semakin meningkat.

Penelitian Yesika (2016) tentang penambahan 2% PC dan variasi kadar limbah karbit pada tanah lempung secara umum dapat meningkatkan nilai kuat tekan bebas, dan semakin banyak penambahan kadar limbah karbit yang digunakan daya dukung akan terus mengalami penurunan tetapi tetap di atas nilai kuat tekan tanah asli.

Penelitian Sumiyanto dan Apriyono (2012) tentang efektifitas injeksi larutan kapur untuk menurunkan plastisitas tanah memiliki kesimpulan bahwa, nilai batas cair (LL) dan indek plastisitas (PI) menurun.

Penelitian Alhadrawi (2016) tentang penambahan limbah karbit pada tanah ekspansif secara umum dapat meningkatkan nilai sudut geser, peningkatan ini disebabkan oleh reaksi kimia yang terjadi akibat bercampurnya unsur-unsur kimia terutama kalsium (Ca) yang terkandung dalam limbah karbit. Penelitian ini juga meningkatkan kohesi (c), namun akan menurun seiring dengan bertambahnya limbah karbit tersebut, hal ini karena reaksi kimia limbah karbit yang bersifat menyerap air sehingga mengakibatkan daya lekat antar partikel menjadi menurun.

## DASAR TEORI

### Mineralogi Tanah Ekspansif

Tingkat ekspansif tanah sangat dipengaruhi oleh mineralogi yang terkandung didalamnya. Semakin tinggi nilai *montmorillonite* maka akan semakin ekspansif tanah lempung tersebut. Berbagai macam kandungan mineral yang terdapat dalam tanah lempung diantaranya :

1. *kaolinite* : tidak bersifat ekspansif,
2. *illinite* : bisa ekspansif,
3. *montmorillonite* : sangat ekspansif.

Dari 3 unsur mineral tersebut yang paling dominan terhadap pengaruh kembang-susut suatu tanah yaitu mineral *Montmorillonite*. *Montmorillonite* disebut juga mineral dua banding satu (2:1) karena susunan kristalnya terbentuk dari susunan dua lempeng silika tetrahedral mengapit satu lempeng alumina oktahedral ditengahnya. Struktur kisinya tersusun atas satu lempeng  $Al_2O_3$  diantara dua lempeng  $SiO_2$ . Karena struktur inilah *Montmorillonite* dapat mengembang dan mengerut menurut sumbu C dan mempunyai daya adsorpsi air dan kation lebih tinggi.

### **Pengaruh Kadar Air**

Tanah berbutir halus khususnya lempung, sangat dipengaruhi oleh pengaruh kadar air. Kadar air tanah awal akan berpengaruh terhadap kontraksi bangunan di atasnya. Ada 3 kondisi pengaruh pengembangan tanah berdasarkan kondisi kadar air awal tanah ekspansif yaitu :

1. Tanah dengan kondisi kadar air awal tetap relatif stabil.
2. Tanah dengan kadar air awal naik-turun akan mengalami perubahan volume (retak-retak jika kering) dan akan mengembang apabila terkena air.
3. Tanah yang dipadatkan dengan kadar air awal yang rendah akan mengembang lebih banyak terkena air dibandingkan dengan tanah pada kadar air awal tinggi.

### **Identifikasi Tanah Ekspansif**

Identifikasi tanah ekspansif dapat dilakukan dengan cara visual maupun menggunakan korelasi Atterberg limit dengan menggunakan nilai Indeks Plastisitas. Menurut Chen (1988) menyatakan bahwa tanah dengan nilai indeks plastisitas lebih dari 35 % memiliki tingkat ekspansifitas yang sangat tinggi. Identifikasi tanah ekspansif juga dapat ditentukan dengan menggunakan nilai indeks susut yaitu pengurangan antara batas cair dan batas susut. Jitno (1988) menyatakan bahwa tanah dengan indeks susut lebih dari 60 % memiliki tingkat ekspansifitas yang sangat tinggi.

### **Stabilisasi Tanah dengan Teknik Kolom**

Stabilitas ini merupakan salah satu jenis stabilitas tanah secara kimiawi dan suatu metode yang paling dianggap murah untuk memperbaiki sifat-sifat tanah asli yang memiliki kuat dukung rendah, indeks plastisitas tinggi, pengembangan tinggi dan gradasi buruk, terutama untuk perbaikan tanah pada daerah yang cukup luas. Metode ini dilakukan dengan cara menyemprotkan (*injection*) campuran kering kapur ke dalam tanah lempung sehingga terbentuklah kolom-kolom tegak.

### **Karbit**

Karbit atau Kalsium Karbida adalah senyawa kimia dengan rumus  $CaC_2$ . Persamaan reaksi Kalsium Karbida dengan air adalah :  $CaC_2 + 2H_2O \longrightarrow C_2H_2 + Ca(OH)_2$  Senyawa karbit akan menghasilkan bahan buang (*residue*) berupa kapur hidroksida  $Ca(OH)_2$  atau yang lebih dikenal dengan kalsium karbit (*calcium carbide/CC*). Karbit berpotensi sebagai bahan pembentuk pozzolan sehingga dapat terbentuk bahan sementasi (*cemented material*) *calcium silicate hydrate* (CSH), dimana unsur-unsur tersebut memberikan perbaikan terhadap sifat-sifat tanah yang memiliki butiran halus seperti pada tanah lempung. Hasil dari produksi gas tersebut banyak mengandung unsur Kalsium sebagai kation (+) yang akan menetralkan anion (-) dalam tanah ekspansif dengan komposisi sebagai berikut:  $SiO_2$ ,  $CaO$ ,  $Fe_2SO_3$ ,  $Al_2O_3$ ,  $MgO$ .

### **Pengujian Swelling**

Pengujian potensi pengembangan adalah pengujian dengan menggunakan alat konsolidometer untuk mendapatkan nilai keseimbangan perubahan volume vertikal atau deformasi contoh benda uji (Hardiyatmo, 2010).

### **Pengujian Kuat Tekan Bebas**

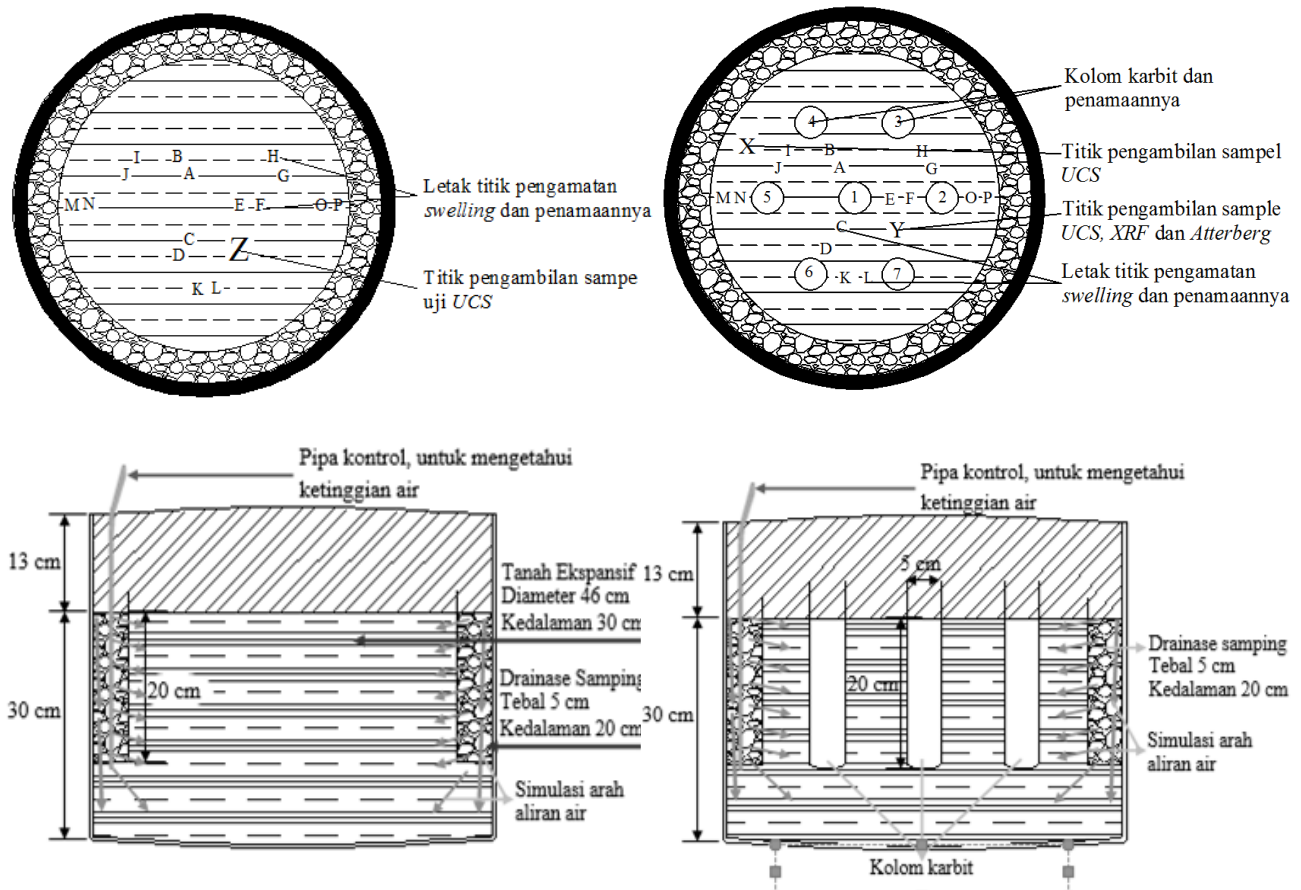
Pengujian kuat tekan bebas dilakukan untuk menentukan kuat tekan bebas contoh tanah yang memiliki nilai kohesi yang cukup tinggi. Tegangan aksial yang diterapkan di atas benda uji berangsur-angsur ditambah sampai benda uji mengalami keruntuhan.

### **METODE PENELITIAN**

Metode penelitian berupa eksperimental laboratorium dalam skala kecil. Sample tanah diambil dari ruas jalan Tol Solo-Kertosono STA 76+900, Desa Kedunggalar, Ngawi, Jawa Timur. Tujuan dari penelitian adalah untuk mengetahui nilai *swelling* tanah ekspansif yang terjadi bila diberi kolom karbit. Penelitian ini juga memberi gambaran perbedaan nilai kuat tekan bebas, konstistensi tanah, dan persebaran mineral karbit

setelah ditambahkan kolom karbit. Pelaksanaan pengujian sampel tanah dilakukan melalui prosedur-prosedur pengujian ASTM.

Pemodelan yang dibuat adalah variasi tanpa menggunakan kolom karbit dan dengan menggunakan kolom karbit. Kedua pemodelan diuji dengan tiga pengujian yaitu *Swelling*, kuat tekan bebas, *Atterberg limits*, dan uji XRF setelah penambahan kolom karbit. Pengujian dilakukan setiap hari selama 21 hari. Gambar 1 dan Gambar 2 Menunjukkan pemodelan tanpa kolom karbit dan dengan kolom karbit. Titik pengamatan pengujian *swelling*, kuat tekan bebas, *Atterberg limits*, dan uji XRF setelah penambahan kolom karbit



Gambar 1 Sketsa Pengujian Tanah Ekspansif tanpa dan dengan Kolom Karbit.

## Hasil dan Pembahasan

### Hasil pengujian Tanah

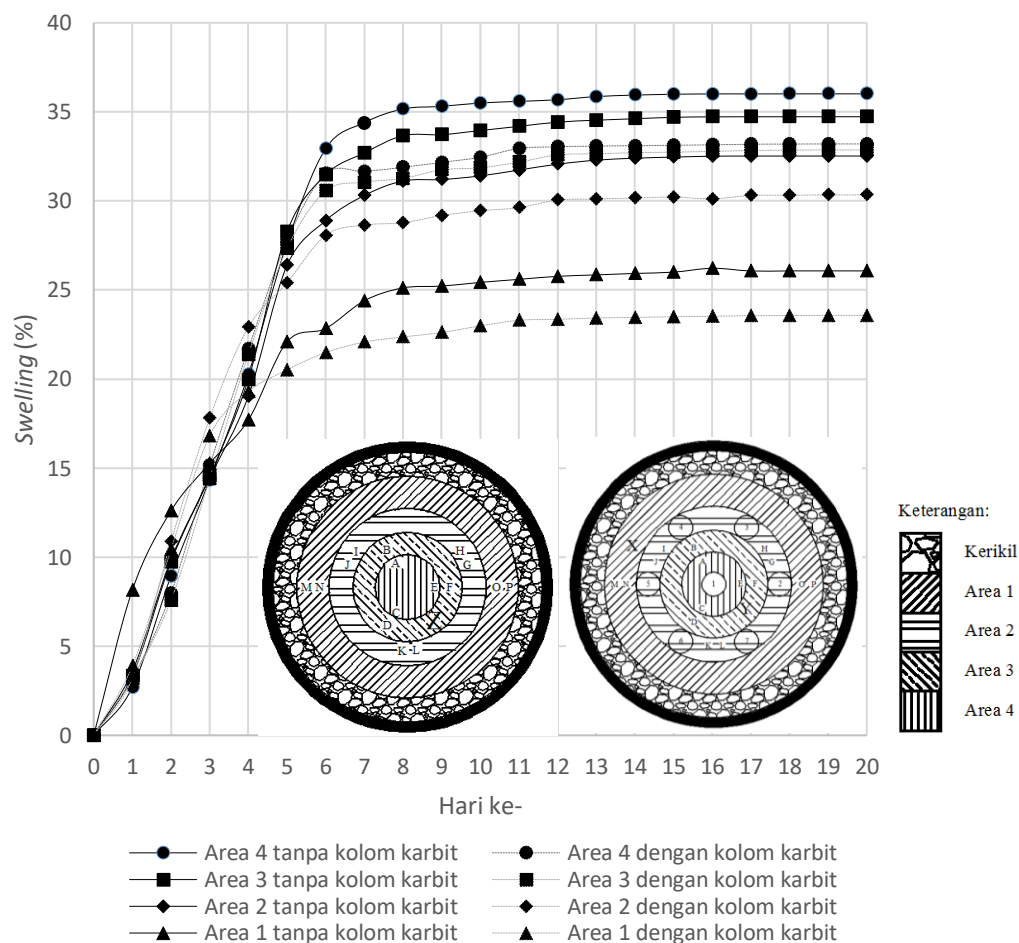
Tabel 1 Hasil tingkat ekspansifitas tanah

No	Pengujian	Satuan	Nilai	Syarat	Tingkat Ekspansifitas
1	Kadar <i>Montmorillonite</i>	%	64,33	>30	Very High
2	Batas cair ( <i>Liquid limit</i> )	%	114,05	-	-
3	Batas plastis ( <i>Plastic limit</i> )	%	42,23	-	-
4	Indeks plastisitas ( <i>Plasticity index</i> )	%	71,82	>50	Very High
5	Indeks susut ( <i>Shrinkage index</i> )	%	95,75	>60	Very High
6	<i>Swell Potensial</i>	%	14,78	5 – 25	High

Berdasarkan hasil XRF, batas cair, batas plastis, indeks plastisitas, *shrinkage limit*, *swell potential*, tanah memenuhi syarat untuk tanah ekspansif dengan tingkat ekspansifitas *very high*.

### Nilai *Swelling* Pemodelan tanpa Kolom Karbit dan dengan Kolom Karbit

Hasil pengujian *swelling* dibagi menjadi 4 area yaitu: area 1 (titik A-C-E), area 2 ( titik B-D-F), area 3 (titik G-H-I-J-K-L), dan area 4 (titik M-N-O-P). Nilai *swelling* rata-rata dari variasi pemodelan tanpa kolom karbit dan dengan kolom karbit selama 20 hari dapat dilihat pada Gambar 2. dibawah ini.



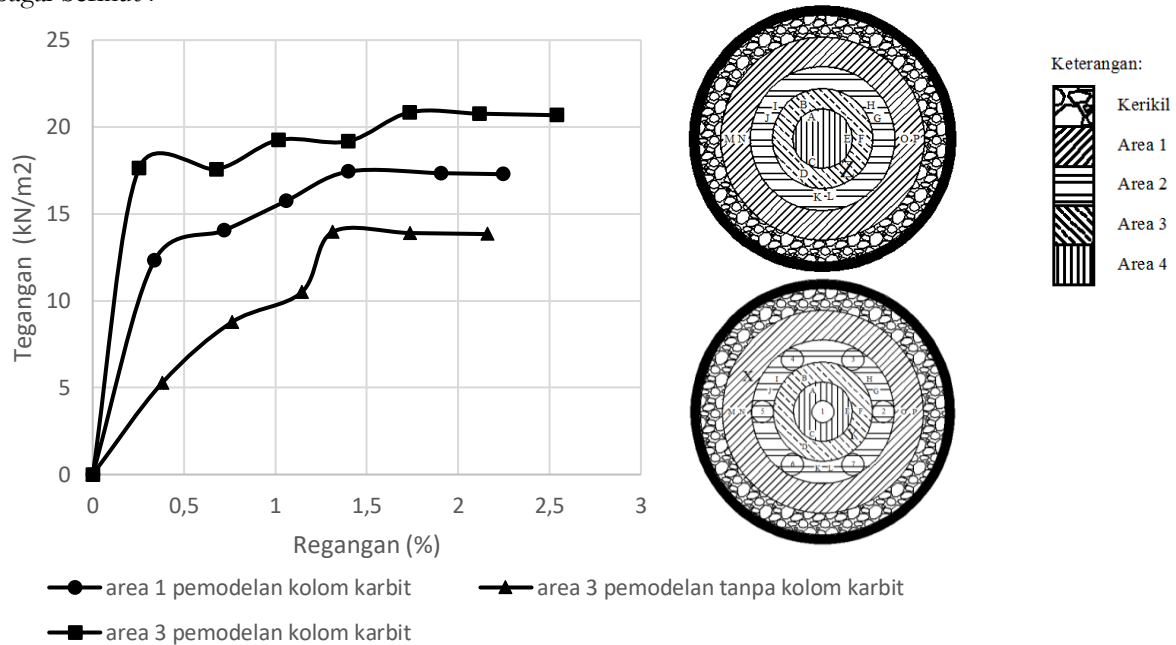
Gambar 2. Grafik *Swelling* Rata-rata Setiap Area pada Pemodelan Tanpa Kolom Karbit dan dengan Kolom Karbit

Gambar 2 menunjukkan nilai *swelling* setiap titik pada pemodelan tanpa kolom karbit dan dengan kolom karbit selama 20 hari pengukuran. Penggunaan kolom karbit menghasilkan nilai sebesar 33,21 % pada area 4, 32,68 % pada area 3, 30,34 % pada area 2, 23,58 % pada area 1. Sedangkan tanpa kolom karbit menghasilkan nilai sebesar 36,01 % pada area 4, 34,72 % pada area 3, 32,52 % pada area 2, 26,07 % pada area 1. Terdapat hal yang menarik bahwa pengamatan pada hari ke-2 hingga ke-5 mengalami kenaikan yang cukup besar pada pemodelan dengan kolom karbit dibandingkan pemodelan tanpa kolom karbit. Hal ini terjadi karena reaksi kimia ketika karbit bertemu air yang mengakibatkan tanah terangkat, setelah itu cenderung mengecil dan konstan karena tanah tersebut memiliki kohesi (c) yang tinggi. Kohesi (c) yang tinggi menyebabkan tanah menjadi lebih padat dan membuat permeabilitas air menjadi rendah. Pemodelan kolom karbit memiliki nilai *swelling* rata-rata sebesar 2,34 % lebih rendah dibandingkan dengan pemodelan tanpa kolom karbit.



### Pengujian *Unconfined Compression Strength* (UCS)

Hasil pengujian *unconfined compression strength* tanah lempung ekspansif disajikan selengkapnya dalam Gambar 3 sebagai berikut :



Gambar 3 Hasil pengujian *Unconfined Compressive Strength*

Gambar 3 menunjukkan bahwa penambahan kolom karbit memberikan pengaruh terhadap nilai *unconfined compressive strength*. Pemodelan dengan kolom karbit mengalami peningkatan nilai kuat tekan baik pada posisi jauh dari pengaliran maupun dekat dari pengaliran dibandingkan dengan pemodelan tanpa kolom karbit. Nilai kuat tekan maksimum terendah berada pada area 3 pemodelan tanpa kolom karbit yaitu 13,96 kN/m<sup>2</sup>, 17,43 kN/m<sup>2</sup> pada area 1 pemodelan dengan kolom karbit, dan 20,85 kN/m<sup>2</sup> pada area 3 pemodelan dengan kolom karbit.

### Pengujian *Atterberg limits*

Hasil pengujian *Atterberg limits* tanah ekspansif disajikan dalam Tabel 2 sebagai berikut :

**Tabel 2** Hasil pengujian *Atterberg limits*

Pengujian	Sebelum Penambahan Kolom Karbit	Setelah Penambahan Kolom Karbit
<i>Atterberg Limit</i> :		
1. Batas Cair (LL)	98,77 %	92,98 %
2. Batas Plastis (PL)	56,52 %	61,81 %
3. Indeks Plastisitas (PI)	42,25 %	31,17 %

Tabel 2 menunjukkan bahwa penambahan kolom karbit memberikan pengaruh terhadap nilai *Atterberg limits*. Pemodelan dengan kolom karbit mengalami penurunan nilai batas cair sebesar 5,79 %, peningkatan nilai batas plastis sebesar 5,29 %, dan menurunkan nilai indeks plastisitas sebesar 11,08 %. Hal ini mengindikasikan telah terjadi pengikatan antara *addictive* dengan butiran tanah ekspansif, yang mengakibatkan butiran lempung mengikat saat uji batas cair. Indeks plastisitas (PI) adalah batas cair dikurangi batas plastis (PI=LL-PL), hubungan tersebut memperlihatkan bahwa nilai PI sangat bergantung oleh nilai batas cair dan batas plastis, karena penambahan kolom karbit dapat menurunkan batas cair, sehingga menghasilkan indeks plastisitasnya akan menurun.

### Pengujian XRF

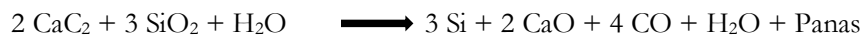
Hasil pengujian XRF tanah pada pemodelan dengan kolom karbit ditunjukkan pada Tabel 3 berikut:

**Tabel 3** Hasil uji XRF sebelum dan sesudah

No.	Formula	Sebelum (%)	Sesudah (%)
1	CaO	10,54	54,78
2	SiO <sub>2</sub>	33,83	11,56
3	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	20,84	10,74
4	Na <sub>2</sub> O	12,97	9,29
5	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	9,66	4,43
6	SO <sub>3</sub>	1,10	2,84
7	MgO	3,41	2,09

Tabel 3 menunjukkan perbedaan nilai mineral melalui uji XRF sebelum dan sesudah ditambah kolom karbit. Penambahan kolom karbit mengalami penurunan mineral SiO<sub>2</sub> sebesar 22,27 %, mineral Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> sebesar 10,1 % dan mineral Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 5,23 %. Ketiga mineral tersebut merupakan *Montmorilonite* yang dapat mengakibatkan nilai *swelling* tinggi pada tanah ekspansif. Mineral CaO mengalami peningkatan sebesar 44,24 %.

Reaksi antara mineral *Montmorilonite* (SiO<sub>2</sub>), mineral karbit (CaC<sub>2</sub>), dan air(H<sub>2</sub>O) akan bereaksi sebagai berikut:



Dari reaksi diatas dapat diketahui bahwa ketika kolom karbit (CaC<sub>2</sub>) bertemu dengan mineral lempung (SiO<sub>2</sub>) dan air maka akan menghasilkan mineral CaO yang berfungsi mengikat antara kation pada mineral karbit dan anion pada mineral tanah ekspansif menjadi terikat kuat, terpisahnya ion Si, dan reaksi tersebut menghasilkan panas.

### KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini antara lain:

1. Penambahan kolom karbit mampu mereduksi nilai *swelling* tanah ekspansif sebesar 2,81 % pada area terjauh dari pengaliran (area 4) dan 2,49 % pada area terdekat dari pengaliran (area 1) dalam pengamatan selama 20 hari.
2. Nilai kuat tekan bebas setelah penambahan kolom karbit mengalami peningkatan sebesar 33,07 % pada area 4 (area terjauh dari pengaliran) dan 19,93 % pada area 1 (area terdekat dari pengaliran).
3. Nilai konsistensi tanah melalui uji *Atterberg limit* mengalami reduksi nilai batas cair dan indeks plastisitas masing-masing sebesar 5,79 % dan 11,08 % namun mengalami peningkatan nilai batas plastis sebesar 5,29 %.
4. Nilai mineral *montmorilonite* tanah mengalami penurunan sebesar 37,6 % setelah penambahan kolom karbit. Nilai mineral karbit (CaO) mengalami peningkatan sebesar 44,24 %

### DAFTAR PUSTAKA

- Alhadrawi, R., 2016, Pengaruh Penambahan Limbah Karbit terhadap Nilai Parameter Kuat Geser Tanah Lempung Desa Lhok Kruet Kecamatan Sampoiniet Kabupaten Aceh Jaya, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Syiah Kuala.
- Budi, G., S., 2003, Penyebaran Kekuatan dari Kolom yang Terbuat Dari Limbah Karbit dan Kapur, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Kristen Petra.

Hardiyatmo, H., C., 2014, Permasalahan dan Penanganan Tanah Ekspansif, Yogyakarta: Gajah Mada University Press.

Jitno, H., 2001, Tanah Ekspansif : Masalah dan Solusinya, Bandung: Institut Teknologi Bandung.

Resmawan, A., 2008, Pengaruh Campuran Pasir dan Limbah Karbit terhadap Parameter Penurunan Tanah Lempung menggunakan Uji CBR dan Konsolidasi dengan Pemadatan Laboratorium, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Negeri Yogyakarta.

Sumiyanto, 2012, Efektifitas Injeksi Larutan Kapur untuk Menurunkan Plastisitas Tanah Lempung sebagai Upaya Mengatasi Kerusakan Jalan Raya, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Jendral Soedirman.

Yesika, F., 2016, Penambahan 2% PC dan Variasi Kadar Limbah Karbit pada Tanah Lempung terhadap Nilai Index Properties, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Sumatera Utara.