

# PENGARUH KOLOM GARAM TERHADAP TANAH EKSPANSIF DENGAN PENGALIRAN PUSAT

Naufal Hakim <sup>1)</sup>, Bambang Setiawan <sup>2)</sup>, Niken Silmi S <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: [nflorochi7@gmail.com](mailto:nflorochi7@gmail.com)

## Abstrak

Tanah ekspansif adalah salah satu tanah yang bermasalah karena tanah mengalami kembang susut sesuai dengan perubahan kadar air di dalamnya. Sifat tanah ekspansif yang kembang susut menyebabkan kerusakan struktur di atasnya. Permasalahan pada tanah ekspansif tersebut maka perlu dilakukan suatu metode perbaikan. Penelitian ini bertujuan untuk memperbaiki sifat tanah ekspansif dengan menggunakan garam sebagai bahan pengisi tanah. Parameter perbaikan yang ditinjau adalah nilai pengembangan, korelasi batas batas *Atterberg*, dan nilai kohesi tanah. Pengujian pengembangan dilaksanakan dengan tanah didalam drum dalam kondisi kering ditanami dengan garam dalam bentuk kolom, kemudian diberi pengaliran. Perubahan vertical tanah diukur setiap hari. Pengujian batas batas *Atterberg* dan pengujian kuat tekan bebas dilaksanakan setelah pengujian pengembangan selesai. Hasil penelitian adalah penambahan garam dapat mengurangi nilai pengembangan, menurunkan indeks plastisitas, dan meningkatkan nilai kohesi pada tanah ekspansif. Penambahan garam mereduksi nilai pengembangan tanah dengan rata-rata 10,76 %. Penambahan garam menurunkan nilai indeks plastisitas yang awalnya 71,76 % menjadi 61,63 %. Penambahan garam meningkatkan nilai kohesi tanah, dimana tanah tanpa garam memiliki nilai 3,47 kN/m<sup>2</sup> kemudian tanah dengan garam memiliki nilai 51,07 kN/m<sup>2</sup>.

**Kata kunci** : tanah ekspansif; pengembangan; batas *Atterberg*; kohesi

## Abstract

*Expansive soil is one of the troubled soil because the soil experienced a swell with the change of moisture content in it. The expansive soil characteristic of swell causing damage to the structure above it. The cause of problems of the expansive soil so then the expansive soil need to be repaired. This research goal is to repair the properties of expansive soils by using salt as a filler material. The observed parameters were the values of swelling potential, Atterberg limits correlation, and cohesion. The swelling test implementation is the expansive soil in drum in dry condition is planted with salt in form of column and then given water. The height changes of the expansive soil are measured everyday. Atterberg limits test and Unconfined Compression are held after the swelling test is finished. The result of the research was the addition of salt can reduce the swelling potential, decreases plasticity index, and increase the value of cohesion of the expansive soil. The addition of salt reduces swelling potential with average 10.76%. The addition of salt lower plasticity index value that originally 71.76% to 61.63%. Addition of salts increase the value soil cohesion, where the land without salt has a value of 3.47 kN/m<sup>2</sup> then the soil with salt has 51.07 kN/m<sup>2</sup>.*

**Keyword** : *expansive soil; swelling; Atterberg limits; cohesion*

## PENDAHULUAN

Tanah atau lahan selalu dimanfaatkan untuk memenuhi berbagai kebutuhan manusia, khususnya dalam Teknik Sipil. Tanah dalam teknik sipil digunakan sebagai tempat berdirinya suatu bangunan, menjadi alas bagi jalan raya yang selalu digunakan untuk berkendara, serta menjadi bahan penyusun dari bangunan itu sendiri. Tanah menjadi faktor penting yang menentukan suatu konstruksi sipil bisa bertahan serta berdiri tegak. Tanah Ekspansif adalah tanah yang mengalami kembang susut sesuai dengan kadar air yang diserapnya. Sifat kembang susut tersebut bisa merusak struktur konstruksi di atasnya. Penelitian ini dilaksanakan sebagai salah satu pembelajaran untuk bisa mengatasi dan mengurangi dampak dari Tanah Ekspansif yang bersifat merusak. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh kolom garam untuk memperbaiki sifat tanah ekspansif. Parameter perbaikan yang ditinjau difokuskan pada bagaimana kolom garam bisa mengurangi pengembangan (*swelling*) pada tanah ekspansif.

## TINJAUAN PUSTAKA

Lempung ekspansif merupakan jenis tanah berbutir halus yang terbentuk dari mineral ekspansif. Kandungan mineral ekspansif mengakibatkan lempung ini memiliki potensi kembang susut tinggi apabila terjadi perubahan kadar air.

Sifat kembang susut bisa menimbulkan kerusakan pada bangunan. Beberapa jenis kerusakan yang dapat terjadi pada bangunan yang didirikan di atas tanah yang ekspansif di antaranya : lantai rumah bergelombang dan mengalami retak-retak, dinding tembok rumah pecah dan merekah lebar, jalan raya bergelombang dan diikuti oleh retak-retak, miringnya abutmen jembatan karena pergerakan tanah di belakangnya, Bella (2015).

Garam merupakan salah satu bahan kimiawi untuk stabilisasi tanah lempung, struktur garam (NaCl) meliputi *anion* ditengah dan *kation* menempati pada rongga *octahedral*. Larutan garam juga merupakan suatu *elektrolit* yang mempunyai gerakan *brown* dipermukaan yang lebih besar dari gerakan *brown* pada air murni sehingga bisa menurunkan air dan larutan, ini menambah gaya kohesi antar partikel sehingga ikatan antar partikel lebih rapat. Penambahan garam dapur pada tanah menunjukkan semakin besar prosentase garam pada tanah dapat memperbaiki sifat-sifat fisis dan sifat-sifat mekanis tanah lempung, Herman (2015).

Stabilisasi tanah merupakan perbaikan tanah yang memungkinkan tanah tersebut menjadi lebih baik. Salah satu metode perbaikan adalah dengan menambahkan bahan pencampuran kimiawi seperti garam. Pemilihan garam dapur (NaCl) dikarenakan larutan NaCl dapat menambah gaya kohesi antar partikel sehingga ikatan partikel menjadi lebih rapat. Penggunaan larutan NaCl juga mengurangi nilai indeks plastisitas pada tanah ekspansif, Endah (2017)

## DASAR TEORI

### Tanah Ekspansif

Tanah ekspansif adalah tanah yang memiliki kecenderungan mengalami proses pengembangan (*swelling*) bila kelebihan air dan akan mengalami penyusutan (*shrinkage*) bila kekurangan air. Mineral *montmorillonite* dalam tanah ekspansif yang membuat tanah tersebut berpotensi mengalami pengembangan. Kandungan mineral *montmorillonite* adalah  $Al_2O_3 \cdot 4SiO_2$ . Bagian tanah yang dipengaruhi kembang susut disebut zona aktif. Zona aktif adalah zona tanah di bagian atas yang dipengaruhi perubahan volume tanah akibat perubahan kadar air.

### Identifikasi Tanah Ekspansif

Metode yang dilaksanakan untuk mengidentifikasi tanah ekspansif adalah lewat uji batas konsistensi tanah dan pengujian kandungan mineral tanah ekspansif. Hardiyatmo (2014) menyatakan tanah yang mudah mengembang mengandung mineral montmorillonite tidak lebih dari 35 sampai 50 %.

### Pengujian *Atterberg limits*

Kadar air, dinyatakan dalam persen dimana terjadi transisi dari keadaan padat ke keadaan semi-padat didefinisikan sebagai batas susut (*shrinkage limit*). Kadar air di mana transisi dari keadaan semi-padat ke keadaan plastis terjadi dinamakan batas plastis (*plastic limit*) dan dari keadaan plastis ke keadaan cair dinamakan batas cair (*liquid limit*). Batas batas ini dikenal juga sebagai batas *Atterberg*.

### Stabilisasi Tanah Ekspansif dengan Garam

Penelitian tentang perbaikan tanah dengan bahan kimia telah banyak dilakukan seperti menggunakan *fly ash*, semen, kapur, dll. Penelitian menggunakan bahan kimia yang lebih terjangkau diperlukan contohnya adalah garam. Garam merupakan zat yang dihasilkan dari reaksi netralisasi berupa reaksi antara senyawa yang bersifat asam dan basa. Larutan garam juga merupakan suatu larutan elektrolit yang bisa menurunkan kadar air dan larutan, hal ini menambah gaya kohesi antar partikel tanah sehingga ikatan antar partikel lebih rapat. Pemilihan bahan garam juga dikarenakan larutan garam bisa menyebar pada area yang lebih luas dikarenakan garam tidak mengalami reaksi hidrasi seperti semen. Reaksi kimia garam terhadap air dan tanah ditampilkan dalam persamaan kimia berikut,



Penelitian perbaikan tanah ekspansif menggunakan garam sudah banyak dilakukan, terutama garam yang dibuat menjadi larutan. Penelitian kali ini akan menggunakan metode yang berbeda yaitu dengan memadatkan material garam menjadi kolom kemudian dimasukkan ke dalam tanah uji yang kemudian dialiri air secara periodik.

### Pengujian *Unconfined Compression Test*

Tegangan aksial yang diterapkan di atas benda uji berangsur-angsur ditambah sampai benda uji mengalami keruntuhan. Persamaan pada saat keruntuhan benda uji ditampilkan dalam persamaan 1 berikut,

$$\sigma_1 = \sigma_3 + \Delta \sigma_f = \Delta \sigma_f = q_u \quad (1)$$

Nilai  $q_u$  adalah kuat tekan bebas (kN/m<sup>2</sup>). Nilai  $\Delta \sigma_f$  secara teoritis pada lempung jenuh seharusnya sama seperti yang diperoleh dari pengujian *triaxial unconsolidated-undrained* dengan benda uji yang sama. Perhitungan yang akan dipakai dalam pembahasan uji kuat tekan bebas ditampilkan pada persamaan 2 berikut,

$$s_u = c_u = \left( \frac{q_u}{2} \right) \quad (2)$$

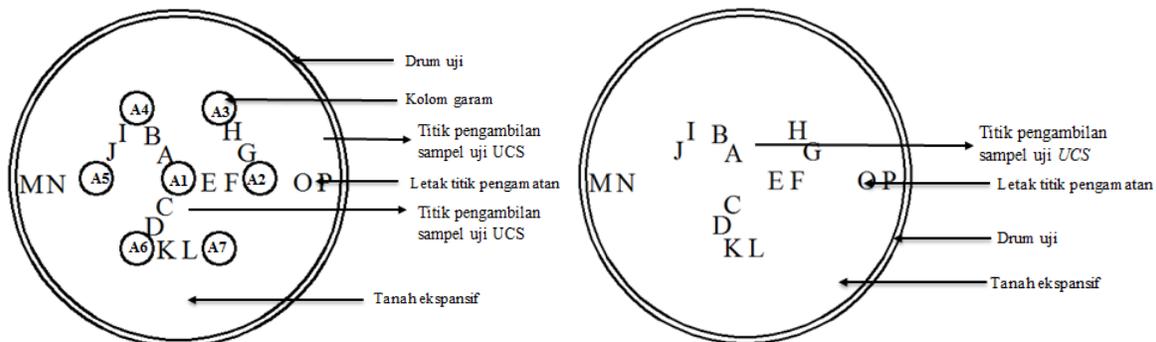
dengan :

$s_u/c_u$  : Kuat geser undrained / kohesi undrained (kN/m<sup>2</sup>)

$q_u$  : Kuat tekan bebas (kN/m<sup>2</sup>)

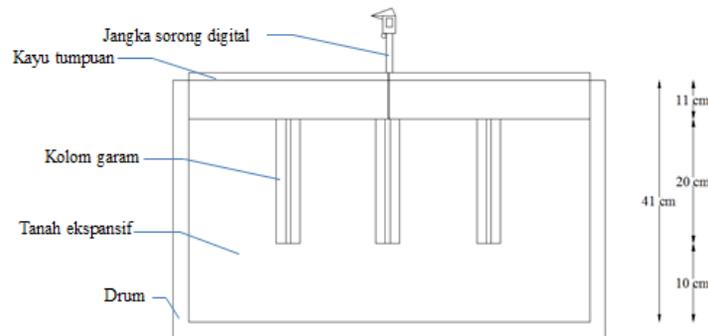
### METODE PENELITIAN

Lokasi pengambilan tanah ekspansif (*expansive soil*) adalah area proyek jalan tol Solo-Kertosono, Desa Jenggrik, Kecamatan Kedunggalar, Ngawi, Jawa Timur. Penelitian yang pertama dilakukan adalah uji pendahuluan meliputi uji *Grain size analysis*, *Atterberg limit*, *Specific gravity*, dan uji kandungan material. Pengujian utama penelitian ini adalah uji pengembangan, uji *Atterberg limits* pasca uji pengembangan, pengujian kuat tekan bebas, dan uji kandungan mineral. Pengujian utama menggunakan drum sebagai wadah tanah ekspansif kemudian kemudian diberi kassa besi berdiameter ( $\phi$ ) = 5 cm untuk instalasi kolom garam. Proses instalasi kolom garam dilakukan pada jarak antar kolom ( $L$ ) =  $2,75 \times$  diameter ( $\phi$ ) dari kolom pusat, dan kedalaman ( $\phi_i$ ) =  $4 \times$  diameter ( $\phi$ ), kemudian menentukan letak titik pengamatan. Letak titik pengamatan dapat dilihat pada Gambar 1 berikut,



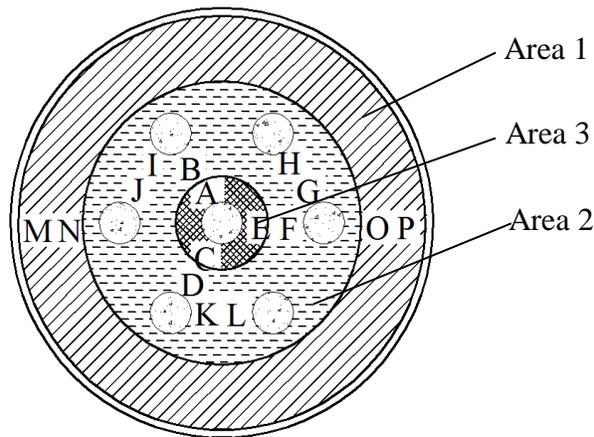
**Gambar 1** Titik pengamatan drum uji dengan kolom garam (kiri) dan drum uji tanpa kolom (kanan)

Pengukuran uji pengembangan dilaksanakan pada 16 titik selama 20 hari dengan menggunakan kayu sebagai alas pengukuran dengan alat jangka sorong digital yang diletakkan pada permukaan mulut drum uji. Sketsa pengukuran ditampilkan pada Gambar 2 berikut,



**Gambar 2** Sketsa pengukuran uji pengembangan

Pengujian *Atterberg limits*, pengujian uji kuat tekan bebas dan pengujian kandungan mineral dilaksanakan setelah pengujian pengembangan selesai. Pembahasan pengujian *swelling* dibedakan menjadi dua area yaitu area dalam dan area luar seperti ditampilkan pada Gambar 3 berikut,



**Gambar 3** Pembagian area pembahasan

## ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN

Hasil pengujian identifikasi tanah ekspansif ditampilkan pada tabel 1 berikut,

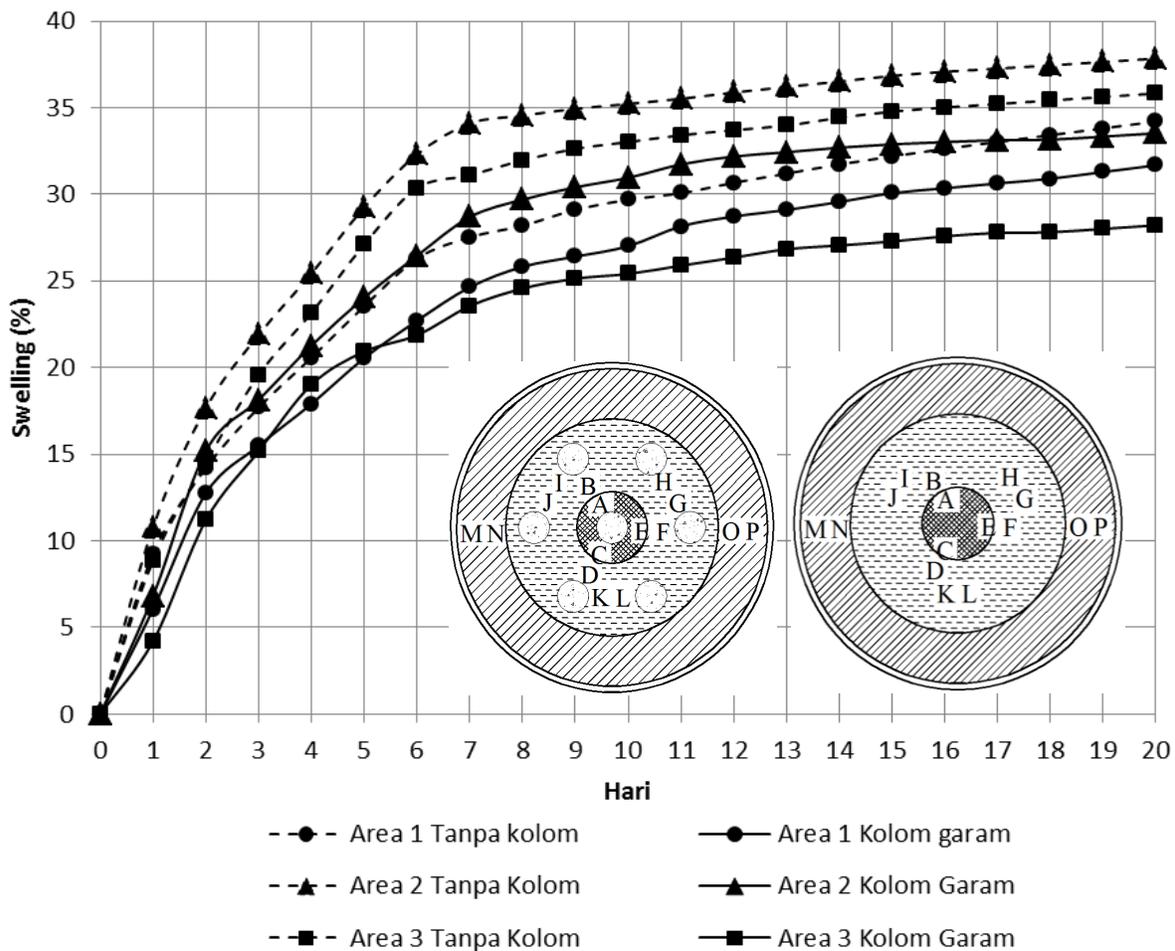
**Tabel 1** Hasil identifikasi tanah ekspansif

No	Jenis Pengujian	Satuan	Hasil
1.	Uji gradasi tanah		
	• Kerikil	%	0
	• Pasir	%	8,87
	• Lanau dan lempung	%	90,38
2.	Uji batas konsistensi tanah		
	• Batas cair, LL	%	114,05
	• Batas plastis, PL	%	42,23
	• Indeks plastis, PI	%	71,82
4.	Berat spesifik, G <sub>s</sub>		2,63
5.	Persentase mengembang	%	14,478
6.	<i>Shrinkage Index</i>	%	95,75

Berdasarkan hasil pengujian identifikasi tanah yang telah ditampilkan pada Tabel 1, maka tanah uji bisa disimpulkan merupakan tanah ekspansif dengan spesifikasi sebagai berikut,

1. Indeks Plastisitas : 71,82 % (sesuai, karena >35%)
2. Nilai *Shrinkage Index* : 95,75 % (sesuai, karena >60%)
3. Persentase lolos saringan no.200 : 90,38 % (sesuai, karena >90%)
4. Kandungan *Montmorillonite* : 43,59 % (sesuai, karena diantara 35-50%)

Hasil pengujian *swelling* ditampilkan pada Gambar 4 berikut,



**Gambar 4** Hasil perbandingan pengujian pengembangan

**Gambar 5** menjelaskan perbandingan hasil pengujian pengembangan selama 20 titik pada ketiga area. Area 1 memiliki selisih pengembangan yang kecil dengan rata-rata reduksi 3,37 %. Nilai reduksi yang kecil pada area 1 diduga dikarenakan garam yang larut dalam air menyebar ke area lain sehingga reduksi area 1 menjadi lebih kecil. Area 2 memiliki selisih pengembangan yang lebih tinggi dari area 1 dengan rata-rata reduksi 5,08 %. Nilai reduksi

pada area 2 yang lebih besar dari area 1 diduga dikarenakan penyebaran larutan garam pada area 2 lebih banyak dari area 1. Area 3 adalah area dengan reduksi paling tinggi dengan nilai rata-rata yaitu 7,61 %.

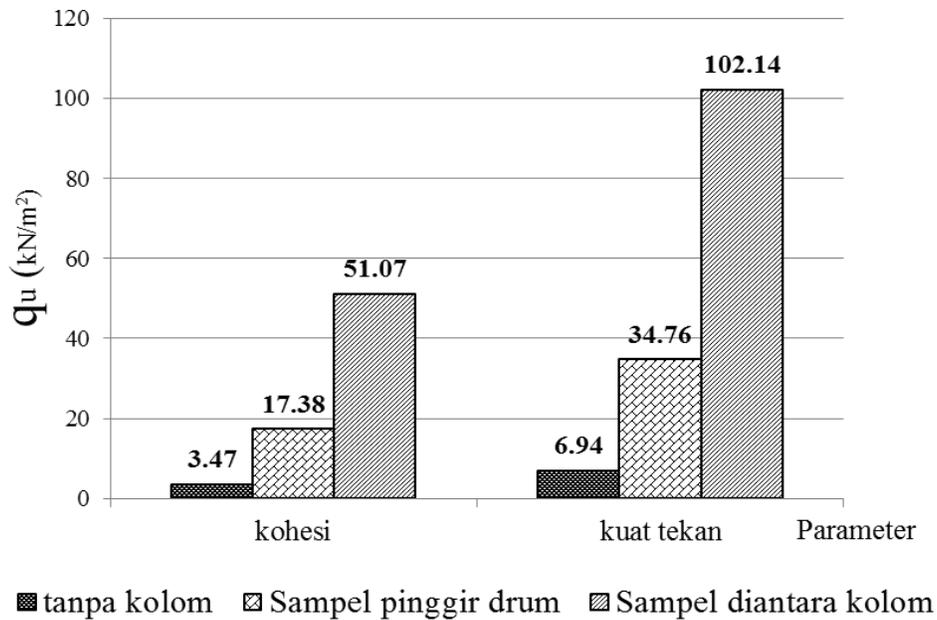
Titik M adalah titik dengan nilai reduksi paling besar dari 16 titik dengan nilai 10,78 % sementara titik P adalah titik dengan nilai reduksi terkecil yaitu 2,82 %. Nilai reduksi yang besar pada titik M dan nilai reduksi yang kecil pada titik P diduga dikarenakan penyebaran garam yang tidak merata pada semua titik, dan diduga penyebaran garam paling besar terjadi pada area titik M sementara penyebaran garam paling sedikit terjadi di area titik P. Perbedaan nilai pengembangan antar area diduga karena persebaran kolom garam yang tidak merata pada semua titik dan hanya larut sebagian besar pada beberapa area tertentu. Penambahan kolom garam pada tanah ekspansif mereduksi nilai pengembangan tanah dengan nilai rata-rata 5,39 %.

Hasil pengujian *Atterberg limits* setelah 20 hari ditampilkan pada Tabel 2 berikut,

**Tabel 2** Perbandingan data *Atterberg limits* sebelum dan sesudah pengujian

No	Jenis Pengujian	Satuan	Tanpa kolom	Kolom garam
1.	Uji batas konsistensi tanah			
	• Batas cair, LL	%	114,05	108,38
	• Batas plastis, PL	%	42,29	46,75
	• Indeks plastis, PI	%	71,76	61,63
2.	<i>Shrinkage Index</i>	%	95,75	86,68

Nilai indeks plastisitas pada tanah uji lebih kecil dari pengujian awal. Penambahan garam diduga menurunkan nilai batas cair (LL) dan nilai indeks plastisitas (PI). Hasil tersebut sesuai dengan penelitian Sudjianto (2007), pemakaian bahan campuran garam (NaCl) sebagai bahan stabilisasi terhadap tanah lempung ekspansif mampu menurunkan besarnya nilai indeks plastisitas (PI). Nilai indeks plastisitas (PI) menurun seiring penambahan persentase garam di dalam tanah ekspansif, semakin besar persentase garam semakin rendah pula nilai indeks plastisitas (PI). Hasil pengujian kuat tekan bebas ditampilkan pada Gambar 5 berikut,



**Gambar 5** Hasil uji kuat tekan bebas

**Gambar 5** menunjukkan hasil pengujian uji kuat tak terkekang pada tiga sampel. Kondisi tanah saat pengambilan sampel sudah dianggap jenuh karena sudah menggenang, jadi kondisi kadar air dalam tanah di dekat kolom dan jauh dari kolom dianggap sama dan dapat dihiraukan. Nilai kuat tekan pada sampel dekat dengan kolom memiliki nilai sebesar 102,14 kN/m<sup>2</sup> dan kohesi bernilai 51,07 kN/m<sup>2</sup>. Nilai tersebut lebih besar dari nilai kuat tekan sampel jauh dari kolom yang memiliki nilai sebesar 34,76 kN/m<sup>2</sup> dan nilai kohesi sebesar 17,38 kN/m<sup>2</sup>. Nilai sampel dekat dengan kolom memiliki nilai lebih besar dikarenakan garam banyak menyebar pada daerah kolom garam. Nilai kuat tekan dan kohesi pada kedua tanah dengan kolom garam memiliki nilai yang lebih besar dari tanah tanpa kolom dengan kuat tekan sebesar 6,94 kN/m<sup>2</sup> dan kohesi sebesar 3,47 kN/m<sup>2</sup>, hal ini diduga adanya penambahan kolom garam dapat menambah nilai kohesi antar tanah.

Hasil pengujian kandungan mineral setelah uji pengembangan ditampilkan pada Tabel 3 berikut,

**Tabel 3** Pengujian kandungan mineral tanah uji tanpa kolom dan dengan kolom

No	Rumus Kimia	Tanpa Kolom (%)	Kolom Garam (%)
1	SiO <sub>2</sub>	33,83	38,49
2	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	9,66	11,98
3	Na <sub>2</sub> O	12,97	8,46
4	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	20,84	19,69
5	TiO <sub>2</sub>	1,75	1,76
6	MgO	3,41	3,06
7	CaO	10,57	7,76
8	Cl	0,86	3,64
9	dll.	6,11	5,16

**Tabel 3** menunjukkan hasil pengujian kandungan mineral pada tanah uji dengan kolom garam setelah 20 hari. Pengujian kandungan mineral tersebut menampilkan bahwa mineral *montmorillonite* yaitu  $\text{SiO}_2$  dan  $\text{Al}_2\text{O}_3$  mengalami kenaikan. Kenaikan tersebut diduga dikarenakan adanya proses pencampuran larutan garam di dalam tanah membuat secara pengujian kandungan mineral, kandungan *montmorillonite* bertambah. Kenaikan kandungan *montmorillonite* tersebut tidak berbanding lurus dengan sifat fisis tanah. Nilai persentase Cl meningkat dari nilai sebesar 0,86 % menjadi sebesar 3,64 %. Nilai Cl mewakili unsur mineral garam, sehingga kenaikan nilai Cl menjadi salah satu indikasi bahwa kolom garam dalam tanah uji ekspansif telah menyebar di dalam tanah.

## Kesimpulan

Kesimpulan yang diperoleh dari hasil penelitian dan analisis yang dilakukan diantaranya adalah sebagai berikut :

- a. Penambahan garam menurunkan nilai pengembangan tanah ekspansif dengan rata-rata reduksi nilai pengembangan sebesar 10,76 %.
- b. Penambahan garam menurunkan nilai *Atterberg limits* dari pengujian awal dengan nilai indeks plastisitas sebesar 71,82 % menjadi 61,63 %.
- c. Penambahan garam meningkatkan nilai kuat tekan tanah dari tanah tanpa garam sebesar 6,94 kN/m<sup>2</sup> menjadi 102,14 kN/m<sup>2</sup>.
- d. Penambahan garam meningkatkan nilai kohesi tanah dari tanah tanpa garam sebesar 3,47 kN/m<sup>2</sup> menjadi 51,07 kN/m<sup>2</sup>.
- e. Garam dapat menyebar dalam tanah ekspansif dengan peningkatan nilai Cl dari 0,86% menjadi 3,64 %.

## Daftar Pustaka

- Aschuri, I., 2000, Perbaikan Tanah Ekspansif (Expansive Soil) dengan Menggunakan Garam Anorganik (Studi Kasus : Tanah Cikampek), Bandung : Institut Teknologi Bandung.
- Arbianto, R., 2009, *Studi Korelasi Indeks Plastisitas dan Batas Susut terhadap Perilaku Mengembang Tanah*, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Sebelas Maret.
- Hardiyatmo, H., C., 2014, *Tanah Ekspansif : Permasalahan dan Penanganan*, Yogyakarta : UGM Press.
- Herman., 2015, Pengaruh Garam Dapur (NaCl) terhadap Kembang Susut Tanah Lempung, Padang : Institut Teknologi Padang.
- Pratama, N., I., 2016, *Penambahan Limbah Plastik pada Lempung Ekspansif ditinjau dari Potensi Mengembang, Tekanan Mengembang, dan Kuat Tekan Bebas*, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Sebelas Maret.
- Hery, 2016, Stabilisasi Tanah Lempung dengan Metode Kimiawi menggunakan Garam, Surakarta : Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Endah, 2017, Tinjauan Penurunan Konsolidasi Tanah Lempung Kecamatan Sukodono yang Distabilisasi dengan Garam Dapur, Surakarta : Universitas Muhammadiyah Surakarta.