

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

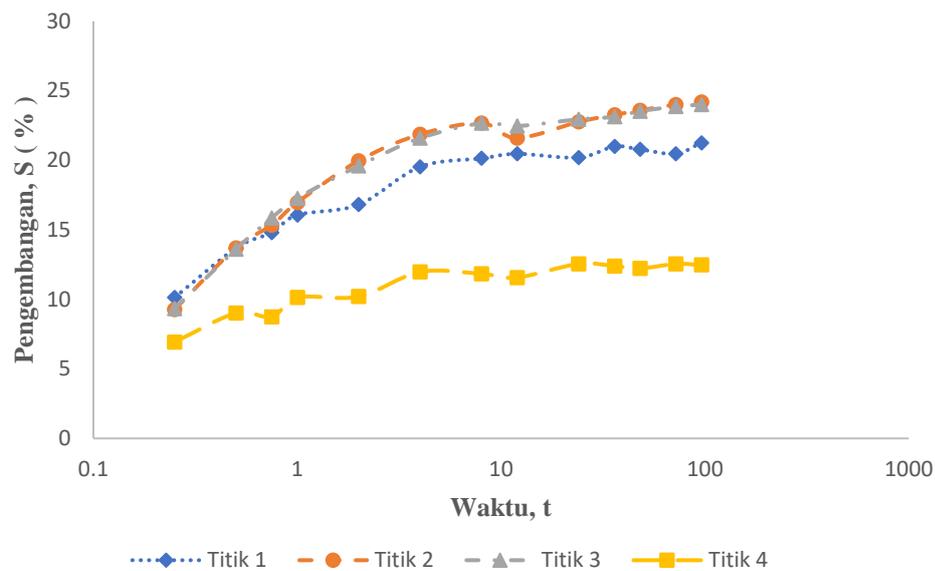
4.1. Hasil Penelitian

4.1.1. Pengembangan Tanah Lempung Ekspansif dengan Metode Elektrokinetik dan Kolom Kapur

Terdapat 3 variasi lama pemberian arus listrik dengan kondisi tanpa rendaman yaitu 1 hari (benda uji A), 2 hari (benda uji B), 3 hari (benda uji C). Besaran volatase yang dipakai 12 volt dengan kedalaman elektroda 10 cm dan jarak elektroda 20 cm. Kolom kapur dipasang pada keadaan tanpa rendaman dengan kedalaman 15 cm. setelah itu dilanjutkan dengan kondisi rendaman dan tetap dialiri arus selama 4 hari. Air yang diberikan pada kondisi rendaman 8000 ml. Pembacaan pengembangan didapat dari pembacaan *dial gauge* pada tiap titik dengan jarak 5 cm dari kiri dan kanan elektroda. Pengembangan bertambah seiring dengan waktu.

1. Pengembangan Tanah dengan 1 Hari Lama Pemberian Arus pada Kondisi tanpa Rendaman dan Kolom Kapur

Selama proses pemberian arus 1 hari dengan kondisi tanpa rendaman tanah tidak mengalami pengembangan dan penyusutan. Pengembangan mulai terjadi setelah tanah diberi air / kondisi rendaman. Pengembangan primer terjadi pada 8 jam pertama pemberian air yang diikuti dengan pengembangan sekunder setelahnya. Dikarenakan pada sebelumnya tanah bersifat kering sehingga pengembangan lebih cepat pada 8 jam pertama dan tanah mulai jenuh air setelahnya sehingga pengembangannya relatif konstan dapat lihat Gambar 4.1. Dari pengujian elektrokinetik dan penambahan kolom kapur pada benda uji A didapatkan pengembangan maksimal pada titik 2 sebesar 24.2% dan pengembangan terendah pada titik 4 sebesar 12,5% dapat dilihat pada Tabel 4.1.



Gambar 4.1 Kurva waktu dan pengembangan 1 hari metode elektrokinetik dan kolom kapur.

Tabel 4.1 Hasil pengembangan metode elektrokinetik 1 hari dan kolom kapur

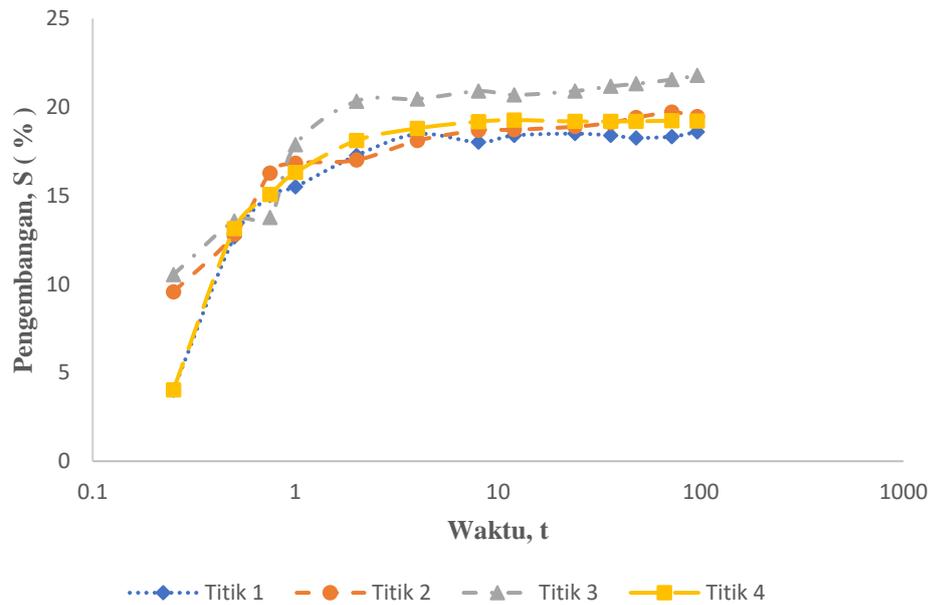
Keterangan	Jarak ke Katoda (cm)			
	-5 (Titik 1)	5 (Titik 2)	15 (Titik 3)	25 (Titik 4)
Pengembangan, S (%)	21,3	24,2	24	12,5

Keterangan : Hasil Pengujian secara lengkap dapat dilihat pada Lampiran B

2. Pengembangan Tanah dengan 2 Hari Lama Pemberian Arus pada Kondisi tanpa Rendaman dan Kolom Kapur

Selama proses pemberian arus 2 hari dengan kondisi tanpa rendaman tanah tidak mengalami pengembangan dan penyusutan. Pengembangan terjadi setelah tanah diberi air (kondisi rendaman) dan arus listrik selama 4 hari. Pengembangan primer terjadi pada 2 jam pertama pemberian air yang diikuti dengan pengembangan sekunder setelahnya dapat dilihat pada Gambar 4.2.

Dari pengujian elektrokinetik dan penambahan kolom kapur pada benda uji B didapatkan pengembangan maksimal pada titik 3 sebesar 21,8% dan pengembangan minimum pada titik 1 sebesar 18,6% dapat dilihat pada Tabel 4.2.



Gambar 4.2 Kurva waktu dan pengembangan 2 hari metode elektrokinetik dan kolom kapur.

Tabel 4.2 Hasil pengembangan metode elektrokinetik 2 hari dan kolom kapur

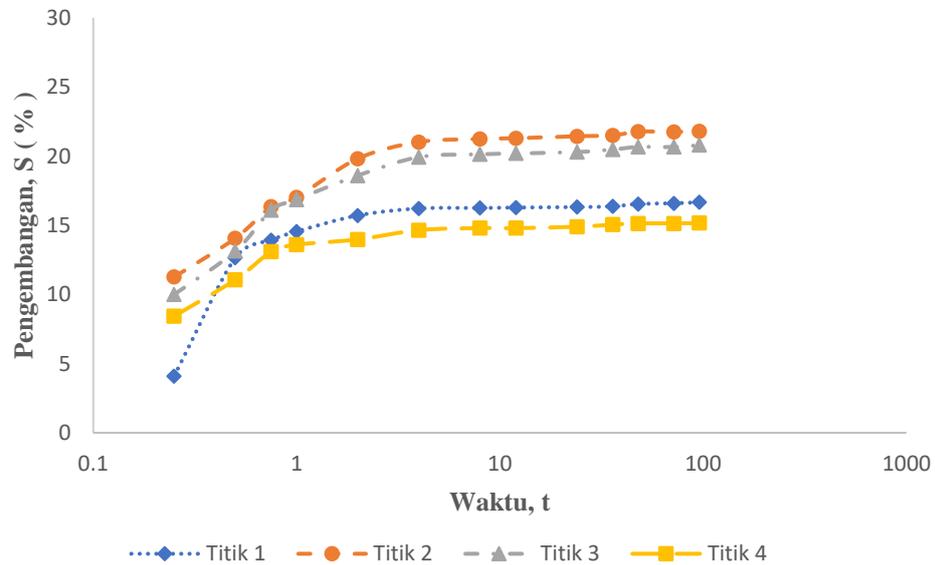
Keterangan	Jarak ke Katoda (cm)			
	-5 (Titik 1)	5 (Titik 2)	15 (Titik 3)	25 (Titik 4)
Pengembangan, S (%)	18,6	19,7	21,8	19,3

Keterangan : Hasil Pengujian secara lengkap dapat dilihat pada Lampiran B

3. Pengembangan Tanah dengan 3 Hari Lama Pemberian Arus pada Kondisi tanpa Rendaman dan Kolom Kapur

Selama proses pemberian arus 3 hari dengan kondisi tanpa rendaman tanah tidak mengalami pengembangan dan penyusutan. Pengembangan terjadi setelah tanah diberi air / kondisi terendam dan arus listrik selama 4 hari. Pengembangan primer terjadi pada 2 jam pertama pemberian air yang diikuti dengan pengembangan sekunder setelahnya dapat dilihat pada Gambar 4.3. Dari pengujian elektrokinetik dan penambahan kolom kapur pada benda uji C didapatkan

pengembangan maksimal pada titik 2 sebesar 21,8% dan pengembangan minimum pada titik 4 sebesar 15,2% dapat dilihat pada Tabel 4.3.



Gambar 4.3 Kurva waktu dan pengembangan 3 hari metode elektrokinetik dan kolom kapur.

Tabel 4.3 Hasil pengembangan metode elektrokinetik 2 hari dan kolom kapur

Keterangan	Jarak ke Katoda (cm)			
	-5 (Titik 1)	5 (Titik 2)	15 (Titik 3)	25 (Titik 4)
Pengembangan, S (%)	16,7	21,8	20,8	15,2

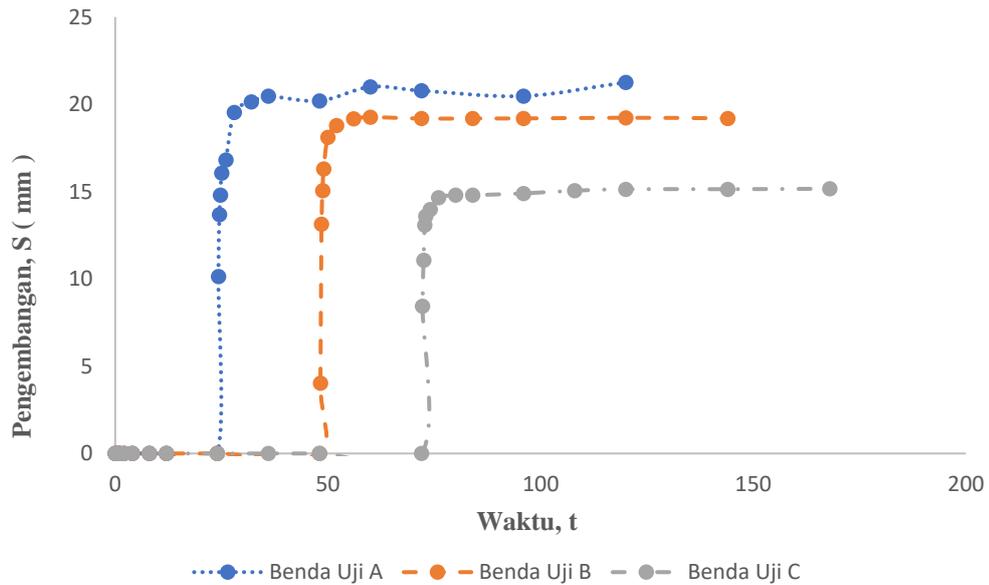
Keterangan : Hasil Pengujian secara lengkap dapat dilihat pada Lampiran B

4.1.2. Beda Lama Pemberian Arus pada Kondisi Tanpa Rendaman terhadap Pengembangan

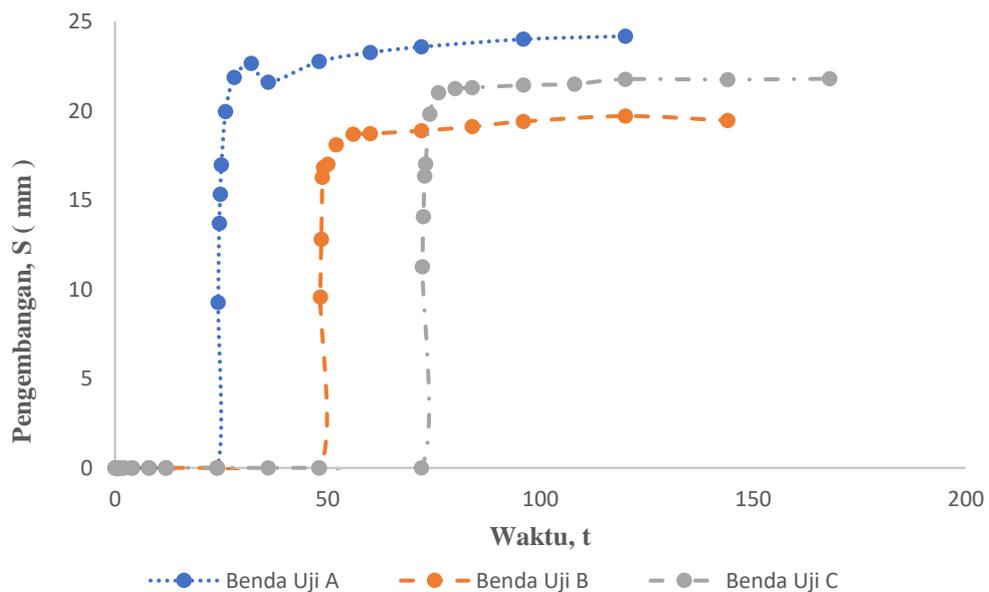
Pengujian elektrokinetik ini dibagi dalam dua kondisi, pertama kondisi tanpa rendaman dimana tanah diberi arus sebesar 12 volt dengan variasi 1 hari (benda uji A), 2 hari (benda uji B), 3 hari (benda uji C) kemudian dilanjutkan kondisi kedua dengan rendaman dimana tanah diberi arus selama 4 hari.

Hasil pengembangan pada setiap titik dengan beda lama pemberian arus ditunjukkan pada Gambar 4.4, Gambar 4.5, Gambar 4.6, Gambar 4.7. Hasil pada

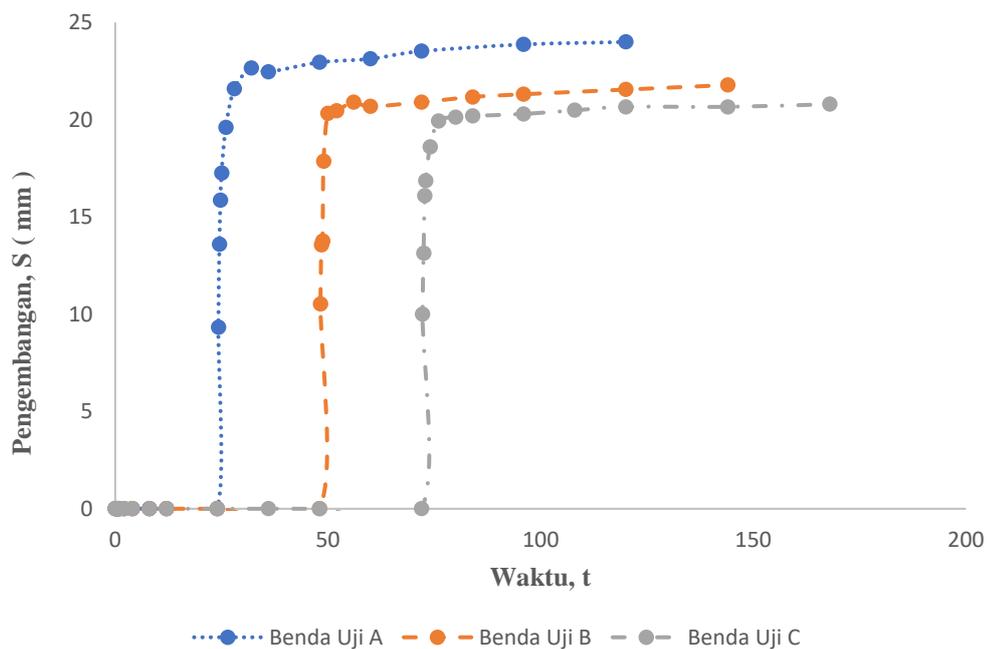
grafik menunjukkan tidak terjadi pengembangan pada kondisi tanpa rendaman dengan variasi 1 hari, 2 hari, 3 hari pemberian arus. Pengembangan mulai terjadi pada saat memasuki kondisi rendaman dan diberi arus selama 4 hari. Pengembangan terkecil pada semua benda uji diperoleh pada jarak 25 cm dari katoda untuk benda uji A sebesar 12,5% dan pengembangan terbesar diperoleh pada jarak 15 cm dari katoda untuk benda uji A sebesar 24,2%.



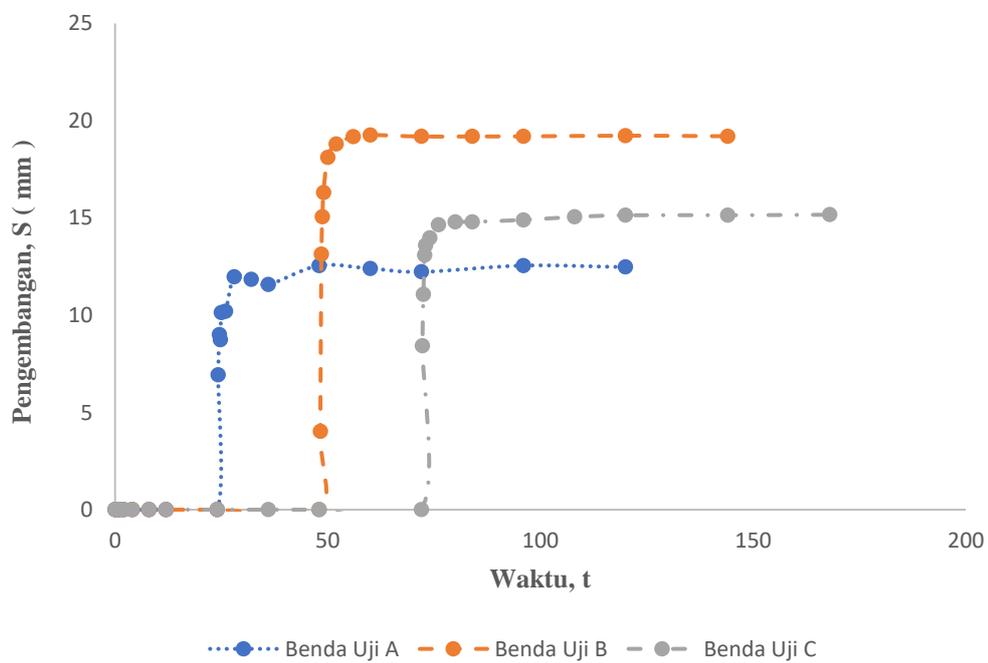
Gambar 4.4 Grafik pengembangan pada jarak -5 cm dari anoda.



Gambar 4.5 Grafik pengembangan pada jarak 5 cm dari anoda.



Gambar 4.6 Grafik pengembangan pada jarak 15 cm dari anoda.



Gambar 4.7 Grafik pengembangan pada jarak 25 cm dari.

4.1.3. Kadar Air Pasca Pemberian Elektrokinetik dan Kolom Kapur

Setiap benda uji yang sudah dilakukan pengujian elektrokinetik di ambil sampel pada titik 1, titik 2, titik 3, titik 4 disetiap benda uji. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui kadar air pasca pemberian elektrokinetik dan kolom kapur. Benda uji A pemberian arus listrik dengan kondisi tanpa rendaman selama 1 hari , benda uji B (2 hari) , beda uji C (3 hari). Kadar air awal tanah pada setiap benda uji 14%. Jumlah air yang diberikan selama proses elektrokinetik kondisi rendaman sebanyak 8000 ml. Pengujian kadar air mengambil sampel pada kedalaman 0 cm , 7,5 cm , 15 cm kedalaman pada titik 1, titik 2, titik 3 dan titik 4 pada setiap benda uji. Pada benda uji A kadar air tertinggi terdapat pada titik 3 untuk kedalaman (0 cm) sebesar 59,1%, titik 3 untuk kedalaman (7,5 cm) sebesar 56,5%, titik 4 untuk kedalaman (15 cm) sebesar 54,4 % (lihat Tabel 4.4). Pada benda uji B kadar air tertinggi terdapat pada titik 2 untuk kedalaman (0 cm) sebesar 64%, titik 3 untuk kedalaman (7,5 cm) sebesar 55,9%, titik 3 untuk kedalaman (15 cm) sebesar 60,6% (lihat Tabel 4.5). Pada benda uji C kadar air tertinggi terdapat pada titik 3 untuk kedalaman (0 cm) sebesar 59,1%, titik 3 untuk kedalaman (7,5 cm) sebesar 56,5%, titik 4 untuk kedalaman (15 cm) sebesar 54,4% (lihat Tabel 4.6).

Tabel 4.4 Hasil pengujian kadar air pemberian arus 1 hari

Pengujian Kadar Air					
Kedalaman	Kadar air	Sekitar	Sekitar	Sekitar	Sekitar
(cm)	awal , %	anoda	anoda	katoda	katoda
		(Titik 1)	(Titik 2)	(Titik 3)	(Titik 4)
0	14	51,6	45,1	59,1	51
7,5	14	40,3	53,1	56,5	44,6
15	14	49,4	47,8	46,1	54

Keterangan : Hasil pengujian secara lengkap dapat dilihat pada lampiran C

Tabel 4.5 Hasil pengujian kadar air pemberian arus 2 hari

Pengujian Kadar Air					
Kedalaman	Kadar air	Sekitar	Sekitar	Sekitar	Sekitar
(cm)	awal , %	anoda	anoda	katoda	katoda
		(Titik 1)	(Titik 2)	(Titik 3)	(Titik 4)
0	14	68,1	55,4	56,6	54
7,5	14	59,9	51,3	48,8	43
15	14	44,5	44,2	45	41

Keterangan : Hasil pengujian secara lengkap dapat dilihat pada lampiran C

Tabel 4.6 Hasil pengujian kadar air pemberian arus 3 hari

Pengujian Kadar Air					
Kedalaman	Kadar air	Sekitar	Sekitar	Sekitar	Sekitar
(cm)	awal , %	anoda	anoda	katoda	katoda
		(Titik 1)	(Titik 2)	(Titik 3)	(Titik 4)
0	14	59,8	64	61,4	60
7,5	14	51,1	54,7	55,9	54
15	14	48,8	48,3	51,6	46,8

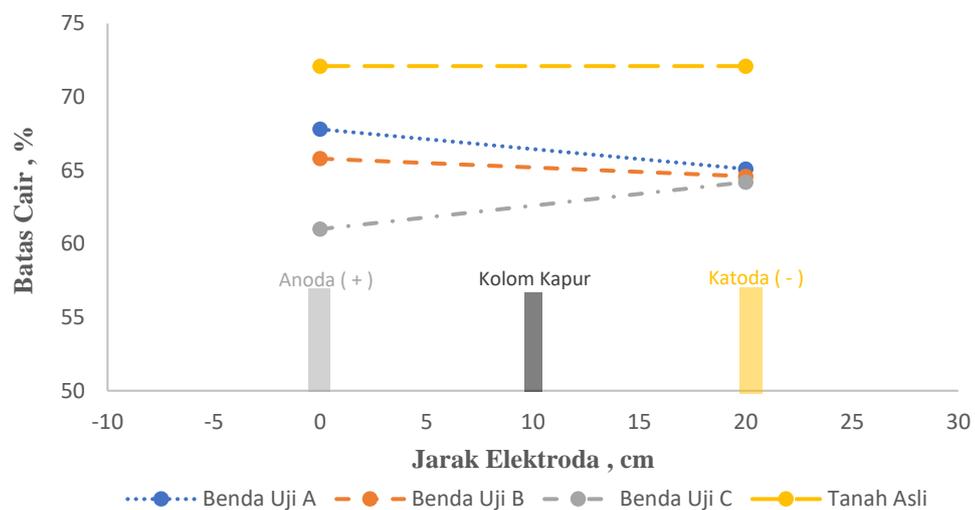
Keterangan : Hasil pengujian secara lengkap dapat dilihat pada lampiran C

4.1.4. Batas Batas Konsistensi Pasca Pemberian Elektrokinetik dan Kolom Kapur

Setelah pemberian arus dengan kondisi tanpa rendaman yaitu 1 hari (benda uji A), 2 hari (benda uji B), 3 hari (benda uji C) yang dilanjutkan dengan kondisi rendaman dan tetap dialiri arus selama 4 hari. Kemudian, diambil sampel tanah pada sekitar anoda dan katoda untuk diuji batas batas konsistensi pada setiap benda uji yang hasilnya akan dibandingkan dengan batas batas konsistensi tanah tanpa pemberian elektrokinetik dan kolom kapur dimana nilai batas cair sebesar 72,5%; batas plastis sebesar 31,9%; indeks plastisitas sebesar 40,6% dan batas susut sebesar 15,3%.

a. Batas Cair Pasca Elektrokinetik dan Kolom Kapur

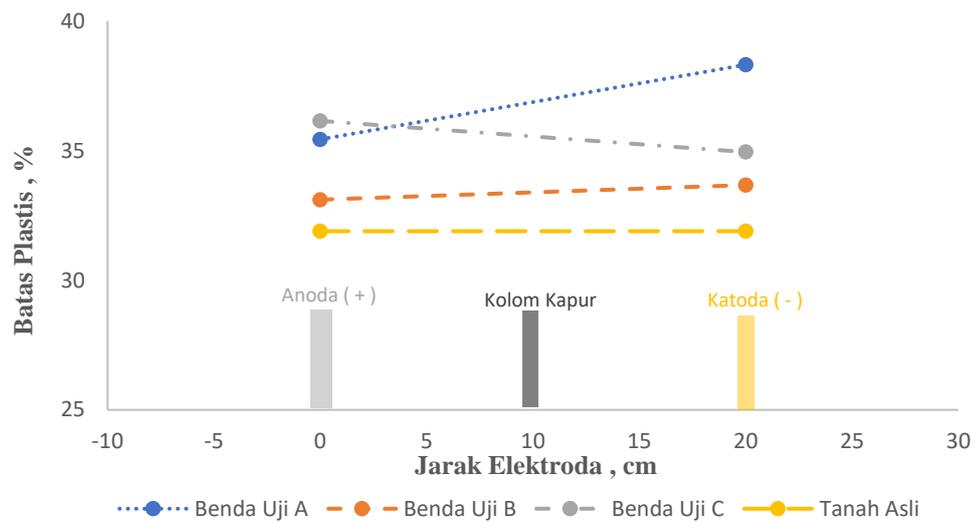
Setiap benda uji tanah diuji batas cairnya dengan mengambil sampel disekitar anoda dan katoda untuk setiap benda uji. Batas cair pada semua benda uji yang di ambil sampel tanahnya pada anoda dan katoda mengalami penurunan nilai batas cair pasca pengujian elektrokinetik dari batas cair tanah asli dengan nilai batas cair tanah asli sebesar 72,5%. Benda uji C pada bagian anoda mengalami penurunan batas cair tertinggi menjadi 61% dan Benda uji A pada bagian anoda mengalami penurunan batas cair terendah menjadi 67,8% dapat dilihat pada Gambar 4.8.



Gambar 4.8 Kurva batas cair pasca pemberian elektrokinetik dan kolom kapur.

b. Batas Plastis Pasca Elektrokinetik dan Kolom Kapur

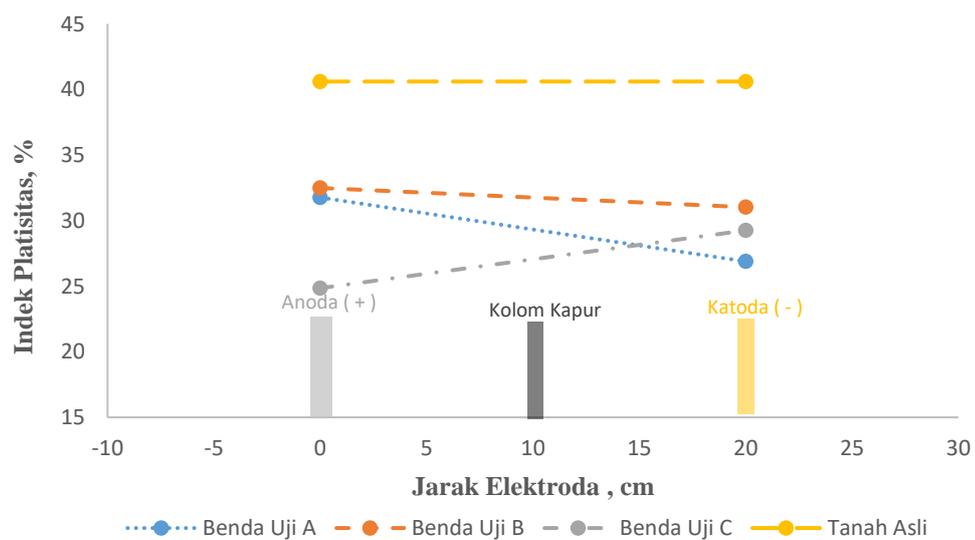
Setelah pengujian setiap benda uji diambil sampel tanah pada sekitar katoda dan anoda untuk diuji batas plastisnya. Untuk nilai batas plastis mengalami kenaikan dan penurunan pada sekitar anoda dan katoda pasca pengujian elektrokinetik dari batas plastis tanah asli dengan nilai batas plastis tanah asli sebesar 31,9%. Benda uji A pada bagian sekitar katoda mengalami kenaikan tertinggi batas plastis menjadi 38,3% dan benda uji C pada bagian katoda mengalami penurunan tertinggi menjadi 31,3% dapat dilihat pada Gambar 4.9.



Gambar 4.9 Kurva batas plastis pasca pemberian elektrokinetik dan kolom kapur.

c. Indek Plastisitas Pasca Elektrokinetik dan Kolom Kapur

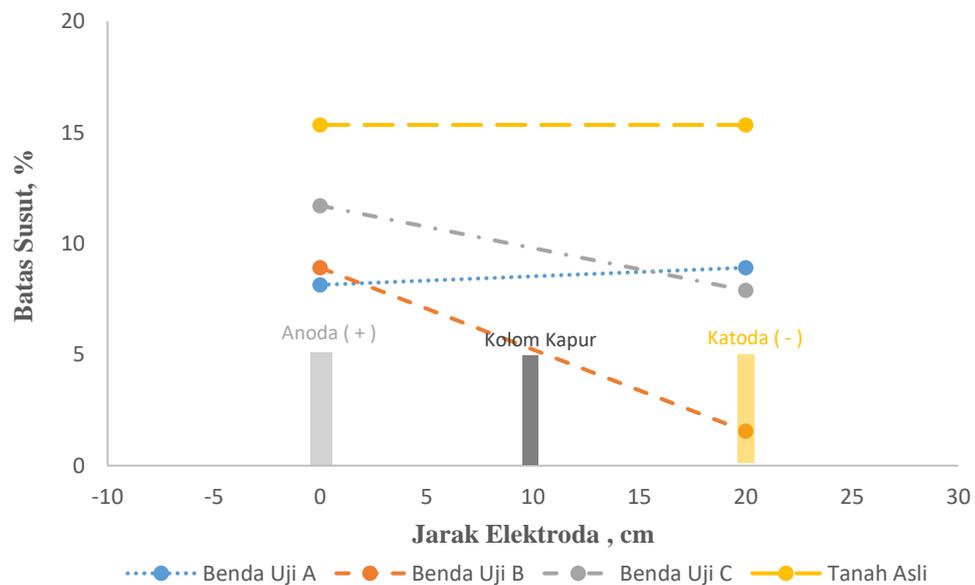
Nilai indek plastisitas mengalami penurunan pasca pengujian elektrokinetik dari nilai indek plastisitas tanah asli dengan nilai indek plastisitas tanah asli sebesar 40,6%. Benda uji C pada bagian anoda mengalami penurunan indek plastisitas tertinggi menjadi 24,8% dan benda uji C pada bagian katoda mengalami penurunan indek plastisitas terendah menjadi 32,8% dapat dilihat pada Gambar 4.10.



Gambar 4.10 Kurva indek plastisitas pasca pemberian elektrokinetik dan kolom kapur.

d. Batas Susut Pasca Elektrokinetik dan Kolom Kapur

Nilai batas susut mengalami kenaikan setelah pengujian elektrokinetik dari nilai batas susut tanah asli dengan nilai batas susut tanah asli sebesar 15,3%. Benda uji C pada bagian anoda mengalami penurunan tertinggi menjadi 1,6% dan benda uji B pada bagian katoda mengalami penurunan terendah menjadi 11,7% dapat dilihat pada Gambar 4.11.



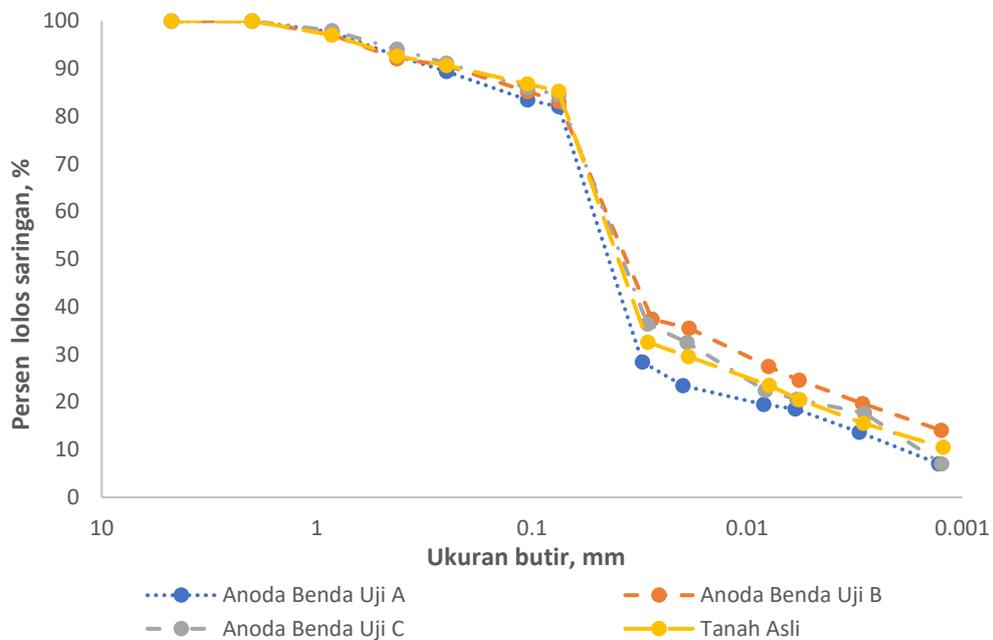
Gambar 4.11 Kurva batas susut pasca pemberian elektrokinetik dan kolom kapur.

4.1.5. Ukuran Distribusi Tanah Pasca Pemberian Elektrokinetik dan Kolom Kapur

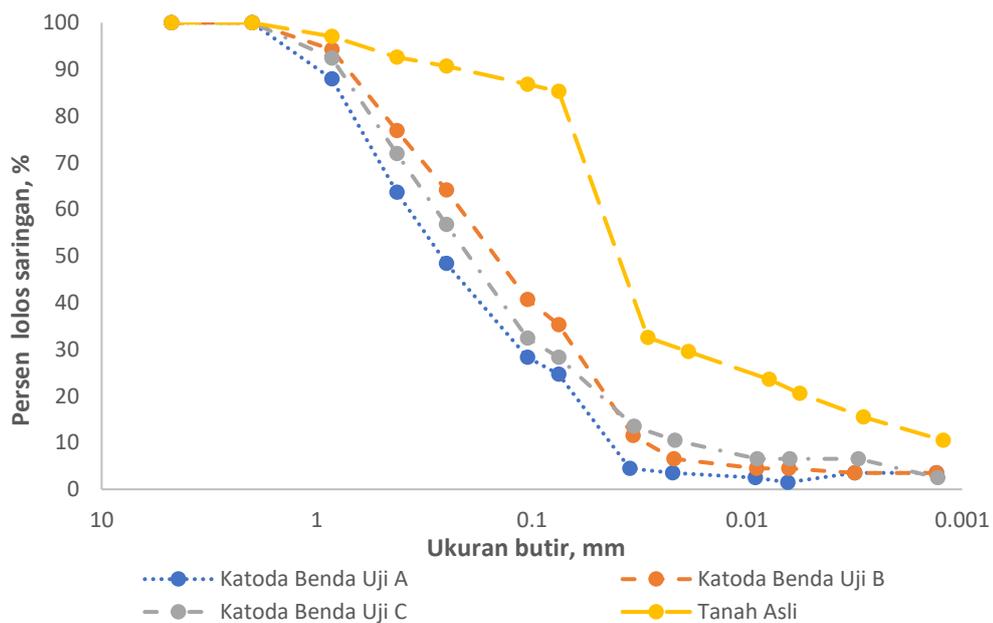
Setelah pemberian elektrokinetik dan kolom kapur. Sampel pengujian gradasi ukuran distribus tanah di ambil pada sekitar anoda dan katoda .Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui seberapa besar perubahan ukuran distribusi tanah ada sekitar anoda dan katoda yang ada setelah proses elektrokinetik 1 hari (benda uji A), 2 hari (benda uji B), 3 hari (benda uji C) pemberian arus dengan kondisi tanpa rendaman kemudian proses elektrokinetik 4 hari kondisi dengan rendaman.

Hasil pengujian menunjukkan perubahan ukuran butiran yang signifikan terjadi pada sekitar katoda pada semua benda uji. Perubahan ukuran butir terbesar

terjadi pada sekitar katoda pada benda uji A terhadap ukuran butir tanah asli dari fraksi halus 85,3% dan fraksi kasar 14,7% menjadi fraksi halus 24,7% dan fraksi kasar 75,3%. Pada sekitar anoda tidak terjadi perubahan yang signifikan pada ukuran butir untuk semua benda uji. Hasil pengujian gradasi ukuran butir dapat dilihat pada Gambar 4.12, Gambar 4.13 dan Tabel 4.7.



Gambar 4.12 Grafik distribusi ukuran butir tanah pada sekitar anoda.



Gambar 4.13 Grafik distribusi ukuran butir tanah pada sekitar katoda.

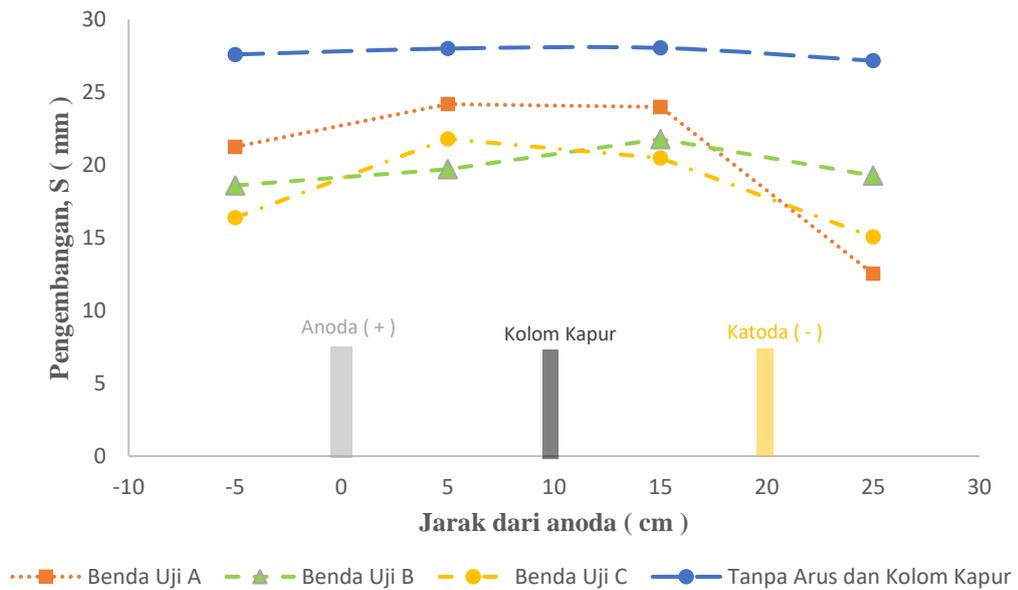
Tabel 4.7 Hasil pengujian distribusi ukuran butir

	Fraksi Halus, %	Fraksi Kasar, %
Tanah Asli	85,3	14,7
Sekitar Katoda		
Benda uji A	24,7	75,3
Benda uji B	35,3	64,7
Benda uji C	28,3	71,7
Sekitar Anoda		
Benda uji A	82,1	17,9
Benda uji B	83,1	16,9
Benda uji C	84,5	15,5

4.2. Pembahasan

4.2.1. Pengembangan Tanah Lempung Ekspansif dengan Pemberian Elektrokinetik dan Kolom Kapur

Setiap benda uji yang sudah dilakukan pengujian elektrokinetik mempunyai pengembangan maksimum di setiap titik dari setiap benda uji. Benda uji A pemberian arus listrik dengan kondisi tanpa rendaman selama 1 hari, benda uji B (2 hari), benda uji C (3 hari). Nilai pengembangan dari setiap titik didapat dari pembacaan *dial gauge* selama proses elektrokinetik. Selama pengujian pada kondisi tanpa rendaman tanah tidak mengalami pengembangan setelah masuk kondisi rendaman tanah mulai mengalami pengembangan. Data pengembangan tanpa elektrokinetik dan kolom kapur diambil dari penelitian sebelumnya, Kusuma (2017) dan Khatimah (2017). Pengembangan tanpa elektrokinetik dan kolom kapur mengalami pengembangan tertinggi sebesar 27,6% pada titik 1; 28% pada titik 2; 28,1% pada titik 3; 27,2% pada titik 4. Hasil penelitian menunjukkan hasil pengembangan maksimum yang terjadi pada pemberian elektrokinetik dan kolom kapur lebih kecil dibanding pengembangan maksimum tanpa pemberian elektrokinetik dan kolom kapur. Dapat dilihat pada Gambar 4.14 tanah tanpa pemberian elektrokinetik dan kolom kapur mengalami pengembangan maksimum sebesar 28% pada titik 2 dan 3, benda uji A sebesar 24,2% pada titik 2, benda uji B sebesar 21,8% pada titik 3, benda uji C sebesar 21,8% pada titik 2.



Gambar 4.14 Kurva pengembangan maksimum tiap titik.

Kusuma (2017) menguji elektrokinetik dengan variasi lama pemberian arus 1 hari (benda uji A), 2 hari (benda uji B), 3 hari (benda uji C) kondisi tanpa rendaman lalu dilanjutkan 4 hari kondisisi rendaman. Pengembangan maksimum dibandingkan dengan penelitian Kusuma (2017) dapat dilihat pada Tabel 4.8. Hasil pengembangan menunjukkan pengembangan maksimum dengan tambahan bahan aditif berupa kapur dalam stabilisasi elektrokinetik lebih efektif mengurangi pengembangan dibandingkan dengan hanya menggunakan elektrokinetik kemudian dengan pemberian arus yang lebih lama pengembangan lebih dapat dikurangi.

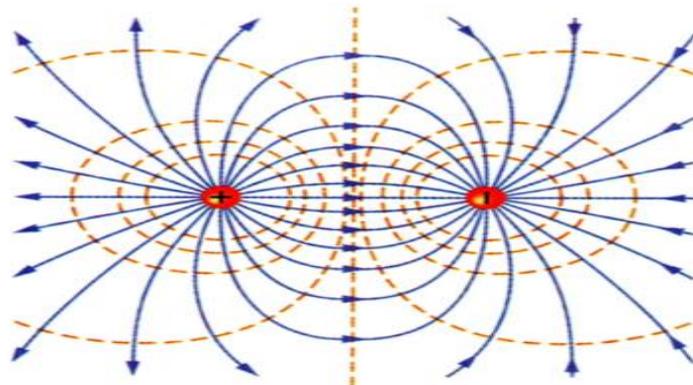
Tabel 4.8 Pengembangan maksimum tiap titik setiap benda uji

	Pengembangan Maksimum Metode Elektrokinetik, S (%) (Kusuma 2017)				Pengembangan Maksimum Metode Elektrokinetik dan Kolom Kapur, S (%)			
	Titik 1	Titik 2	Titik 3	Titik 4	Titik 1	Titik 2	Titik 3	Titik 4
Benda uji A	25	26,8	26,6	25,5	21,3	24,2	24	12,5
Benda uji B	23	25	23,2	22,9	18,6	19,7	21,8	19,3
Benda uji C	19,2	21,2	20,7	19,9	16,4	21,8	20,5	15,5

Yilmaz (2006) dan Gingine dkk. (2013a) menyatakan pengembangan tanah ekspansif dipengaruhi oleh air yang diserap pada tanah, semakin besar air yang diserap oleh tanah maka potensi pengembangan akan menjadi lebih tinggi. Dengan adanya proses elektrolisis saat pemberian elektrokinetik dimana air (H_2O) akan mengalami evolusi menjadi gas Hidrogen (H_2) pada anoda dan gas Oksigen (O_2) pada katoda dengan kata lain air pada tanah berkurang dengan pemberian elektrokinetik sehingga menyebabkan pengembangan pada tanah ekspansif berkurang (Micic dkk., 2003; Jayasekera, 2007; Jones dkk., 2011). Kemudian dengan penambahan kapur menyebabkan berkurangnya air karena terjadi proses *exothermic* dimana kapur (CaO) akan menghasilkan panas ketika bertemu dengan air (H_2O) sehingga menghasilkan gas Oksigen (O_2). Kapur (CaO) lalu berubah menjadi kapur padam / kalsium hidroksida ($CaOH_2$) setelahnya. Pada stabilisasi elektrokinetik kemudian kapur ditambahkan akan terjadi rekasi pozzolan dimana ion *Calcium* (Ca^{2+}) pada kapur akan bereaksi dengan ion *Silicon dioxide* (SiO_2) dan *Aluminium oxide* (Al_2O_3) dari tanah lempung serta ion OH^- dari reaksi reduksi pada katoda akan menghasilkan *CSH (calcium silicate hydrate)* dan *CAH (calcium aluminate hydrate)* yang merupakan bahan ikat. Dari bahan ikat yang terbentuk setelah reaksi pozzolan membentuk ikatan semen dan mengisi di dalam ruang pori dan partikel tanah sehingga dapat menahan kecenderungan tanah untuk mengembang dan dapat meningkatkan kuat dukung tanah (Chang dkk., 2010; Jayasekera, 2007; Rao dan Venkataswamy, 2002; Muntohar, 2010). Dengan adanya proses elektrolisis saat elektrokinetik, proses *exothermic* pada kapur ketika bertemu dengan air dan reaksi pozzolan memiliki kontribusi dalam mengurangi pengembangan pada tanah ekspansif sehingga benda uji C secara umum memiliki pengembangan yang paling rendah jika dibandingkan benda uji B maupun benda uji A karena memiliki durasi terlama dalam proses stabilisasi dengan elektrokinetik dan kolom kapur.

Ou dkk. (2015) menjelaskan pada proses elektrokinetik akan muncul garis medan yang terbentuk ketika anoda (objek bermuatan positif) dan katoda (objek bermuatan negatif) di alirkan arus listrik yang ditunjukkan pada Gambar 4.15. Dari garis medan tersebut dapat diketahui air terbawa sepanjang garis medan tersebut dengan fenomena elektroosmosis. Dari fenomenan elektroosmosis tersebut air

mengarah sampai tepi dari kotak uji pada penelitian ini dan pada bagian tepi kotak uji terdapat lubang sebagai tempat keluarnya air. Sehingga pada penelitian ini pengembangan pada titik 2 dan titik 3 secara umum lebih besar dibandingkan pada titik 1 dan titik 4 pada benda uji A, benda uji B, benda uji C.



Gambar 4.15 Garis medan listik (Ou, Chien, and Liu 2015).

Hasil pengujian kadar air pasca pemberian elektrokinetik dan kolom kapur dengan lama pemberian arus 1 hari (benda uji A), 2 hari (benda uji B), 3 hari (benda uji C) kemudian dilanjutkan kondisi rendaman selama 4 hari menunjukkan semakin dalam sampel yang diambil kadar air menjadi berkurang. Dari hasil uji kadar air tertinggi untuk beda kedalaman terdapat pada benda uji B di titik 1 sebesar 68,1 % dan kadar air terendah pada benda uji B di titik 4 sebesar 41 %. Secara umum kadar air pada katoda lebih besar jika dibandingkan pada anoda. Ini disebabkan oleh fenomena elektroosmosis yaitu air pori berpindah dari anoda menuju katoda sehingga kadar air pada katoda menjadi lebih tinggi. Kemudian tanah lempung adalah tanah yang memiliki permeabilitas rendah sehingga kemampuan air untuk mencapai dasar tanah lempung cukup sulit kemudian ketika tanah diberi elektrokinetik juga terjadi fenomena elektrolisis dimana air ketika bereaksi dengan elektroda berubah menjadi gas Oksigen pada anoda dan Hidrogen pada katoda, sehingga ketika air yang sudah mencapai bagian dasar akan bereaksi menjadi gas Oksigen dan Hidrogen karena fenomena elektrolisis yang menyebabkan air pada tanah berkurang. Ini yang menyebabkan kadar air pada permukaan lebih tinggi dibanding pada dasar. Gambar 4.16 menunjukkan terdapat gelembung udara yang mengindikasikan terjadi perubahan air menjadi gas karena proses elektrolisis (Micic dkk., 2003; Jayasekera, 2007; Jones dkk., 2011 ;Chang dkk., 2010) .



Gambar 4.16 Fenomena elektrolisis pada elektroda.

4.2.2. Batas - Batas Konsistensi Tanah Lempung Ekspansif Pasca Pemberian Elektrokinetik dan Kolom Kapur

Hasil pengujian batas-batas konsistensi pasca pemberian elektrokinetik dan kolom kapur menunjukkan pengurangan batas susut dan batas cair bersamaan dengan peningkatan dari batas plastis sehingga menghasilkan pengurangan dalam indeks plastisitas pada benda uji A, benda uji B, benda uji C. Gingine dkk. (2013a), Jones dkk. (2011) dan Micic dkk. (2003) menjelaskan ketika proses elektrokinetik terjadi pertukaran ion dimana ion Aluminium oksida (Al_2O_3) pada *montmorillonite* berubah menjadi ion Aluminium (Al^{3+}) karena proses oksidasi anoda. Karena Aluminium (Al^{3+}) bersifat kurang elektropositif, ia menarik lebih sedikit molekul air sehingga batas cair menurun pasca perbaikan. (Chang dkk., 2010; Jayasekera 2007; Muntohar, 2005; Muntohar, 2010) menjelaskan bahan ikat yang terbentuk akibat reaksi pozzolan antara ion kapur, tanah dengan ion hasil reduksi pada katoda membentuk ikatan semen dan mengisi di dalam ruang pori dan partikel tanah kemudian membentuk gumpalan (*flocs*) yang menyebabkan berkurangnya indeks plastisitas. Bell (1996) dan Hewayde dkk. (2005) menyatakan mineral tanah lempung ekspansif seperti *montmorillonite* memiliki kapasitas pertukaran kation yang tinggi kemudian dengan menambahkan kapur menyebabkan penurunan kapasitas dari pertukaran kation *montmorillonite* sehingga dengan penambahan ion kalsium (Ca^{2+}) dari kapur terjadi peningkatan batas plastis, pengurangan indeks

plastisitas dan pengurangan batas susut sehingga tanah menjadi lebih gembur dan lebih mudah dikerjakan.

4.2.3. Ukuran Distribusi Butir Tanah Lempung Ekspansif Pasca Pemberian Elektrokinetik dan Kolom Kapur

Hasil pengujian distribusi ukuran butir pada benda uji A, benda uji B, benda uji C menunjukkan penggumpalan atau perubah ukuran distribusi tanah pada sekitar katoda pada semua benda uji dimana fraksi kasar pada tanah asli sebesar 14,7 % meningkat menjadi 75,3 % pada benda uji A, 64,7 % pada benda uji B, 71,7 % pada benda uji C sedangkan pada sekitar anoda pada semua benda uji tidak mengalami perubahan yang signifikan lihat Gambar 4.17 dan Gambar 4.18. Penggumpalan yang terjadi pada katoda ini disebut flokulasi.

Bell (1996) dan Muntohar (2005) menjelaskan flokulasi ialah proses tertariknya partikel tanah satu dengan yang lain karena perubahan kepadatan muatan arus listrik di sekitar partikel tanah lempung yang dipicu oleh pertukaran kation ion kalsium kapur dan ion yang berada pada permukaan partikel tanah ketika bertemu yang menyebabkan terbentuknya gumpalan (*flocs*). Chang dkk. (2010) menjelaskan selama proses elektrolisis ion H^+ hasil oksidasi pada anoda bergerak menuju katoda (-) dan bereaksi dengan kapur (CaO) menjadi $(Ca(OH)_2)$ lalu mengendap pada katoda sehingga menyemen di dalam ruang pori dan partikel tanah dan membentuk gumpalan yang lebih besar.



Gambar 4.17 Tanah pada anoda pasca pemberian elektrokinetik dan kolom kapur.



Gambar 4.18 Tanah pada katoda pasca pemberian elektrokinetik dan kolom kapur.

