

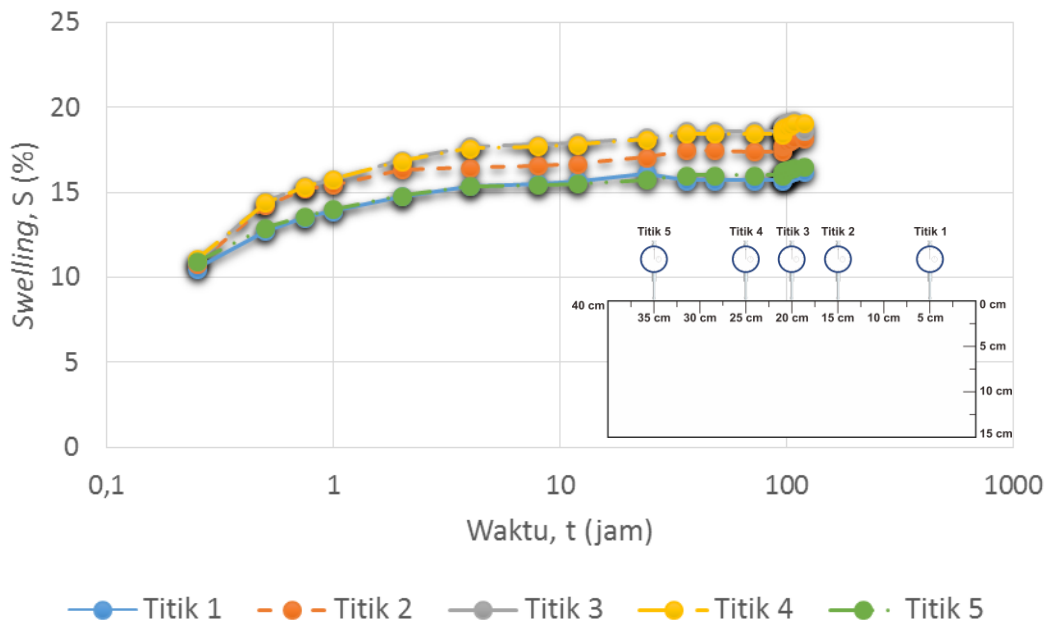
BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian

1. Pengembangan Tanah (*Swelling*) Lempung Ekspansif tanpa Metode Elektrokinetik

Hasil pengujian berikut dilakukan sebagai pembandingan bagaimana nilai pengembangan tanpa metode elektrokinetik. Pengujian dilakukan selama 4 hari dengan 1 hari tambahan dengan langkah pengujian yang sama. (lihat Gambar 4.1).



Gambar 4.1 Kurva pengembangan (*swelling*) dan waktu tanpa metode elektrokinetik

Hasil pengujian tanpa elektrokinetik pada kurva didapat pengembangan maksimal 19,267 % pada titik 3 (lihat Tabel 4.1).

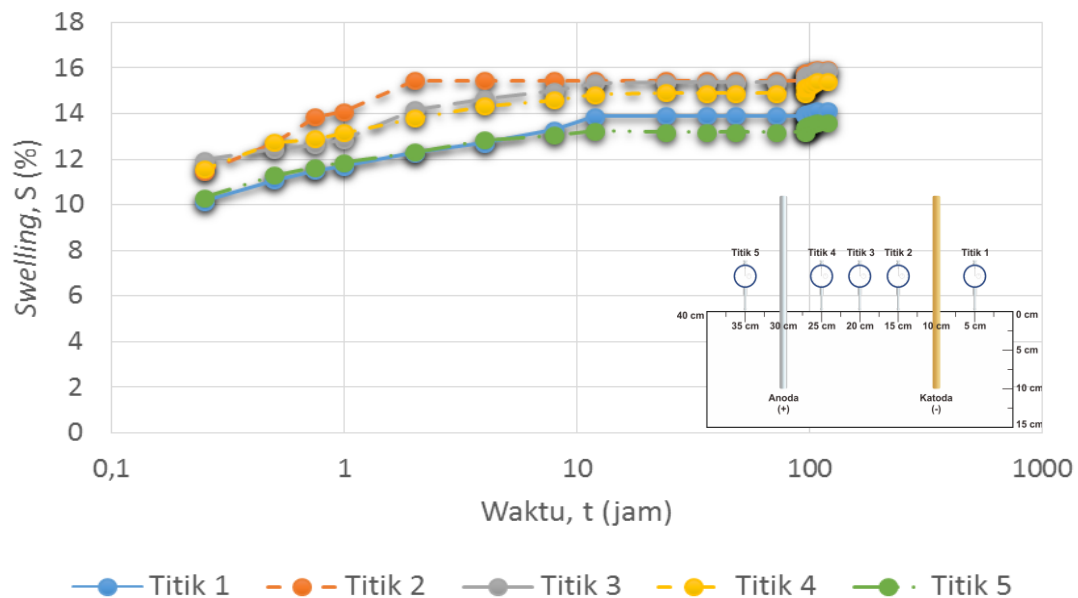
Tabel 4.1 Hasil pengembangan tanpa elektrokinetik

Keterangan	Titik				
	1	2	3	4	5
Pengembangan (S), %	16,253	18,193	19,267	19,1	16,49

Selengkapnya pada Lampiran B

2. Pengembangan Tanah (*Swelling*) Lempung Ekspansif dengan Metode Elektrokinetik

Hasil pengujian pengembangan tanah dengan metode elektrokinetik tersaji pada lampiran B. Berdasar hasil pengujian stabilisasi tanah dengan metode elektrokinetik yang dilakukan diperoleh grafik hubungan pengembangan dan waktu pada setiap beda voltase dengan kedalaman elektroda tetap 10 cm. (lihat Gambar 4.2, Gambar 4.3 dan Gambar 4.4)



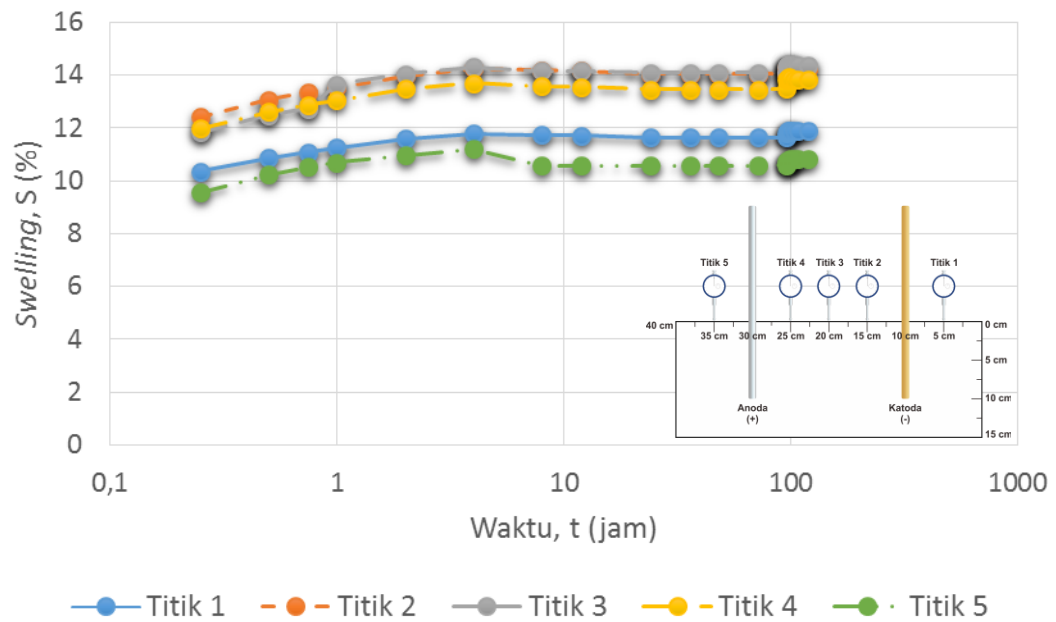
Gambar 4.2 Kurva pengembangan (*swelling*) dan waktu dengan kedalaman 10 cm pada besaran voltase 6 volt

Hasil pengujian elektrokinetik pada kurva dengan besaran voltase 6 volt dan kedalaman 10 cm didapat pengembangan maksimal 15,95 % pada titik 3. (lihat Tabel 4.2)

Tabel 4.2 Hasil pengembangan dengan elektrokinetik 6 volt, 10 cm

Keterangan	Titik				
	1	2	3	4	5
Pengembangan (S), %	14,11	15,95	15,89	15,393	13,59

Selengkapnya pada lampiran B



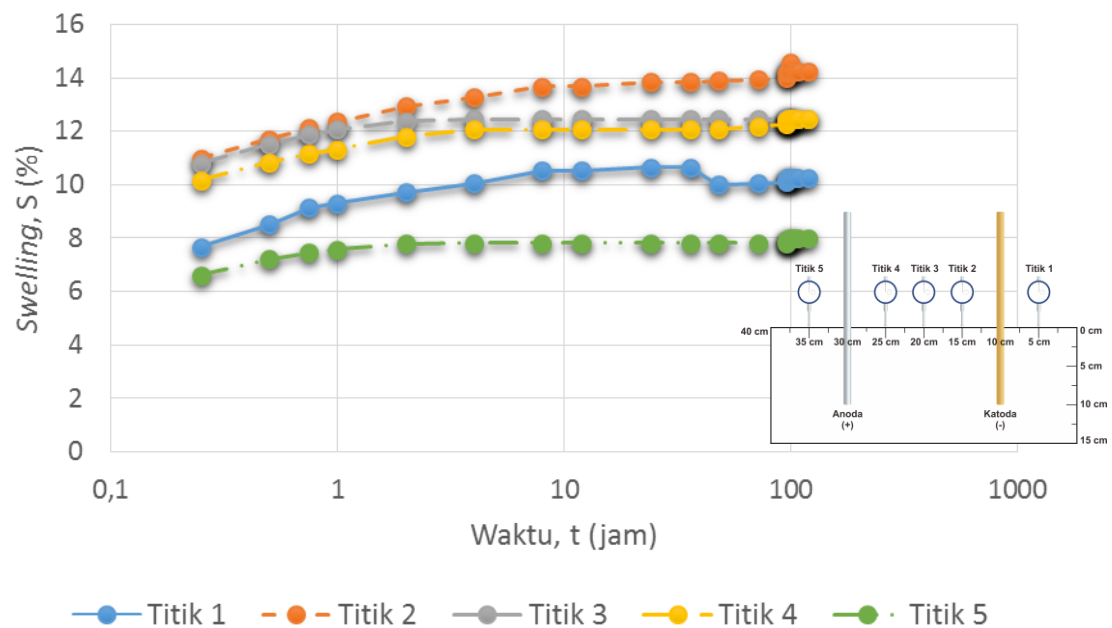
Gambar 4.3 Kurva pengembangan (*swelling*) dan waktu dengan kedalaman 10 cm pada besaran voltase 9 volt

Hasil pengujian elektrokinetik pada kurva dengan besaran voltase 9 volt dan kedalaman 10 cm didapat pengembangan maksimal 14,36 % pada titik 3. (lihat Tabel 4.3)

Tabel 4.3 Hasil pengembangan dengan elektrokinetik 9 volt, 10 cm

Keterangan	Titik				
	1	2	3	4	5
Pengembangan (S), %	11,903	14,36	14,423	13,913	11,207

Selengkapnya pada lampiran B



Gambar 4.4 Kurva pengembangan (*swelling*) dan waktu dengan kedalaman 10 cm pada besaran voltase 12 volt

Hasil pengujian elektrokinetik pada kurva dengan besaran voltase 12 volt dan kedalaman 10 cm didapat pengembangan maksimal 14,577 % pada titik 2. (lihat Tabel 4.4)

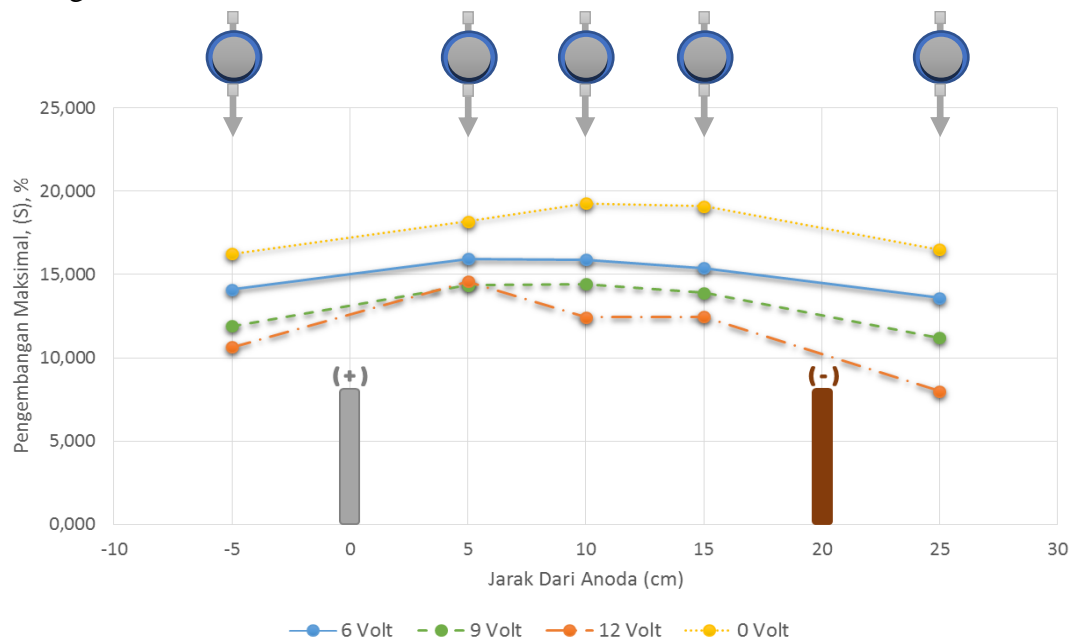
Tabel 4.4 Hasil pengembangan dengan elektrokinetik 12 volt, 10 cm

Keterangan	Titik				
	1	2	3	4	5
Pengembangan (S), %	10,647	14,577	12,45	12,453	7,99

Selengkapnya pada lampiran B

3. Pengembangan dengan Metode Elektrokinetik Selama 4 Hari dan 1 Hari Tambahan

Pengembangan dan penurunan maksimum dengan metode elektrokinetik selama 5 hari didapat nilai pengembangan terkecil pada besaran voltase 12 V (lihat Gambar 4.5). Gambar tersebut menunjukkan nilai pengembangan pada setiap besaran voltase serta skema letak setiap *dial gauge* dengan jarak 5 cm dan letak antar elektroda dengan anoda (+) bahan dari besi *stainless* dan katoda (-) bahan dari tembaga.



Gambar 4.5 Kurva pengembangan (*swelling*) dan jarak setiap 5 cm dari anoda (+)

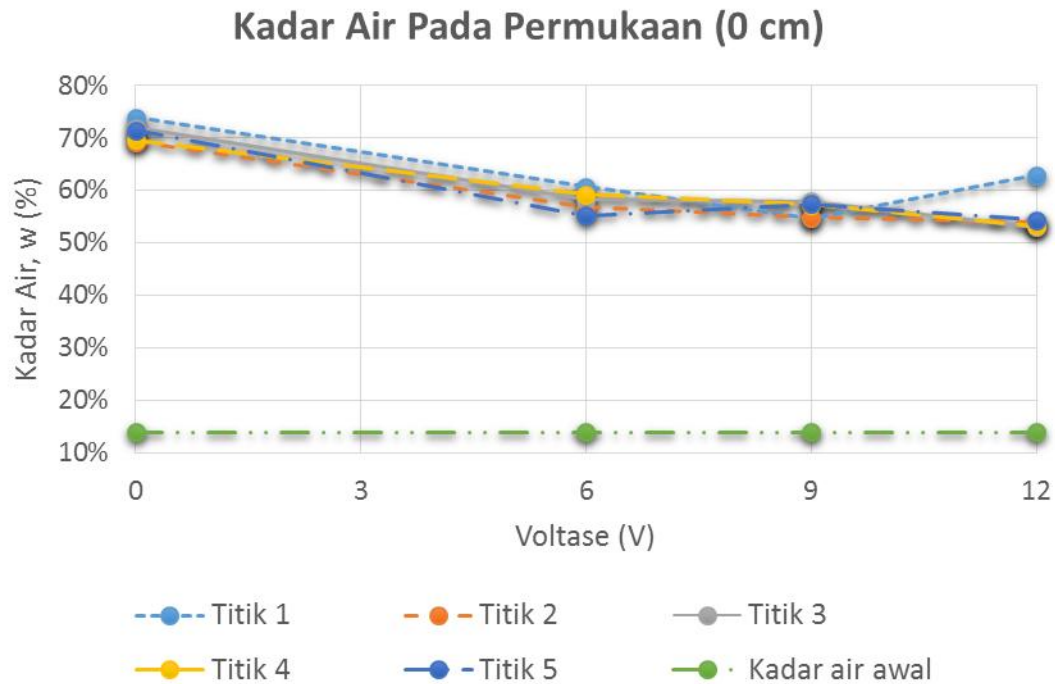
Hasil pengembangan setiap besaran voltase terhadap jarak tersaji pada tabel (lihat Tabel 4.5)

Tabel 4.5 Pengembangan pada setiap besaran voltase terhadap jarak dari anoda (+)

Jarak Dari Anoda (cm)	Pengembangan Maksimal (0 V) %	Pengembangan Maksimal (6 V) %	Pengembangan Maksimal (9 V) %	Pengembangan Maksimal (12 V) %
-5	16,253	14,110	11,903	10,647
5	18,193	15,95	14,36	14,577
10	19,267	15,89	14,423	12,45
15	19,1	15,393	13,913	12,453
25	16,49	13,59	11,207	7,99

4. Kadar Air Setelah Pengujian Elektrokinetik

Pengambilan sampel kadar air dilakukan pada setiap titik dengan letak pengambilan: permukaan (0cm), tengah (7,5cm), dasar (15cm). Kurva kadar air pada setiap beda besaran tersaji pada gambar (lihat Gambar 4.6, Gambar 4.7 dan Gambar 4.8). Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui seberapa banyak kadar air yang ada setelah proses elektrokinetik. Karena fenomena elektroosmosis dan elektroforesis yang dapat menarik partikel bermuatan kation (positif) dan anion (negatif) menuju elektroda sehingga kadar air berkurang. Jumlah air yang keluar pada setiap anoda dan katoda terhadap beda besaran voltase (lihat Tabel 4.10). Air yang diberikan untuk proses elektrokinetik selama 4 hari sebanyak 6400 ml dan tambahan 1 hari sebanyak 1850 ml.

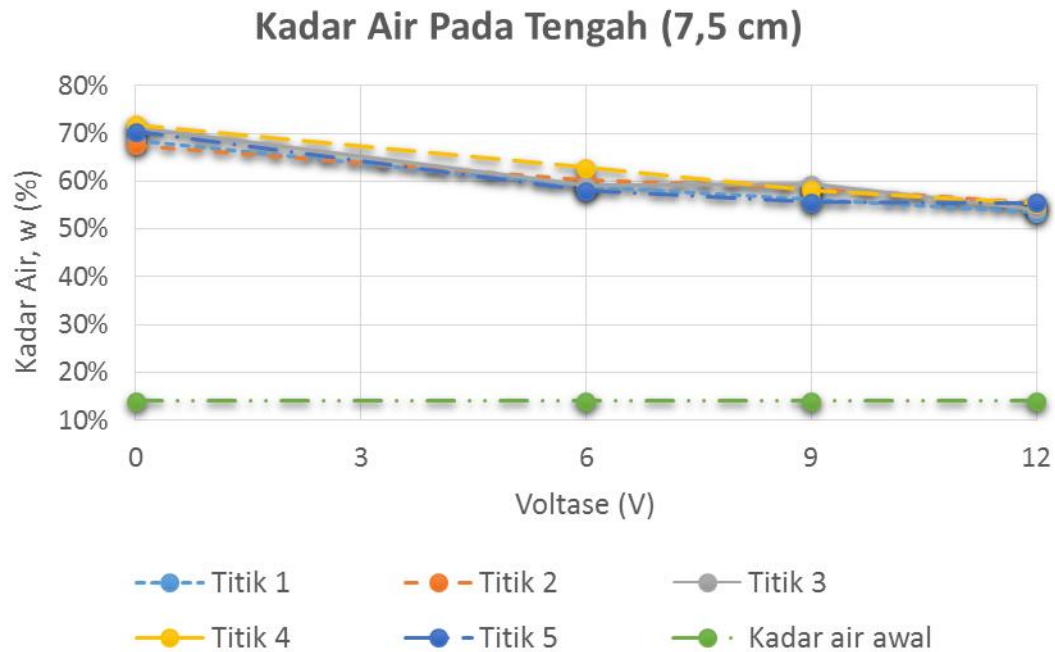


Gambar 4.6 Kurva kadar air pada bagian permukaan (0 cm)

Kadar air minimum pada kurva bagian permukaan (0 cm) terdapat pada titik 3 dengan besaran voltase 12 V sebesar 53 % (lihat Tabel 4.6)

Tabel 4.6 Kadar air pada permukaan (0 cm) pada setiap beda besaran voltase (V)

Letak Pengambilan Sampel : Permukaan (0 cm)						
Pengujian Kadar Air						
Besar Voltase (V)	Kadar Air Awal	Titik				
		1	2	3	4	5
0	14%	73,9%	69,3%	72%	69,7%	71,4%
6	14%	60,7%	56,8%	58,3%	59,2%	55,3%
9	14%	54,8%	54,9%	57,9%	57,3%	57,5%
12	14%	62,9%	54,1%	53,0%	53,3%	54,3%

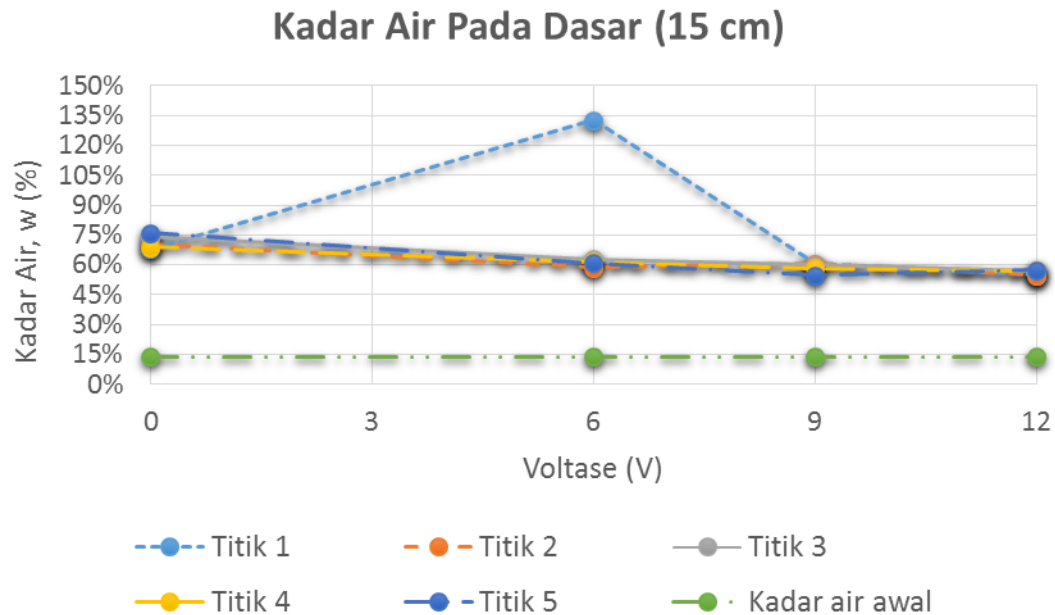


Gambar 4.7 Kurva kadar air pada bagian tengah (7,5 cm)

Kadar air minimum pada kurva bagian tengah (7,5 cm) terdapat pada titik 1 dengan besaran voltase 12 V sebesar 53,4 % (lihat Tabel 4.7)

Tabel 4.7 Kadar air pada tengah (7,5 cm) pada setiap beda besaran voltase (V)

Letak Pengambilan Sampel : Tengah (7,5 cm)						
Pengujian Kadar Air						
Besar Voltase (V)	Kadar Air Awal	Titik				
		1	2	3	4	5
0	14%	68,7%	67,5%	71,3%	71,8%	70,4%
6	14%	58,9%	60,2%	59,1%	62,8%	58,1%
9	14%	56,3%	58,5%	59,3%	58,1%	55,6%
12	14%	53,4%	55,5%	54,1%	55,3%	55,4%



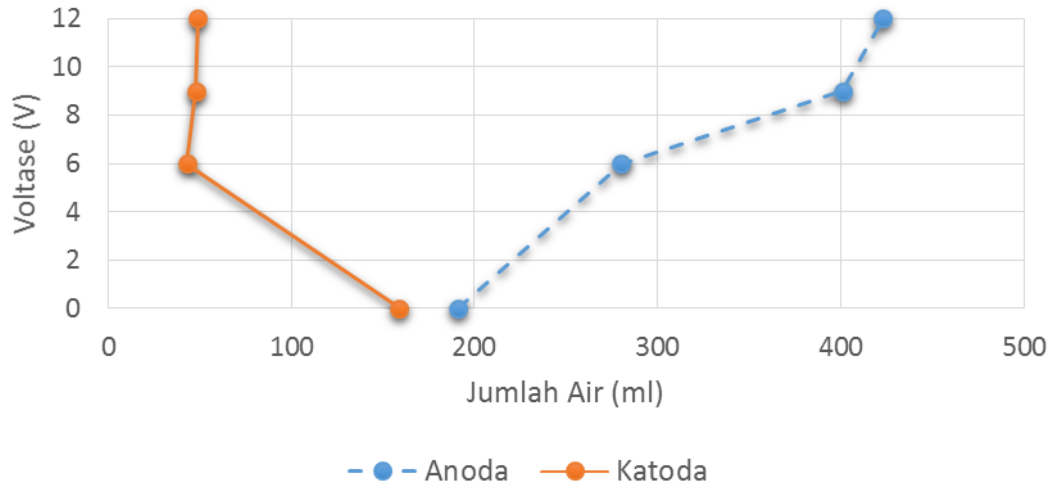
Gambar 4.8 Kurva kadar air pada bagian dasar (15 cm)

Kadar air minimum pada kurva bagian dasar (15 cm) terdapat pada titik 2 dengan besaran voltase 12 V sebesar 54,7 % (lihat Tabel 4.8)

Tabel 4.8 Kadar air pada dasar (15 cm) pada setiap beda besaran voltase (V)

Letak Pengambilan Sampel : Dasar (15 cm)						
Pengujian Kadar Air						
Besar Voltase (V)	Kadar Air Awal	Titik				
		1	2	3	4	5
0	14%	68,1%	70,7%	74%	68,9%	76%
6	14%	132,5%	58,5%	62,7%	61,6%	60,9%
9	14%	60,5%	60,6%	59,9%	58,3%	54,9%
12	14%	54,8%	54,7%	57,1%	57,1%	57,4%

Jumlah air keluar paling banyak setelah pengujian elektrokinetik selama 5 hari terdapat pada pengujian dengan besaran voltase 12 V (lihat Gambar 4.9).



Gambar 4.9 Kurva jumlah air keluar pada setiap elektroda pada pengujian elektrokinetik selama 5 hari

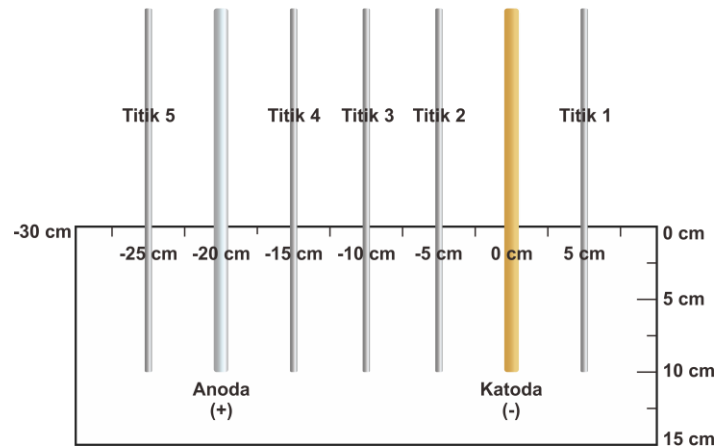
Dari kurva diatas jumlah air keluar lebih dominan pada anoda (+) yaitu jumlah air keluar maksimal sebanyak 423 ml dan minimal pada katoda dengan besaran 6 V sebanyak 43 ml (lihat Tabel 4.9)

Tabel 4.9 Jumlah air keluar pada anoda dan katoda

Besaran Voltase (V)	Jumlah Air Yang Keluar	
	Anoda	Katoda
0	191	159
6	280	43
9	401	48
12	423	49

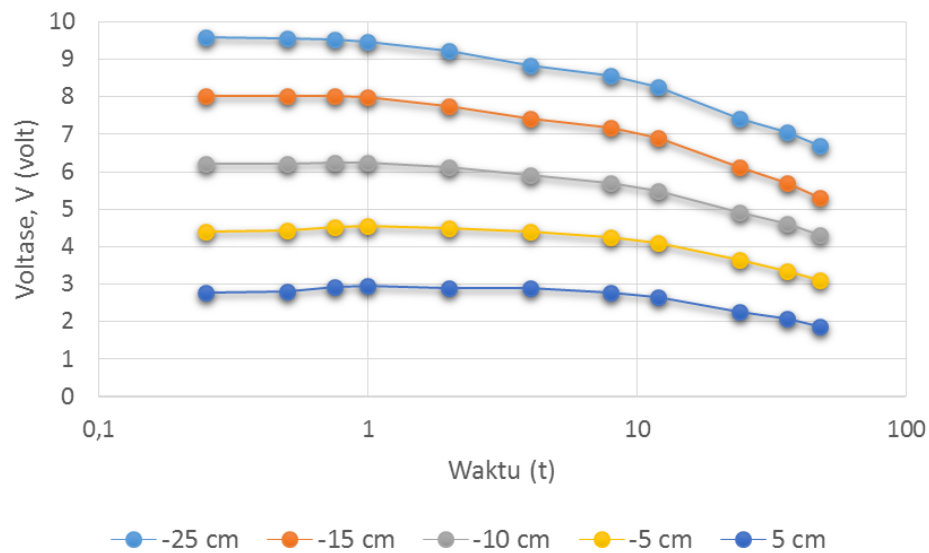
5. Besar Voltase Yang Terjadi Pada Setiap Titik

Besar voltase awal yang digunakan adalah 12 V, 5 A dengan kedalaman 10 cm. Karena pada besaran ini tanah mengalami pengembangan yang paling sedikit. Perhitungan besaran yang terjadi pada setiap titik dihitung dari katoda (-) (lihat Gambar 4.10).

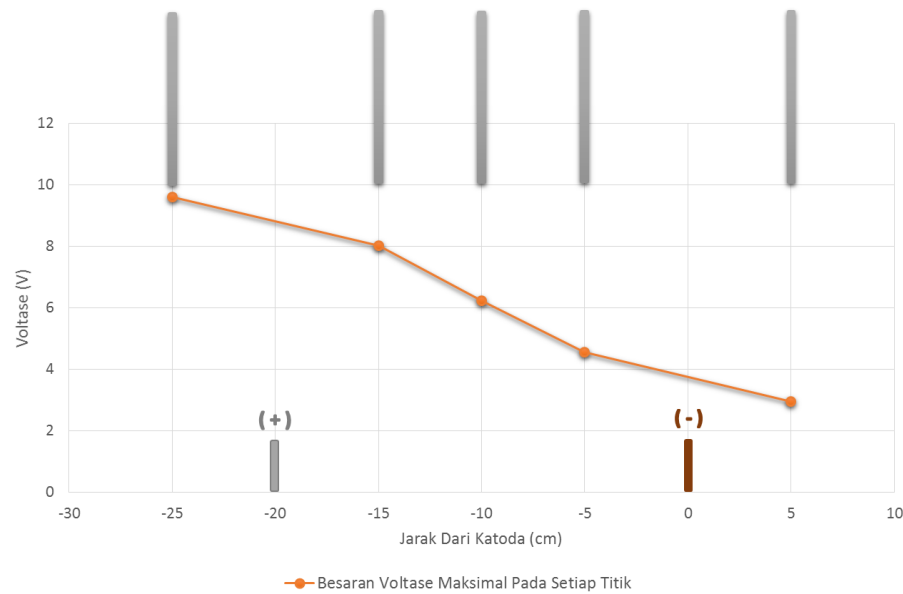


Gambar 4.10 Perhitungan jarak dari katoda (-)

Pengujian dilakukan selama 2 hari. Dikarenakan pengembangan cenderung stabil atau tetap pada waktu 2 hari elektrokinetik (lihat Gambar 4.11).



Gambar 4.11 Kurva pengujian besaran voltase



Gambar 4.12 Kurva pengujian besaran voltase maksimal pada setiap titik dengan voltase (V) dan jarak (cm)

B. Pembahasan

1. Pengaruh Beda Besaran Voltase dengan Metode Elektrokinetik terhadap Pengembangan (*swelling*)

Pada pengujian elektrokinetik voltase yang digunakan adalah 6 V, 9 V dan 12 V dengan arus 5 A. Pada setiap pengujian diketahui bahwa nilai pengembangan tertinggi terdapat pada arus 6 V dan pengembangan terendah pada 12 V. Pengujian dengan elektrokinetik yang dilakukan selama 4 hari dengan 1 hari tambahan diketahui pada voltase 12 V dapat menahan pengembangan bahkan berkurang (lihat Tabel 4.10). Hasil pengembangan diberikan pada Tabel 4.10. Tabel berikut menunjukkan nilai selisih dari pengembangan maksimum selama 4 hari dengan 1 hari tambahan dengan pemberian air untuk mengetahui seberapa efektif metode elektrokinetik dalam menahan pengembangan.

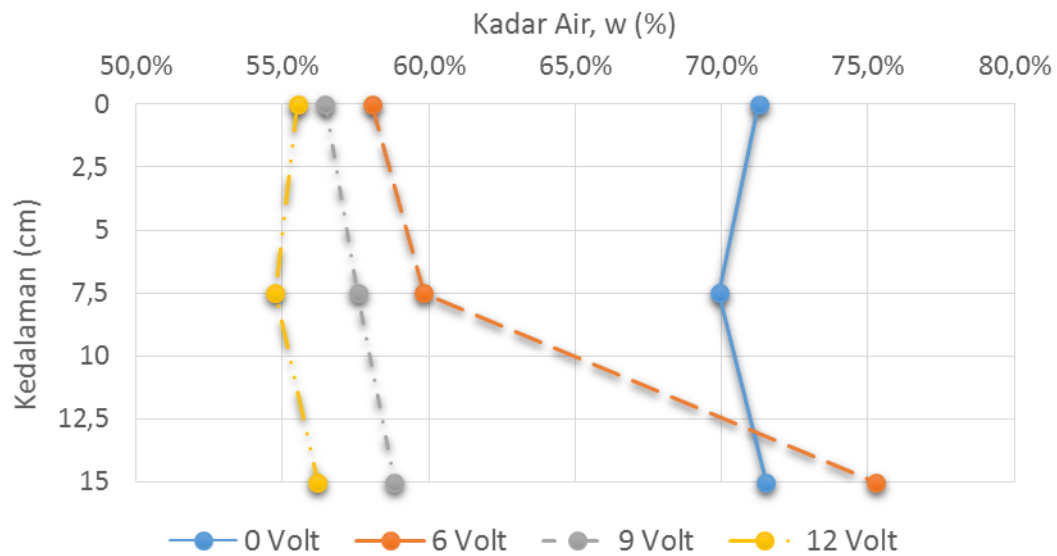
Tabel 4.10 Selisih pengembangan setelah pengujian 4 hari dengan 1 hari tambahan

Voltase	Titik				
	1 (mm)	2 (mm)	3 (mm)	4 (mm)	5 (mm)
0	0,21	1,065	0,97	0,975	0,74
6	0,31	0,765	0,765	0,7	0,535
9	0,185	0,16	0,175	0,32	-0,59
12	-0,555	0,88	0	0,3	0,24

Pada hasil tabel diatas pengujian tanpa elektrokinetik ditunjukkan dengan besaran 0 V. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui berapa nilai pengembangan yang didapat tanpa metode elektrokinetik serta sebagai pembanding apakah pengujian elektrokinetik benar berpengaruh terhadap pengembangan tanah.

2. Pengaruh Beda Besaran Voltase dengan Metode Elektrokinetik terhadap Kadar Air

Hasil kadar air dengan metode elektrokinetik untuk setiap besaran voltase didapat kadar air tertinggi pada 6 V pada dasar (15 cm) sebesar 132,5 % dikarenakan pada akhir pengujian alat mengalami kebocoran pada titik 1 (lihat Tabel 4.8 Kadar air pada dasar (15 cm) pada setiap beda besaran voltase (V)). Sedang untuk kadar air rata-rata secara keseluruhan dari pengujian didapat kadar air tertinggi pada 0 V (lihat Gambar 4.13) dengan kadar air tanpa elektrokinetik sebesar 71,5 % pada dasar (lihat Tabel 4.11).



Gambar 4.13 Kurva kadar air rata-rata pada setiap pengambilan sampel

Tabel 4.11 Kadar air rata-rata pada setiap letak pengambilan sampel

Kadar Air Rata-Rata		Besar Voltase (V)			
Letak Sampel	Kedalaman (cm)	0 V	6 V	9 V	12 V
		Permukaan	0	71,3%	58,1%
Tengah	7,5	69,9%	59,8%	57,6%	54,8%
Dasar	15	71,5%	75,2%	58,8%	56,2%

3. Pengaruh Beda Bahan Elektroda Terhadap Pengujian Elektrokinetik

Pada pengujian yang dilakukan bahan sebagai elektroda adalah besi *stainless* dan tembaga. Pada pengujian pertama bahan yang digunakan adalah besi tanpa *stainless*, penggantian bahan tersebut dilakukan karena besi sebagai elektroda mengalami keropos (lihat Gambar 4.14)



Gambar 4.14 Elektroda anoda (besi) dan katoda (tembaga) mengalami keropos

Pergantian elektroda dengan besi *stainless* tetap mengalami keropos, tetapi tidak sebanyak besi tanpa *stainless* (lihat Gambar 4.15)



Gambar 4.15 Elektroda anoda (besi *stainless*) dan katoda (tembaga) mengalami keropos

Pemilihan bahan anoda (+) besi dan katoda (-) tembaga karena sifat besi (Fe) sebagai senyawa yang bermuatan kation (+) lebih banyak dari pada tembaga (Cu^+). Sehingga pemilihan besi sebagai anoda (+) lebih efektif untuk menarik anion (-) yang ada dalam tanah lempung dan tembaga sebagai katoda (-) yang memiliki kation yang lebih sedikit (lihat Tabel 4.12 dan Tabel 4.13).

Tabel 4.12 Rumus dan nama ion positif (kation)

Kation Bermuatan +1		Kation Bermuatan +2		Kation Bermuatan +3 dan +4	
Rumus	Nama	Rumus	Nama	Rumus	Nama
Na ⁺	Natrium	Mg ²⁺	Magnesium	Fe ³⁺	Besi (III)
K ⁺	Kalium	Ca ²⁺	Kalsium	Cr ³⁺	Kromium (III)
Ag ⁺	Perak	Sr ²⁺	Strontium	Al ³⁺	Aluminium
Li ⁺	Litium	Ba ²⁺	Barium	Co ³⁺	Kobalt (III)
Cu ⁺	Tembaga (I)	Fe ²⁺	Besi (II)	Ni ³⁺	Nikel (III)
Au ⁺	Emas (I)	Cu ²⁺	Tembaga (II)	Sn ³⁺	Timah (IV)
Hg ⁺	Raksa (I)	Zn ²⁺	Zing (seng)	Pb ³⁺	Timbal (IV)
		Pb ²⁺	Timbal (II)	Au ³⁺	Emas (III)
		Sn ²⁺	Timah (II)	Pt ³⁺	Platinal (IV)
		Ni ²⁺	Nikel		
		Hg ²⁺	Raksa (II)		

Sumber Tatanama Senyawa dan Persamaan Reaksi Sederhana.

<https://musnainimusnaini.wordpress.com/kimia-x-2/tatanama-senyawa-dan-persamaan-reaksi-sederhana-2>

Tabel 4.13 Rumus dan nama ion negatif (anion)

Lambang Ion	Muatan	Nama
F ⁻	-1	Florida
Cl ⁻	-1	Klorida
O ²⁻	-2	Oksida
Br ⁻	-1	Bromida
S ²⁻	-2	Sulfida
N ³⁻	-3	Nitrida
I ⁻	-1	Iodida

Sumber Tatanama Senyawa dan Persamaan Reaksi Sederhana.

<https://musnainimusnaini.wordpress.com/kimia-x-2/tatanama-senyawa-dan-persamaan-reaksi-sederhana-2>

Pada pengujian dapat dilihat bahwa pada anoda (+) air yang keluar lebih banyak daripada air yang keluar pada katoda (-) (lihat Tabel 4.9 Jumlah air keluar pada anoda dan katoda). Hal ini terjadi oleh fenomena elektrokinetik, elektroosmosis dan elektroforesis yaitu proses perpindahan dan pergerakan larutan elektrolit terhadap dinding kapiler yang bermuatan dan dipengaruhi oleh medan listrik (lihat Gambar 2.1 Fenomena Elektrokinetik (Mosavat, dkk., 2012)).

4. Beda Besaran Voltase Pada Setiap Titik

Pada pengujian ini voltase mengalami penurunan selama pengujian. Hal ini dikarenakan proses elektrokinetik yang mengurangi perantara elektron antar elektroda dengan mengikat anion dan kation yang terdapat dalam tanah sehingga tegangan listrik semakin berkurang. Karena seiring banyaknya ion dalam tanah lempung terikat dan keluar maka semakin sedikit perantara elektron pada elektroda.