

KONSOLIDASI TANAH LUNAK DIBAWAH PENGARUH GEJALA ELEKTROOSMOSIS PADA SKALA LABORATORIUM DENGAN MODIFIKASI FORMASI ELEKTRODA

Risno ¹⁾, R.M. Rustamaji ²⁾ Ahmad Faisal ²⁾

Abstrak

Tanah lunak memiliki sifat yang kurang menguntungkan bagi konstruksi, karena daya dukung tanah yang rendah dan besarnya penurunan yang dapat terjadi demikian pula dengan konsistensi yang relatif tinggi. Sifat – sifat tanah lunak yang kurang menguntungkan tersebut banyak dipengaruhi oleh air. Semakin rendah kadar air maka daya dukung tanah semakin besar. Dengan demikian, salah satu cara untuk menstabilisasi tanah lunak adalah mengeluarkan air pori dari tanah tersebut. Metode elektroosmosis merupakan salah satu metode yang dapat digunakan untuk mengurangi kadar air yang ada pada tanah lunak, sedemikian dapat mengurangi besarnya penurunan yang terjadi akibat pembebanan. Penggunaan metode ini dengan cara menempatkan katoda dan anoda didalam tanah dengan suatu jarak tertentu, diantara katoda dan anoda diberikan suatu medan listrik sehingga air akan mengalir dari anoda (+) ke katoda (-). Tipe pengujian ini berupa konsolidasi dengan 144 jam (Pre-Loading),. Dimana hasil dari Pengujian ini membandingkan dengan atau tanpa medan listrik. Hasil uji laboratorium menunjukkan adanya penurunan pada nilai indeks pemampatan sebesar 23,31 % pada pengujian konsolidasi dengan pre-loading 144 jam+medan listrik 10mA, 27,81 % pada pengujian konsolidasi dengan pre-loading 144 jam+medan listrik 20mA. Sehingga dapat disimpulkan kekakuan tanah lebih meningkat jika menggunakan medan listrik dilihat dari besarnya penurunan nilai indeks pemampatan. Proses pemampatan yang terjadi juga memberikan hasil yang lebih baik dimana dengan waktu yang sama pada saat tekanan diberikan regangan atau penurunan yang terjadi lebih besar jika dengan menggunakan elektroosmosis. Dan jika regangan atau penurunan yang terjadi sama waktu yang dibutuhkan lebih cepat jika dibandingkan hanya dibebani secara konsolidasi mekanik biasa.

Kata-kata kunci: tanah lunak, gejala elektroosmosis, modifikasi formasi elektroda.

1. PENDAHULUAN

Dewasa ini, seiring dengan berkembang dan bertambahnya jumlah penduduk bermplikasi kepada meningkatnya kebutuhan akan fasilitas infrastruktur yang menunjang aktivitas dan kegiatan manusia. Dikarenakan semakin meningkatnya permintaan dan kebutuhan akan infrastruktur tidak dapat dihindari, yang mana ketersediaan lahan yang terbatas akibat pembangunan dan kualitas infrastruktur kurang menguntungkan kualitasnya secara

geoteknis. Dalam ilmu rekayasa geoteknik, dikenal tanah dengan konsistensi lunak(*soft soil*) memiliki sifat- sifat: daya dukung sangat rendah, mudah mampat dan mermeabilitas kecil. Oleh karena itu, untuk mengatasi permasalahan geoteknis diperlukan upaya yang bertujuan untuk meningkatkan daya dukung dan mengurangi kompresibilitas.

Dari permasalahan yang dihadapi seberapa besar pengaruh elektroosmosis dan perubahannya terhadap konsolidasi.

Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura

1

1. Alumni Prodi Teknik Sipil FT Untan

2. Doseng Prodi Teknik Sipil FT Untan

Studi yang dilakukan merupakan studi laboratorium dengan menggunakan alat uji konsolidometer yang dimodifikasi dengan sampel diameternya 15 cm, yang mana menggunakan perubahan arus listrik 10mA dan 20mA baik itu preloading maupun beban bertambah. Setelah dilakukan elektroosmosis pada tanah lunak dengan tujuan meningkatnya daya dukung tanah.

2. METODE PENELITIAN

Ada beberapa tahapan yang dilakukan selama penelitian ini berlangsung diantaranya:

Persiapan penelitian, dimaksudkan untuk persiapanmenyangkut semua rencana penelitian serta kegiatan penelitian yang akan dilaksanakan.

Peralatan, dalam hal ini menyangkut alat-alat yang digunakan dalam penelitian baik itu tabung dengan ukuran diameter 15 dan tinggi 19 cm, alat konsolidometer/ odometer dan peralatan untuk sifat fisik tanah.

Prosedur pelaksanaan pengujian, pada prosedur ini yang di lakukan yaitu pengujian konsolidasi dan matrik percobaan.

3. PENGUJIAN DI LABORATORIUM

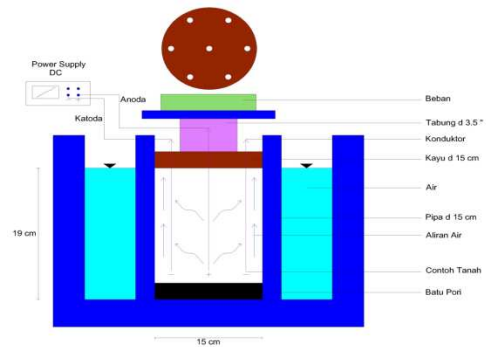
3.1 Pengambilan contoh tanah asli

Hasil dari pengambilan contoh tanah asli sebagai parameter dan pembanding nilai kekuatan mekanis maupun fisik.

3.2 Pengujian Konsolidasi

Model alat dari proses uji konsolidasi yang ada dilaboratorium menggunakan standar ASTM D2435-80. Pada

penelitian ini di lakukan permodelan dengan modifikasi volumenya. Dalam pengujian ini dibagi menjadi beberapa bagian yaitu; preloading dan tegangan bertambah dan menggunakan arus.



Gambar 3.1 Desain Alat Percobaan

3.3 Matrik Pengujian

Pada tabel berikut ini menerangkan matrik pengujian yang akan dilakukan:

Tabel 3. 1: Matrik Pengujian

No	Test nomor	Deskripsi	Keterangan
1	A1	Konsolidasi Biasa (Tanpa Preloading)	Tegangan bertambah
2	A2	Tanpa Arus (preloading 5 hari)	Tegangan bertambah, tegangan awal 0,00625 kg/cm ²
3	A3	Tanpa Arus (preloading 5 hari)	Tegangan bertambah, tegangan awal 0,0125 kg/cm ²
4	B1	Diberikan Arus 10mA (preloading 5 hari)	Tegangan bertambah, tegangan awal 0,00625 kg/cm ²
5	B2	Diberikan Arus 20mA (preloading 5 hari)	Tegangan bertambah, tegangan awal 0,00625 kg/cm ²

4. HASIL UJI LABORATORIUM

Penelitian di lapangan ini untuk mengetahui homogenitas campuran dengan meninjau karakteristik material kolom-semen yang dibuat in-situ di lapangan, diinstalasi dengan $\varnothing = 30$ cm, yang ditanam sedalam 100 cm, 150 cm dan 200 cm dari permukaan tanah, dengan 1 stroke, 2 stroke dan 3 stroke.

4.1 Data dan Analisa

Sifat fisik tanah asli

Adapun nilai dari hasil dari pengujian sifat fisik tanah lunak asli yang diperoleh dari pengujian di laboratorium adalah sebagai berikut:

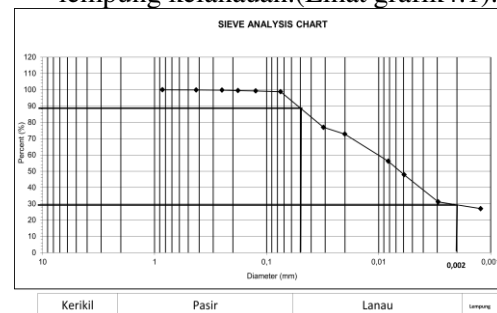
Tabel 4.1: Hasil pengujian sifat fisik tanah lunak asli

No	Parameter	Tanah Asli	Keterangan
1.	Kadar Air, w (%)	101,439	ASTM D2216-92
2.	Berat Jenis (G_s)	2,517	ASTM D422-63
3.	Berat Volume (gr/cm^3)	1,474	
4.	Batas Atterberg : w_L (%) w_P (%) PI	54,336 28,66 25,676	ASTM D423-66 ASTM D242-74
5.	Grain Size : Pasir (%) Lanau (%) Lempung (%)	11,2 59,6 29,2	ASTM D422-72
6.	Klasifikasi : USDA USCS AASHTO	Campuran tanah liat dan lempung berlanau CH Tanah berlempung	ASTM D-2488

4.1,2 Klasifikasi Tanah

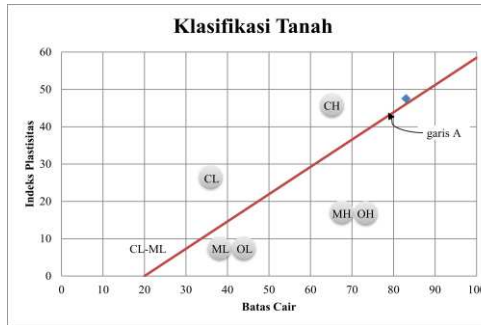
Klasifikasi tanah diambil tiga metode klasifikasi yaitu:

- a) Klasifikasi berdasarkan *Departemen Pertanian Amerika Serikat (USDA)*, dengan menggunakan klasifikasi USDA didapat berdasarkan ukuran butir tanah, untuk pasir 2-5 mm (5%), lanau 0,05-0,002 mm (59,6%) dan lempung < 0,002 mm (29,2%). Maka dapat disimpulkan bahwa tanah ini termasuk tanah liat lempung kelanauan. (Lihat grafik 4.1).



Grafik 4.1: Grafik Distribusi Ukuran Partikel

- b) Klasifikasi berdasarkan AASHTO
Pada klasifikasi ini di dapat: Indeks Plastisitas (PI) = 25,679% (>10%), lolos saringan no.200 = 98,82% (>35%) maka termasuk golongan A7, dan Batas Cairnya (LL) = 54,336%, PI = 25,679% karna LL-30 = 44,484% > PI = 25,679% maka tanah tersebut termasuk golongan **A-7-5^c**.
- c) Klasifikasi berdasarkan USCS
Pada kedalaman 0,5 meter dapat disimpulkan bahwa klasifikasinya yaitu CH, yang mana CH adalah tanah lempung anorganik dengan plastisitas tinggi.



Grafik 4.2: Grafik Plastisitas

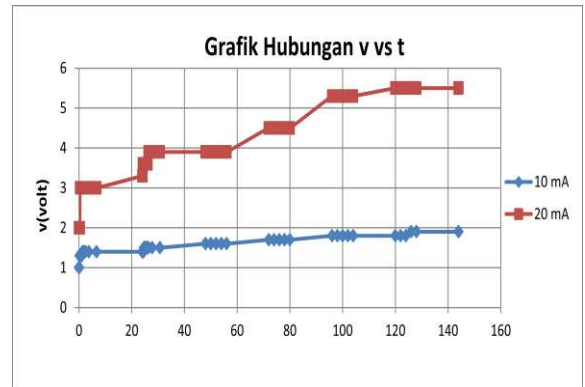
4.2 Hasil pengujian dengan Elektroosmosis

Pada penelitian ini digunakan 2 sampel tanah yang menggunakan tegangan listrik yang berbeda yaitu 10 mA dan 20mA.

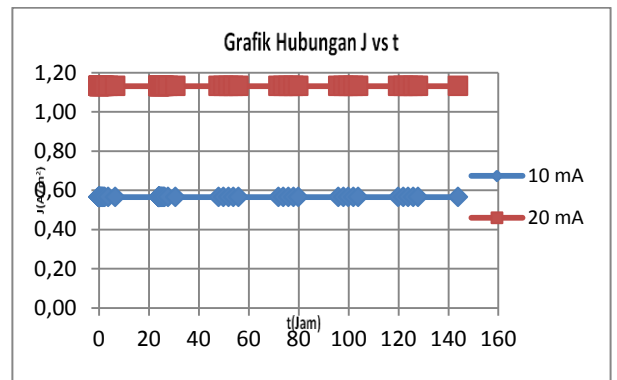
Tabel 4.2: Parameter dan data hasil pengujian Elektroosmosis

Test	t (jam)	I (A)	j (V/m ²)	V (Volt)		ie (V/m)		σ (S/m)	
				awal	akhir	awal	akhir	awal	akhir
Preloading +10mA	144	0,01	0,566	1	1,9	5,71	10,86	0,099	0,052
Preloading +20mA	144	0,02	1,132	2	5,5	11,43	31,428	0,099	0,036

Grafik 4.3: Grafik Perbandingan Tegangan listrik terhadap waktu Pre loading 144 jam+arus 10 mA dan 20 mA.

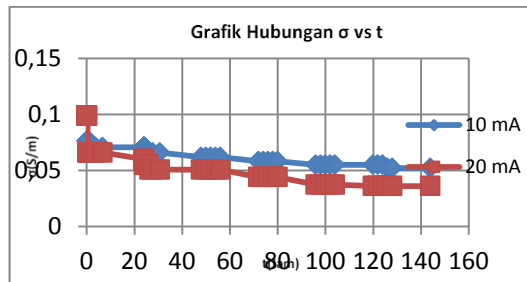


Grafik 4.4: Grafik Perbandingan kerapatan arus listrik terhadap waktu Pre loading 144 jam+arus 10 mA dan 20 mA.

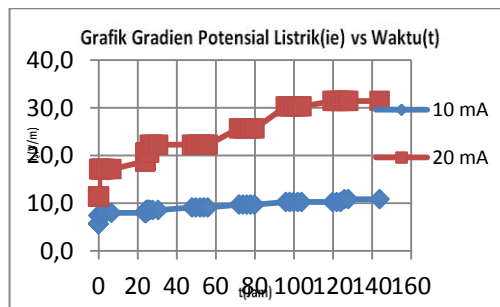


Konsolidasi Tanah Lunak Dibawah Pengaruh Gejala Elektroosmosis Pada Skala Laboratorium Dengan Modifikasi Formasi Elektroda (Risno)

Grafik 4.5: Grafik Perbandingan konduktivitas terhadap waktu Pre loading 144 jam+arus 10 mA dan 20 mA.



Grafik 4.6: Grafik Perbandingan konduktivitas terhadap waktu Pre loading 144 jam+arus 10 mA dan 20 mA.



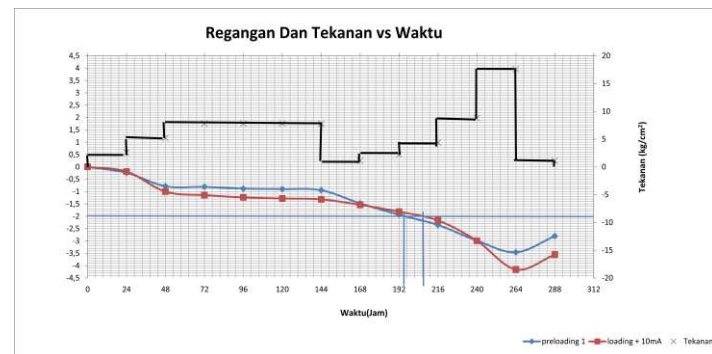
Tabel 4.3. Nilai C_c , dan C_v pada tipe pengujian konsolidasi tanah dengan atau tanpa elektroosmosis.

Tipe Pengujian Konsolidasi Tanah		
	C_c	C_v
Konsolidasi	0,124	3,6 E-03
Konsolidasi dengan 144 Jam (Pre-Loading)	0,133	2,25 E-02
Konsolidasi dengan 144 Jam (Pre-Loading)	0,140	8,8 E-03
Konsolidasi dengan 144 Jam (Pre-Loading) + Elektroosmosis 10mA	0,102	4,2 E-03
Konsolidasi dengan 144 Jam (Pre-Loading) + Elektroosmosis 20mA	0,096	2,75 E-02

Tabel 4.4 Nilai regangan dan tekanan (pada pengujian konsolidasi 144 jam(preloading) dengan atau tanpa elektroosmosis

No.	Waktu (jam)	Tekanan (kg/cm ²)	Konsolidasi dengan 144 Jam (Pre-Loading)	Konsolidasi dengan 144 Jam (Pre-Loading) + Elektroosmosis 10mA
			Regangan, ϵ (%)	
1	0	0	0	0
2	24	0,0147	0,241	0,189
3	48	0,0294	0,783	1,001
4	72	0,044	0,809	1,143
5	96	0,044	0,879	1,234
6	120	0,044	0,898	1,280
7	144	0,044	0,945	1,314
8	168	0,00625	1,477	1,537
9	192	0,0125	1,939	1,814
10	216	0,025	2,354	2,169
11	240	0,05	2,987	2,994
12	264	0,1	3,457	4,156
13	288	0,00625	2,803	3,553

Grafik 4.7: Grafik regangan dan tekanan terhadap waktu Pre loading 144 jam+arus 10 mA

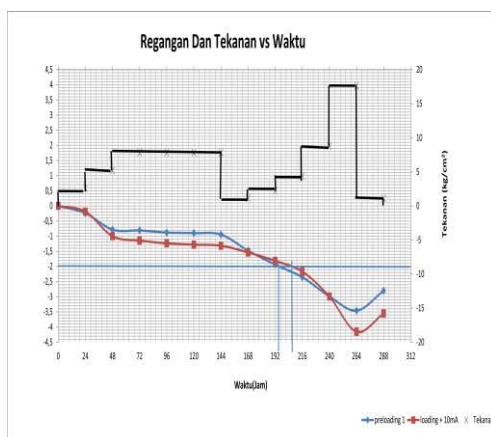


JURNAL TEKNIK SIPIL UNTAN

Tabel 4.4 Nilai regangan dan tekanan (pada pengujian konsolidasi 144 jam(preloading) dengan atau tanpa elektroosmosis

No.	Waktu (jam)	Tekanan (kg/cm ²)	Konsolidasi dengan 144 Jam (Pre-Loading)	Konsolidasi dengan 144 Jam (Pre-Loading) + Elektroosmosis 20mA
			Regangan, ϵ (%)	
1	0	0	0	0
2	24	0,0147	0,241	0,237
3	48	0,0294	0,783	1,087
4	72	0,044	0,809	1,2
5	96	0,044	0,879	1,282
6	120	0,044	0,898	1,382
7	144	0,044	0,945	1,441
8	168	0,00625	1,477	1,851
9	192	0,0125	1,939	2,160
10	216	0,025	2,354	2,417
11	240	0,05	2,987	3,006
12	264	0,1	3,457	4,269
13	288	0,00625	2,803	3,812

Grafik 4.8: Grafik regangan dan tekanan terhadap waktu Pre loading 144 jam+ arus 20 mA



Maka dari hasil perbandingan di atas, didapat

1. Pada pengujian konsolidasi dengan 144 jam(preloading) ditambah arus10mA efisiensi waktu yang diperoleh sebesar 4,33%.
2. Pada pengujian konsolidasi dengan 144 jam(preloading) ditambah arus20mA efisiensi waktu yang diperoleh sebesar 8,63%.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat di simpulkan bahwa pengaruh gejala elektroosmosis mempercepat waktu konsolidasi, perubahan indeks pemampatan (C_c) lebih kecil yang mana untuk arus 10mA 23,31% dan 20mA 27,81 %. Dilihat dari tekanan dan regangan menggunakan elektroosmosis lebih cepat penurunannya dengan konsolidasi biasa. Terdapat efisiensi waktu pemampatan pada konsolidasi dengan pengaruh elektroosmosis.

6. SARAN

Diadakan penelitian lebih lanjut tentang metode elektroosmosis dengan mengalirkan arus listrik yang bervariasi, dengan banyaknya jumlah pengujian tiap masing-masing tipe pengujian.

Besarnya konsumsi energy listrik dan juga biaya yang diperlukan masih memerlukan kajian dan penelitian baik itu dilaboratorium maupun skala penuh dilapangan.

Perlu diadakan penelitian lebih lanjut secara langsung dilapangan mengenai uji elektroosmosis.

7. UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih yang sebesar-besarnya kepada Bapak DR.rer-nat. Ir. R. M.Rustamaji S,MT dan kepada Bapak Ir. Ahmad Faisal DEA selaku pembimbing dalam penyelesaian penelitian ini.

Daftar Pustaka

- Abriadi, Dirga. 2007. *Studi Eksperimental Pengaruh Konfigurasi Elektroda Pada Metode Stabilisasi Elektroosmosis Terhadap Sifat Fisis Dan Mekanis Tanah Lunak Pontianak*. Skripsi, Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura, Pontianak.
- Elfira, Tika. 2009. *Mekanisme Aliran Elektroosmotik Pada Tanah Lunak Pontianak Di Bawah Pengaruh Medan Listrik*. Skripsi. Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura. Pontianak.
- Saputra, Nurhadi. 2009. *Perbaikan Kuat Geser Tanah Lunak Pontianak Dengan Cara Eektroosmotik Dewatering*. Skripsi. Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura. Pontianak.
- Sepriawan, Muhar 2012. *Studi Pemampatan Tanah Lunak Pontianak Dengan Pengaruh Gejala Elektroosmosis*. Skripsi. Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura. Pontianak
- Das, Braja M., 1995, *Mekanika Tanah (Prinsip-Prinsip Rekayasa Geoteknis)*, Jilid 1, Erlangga, Jakarta.
- Hausmann, Manfred R. 1990. *Engineering Principles of Ground Modification*. McGraw-Hill International Editions. Singapore
- Ozkan, S., Gale, R.J., and Seals, R.K. 1999. Electrokinetic Stabilization of Kaolinite by Injection of Al^+ and PO_4^{3-} Ions. *Ground Improvement* 3, pp. 135-144
- Probstein, R.F. and Hiks, R.E. 1993. Removal of Contaminants from Soils by Electric Field. *Science* 260, pp. 498-503
- Rustamaji, R. M. 2007. *Ground Improvement Using Electro-Chemical Injection, Mitteilungen zur Ingeniurgeologie und Hydrogeologie, Lehrstuhl For Ingeniurgeologie und Hydrogeologie RWTH-Aachen, Druck und verlag Maintz. Aachen-Germany*