

# Percepatan Konsolidasi Dengan Menggunakan Horizontal Drain

Pentagon F.P. Kirihio<sup>1</sup>, Steeva G. Rondonuwu<sup>2</sup>, O. B. A. Sompie<sup>3</sup>

Teknik Sipil Universitas Sam Ratulangi Manado, Jl. Kampus Bahu-Unsrat Manado, 95115

<sup>1</sup>pentagerald@gmail.com; <sup>2</sup>steeva\_rondonuwu@yahoo.com; <sup>3</sup>bsompie@yahoo.com

**Abstrak** - *Horizontal drain merupakan salah satu cara mempercepat proses konsolidasi pada tanah. Kecepatan konsolidasi merupakan hal penting pada tanah yang memerlukan waktu lama untuk mencapai penurunan. Penelitian ini dilakukan untuk menunjukkan bahwa penggunaan drain bisa menjadi salah satu solusi percepatan konsolidasi pada tanah yang memerlukan waktu lama untuk mencapai penurunan yang di inginkan seperti penurunan pada tanah lempung. Danau Tondano merupakan lokasi penelitian yang dipilih karena jenis tanah pada lokasi tersebut merupakan tanah lempung lunak. Penelitian ini dibatasi pada perbedaan percepatan konsolidasi dengan tanpa penggunaan horizontal drain serta penggunaan bahan campuran berupa semen Portland. Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan penggunaan horizontal drain dan bahan campuran membuat nilai  $C_c$  berubah dari 1.8 (tanah asli) meningkat menjadi 2.1 (Horizontal drain) dan 2.5 (Horizontal drain + semen 2%)*

**Kata kunci** — *odometer, konsolidasi, horizontal drain, penurunan*

## I. PENDAHULUAN

Salah satu jenis tanah yang banyak di jumpai di belahan bumi adalah tanah lunak, sama halnya dengan tanah yang terdapat di beberapa wilayah Indonesia. Tanah lempung sendiri adalah salah satu contoh dari jenis tanah lunak tersebut. Tanah lunak adalah jenis tanah yang sifatnya kurang mendukung untuk konstruksi, karena tanah tersebut mempunyai sifat kembang susut yang tinggi dan permeabilitas rendah, tanah hasil kerukan Danau Tondano Provinsi Sulawesi Utara merupakan salah satu contoh dari tanah yang mempunyai sifat-sifat tersebut.

Penelitian ini diharapkan bisa menjadi salah satu referensi awal, dalam penggunaan material kerukan sebagai timbunan, sehingga mampu membantu dalam mengurangi sedimentasi yang terjadi di Danau Tondano, namun tentu saja penggunaan material kerukan berupa tanah lempung lunak ini

Pentagon F. P. Kirihio adalah mahasiswa tingkat akhir jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sam Ratulangi Manado pada minat Geoteknik (email : pentagerald@gmail.com);

Steeva G. Rondonuwu adalah dosen jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sam Ratulangi pada rumpun Geoteknik (email : steeva\_rondonuwu@yahoo.com)

O. B. A. Sompie adalah dosen jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sam Ratulangi dan guru besar pada Geoteknik (email : bsompie@yahoo.com)

membutuhkan waktu yang tidak cepat akibat permeabilitas yang relatif rendah.

Penurunan konsolidasi pada tanah lempung yang membutuhkan waktu lama ini bisa diatasi dengan penggunaan *horizontal drain*, pemasangan *drain* berguna untuk mempercepat proses konsolidasi dengan cara memperpendek lintasan pengaliran air, sehingga dengan waktu konsolidasi yang lebih cepat diharapkan dapat membantu proses konstruksi dan pembangunan yang berada di lokasi-lokasi yang terdapat tanah lunak.

Adapun beberapa cara untuk metode perbaikan tanah lunak yang sudah banyak dilakukan termasuk evaluasi untuk mempercepat proses konsolidasi dalam meningkatkan kuat geser tanah, diantaranya dengan menambah beban timbunan (*surcharge load*), menaikkan tegangan efektif dengan memperkecil tekanan air pori.

## II. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan material kerukan Danau Tondano, yang diambil di Desa Watumea Kecamatan Eris. Dari hasil pengujian laboratorium untuk sifat fisik tanah dilakukan pemeriksaan kadar air ( $w$ ), berat jenis tanah ( $\gamma$ ), batas cair (LL), batas plastis (PL) dan analisis diperoleh indeks properti tanah seperti ditunjukkan pada Tabel 1, sedangkan kurva distribusi ukuran butiran dinyatakan dalam Gambar 2.



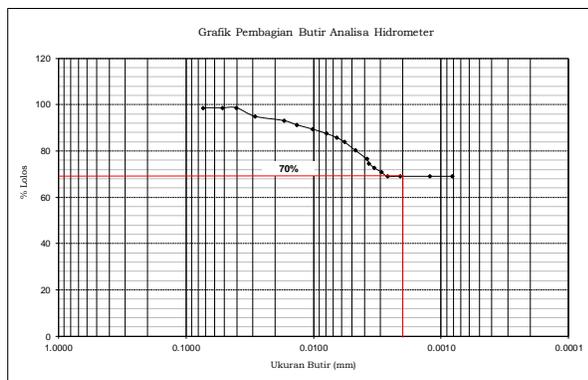
Gambar 1. Lokasi Penelitian

Dari hasil pemeriksaan pada Tabel 2 dan pengujian distribusi ukuran butiran pada Gambar 2, tanah tersebut dikategorikan lempung lunak.

Metode dan tahapan penelitian diawali dengan melakukan observasi lapangan dan melakukan perencanaan kerangka kerja penelitian sebagai awal sebelum proses pengambilan dan berlangsung.

TABEL 1  
INDEKS PROPERTI TANAH

Kadar Air w (%)	Berat Jenis $\gamma$ (gr/m <sup>3</sup> )	Batas Cair LL (%)	Batas Plastis PL (%)
120.94	2.4	92.5	56



Gambar 2. Kurva Distribusi Ukuran Butiran

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian konsolidasi satu dimensi dengan menggunakan oedometer.

Pengujian konsolidasi satu dimensi dengan menggunakan oedometer dilakukan dengan mengikuti standar ASTM. Penambahan beban dilakukan setiap 24 jam sejak pembebanan awal, secara berurutan 1, 2, 4, 8, 16 dan 32 kg hasil pengujian ditampilkan dalam grafik hubungan penurunan dan waktu.

Dalam penelitian ini digunakan alat oedometer dengan beberapa simulasi percobaan yaitu :

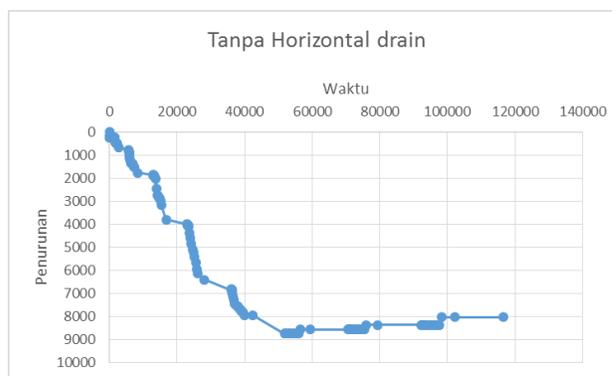
- Percobaan oedometer tanpa horizontal drain
- Percobaan oedometer dengan menggunakan drain
- Percobaan oedometer dengan penambahan bahan campuran

Grafik pada Gambar 3 digunakan untuk menentukan waktu dari derajat konsolidasi.

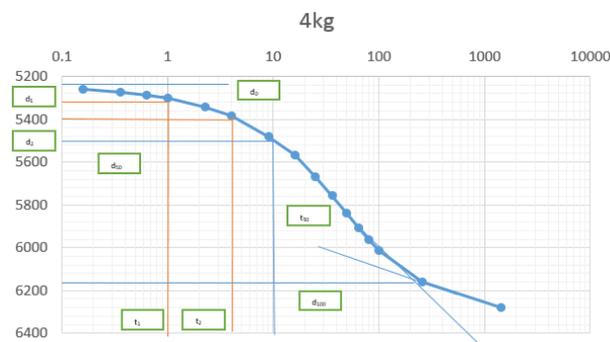
Kecepatan penurunan konsolidasi dapat dihitung dengan menggunakan koefisien konsolidasi Cv. Derajat konsolidasi pada sembarang waktu dapat ditentukan dengan menggambarkan grafik hubungan penurunan dan waktu untuk satu beban tertentu.

TABEL 2  
PEMBACAAN DIAL ODOMETER

	1	2	4	8	16	32	8	2	1
	0.25	0.5	1.0	2.0	4.0	8.0	2	0.5	0.25
0	0	240	770	1851	4000	6800	8750	8550	8364
0.16	206	245	830	1873	4029	6820	8750	8550	8364
0.36	208	248	880	1884	4044	6840	8750	8550	8364
0.64	209	251	940	1896	4059	6880	8750	8550	8364
1	209	267	952	1907	4073	6980	8750	8550	8364
2.25	210	274	984	1935	4098	7145	8750	8550	8364
4	212	288	1152	1964	4400	7280	8750	8550	8364
9	220	400	1258	2020	4590	7460	8750	8550	8364
16	224	422	1350	2450	4830	7520	8750	8550	8364
25	226	452	1358	2724	5102	7550	8750	8550	8364
36	228	454	1366	2766	5200	7624	8750	8550	8364
49	230	480	1382	2830	5410	7702	8750	8550	8364
64	232	484	1392	2890	5676	7766	8750	8550	8364
81	234	502	1478	2990	5970	7810	8750	8550	8364
100	236	522	1521	3152	6120	7936	8566	8364	8035
256	240	684	1772	3800	6412	8720	0	0	0
1440	240	770	1851	4000	6852	8750	8566	8364	0



Gambar 3. Hubungan Penurunan Dan Waktu



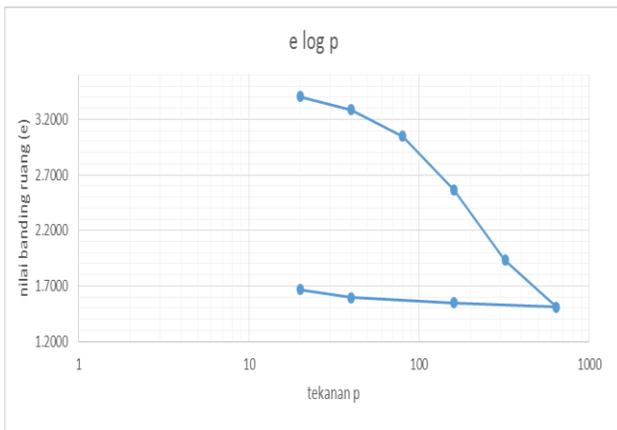
Gambar 4. Derajat Konsolidasi ( $t_{50}$ )

TABEL 3  
TABEL HASIL PERHITUNGAN  $t_{50}$

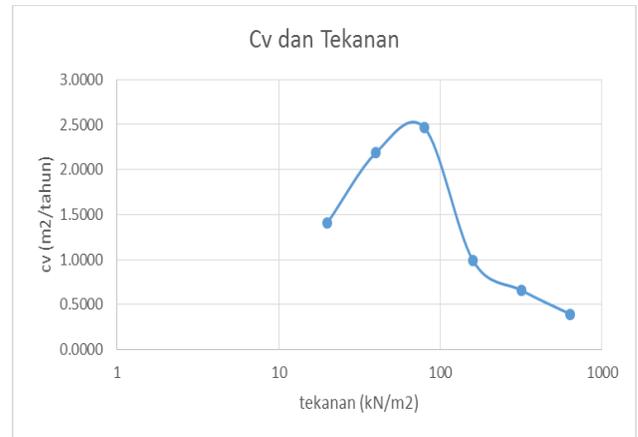
	1 Kg	2 Kg	4 Kg	8 Kg	16 Kg	32 Kg
t1	1	1	1	4	1	1
t2	4	4	4	16	4	4
d1	209	230	930	1900	4100	7000
d2	212	300	1100	2300	4400	7300
d0	206	160	760	1500	3800	6700
d100	239	690	1780	3800	6400	8700
d50	222.5	425	1270	2650	5100	7700
t50	13	9	8	20	30	50

TABEL 4  
HASIL PERHITUNGAN  $e$  VS  $\log p$  DAN  $C_v$

No beban	Angka Put				Koefisien Kompressibilitas Volume				Koefisien Konsolidasi				
	Tekanan p (kN/m <sup>2</sup> )	Penurunan $U$ (%)	$de = F \cdot lb$	$e_0 - e$	Perubahan Invertental		$e = e_0 - C_v \cdot \log(p/1000) + e_c$		$t_{50}$	H	H <sup>2</sup>	$C_v$	Koefisien permeabilitas
					$e$	$\Delta e$	$e = e_0 - C_v \cdot \log(p/1000) + e_c$	$\Delta e$					
1	0	0.0000	0.0000	3.4600									
2	20	0.2400	0.0535	3.4065	0.0535	20.0000	4.4065	0.6075	14.0	19.76	10.00	1.4070	26.49
3	40	0.7700	0.1717	3.2883	0.1183	40.0000	4.3883	0.6993	9.0	19.29	10.00	2.1899	46.75
4	80	1.6510	0.4128	3.0472	0.2411	80.0000	4.0472	0.7445	8.0	18.15	10.00	2.4829	56.94
5	160	4.0000	0.8810	2.5660	0.4791	160.0000	3.5660	0.8395	20.0	15.00	10.00	0.9858	25.63
6	320	6.8520	1.5200	1.9920	0.6560	320.0000	2.9920	0.6719	30.0	13.15	10.00	0.6567	13.80
7	640	8.7900	1.9515	1.5085	0.4225	640.0000	2.5085	0.3636	30.0	11.25	10.00	0.1940	3.22
8	160	0.6660	1.9100	1.5940	-0.0410	-160.0000							
9	40	0.3640	1.8650	1.5940	-0.0450	-40.0000							
9	20	0.0350	1.7910	1.6620	-0.0740	-20.0000							

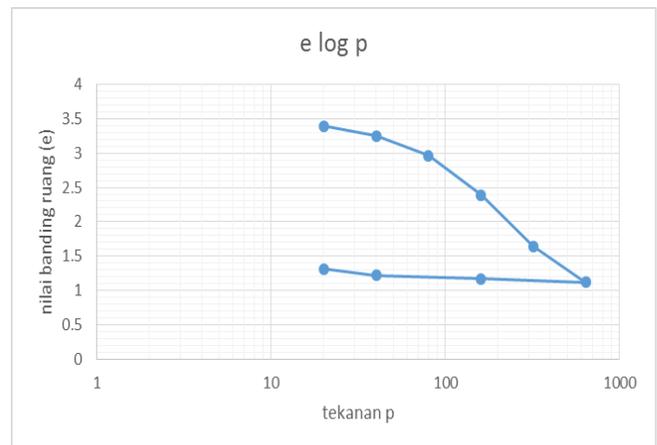


Gambar 5. Grafik Hubungan  $e$  dan  $\log p$  (Tanah Asli)

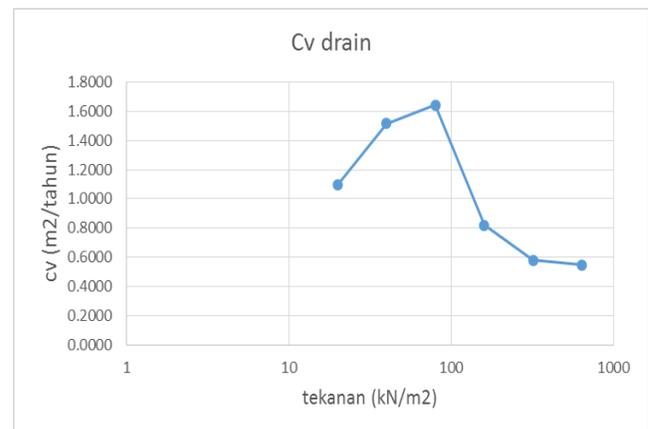


Gambar 6. Grafik Hubungan  $C_v$  dan Tekanan (Tanah Asli)

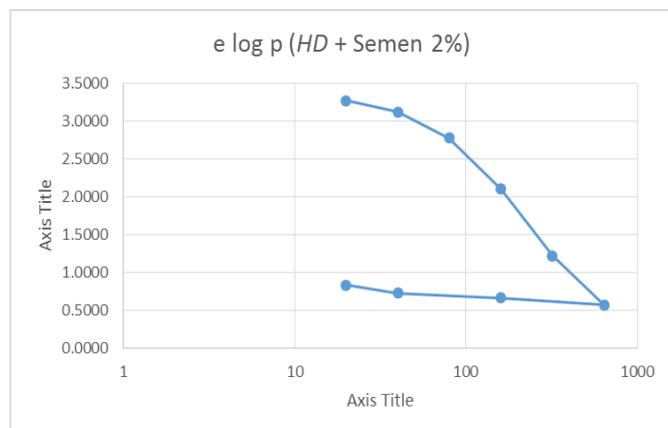
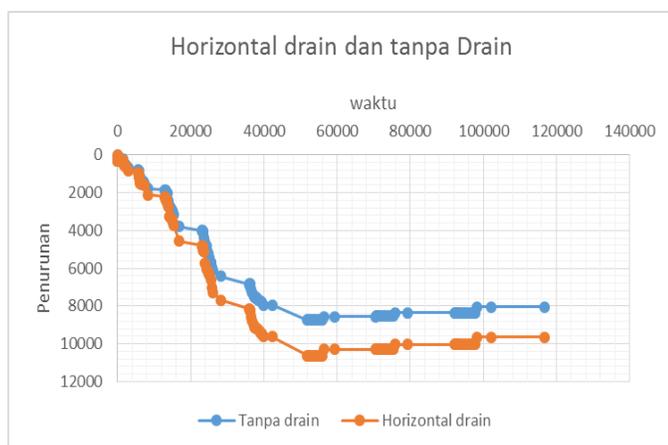
Perhitungan yang sama dilakukan pada percobaan konsolidasi dengan menggunakan *drain* dan juga *horizontal drain* + semen 2% hingga menghasilkan grafik hubungan  $e$  dan  $\log p$ .



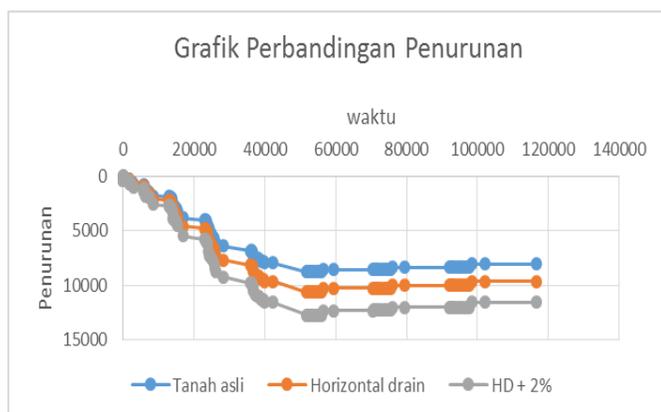
Gambar 7. Grafik Hubungan  $e$  dan  $\log p$  dengan Horizontal Drain



Gambar 8. Grafik Hubungan  $C_v$  dan Tekanan

Gambar 9. Grafik Hubungan  $e$  dan  $\log p$  (Horizontal Drain + Semen 2%)

Gambar 10. Grafik Hubungan Waktu Terhadap Penurunan pada Tanah Asli dan Tanah dengan Horizontal Drain



Gambar 11. Grafik Perbandingan Penurunan Terhadap Waktu pada Tanah Asli, Tanah dengan Horizontal Drain dan Tanah dengan Horizontal Drain + Semen 2%

Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan penggunaan horizontal drain dan bahan campuran membuat nilai  $C_c$

berubah dari 1.19 (tanah asli) meningkat menjadi 1.41 (Horizontal drain) dan 1.68 (Horizontal drain + semen 2%). Dari hasil pengujian diperoleh bahwa proses konsolidasi lebih cepat terjadi pada konsolidasi menggunakan horizontal drain. Dari hasil penelitian ini dapat memberikan kontribusi pada perbaikan tanah lunak dengan maksud untuk mempersingkat waktu konsolidasi yaitu dengan menggunakan horizontal drain.

Dengan cara yang sama pengujian ini dilakukan dengan menggunakan geotekstil. Percobaan ini dilakukan untuk melihat kecepatan konsolidasi dengan menggunakan horizontal drain lebih besar dibandingkan tidak horizontal drain.

#### IV. KESIMPULAN

Kontribusi pada perbaikan tanah lunak bermaksud untuk mempersingkat waktu konsolidasi yaitu dengan menggunakan horizontal drain dan untuk melihat kecepatan konsolidasi dengan dan tanpa menggunakan horizontal drain. Pengujian konsolidasi mengikuti standar ASTM dan pola pembebanan 10 kPa/10 menit untuk membandingkan penurunan akhir dari tiap-tiap pengujian. dilakukan pada tanah lunak dengan dan tanpa horizontal drain. Dari hasil pengujian diperoleh bahwa proses konsolidasi lebih cepat terjadi pada konsolidasi menggunakan horizontal drain. disimpulkan bahwa dengan menggunakan horizontal drain proses konsolidasi menjadi lebih cepat daripada tidak menggunakan horizontal drain. Hal itu terlihat dari peningkatan nilai  $CC$  dari 1.8 (tanah asli) menjadi 2.5 (Horizontal drain + semen 2%).  $C_v$  (koefisien konsolidasi) mengalami peningkatan dari 2.4 (tanah asli) menjadi 6.5 (Horizontal drain + semen 2%)

#### V. KUTIPAN

##### A. Buku

- [1] R.F. Craig, *Mekanika Tanah*. Jakarta: Erlangga, 1993.
- [2] Braja M. Das, *Mekanika Tanah (Prinsip-prinsip Rekayasa Geoteknik) Jilid 1*. Surabaya: Erlangga, 1995..
- [3] Herman, *Buku Ajar Mekanika Tanah, Pertemuan IV - Konsolidasi*. 2016
- [4] E. S. Hanggari, *Fungsi Strategis Danau Tondano – Perubahan Ekosistem dan Masalah Yang Terjadi*. Jakarta: Pusat Teknologi Lahan Kawasan dan Mitigasi Bencana, Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi, 2008.
- [5] L.D. Wesley, *Mekanika Tanah Untuk Tanah Endapan Dan Residu*. Yogyakarta: ANDI, 2012.
- [6] A. D. Sarasi, *Teknik Perbaikan Tanah Lunak*. Medan: Universitas Sumatera Utara, 2014.

##### B. Jurnal

- [7] J.C. Chai, Steeva G. Rondonuwu, "Surcharge Load Rate For Minimizing Lateral Displacement of PVD Improved Deposit With Vacuum Pressure", Department of Civil Engineering and Architecture, Saga University, Japan, 2015.
- [8] Steeva G. Rondonuwu, dkk, "Prediction of The Stress State and Deformation of Soil Deposit Under Vacuum Pressure", dalam *Transportation Geotechnics*, Vol. 6, Hal. 75-83, 2016.

- [9] Steeva G. Rondonuwu, dkk, "Minimizing Lateral Displacement of Clayey Deposit Under Combined Vacuum and Surcharge Loads", dalam *Tunneling and Underground Construction*, GSP 242, ASCE, 2014.

*C. Skripsi*

- [10] H. Ikratul, "Studi Analisis Penurunan Tanah Lempung Lunak Dan Tanah Organik Menggunakan Pemodelan Matras Beton Bamboo Dengan Tiang", Skripsi, Universitas Lampung, Bandar Lampung, 2016.
- [11] S. E. Putro, "Studi Parameter Komperensi Pada Tanah Lunak Di Madura", Skripsi, Universitas Indonesia, Depok. 2010.