

KONTSI 2019
TSI-II

Konferensi Nasional Teknik Sipil
dan Infrastruktur 2 2019



Prosiding

**PROSIDING KONFERENSI NASIONAL TEKNIK SIPIL DAN
INFRASTRUKTUR-II 2019**

Editor:

Willy Kriswardhana, S.T., M.T.

Rendra Suprobo Aji, S.T., M.T., CAPM.

Yuliana Sukarmawati, S.T., M.T.

Hafi Anshori Ramadhani

Muhammad Alfian Nasril B.

Ifna Nabila

Alfiani Nur Kholisah

Penerbit:

UPT Percetakan & Penerbitan Universitas Jember

ISBN : 978-623-7226-69-7

Redaksi:

Jl. Kalimantan 37

Jember 68121

Telp 0331-330224, Voip 00319

e-mail: upt-penerbitan@unej.ac.id

Distributor Tunggal:

UNEJ Press

Jl. Kalimantan 37

Jember 68121

Telp 0331-330224, Voip 00319

e-mail: upt-penerbitan@unej.ac.id

Hak Cipta dilindungi Undang-Undang. Dilarang memperbanyak tanpa ijin tertulis dari penerbit, sebagian atau seluruhnya dalam bentuk apapun, baik cetak, *photoprint*, maupun *microfilm*.

KONTSI-II 2019

Konferensi Nasional Teknik Sipil dan Infrastruktur ke-2 2019

Prosiding

Inovasi Teknologi Infrastruktur Berkelanjutan dalam Menghadapi Era Industri 4.0

Editor :

Willy Kriswardhana, ST., MT.

Rendra Suprobo Aji, S.T., M.T., CAPM.

Yuliana Sukarmawati, S.T., M.T

Hafi Anshori Ramadhani

Muhammad Alfian Nasril B.

Ifna Nabila

Alfiani Nur Kholisah

Isi makalah diluar tanggung jawab editor dan penerbit

Diselenggarakan oleh :

Jurusan Teknik Sipil

Fakultas Teknik

Universitas Jember

Jl. Kalimantan No. 37, Kampus Tegal Boto, Jember

Tlp. 0331-484977

Susunan Panitia KONTSI-II 2019

Penanggungjawab

Dekan Fakultas Teknik Universitas Jember

Ketua Jurusan Fakultas Teknik

Panitia Pelaksana

Ketua : Dr. Anik Ratnaningsih, S.T., M.T.

Sekretaris : Noven Pramitasari, S.T., M.T.
Firdha Lutfiatul Fitria, S.Si., M.T.

Bendahara : Wiwik Yunarni W., S.T., M.T.
Ratih Novi Listyawati, S.T., M.Eng
Rindang Alfiah, S.T., M.T.

Seksi Kesekretariatan

Willy Kriswardhana, S.T., M.T.

Rendra Suprobo Aji, S.T., M.T.

Yuliana Sukarmawati, S.T., M.T.

Hafi Anshori Ramadhani

Muhammad Alfian Nasril B.

Ifna Nabila

Alfiani Nur Kholisah

Seksi Acara

Dr. Rr. Dewi Junita K., S.T., M.T.

Winda Tri Wahyuningtyas, S.T., M.T.

Rizvan Amri Auzan

Bella Sukma Candradewi

Ainal Akbar

Septiya Indira Monicasari

Amalia Martha Sukmana

Seksi Perlengkapan

Paksitya Purnama Putra, S.T., M.T.

Fahir Hassan, S.T., M.T.

Audiananti Meganandi K., S.Si., M.T.

Galang Kharisma M. N.

Gillang Krisna Wijaya

Abdurrahman Farcha Alifi

M. Zakaria Al Ansori

Adex Laksmi Dewi

Rizqi Choirul Wahdana

Ricky Fajar Saputra

Seksi Makalah dan Publikasi

Dr. Gusfan Halik, S.T., M.T.

Retno Utami Agung Wiyono, S.T., M.Eng., Ph.D

Fanteri Aji Dharma Suparno, S.T., M.S.

Seksi Dana dan Sponsor

Syamsul Arifin, S.T., M.T.

Dr. Anik Ratnaningsih, S.T., M.T.

Seksi Humas dan Dokumentasi

Ivan Agusta Farizkha, S.T., M.T.

Nur Faizin, S.Si., M.Si.

Annisa Dwi Cahyani

Royyan Zuhdi Arrifqi

Abdullah Habib

Ryan Akbar Pratama

Nurina Awanis

Seksi Konsumsi

Yuniartie Ardha, S.Pi

Komite Ilmiah

Sri Wahyuni, S.T., M.T., Ph.D (Universitas Brawijaya)

Dian Sisinggih, S.T., M.T., Ph.D (Universitas Brawijaya)

Tri Joko Wahyu Adi, S.T., M.T., Ph.D (ITS)

IDAA Warmadewanthi, S.T., M.T., Ph.D (ITS)

Adjie Pamungkas, S.T., M.Dev.Plg., Ph.D. (ITS)

Dr. Gusfan Halik, S.T., M.T. (Universitas Jember)

Dr. Anik Ratnaningsih, S.T., M.T. (Universitas Jember)

Retno Utami Agung Wiyono, S.T., M.Eng, Ph.D (Universitas Jember)

Dr. Ir. Krisnamurti, M.T. (Universitas Jember)

Dr. Ir. Entin Hidayah, M.UM (Universitas Jember)

Dr. Rr. Dewi Junita K., S.T., M.T. (Universitas Jember)

Dr. Yeny Dhokhikah, S.T., M.T. (Universitas Jember)

Ir. Hernu Suyoso, M.T. (Universitas Jember)

Indra Nurtjahjaningtyas, S.T., M.T. (Universitas Jember)

Willy Kriswardhana, S.T., M.T. (Universitas Jember)

Anita Trisiana, S.T., M.T. (Universitas Jember)

Luthfi Amri Wicaksono, S.T., M.T. (Universitas Jember)

Wiwik Yunarni W., S.T., M.T. (Universitas Jember)

Firdha Lutfiatul Fitria, S.Si., M.T. (Universitas Jember)

Paksitya Purnama Putra, S.T., M.T. (Universitas Jember)

Akhmad Hasanuddin, S.T., M.T. (Universitas Jember)



DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
PANITIA PENYELENGGARA	iv
SAMBUTAN DEKAN FAKULTAS TEKNIK	vii
SAMBUTAN KETUA JURUSAN TEKNIK SIPIL	viii
SAMBUTAN KETUA PANITIA KONKURS –II 2019	ix
REKAYASA GEOTEKNIK	HAL
ANALISIS POTENSI GERAKAN TANAH DI DESA SIRNARESMI KABUPATEN SUKABUMI <i>Josua Kelpin Nauli and Yukiko Vega Subagio</i>	G-1
PERBAIKAN TANAH LUNAK DENGAN METODE PRELOADING KOMBINASI PVD DAN PHD BERDASARKAN DATA ANALISA BALIK (STUDI KASUS: PROYEK PPKA 4, SUMATERA SELATAN) <i>Muhammad Irsan Marwanda Bachtiar, Indra Nurtjahjaningtyas and Paksitya Purnama Putra</i>	G-11
UPAYA UNTUK MENINGKATKAN KUAT TEKAN TANAH LATERIT DENGAN MEMANFAATKAN KAPUR PADAM DAN SEMEN PORTLAND KOMPOSIT <i>Franky E. P. Lopian</i>	G-21
PEMANFAATAN BATU KAPUR UNTUK MENINGKATKAN KUAT TEKAN CAMPURAN TANAH LATERIT YANG DIKAT OLEH PASTA SEMEN PORTLAND KOMPOSIT <i>Franky E. P. Lopian</i>	G-29
ACCURACY TEST FOR THE PLANNING MAP OF HOUSING AREA USING UAV AND GEODETIC <i>Fajar Maulana</i>	G-35
GEOTECHNICAL INSTRUMENTS FOR BACK ANALYSIS ON SOFT SOIL IMPROVEMENT USING PRELOADING METHOD <i>Danil Bayu Suwiryono, Indra Nurtjahjaningtyas and Paksitya Purnama Putra</i>	G-41
PERBANDINGAN PERHITUNGAN DAYA DUKUNG PONDASI BORED PILE MENGGUNAKAN PROGRAM ALLPILE V6.52 DENGAN METODE EMPIRIS O'NEIL DAN REESE (STUDI KASUS: PROYEK TRANS ICON SURABAYA) <i>Riantri Hidayat and Indra Nurtjahjaningtyas</i>	G-51
KOMPARASI DAYA DUKUNG PONDASI BORED PILE DENGAN METODE EMPIRIS TERHADAP STATIC LOADING TEST <i>Shofana Elfa Hidayah and Indra Nurtjahjaningtyas</i>	G-61
REINFORCMENT WITH GEOTEXTILE AND SHEET PILE IN LANDSLIDE SLOPE (CASE STUDY OF KEMUNINGLOR ARJASA VILLAGE, JEMBER REGENCY) <i>Mohammad Fathoni, Indra Nurtjahjaningtyas and Paksitya Putra</i>	G-71

Perbaikan Tanah Lunak Dengan Metode Preloading Kombinasi PVD dan PHD Berdasarkan Data Analisa Balik (Studi Kasus: Proyek PPKA 4, Sumatera Selatan)

Soft Soil Improvement with Preloading Combination PVD and PHD Method Based On Back Analysis Data (Case Study: PPKA 4 Project, South Sumatera)

Muhammad Irsan Marwanda Bachtiar^a, Indra Nurtjahjanigtyas^b, Paksitya Purnama Putra^c

^aMahasiswa Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Jember, Jl. Kalimantan 37 Jember, email: irsanbachtiar@@gmail.com

^bStaf Pengajar Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Jember, Jl. Kalimantan 37 Jember, email: indra.nurtj@gmail.com

^cStaf Pengajar Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Jember, Jl. Kalimantan 37 Jember, email: paksitya.putra@unej.ac.id

ABSTRAK

Proyek Pembangunan Jalan Tol Pematang Panggang – Kayu Agung Zona 4 (PPKA 4) merupakan salah satu zona dari Proyek Pembangunan Trans Sumatera yang menghubungkan Provinsi Nanggroe Aceh Darussalam (NAD) hingga Provinsi Lampung. Namun, jenis tanah berupa tanah lempung lunak menjadi problema pada pembangunan ruas jalan tol. Dengan kompresibilitas tinggi dan daya dukung rendah, sangat tidak mungkin untuk pembangunan ruas jalan tol dilakukan tanpa dilakukannya perbaikan tanah terlebih dahulu. Maka dari itu pihak kontaktor melakukan perencanaan Preloading kombinasi PVD dan PHD sebagai pilihan metode perbaikan tanah. Realitanya, hasil monitoring lapangan menunjukkan penurunan tanah yang terjadi sangat jauh berbeda dengan hasil perencanaan sebelumnya. Menggunakan data penurunan yang ada dilakukanlah analisa balik sehingga diperoleh parameter tanah baru yaitu Koefisien Konsolidasi Arah Horizontal (Ch), Koefisien Kompresibilitas Volume (mv), Permeabilitas Tanah Arah Vertikal (kv), dan Indeks Kompresi (Cc). Selanjutnya, dilakukan perencanaan berdasarkan parameter tanah baru guna menganalisa kebutuhan Preloading, PVD dan PHD yang lebih efisien dan akurat. Pada akhirnya akan ditemukan perbedaaan antara perencanaan awal dan perencanaan berdasarkan data hasil analisa balik. Berdasarkan data analisa balik, pada modul *Preloading* (STA 179 + 400 sampai dengan STA 179 + 550) didapatkan H_{Total} setinggi 4.4 m. Di modul ini pula dipasang 2879 titik *Prefabricated Vertical Drains* (PVD) dengan pola pemasangan segitiga berjarak 1.5 m sedalam 10 m. Sedangkan *Prefabricated Horizontal Drain* (PHD) dipasang sebanyak 101 titik aliran menyesuaikan pola dan jarak *Prefabricated Vertical Drains* (PVD) yang dipasang.

Kata kunci: Analisa Balik, Perbaikan Tanah, Preloading, PVD, PHD

ABSTRACT

Pematang Panggang - Kayu Agung Toll Road Project Zone 4 (PPKA 4) is one of the zones of the Trans Sumatra Development Project that connects the Province of Nanggroe Aceh Darussalam (NAD) to Lampung Province. However, the type of soil is a problem in the construction of toll roads. With high compressibility and low bearing capacity, it is very unlikely that the construction of toll roads will be constructed without soil improvement being carried out first. So, the contactor planned a Preloading combination PVD and PHD as a choice of soil improvement methods. In reality, the results of monitoring showed that the settlement occurred is very different from the results of previous planning. Using the existing settlement data, a back analysis is done to find new soil parameters, such as the Horizontal Direction (Ch) Consolidation Coefficient, Volume Compressibility Coefficient (mv), Vertical Direction Soil Permeability (kv), and Compression Index (Cc). Furthermore, planning is carried out based on new soil parameters to analyze the requirements of Preloading, PVD and PHD which are more efficient and accurate. In the end it will be found the difference between initial planning and planning based on back analysis data. Based on back analysis data, the Preloading module (STA 179 + 400 - STA 179 + 550) found a total H was 4.4 m. In this module 2879 points of Prefabricated Vertical Drains (PVD) were also installed with a triangular pattern of 1.5 m distance and 10 m depth. While Prefabricated Horizontal Drain (PHD) was installed as many as 101 flow points adjusting the pattern and distance of Prefabricated Vertical Drains (PVD) installed.

Keywords: Back Analysis, Soil Improvement, Preloading, PVD, PHD

PENDAHULUAN

Tanah lempung lunak lempung lunak merupakan problema pra konstruksi yang sering terjadi pada pembangunan insfrastruktur di Indonesia. Salah satunya terjadi pada area *Preloading* Proyek Pembangunan Jalan Tol Pematang Panggang – Kayu Agung Zona 4. Tanah lempung lunak memiliki kompresibilitas tinggi dan daya dukung rendah. Hal ini akan menimbulkan resiko kerusakan yang tinggi apabila tidak dilakukan perbaikan tanah sebelum konstruksi dimulai. Padahal kekuatan dan keawetan konstruksi perkerasan jalan sangat ditentukan oleh sifat – sifat daya dukung tanah dasarnya (Sukirman, 1999)

Untuk mengatasi problema tersebut, pihak kontraktor merencanakan perbaikan tanah menggunakan metode *Preloading* kombinasi PVD dan PHD. Namun, hasil monitoring lapangan menunjukkan perbedaan penurunan yang signifikan dari perencanaan awal. Keterbatasan data tanah dan penggunaan korelasi parameter tanah menjadi penyebabnya.

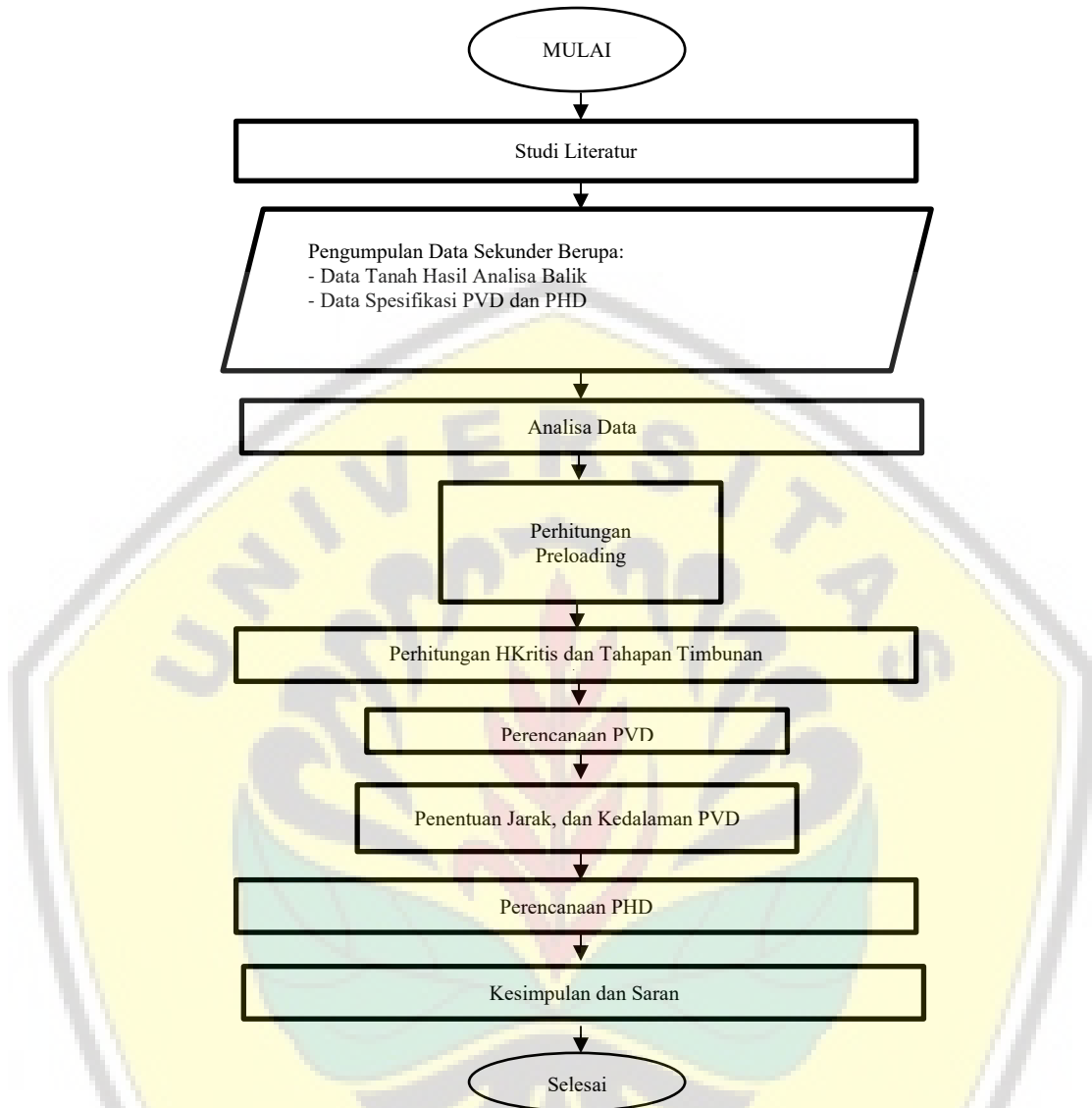
Maka dari itu, Danil Bayu Suwiryo (2019) melakukan analisa balik untuk mendapatkan parameter tanah baru meliputi Koefisien Konsolidasi Arah Horizontal (Ch), Koefisien Kompresibilitas Volume (mv), Permeabilitas Tanah Arah Vertikal (kv), dan Indeks Kompresi (Cc). Dengan adanya parameter tanah baru maka perlu dilakukan perencanaan ulang metode *Preloading* kombinasi PVD dan PHD guna mendapatkan hasil yang lebih efisien dan akurat.

METODE PENELITIAN

Lokasi Penelitian Lokasi Penelitian ini terletak pada Proyek Jalan Tol Pematang Panggang – Kayu Agung Zona 4 (PPKA 4), Sumatera Selatan khususnya pada Area *Preloading* STA 179 + 400 – 179 + 550.

Penelitian ini menggunakan data sekunder hasil analisa balik oleh Danil Bayu Suwiryo (2019). Dari 4 parameter tanah baru, penelitian ini hanya menggunakan Koefisien Konsolidasi Arah Horizontal (Ch) dan Indeks Kompresi (Cc) pada perhitungan.

Bagan Alur Penelitian (Flow Chart)



HASIL DAN PEMBAHASAN

Data Tanah Hasil Analisa Balik

Data tanah didapatkan dari analisa balik hasil monitoring lapangan. Analisa balik dilakukan oleh Danil Bayu Suwiryo (2019).

Tabel 1. Parameter Tanah Baru Berdasarkan Analisa Balik

SP	Ch (m ² /hari)	mv (m ² /kN)	kv (m/hari)	Cc
SP 01 L	0.0522	0.00011	0.0000012	0.071
SP 01 CL	0.0203	0.00007	0.0000007	0.042
SP 01 R	0.0171	0.00006	0.0000006	0.037
SP 02 L	0.0331	0.00003	0.0000004	0.021

SP 02 CL	0.0335	0.00008	0.0000008	0.048
SP 02 R	0.0460	0.00011	0.0000013	0.072
SP 03 L	0.1021	0.00005	0.0000006	0.034
SP 03 CL	0.0461	0.00009	0.0000010	0.056
SP 03 R	0.0561	0.00006	0.0000007	0.038

Perhitungan Preloading

Dalam perhitungan ini akan diperoleh nilai H_{total} dan *settlement* akibat Preload beban perkerasan dan beban lalu lintas yang bekerja (*Preload*) yang bekerja di atas tanah dasar.

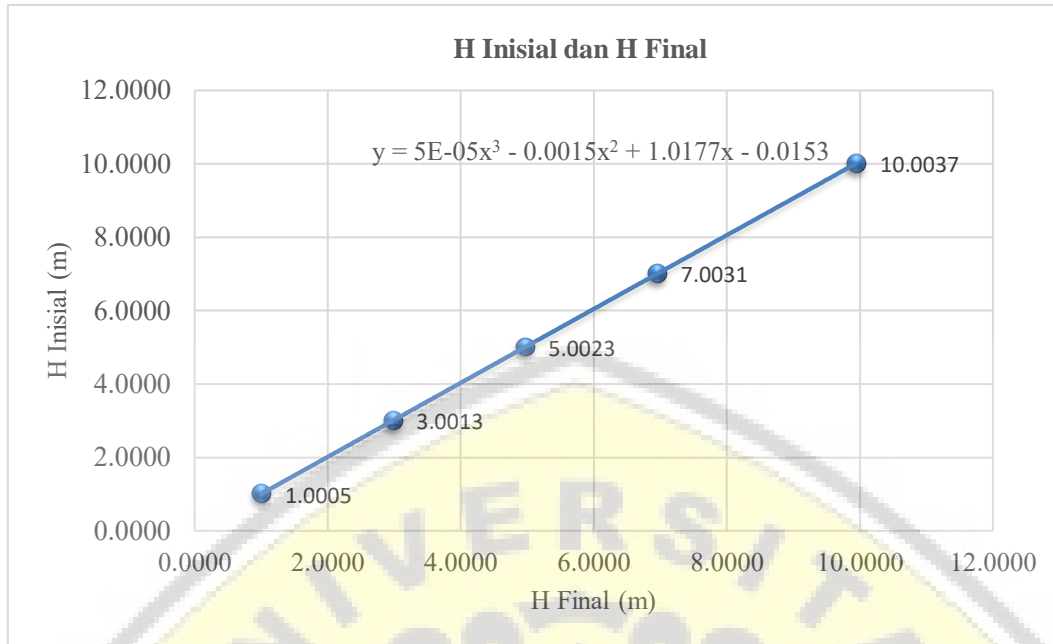
Tabel 2. Data Tanah Modul Preloading Setiap Kedalaman

No	Tebal Lapisan	Hi	Z	Gamma Sat	Gamma Ef	eo	Cs	Cc
1	0.9	0.9	0.45	1.900	0.900	1.200	0.022	0.058
2	1	1.9	1.9	1.800	0.800	0.575	0.022	
3	1	2.9	2.9	1.800	0.800	0.575	0.022	
4	1	3.9	3.9	1.800	0.800	0.575	0.022	
5	1	4.9	4.9	1.800	0.800	0.575	0.022	
6	0.5	5.4	5.4	1.800	0.800	0.575	0.022	
7	1	6.4	5.9	1.800	0.800	1.100	0.022	0.053
8	0.9	7.3	6.85	1.800	0.800	1.100	0.022	0.053
9	1	8.3	7.8	1.900	0.900	1.200	0.022	0.058
10	1	9.3	8.8	1.900	0.900	1.200	0.022	0.058
11	0.7	10	9.65	1.900	0.900	1.200	0.022	0.058

Untuk mencari tinggi H_{total} , maka sebelumnya perlu diketahui grafik hubungan antara H_{final} dan $H_{Inisial}$, serta grafik hubungan antara *Settlement* dan H_{Final} . Grafik – grafik tersebut didapatkan dari perhitungan *consolidation settlement* dengan variasi H_{total} yaitu 1 m, 3 m, 5 m, 7 m, dan 10 m.

Tabel 3. Rekapitulasi Variasi Htimbunan

No	H Timbunan (m)	q Final (t/m ²)	H Inisial (m)	Sc (m)	H Final (m)
1	1	1.6	1.0005	0.0009	0.9997
2	3	4.8	3.0013	0.0258	2.9755
3	5	8	5.0023	0.0417	4.9607
4	7	11.2	7.0031	0.0531	6.9500
5	10	16	10.0037	0.0632	9.9405



Gambar 1. Grafik Hubungan H_{Final} dan $H_{Inisial}$

Didapatkan persamaan antara $H_{Inisial}$ dan H_{Final} yaitu,

$$y = 0.00005(x)^3 + 0.0015(x)^2 + 0.00005(x) + 0.0153 \quad (1)$$

Contoh Perhitungan pada STA 179 + 400:

1. Data Elevasi didapatkan dari Plan Profil Proyek
Elevasi Existing = + 9.74
Elevasi Finalgrade = +12.6880

2. Elevasi Subgrade

$$\begin{aligned} ES &= \text{Elv. Finalgrade} - \text{Tebal Perkerasan} \\ &= 12.6880 \text{ m} - 0.76 \text{ m} \\ &= 11.928 \text{ m} \end{aligned} \quad (2)$$

3. H_{Final}

$$\begin{aligned} H_{Final} &= \text{Elv. Subgrade} - \text{Elv. Existing} \\ &= 11.982 \text{ m} - 9.74 \text{ m} \\ &= 2.1880 \text{ m} \approx 2.2 \text{ m} \end{aligned} \quad (3)$$

4. $H_{Inisial}$

= Menggunakan Persamaan **Gambar 1.**

$$\begin{aligned} &= 0.00005(x)^3 + 0.0015(x)^2 + 0.00005(x) + 0.0153 \\ &= 0.00005(2.2)^3 + 0.0015(2.2)^2 + 1.0177(2.2) + 0.0153. \\ &= 2.2169 \text{ m} \end{aligned}$$

5. Beban Preloading

- a. Beban Perkerasan = $\text{Tebal Lapisan Perkerasan} \times \gamma_{Material}$

Tabel 4. Beban Perkerasan Jalan

Perkerasan	Tebal (m)	γ (t/m)	Total
AC – WC	0.05	2.3	0.115
AC – BC	0.06	2.3	0.138

AC – Base	0.15	2.3	0.345
Agg. Kelas A	0.5	1.5	0.75
Total			0.8425

b. Beban Lalu Lintas

$$\text{Lalu Lintas} = \frac{15 \text{ kPa} \times B}{A} \tag{4}$$

$$A = B + H$$

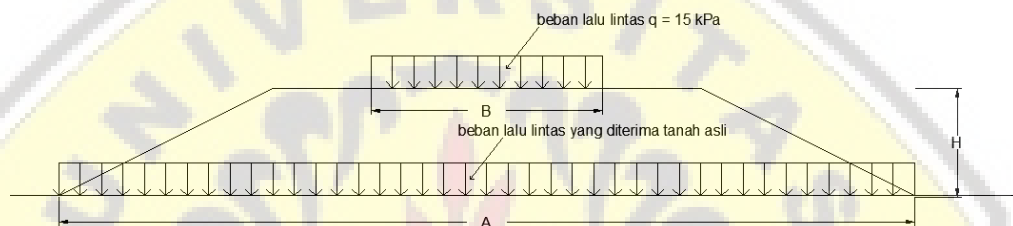
Dengan,

A : Beban yang diterima tanah dasar

B : Lebar perkerasan jalan

H : Tebal timbunan

15 Kpa : Beban Kendaraan Jalan Tol Kelas 1



Gambar 3. Beban lalu lintas

$$\text{Lalu Lintas} = \frac{15 \text{ kPa} \times 10.8}{(10.8+2.2)} = 0.7788 \text{ t}$$

c. $Preload/H_{\text{Unloading}}$

$$\begin{aligned} \text{Preload} &= \frac{1.3 \times (\text{Perkerasan} + \text{Lalu Lintas})}{\gamma \text{ Timbunan}} \\ &= \frac{1.3 \times (0.8425 \text{ t} + 0.7769 \text{ t})}{1.6 \text{ t/m}} \\ &= 2.1087 \text{ m} \end{aligned} \tag{5}$$

6. H_{Total}

$$\begin{aligned} H_{\text{total}} &= H_{\text{Inisial}} + \text{Preload} \\ &= 2.2169 + 2.1078 \\ &= 4.3247 \text{ m} \approx 4.4 \text{ m} \end{aligned} \tag{6}$$

Tabel 5. Rekapitulasi Perhitungan H_{total} Di Setiap STA

No	ST A	Elv. Ex (m)	Elv. FG (m)	Elv. SG (m)	H Final (m)	H Inisial (m)	Beban Preloading		H Preload/Unloading (m)	H Total (m)
							Perkerasan	L.Lintas		
1	179 + 400	9.74	12.6880	11.9280	2.20	2.2169	0.8425	0.7788	2.1078	4.3247
2	179 + 425	9.71	12.2720	11.5120	2.20	2.2169	0.8425	0.7788	2.1078	4.3247
3	179	9.63	11.9190	11.1590	2.20	2.2169	0.8425	0.7788	2.1078	4.3247

	+									
	450									
	179									
4	+	9.69	11.6290	10.8690	2.20	2.2169	0.8425	0.7788	2.1078	4.3247
	475									
	179									
5	+	9.76	11.4010	10.6410	2.20	2.2169	0.8425	0.7788	2.1078	4.3247
	500									
	179									
6	+	9.62	11.2350	10.4750	2.20	2.2169	0.8425	0.7788	2.1078	4.3247
	525									
	179									
7	+	9.27	11.1320	10.3720	2.20	2.2169	0.8425	0.7788	2.1078	4.3247
	550									

Diperoleh H_{Total} sebesar 4.3249 m \approx 4.4 m.

Perhitungan Hcr

Tinggi pentahapan timbunan harus memperhatikan tinggi timbunan kritis yang masih mampu dipikul oleh tanah dasar.

Tabel 6. Perhitungan Hcr

Kedalaman (m)	Cu (t/m)	Hcr (m)
0 - 0,9	2.5	9.84
0,9 - 5,4		
5,4 - 7,3	2	7.88
7,3 - 11	2.5	9.84

$$H_{cr} = \frac{N_c \cdot C_u}{\gamma_{Timbunan}} \tag{7}$$

Dengan nilai $N_c = 6.3$. Jadi untuk layer 1 H kritisnya adalah

$$H_{cr} = \frac{6.3 \times 2.5}{1.6} = 9.84 \text{ m}$$

Maka hasil ini menunjukkan bahwa timbunan aman dari terjadinya longsor.

Perencanaan Prefabricated Vertical Drain

Kedalaman *Prefabricated Vertical Drain* (PVD) dengan seberapa dalam lapisan tanah yang dapat menahan beban timbunan yang terjadi. Dari perhitungan diatas didapatkan tinggi timbunan sebesar 4.4 m. Selanjutnya tinggi timbunan tersebut dikonversikan menjadi q (t/m^2) dengan cara sebagai berikut

$$q = H_{Total} \times \gamma_{Timbunan} \tag{8}$$

$$= 4.4 \times 1.6$$

$$= 7.04 \text{ t/m}^2$$

Dilihat dari tegangan efektif tanah (P_o) pada tabel, diketahui bahwa beban sebesar 6.919 t/m^2 dapat ditanah oleh lapisan tanah hingga kedalaman 10 m.

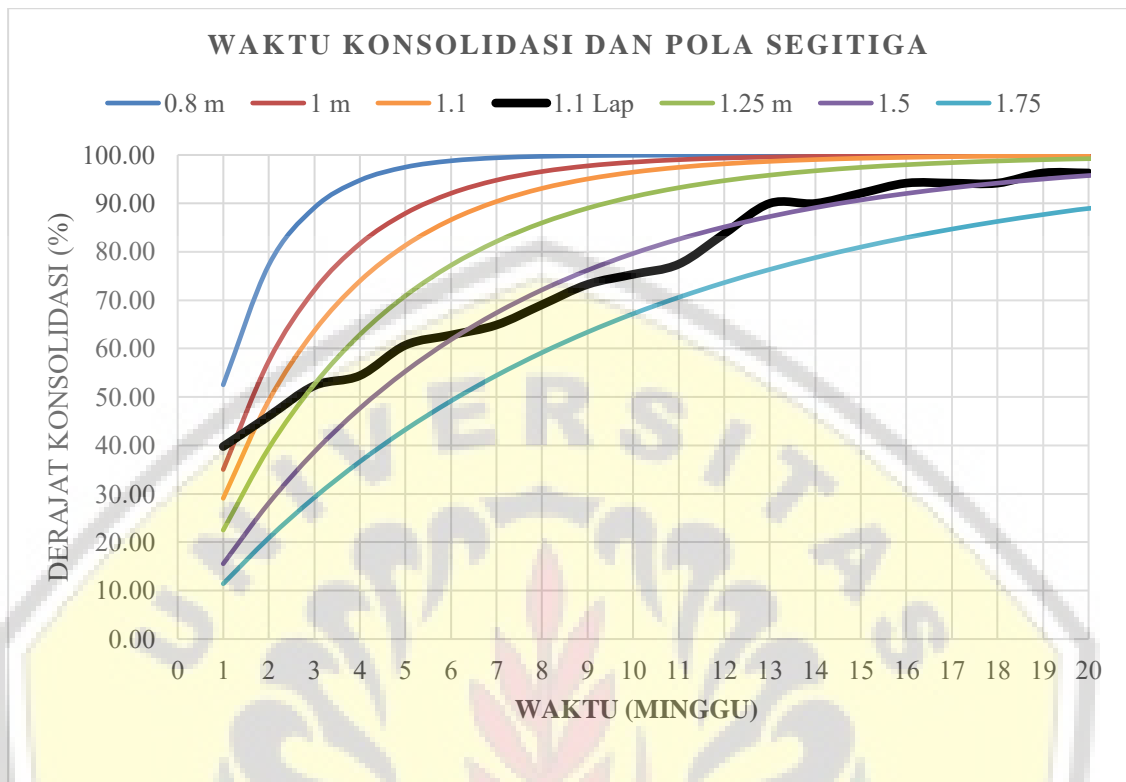
Waktu Konsolidasi (t)

$$t = \frac{T_{90\%}(H_{dr})^2}{C_v} \tag{9}$$

$$= \frac{0.848(5.5)^2}{0.2555}$$

$$= 101 \text{ tahun}$$

Karena memakan waktu yang lama untuk tanah berkonsolidasi secara alami, maka dibutuhkan pemasangan *Prefabricated Vertical Drains* pada modul ini.



Gambar 4. Waktu Konsolidasi dan Pola Segitiga

Kontrak proyek selama 6 bulan menjadi pertimbangan dalam pemilihan jarak pemasangan *Prefabricated Vertical Drain* pada modul ini. Pemasangan PVD, pemasangan PHD, persiapan penimbunan hingga pemasangan instrumen geoteknik nantinya juga akan memakan waktu cukup lama. Sehingga dalam pemasangan *Prefabricated Vertical Drain* pada modul *Preloading* digunakan $S = 1.5$ m dengan waktu selama 15 minggu. Kebutuhan *Prefabricated Vertical Drain* (PVD)

Modul *Preloading* memiliki panjang 150 m dengan lebar 42 m. Dengan luas 6300 m² maka kebutuhan *Prefabricated Vertical Drain* yaitu,

$$\begin{aligned}
 \text{Panjang}_{\text{Modul}} &= 150 \text{ m} \\
 \text{Lebar}_{\text{Modul}} &= 42 \text{ m} \\
 A_{\text{ModulPreloading}} &= \text{Panjang Modul} \times \text{Lebar Modul} & (10) \\
 &= 150 \text{ m} \times 42 \text{ m} \\
 &= 6300 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

Dengan Jarak Pemasangan 1 m, didapatkan titik 151 titik PVD sepanjang 150 m.

$$\begin{aligned}
 \text{Jadi, jumlah titik PVD} &= (51 \times 29 \text{ Titik}) + (50 \times 28 \text{ titik}) \\
 &= 2879 \text{ titik PVD.}
 \end{aligned}$$

Perencanaan *Prefabricated Horizontal Drain*

Prefabricated Horizontal Drains (PHD) digunakan sebagai pengalir horizontal air pori yang keluar dari *Prefabricated Vertical Drains* (PVD), air pori ini akan dialirkan menuju drainase yang terletak disamping modul. Di lapangan, *Prefabricated Horizontal Drains* (PHD)

diletakkan sesuai dengan letak aliran *Prefabricated Vertical Drains* (PVD) yang mengikuti lebar modul. Dengan jarak PVD 1.5 m, maka
Jumlah PHD = 101 titik aliran

Tabel Perbandingan Perencanaan Awal dan Perencanaan Hasil Analisa Balik

Tabel 7. Perbandingan Perencanaan Awal dan Perencanaan Hasil Analisa Balik

Data	Perencanaan Berdasarkan Data Awal	Perencanaan Berdasarkan Analisa Balik
A. Preloading		
Htotal (m)	4.1	4.4
B. PVD		
Pola	Segitiga	Segitiga
Jarak (m)	1.1	1.5
Kedalaman (m)	15	10
C. PHD		
Jumlah titik PHD	150	101
D. Waktu		
Konsolidasi (minggu)	43	15
E. Parameter Tanah		
Indeks Kompresi (Cc)		
0-0,9 m	0.444	0.058
0,9-5,4 m		
5,4-7,8 m	0.407	0.053
7,8-10 m	0.444	0.058

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisa yang dilakukan maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut : Pada modul *Preloading* (STA 179 + 400 sampai dengan STA 179 + 550) didapatkan H_{Total} setinggi 4.4 m. Di modul ini pula dipasang 2879 titik *Prefabricated Vertical Drains* (PVD) dengan pola pemasangan segitiga berjarak 1.5 m sedalam 10 m. Sedangkan *Prefabricated Horizontal Drain* (PHD) dipasang sebanyak 101 titik aliran menyesuaikan pola dan jarak *Prefabricated Vertical Drains* (PVD) yang dipasang.

Saran

Saran yang dapat dilakukan setelah dilakukannya Analisa adalah perhitungan biaya untuk setiap kebutuhan volume timbunan, PVD, dan PHD apabila diperlukan

DAFTAR PUSTAKA

- Dhar, A.S., Siddique, A., Ameen, S.F., 2011. Ground Improvement using Pre-loading with Prefabricated Vertical Drains. *International Journal of Geoenvironment Case Histories*. 2(2):86-104.

- Hidayat, A.M. dan M.D.W, Ardana.2008. *Kombinasi Preloading Dan Penggunaan Prefabricated Vertical Drains Untuk Mempercepat Konsolidasi Tanah Lempung Lunak (Studi Kasus Tanah Lempung Suwung Kangin)*. Universitas Stuttgart,12(1):51-61.
- Juniarso.2011. Analisa Waktu Penurunan Tanah Dengan Kombinasi Metode Preloading Dan Prefabricated Vertikal Drain (PVD) Antara Pola Segitiga Dan Persegi Pada Perbaikan Tanah (Studi Kasus Landas Pacu Bandar Udara Juwata Tarakan). *Jurnal Ilmiah Desain & Konstruksi*.10(1):92-99.
- M Das, Braja. 1995. *Mekanika Tanah, Jilid 1-2 Terjemahan*. Erlangga. Jakarta.
- Mishra, B.2016. A Study on Ground Improvement Techniques and Its Applications. *International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology*.5(1):72-86.
- Ohoimas, M., Y dan I.N, Hamdhan.2014. Analisis Konsolidasi dengan Menggunakan Metode Preloading dan Vertical Drain pada Areal. *Jurnal Online Institut Teknologi Nasional Agustus*.1(1):1-11.
- Sarawati, I.F.2017. *Perencanaan Perbaikan Tanah Lunak Pada Pembangunan Kawasan Kota Summarecon Bandung Area Mall Menggunakan Metode Preload Kombinasi Pvd Dan Phd*.Malang: Universitas Brawijaya.
- Sukirman, Silvia. 1999. *Dasar-Dasar Perencanaan Geometrik Jalan*. Bandung: Nova.
- Suwiryo, B.D .2019. *Analisa Balik Pekerjaan Perbaikan Tanah Linak Menggunakan Instrument Geoteknik Pada Proyek Jalan Tol Dengan Metode Soil Preloading*. Jember: Universitas Jember.