

SKRIPSI

**ANALISIS PREDIKSI WAKTU KONSOLIDASI DENGAN METODE
ASAOKA PADA PEMBANGUNAN MAKASSAR NEW PORT**



PROGRAM STUDI TEKNIK PENGAIRAN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR

2021

**ANALISIS PREDIKSI WAKTU KONSOLIDASI DENGAN METODE
ASAOKA PADA PEMBANGUNAN MAKASSAR NEW PORT**

**Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Guna Memperoleh
Gelara Sarjana Teknik Pengairan Fakultas Teknik Universitas
Muhammadiyah Makassar**

Disusun dan Diajukan oleh :

MEGAUTAMI HERMAN

MUNIRUL ISLAM

105811120517

105811122717

PROGRAM STUDI TEKNIK PENGAIRAN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR

2021

20/11/2021

1 esp
Smb. Alumni

R/0068/SIP/21 CD
MER
a'



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR

FAKULTAS TEKNIK

GEDUNG MENARA IQRA LT. 3

Jl. Sultan Alauddin No. 259 Telp. (0411) 866 972 Fax (0411) 865 588 Makassar 90221

Website : www.unismuh.ac.id, e-mail : unismuh@gmail.com

Website : <http://teknik.unismuh.makassar.ac.id>

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

PENGESAHAN

Skripsi atas nama **Mega Utami Herman** dengan nomor induk Mahasiswa 105 81 11205 17 dan **Munirul Islami, S** dengan nomor induk mahasiswa 105 81 11227 17, dinyatakan diterima dan disahkan oleh Panitia Ujian Tugas Akhir/Skripsi sesuai dengan Surat Keputusan Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar Nomor : 0014/SK-Y/22201/091004/2021, sebagai salah satu syarat guna memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Pengairan Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar pada hari Sabtu tanggal 30 Oktober 2021.

Panitia Ujian:

1. Pengawas Umum

a. Rektor Universitas Muhammadiyah Makassar

Prof. Dr. H. Ambo Asse, M.Ag

b. Dekan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin

Prof. Dr. Ir. H. Muhammad Arsyad Thaha, MT

2. Penguji:

a. Ketua : Dr. Ir. H. Abd. Rakhim Nanda, ST., MT., IPM

b. Sekertaris : Kasmawati, ST., MT

3. Anggota: 1. Dr. Eng Ir. H. Faruk Marican, MT

2. Dr. Ir. Muh. Yunus Ali, ST., MT., IPM

3. Muh. Syafaat S Kuba, ST., MT

Mengetahui:

Pembimbing I

Dr. Ir. Nenny T Karim, ST., MT., IPM

Pembimbing II

Ir. Fatriady, ST., MT., IPM



Dr. Ir. H. Nurnawaty, ST., MT., IPM

NBM: 795 108



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR
PROGRAM STUDI TEKNIK PENGAIRAN
FAKULTAS TEKNIK

GEDUNG MENARA IQRA LT. 3

Jl. Sultan Alauddin No. 259 Telp. (0411) 866 972 Fax (0411) 865 588 Makassar 90221

Website : www.unismuh.ac.id, e-mail : unismuh@gmail.com

Website : <http://teknik.unismuh.makassar.ac.id>

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

HALAMAN PERSETUJUAN

Tugas akhir ini di ajukan untuk memenuhi syarat ujian skripsi guna memperoleh gelar Sarjana Teknik (ST) Program Studi Teknik Pengairan Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.

Judul Skripsi : **ANALISIS PREDIKSI WAKTU KONSOLIDASI
DENGAN METODE ASAOKA PADA PEMBANGUNAN
MAKASSAR NEW PORT**

Nama : 1. MEGA UTAMI HERMAN
2. MUNIRUL ISLAMI S

Stb : 1. 105 81 11205 17
2. 105 81 11227 17

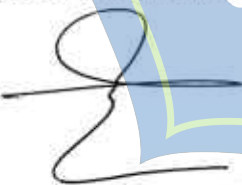
Makassar, Oktober 2021

Telah Diperiksa dan Disetujui
Oleh Dosen Pembimbing

Telah Diperiksa dan disetujui

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II


Dr. Ir. Nenny T Karim, ST., MT., IPM


Ir. Fatriady, ST., MT., IPM

Mengetahui,
Ketua Program Studi Teknik Pengairan




Andi Makbul Syamsuri, ST., MT., IPM
NBM. 1183 084

Abstrak

Konsolidasi merupakan proses yang terjadi akibat berkurangnya volume atau berkurangnya rongga pori dari tanah jenuh yang berpermeabilitas rendah akibat beban statis yang bekerja dalam periode tertentu, dimana prosesnya dipengaruhi oleh kecepatan. Tujuan penelitian ini adalah menganalisis waktu yang dibutuhkan terjadinya konsolidasi dengan metode Asaoka pada pembacaan penurunan tanah aplikasi geoteknik *settlement plate* dan menganalisis pengaruh waktu penggunaan PVD terhadap terjadinya konsolidasi pada pembangunan Makassar New Port. Metode penelitian yang digunakan adalah metode deskriptif analitik yaitu metode yang mendeskripsikan atau memberikan gambaran terhadap objek yang diteliti melalui data atau sampel yang terkumpul sebagaimana adanya. Dari hasil penelitian, besarnya waktu yang dibutuhkan terjadinya konsolidasi dengan menggunakan metode Asaoka pada pembacaan penurunan tanah aplikasi geoteknik *settlement plate* pembangunan Makassar New Port adalah sebesar 823 hari. Waktu yang dibutuhkan untuk mencapai derajat konsolidasi dengan menggunakan PVD lebih sedikit yaitu 823, tanpa menggunakan PVD membutuhkan waktu 1112 hari. Dari penelitian ini, dapat disimpulkan penggunaan PVD berpengaruh terhadap waktu untuk mencapai konsolidasi.

Kata Kunci: Konsolidasi, *Prefabricated Vertical Drain*

Abstract

Consolidation is a process that occurs due to reduced volume or reduced pore voids of low-permeability saturated soil due to static loads that work within a certain period, where the process is influenced by speed. Geotechnical settlement plate and analyze the effect of time using PVD on the occurrence of consolidation in the construction of Makassar New Port. The research method used is descriptive analytical method, which is a method that describes or provides an overview of the object under study through data or collected samples as they are. From the results of the study, the amount of time required for consolidation using the Asaoka method on the reading of soil subsidence in the geotechnical application of settlement plate for the Makassar New Port construction is 823 days. The time needed to achieve the degree of consolidation by using PVD is less than 823, without using PVD it takes 1112 days. From this study, it can be concluded that the use of PVD affects the time to reach consolidation

Keywords: Consolidation, *Prefabricated Vertical Drain*

KATA PENGANTAR



Syukur Alhamdulillah penulis panjatkan kehadiran Allah SWT, karena rahmat dan hidayah-Nyalah sehingga dapat menyusun hasil dari tugas akhir ini, dan dapat kami selesaikan dengan baik.

Tugas akhir ini disusun sebagai salah satu persyaratan akademik yang harus ditempuh dalam rangka menyelesaikan program studi pada Jurusan Sipil Pengairan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar. Adapun judul tugas akhir kami adalah **"Analisis Prediksi Waktu Konsolidasi dengan Metode Asaoka Pada Pembangunan Makassar New Port"**. Penulis menyadari sepenuhnya bahwa didalam penulisan tugas akhir ini masih terdapat kekurangan – kekurangan, hal ini disebabkan karena penulis sebagai manusia biasa tidak lepas dari kesalahan dan kekurangan baik itu ditinjau dari segi teknis penulisan maupun dari perhitungan – perhitungan. Oleh karena itu, penulis menerima dengan sangat ikhlas dengan senang hati segala koreksi serta perbaikan guna penyempurnaan tulisan ini agar kelak dapat bermanfaat.

Tugas akhir ini dapat terwujud berkat adanya bantuan, arahan dan bimbingan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dengan segala ketulusan dan kerendahan hati, kami mengucapkan terimakasih dan penghargaan yang setinggi – tingginya kepada:

1. Bapak Prof. Dr. H. Ambo Asse, M.ag sebagai Rektor Universitas Muhammadiyah Makassar.
2. Ibu Dr. Ir. Hj. Nurnawaty, S.T., M.T. sebagai Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.

3. Bapak Ir. Andi Makbul Syamsul, S.T., M.T., IPM sebagai Ketua Prodi Teknik Pengairan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.
4. Ibu Dr. Ir. Nenny T Karim, ST.,MT., IPM selaku Pembimbing I dan Bapak Ir. Fatriady ST., MT., IPM selaku Pembimbing II, yang banyak meluangkan waktu dalam membimbing penulis.
5. Bapak dan Ibu dosen serta para staf pegawai di Fakultas Teknik atas segala waktunya telah mendidik dan melayani penulis selama mengikuti proses belajar mengajar di Universitas Muhammadiyah Makassar.
6. Ayahanda dan Ibunda yang tercinta, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar – besarnya atas segala limpahan kasih sayang, do'a serta pengorbanannya terutama dalam bentuk materi untuk menyelesaikan kuliah kami dan rekan-rekan mahasiswa Fakultas Teknik terkhusus angkatan AKURASI 2017.

Semoga semua pihak tersebut di atas mendapat pahala yang berlipat ganda di sisi Allah SWT dan hasil dari tugas akhir yang sederhana ini dapat bermanfaat bagi penulis, rekan – rekan, masyarakat serta bangsa dan Negara. Amin.

"Billahi Fii Sabill Haq Fastabiqul Khaerat".

Makassar, 29 Juni 2021

Penulis

DAFTAR ISI

SAMPUL.....	i
HALAMAN JUDUL	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERSETUJUAN	iv
ABSTRAK	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR PERSAMAAN	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR GRAFIK	xiii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR NOTASI	xv
BAB I PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	4
C. Tujuan Penelitian	4
D. Manfaat Peniltian	4
E. Batasan Masalah	5
F. Sistematika Penulisan	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
A. Pengertian Tanah	7

B. Kasifikasi Tanah	8
C. Penurunan Tanah	8
D. Konsolidasi Tanah	10
E. Instrument Geoteknik Settlement plate	12
F. Metode Observasi Asoka untuk Memprediksi Penurunan Tanah	13
a. Persamaan Umum Terhadap Waktu Pada Prosedur Observasi Asoka	14
b. Metode Grafis Prediksi Penurunan Tanah	15
c. Koreksi Nilai Koefisien Konsolidasi	17
G. Teori Preloading	18
H. Teori Perencanaan Drainasi Vertikal (Vertical Drain)	20
a. Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Pekerjaan Vertical Drain	24
b. Diameter Ekuivalen Vertical Drain	24
c. Zona Pengaruh pada PVD (Prefabricated Vertical Drain)	25
I. Matriks Penelitian Terdahulu	28

BAB III METODE PENELITIAN

A. Tempat dan Waktu Penelitian	29
B. Sumber Data	29
C. Alat Yang Digunakan	30
D. Analisa Data	30
E. Bagan Alir Penelitian	37

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Data Settlement Plate	38
--------------------------------	----

B. Analisis Prediksi Penurunan Final (<i>Settlement Final/ Sf</i>) dengan Metode Asaoka	39
C. Analisis Koefisien Konsolidasi Vertikal (<i>Cv</i>) dan Koefisien Konsolidasi Horizontal (<i>Ch</i>).....	42
D. Analisis Sisa <i>Settlement</i> di Lapangan	44
E. Analisis Derajat Konsolidasi Aktual	45
F. Analisis Waktu Penurunan Konsolidasi Tanpa Menggunakan PVD dan Menggunakan PVD	46

BAB V PENUTUP

A. Kesimpulan	52
B. Saran	52

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN



DAFTAR PERSAMAAN

Nomor		Halaman
Persamaan 1	Derajat Konsolidasi	13
Persamaan 2	Regangan Vertikal	14
Persamaan 3	Menentukan Nilai Penurunan pada Interval Waktu K_e -j	15
Persamaan 4	Kemiringan Garis p_n vs $p_n - 1$	16
Persamaan 5	Koefisien Konsolidasi Arah Vertikal (C_v)	17
Persamaan 6	Koefisien Konsolidasi Arah Radial/Horizontal (C_h)	17
Persamaan 7	Diameter Pengaruh PVD (untuk Pola Bujur Sangkar)	24
Persamaan 8	Diameter Pengaruh PVD (untuk Pola Segitiga)	24
Persamaan 9	Faktor Waktu Vertikal (T_v)	26
Persamaan 10	Derajat Konsolidasi Vertikal (U_v) untuk U_v antara 0% - 60%	26
Persamaan 11	Derajat Konsolidasi Vertikal (U_v) untuk U_v antara 60% - 100%	26
Persamaan 12	Faktor Waktu Horizontal (T_h)	27
Persamaan 13	Faktor n	27
Persamaan 14	Faktor Hambatan disebabkan Jarak Antar PVD	27
Persamaan 15	Derajat Konsolidasi Horizontal (U_h)	27
Persamaan 16	Derajat Konsolidasi (U)	27
Persamaan 17	Besar Penurunan (S_c)	28

DAFTAR GAMBAR

Nomor		Halaman
Gambar 1	Hubungan waktu vs penurunan selama konsolidasi untuk suatu penambahan beban yang diberikan	11
Gambar 2	Prosedur analisa data monitoring penurunan dengan interval waktu yang konstan	16
Gambar 3	Prediksi penurunan akhir dengan metode Asaoka	16
Gambar 4	Konsep mempercepat penurunan dengan cara prapembebanan	18
Gambar 5	Aliran Air Pori pada PVD	21
Gambar 6	PVD	21
Gambar 7	Struktur drainasi pasir vertikal	23
Gambar 8	Struktur drainasi pasir vertikal dengan lapisan dasar berupa lapisan lolos air	23
Gambar 9	Bentuk konfigurasi pemasangan <i>vertical drains</i>	24
Gambar 10	Lokasi Proyek	29
Gambar 11	Bagan Alur Penelitian	37

DAFTAR GRAFIK

Nomor	Halaman
Grafik 1 Perbandingan besar penurunan vs waktu penurunan SP-09, SP-58, SP-70	39
Grafik 2 Grafik Asaoka SP-09	40
Grafik 3 Grafik Asaoka SP-58	40
Grafik 4 Grafik Asaoka SP-70	41



DAFTAR TABEL

Nomor	Halaman
Tabel 1 Karakteristik dari berbagai jenis PVD	25
Tabel 2 Rekap data SP-09, SP-58, SP-70 dengan interval 10 hari	38
Tabel 3 Hasil perhitungan prediksi penurunan final metode Asaoka	42
Tabel 4 Hasil perhitungan koefisien konsolidasi vertikal (C_v) dan koefisien konsolidasi horizontal (C_h)	44
Tabel 5 Sisa settlement	45
Tabel 6 Rekap nilai settlement final dan derajat konsolidasi (U) aktual	46
Tabel 7 Perhitungan waktu penurunan konsolidasi SP-09	49
Tabel 8 Perhitungan waktu penurunan konsolidasi SP-58	50
Tabel 9 Perhitungan waktu penurunan konsolidasi SP-70	50

DAFTAR NOTASI

Δt	Selang waktu dalam pengamatan penurunan
β_0	Waktu titik plot pertama dari regresi linear ρ_n vs ρ_{n-1}
β_1	Kemiringan dari garis ρ_n vs ρ_{n-1}
C_h	Koefisien konsolidasi arah radial/ horizontal koreksi
C_v	Koefisien konsolidasi arah vertikal
d_e	Diameter jangkauan kerja PVD
d_w	Diameter daerah pengaruh (ekuivalen) PVD
$e(t,z)$	Regangan vertikal (regangan volum)
F_n	Fungsi n terhadap waktu akibat PVD
H	Tebal lapisan tanah yang terkonsolidasi
H_{dr}	Jarak air pori
p_f	Penurunan final
p_f	Besarnya penurunan tanah pada waktu t
PVD	<i>Prefabricated vertical drain</i>
R	Jari-jari PVD
S	Jarak antar PVD
S_e	Penurunan total
S_i	Penurunan konsolidasi dari bacaan <i>settlement plate</i> pada waktu t
T_h	Faktor waktu Horizontal
T_v	Faktor waktu vertikal
t	Waktu konsolidasi
$t(\geq 0)$	Kedalaman dari bagian atas lapisan tanah

- U Derajat Konsolidasi
- Uh Derajat konsolidasi
- Uv Derajat konsolidasi arah vertikal



BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Dalam rangka mendukung kelancaran aktivitas ekonomi masyarakat Indonesia, pemerintah merencanakan berbagai program pembangunan infrastruktur. Mulai dari pembangunan jalan raya, jalan tol, jembatan, bandar udara, kanal, dermaga, pelabuhan dan lain sebagainya. Dimana guna pembangunan infrastruktur ini adalah meningkatkan konektivitas dan mengurangi kesenjangan pertumbuhan antar wilayah. Infrastruktur merupakan roda penggerak pertumbuhan ekonomi.

Kota Makassar adalah kota yang terletak dekat yang membentang dari koridor barat dan utara. Makassar merupakan kota metropolitan yang sedang giat-giatnya membangun, hal ini dilihat dari adanya pembangunan dimana-mana. Salah satu pembangunan yang sedang dilaksanakan adalah pembangunan pelabuhan Makassar New Port.

Pelabuhan merupakan bagian dari daratan dan perairan disekitarnya yang berfungsi untuk tempat kapal bersandar dan bongkar muatan barang, berupa terminal yang difasilitasi dengan alat keamanan pelayaran dan fasilitas pelabuhan lain serta sebagai tempat pindahnya intra dan antra moda transportasi. Pelabuhan juga merupakan salah satu hasil pekerjaan dari reklamasi pantai.

Kegiatan reklamasi pantai akhir-akhir ini sering terjadi karena merupakan alternatif pilihan yang banyak dipilih untuk memperluas lahan dalam upaya menampung kegiatan pembangunan. Reklamasi merupakan upaya menambah luas

lahan dengan bentang pantai dan jarak tertentu ke arah perairan sesuai kebutuhan yang diinginkan. Daerah reklamasi dipengaruhi ukuran panjang, lebar, dan dalam perairan yang direklamasi menurut posisi wilayah. Reklamasi dilakukan agar suatu wilayah bisa memiliki hasil guna. Reklamasi pantai biasanya dilakukan untuk membangun suatu pelabuhan.

Pekerjaan reklamasi harus dilakukan dengan desain dan metode konstruksi yang baik sehingga hasilnya bisa dipertanggung jawabkan secara praktis, ekonomis, dan tanpa menimbulkan dampak negatif terhadap kelestarian lingkungan hidup. pemilihan peralatan dan material yang tepat sangat diperlukan untuk menunjang metode konstruksi yang cocok.

Untuk mendapatkan hasil desain yang memuaskan perlu dilakukan investigasi pada areal yang akan direklamasi yang mencakup kondisi tanah dasar, tinggi gelombang air laut, ketersediaan material reklamasi dan lain sebagainya. Melalui proses investigasi yang terjadi, sehingga dapat dilakukan analisis secara detail untuk mendapatkan metode konstruksi yang sesuai dan tepat guna.

Dalam proses reklamasi sering dijumpai beberapa masalah yang terjadi baik saat pelaksanaan reklamasi maupun untuk kondisi jangka panjang. Salah satu permasalahan yang terjadi adalah penurunan tanah yang besar serta dibutuhkannya waktu yang cukup panjang untuk mencapai konsolidasi pada lapis tanah karena pada permukaan yang lunak memiliki kerapatan rongga yang rendah. Konsolidasi merupakan proses yang terjadi akibat berkurangnya volume atau berkurangnya rongga pori dari tanah jenuh yang berpermeabilitas rendah akibat beban statis yang bekerja dalam periode tertentu, dimana prosesnya dipengaruhi oleh kecepatan

Salah satu metode yang pada umumnya digunakan untuk mengatasi masalah pada penurunan tanah adalah pembebanan awal (preloading) yaitu, metode perbaikan tanah dengan cara memberikan tambahan beban pada lokasi dimana akan dibangun konstruksi permanen hingga proses konsolidasi yang diinginkan tercapai. Ketika proses konsolidasi berlangsung kekuatan tanah geser pun turut meningkat sehingga dapat memungkinkan penambahan beban (craig, 2004). Metode preloading ini dapat dipadukan dengan metode PVD (prefabricated Vertical Drain). PVD (Prefabricated Vertical Drain) merupakan metode untuk memperbaiki karakteristik tanah. Pada proses perbaikan tanah juga dilakukan pemasangan alat Settlement Plate yang berfungsi untuk mengukur terjadinya penurunan tanah dalam waktu tertentu.

Untuk memprediksi besar penurunan serta lama waktu konsolidasi umumnya digunakan teori metode Asaoka (1978). Metode Asaoka adalah metode perhitungan grafis dan hasilnya untuk menentukan settlement final yang terjadi pada lokasi yang dianalisa. Melalui prosedur ini besarnya penurunan tanah aktual dapat diprediksi tanpa membutuhkan parameter-parameter yang digunakan pada analisis konsolidasi, seperti data tekanan air pori, regangan maksimum tanah, panjang drainase. Sedangkan untuk memprediksi waktu untuk mencapainya konsolidasi digunakan persamaan Barron (1948).

Berdasarkan permasalahan diatas maka kami mengambil judul **“Analisis Prediksi Waktu Konsolidasi dengan Metode Asaoka Pada Pembangunan Makassar New Port”**. Penelitian ini dilakukan dengan mengambil data-data lapangan.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah diatas maka rumusan masalah pada penelitian ini adalah:

1. Berapa hari yang dibutuhkan untuk terjadinya konsolidasi dengan menggunakan metode Asaoka pada pembacaan penurunan tanah aplikasi geoteknik *settlement plate* pembangunan Makassar New port?
2. Bagaimana pengaruh penggunaan PVD terhadap waktu terjadinya konsolidasi pada pembangunan Makassar New Port?

C. Tujuan Penelitian

Terkait dengan masalah yang diuraikan diatas, tujuan penelitian yang akan dicapai adalah sebagai berikut:

1. Menganalisis waktu (hari) yang untuk dibutuhkan terjadinya konsolidasi dengan metode Asaoka pada pembacaan penurunan tanah aplikasi geoteknik *settlement plate* pembangunan Makassar New Port.
2. Menganalisis pengaruh penggunaan PVD terhadap terjadinya konsolidasi pada pembangunan Makassar New Port.

D. Manfaat Penelitian

Berdasarkan tujuan diatas maka manfaat yang diperoleh dari penelitian ini, sebagai berikut:

1. Memberikan pemahaman tentang metode Asaoka pada pembacaan penurunan tanah aplikasi geoteknik *settlement plate* pembangunan Makassar New Port.
2. Memberikan pemahaman tentang pengaruh PVD terhadap terjadinya konsolidasi pada pembangunan Makassar New Port.

E. Batasan Masalah

Dalam penelitian ini akan dibatasi permasalahan yaitu:

1. Pengambilan data dilakukan dengan instrument geoteknik *settlement plate* pada pembangunan Makassar New Port.
2. Lapis tanah reklamasi berupa pasir laut seperti pada pembangunan Makassar New Port.
3. Elevasi reklamasi dan preload sesuai pada pembangunan Makassar New Port.
4. Tidak memperhitungkan pengaruh lingkungan spesifik secara teknis.

F. Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan disusun agar terarah pada tujuan penelitian yang akan dicapai. Sistematika penulisan yang dituliskan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

Bab I PENDAHULUAN: Dalam bab ini menguraikan tentang latar belakang masalah, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah, dan sistematika penulisan.

Bab II TINJAUAN PUSTAKA: Menguraikan tentang teori umum dan teori khusus yang digunakan dalam melakukan penelitian.

Bab III METODE PENELITIAN: Menguraikan tentang lokasi, dan waktu dan tempat penelitian, sumber data, tahapan penelitian, analisa data, dan bagan alur penelitian.

Bab IV HASIL DAN PEMBAHASAN: Merupakan bab yang menguraikan tentang analisa data dan pembahasan besar penurunan tanah yang terjadi pada pembangunan Makassar Newport.

Bab V PENUTUP: Merupakan bab yang berisi kesimpulan dan saran terhadap permasalahan dan tujuan yang telah dibahas pada bab sebelumnya. Sehingga, untuk penelitian selanjutnya terdapat perkembangan, dan tentunya diharapkan penelitian ini dapat bermanfaat untuk ilmu aplikasi rekayasa khususnya bangunan air dan dapat dijadikan acuan untuk penelitian selanjutnya.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Pengertian Tanah

Tanah merupakan himpunan mineral, bahan organik, dan endapan-endapan yang relatif lepas (*loose*) yang terletak di atas batu dasar (*bedrock*) (Hardiyatmo, H. C., 1997). Tanah merupakan material yang terdiri dari agregat (butiran) padat yang tersementasi satu dengan lain dari bahan-bahan organik yang telah melapuk disertai dengan zat cair dan gas yang mengisi ruang-ruang kosong diantara partikel-partikel tersebut (Braja M Das, 1988).

Tanah juga merupakan salah satu komponen penting untuk menopang struktur konstruksi, mengingat hampir semua bangunan dibuat diatas atau di bawah permukaan tanah. Istilah tanah dalam ilmu Mekanika Tanah mencakup semua bahan, dari tanah lempung (*clay*) sampai berangkal (batu-batu yang besar), jadi menurut ilmu mekanika tanah, tanah bisa dianggap sebagai semua endapan alam yang bersangkutan dengan teknik sipil, kecuali batuan tetap, mutu serta pengukuran dan pembayaran untuk penyelidikan.

Meningkatnya pembangunan, secara tidak langsung berpengaruh terhadap berkurangnya lahan tempat bangunan dilaksanakan. Tidak tertutup kemungkinan bangunan tersebut harus dibangun pada lokasi yang tanahnya sangat jelek dalam artian sifat mekanis tanah tersebut sangat rendah yang menyangkut daya dukung tanah kecil, penurunan/*settlement* yang besar seperti misalnya tanah lunak, sangat lunak dan lempung.

B. Klasifikasi Tanah

Secara umum klasifikasi tanah adalah pengelompokan berbagai jenis tanah ke dalam kelompok yang sesuai dengan sifat teknik dan karakteristiknya. Sistem klasifikasi tanah adalah suatu sistem yang mengatur jenis-jenis tanah yang berbeda-beda, tetapi mempunyai sifat-sifat yang serupa ke dalam kelompok-kelompok dan sub kelompok.

Klasifikasi ini pada umumnya didasarkan sifat-sifat indeks tanah yang sederhana seperti distribusi ukuran butir. Untuk menerangkan tentang tanah berdasarkan ukuran-ukuran butirannya, beberapa organisasi telah mengembangkan batasan-batasan ukuran golongan jenis tanah (*soil separate size limits*).

C. Penurunan Tanah

Penurunan (*settlement*) pada tanah dasar akan terjadi apabila tanah dasar tersebut menerima penambahan beban di atasnya. Penurunan tersebut disebabkan oleh adanya deformasi partikel tanah, relokasi partikel, dan keluarnya air atau udara air dalam pori. Penurunan juga dipengaruhi oleh sebaran tanah lunak atau lempung yang terdapat dibawah permukaan pada dataran alluvial. Penurunan akibat beban adalah jumlah total penurunan segera (*immediate settlement*) dan penurunan konsolidasi (*consolidation settlement*).

Tanah mempunyai sifat kemampatan yang sangat besar jika dibandingkan bahan konstruksi seperti baja atau beton. Hal ini disebabkan tanah mempunyai rongga pori yang besar, sehingga apabila dibebani melalui pondasi maka akan mengakibatkan perubahan struktur tanah (deformasi) dan terjadi penurunan pondasi. Jika penurunan yang terjadi terlalu besar maka dapat mengakibatkan

kerusakan pada konstruksi diatasnya. Berbeda dengan bahan- bahan konstruksi yang lain, karakteristik tanah ini di dominasi oleh karakteristik mekanisnya seperti kekuatan geser dan permeabilitas (kemampuan mengalirkan air).

Menurut Whitaker dan Reddish 1989, secara umum faktor penyebab terjadinya penurunan (*settlement*) antara lain:

1. Penurunan Tanah Alami (*Natural Subsidence*) yang disebabkan oleh proses-proses geologi seperti siklus geologi, sedimentasi daerah cekungan dan sebagainya. Beberapa penyebab terjadinya penurunan tanah alami bisa digolongkan menjadi:
 - a. Siklus Geologi Penurunan muka tanah terkait dengan siklus geologi. Proses-proses yang terlihat dalam siklus geologi.
 - b. Sedimentasi daerah cekungan biasanya daerah cekungan terdapat di daerah – daerah tektonik lempeng terutama di dekat perbatasan lempeng. Sedimen yang terkumpul di cekungan semakin lama semakin banyak dan menimbulkan beban yang bekerja semakin meningkat, kemudian proses kompaksi sedimen tersebut menyebabkan terjadinya penurunan permukaan tanah.
2. Penurunan Tanah Akibat Pengambilan Air Tanah (*Groundwater Extraction*). Pengambilan air tanah secara besar –besaran yang melebihi kemampuan pengambilannya akan mengakibatkan berkurangnya jumlah air tanah pada suatu lapisan akuifer. Hilangnya air tanah ini menyebabkan terjadinya kekosongan pori-pori tanah sehingga tekanan hidrostatik di bawah permukaan tanah berkurang sebesar hilangnya air tanah tersebut. Selanjutnya akan terjadi pemampatan lapisan akuifer.

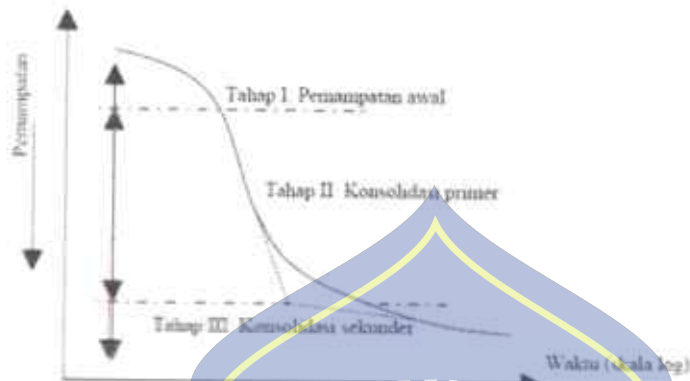
3. **Penurunan Akibat Beban Bangunan (*Settlement*)**. Tanah memiliki peranan penting dalam pekerjaan konstruksi. Tanah dapat menjai pondasi pendukung bangunan atau bahan konstruksi dari bangunan itu sendiri seperti tanggul atau bendungan. Penambahan bangunan di atas permukaan tanah dapat menyebabkan lapisan dibawahnya mengalami pemampatan. Pemampatan tersebut disebabkan adanya deformasi partikel tanah, relokasi partikel, keluarnya air atau udara dari dalam pori, dan sebab lainnya yang sangat terkait dengan keadaan tanah yang bersangkutan. Proses pemampatan ini pada akhirnya menyebabkan terjadinya penurunan permukaan tanah.

Penurunan (*settlement*) umumnya terjadi pada lapisan tanah kohesif (*clay lempung*). Pada penurunan ini, tegangan air pori secara kontinyu berpindah ke dalam tegangan efektif sebagai akibat dari keluarnya air pori. Pada tanah lempung jenuh air, penambahan total tegangan akan diteruskan ke air pori dan butiran tanah. Hal ini berarti penambahan tegangan total ($\Delta\sigma$) akan terbagi ke tegangan efektif dan tegangan air pori. Selain itu penurunan juga terjadi setekah tekanan air pori hilang seluruhnya. Hal ini lebih disebabkan oleh proses pemampatan akibat penyesuaian yang bersifat elastis dari butir-butir tanah.

D. Konsolidasi Tanah

Konsolidasi tanah adalah suatu proses pengecilan volume secara perlahan-perlahan pada tanah jenuh sempurna dengan permeabilitas rendah akibat pengaliran sebagian air pori. Dengan kata lain, pengertian konsolidasi adalah proses terperasnya air tanah akibat bekerjanya beban statis, yang terjadi sebagai fungsi waktu karena kecilnya permeabilitas tanah. Proses ini berlangsung terus sampai tegangan total telah benar-benar hilang (Craig, 1994:213).

Pada umumnya, tahapan konsolidasi dapat ditunjukkan oleh grafik antara penurunan dan waktu.



Gambar 1. Hubungan waktu vs penurunan selama konsolidasi untuk suatu penambahan beban yang diberikan (Sumber: Das, 1994:184).

Dari gambar dilihat bahwa ada tiga tahapan yang berbeda yang dapat dijalankan:

Tahap I: Penurunan Awal (*initial compression*), dimana terjadi penurunan dengan segera sesudah beban bekerja, penurunan ini terjadi akibat proses penekanan udara keluar dari dalam pori tanah.

Tahap II: Konsolidasi Primer (*primary consolidation*), yaitu periode selama tegangan air pori secara lambat laun dipindahkan ke dalam tegangan efektif, sebagai akibat dari keluarnya air dari pori-pori tanah.

Tahap III: Konsolidasi Sekunder (*secondary consolidation*), yaitu terjadi setelah tegangan air pori hilang seluruhnya. Penurunan yang terjadi adalah disebabkan oleh penyesuaian yang bersifat plastis dari butir-butir tanah setelah konsolidasi primer.

Perbandingan tekanan prakonsolidasi dengan tekanan efektif vertikal pada saat tanah diselidiki menghasilkan dua kondisi yang didasarkan pada sejarah geologinya yaitu:

1. Terkonsolidasi Secara Normal (*Normally Consolidated/NC*), dimana tekanan efektif overburden saat ini merupakan tekanan maksimum yang pernah dialami tanah tersebut.
2. Terkonsolidasi Lebih (*Over Consolidated/OC*), dimana tekanan efektif overburden saat ini lebih kecil dari tekanan prakonsolidasi yang pernah dialami tanah tersebut.

E. Instrument Geoteknik *Settlement plate*

Settlement plate merupakan salah satu instrument geoteknik yang berfungsi untuk memonitor proses settlement pada pekerjaan *pavement*, dimana *settlement plate* berfungsi untuk memonitor nilai/ besaran dari penurunan tanah yang timbul akibat sistem preloading/ timbunan prabeban bangunan, sehingga proses pekerjaan *pavement* bisa dikatakan aman dari bahaya sliding/ longsor terhadap bangunan preloading atau bahkan timbunan itu sendiri.

Pada *settlement plate* terdapat sensor yang bekerja untuk mengukur penurunan tanah, sensor transducer di tanam pada bagian ujung *settlement plate* dan elevasi tanah, sehingga ketika terjadi pergerakan tanah pada saat proses pekerjaan penimbunan galian dan pekerjaan lainnya maka akan terbaca oleh sensor tersebut.

Sedangkan alat diatas merupakan alat yang ditanam di dalam tanah dengan kedalam mengikuti rencana gambar, alat tersebut berfungsi untuk melihat penurunan tanah yang sudah dilengkapi dengan sensor agar proses pengamatan menjadi mudah.

Cara memasang *settlement plate* yaitu, pertama buat galian menggunakan bantuan alat berat atau dengan cara manual hingga kedalaman tertentu, kemudian

letakkan alat tersebut kedalam tanah. Timbun alat tersebut dengan tanah yang bekas galian tadi kemudian beri tanda di sekitar pipe cap agar tidak terkena material ataupun terkena benturan karena akan mempengaruhi nilai dari pemantauan. Kemudian sambungkan kabel dari sensor kedalam datalogger dan sambungkan pada perangkat laptop untuk membantu pemantauan pergerakan tanah. Pemantauan dapat dilakukan setiap hari pada saat proses pengerjaan ataupun ketika tidak ada proses pengerjaan.

Dari bacaan *Settlement plate* dapat pula diketahui nilai derajat konsolidasi dengan membandingkan besar penurunan aktual pada waktu tertentu terhadap penurunan total atau sesuai dengan

$$U_v - sp = \frac{S_t}{S_c} \quad (1)$$

Keterangan:

S_t = Penurunan konsolidasi dari bacaan *settlement plate* pada waktu t

S_c = penurunan total

f. Metode Observasi Asaoka untuk Memprediksi Penurunan Tanah

Penurunan yang terjadi pada timbunan diukur berdasarkan jenis instrument yang dipasang pada lokasi tersebut seperti *settlement plate*. Instrument tersebut dimonitor dari waktu ke waktu sesuai dengan data penurunan yang ingin didapatkan. Pendataan lapangan kemudian diinterpretasikan dengan menggunakan metode observasi seperti Metode Asaoka, Metode Hiperbolik dan Metode Viskositas.

Metode Asaoka (1978) adalah salah satu metode yang digunakan untuk memprediksi besarnya penurunan akhir (*final settlement*). Dengan metode ini besarnya penurunan tanah aktual dapat diprediksi tanpa membutuhkan parameter-parameter lain seperti data-data laboratorium, namun yang digunakan analisis pada konsolidasi ini yaitu hasil pengamatan lapangan seperti data tekanan air pori, panjang drainase, regangan maksimum tanah dan koefisien konsolidasi. Metode ini akan menghasilkan kurva linear jika tanah memenuhi asumsi Terzaghi. Berikut adalah langkah-langkah prediksi penurunan menggunakan metode Asaoka:

1. Merekap data dari hasil monitoring sesuai interval hari yang ditentukan. Interval minimal 3 hari.
 2. Plot grafik data hasil yang sudah diseleksi atau direkap, grafik hubungan s_n vs s_{n+1} .
 3. Lalu tarik garis yang membentuk 45° pada grafik yang sama.
 4. Kemudian cari titik perpotongan antara plot data dengan garis 45° . Titik perpotongan dapat dicari menggunakan persamaan garis linier.
 $y = mx + c$
 5. Dari titik perpotongan kedua garis tersebut diketahui nilai prediksi penurunan tanah dari metode asaoka.
- a. Persamaan Umum Penurunan Terhadap Waktu Pada Prosedur Observasi Asaoka**

Hubungan antara penurunan tanah dan waktu diturunkan melalui persamaan diferensial berdasarkan persamaan dasar konsolidasi (Mikasa, 1963), yaitu:

$$e = C_v \epsilon_{zz} \dots \dots \dots (2)$$

Dimana:

$e(t,z)$ = regangan vertikal (regangan volum)

$t(\geq 0)$ = kedalaman dari bagian atas lapisan tanah

C_v = koefisien konsolidasi

Walaupun nilai permeabilitas dan koefisien kompresibilitas bervariasi terhadap waktu, persamaan di atas tetap efektif ketika nilai C_v konstan (Mikasa, 1963).

Persamaan dasar konsolidasi ini dipilih oleh Asaoka (1978) untuk diturunkan menjadi persamaan diferensial linear biasa karena lebih sederhana daripada persamaan konsolidasi Terzaghi. Persamaan akhir untuk menentukan nilai penurunan pada interval waktu ke- j dapat dituliskan sebagai berikut:

$$\rho_j = \frac{\beta_0}{1 - \beta_1} \left(\frac{\beta_0}{1 - \beta_0} \rho_0 \right) (\beta_1)^j \quad (3)$$

Dimana ρ_j = besarnya penurunan tanah pada waktu $t = t_j$, dan koefisien β_0 dan β_s ($s = 1, 2, \dots, n$) adalah parameter yang tidak diketahui.

b. Metode Grafis Prediksi Penurunan Tanah

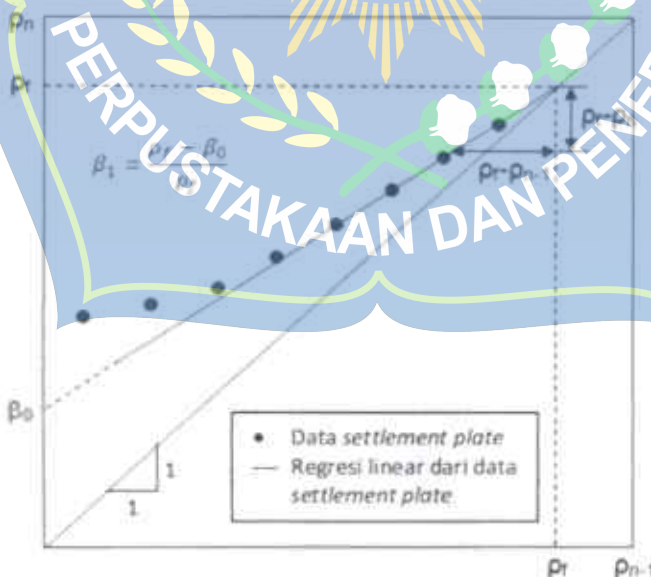
Pengukuran data penurunan tanah lapangan dilakukan dengan menggunakan instrument *settlement plate*. Untuk memperoleh prediksi penurunan akhir tanah, maka data-data penurunan ini harus dipilih, sehingga diperoleh nilai penurunan $\rho_1, \rho_2, \rho_3, \dots, \rho_n$ dengan interval waktu Δt yang konstan seperti dilihat pada gambar 2.2. Kemudian nilai ρ_n (sumbu y) dan nilai ρ_{n-1} (sumbu x) diplot sehingga akan diperoleh titik-titik yang membentuk garis lurus, seperti ditunjukkan pada gambar 2.3. β_0 adalah waktu titik plot pertama dari regresi linear ρ_n dan ρ_{n-1} .

Penurunan akhir (p_f) adalah titik adalah pertemuan antara garis $p_n = p_{n-1}$ (bersudut 45°) dengan trendline dari garsis p_n vs p_{n-1} sebenarnya. Setelah diperoleh penurunan akhir (p_f) maka dapat dicari nilai β_1 yang merupakan kemiringan dari garis p_n vs p_{n-1} sebenarnya, yang memberikan hubungan:

$$\beta_1 = \frac{p_f - \beta_0}{p_f} \quad (4)$$



Gambar 2. Prosedur analisa data monitoring penurunan dengan interval waktu yang konstan (sumber: Magnan and Deroy, 1980)



Gambar 3. Prediksi penurunan akhir dengan metode Asaoka (sumber: jurnal teknik sipil vol. 19 no. 2 agustus 2012)

c. Koreksi Nilai Koefisien Konsolidasi

Berdasarkan metode Asaoka, dapat diperoleh nilai koefisien konsolidasi arah vertikal (C_v) dan koefisien konsolidasi arah radial/horizontal (C_h). Nilai koreksi koefisien konsolidasi ini berguna untuk mengetahui kecepatan penurunan konsolidasi pada suatu lapisan tanah lempung yang telah diberi perbaikan tanah timbunan dan PVD. Nilai koefisien konsolidasi arah vertikal (C_v) dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut:

$$\frac{4H^2 \ln \beta}{\pi^2 \Delta t} \quad (5)$$

Dan koefisien konsolidasi arah radial/ horizontal dapat dihitung dengan rumus berikut:

$$\frac{(1-\beta)dw^2Fn}{8\beta\Delta t} \quad (6)$$

Dimana:

C_v = koefisien konsolidasi arah vertikal

H = tebal lapisan tanah yang terkonsolidasi

β = kemiringan kurva p_n vs p_{n-1}

Δt = selang waktu dalam pengamatan penurunan

C_h = koefisien konsolidasi arah radial/ horizontal koreksi

d_w = diameter daerah pengaruh PVD

F_n = fungsi n terhadap waktu akibat PVD

G. Teori Preloading

Pada tanah yang lunak, mudah dapat mampat dan tebal, kadang-kadang dibutuhkan untuk mengadakan pembebanan sebelum pelaksanaan bangunannya sendiri. Cara ini disebut prapembebanan (*preloading*). Maksud dari prapembebanan ini adalah untuk meniadakan atau mereduksi penurunan konsolidasi primer, yaitu dengan membebani tanah lebih dulu sebelum pelaksanaan bangunan. Setelah penurunan konsolidasi primer selesai atau sangat kecil, baru beban tanah dibongkar dan struktur dibangun di atas tanah tersebut (Johnson, 1970).

Bila dalam pelaksanaan dibutuhkan pembebanan terbagi rata dengan tambahan intensitas tegangan sebesar P_f akibat pembebanan, penurunan konsolidasi primer total diperkirakan akan sama dengan $S_c(f)$. Jika diinginkan untuk menghilangkan penurunan konsolidasi primer, maka harus dikerjakan intensitas beban terbagi rata total sebesar $P = P_f + P_s$, beban ini akan menyebabkan penurunan yang lebih cepat. Bila penurunan total $S_c(f)$ telah tercapai, beban disingkirkan untuk kemudian dilaksanakan pembangunan struktur yang diinginkan. (Johnson 1970)



Gambar 4. Konsep mempercepat penurunan dengan cara prapembebanan
(sumber: mekanika tanah 2 Hardiyatmo, H. C. 2001)

Korelasi antara tekanan P_s dan waktu harus dipertimbangkan dalam hitungan. Untuk itu, perlu diperhatikan variasi sifat derajat konsolidasi pada sembarang waktu sesudah beban bekerja diatas lapisan lempung. Derajat konsolidasi pada kedalaman tertentu (U_z) akan berubah sepanjang kedalamannya dan akan minimum pada bagian tengah, yaitu pada kedalaman $z = H$. Jika derajat konsolidasi rata-rata (U_r) digunakan sebagai kriteria untuk pembongkaran beban terbagi ratanya, maka sesudah pembongkaran, lempung yang terletak di bagian tengah akan tetap diam dan lempung yang terletak di dekat lapisan-lapisan lolos air akan cenderung untuk mengembang. Untuk menghindari masalah ini, dalam hitungan, perlu ditentukan cara yang tepat untuk mengambil pendekatan dalam penggunaan derajat konsolidasi U_z pada bidang tengah $z = H$.

Durasi preloading dengan timbunan umumnya berkisaran 3 sampai 8 bulan mulai dari penempatan *surcharge* sampai *surcharge* diangkat, meskipun ada kondisi tertentu dimana hanya dibutuhkan enam minggu untuk pekerjaan preloading ataupun pula berjalan sebaliknya sampai tiga tahun. Menurut Stapelfeldt (2006), beban tambahan sementara dapat diangkat ketika penurunan diperkirakan melebihi penurunan akhir yang dapat dicapai tanpa menggunakan preloading. Namun sebaiknya, tidak dilakukan sebelum tegangan pori berlebih berada di bawah peningkatan tegangan yang disebabkan oleh beban sementara.

Dalam preloading menggunakan timbunan agar sesuai besar penurunan konsolidasi yang akan dicapai. Beban timbunan direncanakan dengan ketinggian tertentu. Tinggi timbunan pada umumnya adalah: 3 – 8 meter dengan penurunan yang terjadi umumnya berkisar 0.3 – 2.0 meter (Stamatopoulus, 1985).

Ada beberapa syarat menurut Stamatopoulus (1985), yang menentukan apakah suatu lahan dilakukan perbaikan tanah menggunakan teknik preloading atau tidak, seperti:

1. Tersedia lahan tambah untuk mengakomodisir disekitar 10 m atau lebih di luar parameter struktur rencana.
2. Tersedia material timbunan, adanya alat angkutan material timbunan yang tentu saja material tersebut dalam volume yang sangat besar, dan adanya penanganan yang baik dari owner maupun enginer yang mengerjakannya.
3. Preloading dikatakan berhasil bila tidak ada retak maupun kelongsoran dibagian dasar selama preloading maupun selang akhir pengoperasian struktur.
4. Durasi preloading sesuai dengan jadwal rencana konstruksi.
5. Tidak ada kerusakan pada struktur yang berdampingan, tidak mengganggu di lingkungan sekitar dengan debu, kebisingan lain dan sebagainya yang ditimbulkan dari pekerjaan perbaikan tanah dengan metode preloading ini.
6. Penurun yang terjadi masih dalam rentang batas toleransi yang ada biaya yang dikeluarkan sesuai dengan yang direncanakan.

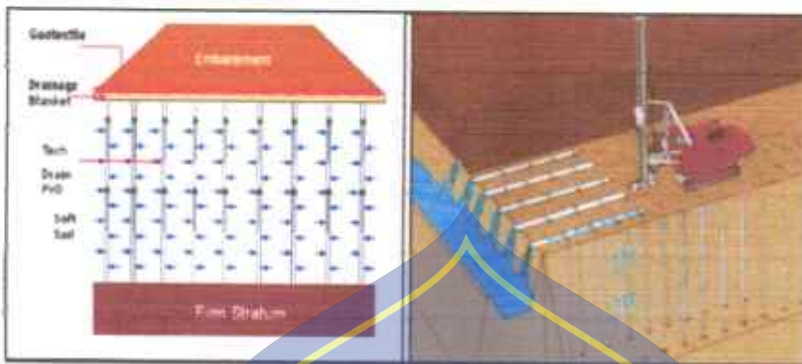
Hal lain yang perlu diperhatikan dalam teknik preloading dengan menggunakan timbunan yaitu daya dukung tanah dasar. Ada dua hal yang dapat dilakukan untuk menghindari terjadinya kelongsoran yaitu:

1. Pemberian timbunan secara bertahap
2. Pemberian timbunan secara *counter weight*.

H. Teori Perencanaan Drainase Vertikal (*Vertikal Drain*)

PVD merupakan material geosintetik yang konsep kerjanya sama dengan kolam pasir yang mempunyai karakteristik sebagai pengumpul air pori kemudian

akan dialirkan secara vertikal baik ke atas maupun ke bawah lapisan tanah sepanjang PVD tersebut.



Gambar 5. Aliran air pori pada PVD (sumber: skripsi teknik sipil Jeremy, 2019)

PVD umumnya berbentuk pita dengan sebuah inti plastik beralur terbuat dari material geosintesis (material polimer) yang dibentuk seperti potongan yang panjang. Material polimer dapat berupa material PVC dengan lebar 90 sampai 100 mm, ketebalan 2 sampai 6 mm (Gulhati, Shaskhi K. 2005). Berikut contoh *prefabricated vertical drain* (PVD).



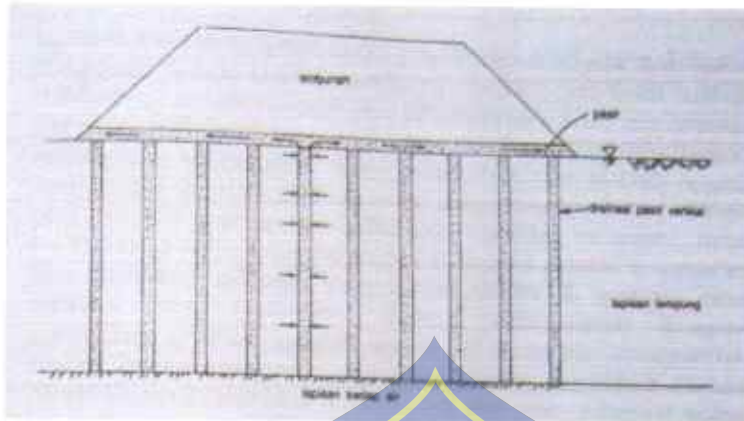
Gambar 6. PVD (sumber: skripsi teknik sipil Jeremy, 2019)

Jika menggunakan PVD, maka karakteristik hidroliknya harus diperhatikan dengan seksama, seperti kapasitas pengeluaran air dan permeabilitas dari filter dan kuat tekuk serta daya tahannya dari degradasi fisik dan biokimia dalam berbagai

kondisi cuaca dan lingkungan. PVD biasanya digunakan sampai pada kedalaman lapisan tanah undrained dengan menggunakan rig penetrasi statis.

Kecepatan konsolidasi yang rendah pada tanah-tanah lempung, dan tanah yang mudah mampat lainnya dapat dipercepat dengan menggunakan drainase pasir (atau bahan lain) yang ditanam secara vertikal. Drainase pasir ini memberikan lintasan air pori yang lebih pendek ke arah horizontal. Jarak drainase arah horizontal yang lebih pendek menambah kecepatan proses konsolidasi beberapa kali lebih cepat. Disamping itu, permeabilitas tanah ke arah horizontal yang beberapa kali lebih besar, juga mempercepat laju proses konsolidasi. Proses konsolidasi yang dipercepat ini mempercepat pula kenaikan kuat geser tanah aslinya. Pengalaman menunjukkan, bahwa drainase pasir tidak cocok untuk diterapkan pada tanah dengan nilai konsolidasi sekunder yang tinggi, seperti lempung yang berplastisitas tinggi dan gambut (*peat*).

Drainase pasir vertikal biasanya terdiri dari lubang bor vertikal yang menembus lapisan lempung jenuh yang relatif tebal dimana lapisan lempung ini terletak pada lapisan batu, cadas, atau lapisan kedap air yang diendapkan melalui proses geologi. Lubang bor diisi dengan pasir dengan gradasi tertentu. Berat timbunan yang dibangun diatas drainase pasir vertikal menyebabkan tanah yang lunak mampat. Mampatnya tanah adalah akibat dari air yang dipaksa mengalir ke atas lateral (horizontal) ke drainase pasir. Dari sini, air mengalir ke atas, menuju lapisan air yang diletakkan pada dasar tanah timbunan. Bila beban bertambah besar, maka kecepatan konsolidasi akan bertambah pula.



Gambar 7. Struktur drainase pasir vertikal (sumber: mekanika tanah 2 Hardiyatmo, H. C, 2001)

Kadang-kadang drainase pasir vertikal dibangun di atas tanah yang lolos air seperti pasir. Kondisi ini akan memberikan kondisi drainase double arah atas dan bawah, dengan demikian akan lebih mempercepat proses konsolidasi.



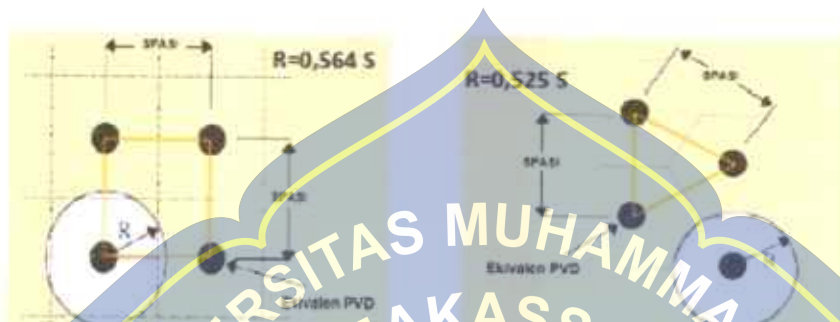
Gambar 8. Struktur drainase pasir vertikal dengan lapisan dasar berupa lapisan yang lolos air. (sumber: mekanika tanah 2 Hardiyatmo, H. C, 2001)

Untuk penentuan titik pemasangan PVD biasanya akan digunakan pola-pola tertentu untuk memudahkan pelaksanaan. Pada umumnya, PVD dipasang dengan pola bujur sangkar atau segitiga dimana rumus yang berlaku untuk mengetahui daerah pengaruh kerja PVD itu adalah:

$$R = 0,546S \text{ atau } d_e = 1,13S \text{ (untuk pola bujur sangkar)} \dots\dots\dots (7)$$

$$R = 0,525S \text{ atau } d_e = 1,05S \text{ (untuk pola segitiga)} \dots\dots\dots (8)$$

Dimana R adalah jari-jari, d adalah diameter jangkauan kerja PVD dan S adalah spacing atau jarak antar PVD.



Gambar 9. Bentuk konfigurasi pemasangan *vertical drains* (Baron, 1948)

a. Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Pekerjaan *Vertical Drain*

Vertical drain tidak bekerja secara maksimal pada lokasi pekerjaannya. Selalu ada beberapa faktor yang mempengaruhi pekerjaan *vertical drain* terutama selama proses pemasangan seperti pemasangan vertikal, gangguan tanah pada daerah pengaliran, dan penyumbatan. Faktor-faktor tersebut akan menimbulkan penundaan konsolidasi yang menciptakan masalah yang tidak diharapkan oleh para insinyur sipil. Terkadang ketika konstruksi dikerjakan tanpa memperhitungkan penundaan konsolidasi, akan menghasilkan penurunan yang tidak bisa diprediksi dimasa yang akan datang. Dengan demikian, adalah sangat penting untuk mempelajari faktor-faktor yang perlu diperhitungkan dalam *vertical drain*.

b. Diameter Ekuivalen *Vertical Drain*

Cardboard Wick merupakan tipe pertama dari PVD yang dipasarkan oleh Swedish Geotechnical Institute dan diperkenalkan oleh Kjellman pada tahun 1947,

dimana besar diameter ekuivalennya adalah 50 mm. Selanjutnya Hansbo dari hasil percobaannya pada tahun 1979 menunjukkan bahwa konsolidasi PVD akan mendekati besar konsolidasi radial apabila diameter ekuivalen dari PVD. Berikut ini diberikan diameter ekuivalen dari berbagai jenis PVD yang terdapat di pasaran yang dapat kita lihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Karakteristik dari berbagai jenis PVD

Nama dagang	Lebar PVD (mm)	Tebal PVD (mm)	Terbungkus Filter	dw (mm)
Aldrain	100	6	Yes	67
Amerdrain	92	10	Yes	65
Bando Chemical	96	2,9	Yes	63
Cardboard wick	100	3	No	65
Castleboard	94	2,6	Yes	62
Coldbond	100	5	Yes	67
Desol	105	2	No	62
Fibre Drain	80 s/d 100	8 s/d 10	Yes	67
Flodrain	95	4	Yes	63
Geodrain, L-type	95,8	3,4	Yes	63
Geodrain, M-type	95,8	4,2	Yes	64
Mebradrain	100	3 s/d 4	Yes	66
OV-drain	103	2,5	No	65
PVC	100	1,6	No	65
Tafel	102	6,9	No	69

c. Zona Pengaruh pada PVD (*Prefabricated Vertical Drain*)

Vertical Drain biasa dipasang dalam pola segitiga atau segiempat. Vertical drain mempunyai zona pengaruh sendiri dimana dapat ditulis sebagai D (Barron, 1948) sama dengan $1,13 s$ untuk pemasangan drain pada pola segiempat, dan $1,05s$ untuk pola segitiga seperti pada Gambar 9.

Pola segiempat lebih mudah dipasang, tetapi pada pola segitiga menghasilkan konsolidasi yang seragam antara pengaliran jika dibandingkan dengan pola segiempat.

Pada perencanaan vertikal drain pada umumnya dihitung dengan menggunakan persamaan Barron (1948) yang relatif sederhana yaitu:

1. Faktor waktu vertikal (T_v)

$$T_v = \frac{C_v \times t}{H_{dr}^2} \quad (9)$$

Dimana:

T_v = faktor waktu vertikal

C_v = Koefisien konsolidasi vertikal ($m^2/hari$)

t = waktu ke- n (hari)

H_{dr} = jarak air pori (m)

$H_{dr} = \frac{1}{2} H$, bila arah aliran air selama proses konsolidasi adalah dua arah (keatas dan kebawah) double drainase.

$H_{dr} = H$, bila arah drainase adalah satu arah (keatas atau kebawah), single drainase. Hal ini terjadi bila diatas atau di bawah lapisan compressible merupakan lapisan yang kedap air.

2. Derajat konsolidasi vertikal (U_v)

Nilai U_v dapat dicari dengan rumus:

Untuk U_v antara 0 % sampai 60%

$$U_v = \left(2 \sqrt{\frac{T_v}{\pi}} \right) 100\% \quad (10)$$

Untuk U_v antara 60% sampai 100%

$$U_v = (100 - 10^n) \% \quad (11)$$

Dimana:

U_v = derajat konsolidasi arah vertikal

T_v = faktor waktu arah vertikal

$$a = (1,781 - T_v) / 0,933$$

3. Faktor waktu horizontal (T_h)

$$T_h = \frac{C_h \times t}{d_e^2} \quad (12)$$

Dimana:

T_h = faktor waktu horizontal

d_e^2 = diameter jangkauan (m)

t = waktu ke- n (hari)

C_h = koefisien konsolidasi horizontal ($m^2/hari$)

4. Derajat konsolidasi horizontal (U_h)

$$n = d_e/d_w \quad (13)$$

$$F_n = \left(\frac{n^2}{(n^2-1)} \right) \cdot \ln(n) - \left(\frac{3n^2-1}{(4n^2)} \right) \quad (14)$$

$$U_h = \left[1 - \left(\frac{t \times e^{-F_n} \times C_h}{d_w^2 \times \rho \times n} \right) \right] \quad (15)$$

Dimana:

U_h = Derajat konsolidasi (U_h)

t = waktu konsolidasi

F_n = faktor hambatan disebabkan karena jarak antara PVD

$e = 2,7182818$

d_w = diameter ekuivalen PVD

5. Derajat konsolidasi (U)

$$U = [1 - (1 - U_h)(1 - U_v)] \quad (16)$$

Dimana:

U = derajat konsolidasi (%)

6. Besar penurunan (S_c)

$$S_c = U \times S_{c_{ult}} \dots\dots\dots (17)$$

Dimana:

U = derajat konsolidasi (%)

$S_{c_{ult}}$ = penurunan total (ultimate)

I. Matriks Penelitian Terdahulu

Adapun penelitian serupa dengan penelitian ini adalah Evaluasi Kinerja Perbaikan Tanah Lunak Menggunakan Instrument Bandung Area Cluster Amanda dan Btari dengan Penggunaan *Preloading* dan *prefabricated Vertical Drain* (PVD) oleh Zahra Ferbriani Lilabsari 2017. Menggunakan metode penelitian kajian bersifat mengevaluasi penurunan teoritis tentang menghitung prediksi penurunan akhir dengan metode observasi Asaoka serta derajat konsolidasi di lapangan. Hasil penelitian adalah mengetahui prediksi penurunan akhir metode Asoka, mengetahui derajat konsolidasi bacaan settlement plate, mengetahui derajat konsolidasi bacaan Piezometer dan memprediksi waktu tunggu konsolidasi mencapai 90%.

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Proyek Pembangunan Reklamasi Pantai Makassar Newport yang terletak di Jl. Sultan Abdullah Raya, Kaluku Bodoa Kecamatan Tallo Kota Makassar, Sulawesi Selatan. Gambar lokasi Proyek Pembangunan Reklamasi Pantai Makassar Newport dapat dilihat pada gambar 10. Waktu penelitian ini dilaksanakan pada awal bulan Agustus.



Gambar 10. Lokasi penelitian (sumber: google earth)

B. Sumber Data

Data yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Data primer pada penelitian ini yaitu data yang diperoleh langsung dari pembacaan alat *settlement plate* dilapangan.
2. Data sekunder pada penelitian ini yaitu berupa data hasil pembacaan *settlement plate*, elevasi reklamasi dan data *preload*.

C. Alat Yang Digunakan

Alat-alat yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. *Settlement plate* : Alat yang digunakan untuk mengukur penurunan tanah yang terjadi pada waktu tertentu.
2. *Waterpass* : Alat yang digunakan untuk menentukan kerataan permukaan tanah.
3. Rambu ukur : Alat yang digunakan untuk mengukur beda tinggi garis bidik dengan permukaan tanah.
4. PVD : Alat yang digunakan untuk mempersingkat jarak tempuh air pada pori-pori tanah.
5. Alat Tulis : Alat yang digunakan untuk mencatat.
6. Laptop : Alat yang digunakan untuk mengolah data.

D. Analisa Data

1. Analisa prediksi penurunan akhir (*Settlement Final*) dengan Metode Asaoka
 Penurunan akhir (*Settlement Final*) dihitung dengan menggunakan metode Asaoka. Langkah-langkah perhitungan prediksi penurunan akhir yaitu sebagai berikut:

- a. Merekap data dari hasil monitoring sesuai interval hari yang ditentukan. Interval minimal 3 hari.
- b. Plot grafik data hasil yang sudah diseleksi atau direkap, grafik hubungan ρ_n vs $\rho_n + 1$.
- c. Lalu tarik garis yang membentuk 45° pada grafik yang sama.

- d. Kemudian cari titik perpotongan antara plot data dengan garis 45° . Titik perpotongan data dicari menggunakan persamaan garis linear.
 - e. $y = mx + c$
 - f. Dari titik perpotongan kedua garis tersebut diketahui nilai prediksi penurunan tanah dari metode Asaoka.
 - g. Dari grafik Asaoka dapat pula dihitung nilai koefisien β , koefisien konsolidasi
2. Analisa koefisien konsolidasi vertikal (C_v) dan koefisien konsolidasi horizontal (C_h)

Untuk menghitung nilai koefisien konsolidasi vertikal (C_v) dan koefisien konsolidasi horizontal (C_h) perlu diketahui nilai koefisien β . Nilai koefisien β dihitung dengan menggunakan rumus:

$$\beta = \frac{pf - \beta_0}{\rho f}$$

Dimana:

pf = penurunan final

β_0 = titik plot pertama pada grafik Asaoka

Setelah diperoleh nilai koefisien β dapat dihitung nilai koefisien konsolidasi vertikal dan koefisien konsolidasi horizontal dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$C_v = \frac{4H^2 \ln \beta}{\pi^2 \Delta t}$$

$$Ch = \frac{(1 - \beta)dw^2Fn}{8\beta\Delta t}$$

Dimana:

C_v = koefisien konsolidasi arah vertikal

H = tebal lapisan tanah yang terkonsolidasi

β = kemiringan kurva ρ_n vs ρ_{n-1}

Δt = selang waktu dalam pengamatan penurunan

C_h = koefisien konsolidasi arah radial/ horizontal koreksi

d_w = diameter daerah pengaruh PVD

F_n = fungsi n terhadap waktu akibat PVD

3. Analisa sisa *settlement*

Sisa *settlement* di lapangan dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

Sisa *settlement* = *settlement final* – bacaan akhir *settlement plate*

4. Analisa derajat konsolidasi aktual

Analisa derajat konsolidasi aktual dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

U aktual = St / Sc

Dimana:

St = penurunan konsolidasi dari bacaan *settlement plate* pada waktu t

S_c = penurunan total

5. Analisis waktu penurunan konsolidasi menggunakan PVD dan tanpa menggunakan PVD

Analisis waktu penurunan konsolidasi menggunakan PVD dan tanpa menggunakan PVD dapat dihitung dengan menggunakan persamaan Barron (1948).

1) Perhitungan waktu konsolidasi dengan menggunakan PVD

a. Perhitungan faktor waktu vertikal (T_v)

$$T_v = \frac{C_v \times t}{H_{dr}^2}$$

Dimana:

T_v = faktor waktu vertikal

C_v = Koefisien konsolidasi vertikal ($m^2/hari$)

t = waktu ke- n (hari)

H_{dr} = jarak air pori (m)

$H_{dr} = \frac{1}{2} H$, bila arah aliran air selama proses konsolidasi adalah dua arah (keatas dan kebawah) double drainase.

$H_{dr} = H$, bila arah drainage adalah satu arah (keatas atau kebawah) single drainase. Hal ini terjadi bila diatas atau di bawah

lapisan compressible merupakan lapisan yang kedap air.

b. Derajat konsolidasi vertikal (U_v)

Nilai U_v dapat dicari dengan rumus:

Untuk U_v antara 0 % sampai 60%

$$U_v = \left(2 \sqrt{\frac{T_v}{\pi}} \right) 100\%$$

Untuk U_v antara 60% sampai 100%

$$U_v = (100 - 10a) \%$$

Dimana:

U_v = derajat konsolidasi arah vertikal

T_v = faktor waktu arah vertikal

$$a = (1,781 - T_v) / 0,933$$

c. Faktor waktu horizontal (T_h)

$$T_h = \frac{C_h \times t}{d_e^2}$$

Dimana:

T_h = faktor waktu horizontal

d_e = diameter jangkauan (m)

t = waktu ke- n (hari)

C_h = koefisien konsolidasi horizontal ($m^2/hari$)

d. Derajat konsolidasi horizontal (U_h)

$$n = d_e/d_w$$

$$F_n = \left(\frac{n^2}{(n^2 - 1)} \right) \cdot \ln(n) - \left(\frac{3n^2 - 1}{(4n^2)} \right)$$

$$U_h = \left[1 - \left(\frac{1}{\frac{t \times B \times C_h}{d_w^2 F_n}} \right) \right]$$

Dimana:

U_h = Derajat konsolidasi (U_h)

t = waktu konsolidasi

F_n = faktor hambatan disebabkan karena jarak antara PVD

$e = 2,7182818$

d_w = diameter ekuivalen PVD

e. Derajat konsolidasi (U)

$$U = [1 - (1 - U_h)(1 - U_v)]$$

Dimana:

U = derajat konsolidasi (%)

f. Besar penurunan (Sc)

$$Sc = U \times Sc_{ult}$$

Dimana:

U = derajat konsolidasi (%)

Sc_{ult} = penurunan total (ultimate)

2) Perhitungan waktu konsolidasi tanpa menggunakan PVD

a. Perhitungan faktor waktu vertikal (T_v)

$$T_v = \frac{C_v \times t}{H_{dr}^2}$$

Dimana:

T_v = faktor waktu vertikal

C_v = Koefisien konsolidasi vertikal ($m^2/hari$)

t = waktu ke- n (hari)

H_{dr} = jarak air pori (m)

$H_{dr} = \frac{1}{2} H$, bila arah aliran air selama proses konsolidasi adalah

dua arah (keatas dan kebawah) double drainase.

$H_{dr} = H$, bila arah drainage adalah satu arah (keatas atau kebawah)/ single drainase. Hal ini terjadi bila diatas atau di bawah lapisan compressible merupakan lapisan yang kedap air.

b. Derajat konsolidasi vertikal (U_v)

Nilai U_v dapat dicari dengan rumus:

Untuk U_v antara 0 % sampai 60%

$$U_v = \left(2 \sqrt{\frac{T_v}{\pi}} \right) 100\%$$

Untuk U_v antara 60% sampai 100%

$$U_v = (100 - 10a)\%$$

Dimana:

U_v = derajat konsolidasi arah vertikal

T_v = faktor waktu arah vertikal

$$a = (1,781 - T_v) / 0,933$$

c. Besar penurunan (S_c)

$$S_c = U \times S_{c_{ult}}$$

Dimana:

U = derajat konsolidasi (%)

$S_{c_{ult}}$ = penurunan total (ultimate

E. Bagan Alir Penelitian



Gambar 11. Bagan alir penelitian

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

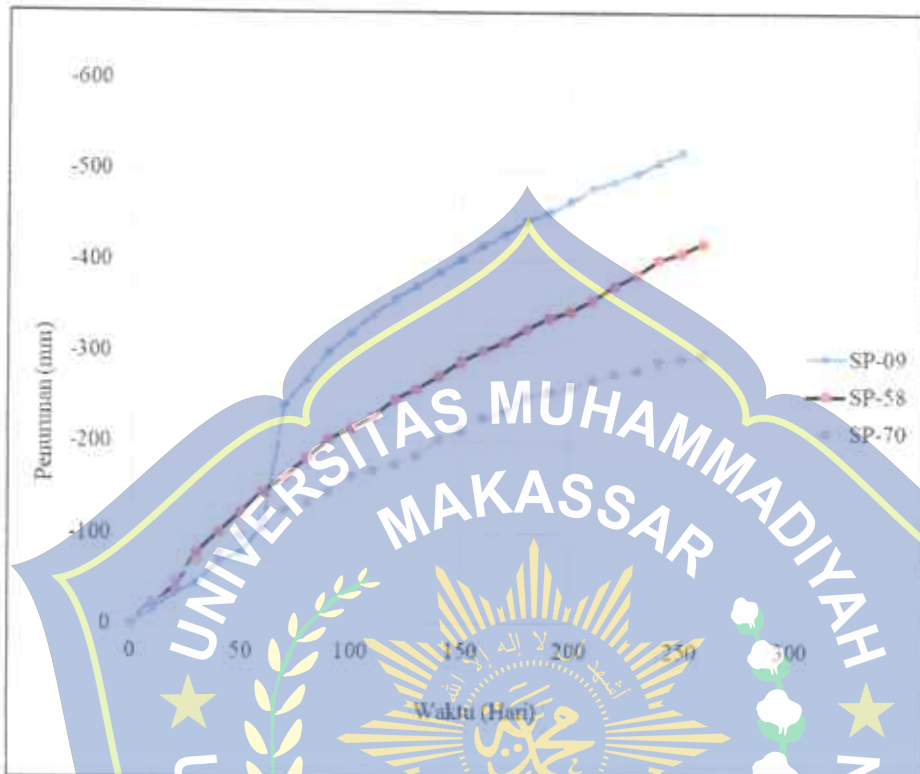
A. Data Settlement Plate

Data *settlement plate* yang digunakan dalam penelitian ini adalah data SP-09, SP-58 dan SP-70. Data masing-masing *settlement plate* direkap dengan menggunakan interval 10 hari. Hasil rekap data masing-masing *settlement plate* dengan interval 10 hari ditampilkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Rekap data SP-09, SP-58 dan SP-70 dengan interval 10 hari

Hari ke-	SP-09		SP-58		SP-70	
	pn (mm)	pn-1 (mm)	pn (mm)	pn-1 (mm)	pn (mm)	pn-1 (mm)
0	0	0	0	0	0	0
10	-16	0	-24	0	-22	0
20	-33	-16	-40	-24	-50	-22
30	-45	-33	-78	-40	-69	-50
40	-68	-45	-101	-78	-78	-69
50	-78	-68	-123	-101	-97	-78
60	-106	-78	-145	-123	-112	-97
70	-241	-106	-162	-145	-125	-112
80	-270	-241	-182	-162	-134	-125
90	-300	-270	-203	-182	-146	-134
100	-320	-300	-215	-203	-163	-146
110	-340	-320	-228	-215	-169	-163
120	-357	-340	-247	-228	-176	-169
130	-372	-357	-259	-247	-185	-176
140	-387	-372	-273	-259	-205	-185
150	-402	-387	-289	-273	-213	-203
160	-416	-402	-301	-289	-227	-213
170	-429	-416	-311	-301	-234	-227
180	-444	-429	-324	-311	-250	-234
190	-453	-444	-337	-324	-256	-250
200	-466	-453	-344	-337	-261	-256
210	-480	-466	-357	-344	-269	-261
220	-488	-480	-373	-357	-276	-269
230	-496	-488	-385	-373	-280	-276
240	-509	-496	-402	-385	-290	-280
250	-520	-509	-409	-402	-293	-290
260	-532	-520	-420	-409	-297	-293

Perbandingan besar penurunan vs waktu penurunan SP-09, SP-58 dan SP-70 ditunjuk oleh grafik 1.

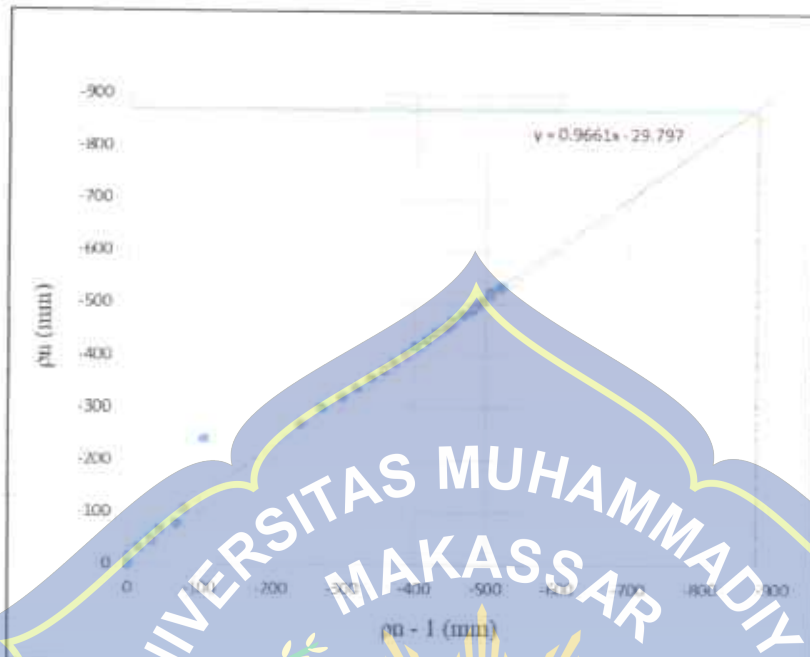


Grafik 1. Perbandingan besar penurunan vs waktu penurunan SP-09, SP-58 dan SP-70.

B. Analisis Prediksi Penurunan Final (*Settlement Final / Sf*) dengan Metode Asaoka

Prediksi penurunan akhir (*final*) metode Asaoka dilakukan dengan membuat grafik hubungan p_n (sumbu-y) p_{n+1} (sumbu-x) berdasarkan table 4.1 sehingga membentuk garis linear yang akan berpotongan dengan garis 45° . Dari titik potong ini akan didapat nilai x untuk kemudian dilakukan prediksi penurunan akhir menggunakan persamaan regresi dari setiap grafik. Berikut grafik Asaoka dari setiap *settlement plate*:

1. SP-09, EL Preload 7,389 m



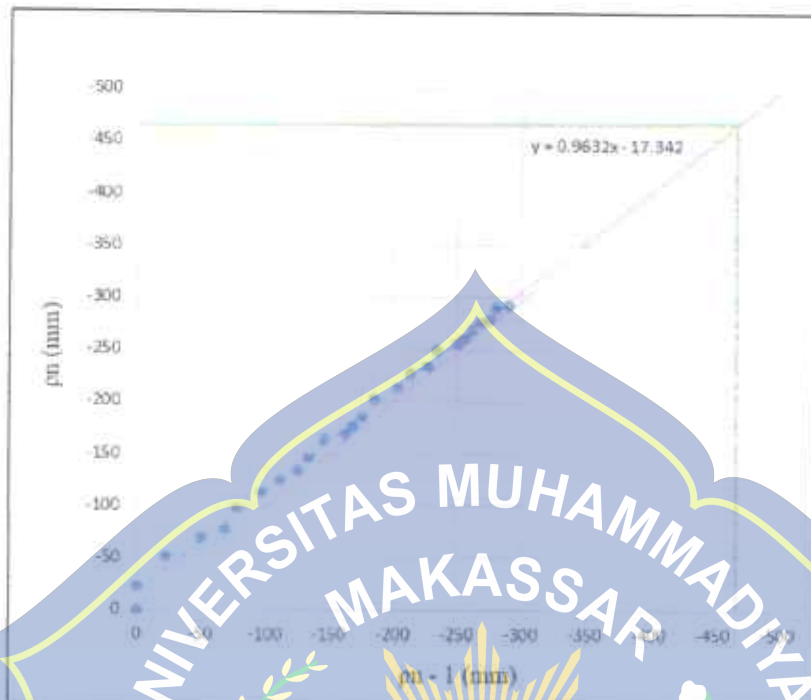
Grafik 2. Grafik Asaoka SP-09

2. SP-58, EL Preload 5,758 m



Grafik 3. Grafik Asaoka SP-58

3. SP-70, EL Preload 8 m



Grafik 4. Grafik Asaoka SP-70

Pada Perhitungan S_f dapat dilakukan secara Matematis dari persamaan yang didapat dari persamaan garis linear yang terdapat pada grafik Asaoka. Dari Persamaan tersebut dapat ditentukan nilai dari *settlement final* (S_f). Berikut perhitungan *settlement final* SP-09:

$$y = 0,9661x - 29,797$$

$$x = 0,9661x - 29,797$$

$$x - 0,9661x = -29,797$$

$$0,0339x = -29,797$$

$$x = (-29,797)/0,0339$$

$$x = -878,9676$$

Sehingga didapatkan nilai *settlement final* pada SP-09 adalah sebesar -878,9676 mm. Hasil perhitungan prediksi *settlement final* setiap *settlement plate* ditampilkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil perhitungan prediksi *penurunan final* metode Asaoka

<i>Settlement Plate</i>	Penurunan s.d. hari ke 260 (mm)	Penurunan Final (mm)
SP-09	-532	-878,9676
SP-58	-420	-836,0392
SP-70	-297	-471,25

Dari hasil perhitungan diperoleh nilai prediksi penurunan akhir (*final*) yang mendekati penurunan aktual yaitu nilai penurunan akhir SP-09 sebesar -878,9676 mm, SP-58 sebesar -836,0392 mm dan SP-70 -471,25 mm.

C. Analisa koefisien konsolidasi vertikal (C_v) dan koefisien konsolidasi horizontal (C_h)

Untuk menghitung koefisien konsolidasi vertikal (C_v) dan koefisien konsolidasi horizontal (C_h) perlu diketahui nilai koefisien β terlebih dahulu. Nilai koefisien β dapat diperoleh dari grafik Asaoka. Berikut nilai koefisien β untuk SP-09.

$$\begin{aligned}\beta &= \frac{p_f - \beta_0}{p_f} \\ &= \frac{-878,9676 - (-16)}{-878,9676} \\ &= 0,981\end{aligned}$$

Sehinggah, nilai koefisien β adalah 0,981. Setelah diperoleh nilai koefisien β , maka nilai koefisien konsolidasi vertikal dan koefisien konsolidasi horizontal dapat diketahui dengan cara sebagai berikut:

$$\begin{aligned}C_v &= \frac{4H^2 \ln \beta}{\pi^2 \Delta t} \\ &= \frac{4(21)^2 \ln 0,981}{3,14^2 \cdot 10} \\ &= \frac{1764 \ln 0,981}{98,596} \\ &= 0,329 \text{ m}^2/\text{hari}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}C_h &= \frac{(1-\beta)dw^2Fn}{8\beta\Delta t} \\ &= \frac{(1-0,981)0,067^2 \cdot 1,749}{8 \times 0,981 \times 10} \\ &= \frac{0,000149}{78,48}\end{aligned}$$

$$= 0,0000019 \text{ m}^2/\text{hari}$$

Tabel 4. Hasil perhitungan koefisien konsolidasi vertikal (C_v) dan koefisien konsolidasi horizontal (C_h)

<i>Settlement Plate</i>	Penurunan s.d. hari ke 260 (mm)	Penurunan Final (mm)	β	C_v	C_h
SP-09	-532	-878,9676	0,981	0,329	0,0000019
SP-58	-420	-836,0392	0,971	0,527	0,0000029
SP-70	-297	-471,25	0,953	0,861	0,0000048

D. Analisis sisa *settlement* di lapangan

Berdasarkan nilai prediksi penurunan akhir (*final*) dan penurunan total bacaan akhir *settlement plate* di lapangan, maka sisa *settlement* di lapangan dapat diketahui dengan cara sebagai berikut.

Sisa *settlement plate*-09:

Se bacaan akhir *settlement plate* = -532 mm

Settlement Final = -878, 9676 mm

Sisa *settlement* = *settlement final* – bacaan akhir *settlement Plate*

$$= (-878, 9676) - (-532)$$

$$= -346, 9676 \text{ mm}$$

Maka sisa *settlement* yang terjadi pada SP-09 adalah sebesar -346, 9676 mm dan sisa *settlement* yang terjadi pada SP-58 dan SP-70 dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Sisa *settlement*

<i>Settlement Plate</i>	Kumulatif <i>Settlement</i> Lapangan (mm)	Prediksi <i>Settlement Final</i> (mm)	Sisa <i>Settlement</i> (mm)
SP-09	-532	-878, 9676	-346, 9676
SP-58	-420	-836, 0392	-416, 0392
SP-70	-297	-471, 25	-174, 25

E. Analisis Derajat Konsolidasi Aktual

Dalam perhitungan ini digunakan data *settlement final* pada perhitungan sebelumnya dan data penurunan total bacaan akhir pada *settlement plate* di lapangan. Kemudian nilai derajat konsolidasi aktual dihitung dengan cara sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{U aktual SP-09} &= S_f / S_c \\
 &= -532 / -878, 9676 \\
 &= 60, 53\%
 \end{aligned}$$

Tabel 6. Rekap nilai *settlement final* dan derajat konsolidasi (U) aktual

<i>Settlement Plate</i>	Kumulatif <i>Settlement</i> Lapangan	Prediksi <i>Settlement Final</i>	Sisa <i>Settlement</i>	Derajat Konsolidasi Aktuai
	S _c (mm)	S _∞ (mm)	(mm)	U %
SP-09	-532	-878, 9676	-346, 9678	60, 53%
SP-58	-420	-836, 0392	-416, 0392	50, 24%
SP-70	-297	-471, 25	-174,25	63, 02%

F. Analisis Waktu Penurunan Konsolidasi tanpa Menggunakan PVD dan Menggunakan PVD

Waktu penurunan konsolidasi tanpa menggunakan PVD dan dengan menggunakan PVD dapat dihitung dengan menggunakan persamaan Barron (1948).

1. Perhitungan waktu penurunan konsolidasi dengan menggunakan PVD

a. Perhitungan faktor vertikal (T_v)

$$\begin{aligned} T_v &= \frac{c_u \times t}{H d_r^2} \\ &= \frac{0,329 \times 400}{10,5^2} \\ &= \frac{131,6}{110,25} \\ &= 1,19365 \end{aligned}$$

b. Perhitungan derajat konsolidasi (U_v)

$$\begin{aligned} a &= (1,781 - T_v) / 0,933 \\ &= (1,781 - 1,19365) / 0,933 \\ &= -0,58735 / 0,933 \\ &= -0,629528403 \end{aligned}$$

Sehingga,

$$\begin{aligned} U_v &= (100 - 10^a) \% \\ &= (100 - 10^{-0,629528403}) \% \\ &= 0,95739 \end{aligned}$$

c. Perhitungan faktor waktu horizontal (T_h)

$$d_e = 1,13 \times 1 = 1,13$$

$$\begin{aligned}
 Th &= \frac{Ch \times t}{de^2} \\
 &= \frac{0,0000019 \times 400}{1,13^2} \\
 &= \frac{0,0000048 \times 300}{1,2769} \\
 &= \frac{0,00076}{1,2769} \\
 &= 0,00060
 \end{aligned}$$

d. Perhitungan derajat konsolidasi horizontal (U_h)

$$\begin{aligned}
 n &= de / dw \\
 &= 1,13 / 0,067 \\
 &= 16,866 \\
 F_n &= \left(\frac{n^2}{(n^2-1)} \right) \cdot \ln(n) - \left(\frac{3n^3-1}{(4n^2)} \right) \\
 &= \left(\frac{16,866^2}{(16,866^2-1)} \right) \cdot \ln(16,866) - \left(\frac{(3 \times 16,866^3)-1}{(4 \times 16,866^2)} \right) \\
 &= \left(\frac{284,462}{(284,462-1)} \right) \cdot \ln(16,866) - \left(\frac{(3 \times 284,462)-1}{(4 \times 284,462)} \right) \\
 &= \left(\frac{284,462}{(283,462)} \right) \cdot \ln(16,866) - \left(\frac{852,386}{1137,848} \right) \\
 &= 1,0035 \ln(16,866) - (0,749) \\
 &= 9,767 - 0,749 \\
 &= 2,086
 \end{aligned}$$

Sehingga,

$$U_h = \left[1 - \left(\frac{1}{\frac{t \times 8 \times C_h}{dw^2 F_R}} \right) \right]$$

$$U_h = \left[1 - \left(\frac{1}{\frac{400 \times 8 \times 0,0000019}{2,7182818 \times 0,067^2 \times 2,086}} \right) \right]$$

$$U_h = \left[1 - \left(\frac{1}{\frac{0,00608}{2,7182818 \times 0,00936}} \right) \right]$$

$$U_h = [1 - (0.52242)]$$

$$U_h = 0,47758$$

e. Perhitungan derajat konsolidasi (U)

$$U = [1 - (1 - U_h)(1 - U_v)]$$

$$U = [1 - (1 - 0,47758)(1 - 0,95739)]$$

$$U = 0,97774$$

f. Perhitungan besar penurunan (Sc)

$$Sc = U \times Sc_{ult}$$

$$Sc = 0,97774 \times (-0,879)$$

$$Sc = -0,859 \text{ m}$$

Tabel 7. Perhitungan waktu penurunan konsolidasi SP-09
SP-09, EL Preload 7.389 m

t (hari)	Cv (m2/hari)	Ch (m2/hari)	Tv	Uv	Th	Uh	U	Sc (m)
423	0.329	0.0000019	1.26229	0.96403	0.00063	0.49673	0.98190	0.859
523	0.329	0.0000019	1.56070	0.98278	0.00078	0.57214	0.99263	0.871
623	0.329	0.0000019	1.85911	0.99175	0.00093	0.63624	0.99700	0.876
823	0.329	0.0000019	2.45594	0.99811	0.00122	0.73708	0.99950	0.879

2. Perhitungan waktu penurunan konsolidasi tanpa menggunakan PVD

a. Perhitungan faktor waktu vertikal (T_v)

$$\begin{aligned} T_v &= \frac{C_v \times t}{H_{dr}^2} \\ &= \frac{0,527 \times 400}{10,5^2} \\ &= \frac{210,8}{110,25} \\ &= 1,91202 \end{aligned}$$

b. Perhitungan derajat konsolidasi vertikal (U_v)

$$\begin{aligned} a \quad &= (1,781 - T_v) / 0,933 \\ &= (1,781 - 1,91202) / 0,933 \\ &= -0,13102 / 0,933 \\ &= -0,1404287245 \end{aligned}$$

Sehingga,

$$\begin{aligned} U_v &= (100 - 10^a) \% \\ &= (100 - 10^{-0,1404287245}) \% \\ &= (100 - 0,72372) \% \\ &= 0,99276 \end{aligned}$$

c. Perhitungan besar penurunan (S_c)

$$\begin{aligned} S_c &= U \times S_{ult} \\ &= 0,99276 \times 0,836 \\ &= 0,830 \text{ m} \end{aligned}$$

Tabel 8. Perhitungan waktu penurunan konsolidasi SP-58

SP-58, EL Preload 5. 758 m				
t (hari)	Cv (m ² .hari)	Tv	Uv	Sc (m)
400	0.527	1.91202	0.99276	0.830
500	0.527	2.39002	0.99778	0.834
600	0.527	2.86803	0.99932	0.835
1200	0.527	5.73605	1.00000	0.836

Tabel 9 Perhitungan waktu penurunan konsolidasi SP-70

SP-70, EL Preload 8 m				
t(hari)	Cv(m ² /hari)	Tv	Uv	Sc (m)
412	0.861	3.12381	0.99356	0.463
512	0.861	3.90476	0.99571	0.464
612	0.851	4.68571	0.99785	0.465
1112	0.861	8.68419	1.00000	0.471

Dari hasil analisis waktu untuk mencapai konsolidasi dengan menggunakan PVD dan tanpa PVD dapat diketahui bahwa SP-09 memerlukan waktu sebesar 823 hari untuk mencapai penurunan akhir, SP-58 memerlukan waktu sebesar 1200 hari dan SP-70 memerlukan waktu sebesar 1112 hari. Dari hasil analisis diatas dapat pula diketahui bahwa penggunaan PVD berpengaruh terhadap waktu untuk mencapai konsolidasi, dimana waktu yang diperlukan untuk mencapai konsolidasi dengan menggunakan PVD lebih sedikit dibandingkan tanpa menggunakan PVD.

PVD ini memberikan lintasan air pori yang lebih pendek ke arah horizontal. Jarak drainase arah horizontal yang lebih pendek menambah kecepatan proses konsolidasi beberapa kali lebih cepat. Disamping itu, permeabilitas tanah ke arah horizontal yang beberapa kali lebih besar, juga mempercepat laju proses konsolidasi. Berat timbunan yang dibangun diatas PVD menyebabkan tanah yang lunak mampat. Mampatnya tanah adalah akibat dari air yang dipaksa mengalir ke

atas lateral (horizontal) ke PVD. Dari sini, air mengalir ke atas, menuju lapisan air yang diletakkan pada dasar tanah timbunan. Bila beban bertambah besar, maka kecepatan konsolidasi akan bertambah pula.



BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan analisa data dan pembahasan dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Besarnya waktu tercepat yang dibutuhkan terjadinya konsolidasi dengan menggunakan metode Asaoka pada pembacaan penurunan tanah aplikasi geoteknik *settlement plate* pembangunan Makassar New port adalah sebesar 823 hari.
2. Penggunaan PVD berpengaruh terhadap waktu terjadinya konsolidasi dimana waktu yang diperlukan untuk mencapai derajat konsolidasi dengan menggunakan PVD lebih sedikit yaitu 823 hari dibandingkan tanpa menggunakan PVD yang membutuhkan waktu 1112 hari.

B. Saran

1. Dalam menganalisis nilai penurunan akhir (final), perlu diperhatikan dalam pengambilan data *settlement* penurunan total agar hasil penurunan akhir (final) yang didapatkan tidak keliru dan sesuai dengan kondisi yang ada di lapangan.
2. Perlu dilakukan studi lanjutan untuk mengetahui perbandingan antara penggunaan kombinasi *preloading* tanpa PVD dengan *preloading* menggunakan PVD dalam mempercepat waktu terjadinya konsolidasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Ana Crosita Ningsih. 2018. *Perencanaan Perbaikan Tanah Lunak Menggunakan Metode Preloading dan Prefabricated vertical drain (PVD)*. Tugas Akhir S1, Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Jember.
- Andryan Suhendra. 2013. *Aplikasi Produk Geosintetik Untuk Pekerjaan Reklamasi Pantai*. Dalam Jurnal Teknik Vol. 4, No. 2, Hal. 765 – 766.
- Asaoka, A. 1978. *Observational Procedure of Settlement Prediction Soil and Foundation*. No 4.
- Barron, R. A. (1948). *Consolidation of Fine-Grained Soils by Drain Wells*. Transactions of ASCE, Vol. 113.
- Craig, R. F. 2004. *Mekanika Tanah* Edisi 7. Newyork.
- Das, M Braja, dkk. 1994. *Mekanika Tanah II (Prinsip-Prinsip Rekayasa Geoteknis) Jilid 1 dan 2*, Erlangga. Jakarta.
- Das, M Braja, (Translated by Mochtar, N. E and Mochtar I. B). 1988. *Mekanika Tanah (Prinsip-Prinsip Rekayasa Geoteknis) jilid 1*. Erlangga. Jakarta.
- Hary Christady Hardiyatmo, M. Eng. DEA. 2001. *Mekanika Tanah*. Yogyakarta
- Fachry Ibrahim, Gregorius Sandjaja S dan Aksan Kawanda. 2019. *Studi Kasus Perbandingan Analisis Pemurunan Akibat Timbunan, di Tangerang, Banten*. Dalam Jurnal Teknik Sipil, Vol 2, No 2, Hal 85-94.
- Fanny Rumintha Br. Barimbing. 2017. *Analisis Pemurunan dan Waktu Konsolidasi Tanah Lunak Menggunakan Metode Preloading dan Prefabricated Vertical Drain*. Tugas Akhir S1, Departemen Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sumatera Utara.
- Fery, Eka Priadi, Aprianto. 2013. *Studi Pemampatan Tanah Timbunan Reklamasi Pelabuhan Kendawang Kabupaten Ketapang*. Dalam Jurnal Teknik Sipil Vol. 2, No. 2, Hal 1.
- Gulhati, Shaskhi K. 2005. *Geotecnical Engineering*. Tata McGraw Hill Publishing Company Limittied, New Delhi.
- Hardiyatmo, H. C. 2002. *Mekanika Tanah 1 Edisi Ketiga*. Gadjah Mada. Universitas Press. Yogyakarta.
- Hasbullah Nawir, Dayu Apoji, Rahmatyar Fatimatuzahro, M. Dwi Pamudji. 2012. *Prediksi Pemurunan Tanah Menggunakan Prosedur Observasi Asaoka*

Studi Kasus: Timbunan di Bontang, Kalimantan Timur. Dalam Jurnal Teknik Sipil Vol. 19, No. 2, Hal 140, 141, 143. ISSN 0853-2982.

Hausmann, M. R. 1990. *Engineering Principles Of Ground Modification*, M, Graw – Hill.

Heny Susiazti, Masayu Widiastuti, Rusfina Widayati. 2020. *Analisis Penurunan Konsolidasi Metode Preloading dan Prefabricated Vertical Drain (PVD)*. Dalam Jurnal Teknologi Sipil. Vol 4, No 1.

Jeremy Natama Manhuruk. 2019. *Evaluasi Derajat Konsolidasi Timbunan Menggunakan Preloading dan PVD dengan Metode Asaoka*. Tugas Akhir S1, Program Studi Geoteknik Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sumatera Utara.

Johnson. 1970. *Mekanika dan Fisika Padatan Volume*. Dalam Jurnal. Vol 18, No 2, Hal 115-126.

Kharisma Dewi, Eka Priadi, Ahmad Faisal. 2020. *Analisis Konsolidasi Tanah Lunak Akibat Pekerjaan PVD-PHD Area Runway Bandara Supadio*. Dalam Jurnal. Vol 7, No 3.

Magnan I. P and Deroy S. M. 1980. *Analyse Graphique Des Tassements Observes Sous Les Ouvrages*. Bull. Liaison Labu. P & ch, 109.

Mikasa, M. 1963. *Consolidation Of Soft Clay*, Kajima Shuppin-Kai, Tokyo.

Richard Olden, Balamba S. 2015. *Pengaruh Jenis Tanah Terhadap Kestabilan Struktur Embankment di Daerah Reklamasi (Studi Kasus: Mahalayang)*. Dalam Jurnal Teknik Sipil.

Robert F. Craig. Terjemahan Oleh Budi Susilo S. 1994. *Mekanika Tanah*. Erlangga, Jakarta.

Stamatopoulus A. C, Kotzias P. C. 1985. *Soil Improvement by Preloading*. John Wiley & Sons, 261 Pages.

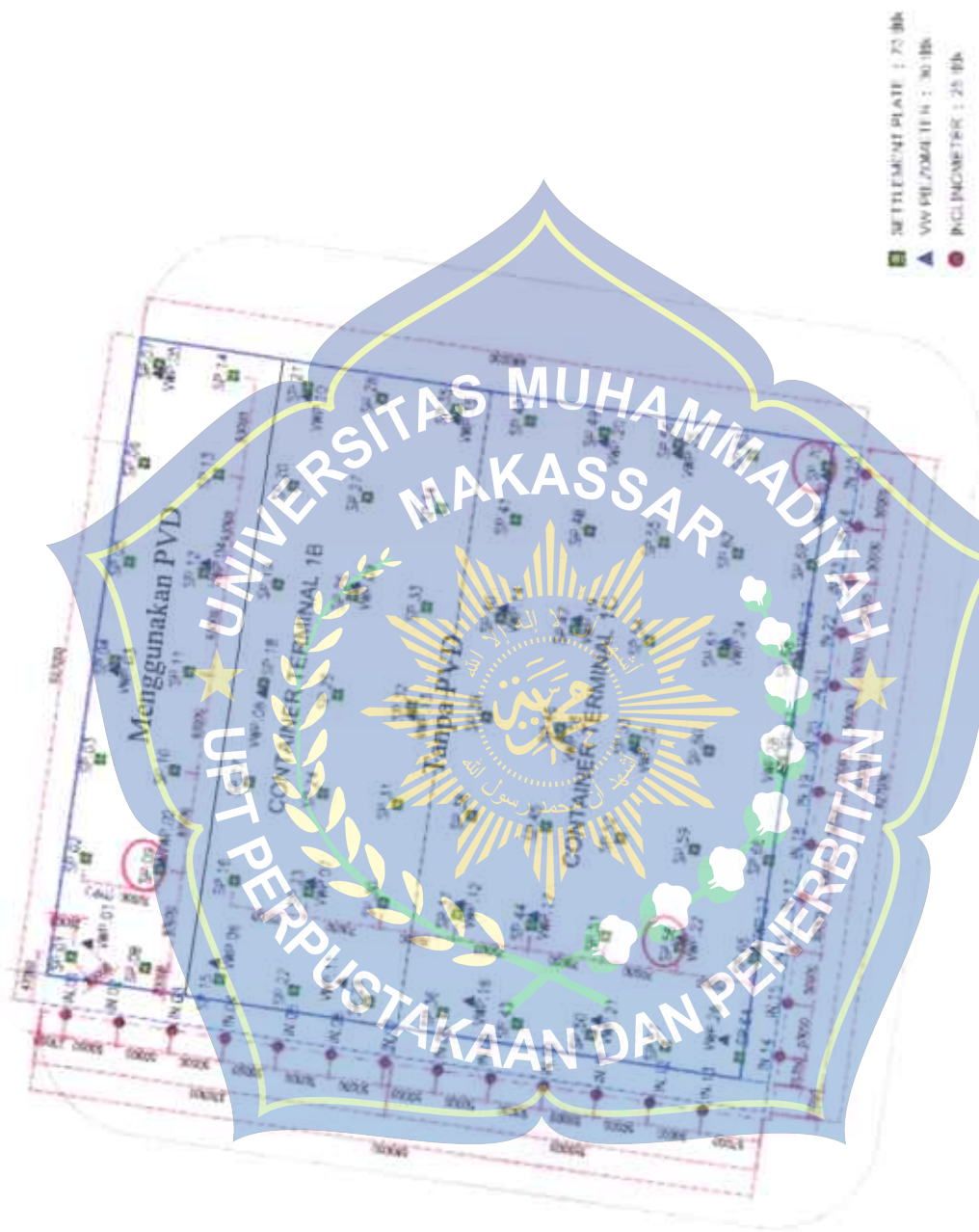
Whittaker D. N dan Reddish D. J. 1989. *Kejadian Subsiden, Prediksi dan Kontrol*. DME Univ of Nottingham, Elsiver, New York.

Zahra Febrina Lilabsari. 2017. *Evaluasi Kinerja Perbaikan Tanah Lunak Menggunakan Instrument Geoteknik Pada Pembangunan Kawasan Kota Summarecon Bandung Area Cluster Amanda dan Btari dengan Penggunaan Preloading dan Prefabricated vertical drain (PVD)*. Dalam Jurnal Teknik Sipil.



LAYOUT PEMASANGAN INSTRUMENT GEOTEKNIK







PEMBER KEMAJA		PROYEK PEMBANGUNAN MAKASSAR NEW PORT TAHAP 1B & 1C MAKASSAR - SULAWESI SELATAN PEKERJAAN MONITORING SETTLEMENT PLATE										SUBKONTAKTOR		
TABEL PERURUNAN, TOTAL PENURUNAN, TOTAL TITIKURUN SUBYEK : SETTLEMENT PLATE (SP-08) LOKASI : X = 762036.243 ; Y = 9436972.889 TANGGAL INSTALL : 08 AGUSTUS 2020														
TANGGAL	HARI	ELEVASI DATUM EL+1m	ELEVASI PILYAP EL+2m	PERURUNAN (mm)	TOTAL PENURUNAN (mm)	ELEVASI PERMUKAAN EL+1m	TEBAL TANAH DARI PLATE KE PERMUKAAN (mm)	TEBAL TANAH DARI PLATE KE PERMUKAAN (mm)	PERIODE 1					
8 Aug 20	IN	4.328	3.329	0	0	3.328	8.318	20.0	DATUM KETERANGAN	1.000	0.000	0.000	0.000	
18 Jul 20										0.000	0.000	0.000	0.000	
19 Jul 20										0.000	0.000	0.000	0.000	
20 Jul 20										0.000	0.000	0.000	0.000	
21 Jul 20										0.000	0.000	0.000	0.000	
22 Jul 20										0.000	0.000	0.000	0.000	
23 Jul 20										0.000	0.000	0.000	0.000	
24 Jul 20										0.000	0.000	0.000	0.000	
25 Jul 20										0.000	0.000	0.000	0.000	
26 Jul 30										0.000	0.000	0.000	0.000	
27 Jul 20										0.000	0.000	0.000	0.000	
28 Jul 20										0.000	0.000	0.000	0.000	
29 Jul 20										0.000	0.000	0.000	0.000	
30 Jul 20										0.000	0.000	0.000	0.000	
31 Jul 20										0.000	0.000	0.000	0.000	
1 Aug 20										0.000	0.000	0.000	0.000	
2 Aug 20										0.000	0.000	0.000	0.000	
3 Aug 20										0.000	0.000	0.000	0.000	
4 Aug 20										0.000	0.000	0.000	0.000	
5 Aug 20										0.000	0.000	0.000	0.000	
6 Aug 20										0.000	0.000	0.000	0.000	
7 Aug 20										0.000	0.000	0.000	0.000	
8 Aug 20	IN	4.328	3.329	0	0	3.328	8.318	20.0	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
9 Aug 20	1	4.328	3.329	0	0	3.328	8.318	20.0	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
10 Aug 20	2	4.329	3.329	0	0	3.328	8.318	20.0	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
11 Aug 20	3	4.328	3.328	-1	-1	3.328	8.310	20.0	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
12 Aug 20	4	4.325	3.325	-3	-4	3.325	8.285	20.0	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
13 Aug 20	5	4.323	3.323	-2	-6	3.323	8.285	20.0	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
14 Aug 20	6	4.322	3.322	-1	-7	3.322	8.280	20.0	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
15 Aug 20	7	4.320	3.320	-2	-9	3.320	8.260	20.0	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
16 Aug 20	8	4.310	3.310	-4	-13	3.310	8.242	20.0	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
17 Aug 20	9	4.314	3.314	-3	-16	3.313	8.218	20.0	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	

P E R - O D E 2

22	1,000
22.1	1,000
22.1	1,000
22.2	1,000
22.5	1,000
22.8	1,000
21.8	1,000
22.1	1,000
21.2	1,000
22.3	1,000
22.3	1,000
22.5	1,000
22.5	1,000
22.6	1,000
20.5	1,000
21.1	1,000
21.2	1,000
21.3	1,000
21.5	1,000
21.4	1,000
21.6	1,000
21.7	1,000
20.6	1,000
20.7	1,000
20.7	1,000
20.7	1,000
20.6	1,000
20.6	1,000
224.1	3,000
224.5	3,000

18 Sep 20	41	8.257	3.257	-4	-72	5.610	2.563
19 Sep 20	42	8.265	3.165	-2	-74	5.610	2.565
20 Sep 20	43	8.264	3.254	-1	-75	5.610	2.566
21 Sep 20	44	8.264	3.254	0	-75	5.593	2.569
22 Sep 20	45	8.264	3.254	0	-75	5.593	2.569
23 Sep 20	46	8.264	3.254	0	-75	5.593	2.569
24 Sep 20	47	8.264	3.254	0	-75	5.593	2.569
25 Sep 20	48	8.264	3.254	0	-75	5.593	2.569
26 Sep 20	49	8.252	3.252	-1	-75	5.593	2.541
27 Sep 20	50	8.251	3.251	-1	-78	5.593	2.542
28 Sep 20	51	8.251	3.251	0	-78	5.590	2.539
29 Sep 20	52	8.250	3.250	-1	-78	5.590	2.54
30 Sep 20	53	8.250	3.250	0	-78	5.590	2.54
1 Oct 20	54	8.249	3.249	-1	-80	5.590	2.541
2 Oct 20	55	8.249	3.249	0	-80	5.590	2.541
3 Oct 20	56	8.248	3.248	-1	-80	5.590	2.542
4 Oct 20	57	8.248	3.248	-8	-80	5.590	2.54
5 Oct 20	58	8.234	3.234	-4	-85	5.575	2.581
6 Oct 20	59	8.227	3.227	-7	-87	5.575	2.586
7 Oct 20	60	8.223	3.223	-4	-88	5.575	2.587
8 Oct 20	61	8.221	3.221	-2	-88	5.575	2.587
9 Oct 20	62	8.220	3.220	-1	-88	5.575	2.586
10 Oct 20	63	8.190	3.190	-30	-158	8.042	4.872
11 Oct 20	64	8.645	3.145	-35	-153	8.042	4.887
12 Oct 20	65	8.636	3.136	-4	-153	8.042	4.886
13 Oct 20	66	8.624	3.124	-12	-155	8.075	4.881
14 Oct 20	67	8.616	3.116	-8	-143	8.075	4.889
15 Oct 20	68	8.606	3.106	-10	-123	8.075	4.893
16 Oct 20	69	8.595	3.095	-10	-123	8.075	4.879
17 Oct 20	70	8.588	3.088	-8	-141	8.075	4.887

Imbuzasi masuk

NAK DATUM 5.500

P E R I O D E 3

2.563	3.000
2.565	3.000
2.566	3.000
2.569	3.000
2.569	3.000
2.569	3.000
2.569	3.000
2.541	3.000
2.542	3.000
2.539	3.000
2.54	3.000
2.541	3.000
2.542	3.000
2.581	3.000
2.586	3.000
2.587	3.000
4.872	5.500
4.887	5.500
4.886	5.500
4.881	5.500
4.889	5.500
4.893	5.500
4.879	5.500
4.887	5.500

P E R I O D E 4

18 Oct 20	71	8.585	3.085	-3	-244	8.075	4.990	499	5.500
19 Oct 20	72	8.584	3.084	-1	-345	8.035	4.951	495.1	5.500
20 Oct 20	73	8.580	3.080	-4	-249	8.035	4.955	495.5	5.500
21 Oct 20	74	8.576	3.076	-4	-333	8.035	4.959	495.9	5.500
22 Oct 20	75	8.573	3.073	-3	-258	8.035	4.962	496.2	5.500
23 Oct 20	76	8.570	3.070	-3	-119	8.035	4.965	496.5	5.500
24 Oct 20	77	8.567	3.067	3	-282	8.035	4.968	496.8	5.500
25 Oct 20	78	8.565	3.065	2	-294	8.035	4.970	497	5.500
26 Oct 20	79	8.562	3.062	-3	-281	8.017	4.965	496.5	5.500
27 Oct 20	80	8.559	3.059	3	-270	8.017	4.958	495.8	5.500
28 Oct 20	81	8.557	3.057	-2	-272	8.017	4.96	496	5.500
29 Oct 20	82	8.554	3.054	-3	-275	8.017	4.963	496.3	5.500
30 Oct 20	83	8.550	3.050	-1	-278	8.012	4.967	496.7	5.500
31 Oct 20	84	8.546	3.046	-1	-283	8.017	4.971	497.1	5.500
1 Nov 20	85	8.543	3.043	-2	-281	8.017	4.974	497.4	5.500
2 Nov 20	86	8.541	3.041	-2	-244	8.000	4.969	496.9	5.500
3 Nov 20	87	8.538	3.038	-3	-291	8.000	4.962	496.2	5.500
4 Nov 20	88	8.535	3.035	-3	-294	8.000	4.965	496.5	5.500
5 Nov 20	89	8.531	3.031	-4	-248	8.000	4.969	496.9	5.500
6 Nov 20	90	8.529	3.029	3	-300	8.000	4.971	497.1	5.500
7 Nov 20	91	8.527	3.027	-2	-302	8.000	4.973	497.3	5.500
8 Nov 20	92	8.525	3.025	-2	-304	8.000	4.975	497.5	5.500
9 Nov 20	93	8.522	3.022	-3	-307	7.991	4.979	497.9	5.500
10 Nov 20	94	8.519	3.019	-3	-311	7.991	4.982	498.2	5.500
11 Nov 20	95	8.516	3.016	-3	-312	7.991	4.985	498.5	5.500
12 Nov 20	96	8.514	3.014	-2	-315	7.991	4.987	498.7	5.500
13 Nov 20	97	8.514	3.014	0	-313	7.991	4.989	498.9	5.500
14 Nov 20	98	8.513	3.013	-1	-316	7.991	4.988	498.8	5.500
15 Nov 20	99	8.510	3.010	-3	-319	7.991	4.991	499.1	5.500
16 Nov 20	100	8.509	3.009	-1	-320	7.882	4.973	497.3	5.500
17 Nov 20	101	8.507	3.007	-2	-322	7.882	4.975	497.5	5.500

5.500	487,7	5.500
5.500	487,8	5.500
5.500	487,9	5.500
5.500	488,1	5.500
5.500	488,3	5.500
5.500	503,6	5.500
5.500	503,9	5.500
5.500	504,2	5.500
5.500	504,4	5.500
5.500	504,7	5.500
5.500	504,9	5.500
5.500	505	5.500
5.500	503,4	5.500
5.500	503,6	5.500
5.500	480,2	5.500
5.500	480,3	5.500
5.500	480,5	5.500
5.500	480,7	5.500
5.500	480,8	5.500
5.500	489,9	5.500
5.500	480,1	5.500
5.500	480,3	5.500
5.500	480,4	5.500
5.500	480,5	5.500
5.500	480,6	5.500
5.500	480,7	5.500
5.500	480,8	5.500
5.500	489,9	5.500
5.500	480	5.500
5.500	480,1	5.500

102	8.505	3.005	-2	-324	7.882	4.877
103	8.504	3.004	-1	-325	7.882	4.878
104	8.503	3.003	-1	-326	7.882	4.879
105	8.501	3.001	-2	-327	7.882	4.881
106	8.499	2.999	-2	-328	7.882	4.883
107	8.497	2.997	-2	-329	8.033	5.036
108	8.494	2.994	-3	-335	8.033	5.039
109	8.491	2.991	-3	-341	8.033	5.042
110	8.489	2.989	-3	-346	8.033	5.044
111	8.486	2.986	-3	-343	8.033	5.047
112	8.484	2.984	-3	-345	8.033	5.049
113	8.483	2.983	-1	-347	8.033	5.05
114	8.482	2.982	-1	-347	8.016	5.034
115	8.480	2.980	-2	-347	8.016	5.036
116	8.478	2.978	-2	-352	7.589	4.802
117	8.477	2.977	-1	-353	7.589	4.803
118	8.475	2.975	-2	-354	7.589	4.805
119	8.473	2.973	-2	-354	7.589	4.807
120	8.472	2.972	-1	-357	7.589	4.808
121	8.470	2.970	-2	-359	7.589	4.809
122	8.468	2.968	-2	-361	7.589	4.801
123	8.466	2.966	-3	-362	7.589	4.803
124	8.465	2.965	-1	-363	7.589	4.804
125	8.464	2.964	-1	-365	7.589	4.805
126	8.463	2.963	-1	-366	7.589	4.806
127	8.462	2.962	-1	-367	7.589	4.807
128	8.460	2.960	-2	-369	7.589	4.809
129	8.458	2.958	-2	-371	7.557	4.999
130	8.457	2.957	-1	-372	7.557	4.802
131	8.456	2.956	-1	-373	7.557	4.801

Tanggal	132	8.455	2.955	-1	-374	7.537	460.2
18 Dec 20	132	8.455	2.955	-1	-374	7.537	460.2
19 Dec 20	133	8.454	2.954	-1	-375	7.537	460.3
20 Dec 20	134	8.454	2.954	0	-375	7.537	460.3
21 Dec 20	135	8.452	2.952	-2	-377	7.551	460.3
22 Dec 20	136	8.449	2.949	-3	-380	7.551	460.2
23 Dec 20	137	8.447	2.947	-2	-380	7.551	460.4
24 Dec 20	138	8.445	2.945	-2	-382	7.551	460.6
25 Dec 20	139	8.443	2.943	-2	-382	7.551	460.8
26 Dec 20	140	8.442	2.942	-1	-381	7.551	460.9
27 Dec 20	141	8.440	2.940	-2	-383	7.551	461.1
28 Dec 20	142	8.439	2.939	-1	-380	7.608	460.9
29 Dec 20	143	8.437	2.937	-2	-382	7.551	460.1
30 Dec 20	144	8.435	2.935	-2	-384	7.551	460.3
31 Dec 20	145	8.434	2.934	-1	-385	7.558	460.4
1 Jan 21	146	8.434	2.934	0	-385	7.558	460.4
2 Jan 21	147	8.433	2.933	-1	-386	7.558	460.5
3 Jan 21	148	8.431	2.931	-2	-388	7.558	460.7
4 Jan 21	149	8.429	2.929	-2	-388	7.558	460.9
5 Jan 21	150	8.427	2.927	-2	-388	7.558	460.1
6 Jan 21	151	8.426	2.926	-1	-383	7.558	460.2
7 Jan 21	152	8.425	2.925	-1	-384	7.558	460.3
8 Jan 21	153	8.424	2.924	-1	-385	7.558	460.4
9 Jan 21	154	8.422	2.922	-2	-387	7.558	460.5
10 Jan 21	155	8.420	2.920	-2	-388	7.558	460.8
11 Jan 21	156	8.419	2.919	-1	-388	7.558	460.9
12 Jan 21	157	8.417	2.917	-2	-388	7.558	460.1
13 Jan 21	158	8.415	2.915	-1	-383	7.558	460.2
14 Jan 21	159	8.415	2.915	-1	-384	7.558	460.3
15 Jan 21	160	8.413	2.913	-2	-386	7.558	460.5
16 Jan 21	161	8.412	2.912	-1	-387	7.558	460.6
17 Jan 21	162	8.411	2.911	-1	-388	7.558	460.7

P E R I O D E 7

18 Jan 21	163	8.410	2.910	-1	-419	7.510	4.000	460	5.500
19 Jan 21	164	8.403	2.909	-1	-420	7.510	4.001	460.1	5.500
20 Jan 21	165	8.407	2.907	-2	-422	7.510	4.003	460.3	5.500
21 Jan 21	166	8.406	2.906	-1	-423	7.510	4.004	460.4	5.500
22 Jan 21	167	8.405	2.905	-1	-424	7.510	4.005	460.5	5.500
23 Jan 21	168	8.403	2.903	-2	-426	7.510	4.007	460.7	5.500
24 Jan 21	169	8.402	2.902	-2	-427	7.510	4.008	460.8	5.500
25 Jan 21	170	8.401	2.900	-2	-429	7.500	4.000	460	5.500
26 Jan 21	171	8.398	2.896	-3	-431	7.500	4.002	460.2	5.500
27 Jan 21	172	8.396	2.896	-2	-433	7.500	4.004	460.4	5.500
28 Jan 21	173	8.394	2.894	-2	-435	7.500	4.006	460.6	5.500
29 Jan 21	174	8.393	2.893	-1	-434	7.500	4.007	460.7	5.500
30 Jan 21	175	8.392	2.892	-1	-437	7.500	4.000	460.8	5.500
31 Jan 21	176	8.391	2.891	-1	-438	7.500	4.009	460.9	5.500
1 Feb 21	177	8.389	2.889	-2	-440	7.499	4.000	460	5.500
2 Feb 21	178	8.388	2.888	-1	-441	7.499	4.001	460.1	5.500
3 Feb 21	179	8.386	2.885	-2	-442	7.499	4.003	460.3	5.500
4 Feb 21	180	8.385	2.885	-1	-444	7.499	4.004	460.4	5.500
5 Feb 21	181	8.384	2.884	-1	-445	7.499	4.005	460.5	5.500
6 Feb 21	182	8.384	2.884	0	-445	7.499	4.005	460.5	5.500
7 Feb 21	183	8.383	2.883	-1	-446	7.499	4.006	460.6	5.500
8 Feb 21	184	8.382	2.882	-1	-447	7.499	4.000	460	5.500
9 Feb 21	185	8.381	2.881	-1	-448	7.482	4.004	460.1	5.500
10 Feb 21	186	8.380	2.880	-1	-449	7.482	4.007	460.2	5.500
11 Feb 21	187	8.379	2.879	-1	-450	7.482	4.003	460.3	5.500
12 Feb 21	188	8.378	2.878	-1	-451	7.482	4.004	460.4	5.500
13 Feb 21	189	8.377	2.877	-1	-452	7.482	4.005	460.5	5.500
14 Feb 21	190	8.376	2.876	-1	-453	7.482	4.009	460.8	5.500
15 Feb 21	191	8.375	2.875	-1	-454	7.475	4.003	460	5.500
16 Feb 21	192	8.373	2.873	-2	-456	7.475	4.002	460.2	5.500
17 Feb 21	193	8.372	2.872	-1	-457	7.475	4.003	460.3	5.500

[illegible]

18 Mar 21	222	8.339	2.839	-4	-495	7.411	4.872
19 Mar 21	223	8.338	2.838	-4	-491	7.411	4.873
20 Mar 21	224	8.338	2.838	0	-491	7.411	4.873
21 Mar 21	225	8.338	2.838	0	-491	7.408	4.870
22 Mar 21	226	8.337	2.837	-4	-492	7.407	4.870
23 Mar 21	227	8.336	2.835	-4	-493	7.406	4.870
24 Mar 21	228	8.335	2.835	-4	-494	7.406	4.871
25 Mar 21	229	8.334	2.834	-4	-495	7.405	4.871
26 Mar 21	230	8.333	2.833	-4	-496	7.405	4.872
27 Mar 21	231	8.332	2.832	-4	-497	7.404	4.873
28 Mar 21	232	8.331	2.831	-4	-498	7.404	4.873
29 Mar 21	233	8.330	2.830	-4	-499	7.403	4.874
30 Mar 21	234	8.329	2.829	-4	-500	7.402	4.874
31 Mar 21	235	8.328	2.828	-4	-501	7.401	4.874
1 Apr 21	236	8.327	2.827	-4	-502	7.401	4.874
2 Apr 21	237	8.325	2.825	-2	-504	7.400	4.875
3 Apr 21	238	8.323	2.823	-2	-506	7.400	4.875
4 Apr 21	239	8.321	2.821	-2	-508	7.400	4.875
5 Apr 21	240	8.320	2.820	-4	-508	7.400	4.875
6 Apr 21	241	8.319	2.819	-4	-510	7.400	4.875
7 Apr 21	242	8.317	2.817	-2	-512	7.400	4.875
8 Apr 21	243	8.316	2.816	-2	-513	7.400	4.875
9 Apr 21	244	8.315	2.815	-4	-514	7.400	4.875
10 Apr 21	245	8.314	2.814	-4	-515	7.400	4.875
11 Apr 21	246	8.313	2.813	-4	-516	7.400	4.875
12 Apr 21	247	8.312	2.812	-4	-517	7.400	4.875
13 Apr 21	248	8.311	2.811	-4	-518	7.400	4.875
14 Apr 21	249	8.310	2.810	-4	-519	7.400	4.875
15 Apr 21	250	8.309	2.809	-4	-520	7.400	4.875
16 Apr 21	251	8.308	2.808	-4	-521	7.400	4.875
17 Apr 21	252	8.307	2.807	-4	-522	7.400	4.875

455.4	5500
455.4	5500
455.5	5510
455.5	5500
455.6	5520
455.6	5500
455.6	5500
455.5	5500
455.5	5500
455.5	5500
455.5	5500
455.6	5500
455.6	5500
455.7	5500
455.7	5500
455.7	5500
455.7	5500
455.8	5500
455.9	5500
456	5500
456	5500
456	5500
456	5500
456.1	5500
456.1	5500
456.1	5500
456.3	5500
456.3	5500
456.3	5500

PERIODE 1 1

18 May 21	283	8.272	2.772	-2	-487	7.441	466.9	1.500
19 May 21	284	8.271	2.771	-1	-488	7.440	466.9	1.500
20 May 21	285	8.270	2.770	-1	-489	7.438	466.8	1.500
21 May 21	286	8.269	2.769	-1	-490	7.438	466.9	1.500
22 May 21	287	8.268	2.768	-1	-491	7.436	466.8	1.500
23 May 21	288	8.267	2.767	-1	-492	7.436	466.9	1.500
24 May 21	289	8.265	2.765	-2	-494	7.431	466.6	1.500
25 May 21	290	8.264	2.764	-1	-493	7.431	466.7	1.500
26 May 21	291	8.263	2.763	-1	-494	7.431	466.8	1.500
27 May 21	292	8.263	2.763	0	-494	7.431	466.8	1.500
28 May 21	293	8.262	2.762	-1	-497	7.431	466.8	1.500
29 May 21	294	8.262	2.762	0	-497	7.431	466.9	1.500
30 May 21	295	8.261	2.761	-1	-498	7.431	467	1.500
31 May 21	296	8.260	2.760	-1	-499	7.431	467.1	1.500
1 Jun 21	297	8.259	2.759	-2	-497	7.422	466.4	1.500
2 Jun 21	298	8.257	2.757	-1	-492	7.422	466.6	1.500
3 Jun 21	299	8.255	2.755	-1	-492	7.421	466.6	1.500
4 Jun 21	300	8.255	2.755	-1	-494	7.421	466.6	1.500
5 Jun 21	301	8.255	2.755	0	-494	7.421	466.6	1.500
6 Jun 21	302	8.255	2.755	0	-494	7.421	466.6	1.500
7 Jun 21	303	8.254	2.754	-1	-495	7.419	466.5	1.500
8 Jun 21	304	8.253	2.753	-1	-496	7.419	466.6	1.500
9 Jun 21	305	8.252	2.752	-1	-497	7.417	466.5	1.500
10 Jun 21	306	8.250	2.750	-2	-497	7.412	466.7	1.500
11 Jun 21	307	8.249	2.749	-1	-493	7.415	466.6	1.500
12 Jun 21	308	8.248	2.748	-1	-491	7.416	466.7	1.500
13 Jun 21	309	8.247	2.747	-1	-492	7.414	466.7	1.500
14 Jun 21	310	8.246	2.746	-1	-493	7.413	466.7	1.500
15 Jun 21	311	8.245	2.745	-1	-494	7.413	466.8	1.500
16 Jun 21	312	8.244	2.744	-1	-495	7.412	466.8	1.500
17 Jun 21	313	8.242	2.742	-2	-497	7.412	467	1.500

PERIODE 1 2

487.1	5.990
487.1	5.990
487.2	5.990
487.2	5.990
487.3	5.990
487.4	5.990
487.4	5.990
487.5	5.990
487.5	5.990
487.6	5.990
487.6	5.990
487.7	5.990
487.7	5.990
487.8	5.990
487.8	5.990
487.9	5.990
487.9	5.990
488	5.990
488	5.990
488.1	5.990
488.1	5.990
488.2	5.990
488.2	5.990
488.3	5.990
488.3	5.990

18 Jun 21	314	8.240	2.740	-2	-888	7.411	4.871
19 Jun 21	315	8.239	2.739	-1	-890	7.410	4.871
20 Jun 21	316	8.238	2.738	-1	-891	7.410	4.872
21 Jun 21	317	8.236	2.736	0	-891	7.410	4.872
22 Jun 21	318	8.236	2.736	-2	-893	7.408	4.873
23 Jun 21	319	8.234	2.734	-2	-895	7.408	4.874
24 Jun 21	320	8.233	2.733	-1	-897	7.407	4.874
25 Jun 21	321	8.233	2.732	1	-897	7.405	4.874
26 Jun 21	322	8.230	2.730	-4	-899	7.405	4.875
27 Jun 21	323	8.229	2.729	-1	-900	7.404	4.875
28 Jun 21	324	8.229	2.729	0	-900	7.404	4.875
29 Jun 21	325	8.228	2.728	-1	-901	7.403	4.875
30 Jun 21	326	8.228	2.728	0	-901	7.403	4.875
1 Jul 21	327	8.227	2.727	-1	-902	7.402	4.875
2 Jul 21	328	8.226	2.726	-1	-903	7.402	4.875
3 Jul 21	329	8.225	2.725	-1	-904	7.401	4.875
4 Jul 21	330	8.224	2.724	-1	-905	7.401	4.877
5 Jul 21	331	8.223	2.723	-1	-905	7.400	4.877
6 Jul 21	332	8.222	2.722	-1	-907	7.400	4.878
7 Jul 21	333	8.221	2.721	-1	-908	7.399	4.878
8 Jul 21	334	8.220	2.720	-1	-908	7.398	4.878
9 Jul 21	335	8.219	2.719	-1	-909	7.398	4.879
10 Jul 21	336	8.219	2.719	0	-910	7.398	4.879
11 Jul 21	337	8.219	2.719	0	-910	7.398	4.879
12 Jul 21	338	8.218	2.718	-1	-911	7.397	4.880
13 Jul 21	339	8.217	2.717	-1	-912	7.397	4.880
14 Jul 21	340	8.217	2.717	0	-912	7.397	4.880
15 Jul 21	341	8.216	2.716	-1	-913	7.396	4.880
16 Jul 21	342	8.216	2.716	0	-913	7.396	4.880
17 Jul 21	343	8.215	2.715	-1	-914	7.394	4.880
18 Jul 21	344	8.214	2.714	-1	-915	7.394	4.880
19 Jul 21	345	8.213	2.713	-1	-916	7.393	4.880
20 Jul 21	346	8.212	2.712	-1	-917	7.393	4.881
21 Jul 21	347	8.211	2.711	-1	-918	7.392	4.881
22 Jul 21	348	8.210	2.710	-1	-919	7.392	4.882
23 Jul 21	349	8.209	2.709	-1	-920	7.391	4.882
24 Jul 21	350	8.208	2.708	-1	-921	7.391	4.883
25 Jul 21	351	8.207	2.707	-1	-922	7.389	4.883



TABEL PENURUNAN, TOTAL PENURUNAN & TEBAL TIMBUNAN

SUBYEK

: SETTLEMENT PLATE (SP - 58)

LOKASI

: X = 767863.050 ; Y = 9435488.382

TANGGAL INSTALL

: 28 SEPTEMBER 2020

TANGGAL	HARI	ELEVASI DATUM EL + (mm)	ELEVASI PLATE SP EL + (mm)	PENURUNAN (mm)	TOTAL PENURUNAN (mm)	ELEVASI PERMUKAAN EL + (mm)	TEBAL TANAH DARI PLATE RE PERMUKAAN (mm)	JAL TANAH DARI RE KE PERMUKAAN (mm)
28 Sep 20	IR	6.797	3.787	0	0	6.189	2.402	3.000
18 Jul 20								0.000
19 Jul 20								0.000
20 Jul 20								0.000
21 Jul 20								0.000
22 Jul 20								0.000
23 Jul 20								0.000
24 Jul 20								0.000
25 Jul 20								0.000
26 Jul 20								0.000
27 Jul 20								0.000
28 Jul 20								0.000
29 Jul 20								0.000
30 Jul 20								0.000
31 Jul 20								0.000
1 Aug 20								0.000
2 Aug 20								0.000
3 Aug 20								0.000
4 Aug 20								0.000
5 Aug 20								0.000
6 Aug 20								0.000
7 Aug 20								0.000
8 Aug 20								0.000
9 Aug 20								0.000
10 Aug 20								0.000
11 Aug 20								0.000
12 Aug 20								0.000
13 Aug 20								0.000
14 Aug 20								0.000
15 Aug 20								0.000
16 Aug 20								0.000
17 Aug 20								0.000

P E R I O D E 1

DATUM KETERANGAN

3.000 ± Start Datum 3.000

PERIODE 2

18 Aug 20	0.000
19 Aug 20	0.000
20 Aug 20	0.000
21 Aug 20	0.000
22 Aug 20	0.000
23 Aug 20	0.000
24 Aug 20	0.000
25 Aug 20	0.000
26 Aug 20	0.000
27 Aug 20	0.000
28 Aug 20	0.000
29 Aug 20	0.000
30 Aug 20	0.000
31 Aug 20	0.000
1 Sep 20	0.000
2 Sep 20	0.000
3 Sep 20	0.000
4 Sep 20	0.000
5 Sep 20	0.000
6 Sep 20	0.000
7 Sep 20	0.000
8 Sep 20	0.000
9 Sep 20	0.000
10 Sep 20	0.000
11 Sep 20	0.000
12 Sep 20	0.000
13 Sep 20	0.000
14 Sep 20	0.000
15 Sep 20	0.000
16 Sep 20	0.000
17 Sep 20	0.000



PERIODE 3										0.000
18 Sep 20										0.000
19 Sep 20										0.000
20 Sep 20										0.000
21 Sep 20										0.000
22 Sep 20										0.000
23 Sep 20										0.000
24 Sep 20										0.000
25 Sep 20										0.000
26 Sep 20										0.000
27 Sep 20										0.000
28 Sep 20	IR	6.797	3.771	0	0	6.169	0	0	240.2	2.000 ▶ Start Datum 3.000
29 Sep 20	1	6.792	3.762	-5	-5	6.169	-5	-5	237.7	3.000
30 Sep 20	2	6.789	3.768	-3	-3	6.168	-3	-3	238	3.000
1 Oct 20	3	6.787	3.767	-2	-2	6.168	-2	-2	238.2	3.000
2 Oct 20	4	6.784	3.764	-3	-3	6.168	-3	-3	238.5	3.000
3 Oct 20	5	6.783	3.763	-1	-1	6.168	-1	-1	238.6	3.000
4 Oct 20	6	6.779	3.779	-4	-4	6.168	-4	-4	239	3.000
5 Oct 20	7	6.777	3.777	-2	-2	6.149	-2	-2	237.2	3.000
6 Oct 20	8	6.777	3.777	0	0	6.148	0	0	237.2	3.000
7 Oct 20	9	6.775	3.775	-2	-2	6.149	-2	-2	237.4	3.000
8 Oct 20	10	6.773	3.773	-2	-2	6.145	-2	-2	237.6	3.000
9 Oct 20	11	6.773	3.773	0	0	6.145	0	0	237.6	3.000
10 Oct 20	12	6.773	3.773	-4	-4	6.145	-4	-4	237.6	3.000
11 Oct 20	13	6.770	3.770	-3	-3	6.145	-3	-3	237.9	3.000
12 Oct 20	14	6.770	3.770	0	0	6.142	0	0	237.2	3.000
13 Oct 20	15	6.768	3.768	-2	-2	6.142	-2	-2	237.4	3.000
14 Oct 20	16	6.766	3.766	-2	-2	6.142	-2	-2	237.6	3.000
15 Oct 20	17	6.764	3.764	-2	-2	6.142	-2	-2	237.8	3.000
16 Oct 20	18	6.764	3.764	0	0	6.142	0	0	237.8	3.000
17 Oct 20	19	6.761	3.761	-3	-3	6.142	-3	-3	238.1	3.000

PERIODE 4

18 Oct 20	20	6.757	3.757	4	-40	6.142	2.388	238.5	3.000
19 Oct 20	21	6.750	3.750	-7	-47	6.122	2.372	237.2	3.000
20 Oct 20	22	6.744	3.744	-6	-53	6.122	2.378	237.8	3.000
21 Oct 20	23	6.739	3.739	-5	-58	6.122	2.383	238.3	3.000
22 Oct 20	24	6.735	3.735	-4	-62	6.122	2.387	238.7	3.000
23 Oct 20	25	6.732	3.732	-3	-65	6.122	2.390	239	3.000
24 Oct 20	26	6.730	3.730	-2	-67	6.122	2.392	239.2	3.000
25 Oct 20	27	6.722	3.722	-4	-75	6.122	2.400	240	3.000
26 Oct 20	28	6.722	3.722	0	-78	6.081	2.355	235.9	3.000
27 Oct 20	29	6.722	3.722	0	-75	6.081	2.388	238.9	3.000
28 Oct 20	30	6.719	3.719	-3	-78	6.081	2.362	236.2	3.000
29 Oct 20	31	6.715	3.715	-4	-82	6.081	2.380	238.6	3.000
30 Oct 20	32	6.713	3.713	-2	-84	6.081	2.368	236.8	3.000
31 Oct 20	33	6.708	3.708	-5	-89	6.081	2.373	237.3	3.000
1 Nov 20	34	6.705	3.705	-3	-82	6.081	2.375	237.5	3.000
2 Nov 20	35	6.704	3.704	-1	-80	6.083	2.389	238.9	3.000
3 Nov 20	36	6.701	3.701	-3	-86	6.083	2.374	237.4	3.000
4 Nov 20	37	6.700	3.700	-1	-87	6.083	2.383	238.3	3.000
5 Nov 20	38	6.700	3.700	0	-87	6.083	2.363	236.3	3.000
6 Nov 20	39	6.695	3.696	-2	-89	6.083	2.365	236.5	3.000
7 Nov 20	40	6.695	3.696	-2	-91	6.083	2.387	238.7	3.000
8 Nov 20	41	6.695	3.695	-1	-92	6.083	2.368	236.8	3.000
9 Nov 20	42	6.693	3.693	-2	-104	6.082	2.369	236.9	3.000
10 Nov 20	43	6.690	3.690	-3	-107	6.082	2.362	236.2	3.000
11 Nov 20	44	6.685	3.686	-1	-111	6.082	2.366	236.6	3.000
12 Nov 20	45	6.684	3.684	-2	-113	6.082	2.368	236.8	3.000
13 Nov 20	46	6.682	3.682	-2	-115	6.082	2.370	237	3.000
14 Nov 20	47	6.680	3.680	-2	-117	6.082	2.372	237.2	3.000
15 Nov 20	48	6.677	3.677	-3	-120	6.082	2.376	237.6	3.000
16 Nov 20	49	6.675	3.675	-2	-122	6.084	2.369	236.9	3.000
17 Nov 20	50	6.674	3.674	-1	-123	6.084	2.360	236	3.000

18 Nov 20	51	6.672	3.672	-2	-125	6.034	2.942	236.2	3.000
19 Nov 20	52	6.669	3.669	-3	-128	6.034	2.965	236.5	3.000
20 Nov 20	53	6.667	3.667	-2	-130	6.034	2.947	236.7	3.000
21 Nov 20	54	6.664	3.664	-3	-133	6.034	2.970	237	3.000
22 Nov 20	55	6.662	3.662	-2	-135	6.034	2.972	237.2	3.000
23 Nov 20	56	6.662	3.662	0	-135	6.021	2.959	236.9	3.000
24 Nov 20	57	6.660	3.660	-2	-137	6.021	2.961	236.1	3.000
25 Nov 20	58	6.657	3.657	-3	-140	6.021	2.964	236.4	3.000
26 Nov 20	59	6.655	3.655	-2	-143	6.021	2.966	236.5	3.000
27 Nov 20	60	6.652	3.652	-3	-145	6.021	2.969	236.9	3.000
28 Nov 20	61	6.649	3.649	-3	-148	6.021	2.972	237.2	3.000
29 Nov 20	62	6.647	3.647	-2	-150	6.021	2.974	237.4	3.000
30 Nov 20	63	6.645	3.645	-2	-151	6.004	2.959	236.9	3.000
1 Dec 20	64	6.644	3.644	-1	-153	6.004	2.950	236	3.000
2 Dec 20	65	6.643	3.643	-1	-154	6.004	2.961	236.1	3.000
3 Dec 20	66	6.640	3.640	-3	-157	6.004	2.964	236.4	3.000
4 Dec 20	67	6.640	3.640	0	-157	6.004	2.964	236.4	3.000
5 Dec 20	68	6.639	3.639	-1	-158	6.004	2.945	236.5	3.000
6 Dec 20	69	6.637	3.637	-2	-160	6.004	2.957	236.7	3.000
7 Dec 20	70	6.635	3.635	-2	-161	5.992	2.957	235.7	3.000
8 Dec 20	71	6.632	3.632	-3	-165	5.992	2.950	236	3.000
9 Dec 20	72	6.629	3.629	-3	-168	5.992	2.943	235.3	3.000
10 Dec 20	73	6.626	3.626	-3	-171	5.992	2.966	235.6	3.000
11 Dec 20	74	6.624	3.624	-2	-173	5.992	2.968	235.8	3.000
12 Dec 20	75	6.623	3.623	-1	-174	5.992	2.959	235.9	3.000
13 Dec 20	76	6.622	3.622	-1	-175	5.992	2.970	237	3.000
14 Dec 20	77	6.622	3.622	0	-175	5.992	2.970	237	3.000
15 Dec 20	78	6.619	3.619	-3	-178	5.976	2.957	236.7	3.000
16 Dec 20	79	6.617	3.617	-2	-180	5.976	2.969	236.9	3.000
17 Dec 20	80	6.615	3.615	-2	-182	5.976	2.961	236.1	3.000

PERIODE 6

18 Dec 20	81	6.613	3.613	-2	-184	5.976	2.363	236.3	3.000
19 Dec 20	82	6.611	3.611	-2	-186	5.976	2.366	236.5	3.000
20 Dec 20	83	6.610	3.610	-1	-187	5.976	2.366	236.6	3.000
21 Dec 20	84	6.608	3.608	-2	-189	5.965	2.367	236.7	3.000
22 Dec 20	85	6.605	3.605	-3	-192	5.965	2.360	236	3.000
23 Dec 20	86	6.603	3.603	-2	-194	5.965	2.362	236.2	3.000
24 Dec 20	87	6.601	3.601	-2	-196	5.965	2.364	236.4	3.000
25 Dec 20	88	6.599	3.599	-1	-198	5.965	2.366	236.6	3.000
26 Dec 20	89	6.597	3.597	-2	-200	5.965	2.368	236.8	3.000
27 Dec 20	90	6.594	3.594	-3	-203	5.965	2.371	237.1	3.000
28 Dec 20	91	6.592	3.592	-2	-205	5.950	2.368	236.8	3.000
29 Dec 20	92	6.590	3.590	-2	-207	5.950	2.360	236	3.000
30 Dec 20	93	6.588	3.588	-2	-209	5.950	2.362	236.2	3.000
31 Dec 20	94	6.587	3.587	-1	-210	5.950	2.363	236.3	3.000
1 Jan 21	95	6.587	3.587	0	-210	5.950	2.363	236.3	3.000
2 Jan 21	96	6.585	3.585	-2	-212	5.950	2.366	236.6	3.000
3 Jan 21	97	6.583	3.583	-2	-214	5.950	2.367	236.7	3.000
4 Jan 21	98	6.582	3.582	-1	-216	5.940	2.368	236.8	3.000
5 Jan 21	99	6.582	3.582	0	-215	5.940	2.368	236.8	3.000
6 Jan 21	100	6.582	3.582	0	-215	5.940	2.368	236.8	3.000
7 Jan 21	101	6.581	3.581	-1	-216	5.940	2.369	236.9	3.000
8 Jan 21	102	6.580	3.580	-1	-217	5.940	2.360	236	3.000
9 Jan 21	103	6.578	3.578	-2	-219	5.940	2.362	236.2	3.000
10 Jan 21	104	6.577	3.577	-1	-220	5.940	2.363	236.3	3.000
11 Jan 21	105	6.576	3.576	-1	-221	5.934	2.366	236.6	3.000
12 Jan 21	106	6.574	3.574	-2	-223	5.934	2.360	236	3.000
13 Jan 21	107	6.573	3.573	-1	-224	5.934	2.361	236.1	3.000
14 Jan 21	108	6.571	3.571	-2	-226	5.934	2.363	236.3	3.000
15 Jan 21	109	6.570	3.570	-1	-227	5.934	2.364	236.4	3.000
16 Jan 21	110	6.569	3.569	-1	-228	5.934	2.366	236.6	3.000
17 Jan 21	111	6.567	3.567	-2	-230	5.934	2.367	236.7	3.000

18 Jan 21	112	6566	3566	-1	-231	5924	2368	3000
19 Jan 21	113	6564	3564	-2	-223	5924	236	3000
20 Jan 21	114	6562	3562	-2	-235	5924	236.2	3000
21 Jan 21	115	6559	3559	-3	-238	5924	236.5	3000
22 Jan 21	116	6557	3557	-2	-240	5924	236.7	3000
23 Jan 21	117	6555	3555	-2	-242	5924	236.9	3000
24 Jan 21	118	6554	3554	-1	-243	5924	237	3000
25 Jan 21	119	6552	3552	-2	-245	5910	236.8	3000
26 Jan 21	120	6550	3550	-2	-247	5910	236	3000
27 Jan 21	121	6548	3548	-2	-249	5910	236.2	3000
28 Jan 21	122	6546	3546	-2	-251	5910	236.4	3000
29 Jan 21	123	6545	3545	-1	-252	5910	236.5	3000
30 Jan 21	124	6544	3544	-1	-253	5910	236.6	3000
31 Jan 21	125	6542	3542	-2	-255	5910	236.8	3000
1 Feb 21	126	6541	3541	-1	-256	5900	236.9	3000
2 Feb 21	127	6540	3540	-1	-257	5900	236	3000
3 Feb 21	128	6538	3538	-1	-258	5900	236.1	3000
4 Feb 21	129	6538	3538	-1	-259	5900	236.2	3000
5 Feb 21	130	6536	3536	0	-259	5900	236.2	3000
6 Feb 21	131	6536	3536	-2	-261	5900	236.4	3000
7 Feb 21	132	6534	3534	-2	-263	5900	236.6	3000
8 Feb 21	133	6532	3532	-2	-265	5891	236.9	3000
9 Feb 21	134	6531	3531	-2	-266	5891	236	3000
10 Feb 21	135	6528	3528	-2	-268	5883	236.2	3000
11 Feb 21	136	6528	3528	-1	-269	5891	236.3	3000
12 Feb 21	137	6527	3527	-1	-270	5891	236.4	3000
13 Feb 21	138	6527	3527	0	-270	5891	236.4	3000
14 Feb 21	139	6526	3526	-1	-271	5891	236.5	3000
15 Feb 21	140	6524	3524	-2	-273	5883	236.9	3000
16 Feb 21	141	6522	3522	-2	-275	5883	236.1	3000
17 Feb 21	142	6520	3520	-2	-277	5883	236.3	3000

PERIODE 8

18 Feb 21	143	6519	3519	-1	-278	5.883	2.364	236.4	3.000
19 Feb 21	144	6518	3518	-1	-278	5.883	2.365	236.5	3.000
20 Feb 21	145	6517	3517	-1	-280	5.883	2.366	236.6	3.000
21 Feb 21	146	6516	3516	-1	-281	5.883	2.367	236.7	3.000
22 Feb 21	147	6514	3514	-2	-283	5.873	2.359	235.9	3.000
23 Feb 21	148	6513	3513	-1	-284	5.873	2.360	236	3.000
24 Feb 21	149	6510	3510	-3	-287	5.873	2.363	236.3	3.000
25 Feb 21	150	6508	3508	-2	-288	5.873	2.365	236.5	3.000
26 Feb 21	151	6507	3507	-1	-288	5.873	2.366	236.6	3.000
27 Feb 21	152	6506	3506	-1	-281	5.873	2.367	236.7	3.000
28 Feb 21	153	6505	3505	-1	-282	5.873	2.368	236.8	3.000
1 Mar 21	154	6503	3503	-2	-284	5.862	2.368	236.9	3.000
2 Mar 21	155	6502	3502	-1	-285	5.862	2.369	236	3.000
3 Mar 21	156	6501	3501	-1	-286	5.862	2.371	236.1	3.000
4 Mar 21	157	6499	3499	-2	-288	5.862	2.363	236.3	3.000
5 Mar 21	158	6498	3498	-1	-288	5.862	2.364	236.4	3.000
6 Mar 21	159	6497	3497	-1	-300	5.862	2.365	236.5	3.000
7 Mar 21	160	6496	3496	-1	-301	5.862	2.366	236.6	3.000
8 Mar 21	161	6496	3496	0	-301	5.855	2.369	235.9	3.000
9 Mar 21	162	6495	3495	-1	-302	5.855	2.369	236	3.000
10 Mar 21	163	6494	3494	-1	-303	5.855	2.361	236.1	3.000
11 Mar 21	164	6493	3493	-1	-304	5.855	2.362	236.2	3.000
12 Mar 21	165	6491	3491	-2	-306	5.855	2.364	236.4	3.000
13 Mar 21	166	6490	3490	-1	-307	5.855	2.365	236.5	3.000
14 Mar 21	167	6489	3489	-1	-308	5.855	2.366	236.6	3.000
15 Mar 21	168	6488	3488	-1	-309	5.860	2.372	237.2	3.000
16 Mar 21	169	6487	3487	-1	-310	5.860	2.373	237.3	3.000
17 Mar 21	170	6486	3486	-1	-311	5.860	2.374	237.4	3.000

P E R I O D E 9

18 Mar 21	171	6.485	3.485	-1	-312	5.860	2376	237.5	3.000
19 Mar 21	172	6.484	3.484	-1	-313	5.860	2376	237.6	3.000
20 Mar 21	173	6.483	3.483	-1	-314	5.860	2377	237.7	3.000
21 Mar 21	174	6.482	3.482	-1	-315	5.857	2376	237.5	3.000
22 Mar 21	175	6.481	3.481	-1	-316	5.853	2372	237.2	3.000
23 Mar 21	176	6.480	3.480	-1	-317	5.853	2373	237.3	3.000
24 Mar 21	177	6.479	3.479	-1	-318	5.852	2373	237.3	3.000
25 Mar 21	178	6.477	3.477	-2	-320	5.850	2373	237.3	3.000
26 Mar 21	179	6.475	3.475	-2	-322	5.848	2373	237.3	3.000
27 Mar 21	180	6.473	3.473	-2	-324	5.846	2373	237.3	3.000
28 Mar 21	181	6.471	3.471	-2	-326	5.845	2374	237.4	3.000
29 Mar 21	182	6.470	3.470	-1	-327	5.844	2374	237.4	3.000
30 Mar 21	183	6.469	3.469	-1	-328	5.844	2375	237.5	3.000
31 Mar 21	184	6.468	3.469	0	-328	5.844	2375	237.5	3.000
1 Apr 21	185	6.468	3.468	-1	-328	5.843	2378	237.5	3.000
2 Apr 21	186	6.467	3.467	-1	-330	5.843	2376	237.6	3.000
3 Apr 21	187	6.465	3.465	-2	-331	5.842	2377	237.7	3.000
4 Apr 21	188	6.463	3.463	-2	-334	5.840	2377	237.7	3.000
5 Apr 21	189	6.461	3.461	-2	-336	5.838	2377	237.7	3.000
6 Apr 21	190	6.460	3.460	-1	-337	5.837	2377	237.7	3.000
7 Apr 21	191	6.458	3.458	-2	-339	5.836	2378	237.8	3.000
8 Apr 21	192	6.457	3.457	-1	-340	5.836	2379	237.9	3.000
9 Apr 21	193	6.456	3.456	-341	-341	5.835	2378	237.8	3.000
10 Apr 21	194	6.456	3.456	0	-341	5.835	2379	237.9	3.000
11 Apr 21	195	6.456	3.456	0	-341	5.835	2379	237.9	3.000
12 Apr 21	196	6.455	3.455	-1	-342	5.834	2379	237.9	3.000
13 Apr 21	197	6.455	3.455	0	-342	5.834	2379	237.9	3.000
14 Apr 21	198	6.455	3.455	0	-342	5.834	2379	237.9	3.000
15 Apr 21	199	6.454	3.454	-1	-343	5.834	2380	238	3.000
16 Apr 21	200	6.453	3.453	-1	-344	5.833	2380	238	3.000
17 Apr 21	201	6.453	3.453	0	-344	5.833	2380	238	3.000

18 Apr 21	202	6.452	3.452	-1	-345	5.832	2.380	238	3.000
19 Apr 21	203	6.451	3.451	-1	-346	5.832	2.381	238.1	3.000
20 Apr 21	204	6.450	3.450	-1	-347	5.831	2.381	238.1	3.000
21 Apr 21	205	6.449	3.449	-1	-348	5.830	2.381	238.1	3.000
22 Apr 21	206	6.448	3.448	-1	-349	5.830	2.382	238.2	3.000
23 Apr 21	207	6.446	3.446	-2	-351	5.828	2.383	238.3	3.000
24 Apr 21	208	6.445	3.445	-1	-351	5.827	2.382	238.2	3.000
25 Apr 21	209	6.443	3.443	-2	-354	5.826	2.383	238.3	3.000
26 Apr 21	210	6.440	3.440	-3	-361	5.824	2.384	238.4	3.000
27 Apr 21	211	6.437	3.437	-3	-360	5.823	2.385	238.5	3.000
28 Apr 21	212	6.435	3.435	-2	-362	5.821	2.386	238.6	3.000
29 Apr 21	213	6.432	3.432	-3	-365	5.819	2.387	238.7	3.000
30 Apr 21	214	6.430	3.430	-2	-367	5.817	2.387	238.7	3.000
1 May 21	215	6.428	3.428	-2	-369	5.816	2.388	238.8	3.000
2 May 21	216	6.427	3.427	-1	-370	5.816	2.388	239	3.000
3 May 21	217	6.426	3.426	-1	-371	5.816	2.389	239.1	3.000
4 May 21	218	6.425	3.425	-1	-372	5.816	2.391	239.2	3.000
5 May 21	219	6.424	3.424	-1	-373	5.816	2.392	239.2	3.000
6 May 21	220	6.424	3.424	0	-373	5.816	2.392	239.3	3.000
7 May 21	221	6.423	3.423	-1	-374	5.816	2.395	239.5	3.000
8 May 21	222	6.421	3.421	-2	-376	5.816	2.395	239.5	3.000
9 May 21	223	6.421	3.421	0	-375	5.816	2.396	239.6	3.000
10 May 21	224	6.420	3.420	-1	-377	5.816	2.396	239.6	3.000
11 May 21	225	6.419	3.419	-1	-378	5.816	2.396	239.6	3.000
12 May 21	226	6.418	3.418	-1	-379	5.814	2.396	239.6	3.000
13 May 21	227	LBUR HARIRAYA							3.000
14 May 21	228	LBUR HARIRAYA							3.000
15 May 21	229	6.414	3.414	-4	-383	5.814	2.400	240	3.000
16 May 21	230	6.412	3.412	-2	-386	5.812	2.400	240	3.000
17 May 21	231	6.410	3.410	-2	-387	5.812	2.402	240.2	3.000

P E R I O D E 1 1

18 May 21	232	6.407	3.407	-3	-390	5.811	2.404	240.4	1.000
19 May 21	233	6.405	3.405	-2	-392	5.811	2.408	240.6	1.000
20 May 21	234	6.402	3.402	-3	-396	5.811	2.409	240.9	1.000
21 May 21	235	6.400	3.400	-2	-397	5.810	2.410	241	1.000
22 May 21	236	6.399	3.398	-1	-398	5.810	2.411	241.1	1.000
23 May 21	237	6.397	3.397	-2	-400	5.805	2.408	240.8	1.000
24 May 21	238	6.396	3.395	-1	-401	5.805	2.408	241	1.000
25 May 21	239	6.395	3.395	-1	-402	5.805	2.410	240.9	1.000
26 May 21	240	6.395	3.395	0	-402	5.806	2.410	241	1.000
27 May 21	241	6.394	3.394	-1	-403	5.800	2.406	240.5	1.000
28 May 21	242	6.394	3.394	0	-403	5.800	2.406	240.6	1.000
29 May 21	243	6.393	3.393	-1	-404	5.800	2.407	240.7	1.000
30 May 21	244	6.392	3.392	-1	-405	5.800	2.408	240.8	1.000
31 May 21	245	6.392	3.392	0	-406	5.800	2.408	240.8	1.000
1 Jun 21	246	6.391	3.391	-1	-406	5.797	2.408	240.5	1.000
2 Jun 21	247	6.389	3.389	-2	-409	5.797	2.408	240.3	1.000
3 Jun 21	248	6.389	3.389	0	-408	5.797	2.408	240.8	1.000
4 Jun 21	249	6.388	3.388	-1	-409	5.794	2.405	240.6	1.000
5 Jun 21	250	6.388	3.388	0	-409	5.794	2.406	240.5	1.000
6 Jun 21	251	6.387	3.387	-1	-410	5.793	2.406	240.6	1.000
7 Jun 21	252	6.385	3.385	-2	-412	5.793	2.408	240.8	1.000
8 Jun 21	253	6.384	3.384	-1	-413	5.793	2.408	240.5	1.000
9 Jun 21	254	6.382	3.382	-1	-415	5.790	2.405	240.8	1.000
10 Jun 21	255	6.381	3.381	-1	-416	5.787	2.406	240.5	1.000
11 Jun 21	256	6.381	3.381	0	-416	5.787	2.406	240.6	1.000
12 Jun 21	257	6.380	3.380	-1	-417	5.786	2.406	240.6	1.000
13 Jun 21	258	6.378	3.378	-2	-419	5.785	2.407	240.7	1.000
14 Jun 21	259	6.377	3.377	-1	-420	5.785	2.408	240.8	1.000
15 Jun 21	260	6.377	3.377	0	-420	5.784	2.407	240.7	1.000
16 Jun 21	261	6.376	3.376	-1	-421	5.784	2.408	240.8	1.000
17 Jun 21	262	6.374	3.374	-2	-423	5.783	2.409	240.9	1.000

PERIODE 1 2

16 Jun 21	263	6.372	3.372	-2	-426	5.763	241.1	3.000
19 Jun 21	264	6.370	3.370	-2	-427	5.781	241.1	3.000
20 Jun 21	265	6.369	3.369	-1	-428	5.780	241.1	3.000
21 Jun 21	266	6.369	3.369	0	-428	5.780	241.1	3.000
22 Jun 21	267	6.368	3.368	-1	-429	5.780	241.2	3.000
23 Jun 21	268	6.367	3.367	-1	-430	5.778	241.1	3.000
24 Jun 21	269	6.367	3.367	0	-430	5.776	241.1	3.000
25 Jun 21	270	6.365	3.365	-2	-431	5.774	241.1	3.000
26 Jun 21	271	6.363	3.363	-2	-434	5.774	241.1	3.000
27 Jun 21	272	6.362	3.362	-1	-435	5.773	241.1	3.000
28 Jun 21	273	6.360	3.360	-2	-437	5.771	241.1	3.000
29 Jun 21	274	6.360	3.360	0	-437	5.771	241.1	3.000
30 Jun 21	275	6.360	3.360	0	-437	5.770	241	3.000
1 Jul 21	276	6.359	3.359	-1	-438	5.770	241.1	3.000
2 Jul 21	277	6.359	3.359	0	-438	5.770	241.1	3.000
3 Jul 21	278	6.358	3.358	-1	-439	5.770	241.2	3.000
4 Jul 21	279	6.358	3.358	0	-439	5.770	241.2	3.000
5 Jul 21	280	6.357	3.357	-1	-440	5.769	241.2	3.000
6 Jul 21	281	6.357	3.357	0	-440	5.769	241.2	3.000
7 Jul 21	282	6.356	3.356	-1	-441	5.768	241.2	3.002
8 Jul 21	283	6.355	3.355	-1	-442	5.768	241.3	3.000
9 Jul 21	284	6.354	3.354	-1	-443	5.767	241.3	3.000
10 Jul 21	285	6.353	3.353	1	-444	5.767	241.4	3.000
11 Jul 21	286	6.351	3.351	-2	-446	5.765	241.4	3.000
12 Jul 21	287	6.350	3.350	-1	-447	5.766	241.5	3.000
13 Jul 21	288	6.349	3.349	-1	-448	5.764	241.5	3.000
14 Jul 21	289	6.346	3.346	1	-449	5.764	241.6	3.000
15 Jul 21	290	6.346	3.346	0	-449	5.764	241.6	3.000
16 Jul 21	291	6.347	3.347	-1	-450	5.763	241.6	3.000
17 Jul 21	292	6.347	3.347	0	-450	5.763	241.6	3.000
18 Jul 21	293	6.346	3.346	-1	-451	5.762	241.6	3.000
19 Jul 21	294	6.346	3.346	0	-451	5.762	241.6	3.000
20 Jul 21	295	6.345	3.345	-1	-452	5.761	241.6	3.000
21 Jul 21	296	6.343	3.343	-2	-454	5.761	241.8	3.000
22 Jul 21	297	6.343	3.343	0	-454	5.760	241.7	3.000
23 Jul 21	298	6.342	3.342	-1	-455	5.760	241.8	3.000
24 Jul 21	299	6.341	3.341	-1	-456	5.759	241.8	3.000

TABEL PENURUNAN, TOTAL PENURUNAN & TEBAL TIMBUNAN

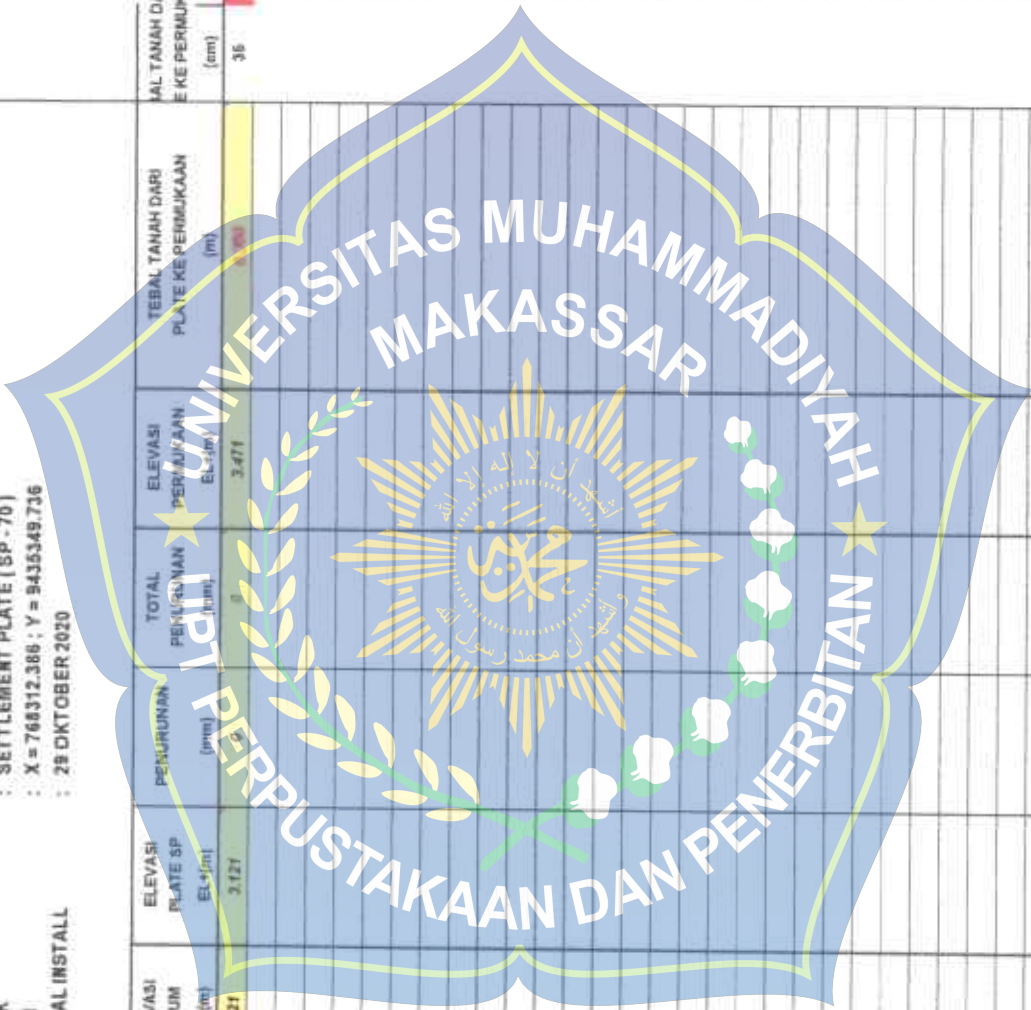
SUBYEK : SETTLEMENT PLATE (SP - 70)

LOKASI : X = 768312.388 ; Y = 9435349.736

TANGGAL INSTALL : 29 OKTOBER 2020

TANGGAL	HARI	ELEVASI DATUM EL+ (m)	ELEVASI PLATE SP EL+ (m)	PENURUNAN (mm)	TOTAL PENURUNAN (mm)	ELEVASI PERBUKAAN EL+ (m)	TEBAL TANAH DARI PLATE KE PERBUKAAN (m)	TAL TANAH DARI KE PERBUKAAN (mm)	DATUM KETERANGAN
29 Okt 20	IR	4.121	3.121	0	0	3.471	0.000	35	1.000 : → -slam Datum 1.000
18 Jul 20									0.000
19 Jul 20									0.000
20 Jul 20									0.000
21 Jul 20									0.000
22 Jul 20									0.000
23 Jul 20									0.000
24 Jul 20									0.000
25 Jul 20									0.000
26 Jul 20									0.000
27 Jul 20									0.000
28 Jul 20									0.000
29 Jul 20									0.000
30 Jul 20									0.000
31 Jul 20									0.000
1 Aug 20									0.000
2 Aug 20									0.000
3 Aug 20									0.000
4 Aug 20									0.000
5 Aug 20									0.000
6 Aug 20									0.000
7 Aug 20									0.000
8 Aug 20									0.000
9 Aug 20									0.000
10 Aug 20									0.000
11 Aug 20									0.000
12 Aug 20									0.000
13 Aug 20									0.000
14 Aug 20									0.000
15 Aug 20									0.000
16 Aug 20									0.000
17 Aug 20									0.000

PERIODE 1



PERIODE 2

The logo of Universitas Muhammadiyah Makassar is a blue shield-shaped emblem. It features a central yellow sunburst with Arabic calligraphy. The text "UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR" is written in white along the top curve of the shield. The text "UPT PERPUSTAKAAN DAN PENERBITAN" is written in white along the bottom curve, flanked by two yellow stars. A green laurel wreath and a chain of white flowers with green leaves encircle the central sunburst.

18 Sep 20	0.000
19 Sep 20	0.000
20 Sep 20	0.000
21 Sep 20	0.000
22 Sep 20	0.000
23 Sep 20	0.000
24 Sep 20	0.000
25 Sep 20	0.000
26 Sep 20	0.000
27 Sep 20	0.000
28 Sep 20	0.000
29 Sep 20	0.000
30 Sep 20	0.000
1 Oct 20	0.000
2 Oct 20	0.000
3 Oct 20	0.000
4 Oct 20	0.000
5 Oct 20	0.000
6 Oct 20	0.000
7 Oct 20	0.000
8 Oct 20	0.000
9 Oct 20	0.000
10 Oct 20	0.000
11 Oct 20	0.000
12 Oct 20	0.000
13 Oct 20	0.000
14 Oct 20	0.000
15 Oct 20	0.000
16 Oct 20	0.000
17 Oct 20	0.000

PERIODE 5

18 Nov 20	20	4.071	3.071	-2	-50	3.424	0.353	35.3	1.000
19 Nov 20	21	4.070	3.070	-1	-51	3.424	0.354	35.4	1.000
20 Nov 20	22	4.068	3.068	-2	-53	3.424	0.356	35.6	1.000
21 Nov 20	23	4.064	3.064	-4	-57	3.424	0.360	36	1.000
22 Nov 20	24	4.061	3.061	-3	-60	3.424	0.363	36.3	1.000
23 Nov 20	25	4.059	3.059	-2	-62	3.409	0.359	36	1.000
24 Nov 20	26	4.056	3.056	-1	-61	3.409	0.351	35.1	1.000
25 Nov 20	27	4.055	3.055	-3	-66	3.409	0.354	35.4	1.000
26 Nov 20	28	4.053	3.053	-2	-66	3.409	0.359	35.6	1.000
27 Nov 20	29	4.053	3.053	0	-68	3.409	0.361	35.6	1.000
28 Nov 20	30	4.052	3.052	-1	-69	3.409	0.367	35.7	1.000
29 Nov 20	31	4.052	3.052	0	-69	3.409	0.367	35.7	1.000
30 Nov 20	32	4.052	3.052	0	-69	3.402	0.361	36	1.000
1 Dec 20	33	4.051	3.051	-1	-79	3.402	0.361	35.1	1.000
2 Dec 20	34	4.050	3.050	-1	-71	3.402	0.361	36.2	1.000
3 Dec 20	35	4.050	3.050	0	-71	3.402	0.361	36.2	1.000
4 Dec 20	36	4.050	3.050	0	-77	3.402	0.361	36.2	1.000
5 Dec 20	37	4.046	3.049	-1	-73	3.402	0.361	36.3	1.000
6 Dec 20	38	4.047	3.047	-2	-74	3.402	0.365	36.5	1.000
7 Dec 20	39	4.045	3.045	0	-78	3.395	0.363	36	1.000
8 Dec 20	40	4.043	3.043	-2	-78	3.385	0.363	35.2	1.000
9 Dec 20	41	4.040	3.040	-3	-81	3.395	0.369	36.6	1.000
10 Dec 20	42	4.036	3.039	-3	-82	3.395	0.364	35.6	1.000
11 Dec 20	43	4.036	3.038	-1	-82	3.396	0.367	36.7	1.000
12 Dec 20	44	4.036	3.036	-2	-83	3.395	0.369	36.9	1.000
13 Dec 20	45	4.034	3.034	-2	-87	3.395	0.381	36.1	1.000
14 Dec 20	46	4.033	3.033	-1	-88	3.395	0.382	36.2	1.000
15 Dec 20	47	4.030	3.030	-3	-91	3.380	0.369	36	1.000
16 Dec 20	48	4.027	3.027	-3	-94	3.380	0.363	36.3	1.000
17 Dec 20	49	4.026	3.026	-1	-95	3.380	0.364	36.4	1.000

PERIODE 6

50	4.024	3.024	-2	-97	3.380	0.388	35.6	1.000
51	4.022	3.022	-2	-99	3.380	0.388	35.8	1.000
52	4.020	3.020	-2	-101	3.380	0.380	36	1.000
53	4.017	3.017	-3	-104	3.367	0.360	35	1.000
54	4.015	3.015	-2	-105	3.367	0.352	35.2	1.000
55	4.014	3.014	-1	-107	3.357	0.353	35.3	1.000
56	4.014	3.014	0	-107	3.367	0.353	35.3	1.000
57	4.013	3.013	-1	-108	3.367	0.354	35.4	1.000
58	4.012	3.012	-1	-109	3.367	0.355	35.5	1.000
59	4.010	3.010	-2	-111	3.367	0.357	35.7	1.000
60	4.009	3.009	-1	-112	3.360	0.351	35.1	1.000
61	4.007	3.007	2	-114	3.360	0.353	35.3	1.000
62	4.005	3.005	2	-115	3.360	0.355	35.5	1.000
63	4.004	3.004	1	-117	3.360	0.356	35.6	1.000
64	4.003	3.003	1	-118	3.360	0.357	35.7	1.000
65	4.002	3.002	-1	-119	3.360	0.358	35.8	1.000
66	4.002	3.002	0	-119	3.360	0.358	35.8	1.000
67	4.000	3.000	2	-121	3.351	0.351	35.1	1.000
68	3.998	2.998	2	-123	3.351	0.353	35.3	1.000
69	3.997	2.997	-1	-124	3.351	0.354	35.4	1.000
70	3.995	2.995	-1	-125	3.351	0.355	35.5	1.000
71	3.995	2.995	0	-125	3.351	0.355	35.5	1.000
72	3.995	2.995	-1	-126	3.351	0.355	35.5	1.000
73	3.995	2.995	0	-126	3.351	0.355	35.5	1.000
74	3.995	2.995	0	-126	3.346	0.351	35.1	1.000
75	3.994	2.994	-1	-127	3.346	0.352	35.2	1.000
76	3.993	2.993	-1	-128	3.346	0.353	35.3	1.000
77	3.991	2.991	-2	-130	3.346	0.355	35.5	1.000
78	3.990	2.990	-1	-131	3.346	0.356	35.6	1.000
79	3.988	2.988	-2	-133	3.346	0.358	35.8	1.000
80	3.987	2.987	-1	-134	3.346	0.359	35.9	1.000

PERIODE 7

81	3.985	2.985	-2	-136	3.336	0.361	36.1	1.000
82	3.984	2.984	-1	-137	3.336	0.362	36.2	1.000
83	3.982	2.982	-2	-139	3.336	0.364	36.4	1.000
84	3.981	2.981	-1	-140	3.336	0.365	36.5	1.000
85	3.980	2.980	-1	-141	3.336	0.366	36.6	1.000
86	3.979	2.979	-1	-142	3.336	0.367	36.7	1.000
87	3.978	2.978	-1	-143	3.336	0.368	36.8	1.000
88	3.977	2.977	-1	-144	3.328	0.361	36.1	1.000
89	3.976	2.976	-1	-145	3.328	0.362	36.2	1.000
90	3.975	2.975	-1	-146	3.328	0.363	36.3	1.000
91	3.973	2.973	-2	-148	3.328	0.365	36.5	1.000
92	3.972	2.972	-1	-149	3.328	0.366	36.6	1.000
93	3.970	2.970	-2	-151	3.328	0.368	36.8	1.000
94	3.968	2.968	-2	-153	3.328	0.360	36	1.000
95	3.967	2.967	-1	-154	3.318	0.361	36.1	1.000
96	3.965	2.965	-2	-156	3.318	0.363	36.3	1.000
97	3.964	2.964	-1	-157	3.318	0.364	36.4	1.000
98	3.962	2.962	-2	-159	3.318	0.366	36.6	1.000
99	3.960	2.960	-2	-161	3.318	0.368	36.8	1.000
100	3.958	2.958	-2	-163	3.318	0.360	36	1.000
101	3.957	2.957	-1	-164	3.318	0.361	36.1	1.000
102	3.956	2.956	-1	-165	3.307	0.361	36.1	1.000
103	3.955	2.955	-1	-166	3.307	0.362	36.2	1.000
104	3.953	2.953	-2	-168	3.307	0.364	36.4	1.000
105	3.953	2.953	0	-168	3.307	0.364	36.4	1.000
106	3.953	2.953	0	-168	3.307	0.364	36.4	1.000
107	3.953	2.953	0	-168	3.307	0.364	36.4	1.000
108	3.953	2.953	0	-168	3.307	0.364	36.4	1.000
109	3.953	2.953	0	-168	3.304	0.361	36.1	1.000
110	3.952	2.952	-1	-169	3.304	0.362	36.2	1.000
111	3.951	2.951	-1	-170	3.304	0.363	36.3	1.000

112	3.950	2.950	-1	-171	3.304	0.354	35.4	1.000
113	3.950	2.950	0	-171	3.304	0.354	35.4	1.000
114	3.950	2.950	0	-171	3.304	0.354	35.4	1.000
115	3.950	2.950	0	-171	3.304	0.354	35.4	1.000
116	3.950	2.950	0	-171	3.301	0.351	35.1	1.000
117	3.950	2.950	0	-171	3.301	0.351	35.1	1.000
118	3.948	2.948	-2	-175	3.301	0.353	35.3	1.000
119	3.946	2.946	-2	-175	3.301	0.355	35.5	1.000
120	3.945	2.945	-1	-176	3.301	0.355	35.5	1.000
121	3.945	2.945	0	-176	3.301	0.355	35.5	1.000
122	3.944	2.944	-1	-177	3.301	0.357	35.7	1.000
123	3.943	2.943	-1	-178	3.628	0.685	68.5	1.000
124	3.942	2.942	-1	-179	3.628	0.686	68.6	1.000
125	3.942	2.942	0	-179	3.628	0.686	68.6	1.000
126	3.942	2.942	0	-179	3.628	0.686	68.6	1.000
127	3.941	2.941	-1	-180	3.628	0.687	68.7	1.000
128	3.939	2.939	-2	-182	3.628	0.689	68.9	1.000
129	3.937	2.937	-2	-184	3.628	0.691	69.1	1.000
130	3.936	2.936	-1	-185	3.621	0.685	68.5	1.000
131	3.934	2.934	-2	-187	3.621	0.687	68.7	1.000
132	3.932	2.932	-2	-189	3.621	0.689	68.9	1.000
133	3.930	2.930	-2	-191	3.621	0.691	69.1	1.000
134	3.929	2.929	-1	-192	3.621	0.692	69.2	1.000
135	3.927	2.927	-2	-194	3.621	0.694	69.4	1.000
136	3.925	2.925	-2	-196	3.621	0.696	69.6	1.000
137	3.923	2.923	-2	-198	3.250	0.327	32.7	1.000
138	3.921	2.921	-2	-200	3.250	0.329	32.9	1.000
139	3.919	2.919	-2	-202	3.250	0.331	33.1	1.000

PERIODE 9

140	3.915	2.818	-1	-203	3.250	0.312	33.2	1.000
141	3.917	2.817	-1	-204	3.250	0.313	33.3	1.000
142	3.916	2.816	-1	-205	3.250	0.314	33.4	1.000
143	3.915	2.815	-1	-206	3.415	0.800	50	1.000
144	3.914	2.814	-1	-207	3.414	0.800	50	1.000
145	3.912	2.812	-2	-209	3.414	0.802	50.2	1.000
146	3.911	2.811	-1	-210	3.413	0.802	50.2	1.000
147	3.910	2.810	-1	-211	3.413	0.803	50.3	1.000
148	3.910	2.810	0	-211	3.413	0.803	50.3	1.000
149	3.909	2.809	-1	-212	3.412	0.803	50.3	1.000
150	3.908	2.808	-1	-213	3.411	0.803	50.3	1.000
151	3.907	2.807	-1	-214	3.410	0.803	50.3	1.000
152	3.906	2.806	-1	-215	3.409	0.803	50.3	1.000
153	3.904	2.804	-2	-217	3.407	0.803	50.3	1.000
154	3.903	2.803	-1	-218	3.406	0.803	50.3	1.000
155	3.901	2.801	-2	-220	3.405	0.804	50.4	1.000
156	3.898	2.899	-2	-222	3.403	0.804	50.4	1.000
157	3.897	2.897	-2	-224	3.401	0.804	50.4	1.000
158	3.896	2.896	-2	-225	3.401	0.805	50.5	1.000
159	3.895	2.895	-1	-226	3.401	0.805	50.6	1.000
160	3.894	2.894	-1	-227	3.401	0.807	50.7	1.000
161	3.894	2.894	0	-227	3.401	0.807	50.7	1.000
162	3.893	2.893	-1	-228	3.401	0.808	50.8	1.000
163	3.893	2.893	0	-228	3.401	0.808	50.8	1.000
164	3.893	2.893	0	-228	3.401	0.808	50.8	1.000
165	3.893	2.893	0	-228	3.401	0.808	50.8	1.000
166	3.892	2.892	-1	-229	3.401	0.809	50.9	1.000
167	3.892	2.892	0	-229	3.401	0.809	50.9	1.000
168	3.890	2.890	-2	-231	3.400	0.810	51	1.000
169	3.889	2.889	-1	-232	3.399	0.810	51	1.000
170	3.887	2.887	-2	-234	3.398	0.811	51.1	1.000

PERIODE 10

171	3.885	2.885	-2	-236	3.397	0.512	51.2	1.000
172	3.883	2.883	-2	-238	3.396	0.513	51.3	1.000
173	3.881	2.881	-2	-240	3.394	0.513	51.3	1.000
174	3.879	2.879	-2	-242	3.392	0.513	51.3	1.000
175	3.878	2.878	-1	-243	3.392	0.514	51.4	1.000
176	3.877	2.877	-1	-244	3.392	0.516	51.5	1.000
177	3.876	2.876	-1	-245	3.391	0.518	51.5	1.000
178	3.875	2.875	-1	-246	3.391	0.518	51.5	1.000
179	3.873	2.873	-2	-248	3.390	0.517	51.7	1.000
180	3.871	2.871	-2	-250	3.389	0.518	51.8	1.000
181	3.869	2.869	-2	-252	3.387	0.518	51.8	1.000
182	3.868	2.868	-1	-253	3.387	0.519	51.9	1.000
183	3.867	2.867	-1	-254	3.387	0.520	52	1.000
184	3.866	2.866	-1	-255	3.386	0.520	52	1.000
185	3.865	2.865	-1	-256	3.385	0.520	52	1.000
186	3.865	2.865	0	-256	3.385	0.520	52	1.000
187	3.865	2.865	0	-256	3.385	0.520	52	1.000
188	3.865	2.865	0	-260	3.385	0.520	52	1.000
189	3.865	2.865	0	-256	3.385	0.520	52	1.000
190	3.865	2.865	0	-255	3.385	0.520	52	1.000
191	3.864	2.864	-1	-257	3.385	0.521	52.1	1.000
192	3.863	2.863	-1	-256	3.385	0.522	52.2	1.000
193	3.862	2.862	-1	-259	3.384	0.522	52.2	1.000
194	3.862	2.862	0	-259	3.384	0.522	52.2	1.000
195	3.862	2.862	0	-259	3.384	0.522	52.2	1.000
196	LIBUR HARI RAYA							1.000
197	LIBUR HARI RAYA							1.000
198	3.861	2.861	-1	-260	3.384	0.523	52.3	1.000
199	3.861	2.861	0	-260	3.384	0.523	52.3	1.000
200	3.860	2.860	-1	-261	3.384	0.524	52.4	1.000

PERIODE 1 1

201	3.859	2.858	-1	-262	3.384	0.526	52.5	1.000
202	3.858	2.858	-1	-263	3.384	0.526	52.5	1.000
203	3.857	2.857	-1	-264	3.384	0.527	52.7	1.000
204	3.855	2.855	-2	-266	3.381	0.528	52.5	1.000
205	3.854	2.854	-1	-267	3.381	0.527	52.7	1.000
206	3.854	2.854	0	-267	3.377	0.523	52.3	1.000
207	3.853	2.853	-1	-269	3.377	0.524	52.4	1.000
208	3.852	2.852	-1	-269	3.372	0.525	52.5	1.000
209	3.852	2.852	0	-269	3.377	0.525	52.5	1.000
210	3.852	2.852	0	-268	3.377	0.526	52.5	1.000
211	3.851	2.851	-1	-270	3.372	0.521	52.1	1.000
212	3.851	2.851	0	-270	3.372	0.521	52.1	1.000
213	3.850	2.850	-1	-271	3.372	0.522	52.2	1.000
214	3.850	2.850	0	-271	3.372	0.522	52.2	1.000
215	3.850	2.850	0	-271	3.372	0.522	52.2	1.000
216	3.849	2.849	-1	-272	3.370	0.521	52.1	1.000
217	3.848	2.848	-1	-273	3.370	0.522	52.2	1.000
218	3.847	2.847	-1	-274	3.369	0.522	52.2	1.000
219	3.846	2.846	-1	-276	3.369	0.523	52.3	1.000
220	3.845	2.845	-1	-276	3.367	0.522	52.2	1.000
221	3.845	2.845	0	-276	3.367	0.522	52.2	1.000
222	3.844	2.844	-1	-277	3.365	0.522	52.2	1.000
223	3.844	2.844	0	-277	3.365	0.522	52.2	1.000
224	3.843	2.843	-1	-278	3.365	0.522	52.2	1.000
225	3.842	2.842	-1	-278	3.365	0.523	52.3	1.000
226	3.842	2.842	0	-278	3.365	0.523	52.3	1.000
227	3.842	2.842	0	-278	3.365	0.523	52.3	1.000
228	3.842	2.842	0	-279	3.365	0.523	52.3	1.000
229	3.842	2.842	0	-275	3.365	0.523	52.3	1.000
230	3.841	2.841	-1	-280	3.365	0.524	52.4	1.000
231	3.840	2.840	-1	-281	3.364	0.524	52.4	1.000

PERIODE 1 2

232	3.839	2.839	-1	-282	3.557	0.829	1.000
233	3.838	2.838	-1	-283	3.556	0.824	1.000
234	3.838	2.838	0	-283	3.556	0.824	1.000
235	3.838	2.838	0	-283	3.556	0.824	1.000
236	3.837	2.837	-1	-284	3.555	0.824	1.000
237	3.836	2.836	-1	-285	3.554	0.828	1.000
238	3.834	2.834	-2	-287	3.550	0.826	1.000
239	3.832	2.832	-2	-289	3.548	0.820	1.000
240	3.831	2.831	-1	-290	3.548	0.827	1.000
241	3.830	2.830	-1	-291	3.548	0.828	1.000
242	3.830	2.830	0	-291	3.548	0.826	1.000
243	3.830	2.830	0	-291	3.548	0.824	1.000
244	3.830	2.830	0	-291	3.548	0.826	1.000
245	3.830	2.830	0	-291	3.548	0.828	1.000
246	3.830	2.830	0	-291	3.548	0.828	1.000
247	3.830	2.830	0	-291	3.548	0.828	1.000
248	3.830	2.830	0	-291	3.548	0.828	1.000
249	3.830	2.830	0	-291	3.548	0.828	1.000
250	3.828	2.828	-2	-293	3.547	0.826	1.000
251	3.827	2.827	-1	-294	3.547	0.826	1.000
252	3.826	2.826	-1	-295	3.547	0.826	1.000
253	3.825	2.825	0	-296	3.544	0.820	1.000
254	3.825	2.825	0	-296	3.544	0.829	1.000
255	3.825	2.825	0	-296	3.544	0.829	1.000
256	3.825	2.825	0	-296	3.544	0.821	1.000
257	3.825	2.825	0	-296	3.544	0.824	1.000
258	3.824	2.824	-1	-297	3.540	0.826	1.000
259	3.824	2.824	0	-297	3.540	0.826	1.000
260	3.824	2.824	0	-297	3.540	0.826	1.000
261	3.824	2.824	0	-297	3.540	0.826	1.000
262	3.824	2.824	0	-297	3.540	0.826	1.000
263	3.823	2.823	-1	-298	3.539	0.826	1.000
264	3.823	2.823	0	-298	3.539	0.826	1.000
265	3.823	2.823	0	-298	3.539	0.826	1.000
266	3.823	2.823	0	-298	3.539	0.826	1.000
267	3.823	2.823	0	-298	3.539	0.826	1.000
268	3.823	2.823	0	-298	3.539	0.826	1.000
269	3.822	2.822	-1	-299	3.538	0.826	1.000

Aktivitas alat berat
 Aktivitas alat berat
 Aktivitas alat berat
 Aktivitas alat berat

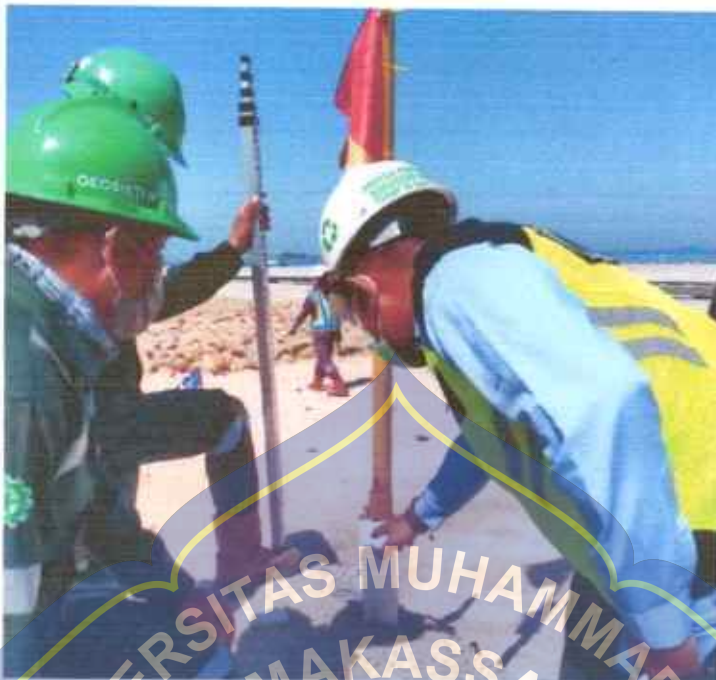




PVD (Prefabricated Vertical Drain)



Alat Settlement Plate



Pengukuran penurunan tanah dengan melakukan Auto Level



Pembacaan penurunan tanah