



**EVALUASI PENURUNAN AKHIR TANAH DI LAPANGAN
MENGUNAKAN METODE OBSERVASIONAL: ASAOKA
DAN HIPERBOLIK PADA PROYEK PPKA SEKSI 2
PALEMBANG SUMATERA SELATAN**

***EVALUATION FINAL SETTLEMENT IN FIELD USING
OBSERVATIONAL METHOD: ASAOKA AND HYPERBOLIC
IN PPKA PROJECT SECTION 2 PALEMBANG
SOUTH SUMATRA***

SKRIPSI

oleh

AFLAH BAIHAQI EFENDI

NIM 151910301071

PROGRAM STUDI S1 TEKNIK SIPIL

JURUSAN TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS JEMBER

2019



**EVALUASI PENURUNAN AKHIR TANAH DI LAPANGAN
MENGUNAKAN METODE OBSERVASIONAL: ASAOKA
DAN HIPERBOLIK PADA PROYEK PPKA SEKSI 2
PALEMBANG SUMATERA SELATAN**

***EVALUATION FINAL SETTLEMENT IN FIELD USING
OBSERVATIONAL METHOD: ASAOKA AND HYPERBOLIC
IN PPKA PROJECT SECTION 2 PALEMBANG
SOUTH SUMATRA***

SKRIPSI

Diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan Program Studi Teknik (S-1) dan mencapai gelar Sarjana Teknik

oleh

AFLAH BAIHAQI EFENDI

NIM 151910301071

PROGRAM STUDI S1 TEKNIK SIPIL

JURUSAN TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK

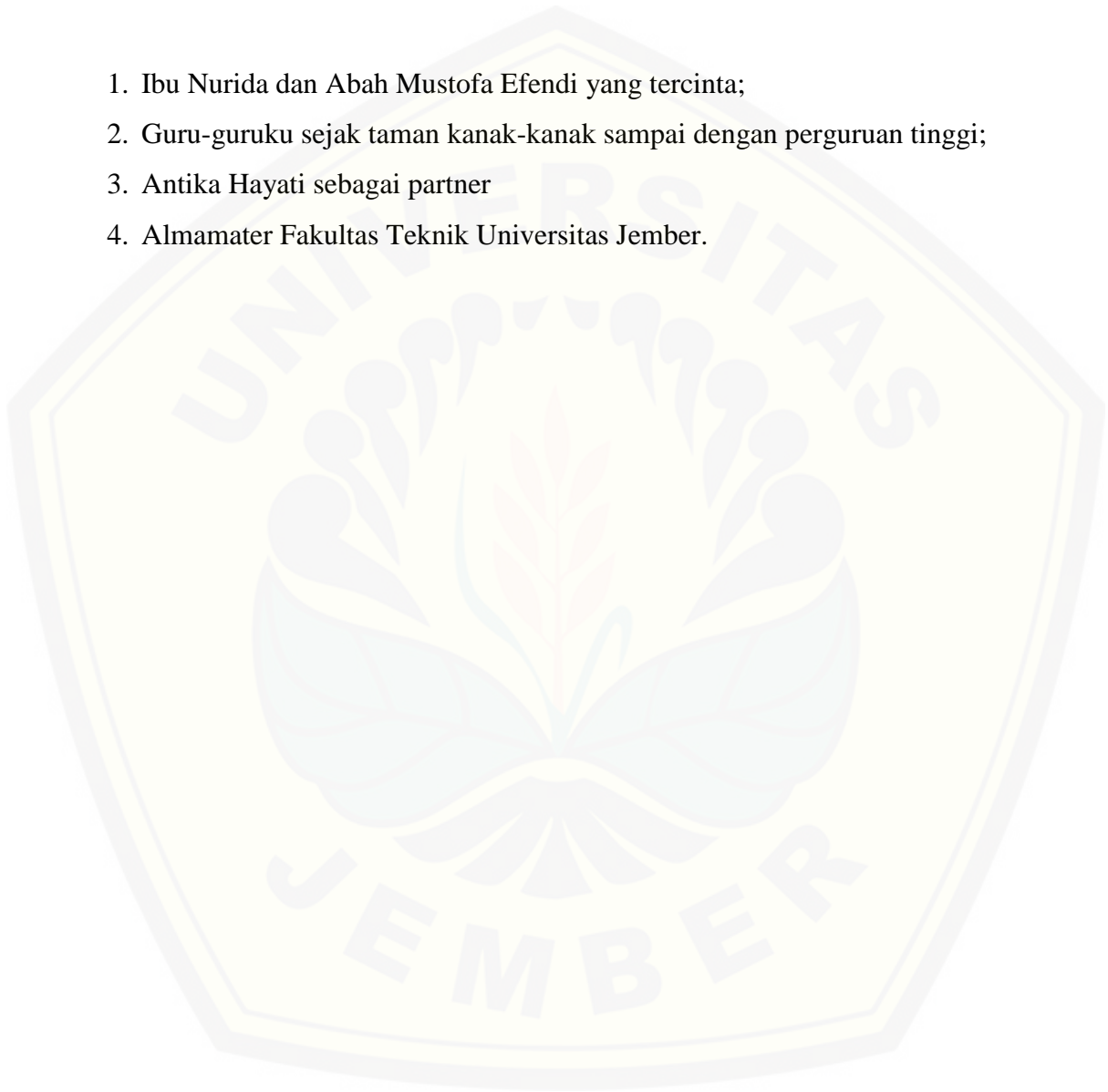
UNIVERSITAS JEMBER

2019

HALAMAN PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk:

1. Ibu Nurida dan Abah Mustofa Efendi yang tercinta;
2. Guru-guruku sejak taman kanak-kanak sampai dengan perguruan tinggi;
3. Antika Hayati sebagai partner
4. Almamater Fakultas Teknik Universitas Jember.



MOTO

Allah akan meninggikan orang-orang yang beriman di antara kamu dan orang-orang yang diberi ilmu pengetahuan beberapa derajat.

(terjemahan Surat *Al-Mujadalah* ayat 11)¹

Sesungguhnya sesudah kesulitan ada kemudahan, maka apabila kamu telah selesai (dari suatu urusan), kerjakanlah dengan sungguh-sungguh (urusan) yang lain, dan hanya kepada tuhanmulah hendaknya kamu berharap.

(terjemahan Surat *Al-Insyirah* ayat 6-8)²

¹ Departemen Agama Republik Indonesia. 1998. *Al Qur'an dan Terjemahannya*. Semarang: PT Kumudasmoro Grafindo.

² *Ibid*

HALAMAN PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

nama: Aflah Baihaqi Efendi

NIM: 151910301071

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul "Evaluasi Penurunan Akhir Tanah Di Lapangan Menggunakan Metode Observasional: Asaoka Dan Hiperbolik Pada Proyek PPKA Seksi 2 Palembang Sumatera Selatan" adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi mana pun, dan bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa ada tekanan dan paksaan dari pihak mana pun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 14 Januari 2019

Yang menyatakan,

(Aflah Baihaqi Efendi)

NIM 151910301071

SKRIPSI

**EVALUASI PENURUNAN AKHIR TANAH DI LAPANGAN
MENGUNAKAN METODE OBSERVASIONAL: ASAOKA DAN
HIPERBOLIK PADA PROYEK PPKA SEKSI 2 PALEMBANG
SUMATERA SELATAN**

Oleh

Aflah Baihaqi Efendi

NIM 151910301071

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Indra Nurtjajtjaningtyas, S.T., M.T.

Dosen Pembimbing Anggota : Luthfi Amri Wicaksono, S.T., M.T.

PENGESAHAN

Skripsi berjudul "Evaluasi Penurunan Akhir Tanah Di Lapangan Menggunakan Metode Observasional: Asaoka Dan Hiperbolik Pada Proyek PPKA Seksi 2 Palembang Sumatera Selatan" karya Aflah Baihaqi Efendi telah diuji dan disahkan pada:

hari, tanggal : Senin, 14 Januari 2019

tempat : Fakultas Teknik Universitas Jember.

Tim Pembimbing:

Dosen Pembimbing Utama

Dosen Pembimbing Anggota

Indra Nurtjahjaningtyas, S.T., M.T.

Luthfi Amri Wicaksono, S.T., M.T.

NIP 19701024 199803 2 001

NIP 760016771

Tim Penguji:

Ketua Penguji

Anggota Penguji

Januar Ferry Irawan, ST., MT.

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

NIP 19760111 200012 1 002

NIP 760016798

Mengesahkan

Dekan,

Dr. Ir. Entin Hidayah, M. UM.

NIP 19661215 199503 2 001

RINGKASAN

Evaluasi Penurunan Akhir Tanah Di Lapangan Menggunakan Metode Observasional: Asaoka Dan Hiperbolik Pada Proyek PPKA Seksi 2 Palembang Sumatera Selatan; Aflah Baihaqi Efendi, 151910301071; 2019:157 halaman; Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Jember.

Pada pembangunan jalan Tol Trans Sumatra, tanah existing yang akan dijadikan pondasi tergolong dalam kategori tanah lunak. Hal itu dikarenakan tanah asli yang akan dibangun jalan tol merupakan rawa-rawa. Metode perbaikan tanah yang digunakan di PPKA seksi 2 adalah *Vacuum Consolidation*. Dalam kajian ini dilakukan evaluasi instrumen geoteknik menggunakan *Settlement Plate* untuk mengevaluasi penurunan aktual, kemudian menghitung prediksi penurunan akhir (*final settlement*) dengan metode observasi Asaoka dan Hiperbolik serta derajat konsolidasi aktual.

Perhitungan penurunan tanah teoritis dibandingkan dengan data monitoring *Settlement Plate*. Kemudian dari data monitoring dihitung besar prediksi penurunan akhir tanah menggunakan metode observasi asaoka dan hiperbolik, lalu diperoleh nilai derajat konsolidasi dari setiap metode. Sehingga dari hasil perhitungan didapat kesimpulan berupa keunggulan setiap metode yang digunakan sebagai pertimbangan untuk perencanaan lanjutan.

Hasil yang diperoleh dalam kajian ini adalah besar penurunan aktual dengan teoritis dan prediksi *settlement* beserta mengetahui perbandingan dari kedua metode observasi. Dari nilai rerata derajat konsolidasi yang dihasilkan juga pada asaoka sebesar 98,68% sedangkan pada hiperbolik sebesar 99,35%. Perhitungan penurunan tanah menggunakan metode asaoka lebih sesuai dengan lapangan (aktual). Dikarenakan data yang digunakan untuk asaoka berasal dari semua data monitoring *settlement plate* lapangan.

Kata Kunci: Asaoka, Hiperbolik, *Settlement Plate*, Penurunan akhir, Tanah lunak, *Vacuum Consolidation*.

SUMMARY

Evaluation Final Settlement in the Field Using Observational Methods: Asaoka and Hyperbolic in PPKA Project Section 2 Palembang South Sumatra; Aflah Baihaqi Efendi, 151910301071; 2019: 157 pages; Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering, University of Jember.

In construction of the Trans Sumatra Toll Road, the existing soil will be used as a foundation belongs to the soft soil category. This is because the existing soil to be built by the toll road is swamps. The soil improvement method used in PPKA section 2 is Vacuum Consolidation. In this study will do an evaluation of geotechnical instruments using Settlement Plate to evaluate the actual settlement, then calculates the prediction of the final settlement with “Asaoka” and “Hyperbolic” observation methods and the actual degree of consolidation.

The results of the theoretical settlement calculation are compared with Settlement Plate monitoring data. Then from monitoring data, the prediction of the final settlement is calculated using the asaoka and hyperbolic observation methods, so value of the degree of consolidation obtained from each method is obtained. So that the results of the calculation can be concluded the advantages of each method used as a consideration for further planning.

The results obtained in this study are the actual settlement with theoretical and prediction of settlement along with the comparison of the two observation methods. From the average value of the consolidation degree it was also produced asaoka at 98,68% while the hiperbolic was 99,35%. Calculation of settlement uses the asaoka method more acceptable to the field (actual). Because almost all data used for asaoka from original field monitoring.

Keywords: Asaoka, Hyperbolic, Settlement Plate, Final Settlement, Soft soil, Vacuum Consolidation.

PRAKATA

Puji Syukur penulis panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa, yang senantiasa memberikan nikmat, kekuatan, dan kemudahan sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Evaluasi Penurunan Akhir Tanah Di Lapangan Menggunakan Metode Observasional: Asaoka Dan Hiperbolik Pada Proyek PPKA Seksi 2 Palembang Sumatera Selatan” ini.

Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Indra Nurtjahjaningtyas, S.T., M.T., dan Luthfi Amri Wicaksono, S.T., M.T., sebagai dosen pembimbing atas segala arahan, masukan, dan bimbingan yang telah diberikan dalam penyelesaian skripsi ini.
2. M. Farid Ma'ruf, ST., MT., Ph.D., sebagai dosen geoteknik atas segala arahan, masukan, dan bimbingan yang telah diberikan dalam penyelesaian skripsi ini.
3. Willy Kriswardhana, S.T., M.T., sebagai dosen pembimbing akademik (DPA) atas segala arahan, masukan, dan bimbingan yang telah diberikan dalam penyelesaian skripsi ini.
4. Ibu Iis, serta para staf dibawah naungan PT. Teknindo Geosistem Unggul yang dengan sabar membagikan ilmu kepada penulis guna menyelesaikan skripsi.
5. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Walaupun demikian, penulis menyadari masih terdapat kekurangan dalam skripsi ini dan jauh dari kata sempurna. Semoga segala bantuan yang telah diberikan oleh berbagai pihak dijadikan sebagai amal soleh. Sehingga pada akhirnya skripsi ini dapat bermanfaat untuk semua orang.

Jember, 14 Januari 2019

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	i
HALAMAN JUDUL.....	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iii
MOTO.....	iv
HALAMAN PERNYATAAN	v
HALAMAN PEMBIMBINGAN.....	vi
PENGESAHAN	vii
RINGKASAN	viii
<i>SUMMARY</i>	ix
PRAKATA.....	x
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR GRAFIK.....	xv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvi
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Manfaat	3
1.5 Batasan – Batasan Masalah.....	3
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Tanah.....	4
2.1.1 Klasifikasi Tanah	4
2.1.2 Tanah Lempung Lunak	5
2.2 <i>Prefabricated Vertical Drain</i> (PVD)	7
2.3 Metode <i>Preloading</i>	8
2.4 Metode <i>Vacuum Preloading</i>	8
2.4.1 Keuntungan <i>Vacuum Preloading</i>	11
2.4.2 Material <i>Vacuum Preloading</i>	11
2.4.3 Alat <i>Vacuum Preloading</i>	14

2.5 Parameter Tanah.....	17
2.6 Penurunan Tanah.....	18
2.6.1 Metode Terzaghi 1D	18
2.6.2 Metode Asaoka.....	25
2.6.3 Metode Hiperbolik	26
2.7 Derajat Konsolidasi.....	30
BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN.....	31
3.1 Lokasi Penelitian.....	31
3.2 Metode Pengumpulan Data	32
3.3 Metode literatur	32
3.4 Tahapan Analisis.....	33
3.5 Bagan Diagram Alir	35
3.6 Jadwal Penelitian.....	36
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	37
4.1 Hasil	37
4.1.1 Data Material PVD.....	37
4.1.2 Data Tanah Dasar	38
4.1.3 Data Monitoring <i>Settlement Plate</i>	39
4.1.4 Penentuan Parameter Tanah.....	43
4.1.5 Perhitungan Penurunan Tanah Metode Terzaghi 1D	43
4.1.6 Perhitungan Penurunan Tanah Metode Asaoka	49
4.1.7 Perhitungan Penurunan Tanah Metode Hiperbolik.....	52
4.1.8 Perhitungan Derajat Konsolidasi	56
4.2 Pembahasan.....	59
BAB 5. PENUTUP	66
5.1 Kesimpulan	66
5.2 Saran.....	67
DAFTAR PUSTAKA	68
LAMPIRAN.....	70

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Tanah Lempung Lunak di PPKA Seksi 2	6
Gambar 2.2 Pola Pemasangan <i>Prefabricated Vertical Drain</i>	7
Gambar 2.3 Cara Kerja <i>Preloading</i>	8
Gambar 2.4 Cara Kerja <i>Vacuum Preloading</i>	9
Gambar 2.5 Material dan Alat <i>Vacuum Preloading</i>	10
Gambar 2.6 Area Kerja <i>Vacuum Preloading</i>	10
Gambar 2.7 PVD	11
Gambar 2.8 PHD	12
Gambar 2.9 Pipa Perfolasi	12
Gambar 2.10 <i>Settlement Plate</i>	13
Gambar 2.11 <i>Vibrating Wire Piezometer</i>	13
Gambar 2.12 <i>Inclinometer</i>	14
Gambar 2.13 <i>Crawler Crane</i>	14
Gambar 2.14 <i>Excavator</i>	15
Gambar 2.15 Alat Pompa <i>Vacuum</i>	15
Gambar 2.16 <i>Waterpass</i>	16
Gambar 2.17 <i>Roctest Vibrating Wire Readout</i>	16
Gambar 2.18 Diameter Ekuivalen PVD.....	18
Gambar 2.19 Potongan Melintang <i>Preloading</i>	23
Gambar 3.1 Lokasi Penelitian Modul 23B.....	31
Gambar 3.2 Diagram Alir Penelitian	35
Gambar 4.1 Potongan Melintang Modul 23B	44

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Batasan-batasan Golongan Tanah.....	5
Tabel 2.2 Karakteristik Umum Lempung Lunak	5
Tabel 2.3 Klasifikasi Tanah Berdasarkan Uji nSPT	6
Tabel 3.1 Jadwal Penelitian.....	36
Tabel 4.1 Data Perencanaan Perbaikan Tanah.....	37
Tabel 4.2 Hasil Uji n-SPT.....	38
Tabel 4.3 Data Tanah Dasar.....	38
Tabel 4.4 Data Tanah Dasar (Lanjutan).....	39
Tabel 4.5 Data Monitoring <i>Settlement Plate</i> SP – 105L.....	39
Tabel 4.6 Rekap Data Tanah.....	44
Tabel 4.7 Rekap Hasil <i>Settlement</i> Metode Terzaghi	47
Tabel 4.8 <i>Settlement Primer</i> Pada SP105L.....	48
Tabel 4.9 Rekap Data Asaoka.....	49
Tabel 4.10 Hasil Rekap Asaoka Modul 23B.....	52
Tabel 4.11 Data SP 105L untuk Metode Hiperbolik	52
Tabel 4.12 Rekap Hasil Hiperbolik.....	56
Tabel 4.13 Rekap Derajat Konsolidasi (Metode Terzaghi)	57
Tabel 4.14 Rekap Derajat Konsolidasi (Metode Asaoka).....	58
Tabel 4.15 Rekap Derajat Konsolidasi (Metode Hiperbolik)	58
Tabel 4.16 Hasil Perhitungan Penurunan Tanah SP 105L.....	59
Tabel 4.17 Hasil Perhitungan Penurunan Tanah Modul 23B	63
Tabel 4.18 Hasil Perhitungan Derajat Konsolidasi Modul 23B.....	64

DAFTAR GRAFIK

Grafik 2.1 Hubungan Antara Waktu (Skala Log) Dengan Pemampatan Selama Konsolidasi Untuk Penambahan Beban Yang Diberikan	19
Grafik 2.2 Prediksi Penurunan Tanah Metode Asaoka (1978)	25
Grafik 2.3 Hubungan Slope (α) dengan Parameter n , H , dan Ch/Cv	27
Grafik 2.4 Contoh Grafik Hiperbolik T/s vs T	29
Grafik 2.5 Grafik Derajat Konsolidasi	30
Grafik 4.1 Grafik Monitoring SP 105L.....	43
Grafik 4.2 Penurunan Tanah Pada SP 105L.....	49
Grafik 4.3 Perhitungan Asaoka SP 105 L	50
Grafik 4.4 Hasil Analisa Metode Hiperbolik SP 105L	54
Grafik 4.5 Perhitungan <i>Settlement</i> Modul 23B	63
Grafik 4.6 Perhitungan Derajat Konsolidasi Modul 23B.....	65

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Monitoring	70
Lampiran 2 Pembuatan Angkur	71
Lampiran 3 Pemasangan <i>Settlement Plate</i>	72
Lampiran 4 Pemasangan Pipa Perforasi	73
Lampiran 5 Plan Modul dan Plan PVD.....	75
Lampiran 6 Plan PHD	76
Lampiran 7 Plan Instrumen	77
Lampiran 8 Data Monitoring SP 105	78
Lampiran 9 Data Monitoring SP 105R	82
Lampiran 10 Data Monitoring SP 107L.....	86
Lampiran 11 Data Monitoring SP 107	90
Lampiran 12 Data Monitoring SP 107R	94
Lampiran 13 Data Monitoring SP 109L.....	98
Lampiran 14 Data Monitoring SP 109	102
Lampiran 15 Data Monitoring SP 109R	106
Lampiran 16 Perhitungan Metode Terzaghi 1D (SP 105)	110
Lampiran 17 Perhitungan Metode Terzaghi 1D (SP 105R).....	110
Lampiran 18 Perhitungan Metode Terzaghi 1D (SP 107L).....	111
Lampiran 19 Perhitungan Metode Terzaghi 1D (SP 107)	111
Lampiran 20 Perhitungan Metode Terzaghi 1D (SP 107R).....	112
Lampiran 21 Perhitungan Metode Terzaghi 1D (SP 109L).....	112
Lampiran 22 Perhitungan Metode Terzaghi 1D (SP 109)	113
Lampiran 23 Perhitungan Metode Terzaghi 1D (SP 109R).....	113
Lampiran 24 Perhitungan Metode Asaoka SP 105	114
Lampiran 25 Perhitungan Metode Asaoka SP 105R	115
Lampiran 26 Perhitungan Metode Asaoka SP 107L.....	116
Lampiran 27 Perhitungan Metode Asaoka SP 107	117
Lampiran 28 Perhitungan Metode Asaoka SP 107R	118

Lampiran 29 Perhitungan Metode Asaoka SP 109L.....	119
Lampiran 30 Perhitungan Metode Asaoka SP 109	120
Lampiran 31 Perhitungan Metode Asaoka SP 109R	121
Lampiran 32 Perhitungan Metode Hiperbolik SP 105.....	122
Lampiran 33 Perhitungan Metode Hiperbolik SP 105R	124
Lampiran 34 Perhitungan Metode Hiperbolik SP 107L	125
Lampiran 35 Perhitungan Metode Hiperbolik SP 107.....	128
Lampiran 36 Perhitungan Metode Hiperbolik SP 107R	130
Lampiran 37 Perhitungan Metode Hiperbolik SP 109L	132
Lampiran 38 Perhitungan Metode Hiperbolik SP 109.....	134
Lampiran 39 Perhitungan Metode Hiperbolik SP 109R	137



BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Tanah selalu mempunyai peranan yang penting pada suatu lokasi pekerjaan konstruksi. Tanah adalah pondasi pendukung suatu bangunan, termasuk dalam pembangunan Tol Trans-Sumatra yang memanfaatkan tanah sebagai pondasi pendukungnya. Pada pembangunan jalan Tol Trans-Sumatra, tanah existing yang akan dijadikan pondasi tergolong dalam kategori tanah lunak berdasarkan uji nSPT dan hasil uji laboratorium. Hal itu dikarenakan tanah asli yang akan dibangun jalan tol merupakan rawa-rawa yang sudah jenuh disebabkan terendam air selama bertahun-tahun.

Metode perbaikan tanah dengan menggunakan *preloading* yang dilakukan di lokasi penelitian, yaitu pada pembangunan jalan Tol Trans Sumatra area proyek PPKA seksi 2 menggunakan metoda *vacuum preloading (vacuum consolidation system)* yang dikombinasikan dengan *Prefabricated Vertical Drain (PVD)*. *Vacuum preloading* merupakan salah satu metode perbaikan tanah yang dapat diterapkan pada jenis tanah lempung lunak. Sistem pembebanan ini bertujuan untuk mencapai proses konsolidasi yang lebih cepat tanpa menambah tinggi timbunan yang dapat mengakibatkan keruntuhan geser. Seperti yang dapat terjadi dalam kasus prapembebanan terutama bila pada kasus perbaikan tanah lunak dengan kuat geser yang sangat rendah, metode pembebanan *vacuum* merupakan metode yang cocok. Selain itu waktu konstruksi menjadi lebih singkat, tidak ada campuran bahan kimia yang digunakan, sehingga merupakan metode perbaikan tanah yang ramah lingkungan (Chai, 2005).

Penggunaan kombinasi *preloading* dan *vertical drain* dimaksudkan untuk mempercepat proses konsolidasi mengingat kondisi tanah dasar yang jenuh air. (Indratna, B. and Redana, I W., 1998).

Sistem drainase tipe PVD yang diterapkan untuk mendistribusikan tekanan vakum sampai pada kedalaman lapisan bawah tanah sehingga meningkatkan derajat konsolidasi (Chu, 2000). Yan dan Chu (2003) menyatakan bahwa biaya perbaikan

tanah dengan pembebanan vakum berkurang 30% jika hanya ditinjau dari penggantian pembebanan tambahan konvensional (prapembebanan).

Penelitian serupa juga telah dilakukan oleh Hasbullah Nawir, dkk, pada studi kasus “Timbunan di Bontang, Kalimantan Timur” yang meneliti perhitungan prediksi perhitungan tanah menggunakan tiga metode yang berbeda. Perbedaan dengan penelitian ini terletak pada lokasi penelitian serta jumlah metode yang digunakan untuk mengetahui hasil perbandingan serta keefektifitas metode perbandingan penurunan tanah.

Maksud dari penelitian ini adalah untuk membandingkan hasil perhitungan prediksi penurunan tanah menggunakan 2 metode observasional yang berbeda yaitu; Metode Asaoka dan Metode Hiperbolik pada area tanah yang telah diperbaiki menggunakan metode *vacuum preloading* pada proyek PPKA seksi 2, Palembang, Sumatra Selatan. Lalu hasil dari perhitungan menggunakan data lapangan tersebut dibandingkan dengan perhitungan teoritis (Metode Terzaghi 1D). Metode Terzaghi digunakan sebagai kontrol perhitungan tanah dikarenakan terzaghi digunakan untuk perencanaan *settlement*. Kemudian diambil kesimpulan dari metode tersebut yang mendekati penurunan akhir tanah aktual di lapangan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan maka didapatkan beberapa rumusan masalah yang akan dicari penyelesaiannya dalam tugas akhir ini, yaitu:

1. Berapa besar penurunan tanah bila dihitung dengan menggunakan metode observasi Asaoka dan Hiperbolik pada Proyek PPKA seksi 2 modul 23B?
2. Bagaimana hasil perbandingan dari ke-2 metode tersebut dengan penurunan aktual yang terjadi di lapangan?

1.3 Tujuan

Tujuan yang diharapkan dalam tugas akhir ini adalah;

1. Mengetahui cara analisa setiap metode perhitungan prediksi penurunan tanah,
2. Mengetahui kelebihan setiap metode perhitungan prediksi penurunan tanah,
3. Mengetahui hasil perbandingan dari ke-2 metode yang digunakan,

4. Mengetahui metode yang lebih mendekati dengan penurunan akhir yang terjadi di lapangan.

1.4 Manfaat

1. Memberikan pertimbangan untuk memilih metode perhitungan prediksi penurunan tanah.
2. Mengetahui hasil keefektifitas dari perbandingan metode observasional perhitungan penurunan tanah.

1.5 Batasan – Batasan Masalah

Beberapa batasan masalah yang dipergunakan untuk menjawab rumusan masalah pada tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Layout kerja pada modul 23B, di PPKA seksi 2, Palembang, Sumatra Selatan.
2. Data yang digunakan merupakan data sekunder dari PT. Teknindo Geosistem Unggul.
3. Pola PVD yang digunakan adalah pola segitiga.
4. Metode Perbaikan tanah Menggunakan *Vacuum Preloading*.
5. Instrumen geoteknik yang digunakan yaitu *Settlement Plate*.
6. Penelitian dilakukan pada 9 titik SP (SP 105L, SP 105, SP 105R, SP 107L, SP 107, SP 107R, SP 109L, SP 109, dan SP 109R)
7. Perhitungan penurunan tanah secara teoritis menggunakan persamaan Terzaghi 1D.
8. Prediksi penurunan akhir tanah menggunakan Metode Asaoka, dan metode Hiperbolik.
9. Tidak menghitung RAB dari perencanaan perbaikan tanah maupun dari saran yang dihasilkan.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tanah

Tanah menurut Braja M. Das (1994) didefinisikan sebagai material yang terdiri dari agregat (butiran) mineral-mineral padat yang tidak tersementasi (terikat secara kimia) satu sama lain dan dari bahan-bahan organik yang telah melapuk (yang berpartikel padat) disertai dengan zat cair dan gas yang mengisi ruang-ruang kosong di antara partikel-partikel padat tersebut. Tanah berfungsi juga sebagai pendukung pondasi dari bangunan. Maka diperlukan tanah dengan kondisi kuat menahan beban di atasnya dan menyebarkannya merata.

2.1.1 Klasifikasi Tanah

Ukuran dari partikel tanah adalah sangat beragam dengan variasi yang cukup besar. Tanah umumnya dapat disebut sebagai kerikil (*gravel*), pasir (*sand*), lanau (*silt*), atau lempung (*clay*), tergantung pada ukuran partikel yang paling dominan pada tanah tersebut. Untuk menerangkan tentang tanah berdasarkan ukuran-ukuran partikelnya, beberapa organisasi telah mengembangkan batasan-batasan ukuran golongan jenis tanah (*soil-separate-size limits*). Pada tabel 2.1 ditunjukkan batasan-batasan ukuran golongan jenis tanah yang telah dikembangkan oleh *Massachusetts Institute of Technology (MIT)*, *U.S. Department of Agriculture (USDA)*, *American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO)* dan oleh *U. S. Army Corps of Engineers dan U. S. Bureau of Reclamation* yang kemudian menghasilkan apa yang disebut sebagai *Unified Soil Classification System (USCS)*. Pada Tabel tersebut, sistem MIT diberikan hanya untuk keterangan tambahan saja. Sistem MIT ini penting artinya dalam sejarah perkembangan sistem batasan ukuran golongan jenis tanah. Pada saat ini, sistem (USCS) telah diterima di seluruh dunia. (Braja M. Das, 1994).

Tabel 2.1 Batasan-batasan Golongan Tanah

Batasan-batasan Ukuran Golongan Tanah				
Nama Golongan	Ukuran Butiran (mm)			
	Kerikil	Pasir	Lanau	Lempung
Massachusetts Institute of Technology (MIT)	>2	2-0.06	0.06-0.002	<0.002
U.S Department of Agriculture (USDA)	>2	2-0.05	0.05-0.002	<0.002
American Association of Highway and Transportation (AASTO)	76.2-2	2-0.075	0.075-0.002	<0.002
Unified Soil Classification System (U.S. Bureau of Reclamation)	76-4.75	4.75-0.075	Halus (Lanau & Lempung) <0.0075	

Sumber: Braja M. Das, 1994

2.1.2 Tanah Lempung Lunak

Terzaghi (1967) menyampaikan bahwa tanah lempung kohesif diklasifikasikan sebagai tanah lunak apabila mempunyai daya dukung lebih kecil dari 0,5 kg/cm² dan nilai standard penetration test lebih kecil dari 4 (N-value<4). Berdasarkan uji lapangan, tanah lunak secara fisik dapat diremas dengan mudah oleh jari-jarai tangan. (Braja M. DAS, 1985).

Menurut Toha (1989) sifat umum lempung lunak memiliki karakteristik seperti yang ditunjukkan tabel 2.2 :

Tabel 2.2 Karakteristik Umum Lempung Lunak

No	Parameter	Nilai
1	Kadar Air	80-100%
2	Batas Cair	80-110%
3	Batas Plastik	30-45%
4	Lolos Saringan no. 200 (0.0075 mm)	>90%
5	Kuat Geser	20-40 kN/m ²

Sumber : Toha 1989

Untuk mengklasifikasikan tanah yang mempunyai dukungan rendah juga dapat digunakan nilai SPT. Untuk tanah berbutir halus (kelompok lempung dan

lanau) dengan nilai $SPT \leq 4$ atau kuat geser di bawah 50kPa, sedangkan pada kelompok tanah berbutir kasar (berukuran pasir) adalah nilai $SPT \leq 10$ seperti pada tabel 2.3.

Tabel 2.3 Klasifikasi Tanah Berdasarkan Uji nSPT

Classification		Indonesia	USA (FHWA)	Korea (Korea Highway Corp)		Application
				Type-1	Type-2	
Cohesive Soil		N = 4 or less	N = 4 or less	N = 4 or less	N = 6 or less	N = 4 or less
		qu = 50 kN/m ² or less	qu = 50 kN/m ² or less	qu = 50 kN/m ² or less	qu = 100 kN/m ² or less	qu = 50 kN/m ² or less
Sandy Soil	N value	10 or less	10 or less	10 or less		10 or less
	Relative Density	-	40 or less	-		40 or less

Sumber : Modul Perencanaan Tol Trans-sumatra 2018

Setelah dilakukan uji laboratorium, dapat diketahui bahwa tanah pada proyek PPKA seksi 2 termasuk jenis lempung lunak. Kondisi tanah lempung existing pada lokasi penelitian dapat dilihat pada gambar 2.1.



Gambar 2.1 Tanah Lempung Lunak di PPKA Seksi 2

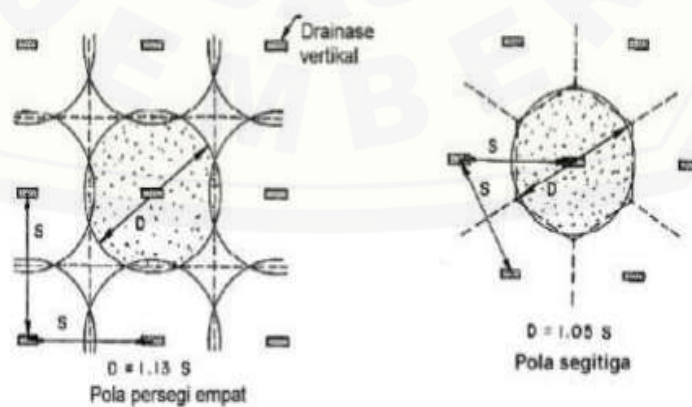
2.2 Prefabricated Vertical Drain (PVD)

Prefabricated Vertical Drain (PVD) adalah produk berbentuk pita (potongan melintang segiempat) yang terdiri atas material penyaring geotekstil yang membungkus inti plastik. Ukuran *Prefabricated Vertical Drain (PVD)* adalah 10 cm lebar dengan ketebalan antara 3-4 cm (Bo et al., 2003a). Material dibentuk dari inti plastik yang berguna untuk mengalirkan air yang terjebak pada saringan geotekstil (Schaefer,1997). Fungsi utama saringan drainase vertikal adalah untuk memastikan partikel halus tidak lolos dan menyumbat saluran drainase dalam inti (Hansbo, 1981).

Penggunaan *prefabricated vertical drain (PVD)* lebih sering digunakan karena memiliki banyak keuntungan dibandingkan dengan penggunaan *sand drains*, diantaranya:

- Gangguan pada tanah yang diakibatkan pada saat pemasangan lebih kecil
- Waktu yang dibutuhkan saat kontrol kualitas lebih cepat
- Pemasangan lebih cepat dan ekonomis
- Tahan terhadap deformasi besar tanpa terlalu banyak kehilangan fungsi drainase
- Kontaminasi butiran halus tanah asli yang menyebabkan terhambatnya aliran air jauh lebih kecil

Drainase vertikal biasanya dipasang dengan pola segitiga atau pola persegi empat seperti pada gambar 2.2:



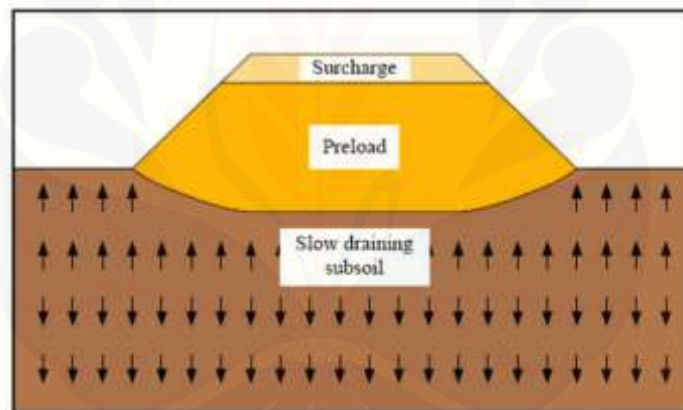
Gambar 2.2 Pola Pemasangan *Prefabricated Vertical Drain*

Sumber: Pedoman Perancangan PVD

2.3 Metode *Preloading*

Pada penggunaan *preloading* dengan timbunan, agar penurunan konsolidasi dapat sesuai dengan yang akan dicapai maka beban timbunan direncanakan dengan ketinggian tertentu. Tinggi timbunan pada umumnya berkisar antara 3-8 meter dengan penurunan yang terjadi umumnya berkisar 0,3-2,0 meter (Stamatopoulus, 1985).

Penggunaan *vertical drain* untuk mempercepat konsolidasi pada tanah lempung lunak jenuh air di Indonesia sudah sangat banyak digunakan seperti pada proyek reklamasi, pembangunan pelabuhan, pembangunan jalan tol serta stadion guna memperkuat kestabilan tanah. Prinsip kerja *vertical drain* menggunakan beban timbunan sebesar 80 kpa (4-5 meter tinggi timbunan) diatas tanah lunak sehingga air dapat mengalir melalui *vertical drain* yang telah ditanam. Gambar 2.3 merupakan konsep dari metode *preloading*.



Gambar 2.3 Cara Kerja *Preloading*

Sumber: Universitas Cape Town 2010

2.4 Metode *Vacuum Preloading*

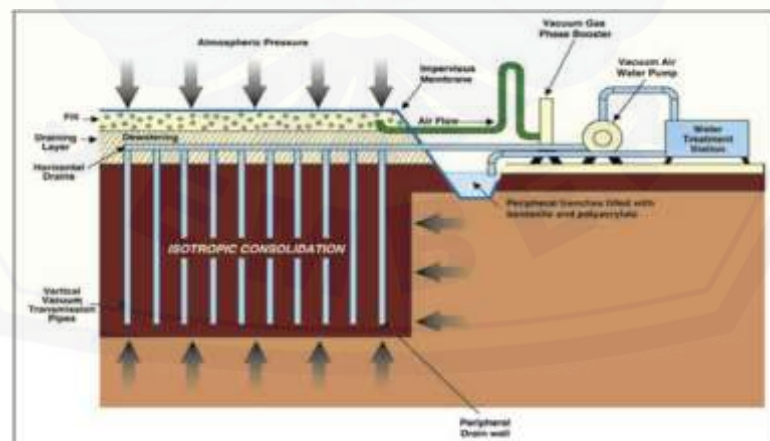
Sementara Metode *Vacuum Consolidation* merupakan suatu sistem untuk mempercepat proses konsolidasi pada tanah lunak dengan menggunakan tekanan *vacuum* lewat pipa horizontal yang tersambung pada *prefabricated vertical drain* (PVD) di dalam tanah. Tekanan udara diatas permukaan tanah dibuat negatif dengan bantuan pompa vakum, sehingga akibat dari perbedaan tekanan inilah air tanah keluar dan menyebabkan tanah menjadi mampat. Metode ini terbilang baru

di Indonesia metode ini dapat menggantikan timbunan sebesar 80 Kpa (tinggi timbunan 4-5 meter).

Metode ini sendiri pada awalnya diperkenalkan di Swedia oleh Kjellman (1952). Sistem pembebanan seperti ini bertujuan untuk mencapai proses konsolidasi yang lebih cepat tanpa menambahkan tinggi timbunan yang dapat mengakibatkan keruntuhan geser.

Chai (2005) dalam jurnal Mediatek (2012) mengatakan, dengan sistem ini proses konsolidasi dapat tercapai lebih cepat tanpa perlu menambahkan tinggi timbunan yang dapat mengakibatkan keruntuhan geser. Selain itu waktu konstruksi menjadi lebih singkat, tidak memerlukan peralatan berat, tidak ada campuran kimia yang digunakan, sehingga merupakan metode perbaikan tanah yang ramah lingkungan.

Pada gambar 2.4 ditunjukkan visualisasi dari cara kerja *vacuum preloading*. Dengan memanfaatkan tekanan yang dihasilkan oleh pompa *vacuum* sebesar 80kPa, tanah lunak pada area perbaikan akan terkonsolidasi lebih cepat dari normal (*over consolidation*), karena PVD memberikan jalur air untuk keluar ke permukaan. Setelah air mengalir keluar secara *vertical*, lalu air akan disalurkan oleh PHD secara horizontal menuju ke pipa perforasi sebagai jalur pembuangan air menuju drainasi yang telah disiapkan.

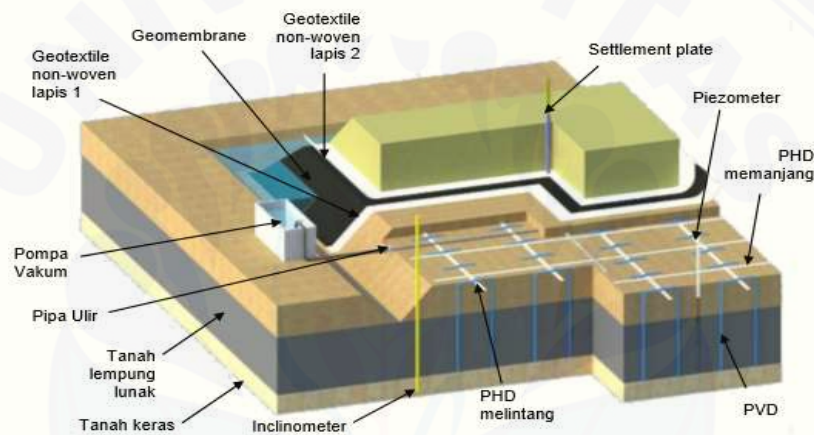


Gambar 2.4 Cara Kerja *Vacuum Preloading*

Sumber: Univertas cape town 2010

Material dan alat untuk perbaikan tanah metode *vacuum preloading* ditunjukkan pada gambar 2.5. lapisan tanah lunak akan dipasang PVD secara

vertical dengan kedalaman yang diperoleh dari hasil uji nSPT. Lalu setiap PVD yang dipasang akan dihubungkan PHD lalu disalurkan menuju pipa perforasi sebagai jalur pembuangan air. Air yang mengalir secara terus menerus diakibatkan oleh pompa *vacuum* yang memberi tekanan sebesar 80 kPa yang bekerja setiap harinya. Sehingga pada waktu yang diperhitungkan tanah akan mengalami penurunan sampai derajat konsolidasi 90% (selama 3-4 bulan). Selama pompa *vacuum* masih bekerja area lokasi pekerjaan akan dilakukan monitoring setiap harinya dengan alat instrumen geoteknik yang sudah dipasang. Instrumen geoteknik antara lain; *Settlement Plate*, *Inclinometer*, *Vacuum Gauge*, dan *Vibrating Piezometer*.



Gambar 2.5 Material dan Alat *Vacuum Preloading*

Sumber: Metode Kerja Perbaikan Tanah Lunak Dengan Prefabricated Vertical Drain Metode Vacuum Preloading

Lokasi kerja perbaikan tanah metode *vacuum preloading* yang sudah siap dilakukan monitoring ditunjukkan pada gambar 2.6.



Gambar 2.6 Area Kerja *Vacuum Preloading*

2.4.1 Keuntungan *Vacuum Preloading*

Dalam metode *vacuum preloading* ini tentu saja ada manfaat yang akan terjadi. Berikut beberapa manfaat dari metode *vacuum* itu sendiri.

1. Tanah menjadi stabil. Dengan adanya perbaikan tanah yang semula masih lembek menjadi keras sehingga bangunan yang akan dibangun di atasnya tidak akan mengalami keruntuhan karena penurunan tanah.
2. Umur bangunan akan lebih panjang ini disebabkan karena tidak ada penurunan tanah sewaktu waktu dan tanah lebih stabil sehingga umur bangunan sesuai dengan rancangan.
3. Tanah tidak akan kembali menjadi lembek lagi karena tekanan yang sudah diberikan akan membuat tanah tetap dalam keadaan keras.
4. Ramah lingkungan karena tidak menggunakan bahan kimia yang dapat mencemari lingkungan atau merusak lingkungan karena tanah yang digunakan untuk timbunan.
5. Dapat mengontrol kecepatan dan besarnya beban penurunan.

2.4.2 Material *Vacuum Preloading*

1. Subdivisi Penginstallan PVD dan PHD;

- a) PVD (*Prefabricated Vertical Drain*).

PVD berguna untuk menyalurkan air keluar dengan kondisi vertikal.

Bentuk material PVD ditunjukkan pada gambar 2.7.



Gambar 2.7 Material PVD

b) PHD (*Prefabricated Horizontal Drain*).

Air dipompa naik secara vertikal melalui PVD, selanjutnya air akan keluar menuju parit drainase yang sudah disediakan melalui jalu PHD. Fungsi PHD adalah sebagai jalur drainase air arah horizontal. PHD ditunjukkan pada gambar 2.8.



Gambar 2.8 Material PHD

c) Pipa Perforasi

Pipa ulir berlubang yang dibungkus oleh geotekstile nonwoven. Pipa perforasi berfungsi sebagai sistem jalur drainase horizontal yang menghubungkan pompa vakum dengan PHD sehingga air dan udara dapat terhisap keluar. Pipa perforasi ditampilkan pada gambar 2.9.



Gambar 2.9 Pipa Perfolasi

2. Subdivisi Pembacaan Instrumen.

a) *Settlement Plate*.

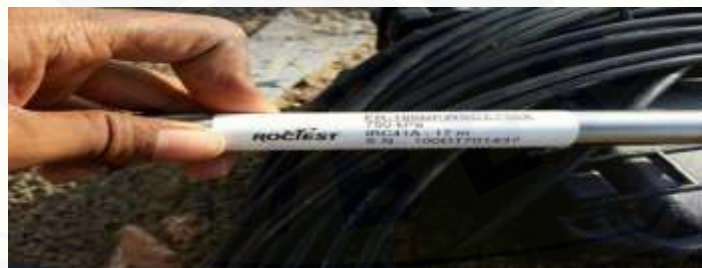
SP digunakan untuk memantau pergerakan vertikal tanah, yaitu perubahan vertikal yang terjadi ke arah bawah maupun atas akibat perubahan tegangan dan regangan serta pemampatan di dalam lapisan tanah. *Settlement Plate* ditunjukkan pada gambar 2.10.



Gambar 2.10 *Settlement Plate*

b) *Vibrating Wire Piezometer*

Digunakan untuk memantau besarnya tekanan air pori tanah, terutama pada lapisan tanah lunak, di mana kemungkinan terjadi deformasi sangat besar akibat penambahan beban saat konstruksi. Gambar 2.11 menunjukkan alat VWP.



Gambar 2.11 *Vibrating Wire Piezometer*

c) *Inclinometer*

Material yang digunakan untuk memasang Inclinometer berupa pipa inclinometer (*casing*), Roctest Inclinometer Casing model GEO-LOK, dan penyambungannya yang mempunyai 4 alur yang saling berhadapan sebagai

pengarah roda torpedo. Alur tersebut harus lurus sepanjang pipa sedemikian rupa sehingga gerak roda torpedo tidak terganggu. Pipa *inclinometer* dan pipa penyambungannya harus terbuat dari bahan anti karat. Instrument *inclinometer* ditampilkan pada gambar 2.12.



Gambar 2.12 *Inclinometer*

2.4.3 Alat *Vacuum Preloading*

1. Subdivisi Penginstallan PVD dan PHD;

a) Alat Berat *Crawler Crane*.

Pada proyek PPKA seksi 2 lebih memilih menggunakan Alat Berat *Crawler Crane* dari pada *Tower Crane* karena proyeknya berupa Jalan Tol. Jadi dibutuhkan *Crawler Crane* yang bisa berjalan mengikuti panjang jalan tol yang sudah direncanakan. Gambar 2.13 adalah alat berat *crawler crane* yang digunakan untuk pemasangan PVD.



Gambar 2.13 *Crawler Crane*

Sumber: Metode Kerja Perbaikan Tanah Lunak dengan Prefabricated Vertical Drain Metode Vacuum Preloading

b) Alat Berat *Excavator*.

Digunakan untuk membantu dalam penimbunan area dengan pasir sebagai salah satu layer untuk metode *vacuum*. Selain untuk penimbunan *excavator* juga digunakan sebagai alat penggali untuk membuat angkur di samping area lantai kerja. Gambar 2.14 menunjukkan alat berat *excavator*.



Gambar 2.14 *Excavator*

c) Alat Pompa *Vacuum* dan Generator.

Alat utama dari metode ini dengan cara memompa dan menyedot air dari tanah lempung dan membuangnya ke drainase yang sudah disediakan yang ditenagai oleh generator. Pompa *vacuum* ditampilkan pada gambar 2.15.



Gambar 2.15 Alat Pompa *Vacuum*

2. Subdivisi Pembacaan Instrumen.

a) *Waterpass*

Digunakan untuk membaca penurunan tanah yang terjadi pada area lokasi yang sudah diterapkan perbaikan tanah. *Waterpass* ditunjukkan pada gambar 2.16.



Gambar 2.16 *Waterpass*

b) *Roctest Vibrating Wire Readout*

Digunakan untuk monitoring *Vibrating Wire Piezometer*. Gambar 2.17 menampilkan alat *Roctest Vibrating Wire Readout*.



Gambar 2.17 *Roctest Vibrating Wire Readout*

2.5 Parameter Tanah

Zona Pengaruh PVD (D) merupakan variabel kontrol karena merupakan fungsi dari jarak antar PVD. PVD umumnya dipasang dalam pola persegi empat atau segitiga.

Jarak antar PVD (S) untuk menentukan D disajikan dalam persamaan berikut:

$$D = 1.13 \times S, \text{ untuk Pola Segiempat}$$

$$D = 1.05 \times S, \text{ untuk Pola Segitiga}$$

Dimana S adalah jarak titik tengah antar satu *vertical drain* ke *vertical drain* yang lain.

Teori konsolidasi dengan drainase radial hanya berlaku dengan asumsi bahwa tanah mengalami proses drainase dengan potongan melintang berbentuk lingkaran, dengan persamaan konsolidasi radial meliputi diameter PVD. Oleh karena itu, PVD segiempat/ segitiga harus diekivalenkan dengan diameter ekivalen d_w , sebagai diameter *drain* lingkaran yang mempunyai kinerja *drain* radial yang sama secara teoritis. Perancangan diameter ekivalen dihitung dengan persamaan berikut.

$$d_w = (2(a + b) / \pi) \quad (1)$$

Dimana :

a adalah lebar potongan melintang PVD (m)

b adalah tebal potongan melintang PVD (m)

Persamaan (1) dapat berlaku secara umum bila bagian dari luas keliling PVD yang memungkinkan aliran air masuk (tidak tertahan oleh inti PVD) melebihi 10 sampai 20% dari keliling total. Untuk jenis PVD pada umumnya hal ini mudah diperoleh. Rembesan dalam lapisan antara bukaan ke saluran drainase, secara teoritis akan mengurangi pengaruh tahanan inti PVD. Dengan demikian persamaan (1) dimodifikasi menjadi persamaan berikut.

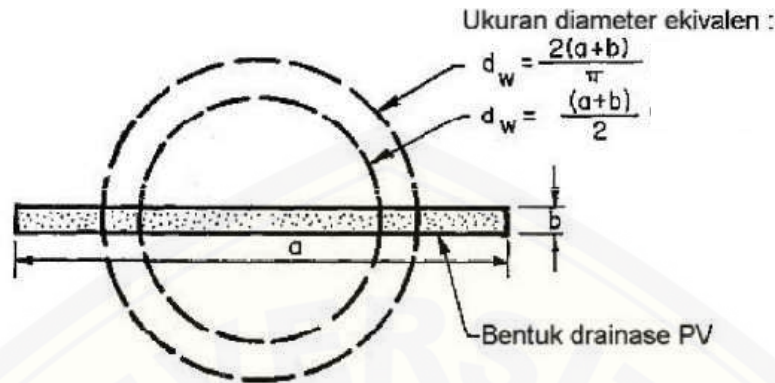
$$d_w = (a + b) / 2 \quad (2)$$

Dimana :

a adalah lebar potongan melintang PVD (m)

b adalah tebal potongan melintang PVD (m)

Area diameter ekivalen dari PVD ditunjukkan pada gambar 2.18.



Gambar 2.18 Diameter Ekivalen PVD

Sumber: Pedoman Perencanaan PVD

2.6 Penurunan Tanah

Bilamana suatu lapisan tanah lempung jenuh air yang mampu mampat (*compressible*) diberi penambahan tegangan, maka penurunan (*settlement*) akan terjadi dengan segera. Koefisien rembesan lempung sangat kecil dibandingkan dengan koefisien rembesan pasir sehingga tekanan air pori disebabkan oleh pembebanan akan berkurang secara lambat laun dalam waktu yang sangat lama. Jadi untuk tanah lempung lembek perubahan volume yang disebabkan oleh keluarnya air dari dalam pori (konsolidasi) akan terjadi sesudah penurunan segera. Penurunan konsolidasi tersebut biasanya jauh lebih besar dan lebih lambat serta lama dibandingkan dengan penurunan segera.

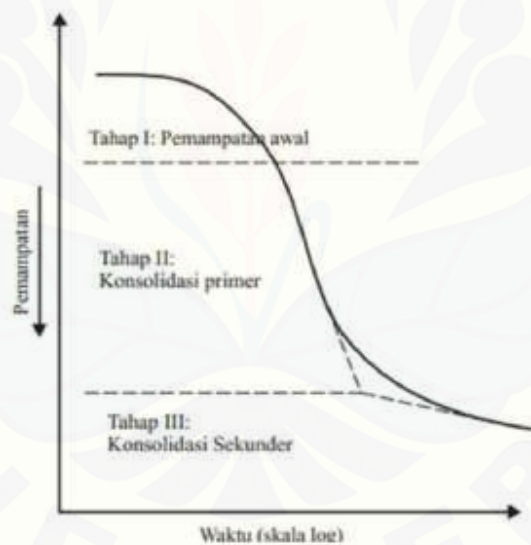
Konsolidasi tanah adalah suatu proses pengecilan volume secara perlahan-lahan pada tanah jenuh sempurna dengan permeabilitas rendah akibat pengaliran sebagian air pori. Proses tersebut berlangsung terus sampai kelebihan tegangan air pori yang disebabkan oleh kenaikan tegangan total telah benar-benar hilang. (Craig,1994)

2.6.1 Metode Terzaghi 1D

Perhitungan penurunan akhir tanah secara teoritis dapat dihitung menggunakan persamaan Terzaghi.

Pada umumnya, tahapan konsolidasi dapat ditunjukkan oleh grafik (Grafik 2.1), hubungan antara pemampatan dan waktu. Dari grafik tersebut dapat dilihat bahwa ada tiga tahapan yang berbeda yang dapat dijalankan:

- 1) Tahap I : pemampatan awal (*initial compression*), terjadi disebabkan oleh pembebanan awal (*preloading*)
- 2) 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
- 3) Tahap III : konsolidasi sekunder (*secondary consolidation*), yaitu terjadi setelah tegangan air pori hilang seluruhnya. Pemampatan yang terjadi adalah disebabkan oleh penyesuaian yang bersifat plastis dari butir-butir tanah setelah konsolidasi primer.



Grafik 2.1 Hubungan Antara Waktu (Skala Log) Dengan Pemampatan Selama Konsolidasi Untuk Penambahan Beban Yang Diberikan

Sumber: Das, B.M. (1994)

Bila suatu lapisan tanah mengalami pembebanan akibat beban di atasnya, maka tanah di dibawah beban yang bekerja tersebut akan mengalami kenaikan tegangan, kenaikan tegangan ini adalah terjadinya penurunan elevasi tanah dasar (*settlement*). Pembebanan ini mengakibatkan adanya deformasi partikel tanah dan

keluarnya air pori dari tanah yang disertai berkurangnya volume tanah. Tiga komponen hal inilah yang mengakibatkan terjadinya penurunan tanah yaitu:

$$S_t = S_i + S_c + S_s \quad (3)$$

Dimana:

S_t = Penurunan tanah total

S_i = Penurunan tanah segera

S_c = Penurunan tanah primer

S_s = Penurunan tanah sekunder

Dengan kata lain, penurunan sekunder terjadi ketika penurunan konsolidasi selesai yaitu pada saat tegangan air pori berlebih $u = 0$.

a) Penurunan tanah segera

Penurunan segera atau penurunan elastik disebabkan dari deformasi elastis tanah kering, basah dan jenuh air tanpa adanya perubahan kadar air. Umumnya penurunan ini diturunkan dari teori elastisitas. *Immediate settlement* ini biasanya terjadi selama proses konstruksi berlangsung. Parameter tanah yang dibutuhkan untuk perhitungan adalah *undrained* modulus dengan uji coba tanah yang diperlukan seperti SPT, Sondir (*dutch cone penetration test*) dan Pressuremeter test.

$$S_i = \Delta\sigma B \frac{1-\mu_s^2}{E_s} I_p \quad (4)$$

Dimana :

S_i = Penurunan segera (m)

$\Delta\sigma$ = Beban timbunan (kN/m²)

E_s = Modulus elastisitas tanah

μ_s = Poisson's Ratio

B = Lebar timbunan (m)

I_p = Non-dimensional influence factor

Tapi dikarenakan besar penurunan segera sangat kecil, maka pada perhitungan studi kasus ini nilainya diabaikan.

b) Penurunan tanah primer

Penambahan beban di atas permukaan tanah dapat menyebabkan lapisan tanah dibawahnya mengalami pemampatan. Pemampatan tersebut disebabkan karena adanya deformasi partikel tanah, keluarnya air atau udara dalam pori. Faktor-faktor tersebut mempunyai hubungan dengan keadaan tanah yang bersangkutan, besarnya penurunan dihitung dengan persamaan berikut :

$$S_c = \frac{C_c \cdot h}{1 + e_0} \times \log \left(\frac{\sigma'_0 + \Delta\sigma}{\sigma'_0} \right) \quad (5)$$

Untuk tanah yang terkonsolidasi lebih (*over consolidated*), dimana tanah di lapangan pada suatu kedalaman tertentu mengalami tekanan efektif *overburden* akibat beban di atasnya saat ini lebih kecil dari pada tekanan yang pernah dialami oleh tanah itu sebelumnya dinamakan tegangan prakonsolidasi (*preconsolidation pressure/pc*), besarnya penurunan tersebut digunakan persamaan:

Bila $\sigma'_0 + \Delta\sigma \leq \sigma'_c$, maka:

$$S_c = \frac{C_s \cdot h}{1 + e_0} \times \log \left(1 + \frac{\Delta\sigma}{\sigma'_0} \right) \quad (6)$$

Bila $\sigma'_0 + \Delta\sigma > \sigma'_c$, maka:

$$S_c = \frac{C_s \cdot h}{1 + e_0} \times \log \left(\frac{\sigma'_c}{\sigma'_0} \right) + \frac{C_c \cdot h}{1 + e_0} \times \log \left(\frac{\sigma'_0 + \Delta\sigma}{\sigma'_c} \right) \quad (7)$$

Dimana:

- h = Tebal lapisan lempung (m)
- e₀ = Angka pori awal (Initial Void Ratio)
- C_c = Compression Index
- C_s = Compression Swelling Index
- Δσ = Besar tegangan tambahan akibat timbunan (t/m²)
- σ'₀ = Tegangan Overburden efektif (t/m²)
- σ'_c = Tegangan prakonsolidasi efektif (t/m²)

Langkah-langkah perhitungan *settlement* pada tanah yang diperbaiki menggunakan metode *vacuum preloading* adalah sebagai berikut:

- 1) Membagi lapisan *compressible*, menjadi lapisan dengan ketebalan tipis. Pembagian lapisan ini bisa dilakukan tiap 1 meter-an atau 2meter-an tergantung perencanaan. Pembagian lapisan ini dimaksudkan untuk mendapatkan harga *settlement* yang lebih teliti.
- 2) Mencari nilai σ_0' (tegangan *overburden*) pada lapisan no i.

$$\sigma_0' = (\gamma_{\text{sat}} - \gamma_w) \times z_i \quad (8)$$

Dimana:

σ_0' = Tegangan Overburden (t/m²)

γ_{sat} = Berat Jenis Tanah (t/m³)

γ_w = Berat jenis air = 1 t/m³

z_i = Setengah tebal lapisan tanah (m)

- 3) Mencari nilai σ_c' (tegangan prakonsolidasi)

$$\sigma_c' = \sigma_0' + \Delta p_f \quad (9)$$

Dimana:

σ_c' = Tegangan Prakonsolidasi (t/m²)

σ_0' = Tegangan Overburden (t/m²)

Δp_f = Tambahan tegangan yang terjadi pada tanah akibat adanya beban di waktu lampau/ karena fluktuasi muka air tanah

$$\Delta p_f = h_{\text{fluktuasi}} \times \gamma_w \quad (10)$$

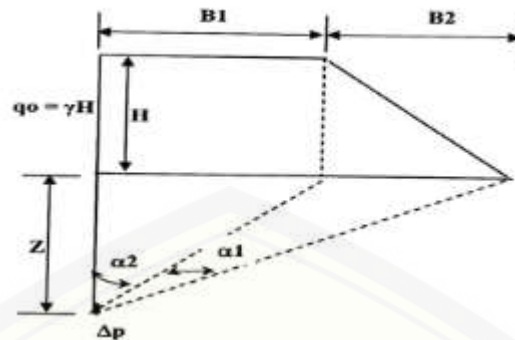
Dimana:

Δp_f = Tambahan tegangan (t/m²)

H_{fluk} = Tinggi fluktuasi air (m)

γ_w = Berat jenis air = 1 t/m³

- 4) Mencari nilai $\Delta\sigma$, $\Delta\sigma$ merupakan tambahan tegangan akibat pengaruh beban timbunan yang ditengah-tengah lapisan. Menurut Braja M.Das (1986), dalam bukunya "*Principle of Foundation Engineering, Second Edition*" diagram tegangan tanah akibat timbunan ditunjukkan pada gambar 2.19:

Gambar 2.19 Potongan Melintang *Preloading*

Cara mencari nilai $\Delta\sigma$:

$$\Delta\sigma = \frac{q_0}{\pi} \left[\left\{ \frac{B_1 + B_2}{B_2} \right\} \times (\alpha_1 + \alpha_2) - \left\{ \frac{B_1}{B_2} \right\} \times (\alpha_2) \right] \quad (11)$$

Dimana:

q_0 = Beban timbunan (t/m²)

$\Delta\sigma$ = Besarnya tegangan akibat pengaruh beban timbunan ditinjau ditengah-tengah lapisan (t/m²)

α_1 = $\tan^{-1} \{ (B_1 + B_2) / z \} - \tan^{-1} (B_1 / z)$ (radian)

α_2 = $\tan^{-1} (B_1 / z)$ (radian)

B_1 = 0.5 lebar timbunan

B_2 = Panjang proyeksi horizontal kemiringan timbunan

Harga tersebut akibat ½ timbunan, untuk timbunan total yang simetris, maka harga tersebut harus dikalikan 2.

5) Menghitung *Settlement* yang terjadi pada setiap lapisan tanah. Perhitungan *settlement* ini dapat menggunakan persamaan terzaghi;

Bila $\sigma'_0 + \Delta\sigma \leq \sigma'_c$, digunakan persamaan (4)

Bila $\sigma'_0 + \Delta\sigma > \sigma'_c$, digunakan persamaan (5)

6) Mencari *settlement* total. Dari uji nSPT, dapat diketahui ketebalan tanah lunak. Sehingga dapat dihitung penurunan yang terjadi pada seluruh lapisan tanah lunak pada area yang akan dikaji.

c) Penurunan tanah sekunder

Penurunan akibat konsolidasi sekunder adalah penurunan yang masih berjalan setelah konsolidasi primer selesai, yaitu setelah tidak terdapat lagi tegangan air pori. Dan berlangsung dalam waktu yang lama serta kecil. Penurunan konsolidasi sekunder dihitung dengan persamaan :

$$S_s = H \cdot C_{ae} \cdot \log \frac{t_2}{t_1} \quad (12)$$

$$C_a = \frac{\Delta e}{\log \frac{t_2}{t_1}} \quad (13)$$

$$C_{ae} = \frac{C_a}{1 + e_p} \quad (14)$$

Dimana:

e_p = Angka pori saat konsolidasi selesai

H = Tebal lapisan tanah yang ditinjau

$t_2 = t_1 + \Delta t$

t_1 = Waktu saat konsolidasi primer selesai

Dalam perhitungan penurunan sekunder parameter C_{ae} dapat diasumsikan 0.1 C_c sesuai dengan formula mesri.

Indeks pemampatan berfungsi untuk menghitung besar penurunan yang terjadi di lapangan akibat dari konsolidasi. Terzaghi dan Peck (1967) menyarankan pemakaian persamaan empiris berikut ini untuk menghitung indeks pemampatan:

Untuk lempung yang struktur tanahnya tak terganggu/belum rusak:

$$C_c = 0,009 (LL-10) \quad (15)$$

Untuk lempung yang terbentuk kembali (remolded)

$$C_c = 0,007 (LL-10) \quad (16)$$

Indeks pengembang adalah lebih kecil daripada indeks pemampatan dan biasanya dapat ditentukan di labotarium. Umumnya:

$$C_s = 1/5 \text{ sampai } 1/10 C_c$$

2.6.2 Metode Asaoka

Metode konstruksi Asaoka (1978) merupakan metode observasi yang paling populer karena selain dapat memprediksi penurunan akhir juga dapat memungkinkan diperolehnya parameter-parameter konsolidasi. Langkah-langkah yang diambil adalah berikut ini:

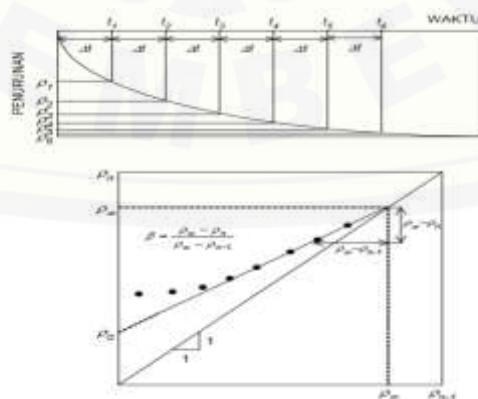
Langkah-langkah perhitungan prediksi penurunan tanah metode asaoka:

1. Merekap data dari hasil monitoring sesuai interval hari yang ditentukan. Interval minimal 3 hari
2. Menyeleksi data yang digunakan untuk diplot data, yaitu dimulai dari data penurunan tanah stabil sampai penurunan akhir yang terjadi di lapangan
3. Plot grafik data hasil yang sudah diseleksi, grafik hubungan s_n vs s_{n+1}
4. Menarik garis yang membentuk 45° pada grafik yang sama
5. Kemudian cari titik perpotongan antara plot data dengan garis 45° . Titik perpotongan dapat dicari menggunakan persamaan garis linier

$$y = mx + c \quad (17)$$

$$x = \frac{c_2 - c_1}{y_2 - y_1} \quad (18)$$

6. Dari titik perpotongan kedua garis tersebut diketahui nilai prediksi penurunan tanah dari metode asaoka. Grafik 2.2 merupakan contoh dari perhitungan prediksi penurunan tanah metode asaoka.



Grafik 2.2 Prediksi Penurunan Tanah Metode Asaoka (1978)

Berdasarkan metode Asaoka, dapat diperoleh koreksi dan koefisien konsolidasi arah radial/horizontal (C_v) nilai koefisien konsolidasi arah vertikal (C_h). Nilai koreksi koefisien konsolidasi ini berguna untuk mengetahui kecepatan penurunan konsolidasi pada suatu lapisan tanah lempung yang telah diberi perbaikan tanah berupa timbunan dan PVD. Dengan adanya *vertical drain*, maka disipasi tekanan air pori akan dominan terjadi dalam arah radial/horizontal. Dengan demikian, koreksi koefisien konsolidasi hanya dilakukan untuk parameter konsolidasi horizontal (C_h) saja, yang diberikan melalui persamaan berikut (Hausmann, 1990):

$$\frac{-\ln \beta_1}{\Delta t} = \frac{8C_h}{d_e^2 \times F(n)} + \frac{\pi^2 C_v}{4H^2} \quad (19)$$

dan penurunan pada waktu t dapat dihitung dengan rumus berikut:

$$\frac{S_{ct}}{S} = 1 - \frac{8}{\pi^2} \exp \left[- \left(\frac{8C_h}{d_e^2 \times F(n)} + \frac{\pi^2 C_v}{4H^2} \right) t \right] \quad (20)$$

dimana:

S_{ct} = Penurunan tanah aktual di lapangan

S = hasil penurunan metode teoritis/ observasional

c_v = koefisien konsolidasi arah vertikal

H = tebal lapisan tanah yang terkonsolidasi

β_1 = kemiringan kurva S_n vs S_{n+1}

Δt = selang waktu dalam pengamatan penurunan

c_h = koefisien konsolidasi arah radial/horizontal koreksi

d_e = diameter daerah pengaruh PVD

$F(n)$ = fungsi n terhadap waktu akibat PVD

t = waktu

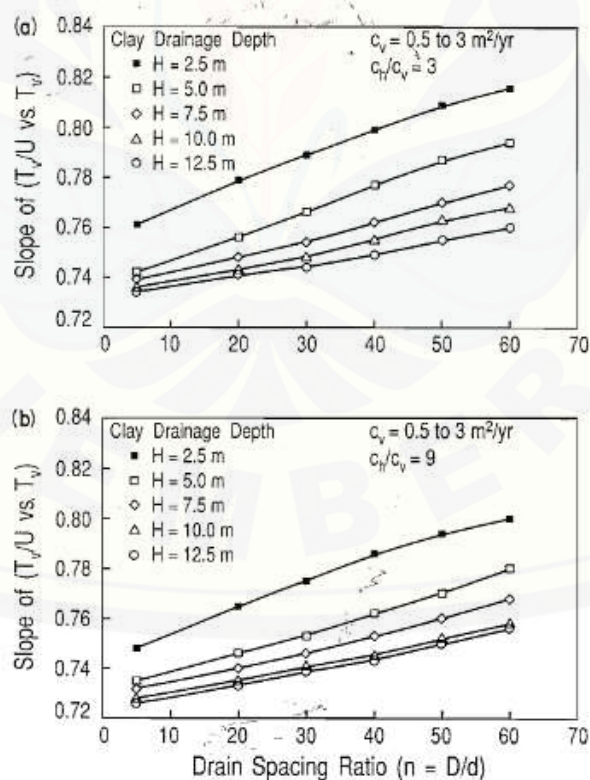
2.6.3 Metode Hiperbolik

Metode hiperbolik telah digunakan untuk menghitung penurunan tanah akhir. Southwell (1932) adalah orang pertama yang mengenalkan metode pendekatan ini dalam menganalisis pendekatan eksperimental. Selanjutnya Lundquist (1938) menyadari bahwa seringkali kondisi awal mungkin tidak diketahui. Jadi bukannya nilai absolut, ia menunjukkan perhitungan itu dari beberapa titik awal yang juga

mengikuti aturan hiperbolik. Sehingga, plot ini disebut sebagai plot Southwell-Lundquist. Dalam mekanika tanah penyelesaian penurunan tanah vertikal telah terbukti mengikuti aturan ini (Chin dan Vail 1973). Bahkan, Chin (1978) menggunakan pendekatan ini untuk mendiagnosis kondisi pile yang terdorong.

Menurut Ann Tan (1993), Metode hiperbolik digunakan untuk memperkirakan penurunan tanah primer (S_c). Prosedur sebagai berikut:

1. Rekap data hasil monitoring dari instrumen SP, lalu menentukan derajat konsolidasi (U) dari setiap penurunan tanah yang terjadi setiap hari.
2. Plot grafik berbentuk hiperbolik dari data lapangan, sebagai $t/\text{settlement}$ vs t . Dimana t adalah waktu konsolidasi saat beban konstan.
3. Identifikasi dan buat garis linier saat konsolidasi U_{50} dan U_{90} .
4. Dari parameter saluran dan tanah yang relevan (n , H , dan Ch/C_v). Tentukan dengan interpolasi nilai teoritis dari kemiringan garis linier α dari grafik bantu (grafik 2.3).



Grafik 2.3 Hubungan Slope (α) dengan Parameter n , H , dan Ch/C_v

Sumber : Ann Tan 1993

Dimana:

n = Rasio resapan D/dw

D = Jarak area *drain* PVD (Pola Segitiga= 1.05d; Pola Segiempat= 1.51d)

dw = lebar PVD (Persamaan 2)

$$s_{50} = 1/0.5 \times s_i/\alpha \quad (21)$$

$$s_{90} = 1/0.9 \times s_i/\alpha \quad (22)$$

5. Hitung slope dari pertemuan garis U50 dan U90. Gambar garis yang berada di U60 dan U90. Penurunan primer (Sc) bisa diperkirakan saat α/s_i , $\delta_{50}/0,5$ dan $\delta_{90}/0,9$. Ke-3 hasil estimasi tersebut harus memiliki nilai yang mirip untuk mengecek kebenaran dari estimasi.

Perhitungan mencari nilai slope dapat digunakan persamaan berikut:

$$y = mx + c \quad (23)$$

$$m = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1} \quad (24)$$

Perhitungan mencari nilai *settlement* dapat digunakan persamaan berikut:

$$sc_{50} = \delta_{50}/0.5 \quad (25)$$

$$sc_{90} = \delta_{90}/0.9 \quad (26)$$

$$s_i = \alpha/s_i \quad (27)$$

Dimana:

Sc_{50} = Prediksi penurunan akhir tanah ketika U50%

Sc_{90} = Prediksi penurunan akhir tanah ketika U90%

δ_{50} = Penurunan tanah Saat di lapangan U50%

δ_{90} = Penurunan tanah Saat di lapangan U90%

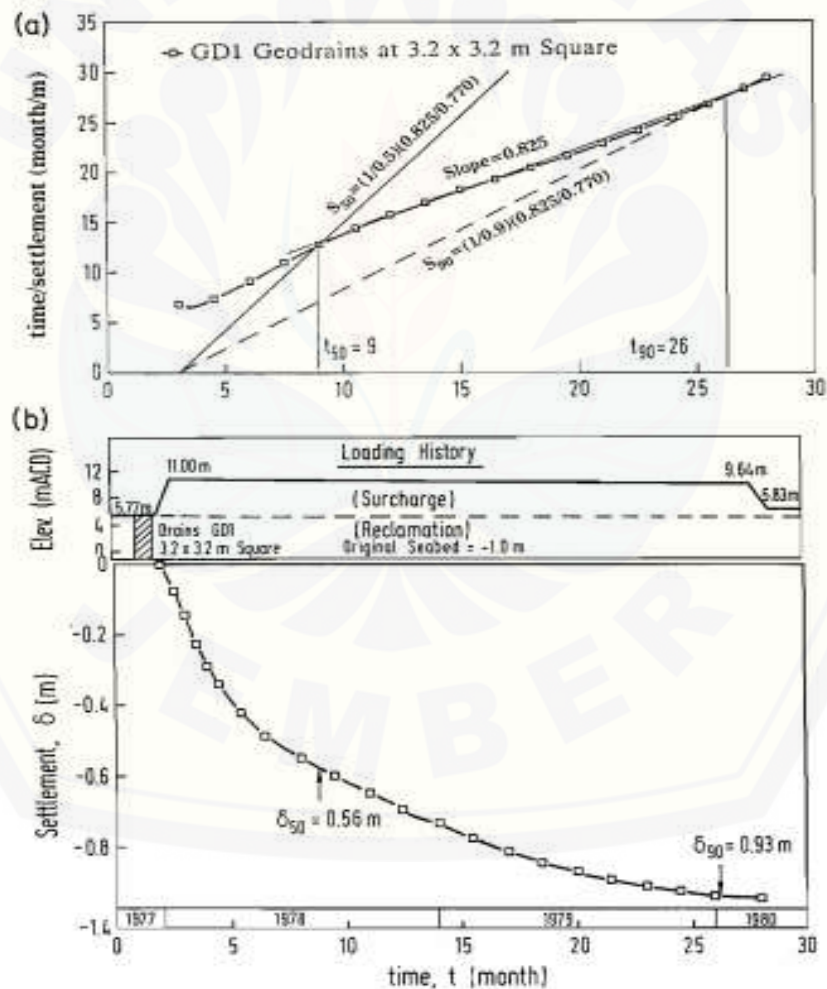
α = Slope dari grafik 2.3

si = Nilai kemiringan penurunan tanah (gradien)

Perhitungan waktu untuk mencapai EOP (*End of Primary Consolidation*) pada metode hiperbolik dapat dihitung berdasarkan grafik T/S vs T. Dari persamaan (19), waktu yang dibutuhkan untuk mencapai EOP:

$$T = \frac{S \times C}{1 - (S \times m)} \quad (28)$$

Grafik 2.4 menunjukkan contoh grafik hasil perhitungan prediksi penurunan tanah metode hiperbolik.

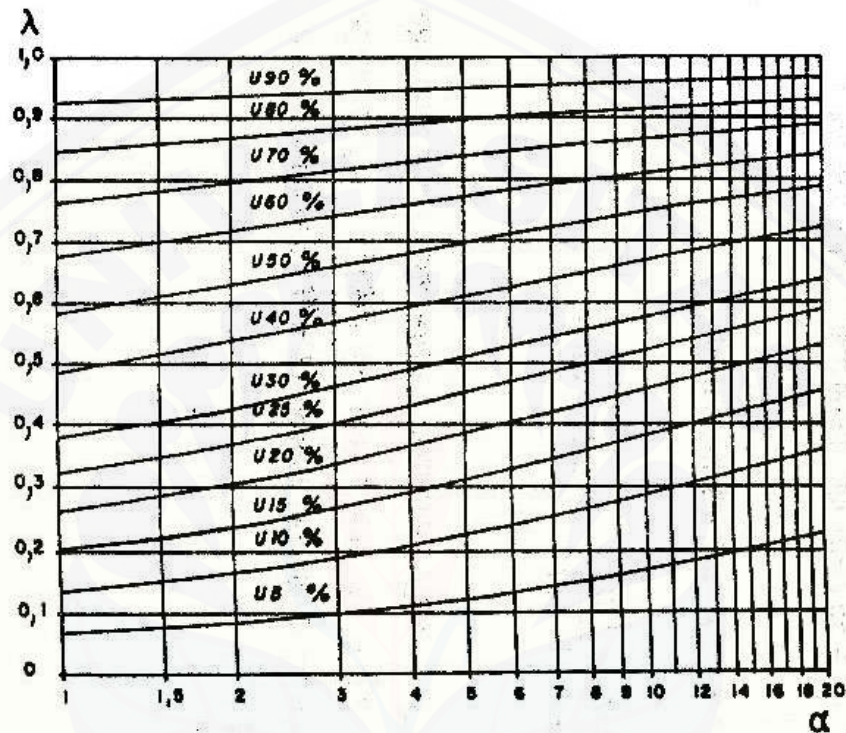


Grafik 2.4 Contoh Grafik Hiperbolik T/s vs T

Sumber: Ann Tan 1993

2.7 Derajat Konsolidasi

Pada pembahasan ini penentuan derajat konsolidasi aktual dihitung berdasarkan hasil pengukuran settlement. Besarnya derajat konsolidasi aktual, U (%) dapat dicari secara grafis menggunakan grafik 2.5 dengan mempertemukan parameter λ dan α .



Grafik 2.5 Grafik Derajat Konsolidasi

Sumber: Pedoman Perencanaan Vacuum Preloading

$$\lambda = \frac{S_{ct}}{S} \quad (29)$$

$$\alpha = \frac{\Delta\sigma}{\sigma'_0} \quad (30)$$

Dimana:

S_{ct} = Settlement aktual pada waktu t ,

S = Consolidation settlement final, diperoleh dari perhitungan teoritis atau metode observasional

$\Delta\sigma$ = Besar tegangan tambahan akibat timbunan (t/m^2)

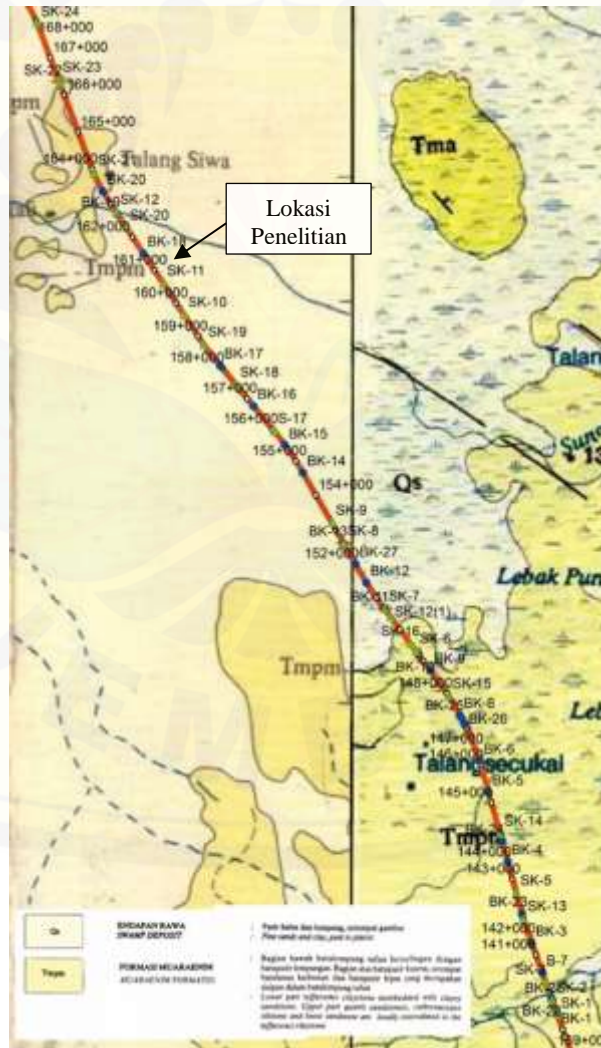
σ'_0 = Tegangan Overburden efektif (t/m^2)

BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Lokasi Penelitian

Lokasi Penelitian ini berada di proyek tol Pematang Panggang-Kayu Agung (PPKA) seksi 2, Kecamatan Kayu Agung, Kabupaten Palembang, Sumatra Selatan.

Spesifik pengambilan data dilakukan pada area *Vacuum* yang mengalami penurunan tanah lebih besar dari titik lainnya. Yakni diambil sampel 1 modul (23B) yang memiliki 9 titik SP. Dijelaskan lebih lanjut dengan shop drawing pada gambar 3.1:



Gambar 3.1 Lokasi Penelitian Modul 23B

Sumber : PT. Teknindo Geosistem Unggul

3.2 Metode Pengumpulan Data

Pengumpulan data dalam penelitian ini dilakukan dengan cara mengumpulkan data-data sekunder yang telah disediakan oleh PT. Teknindo Geosistem Unggul.

a) Data tanah dasar

Data yang didapat merupakan data tanah dasar yang meliputi: data sondir, SPT, data hasil laboratorium (berat jenis (γ), kadar air (ω), batas cair (LL), batas plastis (PL), indeks plastisitas (IP), angka pori (e), porositas (n), indeks kompresi (C_c)), serta nilai koefisien konsolidasi vertikal (C_v) dan koefisien konsolidasi horisontal (C_h).

b) Data timbunan

Data timbunan yang diperoleh dengan penentuan tekanan atmosfer pada daerah PPKA seksi 2. Kemudian dikonversi dengan nilai efektifitas pompa vakum yang diharapkan sehingga diperoleh beban yang digunakan pada proyek tersebut.

c) Data PVD

Data yang diperoleh adalah pola pemasangan PVD, jarak antar PVD serta kedalaman pemasangan PVD.

d) Data bacaan monitoring *Settlement Plate*

Data pengamatan *settlement plate* yang didapat merupakan data pengamatan sejak 27 September 2017 yaitu hari pertama proses penimbunan surcharge sampai hari ke-128 tanggal 3 Februari 2018. Jumlah *settlement plate* proyek ini adalah sebanyak 9 titik.

3.3 Metode literatur

Metode literatur digunakan untuk mengidentifikasi, mengolah data yang telah diperoleh, dan metode kerja yang digunakan. Data tertulis yang digunakan pada penelitian ini umumnya berasal dari instansi terkait, data tersebut antara lain:

1. Peta lokasi wilayah PPKA seksi 2,
2. Gambar layout lokasi pengujian data tanah yang digunakan,
3. Data-data tanah dasar,
4. Data monitoring instrument SP.

3.4 Tahapan Analisis

1. Mempelajari dan mencari literatur.

Literatur digunakan untuk memperdalam ilmu yang diperlukan untuk menyelesaikan tugas akhir yang dapat berupa jurnal baik dari nasional maupun internasional, dari buku tentang geoteknik khususnya tentang perbaikan tanah menggunakan metode *preloading*, serta literatur dapat diperoleh dari skripsi.

2. Mencari data tanah yang dibutuhkan dari PT. Teknindo Geosistem Unggul.

Data yang digunakan untuk pengerjaan tugas akhir ini berasal dari data yang sudah diuji dan dimonitoring oleh kontraktor sekunder pada proyek PPKA seksi 2 yaitu PT. Teknindo Geosistem Unggul.

3. Melakukan perhitungan teoritis menggunakan Metode Terzaghi 1D.

Langkah ini bisa disebut dengan perencanaan perhitungan penurunan tanah karena perhitungan ini dilakukan sebelum melakukan perbaikan tanah pada area kerja.

4. Melakukan perhitungan observasional menggunakan Metode Asaoka.

Melakukan evaluasi penurunan tanah dengan hasil monitoring dari instrumen *Settlement Plate*, yang bertujuan untuk mengetahui besar penurunan akhir tanah di lapangan.

5. Melakukan perhitungan observasional menggunakan Metode Hiperbolik.

Melakukan evaluasi penurunan tanah menggunakan metode yang berbeda, tetapi masih menggunakan hasil monitoring dari instrumen *Settlement Plate*. Yang bertujuan untuk mengetahui besar penurunan akhir tanah di lapangan.

6. Menentukan hasil dan pembahasan.

Setelah melakukan perhitungan tanah secara teoritis menggunakan teori Terzaghi 1D, kemudian mengevaluasinya menggunakan metode prediksi penurunan tanah Asaoka dan Hiperbolik. Dari ketiga hasil penurunan tanah yang menggunakan teori yang berbeda lalu dibandingkan dengan penurunan aktual yang terjadi di lapangan yang diperoleh dari instrumen *Settlement Plate* untuk mengetahui metode yang paling mendekati hasil penurunan tanahnya pada studi kasus di proyek PPKA Seksi 2.

Kemudian melakukan pembahasan tentang faktor penyebab metode tersebut bisa mendekati penurunan aktual yang terjadi di lapangan. Sehingga bisa diketahui masing-masing keunggulan dan kelemahan dari setiap metode yang diterapkan pada proyek PPKA seksi 2 Palembang.

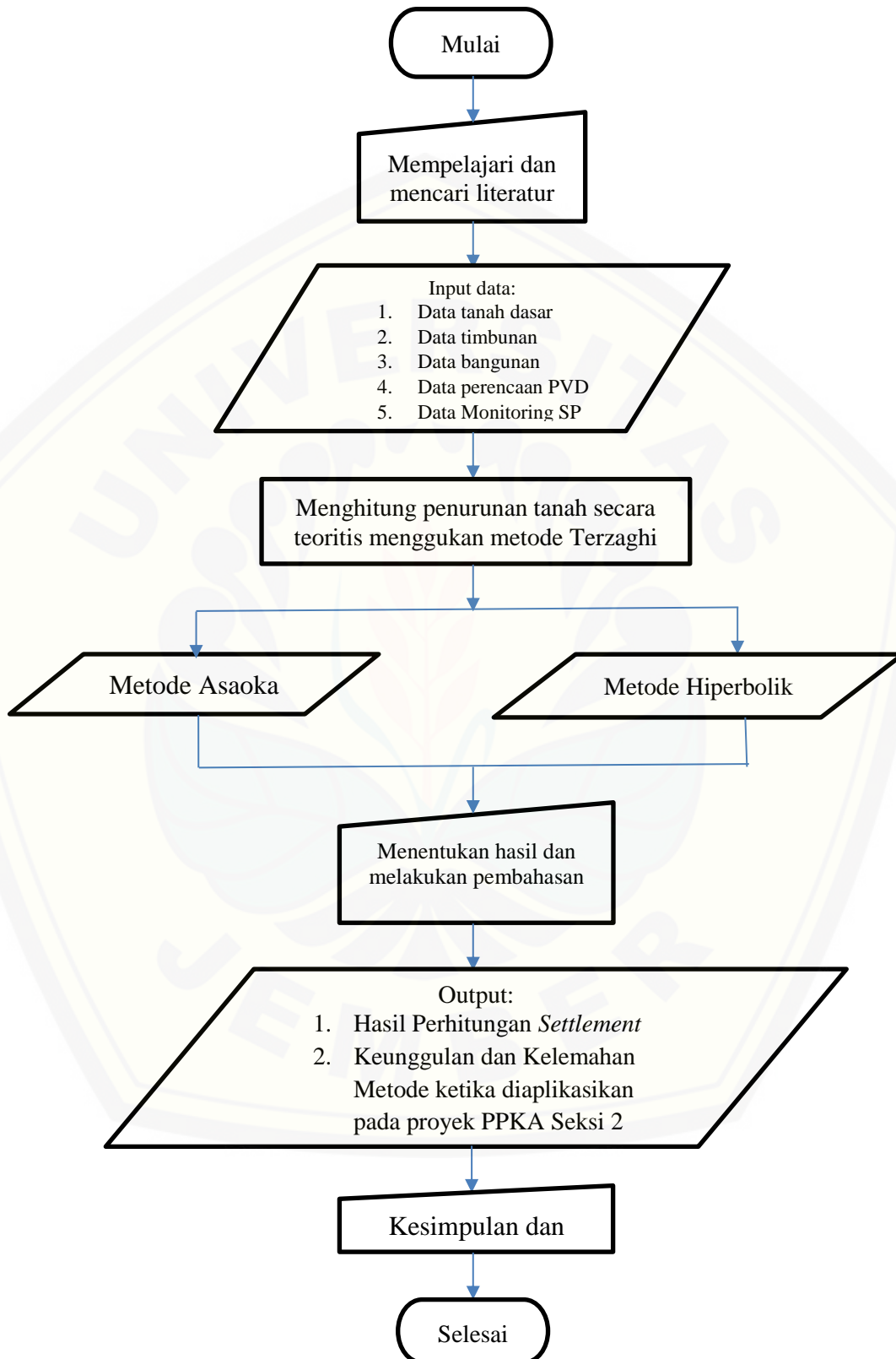
Kemungkinan juga bahwa metode perhitungan penurunan akhir tanah yang hasilnya mendekati dengan penurunan aktual di lapangan proyek PPKA seksi 2 jika diterapkan di proyek lain yang berbeda lokasi akan memiliki hasil yang berbeda. Hal itu bisa terjadi karena jenis tanah yang berbeda di tiap lokasi serta keefektivitasan metode yang digunakan yang disebabkan oleh beberapa faktor.

7. Kesimpulan.

Langkah yang terakhir menyimpulkan dari pembahasan yang telah dilakukan pada tugas akhir ini.

Tahapan analisis pada penelitian perbandingan tiga metode juga ditampilkan sebagai diagram alir pada gambar 3.2. Serta jadwal penelitian ditampilkan pada tabel 3.1. direncanakan pengerjaan tugas akhir ini akan selesai pada minggu ke-4 bulan januari 2019.

3.5 Bagan Diagram Alir



Gambar 3.2 Diagram Alir Penelitian

BAB 5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

1. a. Hasil penurunan tanah teoritis menggunakan metode terzaghi 1D sebagai kontrol terhadap metode observasional pada modul 23B sebagai berikut: SP 105L = 886mm; SP 105 = 895mm; SP 105R = 897mm; SP 107L = 890mm; SP 107 = 898mm; SP 107R = 884mm; SP 109L = 836mm; SP 109 = 894mm; SP 109R = 883mm.
 - b. Hasil penurunan tanah menggunakan metode obeservasi asaoka pada modul 23B sebagai berikut: SP 105L = 615.82mm; SP 105 = 750.54mm; SP 105R = 628.39mm; SP 107L = 630.8mm; SP 107 = 595.03mm; SP 107R = 698.01mm; SP 109L = 467.79mm; SP 109 = 550.15mm; SP 109R = 421.59mm.
 - c. Hasil penurunan tanah menggunakan metode observasi hiperbolik pada modul 23B sebagai berikut: SP 105L = 617.16mm; SP 105 = 773.67mm; SP 105R = 633.81mm; SP 107L = 642.69mm; SP 107 = 779.22mm; SP 107R = 725,94mm; SP 109L = 487,29mm; SP 109 = 572,26mm; SP 109R = 441.78mm.
2. Peneliti merekomendasikan menggunakan metode asaoka dikarenakan waktu yang dibutuhkan untuk mencapai EOP masih sangat memungkinkan untuk diterapkan pada proyek, sedangkan pada hiperbolik waktu mencapai EOP (*End of Primary*) ada yang membutuhkan satu tahun. Meskipun penurunan tanah dari hiperbolik lebih mendekati lapangan, tetapi asaoka juga tidak terlalu jauh dengan lapangan. Dari nilai rerata derajat konsolidasi yang dihasilkan juga pada asaoka sebesar 98,687% sedangkan pada hiperbolik sebesar 99.35%, dan nilai derajat konsolidasi dari kedua metode tersebut telah memenuhi kriteria siap kontruksi apabila nilai derajat kondolidasi >90%. Nilai *settlement* yang dihasilkan asaoka lebih sesuai dengan lapangan, karena data yang digunakan untuk metode asaoka

adalah data keseluruhan dari monitoring SP (*settlement plate*). Metode asaoka juga direkomendasikan oleh SNI 2017 tentang persyaratan perancangan geoteknik.

5.2 Saran

1. Titik penyelidikan tanah dasar disarankan harus sesuai dengan lokasi perbaikan tanah agar data yang diperoleh lebih akurat.
2. Untuk pemantauan derajat konsolidasi, wajib digunakan data hasil monitoring dari instrumen lainya seperti *piezometer* dan *inclinometer*. Agar dapat mengontrol konsolidasi yang terjadi sesungguhnya.
3. Pekerjaan perbaikan tanah di area modul 23B di proyek PPKA seksi 2 ditunggu hingga mencapai target (90%) atau lebih dengan kondisi pompa vakum tidak dimatikan.

DAFTAR PUSTAKA

- Asaoka, A. (1978). Observational Procedure of Settlement Prediction. *SOIL AND FOUNDATION Japanese society of Soil Mechanic and Foundation Engineering*.
- Cai, Y. (2017). Experimental Tests on Effect of Deformed Prefabricated Vertical Drains in Dredged Soil on Consolidation Via Vacuum Preloading. *Engineering Geology*.
- Chai, J. Z. H. (2010). Vacuum-drain Consolidation Induced Pressure Distribution and Ground Deformation. *Geotextiles and Geomembranes*.
- Chai, S.-L. S. (2001). Simple Method of Modeling PVD-Improved Subsoil. *Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering*.
- Chai, Z. H. (2010). Vacuum-drain consolidation induced pressure distribution and ground deformation. *Geotextiles and Geomembranes*.
- Chung, S. G.. (2009). Hyperbolic Method for Prediction of Prefabricated drain Drains Performance. *Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering ASCE*.
- Ekamargarezki, Y. D. (2018). Evaluasi Kinerja Perbaikan Tanah Lunak Menggunakan Instrumen Geoteknik Pada Area Cluster D Kawasan Summarecon Bandung Dengan Metode Vacuum Consolidation. *Malang :Universitas Brawijaya*
- Guo, J. C. (2016). New Observational Method for Prediction of One-dimensional. *University of Toronto Engineering LIB*.
- Indraratna, B. (2016). Analytical Solution and Numerical Simulation of Vacuum Consolidation by Vertical Drains Beneath Circular Embankments. *Computers and Geotechnics*.
- Jiang, J. (2016). Field Data Based Method for Predicting Long-Term Settlements. *American Journal of Engineering and Applied Sciences*.
- Länsivaara, T. (2005). Observational Method to Predict Future Settlements. *Proceedings of the 16th International Conference on Soil Mechanics and Geotechnical Engineering*.

- Le, H. V. (2017). Analysis of Consolidation Degree Using Settlement Observation Results and Asaoka Method: A Case Study of Route Km 94+340 - KM 94 + 440 of Hanoi - Haiphong Highway. *International Journal of Civil Engineering and Technology (IJCIET)*.
- Mesri, N. H.-S. (2009). The Asaoka Method Revisited. *Proceedings of the 17th International Conference on Soil Mechanics and Geotechnical Engineering*.
- Nawir, H. (2012). Prediksi Penurunan Tanah Menggunakan Prosedur Observasi Asaoka. *Jurnal Teoretis dan Terapan Bidang Rekayasa Sipil*.
- Prakash, A. S. (2013). Appraisal of Observational Method for Consolidation Analysis. *ICE Proceeding*.
- Saraswati, F. I. (2018). Perencanaan Perbaikan Tanah unak Pada Pembangunan Kawasan Kota Summarecon Bandung Area Mall Menggunakan Metode Preload Kombinasi PVD dan PHD. *Malang: Universitas Brawijaya*.
- Sasar, M. (2013). Improving Final Settlement Predictions of the Observational Method. *ICE Proceeding*.
- Sridharan, A. (1987). Rectangular Hyperbola Method of Consolidation Analysis. *ICE Publishing*.
- Tan, S.-A. (1993). Hyperbolic Method for Settlements in Clays with Vertical Drains.
- Tan, S.-A. (1995). Validation of Hyperbolic Method for Settlement in Clay with Vertical Drains. *Soil and Foundation Japanese Society of Soil Mechanics and Foundation Engineering*.
- Tan, A. M.-L. (1991). Hyperbolic Method for Consolidation Analysis. *Journal of Geotechnical Engineering*.

LAMPIRAN

Lampiran Dokumentasi



Lampiran 1 Monitoring



Lampiran 2 Pembuatan Angkur



Lampiran 3 Pemasangan *Settlement Plate*



Lampiran 4 Pemasangan Pipa Perforasi

Lampiran Surat Pengajuan Data



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS JEMBER
FAKULTAS TEKNIK

Jalan Kalimantan 37 Kampus Tegal Boto Kotak Pos 159-Jember 68121
 Telp.(0331) 484977, Fax (0331) 484977
 laman : www.teknik.unej.ac.id

Nomor : 3996 /UN25.11/EP/2018
 Hal : Permohonan Data

16 Agustus 2018

Yth. Pimpinan PT. Tehindo Geosistem Unggul
 Jl. Rungkut Industri Raya 10
 Gunung Anyar Surabaya

Dekan Fakultas Teknik Universitas Jember menerangkan bahwa mahasiswa tersebut dibawah ini:

No	Nama	NIM	Prog. /Jurusan
1	Aflah Baihaqi Efendi	151910301071	S1/Teknik Sipil
2	Eka Patriandi Oktavian	151910301003	S1/Teknik Sipil
3	Angga Bramasta W	151910301005	S1/Teknik Sipil
4	Muhammad Irsan M B	151910301120	S1/Teknik Sipil
5	Danil Bayu Suwiryono	151910301095	S1/Teknik Sipil

bermaksud meminta surat pengantar untuk permohonan data tanah dasar, data spt, data monitoring vacum pada area ppka selisih 2 & 4, serta referensi materi dalam rangka keperluan Tugas Akhir dengan judul "**Perencanaan dan Evaluasi Perbaikan Tanah menggunakan Vacum Preloading di PPKA Sumatera Selatan**". Sehubungan dengan adanya hal tersebut kami mohon perkenan Bapak/Ibu agar memberikan ijin dan sekaligus bantuan yang diperlukan.

Atas kerjasama dan bantuannya disampaikan terima kasih.



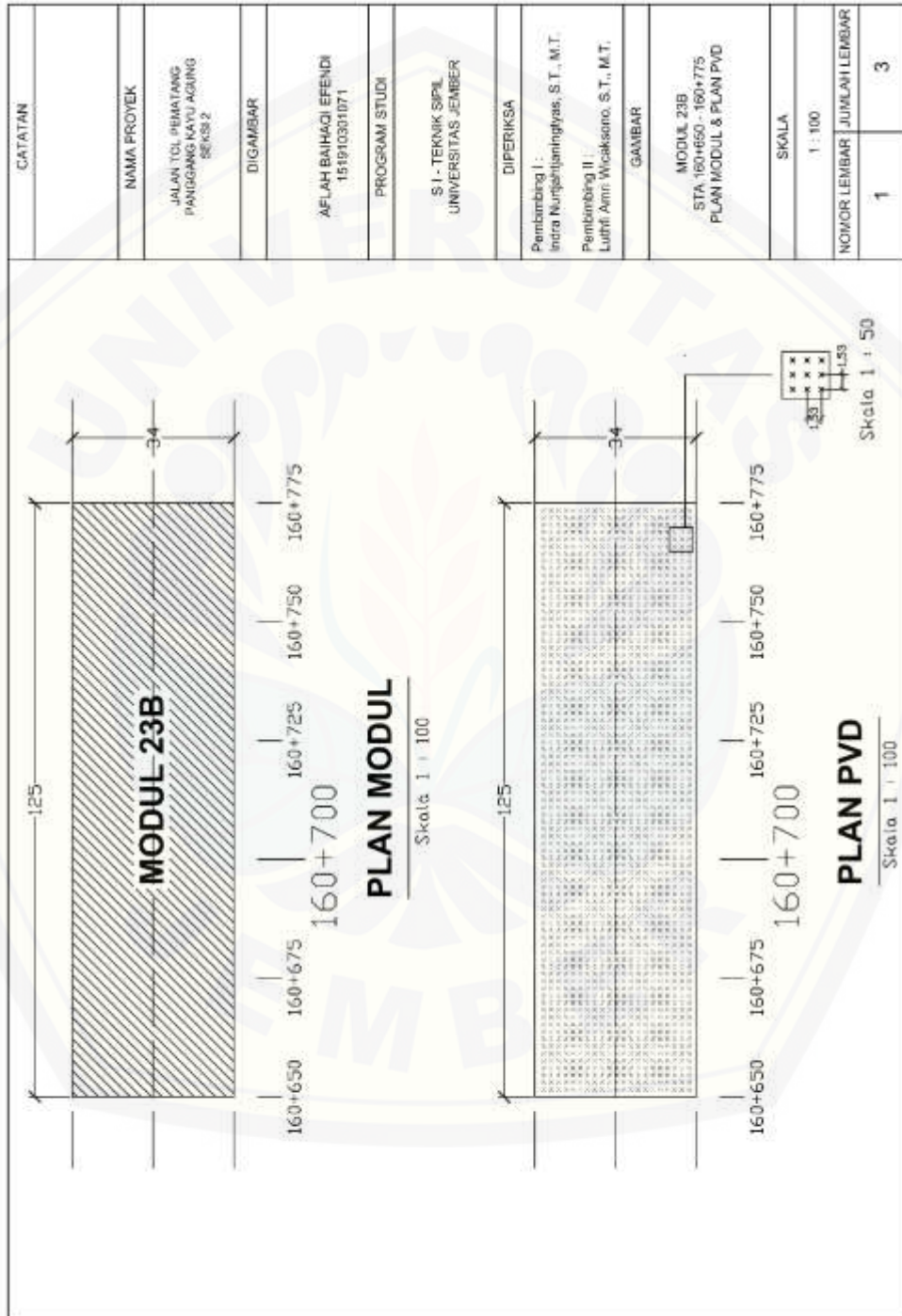
a.n. Dekan

Wakil Dekan I,

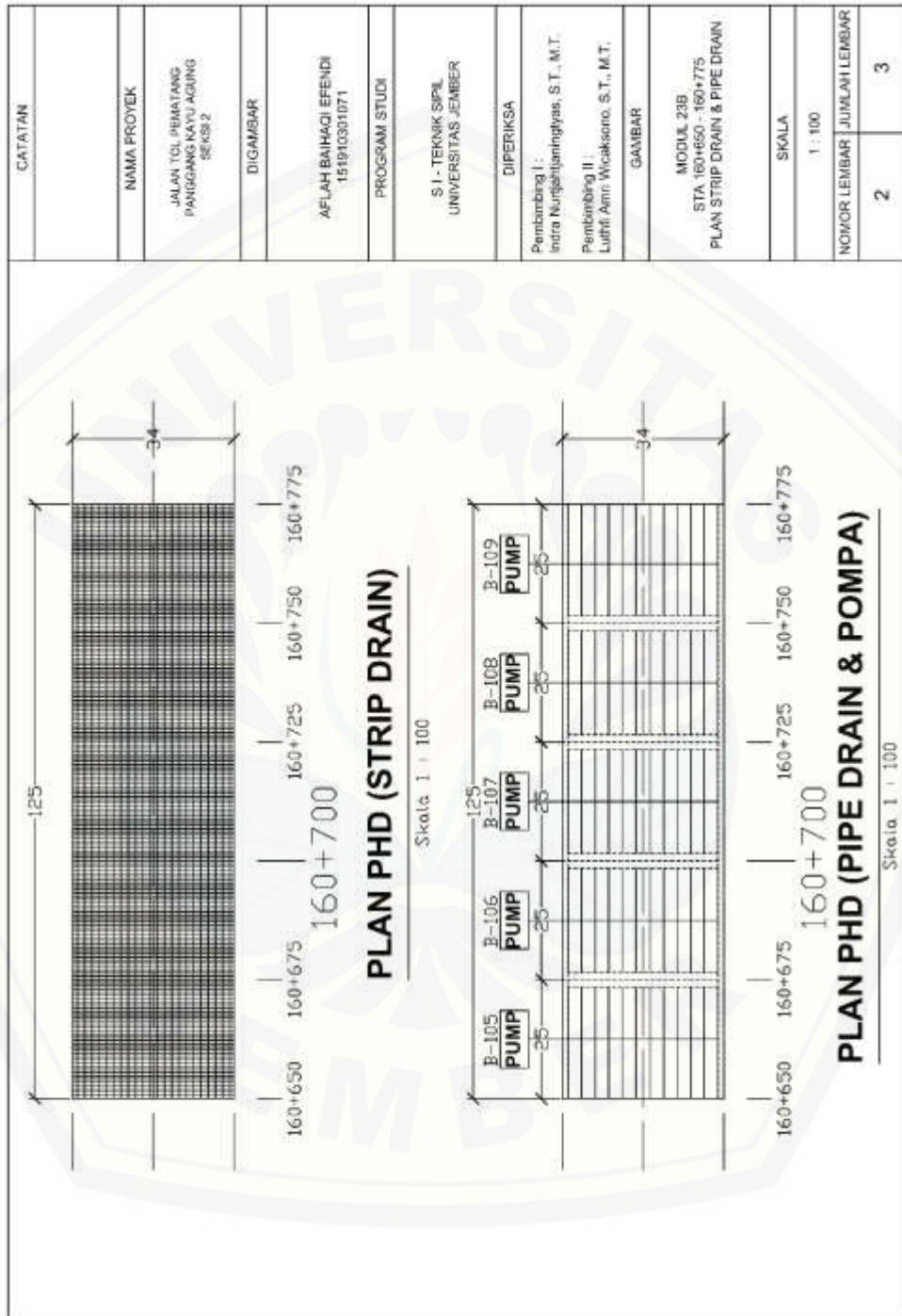
Dr. Triwahju Hardianto ST., MT.
 NIP 197008261997021001

Lampiran Shop Drawing Modul 23B

Lampiran 5 Plan Modul dan Plan PVD

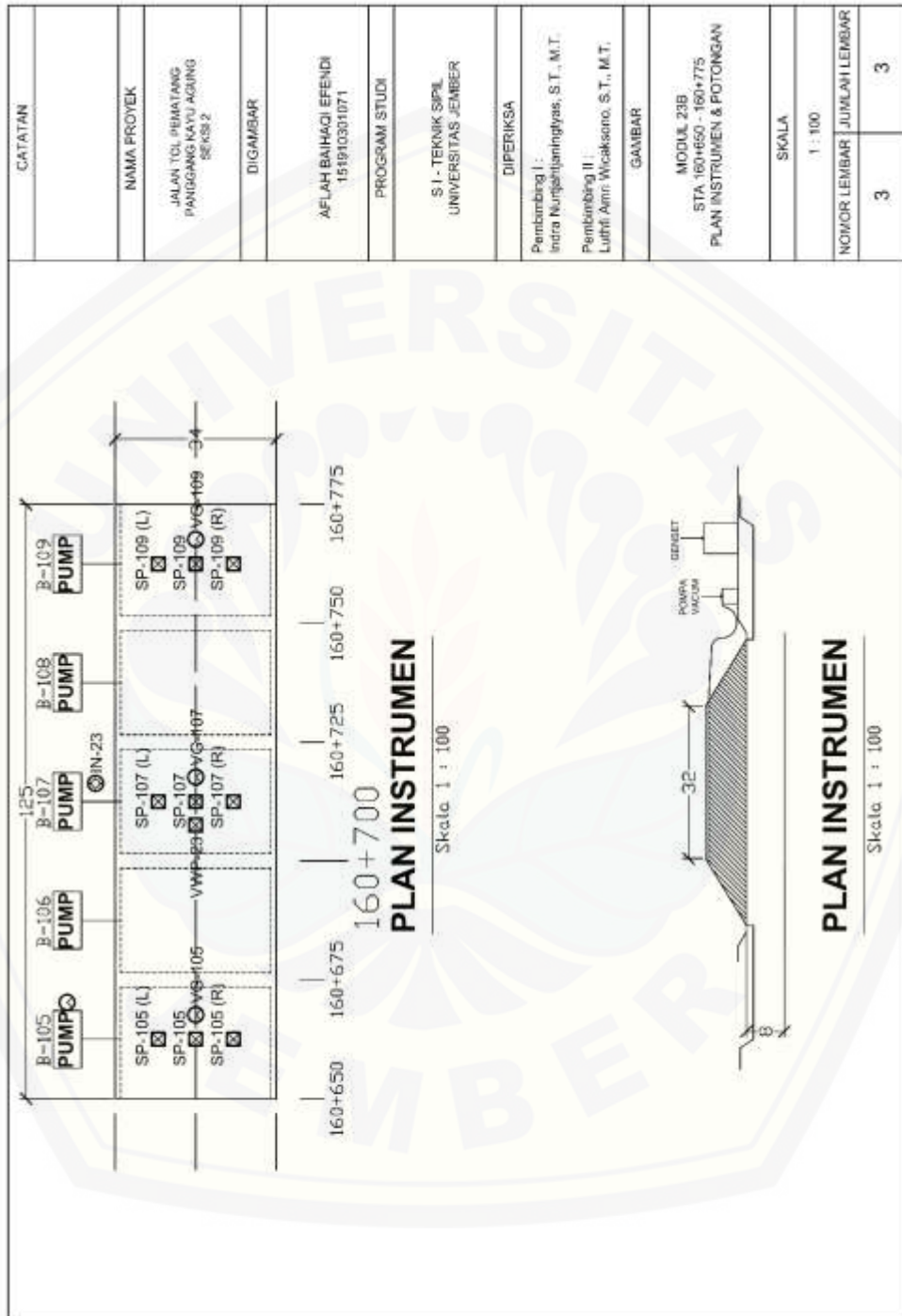


Lampiran 6 Plan PHD



CATATAN	
NAMA PROYEK	JALAN TOL PEMATANG PANGGANG NAYU AGUNG SEKSI 2
DIGAMBAR	
AFLAH BAIHAQI EFENDI 151910301071	
PROGRAM STUDI	
S1 - TEKNIK SIPIL UNIVERSITAS JEMBER	
DIPERIKSA	
Pembimbing I : Indra Nurshahlaningtyas, S.T., M.T.	
Pembimbing II : Lutfi Amr Wicaksono, S.T., M.T.	
GAMBAR	
MODUL 238 STA 160+650 - 160+775 PLAN STRIP DRAIN & PIPE DRAIN	
SKALA	1 : 100
NOMOR LEMBAR	JUMLAH LEMBAR
2	3

Lampiran 7 Plan Instrumen



CATATAN	
NAMA PROYEK	JALAN TOL PEMATANG PANGGANG NAYU AGUNG SEKSI 2
DIGAMBAR	
	AFLAH BAIHAQI EFENDI 151910301071
PROGRAM STUDI	
	S1 - TEKNIK SIPIL UNIVERSITAS JEMBER
DIPERIKSA	
Pembimbing I :	Indra Nurshilaningtyas, S.T., M.T.
Pembimbing II :	Lufti Amr Wicaksono, S.T., M.T.
GAMBAR	
	MODUL 23B STA 160+650 - 160+775 PLAN INSTRUMEN & POTONGAN
SKALA	1 : 100
NOMOR LEMBAR	3
JUMLAH LEMBAR	3

Lampiran Data Monitoring SP

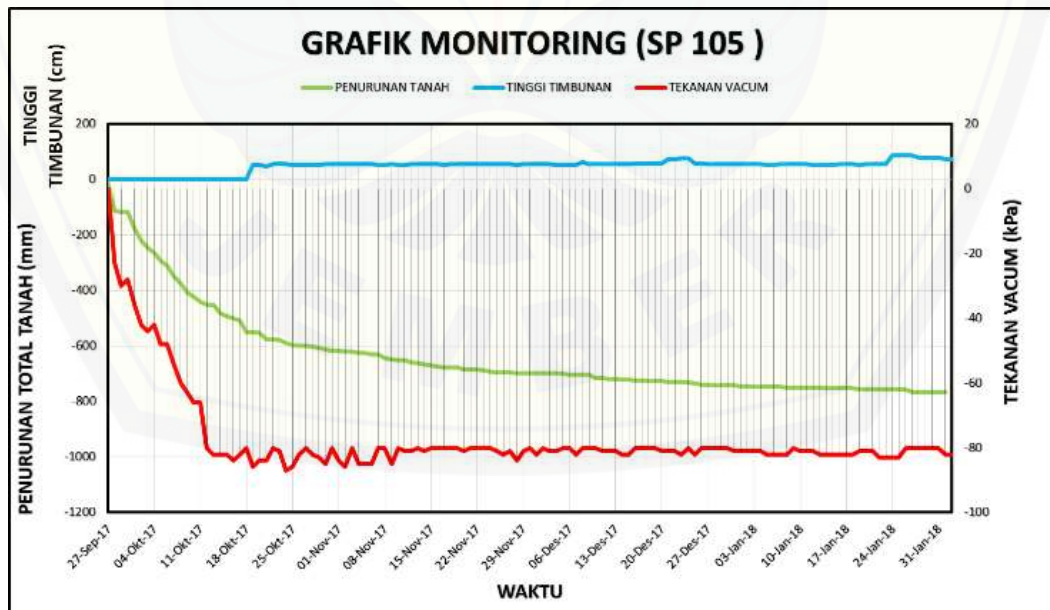
Lampiran 8 Data Monitoring SP 105

DATE	DAY	DATUM	PLATE	SMT	TTL	PRELOAD	PRELOAD	VG SP 105
		ELV	ELV		SMT	ELV	THICKNESS	
		EL+(m)	EL+(m)		(mm)	EL+(m)	(m)	
27 Sep 17	IR	12.461	12.461	0	0	12.427	0.000	0
28 Sep 17	1	12.451	12.451	-15	-15	12.392	0.000	-23
29 Sep 17	2	12.352	12.352	-99	-114	12.293	0.000	-30
30 Sep 17	3	12.350	12.350	-2	-116	12.290	0.000	-28
1 Oct 17	4	12.350	12.350	0	-116	12.284	0.000	-36
2 Oct 17	5	12.287	12.287	-63	-179	12.230	0.000	-42
3 Oct 17	6	12.245	12.245	-42	-221	12.180	0.000	-44
4 Oct 17	7	12.219	12.219	-26	-247	12.161	0.000	-42
5 Oct 17	8	12.203	12.203	-16	-263	12.143	0.000	-48
6 Oct 17	9	12.173	12.173	-30	-293	12.111	0.000	-48
7 Oct 17	10	12.156	12.156	-17	-310	12.096	0.000	-54
8 Oct 17	11	12.120	12.120	-36	-346	12.066	0.000	-60
9 Oct 17	12	12.089	12.089	-31	-377	12.029	0.000	-63
10 Oct 17	13	12.059	12.059	-30	-407	12.007	0.000	-66
11 Oct 17	14	12.043	12.043	-16	-423	11.984	0.000	-66
12 Oct 17	15	12.026	12.026	-17	-440	11.968	0.000	-80
13 Oct 17	16	12.015	12.015	-11	-451	11.956	0.000	-82
14 Oct 17	17	12.015	12.015	0	-451	11.956	0.000	-82
15 Oct 17	18	11.983	11.983	-32	-483	11.928	0.000	-82
16 Oct 17	19	11.974	11.974	-9	-492	11.921	0.000	-84
17 Oct 17	20	11.965	11.965	-9	-501	11.913	0.000	-82
18 Oct 17	21	11.957	11.957	-8	-509	11.905	0.000	-80
19 Oct 17	22	12.917	11.917	-40	-549	12.458	0.541	-86
20 Oct 17	23	12.917	11.917	0	-549	12.450	0.533	-84
21 Oct 17	24	12.913	11.913	-4	-553	12.400	0.487	-84
22 Oct 17	25	12.891	11.891	-22	-575	12.434	0.543	-80
23 Oct 17	26	12.891	11.891	0	-575	12.462	0.571	-81
24 Oct 17	27	12.888	11.888	-3	-578	12.437	0.549	-87
25 Oct 17	28	12.876	11.876	-12	-590	12.414	0.538	-86
26 Oct 17	29	12.870	11.870	-6	-596	12.411	0.541	-82
27 Oct 17	30	12.868	11.868	-2	-598	12.409	0.541	-80
28 Oct 17	31	12.868	11.868	0	-598	12.409	0.541	-82
29 Oct 17	32	12.864	11.864	-4	-602	12.404	0.540	-83
30 Oct 17	33	12.858	11.858	-6	-608	12.400	0.542	-85

DATE	DAY	DATUM	PLATE	SMT	TTL	PRELOAD	PRELOAD	VG SP 105 (kPa)
		ELV	ELV		SMT	ELV	THICKNESS	
		EL+(m)	EL+(m)		(mm)	EL+(m)	(m)	
31 Oct 17	34	12.855	11.855	-3	-611	12.400	0.545	-80
1 Nov 17	35	12.850	11.850	-5	-616	12.412	0.562	-84
2 Nov 17	36	12.849	11.849	-1	-617	12.398	0.549	-86
3 Nov 17	37	12.847	11.847	-2	-619	12.398	0.551	-80
4 Nov 17	38	12.847	11.847	0	-619	12.398	0.551	-85
5 Nov 17	39	12.840	11.840	-7	-626	12.385	0.545	-85
6 Nov 17	40	12.840	11.840	0	-626	12.390	0.550	-85
7 Nov 17	41	12.835	11.835	-5	-631	12.371	0.536	-80
8 Nov 17	42	12.835	11.835	0	-631	12.370	0.535	-80
9 Nov 17	43	12.822	11.822	-13	-644	12.368	0.546	-85
10 Nov 17	44	12.817	11.817	-5	-649	12.350	0.533	-80
11 Nov 17	45	12.815	11.815	-2	-651	12.350	0.535	-81
12 Nov 17	46	12.815	11.815	0	-651	12.359	0.544	-81
13 Nov 17	47	12.807	11.807	-8	-659	12.357	0.550	-80
14 Nov 17	48	12.804	11.804	-3	-662	12.349	0.545	-81
15 Nov 17	49	12.800	11.800	-4	-666	12.348	0.548	-80
16 Nov 17	50	12.797	11.797	-3	-669	12.343	0.546	-80
17 Nov 17	51	12.791	11.791	-6	-675	12.329	0.538	-80
18 Nov 17	52	12.790	11.790	-1	-676	12.346	0.556	-80
19 Nov 17	53	12.790	11.790	0	-676	12.339	0.549	-80
20 Nov 17	54	12.790	11.790	0	-676	12.339	0.549	-81
21 Nov 17	55	12.782	11.782	-8	-684	12.326	0.544	-80
22 Nov 17	56	12.782	11.782	0	-684	12.328	0.546	-80
23 Nov 17	57	12.780	11.780	-2	-686	12.325	0.545	-80
24 Nov 17	58	12.779	11.779	-1	-687	12.338	0.559	-80
25 Nov 17	59	12.773	11.773	-6	-693	12.322	0.549	-81
26 Nov 17	60	12.772	11.772	-1	-694	12.317	0.545	-82
27 Nov 17	61	12.772	11.772	0	-694	12.317	0.545	-81
28 Nov 17	62	12.770	11.770	-2	-696	12.310	0.540	-84
29 Nov 17	63	12.769	11.769	-1	-697	12.320	0.551	-81
30 Nov 17	64	12.769	11.769	0	-697	12.320	0.551	-80
1 Dec 17	65	12.769	11.769	0	-697	12.311	0.542	-82
2 Dec 17	66	12.768	11.768	-1	-698	12.310	0.542	-80
3 Dec 17	67	12.768	11.768	0	-698	12.310	0.542	-81
4 Dec 17	68	12.767	11.767	-1	-699	12.307	0.540	-81
5 Dec 17	69	12.767	11.767	0	-699	12.307	0.540	-80
6 Dec 17	70	12.765	11.765	-2	-701	12.303	0.538	-80
7 Dec 17	71	12.763	11.763	-2	-703	12.300	0.537	-82

DATE	DAY	DATUM	PLATE	SMT	TTL	PRELOAD	PRELOAD	VG SP 105 (kPa)
		ELV	ELV		SMT	ELV	THICKNESS	
		EL+(m)	EL+(m)		(mm)	EL+(m)	(m)	
8 Dec 17	72	13.263	11.763	0	-703	12.395	0.632	-80
9 Dec 17	73	13.263	11.763	0	-703	12.316	0.553	-80
10 Dec 17	74	13.262	11.762	-1	-704	12.317	0.555	-80
11 Dec 17	75	13.251	11.751	-11	-715	12.306	0.555	-81
12 Dec 17	76	13.250	11.750	-1	-716	12.312	0.562	-81
13 Dec 17	77	13.247	11.747	-3	-719	12.307	0.560	-81
14 Dec 17	78	13.247	11.747	0	-719	12.303	0.556	-82
15 Dec 17	79	13.245	11.745	-2	-721	12.300	0.555	-82
16 Dec 17	80	13.244	11.744	-1	-722	12.322	0.578	-80
17 Dec 17	81	13.243	11.743	-1	-723	12.311	0.568	-80
18 Dec 17	82	13.243	11.743	0	-723	12.315	0.572	-80
19 Dec 17	83	13.240	11.740	-3	-726	12.333	0.593	-80
20 Dec 17	84	13.239	11.739	-1	-727	12.330	0.591	-81
21 Dec 17	85	13.239	11.739	0	-727	12.475	0.736	-81
22 Dec 17	86	13.238	11.738	-1	-728	12.470	0.732	-81
23 Dec 17	87	13.237	11.737	-1	-729	12.489	0.752	-82
24 Dec 17	88	13.237	11.737	0	-729	12.487	0.750	-80
25 Dec 17	89	13.234	11.734	-3	-732	12.309	0.575	-82
26 Dec 17	90	13.232	11.732	-2	-734	12.310	0.578	-80
27 Dec 17	91	13.227	11.727	-5	-739	12.285	0.558	-80
28 Dec 17	92	13.226	11.726	-1	-740	12.280	0.554	-80
29 Dec 17	93	13.225	11.725	-1	-741	12.290	0.565	-80
30 Dec 17	94	13.224	11.724	-1	-742	12.291	0.567	-80
31 Dec 17	95	13.224	11.724	0	-742	12.291	0.567	-81
1 Jan 18	96	13.224	11.724	0	-742	12.291	0.567	-81
2 Jan 18	97	13.222	11.722	-2	-744	12.278	0.556	-81
3 Jan 18	98	13.222	11.722	0	-744	12.279	0.557	-81
4 Jan 18	99	13.220	11.720	-2	-746	12.280	0.560	-81
5 Jan 18	100	13.220	11.720	0	-746	12.258	0.538	-82
6 Jan 18	101	13.220	11.720	0	-746	12.258	0.538	-82
7 Jan 18	102	13.220	11.720	0	-746	12.266	0.546	-82
8 Jan 18	103	13.218	11.718	-2	-748	12.266	0.548	-82
9 Jan 18	104	13.217	11.717	-1	-749	12.267	0.550	-80
10 Jan 18	105	13.216	11.716	-1	-750	12.269	0.553	-81
11 Jan 18	106	13.216	11.716	0	-750	12.267	0.551	-81
12 Jan 18	107	13.216	11.716	0	-750	12.240	0.524	-81
13 Jan 18	108	13.216	11.716	0	-750	12.240	0.524	-82
14 Jan 18	109	13.215	11.715	-1	-751	12.240	0.525	-82

DATE	DAY	DATUM	PLATE	SMT	TTL	PRELOAD	PRELOAD	VG
		ELV	ELV		SMT	ELV	THICKNESS	
		EL+(m)	EL+(m)		(mm)	EL+(m)	(m)	
15 Jan 18	110	13.214	11.714	-1	-752	12.250	0.536	-82
16 Jan 18	111	13.213	11.713	-1	-753	12.259	0.546	-82
17 Jan 18	112	13.213	11.713	0	-753	12.259	0.546	-82
18 Jan 18	113	13.213	11.713	0	-753	12.259	0.546	-82
19 Jan 18	114	13.213	11.713	0	-753	12.251	0.538	-81
20 Jan 18	115	13.211	11.711	-2	-755	12.259	0.548	-81
21 Jan 18	116	13.211	11.711	0	-755	12.259	0.548	-81
22 Jan 18	117	13.211	11.711	0	-755	12.271	0.560	-83
23 Jan 18	118	13.211	11.711	0	-755	12.270	0.559	-83
24 Jan 18	119	13.211	11.711	0	-755	12.576	0.865	-83
25 Jan 18	120	13.210	11.710	-1	-756	12.579	0.869	-83
26 Jan 18	121	13.210	11.710	0	-756	12.579	0.869	-80
27 Jan 18	122	13.209	11.709	-1	-757	12.580	0.871	-80
28 Jan 18	123	13.200	11.700	-9	-766	12.493	0.793	-80
29 Jan 18	124	13.200	11.700	0	-766	12.490	0.790	-80
30 Jan 18	125	13.200	11.700	0	-766	12.480	0.780	-80
31 Jan 18	126	13.200	11.700	0	-766	12.480	0.780	-80
1 Feb 18	127	13.200	11.700	0	-766	12.432	0.732	-82
2 Feb 18	128	13.200	11.700	0	-766	12.431	0.731	-82



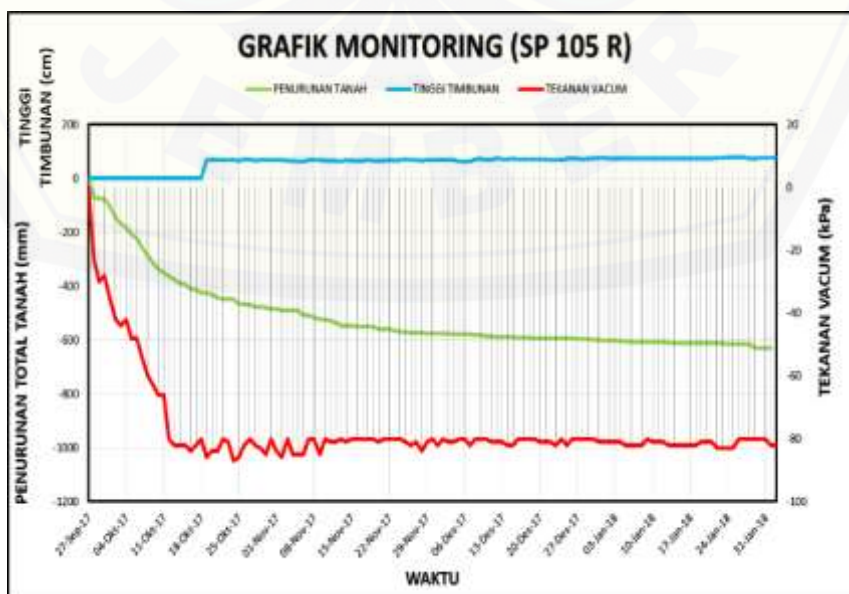
Lampiran 9 Data Monitoring SP 105R

DATE	DAY	DATUM	PLATE	SMT	TTL	PRELOAD	PRELOAD	VG SP 105R (kPa)
		ELV	ELV		SMT	ELV	THICKNESS	
		EL+(m)	EL+(m)		(mm)	(mm)	EL+(m)	
27 Sep 17	IR	12.461	12.461	0	0	12.427	0.000	0
28 Sep 17	1	12.455	12.455	0	0	12.415	0	-23
29 Sep 17	2	12.384	12.384	-71	-71	12.343	0	-30
30 Sep 17	3	12.38	12.38	-4	-75	12.333	0	-28
1 Oct 17	4	12.377	12.377	-3	-78	12.358	0	-36
2 Oct 17	5	12.349	12.349	-28	-106	12.402	0	-42
3 Oct 17	6	12.308	12.308	-41	-147	12.266	0	-44
4 Oct 17	7	12.288	12.288	-20	-167	12.244	0	-42
5 Oct 17	8	12.273	12.273	-15	-182	12.231	0	-48
6 Oct 17	9	12.247	12.247	-26	-208	12.203	0	-48
7 Oct 17	10	12.233	12.233	-14	-222	12.191	0	-54
8 Oct 17	11	12.198	12.198	-35	-257	12.18	0	-60
9 Oct 17	12	12.167	12.167	-31	-288	12.12	0	-63
10 Oct 17	13	12.138	12.138	-29	-317	12.096	0	-66
11 Oct 17	14	12.119	12.119	-19	-336	12.077	0	-66
12 Oct 17	15	12.105	12.105	-14	-350	12.061	0	-80
13 Oct 17	16	12.092	12.092	-13	-363	12.048	0	-82
14 Oct 17	17	12.079	12.079	-13	-376	12.035	0	-82
15 Oct 17	18	12.066	12.066	-13	-389	12.031	0	-82
16 Oct 17	19	12.06	12.06	-6	-395	12.024	0	-84
17 Oct 17	20	12.042	12.042	-18	-413	12.021	0	-82
18 Oct 17	21	12.042	12.042	0	-413	12.003	0	-80
19 Oct 17	22	13.03	12.03	-12	-425	12.716	0.686	-86
20 Oct 17	23	13.029	12.029	-1	-426	12.714	0.685	-84
21 Oct 17	24	13.024	12.024	-5	-431	12.7	0.676	-84
22 Oct 17	25	13.013	12.013	-11	-442	12.702	0.689	-80
23 Oct 17	26	13.007	12.007	-6	-448	12.694	0.687	-81
24 Oct 17	27	13.006	12.006	-1	-449	12.691	0.685	-87
25 Oct 17	28	13.006	12.006	0	-449	12.663	0.657	-86
26 Oct 17	29	12.988	11.988	-18	-467	12.699	0.711	-82
27 Oct 17	30	12.988	11.988	0	-467	12.687	0.699	-80
28 Oct 17	31	12.986	11.986	-2	-469	12.657	0.671	-82
29 Oct 17	32	12.978	11.978	-8	-477	12.654	0.676	-83
30 Oct 17	33	12.977	11.977	-1	-478	12.657	0.68	-85
31 Oct 17	34	12.975	11.975	-2	-480	12.654	0.679	-80

DATE	DAY	DATUM	PLATE	SMT	TTL	PRELOAD	PRELOAD	VG SP 105R (kPa)
		ELV	ELV		SMT	ELV	THICKNESS	
		EL+(m)	EL+(m)	(mm)	(mm)	EL+(m)	(m)	
1 Nov 17	35	12.969	11.969	-6	-486	12.65	0.681	-84
2 Nov 17	36	12.969	11.969	0	-486	12.649	0.68	-86
3 Nov 17	37	12.964	11.964	-5	-491	12.626	0.662	-80
4 Nov 17	38	12.964	11.964	0	-491	12.626	0.662	-85
5 Nov 17	39	12.964	11.964	0	-491	12.586	0.622	-85
6 Nov 17	40	12.964	11.964	0	-491	12.59	0.626	-85
7 Nov 17	41	12.946	11.946	-18	-509	12.636	0.69	-80
8 Nov 17	42	12.946	11.946	0	-509	12.63	0.684	-80
9 Nov 17	43	12.938	11.938	-8	-517	12.62	0.682	-85
10 Nov 17	44	12.931	11.931	-7	-524	12.6	0.669	-80
11 Nov 17	45	12.93	11.93	-1	-525	12.6	0.67	-81
12 Nov 17	46	12.926	11.926	-4	-529	12.595	0.669	-81
13 Nov 17	47	12.922	11.922	-4	-533	12.553	0.631	-80
14 Nov 17	48	12.908	11.908	-14	-547	12.586	0.678	-81
15 Nov 17	49	12.908	11.908	0	-547	12.578	0.67	-80
16 Nov 17	50	12.908	11.908	0	-547	12.577	0.669	-80
17 Nov 17	51	12.905	11.905	-3	-550	12.57	0.665	-80
18 Nov 17	52	12.905	11.905	0	-550	12.577	0.672	-80
19 Nov 17	53	12.905	11.905	0	-550	12.575	0.67	-80
20 Nov 17	54	12.904	11.904	-1	-551	12.57	0.666	-81
21 Nov 17	55	12.894	11.894	-10	-561	12.56	0.666	-80
22 Nov 17	56	12.894	11.894	0	-561	12.568	0.674	-80
23 Nov 17	57	12.894	11.894	0	-561	12.564	0.67	-80
24 Nov 17	58	12.89	11.89	-4	-565	12.562	0.672	-80
25 Nov 17	59	12.884	11.884	-6	-571	12.597	0.713	-81
26 Nov 17	60	12.884	11.884	0	-571	12.56	0.676	-82
27 Nov 17	61	12.883	11.883	-1	-572	12.56	0.677	-81
28 Nov 17	62	12.883	11.883	0	-572	12.554	0.671	-84
29 Nov 17	63	12.881	11.881	-2	-574	12.574	0.693	-81
30 Nov 17	64	12.88	11.88	-1	-575	12.57	0.69	-80
1 Dec 17	65	12.88	11.88	0	-575	12.566	0.686	-82
2 Dec 17	66	12.88	11.88	0	-575	12.566	0.686	-80
3 Dec 17	67	12.88	11.88	0	-575	12.566	0.686	-81
4 Dec 17	68	12.878	11.878	-2	-577	12.566	0.688	-81
5 Dec 17	69	12.877	11.877	-1	-578	12.52	0.643	-80
6 Dec 17	70	12.877	11.877	0	-578	12.511	0.634	-80

DATE	DAY	DATUM	PLATE	SMT	TTL	PRELOAD	PRELOAD	VG SP 105R (kPa)
		ELV EL+(m)	ELV EL+(m)		SMT (mm)	ELV (mm)	ELV EL+(m)	
7 Dec 17	71	12.876	11.876	-1	-579	12.5	0.624	-82
8 Dec 17	72	13.376	11.876	0	-579	12.577	0.701	-80
9 Dec 17	73	13.375	11.875	-1	-580	12.609	0.734	-80
10 Dec 17	74	13.375	11.875	0	-580	12.547	0.672	-80
11 Dec 17	75	13.37	11.87	-5	-585	12.549	0.679	-81
12 Dec 17	76	13.37	11.87	0	-585	12.637	0.767	-81
13 Dec 17	77	13.367	11.867	-3	-588	12.586	0.719	-81
14 Dec 17	78	13.366	11.866	-1	-589	12.583	0.717	-82
15 Dec 17	79	13.366	11.866	0	-589	12.59	0.724	-82
16 Dec 17	80	13.366	11.866	0	-589	12.587	0.721	-80
17 Dec 17	81	13.364	11.864	-2	-591	12.581	0.717	-80
18 Dec 17	82	13.364	11.864	0	-591	12.58	0.716	-80
19 Dec 17	83	13.363	11.863	-1	-592	12.58	0.717	-80
20 Dec 17	84	13.362	11.862	-1	-593	12.577	0.715	-81
21 Dec 17	85	13.362	11.862	0	-593	12.577	0.715	-81
22 Dec 17	86	13.36	11.86	-2	-595	12.55	0.69	-81
23 Dec 17	87	13.36	11.86	0	-595	12.544	0.684	-82
24 Dec 17	88	13.36	11.86	0	-595	12.544	0.684	-80
25 Dec 17	89	13.36	11.86	0	-595	12.59	0.73	-82
26 Dec 17	90	13.36	11.86	0	-595	12.59	0.73	-80
27 Dec 17	91	13.36	11.86	0	-595	12.585	0.725	-80
28 Dec 17	92	13.359	11.859	-1	-596	12.58	0.721	-80
29 Dec 17	93	13.358	11.858	-1	-597	12.599	0.741	-80
30 Dec 17	94	13.358	11.858	0	-597	12.6	0.742	-80
31 Dec 17	95	13.357	11.857	-1	-598	12.611	0.754	-81
1 Jan 18	96	13.357	11.857	0	-598	12.611	0.754	-81
2 Jan 18	97	13.354	11.854	-3	-601	12.593	0.739	-81
3 Jan 18	98	13.354	11.854	0	-601	12.599	0.745	-81
4 Jan 18	99	13.354	11.854	0	-601	12.601	0.747	-81
5 Jan 18	100	13.35	11.85	-4	-605	12.574	0.724	-82
6 Jan 18	101	13.35	11.85	0	-605	12.575	0.725	-82
7 Jan 18	102	13.348	11.848	-2	-607	12.586	0.738	-82
8 Jan 18	103	13.348	11.848	0	-607	12.58	0.732	-82
9 Jan 18	104	13.348	11.848	0	-607	12.589	0.741	-80
10 Jan 18	105	13.347	11.847	-1	-608	12.581	0.734	-81
11 Jan 18	106	13.347	11.847	0	-608	12.591	0.744	-81

DATE	DAY	DATUM ELV EL+(m)	PLATE ELV EL+(m)	SMT (mm)	TTL SMT (mm)	PRELOAD ELV EL+(m)	PRELOAD THICKNESS (m)	VG SP 105R (kPa)
12 Jan 18	107	13.347	11.847	0	-608	12.581	0.734	-81
13 Jan 18	108	13.347	11.847	0	-608	12.591	0.744	-82
14 Jan 18	109	13.346	11.846	-1	-609	12.591	0.745	-82
15 Jan 18	110	13.344	11.844	-2	-611	12.59	0.746	-82
16 Jan 18	111	13.344	11.844	0	-611	12.591	0.747	-82
17 Jan 18	112	13.344	11.844	0	-611	12.591	0.747	-82
18 Jan 18	113	13.344	11.844	0	-611	12.592	0.748	-82
19 Jan 18	114	13.344	11.844	0	-611	12.581	0.737	-81
20 Jan 18	115	13.344	11.844	0	-611	12.581	0.737	-81
21 Jan 18	116	13.344	11.844	0	-611	12.591	0.747	-81
22 Jan 18	117	13.343	11.843	-1	-612	12.601	0.758	-83
23 Jan 18	118	13.342	11.842	-1	-613	12.6	0.758	-83
24 Jan 18	119	13.342	11.842	0	-613	12.631	0.789	-83
25 Jan 18	120	13.341	11.841	-1	-614	12.639	0.798	-83
26 Jan 18	121	13.341	11.841	0	-614	12.639	0.798	-80
27 Jan 18	122	13.34	11.84	-1	-615	12.639	0.799	-80
28 Jan 18	123	13.34	11.84	0	-615	12.579	0.739	-80
29 Jan 18	124	13.34	11.84	0	-615	12.579	0.739	-80
30 Jan 18	125	13.324	11.824	-16	-631	12.581	0.757	-80
31 Jan 18	126	13.324	11.824	0	-631	12.581	0.757	-80
1 Feb 18	127	13.324	11.824	0	-631	12.583	0.759	-82
2 Feb 18	128	13.324	11.824	0	-631	12.58	0.756	-82



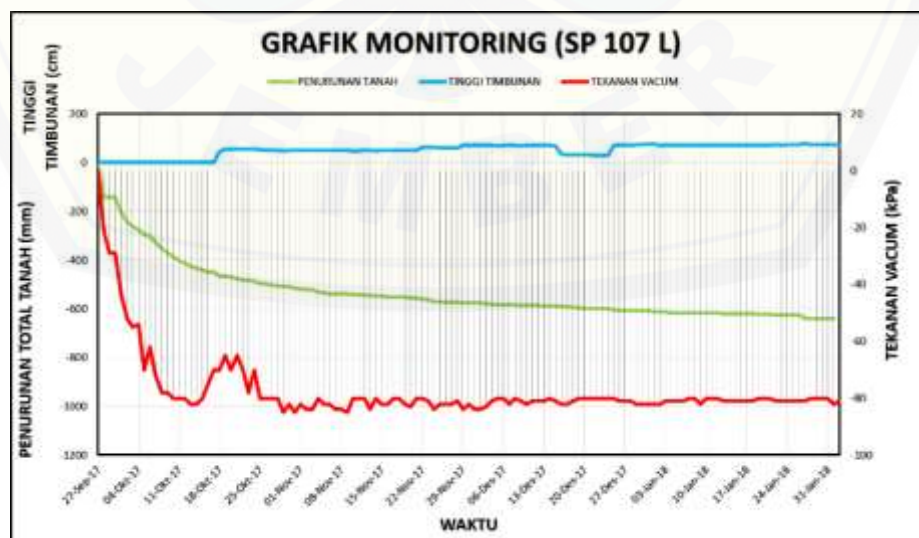
Lampiran 10 Data Monitoring SP 107L

DATE	DAY	DATUM	PLATE	SMT	TTL	PRELOAD	PRELOAD	VG SP 107L (kPa)
		ELV	ELV		SMT	ELV	THICKNESS	
		EL+(m)	EL+(m)		(mm)	(mm)	(m)	
27 Sep 17	IR	12.461	12.461	0	0	12.427	0.000	0
28 Sep 17	1	12.492	12.492	-11	-11	12.452	0	-21
29 Sep 17	2	12.361	12.361	-131	-142	12.313	0	-29
30 Sep 17	3	12.36	12.36	-1	-143	12.309	0	-29
1 Oct 17	4	12.36	12.36	0	-143	12.315	0	-44
2 Oct 17	5	12.296	12.296	-64	-207	12.251	0	-52
3 Oct 17	6	12.259	12.259	-37	-244	12.213	0	-55
4 Oct 17	7	12.24	12.24	-19	-263	12.194	0	-54
5 Oct 17	8	12.228	12.228	-12	-275	12.182	0	-70
6 Oct 17	9	12.207	12.207	-21	-296	12.165	0	-62
7 Oct 17	10	12.203	12.203	-4	-300	12.161	0	-72
8 Oct 17	11	12.174	12.174	-29	-329	12.131	0	-78
9 Oct 17	12	12.15	12.15	-24	-353	12.107	0	-78
10 Oct 17	13	12.132	12.132	-18	-371	12.089	0	-80
11 Oct 17	14	12.116	12.116	-16	-387	12.074	0	-80
12 Oct 17	15	12.1	12.1	-16	-403	12.062	0	-80
13 Oct 17	16	12.09	12.09	-10	-413	12.051	0	-82
14 Oct 17	17	12.078	12.078	-12	-425	12.038	0	-82
15 Oct 17	18	12.069	12.069	-9	-434	12.029	0	-80
16 Oct 17	19	12.062	12.062	-7	-441	12.024	0	-75
17 Oct 17	20	12.055	12.055	-7	-448	12.016	0	-70
18 Oct 17	21	13.055	12.055	0	-448	12.498	0.443	-70
19 Oct 17	22	13.037	12.037	-18	-466	12.584	0.547	-65
20 Oct 17	23	13.037	12.037	0	-466	12.594	0.557	-70
21 Oct 17	24	13.033	12.033	-4	-470	12.59	0.557	-65
22 Oct 17	25	13.025	12.025	-8	-478	12.57	0.545	-70
23 Oct 17	26	13.022	12.022	-3	-481	12.566	0.544	-78
24 Oct 17	27	13.022	12.022	0	-481	12.566	0.544	-70
25 Oct 17	28	13.016	12.016	-6	-487	12.556	0.54	-80
26 Oct 17	29	13.008	12.008	-8	-495	12.506	0.498	-80
27 Oct 17	30	13.006	12.006	-2	-497	12.498	0.492	-80
28 Oct 17	31	13.001	12.001	-5	-502	12.491	0.49	-80
29 Oct 17	32	12.997	11.997	-4	-506	12.486	0.489	-85
30 Oct 17	33	12.996	11.996	-1	-507	12.507	0.511	-82
31 Oct 17	34	12.994	11.994	-2	-509	12.484	0.49	-85

DATE	DAY	DATUM	PLATE	SMT	TTL	PRELOAD	PRELOAD	VG
		ELV	ELV		SMT	ELV	THICKNESS	SP 107L
		EL+(m)	EL+(m)		(mm)	EL+(m)	(m)	(kPa)
1 Nov 17	35	12.987	11.987	-7	-516	12.48	0.493	-82
2 Nov 17	36	12.984	11.984	-3	-519	12.476	0.492	-84
3 Nov 17	37	12.981	11.981	-3	-522	12.474	0.493	-84
4 Nov 17	38	12.981	11.981	0	-522	12.474	0.493	-80
5 Nov 17	39	12.972	11.972	-9	-531	12.476	0.504	-82
6 Nov 17	40	12.97	11.97	-2	-533	12.48	0.51	-82
7 Nov 17	41	12.964	11.964	-6	-539	12.466	0.502	-84
8 Nov 17	42	12.964	11.964	0	-539	12.466	0.502	-84
9 Nov 17	43	12.966	11.966	2	-537	12.459	0.493	-85
10 Nov 17	44	12.964	11.964	-2	-539	12.45	0.486	-80
11 Nov 17	45	12.962	11.962	-2	-541	12.45	0.488	-80
12 Nov 17	46	12.962	11.962	0	-541	12.454	0.492	-80
13 Nov 17	47	12.959	11.959	-3	-544	12.452	0.493	-84
14 Nov 17	48	12.958	11.958	-1	-545	12.446	0.488	-80
15 Nov 17	49	12.957	11.957	-1	-546	12.447	0.49	-82
16 Nov 17	50	12.956	11.956	-1	-547	12.447	0.491	-82
17 Nov 17	51	12.951	11.951	-5	-552	12.445	0.494	-80
18 Nov 17	52	12.95	11.95	-1	-553	12.454	0.504	-80
19 Nov 17	53	12.95	11.95	0	-553	12.453	0.503	-82
20 Nov 17	54	12.95	11.95	0	-553	12.453	0.503	-83
21 Nov 17	55	12.949	11.949	-1	-554	12.453	0.504	-80
22 Nov 17	56	12.947	11.947	-2	-556	12.582	0.635	-80
23 Nov 17	57	12.944	11.944	-3	-559	12.571	0.627	-81
24 Nov 17	58	12.939	11.939	-5	-564	12.572	0.633	-84
25 Nov 17	59	12.933	11.933	-6	-570	12.535	0.602	-82
26 Nov 17	60	12.932	11.932	-1	-571	12.546	0.614	-82
27 Nov 17	61	12.93	11.93	-2	-573	12.546	0.616	-82
28 Nov 17	62	12.93	11.93	0	-573	12.54	0.61	-81
29 Nov 17	63	12.93	11.93	0	-573	12.645	0.715	-84
30 Nov 17	64	12.927	11.927	-3	-576	12.64	0.713	-82
1 Dec 17	65	12.927	11.927	0	-576	12.64	0.713	-84
2 Dec 17	66	12.927	11.927	0	-576	12.636	0.709	-84
3 Dec 17	67	12.927	11.927	0	-576	12.636	0.709	-83
4 Dec 17	68	12.924	11.924	-3	-579	12.63	0.706	-81
5 Dec 17	69	12.923	11.923	-1	-580	12.62	0.697	-80
6 Dec 17	70	12.92	11.92	-3	-583	12.64	0.72	-80

DATE	DAY	DATUM	PLATE	SMT	TTL	PRELOAD	PRELOAD	VG
		ELV	ELV		SMT	ELV	THICKNESS	SP 107L
		EL+(m)	EL+(m)		(mm)	EL+(m)	(m)	(kPa)
7 Dec 17	71	12.92	11.92	0	-583	12.633	0.713	-82
8 Dec 17	72	13.42	11.92	0	-583	12.633	0.713	-80
9 Dec 17	73	13.419	11.919	-1	-584	12.599	0.68	-81
10 Dec 17	74	13.418	11.918	-1	-585	12.616	0.698	-82
11 Dec 17	75	13.416	11.916	-2	-587	12.614	0.698	-81
12 Dec 17	76	13.416	11.916	0	-587	12.623	0.707	-81
13 Dec 17	77	13.416	11.916	0	-587	12.619	0.703	-81
14 Dec 17	78	13.415	11.915	-1	-588	12.617	0.702	-80
15 Dec 17	79	13.414	11.914	-1	-589	12.61	0.696	-81
16 Dec 17	80	13.413	11.913	-1	-590	12.25	0.337	-82
17 Dec 17	81	13.412	11.912	-1	-591	12.244	0.332	-82
18 Dec 17	82	13.412	11.912	0	-591	12.24	0.328	-81
19 Dec 17	83	13.409	11.909	-3	-594	12.23	0.321	-80
20 Dec 17	84	13.407	11.907	-2	-596	12.22	0.313	-80
21 Dec 17	85	13.407	11.907	0	-596	12.22	0.313	-80
22 Dec 17	86	13.405	11.905	-2	-598	12.198	0.293	-80
23 Dec 17	87	13.405	11.905	0	-598	12.198	0.293	-80
24 Dec 17	88	13.405	11.905	0	-598	12.198	0.293	-80
25 Dec 17	89	13.403	11.903	-2	-600	12.62	0.717	-80
26 Dec 17	90	13.4	11.9	-3	-603	12.61	0.71	-81
27 Dec 17	91	13.397	11.897	-3	-606	12.617	0.72	-81
28 Dec 17	92	13.397	11.897	0	-606	12.62	0.723	-81
29 Dec 17	93	13.396	11.896	-1	-607	12.632	0.736	-82
30 Dec 17	94	13.395	11.895	-1	-608	12.64	0.745	-82
31 Dec 17	95	13.395	11.895	0	-608	12.65	0.755	-82
1 Jan 18	96	13.395	11.895	0	-608	12.65	0.755	-82
2 Jan 18	97	13.392	11.892	-3	-611	12.611	0.719	-82
3 Jan 18	98	13.392	11.892	0	-611	12.612	0.72	-81
4 Jan 18	99	13.392	11.892	0	-611	12.615	0.723	-81
5 Jan 18	100	13.386	11.886	-6	-617	12.607	0.721	-81
6 Jan 18	101	13.386	11.886	0	-617	12.609	0.723	-81
7 Jan 18	102	13.386	11.886	0	-617	12.602	0.716	-80
8 Jan 18	103	13.386	11.886	0	-617	12.602	0.716	-80
9 Jan 18	104	13.385	11.885	-1	-618	12.601	0.716	-82
10 Jan 18	105	13.385	11.885	0	-618	12.605	0.72	-80
11 Jan 18	106	13.385	11.885	0	-618	12.6	0.715	-80

DATE	DAY	DATUM	PLATE	SMT	TTL	PRELOAD	PRELOAD	VG SP 107L (kPa)
		ELV EL+(m)	ELV EL+(m)		SMT (mm)	ELV EL+(m)	THICKNESS (m)	
12 Jan 18	107	13.385	11.885	0	-618	12.591	0.706	-80
13 Jan 18	108	13.385	11.885	0	-618	12.591	0.706	-81
14 Jan 18	109	13.384	11.884	-1	-619	12.593	0.709	-81
15 Jan 18	110	13.383	11.883	-1	-620	12.591	0.708	-81
16 Jan 18	111	13.383	11.883	0	-620	12.594	0.711	-81
17 Jan 18	112	13.383	11.883	0	-620	12.599	0.716	-81
18 Jan 18	113	13.383	11.883	0	-620	12.597	0.714	-81
19 Jan 18	114	13.382	11.882	-1	-621	12.59	0.708	-80
20 Jan 18	115	13.381	11.881	-1	-622	12.591	0.71	-80
21 Jan 18	116	13.381	11.881	0	-622	12.602	0.721	-80
22 Jan 18	117	13.38	11.88	-1	-623	12.605	0.725	-81
23 Jan 18	118	13.379	11.879	-1	-624	12.6	0.721	-81
24 Jan 18	119	13.379	11.879	0	-624	12.604	0.725	-81
25 Jan 18	120	13.378	11.878	-1	-625	12.609	0.731	-81
26 Jan 18	121	13.378	11.878	0	-625	12.609	0.731	-81
27 Jan 18	122	13.377	11.877	-1	-626	12.67	0.793	-81
28 Jan 18	123	13.364	11.864	-13	-639	12.599	0.735	-80
29 Jan 18	124	13.362	11.862	-2	-641	12.592	0.73	-80
30 Jan 18	125	13.362	11.862	0	-641	12.591	0.729	-80
31 Jan 18	126	13.362	11.862	0	-641	12.591	0.729	-80
1 Feb 18	127	13.362	11.862	0	-641	12.589	0.727	-82
2 Feb 18	128	13.362	11.862	0	-641	12.581	0.719	-81



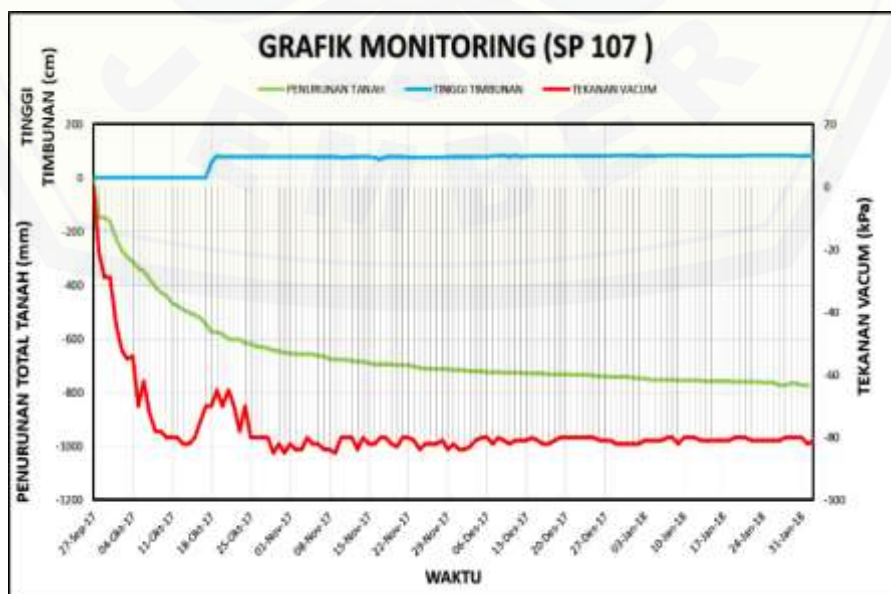
Lampiran 11 Data Monitoring SP 107

DATE	DAY	DATUM	PLATE	SMT	TOTAL	PRELOAD	PRELOAD	VG SP 107
		ELV EL+(m)	ELV EL+(m)		SMT (mm)	ELV EL+(m)	THICKNESS (m)	
27 Sep 17	IR	12.461	12.461	0	0	12.427	0.000	0
28 Sep 17	1	12.495	12.495	-10	-10	12.43	0	-21
29 Sep 17	2	12.358	12.358	-137	-147	12.293	0	-29
30 Sep 17	3	12.357	12.357	-1	-148	12.29	0	-29
1 Oct 17	4	12.343	12.343	-14	-162	12.274	0	-44
2 Oct 17	5	12.277	12.277	-66	-228	12.213	0	-52
3 Oct 17	6	12.236	12.236	-41	-269	12.169	0	-55
4 Oct 17	7	12.209	12.209	-27	-296	12.145	0	-54
5 Oct 17	8	12.193	12.193	-16	-312	12.128	0	-70
6 Oct 17	9	12.168	12.168	-25	-337	12.103	0	-62
7 Oct 17	10	12.159	12.159	-9	-346	12.094	0	-72
8 Oct 17	11	12.129	12.129	-30	-376	12.066	0	-78
9 Oct 17	12	12.099	12.099	-30	-406	12.034	0	-78
10 Oct 17	13	12.077	12.077	-22	-428	12.014	0	-80
11 Oct 17	14	12.067	12.067	-10	-438	12	0	-80
12 Oct 17	15	12.039	12.039	-28	-466	11.981	0	-80
13 Oct 17	16	12.027	12.027	-12	-478	11.965	0	-82
14 Oct 17	17	12.014	12.014	-13	-491	11.953	0	-82
15 Oct 17	18	12.001	12.001	-13	-504	11.941	0	-80
16 Oct 17	19	11.993	11.993	-8	-512	11.938	0	-75
17 Oct 17	20	11.984	11.984	-9	-521	11.923	0	-70
18 Oct 17	21	12.96	11.96	-24	-545	12.528	0.568	-70
19 Oct 17	22	12.932	11.932	-28	-573	12.733	0.801	-65
20 Oct 17	23	12.928	11.928	-4	-577	12.71	0.782	-70
21 Oct 17	24	12.924	11.924	-4	-581	12.7	0.776	-65
22 Oct 17	25	12.904	11.904	-20	-601	12.7	0.796	-70
23 Oct 17	26	12.904	11.904	0	-601	12.685	0.781	-78
24 Oct 17	27	12.904	11.904	0	-601	12.679	0.775	-70
25 Oct 17	28	12.889	11.889	-15	-616	12.674	0.785	-80
26 Oct 17	29	12.888	11.888	-1	-617	12.669	0.781	-80
27 Oct 17	30	12.878	11.878	-10	-627	12.668	0.79	-80
28 Oct 17	31	12.875	11.875	-3	-630	12.662	0.787	-80
29 Oct 17	32	12.869	11.869	-6	-636	12.645	0.776	-85
30 Oct 17	33	12.862	11.862	-7	-643	12.64	0.778	-82
31 Oct 17	34	12.86	11.86	-2	-645	12.64	0.78	-85

DATE	DAY	DATUM	PLATE	SMT	TOTAL	PRELOAD	PRELOAD	VG
		ELV	ELV		SMT	ELV	THICKNESS	
		EL+(m)	EL+(m)	(mm)	(mm)	EL+(m)	(m)	(kPa)
1 Nov 17	35	12.853	11.853	-7	-652	12.64	0.787	-82
2 Nov 17	36	12.852	11.852	-1	-653	12.629	0.777	-84
3 Nov 17	37	12.849	11.849	-3	-656	12.627	0.778	-84
4 Nov 17	38	12.849	11.849	0	-656	12.627	0.778	-80
5 Nov 17	39	12.849	11.849	0	-656	12.627	0.778	-82
6 Nov 17	40	12.848	11.848	-1	-657	12.63	0.782	-82
7 Nov 17	41	12.842	11.842	-6	-663	12.618	0.776	-84
8 Nov 17	42	12.842	11.842	0	-663	12.618	0.776	-84
9 Nov 17	43	12.83	11.83	-12	-675	12.614	0.784	-85
10 Nov 17	44	12.829	11.829	-1	-676	12.6	0.771	-80
11 Nov 17	45	12.827	11.827	-2	-678	12.6	0.773	-80
12 Nov 17	46	12.827	11.827	0	-678	12.607	0.78	-80
13 Nov 17	47	12.824	11.824	-3	-681	12.605	0.781	-84
14 Nov 17	48	12.821	11.821	-3	-684	12.601	0.78	-80
15 Nov 17	49	12.82	11.82	-1	-685	12.602	0.782	-82
16 Nov 17	50	12.816	11.816	-4	-689	12.587	0.771	-82
17 Nov 17	51	12.811	11.811	-5	-694	12.492	0.681	-80
18 Nov 17	52	12.81	11.81	-1	-695	12.6	0.79	-80
19 Nov 17	53	12.81	11.81	0	-695	12.595	0.785	-82
20 Nov 17	54	12.809	11.809	-1	-696	12.59	0.781	-83
21 Nov 17	55	12.808	11.808	-1	-697	12.584	0.776	-80
22 Nov 17	56	12.808	11.808	0	-697	12.579	0.771	-80
23 Nov 17	57	12.808	11.808	0	-697	12.577	0.769	-81
24 Nov 17	58	12.803	11.803	-5	-702	12.567	0.764	-84
25 Nov 17	59	12.798	11.798	-5	-707	12.566	0.768	-82
26 Nov 17	60	12.793	11.793	-5	-712	12.561	0.768	-82
27 Nov 17	61	12.793	11.793	0	-712	12.561	0.768	-82
28 Nov 17	62	12.792	11.792	-1	-713	12.56	0.768	-81
29 Nov 17	63	12.791	11.791	-1	-714	12.586	0.795	-84
30 Nov 17	64	12.791	11.791	0	-714	12.584	0.793	-82
1 Dec 17	65	12.788	11.788	-3	-717	12.58	0.792	-84
2 Dec 17	66	12.788	11.788	0	-717	12.577	0.789	-84
3 Dec 17	67	12.788	11.788	0	-717	12.577	0.789	-83
4 Dec 17	68	12.785	11.785	-3	-720	12.57	0.785	-81
5 Dec 17	69	12.784	11.784	-1	-721	12.56	0.776	-80
6 Dec 17	70	12.783	11.783	-1	-722	12.567	0.784	-80

DATE	DAY	DATUM	PLATE	SMT	TOTAL	PRELOAD	PRELOAD	VG
		ELV	ELV		SMT	ELV	THICKNESS	
		EL+(m)	EL+(m)	(mm)	(mm)	EL+(m)	(m)	(kPa)
7 Dec 17	71	12.781	11.781	-2	-724	12.59	0.809	-82
8 Dec 17	72	13.281	11.781	0	-724	12.594	0.813	-80
9 Dec 17	73	13.28	11.78	-1	-725	12.628	0.848	-81
10 Dec 17	74	13.279	11.779	-1	-726	12.567	0.788	-82
11 Dec 17	75	13.278	11.778	-1	-727	12.614	0.836	-81
12 Dec 17	76	13.278	11.778	0	-727	12.564	0.786	-81
13 Dec 17	77	13.278	11.778	0	-727	12.584	0.806	-81
14 Dec 17	78	13.277	11.777	-1	-728	12.583	0.806	-80
15 Dec 17	79	13.276	11.776	-1	-729	12.58	0.804	-81
16 Dec 17	80	13.275	11.775	-1	-730	12.58	0.805	-82
17 Dec 17	81	13.275	11.775	0	-730	12.577	0.802	-82
18 Dec 17	82	13.274	11.774	-1	-731	12.575	0.801	-81
19 Dec 17	83	13.273	11.773	-1	-732	12.59	0.817	-80
20 Dec 17	84	13.273	11.773	0	-732	12.588	0.815	-80
21 Dec 17	85	13.273	11.773	0	-732	12.587	0.814	-80
22 Dec 17	86	13.271	11.771	-2	-734	12.585	0.814	-80
23 Dec 17	87	13.271	11.771	0	-734	12.58	0.809	-80
24 Dec 17	88	13.271	11.771	0	-734	12.58	0.809	-80
25 Dec 17	89	13.27	11.77	-1	-735	12.579	0.809	-80
26 Dec 17	90	13.269	11.769	-1	-736	12.577	0.808	-81
27 Dec 17	91	13.265	11.765	-4	-740	12.576	0.811	-81
28 Dec 17	92	13.265	11.765	0	-740	12.58	0.815	-81
29 Dec 17	93	13.264	11.764	-1	-741	12.592	0.828	-82
30 Dec 17	94	13.264	11.764	0	-741	12.592	0.828	-82
31 Dec 17	95	13.263	11.763	-1	-742	12.591	0.828	-82
1 Jan 18	96	13.263	11.763	0	-742	12.591	0.828	-82
2 Jan 18	97	13.26	11.76	-3	-745	12.57	0.81	-82
3 Jan 18	98	13.259	11.759	-1	-746	12.57	0.811	-81
4 Jan 18	99	13.257	11.757	-2	-748	12.571	0.814	-81
5 Jan 18	100	13.253	11.753	-4	-752	12.574	0.821	-81
6 Jan 18	101	13.252	11.752	-1	-753	12.574	0.822	-81
7 Jan 18	102	13.252	11.752	0	-753	12.579	0.827	-80
8 Jan 18	103	13.252	11.752	0	-753	12.579	0.827	-80
9 Jan 18	104	13.252	11.752	0	-753	12.579	0.827	-82
10 Jan 18	105	13.251	11.751	-1	-754	12.58	0.829	-80
11 Jan 18	106	13.25	11.75	-1	-755	12.577	0.827	-80

DATE	DAY	DATUM	PLATE	SMT	TOTAL	PRELOAD	PRELOAD	VG
		ELV	ELV		SMT	ELV	THICKNESS	
		EL+(m)	EL+(m)	(mm)	(mm)	EL+(m)	(m)	(kPa)
12 Jan 18	107	13.25	11.75	0	-755	12.57	0.82	-80
13 Jan 18	108	13.25	11.75	0	-755	12.569	0.819	-81
14 Jan 18	109	13.249	11.749	-1	-756	12.571	0.822	-81
15 Jan 18	110	13.248	11.748	-1	-757	12.569	0.821	-81
16 Jan 18	111	13.248	11.748	0	-757	12.562	0.814	-81
17 Jan 18	112	13.248	11.748	0	-757	12.569	0.821	-81
18 Jan 18	113	13.247	11.747	-1	-758	12.571	0.824	-81
19 Jan 18	114	13.247	11.747	0	-758	12.57	0.823	-80
20 Jan 18	115	13.245	11.745	-2	-760	12.57	0.825	-80
21 Jan 18	116	13.245	11.745	0	-760	12.572	0.827	-80
22 Jan 18	117	13.244	11.744	-1	-761	12.577	0.833	-81
23 Jan 18	118	13.244	11.744	0	-761	12.577	0.833	-81
24 Jan 18	119	13.244	11.744	0	-761	12.572	0.828	-81
25 Jan 18	120	13.243	11.743	-1	-762	12.572	0.829	-81
26 Jan 18	121	13.243	11.743	0	-762	12.572	0.829	-81
27 Jan 18	122	13.242	11.742	-1	-763	12.57	0.828	-81
28 Jan 18	123	13.232	11.732	-10	-773	12.562	0.83	-80
29 Jan 18	124	13.231	11.731	-1	-774	12.562	0.831	-80
30 Jan 18	125	13.24	11.74	9	-765	12.566	0.826	-80
31 Jan 18	126	13.24	11.74	0	-765	12.566	0.826	-80
1 Feb 18	127	13.233	11.733	-7	-772	12.552	0.819	-82
2 Feb 18	128	13.233	11.733	0	-772	12.551	0.818	-81



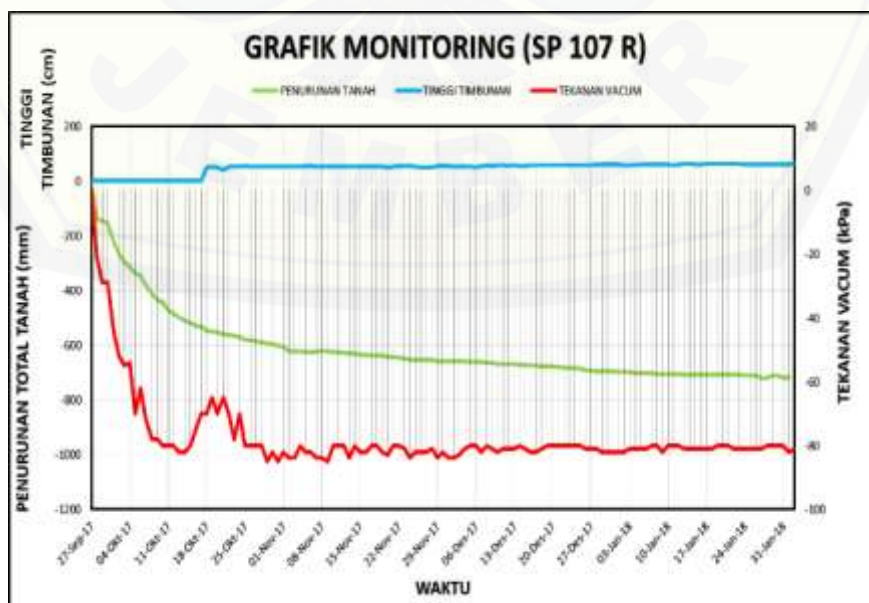
Lampiran 12 Data Monitoring SP 107R

DATE	DAY	DATUM	PLATE	SMT	TTL	PRELOAD	PRELOAD	VG
		ELV	ELV		SMT	ELV	THICKNESS	
		EL+(m)	EL+(m)	(mm)	(mm)	EL+(m)	(m)	(kPa)
27 Sep 17	IR	12.461	12.461	0	0	12.427	0.000	0
28 Sep 17	1	12.643	12.643	-11	-11	12.614	0	-21
29 Sep 17	2	12.514	12.514	-129	-140	12.503	0	-29
30 Sep 17	3	12.51	12.51	-4	-144	12.503	0	-29
1 Oct 17	4	12.5	12.5	-10	-154	12.467	0	-44
2 Oct 17	5	12.433	12.433	-67	-221	12.402	0	-52
3 Oct 17	6	12.387	12.387	-46	-267	12.354	0	-55
4 Oct 17	7	12.359	12.359	-28	-295	12.34	0	-54
5 Oct 17	8	12.341	12.341	-18	-313	12.308	0	-70
6 Oct 17	9	12.317	12.317	-24	-337	12.286	0	-62
7 Oct 17	10	12.308	12.308	-9	-346	12.279	0	-72
8 Oct 17	11	12.273	12.273	-35	-381	12.24	0	-78
9 Oct 17	12	12.243	12.243	-30	-411	12.211	0	-78
10 Oct 17	13	12.218	12.218	-25	-436	12.188	0	-80
11 Oct 17	14	12.21	12.21	-8	-444	12.167	0	-80
12 Oct 17	15	12.181	12.181	-29	-473	12.151	0	-80
13 Oct 17	16	12.168	12.168	-13	-486	12.138	0	-82
14 Oct 17	17	12.156	12.156	-12	-498	12.124	0	-82
15 Oct 17	18	12.142	12.142	-14	-512	12.119	0	-80
16 Oct 17	19	12.135	12.135	-7	-519	12.107	0	-75
17 Oct 17	20	12.126	12.126	-9	-528	12.094	0	-70
18 Oct 17	21	13.122	12.122	-4	-532	12.622	0.5	-70
19 Oct 17	22	13.106	12.106	-16	-548	12.628	0.522	-65
20 Oct 17	23	13.104	12.104	-2	-550	12.598	0.494	-70
21 Oct 17	24	13.101	12.101	-3	-553	12.5	0.399	-65
22 Oct 17	25	13.093	12.093	-8	-561	12.615	0.522	-70
23 Oct 17	26	13.091	12.091	-2	-563	12.615	0.524	-78
24 Oct 17	27	13.089	12.089	-2	-565	12.609	0.52	-70
25 Oct 17	28	13.083	12.083	-6	-571	12.625	0.542	-80
26 Oct 17	29	13.074	12.074	-9	-580	12.599	0.525	-80
27 Oct 17	30	13.074	12.074	0	-580	12.593	0.519	-80
28 Oct 17	31	13.068	12.068	-6	-586	12.59	0.522	-80
29 Oct 17	32	13.065	12.065	-3	-589	12.585	0.52	-85
30 Oct 17	33	13.06	12.06	-5	-594	12.582	0.522	-82
31 Oct 17	34	13.058	12.058	-2	-596	12.58	0.522	-85

DATE	DAY	DATUM	PLATE	SMT	TTL	PRELOAD	PRELOAD	VG
		ELV	ELV		SMT	ELV	THICKNESS	SP 107R
		EL+(m)	EL+(m)		(mm)	(mm)	EL+(m)	(m)
1 Nov 17	35	13.052	12.052	-6	-602	12.576	0.524	-82
2 Nov 17	36	13.05	12.05	-2	-604	12.572	0.522	-84
3 Nov 17	37	13.031	12.031	-19	-623	12.569	0.538	-84
4 Nov 17	38	13.031	12.031	0	-623	12.569	0.538	-80
5 Nov 17	39	13.031	12.031	0	-623	12.574	0.543	-82
6 Nov 17	40	13.03	12.03	-1	-624	12.58	0.55	-82
7 Nov 17	41	13.03	12.03	0	-624	12.561	0.531	-84
8 Nov 17	42	13.03	12.03	0	-624	12.56	0.53	-84
9 Nov 17	43	13.033	12.033	3	-621	12.554	0.521	-85
10 Nov 17	44	13.032	12.032	-1	-622	12.55	0.518	-80
11 Nov 17	45	13.03	12.03	-2	-624	12.55	0.52	-80
12 Nov 17	46	13.029	12.029	-1	-625	12.549	0.52	-80
13 Nov 17	47	13.027	12.027	-2	-627	12.547	0.52	-84
14 Nov 17	48	13.024	12.024	-3	-630	12.545	0.521	-80
15 Nov 17	49	13.024	12.024	0	-630	12.542	0.518	-82
16 Nov 17	50	13.019	12.019	-5	-635	12.54	0.521	-82
17 Nov 17	51	13.018	12.018	-1	-636	12.538	0.52	-80
18 Nov 17	52	13.017	12.017	-1	-637	12.545	0.528	-80
19 Nov 17	53	13.017	12.017	0	-637	12.534	0.517	-82
20 Nov 17	54	13.017	12.017	0	-637	12.524	0.507	-83
21 Nov 17	55	13.012	12.012	-5	-642	12.553	0.541	-80
22 Nov 17	56	13.012	12.012	0	-642	12.568	0.556	-80
23 Nov 17	57	13.009	12.009	-3	-645	12.558	0.549	-81
24 Nov 17	58	13.006	12.006	-3	-648	12.553	0.547	-84
25 Nov 17	59	13	12	-6	-654	12.522	0.522	-82
26 Nov 17	60	13	12	0	-654	12.498	0.498	-82
27 Nov 17	61	13	12	0	-654	12.498	0.498	-82
28 Nov 17	62	13	12	0	-654	12.49	0.49	-81
29 Nov 17	63	13	12	0	-654	12.553	0.553	-84
30 Nov 17	64	12.996	11.996	-4	-658	12.55	0.554	-82
1 Dec 17	65	12.996	11.996	0	-658	12.544	0.548	-84
2 Dec 17	66	12.995	11.995	-1	-659	12.536	0.541	-84
3 Dec 17	67	12.995	11.995	0	-659	12.536	0.541	-83
4 Dec 17	68	12.995	11.995	0	-659	12.536	0.541	-81
5 Dec 17	69	12.994	11.994	-1	-660	12.53	0.536	-80
6 Dec 17	70	12.992	11.992	-2	-662	12.5	0.508	-80

DATE	DAY	DATUM	PLATE	SMT	TTL	PRELOAD	PRELOAD	VG
		ELV	ELV		SMT	ELV	THICKNESS	SP 107R
		EL+(m)	EL+(m)		(mm)	(mm)	EL+(m)	(m)
7 Dec 17	71	12.992	11.992	0	-662	12.543	0.551	-82
8 Dec 17	72	13.492	11.992	0	-662	12.565	0.573	-80
9 Dec 17	73	13.49	11.99	-2	-664	12.554	0.564	-81
10 Dec 17	74	13.489	11.989	-1	-665	12.559	0.57	-82
11 Dec 17	75	13.484	11.984	-5	-670	12.56	0.576	-81
12 Dec 17	76	13.484	11.984	0	-670	12.55	0.566	-81
13 Dec 17	77	13.484	11.984	0	-670	12.553	0.569	-81
14 Dec 17	78	13.484	11.984	0	-670	12.544	0.56	-80
15 Dec 17	79	13.482	11.982	-2	-672	12.543	0.561	-81
16 Dec 17	80	13.482	11.982	0	-672	12.57	0.588	-82
17 Dec 17	81	13.48	11.98	-2	-674	12.561	0.581	-82
18 Dec 17	82	13.48	11.98	0	-674	12.56	0.58	-81
19 Dec 17	83	13.478	11.978	-2	-676	12.57	0.592	-80
20 Dec 17	84	13.477	11.977	-1	-677	12.569	0.592	-80
21 Dec 17	85	13.477	11.977	0	-677	12.564	0.587	-80
22 Dec 17	86	13.475	11.975	-2	-679	12.56	0.585	-80
23 Dec 17	87	13.473	11.973	-2	-681	12.544	0.571	-80
24 Dec 17	88	13.473	11.973	0	-681	12.544	0.571	-80
25 Dec 17	89	13.469	11.969	-4	-685	12.555	0.586	-80
26 Dec 17	90	13.468	11.968	-1	-686	12.55	0.582	-81
27 Dec 17	91	13.462	11.962	-6	-692	12.552	0.59	-81
28 Dec 17	92	13.462	11.962	0	-692	12.557	0.595	-81
29 Dec 17	93	13.46	11.96	-2	-694	12.558	0.598	-82
30 Dec 17	94	13.459	11.959	-1	-695	12.558	0.599	-82
31 Dec 17	95	13.459	11.959	0	-695	12.558	0.599	-82
1 Jan 18	96	13.459	11.959	0	-695	12.558	0.599	-82
2 Jan 18	97	13.457	11.957	-2	-697	12.539	0.582	-82
3 Jan 18	98	13.457	11.957	0	-697	12.539	0.582	-81
4 Jan 18	99	13.455	11.955	-2	-699	12.54	0.585	-81
5 Jan 18	100	13.452	11.952	-3	-702	12.551	0.599	-81
6 Jan 18	101	13.451	11.951	-1	-703	12.559	0.608	-81
7 Jan 18	102	13.451	11.951	0	-703	12.549	0.598	-80
8 Jan 18	103	13.45	11.95	-1	-704	12.549	0.599	-80
9 Jan 18	104	13.449	11.949	-1	-705	12.549	0.6	-82
10 Jan 18	105	13.448	11.948	-1	-706	12.549	0.601	-80
11 Jan 18	106	13.448	11.948	0	-706	12.54	0.592	-80

DATE	DAY	DATUM	PLATE	SMT	TTL	PRELOAD	PRELOAD	VG SP 107R (kPa)
		ELV EL+(m)	ELV EL+(m)		SMT (mm)	SMT (mm)	ELV EL+(m)	
12 Jan 18	107	13.448	11.948	0	-706	12.56	0.612	-80
13 Jan 18	108	13.448	11.948	0	-706	12.571	0.623	-81
14 Jan 18	109	13.447	11.947	-1	-707	12.579	0.632	-81
15 Jan 18	110	13.447	11.947	0	-707	12.56	0.613	-81
16 Jan 18	111	13.446	11.946	-1	-708	12.561	0.615	-81
17 Jan 18	112	13.446	11.946	0	-708	12.567	0.621	-81
18 Jan 18	113	13.446	11.946	0	-708	12.569	0.623	-81
19 Jan 18	114	13.446	11.946	0	-708	12.569	0.623	-80
20 Jan 18	115	13.446	11.946	0	-708	12.571	0.625	-80
21 Jan 18	116	13.446	11.946	0	-708	12.581	0.635	-80
22 Jan 18	117	13.445	11.945	-1	-709	12.589	0.644	-81
23 Jan 18	118	13.445	11.945	0	-709	12.581	0.636	-81
24 Jan 18	119	13.445	11.945	0	-709	12.551	0.606	-81
25 Jan 18	120	13.444	11.944	-1	-710	12.559	0.615	-81
26 Jan 18	121	13.444	11.944	0	-710	12.559	0.615	-81
27 Jan 18	122	13.443	11.943	-1	-711	12.562	0.619	-81
28 Jan 18	123	13.434	11.934	-9	-720	12.547	0.613	-80
29 Jan 18	124	13.433	11.933	-1	-721	12.54	0.607	-80
30 Jan 18	125	13.442	11.942	9	-712	12.549	0.607	-80
31 Jan 18	126	13.442	11.942	0	-712	12.549	0.607	-80
1 Feb 18	127	13.435	11.935	-7	-719	12.537	0.602	-82
2 Feb 18	128	13.435	11.935	0	-719	12.581	0.646	-81



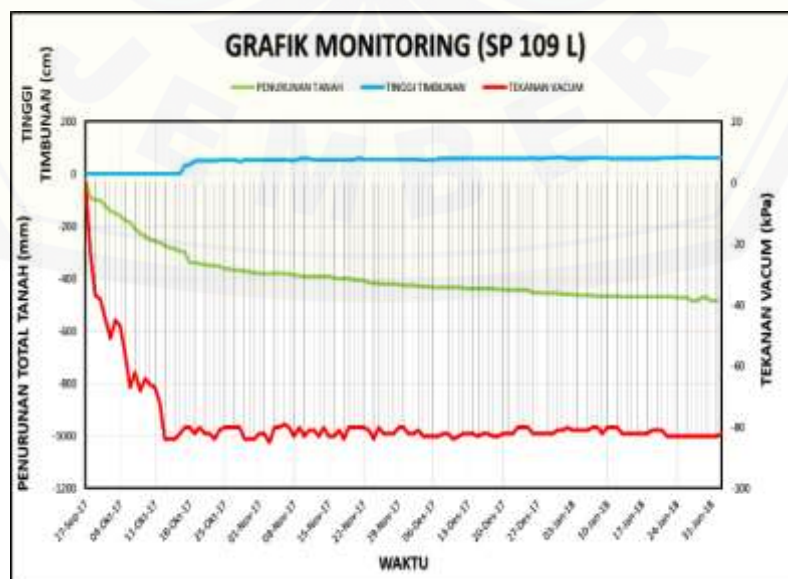
Lampiran 13 Data Monitoring SP 109L

DATE	DAY	DATUM	PLATE	SMT	TTL	PRELOAD	PRELOAD	VG SP 109L (kPa)
		ELV	ELV		SMT	ELV	THICKNESS	
		EL+(m)	EL+(m)		(mm)	(mm)	EL+(m)	
27 Sep 17	IR	12.461	12.461	0	0	12.427	0.000	0
28 Sep 17	1	12.295	12.295	-22	-22	12.252	0	-23
29 Sep 17	2	12.224	12.224	-71	-93	12.178	0	-37
30 Sep 17	3	12.22	12.22	-4	-97	12.16	0	-38
1 Oct 17	4	12.217	12.217	-3	-100	12.183	0	-45
2 Oct 17	5	12.194	12.194	-23	-123	12.144	0	-51
3 Oct 17	6	12.175	12.175	-19	-142	12.127	0	-45
4 Oct 17	7	12.167	12.167	-8	-150	12.123	0	-47
5 Oct 17	8	12.158	12.158	-9	-159	12.113	0	-56
6 Oct 17	9	12.139	12.139	-19	-178	12.097	0	-67
7 Oct 17	10	12.133	12.133	-6	-184	12.087	0	-62
8 Oct 17	11	12.108	12.108	-25	-209	12.067	0	-68
9 Oct 17	12	12.089	12.089	-19	-228	12.046	0	-64
10 Oct 17	13	12.078	12.078	-11	-239	12.033	0	-66
11 Oct 17	14	12.067	12.067	-11	-250	12.025	0	-67
12 Oct 17	15	12.06	12.06	-7	-257	12.02	0	-72
13 Oct 17	16	12.056	12.056	-4	-261	12.007	0	-84
14 Oct 17	17	12.042	12.042	-14	-275	11.996	0	-84
15 Oct 17	18	12.036	12.036	-6	-281	11.988	0	-84
16 Oct 17	19	12.032	12.032	-4	-285	11.984	0	-82
17 Oct 17	20	13.022	12.022	-10	-295	12.351	0.329	-80
18 Oct 17	21	13.02	12.02	-2	-297	12.359	0.339	-80
19 Oct 17	22	12.978	11.978	-42	-339	12.485	0.507	-82
20 Oct 17	23	12.978	11.978	0	-339	12.487	0.509	-80
21 Oct 17	24	12.975	11.975	-3	-342	12.48	0.505	-82
22 Oct 17	25	12.97	11.97	-5	-347	12.481	0.511	-82
23 Oct 17	26	12.967	11.967	-3	-350	12.482	0.515	-84
24 Oct 17	27	12.967	11.967	0	-350	12.488	0.521	-81
25 Oct 17	28	12.964	11.964	-3	-353	12.483	0.519	-80
26 Oct 17	29	12.954	11.954	-10	-363	12.471	0.517	-80
27 Oct 17	30	12.954	11.954	0	-363	12.473	0.519	-80
28 Oct 17	31	12.949	11.949	-5	-368	12.429	0.48	-80
29 Oct 17	32	12.948	11.948	-1	-369	12.471	0.523	-84
30 Oct 17	33	12.947	11.947	-1	-370	12.468	0.521	-84
31 Oct 17	34	12.945	11.945	-2	-372	12.468	0.523	-84

DATE	DAY	DATUM	PLATE	SMT	TTL	PRELOAD	PRELOAD	VG SP 109L (kPa)
		ELV	ELV		SMT	ELV	THICKNESS	
		EL+(m)	EL+(m)		(mm)	(mm)	EL+(m)	
1 Nov 17	35	12.939	11.939	-6	-378	12.46	0.521	-82
2 Nov 17	36	12.938	11.938	-1	-379	12.458	0.52	-82
3 Nov 17	37	12.937	11.937	-1	-380	12.459	0.522	-85
4 Nov 17	38	12.937	11.937	0	-380	12.459	0.522	-80
5 Nov 17	39	12.939	11.939	2	-378	12.459	0.52	-80
6 Nov 17	40	12.939	11.939	0	-378	12.466	0.527	-79
7 Nov 17	41	12.936	11.936	-3	-381	12.456	0.52	-80
8 Nov 17	42	12.936	11.936	0	-381	12.45	0.514	-83
9 Nov 17	43	12.931	11.931	-5	-386	12.513	0.582	-80
10 Nov 17	44	12.927	11.927	-4	-390	12.5	0.573	-83
11 Nov 17	45	12.926	11.926	-1	-391	12.5	0.574	-81
12 Nov 17	46	12.926	11.926	0	-391	12.456	0.53	-81
13 Nov 17	47	12.926	11.926	0	-391	12.456	0.53	-83
14 Nov 17	48	12.926	11.926	0	-391	12.455	0.529	-80
15 Nov 17	49	12.926	11.926	0	-391	12.457	0.531	-83
16 Nov 17	50	12.925	11.925	-1	-392	12.457	0.532	-83
17 Nov 17	51	12.92	11.92	-5	-397	12.451	0.531	-81
18 Nov 17	52	12.919	11.919	-1	-398	12.458	0.539	-84
19 Nov 17	53	12.919	11.919	0	-398	12.446	0.527	-80
20 Nov 17	54	12.919	11.919	0	-398	12.44	0.521	-80
21 Nov 17	55	12.913	11.913	-6	-404	12.513	0.6	-80
22 Nov 17	56	12.912	11.912	-1	-405	12.478	0.566	-80
23 Nov 17	57	12.909	11.909	-3	-408	12.466	0.557	-81
24 Nov 17	58	12.902	11.902	-7	-415	12.459	0.557	-84
25 Nov 17	59	12.899	11.899	-3	-418	12.461	0.562	-80
26 Nov 17	60	12.899	11.899	0	-418	12.461	0.562	-82
27 Nov 17	61	12.897	11.897	-2	-420	12.46	0.563	-82
28 Nov 17	62	12.897	11.897	0	-420	12.45	0.553	-82
29 Nov 17	63	12.896	11.896	-1	-421	12.454	0.558	-80
30 Nov 17	64	12.895	11.895	-1	-422	12.45	0.555	-80
1 Dec 17	65	12.893	11.893	-2	-424	12.444	0.551	-82
2 Dec 17	66	12.893	11.893	0	-424	12.44	0.547	-82
3 Dec 17	67	12.893	11.893	0	-424	12.44	0.547	-81
4 Dec 17	68	12.89	11.89	-3	-427	12.43	0.54	-83
5 Dec 17	69	12.888	11.888	-2	-429	12.42	0.532	-83
6 Dec 17	70	12.887	11.887	-1	-430	12.416	0.529	-83

DATE	DAY	DATUM	PLATE	SMT	TTL	PRELOAD	PRELOAD	VG SP 109L (kPa)
		ELV	ELV		SMT	ELV	THICKNESS	
		EL+(m)	EL+(m)		(mm)	(mm)	EL+(m)	
7 Dec 17	71	12.885	11.885	-2	-432	12.463	0.578	-83
8 Dec 17	72	13.385	11.885	0	-432	12.471	0.586	-82
9 Dec 17	73	13.385	11.885	0	-432	12.468	0.583	-82
10 Dec 17	74	13.384	11.884	-1	-433	12.466	0.582	-84
11 Dec 17	75	13.383	11.883	-1	-434	12.461	0.578	-83
12 Dec 17	76	13.383	11.883	0	-434	12.46	0.577	-82
13 Dec 17	77	13.382	11.882	-1	-435	12.467	0.585	-82
14 Dec 17	78	13.38	11.88	-2	-437	12.461	0.581	-82
15 Dec 17	79	13.38	11.88	0	-437	12.46	0.58	-83
16 Dec 17	80	13.379	11.879	-1	-438	12.461	0.582	-82
17 Dec 17	81	13.379	11.879	0	-438	12.461	0.582	-82
18 Dec 17	82	13.378	11.878	-1	-439	12.465	0.587	-83
19 Dec 17	83	13.378	11.878	0	-439	12.465	0.587	-83
20 Dec 17	84	13.376	11.876	-2	-441	12.461	0.585	-82
21 Dec 17	85	13.376	11.876	0	-441	12.466	0.59	-82
22 Dec 17	86	13.375	11.875	-1	-442	12.46	0.585	-82
23 Dec 17	87	13.374	11.874	-1	-443	12.455	0.581	-80
24 Dec 17	88	13.374	11.874	0	-443	12.455	0.581	-80
25 Dec 17	89	13.374	11.874	0	-443	12.461	0.587	-80
26 Dec 17	90	13.373	11.873	-1	-444	12.491	0.618	-82
27 Dec 17	91	13.364	11.864	-9	-453	12.447	0.583	-82
28 Dec 17	92	13.364	11.864	0	-453	12.45	0.586	-82
29 Dec 17	93	13.362	11.862	-2	-455	12.471	0.609	-82
30 Dec 17	94	13.362	11.862	0	-455	12.48	0.618	-82
31 Dec 17	95	13.361	11.861	-1	-456	12.491	0.63	-81
1 Jan 18	96	13.361	11.861	0	-456	12.491	0.63	-81
2 Jan 18	97	13.359	11.859	-2	-458	12.432	0.573	-80
3 Jan 18	98	13.359	11.859	0	-458	12.43	0.571	-81
4 Jan 18	99	13.359	11.859	0	-458	12.432	0.573	-81
5 Jan 18	100	13.352	11.852	-7	-465	12.442	0.59	-81
6 Jan 18	101	13.352	11.852	0	-465	12.449	0.597	-81
7 Jan 18	102	13.352	11.852	0	-465	12.448	0.596	-80
8 Jan 18	103	13.352	11.852	0	-465	12.448	0.596	-80
9 Jan 18	104	13.351	11.851	-1	-466	12.449	0.598	-82
10 Jan 18	105	13.351	11.851	0	-466	12.449	0.598	-80
11 Jan 18	106	13.35	11.85	-1	-467	12.42	0.57	-80

DATE	DAY	DATUM	PLATE	SMT	TTL	PRELOAD	PRELOAD	VG SP 109L (kPa)	
		ELV	ELV		SMT	ELV	THICKNESS		
		EL+(m)	EL+(m)	(mm)	(mm)	EL+(m)	(m)		
12 Jan 18	107	13.35	11.85	0	-467	12.431	0.581	-80	
13 Jan 18	108	13.35	11.85	0	-467	12.431	0.581	-82	
14 Jan 18	109	13.349	11.849	-1	-468	12.431	0.582	-82	
15 Jan 18	110	13.349	11.849	0	-468	12.43	0.581	-82	
16 Jan 18	111	13.348	11.848	-1	-469	12.431	0.583	-82	
17 Jan 18	112	13.348	11.848	0	-469	12.439	0.591	-82	
18 Jan 18	113	13.348	11.848	0	-469	12.439	0.591	-82	
19 Jan 18	114	13.348	11.848	0	-469	12.431	0.583	-81	
20 Jan 18	115	13.348	11.848	0	-469	12.441	0.593	-81	
21 Jan 18	116	13.348	11.848	0	-469	12.45	0.602	-81	
22 Jan 18	117	13.347	11.847	-1	-470	12.45	0.603	-83	
23 Jan 18	118	13.347	11.847	0	-470	12.45	0.603	-83	
24 Jan 18	119	13.347	11.847	0	-470	12.468	0.621	-83	
25 Jan 18	120	13.346	11.846	-1	-471	12.467	0.621	-83	
26 Jan 18	121	13.346	11.846	0	-471	12.467	0.621	-83	
27 Jan 18	122	13.345	11.845	-1	-472	12.468	0.623	-83	
28 Jan 18	123	13.332	11.832	-13	-485	12.428	0.596	-83	
29 Jan 18	124	13.331	11.831	-1	-486	12.427	0.596	-83	
30 Jan 18	125	13.344	11.844	13	-473	12.447	0.603	-83	
31 Jan 18	126	13.344	11.844	0	-473	12.447	0.603	-83	
1 Feb 18	127	13.333	11.833	-11	-484	12.434	0.601	-83	
2 Feb 18	128	13.333	11.833	0	-484	12.434	0.601	-82	



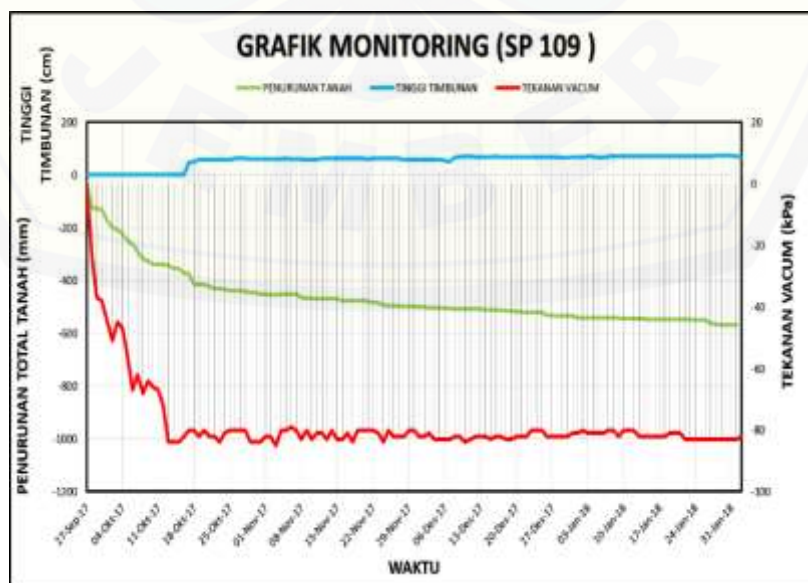
Lampiran 14 Data Monitoring SP 109

DATE	DAY	DATUM	PLATE	STM	TTL	PRELOAD	PRELOAD	VG
		ELV	ELV		SMT	ELV	THICKNESS	
		EL+(m)	EL+(m)	(mm)	(mm)	EL+(m)	(m)	(kPa)
27 Sep 17	IR	12.461	12.461	0	0	12.427	0.000	0
28 Sep 17	1	12.299	12.299	-27	-27	12.225	0	-23
29 Sep 17	2	12.201	12.201	-98	-125	12.141	0	-37
30 Sep 17	3	12.2	12.2	-1	-126	12.141	0	-38
1 Oct 17	4	12.194	12.194	-6	-132	12.134	0	-45
2 Oct 17	5	12.153	12.153	-41	-173	12.093	0	-51
3 Oct 17	6	12.127	12.127	-26	-199	12.067	0	-45
4 Oct 17	7	12.118	12.118	-9	-208	12.053	0	-47
5 Oct 17	8	12.104	12.104	-14	-222	12.044	0	-56
6 Oct 17	9	12.078	12.078	-26	-248	12.02	0	-67
7 Oct 17	10	12.064	12.064	-14	-262	12.011	0	-62
8 Oct 17	11	12.036	12.036	-28	-290	11.985	0	-68
9 Oct 17	12	12.008	12.008	-28	-318	11.957	0	-64
10 Oct 17	13	11.999	11.999	-9	-327	11.948	0	-66
11 Oct 17	14	11.987	11.987	-12	-339	11.936	0	-67
12 Oct 17	15	11.987	11.987	0	-339	11.922	0	-72
13 Oct 17	16	11.987	11.987	0	-339	11.928	0	-84
14 Oct 17	17	11.983	11.983	-4	-343	11.906	0	-84
15 Oct 17	18	11.971	11.971	-12	-355	11.889	0	-84
16 Oct 17	19	11.97	11.97	-1	-356	11.883	0	-82
17 Oct 17	20	12.956	11.956	-14	-370	12.435	0.479	-80
18 Oct 17	21	12.954	11.954	-2	-372	12.444	0.49	-80
19 Oct 17	22	12.912	11.912	-42	-414	12.495	0.583	-82
20 Oct 17	23	12.912	11.912	0	-414	12.497	0.585	-80
21 Oct 17	24	12.912	11.912	0	-414	12.49	0.578	-82
22 Oct 17	25	12.903	11.903	-9	-423	12.491	0.588	-82
23 Oct 17	26	12.896	11.896	-7	-430	12.485	0.589	-84
24 Oct 17	27	12.896	11.896	0	-430	12.479	0.583	-81
25 Oct 17	28	12.894	11.894	-2	-432	12.476	0.582	-80
26 Oct 17	29	12.888	11.888	-6	-438	12.512	0.624	-80
27 Oct 17	30	12.888	11.888	0	-438	12.513	0.625	-80
28 Oct 17	31	12.887	11.887	-1	-439	12.507	0.62	-80
29 Oct 17	32	12.885	11.885	-2	-441	12.499	0.614	-84
30 Oct 17	33	12.881	11.881	-4	-445	12.498	0.617	-84
31 Oct 17	34	12.881	11.881	0	-445	12.498	0.617	-84

DATE	DAY	DATUM	PLATE	STM	TTL	PRELOAD	PRELOAD	VG SP 109 (kPa)
		ELV EL+(m)	ELV EL+(m)		SMT (mm)	ELV EL+(m)	THICKNESS (m)	
1 Nov 17	35	12.876	11.876	-5	-450	12.49	0.614	-82
2 Nov 17	36	12.876	11.876	0	-450	12.49	0.614	-82
3 Nov 17	37	12.872	11.872	-4	-454	12.49	0.618	-85
4 Nov 17	38	12.872	11.872	0	-454	12.49	0.618	-80
5 Nov 17	39	12.876	11.876	4	-450	12.496	0.62	-80
6 Nov 17	40	12.876	11.876	0	-450	12.49	0.614	-79
7 Nov 17	41	12.874	11.874	-2	-452	12.492	0.618	-80
8 Nov 17	42	12.874	11.874	0	-452	12.492	0.618	-83
9 Nov 17	43	12.862	11.862	-12	-464	12.454	0.592	-80
10 Nov 17	44	12.859	11.859	-3	-467	12.45	0.591	-83
11 Nov 17	45	12.859	11.859	0	-467	12.45	0.591	-81
12 Nov 17	46	12.858	11.858	-1	-468	12.487	0.629	-81
13 Nov 17	47	12.858	11.858	0	-468	12.488	0.63	-83
14 Nov 17	48	12.856	11.856	-2	-470	12.488	0.632	-80
15 Nov 17	49	12.856	11.856	0	-470	12.488	0.632	-83
16 Nov 17	50	12.856	11.856	0	-470	12.487	0.631	-83
17 Nov 17	51	12.85	11.85	-6	-476	12.481	0.631	-81
18 Nov 17	52	12.85	11.85	0	-476	12.491	0.641	-84
19 Nov 17	53	12.849	11.849	-1	-477	12.487	0.638	-80
20 Nov 17	54	12.849	11.849	0	-477	12.48	0.631	-80
21 Nov 17	55	12.851	11.851	2	-475	12.467	0.616	-80
22 Nov 17	56	12.847	11.847	-4	-479	12.467	0.62	-80
23 Nov 17	57	12.844	11.844	-3	-482	12.471	0.627	-81
24 Nov 17	58	12.84	11.84	-4	-486	12.467	0.627	-84
25 Nov 17	59	12.833	11.833	-7	-493	12.466	0.633	-80
26 Nov 17	60	12.831	11.831	-2	-495	12.462	0.631	-82
27 Nov 17	61	12.83	11.83	-1	-496	12.46	0.63	-82
28 Nov 17	62	12.83	11.83	0	-496	12.409	0.579	-82
29 Nov 17	63	12.829	11.829	-1	-497	12.409	0.58	-80
30 Nov 17	64	12.827	11.827	-2	-499	12.4	0.573	-80
1 Dec 17	65	12.827	11.827	0	-499	12.398	0.571	-82
2 Dec 17	66	12.825	11.825	-2	-501	12.395	0.57	-82
3 Dec 17	67	12.825	11.825	0	-501	12.393	0.568	-81
4 Dec 17	68	12.823	11.823	-2	-503	12.393	0.57	-83
5 Dec 17	69	12.822	11.822	-1	-504	12.39	0.568	-83
6 Dec 17	70	12.822	11.822	0	-504	12.387	0.565	-83

DATE	DAY	DATUM	PLATE	STM	TTL	PRELOAD	PRELOAD	VG
		ELV	ELV		SMT	ELV	THICKNESS	
		EL+(m)	EL+(m)	(mm)	(mm)	EL+(m)	(m)	(kPa)
7 Dec 17	71	12.82	11.82	-2	-506	12.328	0.508	-83
8 Dec 17	72	13.32	11.82	0	-506	12.512	0.692	-82
9 Dec 17	73	13.319	11.819	-1	-507	12.509	0.69	-82
10 Dec 17	74	13.318	11.818	-1	-508	12.518	0.7	-84
11 Dec 17	75	13.318	11.818	0	-508	12.519	0.701	-83
12 Dec 17	76	13.318	11.818	0	-508	12.51	0.692	-82
13 Dec 17	77	13.318	11.818	0	-508	12.505	0.687	-82
14 Dec 17	78	13.317	11.817	-1	-509	12.5	0.683	-82
15 Dec 17	79	13.316	11.816	-1	-510	12.5	0.684	-83
16 Dec 17	80	13.315	11.815	-1	-511	12.517	0.702	-82
17 Dec 17	81	13.315	11.815	0	-511	12.509	0.694	-82
18 Dec 17	82	13.313	11.813	-2	-513	12.505	0.692	-83
19 Dec 17	83	13.313	11.813	0	-513	12.501	0.688	-83
20 Dec 17	84	13.31	11.81	-3	-516	12.5	0.69	-82
21 Dec 17	85	13.31	11.81	0	-516	12.498	0.688	-82
22 Dec 17	86	13.307	11.807	-3	-519	12.495	0.688	-82
23 Dec 17	87	13.306	11.806	-1	-520	12.49	0.684	-80
24 Dec 17	88	13.306	11.806	0	-520	12.49	0.684	-80
25 Dec 17	89	13.304	11.804	-2	-522	12.49	0.686	-80
26 Dec 17	90	13.304	11.804	0	-522	12.501	0.697	-82
27 Dec 17	91	13.295	11.795	-9	-531	12.486	0.691	-82
28 Dec 17	92	13.295	11.795	0	-531	12.47	0.675	-82
29 Dec 17	93	13.293	11.793	-2	-533	12.464	0.671	-82
30 Dec 17	94	13.291	11.791	-2	-535	12.461	0.67	-82
31 Dec 17	95	13.291	11.791	0	-535	12.463	0.672	-81
1 Jan 18	96	13.291	11.791	0	-535	12.463	0.672	-81
2 Jan 18	97	13.285	11.785	-6	-541	12.482	0.697	-80
3 Jan 18	98	13.285	11.785	0	-541	12.489	0.704	-81
4 Jan 18	99	13.284	11.784	-1	-542	12.489	0.705	-81
5 Jan 18	100	13.284	11.784	0	-542	12.445	0.661	-81
6 Jan 18	101	13.283	11.783	-1	-543	12.449	0.666	-81
7 Jan 18	102	13.283	11.783	0	-543	12.492	0.709	-80
8 Jan 18	103	13.283	11.783	0	-543	12.492	0.709	-80
9 Jan 18	104	13.283	11.783	0	-543	12.49	0.707	-82
10 Jan 18	105	13.283	11.783	0	-543	12.491	0.708	-80
11 Jan 18	106	13.282	11.782	-1	-544	12.491	0.709	-80

DATE	DAY	DATUM	PLATE	STM	TTL	PRELOAD	PRELOAD	VG
		ELV	ELV		SMT	ELV	THICKNESS	
		EL+(m)	EL+(m)	(mm)	(mm)	EL+(m)	(m)	(kPa)
12 Jan 18	107	13.282	11.782	0	-544	12.481	0.699	-80
13 Jan 18	108	13.282	11.782	0	-544	12.481	0.699	-82
14 Jan 18	109	13.281	11.781	-1	-545	12.481	0.7	-82
15 Jan 18	110	13.281	11.781	0	-545	12.48	0.699	-82
16 Jan 18	111	13.28	11.78	-1	-546	12.481	0.701	-82
17 Jan 18	112	13.28	11.78	0	-546	12.489	0.709	-82
18 Jan 18	113	13.28	11.78	0	-546	12.48	0.7	-82
19 Jan 18	114	13.28	11.78	0	-546	12.481	0.701	-81
20 Jan 18	115	13.279	11.779	-1	-547	12.489	0.71	-81
21 Jan 18	116	13.279	11.779	0	-547	12.489	0.71	-81
22 Jan 18	117	13.278	11.778	-1	-548	12.489	0.711	-83
23 Jan 18	118	13.278	11.778	0	-548	12.485	0.707	-83
24 Jan 18	119	13.278	11.778	0	-548	12.49	0.712	-83
25 Jan 18	120	13.277	11.777	-1	-549	12.491	0.714	-83
26 Jan 18	121	13.277	11.777	0	-549	12.491	0.714	-83
27 Jan 18	122	13.276	11.776	-1	-550	12.491	0.715	-83
28 Jan 18	123	13.262	11.762	-14	-564	12.491	0.729	-83
29 Jan 18	124	13.261	11.761	-1	-565	12.491	0.73	-83
30 Jan 18	125	13.257	11.757	-4	-569	12.487	0.73	-83
31 Jan 18	126	13.257	11.757	0	-569	12.487	0.73	-83
1 Feb 18	127	13.257	11.757	0	-569	12.471	0.714	-83
2 Feb 18	128	13.257	11.757	0	-569	12.47	0.713	-82



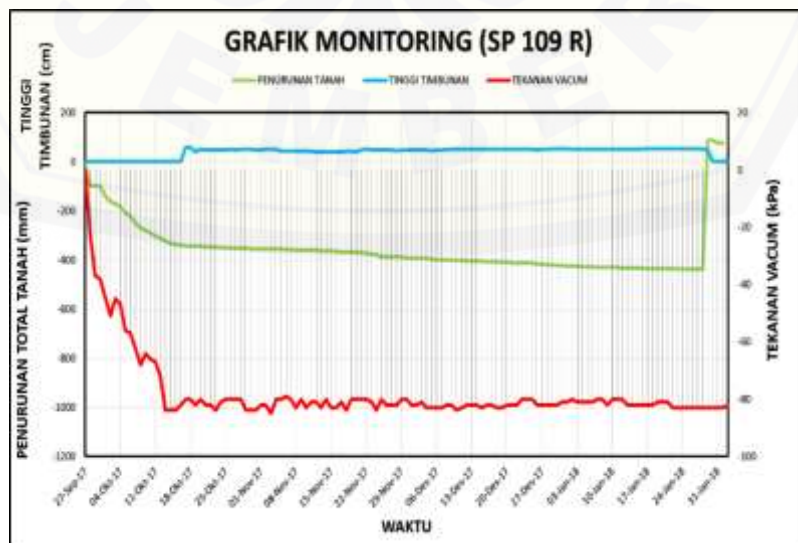
Lampiran 15 Data Monitoring SP 109R

DATE	DAY	DATUM	PLATE	STM	TTL	PRELOAD	PRELOAD	VG SP 109R (kPa)
		ELV	ELV		STM	ELV	THICKNESS	
		EL+(m)	EL+(m)		(mm)	(mm)	EL+(m)	
27 Sep 17	IR	12.461	12.461	0	0	12.427	0.000	0
28 Sep 17	1	12.433	12.433	-15	-15	12.414	0	-23
29 Sep 17	2	12.351	12.351	-82	-97	12.335	0	-37
30 Sep 17	3	12.349	12.349	-2	-99	12.32	0	-38
1 Oct 17	4	12.348	12.348	-1	-100	12.334	0	-45
2 Oct 17	5	12.306	12.306	-42	-142	12.395	0	-51
3 Oct 17	6	12.286	12.286	-20	-162	12.267	0	-45
4 Oct 17	7	12.277	12.277	-9	-171	12.261	0	-47
5 Oct 17	8	12.264	12.264	-13	-184	12.252	0	-56
6 Oct 17	9	12.24	12.24	-24	-208	12.227	0	-57
7 Oct 17	10	12.229	12.229	-11	-219	12.213	0	-62
8 Oct 17	11	12.2005	12.2005	-28.5	-247.5	12.186	0	-68
9 Oct 17	12	12.18	12.18	-20.5	-268	12.168	0	-64
10 Oct 17	13	12.168	12.168	-12	-280	12.149	0	-66
11 Oct 17	14	12.158	12.158	-10	-290	12.14	0	-67
12 Oct 17	15	12.146	12.146	-12	-302	12.132	0	-72
13 Oct 17	16	12.137	12.137	-9	-311	12.127	0	-84
14 Oct 17	17	12.125	12.125	-12	-323	12.112	0	-84
15 Oct 17	18	12.116	12.116	-9	-332	12.102	0	-84
16 Oct 17	19	12.108	12.108	-8	-340	12.094	0	-82
17 Oct 17	20	13.108	12.108	0	-340	12.686	0.578	-80
18 Oct 17	21	13.106	12.106	-2	-342	12.68	0.574	-80
19 Oct 17	22	13.104	12.104	-2	-344	12.508	0.404	-82
20 Oct 17	23	13.104	12.104	0	-344	12.598	0.494	-80
21 Oct 17	24	13.103	12.103	-1	-345	12.59	0.487	-82
22 Oct 17	25	13.1	12.1	-3	-348	12.581	0.481	-82
23 Oct 17	26	13.102	12.102	2	-346	12.578	0.476	-84
24 Oct 17	27	13.1	12.1	-2	-348	12.579	0.479	-81
25 Oct 17	28	13.099	12.099	-1	-349	12.573	0.474	-80
26 Oct 17	29	13.097	12.097	-2	-351	12.598	0.501	-80
27 Oct 17	30	13.095	12.095	-2	-353	12.576	0.481	-80
28 Oct 17	31	13.095	12.095	0	-353	12.589	0.494	-80
29 Oct 17	32	13.095	12.095	0	-353	12.588	0.493	-84
30 Oct 17	33	13.095	12.095	0	-353	12.586	0.491	-84

DATE	DAY	DATUM	PLATE	STM	TTL	PRELOAD	PRELOAD	VG SP 109R (kPa)
		ELV	ELV		STM	ELV	THICKNESS	
		EL+(m)	EL+(m)	(mm)	(mm)	EL+(m)	(m)	
31 Oct 17	34	13.093	12.093	-2	-355	12.58	0.487	-84
1 Nov 17	35	13.093	12.093	0	-355	12.575	0.482	-82
2 Nov 17	36	13.093	12.093	0	-355	12.583	0.49	-82
3 Nov 17	37	13.092	12.092	-1	-356	12.586	0.494	-85
4 Nov 17	38	13.092	12.092	0	-356	12.586	0.494	-80
5 Nov 17	39	13.092	12.092	0	-356	12.518	0.426	-80
6 Nov 17	40	13.092	12.092	0	-356	12.52	0.428	-79
7 Nov 17	41	13.09	12.09	-2	-358	12.517	0.427	-80
8 Nov 17	42	13.09	12.09	0	-358	12.517	0.427	-83
9 Nov 17	43	13.089	12.089	-1	-359	12.513	0.424	-80
10 Nov 17	44	13.089	12.089	0	-359	12.513	0.424	-83
11 Nov 17	45	13.089	12.089	0	-359	12.513	0.424	-81
12 Nov 17	46	13.088	12.088	-1	-360	12.497	0.409	-81
13 Nov 17	47	13.087	12.087	-1	-361	12.498	0.411	-83
14 Nov 17	48	13.086	12.086	-1	-362	12.495	0.409	-80
15 Nov 17	49	13.086	12.086	0	-362	12.493	0.407	-83
16 Nov 17	50	13.086	12.086	0	-362	12.495	0.409	-83
17 Nov 17	51	13.082	12.082	-4	-366	12.492	0.41	-81
18 Nov 17	52	13.08	12.08	-2	-368	12.498	0.418	-84
19 Nov 17	53	13.08	12.08	0	-368	12.493	0.413	-80
20 Nov 17	54	13.08	12.08	0	-368	12.49	0.41	-80
21 Nov 17	55	13.079	12.079	-1	-369	12.554	0.475	-80
22 Nov 17	56	13.078	12.078	-1	-370	12.594	0.516	-80
23 Nov 17	57	13.076	12.076	-2	-372	12.545	0.469	-81
24 Nov 17	58	13.072	12.072	-4	-376	12.543	0.471	-84
25 Nov 17	59	13.07	12.07	-2	-378	12.548	0.478	-80
26 Nov 17	60	13.06	12.06	-10	-388	12.549	0.489	-82
27 Nov 17	61	13.06	12.06	0	-388	12.549	0.489	-82
28 Nov 17	62	13.06	12.06	0	-388	12.522	0.462	-82
29 Nov 17	63	13.059	12.059	-1	-389	12.536	0.477	-80
30 Nov 17	64	13.059	12.059	0	-389	12.53	0.471	-80
1 Dec 17	65	13.056	12.056	-3	-392	12.53	0.474	-82
2 Dec 17	66	13.056	12.056	0	-392	12.522	0.466	-82
3 Dec 17	67	13.055	12.055	-1	-393	12.52	0.465	-81
4 Dec 17	68	13.053	12.053	-2	-395	12.517	0.464	-83
5 Dec 17	69	13.053	12.053	0	-395	12.516	0.463	-83

DATE	DAY	DATUM	PLATE	STM	TTL	PRELOAD	PRELOAD	VG SP 109R (kPa)
		ELV	ELV		STM	ELV	THICKNESS	
		EL+(m)	EL+(m)	(mm)	(mm)	EL+(m)	(m)	
6 Dec 17	70	13.051	12.051	-2	-397	12.53	0.479	-83
7 Dec 17	71	13.05	12.05	-1	-398	12.529	0.479	-83
8 Dec 17	72	13.049	12.049	-1	-399	12.555	0.506	-82
9 Dec 17	73	13.048	12.048	-1	-400	12.546	0.498	-82
10 Dec 17	74	13.047	12.047	-1	-401	12.548	0.501	-84
11 Dec 17	75	13.047	12.047	0	-401	12.551	0.504	-83
12 Dec 17	76	13.045	12.045	-2	-403	12.539	0.494	-82
13 Dec 17	77	13.044	12.044	-1	-404	12.541	0.497	-82
14 Dec 17	78	13.044	12.044	0	-404	12.539	0.495	-82
15 Dec 17	79	13.043	12.043	-1	-405	12.538	0.495	-83
16 Dec 17	80	13.043	12.043	0	-405	12.538	0.495	-82
17 Dec 17	81	13.041	12.041	-2	-407	12.537	0.496	-82
18 Dec 17	82	13.041	12.041	0	-407	12.535	0.494	-83
19 Dec 17	83	13.04	12.04	-1	-408	12.541	0.501	-83
20 Dec 17	84	13.039	12.039	-1	-409	12.54	0.501	-82
21 Dec 17	85	13.039	12.039	0	-409	12.551	0.512	-82
22 Dec 17	86	13.037	12.037	-2	-411	12.548	0.511	-82
23 Dec 17	87	13.036	12.036	-1	-412	12.547	0.511	-80
24 Dec 17	88	13.036	12.036	0	-412	12.545	0.509	-80
25 Dec 17	89	13.036	12.036	0	-412	12.531	0.495	-80
26 Dec 17	90	13.035	12.035	-1	-413	12.52	0.485	-82
27 Dec 17	91	13.03	12.03	-5	-418	12.532	0.502	-82
28 Dec 17	92	13.03	12.03	0	-418	12.54	0.51	-82
29 Dec 17	93	13.027	12.027	-3	-421	12.551	0.524	-82
30 Dec 17	94	13.027	12.027	0	-421	12.55	0.523	-82
31 Dec 17	95	13.026	12.026	-1	-422	12.55	0.524	-81
1 Jan 18	96	13.026	12.026	0	-422	12.55	0.524	-81
2 Jan 18	97	13.023	12.023	-3	-425	12.522	0.499	-80
3 Jan 18	98	13.023	12.023	0	-425	12.522	0.499	-81
4 Jan 18	99	13.023	12.023	0	-425	12.529	0.506	-81
5 Jan 18	100	13.02	12.02	-3	-428	12.531	0.511	-81
6 Jan 18	101	13.02	12.02	0	-428	12.532	0.512	-81
7 Jan 18	102	13.02	12.02	0	-428	12.529	0.509	-80
8 Jan 18	103	13.019	12.019	-1	-429	12.529	0.51	-80
9 Jan 18	104	13.019	12.019	0	-429	12.527	0.508	-82
10 Jan 18	105	13.017	12.017	-2	-431	12.529	0.512	-80

DATE	DAY	DATUM	PLATE	STM	TTL	PRELOAD	PRELOAD	VG SP 109R (kPa)	
		ELV	ELV		STM	ELV	THICKNESS		
		EL+(m)	EL+(m)	(mm)	(mm)	EL+(m)	(m)		
11 Jan 18	106	13.017	12.017	0	-431	12.52	0.503	-80	
12 Jan 18	107	13.017	12.017	0	-431	12.52	0.503	-80	
13 Jan 18	108	13.016	12.016	-1	-432	12.52	0.504	-82	
14 Jan 18	109	13.015	12.015	-1	-433	12.529	0.514	-82	
15 Jan 18	110	13.015	12.015	0	-433	12.53	0.515	-82	
16 Jan 18	111	13.014	12.014	-1	-434	12.532	0.518	-82	
17 Jan 18	112	13.014	12.014	0	-434	12.539	0.525	-82	
18 Jan 18	113	13.013	12.013	-1	-435	12.541	0.528	-82	
19 Jan 18	114	13.013	12.013	0	-435	12.54	0.527	-81	
20 Jan 18	115	13.013	12.013	0	-435	12.549	0.536	-81	
21 Jan 18	116	13.013	12.013	0	-435	12.549	0.536	-81	
22 Jan 18	117	13.012	12.012	-1	-436	12.549	0.537	-83	
23 Jan 18	118	13.012	12.012	0	-436	12.542	0.53	-83	
24 Jan 18	119	13.012	12.012	0	-436	12.549	0.537	-83	
25 Jan 18	120	13.011	12.011	-1	-437	12.549	0.538	-83	
26 Jan 18	121	13.011	12.011	0	-437	12.549	0.538	-83	
27 Jan 18	122	13.01	12.01	-1	-438	12.549	0.539	-83	
28 Jan 18	123	13.01	12.01	0	-438	12.524	0.514	-83	
29 Jan 18	124	13.01	12.01	0	-438	12.521	0.511	-83	
30 Jan 18	125	13.534	12.534	524	86	12.541	0	-83	
31 Jan 18	126	13.534	12.534	0	86	12.541	0	-83	
1 Feb 18	127	13.523	12.523	-11	75	12.525	0	-83	
2 Feb 18	128	13.523	12.523	0	75	12.526	0	-82	



Lampiran Perhitungan Metode Terzaghi 1D

Lampiran 16 Perhitungan Metode Terzaghi 1D (SP 105)

No	Tebal Lapisan (m)	Hi (m)	Z (m)	γ_{tanah} (kN/m ³)	eo	Cs	Cc	B1 (m)	B2 (m)	α_1	α_2	(B1+B2)/B2	B1/B2	$\Delta\sigma$ (kN/m ²)	$2\Delta\sigma$ (kN/m ²)	σ_0' (kN/m ²)	σ_c' (kN/m ²)	$\Delta\sigma + \sigma_0$	Sc (m)	Sc Kum (m)
1	1	1	0.5	1.5	1.182	0.064	0.32	16	1	0.11	88.21	17	16	4.721	9.443	0.25	0.65	9.693	0.184	0.184
2	1	2	1.5	1.5	1.182	0.064	0.32	16	1	0.31	84.64	17	16	4.720	9.440	0.75	1.15	10.190	0.144	0.329
3	1	3	2.5	1.5	1.182	0.064	0.32	16	1	0.51	81.12	17	16	4.715	9.429	1.25	1.65	10.679	0.122	0.451
4	1	4	3.5	1.5	1.182	0.064	0.32	16	1	0.71	77.66	17	16	4.703	9.406	1.75	2.15	11.156	0.107	0.559
5	1	5	4.5	1.5	1.182	0.064	0.32	16	1	0.88	74.29	17	16	4.684	9.368	2.25	2.65	11.618	0.096	0.655
6	1	6	5.5	1.5	1.182	0.064	0.32	16	1	1.04	71.03	17	16	4.656	9.312	2.75	3.15	12.062	0.087	0.742
7	1	7	6.5	1.5	1.182	0.064	0.32	16	1	1.18	67.89	17	16	4.618	9.236	3.25	3.65	12.486	0.080	0.822
8	1	8	7.5	1.5	1.182	0.064	0.32	16	1	1.31	64.89	17	16	4.571	9.142	3.75	4.15	12.892	0.073	0.895

Lampiran 17 Perhitungan Metode Terzaghi 1D (SP 105R)

No	Tebal Lapisan (m)	Hi (m)	Z (m)	γ_{tanah} (kN/m ³)	eo	Cs	Cc	B1 (m)	B2 (m)	α_1	α_2	(B1+B2)/B2	B1/B2	$\Delta\sigma$ (kN/m ²)	$2\Delta\sigma$ (kN/m ²)	σ_0' (kN/m ²)	σ_c' (kN/m ²)	$\Delta\sigma + \sigma_0$	Sc (m)	Sc Kum (m)
1	1	1	0.5	1.5	1.182	0.064	0.32	16	1	0.11	88.21	17	16	4.743	9.485	0.25	0.65	9.735	0.185	0.185
2	1	2	1.5	1.5	1.182	0.064	0.32	16	1	0.31	84.64	17	16	4.741	9.482	0.75	1.15	10.232	0.145	0.329
3	1	3	2.5	1.5	1.182	0.064	0.32	16	1	0.51	81.12	17	16	4.736	9.472	1.25	1.65	10.722	0.123	0.452
4	1	4	3.5	1.5	1.182	0.064	0.32	16	1	0.71	77.66	17	16	4.724	9.449	1.75	2.15	11.199	0.108	0.560
5	1	5	4.5	1.5	1.182	0.064	0.32	16	1	0.88	74.29	17	16	4.705	9.410	2.25	2.65	11.660	0.096	0.656
6	1	6	5.5	1.5	1.182	0.064	0.32	16	1	1.04	71.03	17	16	4.677	9.354	2.75	3.15	12.104	0.087	0.744
7	1	7	6.5	1.5	1.182	0.064	0.32	16	1	1.18	67.89	17	16	4.639	9.278	3.25	3.65	12.528	0.080	0.824
8	1	8	7.5	1.5	1.182	0.064	0.32	16	1	1.31	64.89	17	16	4.592	9.183	3.75	4.15	12.933	0.074	0.897

Lampiran 18 Perhitungan Metode Terzaghi 1D (SP 107L)

No	Tebal Lapisan (m)	Hi (m)	Z (m)	γ_{tanah} (kN/m ³)	eo	Cs	Cc	B1 (m)	B2 (m)	α_1	α_2	(B1+B2)/B2	B1/B2	$\Delta\sigma$ (kN/m ²)	2 $\Delta\sigma$ (kN/m ²)	σ_0' (kN/m ²)	σ_c' (kN/m ²)	$\Delta\sigma + \sigma_0$	Sc (m)	Sc Kum (m)
1	1	1	0.5	1.5	1.182	0.064	0.32	16	1	0.11	88.21	17	16	4.661	9.322	0.25	0.65	9.572	0.183	0.183
2	1	2	1.5	1.5	1.182	0.064	0.32	16	1	0.31	84.64	17	16	4.660	9.319	0.75	1.15	10.069	0.144	0.327
3	1	3	2.5	1.5	1.182	0.064	0.32	16	1	0.51	81.12	17	16	4.654	9.309	1.25	1.65	10.559	0.122	0.449
4	1	4	3.5	1.5	1.182	0.064	0.32	16	1	0.71	77.66	17	16	4.643	9.286	1.75	2.15	11.036	0.107	0.556
5	1	5	4.5	1.5	1.182	0.064	0.32	16	1	0.88	74.29	17	16	4.624	9.249	2.25	2.65	11.499	0.096	0.651
6	1	6	5.5	1.5	1.182	0.064	0.32	16	1	1.04	71.03	17	16	4.597	9.193	2.75	3.15	11.943	0.087	0.738
7	1	7	6.5	1.5	1.182	0.064	0.32	16	1	1.18	67.89	17	16	4.559	9.119	3.25	3.65	12.369	0.079	0.817
8	1	8	7.5	1.5	1.182	0.064	0.32	16	1	1.31	64.89	17	16	4.513	9.026	3.75	4.15	12.776	0.073	0.890

Lampiran 19 Perhitungan Metode Terzaghi 1D (SP 107)

No	Tebal Lapisan (m)	Hi (m)	Z (m)	γ_{tanah} (kN/m ³)	eo	Cs	Cc	B1 (m)	B2 (m)	α_1	α_2	(B1+B2)/B2	B1/B2	$\Delta\sigma$ (kN/m ²)	2 $\Delta\sigma$ (kN/m ²)	σ_0' (kN/m ²)	σ_c' (kN/m ²)	$\Delta\sigma + \sigma_0$	Sc (m)	Sc Kum (m)
1	1	1	0.5	1.5	1.182	0.064	0.32	16	1	0.11	88.21	17	16	4.745	9.490	0.25	0.65	9.740	0.185	0.185
2	1	2	1.5	1.5	1.182	0.064	0.32	16	1	0.31	84.64	17	16	4.744	9.488	0.75	1.15	10.238	0.145	0.329
3	1	3	2.5	1.5	1.182	0.064	0.32	16	1	0.51	81.12	17	16	4.738	9.477	1.25	1.65	10.727	0.123	0.452
4	1	4	3.5	1.5	1.182	0.064	0.32	16	1	0.71	77.66	17	16	4.727	9.454	1.75	2.15	11.204	0.108	0.560
5	1	5	4.5	1.5	1.182	0.064	0.32	16	1	0.88	74.29	17	16	4.708	9.416	2.25	2.65	11.666	0.096	0.656
6	1	6	5.5	1.5	1.182	0.064	0.32	16	1	1.04	71.03	17	16	4.679	9.359	2.75	3.15	12.109	0.087	0.744
7	1	7	6.5	1.5	1.182	0.064	0.32	16	1	1.18	67.89	17	16	4.642	9.283	3.25	3.65	12.533	0.080	0.824
8	1	8	7.5	1.5	1.182	0.064	0.32	16	1	1.31	64.89	17	16	4.594	9.189	3.75	4.15	12.939	0.074	0.898

Lampiran 20 Perhitungan Metode Terzaghi 1D (SP 107R)

No	Tebal Lapisan (m)	Hi (m)	Z (m)	γ_{tanah} (kN/m ³)	eo	Cs	Cc	B1 (m)	B2 (m)	α_1	α_2	(B1+B2)/B2	B1/B2	$\Delta\sigma$ (kN/m ²)	2 $\Delta\sigma$ (kN/m ²)	σ_0' (kN/m ²)	σ_c' (kN/m ²)	$\Delta\sigma + \sigma_0$	Sc (m)	Sc Kum (m)
1	1	1	0.5	1.5	1.182	0.064	0.32	16	1	0.11	88.21	17	16	4.599	9.198	0.25	0.65	9.448	0.183	0.183
2	1	2	1.5	1.5	1.182	0.064	0.32	16	1	0.31	84.64	17	16	4.598	9.195	0.75	1.15	9.945	0.143	0.325
3	1	3	2.5	1.5	1.182	0.064	0.32	16	1	0.51	81.12	17	16	4.592	9.185	1.25	1.65	10.435	0.121	0.447
4	1	4	3.5	1.5	1.182	0.064	0.32	16	1	0.71	77.66	17	16	4.581	9.163	1.75	2.15	10.913	0.106	0.553
5	1	5	4.5	1.5	1.182	0.064	0.32	16	1	0.88	74.29	17	16	4.563	9.125	2.25	2.65	11.375	0.095	0.647
6	1	6	5.5	1.5	1.182	0.064	0.32	16	1	1.04	71.03	17	16	4.535	9.071	2.75	3.15	11.821	0.086	0.733
7	1	7	6.5	1.5	1.182	0.064	0.32	16	1	1.18	67.89	17	16	4.499	8.997	3.25	3.65	12.247	0.079	0.812
8	1	8	7.5	1.5	1.182	0.064	0.32	16	1	1.31	64.89	17	16	4.453	8.906	3.75	4.15	12.656	0.072	0.884

Lampiran 21 Perhitungan Metode Terzaghi 1D (SP 109L)

No	Tebal Lapisan (m)	Hi (m)	Z (m)	γ_{tanah} (kN/m ³)	eo	Cs	Cc	B1 (m)	B2 (m)	α_1	α_2	(B1+B2)/B2	B1/B2	$\Delta\sigma$ (kN/m ²)	2 $\Delta\sigma$ (kN/m ²)	σ_0' (kN/m ²)	σ_c' (kN/m ²)	$\Delta\sigma + \sigma_0$	Sc (m)	Sc Kum (m)
1	1	1	0.5	1.5	1.182	0.064	0.32	16	1	0.11	88.21	17	16	4.611	9.222	0.25	0.65	9.472	0.183	0.183
2	1	2	1.5	1.5	1.182	0.064	0.32	16	1	0.31	84.64	17	16	4.609	9.219	0.75	1.15	9.969	0.143	0.326
3	1	3	2.5	1.5	1.182	0.064	0.32	16	1	0.51	81.12	17	16	4.604	9.208	1.25	1.65	10.458	0.121	0.447
4	1	4	3.5	1.5	1.182	0.064	0.32	16	1	0.71	77.66	17	16	4.593	9.186	1.75	2.15	10.936	0.106	0.553
5	1	5	4.5	1.5	1.182	0.064	0.32	16	1	0.88	74.29	17	16	4.574	9.149	2.25	2.65	11.399	0.095	0.648
6	1	6	5.5	1.5	1.182	0.064	0.32	16	1	1.04	71.03	17	16	4.547	9.094	2.75	3.15	11.844	0.086	0.734
7	1	7	6.5	1.5	1.182	0.064	0.32	16	1	1.18	67.89	17	16	4.510	9.020	3.25	3.65	12.270	0.079	0.813
8	1	8	7.5	1.5	1.182	0.064	0.32	16	1	1.31	64.89	17	16	4.464	8.928	3.75	4.15	12.678	0.072	0.885

Lampiran 22 Perhitungan Metode Terzaghi 1D (SP 109)

No	Tebal Lapisan (m)	Hi (m)	Z (m)	γ_{tanah} (kN/m ³)	eo	Cs	Cc	B1 (m)	B2 (m)	α_1	α_2	(B1+B2)/B2	B1/B2	$\Delta\sigma$ (kN/m ²)	$2\Delta\sigma$ (kN/m ²)	σ_0' (kN/m ²)	σ_c' (kN/m ²)	$\Delta\sigma + \sigma_0$	Sc (m)	Sc Kum (m)
1	1	1	0.5	1.5	1.182	0.064	0.32	16	1	0.11	88.21	17	16	4.706	9.412	0.25	0.65	9.662	0.184	0.184
2	1	2	1.5	1.5	1.182	0.064	0.32	16	1	0.31	84.64	17	16	4.705	9.409	0.75	1.15	10.159	0.144	0.328
3	1	3	2.5	1.5	1.182	0.064	0.32	16	1	0.51	81.12	17	16	4.699	9.399	1.25	1.65	10.649	0.122	0.451
4	1	4	3.5	1.5	1.182	0.064	0.32	16	1	0.71	77.66	17	16	4.688	9.376	1.75	2.15	11.126	0.107	0.558
5	1	5	4.5	1.5	1.182	0.064	0.32	16	1	0.88	74.29	17	16	4.669	9.338	2.25	2.65	11.588	0.096	0.654
6	1	6	5.5	1.5	1.182	0.064	0.32	16	1	1.04	71.03	17	16	4.641	9.282	2.75	3.15	12.032	0.087	0.741
7	1	7	6.5	1.5	1.182	0.064	0.32	16	1	1.18	67.89	17	16	4.603	9.207	3.25	3.65	12.457	0.080	0.821
8	1	8	7.5	1.5	1.182	0.064	0.32	16	1	1.31	64.89	17	16	4.556	9.113	3.75	4.15	12.863	0.073	0.894

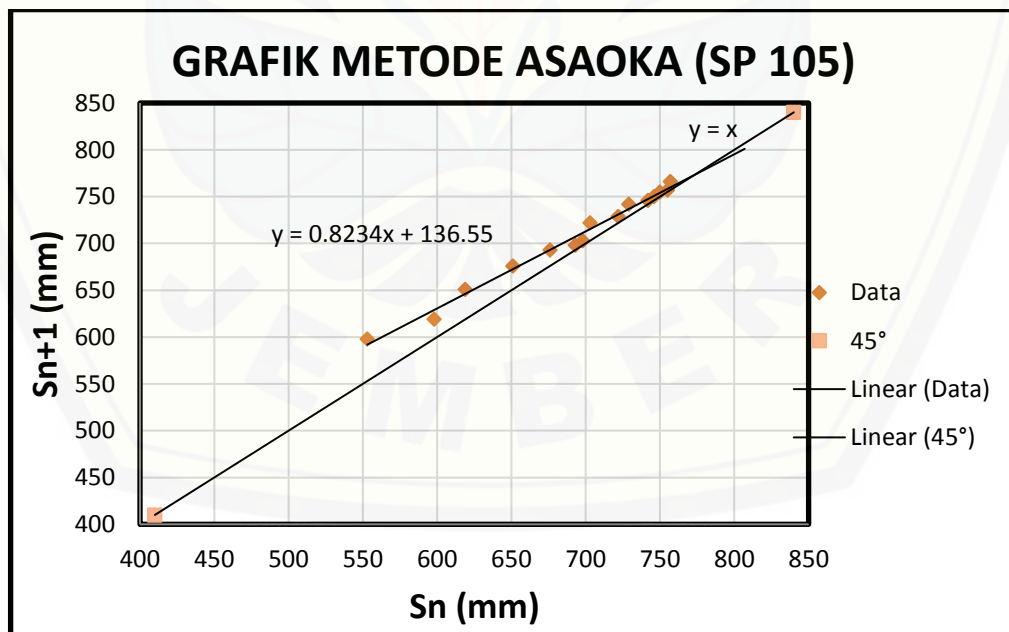
Lampiran 23 Perhitungan Metode Terzaghi 1D (SP 109R)

No	Tebal Lapisan (m)	Hi (m)	Z (m)	γ_{tanah} (kN/m ³)	eo	Cs	Cc	B1 (m)	B2 (m)	α_1	α_2	(B1+B2)/B2	B1/B2	$\Delta\sigma$ (kN/m ²)	$2\Delta\sigma$ (kN/m ²)	σ_0' (kN/m ²)	σ_c' (kN/m ²)	$\Delta\sigma + \sigma_0$	Sc (m)	Sc Kum (m)
1	1	1	0.5	1.5	1.182	0.064	0.32	16	1	0.11	88.21	17	16	4.584	9.169	0.25	0.65	9.419	0.182	0.182
2	1	2	1.5	1.5	1.182	0.064	0.32	16	1	0.31	84.64	17	16	4.583	9.166	0.75	1.15	9.916	0.143	0.325
3	1	3	2.5	1.5	1.182	0.064	0.32	16	1	0.51	81.12	17	16	4.578	9.156	1.25	1.65	10.406	0.121	0.446
4	1	4	3.5	1.5	1.182	0.064	0.32	16	1	0.71	77.66	17	16	4.567	9.133	1.75	2.15	10.883	0.106	0.552
5	1	5	4.5	1.5	1.182	0.064	0.32	16	1	0.88	74.29	17	16	4.548	9.096	2.25	2.65	11.346	0.095	0.647
6	1	6	5.5	1.5	1.182	0.064	0.32	16	1	1.04	71.03	17	16	4.521	9.042	2.75	3.15	11.792	0.086	0.732
7	1	7	6.5	1.5	1.182	0.064	0.32	16	1	1.18	67.89	17	16	4.484	8.968	3.25	3.65	12.218	0.078	0.811
8	1	8	7.5	1.5	1.182	0.064	0.32	16	1	1.31	64.89	17	16	4.438	8.877	3.75	4.15	12.627	0.072	0.883

Lampiran Perhitungan Metode Asaoka

Lampiran 24 Perhitungan Metode Asaoka SP 105

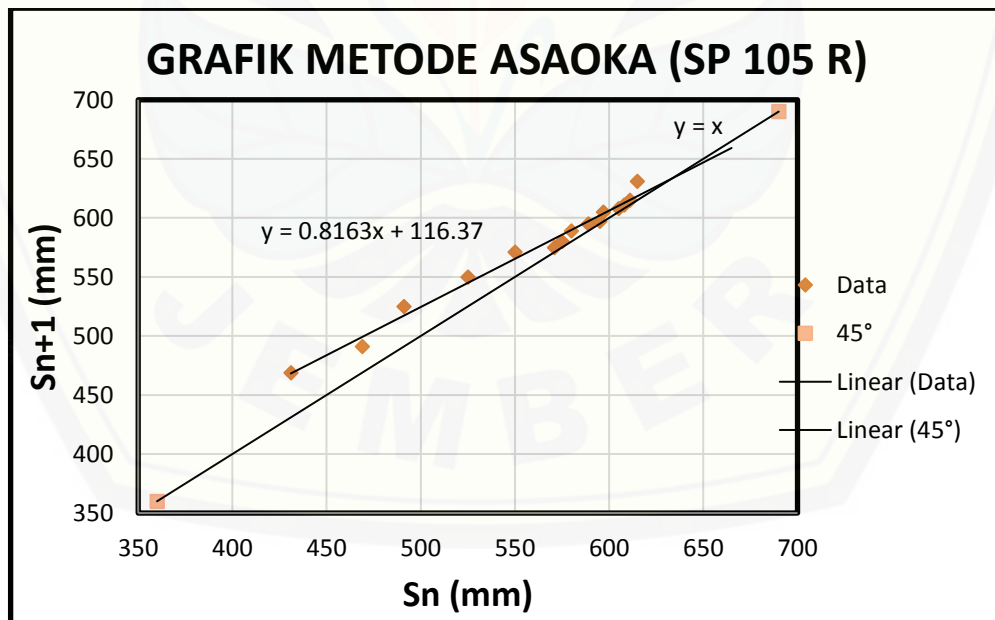
n ke-	Hari ke-	Interval	U%	Sn (mm)	Sn+1 (mm)
1	24	7	72.19%	553	598
2	31	7	78.07%	598	619
3	38	7	80.81%	619	651
4	45	7	84.99%	651	676
5	52	7	88.25%	676	693
6	59	7	90.47%	693	698
7	66	7	91.12%	698	703
8	73	7	91.78%	703	722
9	80	7	94.26%	722	729
10	87	7	95.17%	729	742
11	94	7	96.87%	742	746
12	101	7	97.39%	746	750
13	108	7	97.91%	750	755
14	115	7	98.56%	755	757
15	122	7	98.83%	757	766
16	129	7	100.00%	766	



	m	C	x (mm)
Data	0.823	136.550	773.216
45°	1	0	

Lampiran 25 Perhitungan Metode Asaoka SP 105R

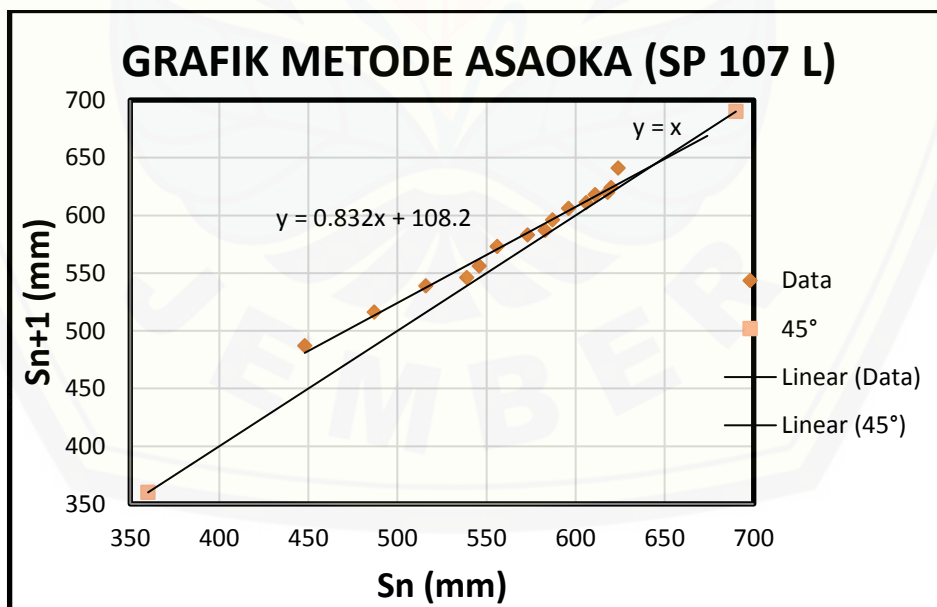
n ke-	Hari ke-	Interval	U%	Sn (mm)	Sn+1 (mm)
1	24	7	68.30%	431	469
2	31	7	74.33%	469	491
3	38	7	77.81%	491	525
4	45	7	83.20%	525	550
5	52	7	87.16%	550	571
6	59	7	90.49%	571	575
7	66	7	91.13%	575	580
8	73	7	91.92%	580	589
9	80	7	93.34%	589	595
10	87	7	94.29%	595	597
11	94	7	94.61%	597	605
12	101	7	95.88%	605	608
13	108	7	96.35%	608	611
14	115	7	96.83%	611	615
15	122	7	97.46%	615	631
16	129	7	100.00%	631	



	m	C	x (mm)
Data	0.816	116.370	633.478
45°	1	0	

Lampiran 26 Perhitungan Metode Asaoka SP 107L

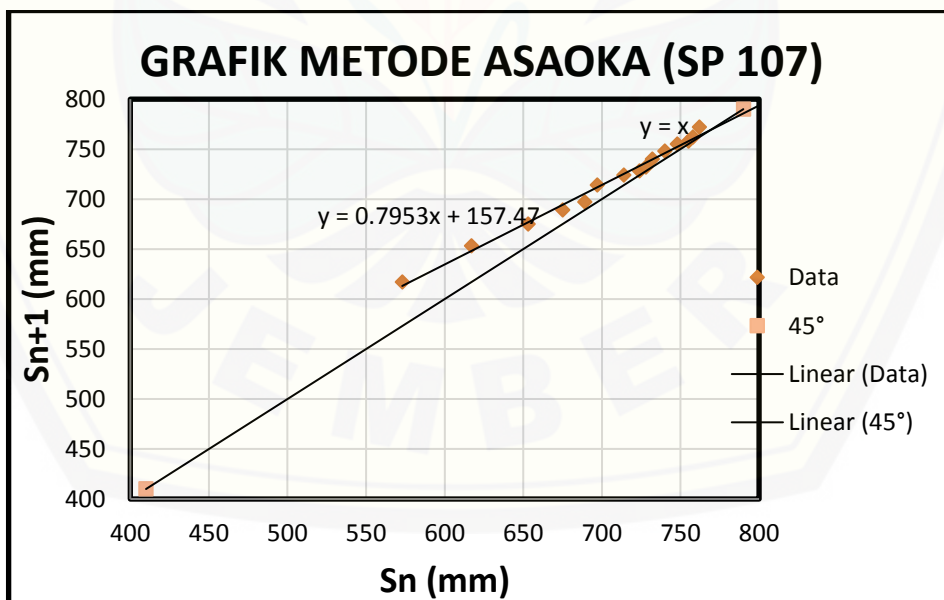
n ke-	Hari ke-	Interval	U%	Sn (mm)	Sn+1 (mm)
1	21	7	69.89%	448	487
2	28	7	75.98%	487	516
3	35	7	80.50%	516	539
4	42	7	84.09%	539	546
5	49	7	85.18%	546	556
6	56	7	86.74%	556	573
7	63	7	89.39%	573	583
8	70	7	90.95%	583	587
9	77	7	91.58%	587	596
10	84	7	92.98%	596	606
11	91	7	94.54%	606	611
12	98	7	95.32%	611	618
13	105	7	96.41%	618	620
14	112	7	96.72%	620	624
15	119	7	97.35%	624	641
16	126	7	100.00%	641	



	m	C	x (mm)
Data	0.832	108.200	644.048
45°	1	0	

Lampiran 27 Perhitungan Metode Asaoka SP 107

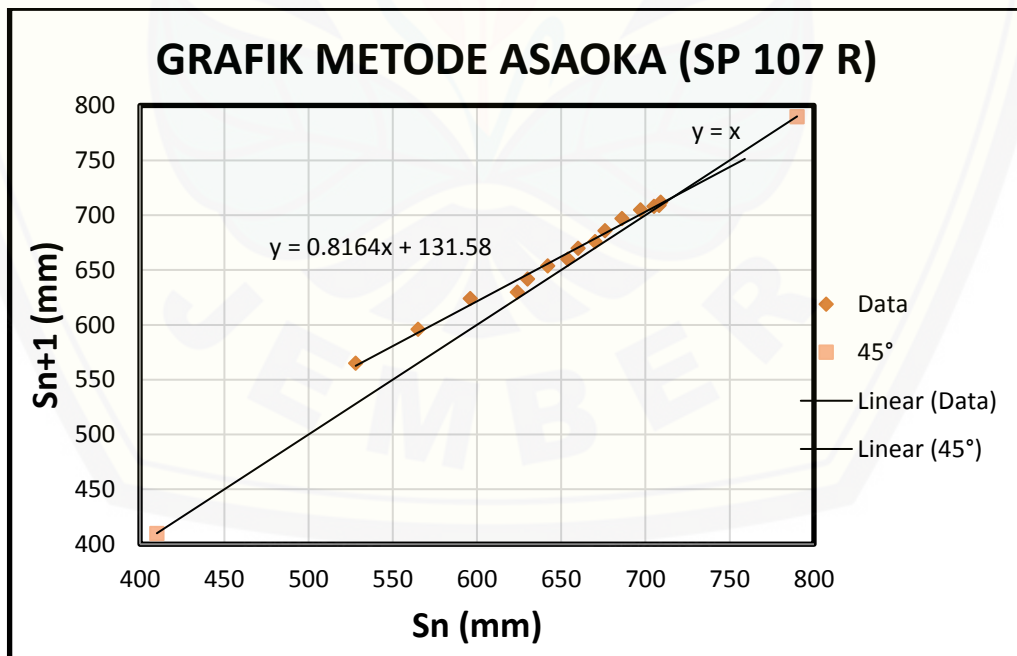
n ke-	Hari ke-	Interval	U%	S _n (mm)	S _{n+1} (mm)
1	22	7	74.22%	573	617
2	29	7	79.92%	617	653
3	36	7	84.59%	653	675
4	43	7	87.44%	675	689
5	50	7	89.25%	689	697
6	57	7	90.28%	697	714
7	64	7	92.49%	714	724
8	71	7	93.78%	724	728
9	78	7	94.30%	728	732
10	85	7	94.82%	732	740
11	92	7	95.85%	740	748
12	99	7	96.89%	748	755
13	106	7	97.80%	755	758
14	113	7	98.19%	758	762
15	120	7	98.70%	762	772
16	127	7	100.00%	772	



	m	C	x (mm)
Data	0.795	157.470	769.272
45°	1	0	

Lampiran 28 Perhitungan Metode Asaoka SP 107R

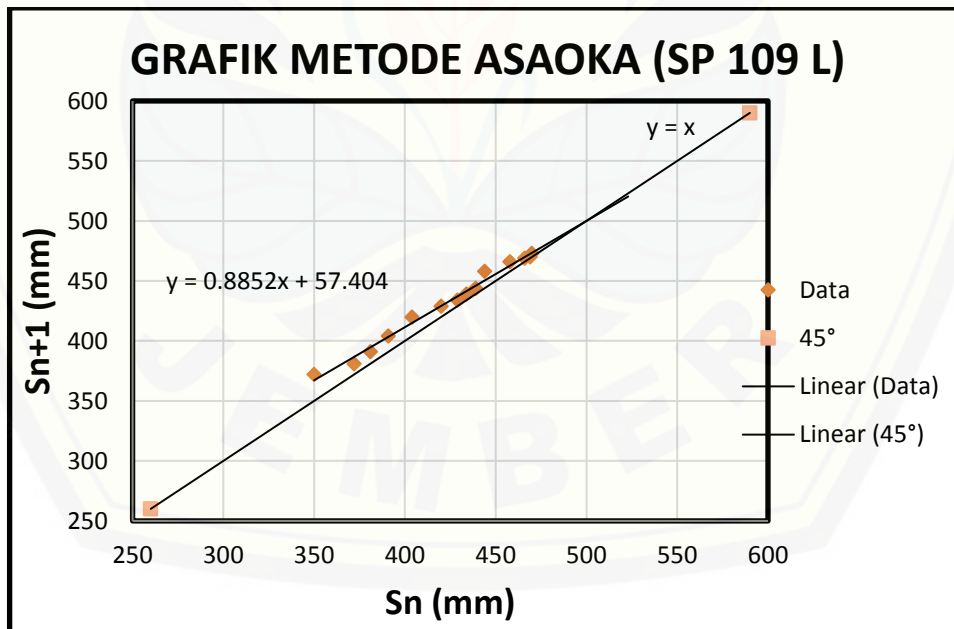
n ke-	Hari ke-	Interval	U%	Sn (mm)	Sn+1 (mm)
1	20	7	74.16%	528	565
2	27	7	79.35%	565	596
3	34	7	83.71%	596	624
4	41	7	87.64%	624	630
5	48	7	88.48%	630	642
6	55	7	90.17%	642	654
7	62	7	91.85%	654	660
8	69	7	92.70%	660	670
9	76	7	94.10%	670	676
10	83	7	94.94%	676	686
11	90	7	96.35%	686	697
12	97	7	97.89%	697	705
13	104	7	99.02%	705	708
14	111	7	99.44%	708	709
15	118	7	99.58%	709	712
16	125	7	100.00%	712	



	m	C	x (mm)
Data	0.816	131.580	716.667
45°	1	0	

Lampiran 29 Perhitungan Metode Asaoka SP 109L

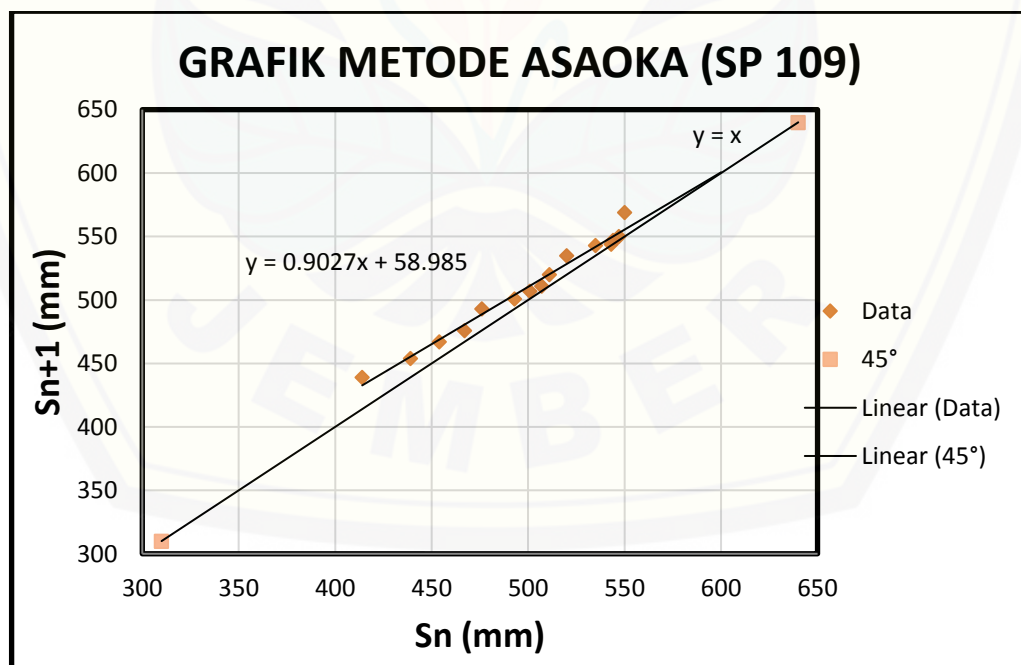
n ke-	Hari ke-	Interval	U%	Sn (mm)	Sn+1 (mm)
1	27	7	74.00%	350	372
2	34	7	78.65%	372	381
3	41	7	80.55%	381	391
4	48	7	82.66%	391	404
5	55	7	85.41%	404	420
6	62	7	88.79%	420	429
7	69	7	90.70%	429	434
8	76	7	91.75%	434	439
9	83	7	92.81%	439	444
10	90	7	93.87%	444	458
11	97	7	96.83%	458	466
12	104	7	98.52%	466	469
13	111	7	99.15%	469	470
14	118	7	99.37%	470	473
15	125	7	100.00%	473	



	m	C	x (mm)
Data	0.885	57.404	500.035
45°	1	0	

Lampiran 30 Perhitungan Metode Asaoka SP 109

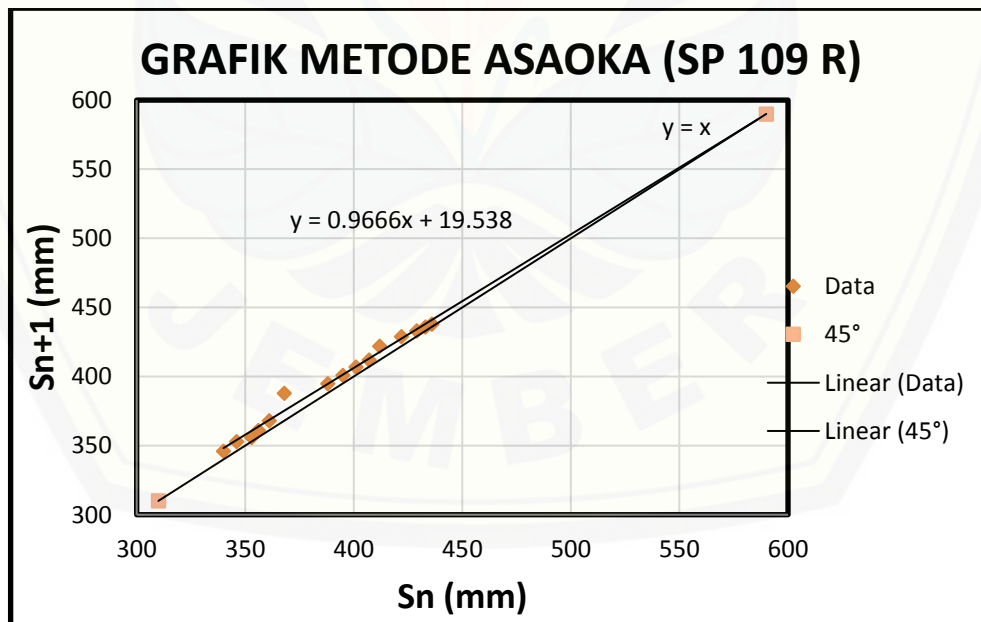
n ke-	Hari ke-	Interval	U%	Sn (mm)	Sn+1 (mm)
1	24	7	72.76%	414	439
2	31	7	77.15%	439	454
3	38	7	79.79%	454	467
4	45	7	82.07%	467	476
5	52	7	83.66%	476	493
6	59	7	86.64%	493	501
7	66	7	88.05%	501	507
8	73	7	89.10%	507	511
9	80	7	89.81%	511	520
10	87	7	91.39%	520	535
11	94	7	94.02%	535	543
12	101	7	95.43%	543	544
13	108	7	95.61%	544	547
14	115	7	96.13%	547	550
15	122	7	96.66%	550	569
16	129	7	100.00%	569	



	m	C	x (mm)
Data	0.903	58.985	
45°	1	0	606.218

Lampiran 31 Perhitungan Metode Asaoka SP 109R

n ke-	Hari ke-	Interval	U%	Sn (mm)	Sn+1 (mm)
1	19	7	77.63%	340	346
2	26	7	79.00%	346	353
3	33	7	80.59%	353	356
4	40	7	81.28%	356	361
5	47	7	82.42%	361	368
6	54	7	84.02%	368	388
7	61	7	88.58%	388	395
8	68	7	90.18%	395	401
9	75	7	91.55%	401	407
10	82	7	92.92%	407	412
11	89	7	94.06%	412	422
12	96	7	96.35%	422	429
13	103	7	97.95%	429	433
14	110	7	98.86%	433	436
15	117	7	99.54%	436	438
16	124	7	100.00%	438	



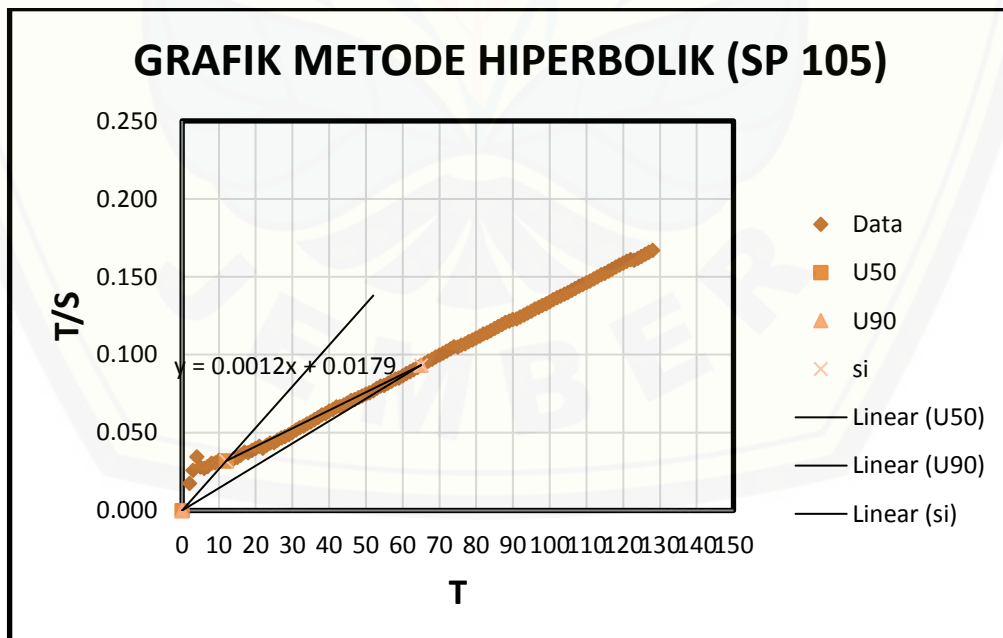
	m	C	x (mm)
Data	0.966	19.538	574.647
45°	1	0	

Lampiran Perhitungan Metode Hiperbolik

Lampiran 32 Perhitungan Metode Hiperbolik SP 105

U (%)	T (DAY)	S (CM)	T/S
49.22%	12	-377	0.032
53.13%	13	-407	0.032
55.22%	14	-423	0.033
57.44%	15	-440	0.034
58.88%	16	-451	0.035
58.88%	17	-451	0.038
63.05%	18	-483	0.037
64.23%	19	-492	0.039
65.40%	20	-501	0.040
66.45%	21	-509	0.041
71.67%	22	-549	0.040
71.67%	23	-549	0.042
72.19%	24	-553	0.043
75.07%	25	-575	0.043
75.07%	26	-575	0.045
75.46%	27	-578	0.047
77.02%	28	-590	0.047
77.81%	29	-596	0.049
78.07%	30	-598	0.050
78.07%	31	-598	0.052
78.59%	32	-602	0.053
79.37%	33	-608	0.054
79.77%	34	-611	0.056
80.42%	35	-616	0.057
80.55%	36	-617	0.058
80.81%	37	-619	0.060
80.81%	38	-619	0.061
81.72%	39	-626	0.062
81.72%	40	-626	0.064
82.38%	41	-631	0.065
82.38%	42	-631	0.067
84.07%	43	-644	0.067
84.73%	44	-649	0.068
84.99%	45	-651	0.069
84.99%	46	-651	0.071

U (%)	T (DAY)	S (CM)	T/S
86.03%	47	-659	0.071
86.42%	48	-662	0.073
86.95%	49	-666	0.074
87.34%	50	-669	0.075
88.12%	51	-675	0.076
88.25%	52	-676	0.077
88.25%	53	-676	0.078
88.25%	54	-676	0.080
89.30%	55	-684	0.080
89.30%	56	-684	0.082
89.56%	57	-686	0.083
89.69%	58	-687	0.084
90.47%	59	-693	0.085
90.60%	60	-694	0.086
90.60%	61	-694	0.088
90.86%	62	-696	0.089
90.99%	63	-697	0.090
90.99%	64	-697	0.092
90.99%	65	-697	0.093

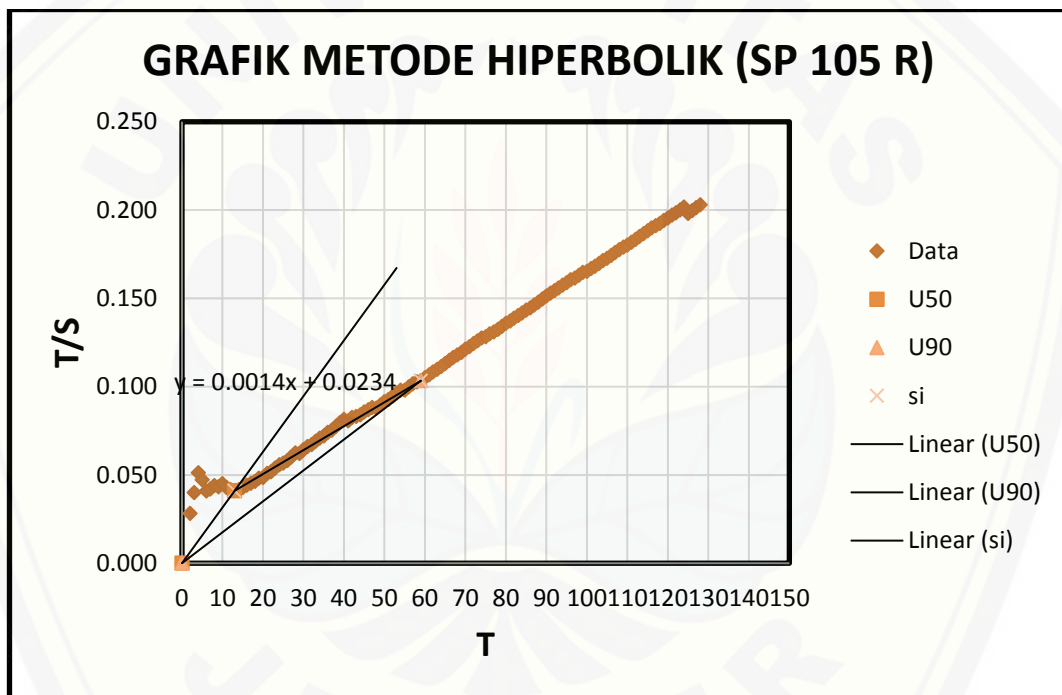


m	2Sc50% (mm)	1.11Sc90% (mm)	Sci (mm)
0.00116	754	773.67	647.98

Lampiran 33 Perhitungan Metode Hiperbolik SP 105R

U (%)	T (DAY)	S (CM)	T/S
50.24%	13	-317	0.041
53.25%	14	-336	0.042
55.47%	15	-350	0.043
57.53%	16	-363	0.044
59.59%	17	-376	0.045
61.65%	18	-389	0.046
62.60%	19	-395	0.048
65.45%	20	-413	0.048
65.45%	21	-413	0.051
67.35%	22	-425	0.052
67.51%	23	-426	0.054
68.30%	24	-431	0.056
70.05%	25	-442	0.057
71.00%	26	-448	0.058
71.16%	27	-449	0.060
71.16%	28	-449	0.062
74.01%	29	-467	0.062
74.01%	30	-467	0.064
74.33%	31	-469	0.066
75.59%	32	-477	0.067
75.75%	33	-478	0.069
76.07%	34	-480	0.071
77.02%	35	-486	0.072
77.02%	36	-486	0.074
77.81%	37	-491	0.075
77.81%	38	-491	0.077
77.81%	39	-491	0.079
77.81%	40	-491	0.081
80.67%	41	-509	0.081
80.67%	42	-509	0.083
81.93%	43	-517	0.083
83.04%	44	-524	0.084
83.20%	45	-525	0.086
83.84%	46	-529	0.087
84.47%	47	-533	0.088
86.69%	48	-547	0.088
86.69%	49	-547	0.090

U (%)	T (DAY)	S (CM)	T/S
86.69%	50	-547	0.091
87.16%	51	-550	0.093
87.16%	52	-550	0.095
87.16%	53	-550	0.096
87.32%	54	-551	0.098
88.91%	55	-561	0.098
88.91%	56	-561	0.100
88.91%	57	-561	0.102
89.54%	58	-565	0.103
90.49%	59	-571	0.103



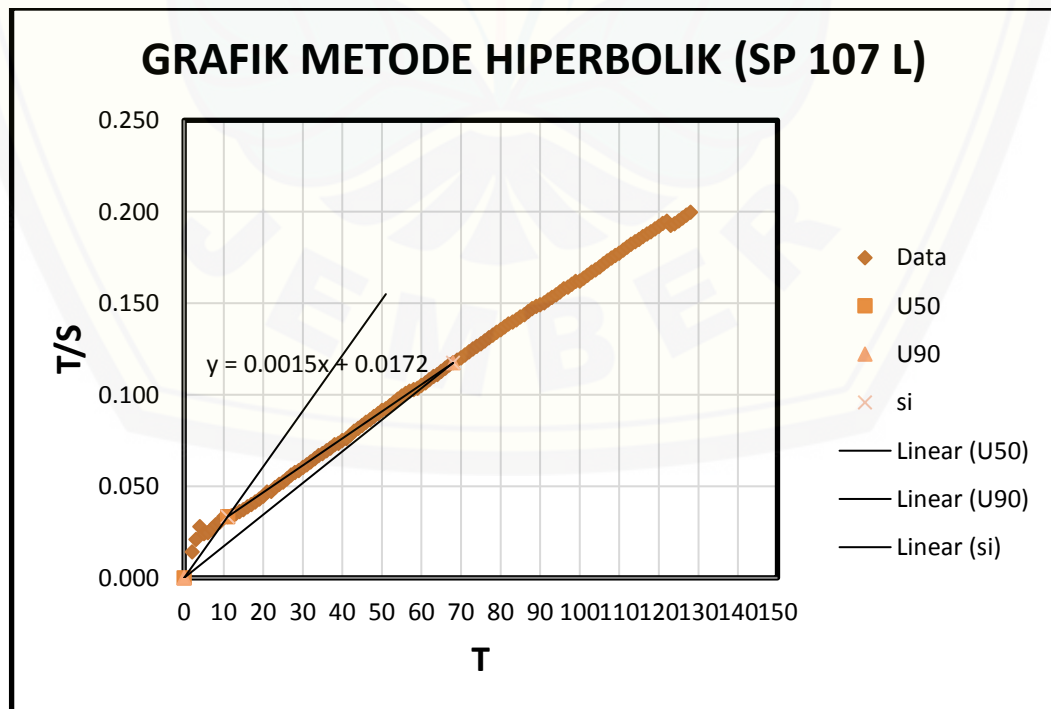
m	2Sc50% (mm)	1.11Sc90% (mm)	Sci (mm)
0.00135	634	633.81	554.35

Lampiran 34 Perhitungan Metode Hiperbolik SP 107L

U (%)	T (DAY)	S (CM)	T/S
51.33%	11	-329	0.033
55.07%	12	-353	0.034
57.88%	13	-371	0.035
60.37%	14	-387	0.036

U (%)	T (DAY)	S (CM)	T/S
62.87%	15	-403	0.037
64.43%	16	-413	0.039
66.30%	17	-425	0.040
67.71%	18	-434	0.041
68.80%	19	-441	0.043
69.89%	20	-448	0.045
69.89%	21	-448	0.047
72.70%	22	-466	0.047
72.70%	23	-466	0.049
73.32%	24	-470	0.051
74.57%	25	-478	0.052
75.04%	26	-481	0.054
75.04%	27	-481	0.056
75.98%	28	-487	0.057
77.22%	29	-495	0.059
77.54%	30	-497	0.060
78.32%	31	-502	0.062
78.94%	32	-506	0.063
79.10%	33	-507	0.065
79.41%	34	-509	0.067
80.50%	35	-516	0.068
80.97%	36	-519	0.069
81.44%	37	-522	0.071
81.44%	38	-522	0.073
82.84%	39	-531	0.073
83.15%	40	-533	0.075
84.09%	41	-539	0.076
84.09%	42	-539	0.078
83.78%	43	-537	0.080
84.09%	44	-539	0.082
84.40%	45	-541	0.083
84.40%	46	-541	0.085
84.87%	47	-544	0.086
85.02%	48	-545	0.088
85.18%	49	-546	0.090
85.34%	50	-547	0.091
86.12%	51	-552	0.092
86.27%	52	-553	0.094

U (%)	T (DAY)	S (CM)	T/S
86.27%	53	-553	0.096
86.27%	54	-553	0.098
86.43%	55	-554	0.099
86.74%	56	-556	0.101
87.21%	57	-559	0.102
87.99%	58	-564	0.103
88.92%	59	-570	0.104
89.08%	60	-571	0.105
89.39%	61	-573	0.106
89.39%	62	-573	0.108
89.39%	63	-573	0.110
89.86%	64	-576	0.111
89.86%	65	-576	0.113
89.86%	66	-576	0.115
89.86%	67	-576	0.116
90.33%	68	-579	0.117
90.48%	69	-580	0.119
90.95%	70	-583	0.120
90.95%	71	-583	0.122
90.95%	72	-583	0.123

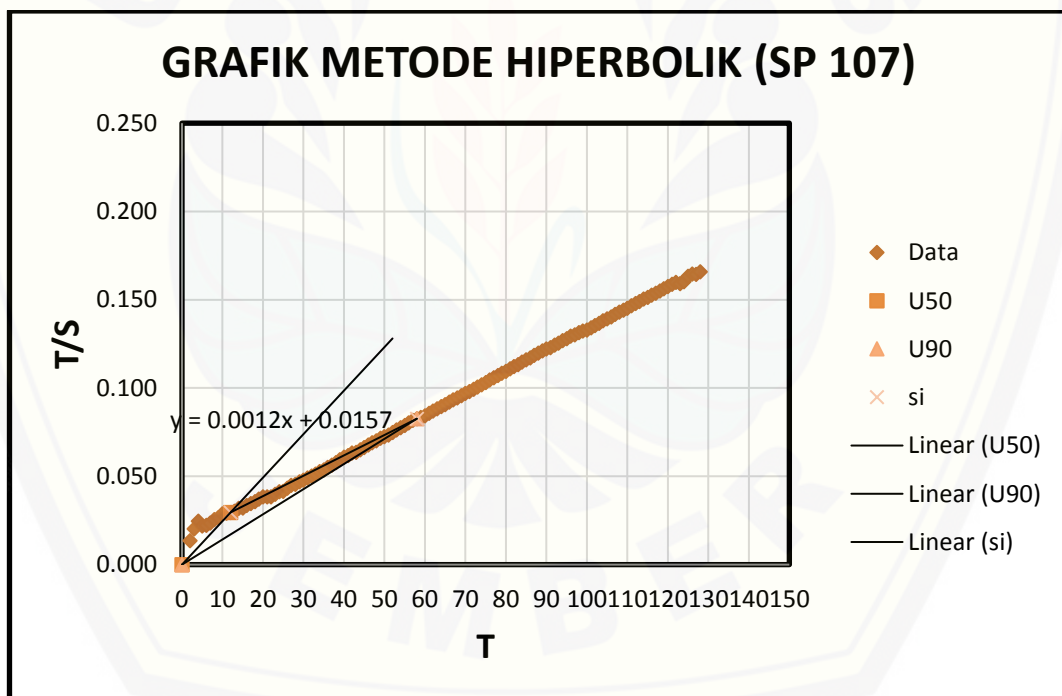


m	2Sc50% (mm)	1.11Sc90% (mm)	Sci (mm)
0.00147	658	642.69	509.55

Lampiran 35 Perhitungan Metode Hiperbolik SP 107

U (%)	T (DAY)	S (CM)	T/S
52.59%	12	-406	0.030
55.44%	13	-428	0.030
56.74%	14	-438	0.032
60.36%	15	-466	0.032
61.92%	16	-478	0.033
63.60%	17	-491	0.035
65.28%	18	-504	0.036
66.32%	19	-512	0.037
67.49%	20	-521	0.038
70.60%	21	-545	0.039
74.22%	22	-573	0.038
74.74%	23	-577	0.040
75.26%	24	-581	0.041
77.85%	25	-601	0.042
77.85%	26	-601	0.043
77.85%	27	-601	0.045
79.79%	28	-616	0.045
79.92%	29	-617	0.047
81.22%	30	-627	0.048
81.61%	31	-630	0.049
82.38%	32	-636	0.050
83.29%	33	-643	0.051
83.55%	34	-645	0.053
84.46%	35	-652	0.054
84.59%	36	-653	0.055
84.97%	37	-656	0.056
84.97%	38	-656	0.058
84.97%	39	-656	0.059
85.10%	40	-657	0.061
85.88%	41	-663	0.062
85.88%	42	-663	0.063
87.44%	43	-675	0.064
87.56%	44	-676	0.065

U (%)	T (DAY)	S (CM)	T/S
87.82%	45	-678	0.066
87.82%	46	-678	0.068
88.21%	47	-681	0.069
88.60%	48	-684	0.070
88.73%	49	-685	0.072
89.25%	50	-689	0.073
89.90%	51	-694	0.073
90.03%	52	-695	0.075
90.03%	53	-695	0.076
90.16%	54	-696	0.078
90.28%	55	-697	0.079
90.28%	56	-697	0.080
90.28%	57	-697	0.082
90.93%	58	-702	0.083

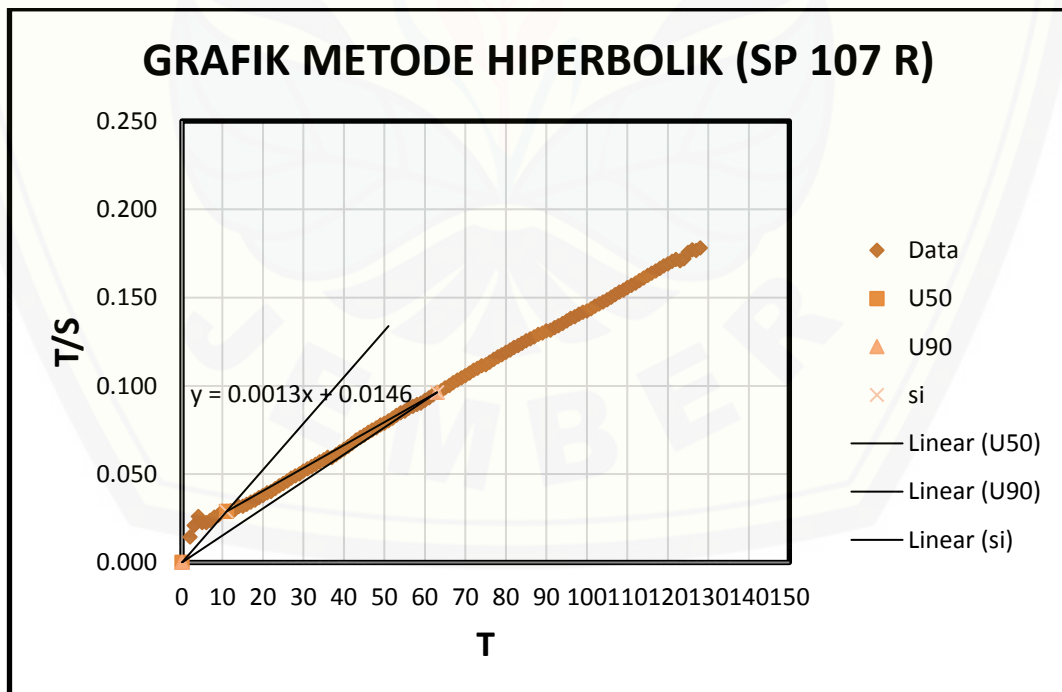


m	2Sc50% (mm)	1.11Sc90% (mm)	Sci (mm)
0.00115	812	779.22	651.02

Lampiran 36 Perhitungan Metode Hiperbolik SP 107R

U (%)	T (DAY)	S (CM)	T/S
52.99%	11	-381	0.029
57.16%	12	-411	0.029
60.64%	13	-436	0.030
61.75%	14	-444	0.032
65.79%	15	-473	0.032
67.59%	16	-486	0.033
69.26%	17	-498	0.034
71.21%	18	-512	0.035
72.18%	19	-519	0.037
73.44%	20	-528	0.038
73.99%	21	-532	0.039
76.22%	22	-548	0.040
76.50%	23	-550	0.042
76.91%	24	-553	0.043
78.03%	25	-561	0.045
78.30%	26	-563	0.046
78.58%	27	-565	0.048
79.42%	28	-571	0.049
80.67%	29	-580	0.050
80.67%	30	-580	0.052
81.50%	31	-586	0.053
81.92%	32	-589	0.054
82.61%	33	-594	0.056
82.89%	34	-596	0.057
83.73%	35	-602	0.058
84.01%	36	-604	0.060
86.65%	37	-623	0.059
86.65%	38	-623	0.061
86.65%	39	-623	0.063
86.79%	40	-624	0.064
86.79%	41	-624	0.066
86.79%	42	-624	0.067
86.37%	43	-621	0.069
86.51%	44	-622	0.071
86.79%	45	-624	0.072
86.93%	46	-625	0.074

U (%)	T (DAY)	S (CM)	T/S
87.20%	47	-627	0.075
87.62%	48	-630	0.076
87.62%	49	-630	0.078
88.32%	50	-635	0.079
88.46%	51	-636	0.080
88.60%	52	-637	0.082
88.60%	53	-637	0.083
88.60%	54	-637	0.085
89.29%	55	-642	0.086
89.29%	56	-642	0.087
89.71%	57	-645	0.088
90.13%	58	-648	0.090
90.96%	59	-654	0.090
90.96%	60	-654	0.092
90.96%	61	-654	0.093
90.96%	62	-654	0.095
90.96%	63	-654	0.096

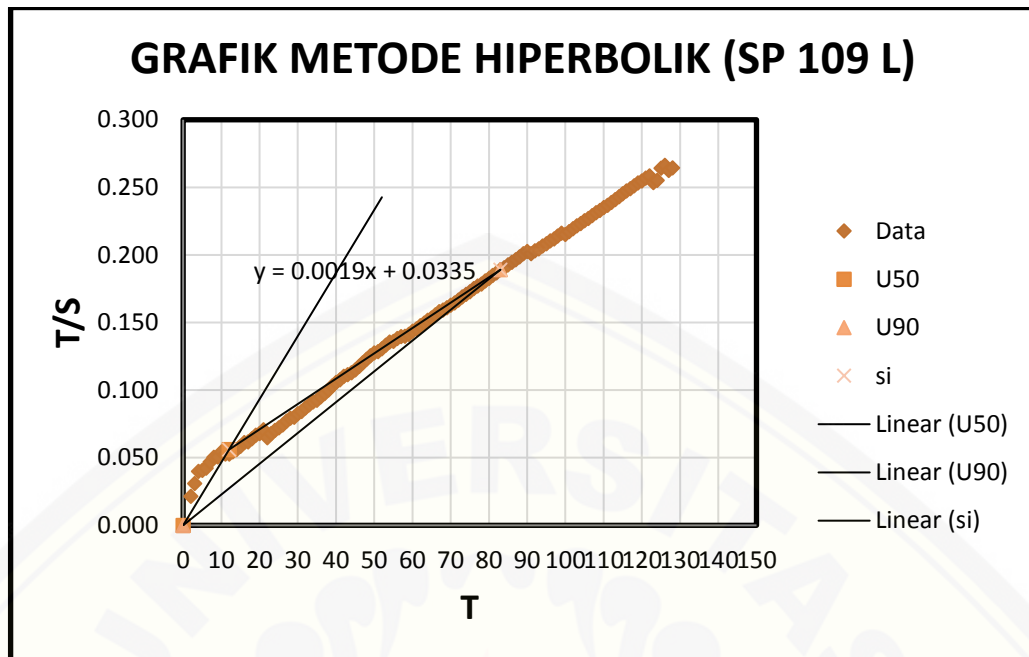


m	2Sc50% (mm)	1.11Sc90% (mm)	Sci (mm)
0.00130	762	725.94	578.90

Lampiran 37 Perhitungan Metode Hiperbolik SP 109L

U (%)	T (DAY)	S (CM)	T/S
51.65%	14	-250	0.056
53.10%	15	-257	0.058
53.93%	16	-261	0.061
56.82%	17	-275	0.062
58.06%	18	-281	0.064
58.88%	19	-285	0.067
60.95%	20	-295	0.068
61.36%	21	-297	0.071
70.04%	22	-339	0.065
70.04%	23	-339	0.068
70.66%	24	-342	0.070
71.69%	25	-347	0.072
72.31%	26	-350	0.074
72.31%	27	-350	0.077
72.93%	28	-353	0.079
75.00%	29	-363	0.080
75.00%	30	-363	0.083
76.03%	31	-368	0.084
76.24%	32	-369	0.087
76.45%	33	-370	0.089
76.86%	34	-372	0.091
78.10%	35	-378	0.093
78.31%	36	-379	0.095
78.51%	37	-380	0.097
78.51%	38	-380	0.100
78.10%	39	-378	0.103
78.10%	40	-378	0.106
78.72%	41	-381	0.108
78.72%	42	-381	0.110
79.75%	43	-386	0.111
80.58%	44	-390	0.113
80.79%	45	-391	0.115
80.79%	46	-391	0.118
80.79%	47	-391	0.120
80.79%	48	-391	0.123
80.79%	49	-391	0.125

U (%)	T (DAY)	S (CM)	T/S
80.99%	50	-392	0.128
82.02%	51	-397	0.128
82.23%	52	-398	0.131
82.23%	53	-398	0.133
82.23%	54	-398	0.136
83.47%	55	-404	0.136
83.68%	56	-405	0.138
84.30%	57	-408	0.140
85.74%	58	-415	0.140
86.36%	59	-418	0.141
86.36%	60	-418	0.144
86.78%	61	-420	0.145
86.78%	62	-420	0.148
86.98%	63	-421	0.150
87.19%	64	-422	0.152
87.60%	65	-424	0.153
87.60%	66	-424	0.156
87.60%	67	-424	0.158
88.22%	68	-427	0.159
88.64%	69	-429	0.161
88.84%	70	-430	0.163
89.26%	71	-432	0.164
89.26%	72	-432	0.167
89.26%	73	-432	0.169
89.46%	74	-433	0.171
89.67%	75	-434	0.173
89.67%	76	-434	0.175
89.88%	77	-435	0.177
90.29%	78	-437	0.178
90.29%	79	-437	0.181
90.50%	80	-438	0.183
90.50%	81	-438	0.185
90.70%	82	-439	0.187
90.70%	83	-439	0.189



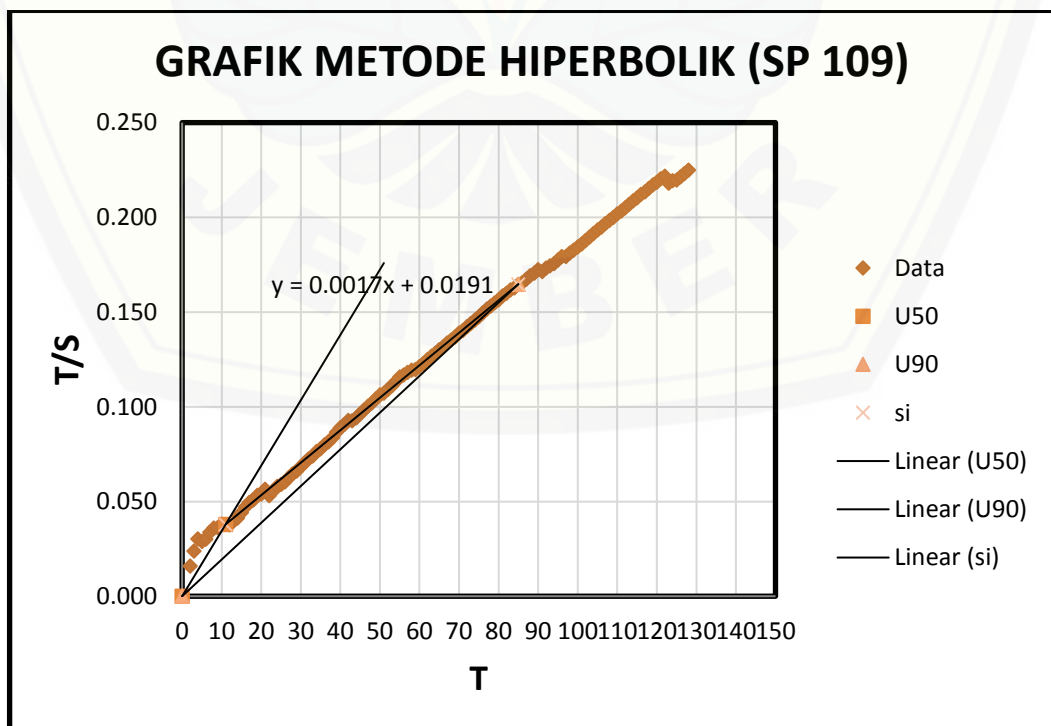
m	2Sc50% (mm)	1.11Sc90% (mm)	Sci (mm)
0.00187	500	487.29	400.71

Lampiran 38 Perhitungan Metode Hiperbolik SP 109

U (%)	T (DAY)	S (CM)	T/S
50.97%	11	-290	0.038
55.89%	12	-318	0.038
57.47%	13	-327	0.040
59.58%	14	-339	0.041
59.58%	15	-339	0.044
59.58%	16	-339	0.047
60.28%	17	-343	0.050
62.39%	18	-355	0.051
62.57%	19	-356	0.053
65.03%	20	-370	0.054
65.38%	21	-372	0.056
72.76%	22	-414	0.053
72.76%	23	-414	0.056
72.76%	24	-414	0.058
74.34%	25	-423	0.059
75.57%	26	-430	0.060

U (%)	T (DAY)	S (CM)	T/S
75.57%	27	-430	0.063
75.92%	28	-432	0.065
76.98%	29	-438	0.066
76.98%	30	-438	0.068
77.15%	31	-439	0.071
77.50%	32	-441	0.073
78.21%	33	-445	0.074
78.21%	34	-445	0.076
79.09%	35	-450	0.078
79.09%	36	-450	0.080
79.79%	37	-454	0.081
79.79%	38	-454	0.084
79.09%	39	-450	0.087
79.09%	40	-450	0.089
79.44%	41	-452	0.091
79.44%	42	-452	0.093
81.55%	43	-464	0.093
82.07%	44	-467	0.094
82.07%	45	-467	0.096
82.25%	46	-468	0.098
82.25%	47	-468	0.100
82.60%	48	-470	0.102
82.60%	49	-470	0.104
82.60%	50	-470	0.106
83.66%	51	-476	0.107
83.66%	52	-476	0.109
83.83%	53	-477	0.111
83.83%	54	-477	0.113
83.48%	55	-475	0.116
84.18%	56	-479	0.117
84.71%	57	-482	0.118
85.41%	58	-486	0.119
86.64%	59	-493	0.120
86.99%	60	-495	0.121
87.17%	61	-496	0.123
87.17%	62	-496	0.125
87.35%	63	-497	0.127
87.70%	64	-499	0.128

U (%)	T (DAY)	S (CM)	T/S
87.70%	65	-499	0.130
88.05%	66	-501	0.132
88.05%	67	-501	0.134
88.40%	68	-503	0.135
88.58%	69	-504	0.137
88.58%	70	-504	0.139
88.93%	71	-506	0.140
88.93%	72	-506	0.142
89.10%	73	-507	0.144
89.28%	74	-508	0.146
89.28%	75	-508	0.148
89.28%	76	-508	0.150
89.28%	77	-508	0.152
89.46%	78	-509	0.153
89.63%	79	-510	0.155
89.81%	80	-511	0.157
89.81%	81	-511	0.159
90.16%	82	-513	0.160
90.16%	83	-513	0.162
90.69%	84	-516	0.163
90.69%	85	-516	0.165

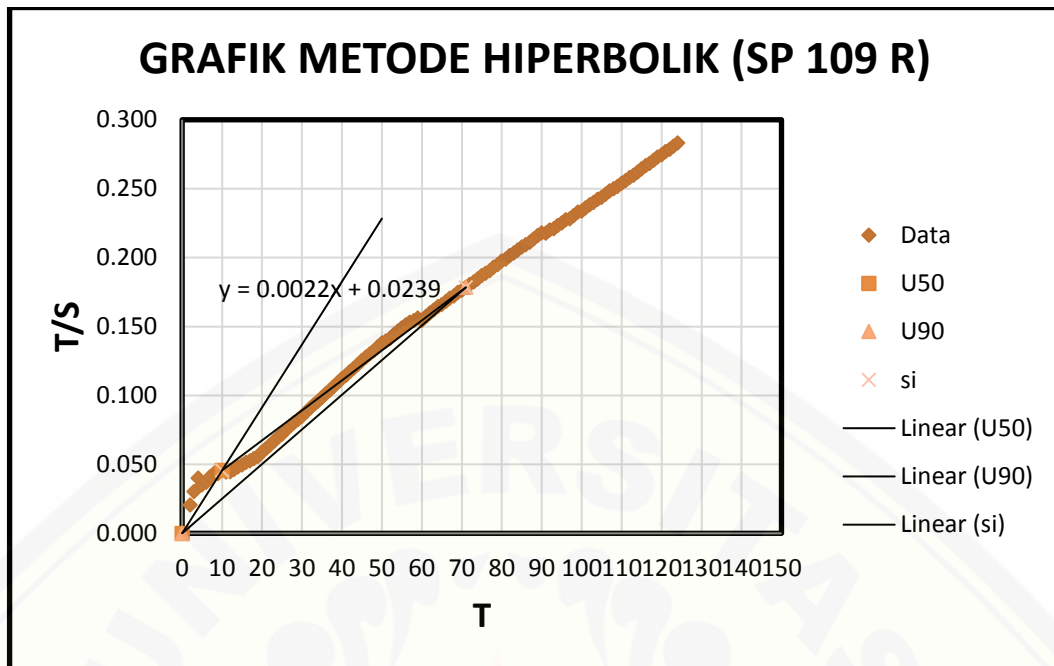


m	2Sc50% (mm)	1.11Sc90% (mm)	Sci (mm)
0.00171	580	572.76	438.29

Lampiran 39 Perhitungan Metode Hiperbolik SP 109R

U (%)	T (DAY)	S (CM)	T/S
50.00%	10	-219	0.046
56.51%	11	-247.5	0.044
61.19%	12	-268	0.045
63.93%	13	-280	0.046
66.21%	14	-290	0.048
68.95%	15	-302	0.050
71.00%	16	-311	0.051
73.74%	17	-323	0.053
75.80%	18	-332	0.054
77.63%	19	-340	0.056
77.63%	20	-340	0.059
78.08%	21	-342	0.061
78.54%	22	-344	0.064
78.54%	23	-344	0.067
78.77%	24	-345	0.070
79.45%	25	-348	0.072
79.00%	26	-346	0.075
79.45%	27	-348	0.078
79.68%	28	-349	0.080
80.14%	29	-351	0.083
80.59%	30	-353	0.085
80.59%	31	-353	0.088
80.59%	32	-353	0.091
80.59%	33	-353	0.093
81.05%	34	-355	0.096
81.05%	35	-355	0.099
81.05%	36	-355	0.101
81.28%	37	-356	0.104
81.28%	38	-356	0.107
81.28%	39	-356	0.110
81.28%	40	-356	0.112
81.74%	41	-358	0.115

U (%)	T (DAY)	S (CM)	T/S
81.74%	42	-358	0.117
81.96%	43	-359	0.120
81.96%	44	-359	0.123
81.96%	45	-359	0.125
82.19%	46	-360	0.128
82.42%	47	-361	0.130
82.65%	48	-362	0.133
82.65%	49	-362	0.135
82.65%	50	-362	0.138
83.56%	51	-366	0.139
84.02%	52	-368	0.141
84.02%	53	-368	0.144
84.02%	54	-368	0.147
84.25%	55	-369	0.149
84.47%	56	-370	0.151
84.93%	57	-372	0.153
85.84%	58	-376	0.154
86.30%	59	-378	0.156
88.58%	60	-388	0.155
88.58%	61	-388	0.157
88.58%	62	-388	0.160
88.81%	63	-389	0.162
88.81%	64	-389	0.165
89.50%	65	-392	0.166
89.50%	66	-392	0.168
89.73%	67	-393	0.170
90.18%	68	-395	0.172
90.18%	69	-395	0.175
90.64%	70	-397	0.176
90.87%	71	-398	0.178



m	2Sc50% (mm)	1.11Sc90% (mm)	Sci (mm)
0.00218	438	441.78	345.14