



TUGAS AKHIR (RC14-1501)

**ALTERNATIF PERENCANAAN TIMBUNAN JALAN  
DENGAN MATERIAL SIRTU DAN MATERIAL  
RINGAN MORTAR BUSA PADA JALAN TOL BATANG  
– SEMARANG SEKSI III WELERI – KENDAL STA  
414+525 – STA 424+576**

MOCH. ALFIAN PUTRA ADI  
NRP. 03111440000141

Dosen Pembimbing I  
Dr. Yudhi Lastiasih, ST. MT

Dosen Pembimbing II  
Prof. Ir. Indrasurya B. Mochtar, Msc. PhD

DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL  
Fakultas Teknik Sipil, Lingkungan dan Kebumihan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya 2018

*\*Halaman ini sengaja dikosongkan ...\**





## **TUGAS AKHIR (RC14-1501)**

### **ALTERNATIF PERENCANAAN TIMBUNAN JALAN DENGAN MATERIAL SIRTU DAN MATERIAL RINGAN MORTAR BUSA PADA JALAN TOL BATANG – SEMARANG SEKSI III WELERI – KENDAL STA 414+525 – STA 424+576**

**MOCH. ALFIAN PUTRA ADI**  
NRP. 0311144000141

Dosen Pembimbing I  
Dr. Yudhi Lastiasih, ST. MT

Dosen Pembimbing II  
Prof. Ir. Indrasurya B. Mochtar, Msc. PhD

DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL  
Fakultas Teknik Sipil, Lingkungan dan Kebumihan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya 2018

*\*Halaman ini sengaja dikosongkan ...\**



**FINAL PROJECT (RC14-1501)**

**ALTERNATIVE OF ROAD EMBANKMENT PLANNING  
WITH SOIL AND FOAMED MORTAR ON BATANG –  
SEMARANG TOLL ROAD SECTION III WELERI –  
KENDAL STA 414+525 – STA 424+576**

MOCH. ALFIAN PUTRA ADI  
NRP. 03111440000141

Academic Supervision I  
Dr. Yudhi Lastiasih, ST. MT

Academic Supervision II  
Prof. Ir. Indrasurya B. Mochtar, Msc. PhD

DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING  
Faculty of Civil, Environmental and Geo Engineering  
Sepuluh Nopember Institute of Technology  
Surabaya 2018

*\*Halaman ini sengaja dikosongkan ...\**

**ALTERNATIF PERENCANAAN TIMBUNAN JALAN  
DENGAN MATERIAL SIRTU DAN MATERIAL RINGAN  
MORTAR BUSA PADA JALAN TOL BATANG –  
SEMARANG SEKSI III WELERI – KENDAL STA 414+525  
– STA 424+576**

**TUGAS AKHIR**

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat  
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik  
pada  
Program Studi S-1 Reguler Departemen Teknik Sipil  
Fakultas Teknik Sipil, Lingkungan, dan Kebumihan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

**MOCH. ALFIAN PUTRA ADI**  
NRP. 03111440000141

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir:



*[Handwritten signature]*

Dr. Yudi Lastiasih, ST., MT.  
NIP. 197701222005012002

*[Handwritten signature: Indrasurya B. Mochtar]*

Prof. Ir. Indrasurya B. Mochtar, Msc., Ph.D.  
NIP. 195304081976031002

**SURABAYA, Juli 2018**

*\*Halaman ini sengaja dikosongkan ...\**

**ALTERNATIF PERENCANAAN TIMBUNAN JALAN  
DENGAN MATERIAL SIRTU DAN MATERIAL RINGAN  
MORTAR BUSA PADA JALAN TOL BATANG –  
SEMARANG SEKSI III WELERI – KENDAL STA 414+525  
– STA 424+576**

**Nama** : Moch. Alfian Putra Adi  
**NRP** : 03111440000141  
**Departemen** : Teknik Sipil  
**Dosen Pembimbing** : 1. Dr. Yudhi Lastiasih, S.T,  
M.T  
2. Prof. Ir. Indrasurya B.  
Mochtar, Msc. Ph.D

**ABSTRAK**

*Jalan Tol Batang – Semarang merupakan bagian dari proyek Jalan Tol Trans Jawa. Jalan Tol Trans Jawa adalah jaringan jalan tol antar kota di Pulau Jawa dengan tujuan utamanya untuk menghubungkan wilayah di Pulau Jawa, yaitu dari Kota Jakarta sampai Kota Surabaya, dan rencana akan dilanjutkan hingga Kabupaten Banyuwangi. Proyek Jalan Tol Batang – Semarang direncanakan memiliki panjang total  $\pm 75$  km terbagi dalam 3 seksi.*

*Jalan tol ini rencananya akan dibangun di atas timbunan dengan elevasi yang relatif tinggi yaitu 3 meter s/d 12 meter pada STA 414+525 – STA 424+576. Kondisi tanah dasarnya adalah tanah lunak hingga medium yang memiliki kedalaman  $\pm 10$  meter dengan nilai N-SPT rata – rata berkisar 5 s.d. 12 sehingga memiliki daya dukung yang rendah dan pemampatan tanah yang relatif besar. Oleh karena itu, perlu adanya desain perencanaan konstruksi timbunan jalan dari material yang aman dan cukup ringan agar pemampatan tanah dasar yang terjadi dapat diminimalisir. Diperlukan juga perencanaan perbaikan tanah dasar dan perencanaan perkuatan timbunan agar timbunan menjadi lebih stabil.*

*Perencanaan timbunan jalan dilakukan dengan menggunakan 2 (dua) material yang berbeda, yaitu material tanah sirtu dan material ringan mortar busa sebagai material timbunan. Metode perbaikan tanah dasar direncanakan menggunakan metode pra – pembebanan (pre-loading) yang dikombinasikan dengan Prefabricated Vertical Drain (PVD) kedalaman penuh sedalam tanah lunak dan vacuum pre-loading direncanakan untuk memperbaiki tanah dasar dibantu dengan pompa untuk mengangkat air dari dalam lapisan tanah dasar.*

*hasil analisis, perencanaan timbunan dengan material mortar busa memiliki nilai pemampatan tanah yang lebih kecil daripada perencanaan timbunan dengan material tanah sirtu. PVD yang digunakan memakai pola segitiga dengan jarak 1 m dan 1,2 m. Selain itu, perencanaan timbunan dengan material mortar busa jauh lebih stabil sehingga tidak membutuhkan perkuatan, sedangkan untuk perencanaan timbunan dengan material tanah sirtu membutuhkan perkuatan geotextile un-woven sebanyak 4 – 43 lapis untuk tinggi timbunan rencana 11,5m dan untuk timbunan rencana 3,1 m tidak memerlukan geotextile sebagai perkuatan. Total biaya material perencanaan untuk variasi timbunan dengan material mortar busa jauh lebih besar daripada total biaya material perencanaan untuk timbunan tanah sirtu.*

***Kata Kunci: Jalan Tol Batang – Semarang, Prefabricated Vertical Drain, Mortar Busa, Geotextile, Vacuum Pre-loading***



**ALTERNATIVE OF ROAD EMBANKMENT PLANNING  
WITH SOIL AND FOAMED MORTAR ON BATANG –  
SEMARANG TOLL ROAD SECTION III WELERI –  
KENDAL STA 414+525 – STA 424+576**

**Name** : Moch. Alfian Putra Adi  
**NRP** : 03111440000141  
**Department** : Teknik Sipil  
**Under Supervision** : 1. Dr. Yudhi Lastiasih, S.T,  
M.T  
2. Prof. Ir. Indrasurya B.  
Mochtar, Msc. Ph.D

**ABSTRACT**

*Batang-Semarang Toll Road is part of the Trans Java Toll Road project. Trans Java Toll Road is an intercity toll road network in Java Island with the primary objective to connect areas in Java Island, from Jakarta to Surabaya, and the plan will continue until Banyuwangi. Batang – Semarang Toll Road Project is planned to have a total length of  $\pm 75$  km divided into 3 sections.*

*The toll road is planned to be built on embankments with a relatively high elevation of 3 meters up to 12 meters at STA 414 + 525 - STA 424 + 576. The soil condition is soft to medium soil that has a depth of  $\pm 10$  meters with an average N-SPT value of 5 to 12 so it has a low carrying capacity and a relatively large compression of soil. Therefore, it is necessary to design the construction of a embankment of road construction from safe material and light enough so that the compression of the ground soil can be minimized. It is also necessary to plan ground repairs and reinforcement planning to keep the embankment more stable.*

*Road embankment planning is done by using 2 (two) different materials, namely soil material of sirtu and lightweight material of mortar foam as the embankment material. The ground soil improvement method is planned using pre-loading method*

*combined with prefabricated Vertical Drain (PVD) deep depth as deep as compressible soil and vacuum pre-loading is planned for ground-based auxiliaries assisted by pumps for lifting water from within the ground soil .*

*Analysis result, the embankment planning with foam mortar material has a smaller compression value than the embankment planning with the ground soil material. PVD used with triangle pattern with distance of 1 m and 1.2 m. In addition, the embankment design with foam mortar material is much more stable so it does not require reinforcement, whereas for embankment planning with soil material the sirtu requires geotextile un-woven reinforcement of 4 - 43 layers for the embankment of plan 11.5m and for embankment plan 3.1 m does not require geotextile as reinforcement. The total material cost of planning for variations of embankments with foam mortar material is much greater than the total cost of material planning for sirtu soil.*

***Keywords: Batang Toll Road - Semarang, Prefabricated Vertical Drain, Mortar Busa, Geotextile, Vacuum Pre-loading***

## KATA PENGANTAR

*Assalamu'alaikum wr. wb*

Puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, karena hanya atas berkah dan anugrah-Nya lah penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan tepat waktu.

Dalam penyelesaian Tugas Akhir penulis banyak mendapatkan kesulitan-kesulitan, namun atas bantuan beberapa pihak, Tugas Akhir ini ini dapat diselesaikan. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terimakasih kepada :

1. Kedua orangtua; Bapak Adi Purwoto dan Ibu Ninik Sulastri yang selalu memberikan dukungan dan doa tiada hentinya kepada penulis.
2. Bapak Prof. Ir. Indrasurya B. Mochtar, M.Sc., Ph.D sebagai dosen konsultasi yang memberikan banyak masukan dan arahan dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.
3. Ibu Dr. Yudhi Lastiasih, S.T., M.T selaku dosen pembimbing yang memberikan banyak masukan dan arahan dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.
4. Seluruh dosen pengajar jurusan Teknik Sipil ITS yang secara langsung maupun tidak langsung telah memberikan bimbingan dan ilmu yang sangat bermanfaat kepada penulis.
5. Nabila Anjani Yovanka, S.KG yang telah memberi doa, semangat dan dukungan selama mengerjakan Tugas Akhir ini.
6. Teman – teman Teknik Sipil ITS khususnya angkatan 2014 Teknik Sipil ITS.  
Rekan-rekan sekalian yang tidak dapat disebutkan satu-persatu serta semua pihak yang telah banyak membantu.

Penulis sadari bahwa Proposal Tugas Akhir yang telah dibuat ini masih jauh dari kesempurnaan, sehingga kritik dan saran sangat dibutuhkan dalam penyempurnaan Proposal Tugas Akhir ini.

Akhir kata, penulis sebagai penyusun memohon maaf jika ada kesalahan dalam penulisan dan penganalisaan Proposal Tugas Akhir ini. Atas perhatian pembaca, penulis sampaikan terimakasih.

*Wassalamualaikum wr. wb.*

Surabaya, Juni 2017

Penulis

## DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN .....	iii
ABSTRAK.....	v
ABSTRACT.....	vii
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xvi
DAFTAR TABEL .....	xix
BAB I.....	1
PENDAHULUAN.....	1
<b>1.1 Latar Belakang.....</b>	<b>1</b>
<b>1.2 Rumusan Permasalahan.....</b>	<b>7</b>
<b>1.3 Tujuan .....</b>	<b>7</b>
<b>1.4 Batasan Masalah.....</b>	<b>8</b>
<b>1.5 Manfaat .....</b>	<b>8</b>
BAB II .....	9
TINJAUAN PUSTAKA .....	9
<b>2.1 Tanah dan Karakteristik Tanah.....</b>	<b>9</b>
<b>2.2 Analisa Parameter Tanah .....</b>	<b>9</b>
2.2.1 Klasifikasi Tanah .....	9
2.2.2 Klasifikasi Tanah Berdasarkan Data N-SPT .....	10
<b>2.3 Distribusi Tegangan pada Tanah Dasar.....</b>	<b>12</b>
2.3.1 Beban Timbunan.....	13
2.3.2 Beban Pavement.....	14
2.3.3 Beban Lalu Lintas.....	15
<b>2.4 Perhitungan Tinggi Timbunan .....</b>	<b>15</b>

2.4.1	Tinggi Timbunan Awal ( $H_{\text{initial}}$ ) dan Tinggi Timbunan Akhir ( $H_{\text{final}}$ ).....	16
2.4.2	Tinggi Timbunan Awal ( $H_{\text{initial}}$ ) dan Tinggi Timbunan Akhir ( $H_{\text{final}}$ ) pada Variasi Menggunakan Mortar Busa.....	16
<b>2.5</b>	<b>Pemampatan Tanah Dasar.....</b>	<b>18</b>
2.5.1	Pemampatan Konsolidasi / <i>Consolidation Settlement</i> .....	19
2.5.2	Pemampatan Segera / <i>Immediate Settlement</i> .....	21
<b>2.6</b>	<b>Waktu Pemampatan Tanah Dasar.....</b>	<b>21</b>
<b>2.7</b>	<b>Percepatan Waktu Pemampatan Tanah Dasar.....</b>	<b>23</b>
2.7.1	PVD ( <i>Prefabricated vertical drain</i> ) .....	24
2.7.2	<i>Vacuum Pre-loading</i> .....	30
<b>2.8</b>	<b>Peningkatan Daya Dukung Tanah .....</b>	<b>31</b>
<b>2.9</b>	<b>Pemampatan Tanah Akibat Timbunan Bertahap..</b> .....	<b>32</b>
<b>2.10</b>	<b>Perkuatan Timbunan Menggunakan <i>Geotextile</i></b>	<b>33</b>
2.10.1	<i>Internal Stability</i> .....	35
2.10.2	<i>Overall Stability</i> .....	38
2.10.3	<i>Foundation Stability</i> .....	39
<b>2.11</b>	<b>Timbunan Material Ringan Mortar Busa.....</b>	<b>40</b>
2.11.1	Karakteristik Material Mortar Busa.....	40
2.11.2	Kriteria dan Persyaratan Bahan Campuran.....	41
BAB III.....		45
METODOLOGI .....		45
<b>3.1</b>	<b>Bagan Alir.....</b>	<b>45</b>
<b>3.2</b>	<b>Penjelasan Bagan Alir.....</b>	<b>47</b>
3.2.1	Studi Literatur.....	47
3.2.2	Pengumpulan Data Sekunder.....	47
3.2.3	Analisa Data Tanah.....	48
3.2.4	Merencanakan Timbunan dengan Material Biasa dan Material Ringan.....	48

3.2.5	Perencanaan Tinggi Timbunan dan Pemampatan Tanah Dasar .....	48
3.2.6	Perencanaan Perbaikan dan Perkuatan Tanah Dasar .....	49
3.2.7	Perkuatan Stabilitas Timbunan.....	50
3.2.8	Perhitungan Volume dan Biaya Material .....	50
3.2.9	Kesimpulan .....	50
BAB IV	.....	51
DATA PERENCANAAN DAN ANALISIS TANAH	.....	51
<b>4.1</b>	<b>Data Tanah</b> .....	<b>51</b>
4.1.1	Data Tanah Dasar .....	51
4.1.2	Data Timbunan .....	55
<b>4.2</b>	<b>Data Analisis dan Desain Perencanaan</b> .....	<b>56</b>
4.2.1	Data Beban .....	56
4.2.2	Data Spesifikasi Bahan .....	59
BAB V	.....	61
PERENCANAAN GEOTEKNIK	.....	61
<b>5.1</b>	<b>Perhitungan Besar Pemampatan Tanah (Sc), Tinggi Timbunan Awal (<math>H_{initial}</math>), dan Tinggi Timbunan Akhir (<math>H_{final}</math>)</b> .....	<b>61</b>
5.1.1	Pemampatan Tanah (Sc) Di Bawah Timbunan .....	61
5.1.2	Perhitungan tinggi timbunan awal ( $H_{initial}$ ) dan Tinggi timbunan Akhir ( $H_{final}$ ) Pada Timbunan Tanah Sirtu .....	71
5.1.3	Perhitungan tinggi timbunan awal ( $H_{initial}$ ) dan Tinggi timbunan Akhir ( $H_{final}$ ) Pada Timbunan 25% Mortar Busa 75% Tanah Sirtu .....	74
5.1.4	Perhitungan tinggi timbunan awal ( $H_{initial}$ ) dan Tinggi timbunan Akhir ( $H_{final}$ ) Pada Timbunan 50% Mortar Busa 50% Tanah Sirtu .....	77
5.1.5	Perhitungan tinggi timbunan awal ( $H_{initial}$ ) dan Tinggi timbunan Akhir ( $H_{final}$ ) Pada Timbunan 75% Mortar Busa 25% Tanah Sirtu .....	80
5.1.6	Perbandingan Pemampatan Tanah Dasar ( $S_{total}$ ) dan Tinggi Awal Timbunan ( $H_{initial}$ ) Antara Timbunan Tanah Sirtu dan Timbunan Mortar Busa.....	83

<b>5.2</b>	<b>Perhitungan Waktu Pemampatan Tanah Dasar Tanpa PVD .....</b>	<b>84</b>
<b>5.3</b>	<b>Perencanaan Prefabricated Vertical Drain (PVD) dan <i>Soil Preloading</i> .....</b>	<b>88</b>
5.3.1	Perencanaan PVD Pola Segitiga.....	88
5.3.2	Perencanaan PVD Pola Segiempat.....	91
5.3.3	Perhitungan Distribusi Tegangan Akibat <i>Soil Preloading</i> .....	95
5.3.4	Perhitungan Tegangan Di Setiap Lapisan Tanah Pada Derajat Konsolidasi (U).....	100
5.3.5	Perhitungan Kenaikan Daya Dukung Tanah Dasar Kondisi Kosolidasi Sudah Selesai (Cu).....	102
5.3.6	Perhitungan Pemampatan Tanah Dasar Akibat <i>Soil Preloading</i> .....	104
<b>5.4</b>	<b>Perencanaan <i>Vacuum Preloading</i> .....</b>	<b>110</b>
5.4.1	Perhitungan Beban Akibat Pompa <i>Vacuum Preloading</i> ... ..	110
5.4.2	Penambahan Beban Akibat Pompa <i>Vacuum Preloading</i> .. ..	110
5.4.3	Perhitungan Tegangan Di Setiap Lapisan Tanah Pada Derajat Konsolidasi (U).....	112
5.4.4	Perhitungan Pemampatan Tanah Dasar Akibat <i>Vacuum Preloading</i> .....	113
<b>5.5</b>	<b>Perencanaan Perkuatan Dengan <i>Geotextile</i>....</b>	<b>118</b>
5.5.1	Perencanaan <i>Geotextile</i> Pada Timbunan Tanah Sirtu .....	119
<b>5.6</b>	<b>Perhitungan Biaya Material .....</b>	<b>129</b>
5.6.1	Perhitungan Biaya Material Timbunan.....	129
5.6.2	Perhitungan Biaya <i>Prefabricated Vertical Drain</i> (PVD).... ..	131
5.6.3	Perhitungan Biaya Perkuatan dengan <i>Geotextile</i> .....	132
5.6.4	Perhitungan Biaya Pompa <i>Vacuum Preloading</i> .....	133
5.6.5	Perhitungan Biaya <i>Prefabricated Hrozontal Drain</i> (PHD) .....	135
5.6.6	Rekapitulasi Biaya Material Geoteknik.....	137



BAB VI.....	139
PENUTUP.....	139
<b>6.1 Kesimpulan.....</b>	<b>139</b>
<b>6.2 Saran.....</b>	<b>141</b>
DAFTAR PUSTAKA.....	143

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 1.1</b> Jaringan Jalan Tol Trans Jawa.....	2
<b>Gambar 1.2</b> PVD ( <i>prefabricated vertical drain</i> ) .....	4
<b>Gambar 1.3</b> Foam Mortar Busa .....	5
<b>Gambar 1.4</b> Lokasi Proyek Timbunan Jalan Tol STA 414+525 dan STA 424+576 .....	6
<b>Gambar 2.1</b> Rumusan distribusi pembebanan timbunan bentuk trapezium .....	13
<b>Gambar 2.2</b> Grafik faktor distribusi beban merata bentuk persegi .....	14
<b>Gambar 2.3</b> Kebutuhan tinggi awal timbunan akibat pemampatan tanah dasar .....	15
<b>Gambar 2.4</b> Pemasangan <i>Vertical Drain</i> .....	24
<b>Gambar 2.5</b> Pola Pemasangan Segiempat ( $D = 1,13 \times s$ ).....	26
<b>Gambar 2.6</b> Pola Pemasangan Segitiga ( $D = 1,05 \times s$ ).....	26
<b>Gambar 2.7</b> Diameter Ekuivalen PVD.....	27
<b>Gambar 2.8</b> Perbandingan vacuum pre-loading dan soil pre-loading .....	30
<b>Gambar 2.9</b> Penggunaan <i>Geotextile</i> Pada Lereng Timbunan Tanah .....	34
<b>Gambar 2.10</b> Macam – Macam Kondisi Stabilitas Timbunan Akibat <i>Geotextile</i> .....	35
<b>Gambar 2.11</b> Grafik Gradasi Agregat Pasir Untuk Mortar Busa .....	42
<b>Gambar 3.1</b> Bagan Alir Tugas Akhir .....	46

<b>Gambar 3.2</b> Variasi Material Timbunan Menggunakan Material Ringan Mortar Busa dan Material Sirtu.....	48
<b>Gambar 4.1</b> Sketsa Gambar Data Stratigrafi Tanah STA 414+525 – STA 415+475 .....	54
<b>Gambar 4.2</b> Sketsa Gambar Data Stratigrafi Tanah STA 423+020 - STA 424+575 .....	54
<b>Gambar 4.3</b> <i>Cross Section</i> Timbunan Jalan STA 414+525 dan STA 424+576.....	55
<b>Gambar 4.4</b> Potongan Memanjang Timbunan Jalan STA 414+525 dan STA 424+576.....	55
<b>Gambar 5.1</b> Potongan Timbunan pada STA 414+525 .....	62
<b>Gambar 5.2</b> Hubungan Antara $H_{final}$ dan $H_{initial}$ Timbunan Tanah Sirtu STA 414+525.....	72
<b>Gambar 5.3</b> Hubungan Antara $H_{final}$ dan $Sc$ Timbunan Tanah Sirtu STA 414+525.....	73
<b>Gambar 5.4</b> Hubungan Antara $H_{final}$ dan $H_{initial}$ Timbunan 25% Mortar Busa 75% Tanah Sirtu STA 414+525.....	75
<b>Gambar 5.5</b> Hubungan Antara $H_{final}$ dan $Sc$ Timbunan 25% Mortar Busa 75% Tanah Sirtu STA 414+525.....	76
<b>Gambar 5.6</b> Hubungan Antara $H_{final}$ dan $H_{initial}$ Timbunan 50% Mortar Busa 50% Tanah Sirtu STA 414+525.....	78
<b>Gambar 5.7</b> Hubungan Antara $H_{final}$ dan $Sc$ Timbunan 50% Mortar Busa 50% Tanah Sirtu STA 414+525.....	79
<b>Gambar 5.8</b> Hubungan Antara $H_{final}$ dan $H_{initial}$ Timbunan 75% Mortar Busa 25% Tanah Sirtu STA 414+525.....	81
<b>Gambar 5.9</b> Hubungan Antara $H_{final}$ dan $Sc$ Timbunan 75% Mortar Busa 25% Tanah Sirtu STA 414+525.....	82
<b>Gambar 5.10</b> Hubungan Antara Derajat Konsolidasi ( $U$ ) dan Waktu ( $t$ ) Pada PVD Pola Segitiga STA 414+525 .....	94

<b>Gambar 5.11</b> Hubungan Antara Derajat Konsolidasi (U) dan Waktu (t) Pada PVD Pola Segiempat STA 414+525 .....	94
<b>Gambar 5.12</b> Hubungan Antara Nilai Pemampatan (s) dan Waktu Pentahapan (t) Untuk Timbunan Tanah Sirtu STA 414+525 .....	107
<b>Gambar 5.13</b> Hubungan Antara Nilai Pemampatan (s) dan Waktu Pentahapan (t) Untuk timbunan 50% mortar busa 50% tanah sirtu STA 414 + 525 .....	109
<b>Gambar 5.14</b> Hubungan Antara Nilai Pemampatan (s) dan Waktu Pentahapan (t) Untuk Timbunan Tanah Sirtu STA 414+525 dengan Metode <i>Vacuum Preloading</i> .....	115
<b>Gambar 5.15</b> Hubungan Antara Nilai Pemampatan (s) dan Waktu Pentahapan (t) Untuk Timbunan 50% Mortar Busa 50% Tanah Sirtu STA 414+525 dengan Metode <i>Vacuum Preloading</i> .....	117
<b>Gambar 5.16</b> Analisa dalam Program Bantu Xstabl .....	118
<b>Gambar 5.17</b> Hasil Analisis Kelongsoran Timbunan Tanah Sirtu Dengan Program Bantu Xstabl; (a) Bidang Longsor, (b) Nilai FS, Jari – jari Kelongsoran, dan MRmin .....	120
<b>Gambar 5.18</b> Perencanaan Pemasangan <i>Geotextile</i> pada Variasi Timbunan Tanah Sirtu STA 414+525 .....	125
<b>Gambar 5.19</b> Hasil Analisa Kelongsoran Timbunan Tanah Sirtu Dengan Program Bantu Xstabl untuk Kontrol Kondisi diakhir Timbunan Bertahap; (a) Bidang Longsor, (b) Nilai FS, Jari – jari Kelongsoran, dan MRmin.....	126

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 2.1</b> Konsistensi Tanah (Tanah Dominan Lanau dan Lempung).....	11
<b>Tabel 2.2</b> Konsistensi Tanah (Tanah Dominan Pasir).....	12
<b>Tabel 2.3</b> Rumus Penambahan Tegangan Efektif $U < 100\%$ .....	32
<b>Tabel 2.4</b> Faktor Reduksi Kekuatan <i>Geotextile</i> .....	36
<b>Tabel 2.5</b> Gradasi Pasir Untuk Material Ringan Mortar Busa....	42
<b>Tabel 2.6</b> Kuat Tekan Minimum Mortar Busa Lapis Pondasi Atas ( <i>Base</i> ).....	43
<b>Tabel 2.7</b> Kuat Tekan Minimum Mortar Busa Lapis Pondasi Bawah ( <i>Subbase</i> ).....	44
<b>Table 4.1</b> Parameter Data Tanah pada STA 414+525 (a) Data Tanah <i>Volumetric dan Gravimetric</i> (b) Data Tanah <i>Consolidation</i> (c) Data Tanah Kekuatan Tanah dan <i>Atterberg Limits</i> .....	52
<b>Tabel 4.2</b> Parameter Data Tanah pada STA 424+576(a) Data Tanah <i>Volumetric dan Gravimetric</i> (b) Data Tanah <i>Consolidation</i> (c) Data Tanah Kekuatan Tanah dan <i>Atterberg Limits</i> .....	53
<b>Tabel 4.3</b> Spesifikasi Material Timbunan .....	56
<b>Tabel 4.4</b> Rekapitulasi Pembebanan Pada Timbunan Tanah Sirtu STA 414+525 .....	58
<b>Tabel 4.5</b> Rekapitulasi Pembebanan Pada Timbunan Tanah Sirtu STA 424+576.....	59
<b>Tabel 5.1</b> (a) Distribusi Tegangan Akibat Timbunan Trapesium 1 (b) Distribusi Tegangan Akibat Timbunan Trapesium 2 (c) Distribusi Tegangan Akibat Timbunan Trapesium 3 .....	66
<b>Tabel 5.2</b> Distribusi Tegangan Akibat Pavemet .....	68
<b>Tabel 5.3</b> Pemampatan Tanah Dasar Akibat q Timbunan.....	69

<b>Tabel 5.4</b> Pemampatan Tanah Dasar Akibat q Pavement .....	70
<b>Tabel 5.5</b> Rekapitulasi Perhitungan Hinitial, Hfinal, dan Sc Timbunan Tanah Sirtu STA 414+525 .....	72
<b>Tabel 5.6</b> Rekapitulasi Perhitungan Hinitial, Hfinal, dan Sc Timbunan 25% Mortar Busa 75% Tanah Sirtu STA 414+525 ...	75
<b>Tabel 5.7</b> Rekapitulasi Perhitungan Hinitial, Hfinal, dan Sc Timbunan 50% Mortar Busa 50% Tanah Sirtu STA 414+525 ...	78
<b>Tabel 5.8</b> Rekapitulasi Perhitungan Hinitial, Hfinal, dan Sc Timbunan 75% Mortar Busa 25% Tanah Sirtu STA 414+525 ...	81
<b>Tabel 5.9</b> Rekapitulasi Nilai Hinitial dan Stotal STA 414+525 ..	83
<b>Tabel 5.10</b> Data Tanah STA 414+525 Nilai Cv Gabungan Untuk Perhitungan Waktu Pemampatan .....	84
<b>Tabel 5.11</b> Rate Of Settlement Di Bawah .....	85
Timbunan Tanah Sirtu STA 414+525 .....	85
<b>Tabel 5.12</b> Rate Of Settlement Di Bawah .....	86
Timbunan 25% Mortar Busa 75% Tanah Sirtu STA 414+525 ...	86
<b>Tabel 5.13</b> Rate Of Settlement Di Bawah .....	86
Timbunan 50% Mortar Busa 50% Tanah Sirtu STA 414+525 ...	86
<b>Tabel 5.14</b> Rate Of Settlement Di Bawah .....	87
Timbunan 75% Mortar Busa 25% Tanah Sirtu STA 414+525 ..	87
<b>Tabel 5.15</b> Perhitungan Nilai Faktor Hambatan PVD untuk PVD Pola Segitiga .....	89
<b>Tabel 5.16</b> Rekapitulasi Nilai Derajat Konsolidasi Total (Utotal) .....	90
<b>Tabel 5.17</b> Perhitungan Nilai Faktor Hambatan PVD untuk PVD Pola Segiempat.....	91

<b>Tabel 5.18</b> Rekapitulasi Nilai Derajat Konsolidasi Total (Utotal)	93
<b>Tabel 5.19</b> Rekapitulasi Distribusi Tegangan Variasi Timbunan Tanah Sirtu STA 414+525	97
<b>Tabel 5.20</b> Rekapitulasi Distribusi Tegangan Variasi Timbunan 50% Mortar Busa 50% Tanah Sirtu	100
<b>Tabel 5.21</b> Rekapitulasi Perubahan Tegangan $U=100\%$ Variasi Timbunan Tanah Sirtu pada STA 414+525	101
<b>Tabel 5.22</b> Rekapitulasi Perubahan Tegangan $U=100\%$ Variasi Timbunan 50% Mortar Busa 50% Tanah Sirtu pada STA 414+525	102
<b>Tabel 5.23</b> Rekapitulasi Nilai Cu pada Variasi Timbunan Tanah Sirtu STA 414+525	103
<b>Tabel 5.24</b> Rekapitulasi Nilai Cu pada Variasi Timbunan 50% Mortar Busa 50% Tanah Sirtu STA 414+525	104
<b>Tabel 5.25</b> Rekapitulasi Penambahan Distribusi Tegangan Akibat Beban Pompa Vacuum pada Variasi Timbunan Tanah Sirtu STA 414+525	111
<b>Tabel 5.26</b> Rekapitulasi Penambahan Distribusi Tegangan Akibat Beban Pompa Vacuum pada Variasi Timbunan 50% Mortar Busa 50% Tanah Sirtu STA 414+525	111
<b>Tabel 5.27</b> Rekapitulasi Perubahan Tegangan $U=100\%$ Akibat <i>Vacuum Preloading</i> pada Variasi Timbunan Tanah Sirtu STA 414+525	112
<b>Tabel 5.28</b> Rekapitulasi Perubahan Tegangan $U=100\%$ Akibat <i>Vacuum Preloading</i> pada Variasi Timbunan 50% Mortar Busa 50% Tanah Sirtu STA 414+525	113
<b>Tabel 5.29</b> Rekapitulasi Nilai SF (Safety Factor) Pada Variasi Timbunan STA 414+525	118
<b>Tabel 5.30</b> Hasil Analisa dari Program Bantu Xstabl	121

<b>Tabel 5.31</b> Rekapitulasi Perhitungan Penambahan Momen Penahan ( $\Delta M_R$ ) Timbunan Tanah Sirtu STA 414+525.....	123
<b>Tabel 5.32</b> Perhitungan Kebutuhan Jumlah Geotextile Timbunan Tanah Sirtu STA 414+525 .....	125
<b>Tabel 5.33</b> Hasil Analisa dari Program Bantu Xstabl untuk Kontrol Kondisi diakhir Timbunan Bertahap.....	126
<b>Tabel 5.34</b> Rekapitulasi Perhitungan Penambahan Momen Penahan ( $\Delta M_R$ ) Timbunan Tanah Sirtu STA 414+525.....	127
<b>Tabel 5.35</b> Perhitungan Biaya Material Tanah Sirtu dan Mortar Busa pada Variasi Timbunan STA 414+525.....	130
<b>Tabel 5.36</b> Perhitungan Biaya Material Tanah Sirtu dan Mortar Busa pada Variasi Timbunan STA 424+576.....	130
<b>Tabel 5.37</b> Perhitungan Biaya PVD pada Variasi Timbunan STA 414+525 .....	132
<b>Tabel 5.38</b> Perhitungan Biaya PVD pada Variasi Timbunan STA 424+576.....	132
<b>Tabel 5.39</b> Perhitungan Biaya <i>Geotextile</i> pada Variasi Timbunan STA 414+525 .....	133
<b>Tabel 5.40</b> Perhitungan Biaya Pompa <i>Vacuum Preloading</i> pada Variasi Timbunan STA 414+525 .....	135
<b>Tabel 5.41</b> Perhitungan Biaya PHD pada Variasi Timbunan STA 414+525 .....	136
<b>Tabel 5.42</b> Perhitungan Biaya PHD pada Variasi Timbunan STA 424+576.....	136
<b>Tabel 5.43</b> Rekapitulasi Biaya Material Geoteknik pada Variasi Timbunan STA 414+525 .....	137
<b>Tabel 5.44</b> Rekapitulasi Biaya Material Geoteknik pada Variasi Timbunan STA 414+525 Menggunakan <i>Vacuum Preloading</i> ..	137



<b>Tabel 5.45</b> Rekapitulasi Biaya Material Geoteknik pada Variasi Timbunan STA 424+576 .....	138
--	-----

*\*Halaman ini sengaja dikosongkan ...\**

# BAB I PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan negara berkembang yang memiliki jumlah penduduk yang tinggi, terutama di Pulau Jawa dengan jumlah penduduk terpadat dari ribuan pulau di Indonesia. Adanya pertumbuhan penduduk mengakibatkan kebutuhan akan barang semakin meningkat, sehingga dibutuhkan jalur distribusi barang untuk memenuhi kebutuhan. Jalur distribusi salah satunya melalui jalur darat yang menyebabkan meningkatnya penggunaan moda transportasi darat, dalam hal ini kebutuhan akan infrastruktur transportasi harus ditingkatkan untuk memudahkan distribusi dan menghubungkan wilayah pusat pertumbuhan dengan wilayah di sekitarnya, sehingga dapat meningkatkan perekonomian suatu wilayah.

Pemerintah merencanakan pembangunan infrastruktur transportasi Jalan Tol Trans Jawa yang menghubungkan kota dan kabupaten yang ada di Pulau Jawa didasari akan pentingnya infrastruktur bagi pertumbuhan bangsa Indonesia. Dari **Gambar 1.1** dapat dilihat rencana Jalan Tol Trans Jawa yang menghubungkan kota dan kabupaten di Pulau Jawa. Dengan adanya jalan bebas hambatan ini bertujuan untuk meningkatkan perekonomian daerah serta mendukung mobilitas dan aksesibilitas jalur darat di Pulau Jawa.

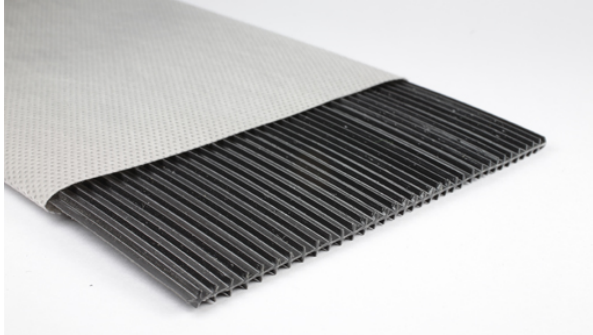


dengan adanya potensi terjadi pemampatan yang besar dan longsor saat dilakukan penimbunan.

Upaya dalam memperbaiki daya dukung tanah dapat dilakukan dengan cara memberikan beban pada tanah dasar atau *pre-loading* agar air dalam tanah keluar sehingga tanah akan memampat dan meningkatkan daya dukungnya. Metode yang digunakan adalah dengan melakukan kombinasi PVD (*prefabricated vertical drain*) agar proses pemampatan terjadi lebih cepat atau *vacuum pre-loading* yang dapat meningkatkan daya dukung tanah dasar untuk mendukung stabilitas timbunan karena adanya penurunan tanah dasar akibat beban dari timbunan.

Perbaikan tanah dasar menggunakan PVD (*prefabricated vertical drain*) dan *vacuum pre-loading* dipilih untuk mempercepat pekerjaan jalan Tol Batang – Semarang, Kasubdit Pengadaan Lahan Ditjen Bina Marga Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (PUPR), Herry Marzuki (2016), menyatakan bahwa pada jaringan Jalan Tol Trans-Jawa, ruas yang memiliki kemajuan tahap pembebasan lahan paling sedikit adalah Jalan Tol Pemalang-Batang dan Jalan Tol Batang-Semarang.

Sesuai arahan Menteri PUPR, Basuki Hadimuljono, Jalan Tol Batang – Semarang di targetkan selesai tahun 2018 maka diperlukan percepatan pada konstruksi jalan tol, perbaikan tanah dasar merupakan pekerjaan yang membutuhkan waktu yang tergolong lama, oleh sebab itu digunakan metode perbaikan menggunakan PVD (*prefabricated vertical drain*) dan *vacuum pre-loading*. Selain itu, *vacuum pre-loading* merupakan metode baru yang jarang digunakan di Indonesia. Dari kedua metode perbaikan tanah dasar ini memanfaatkan penggunaan PVD (*prefabricated vertical drain*) yang dapat dilihat pada **Gambar 1.2**.



**Gambar 1.2** PVD (*prefabricated vertical drain*)

Tinggi timbunan pada proyek Jalan Tol Batang – Semarang direncanakan antara 3 meter - 12 meter oleh sebab itu untuk menjaga stabilitas timbunan digunakan alternatif perkuatan timbunan dengan *geotextile* yang bertujuan menghindari kerusakan pada badan jalan akibat penurunan (*settlement*), Longsor dan faktor kerusakan lainnya dikarenakan desain rencana timbunan yang tergolong tinggi. Selain itu untuk menjaga stabilitas timbunan dan mengurangi beban akibat timbunan akan digunakan variasi material dengan memanfaatkan material ringan yaitu mortar busa yang memiliki berat yang lebih ringan dibanding dengan material biasa yang pada umumnya.

Handayani (2007) menyebutkan dalam studi kasusnya, tanah kohesif dapat diaplikasikan sebagai material campuran dengan busa. Material tersebut merupakan material setempat yang apabila dicampur dengan busa, maka akan mengembang hingga 4 (empat) kali volume awal sehingga kebutuhan material tidak banyak dan pengadaan material timbunan tidak perlu didatangkan dari lokasi lain. Material ringan mortar busa (*foamed mortar embankment*) merupakan inovasi baru yang mulai diterapkan di pembangunan jalan tol di Indonesia sebagai pengganti material biasa (sirtu) yang dapat dimanfaatkan untuk memperkecil pemampatan akibat beban timbunan terhadap tanah dasar. Bahan yang digunakan adalah campuran semen, pasir, air, dan Foam

mortar busa seperti pada **Gambar 1.3** . Selain itu material ringan mortar busa lebih mudah dalam pengerjaannya dan dapat dimanfaatkan untuk mempercepat waktu pelaksanaan proyek ini.



**Gambar 1.3** Foam Mortar Busa

Maka dalam hal ini akan direncanakan dan dibandingkan stabilitas timbunan menggunakan material biasa dengan material ringan yaitu mortar busa yang diperkuat dengan geotextile. Diambil STA 414+525 dan STA 424+576 karena dapat mewakili perencanaan timbunan Jalan Tol Batang – Semarang, Pada STA tersebut memiliki tinggi timbunan rencana 11,5 meter pada STA 414+525 dan 3,1 meter pada STA 424+576 yang terletak pada tanah dasar pada **Gambar 1.4**. Pada STA tersebut memiliki tanah dasar dengan kedalaman tanah lunak 12 meter dengan nilai N-SPT dibawah 10.

Penggunaan material timbunan di bagi menjadi 4 macam, pertama menggunakan material biasa (sirtu), kedua seperempat dari tinggi timbunan menggunakan material ringan, ketiga setengah dari tinggi timbunan menggunakan material ringan, dan keempat tiga seperempat dari tinggi timbunan menggunakan material ringan. Untuk perbaikan tanah dasar menggunakan perbandingan antara *vacuum pre-loading* dan PVD

(*prefabricated vertical drain*), Hasil dari beberapa metode ini akan dipilih yang paling optimum dari segi biaya material untuk pembangunan Jalan Tol Batang - Semarang seksi III Weleri - Kendal STA 414+525 – STA 424+576.



**Gambar 1.4** Lokasi Proyek Timbunan Jalan Tol STA 414+525 dan STA 424+576  
(Sumber: PT. Waskita Karya)



## 1.2 Rumusan Permasalahan

Detail Permasalahan dalam perencanaan perbaikan tanah dasar dan perkuatan stabilitas timbunan pada jalan tol Batang - Semarang seksi III adalah :

- a. Bagaimana merencanakan tinggi timbunan awal pada variasi material biasa dan material ringan agar mencapai tinggi rencana akibat terjadinya pemampatan tanah?
- b. Berapa besar pemampatan tanah dasar akibat timbunan material biasa dengan material ringan dan berapa lama waktu pemampatan yang terjadi pada alternatif metode perbaikan tanah dasar untuk mencapai daya dukung tanah rencana?
- c. Bagaimana merencanakan stabilitas timbunan antara timbunan material biasa dan material ringan yang efektif sehingga *sliding* atau keruntuhan pada tanah dasar tidak terjadi?
- d. Alternatif perkuatan dan penggunaan material manakah yang paling efektif dan ekonomis?

## 1.3 Tujuan

Tujuan yang ingin dicapai dari dibuatnya tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

- a. Merencanakan tinggi timbunan awal pada variasi timbunan material biasa dan material ringan yang sesuai untuk menentukan tinggi akhir timbunan yang direncanakan.
- b. Mengetahui besar dan waktu pemampatan yang terjadi pada tanah dasar akibat timbunan material biasa dan material ringan dengan metode pre-loading hingga mencapai daya dukung tanah rencana.
- c. Merencanakan perkuatan pada timbunan antara timbunan material biasa dan timbunan material ringan agar tidak

terjadi kelongsoran akibat *internal stability* ataupun *overall stability*.

- d. Menentukan alternatif perkuatan dan penggunaan material timbunan yang efektif dan ekonomis.

#### **1.4 Batasan Masalah**

Adapun lingkup pekerjaan yang dilakukan dalam perencanaan tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

- a. Tidak merencanakan tebal perkerasan untuk jalan tol
- b. Material yang digunakan untuk timbunan adalah variasi dari material biasa dan material ringan (Mortar Busa)
- c. Metode perkuatan timbunan yang dibahas menggunakan *geotextile*
- d. Metoda perbaikan tanah dasar yang dibahas menggunakan PVD dan *Vacuum Pre-loading*
- e. Perhitungan biaya hanya berdasarkan harga material geoteknik yang terpasang
- f. Data yang digunakan adalah data sekunder

#### **1.5 Manfaat**

Dengan ditulisnya Tugas Akhir ini diharapkan dapat memberikan manfaat kepada penulis dan pembaca sebagai salah satu referensi studi pustaka untuk merencanakan perkuatan tanah dan alternatif material timbunan khususnya pada proyek pembangunan jalan tol.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Tanah dan Karakteristik Tanah**

Tanah dasar akan menerima beban pada bangunan di atasnya seperti beban timbunan, jalan, struktur bangunan, dll. Dalam hal ini tanah dasar harus mampu menahan seluruh beban yang terjadi. Material tanah tersusun dari campuran butiran – butiran mineral dan kandungan bahan organik disertai dengan endapan. Pada umumnya tanah terdiri dari 3 (tiga) komponen yaitu air, udara, dan partikel padat dimana air dan udara ini akan saling mengisi ruang kosong di antara partikel padat tersebut. Terdapat beberapa jenis tanah yang ada pada lapisan tanah dasar seperti tanah Lempung dan Pasir.

Tanah lempung merupakan tanah yang dapat mengalami penyusutan (Shrinkage) dan pengembangan (Swelling). Tanah lempung memiliki sifat pemampatan yang besar dan memerlukan waktu yang lama. Hal ini yang menyebabkan kerusakan pada konstruksi bangunan di atas tanah dasar seiring dengan berjalannya waktu

#### **2.2 Analisa Parameter Tanah**

##### **2.2.1 Klasifikasi Tanah**

Penggolongan tanah berdasarkan karakteristik yang membedakan setiap jenis tanah. Sistem klasifikasi tanah yang ada di dunia ini berbagai macam, karena banyak negara yang mengembangkan sendiri sistem klasifikasi tanah, berikut adalah beberapa sitem klasifikasi tanah yang sering digunakan yaitu :

- a. Sistem klasifikasi USCS (*Unified Soil Classification System*)
- b. AASHTO (*American Association of State Highway and Transportation Officials*)

Jenis – jenis tanah dibagi menjadi 3 kelompok utama berdasarkan ukuran butirnya yaitu:

- a. Partikel kasar seperti kerikil (*gravel*) dan pasir (*sand*)
- b. Partikel halus seperti lanau (*silt*) dan lempung(*clay*)
- c. Tanah dengan kadar organik tinggi seperti tanah gambut

Tanah juga memiliki parameter – paramater penting yaitu berat volume ( $\gamma$ ), sudut geser tanah ( $\phi$ ), dan kohesi tanah ( $C$ ). Kohesi tanah merupakan daya rekat antara partikel tanah dengan partikel tanah lainnya. Berdasarkan sifat lekatannya, tanah dibedakan menjadi tanah kohesif dan non – kohesif. Tanah kohesif adalah tanah yang mempunyai sifat lekatan antara butir – butirnya, contohnya lanau dan lempung. Sedangkan tanah non – kohesif tidak punya sifat lekatan, contohnya kerikil dan pasir.

Sudut geser tanah adalah besar sudut yang terbentuk pada partikel – partikel dalam tanah akibat adanya beban yang muncul. Tanah kohesif cenderung tidak memiliki sudut geser tanah, sedangkan tanah non – kohesif memiliki sudut geser tanah. Perilaku dan konsistensi tanah dari jenis ini pula berbeda satu sam lainnya.

### **2.2.2 Klasifikasi Tanah Berdasarkan Data N-SPT**

Untuk merencanakan suatu pekerjaan perbaikan tanah dibutuhkan data tanah yang memadai. Tetapi pada saat pengumpulan data dapat terjadi ketidaklengkapan data tanah, sehingga perlu dilakukan pengkorelasiian nilai dari beberapa parameter tanah untuk menentukan nilai dari beberapa parameter tanah yang lain.

Dari nilai N-SPT akan dilakukan koreksi nilai N untuk tanah lempung atau pasir berlanau (*Silty Sands*) di bawah muka air tanah harus dikoreksi menjadi  $N'$  berdasarakan perumusan sebagai berikut: (Terzaghi dan Peck)

$$N' = 15 + 0.5(N - 15), \text{ untuk } N > 15 \quad (2-1)$$

$$N' = 1.25, \text{ untuk } \textit{gravel} \text{ atau } \textit{sandy gravel} \quad (2-2)$$

Dimana:

$N$  : Jumlah pukulan kenyataan di lapangan untuk di bawah muka air tanah

Dalam menentukan konsistensi tanah berdasarkan harga tahanan konus/N-SPT dapat menggunakan **Tabel 2.1**. Hubungan antara konsistensi terhadap tekanan konus, undrained cohesion dan internal friction adalah sebanding dimana semakin tinggi nilai  $c$ ,  $\phi$  dan  $q_c$  maka semakin keras tanah tersebut.

**Tabel 2.1** Konsistensi Tanah (Tanah Dominan Lanau dan Lempung)

Konsistensi Tanah	Taksiran Harga Kekuatan Geser Undrained, $C_u$		Taksiran Harga SPT, harga $N$	Taksiran Harga Tahanan Conus, $q_c$ (Dari Sondir)	
	Kpa	ton/m <sup>2</sup>		kg/cm <sup>2</sup>	Kpa
Sangat Lunak (Very Soft)	0 – 12.5	0 – 1.25	0 – 2.5	0 – 10	0 – 1000
Lunak (Soft)	12.5 – 25	1.25 – 2.5	2.5 – 5	10 – 20	1000 – 2000
Menengah (Medium)	25 – 50	2.5 – 5	5 – 10	20 – 40	2000 – 4000
Kaku (Stiff)	50 – 100	5 – 10	10 – 20	40 – 75	4000 – 7500
Sangat Kaku (Very Stiff)	100 – 200	10 – 20	20 – 40	75 – 150	7500 – 15000
Keras (Hard)	> 200	> 20	> 40	> 150	> 15000

Sumber: Mochtar (2006)

Begitu pula dengan hubungan antara kepadatan dengan relative density, nilai N-SPT,  $q_c$  dan  $\phi$  adalah sebanding. Hal ini dapat dilihat pada **Tabel 2.2**.

**Tabel 2.2** Konsistensi Tanah (Tanah Dominan Pasir)

Kondisi Kepadatan	Relative Density (Kepadatan Relatif) Dr (%)	Taksiran Harga SPT, harga N	Perkiraan an Harga $\phi$ (°)	Perkiraan n Berat Volume Jenuh $\gamma_{sat}$ t/m <sup>3</sup>
Sangat Renggang (Very Loose)	0 – 15	0–4	0 – 28	< 1.6
Renggang (Loose)	15 – 35	4 – 10	28 – 30	1.5 – 2
Menengah (Medium)	35 – 65	10 – 30	30 – 36	1.75 – 2.1
Rapat (Dense)	65– 85	30 – 50	36 – 41	1.75 – 2.25
Sangat Rapat (Very Dense)	85 – 100	> 60	41	

Sumber: Mochtar (2009)

Beberapa rumus empiris yang digunakan adalah rumus untuk mencari nilai dari indeks pemampatan ( $C_c$ ) dan indeks mengembang ( $C_s$ ). Indeks pemampatan dan indeks mengembang ini digunakan untuk menghitung besarnya pemampatan yang terjadi di lapangan sebagai akibat dari konsolidasi. Rumus empiris yang digunakan berdasarkan dari penelitian yang dikembangkan oleh Rendon-Herrero (1980) yaitu sebagai berikut:

$$C_c = 0,30 (e_0 - 0.27) \quad (2-3)$$

$$C_s = \frac{1}{5} \text{ sampai } \frac{1}{10} C_c \quad (2-4)$$

Keterangan :

$C_c$  = Indeks kompresi

$C_s$  = Indeks mengembang

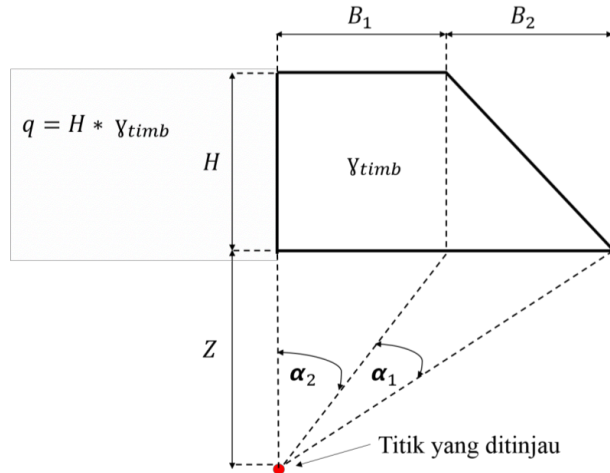
$e_0$  = Angka pori

### 2.3 Distribusi Tegangan pada Tanah Dasar

Beban timbunan, beban pavement, dan beban lalu lintas yang nanti akan diletakkan di atas tanah dasar akan mengakibatkan tambahan tegangan yang terdistribusi secara berbeda pada tiap lapisan tanah dasar.

### 2.3.1 Beban Timbunan

Perhitungan beban timbunan pada Gambar 2.1 dapat menggunakan rumusan Braja Das (1990) dan **Gambar 2.1**.



**Gambar 2.1** Rumusan distribusi pembebanan timbunan bentuk trapezium

(Sumber: Modul Ajar Metode Perbaikan Tanah, Noor Endah Mochtar, 2012)

$$\Delta\sigma = \frac{q}{\pi} x \left[ \left\{ \frac{(B_1+B_2)}{B_2} x (\alpha_1 + \alpha_2) \right\} - \frac{B_1}{B_2} x \alpha_2 \right] \quad (2-5)$$

dengan:

$\Delta\sigma$  : besar tegangan pada titik yang ditinjau (ton/m<sup>2</sup>)

$Q$  : beban timbunan =  $H_{\text{timb}} * \gamma_{\text{timb}}$  (ton/m<sup>2</sup>)

$\Pi$  : 180°

$B_1$  :  $\frac{1}{2}$  lebar timbunan (m)

$B_2$  : panjang proyeksi horizontal kemiringan lereng (m)

$\alpha_2$  :  $\arctan^{-1} \left( \frac{B_1}{Z} \right)$  (Derajat)

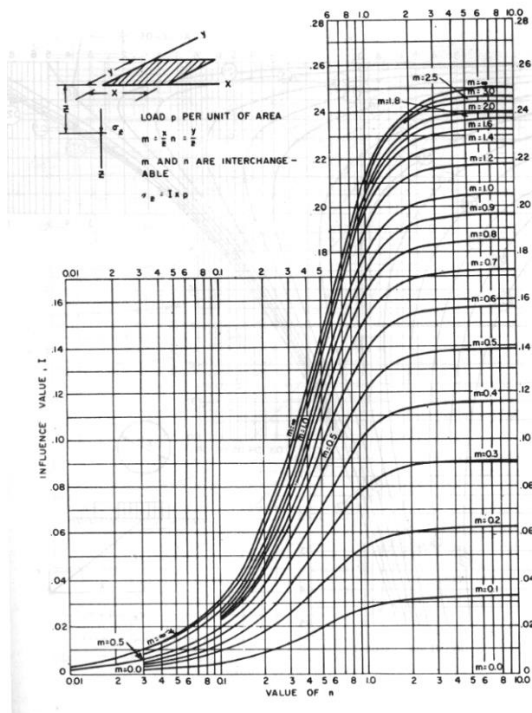
$\alpha_1$  :  $\arctan^{-1} \left( \frac{B_1+B_2}{Z} \right) - \alpha_2$  (Derajat)

Yang perlu diperhatikan yaitu nilai  $\Delta\sigma$  yang diperoleh adalah untuk 1/2 dari bentuk timbunan sehingga untuk bentuk timbunan yang simetris maka nilai  $\Delta\sigma$  yang diperoleh harus dikali dua sehingga berubah menjadi :

$$2\Delta\sigma = 2 \times \Delta\sigma \quad (2-6)$$

### 2.3.2 Beban Pavement

Perhitungan beban pavement pada Gambar 2.2 yang merata dapat menggunakan grafik dari NAVFAC DM-7 (1970).



**Gambar 2.2** Grafik faktor distribusi beban merata bentuk persegi  
(Sumber: Modul Ajar Metode Perbaikan Tanah, Noor Endah Mochtar, 2012)



$$\Delta\sigma = 4 \times I \times q \quad (2-7)$$

dengan:

$\Delta\sigma$  : besar tegangan pada titik yang ditinjau (ton/m<sup>2</sup>)

Q : beban pavement =  $\gamma_{\text{pavement}} \times H_{\text{pavement}}$  (ton/m<sup>2</sup>)

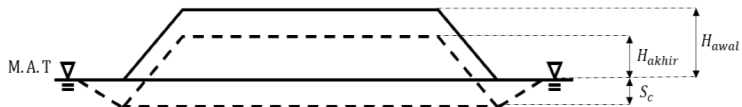
I : faktor distribusi beban merata bentuk persegi  $\leq 0,25$

### 2.3.3 Beban Lalu Lintas

Perhitungan beban lalu lintas diasumsikan memiliki beban  $q = 1 \text{ t/m}^2$

## 2.4 Perhitungan Tinggi Timbunan

Perlu diperhatikan kesesuaian elevasi rencana permukaan jalan dengan elevasi eksisting, dikarenakan tanah mengalami pemampatan akibat beban timbunan yang harus diantisipasi dengan perencanaan tinggi timbunan di lapangan untuk mendapatkan tinggi elevasi rencana, ditunjukkan pada **Gambar 2.3**. Penggunaan pra – pembebanan (*preloading*) dan beban tambahan (*surcharge*) dalam mencari tinggi timbunan bertujuan untuk mempercepat proses terjadinya pemampatan tanah dasar yang diprediksi.



**Gambar 2.3** Kebutuhan tinggi awal timbunan akibat pemampatan tanah dasar  
(Modul Ajar Metode Perbaikan Tanah, Noor Endah Mochtar, 2012)

### 2.4.1 Tinggi Timbunan Awal ( $H_{initial}$ ) dan Tinggi Timbunan Akhir ( $H_{final}$ )

Tinggi timbunan awal ( $H_{initial}$ ) pada saat pelaksanaan cenderung berbeda dengan tinggi timbunan rencana ( $H_{rencana}$ ). Perlu diperhatikan bahwa besarnya pemampatan terjadi pada lapisan tanah dasar. Untuk mencari besarnya tinggi timbunan awal ( $H_{initial}$ ) digunakan persamaan yaitu:

$$q = (H_{initial} - Sc) \times \gamma_{timb} + Sc \times \gamma'_{timb} \quad (2-8)$$

$$q = (H_{initial} \times \gamma_{timb}) - (Sc \times \gamma_{timb}) + (Sc \times \gamma'_{timb}) \quad (2-9)$$

$$H_{initial} = (q + (Sc \times \gamma_{timb}) + (Sc \times \gamma'_{timb})) \gamma_{timb} \quad (2-10)$$

$$H_{akhir} = H_{initial} - Sc \quad (2-11)$$

Keterangan:

$H_{initial}$  : Tinggi timbunan awal

$H_{akhir}$  : Tinggi timbunan akhir

$Sc$  : Total penurunan tanah akibat timbunan  $H$

$\gamma'_{timb}$  : Berat volume efektif material timbunan

Bila  $\gamma_{sat} = \gamma_{timbunan}$ , maka,

$$q = H_{initial} \times \gamma_{timbunan} - Sc \cdot \gamma_w \quad (2-12)$$

$$H_{initial} = \frac{q + Sc \times \gamma_w}{\gamma_{timbunan}} \quad (2-13)$$

### 2.4.2 Tinggi Timbunan Awal ( $H_{initial}$ ) dan Tinggi Timbunan Akhir ( $H_{final}$ ) pada Variasi Menggunakan Mortar Busa

Tinggi timbunan awal ( $H_{initial}$ ) pada variasi timbunan dengan material ringan mortar busa. Dalam variasi material timbunan direncanakan 4 variasi setiap STA, terdapat 3 lapis

material yaitu : tanah sirtu, subbase mortar busa, base mortar busa.

$$H1 = 0,2$$

$$H2 = (X \cdot Hawal - 0,2)$$

$$H3 = Hawal - Sc - 0,2 - H2$$

$$H4 = Sc$$

(2-14)

Keterangan:

H1 : Tinggi timbunan base mortar busa

H2 : Tinggi timbunan subbase mortar busa

H3 : Tinggi timbunan tanah sirtu

H4 : Tinggi pemampatan yang terjadi

$$q_1 = 0,2 \times \gamma_{\text{base-mortarbusa}}$$

$$q_2 = H2 \times \gamma_{\text{subbase-mortarbusa}}$$

$$q_3 = H3 \times \gamma_{\text{timb}}$$

$$q_4 = Sc \times \gamma'_{\text{timb}}$$

(2-15)

$$Q_{\text{total}} = q_1 + q_2 + q_3 + q_4$$

$$= (0,2 \times \gamma_{\text{base-mortarbusa}}) + (H2 \times \gamma_{\text{subbase-mortarbusa}}) + (H3 \times \gamma_{\text{timb}}) + (Sc \times \gamma')$$

$$= -1,25Xhawal + 1,85Hawal - Sc + 0,04$$

(2-16)

X : 25%

$$Hawal = \left( \frac{q_{\text{total}} + Sc - 0,04}{1,5375} \right)$$

(2-17)

X : 50%

$$Hawal = \left( \frac{q_{\text{total}} + Sc - 0,04}{1,225} \right)$$

(2-18)

X : 75%

$$Hawal = \left( \frac{q_{\text{total}} + Sc - 0,04}{0,9125} \right)$$

(2-19)

Keterangan:

- $H_{awal}$  : Tinggi timbunan awal  
 $X$  : Tinggi rencana material ringan mortar busa  
 $Sc$  : Total penurunan tanah akibat timbunan H  
 $\gamma'_{timb}$  : Berat volume efektif material timbunan

## 2.5 Pemampatan Tanah Dasar

Pembebanan di atas suatu permukaan tanah dapat menyebabkan tanah dasar mengalami pemampatan. Pemampatan (*settlement*) pada lapisan tanah dapat dibagi dalam 2 (dua) kelompok, yaitu:

- a. Pemampatan konsolidasi (*consolidation settlement*)  
 Merupakan hasil dari perubahan volume tanah yang jenuh air sebagai akibat dari keluarnya air yang menempati ruang pori tanah. Pemampatan konsolidasi umumnya dibagi menjadi 2 (dua) bagian, yaitu konsolidasi primer dan konsolidasi sekunder.
- b. Pemampatan segera (*immediate settlement*)  
 Merupakan akibat dari deformasi elastis tanah kering, basah, dan jenuh air tanpa adanya perubahan kadar air.

Wahyudi (1997) menjelaskan bahwa besar pemampatan tanah total ( $Stot$ ) adalah:

$$Stot = Si + Scp + Scs + Slat \quad (2-20)$$

Keterangan:

- $Stot$  : Pemampatan total / *total settlement*  
 $Si$  : Pemampatan segera / *immediate settlement*  
 $Scp$  : Pemampatan konsolidasi primer  
 $Scs$  : Pemampatan konsolidasi sekunder  
 $Slat$  : Pemampatan akibat gaya tanah lateral

Pada perhitungan penurunan tanah,  $Scs$  umumnya diabaikan (relatif sangat kecil) dan  $Slat$  jarang dihitung.

### 2.5.1 Pemampatan Konsolidasi / *Consolidation Settlement*

Penambahan beban di atas lapisan tanah dasar terutama yang jenuh air akan menyebabkan tekanan air pori meningkat sehingga air akan berusaha keluar dari pori – pori tanah. Pemampatan tanah tersebut disebut sebagai pemampatan konsolidasi primer. Tanah pada kedalaman tertentu biasanya telah mengalami tegangan efektif pra – konsolidasi, yaitu tegangan efektif terbesar yang pernah dialami di masa lalu. Tegangan efektif pra – konsolidasi dapat bernilai lebih kecil atau sama dengan tegangan *overburden* efektif saat ini. Ada 2 kategori jenis tanah berdasarkan pada sejarah tegangan yang dimiliki yaitu :

a. NC (*Normally Consolidated*) Soil

Tegangan *overburden* efektif saat ini merupakan tegangan terbesar yang pernah dialami oleh tanah tersebut.

b. OC (*Over Consolidated*) Soil

Tegangan *overburden* efektif saat ini lebih kecil daripada tegangan yang pernah dialami oleh tanah sebelumnya. Kategori tersebut bergantung dari angka *Over*

*Consolidation Ratio* (OCR) yang didefinisikan sebagai berikut:

$$OCR = \frac{\sigma_c'}{\sigma_o'} \quad (2-21)$$

Keterangan:

$\sigma_c'$  : Tegangan efektif pra – konsolidasi

$\sigma_o'$  : Tegangan *overburden* efektif

NC – Soil mempunyai angka OCR = 1 dan OC – Soil mempunyai angka OCR > 1. Secara umum besar pemampatan konsolidasi pada lapisan tanah lunak setebal H meter dapat dihitung dengan persamaan (Das, 1985) yaitu :

- a. Besar pemampatan untuk tanah NC (*Normally Consolidated*) Soil :

$$S_{ci} = \frac{H}{1+e_0} \left[ c_c \log \left( \frac{\sigma'_0 + \Delta\sigma}{\sigma'_0} \right) \right] \quad (2-22)$$

- b. Besar pemampatan untuk tanah OC (*Over Consolidated*) Soil :

Bila  $(\sigma' + \Delta\sigma) \leq \sigma'_{oc}$

$$S_{ci} = \frac{H}{1+e_0} \left[ c_s \log \left( \frac{\sigma'_0 + \Delta\sigma}{\sigma'_0} \right) \right] \quad (2-23)$$

Bila  $(\sigma' + \Delta\sigma) > \sigma'_{oc}$

$$S_{ci} = \left[ \frac{H}{1+e_0} c_s \log \left( \frac{\sigma'_c}{\sigma'_0} \right) \right] + \left[ \frac{H}{1+e_0} c_c \log \left( \frac{\sigma'_0 + \Delta\sigma}{\sigma'_c} \right) \right] \quad (2-24)$$

Keterangan:

- Sci : Besar pemampatan (m)  
 Hi : Tebal lapisan tanah ke-i  
 eo : Angka pori awal  
 Cc : Indeks pemampatan dari lapisan ke-i  
 Cs : Indeks mengembang dari lapisan ke-i  
 $\sigma\sigma'$  : Tegangan overburden efektif (*effective overburden pressure*)  
 $\sigma\sigma'$  : Tegangan pra – konsolidasi  
 $\Delta\sigma$  : Penambahan tegangan vertikal

Tegangan *overburden* efektif adalah tegangan vertikal efektif dari lapisan tanah asli akibat beban / lapisan tanah di atas titik tanah asli yang ditinjau. Tegangan *overburden* efektif didapatkan dengan rumu sebagai berikut:

$$\sigma'_o = \gamma' \cdot H \quad (2-25)$$

Keterangan:

$\gamma'$  : berat jenis efektif tanah ( $\gamma_{sat} - \gamma_w$ )

H : kedalaman lapisan tanah hingga titik yang ditinjau

Semua persamaan pemampatan konsolidasi berlaku untuk lapisan tanah yang compressible / mudah mampat.

### 2.5.2 Pemampatan Segera / Immediate Settlement

Dalam perhitungan pemampatan segera, Biarez menyajikan suatu formula sederhana untuk menghitung besarnya pemampatan segera dari tanah yang berlapis – lapis sesuai dengan Persamaan (2 – 18) berikut:

$$S_i = q \sum_i \left( \frac{h_i}{E_{i'}} \right) \quad (2-26)$$

Keterangan:

Q : Tegangan di permukaan tanah akibat *surchage*

H<sub>i</sub> : Tebal lapisan tanah ke-i

E'<sub>i</sub> : Modulus oedometrik pada lapisan ke-i

### 2.6 Waktu Pemampatan Tanah Dasar

Proses pemampatan dari tanah lempung yang tebal cenderung berlangsung dalam waktu yang sangat lama. Perbandingan antara pemampatan tanah yang terjadi pada saat t dengan pemampatan total yang terjadi disebut dengan derajat konsolidasi. Nilai derajat konsolidasi antara 0 – 100 % yang diformulasikan yaitu :

$$U = \frac{St}{s} \times 100\% \quad (2-27)$$

Keterangan :

U : Derajat konsolidasi

St : Pemampatan pada saat t

S : Pemampatan total yang terjadi

Derajat konsolidasi (U) juga dapat diperoleh dengan persamaan yaitu :

- a. Untuk U antara 0 – 60%

$$Uv = \left( \sqrt{\frac{Tv}{\pi}} \right)^2 \times 100\% \quad (2-28)$$

- b. Untuk U > 60%

$$Uv = (100 - a)\% \quad (2-29)$$

dimana nilai a yaitu :

$$a = \frac{1.781 - Tv}{0.933} \quad (2-30)$$

Keterangan :

Uv : Derajat konsolidasi vertikal pada umur rencana

Tv : Faktor waktu konsolidasi

Sebaliknya, jika diketahui derajat konsolidasi U maka faktor waktu Tv dapat diperoleh dengan persamaan berikut :

- a. Untuk U antara 0 – 60%

$$Tv = \frac{\pi}{4} \left( \frac{U\%}{100} \right)^2 \quad (2-31)$$

- b. Untuk U > 60%

$$Tv = 1,781 - 0,933 \log(100 - U\%) \quad (2-32)$$



Pemampatan konsolidasi pada tanah dasar yang terjadi disebabkan karena keluarnya air pori ke lapisan yang lebih porous, yaitu ke atas atau ke bawah saja (single drainage) atau ke atas dan ke bawah (double drainage). Waktu konsolidasi (Terzaghi dalam Das, 1985) dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$t = \frac{T(Hdr)^2}{C_v} \quad (2-33)$$

Keterangan :

- t : Waktu untuk pemampatan konsolidasi  
 T : Faktor waktu  
 Hdr : Panjang aliran air (drainage)  
 C<sub>v</sub> : Koefisien konsolidasi akibat aliran air pori arah vertical

Dalam kasus yang lain, untuk tanah yang memiliki banyak lapis dengan ketebalan yang berbeda-beda, harga C<sub>v</sub> gabungan dapat ditentukan dengan formula berikut :

$$C_{v_{gabungan}} = \frac{[H_1+H_2+\dots+H_n]^2}{\left[\frac{H_1}{\sqrt{C_{v1}}} + \frac{H_2}{\sqrt{C_{v2}}} + \dots + \frac{H_n}{\sqrt{C_{vn}}}\right]^2} \quad (2-34)$$

Keterangan :

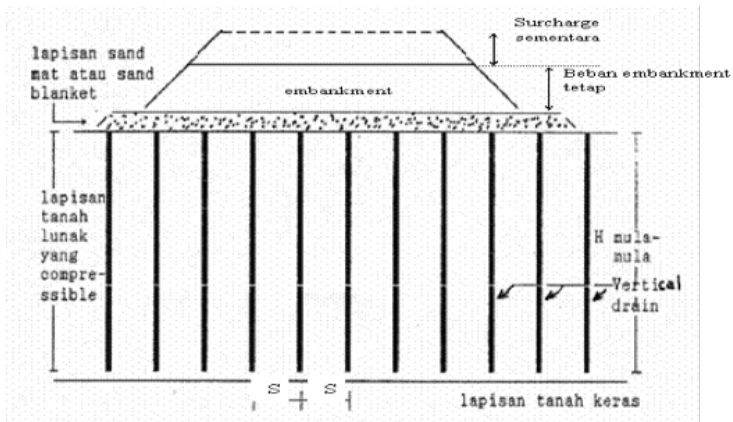
- H<sub>i</sub> : Tebal lapisan tanah ke – i  
 C<sub>v</sub> : Nilai C<sub>v</sub> pada lapisan ke – i

## 2.7 Percepatan Waktu Pemampatan Tanah Dasar

Pemampatan yang terjadi dapat membutuhkan waktu yang sangat lama, terutama lapisan tanah dasarnya merupakan lapisan kohesif yang memiliki sudut geser yang sangat kecil, sehingga dibutuhkan percepatan waktu pemampatan dalam proses konsolidasi tanah. Metode untuk mempercepat waktu konsolidasi adalah dengan memakai PVD (*Prefabricated vertical drain*) dan *Vacuum Pre-loading*

### 2.7.1 PVD (*Prefabricated vertical drain*)

Pemasangan *vertical drain* mempunyai tujuan untuk mempercepat waktu pemampatan tanah dasar dengan cara mengeluarkan air dari dalam tanah sehingga tanah lebih cepat memadat. Hal ini dilakukan karena pemampatan konsolidasi yang terjadi pada tanah lunak berlangsung sangat lama. Dengan adanya *vertical drain*, maka air pori tanah tidak hanya mengalir keluar ke arah vertikal, tetapi juga ke arah horizontal seperti yang ditunjukkan pada **Gambar 2.4** di bawah ini



**Gambar 2.4** Pemasangan *Vertical Drain*

*Vertical drain* umumnya terbuat dari:

- a. Kolom Pasir (*sand drain*)

*Vertical drain* yang terbuat dari tiang – tiang pasir yang dimasukkan ke dalam tanah dengan bantuan pipa getar.

- b. *Prefabricated Vertical Drain* (PVD)

PVD umumnya terbuat dari bahan geosintetik yang diproduksi terlebih dahulu di pabrik. Bahan ini dapat

mengalirkan air dengan baik, walaupun masa efektif kerja bahan ini hanya 6 bulan. PVD lebih umum dipakai di lapangan dibandingkan kolom pasir karena kolom pasir cenderung lebih mahal dan pemasangannya jauh lebih rumit.

Waktu pemampatan konsolidasi yang dibutuhkan dengan memakai *vertical drain* menurut Barron (1948) adalah:

$$t = \left( \frac{D^2}{8 c_h} \right) \times F(n) \ln \left( \frac{1}{1 - \bar{U}_h} \right) \quad (2-35)$$

Keterangan:

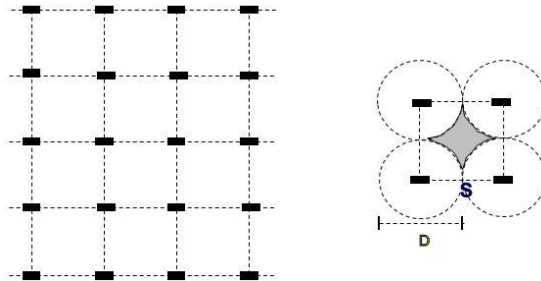
- T : Waktu yang diperlukan untuk mencapai  $U_h$
- D : Diameter ekuivalen dari lingkaran tanah yang merupakan daerah pengaruh dari PVD
- D : 1.13 x S, untuk pola susunan segiempat
- D : 1.05 x S, untuk pola susunan segitiga
- $C_h$  : Koefisien konsolidasi tanah akibat aliran air pori arah radial
- $F(n)$  : Faktor hambatan disebabkan karena jarak PVD
- $\bar{U}_h$  : Derajat konsolidasi tanah akibat aliran air arah radial

dimana:

$$U_h = 1 - \left[ \frac{1}{e^{\left[ \frac{t \times 8 \times c_h}{D^2 \times 2 \times F(n)} \right]}} \right] \times 100\% \quad (2-36)$$

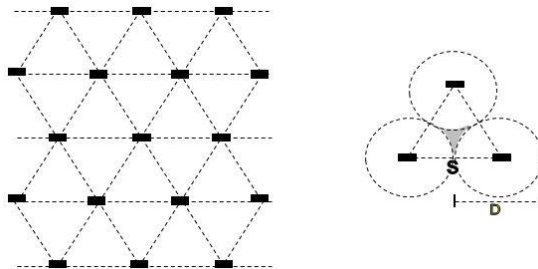
Pola pemasangan PVD yang biasa dilakukan di lapangan yaitu pola bujur sangkar dan segitiga, ditunjukkan pada **Gambar 2.5** dan **Gambar 2.6**. Pola ini akan berpengaruh pada diameter ekuivalen lingkaran tanah yang terkena pengaruh dari PVD.

a. Pola Pemasangan segiempat:



**Gambar 2.5** Pola Pemasangan Segiempat ( $D = 1,13 \times s$ )  
(Sumber: Hansbo, 1979 dalam Mochtar, 2000)

b. Pola Pemasangan segitiga :



**Gambar 2.6** Pola Pemasangan Segitiga ( $D = 1,05 \times s$ )  
(Sumber: Hansbo, 1979 dalam Mochtar, 2000)

Teori ini dikembangkan oleh Hansbo (1979) dengan memasukkan dimensi fisik dan karakteristik dari PVD. Fungsi  $F(n)$  merupakan fungsi hambatan akibat jarak antara titik pusat PVD. Harga dari  $F(n)$  didefinisikan sebagai berikut :

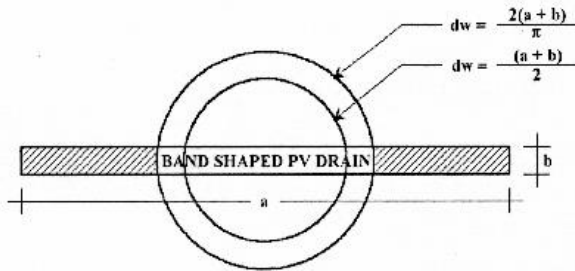
$$F_{(n)} = \left( \frac{n^2}{n^2 - 1^2} \right) \left[ \ln(n) - \left( \frac{3n^2 - 1}{4n^2} \right) \right] \quad (2-37)$$

$$F_{(n)} = \left( \frac{n^2}{n^2 - 1^2} \right) \left[ \ln(n) - \frac{3}{4} - \left( \frac{1}{4n^2} \right) \right] \quad (2-38)$$

Keterangan:

N :  $\frac{D}{D_w}$

D<sub>w</sub> : Diameter ekivalen dari *vertical drain*



**Gambar 2.7** Diamater Ekivalen PVD  
(Sumber: Hansbo, 1979 dalam Mochtar, 2000)

Pada umumnya  $n > 20$  sehingga dapat dianggap  $1/n = 0$   
dan  $\frac{n^2}{n^2 - 1^2} \approx 1$ , jadi;

$$F_{(n)} = \ln(n) - \frac{3}{4} \quad \text{atau} \quad (2-39)$$

$$F_{(n)} = \ln\left(\frac{D}{D_w}\right) - \frac{3}{4} \quad (2-40)$$

Hansbo (1979) menentukan waktu konsolidasi dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$t = \left( \frac{D^2}{8ch} \right) (F(n) + F_s + F_r) \ln\left(\frac{1}{1 - \bar{u}_h}\right) \quad (2-41)$$

Keterangan:

F(n) : Faktor hambatan disebabkan karena jarak antar PVD

Fs : Faktor hambatan tanah yang terganggu

Fr : Faktor hambatan akibat gangguan pada PVD sendiri

Harga Fr merupakan faktor tahanan akibat adanya gangguan pada PVD sendiri dan dirumuskan sebagai berikut:

$$Fr = \pi \times z \times (L - z) \times \left( \frac{kh}{qw} \right) \quad (2-42)$$

Keterangan:

Z : Kedalaman titik yang ditinjau pada PVD terhadap permukaan tanah

L : Panjang drain

Kh : Koefisien permeabilitas arah horizontal dalam tanah yang tidak terganggu (*undisturbed*)

Qw : *Discharge capacity* (Kapasitas discharge) dari drain (tergantung dari jenis PVD nya)

Harga Fs merupakan faktor yang disebabkan oleh ada tidaknya perubahan pada tanah di sekitar PVD akibat pemancangan PVD tersebut. Faktor ini memasukkan pengaruh “*disturbance*” (gangguan) terhadap tanah karena pemancangan tersebut. Fs dapat dirumuskan dalam persamaan sebagai berikut:

$$Fs = \left( \frac{kh}{ks} - 1 \right) \times \ln \left( \frac{Ds}{Dw} \right) \quad (2-43)$$

Keterangan:

Ks : koefisien permeabilitas arah horizontal pada tanah sudah terganggu (*disturbed*)

Ds : Diameter daerah yang terganggu (*disturbed*) sekeliling *vertical drain*

Dw : Diameter lingkaran ekuivalen untuk PVD

Dalam persamaan diatas, adanya faktor  $F_s$  dan  $F_r$  cenderung berpengaruh pada kecepatan konsolidasi menjadi lebih lambat. Dari penyelidikan, diketahui bahwa faktor terpenting adalah  $F(n)$ . Besar faktor ( $F_s$ ) dapat mendekati atau lebih besar daripada  $F(n)$ , tergantung dari besarnya kerusakan pada tanah akibat pemancangan PVD itu sendiri. Dari data lapangan, didapatkan bahwa harga  $F_s/F(n)$  dapat berkisar antara 1 sampai dengan 3. Untuk memudahkan perencanaan, maka diasumsikan bahwa  $F_s = F(n)$ . Sedangkan untuk  $F_r$ , umumnya nilainya kecil sehingga dapat diabaikan atau dianggap nol.

Dengan memperhatikan asumsi diatas, persamaan waktu konsolidasi dapat dituliskan sebagai berikut :

$$t = \left(\frac{D^2}{8ch}\right) (2F(n)) \ln\left(\frac{1}{1-\bar{U}_h}\right) \quad (2-44)$$

Keterangan:

- t : Waktu yang diperlukan untuk mencapai  $U_h$
- D : Diameter ekivalen dari lingkaran tanah yang merupakan daerah pengaruh dari *vertical drain*
- Ch : Koefisien konsolidasi tanah akibat aliran air pori arah radial
- $F(n)$  : Faktor hambatan disebabkan karena jarak antar PVD
- $\bar{U}_h$  : Derajat konsolidasi tanah akibat aliran air arah radial

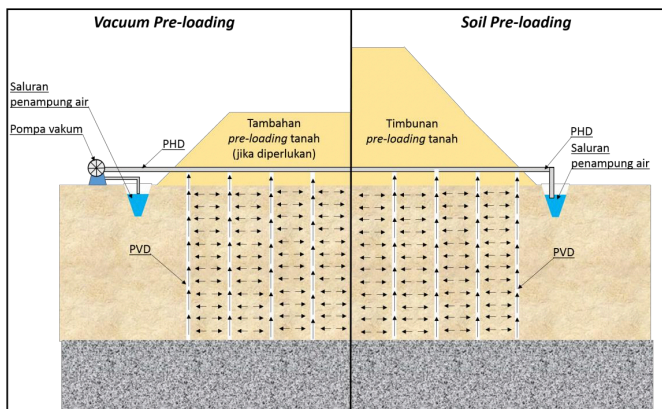
Dengan memasukkan t tertentu, dapat dicari  $U_h$  pada lapisan tanah yang dipasang oleh PVD. Selain konsolidasi akibat aliran air pori arah horizontal, juga terjadi konsolidasi akibat aliran pori arah vertikal  $\bar{U}_v$ . Derajat konsolidasi rata-rata  $\bar{U}$  dapat dicari dengan persamaan berikut:

$$\bar{U} = [1 - (1 - \bar{U}_h) \times (1 - \bar{U}_v)] \times 100\% \quad (2-45)$$

### 2.7.2 *Vacuum Pre-loading*

Metode vacuum pre-loading merupakan pengembangan dari metode soil pre-loading. Alih-alih meningkatkan tegangan efektif tanah dasar melalui beban timbunan tanah, metode vacuum pre-loading melakukan pre-loading dengan mengurangi tegangan air pori (PT. Teknindo Geosistem Unggul, 2015). Hal tersebut dilakukan dengan menghubungkan PVD (pre-fabricated vertical drain) yang telah dipasang di dalam tanah dengan suatu pompa dengan kekuatan 7 - 8 ton/m<sup>2</sup>. Kekuatan pompa setara timbunan 4 (empat) meter tanah itulah yang dapat menggantikan sebagian/seluruh timbunan tanah yang dibutuhkan untuk melakukan pre-loading. Dari pengurangan tinggi timbunan pre-loading yang dibutuhkan, didapat kelebihan lain dari metode vacuum pre-loading yaitu mengurangi permasalahan kestabilan timbunan. Perbandingan metode soil pre-loading dan vacuum pre-loading ditunjukkan pada **Gambar 2.8**.

Setelah pemampatan terjadi sebesar yang direncanakan, tanah dasar mengalami peningkatan daya dukung. Kemudian penimbunan tanah setinggi yang direncanakan dapat dilakukan secara cepat.



**Gambar 2.8** Perbandingan vacuum pre-loading dan soil pre-loading



## 2.8 Peningkatan Daya Dukung Tanah

Daya dukung tanah dasar dapat mengalami peningkatan akibat beban timbunan. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh Ardana dan Mochtar (1999), diketahui bahwa terdapat vertikal efektif ( $\sigma_p'$ ). Peningkatan daya dukung tanah dasar akibat terjadinya proses pemampatan dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut :

a. Untuk harga Plasticity Index,  $PI \leq 120\%$  :

$$C_u \text{ (kg/cm}^2\text{)} = 0.0737 + (0.1899 - 0.0016 PI) \sigma \sigma'$$

(2-46)

b. Untuk harga Plasticity Index,  $PI > 120\%$  :

$$C_u \text{ (kg/cm}^2\text{)} = 0.0737 + (0.0454 - 0.00004 PI) \sigma \sigma'$$

(2-47)

Dimana harga  $\sigma \sigma'$  dalam kg/cm<sup>2</sup>

Untuk tanah yang sedang mengalami proses konsolidasi, harga  $\sigma_p'$  berubah sesuai dengan waktu. Secara umum menurut Ardana dan Mochtar (1999) harga  $\sigma_p'$  dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut :

$$\sigma_p' = \left( \frac{P_{o'} + \Delta P'}{P_{o'}} \right)^u P_{o'}$$

(2-48)

Apabila :

$$U = 100\% = 1, \text{ maka } \sigma_p' = p_{o'} + \Delta p'$$

(2-49)

$$U < 100\%, \text{ maka } \sigma_p' < p_{o'} + \Delta p'$$

(2-50)

Menghitung penambahan tegangan efektif akibat beban timbunan dengan derajat konsolidasi ( $U$ )  $< 100\%$  dapat dilihat pada **Tabel 2.3** berikut ini.

**Tabel 2.3** Rumus Penambahan Tegangan Efektif  $U < 100\%$ 

Tahapan Penimbunan (meter)	Unsur Timbunan (minggu)	Derajat konsolidasi PVD U (%)	$\Delta p$ pada $U < 100\%$
Tanah Asli		100	
h1	4	U PVD 4 minggu	$\left\{ \left( \frac{\sigma_1'}{p'_o} \right)^{U_1} \cdot P_0' \right\} - P_0'$
h2	3	U PVD 3 minggu	$\left\{ \left( \frac{\sigma_2'}{\sigma_1'} \right)^{U_2} \cdot \sigma_1' \right\} - \sigma_1'$
h3	2	U PVD 2 minggu	$\left\{ \left( \frac{\sigma_3'}{\sigma_2'} \right)^{U_3} \cdot \sigma_2' \right\} - \sigma_2'$
h4	4	U PVD 1 minggu	$\left\{ \left( \frac{\sigma_4'}{\sigma_3'} \right)^{U_4} \cdot \sigma_3' \right\} - \sigma_3'$

(Sumber: Modul Ajar Metode Perbaikan Tanah, 2012)

## 2.9 Pemampatan Tanah Akibat Timbunan Bertahap

Timbunan yang diletakkan secara bertahap mempengaruhi persamaan-persamaan yang digunakan untuk menghitung besar pemampatan konsolidasi. Dalam perhitungan pemampatan konsolidasi disesuaikan dengan besar beban dan pemakaian nilai  $C_c$  dan  $C_s$ .

Perumusan untuk menghitung pemampatan konsolidasi yang terjadi adalah :

- Apabila  $p'_o + \Delta p_1 \leq p_c$ :

$$S_c = \frac{C_s x H}{1 + e_o} \log \left( \frac{p'_o + \Delta P_1}{p'_o} \right) \quad (2-51)$$

- Apabila  $p'_o + \Delta p_1 + \Delta p_2 > p_c$ :

$$S_c = \frac{C_s x H}{1 + e_o} \log \left( \frac{p'_c}{p'_o + \Delta P_1} \right) + \frac{C_c x H}{1 + e_o} \log \left( \frac{p'_o + \Delta P_1 + \Delta P_2}{p'_c} \right) \quad (2-52)$$

- Apabila  $p'_o + \Delta p_1 + \Delta p_2 + \Delta p_3 > p_c$ :

$$S_c = \frac{C_c \times H}{1 + e_o} \log \left( \frac{p'_o + \Delta P_1 + \Delta P_2 + \Delta P_3}{p'_o + \Delta P_1 + \Delta P_2} \right) \quad (2-53)$$

Keterangan :

$S_c$  = Besar pemampatan pada lapisan tanah yang ditinjau

$H$  = Tebal lapisan tanah

$C_c$  = Indeks pemampatan (compression index)

$C_s$  = Indeks mengembang (swelling index)

$P'_o$  = Tegangan efektif overburden

$\Delta p$  = Penambahan tegangan akibat beban tahapan timbunan

$e_o$  = Angka pori tanah dasar

## 2.10 Perkuatan Timbunan Menggunakan *Geotextile*

*Geosynthetics* merupakan salah satu produk modern karena penggunaan bahannya baru mulai dirilis pada dekade tahun 1960 – an. Pada tahun 1970 – an barulah dimulai penggunaan bahan *geosynthetics* pada banyak proyek – proyek sipil. Pada perkembangannya, timbul bermacam – macam bentuk *geosynthetics* sesuai dan kegunaannya. Dari berbagai variasi tersebut, dapat digolongkan ke beberapa bentuk dasar yaitu:

- a. Geotextile
- b. Geomembrane
- c. Geo – linear element
- d. Geogrids
- e. Geocomposites

*Geotextile* merupakan salah satu jenis dari geosintetik yang berfungsi untuk menjaga kestabilan lereng timbunan. Bahan dasar *geotextile* yang biasanya dipakai terbuat dari bahan *polypropylene*, *polyethylene*, *polyester* atau *polyamide* jenis geotextile woven yaitu lembaran tekstil yang dibuat dengan cara

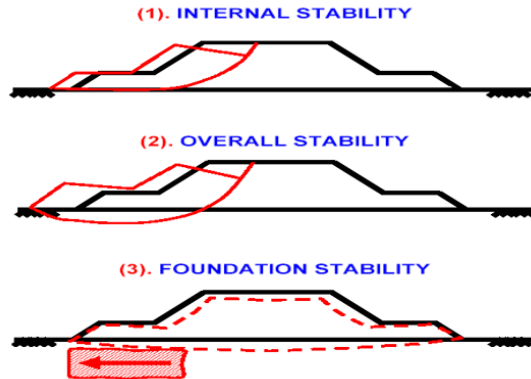
mengayam dua set atau lebih elemen seperti benang fiber, filamen yang saling bertautan. Saat ini, *geotextile* banyak digunakan untuk aplikasi teknik sipil dalam lingkungan tanah tepatnya sebagai metode perkuatan konstruksi timbunan di atas tanah lunak.



**Gambar 2.9** Penggunaan *Geotextile* Pada Lereng Timbunan Tanah  
(Sumber : Mochtar, 2000)

Ada 3 (tiga) kondisi stabilitas yang harus ditinjau dari timbunan diatas tanah lunak yang diperkuat oleh *geotextile*, ditunjukkan pada **Gambar 2.10**, yaitu:

- a. *Internal Stability*
- b. *Overall Stability*
- c. *Foundation Stability*



**Gambar 2.10** Macam – Macam Kondisi Stabilitas Timbunan Akibat *Geotextile*

### 2.10.1 *Internal Stability*

Kondisi *Internal Stability* mampu tercapai apabila tidak terjadi kelongsoran pada lereng dan bila perlu bisa digunakan beberapa lapis *geotextile*. Gaya yang perlu diperhatikan pada *internal stability* berupa gaya tanah dibelakang bidang longsor ( $P_{a1}$ ) dan beban luar yang bekerja yaitu beban *surcharge*, beban beban hidup, ataupun beban lalu lintas ( $q$ ). Syarat kekuatan dari yaitu :

$$P_{a1} \leq \frac{T_{Allowable}}{SF} \quad (2-54)$$

Variabel  $T_{allowable}$  ditentukan terlebih dahulu dimana  $T_{allowable}$  adalah kekuatan tarik material geotextile yang diizinkan. Persamaan yang digunakan adalah sebagai berikut

$$T_{Allowable} = T_{Ult} \left( \frac{1}{FSID \times FSCR \times FSCD \times FSBD} \right) \quad (2-55)$$

Keterangan :

$T_{ult}$  : Kekuatan ultimate *geotextile*

FSID : Faktor keamanan akibat kesalahan pemasangan

FSCR : Faktor keamanan akibat rangkai

FSCD : Faktor keamanan akibat pengaruh utama

FSBD : Faktor keamanan akibat pengaruh biologi

**Tabel 2.4** Faktor Reduksi Kekuatan *Geotextile*

Penggunaan Geotekstile	Faktor Pemasangan	Faktor Rangkai	Faktor Kimia	Faktor Biologi
	FS <sub>ID</sub>	FS <sub>CR</sub>	FS <sub>CD</sub>	FS <sub>BD</sub>
Separation	1,1 - 2,5	1,0 - 1,2	1,0 - 1,5	1,0 - 1,2
Cushioning	1,1 - 2,0	1,2 - 1,5	1,0 - 2,0	1,0 - 1,2
Unpaved Roads	1,1 - 2,0	1,5 - 2,5	1,0 - 1,5	1,0 - 1,2
Walls	1,1 - 2,0	2,0 - 4,0	1,0 - 1,5	1,0 - 1,3
Embankments	1,1 - 2,0	2,0 - 3,0	1,0 - 1,5	1,0 - 1,3
Bearing Capacity	1,1 - 2,0	2,0 - 4,0	1,0 - 1,5	1,0 - 1,3
Slope Stabilitation	1,1 - 1,5	1,5 - 2,0	1,0 - 1,5	1,0 - 1,3
Pavement Overlays	1,1 - 1,5	1,0 - 1,2	1,0 - 1,5	1,0 - 1,1
Railroads	1,5 - 3,0	1,0 - 1,5	1,5 - 2,0	1,0 - 1,2
Flexible Form	1,1 - 1,5	1,5 - 3,0	1,0 - 1,5	1,0 - 1,1
Silt Fences	1,1 - 1,5	1,5 - 2,5	1,0 - 1,5	1,0 - 1,1

Panjang total *geotextile* yang ditanam (L) adalah sebagai berikut:

$$L = LE + LR + LO + Sv$$

(2-56)

Keterangan :

LE : Panjang *geotextile* yang berada di belakang bidang longsor

LR : Panjang *geotextile* yang berada di depan bidang longsor

LO : Panjang lipatan *geotextile*

Panjang LE:

$$Le = \frac{T_{Allowable} \times SF_{Rencana}}{(\tau_{Atas} + \tau_{Bawah}) \times E} \quad (2-57)$$

Dimana untuk perhitungan  $\tau_{atas}$  dan  $\tau_{bawah}$  adalah sebagai berikut:

a. Untuk  $\tau_1 / \tau_{atas}$ :

$$\tau_{atas} = Cu_1 + \sigma v_1 \tan \phi_1 \quad (2-58)$$

b. Untuk  $\tau_2 / \tau_{bawah}$  :

$$\tau_{bawah} = Cu_2 + \sigma v_2 \tan \phi_2 \quad (2-59)$$

Keterangan:

$\tau_{atas}$  : Tegangan geser antara tanah timbunan dengan *geotextile*

$\tau_{bawah}$  : Tegangan geser antara tanah dasar dengan *geotextile*

Panjang LR:

Menghitung panjang *geotextile* di depan bidang longsor (LR) dilakukan perhitungan secara manual dengan memperhatikan koordinat tepi timbunan dan koordinat dimana *geotextile* berada di depan kelongsoran timbunan. Perhitungan dapat dibantu dengan menggambar bidang LR pada program bantu autocad.

Panjang LO :

$$L_O = \frac{S_v \cdot \sigma_H \cdot SF}{4(c + \sigma_v(\tan \delta))} = \frac{1}{2} L_E \quad (2-60)$$

Jarak pemasangan geotextile ( $S_v$ ) adalah sebagai berikut:

$$S_v = \frac{T_{all}}{SF \times \sigma_{HZ} \times 1} \quad (2-61)$$

Keterangan:

$\sigma_{HZ}$  : Tegangan horizontal pada kedalaman Z

SF : 1,3 untuk jalan sementara dan 1,5 untuk jalan permanen

### 2.10.2 Overall Stability

Untuk *Overall Stability* memperhatikan Momen Penahan (MR) dan Momen Pendorong (MD) yang dihasilkan oleh pergerakan tanah. Setelah itu, dapat memperhitungkan SF yang ingin direncanakan sebagai faktor keamanan pada stabilitas timbunan. Terlebih dahulu kita tentukan SF minimum yang ada pada timbunan. Faktor keamanan yang dicari adalah angka dengan tinggi timbunan ketika mencapai tinggi kritis ( $H_{cr}$ ). SF, Momen Penahan, serta jari – jari kelongsoran bisa dicari dengan alat bantu Geostudio. Kemudian perhitungan Momen Pendorong ( $M_D$ ) bisa dicari melalui persamaan berikut yaitu :

$$M_D = \frac{M_R}{SF} \quad (2-62)$$

Keterangan :

$M_D$  : Momen Pendorong

$M_R$  : Momen *Resistance* / Momen Penahan

SF : Angka Keamanan pada Timbunan



Perencanaan *Overall Stability* mampu dicapai ketika  $SF_{rencana}$  dapat terpenuhi. Dari  $M_R$  yang ada hingga menuju angka  $M_R$  yang direncanakan, terdapat  $\Delta M_R$  yang harus dipenuhi dengan bantuan perkuatan *geotextile*. Perhitungan ini melibatkan jumlah *geotextile* yang harus dipasang (beberapa lapis bila perlu) hingga mencapai  $\Delta M_R$  yang diperlukan.

$$\Delta M_R = M_{R-rencana} - M_{R-minimum} \quad (2-63)$$

Keterangan :

$\Delta M_R$  : Penambahan Momen *Resistance*  
 $M_{R-rencana}$  : Momen *Resistance* yang direncanakan  
 $M_{R-minimum}$  : Momen *Resistance* yang ada

### 2.10.3 *Foundation Stability*

*Foundation Stability* dapat terpenuhi apabila:

$$P_{a2} \leq \frac{P_p + 2Cu \times L}{SF} \quad (2-64)$$

dan,  $S2 \geq (Cu \times L) \times SF$  (2-65)

Keterangan:

SF : Angka keamanan 1,3 untuk jalan sementara dan 1,5 untuk jalan permanen

Dimana:

$$P_{a2} = (\sigma_v - 2Cu) + \frac{1}{2} \times h^2 \times \gamma_1 \quad (2-66)$$

Bila  $\sigma_v < 0$ , maka dianggap 0

$$P_{a2} = \frac{1}{2} \times h^2 \times \gamma_1 + 2 \times Cu \times h \quad (2-67)$$

## 2.11 Timbunan Material Ringan Mortar Busa

### 2.11.1 Karakteristik Material Mortar Busa

Bahan timbunan dengan material ringan yang dimaksud adalah “*foamed mortar embankment*” atau disebut juga “*high grade soil*” karena mempunyai beberapa kegunaan secara optimal, yaitu sebagai berikut (Febrijanto, 2008):

- Beratnya ringan dan memiliki kekuatannya cukup tinggi untuk tanah dasar (*subgrade*) dan pondasi perkerasan jalan. Berat volume dan kuat tekan tanah campurannya juga dapat direncanakan sesuai keinginan sehingga dapat mengurangi tekanan lateral tanah atau mengurangi berat timbunan.
- Memiliki perilaku tahan terhadap perubahan karakteristik propertis akibat proses kimia maupun fisika dan memiliki daya dukung kekuatan yang cukup memadai sebagai pondasi perkerasan jalan.

Berbagai pemanfaatan material ringan mortar busa digunakan untuk mengatasi berbagai masalah geoteknik, antara lain:

- Pada timbunan di belakang konstruksi abutmen jembatan
- Pada konstruksi stabilitas lereng dimana diperlukan lereng tegak.
- Pada timbunan di atas tanah sehingga diperoleh timbunan yang beratnya relatif ringan dan tidak menimbulkan dampak tekanan tanah akibat beban timbunan itu sendiri.

Berdasarkan kajian literatur JICA *Expert* perlihatkan pemanfaatan busa (*foam*) untuk membentuk bahan timbunan jalan dengan mortar busa diperoleh kriteria – kriteria sebagai berikut (Handayani, 2007) :

- Mempunyai berat yang ringan sehingga sehingga nilai berat volume (*density*) antara 6 kN/m<sup>3</sup> – 12 kN/cm<sup>3</sup>

- Memiliki nilai *flow* atau daya alir (*flowability*) sebesar  $180 \pm 20$  mm
- Memiliki kuat tekan minimum adalah 600 kPa – 2000 kPa
- Material campuran mampu mengeras/memadat dengan sendirinya sesuai dengan waktu *curing* yg ditetapkan karena berperilaku seperti mortar beton.

### 2.11.2 Kriteria dan Persyaratan Bahan Campuran

Teknologi timbunan mortar busa yang dibahas memakai metode campuran material dengan rasio tertentu. Pembuatan rancangan campuran diperoleh dari perhitungan *mix design* dan percobaan laboratorium. Di dalam pelaksanaan perancangan campuran material ringan mortar busa, bahan – bahan yang digunakan dapat diuraikan sebagai berikut:

#### a. Semen

Semen yang digunakan dalam pembuatan mortar busa adalah semen portland, semen komposit, atau semen pozzolan sesuai SNI 15-2049-2004, SNI 15-7064-2004, SNI 15-0302- 2004

#### b. Pasir

Pasir yang dimaksud adalah pasir alam seperti pasir sungai dan pasir galian yang berkualitas baik dan memenuhi persyaratan berikut:

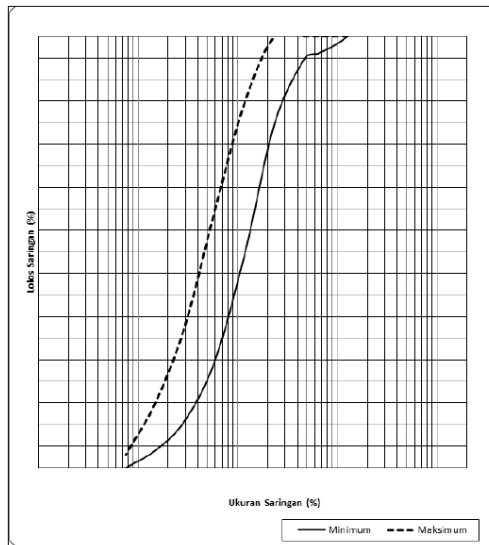
- Memenuhi gradasi pasir sesuai **Tabel 2.5** dan **Gambar 2.11**.
- Harus mempunyai butiran – butiran keras dan awet (*durable*)
- Tidak boleh mengandung lumpur, tanah liat, dan material – material mudah hancur (*clay lumps and friable particles*) lebih dari 3% (SNI 03-6819-2002)

- Harus bebas dari arang, kayu, atau kotoran organik lainnya.

**Tabel 2.5** Gradasi Pasir Untuk Material Ringan Mortar Busa

No.	Ukuran Saringan (ASTM)		% Berat Lolos Saringan	
	Inc / No	mm	Minimum	Maksimum
4	No. 4	4,76	95	100
5	No. 8	2,36	80	100
6	No. 16	1,19	50	85
7	No. 30	0,595	25	60
8	No. 50	0,297	11	33
9	No. 100	0,149	4	15
10	No. 200	0,075	0	3

(Sumber: Munarto Sunaryo, 2014)



**Gambar 2.11** Grafik Gradasi Agregat Pasir Untuk Mortar Busa  
(Sumber : Munarto Sunaryo, 2014)

Pasir yang diizinkan untuk digunakan yaitu pasir dengan ukuran maksimum 4,75 mm lolos saringan 4. Material pasir yang digunakan dapat merupakan material setempat atau sekitar area atau diperoleh dari lokasi lain.

c. Busa (*Foam Agent*)

Senyawa kimia dominan yang teridentifikasi dalam cairan pembentuk *foam*, yaitu 1- *Dodecanol*, *Methoxyacetic acid tridecyl ester* dan 1-*Tetradecanol*. Busa yang digunakan harus mengandung protein nabati atau sejenisnya yang dapat menghasilkan gelembung terpisah yang stabil sehingga dapat menghasilkan campuran material ringan yang memenuhi spesifikasi teknis. Dalam pengujian laboratorium, berat isi standar untuk busa adalah  $0,055 \pm 0,085 \text{ t/m}^3$ .

d. Air

Air yang digunakan untuk mencampur adonan material ringan mortar busa harus sesuai spesifikasi SNI 7974: 2013. Air yang digunakan dalam pekerjaan haruslah air bersih, air tawar dengan kadar pH air  $> 5,5$ , bebas dari minyak dan bahan organik lainnya. Air adukan pada timbunan jalan yang memakai material mortar busa tidak boleh mengandung butir – butir zat padat lebih dari 0,20% dan larutan garam lebih dari 1,5%

Bahan adukan yang digunakan untuk campuran mortar busa adalah campuran dari pasir, semen, air, dan busa yang memiliki sifat memadat sendiri. Densitas dan kuat tekan minimum material ringan mortar busa harus merujuk pada spesifikasi teknis (Kemen. PU, 2011) sebagaimana diperlihatkan pada **Tabel 2.6** untuk *base* dan **Tabel 2.7** untuk *subbase*.

**Tabel 2.6** Kuat Tekan Minimum Mortar Busa Lapis Pondasi Atas (*Base*)

Umur Pemeraman (hari)	Kekuatan Tekan Minimum (UCS) (kPa)	Maks. Berat Isi (Densitas) ( $\text{t/m}^3$ )
3	1750	0.8
7	1900	
14	2000	

(Sumber: Maulana Iqbal, 2012)

**Tabel 2.7** Kuat Tekan Minimum Mortar Busa Lapis Pondasi Bawah (*Subbase*)

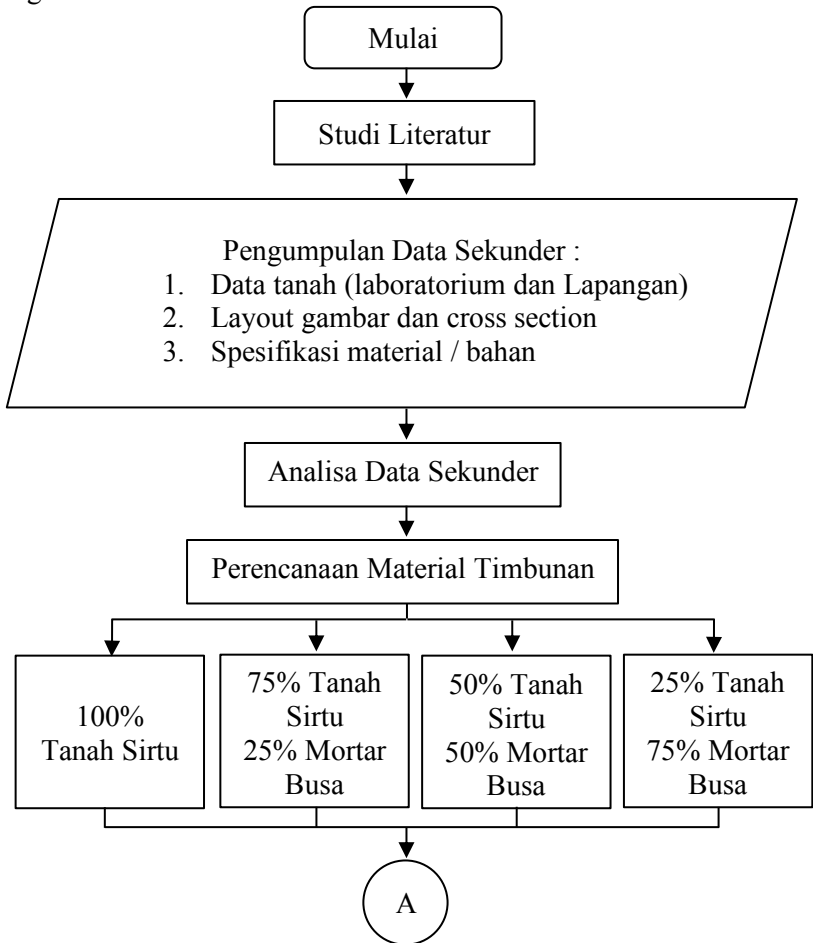
Umur Pemeraman (hari)	Kekuatan Tekan Minimum (UCS) (kPa)	Maks. Berat Isi (Densitas) ( $t/m^3$ )
3	600	0.6
7	750	
14	800	

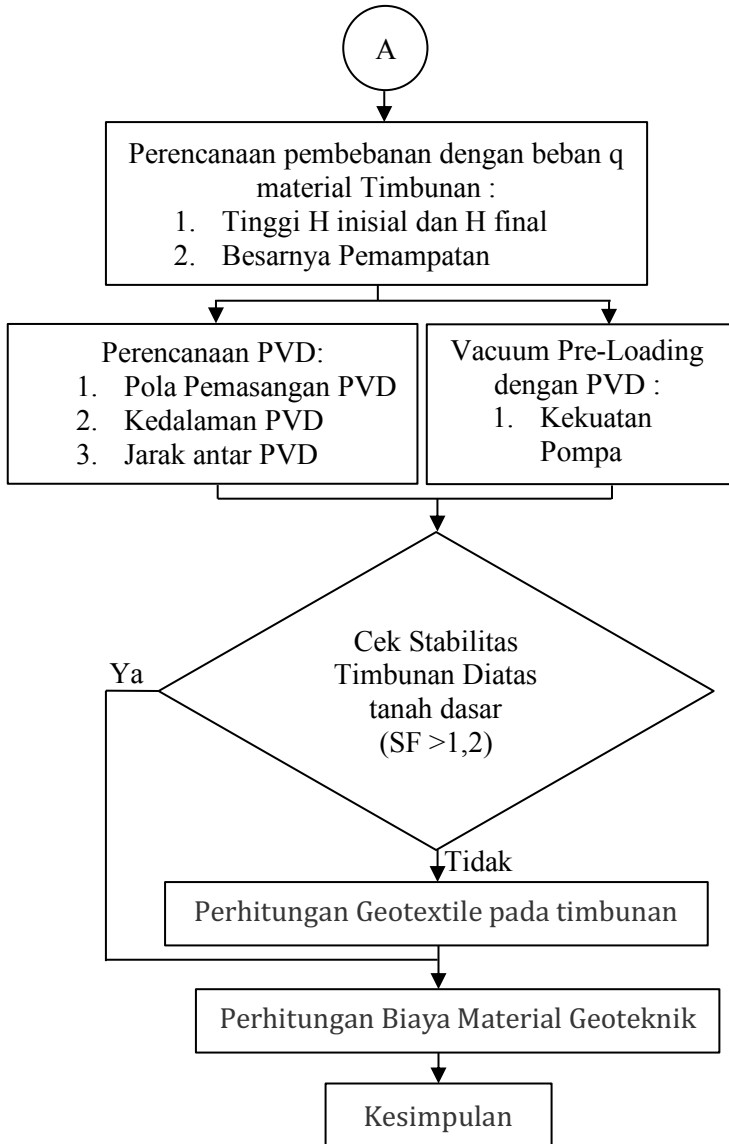
(Sumber: Maulana Iqbal, 2012)

## BAB III METODOLOGI

### 3.1 Bagan Alir

Berikut ini merupakan uraian metodologi pengerjaan tugas akhir.





**Gambar 3.1** Bagan Alir Tugas Akhir



## 3.2 Penjelasan Bagan Alir

### 3.2.1 Studi Literatur

Mengumpulkan referensi yang diperlukan untuk mendapatkan gambaran yang menyeluruh tentang perencanaan perbaikan tanah lunak pada proyek pembangunan jalan. Adanya referensi akan mempermudah dan membantu dalam penyelesaian perencanaan tugas akhir ini. Referensi yang ada bisa didapatkan dari berbagai macam sumber seperti diktat kuliah, buku- buku yang berhubungan dengan perencanaan, jurnal dan internet.

Berikut ini adalah materi yang nantinya akan digunakan sebagai acuan/referensi dalam melakukan perencanaan:

- a. Teori Pemampatan / Settlement
- b. Teori Waktu Konsolidasi
- c. Teori material ringan (Mortar Busa)
- d. Teori *Vaccum Pre-loading*
- e. Teori PVD (*Prefabricate Vertical Drain*)
- f. Teori Perencanaan *Geotextile*
- g. Teori Perhitungan Stabilitas Timbunan

### 3.2.2 Pengumpulan Data Sekunder

Data-data yang digunakan dalam tugas akhir ini adalah data sekunder yang diperoleh dari PT Waskita Karya dan referensi lain sebagai data pendukung. Data yang digunakan meliputi:

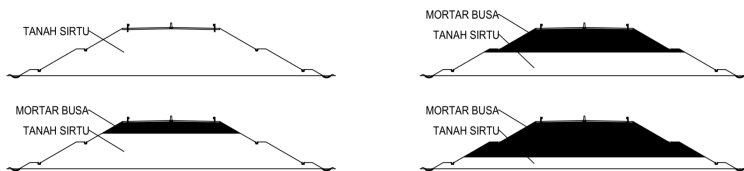
- a. Data Tanah Dasar (Boring Log dan SPT)
- b. Gambar *Layout dan Cross Section*
- c. Data Rencana Timbunan
- d. Data Harga Material

### 3.2.3 Analisa Data Tanah

Menganalisa data yang telah didapat untuk mengetahui jenis tanah dasar dan kedalaman tanah lunak diketahui dari data spt dan *boring log*, serta detail rencana timbunan yang dapat diketahui pada gambar *cross section* dan letak proyek yang dapat diketahui pada gambar layout sebagai data untuk menghitung daya dukung tanah yang direncanakan, Data tanah yang digunakan dalam perencanaan menggunakan pendekatan/korelasi berdasarkan data tanah lapangan.

### 3.2.4 Merencanakan Timbunan dengan Material Biasa dan Material Ringan

Variasi pada material timbunan untuk mendapatkan pembebanan dengan beban  $q$  timbunan yang bervariasi, akan didapatkan perencanaan  $H_{\text{final}}$  dan  $H_{\text{inisial}}$  timbunan berdasarkan pemampatan yang terjadi pada tanah dasar.



**Gambar 3.2** Variasi Material Timbunan Menggunakan Material Ringan Mortar Busa dan Material Sirtu

### 3.2.5 Perencanaan Tinggi Timbunan dan Pemampatan Tanah Dasar

Perhitungan pembebanan awal ( $H_{\text{final}}$ ,  $H_{\text{inisial}}$ ) dengan memberikan pembebanan yang diterima oleh tanah dasar baik berupa beban lalu lintas, beban perkerasan, beban timbunan tanah, dan lain-lain. Pada perhitungan beban awal ini akan dicari tinggi timbunan rencana ( $H_{\text{final}}$ ). Dengan metode pembebanan

timbunan bertahap terhadap tanah dasar maka akan terjadi pemampatan hingga didapatkan tinggi timbunan yang direncanakan. Berdasarkan elevasi rencana jalan ( $H_{\text{final}}$ ) dan pemampatan yang terjadi pada tanah dasar maka didapatkan tinggi timbunan dilapangan ( $H_{\text{inisial}}$ ).

Perhitungan besar pemampatan (*settlement*) akibat dari beban timbunan akan terjadi penurunan dari lapisan tanah dasar. Besar dari penurunan tergantung dari beban timbunan dan waktu penurunan total tergantung dari jenis tanah dasarnya.

### 3.2.6 Perencanaan Perbaikan dan Perkuatan Tanah Dasar

#### a. Perencanaan *Prefabricate Vertical Drain* (PVD)

Salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk mempercepat proses pemampatan tanah adalah dengan memperbesar permeabilitas tanah dengan menggunakan vertical drain, air dalam tanah akan keluar melalui PVD yang terpasang dikarenakan adanya beban timbunan bertahap diatas tanah dasar, PVD berfungsi sebagai jalan keluarnya air dari lapisan tanah dasar. dalam perhitungan PVD akan didapat:

- Pola pemasangan PVD
- Kedalaman PVD
- Jarak Antar PVD

#### b. Perencanaan *Vacuum Pre-loading*

Vacuum consolidation metode perbaikan tanah yang mempercepat proses konsolidasi tanpa mengganggu lingkungan sekitar. Sistem ini menggunakan beban vakum sebesar 70 - 80 kPa atau lebih besar sebagai pengganti prabeban konvensional. Meskipun begitu, jika beban yang dibutuhkan untuk mencapai target perbaikan tanah lebih besar daripada beban vakum, beban tambahan berupa timbunan bisa ditempatkan di atas sistem vakum ini.

### **3.2.7 Perkuatan Stabilitas Timbunan**

Perkuatan pada stabilitas timbunan dimaksudkan agar tidak terjadi kelongsoran akibat tinggi timbunan yang relative tinggi. Perkuatan ini akan direncanakan menggunakan alternative yaitu *geotextile*, dalam hitungan akan didapat:

- a. Spesifikasi tipe geotextile yang digunakan
- b. Panjang geotextile
- c. Jumlah tumpukan geotextile

### **3.2.8 Perhitungan Volume dan Biaya Material**

Menghitung kebutuhan material yang digunakan untuk mengetahui harga yang diperlukan. Dari jumlah material ini akan ditentukan alternatif perencanaan yang paling ekonomis.

### **3.2.9 Kesimpulan**

Dari perencanaan perbaikan tanah dasar dengan metode vacuum *pre-loading* dan PVD (*Prefabricate Vertical Drain*) dengan perencanaan timbunan material biasa dan material ringan mortar busa yang menggunakan perkuatan geotextile akan dibandingkan alternatif perencanaan yang paling efektif dari segi biaya paling murah.

## BAB IV

### DATA PERENCANAAN DAN ANALISIS TANAH

#### 4.1 Data Tanah

##### 4.1.1 Data Tanah Dasar

Data tanah yang digunakan dalam Tugas Akhir ini adalah data *borlog* pada lokasi Jalan Tol Batang – Semarang. Data *borlog* yang diambil yaitu pada STA 414+525 dan STA 424+576 karena memiliki data tanah yang lunak dan didominasi oleh tanah lempung. Pada STA 414+525 memiliki variasi timbunan dengan tinggi 11,5m dan pada STA 424+525 memiliki variasi timbunan dengan tinggi 3,1m. Tanah merupakan tanah asli (*Undisturbed Soil*) yang kemudian akan dicari nilai parameter tanah dengan pendekatan korelasi menggunakan **Tabel 2.1** dan **Tabel 2.2**.

Parameter tanah dasar tersebut antara lain : specific gravity ( $G_s$ ), void ratio ( $e$ ), water content ( $W_c$ ), berat volume/densitas tanah ( $\gamma$ ), batas cair (LL), batas plastis (PL), indeks plastis (IP), nilai kohesi tanah ( $C$ ), sudut geser tanah ( $\phi$ ), indeks pemampatan ( $C_c$ ), indeks mengembang ( $C_s$ ), koefisien konsolidasi vertikal ( $C_v$ ), dan nilai koefisien konsolidasi horizontal ( $C_h$ )

Nilai  $C_c$  dan  $C_s$  didapatkan dari rumus empiris terhadap void ratio (Rendon-Herrero 1980) sesuai dengan **Persamaan (2-3)** dan **Persamaan (2-4)**. Nilai  $C_v$  didapatkan dengan memakai tabel korelasi Biarez. Nilai  $C_h$  berkisar 2 – 5 kali nilai  $C_v$ . Untuk nilai LL menggunakan grafik korelasi terhadap nilai  $C_v$ , Kemudian nilai IP menggunakan grafik korelasi terhadap nilai LL. Nilai PL didapat dari selisih LL dikurang PI. Hasil rekap data parameter tanah dapat dilihat pada **Tabel 5.1** dan **Tabel 5.2**, selengkapnya dapat dilihat pada **Lampiran 1**.

**Table 4.1** Parameter Data Tanah pada STA 414+525 (a) Data Tanah *Volumetric dan Gravimetric* (b) Data Tanah *Consolidation* (c) Data Tanah *Kekuatan Tanah dan Atterberg Limits*

DEPTH	N-SPT	N'	N'	Type of Soil	Volumetric + Gravimetric			
					n	e	$\gamma_{dry}$ (t/m <sup>3</sup> )	$\gamma_{sat}$ (kN/m <sup>3</sup> )
0	0	0	0	Soft Clay	*	*	*	*
2	4	4	4		0,70	2,38	0,80	1,50
4	6	6	6	Medium Clay	0,68	2,16	0,86	1,54
6	9	9	9		0,64	1,75	1,00	1,62
8	8	8	8		0,66	1,90	0,93	1,59
10	9	9	9		0,64	1,75	0,98	1,62
12	9	9	9		0,64	1,75	0,98	1,62
					0,64	1,75	0,98	1,62

(a)

DEPTH	N-SPT	N'	N'	Consolidation		
				Cs	Cc	Cv (cm <sup>2</sup> /s)
0	0	0	0	*	*	*
2	4	4	4	0,127	0,633	0,000200
4	6	6	6	0,113	0,567	0,000257
6	9	9	9	0,089	0,444	0,000500
8	8	8	8	0,098	0,489	0,000370
10	9	9	9	0,089	0,444	0,000470
12	9	9	9	0,089	0,444	0,000470

(b)

DEPTH	N-SPT	N'	N'	Strength			Atterberg Limits		
				$\Phi$	C' (Kpa)	Cu (Kpa)	LL (%)	PI (%)	PL (%)
0	0	0	0	*	*	*	*	*	*
2	4	4	4	*	0,55	0,83	95%	55%	40%
4	6	6	6	*	0,69	1,03	93%	53%	40%
6	9	9	9	*	0,83	1,25	62%	31%	31%
8	8	8	8	*	0,98	1,48	79%	43%	36%
10	9	9	9	*	1,14	1,70	75%	40%	35%
12	9	9	9	*	1,29	1,94	75%	40%	35%

(c)

(Sumber: Hasil Analisa)

**Tabel 4.2** Parameter Data Tanah pada STA 424+576(a) Data Tanah *Volumetric dan Gravimetric* (b) Data Tanah *Consolidation* (c) Data Tanah Kekuatan Tanah dan *Atterberg Limits*

DEPTH	N-SPT	N'	N'	Type of Soil	Volumetric + Gravimetric			
					n	e	$\gamma_{dry}$ (t/m <sup>3</sup> )	$\gamma_{sat}$ (t/m <sup>3</sup> )
0	0	0	0	Medium Clay	*	*	*	*
2	5	5	5		0,69	2,27	0,83	1,52
4	9	9	9		0,64	1,75	0,98	1,62
6	9	9	9		0,64	1,75	0,98	1,62
8	10	10	10		0,62	1,66	1,02	1,64
10	9	9	9		0,64	1,75	0,98	1,62
12	10	10	10		0,62	1,66	1,02	1,64

(a)

DEPTH	N-SPT	N'	N'	Consolidation		
				Cs	Cc	Cv (cm <sup>2</sup> /s)
0	0	0	0	*	*	*
2	5	5	5	0,120	0,600	0,000229
4	9	9	9	0,089	0,444	0,000470
6	9	9	9	0,089	0,444	0,000470
8	10	10	10	0,083	0,417	0,000517
10	9	9	9	0,089	0,444	0,000470
12	10	10	10	0,083	0,417	0,000517

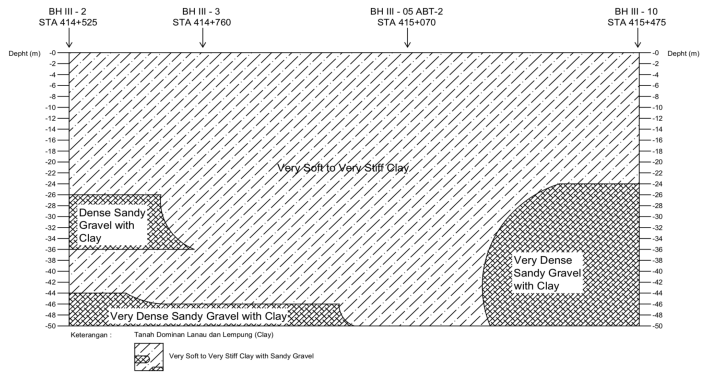
(b)

DEPTH	N-SPT	N'	N'	Strength			Atterberg Limits		
				$\Phi$	C' (t/m <sup>2</sup> )	Cu (t/m <sup>2</sup> )	LL (%)	PI (%)	PL (%)
0	0	0	0	*	*	*	*	*	*
2	5	5	5	*	0,56	0,84	96%	55%	41%
4	9	9	9	*	0,70	1,05	75%	40%	35%
6	9	9	9	*	0,86	1,28	75%	40%	35%
8	10	10	10	*	1,01	1,52	72%	38%	34%
10	9	9	9	*	1,17	1,76	75%	40%	35%
12	10	10	10	*	1,33	2,00	72%	38%	34%

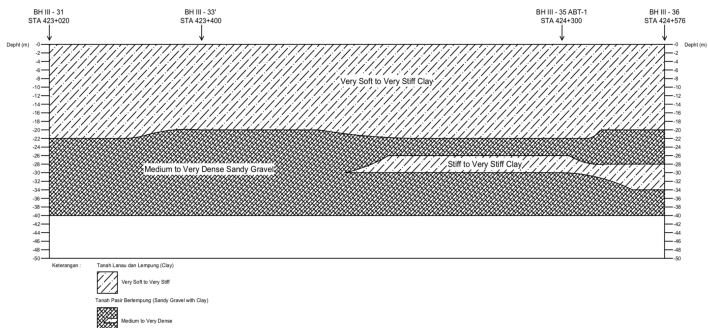
(c)

(Sumber: Hasil Analisa)

Sketsa gambar penampang lapisan tanah di setiap titik pengeboran ditunjukkan oleh data tanah dengan memperhatikan nilai N-SPT dan konsistensi tanah sesuai dengan **Gambar 4.1** untuk STA 414+525 – STA 415+475 dan **Gambar 4.2** untuk STA 423+020 - STA 424+575 di bawah ini.



**Gambar 4.1** Sketsa Gambar Data Stratigrafi Tanah STA 414+525 – STA 415+475  
(Sumber: Hasil Analisa)

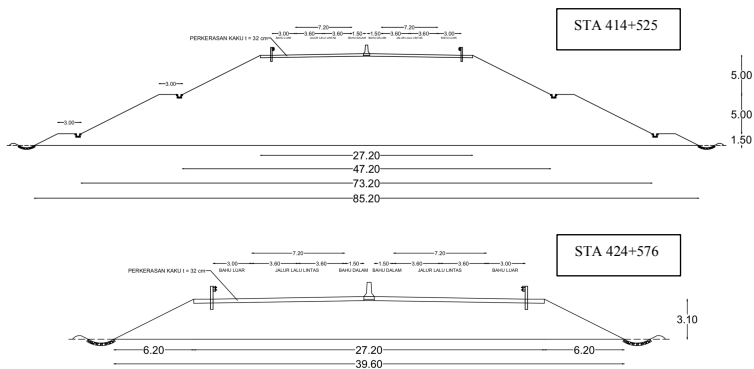


**Gambar 4.2** Sketsa Gambar Data Stratigrafi Tanah STA 423+020 - STA 424+575  
(Sumber: Hasil Analisa)

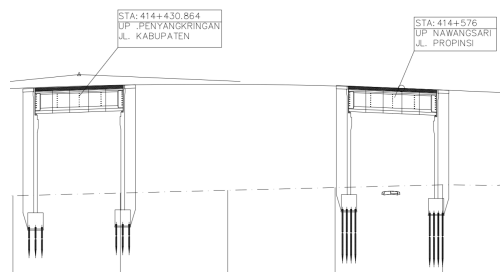


## 4.1.2 Data Timbunan

Dalam Tugas Akhir ini, akan dilakukan perencanaan dengan variasi 2 (dua) material timbunan yang berbeda, yaitu timbunan material tanah sirtu dan timbunan material ringan mortar busa pada STA 414+525 dan STA 424+576 yang dapat dilihat pada **Gambar 4.3** dan **Gambar 4.4** dibawah ini.



**Gambar 4.3** *Cross Section* Timbunan Jalan STA 414+525 dan STA 424+576  
(Sumber: PT. Waskita Karya)



**Gambar 4.4** Potongan Memanjang Timbunan Jalan STA 414+525 dan STA 424+576  
(Sumber: PT. Waskita Karya)

Spesifikasi teknis dari dua material timbunan tersebut dapat dilihat pada **Tabel 4.3** dibawah ini :

**Tabel 4.3** Spesifikasi Material Timbunan

Parameter Timbunan		Tanah Sirtu	Mortar Busa	
			Base	Subbase
$\gamma$	(t/m <sup>3</sup> )	1,85	0,8	0,6
C	(t/m <sup>2</sup> )	0	0	0
$\Phi$	o	30	40	45

(Sumber: Hasil Analisa)

Direncanakan untuk timbunan mortar busa menggunakan base setinggi 20 cm.

## 4.2 Data Analisis dan Desain Perencanaan

### 4.2.1 Data Beban

Proyek Jalan Tol Batang – Semarang merupakan proyek jalan tol dimana beban – beban yang diperhitungkan antara lain : beban akibat berat timbunan sendiri, beban perkerasan jalan (*pavement*), dan beban lalu lintas (qLL)

#### a. Beban Perkerasan Jalan (*Pavement*)

Beban perkerasan jalan direncanakan memakai perkerasan lentur / aspal dengan ketebalan sebesar 32 cm dan berat volume sebesar 2,2 t/m<sup>3</sup>.

#### b. Beban Lalu Lintas (qLL)

Penentuan perencanaan beban lalu lintas dianggap memiliki berat volume sebesar 1 t/m<sup>3</sup>

#### c. Beban Akibat Timbunan

Beban akibat timbunan direncanakan dari beban akhir timbunan yang mengakibatkan terjadinya penurunan tanah.

Berikut ini merupakan contoh perhitungan pembebanan pada STA 414+525 yang memakai variasi timbunan material tanah sirtu dan timbunan material ringan mortar busa.

### Timbunan STA 414+525

$$\text{Diketahui } H_{\text{final}} = 11,5 \text{ m}$$

$$L_{\text{timbunan}} = 85,2 \text{ m}$$

$$\text{Akibat beban } q : 22 \text{ t/m}^2$$

$$\begin{aligned} H_{\text{timbunan}} &= q_{\text{timbunan}} : \gamma t \\ &= 22 : 1,85 \\ &= 11,892 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} H_{\text{pavement}} &= 32 \text{ cm} \\ &= 0,32 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\gamma_{\text{pavement}} = 2,2 \text{ t/m}^3$$

$$\begin{aligned} Q_{\text{pavemen}} &= \gamma_{\text{pavement}} \times H_{\text{pavement}} \\ &= 2,2 \times 0,32 \\ &= 0,704 \text{ t/m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} q_{\text{LL}} &= 1 \text{ t/m}^2 \\ H_{\text{bongkar}} &= q_{\text{LL}} : \gamma t \\ &= 1 : 1,85 \\ &= 0,54 \text{ t/m}^2 \end{aligned}$$

**Tabel 4.4** Rekapitulasi Pembebanan Pada Timbunan Tanah Sirtu  
STA 414+525

H Timbunan	q Timbunan	H trapesium 3	b	a	H trapesium 2	b	a
(m)	(t/m <sup>2</sup> )	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)
10,811	20	5	13,6	10,0	5	26,6	10,0
11,892	22	5	13,6	10,0	5	26,6	10,0
12,973	24	5	13,6	10,0	5	26,6	10,0
14,054	26	5	13,6	10,0	5	26,6	10,0

H trapesium 1	b	a	H Pavement	q Pavement	q Traffic	H Bongkar Traffic
(m)	(m)	(m)	(m)	(t/m <sup>2</sup> )	(t/m <sup>2</sup> )	(m)
0,811	39,6	1,6	0,32	0,704	1,00	0,54
1,892	39,6	3,8	0,32	0,704	1,00	0,54
2,973	39,6	5,9	0,32	0,704	1,00	0,54
4,054	39,6	8,1	0,32	0,704	1,00	0,54

(Sumber: Hasil Analisa)

### Timbunan STA 424+576

Diketahui  $H_{\text{final}} = 3,1 \text{ m}$

$L_{\text{timbunan}} = 39,6 \text{ m}$

Akibat beban  $q : 6 \text{ t/m}^2$

$$\begin{aligned} H_{\text{timbunan}} &= q_{\text{timbunan}} : \gamma t \\ &= 6 : 1,85 \\ &= 3,243 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} H_{\text{pavement}} &= 32 \text{ cm} \\ &= 0,32 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\gamma_{\text{pavement}} = 2,2 \text{ t/m}^3$$

$$\begin{aligned} q_{\text{pavement}} &= \gamma_{\text{pavement}} \times H_{\text{pavement}} \\ &= 2,2 \times 0,32 \\ &= 0,704 \text{ t/m}^2 \end{aligned}$$

$$q_{\text{LL}} = 1 \text{ t/m}^2$$

$$\begin{aligned} H_{\text{bongkar}} &= q_{\text{LL}} : \gamma t \\ &= 1 : 1,85 \\ &= 0,54 \text{ t/m}^2 \end{aligned}$$

**Tabel 4.5** Rekapitulasi Pembebanan Pada Timbunan Tanah Sirtu  
STA 424+576

H Timbunan (m)	q Timbunan (t/m <sup>2</sup> )	b (m)	a (m)	H Pavement (m)	q Pavement (t/m <sup>2</sup> )	q Traffic (t/m <sup>2</sup> )	H Bongkar Traffic (m)
1,081	2	13,6	2,2	0,32	0,704	1,00	0,54
2,162	4	13,6	4,3	0,32	0,704	1,00	0,54
3,243	6	13,6	6,5	0,32	0,704	1,00	0,54
4,324	8	13,6	8,6	0,32	0,704	1,00	0,54

(Sumber: Hasil Analisa)

Perhitungan pembebanan timbunan memakai variasi beban  $q$  timbunan mulai dari  $q$  akhir 20 t/m<sup>2</sup>, 22 t/m<sup>2</sup>, 24 t/m<sup>2</sup>, 26 t/m<sup>2</sup> untuk STA 414+525 dan variasi beban  $q$  timbunan mulai dari  $q$  akhir 2 t/m<sup>2</sup>, 4 t/m<sup>2</sup>, 6 t/m<sup>2</sup>, 8 t/m<sup>2</sup> untuk STA 424+576 yang nantinya akan digunakan untuk mendapatkan grafik  $H_{\text{initial}}$  dan grafik pemampatan ( $Sc$ ).

Kemiringan lereng timbunan diketahui 1 : 2. Beban akibat berat timbunan sendiri juga berbeda – beda akibat dari pemakaian 2 material timbunan, yaitu material tanah sirtu dan mortar busa yang memiliki berat volume yang berbeda. Hal ini akan mempengaruhi pada  $H_{\text{initial}}$  Timbunan

## 4.2.2 Data Spesifikasi Bahan

### a. *Geotextile*

*Geotextile* yang akan digunakan dalam perencanaan ini adalah *Geotextile* tipe woven produksi dari PT. Teknindo Geosistem Unggul. Spesifikasi materialnya antara lain sebagai berikut :

Tipe *Polypropylene Woven Geotextile* UW-250

*Mass* : 250 gr/m<sup>2</sup>

*Thickness* : 0,7 mm

*Strength* : 52 kN/m

Spesifikasi bahan selengkapnya dapat dilihat di **Lampiran.**

b. ***Prefabricated Vertical Drain (PVD)***

PVD yang akan digunakan dalam perencanaan ini adalah *CeTeau Drain* CT-D822 produksi dari PT. Teknindo Geosistem Unggul. Spesifikasi materialnya antara lain sebagai berikut :

*Weight* : 75 g/m  
*Thickness* (a) : 100 mm  
*Width* (b) : 4 mm

Spesifikasi bahan selengkapnya dapat dilihat di **Lampiran.**

c. ***Pre-fabricated horizontal drain (PHD)***

CeTeau Drain CT-SD100-20

Distributor : PT. Teknindo Geosistem Unggul

Lebar x tebal, a x b : 100 x 20 mm

d. ***Pompa Vacuum Preloading***

7.5kW 10 HP High Capacity Double Suction

Produsen : Modo Pump Co., Ltd

Max. Head : 1500 m<sup>2</sup>

## BAB V

### PERENCANAAN GEOTEKNIK

#### 5.1 Perhitungan Besar Pemampatan Tanah ( $S_c$ ), Tinggi Timbunan Awal ( $H_{\text{initial}}$ ), dan Tinggi Timbunan Akhir ( $H_{\text{final}}$ )

Pemampatan tanah dasar dapat dihitung dari hasil analisis data tanah serta perencanaan pembebanan untuk jalan raya. Pemampatan tanah dasar bisa terjadi akibat dari pemampatan segera (*immidiate settlement*) maupun pemampatan konsolidasi (*consolidation settlement*) yaitu pada saat tanah berada dalam kondisi *overconsolidated* dengan pertimbangan kondisi tanah yang dipengaruhi oleh fluktuasi muka air. Pengaruh dari fluktuasi muka air tersebut menyebabkan terjadinya tegangan sebesar  $1,5 \text{ t/m}^2$ . Perhitungan pemampatan tanah dasar dapat dilihat dari **Persamaan (2-20)**.

Dari perhitungan pemampatan ini akan diperoleh nilai besar pemampatan ( $S_c$ ), tinggi timbunan awal ( $H_{\text{initial}}$ ), dan tinggi timbunan akhir ( $H_{\text{final}}$ ).

##### 5.1.1 Pemampatan Tanah ( $S_c$ ) Di Bawah Timbunan

Berikut ini contoh perhitungan pemampatan tanah dasar ( $S_c$ ) di lapisan kelima pada STA 414+525 akibat timbunan dengan beban perkerasan jalan 32 cm sebesar  $0,704 \text{ t/m}^2$  dan beban lalu lintas sebesar  $1 \text{ t/m}^2$ . Data tanah yang digunakan pada STA ini adalah data tanah STA 414+525 BH III - 2 yaitu sebagai berikut :

$H_{\text{lapisan}}$	$= 1 \text{ m}$	$C_c$	$= 0,444$
$\gamma_{\text{sat}}$	$= 1,62 \text{ t/m}^2$	$C_s$	$= 0,089$
$\gamma_w$	$= 1 \text{ t/m}^2$		
$\gamma'$	$= 0,62 \text{ t/m}^2$		
$e$	$= 1,75$		

- a. Tegangan *overburden* efektif ( $\sigma'_{o}$ )

Perhitungan tegangan *overburden* efektif dilakukan di titik tengah lapisan kelima sesuai dengan **Persamaan (2-25)** yaitu sebagai berikut:

$$\sigma'_{o} = (\sigma'_{o} \text{ 4 m di lapisan atas}) + (\gamma' x h)$$

$$\sigma'_{o} = 2,08 + (0,62 \times 0,5)$$

$$\sigma'_{o} = 2,39 \text{ t/m}^2$$

- b. Distribusi Tegangan ( $\Delta\sigma'$ )

Perhitungan distribusi tegangan akibat timbunan dilakukan pada variasi beban  $q$  akhir  $20 \text{ t/m}^2$ ,  $22 \text{ t/m}^2$ ,  $24 \text{ t/m}^2$ ,  $26 \text{ t/m}^2$ . Selain itu, dihitung pula distribusi tegangan akibat *pavement*.

### 1. Distribusi Tegangan Akibat Timbunan

Dari perencanaan pembebanan, diketahui nilai  $a$  dan  $b$  pada timbunan adalah sebagai berikut:

$$H_{\text{rencana}} = 11,5 \text{ m}$$

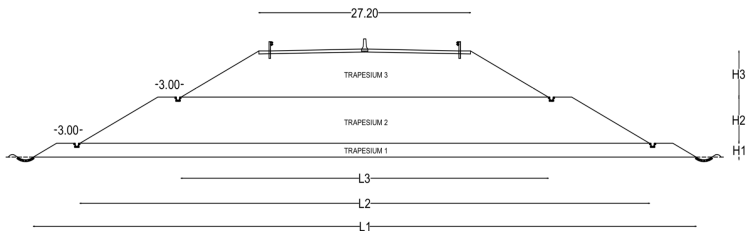
$$H_{\text{timb trapesium 1}} = 1,5 \text{ m}$$

$$H_{\text{timb trapesium 2}} = 5 \text{ m}$$

$$H_{\text{timb trapesium 3}} = 5 \text{ m}$$

$$\text{Akibat beban } q = 22 \text{ t/m}^2$$

$$H = 11.892 \text{ m}$$



**Gambar 5.1** Potongan Timbunan pada STA 414+525  
(Sumber: Hasil Analisa)



Dianggap timbunan trapesium 1 yang mengalami perubahan tinggi (H)

$$\begin{aligned} L_{\text{timb trapesium 1}} &= 85,5 \text{ m} \\ H_{\text{timb trapesium 1}} &= 1,892 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} L_{\text{timb trapesium 2}} &= 73,2 \text{ m} \\ H_{\text{timb trapesium 2}} &= 5 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} L_{\text{timb trapesium 3}} &= 47,2 \text{ m} \\ H_{\text{timb trapesium 3}} &= 5 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} a_{\text{timbtrapesium 1}} &= 2 \times H_{\text{timb trapesium 1}} \\ &= 2 \times 1,892 \text{ m} \\ &= 3,8 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} b_{\text{timb trapesium 1}} &= ((L_{\text{timb trapesium 1}} - (2 \times 2 \times H_{\text{rencana}})) : 2 \\ &= ((85,5 - (2 \times 2 \times 1,5)) : 2 \\ &= 39,6 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} a_{\text{timbtrapesium 2}} &= 2 \times H_{\text{timb trapesium 2}} \\ &= 2 \times 5 \text{ m} \\ &= 10 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} b_{\text{timb trapesium 2}} &= ((L_{\text{timb trapesium 2}} - (2 \times 2 \times H_{\text{rencana}})) : 2 \\ &= ((73,2 - (2 \times 2 \times 5)) : 2 \\ &= 26,6 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} a_{\text{timbtrapesium 3}} &= 2 \times H_{\text{timb trapesium 3}} \\ &= 2 \times 5 \text{ m} \\ &= 10 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} b_{\text{timb trapesium 3}} &= ((L_{\text{timb trapesium 3}} - (2 \times 2 \times H_{\text{rencana}})) : 2 \\ &= ((47,2 - (2 \times 2 \times 5)) : 2 \\ &= 13,6 \text{ m} \end{aligned}$$

Perhitungan untuk mendapatkan distribusi tegangan akibat timbunan menggunakan **Persamaan (2-5)** dan **Persamaan (2-6)** seperti berikut :

Timbunan trapezium 1

$$Z_i = 4,5 \text{ m}$$

$$H_{\text{timb trapesium 1}} = 1,892 \text{ m}$$

$$Q_o = 1,892 \times 1,85$$

$$= 3,5 \text{ t/m}^2$$

$$\begin{aligned} \alpha_1 &= \tan^{-1} \left\{ \left( \frac{a+b}{z} \right) \right\} - \tan^{-1} \left( \frac{b}{z} \right) \\ &= \tan^{-1} \left\{ \left( \frac{(3,8+39,6)}{4,5} \right) \right\} - \tan^{-1} \left( \frac{39,6}{4,5} \right) \\ &= 0,56 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \alpha_2 &= \tan^{-1} \left( \frac{b}{z} \right) \\ &= \tan^{-1} \left( \frac{39,6}{4,5} \right) \\ &= 83,52 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \frac{1}{2} \Delta p &= \frac{q_o}{\pi} \left[ \left\{ \left( \frac{a+b}{b} \right) \right\} (\alpha_1 + \alpha_2) - \frac{b}{a} x \alpha_2 \right] \\ \frac{1}{2} \Delta p &= \frac{3,5}{\pi} \left[ \left\{ \left( \frac{(3,8+39,6)}{39,6} \right) \right\} (0,56 + 83,52) - \frac{39,6}{3,8} x 83,52 \right] \\ &= 1,75 \text{ t/m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Delta p &= 2 \times 1,75 \\ &= 3,5 \text{ t/m}^2 \end{aligned}$$

Timbunan trapezium 2

$$Z_i = 6,392 \text{ m}$$

$$H_{\text{timb trapesium 1}} = 5 \text{ m}$$

$$Q_o = 5 \times 1,85$$

$$= 9,25 \text{ t/m}^2$$

$$\begin{aligned}\alpha_1 &= \tan^{-1} \left\{ \left( \frac{a+b}{z} \right) \right\} - \tan^{-1} \left( \frac{b}{z} \right) \\ &= \tan^{-1} \left\{ \left( \frac{10+26,6}{6,392} \right) \right\} - \tan^{-1} \left( \frac{26,6}{6,392} \right) \\ &= 3,61\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\alpha_2 &= \tan^{-1} \left( \frac{b}{z} \right) \\ &= \tan^{-1} \left( \frac{26,6}{6,392} \right) \\ &= 76,49\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\frac{1}{2} \Delta p &= \frac{q_0}{\pi} \left[ \left\{ \left( \frac{a+b}{b} \right) \right\} (\alpha_1 + \alpha_2) - \frac{b}{a} x \alpha_2 \right] \\ \frac{1}{2} \Delta p &= \frac{9,25}{\pi} \left[ \left\{ \left( \frac{10+26,6}{26,6} \right) \right\} (3,61 + 76,49) - \frac{26,6}{10} x 76,49 \right] \\ &= 4,61 \text{ t/m}^2\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\Delta p &= 2 x 4,61 \\ &= 9,22 \text{ t/m}^2\end{aligned}$$

Timbunan trapezium 3

$$Z_i = 11,392 \text{ m}$$

$$H_{\text{timb trapesium 1}} = 5 \text{ m}$$

$$\begin{aligned}Q_0 &= 5 x 1,85 \\ &= 9,25 \text{ t/m}^2\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\alpha_1 &= \tan^{-1} \left\{ \left( \frac{a+b}{z} \right) \right\} - \tan^{-1} \left( \frac{b}{z} \right) \\ &= \tan^{-1} \left\{ \left( \frac{10+13,6}{11,392} \right) \right\} - \tan^{-1} \left( \frac{13,6}{11,392} \right) \\ &= 14,8\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\alpha_2 &= \tan^{-1} \left( \frac{b}{z} \right) \\ &= \tan^{-1} \left( \frac{13,6}{11,392} \right) \\ &= 50,05\end{aligned}$$

$$\frac{1}{2} \Delta p = \frac{q_0}{\pi} \left[ \left\{ \left( \frac{a+b}{b} \right) \right\} (\alpha_1 + \alpha_2) - \frac{b}{a} x \alpha_2 \right]$$

$$\frac{1}{2} \Delta p = \frac{9,25}{\pi} \left[ \left\{ \left( \frac{10+13,6}{13,6} \right) \right\} (14,8 + 50,05) - \frac{13,6}{10} \times 50,05 \right]$$

$$= 4,29 \text{ t/m}^2$$

$$\Delta p = 2 \times 4,29 = 8,58 \text{ t/m}^2$$

Diperoleh nilai distribusi tegangan timbunan sebesar 3,5 t/m<sup>2</sup>, 9,22 t/m<sup>2</sup> dan 8,58 t/m<sup>2</sup> jumlah distribusi tegangan akibat timbunan secara keseluruhan nilainya sebesar 21,3 t/m<sup>2</sup>. Hasil perhitungan pada STA 414+525 dapat dilihat pada **Gambar 5.1**, selengkapnya pada **Lampiran 2**.

**Tabel 5.1** (a) Distribusi Tegangan Akibat Timbunan Trapesium 1  
(b) Distribusi Tegangan Akibat Timbunan Trapesium 2 (c)  
Distribusi Tegangan Akibat Timbunan Trapesium 3

Kedalaman	Zi	b	a	$\alpha 1$	$\alpha 2$	qo	1/2 $\Delta p$	$\Delta p$		
(m)	(m)	(m)	(m)	(rad)	(rad)	(t/m <sup>2</sup> )	(t/m <sup>2</sup> )	(t/m <sup>2</sup> )		
0	-	1	0,5	39,6	3,8	0,06	89,28	3,5	1,75	3,50
1	-	2	1,5	39,6	3,8	0,19	87,83	3,5	1,75	3,50
2	-	3	2,5	39,6	3,8	0,31	86,39	3,5	1,75	3,50
3	-	4	3,5	39,6	3,8	0,44	84,95	3,5	1,75	3,50
4	-	5	4,5	39,6	3,8	0,56	83,52	3,5	1,75	3,50
5	-	6	5,5	39,6	3,8	0,68	82,09	3,5	1,75	3,50
6	-	7	6,5	39,6	3,8	0,80	80,68	3,5	1,75	3,49
7	-	8	7,5	39,6	3,8	0,92	79,28	3,5	1,75	3,49
8	-	9	8,5	39,6	3,8	1,03	77,89	3,5	1,74	3,49
9	-	10	9,5	39,6	3,8	1,14	76,51	3,5	1,74	3,48
10	-	11	10,5	39,6	3,8	1,24	75,15	3,5	1,74	3,48
11	-	12	11,5	39,6	3,8	1,35	73,81	3,5	1,74	3,47

(a)

Kedalaman	Zi	b	a	$\alpha 1$	$\alpha 2$	qo	1/2 $\Delta p$	$\Delta p$		
(m)	(m)	(m)	(m)	(rad)	(rad)	(t/m <sup>2</sup> )	(t/m <sup>2</sup> )	(t/m <sup>2</sup> )		
0	-	1	2,392	26,6	10,0	1,40	84,86	9,25	4,62	9,25
1	-	2	3,392	26,6	10,0	1,97	82,73	9,25	4,62	9,24
2	-	3	4,392	26,6	10,0	2,53	80,62	9,25	4,62	9,24
3	-	4	5,392	26,6	10,0	3,08	78,54	9,25	4,62	9,23
4	-	5	6,392	26,6	10,0	3,61	76,49	9,25	4,61	9,22
5	-	6	7,392	26,6	10,0	4,11	74,47	9,25	4,60	9,20
6	-	7	8,392	26,6	10,0	4,60	72,49	9,25	4,59	9,18
7	-	8	9,392	26,6	10,0	5,05	70,55	9,25	4,58	9,15
8	-	9	10,392	26,6	10,0	5,49	68,66	9,25	4,56	9,12
9	-	10	11,392	26,6	10,0	5,89	66,82	9,25	4,54	9,08
10	-	11	12,392	26,6	10,0	6,27	65,02	9,25	4,52	9,04
11	-	12	13,392	26,6	10,0	6,63	63,28	9,25	4,50	9,00

(b)

Kedalaman			Zi	b	a	$\alpha_1$	$\alpha_2$	qo	1/2 $\Delta p$	$\Delta p$
	(m)		(m)	(m)	(m)	(rad)	(rad)	(t/m <sup>2</sup> )	(t/m <sup>2</sup> )	(t/m <sup>2</sup> )
0	-	1	7,392	13,6	10,0	11,13	61,47	9,25	4,51	9,02
1	-	2	8,392	13,6	10,0	12,10	58,32	9,25	4,46	8,93
2	-	3	9,392	13,6	10,0	12,93	55,37	9,25	4,41	8,83
3	-	4	10,392	13,6	10,0	13,62	52,62	9,25	4,36	8,71
4	-	5	11,392	13,6	10,0	14,18	50,05	9,25	4,29	8,58
5	-	6	12,392	13,6	10,0	14,64	47,66	9,25	4,22	8,45
6	-	7	13,392	13,6	10,0	14,99	45,44	9,25	4,15	8,31
7	-	8	14,392	13,6	10,0	15,24	43,38	9,25	4,08	8,16
8	-	9	15,392	13,6	10,0	15,42	41,46	9,25	4,00	8,00
9	-	10	16,392	13,6	10,0	15,54	39,68	9,25	3,92	7,85
10	-	11	17,392	13,6	10,0	15,59	38,02	9,25	3,84	7,69
11	-	12	18,392	13,6	10,0	15,59	36,48	9,25	3,77	7,53

(c)

(Sumber: Hasil Analisa)

## 2. Distribusi Tegangan Akibat Pavement

Perkerasan jalan dianggap sebagai beban segiempat merata sehingga dengan menggunakan grafik dari **Gambar 2.2** didapatkan :

$$Z_i = 16,072 \text{ m}$$

$$x = 13,6 \text{ m}$$

$$y = \infty$$

$$M = \frac{x}{z} = \frac{13,6}{16,072} = \frac{13,6}{\infty} = \infty$$

$$n = \frac{x}{y}$$

Dengan memakai nilai m dan n, dari grafik didapatkan nilai inersia (I) = 0,190. Nilai  $\Delta p$  adalah sebagai berikut :

$$q_o = 0,704$$

$$\Delta p = I \times q_o$$

$$\Delta p = 0,190 \times 0,704 \text{ t/m}^2$$

$$\Delta p = 0,54 \text{ t/m}^2$$

Didapatkan nilai distribusi tegangan akibat pavement adalah  $0,54 \text{ t/m}^2$ . Hasil perhitungan pada STA 414+525 dapat dilihat pada **Gambar 5.2**, selengkapnya pada **Lampiran 2**.

**Tabel 5.2** Distribusi Tegangan Akibat Pavemet

Kedalaman			Zi	x	y	m	n	qo	I	$\Delta p$
(m)			(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(t/m <sup>2</sup> )		(t/m <sup>2</sup> )
0	-	1	12,072	13,6	$\infty$	1,13	$\infty$	0,704	0,210	0,59
1	-	2	13,072	13,6	$\infty$	1,04	$\infty$	0,704	0,208	0,59
2	-	3	14,072	13,6	$\infty$	0,97	$\infty$	0,704	0,206	0,58
3	-	4	15,072	13,6	$\infty$	0,90	$\infty$	0,704	0,196	0,55
4	-	5	16,072	13,6	$\infty$	0,85	$\infty$	0,704	0,190	0,54
5	-	6	17,072	13,6	$\infty$	0,80	$\infty$	0,704	0,184	0,52
6	-	7	18,072	13,6	$\infty$	0,75	$\infty$	0,704	0,180	0,51
7	-	8	19,072	13,6	$\infty$	0,71	$\infty$	0,704	0,174	0,49
8	-	9	20,072	13,6	$\infty$	0,68	$\infty$	0,704	0,170	0,48
9	-	10	21,072	13,6	$\infty$	0,65	$\infty$	0,704	0,164	0,46
10	-	11	22,072	13,6	$\infty$	0,62	$\infty$	0,704	0,158	0,44
11	-	12	23,072	13,6	$\infty$	0,59	$\infty$	0,704	0,158	0,44

(Sumber : Hasil Analisa)

c. Perhitungan Pemampatan Konsolidasi Akibat Timbunan (Sc)

Besar pemampatan dihitung dengan memakai rumus **Persamaan (2-24)** karena tanah dasar berada pada kondisi overconsolidated soil (OC – Soil) dengan kondisi dimana jumlah tegangan overburden efektif dan distribusi tegangan total lebih besar dari tegangan pra konsolidasi ( $\sigma'_{o} + \Delta\sigma' > P'_{c}$ ).

Perhitungan pemampatan tanah dasar di bawah timbunan pada lapisan kelima adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Akibat beban } q &= 22 \text{ t/m}^2 \\ H &= 11.892 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Sc &= \left[ \frac{H}{1+e_0} C_s \log \frac{\sigma'_c}{\sigma'_0} \right] + \left[ \frac{H}{1+e_0} C_c \log \frac{\sigma'_0 + \Delta\sigma'}{\sigma'_c} \right] \\ &= \left[ \frac{1}{1+1,75} 0,089 \log \frac{3,89}{2,39} \right] + \left[ \frac{1}{1+1,75} 0,444 \log \frac{2,39+21,3}{3,89} \right] \\ &= 0,133546 \end{aligned}$$

**Tabel 5.3** Pemampatan Tanah Dasar Akibat q Timbunan

	Kedalaman		Hi	e	Cc	Cs	$\Delta p$	Po'	Po' + $\Delta p$
	(m)	(m)	(m)				(t/m <sup>2</sup> )	(t/m <sup>2</sup> )	(t/m <sup>2</sup> )
0	-	1	1	2,27	0,600	0,120	2,00	0,26	2,2600
1	-	2	1	2,27	0,600	0,120	2,00	0,78	2,7791
2	-	3	1	1,75	0,444	0,089	2,00	1,35	3,3439
3	-	4	1	1,75	0,444	0,089	1,99	1,96	3,9531
4	-	5	1	1,75	0,444	0,089	1,98	2,58	4,5579
5	-	6	1	1,75	0,444	0,089	1,96	3,20	5,1576
6	-	7	1	1,66	0,417	0,083	1,94	3,82	5,7642
7	-	8	1	1,66	0,417	0,083	1,91	4,46	6,3779
8	-	9	1	1,75	0,444	0,089	1,88	5,09	6,9751
9	-	10	1	1,75	0,444	0,089	1,85	5,71	7,5566
10	-	11	1	1,66	0,417	0,083	1,81	6,34	8,1470
11	-	12	1	1,66	0,417	0,083	1,77	6,98	8,7470

	Kedalaman		Hi	P fluktuasi air	P'c	OCR		Sc
	(m)	(m)	(m)	(t/m <sup>2</sup> )	(t/m <sup>2</sup> )		(m)	
0	-	1	1	1,5	1,75	7,0484	OC SOIL	0,237805
1	-	2	1	1,5	2,24	3,0161	OC SOIL	0,205159
2	-	3	1	1,5	2,76	2,1867	OC SOIL	0,176724
3	-	4	1	1,5	3,31	1,8296	OC SOIL	0,161362
4	-	5	1	1,5	3,89	1,6281	OC SOIL	0,133546
5	-	6	1	1,5	4,50	1,4993	OC SOIL	0,123431
6	-	7	1	1,5	5,11	1,4157	OC SOIL	0,120167
7	-	8	1	1,5	5,70	1,3571	OC SOIL	0,112739
8	-	9	1	1,5	6,30	1,3122	OC SOIL	0,101570
9	-	10	1	1,5	6,92	1,2768	OC SOIL	0,095793
10	-	11	1	1,5	7,54	1,2485	OC SOIL	0,090606
11	-	12	1	1,5	8,15	1,2255	OC SOIL	0,085908
							Sc Kumulatif	1,644809

(Sumber : Hasil Analisa)

d. Perhitungan Pemampatan Konsolidasi Akibat Pavement (Sc)

Besar pemampatan dihitung dengan memakai rumus **Persamaan (2-23)** karena tanah dasar berada pada kondisi overconsolidated soil (OC – Soil) dengan kondisi dimana jumlah tegangan overburden efektif dan distribusi tegangan total kurang dari tegangan pra konsolidasi ( $\sigma'_{o} + \Delta\sigma' < P'_{c}$ ).

Perhitungan pemampatan tanah dasar di bawah timbunan pada lapisan kelima adalah sebagai berikut :

$$\text{Akibat beban } q = 0,704 \text{ t/m}^2$$

$$H = 0,32 \text{ m}$$

$$\begin{aligned}
 S_c &= \left[ \frac{H}{1+e_0} C_s \log \frac{\sigma'_0 + \Delta\sigma'}{\sigma'_c} \right] \\
 &= \left[ \frac{1}{1+1,75} 0,089 \log \frac{2,39+0,54}{3,89} \right] = 0,002835
 \end{aligned}$$

**Tabel 5.4** Pemampatan Tanah Dasar Akibat q Pavement

Kedalaman (m)	Hi (m)	e	Cc	Cs	$\Delta p$ (t/m <sup>2</sup> )	Po' (t/m <sup>2</sup> )	Po' + $\Delta p$ (t/m <sup>2</sup> )		
								0	-
1	-	2	1	2,38	0,633	0,127	0,59	0,74	1,3297
2	-	3	1	2,16	0,567	0,113	0,58	1,26	1,8441
3	-	4	1	2,16	0,567	0,113	0,55	1,81	2,3599
4	-	5	1	1,75	0,444	0,089	0,54	2,39	2,9230
5	-	6	1	1,75	0,444	0,089	0,52	3,00	3,5221
6	-	7	1	1,90	0,489	0,098	0,51	3,61	4,1149
7	-	8	1	1,90	0,489	0,098	0,49	4,20	4,6900
8	-	9	1	1,75	0,444	0,089	0,48	4,80	5,2827
9	-	10	1	1,75	0,444	0,089	0,46	5,42	5,8818
10	-	11	1	1,75	0,444	0,089	0,44	6,04	6,4809
11	-	12	1	1,75	0,444	0,089	0,44	6,65	7,0969

Kedalaman (m)	Hi (m)	P fluktuasi air (t/m <sup>2</sup> )	P' <sub>c</sub> (t/m <sup>2</sup> )	OCR			Sc (m)
0	-	1	1,75	7,0484	OC SOIL	0,019833	
1	-	2	1,5	2,24	3,0161	OC SOIL	0,009446
2	-	3	1,5	2,76	2,1867	OC SOIL	0,005887
3	-	4	1,5	3,31	1,8296	OC SOIL	0,004152
4	-	5	1,5	3,89	1,6281	OC SOIL	0,002835
5	-	6	1,5	4,50	1,4993	OC SOIL	0,002232
6	-	7	1,5	5,11	1,4157	OC SOIL	0,001925
7	-	8	1,5	5,70	1,3571	OC SOIL	0,001616
8	-	9	1,5	6,30	1,3122	OC SOIL	0,001332
9	-	10	1,5	6,92	1,2768	OC SOIL	0,001147
10	-	11	1,5	7,54	1,2485	OC SOIL	0,000997
11	-	12	1,5	8,15	1,2255	OC SOIL	0,000908
Sc Kumulatif							0,052310

(Sumber : Hasil Analisa)

Total pemampatan tanah dasar (Sc) yang terjadi di seluruh kedalaman tanah lunak akibat timbunan pada STA 414+525 dihitung dengan cara yang sama pada kondisi beban q 20 t/m<sup>2</sup>, 22 t/m<sup>2</sup>, 24 t/m<sup>2</sup>, dan 26 t/m<sup>2</sup>. Rekapitulasi perhitungan pemampatan (Sc) STA 414+525 dan STA 424+576 selengkapnya dapat dilihat pada **Lampiran 2**.



### 5.1.2 Perhitungan tinggi timbunan awal ( $H_{initial}$ ) dan Tinggi timbunan Akhir ( $H_{final}$ ) Pada Timbunan Tanah Sirtu

Berikut ini perhitungan tinggi timbunan awal ( $H_{initial}$ ) dari **Persamaan (2-13)** pada STA 414+525 yang memakai material timbunan tanah sirtu sebagai berikut :

$$Sc \text{ akibat } q \text{ timbunan } (q_0 = 22 \text{ t/m}^2) = 1,645 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} \gamma_{timb} &= 1,85 \text{ t/m}^3 \\ \gamma_{sat \text{ timb}} &= 1,85 \text{ t/m}^3 \\ H_{Initial} &= \frac{q_{rencana} + (Sc \times (\gamma_{timb} + \gamma_w - \gamma_{sat \text{ timb}}))}{\gamma_{timb}} \\ &= \frac{q_{rencana} + (Sc \times \gamma_w)}{\gamma_{timb}} \\ &= \frac{22 + (1,645 \times 1)}{1,85} \\ &= 12,78 \text{ m} \end{aligned}$$

Perhitungan tinggi timbunan akhir ( $H_{final}$ ) pada STA 414+525 yang memakai material timbunan tanah sirtu sebagai berikut :

$$Sc \text{ akibat pavement} = 0,053 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} Sc_{tot} &= Sc \text{ akibat timb} + Sc \text{ akibat pavement} \\ &= 1,645 + 0,053 \\ &= 1,70 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} H_{pavement} &= 0,32 \text{ m} \\ q_{LL} &= 1 \text{ t/m}_2 \\ H_{bongkar} &= q_{LL} : \gamma_{timb} \\ &= 1 : 1,85 = 0,54 \text{ m} \\ H_{final} &= H_{initial} - H_{bongkar} - Sc_{tot} + H_{pavement} \\ &= 12,78 - 0,54 - 1,70 + 0,32 \\ &= 10,86 \text{ m} \end{aligned}$$

Selanjutnya dilakukan perhitungan kembali dengan cara yang sama pada kondisi beban  $q$  20 t/m<sup>2</sup>, 22 t/m<sup>2</sup>, 24 t/m<sup>2</sup>, dan 26

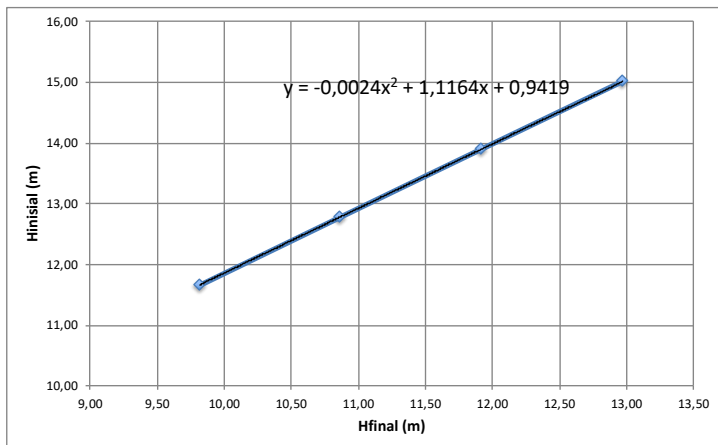
$t/m^2$ . Hasil perhitungan tersebut ditunjukkan pada **Tabel 5.5**. Hubungan antara  $H_{final}$  dan  $H_{initial}$  kemudian dibuat grafik seperti yang ditunjukkan pada **Gambar 5.2**. Persamaan yang didapatkan dari **Gambar 5.2** digunakan untuk menghitung  $H_{initial}$  yang dibutuhkan agar mampu mencapai  $H_{final}$  yang direncanakan.

Sedangkan hubungan antara  $H_{final}$  dan  $Sc$  ditunjukkan pada **Gambar 5.3**. Persamaan pada **Gambar 5.3** digunakan untuk menghitung besar pemampatan yang terjadi ( $Sc$ ). Dan hasil perhitungan untuk STA 424+576 dapat dilihat pada **Lampiran 2**.

**Tabel 5.5** Rekapitulasi Perhitungan  $H_{initial}$ ,  $H_{final}$ , dan  $Sc$  Timbunan Tanah Sirtu STA 414+525

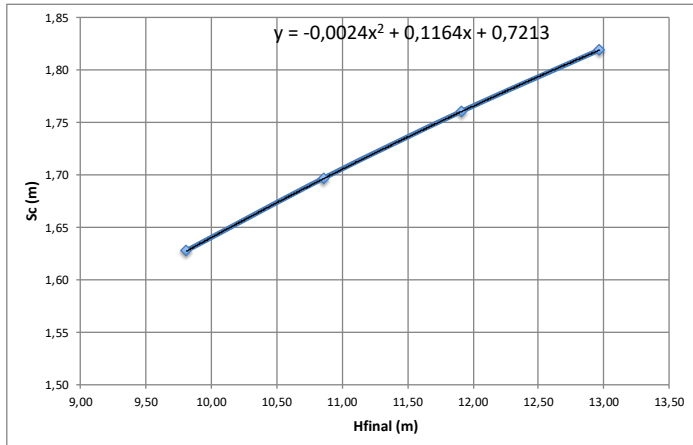
Bebas q	Sc Akibat q	$H_{initial}$	Sc Pavement	H Bongkar Traffic	H pavement	Sc Total	$H_{final}$
( $t/m^2$ )	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)
20	1,575	11,66	0,053	0,54	0,32	1,63	9,81
22	1,645	12,78	0,052	0,54	0,32	1,70	10,86
24	1,709	13,90	0,051	0,54	0,32	1,76	11,92
26	1,769	15,01	0,050	0,54	0,32	1,82	12,97

(Sumber: Hasil Analisa)



**Gambar 5.2** Hubungan Antara  $H_{final}$  dan  $H_{initial}$  Timbunan Tanah Sirtu STA 414+525

(Sumber: Hasil Analisa)



**Gambar 5.3** Hubungan Antara Hfinal dan Sc Timbunan Tanah Sirtu STA 414+525  
(Sumber: Hasil Analisa)

Perhitungan pada STA 414+525 yang memiliki Hfinal = 11,5 m adalah sebagai berikut :

$$H\text{-Initial} = (-0,0024 \cdot x^2) + (1,1164 \cdot x) + 0,9419$$

$$H\text{-Initial} = (-0,0024 \cdot 11,5^2) + (1,1164 \cdot 11,5) + 0,9419$$

$$H\text{-Initial} = 13,46 \text{ m}$$

$$Sc = (-0,0024 \cdot x^2) + (0,1164 \cdot x) + 0,7213$$

$$Sc = (-0,0024 \cdot 11,5^2) + (0,1164 \cdot 11,5) + 0,7213$$

$$Sc = 1,74 \text{ m}$$

### 5.1.3 Perhitungan tinggi timbunan awal ( $H_{initial}$ ) dan Tinggi timbunan Akhir ( $H_{final}$ ) Pada Timbunan 25% Mortar Busa 75% Tanah Sirtu

Berikut ini perhitungan tinggi timbunan awal ( $H_{initial}$ ) dari **Persamaan (2-17)** pada STA 414+525 yang memakai material timbunan 25% mortar busa dan 75% tanah sirtu sebagai berikut :  
 $Sc$  akibat  $q$  timbunan ( $q_0 = 22 \text{ t/m}^2$ ) = 1,645 m

$$\begin{aligned} \gamma_{timb} &= 1,85 \text{ t/m}^3 \\ \gamma_{sat \text{ timb}} &= 1,85 \text{ t/m}^3 \\ H_{Initial} &= \frac{q_{rencana} + Sc - 0,04}{1,5375} \\ &= \frac{22 + (1,645 - 0,04)}{1,5375} \\ &= 15,35 \text{ m} \end{aligned}$$

Perhitungan tinggi timbunan akhir ( $H_{final}$ ) pada STA 414+525 yang memakai material timbunan 25% mortar busa dan 75% tanah sirtu sebagai berikut :  
 $Sc$  akibat pavement = 0,053 m

$$\begin{aligned} Sc_{tot} &= Sc \text{ akibat timb} + Sc \text{ akibat pavement} \\ &= 1,645 + 0,053 \\ &= 1,70 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} H_{pavement} &= 0,32 \text{ m} \\ q_{LL} &= 1 \text{ t/m}^2 \\ H_{bongkar} &= q_{LL} : \gamma_{timb} \\ &= 1 : 1,85 = 0,54 \text{ m} \\ H_{final} &= H_{initial} - H_{bongkar} - Sc_{tot} + H_{pavement} \\ &= 15,35 - 0,54 - 1,70 + 0,32 \\ &= 13,44 \text{ m} \end{aligned}$$

Selanjutnya dilakukan perhitungan kembali dengan cara yang sama pada kondisi beban  $q$  20  $\text{t/m}^2$ , 22  $\text{t/m}^2$ , 24  $\text{t/m}^2$ , dan 26

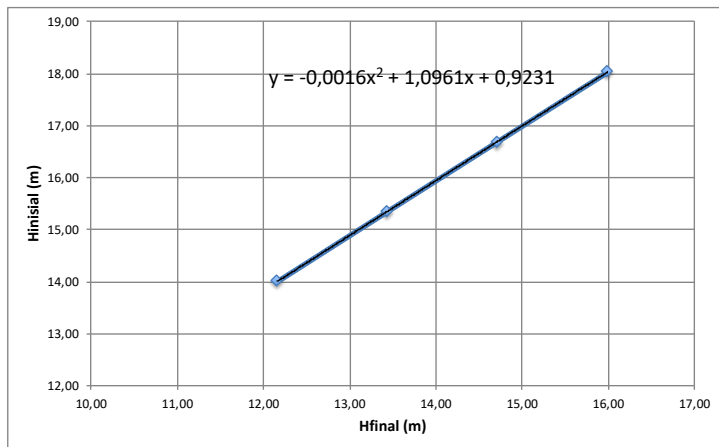
$t/m^2$ . Hasil perhitungan tersebut ditunjukkan pada **Tabel 5.6**. Hubungan antara  $H_{final}$  dan  $H_{initial}$  kemudian dibuat grafik seperti yang ditunjukkan pada **Gambar 5.4**. Persamaan yang didapatkan dari **Gambar 5.4** digunakan untuk menghitung  $H_{initial}$  yang dibutuhkan agar mampu mencapai  $H_{final}$  yang direncanakan.

Sedangkan hubungan antara  $H_{final}$  dan  $Sc$  ditunjukkan pada **Gambar 5.5**. Persamaan pada **Gambar 5.5** digunakan untuk menghitung besar pemampatan yang terjadi ( $Sc$ ). Dan hasil perhitungan untuk STA 424+576 dapat dilihat pada **Lampiran 2**.

**Tabel 5.6** Rekapitulasi Perhitungan Hinitial, Hfinal, dan Sc Timbunan 25% Mortar Busa 75% Tanah Sirtu STA 414+525

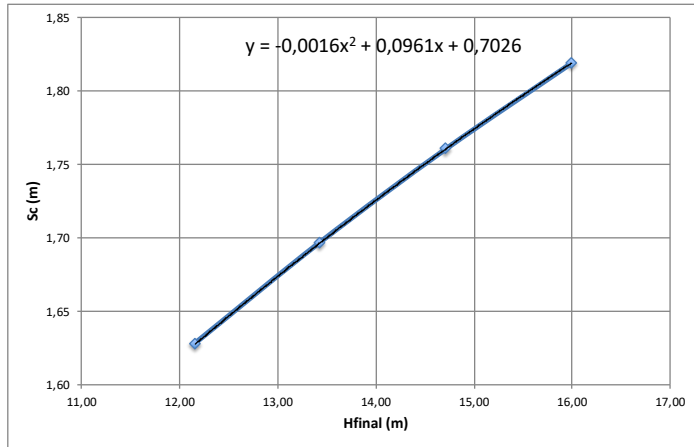
Beban q	Sc Akibat q	Hinitial	Sc Pavement	H Bongkar Traffic	H pavement	Sc Total	Hfinal
( $t/m^2$ )	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)
20	1,575	14,01	0,053	0,54	0,32	1,63	12,16
22	1,645	15,35	0,052	0,54	0,32	1,70	13,44
24	1,709	16,70	0,051	0,54	0,32	1,76	14,71
26	1,769	18,04	0,050	0,54	0,32	1,82	16,00

(Sumber: Hasil Analisa)



**Gambar 5.4** Hubungan Antara  $H_{final}$  dan  $H_{initial}$  Timbunan 25% Mortar Busa 75% Tanah Sirtu STA 414+525

(Sumber: Hasil Analisa)



**Gambar 5.5** Hubungan Antara Hfinal dan Sc Timbunan 25% Mortar Busa 75% Tanah Sirtu STA 414+525  
(Sumber: Hasil Analisa)

Perhitungan pada STA 414+525 yang memiliki Hfinal = 11,5 m adalah sebagai berikut :

$$H\text{-Initial} = (-0,0016 \cdot x^2) + (1,0961 \cdot x) + 0,9231$$

$$H\text{-Initial} = (-0,0016 \cdot 11,5^2) + (1,0961 \cdot 11,5) + 0,9231$$

$$H\text{-Initial} = 13,32 \text{ m}$$

$$Sc = (-0,0016 \cdot x^2) + (0,0961 \cdot x) + 0,7026$$

$$Sc = (-0,0016 \cdot 11,5^2) + (0,0961 \cdot 11,5) + 0,7026$$

$$Sc = 1,60 \text{ m}$$

### 5.1.4 Perhitungan tinggi timbunan awal ( $H_{initial}$ ) dan Tinggi timbunan Akhir ( $H_{final}$ ) Pada Timbunan 50% Mortar Busa 50% Tanah Sirtu

Berikut ini perhitungan tinggi timbunan awal ( $H_{initial}$ ) dari **Persamaan (2-18)** pada STA 414+525 yang memakai material timbunan 50% mortar busa dan 50% tanah sirtu sebagai berikut :  
 $Sc$  akibat  $q$  timbunan ( $q_0 = 22 \text{ t/m}^2$ ) = 1,645 m

$$\begin{aligned} \gamma_{timb} &= 1,85 \text{ t/m}^3 \\ \gamma_{sat \ timb} &= 1,85 \text{ t/m}^3 \\ H_{Initial} &= \frac{q_{rencana} + Sc - 0,04}{1,225} \\ &= \frac{22 + (1,645 - 0,04)}{1,225} \\ &= 19,27 \text{ m} \end{aligned}$$

Perhitungan tinggi timbunan akhir ( $H_{final}$ ) pada STA 414+525 yang memakai material timbunan 50% mortar busa dan 50% tanah sirtu sebagai berikut :  
 $Sc$  akibat pavement = 0,053 m

$$\begin{aligned} Sc_{tot} &= Sc \text{ akibat timb} + Sc \text{ akibat pavement} \\ &= 1,645 + 0,053 \\ &= 1,70 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} H_{pavement} &= 0,32 \text{ m} \\ q_{LL} &= 1 \text{ t/m}^2 \\ H_{bongkar} &= q_{LL} : \gamma_{timb} \\ &= 1 : 1,85 = 0,54 \text{ m} \\ H_{final} &= H_{initial} - H_{bongkar} - Sc_{tot} + H_{pavement} \\ &= 19,27 - 0,54 - 1,70 + 0,32 \\ &= 17,35 \text{ m} \end{aligned}$$

Selanjutnya dilakukan perhitungan kembali dengan cara yang sama pada kondisi beban  $q$  20  $\text{t/m}^2$ , 22  $\text{t/m}^2$ , 24  $\text{t/m}^2$ , dan 26

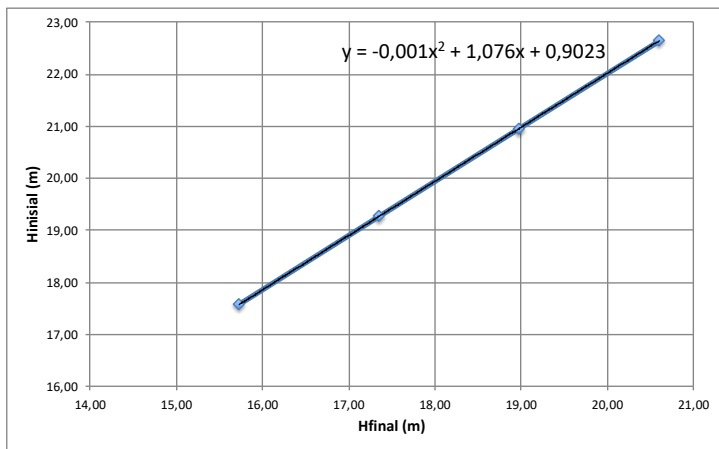
$t/m^2$ . Hasil perhitungan tersebut ditunjukkan pada **Tabel 5.7**. Hubungan antara  $H_{final}$  dan  $H_{initial}$  kemudian dibuat grafik seperti yang ditunjukkan pada **Gambar 5.6**. Persamaan yang didapatkan dari **Gambar 5.6** digunakan untuk menghitung  $H_{initial}$  yang dibutuhkan agar mampu mencapai  $H_{final}$  yang direncanakan.

Sedangkan hubungan antara  $H_{final}$  dan  $Sc$  ditunjukkan pada **Gambar 5.7**. Persamaan pada **Gambar 5.7** digunakan untuk menghitung besar pemampatan yang terjadi ( $Sc$ ). Dan hasil perhitungan untuk STA 424+576 dapat dilihat pada **Lampiran 2**.

**Tabel 5.7** Rekapitulasi Perhitungan  $H_{initial}$ ,  $H_{final}$ , dan  $Sc$  Timbunan 50% Mortar Busa 50% Tanah Sirtu STA 414+525

Beban $q$	$Sc$ Akibat $q$	$H_{initial}$	$Sc$ Pavement	$H$ Bongkar Traffic	$H$ pavement	$Sc$ Total	$H_{final}$
( $t/m^2$ )	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)
20	1,575	17,58	0,053	0,54	0,32	1,63	15,73
22	1,645	19,27	0,052	0,54	0,32	1,70	17,35
24	1,709	20,95	0,051	0,54	0,32	1,76	18,97
26	1,769	22,64	0,050	0,54	0,32	1,82	20,60

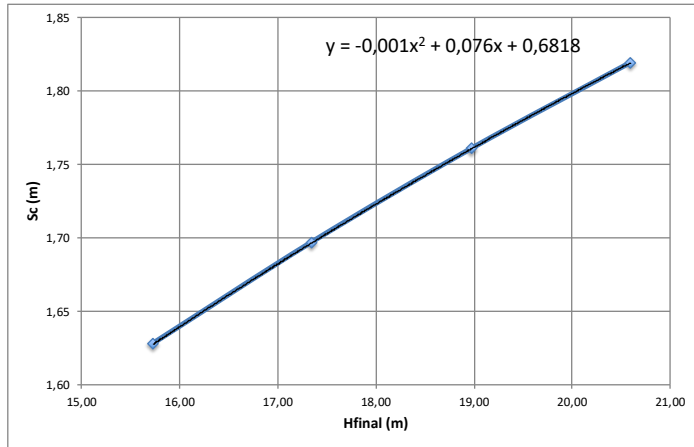
(Sumber: Hasil Analisa)



**Gambar 5.6** Hubungan Antara  $H_{final}$  dan  $H_{initial}$  Timbunan 50% Mortar Busa 50% Tanah Sirtu STA 414+525

(Sumber: Hasil Analisa)





**Gambar 5.7** Hubungan Antara Hfinal dan Sc Timbunan 50% Mortar Busa 50% Tanah Sirtu STA 414+525  
(Sumber: Hasil Analisa)

Perhitungan pada STA 414+525 yang memiliki Hfinal = 11,5 m adalah sebagai berikut :

$$H\text{-Initial} = (-0,001 \cdot x^2) + (1,076 \cdot x) + 0,9023$$

$$H\text{-Initial} = (-0,001 \cdot 11,5^2) + (1,076 \cdot 11,5) + 0,9023$$

$$H\text{-Initial} = 13,14 \text{ m}$$

$$Sc = (-0,001 \cdot x^2) + (0,076 \cdot x) + 0,6818$$

$$Sc = (-0,001 \cdot 11,5^2) + (0,076 \cdot 11,5) + 0,6818$$

$$Sc = 1,42 \text{ m}$$

### 5.1.5 Perhitungan tinggi timbunan awal ( $H_{initial}$ ) dan Tinggi timbunan Akhir ( $H_{final}$ ) Pada Timbunan 75% Mortar Busa 25% Tanah Sirtu

Berikut ini perhitungan tinggi timbunan awal ( $H_{initial}$ ) dari **Persamaan (2-19)** pada STA 414+525 yang memakai material timbunan 75% mortar busa dan 25% tanah sirtu sebagai berikut :  
 $Sc$  akibat  $q$  timbunan ( $q_0 = 22 \text{ t/m}^2$ ) = 1,645 m

$$\begin{aligned} \gamma_{timb} &= 1,85 \text{ t/m}^3 \\ \gamma_{sat \ timb} &= 1,85 \text{ t/m}^3 \\ H_{Initial} &= \frac{q_{rencana} + Sc - 0,04}{0,9125} \\ &= \frac{22 + (1,645 - 0,04)}{0,9125} \\ &= 25,87 \text{ m} \end{aligned}$$

Perhitungan tinggi timbunan akhir ( $H_{final}$ ) pada STA 414+525 yang memakai material timbunan 75% mortar busa dan 25% tanah sirtu sebagai berikut :  
 $Sc$  akibat pavement = 0,053 m

$$\begin{aligned} Sc_{tot} &= Sc \text{ akibat timb} + Sc \text{ akibat pavement} \\ &= 1,645 + 0,053 \\ &= 1,70 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} H_{pavement} &= 0,32 \text{ m} \\ q_{LL} &= 1 \text{ t/m}^2 \\ H_{bongkar} &= q_{LL} : \gamma_{timb} \\ &= 1 : 1,85 = 0,54 \text{ m} \\ H_{final} &= H_{initial} - H_{bongkar} - Sc_{tot} + H_{pavement} \\ &= 25,87 - 0,54 - 1,70 + 0,32 \\ &= 23,95 \text{ m} \end{aligned}$$

Selanjutnya dilakukan perhitungan kembali dengan cara yang sama pada kondisi beban  $q$  20  $\text{t/m}^2$ , 22  $\text{t/m}^2$ , 24  $\text{t/m}^2$ , dan 26

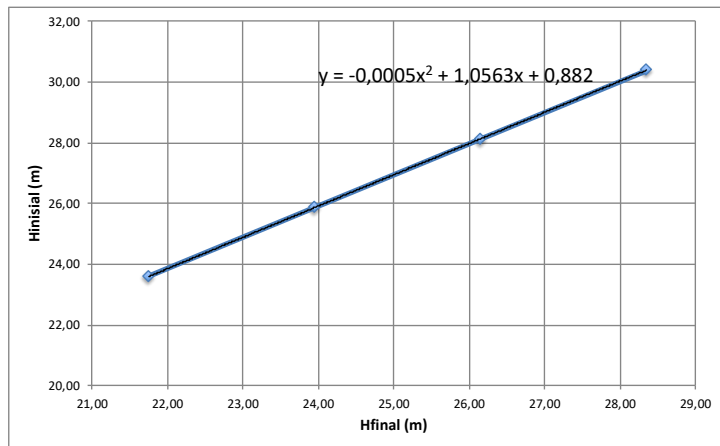
$t/m^2$ . Hasil perhitungan tersebut ditunjukkan pada **Tabel 5.8**. Hubungan antara  $H_{final}$  dan  $H_{initial}$  kemudian dibuat grafik seperti yang ditunjukkan pada **Gambar 5.8**. Persamaan yang didapatkan dari **Gambar 5.8** digunakan untuk menghitung  $H_{initial}$  yang dibutuhkan agar mampu mencapai  $H_{final}$  yang direncanakan.

Sedangkan hubungan antara  $H_{final}$  dan  $Sc$  ditunjukkan pada **Gambar 5.9**. Persamaan pada **Gambar 5.9** digunakan untuk menghitung besar pemampatan yang terjadi ( $Sc$ ).

**Tabel 5.8** Rekapitulasi Perhitungan  $H_{initial}$ ,  $H_{final}$ , dan  $Sc$  Timbunan 75% Mortar Busa 25% Tanah Sirtu STA 414+525

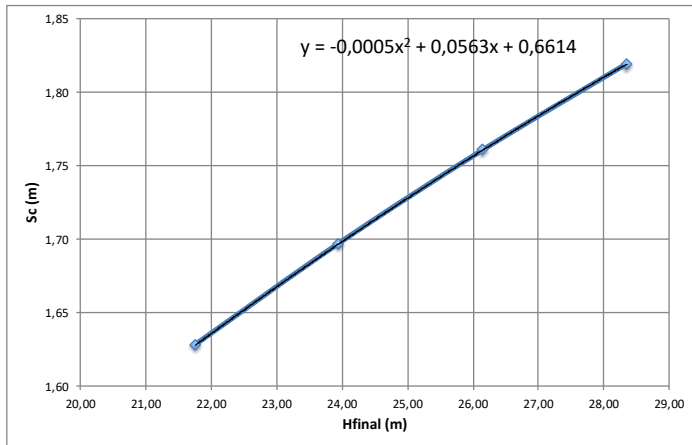
Beban q ( $t/m^2$ )	Sc Akibat q (m)	$H_{initial}$ (m)	Sc Pavement (m)	H Bongkar Traffic (m)	H pavement (m)	Sc Total (m)	$H_{final}$ (m)
20	1,575	23,60	0,053	0,54	0,32	1,63	21,75
22	1,645	25,87	0,052	0,54	0,32	1,70	23,95
24	1,709	28,13	0,051	0,54	0,32	1,76	26,15
26	1,769	30,39	0,050	0,54	0,32	1,82	28,35

(Sumber: Hasil Analisa)



**Gambar 5.8** Hubungan Antara  $H_{final}$  dan  $H_{initial}$  Timbunan 75% Mortar Busa 25% Tanah Sirtu STA 414+525

(Sumber: Hasil Analisa)



**Gambar 5.9** Hubungan Antara Hfinal dan Sc Timbunan 75% Mortar Busa 25% Tanah Sirtu STA 414+525  
(Sumber: Hasil Analisa)

Perhitungan pada STA 414+525 yang memiliki Hfinal = 11,5 m adalah sebagai berikut :

$$H\text{-Initial} = (-0,0005 \cdot x^2) + (1,0563 \cdot x) + 0,882$$

$$H\text{-Initial} = (-0,0005 \cdot 11,5^2) + (1,0563 \cdot 11,5) + 0,882$$

$$H\text{-Initial} = 12,96 \text{ m}$$

$$Sc = (-0,0005 \cdot x^2) + (0,0563 \cdot x) + 0,6614$$

$$Sc = (-0,0005 \cdot 11,5^2) + (0,0563 \cdot 11,5) + 0,6614$$

$$Sc = 1,24 \text{ m}$$

### 5.1.6 Perbandingan Pemampatan Tanah Dasar ( $S_{total}$ ) dan Tinggi Awal Timbunan ( $H_{initial}$ ) Antara Timbunan Tanah Sirtu dan Timbunan Mortar Busa

Material mortar busa yang memiliki berat volume yang lebih kecil akan menghasilkan pemampatan tanah yang lebih kecil pula jika dibandingkan dengan material tanah sirtu. Selain itu, material mortar busa juga mempunyai sifat mampu mengembang dan memadat sendiri sehingga kebutuhan material tidak perlu banyak. Hasil rekapitulasi nilai  $H_{initial}$  dan pemampatan tanah ( $S_{total}$ ) antara timbunan tanah sirtu dan timbunan mortar busa dapat dilihat pada **Tabel 5.5**. Dari tabel tersebut, dilakukan perbandingan pada STA 414+525.

**Tabel 5.9** Rekapitulasi Nilai  $H_{initial}$  dan  $S_{total}$  STA 414+525

STA	Variasi Timbunan	$H_{initial}$				$S_c$
		$H_{initial}$ Total	$H_{initial}$ Sirtu	$H_{initial}$ Subbase Mortar	$H_{initial}$ Base Mortar	
		(m)	(m)	(m)	(m)	
STA 414+525	Timbunan Tanah Sirtu	13,46	13,46	0,00	0,00	1,74
	Timbunan 25% Mortar Busa 75% Sirtu	13,32	10,00	3,12	0,20	1,60
	Timbunan 50% Mortar Busa 50% Sirtu	13,14	6,60	6,35	0,20	1,42
	Timbunan 75% Mortar Busa 25% Sirtu	12,96	3,25	9,50	0,20	1,24

(Sumber: Hasil Analisa)

Pada **Tabel 5.9** ditunjukkan bahwa pemampatan tanah yang terjadi akibat timbunan material mortar busa memiliki nilai selalu lebih kecil daripada pemampatan akibat timbunan tanah sirtu.

Begitu pula dengan  $H_{initial}$  pada timbunan dengan variasi mortar busa memiliki tinggi yang lebih rendah dari timbunan dengan material tanah sirtu. Hal ini dapat disimpulkan bahwa kebutuhan volume material timbunan lebih sedikit menggunakan mortar busa dibandingkan dengan tanah sirtu.

## 5.2 Perhitungan Waktu Pemampatan Tanah Dasar Tanpa PVD

Setelah didapatkan nilai besar pemampatan yang terjadi di bawah timbunan pada setiap STA selanjutnya dilakukan perhitungan waktu pemampatan yang dibutuhkan untuk menyelesaikan pemampatan total tersebut dengan menggunakan **Persamaan (2-33)**. Perhitungan ini dilakukan untuk mengetahui apakah perlu atau tidak waktu pemampatan tersebut dipercepat.

Berikut ini akan diberikan contoh perhitungan STA 414+525 yang menggunakan data tanah STA 414+525 BH III - 2. **Tabel 5.10** di bawah ini menunjukkan data tanah yang dibutuhkan untuk menghitung waktu pemampatan. Dari tabel tersebut, setiap lapisan memiliki nilai  $C_v$  masing – masing, sehingga digunakan nilai  $C_v$  gabungan yang dapat diketahui dengan memakai **Persamaan (2-33)**.

**Tabel 5.10** Data Tanah STA 414+525 Nilai  $C_v$  Gabungan Untuk Perhitungan Waktu Pemampatan

Kedalaman			$Z_i$	$H_i$	$C_v$
	(m)		(m)	(m)	( $\text{cm}^2/\text{s}$ )
0	-	1	0,5	1	0,000200
1	-	2	1,5	1	0,000200
2	-	3	2,5	1	0,000257
3	-	4	3,5	1	0,000257
4	-	5	4,5	1	0,000500
5	-	6	5,5	1	0,000500
6	-	7	6,5	1	0,000370
7	-	8	7,5	1	0,000370
8	-	9	8,5	1	0,000470
9	-	10	9,5	1	0,000470
10	-	11	10,5	1	0,000470
11	-	12	11,5	1	0,000470

Cv gabungan	0,000347	cm <sup>2</sup> /s
	1,094611	m <sup>2</sup> /tahun

(Sumber: Hasil Analisa)

Dari nilai Cv gabungan tersebut, dapat dicari besar pemampatan yang terjadi dengan cara menghitung *rate of settlement* dengan perhitungan untuk menentukan besar pemampatan yang terjadi dalam kurun waktu tertentu. Perhitungan *rate of settlement* dilakukan sesuai dengan **Persamaan (2.33)**. Perhitungan *rate of settlement* untuk variasi timbunan pada STA 414+525 dapat dilihat pada **Tabel 5.7** untuk Timbunan Tanah Sirtu, **Tabel 5.8** untuk Timbunan 25% Mortar Busa 75% Tanah Sirtu, **Tabel 5.9** untuk Timbunan 50% Mortar Busa 50% Tanah Sirtu, dan **Tabel 5.10** untuk Timbunan 75% Mortar Busa 25% Tanah Sirtu. Untuk mencari nilai faktor waktu (Tv) dapat digunakan **Persamaan (2-31)** dan **Persamaan (2-32)**.

**Tabel 5.11** Rate Of Settlement Di Bawah  
Timbunan Tanah Sirtu STA 414+525

Derajat Konsolidasi	Faktor Waktu	Tahun	Pemampatan
U (%)	Tv	t (Tahun)	Sc (m)
0,00	0,000	0,00	0,00
10,00	0,008	1,03	0,17
20,00	0,031	4,13	0,35
30,00	0,071	9,30	0,52
40,00	0,126	16,53	0,70
50,00	0,196	25,83	0,87
60,00	0,283	37,20	1,05
70,00	0,403	53,00	1,22
80,00	0,567	74,61	1,39
90,00	0,848	111,56	1,57

(Sumber: Hasil Analisa)

**Tabel 5.12** Rate Of Settlement Di Bawah  
Timbunan 25% Mortar Busa 75% Tanah Sirtu STA 414+525

Derajat Konsolidasi	Faktor Waktu	Tahun	Pemampatan
U (%)	$T_v$	t (Tahun)	Sc (m)
0,00	0,000	0,00	0,00
10,00	0,008	1,03	0,17
20,00	0,031	4,13	0,35
30,00	0,071	9,30	0,52
40,00	0,126	16,53	0,70
50,00	0,196	25,83	0,87
60,00	0,283	37,20	1,05
70,00	0,403	53,00	1,22
80,00	0,567	74,61	1,39
90,00	0,848	111,56	1,57

(Sumber: Hasil Analisa)

**Tabel 5.13** Rate Of Settlement Di Bawah  
Timbunan 50% Mortar Busa 50% Tanah Sirtu STA 414+525

Derajat Konsolidasi	Faktor Waktu	Tahun	Pemampatan
U (%)	$T_v$	t (Tahun)	Sc (m)
0,00	0,000	0,00	0,00
10,00	0,008	1,03	0,14
20,00	0,031	4,13	0,28
30,00	0,071	9,30	0,43
40,00	0,126	16,53	0,57
50,00	0,196	25,83	0,71
60,00	0,283	37,20	0,85
70,00	0,403	53,00	1,00
80,00	0,567	74,61	1,14
90,00	0,848	111,56	1,28

(Sumber: Hasil Analisa)



**Tabel 5.14** Rate Of Settlement Di Bawah  
Timbunan 75% Mortar Busa 25% Tanah Sirtu STA 414+525

Derajat Konsolidasi	Faktor Waktu	Tahun	Pemampatan
U (%)	$T_v$	t (Tahun)	$S_c$ (m)
0,00	0,000	0,00	0,00
10,00	0,008	1,03	0,12
20,00	0,031	4,13	0,25
30,00	0,071	9,30	0,37
40,00	0,126	16,53	0,50
50,00	0,196	25,83	0,62
60,00	0,283	37,20	0,75
70,00	0,403	53,00	0,87
80,00	0,567	74,61	0,99
90,00	0,848	111,56	1,12

(Sumber: Hasil Analisa)

Dari hasil perhitungan tersebut, pada derajat konsolidasi U mencapai 90%, waktu pemampatan membutuhkan waktu selama 111,56 ~ 112 tahun. Waktu pemampatan yang lama juga terjadi pada data tanah pada STA 424+576 yaitu selama 92 tahun.

Oleh karena itu, diperlukan perencanaan PVD untuk mempercepat lama waktu pemampatan yang terjadi. Perhitungan waktu pemampatan / rate of settlement baik untuk timbunan tanah sirtu maupun timbunan mortar busa pada STA 424+576 selengkapnya dapat dilihat pada **Lampiran 3**.

### 5.3 Perencanaan Prefabricated Vertical Drain (PVD) dan *Soil Preloading*

Perencanaan PVD dilakukan dengan 2 (dua) tujuan : untuk mempercepat waktu pemampatan yang terjadi dan meningkatkan daya dukung tanah. PVD rencananya akan dipasang sesuai dengan kedalaman tanah lunak pada masing – masing data tanah (PVD kedalaman penuh). Pilihan pola pemasangan PVD adalah pola segitiga dan pola segiempat dengan variasi jarak antar titik PVD yaitu 0,6 m; 0,8 m; 1,0 m; 1,2 m; 1,4 m; 1,6 m; 1,8 m dan 2,0 m. Adanya Variasi pola dan jarak ini dilakukan untuk mendapatkan metode pemasangan PVD yang paling efektif dan efisien dari aspek biaya dan pelaksanaan di lapangan.

Berikut ini merupakan contoh perhitungan perencanaan PVD pada STA 414+525 di bawah variasi timbunan tanah sirtu dan mortar busa.

#### 5.3.1 Perencanaan PVD Pola Segitiga

Berikut ini akan diberikan contoh perhitungan perencanaan PVD dengan pola segitiga dengan jarak antar PVD adalah 1 m untuk timbunan pada STA 414+525.

##### 1. Perhitungan Derajat Konsolidasi Vertikal ( $U_v$ )

Sebelum mendapatkan nilai  $U_v$ , terlebih dahulu dilakukan perhitungan untuk mendapatkan nilai  $T_v$  dengan memakai **Persamaan (2-33)**. Selanjutnya dengan memakai **Persamaan (2-28)**, didapatkan nilai  $U_v$ .

Pada Minggu ke-1 ( $t = 1$ ) dengan  $S = 1$  m :

$$H_{dr} = 12 \text{ m}$$

$$C_v = 0,000347 \text{ cm}^2/\text{detik}$$

$$= 0.020993 \text{ m}^2/\text{minggu}$$

$$T_v = \frac{t \times C_v}{H_{dr}^2} = \frac{1 \times 0,020993}{12} = 0,000146$$

$$U_v = \frac{2\sqrt{Tv}}{\pi} = \frac{2\sqrt{\frac{0,000146}{\pi}}}{\pi} = 0,01362$$

## 2. Perhitungan Derajat Konsolidasi Horizontal ( $U_h$ )

Perhitungan  $U_h$  memakai **Persamaan (2-36)**. Namun, dalam perhitungannya, dibutuhkan parameter lain seperti yang ditunjukkan pada **Tabel 5.15** di bawah ini

**Tabel 5.15** Perhitungan Nilai Faktor Hambatan PVD untuk PVD Pola Segitiga

weight	=	75	g/m		
a	=	100	mm	0,1	m
b	=	4	mm	0,004	m
dw	=	66,208	mm	0,066	m

Jarak PVD s	0,6	0,8	1	1,2	1,4	1,6	1,8	2
D (mm)	630	840	1050	1260	1470	1680	1890	2100
n	9,515	12,687	15,859	19,031	22,203	25,374	28,546	31,718
f (n)	1,517	1,800	2,021	2,201	2,354	2,487	2,604	2,709

(Sumber: Hasil Analisa)

Perhitungan untuk mendapatkan nilai  $U_h$  adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned} Ch &= 3 \times C_v \\ &= 3 \times 0,020993 \\ &= 0,62978 \text{ m}^2/\text{minggu} \end{aligned}$$

Tebal PVD (a) = 100 mm (Dari Subsub-Bab 4.2.2)

Lebar PVD (b) = 4 mm (Dari Subsub-Bab 4.2.2)

$$D_w = \frac{2(a+b)}{\pi} = \frac{2(100+4)}{\pi} = 66,208 \text{ mm}$$

$$S = 1 \text{ m}$$

$$D = 1,05 \times 1 \times 1000 = 1050 \text{ mm} = 1,05 \text{ m}$$

$$n = \frac{D}{D_w} = \frac{1050}{66,208} = 15,859$$

$$\begin{aligned}
 F(n) &= \left( \frac{n^2}{n^2-1^2} \right) \left[ \ln n - \frac{3}{4} - \left( \frac{1}{4n^2} \right) \right] \\
 &= \left( \frac{15,859^2}{15,859^2-1^2} \right) \left[ \ln 15,859 - \frac{3}{4} - \left( \frac{1}{4 \times 15,859^2} \right) \right] = 2,021 \\
 U_h &= 1 - \left[ \frac{1}{\left( \frac{t \times 8 \times Ch}{D^2 \times 2 \times F(n)} \right)} \right] = 1 - \left[ \frac{1}{\left( \frac{1 \times 8 \times 0,62978}{1,05^2 \times 2 \times 2,021} \right)} \right] = 0,106912
 \end{aligned}$$

### 3. Perhitungan Derajat Konsolidasi Total (Utotal)

Setelah mendapatkan nilai  $U_v$  dan  $U_h$ , maka selanjutnya dilakukan perhitungan untuk mendapatkan nilai  $U_{total}$  dengan memakai **Persamaan (2-45)** sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 \bar{U}_{total} &= [1 - (1 - \bar{U}_h) \cdot (1 - \bar{U}_v)] \times 100 \\
 &= [1 - (1 - 0,106912) \times (1 - 0,01362)] \times 100 \\
 &= 11,91\%
 \end{aligned}$$

**Tabel 5.16** Rekapitulasi Nilai Derajat Konsolidasi Total (Utotal)

s (m)	0,6	0,8	1	1,2	1,4	1,6	1,8	2
t (minggu)	Utotal	Utotal	Utotal	Utotal	Utotal	Utotal	Utotal	Utotal
0	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
1	35,09%	19,11%	11,91%	8,22%	6,13%	4,84%	4,00%	3,42%
2	57,53%	34,04%	21,78%	15,09%	11,17%	8,72%	7,10%	5,98%
3	72,17%	46,14%	30,45%	21,35%	15,84%	12,33%	9,98%	8,34%
4	81,76%	56,00%	38,12%	27,09%	20,20%	15,73%	12,71%	10,59%
5	88,03%	64,03%	44,91%	32,38%	24,31%	18,97%	15,32%	12,75%
6	92,15%	70,59%	50,95%	37,27%	28,18%	22,06%	17,83%	14,82%
7	94,85%	75,95%	56,32%	41,80%	31,84%	25,02%	20,25%	16,83%
8	96,62%	80,33%	61,09%	45,99%	35,30%	27,85%	22,58%	18,78%
9	97,78%	83,90%	65,33%	49,86%	38,57%	30,56%	24,83%	20,66%
10	98,54%	86,83%	69,11%	53,46%	41,68%	33,16%	27,01%	22,50%
11	99,04%	89,22%	72,47%	56,79%	44,62%	35,66%	29,11%	24,28%
12	99,37%	91,18%	75,47%	59,88%	47,40%	38,06%	31,15%	26,02%
13	99,59%	92,78%	78,14%	62,74%	50,04%	40,36%	33,13%	27,71%
14	99,73%	94,09%	80,51%	65,40%	52,55%	42,58%	35,04%	29,35%
15	99,82%	95,16%	82,63%	67,87%	54,93%	44,70%	36,90%	30,96%
16	99,88%	96,04%	84,51%	70,16%	57,18%	46,75%	38,69%	32,52%
17	99,92%	96,76%	86,19%	72,28%	59,32%	48,72%	40,44%	34,05%
....	....	....	....	....	....	....	....	....
55	100,00%	100,00%	99,82%	98,29%	94,10%	87,51%	79,73%	71,81%

(Sumber: Hasil Analisa)

### 5.3.2 Perencanaan PVD Pola Segiempat

Berikut ini akan diberikan contoh perhitungan perencanaan PVD dengan pola segiempat dengan jarak antar PVD adalah 1 m untuk timbunan pada STA 414+525.

#### 1. Perhitungan Derajat Konsolidasi Vertikal ( $U_v$ )

Sebelum mendapatkan nilai  $U_v$ , terlebih dahulu dilakukan perhitungan untuk mendapatkan nilai  $T_v$  dengan memakai **Persamaan (2-33)**. Selanjutnya dengan memakai **Persamaan (2-28)**, didapatkan nilai  $U_v$ .

Pada Minggu ke-1 ( $t = 1$ ) dengan  $S = 1$  m :

$$H_{dr} = 12 \text{ m}$$

$$C_v = 0,000347 \text{ cm}^2/\text{detik} \\ = 0.020993 \text{ m}^2/\text{minggu}$$

$$T_v = \frac{t \times C_v}{H_{dr}^2} = \frac{1 \times 0,020993}{12} = 0,000146$$

$$U_v = \sqrt{\frac{2 T_v}{\pi}} = \sqrt{\frac{2 \times 0,000146}{\pi}} = 0,01362$$

#### 2. Perhitungan Derajat Konsolidasi Horizontal ( $U_h$ )

Perhitungan  $U_h$  memakai **Persamaan (2-36)**. Namun, dalam perhitungannya, dibutuhkan parameter lain seperti yang ditunjukkan pada **Tabel 5.17** di bawah ini

**Tabel 5.17** Perhitungan Nilai Faktor Hambatan PVD untuk PVD Pola Segiempat

weight	=	75	g/m		
a	=	100	mm	0,1	m
b	=	4	mm	0,004	m
dw	=	66,208	mm	0,066	m

Jarak PVD s	0,6	0,8	1	1,2	1,4	1,6	1,8	2
D (mm)	678	904	1130	1356	1582	1808	2034	2260
n	10,240	13,654	17,067	20,481	23,894	27,308	30,721	34,135
f(n)	1,589	1,873	2,093	2,274	2,427	2,560	2,678	2,782

(Sumber: Hasil Analisa)

Perhitungan untuk mendapatkan nilai  $U_h$  adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned} Ch &= 3 \times C_v \\ &= 3 \times 0,020993 \\ &= 0,62978 \text{ m}^2/\text{minggu} \end{aligned}$$

Tebal PVD (a) = 100 mm (Dari Subsub-Bab 4.2.2)

Lebar PVD (b) = 4 mm (Dari Subsub-Bab 4.2.2)

$$D_w = \frac{2(a+b)}{\pi} = \frac{2(100+4)}{\pi} = 66,208 \text{ mm}$$

$$S = 1 \text{ m}$$

$$D = 1,13 \times 1 \times 1000 = 1130 \text{ mm} = 1,13 \text{ m}$$

$$n = \frac{D}{D_w} = \frac{1130}{66,208} = 17,067$$

$$\begin{aligned} F(n) &= \left( \frac{n^2}{n^2-1^2} \right) \left[ \ln n - \frac{3}{4} - \left( \frac{1}{4n^2} \right) \right] \\ &= \left( \frac{17,067^2}{17,067^2-1^2} \right) \left[ \ln 17,067 - \frac{3}{4} - \left( \frac{1}{4 \times 17,067^2} \right) \right] = 2,093 \end{aligned}$$

$$U_h = 1 - \left[ \frac{1}{e^{\left( \frac{t \times 8 \times Ch}{D^2 \times 2 \times F(n)} \right)}} \right] = 1 - \left[ \frac{1}{e^{\left( \frac{1 \times 8 \times 0,62978}{1,13^2 \times 2 \times 2,093} \right)}} \right] = 0,089932$$

### 3. Perhitungan Derajat Konsolidasi Total ( $U_{total}$ )

Setelah mendapatkan nilai  $U_v$  dan  $U_h$ , maka selanjutnya dilakukan perhitungan untuk mendapatkan nilai  $U_{total}$  dengan memakai **Persamaan (2-45)** sebagai berikut :

$$\begin{aligned}\bar{U}_{total} &= [1 - (1 - \bar{U}_h) \cdot (1 - \bar{U}_v)] \times 100 \\ &= [1 - (1 - 0,089932) \times (1 - 0,01362)] \times 100 \\ &= 10,23\%\end{aligned}$$

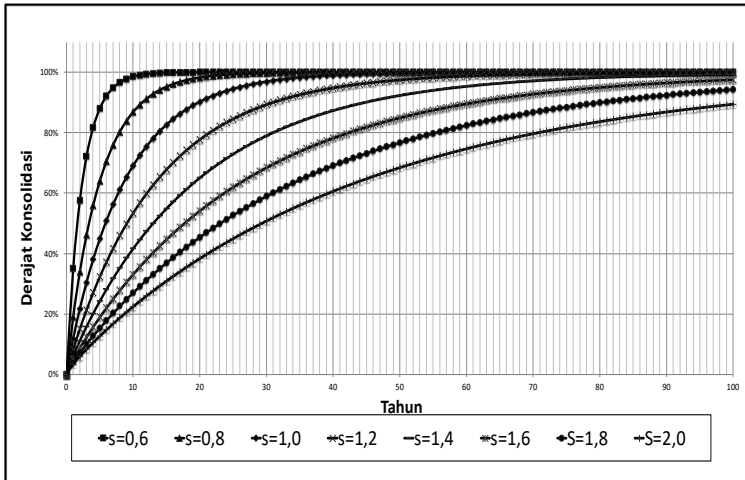
**Tabel 5.18** Rekapitulasi Nilai Derajat Konsolidasi Total (Utotal)

s (m)	0,6	0,8	1	1,2	1,4	1,6	1,8	2
t (minggu)	Uttotal	Uttotal	Uttotal	Uttotal	Uttotal	Uttotal	Uttotal	Uttotal
0	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
1	30,13%	16,33%	10,23%	7,13%	5,37%	4,29%	3,58%	3,10%
2	50,79%	29,44%	18,77%	13,06%	9,73%	7,66%	6,29%	5,34%
3	65,30%	40,41%	26,40%	18,50%	13,78%	10,79%	8,80%	7,42%
4	75,51%	49,64%	33,27%	23,55%	17,59%	13,76%	11,18%	9,38%
5	82,71%	57,43%	39,48%	28,26%	21,20%	16,59%	13,47%	11,27%
6	87,79%	64,00%	45,08%	32,66%	24,63%	19,31%	15,67%	13,09%
7	91,38%	69,55%	50,16%	36,77%	27,89%	21,92%	17,79%	14,85%
8	93,91%	74,23%	54,76%	40,62%	31,00%	24,43%	19,85%	16,56%
9	95,70%	78,20%	58,93%	44,23%	33,96%	26,85%	21,84%	18,23%
10	96,96%	81,55%	62,71%	47,61%	36,79%	29,18%	23,77%	19,85%
11	97,85%	84,38%	66,14%	50,78%	39,49%	31,43%	25,65%	21,43%
12	98,48%	86,78%	69,25%	53,75%	42,07%	33,60%	27,47%	22,98%
13	98,93%	88,81%	72,07%	56,55%	44,53%	35,70%	29,25%	24,48%
14	99,24%	90,53%	74,63%	59,17%	46,89%	37,73%	30,97%	25,95%
15	99,46%	91,98%	76,96%	61,63%	49,14%	39,69%	32,65%	27,39%
16	99,62%	93,21%	79,07%	63,94%	51,30%	41,59%	34,29%	28,80%
17	99,73%	94,25%	80,98%	66,10%	53,36%	43,42%	35,88%	30,17%
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
55	100,00%	99,99%	99,50%	96,73%	90,81%	82,83%	74,26%	66,09%

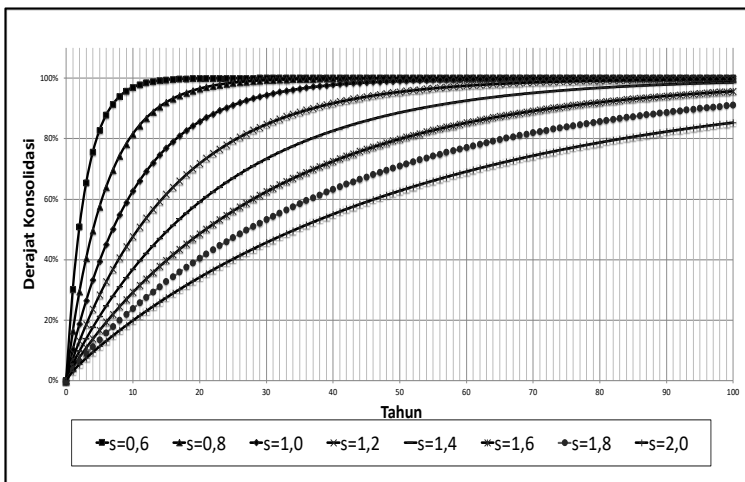
(Sumber: Hasil Analisa)

Rekapitulasi seluruh perhitungan perencanaan PVD dengan pola segitiga dan segiempat dengan variasi jarak antar titik PVD untuk variasi timbunan tanah sirtu dan mortar busa tiap STA selengkapnya dapat dilihat pada **Lampiran 4**.

Kemudian dari hasil perhitungan seperti yang ditunjukkan di atas, dapat dihasilkan grafik hubungan antara U dan waktu (t) yang dibutuhkan untuk mencapai derajat konsolidasi minimal 90%. Grafik hubungan untuk PVD pola segitiga ditunjukkan oleh **Gambar 5.10**, sedangkan untuk PVD pola segiempat ditunjukkan oleh **Gambar 5.11**.



**Gambar 5.10** Hubungan Antara Derajat Konsolidasi (U) dan Waktu (t) Pada PVD Pola Segitiga STA 414+525 (Sumber: Hasil Analisa)



**Gambar 5.11** Hubungan Antara Derajat Konsolidasi (U) dan Waktu (t) Pada PVD Pola Segiempat STA 414+525 (Sumber: Hasil Analisa)



Dari grafik antara **Gambar 5.10** dan **Gambar 5.11** tersebut, maka untuk variasi timbunan tanah sirtu dan mortar busa pada STA 414+525 dipilih perencanaan PVD dengan pola pemasangan segitiga dengan jarak 1 m dengan derajat konsolidasi (U) sebesar 90,21% yang mampu dicapai dalam waktu 20 minggu.

Selain perencanaan PVD, dilakukan pula perencanaan metode penimbunan secara bertahap. Pelaksanaan penimbunan bertahap di lapangan dilakukan dengan kecepatan penimbunan sebesar maksimal 50 cm / minggu. Dengan nilai Hinitial yang didapatkan dari perhitungan pada Subbab 5.1, maka jumlah tahapan dan lama waktu penimbunan pada setiap STA juga berbeda pada variasi timbunan tanah sirtu dan timbunan mortar busa.

### 5.3.3 Perhitungan Distribusi Tegangan Akibat *Soil Preloading*

Menghitung distribusi tegangan akibat *soil preloading* pada tiap lapisan tanah harus disesuaikan dengan kecepatan penimbunan yang telah direncanakan dan jumlah tahapan penimbunannya. Khusus untuk perencanaan yang memakai timbunan dengan variasi material mortar busa, maka harus diperhatikan pada tahap penimbunan ke – berapa timbunan tersebut termasuk tanah sirtu, mortar busa subbase, atau mortar busa base.

Berikut ini akan diberikan contoh perhitungan distribusi tegangan akibat *soil preloading* pada STA 414+525. Distribusi Tegangan Akibat Timbunan Tanah Sirtu Lapisan kesatu tahap 1 pada STA 414+525 yaitu sebagai berikut :

$$H_{\text{timb-tahap 1}} = 0,5 \text{ m (Timbunan trapezium 1)}$$

$$H_{\text{total}} = 0,5 \text{ m}$$

$$Q_0 = 0,5 \times 1,85 \\ = 0,925 \text{ t/m}^2$$

$$Z = 0,5\text{m}$$

$$\begin{aligned} a &= 2 \times H_{\text{timb-tahap 1}} \\ &= 2 \times 0,5 \\ &= 1 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} b &= \frac{L_{\text{timb trapesium 1}} - (2 \times a)}{2} \\ &= \frac{92,47 - (2 \times 2 \times 1)}{2} \\ &= 45,53 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \alpha_1 &= \tan^{-1} \left\{ \left( \frac{a+b}{z} \right) \right\} - \tan^{-1} \left( \frac{b}{z} \right) \\ &= \tan^{-1} \left\{ \left( \frac{1+45,53}{0,5} \right) \right\} - \tan^{-1} \left( \frac{45,53}{0,5} \right) \\ &= 0,01352 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \alpha_2 &= \tan^{-1} \left( \frac{b}{z} \right) \\ &= \tan^{-1} \left( \frac{45,53}{0,5} \right) \\ &= 89,37076 \end{aligned}$$

$$\frac{1}{2} \Delta p = \frac{q_0}{\pi} \left[ \left\{ \left( \frac{a+b}{b} \right) \right\} (\alpha_2 + \alpha_2) - \frac{b}{a} x \alpha_2 \right]$$

$$\begin{aligned} \frac{1}{2} \Delta p &= \frac{0,925}{\pi} \left[ \left\{ \left( \frac{1+45,53}{45,53} \right) \right\} (0,0135 + 89,37) - \frac{45,53}{1} x 89,37 \right] \\ &= 0,4625 \text{ t/m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Delta p &= 2 \times 0,4625 \\ &= 0,9250 \text{ t/m}^2 \end{aligned}$$

**Tabel 5.19** Rekapitulasi Distribusi Tegangan Variasi Timbunan Tanah Sirtu STA 414+525

Tahap	1	2	....	26	27
z(m)	$\Delta\sigma'1$ (t/m <sup>2</sup> )	$\Delta\sigma'2$ (t/m <sup>2</sup> )	....	$\Delta\sigma'26$ (t/m <sup>2</sup> )	$\Delta\sigma'27$ (t/m <sup>2</sup> )
0,5	0,92500	0,92500	....	0,79825	0,77017
1,5	0,92499	0,92497	....	0,77901	0,74930
2,5	0,92494	0,92488	....	0,75956	0,72850
3,5	0,92483	0,92473	....	0,74008	0,70794
4,5	0,92464	0,92447	....	0,72073	0,68776
5,5	0,92434	0,92409	....	0,70164	0,66807
6,5	0,92392	0,92357	....	0,68292	0,64892
7,5	0,92335	0,92288	....	0,66463	0,63038
8,5	0,92262	0,92201	....	0,64683	0,61247
9,5	0,92172	0,92094	....	0,62956	0,59521
10,5	0,92061	0,91966	....	0,61284	0,57860
11,5	0,91931	0,91816	....	0,59669	0,56265

(Sumber: Hasil Analisa)

Distribusi Tegangan Akibat Timbunan 50% Mortar Busa 50% Tanah Sirtu Lapisan kesatu tahap 14 pada STA 414+525 yaitu sebagai berikut :

$$H_{\text{timb-tahap 14}} = 0,5 \text{ m (Timbunan trapezium 1)}$$

$$H_{\text{sirtu-tahap 14}} = 0,13 \text{ m}$$

$$H_{\text{subbase-tahap 14}} = 0,37 \text{ m}$$

$$H_{\text{total}} = 7,14 \text{ m}$$

Lapisan Tanah Sirtu

$$\begin{aligned} Q_0 &= 0,13 \times 1,85 \\ &= 0,2405 \text{ t/m}^2 \end{aligned}$$

$$Z = 7,1 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} a &= 2 \times H_{\text{sirtu-tahap 14}} \\ &= 2 \times 0,13 \\ &= 0,26 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 b &= b_{\text{timb tahap 13}} - a \\
 &= 29,60 - 0,26 \\
 &= 29,34 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \alpha_1 &= \tan^{-1} \left\{ \left( \frac{(a+b)}{z} \right) \right\} - \tan^{-1} \left( \frac{b}{z} \right) \\
 &= \tan^{-1} \left\{ \left( \frac{(0,26+29,34)}{7,1} \right) \right\} - \tan^{-1} \left( \frac{29,34}{7,1} \right) \\
 &= 0,11568
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \alpha_2 &= \tan^{-1} \left( \frac{b}{z} \right) \\
 &= \tan^{-1} \left( \frac{29,34}{7,1} \right) \\
 &= 76,323
 \end{aligned}$$

$$\frac{1}{2} \Delta p = \frac{q_0}{\pi} \left[ \left\{ \left( \frac{(a+b)}{b} \right) \right\} (\alpha_1 + \alpha_2) - \frac{b}{a} x \alpha_2 \right]$$

$$\begin{aligned}
 \frac{1}{2} \Delta p &= \frac{0,241}{\pi} \left[ \left\{ \left( \frac{(0,26+29,34)}{29,34} \right) \right\} (0,116 + 76,32) - \frac{29,34}{0,26} x 76,32 \right] \\
 &= 0,11957 \text{ t/m}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \Delta p &= 2 x 0,11957 \\
 &= 0,23914 \text{ t/m}^2
 \end{aligned}$$

Lapisan Subbase Mortar Busa

$$\begin{aligned}
 Q_0 &= 0,37 x 0,6 \\
 &= 0,222 \text{ t/m}^2
 \end{aligned}$$

$$Z = 7,6 \text{ m}$$

$$\begin{aligned}
 a &= 2 x H_{\text{subbase-tahap 14}} \\
 &= 2 x 0,37 \\
 &= 0,74 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 b &= b_{\text{timb tahap 14 sirtu}} - a \\
 &= 29,34 - 0,74 \\
 &= 28,60 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \alpha_1 &= \tan^{-1} \left\{ \left( \frac{a+b}{z} \right) \right\} - \tan^{-1} \left( \frac{b}{z} \right) \\
 &= \tan^{-1} \left\{ \left( \frac{(0,74+28,6)}{7,6} \right) \right\} - \tan^{-1} \left( \frac{28,6}{7,6} \right) \\
 &= 0,36092
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \alpha_2 &= \tan^{-1} \left( \frac{b}{z} \right) \\
 &= \tan^{-1} \left( \frac{28,6}{7,1} \right) \\
 &= 75,044
 \end{aligned}$$

$$\frac{1}{2} \Delta p = \frac{q_0}{\pi} \left[ \left\{ \left( \frac{a+b}{b} \right) \right\} (\alpha_1 + \alpha_2) - \frac{b}{a} x \alpha_2 \right]$$

$$\begin{aligned}
 \frac{1}{2} \Delta p &= \frac{0,222}{\pi} \left[ \left\{ \left( \frac{(0,74+28,6)}{28,6} \right) \right\} (0,361 + 76,32) - \frac{29,34}{0,74} x 75,04 \right] \\
 &= 0,11020 \text{ t/m}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \Delta p &= 2 x 0,11020 \\
 &= 0,22040 \text{ t/m}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \Delta p_{\text{total}} &= \Delta p_{\text{sirtu}} + \Delta p_{\text{subbase}} \\
 &= 0,23914 + 0,22040 \\
 &= 0,45955 \text{ t/m}^2
 \end{aligned}$$

**Tabel 5.20** Rekapitulasi Distribusi Tegangan Variasi Timbunan  
50% Mortar Busa 50% Tanah Sirtu

Tahap	1	...	14	...	26
z(m)	$\Delta\sigma'1$ (t/m <sup>2</sup> )	...	$\Delta\sigma'14$ (t/m <sup>2</sup> )	...	$\Delta\sigma'26$ (t/m <sup>2</sup> )
0,5	0,92500	...	0,45955	...	0,28418
1,5	0,92499	...	0,45827	...	0,27649
2,5	0,92493	...	0,45671	...	0,26883
3,5	0,92482	...	0,45486	...	0,26124
4,5	0,92462	...	0,45270	...	0,25378
5,5	0,92431	...	0,45025	...	0,24650
6,5	0,92387	...	0,44750	...	0,23942
7,5	0,92328	...	0,44448	...	0,23256
8,5	0,92253	...	0,44119	...	0,22593
9,5	0,92158	...	0,43764	...	0,21955
10,5	0,92043	...	0,43386	...	0,21340
11,5	0,91907	...	0,42987	...	0,20749

(Sumber: Hasil Analisa)

Perhitungan distribusi tegangan akibat penimbunan bertahap selengkapnya dapat dilihat pada **Lampiran 4**.

### 5.3.4 Perhitungan Tegangan Di Setiap Lapisan Tanah Pada Derajat Konsolidasi (U)

Setelah menghitung nilai distribusi tegangan pada tiap lapisan tanah, maka dapat dihitung perubahan tegangan  $U=100\%$  yang terjadi pada tiap lapisan tanah.

Contoh perhitungan perubahan tegangan akibat tahap 1 ( $\sigma'1$ ) lapisan tanah 1 ketika  $U = 100\%$  pada timbunan tanah sirtu STA 414+525 dengan memakai **Persamaan (2-49)** :

$$\begin{aligned}
 \sigma_n' &= \sigma_{n-1}' + \Delta P_n \\
 \sigma_1' &= P_0 + \Delta P_1 \\
 &= 0,25 + 0,925 \\
 &= 1,173 \text{ t/m}^2
 \end{aligned}$$

**Tabel 5.21** Rekapitulasi Perubahan Tegangan U=100% Variasi Timbunan Tanah Sirtu pada STA 414+525

U	100%	100%	100%	....	100%
H <sub>timb</sub> (m)	0	0,5	1	....	13,46
z (m)	$\sigma'0$ (t/m <sup>2</sup> )	$\sigma'1$ (t/m <sup>2</sup> )	$\sigma'2$ (t/m <sup>2</sup> )	....	$\sigma'27$ (t/m <sup>2</sup> )
0,5	0,25	1,17300	2,09800	....	24,40432
1,5	0,74	1,66899	2,59395	....	24,74967
2,5	1,26	2,18894	3,11382	....	25,10708
3,5	1,81	2,73283	3,65756	....	25,47751
4,5	2,39	3,31264	4,23711	....	25,87396
5,5	3,00	3,92834	4,85243	....	26,29740
6,5	3,61	4,53192	5,45549	....	26,70078
7,5	4,20	5,12335	6,04623	....	27,08500
8,5	4,80	5,72662	6,64863	....	27,47493
9,5	5,42	6,34172	7,26266	....	27,87135
10,5	6,04	6,95661	7,87627	....	28,26304
11,5	6,65	7,57131	8,48946	....	28,65071

(Sumber: Hasil Analisa)

Contoh perhitungan perubahan tegangan akibat tahap 14( $\sigma'1$ ) lapisan tanah 1 ketika U = 100% pada Timbunan 50% Mortar Busa 50% Tanah Sirtu dengan memakai **Persamaan (2-49)** :

$$\begin{aligned}
 \sigma_n' &= \sigma_{n-1}' + \Delta P_n \\
 \sigma'1 &= \Delta P_{13} + \Delta P_{14} \\
 &= 12,51929 + 0,45955 \\
 &= 12,97884 \text{ t/m}^2
 \end{aligned}$$

**Tabel 5.22** Rekapitulasi Perubahan Tegangan U=100% Variasi Timbunan 50% Mortar Busa 50% Tanah Sirtu pada STA 414+525

U	100%	100%	....	100%	100%	....	100%
H <sub>timb</sub> (m)	0	0,5	....	6,64	7,14	....	13,14
z (m)	$\sigma'0$ (t/m <sup>2</sup> )	$\sigma'1$ (t/m <sup>2</sup> )	....	$\sigma'13$ (t/m <sup>2</sup> )	$\sigma'14$ (t/m <sup>2</sup> )	....	$\sigma'26$ (t/m <sup>2</sup> )
0,5	0,25	1,17300	....	12,51929	12,97884	....	16,39052
1,5	0,74	1,66899	....	13,00713	13,46541	....	16,83213
2,5	1,26	2,18893	....	13,51595	13,97266	....	17,29164
3,5	1,81	2,73282	....	14,04530	14,50016	....	17,76908
4,5	2,39	3,31262	....	14,60684	15,05954	....	18,27654
5,5	3,00	3,92831	....	15,20025	15,65050	....	18,81413
6,5	3,61	4,53187	....	15,77730	16,22481	....	19,33401
7,5	4,20	5,12328	....	16,33781	16,78229	....	19,83637
8,5	4,80	5,72653	....	16,90567	17,34685	....	20,34542
9,5	5,42	6,34158	....	17,48081	17,91845	....	20,86140
10,5	6,04	6,95643	....	18,05123	18,48509	....	21,37256
11,5	6,65	7,57107	....	18,61697	19,04684	....	21,87918

(Sumber: Hasil Analisa)

Harga  $P_0$ ,  $\sigma'1$ ,  $\sigma'2$ , dan seterusnya berbeda-beda untuk setiap kedalaman tanah. Hasil perhitungan perubahan tegangan ketika U = 100% untuk variasi timbunan pada STA 414+525 dan STA 424+576 dapat dilihat pada **Lampiran 4**.

### 5.3.5 Perhitungan Kenaikan Daya Dukung Tanah Dasar Kondisi Kosolidasi Sudah Selesai (Cu)

Setelah menghitung perubahan tegangan per minggu dapat dihitung kenaikan daya dukung tanah dasar (cu) ketika derajat konsolidasi U=100% kondisi *Long Term*. Perhitungan menggunakan **Persamaan (2-46)** karena nilai *Plasticity Index* (PI) pada tanah kurang dari 120%.

Berikut adalah contoh perhitungan Cu baru dilapisan 1 pada timbunan tanah sirtu STA 414+525.

$$PI = 40,25\%$$

$$\Sigma \sigma'1 = 24,40432 \text{ t/m}^2$$



$$\begin{aligned}
 CU_{baru} &= 0,0737 + [0,1899 - 0,0016PI] \times \Sigma \sigma 1' \\
 CU_{baru} &= 0,0737 + [0,1899 - 0,0016 \times 40,25\%] \times 24,40432 \\
 &= 5,3557 \text{ t/m}^2 \\
 &= 0,53557 \text{ kg/cm}^2
 \end{aligned}$$

**Tabel 5.23** Rekapitulasi Nilai Cu pada Variasi Timbunan Tanah Sirtu STA 414+525

Lapisan	Cu	Cu Baru	Cu Transisi
	Kpa	Kpa	Kpa
1	7,8	53,6	30,7
2	8,8	54,2	31,5
3	9,8	54,9	32,3
4	10,8	55,6	33,2
5	11,9	56,4	34,1
6	13,1	57,2	35,1
7	14,2	57,9	36,1
8	15,3	58,6	37,0
9	16,5	59,4	37,9
10	17,6	60,1	38,9
11	18,8	60,9	39,8
12	20,0	61,6	40,8

(Sumber : Hasil Analisa)

Berikut adalah contoh perhitungan Cu baru dilapisan 1 pada timbunan tanah sirtu STA 414+525.

$$\begin{aligned}
 PI &= 40,25\% \\
 \Sigma \sigma 1' &= 16,39052 \text{ t/m}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 CU_{baru} &= 0,0737 + [0,1899 - 0,0016PI] \times \Sigma \sigma 1' \\
 CU_{baru} &= 0,0737 + [0,1899 - 0,0016 \times 40,25\%] \times 16,39052 \\
 &= 3,839 \text{ t/m}^2 \\
 &= 0,3839 \text{ kg/cm}^2
 \end{aligned}$$

**Tabel 5.24** Rekapitulasi Nilai Cu pada Variasi Timbunan 50% Mortar Busa 50% Tanah Sirtu STA 414+525

Lapisan	Cu	Cu Baru	Cu Transisi
	Kpa	Kpa	Kpa
1	7,8	38,4	23,1
2	8,8	39,2	24,0
3	9,8	40,1	24,9
4	10,8	41,0	25,9
5	11,9	42,0	26,9
6	13,1	43,0	28,0
7	14,2	44,0	29,1
8	15,3	44,9	30,1
9	16,5	45,9	31,2
10	17,6	46,9	32,3
11	18,8	47,8	33,3
12	20,0	48,8	34,4

(Sumber: Hasil Analisa)

Hasil perhitungan Cu baru untuk variasi timbunan Tanah Sirtu pada STA 414+525 dan 424+576 dapat dilihat selengkapnya dapat dilihat pada **Lampiran4**.

### 5.3.6 Perhitungan Pemampatan Tanah Dasar Akibat *Soil Preloading*

Pemampatan akibat penimbunan bertahap dihitung dengan memakai **Persamaan (2-51)**, **Persamaan (2-53)**, dan **Persamaan (2-53)** Kemudian dari nilai rekap pemampatan akibat penimbunan bertahap serta nilai derajat konsolidasi dari PVD yang dipilih, akan didapatkan grafik hubungan antara lama waktu pentahapan dan nilai pemampatan yang terjadi.

Besar pemampatan yang terjadi akibat penimbunan bertahap serta adanya penggunaan PVD memiliki nilai yang hampir sama atau lebih kecil dibandingkan pada perhitungan

pemampatan akibat penimbunan langsung (**Subbab 5.1**). Besar pemampatan yang lebih kecil terjadi karena tanah dasar menjadi lebih padat sehingga daya dukung tanah juga meningkat.

Berikut ini akan diberikan contoh perhitungan pemampatan tanah akibat penimbunan tahap pertama pada lapisan kesatu timbunan tanah sirtu STA 414 + 525 yaitu sebagai berikut:

$$e = 2,38$$

$$C_c = 0,633$$

$$C_s = 0,127$$

$$P_o' = 0,25 \text{ t/m}^2$$

$$\sigma'_c = 1,75 \text{ t/m}^2$$

$$\Delta\sigma'_1 = 0,925 \text{ t/m}^2$$

$$\begin{aligned}\sigma'_1 &= P_o' + \Delta\sigma'_1 \\ &= 0,25 + 0,925 \\ &= 1,173 \text{ t/m}^2\end{aligned}$$

$$p'_o + \Delta p_1 \leq pc:$$

$$S_c = \frac{C_s \times H}{1 + e_o} \log \left( \frac{P'_o + \Delta\sigma'_1}{P'_o} \right) \quad \text{Persamaan (2-51)}$$

$$S_c = \frac{0,127 \times 1}{1 + 2,38} \log \left( \frac{0,25 + 0,925}{0,25} \right)$$

$$S_c = 0,02528 \text{ m}$$

Setelah itu dengan menggunakan cara yang sama, dihitung pemampatan setiap lapisan dengan jarak 1 m setiap tahap disetiap kedalaman. Selanjutnya pemampatan seluruh kedalaman dijumlahkan untuk mendapatkan nilai pemampatan yang terjadi akibat seluruh tahap.

Pemampatan yang terjadi akan sesuai dengan derajat konsolidasi yang dipengaruhi PVD. Besarnya pemampatan akibat penahanan digunakan untuk menghitung pemampatan yang terjadi per minggunya. Berikut adalah contoh perhitungan

pemampatan timbunan tanah sirtu STA 414+525 pada minggu 1 dan minggu 2 :

Minggu 1 Tahap 1

$$\begin{aligned} Sc_1 &= 0,07649 \text{ m} \\ U1 &= 11,91\% \\ Sc1_{\text{minggu-1}} &= 0,07649 \times 0,1191 \\ &= 0,00912 \text{ m} \end{aligned}$$

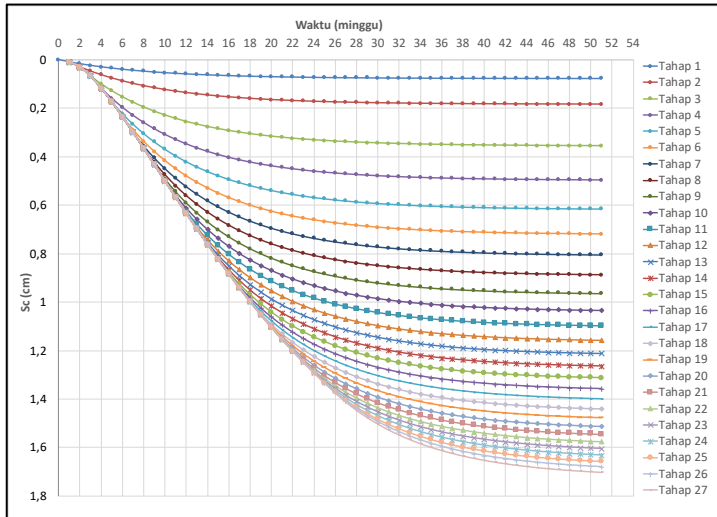
Minggu 2 Tahap 1

$$\begin{aligned} Sc_1 &= 0,07649 \text{ m} \\ U1 &= 21,78\% \\ Sc1_{\text{minggu-2}} &= 0,07649 \times 0,2178 \\ &= 0,01666 \text{ m} \end{aligned}$$

Minggu 1 Tahap 2

$$\begin{aligned} Sc1_{\text{minggu-2}} &= Sc_1 \times U2 \\ &= 0,01666 \\ U2 &= 11,91\% \\ Sc_2 &= 0,10732 \\ Sc2_{\text{minggu-1}} &= (Sc_2 \times U1) + (Sc1_{\text{minggu-2}}) \\ &= (0,10732 \times 0,1191) + (0,01666) \\ &= 0,02944 \text{ m} \end{aligned}$$

Setelah itu akan didapat grafik hubungan antara waktu dan pemampatan tiap tahap. Contoh grafik hubungan antara waktu dan pemampatan yang disebabkan besaran pemampatan tanah pada tiap tahap penimbunan timbunan tanah sirtu STA 414+525 dapat dilihat pada **Gambar 5.12**.



**Gambar 5.12** Hubungan Antara Nilai Pemampatan (s) dan Waktu Pentahapan (t) Untuk Timbunan Tanah Sirtu STA 414+525  
(Sumber: Hasil Analisa)

Berikut ini akan diberikan contoh perhitungan pemampatan tanah akibat penimbunan tahap ke 14 pada lapisan kesatu variasi timbunan 50% mortar busa 50% tanah sirtu STA 414 + 525 yaitu sebagai berikut:

$$\begin{aligned} e &= 2,38 \\ C_c &= 0,633 \\ C_s &= 0,127 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P_o' &= 0,25 \text{ t/m}^2 \\ \sigma'_c &= 1,75 \text{ t/m}^2 \\ \Delta\sigma'_{14} &= 12,97884 \text{ t/m}^2 \\ \Delta\sigma'_{13} &= 12,512929 \text{ t/m}^2 \end{aligned}$$

Apabila  $p'_o + \Delta p_1 + \Delta p_2 + \Delta p_3 > p_c$ :

$$S_c = \frac{C_c \times H}{1 + e_o} \log \left( \frac{p'_o + \Delta P_1 + \Delta P_2 + \Delta P_3}{p'_o + \Delta P_1 + \Delta P_2} \right) \text{ Persamaan (2-53)}$$

$$S_c = \frac{0,633 \times 1}{1 + 2,38} \log \left( \frac{12,97884}{12,51929} \right)$$

$$S_c = 0,00293 \text{ m}$$

Setelah itu dengan menggunakan cara yang sama, dihitung pemampatan setiap lapisan dengan jarak 1 m setiap tahap disetiap kedalaman. Selanjutnya pemampatan seluruh kedalaman dijumlahkan untuk mendapatkan nilai pemampatan yang terjadi akibat seluruh tahap.

Pemampatan yang terjadi akan sesuai dengan derajat konsolidasi yang dipengaruhi PVD. Besarnya pemampatan akibat penahanan digunakan untuk menghitung pemampatan yang terjadi per minggunya. Berikut adalah contoh perhitungan pemampatan timbunan 50% mortar busa 50% tanah sirtu STA 414 + 525 pada minggu 1 dan minggu 2 :

Minggu 1 Tahap 18

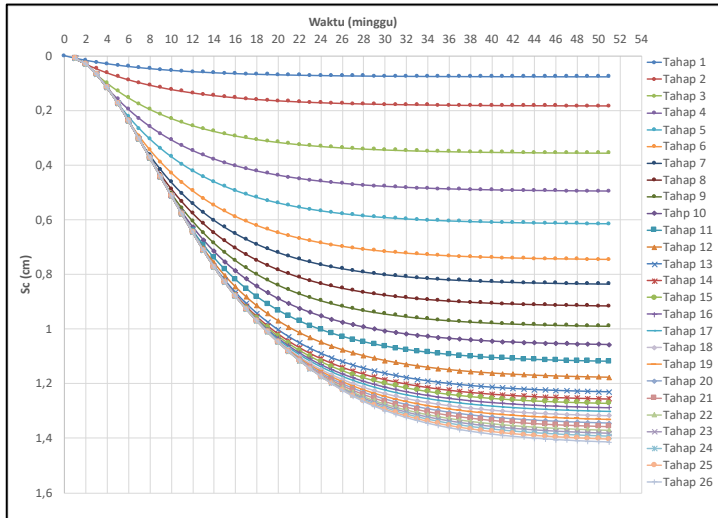
$$S_{c18} = 0,01475 \text{ m}$$

$$S_{c17_{\text{minggu-2}}} = 0,96816 \text{ m}$$

$$U_1 = 11,91\%$$

$$\begin{aligned} S_{c18_{\text{minggu-1}}} &= (S_{c18} \times U_1) + S_{c17_{\text{minggu-2}}} \\ &= (0,01475 \times 0,1191) + 0,96816 \\ &= 0,96992 \text{ m} \end{aligned}$$

Setelah itu akan didapat grafik hubungan antara waktu dan pemampatan tiap tahap. Contoh grafik hubungan antara waktu dan pemampatan yang disebabkan besaran pemampatan tanah pada tiap tahap penimbunan timbunan 50% mortar busa 50% tanah sirtu STA 414 + 525 dapat dilihat pada **Gambar 5.12**.



**Gambar 5.13** Hubungan Antara Nilai Pemampatan ( $s$ ) dan Waktu Pentahapan ( $t$ ) Untuk timbunan 50% mortar busa 50% tanah sirtu STA 414 + 525  
(Sumber: Hasil Analisa)

Hasil perhitungan pemampatan akibat *soil preloading* di seluruh STA dapat dilihat pada **Lampiran 4**.

## 5.4 Perencanaan *Vacuum Preloading*

### 5.4.1 Perhitungan Beban Akibat Pompa *Vacuum Preloading*

Kekuatan pompa vacuum pada dasarnya sama yaitu 1 atm pada permukaan air laut (+0,00 DPL) sehingga kekuatan pompa vacuum berbeda pada tiap ketinggiannya di permukaan bumi. Ketinggian suatu lokasi proyek akan mempengaruhi besarnya kekuatan pompa vacuum. Semakin tinggi lokasi proyek, maka kekuatan pompa akan semakin mengecil.

$$H = +19 \text{ DPL (lokasi proyek)}$$

$$P(19) = 76 - (19/100)$$

$$= 75,81 \text{ cmHg}$$

$$= 101,07 \text{ kPa}$$

$$\text{Efisiensi pompa} = 80\%$$

$$P_{\text{vacuum}} = 80\% \times 101,07$$

$$= 80,856 \text{ kPa}$$

$$= 8,245 \text{ t/m}^2$$

### 5.4.2 Penambahan Beban Akibat Pompa *Vacuum Preloading*

Setelah menghitung distribusi tegangan akibat *soil preloading* pada tiap lapisan tanah harus disesuaikan dengan kecepatan penimbunan yang telah direncanakan dan jumlah tahapan penimbunannya. Tiap tahap penimbunan direncanakan setinggi 0,5 m. Dalam Perencanaan penggunaan *vacuum preloading* akan diberi beban tambahan sebesar 8,245 t/m<sup>2</sup> untuk mempercepat pemampatan. Beban tambahan akibat pompa vacuum dipasang pada tahap ketiga. Setelah beban yang ditambahkan mencapai pemampatan yang direncanakan, pompa vacuum akan dimatikan.

Berikut ini hasil perhitungan distribusi tegangan akibat *vacuum preloading* pada variasi timbunan tanah sirtu STA 414+525 dapat dilihat pada **Tabel 5.25**.



**Tabel 5.25** Rekapitulasi Penambahan Distribusi Tegangan Akibat Beban Pompa Vacuum pada Variasi Timbunan Tanah Sirtu STA 414+525

Tahap	1	2	Vakum	3	....	27
z(m)	$\Delta\sigma'1$ (t/m <sup>2</sup> )	$\Delta\sigma'2$ (t/m <sup>2</sup> )	(t/m <sup>2</sup> )	$\Delta\sigma'3$ (t/m <sup>2</sup> )	....	$\Delta\sigma'27$ (t/m <sup>2</sup> )
0,5	0,92500	0,92500	8,245	0,92498	....	0,77017
1,5	0,92499	0,92497	8,245	0,92493	....	0,74930
2,5	0,92494	0,92488	8,245	0,92480	....	0,72850
3,5	0,92483	0,92473	8,245	0,92459	....	0,70794
4,5	0,92464	0,92447	8,245	0,92425	....	0,68776
5,5	0,92434	0,92409	8,245	0,92377	....	0,66807
6,5	0,92392	0,92357	8,245	0,92312	....	0,64892
7,5	0,92335	0,92288	8,245	0,92230	....	0,63038
8,5	0,92262	0,92201	8,245	0,92126	....	0,61247
9,5	0,92172	0,92094	8,245	0,92002	....	0,59521
10,5	0,92061	0,91966	8,245	0,91854	....	0,57860
11,5	0,91931	0,91816	8,245	0,91681	....	0,56265

(Sumber: Hasil Anlisa)

Berikut ini hasil perhitungan distribusi tegangan akibat *vacuum preloading* pada variasi timbunan 50% mortar busa 50% tanah sirtu STA 414+525 dapat dilihat pada **Tabel 5.26**.

**Tabel 5.26** Rekapitulasi Penambahan Distribusi Tegangan Akibat Beban Pompa Vacuum pada Variasi Timbunan 50% Mortar Busa 50% Tanah Sirtu STA 414+525

Tahap	1	2	Vakum	3	....	26
z(m)	$\Delta\sigma'1$ (t/m <sup>2</sup> )	$\Delta\sigma'2$ (t/m <sup>2</sup> )	(t/m <sup>2</sup> )	$\Delta\sigma'3$ (t/m <sup>2</sup> )	....	$\Delta\sigma'26$ (t/m <sup>2</sup> )
0,5	0,92500	0,92500	8,245	0,92498	....	0,28418
1,5	0,92499	0,92496	8,245	0,92493	....	0,27649
2,5	0,92493	0,92488	8,245	0,92480	....	0,26883
3,5	0,92482	0,92472	8,245	0,92457	....	0,26124
4,5	0,92462	0,92445	8,245	0,92422	....	0,25378
5,5	0,92431	0,92405	8,245	0,92371	....	0,24650
6,5	0,92387	0,92350	8,245	0,92304	....	0,23942
7,5	0,92328	0,92279	8,245	0,92218	....	0,23256
8,5	0,92253	0,92188	8,245	0,92110	....	0,22593
9,5	0,92158	0,92077	8,245	0,91980	....	0,21955
10,5	0,92043	0,91944	8,245	0,91826	....	0,21340
11,5	0,91907	0,91787	8,245	0,91647	....	0,20749

(Sumber: Hasil Analisa)

### 5.4.3 Perhitungan Tegangan Di Setiap Lapisan Tanah Pada Derajat Konsolidasi (U)

Setelah menghitung nilai distribusi tegangan pada tiap lapisan tanah, maka dapat dihitung perubahan tegangan  $U=100\%$  yang terjadi pada tiap lapisan tanah.

Berikut ini hasil perhitungan perubahan tegangan  $U=100\%$  akibat *vacuum preloading* pada variasi timbunan tanah sirtu STA 414+525 dapat dilihat pada **Tabel 5.27**.

**Tabel 5.27** Rekapitulasi Perubahan Tegangan  $U=100\%$  Akibat *Vacuum Preloading* pada Variasi Timbunan Tanah Sirtu STA 414+525

U	100%	100%	100%	100%	....	100%
$H_{\text{timb}} \text{ (m)}$	0	0,5	1	1,5	....	13,46
$z \text{ (m)}$	$\sigma'_0 \text{ (t/m}^2\text{)}$	$\sigma'_1 \text{ (t/m}^2\text{)}$	$\sigma'_2 \text{ (t/m}^2\text{)}$	$\sigma'_3 \text{ (t/m}^2\text{)}$	....	$\sigma'_{27} \text{ (t/m}^2\text{)}$
0,5	0,25	1,17300	2,09800	11,26798	....	32,64932
1,5	0,74	1,66899	2,59395	11,76388	....	32,99467
2,5	1,26	2,18894	3,11382	12,28363	....	33,35208
3,5	1,81	2,73283	3,65756	12,82714	....	33,72251
4,5	2,39	3,31264	4,23711	13,40636	....	34,11896
5,5	3,00	3,92834	4,85243	14,02120	....	34,54240
6,5	3,61	4,53192	5,45549	14,62361	....	34,94578
7,5	4,20	5,12335	6,04623	15,21353	....	35,33000
8,5	4,80	5,72662	6,64863	15,81490	....	35,71993
9,5	5,42	6,34172	7,26266	16,42767	....	36,11635
10,5	6,04	6,95661	7,87627	17,03981	....	36,50804
11,5	6,65	7,57131	8,48946	17,65127	....	36,89571

(Sumber: Hasil Analisa)

Berikut ini hasil perhitungan perubahan tegangan  $U=100\%$  akibat *vacuum preloading* pada variasi timbunan 50% mortar busa 50% tanah sirtu STA 414+525 dapat dilihat pada **Tabel 5.28**.

**Tabel 5.28** Rekapitulasi Perubahan Tegangan  $U=100\%$  Akibat *Vacuum Preloading* pada Variasi Timbunan 50% Mortar Busa 50% Tanah Sirtu STA 414+525

U	100%	100%	100%	100%	100%	100%
$H_{\text{timb}}$ (m)	0	0,5	1	1,5	2	13,14
z (m)	$\sigma'0$ ( $t/m^2$ )	$\sigma'1$ ( $t/m^2$ )	$\sigma'2$ ( $t/m^2$ )	$\sigma'3$ ( $t/m^2$ )	$\sigma'4$ ( $t/m^2$ )	$\sigma'26$ ( $t/m^2$ )
0,5	0,25	1,17300	2,09799	11,26798	12,19294	24,63552
1,5	0,74	1,66899	2,59395	11,76388	12,68874	25,07713
2,5	1,26	2,18893	3,11381	12,28361	13,20828	25,53664
3,5	1,81	2,73282	3,65754	12,82710	13,75147	26,01408
4,5	2,39	3,31262	4,23707	13,40628	14,33020	26,52154
5,5	3,00	3,92831	4,85236	14,02108	14,94437	27,05913
6,5	3,61	4,53187	5,45538	14,62342	15,54589	27,57901
7,5	4,20	5,12328	6,04607	15,21325	16,13469	28,08137
8,5	4,80	5,72653	6,64841	15,81451	16,73468	28,59042
9,5	5,42	6,34158	7,26235	16,42715	17,34581	29,10640
10,5	6,04	6,95643	7,87587	17,03913	17,95601	29,61756
11,5	6,65	7,57107	8,48895	17,65041	18,56525	30,12418

(Sumber: Hasil Analisa)

#### 5.4.4 Perhitungan Pemampatan Tanah Dasar Akibat *Vacuum Preloading*

Pemampatan akibat penimbunan bertahap dihitung dengan memakai **Persamaan (2-51)**, **Persamaan (2-53)**, dan **Persamaan (2-53)**. Kemudian dari nilai rekap pemampatan akibat penimbunan bertahap serta nilai derajat konsolidasi dari PVD yang dipilih, akan didapatkan grafik hubungan antara lama waktu pentahapan dan nilai pemampatan yang terjadi.

Berikut ini akan diberikan contoh perhitungan pemampatan tanah akibat penimbunan tahap kedua pada lapisan kesatu timbunan tanah sirtu STA 414 + 525 yaitu sebagai berikut:

$$\begin{aligned} e &= 2,38 \\ C_c &= 0,633 \\ C_s &= 0,127 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Po' &= 0,25 \text{ t/m}^2 \\ \sigma'_c &= 1,75 \text{ t/m}^2 \\ \Delta\sigma'1 &= 1,17300 \text{ t/m}^2 \end{aligned}$$

$$\Delta\sigma'2 = 2,09800 \text{ t/m}^2$$

$$p'o + \Delta p1 + \Delta p2 > pc: \quad \text{Persamaan (2-52)}$$

$$Sc = \frac{C_s \times H}{1+e_o} \log \left( \frac{p'_c}{p'o + \Delta P_1} \right) + \frac{C_c \times H}{1+e_o} \log \left( \frac{p'o + \Delta P_1 + \Delta P_2}{p'_c} \right)$$

$$Sc = \frac{0,127 \times 1}{1+2,38} \log \left( \frac{1,75}{1,17300} \right) + \frac{0,633 \times 1}{1+2,38} \log \left( \frac{2,09800}{1,75} \right)$$

$$Sc = 0,02133 \text{ m}$$

Setelah itu dengan menggunakan cara yang sama, dihitung pemampatan setiap lapisan dengan jarak 1 m setiap tahap disetiap kedalaman. Selanjutnya pemampatan seluruh kedalaman dijumlahkan untuk mendapatkan nilai pemampatan yang terjadi akibat seluruh tahap.

Pemampatan yang terjadi akan sesuai dengan derajat konsolidasi yang dipengaruhi PVD. Besarnya pemampatan akibat penahanan digunakan untuk menghitung pemampatan yang terjadi per minggunya. Berikut adalah contoh perhitungan pemampatan timbunan tanah sirtu STA 414+525 pada minggu 1 Tahap 3:

Minggu 1 Tahap 3

$$Sc_3 = 0,98279 \text{ m}$$

$$Sc_{2\text{minggu-2}} = 0,04666 \text{ m}$$

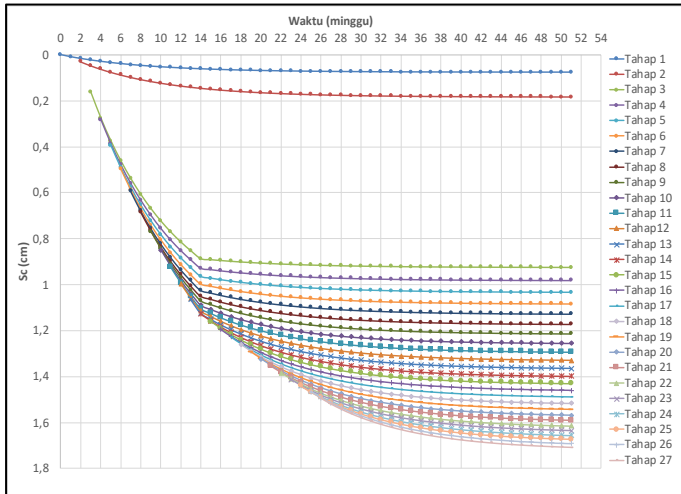
$$U1 = 11,91\%$$

$$Sc_{3\text{minggu-1}} = (Sc_3 \times U1) + Sc_{2\text{minggu-2}}$$

$$= (0,98279 \times 0,1191) + 0,04666$$

$$= 0,16369 \text{ m}$$

Setelah itu akan didapat grafik hubungan antara waktu dan pemampatan tiap tahap. Contoh grafik hubungan antara waktu dan pemampatan yang disebabkan besaran pemampatan tanah pada tiap tahap penimbunan timbunan tanah sirtu STA 414+525 dapat dilihat pada **Gambar 5.14**.



**Gambar 5.14** Hubungan Antara Nilai Pemampatan ( $s$ ) dan Waktu Pentahapan ( $t$ ) Untuk Timbunan Tanah Sirtu STA 414+525 dengan Metode *Vacuum Preloading* (Sumber: Hasil Analisa)

Pada variasi timbunan tanah sirtu STA 414+525 beban pompa vacuum dipasang pada tahap ketiga dan setelah mencapai pemampatan rencana pompa vacuum dimatikan yaitu pada minggu ke 15. Jadi pompa vacuum dinyalakan selama 12 minggu, pemampatan yang terjadi lebih cepat, dapat dilihat pada **Gambar 5.14** minggu ke 19 besar pemampatannya sudah sebesar 1,29 m lebih cepat 5 minggu daripada menggunakan soil preloading dimana untuk mencapai pemampatan 1,29m membutuhkan waktu 24 minggu, dapat dilihat pada **Gambar 5.12**.

Berikut ini akan diberikan contoh perhitungan pemampatan tanah akibat penimbunan tahap ketiga pada lapisan kesatu variasi timbunan 50% Mortar Busa 50% tanah sirtu STA 414 + 525 yaitu sebagai berikut:

$$\begin{aligned} e &= 2,38 \\ C_c &= 0,633 \\ C_s &= 0,127 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P_o' &= 0,25 \text{ t/m}^2 \\ \sigma'_c &= 1,75 \text{ t/m}^2 \\ \Delta\sigma'_3 &= 11,26798 \text{ t/m}^2 \\ \Delta\sigma'_2 &= 2,09800 \text{ t/m}^2 \end{aligned}$$

Apabila  $p'_o + \Delta p_1 + \Delta p_2 + \Delta p_3 > p_c$ :

$$\begin{aligned} S_c &= \frac{C_c \times H}{1 + e_o} \log \left( \frac{p'_o + \Delta P_1 + \Delta P_2 + \Delta P_3}{p'_o + \Delta P_1 + \Delta P_2} \right) \text{ Persamaan (2-53)} \\ S_c &= \frac{0,633 \times 1}{1 + 2,38} \log \left( \frac{11,26798}{2,09800} \right) \\ S_c &= 0,13672 \text{ m} \end{aligned}$$

Setelah itu dengan menggunakan cara yang sama, dihitung pemampatan setiap lapisan dengan jarak 1 m setiap tahap disetiap kedalaman. Selanjutnya pemampatan seluruh kedalaman dijumlahkan untuk mendapatkan nilai pemampatan yang terjadi akibat seluruh tahap.

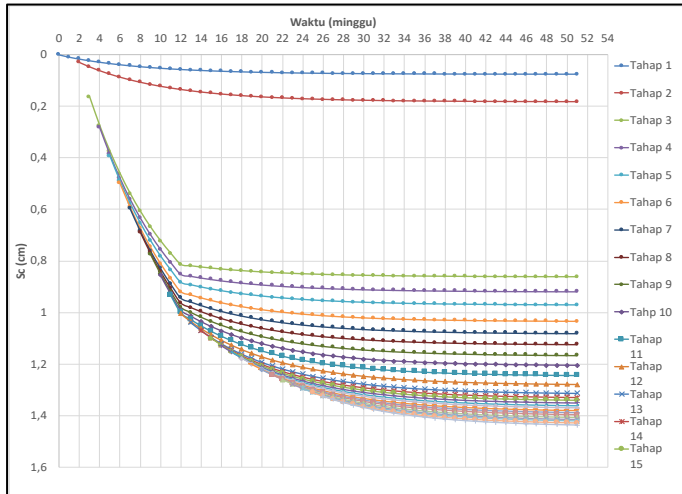
Pemampatan yang terjadi akan sesuai dengan derajat konsolidasi yang dipengaruhi PVD. Besarnya pemampatan akibat penahanan digunakan untuk menghitung pemampatan yang terjadi per minggunya. Berikut adalah contoh perhitungan pemampatan timbunan tanah sirtu STA 414+525 pada minggu 1 Tahap 3:

Minggu 1 Tahap 15

$$\begin{aligned} S_{c15} &= 0,01067 \text{ m} \\ S_{c14\text{minggu-2}} &= 1,10004 \text{ m} \\ U_1 &= 11,91\% \\ S_{c15\text{minggu-1}} &= (S_{c15} \times U_1) + S_{c14\text{minggu-2}} \\ &= (0,01067 \times 0,1191) + 1,10004 = 0,10131 \text{ m} \end{aligned}$$

Setelah itu akan didapat grafik hubungan antara waktu dan pemampatan tiap tahap. Contoh grafik hubungan antara

waktu dan pemampatan yang disebabkan besaran pemampatan tanah pada tiap tahap penimbunan timbunan tanah sirtu STA 414+525 dapat dilihat pada **Gambar 5.15**.



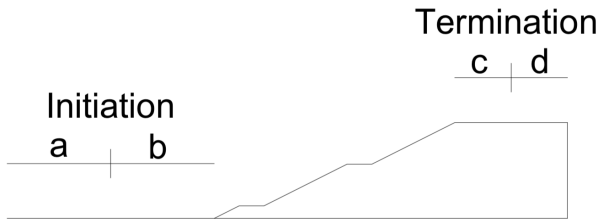
**Gambar 5.15** Hubungan Antara Nilai Pemampatan (s) dan Waktu Pentahapan (t) Untuk Timbunan 50% Mortar Busa 50% Tanah Sirtu STA 414+525 dengan Metode *Vacuum Preloading* (Sumber: Hasil Analisa)

Pada variasi timbunan 50% mortar busa 50% tanah sirtu STA 414+525 beban pompa vacuum dipasang pada tahap ketiga dan setelah mencapai pemampatan rencana pompa vacuum dimatikan yaitu pada minggu ke 13. Jadi pompa vacuum dinyalakan selama 10 minggu, pemampatan yang terjadi lebih cepat, dapat dilihat pada **Gambar 5.15** minggu ke 18 besar pemampatannya sudah sebesar 1,17 m lebih cepat 6 minggu daripada menggunakan *soil preloading* dimana untuk mencapai pemampatan 1,17 m membutuhkan waktu 24 minggu, dapat dilihat pada **Gambar 5.13**.

Hasil perhitungan pemampatan akibat *vacuum preloading* di seluruh STA dapat dilihat pada **Lampiran 5**.

## 5.5 Perencanaan Perkuatan Dengan *Geotextile*

Perencanaan perkuatan dengan *geotextile* dilakukan pada timbunan di STA yang memiliki nilai SF di bawah  $SF_{rencana} = 1,2$  (**Tabel 5.29**). Untuk perhitungan jumlah kebutuhan *geotextile*, nilai SF dicari sebanyak beberapa kali dengan program bantu *Xstabl* untuk kondisi *Internal Stability*.



**Gambar 5.16** Analisa dalam Program Bantu *Xstabl*

Dari beberapa nilai SF yang ada, akan dihitung jumlah kebutuhan *geotextile* yang terbanyak. Tujuannya agar mampu dijadikan patokan dalam perencanaan perkuatan. Spesifikasi bahan *geotextile* yang digunakan dalam perencanaan ini sesuai dengan **Sub-subbab 4.2.2**.

**Tabel 5.29** Rekapitulasi Nilai SF (Safety Factor) Pada Variasi Timbunan STA 414+525

Variasi Timbunan	$H_{final}$	SF
STA 414+525	(m)	
Timbunan Tanah Sirtu	11,5	1,019
Timbunan 25% Mortar Busa 75% Sirtu	11,5	1,066
Timbunan 50% Mortar Busa 50% Sirtu	11,5	1,143
Timbunan 75% Mortar Busa 25% Sirtu	11,5	1,383
STA 424+576		
Timbunan Tanah Sirtu	3,1	1,783
Timbunan 25% Mortar Busa 75% Sirtu	3,1	1,924
Timbunan 50% Mortar Busa 50% Sirtu	3,1	2,292
Timbunan 75% Mortar Busa 25% Sirtu	3,1	2,782

(Sumber: Hasil Analisa)



### 5.5.1 Perencanaan Geotextile Pada Timbunan Tanah Sirtu

Berikut ini akan diberikan contoh perhitungan perencanaan perkuatan geotextile pada STA 414+525 yang memakai timbunan material tanah sirtu. Data timbunan dan data tanah dasarnya adalah sebagai berikut :

Data Timbunan :

$$\begin{aligned}\gamma_t &= 1,85 \text{ kN/m}^3 \\ \phi &= 30^\circ \\ C_u &= 0 \text{ t/m}^2\end{aligned}$$

Data Tanah Dasar :

Lapisan 0 - 2

$$\begin{aligned}\gamma_{\text{sat}} &= 1,5 \text{ t/m}^3 \\ \phi &= 0 \\ C_u &= 0,83 \text{ t/m}^2 \\ C_{u\text{transisi}} &= 3,11 \text{ t/m}^2 \\ C_{u\text{Baru}} &= 5,39 \text{ t/m}^2\end{aligned}$$

Lapisan 2 - 4

$$\begin{aligned}\gamma_{\text{sat}} &= 1,54 \text{ t/m}^3 \\ \phi &= 0 \\ C_u &= 1,03 \text{ t/m}^2 \\ C_{u\text{transisi}} &= 3,28 \text{ t/m}^2 \\ C_{u\text{Baru}} &= 5,52 \text{ t/m}^2\end{aligned}$$

Lapisan 4 - 6

$$\begin{aligned}\gamma_{\text{sat}} &= 1,62 \text{ t/m}^3 \\ \phi &= 0 \\ C_u &= 1,25 \text{ t/m}^2 \\ C_{u\text{transisi}} &= 3,46 \text{ t/m}^2 \\ C_{u\text{Baru}} &= 5,68 \text{ t/m}^2\end{aligned}$$

Lapisan 6 - 8

$$\begin{aligned}\gamma_{\text{sat}} &= 1,59 \text{ t/m}^3 \\ \phi &= 0 \\ C_u &= 1,48 \text{ t/m}^2 \\ C_{u\text{transisi}} &= 3,65 \text{ t/m}^2 \\ C_{u\text{Baru}} &= 5,83 \text{ t/m}^2\end{aligned}$$

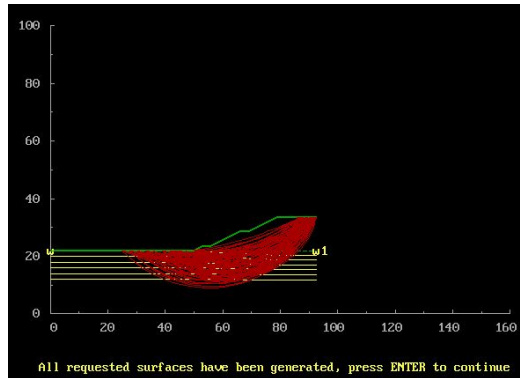
Lapisan 8 - 10

$$\begin{aligned}\gamma_{\text{sat}} &= 1,62 \text{ t/m}^3 \\ \phi &= 0 \\ C_u &= 1,7 \text{ t/m}^2 \\ C_{u\text{transisi}} &= 3,84 \text{ t/m}^2 \\ C_{u\text{Baru}} &= 5,98 \text{ t/m}^2\end{aligned}$$

Lapisan 10 - 12

$$\begin{aligned}\gamma_{\text{sat}} &= 1,62 \text{ t/m}^3 \\ \phi &= 0 \\ C_u &= 1,94 \text{ t/m}^2 \\ C_{u\text{transisi}} &= 4,03 \text{ t/m}^2 \\ C_{u\text{Baru}} &= 6,13 \text{ t/m}^2\end{aligned}$$

Dilakukan analisis kelongsoran timbunan dengan menggunakan program bantu Xstabl sehingga didapatkan hasil analisis seperti yang ditunjukkan pada **Gambar 5.17**. Dari hasil analisis tersebut, didapatkan nilai SF (Safety Factor) yang paling kritis, jari – jari kelongsoran (R), nilai momen resisting/penahan minimal (MRmin), serta koordinat kelongsoran timbunan. Nilai hasil analisis kelongsoran timbunan dengan Xstabl pada seluruh STA, baik pemakaian variasi material tanah sirtu maupun mortar busa selengkapnya dapat dilihat pada **Lampiran 6**.



(a)

The following is a summary of the TEN most critical surfaces

Problem Description : Project

	FOS (BISHOP)	Circle x-coord (m)	Center y-coord (m)	Radius (m)	Initial x-coord (m)	Terminal x-coord (m)	Resisting Moment (KN-m)
1.	.995	58.80	42.58	30.63	36.11	88.02	6.329E+04
2.	1.000	58.97	43.41	31.32	36.11	88.64	6.571E+04
3.	1.003	57.54	44.44	33.01	33.33	88.64	7.185E+04
4.	1.006	57.03	46.79	36.27	30.56	90.74	6.658E+04
5.	1.006	56.38	48.48	38.97	27.78	92.35	1.003E+05
6.	1.006	56.43	48.57	39.08	27.78	92.48	1.009E+05
7.	1.010	60.77	41.80	29.51	38.89	89.07	6.177E+04
8.	1.011	54.94	50.09	41.05	25.00	92.48	1.083E+05
9.	1.012	57.30	46.63	34.42	33.33	89.16	7.403E+04
10.	1.013	59.67	41.03	28.18	38.89	86.82	5.452E+04

(b)

**Gambar 5.17** Hasil Analisis Kelongsoran Timbunan Tanah Sirtu Dengan Program Bantu Xstabl; (a) Bidang Longsor, (b) Nilai FS, Jari – jari Kelongsoran, dan MRmin (Sumber: Hasil Analisa)

1. Mencari Nilai Momen Pendorong (MD)

Perhitungan untuk mencari nilai dari momen pendorong dilakukan sesuai dengan **Persamaan (2-62)** yaitu sebagai berikut:

$$M_D = \frac{M_{Rmin}}{SF}$$

2. Mencari Nilai Momen Penahan Rencana (MR-rencana)

Setelah didapatkan nilai momen pendorong, dilakukan perhitungan untuk mencari nilai dari momen penahan rencana dengan  $SF_{rencana} = 1,2$ . Perhitungannya adalah sebagai berikut :

$$M_D = \frac{M_{R-rencana}}{SF_{rencana}}$$

$$M_{R-rencana} = M_D \times SF_{rencana}$$

3. Mencari Nilai Penambahan Momen Penahan ( $\Delta M_R$ )

Nilai dari  $\Delta M_R$  dicari untuk mengetahui seberapa besar gaya penahan yang harus ditambahkan untuk melawan momen pendorong yang ada dengan SF yang telah ditentukan. Hasil dari program bantu Xstable dilakukan Perhitungan untuk mendapat nilai dari  $\Delta M_R$  terbesar dilakukan sesuai dengan **Persamaan (2-63)** yaitu sebagai berikut :

$$\Delta M_R = M_{R-rencana} - M_{R-minimum}$$

**Tabel 5.30** Hasil Analisa dari Program Bantu Xstable

No.	SF (BISHOP)	Circle Center Coord		Radius (m)	MR (kNm)	SF Rencana	M dorong kNm	MR rencana kNm	$\Delta M_R$ kNm
		x (m)	y (m)						
1	0,995	58,80	42,58	30,63	63290	1,2	63608,04	76329,65	13039,65
2	1,000	58,97	43,41	31,32	65710	1,2	65710,00	78852,00	13142,00
3	1,003	57,54	44,44	33,01	71850	1,2	71635,09	85962,11	14112,11
4	1,006	57,03	46,79	36,27	86580	1,2	86063,62	103276,34	16696,34
5	1,006	56,38	48,48	38,97	100300	1,2	99701,79	119642,15	19342,15
6	<b>1,006</b>	<b>56,43</b>	<b>48,57</b>	<b>39,08</b>	<b>100900</b>	<b>1,2</b>	<b>100298,21</b>	<b>120357,85</b>	<b>19457,85</b>
7	1,010	60,77	41,80	29,51	61770	1,2	61158,42	73390,10	11620,10
8	1,011	54,94	50,09	41,05	10830	1,2	10712,17	12854,60	2024,60
9	1,012	57,38	46,63	34,42	74030	1,2	73152,17	87782,61	13752,61
10	1,013	59,67	41,03	28,18	54520	1,2	53820,34	64584,40	10064,40

(Sumber: Hasil Analisa)

Dari hasil perhitungan pada **Tabel 5.29** Didapatkan nilai penambahan momen penahan ( $\Delta M_R$ ) paling besar yaitu 19457,85 kN/m dengan hasil Analisa Xstabl pada Initiation b dan termination d yang akan digunakan untuk perhitungan kebutuhan *geotextile*.

#### 4. Mencari Nilai Kekuatan Geotextile

Dari Sub – subbab 4.2.2, didapatkan nilai gaya tarik terbesar ( $T_{ultimate}$ ) dari geotextile yang dipilih sebesar 52 kNm. Dari nilai tersebut, kemudian dibagi dengan faktor koreksi untuk mendapatkan kekuatan geotextile yang akan digunakan ( $T_{allowable}$ ). semua faktor koreksi dipilih akibat adanya embankment. Perhitungan untuk mendapat nilai dari  $T_{allowable}$  dilakukan sesuai dengan **Persamaan (2-55)** yaitu sebagai berikut :

Faktor koreksi akibat embankment (**Tabel 2.4**):

$$FS_{ID} = 1,5$$

$$FS_{CR} = 2$$

$$FS_{CD} = 1$$

$$FS_{BD} = 1,1$$

FS Reduksi > 3 (Untuk Desain Rencana)

Digunakan FS Reduksi = 3,3

$$\begin{aligned} T_{allowable} &= T_{ult} \left( \frac{1}{FS_{ID} \times FS_{CR} \times FS_{CD} \times FS_{BD}} \right) \\ &= 52 \left( \frac{1}{1,5 \times 2 \times 1 \times 1,1} \right) \\ &= 15,76 \text{ kNm} \end{aligned}$$

#### 5. Menghitung Panjang Total Geotextile

Panjang geotextile didapatkan dari perhitungan panjang geotextile di belakang bidang longsor (LE), panjang geotextile di depan bidang longsor (LR), panjang lipatan geotextile (LO), dan panjang vertikal (Sv). Dari perhitungan tersebut nantinya akan dikalkulasikan untuk menghitung panjang total geotextile yang dibutuhkan ( $L_{total}$ ).

Berikut ini akan diberikan contoh perhitungan panjang kebutuhan geotextile pada lapisan pertama (di dasar timbunan) yaitu sebagai berikut :

Diketahui :

$$\begin{aligned}
 SF_{rencana} &= 1,2 \\
 E &= 0,85 \\
 T_{allowable} &= 15,76 \text{ kNm} \\
 S_v &= 0,25 \text{ m} \\
 H_i &= 11,5 \text{ m} \\
 T_i &= Y_o - Y_z + S_c \\
 &= 48,57 - 22 + 1,7 = 28,291 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 M_{geotextile} &= T_{allowable} \times T_i \\
 &= 15,76 \times 28,291 = 445,796 \text{ kNm}
 \end{aligned}$$

Jumlah *geotextile* pada lapisan 1 = 2 lembar

$$\begin{aligned}
 M_{geotextile} &= T_{allowable} \times T_i \times \text{Jumlah Lembar} \\
 &= 15,76 \times 28,291 \times 2 = 891,592 \text{ kNm}
 \end{aligned}$$

**Tabel 5.31** Rekapitulasi Perhitungan Penambahan Momen Penahan ( $\Delta M_R$ ) Timbunan Tanah Sirtu STA 414+525

Lapis	$S_v$	$H_i$	$T_i$	$S_i$	$T_i \cdot S_i$	$x$	$T_i \cdot S_i \cdot x$
	m	m	m	kN/m	kN	buah	kN
1	0,25	11,500	28,291	15,758	445,796	2	891,592
2	0,25	11,250	28,041	15,758	441,857	2	883,713
3	0,25	11,000	27,791	15,758	437,917	2	875,835
4	0,25	10,750	27,541	15,758	433,978	2	867,956
5	0,25	10,500	27,291	15,758	430,038	2	860,077
6	0,25	10,250	27,041	15,758	426,099	2	852,198
7	0,25	10,000	26,791	15,758	422,160	2	844,319
8	0,25	9,750	26,541	15,758	418,220	2	836,441
9	0,25	9,500	26,291	15,758	414,281	2	828,562
10	0,25	9,250	26,041	15,758	410,342	1	410,342
11	0,25	9,000	25,791	15,758	406,402	1	406,402
....	....	....	....	....	....	....	....
42	0,25	1,250	18,041	15,758	284,281	1	284,281
43	0,25	1,000	17,791	15,758	280,342	1	280,342
				$\Sigma(T_i \cdot S_i)$	<b>15611,96</b>	$\Sigma(T_i \cdot S_i)$	<b>19482,30</b>
				Cek	<b>NOT OK</b>		<b>OK</b>

(Sumber: Hasil Analisa)

Menghitung panjang geotextile di belakang bidang longsor ( $L_e$ )

$$\begin{aligned}\sigma v_1 &= \gamma_{\text{timb}} \times H_i \\ &= 18,5 \times 11,5 \\ &= 212,75 \text{ kN/m}^2\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\sigma v_2 &= \gamma_{\text{sat}} \times H \\ &= 15 \times 11,5 \\ &= 172,5 \text{ kN/m}^2\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\phi_{1\text{-timbunan}} &= 30^\circ \\ \phi_{2\text{-Tanah Dasar}} &= 0^\circ\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\tau_{\text{atas}} &= C_{u1} + \sigma v_1 \tan \phi_1 \\ &= 0 + 212,75 \tan 30 \quad \text{Persamaan (2-58)} \\ &= 122,83 \text{ kN/m}^2\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\tau_{\text{bawah}} &= C_{u2} + \sigma v_2 \tan \phi_2 \\ &= 53,9 + 174,8 \tan 0 \quad \text{Persamaan (2-59)} \\ &= 53,88 \text{ kN/m}^2\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}L_e &= \frac{\text{Tallowable} \times \text{SFrencana}}{(\tau_{\text{atas}} + \tau_{\text{bawah}}) \times E} \\ &= \frac{15,76 \times 1,2}{(122,83 + 53,88) \times 0,85} \quad \text{Persamaan (2-57)} \\ &= 0,1259 \text{ m} \\ &= 1 \text{ m} (<1\text{m dibulatkan menjadi } 1\text{m})\end{aligned}$$

Menghitung panjang geotextile di depan bidang longsor (LR) dilakukan perhitungan secara manual dengan memperhatikan koordinat tepi timbunan dan koordinat dimana geotextile berada di depan kelongsoran timbunan. Perhitungan dapat dibantu dengan menggambar bidang LR pada program bantu autocad.

$$L_r = 35,09 \text{ m (didapat dari program bantu autocad)}$$

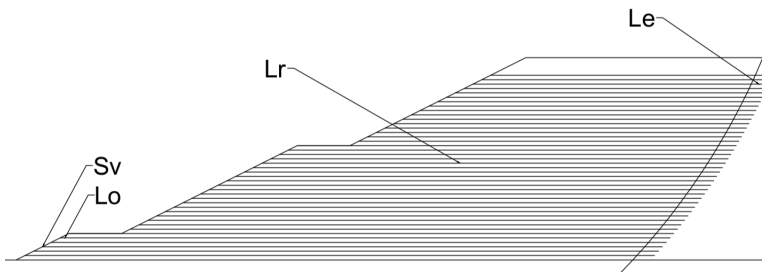
Menghitung panjang lipatan *geotextile* (LO) dimana secara singkatnya nilai dari LO adalah setengah dari nilai LE.

$$\begin{aligned} \text{Lo} &= 0,5 \times \text{Le} \\ &= 0,5 \times 1 \\ &= 0,5 \text{ m} \\ &= 1 \text{ m } (<1\text{m dibulatkan menjadi } 1\text{m}) \end{aligned} \quad \text{Persamaan (2-60)}$$

**Tabel 5.32** Perhitungan Kebutuhan Jumlah Geotextile Timbunan Tanah Sirtu STA 414+525

Lapis	Sv	Lo	Le + Lr (m)	1/2 Lebar Timbunan	Pemasangan	L pemasangan	Jumlah Geotextile	Kebutuhan Geotextile Total
	m	m	satu sisi	m		m		(m)
1	0,25	1,00	36,10	42,6	Dua kali L total	74,70	2	149,4
2	0,25	1,00	35,90	42,1	Dua kali L total	74,30	2	148,6
3	0,25	1,00	35,60	41,6	Dua kali L total	73,70	2	147,4
4	0,25	1,00	35,30	41,1	Dua kali L total	73,10	2	146,2
5	0,25	1,00	35,00	40,6	Dua kali L total	72,50	2	145,0
6	0,25	1,00	34,70	40,1	Dua kali L total	71,90	2	143,8
7	0,25	1,00	31,50	36,6	Dua kali L total	65,50	2	131,0
8	0,25	1,00	31,20	36,1	Dua kali L total	64,90	2	129,8
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
39	0,25	1,00	17,60	17,6	Dua kali L total	37,70	1	37,7
40	0,25	1,00	17,30	17,1	Selebar Timbunan	36,70	1	36,7
41	0,25	1,00	16,90	16,6	Selebar Timbunan	35,70	1	35,7
42	0,25	1,00	16,50	16,1	Selebar Timbunan	34,70	1	34,7
43	0,25	1,00	16,20	15,6	Selebar Timbunan	33,70	1	33,7
Jumlah Geotextile								2955,0

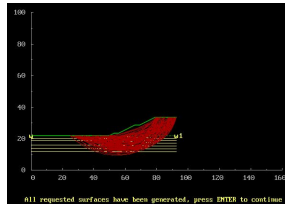
(Sumber: Hasil Analisa)



**Gambar 5.18** Perencanaan Pemasangan *Geotextile* pada Variasi Timbunan Tanah Sirtu STA 414+525

(Sumber: Hasil Analisa)

6. Kontrol Kondisi diakhir Timbunan Bertahap  
 Dilakukan perhitungan penambahan momen penahan ( $\Delta M_R$ ) Timbunan Tanah Sirtu STA 414+525 ketika diakhir penimbunan bertahap dengan nilai  $C_u$  kondisi konsolidasi 90%



(a)

The following is a summary of the TEN most critical surfaces

Problem Description : Project

	POS (BISHOP)	Circle Center x-coord (m)	Circle Center y-coord (m)	Radius (m)	Initial x-coord (m)	Terminal x-coord (m)	Resisting Moment (kNm)
1.	.935	59.20	47.17	36.09	33.33	92.60	8.085E+04
2.	.941	56.18	49.66	39.59	27.70	92.24	9.232E+04
3.	.942	55.97	49.49	39.38	27.78	91.95	9.184E+04
4.	.949	54.62	51.19	41.59	25.09	92.26	1.002E+05
5.	.952	59.35	44.69	32.48	36.11	89.85	6.635E+04
6.	.958	61.11	43.82	30.94	38.89	90.37	6.247E+04
7.	.960	55.72	46.89	35.39	30.56	88.48	7.323E+04
8.	.960	55.69	51.86	40.88	27.70	92.21	9.494E+04
9.	.973	63.63	43.26	30.57	41.67	92.59	6.358E+04
10.	.976	61.62	42.02	28.26	41.67	88.57	5.210E+04

(b)

**Gambar 5.19** Hasil Analisa Kelongsoran Timbunan Tanah Sirtu Dengan Program Bantu Xstabl untuk Kontrol Kondisi diakhir Timbunan Bertahap; (a) Bidang Longsor, (b) Nilai FS, Jari – jari Kelongsoran, dan MRmin (Sumber: Hasil Analisa)

**Tabel 5.33** Hasil Analisa dari Program Bantu Xstabl untuk Kontrol Kondisi diakhir Timbunan Bertahap

No.	SF (BISHOP)	Circle Center Coord.		Radius (m)	MR (kNm)	SF Rencana	M dorong kNm	MR rencana kNm	$\Delta M_R$ kNm
		x (m)	y (m)						
1	0.935	59.2	47.17	36.09	80850	1,2	86470,59	103764,71	22914,71
2	0.941	56,1	49,66	39,59	92920	1,2	98746,01	118495,22	25575,22
3	0.942	55,97	49,49	39,38	91840	1,2	97494,69	116993,63	25153,63
4	0.949	54,62	51,19	41,59	100200	1,2	105584,83	126701,79	26501,79
5	0.952	59,35	44,69	32,48	66350	1,2	69695,38	83634,45	17284,45
6	0.958	61,11	43,82	30,94	62470	1,2	65208,77	78250,52	15780,52
7	0.96	55,72	46,89	35,39	73230	1,2	76281,25	91537,50	18307,50
8	0.968	55,69	51,86	40,88	94940	1,2	98078,51	117694,21	22754,21
9	0.973	63,63	43,26	30,57	63580	1,2	65344,30	78413,16	14833,16
10	0.976	61,62	42,02	28,26	52180	1,2	53463,11	64155,74	11975,74

(Sumber: Hasil Analisa)



Didapatkan nilai penambahan momen penahan paling besar yaitu:

$$\Delta MR = 26501,79$$

Faktor koreksi akibat embankment (**Tabel 2.4**):

$$FS_{ID} = 1,3$$

$$FS_{CD} = 1,5$$

$$FS_{BD} = 1,3$$

FS Reduksi = 1,5 - 3 (Untuk Desain Sementara)

Digunakan FS Reduksi = 2,5

FS didapatkan dari perbandingan nilai FS kebutuhan geotextile pada Desain Rencana untuk mengecek kondisi ketika diakhir timbunan bertahap  $U=90\%$

$$\begin{aligned} T_{allowable} &= T_{ult} \left( \frac{1}{FS_{ID} \times FS_{cr} \times FS_{CD} \times FS_{BD}} \right) \\ &= 52 \left( \frac{1}{1,5 \times 2 \times 1 \times 1,1} \right) \\ &= 20,51 \text{ kNm} \end{aligned}$$

**Tabel 5.34** Rekapitulasi Perhitungan Penambahan Momen Penahan ( $\Delta M_R$ ) Timbunan Tanah Sirtu STA 414+525

Lapis	$S_v$ m	$H_i$ m	$T_i$ m	$S_i$ kN/m	$T_i.S_i$ kN	$x$ buah	$T_i.S_i.x$ kN
1	0,25	11,500	30,840	20,513	632,615	2	1265,231
2	0,25	11,250	30,590	20,513	627,487	2	1254,974
3	0,25	11,000	30,340	20,513	622,359	2	1244,718
4	0,25	10,750	30,090	20,513	617,231	2	1234,462
5	0,25	10,500	29,840	20,513	612,103	2	1224,205
6	0,25	10,250	29,590	20,513	606,974	2	1213,949
7	0,25	10,000	29,340	20,513	601,846	2	1203,692
8	0,25	9,750	29,090	20,513	596,718	2	1193,436
....	....	....	....	....	....	....	....
39	0,25	2,000	21,340	20,513	437,744	1	437,744
40	0,25	1,750	21,090	20,513	432,615	1	432,615
41	0,25	1,500	20,840	20,513	427,487	1	427,487
42	0,25	1,250	20,590	20,513	422,359	1	422,359
43	0,25	1,000	20,340	20,513	417,231	1	417,231
				$\Sigma(T_i.S_i)$	<b>22571,69</b>	$\Sigma(T_i.S_i)$	<b>28080,62</b>
				Cek	<b>NOT OK</b>		<b>OK</b>

(Sumber: Hasil Analisa)

Harus diperhatikan bahwa setiap geotextile yang dipasang pada timbunan tiap lapisnya akan memiliki  $M_{geotextile}$  yang berbeda – beda. Untuk menentukan jumlah lembaran geotextile yang dibutuhkan, maka jumlah total dari  $M_{geotextile}$  ( $\Sigma M_{geotextile}$ ) harus lebih besar dari  $\Delta M_R$  ( $\Sigma M_{geotextile} \geq \Delta M_R$ ). Rekapitulasi perhitungan  $M_{geotextile}$  dapat dilihat pada **Lampiran 6**.

Apabila dengan perencanaan geotextile sebanyak 1 lapis/rangkap belum memenuhi, bisa dilakukan dengan 2 lapis atau menggunakan *geotextile* dengan kuat lebih tinggi. Rekapitulasi panjang *geotextile* didapatkan dari perhitungan panjang geotextile di belakang bidang longsor (LE), panjang geotextile di depan bidang longsor (LR), panjang lipatan geotextile (LO), dan panjang vertikal (Sv).

Dari hasil perhitungan di atas, diketahui bahwa timbunan tanah sirtu STA 414+525 dengan SF = 1,006, untuk mencapai  $SF_{rencana} = 1,2$  membutuhkan perkuatan geotextile di lereng timbunan. Rekapitulasi perhitungan panjang total geotextile pada seluruh STA selengkapnya dapat dilihat pada **Lampiran 6**.

## 5.6 Perhitungan Biaya Material

Setelah didapatkan hasil analisis perencanaan timbunan, PVD, serta perkuatan pada variasi timbunan tanah sirtu dan timbunan mortar busa, dilakukan perhitungan biaya material / bahan yang diperlukan untuk perencanaan tersebut. Dari hasil perhitungan biaya material nantinya akan dilakukan perbandingan untuk menentukan harga perencanaan mana yang lebih murah.

### 5.6.1 Perhitungan Biaya Material Timbunan

#### 1. Biaya Material Timbunan Tanah Sirtu

Harga satuan material tanah sirtu adalah sebesar Rp 200.500,00 per m<sup>3</sup> (HSPK 2018). Berikut ini akan diberikan contoh perhitungan biaya material timbunan yang memakai material tanah sirtu pada STA 414+525 yaitu sebagai berikut :

STA 414+525

$$H_{\text{initial}} = 13,46 \text{ m}$$

$$A = 800 \text{ m}^2$$

$$P_{\text{timbunan}} = 93 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} \text{Biaya} &= P_{\text{timbunan}} \times A \times \text{Harga} \\ &= 93 \times 800 \times 200500,00 \\ &= \text{Rp } 14.922.116.023,00 \end{aligned}$$

#### 2. Biaya Material Timbunan 50% Mortar Busa 50% Tanah Sirtu

Harga satuan material tanah sirtu adalah sebesar Rp 200.500,00 per m<sup>3</sup> (HSPK 2018). Harga satuan material mortar busa sebesar Rp 800.000,00 per m<sup>3</sup>. Berikut ini akan diberikan contoh perhitungan biaya material timbunan 25% Mortar Busa 75% Tanah Sirtu STA 414+525 yaitu sebagai berikut :

STA 414+525

$$H_{\text{initial}} = 13,14 \text{ m}$$

$$A_{\text{tanahsirtu}} = 508,14 \text{ m}^2$$

$$A_{\text{mortarbusa}} = 262,64 \text{ m}^2$$

$$P_{\text{timbunan}} = 93 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} \text{Biaya}_{\text{Tanah Sirtu}} &= P_{\text{timbunan}} \times A \times \text{Harga} \\ &= 93 \times 508,14 \times 200500,00 \\ &= \text{Rp } 9.475.052.290,00 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Biaya}_{\text{mortarbusa}} &= P_{\text{timbunan}} \times A \times \text{Harga} \\ &= 93 \times 262,64 \times 800000,00 \\ &= \text{Rp } 19.540.252.320,00 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Biaya Total} &= \text{Biaya}_{\text{Tanah Sirtu}} + \text{Biaya}_{\text{mortarbusa}} \\ &= \text{Rp } 29.015.304.610,00 \end{aligned}$$

Perhitungan biaya material untuk variasi timbunan pada STA 414+525 ditunjukkan pada **Tabel 5.35** dan STA 424+576 ditunjukkan pada **Tabel 5.36**.

**Tabel 5.35** Perhitungan Biaya Material Tanah Sirtu dan Mortar Busa pada Variasi Timbunan STA 414+525

Variasi Timbunan	Biaya Meterial Timbunan
Timbunan Tanah Sirtu	Rp14.922.116.023
Timbunan 25% Mortar Busa 75% Sirtu	Rp20.955.229.231
Timbunan 50% Mortar Busa 50% Sirtu	Rp29.015.304.610
Timbunan 75% Mortar Busa 25% Sirtu	Rp40.119.263.731

(Sumber: Hasil Analisa)

**Tabel 5.36** Perhitungan Biaya Material Tanah Sirtu dan Mortar Busa pada Variasi Timbunan STA 424+576

Variasi Timbunan	Biaya Meterial Timbunan
Timbunan Tanah Sirtu	Rp5.952.630.436
Timbunan 25% Mortar Busa 75% Sirtu	Rp9.281.278.259
Timbunan 50% Mortar Busa 50% Sirtu	Rp12.747.419.227
Timbunan 75% Mortar Busa 25% Sirtu	Rp16.224.391.113

(Sumber: Hasil Analisa)

### 5.6.2 Perhitungan Biaya *Prefabricated Vertical Drain* (PVD)

Harga satuan material PVD berukuran 100 mm x 4 mm adalah Rp 3.500,00. Perhitungan biaya untuk pemasangan PVD adalah hasil kali jumlah titik PVD yang diperlukan sepanjang timbunan dengan kedalaman tanah dasar yang terlayani oleh PVD serta dengan harga satuan.

1. Biaya PVD Untuk Variasi Timbunan Tanah Sirtu STA 414+525

Berikut ini akan diberikan contoh perhitungan biaya PVD untuk timbunan STA 414+525 yaitu sebagai berikut :

STA 414+525

$$\begin{aligned}
 \text{PVD} &= \text{Pola segitiga dengan jarak 1 m} \\
 \text{Lebar}_{\text{Timbunan}} &= 93,05 \text{ m} \\
 \text{Panjang}_{\text{Timbunan}} &= 93 \text{ m} \\
 \text{Jumlah titik} &= 10126 \text{ titik} \\
 \text{Kedalaman} &= 12 \text{ m} \\
 \text{Biaya} &= \text{Jumlah titik} \times \text{Kedalaman PVD} \times \text{Harga} \\
 &= 10126 \times 12 \times \text{Rp } 3.500,00 \\
 &= \text{Rp } 425.305.499,00
 \end{aligned}$$

2. Biaya PVD Untuk Variasi Timbunan 50% Mortar Busa 50% Tanah Sirtu STA 414+525

Berikut ini akan diberikan contoh perhitungan biaya PVD untuk timbunan STA 414+525 yaitu sebagai berikut :

STA 414+525

$$\begin{aligned}
 \text{PVD} &= \text{Pola segitiga dengan jarak 1 m} \\
 \text{Lebar}_{\text{Timbunan}} &= 91,78 \text{ m} \\
 \text{Panjang}_{\text{Timbunan}} &= 93 \text{ m} \\
 \text{Jumlah titik} &= 9987 \text{ titik} \\
 \text{Kedalaman} &= 12 \text{ m} \\
 \text{Biaya} &= \text{Jumlah titik} \times \text{Kedalaman PVD} \times \text{Harga} \\
 &= 9987 \times 12 \times \text{Rp } 3.500,00 \\
 &= \text{Rp } 419.440.985,00
 \end{aligned}$$

Perhitungan biaya PVD yang diperlukan untuk variasi timbunan pada STA 414+525 ditunjukkan pada **Tabel 5.37**, sedangkan perhitungan biaya PVD yang diperlukan untuk variasi timbunan pada STA 424+576 ditunjukkan pada **Tabel 5.38**.

**Tabel 5.37** Perhitungan Biaya PVD pada Variasi Timbunan STA 414+525

Variasi Timbunan	Lebar timbunan m	Panjang Jalan m	Jarak m	Jumlah Titik	Kedalaman m	Biaya
Timbunan Tanah Sirtu	93,05	93	1	10126	12	Rp425.305.499
Timbunan 25% Mortar Busa 75% Sirtu	92,47	93	1	10062	12	Rp422.613.576
Timbunan 50% Mortar Busa 50% Sirtu	91,78	93	1	9987	12	Rp419.440.985
Timbunan 75% Mortar Busa 25% Sirtu	91,05	93	1	9908	12	Rp416.119.047

(Sumber: Hasil Analisa)

**Tabel 5.38** Perhitungan Biaya PVD pada Variasi Timbunan STA 424+576

Variasi Timbunan	Lebar timbunan m	Panjang Jalan m	Jarak m	Jumlah Titik	Kedalaman m	Biaya
Timbunan Tanah Sirtu	43,90	200	0,8	12401	12	Rp520.825.584
Timbunan 25% Mortar Busa 75% Sirtu	43,40	200	0,8	12257	12	Rp514.809.024
Timbunan 50% Mortar Busa 50% Sirtu	42,80	200	0,8	12086	12	Rp507.630.624
Timbunan 75% Mortar Busa 25% Sirtu	42,15	200	0,8	11900	12	Rp499.814.112

(Sumber: Hasil Analisa)

### 5.6.3 Perhitungan Biaya Perkuatan dengan *Geotextile*

Harga satuan geotextile tipe un-woven dengan berat 250 gr/m<sup>2</sup> adalah Rp 17.000,00 per m<sup>2</sup>.

1. Biaya Perkuatan Geotextile pada Variasi Timbunan Tanah Sirtu STA 414+525

Berikut ini akan diberikan contoh perhitungan biaya geotextile yaitu sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 L_{\text{tot-geotextile}} &= 2955 \text{ m} \\
 P_{\text{Timbunan}} &= 93 \text{ m} \\
 \text{Biaya} &= P_{\text{Timbunan}} \times L_{\text{tot geotextile}} \times \text{Harga} \\
 &= 93 \times 2955 \times 17.000,00 \\
 &= \text{Rp } 4.671.855.000,00
 \end{aligned}$$

2. Biaya Perkuatan Geotextile pada Variasi Timbunan 50% Mortar Busa 50% Tanah Sirtu STA 414+525

Berikut ini akan diberikan contoh perhitungan biaya geotextile yaitu sebagai berikut :

$$\begin{aligned} L_{\text{tot-geotextile}} &= 580 \text{ m} \\ P_{\text{Timbunan}} &= 93 \text{ m} \\ \text{Biaya} &= P_{\text{Timbunan}} \times L_{\text{tot geotextile}} \times \text{Harga} \\ &= 93 \times 580 \times 17.000,00 \\ &= \text{Rp } 916.980.000,00 \end{aligned}$$

Perhitungan biaya perkuatan *geotextile* untuk STA 414+525 selengkapnya ditunjukkan pada **Tabel 5.39** dan pada STA 424+576 tidak direncanakan menggunakan geotextile karena sudah memiliki stabilitas timbunan lebih tinggi daripada rencana.

**Tabel 5.39** Perhitungan Biaya *Geotextile* pada Variasi Timbunan STA 414+525

Variasi Timbunan	Jumlah Geotextile	Panjang Jalan	Biaya
	m	m	
Timbunan Tanah Sirtu	2955	93	Rp4.671.855.000
Timbunan 25% Mortar Busa 75% Sirtu	1922	93	Rp3.038.682.000
Timbunan 50% Mortar Busa 50% Sirtu	580	93	Rp916.980.000
Timbunan 75% Mortar Busa 25% Sirtu	0	93	Rp0

(Sumber: Hasil Analisa)

#### 5.6.4 Perhitungan Biaya Pompa Vacuum Preloading

Harga satuan pompa *vacuum preloading* adalah Rp 17.472.000,00 per unit untuk 1500 m<sup>2</sup>, dengan biaya operasional tiap minggu sebesar Rp 1.800.000,00 per minggu.

1. Biaya pompa vacuum preloading pada Variasi Timbunan Tanah Sirtu STA 414+525

Berikut ini akan diberikan contoh perhitungan biaya pompa *vacuum preloading* yaitu sebagai berikut :

$$\begin{aligned} L_{\text{timbunan}} &= 93,05 \text{ m} \\ P_{\text{Timbunan}} &= 93 \text{ m} \\ A_{\text{timbunan}} &= L_{\text{timbunan}} \times P_{\text{Timbunan}} \\ &= 93,05 \times 93 \\ &= 8654 \text{ m} \\ \text{Unit} &= A_{\text{timbunan}} : 1500 \\ &= 6 \text{ Unit} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Operasional} &= 12 \text{ minggu (dari **Subbab 5.4**)} \\
 \text{Biaya}_{\text{pompa}} &= (\text{Unit} \times \text{Harga Pompa}) \\
 &= (6 \times 17.472.000,00) \\
 &= \text{Rp } 104.832.000,00 \\
 \text{Biaya}_{\text{operasional}} &= (\text{Operasional} \times \text{Biaya Operasional}) \\
 &= (12 \times 1.800.000) \\
 &= \text{Rp } 21.600.000,00 \\
 \text{Total Biaya} &= \text{Biaya}_{\text{pompa}} + \text{Biaya}_{\text{operasional}} \\
 &= 104.832.000,00 + 21.600.000,00 \\
 &= \text{Rp } 126.432.000,00
 \end{aligned}$$

2. Biaya Perkuatan pompa *vacuum preloading* pada Variasi Timbunan 50% Mortar Busa 50% Tanah Sirtu STA 414+525

Berikut ini akan diberikan contoh perhitungan biaya pompa *vacuum preloading* yaitu sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 L_{\text{timbunan}} &= 91,78 \text{ m} \\
 P_{\text{Timbunan}} &= 93 \text{ m} \\
 A_{\text{timbunan}} &= L_{\text{timbunan}} \times P_{\text{Timbunan}} \\
 &= 91,78 \times 93 \\
 &= 8536 \text{ m} \\
 \text{Unit} &= A_{\text{timbunan}} : 1500 \\
 &= 6 \text{ Unit} \\
 \text{Operasional} &= 10 \text{ minggu (dari **Subbab 5.4**)} \\
 \text{Biaya}_{\text{pompa}} &= (\text{Unit} \times \text{Harga Pompa}) \\
 &= (6 \times 17.472.000,00) \\
 &= \text{Rp } 104.832.000,00 \\
 \text{Biaya}_{\text{operasional}} &= (\text{Operasional} \times \text{Biaya Operasional}) \\
 &= (10 \times 1.800.000) \\
 &= \text{Rp } 18.000.000,00 \\
 \text{Total Biaya} &= \text{Biaya}_{\text{pompa}} + \text{Biaya}_{\text{operasional}} \\
 &= 104.832.000,00 + 18.000.000,00 \\
 &= \text{Rp } 122.832.000,00
 \end{aligned}$$



Perhitungan biaya pompa *vacuum preloading* untuk STA 414+525 selengkapnya ditunjukkan pada **Tabel 5.40** dan pada STA 424+576 tidak direncanakan menggunakan vacuum karena nilai pemampatan dapat diselesaikan dengan cukup menggunakan PVD dengan dasar pertimbangan biaya.

**Tabel 5.40** Perhitungan Biaya Pompa *Vacuum Preloading* pada Variasi Timbunan STA 414+525

Variasi Timbunan	Lebar timbunan	Panjang Jalan	Luas	Unit	Operasional	Biaya
	m	m	m <sup>2</sup>		Minggu	Pompa + Operasional
Timbunan Tanah Sirtu	93,05	93	8654	6	12	Rp126.432.000
Timbunan 25% Mortar Busa 75% Sirtu	92,47	93	8600	6	11	Rp124.632.000
Timbunan 50% Mortar Busa 50% Sirtu	91,78	93	8536	6	10	Rp122.832.000
Timbunan 75% Mortar Busa 25% Sirtu	91,05	93	8468	6	9	Rp121.032.000

(Sumber: Hasil Analisa)

### 5.6.5 Perhitungan Biaya *Prefabricated Hrozontal Drain (PHD)*

Harga satuan material PHD berukuran 100 mm x 20 mm adalah Rp 27.000,00. Perhitungan biaya untuk pemasangan PHD adalah hasil kali jumlah Baris PVD yang diperlukan sepanjang timbunan dengan lebar timbunan.

1. Biaya PHD Untuk Variasi Timbunan Tanah Sirtu STA 414+525

Berikut ini akan diberikan contoh perhitungan biaya PHD untuk timbunan STA 414+525 yaitu sebagai berikut :

STA 414+525

PVD = Pola segitiga dengan jarak 1 m

Lebar<sub>Timbunan</sub> = 93,05 m

Panjang<sub>Timbunan</sub> = 93 m

Jumlah Baris = 109 Baris

Biaya = Jumlah Baris x Lebar<sub>Timbunan</sub> x Harga

= 109 x 93,05 x Rp 27.000,00

= Rp 274.914.000,00

2. Biaya PVD Untuk Variasi Timbunan 50% Mortar Busa 50% Tanah Sirtu STA 414+525

Berikut ini akan diberikan contoh perhitungan biaya PVD untuk timbunan STA 414+525 yaitu sebagai berikut :

STA 414+525

PVD = Pola segitiga dengan jarak 1 m

Lebar<sub>Timbunan</sub> = 91,78 m

Panjang<sub>Timbunan</sub> = 93 m

Jumlah Baris = 1042 titik

Biaya = Jumlah Baris x Lebar<sub>Timbunan</sub> x Harga

= 1042 x 91,78 x Rp 27.000,00

= Rp 271.134.000,00

Perhitungan biaya PVD yang diperlukan untuk variasi timbunan pada STA 414+525 ditunjukkan pada **Tabel 5.41**, sedangkan perhitungan biaya PVD yang diperlukan untuk variasi timbunan pada STA 424+576 ditunjukkan pada **Tabel 5.42**.

**Tabel 5.41** Perhitungan Biaya PHD pada Variasi Timbunan STA 414+525

Variasi Timbunan	Lebar timbunan m	Panjang Jalan m	Jarak m	Jumlah Baris	Panjang m	Biaya
Timbunan Tanah Sirtu	93,05	93	0,85	109	10182	Rp274.914.000
Timbunan 25% Mortar Busa 75% Sirtu	92,47	93	0,85	109	10117	Rp273.159.000
Timbunan 50% Mortar Busa 50% Sirtu	91,78	93	0,85	109	10042	Rp271.134.000
Timbunan 75% Mortar Busa 25% Sirtu	91,05	93	0,85	109	9963	Rp269.001.000

(Sumber: Hasil Analisa)

**Tabel 5.42** Perhitungan Biaya PHD pada Variasi Timbunan STA 424+576

Variasi Timbunan	Lebar timbunan m	Panjang Jalan m	Jarak m	Jumlah Baris	Panjang m	Biaya
Timbunan Tanah Sirtu	43,90	200	0,7	286	12544	Rp338.688.000
Timbunan 25% Mortar Busa 75% Sirtu	43,40	200	0,7	286	12401	Rp334.827.000
Timbunan 50% Mortar Busa 50% Sirtu	42,80	200	0,7	286	12230	Rp330.210.000
Timbunan 75% Mortar Busa 25% Sirtu	42,15	200	0,7	286	12044	Rp325.188.000

(Sumber: Hasil Analisa)

### 5.6.6 Rekapitulasi Biaya Material Geoteknik

Dari perhitungan biaya material tanah sirtu, material mortar busa, prefabricated vertical drain (PVD), *geotextile* dan *vacuum preloading* didapatkan rekapitulasi biaya perencanaan yang dapat dilihat pada **Tabel 5.43** dan **Tabel 5.44** untuk STA 414 +525 dibawah ini:

**Tabel 5.43** Rekapitulasi Biaya Material Geoteknik pada Variasi Timbunan STA 414+525

Variasi Timbunan	Biaya Material Timbunan	Biaya Material PVD	Biaya Material Geotextile	Total Biaya PHD
Timbunan Tanah Sirtu	Rp14.922.116.023	Rp425.305.499	Rp4.671.855.000	Rp274.914.000
Timbunan 25% Mortar Busa 75% Sirtu	Rp20.955.229.231	Rp422.613.576	Rp3.038.682.000	Rp273.159.000
Timbunan 50% Mortar Busa 50% Sirtu	Rp29.015.304.610	Rp419.440.985	Rp916.980.000	Rp271.134.000
Timbunan 75% Mortar Busa 25% Sirtu	Rp40.119.263.731	Rp416.119.047	Rp0	Rp269.001.000

Variasi Timbunan	Total Biaya
Timbunan Tanah Sirtu	Rp20.294.190.523
Timbunan 25% Mortar Busa 75% Sirtu	Rp24.689.683.807
Timbunan 50% Mortar Busa 50% Sirtu	Rp30.622.859.595
Timbunan 75% Mortar Busa 25% Sirtu	Rp40.804.383.777

(Sumber: Hasil Analisa)

**Tabel 5.44** Rekapitulasi Biaya Material Geoteknik pada Variasi Timbunan STA 414+525 Menggunakan *Vacuum Preloading*

Variasi Timbunan	Biaya Material Timbunan	Biaya Material PVD	Biaya Material Geotextile	Total Biaya PHD	Biaya Pompa Vacuum
Timbunan Tanah Sirtu	Rp14.922.116.023	Rp425.305.499	Rp4.671.855.000	Rp274.914.000	Rp126.432.000
Timbunan 25% Mortar Busa 75% Sirtu	Rp20.955.229.231	Rp422.613.576	Rp3.038.682.000	Rp273.159.000	Rp124.632.000
Timbunan 50% Mortar Busa 50% Sirtu	Rp29.015.304.610	Rp419.440.985	Rp916.980.000	Rp271.134.000	Rp122.832.000
Timbunan 75% Mortar Busa 25% Sirtu	Rp40.119.263.731	Rp416.119.047	Rp0	Rp269.001.000	Rp121.032.000

Variasi Timbunan	Biaya Material Timbunan
Timbunan Tanah Sirtu	Rp20.420.622.523
Timbunan 25% Mortar Busa 75% Sirtu	Rp24.814.315.807
Timbunan 50% Mortar Busa 50% Sirtu	Rp30.745.691.595
Timbunan 75% Mortar Busa 25% Sirtu	Rp40.925.415.777

(Sumber: Hasil Analisa)

perhitungan biaya material tanah sirtu, material mortar busa, prefabricated vertical drain (PVD), *geotextile* dan *vacuum preloading* untuk STA 424+576 dapat dilihat pada **Tabel 5.45** dibawah ini.

**Tabel 5.45** Rekapitulasi Biaya Material Geoteknik pada Variasi Timbunan STA 424+576

Variasi Timbunan	Biaya Material Timbunan	Biaya Material PVD	Biaya Material Geotextile	Biaya Material PVD
Timbunan Tanah Sirtu	Rp5.952.630.436	Rp520.825.584	Rp0	Rp338.688.000
Timbunan 25% Mortar Busa 75% Sirtu	Rp9.281.278.259	Rp514.809.024	Rp0	Rp334.827.000
Timbunan 50% Mortar Busa 50% Sirtu	Rp12.747.419.227	Rp507.630.624	Rp0	Rp330.210.000
Timbunan 75% Mortar Busa 25% Sirtu	Rp16.224.391.113	Rp499.814.112	Rp0	Rp325.188.000

Variasi Timbunan	Total Biaya
Timbunan Tanah Sirtu	Rp6.812.144.020
Timbunan 25% Mortar Busa 75% Sirtu	Rp10.130.914.283
Timbunan 50% Mortar Busa 50% Sirtu	Rp13.585.259.851
Timbunan 75% Mortar Busa 25% Sirtu	Rp17.049.393.225

(Sumber: Hasil Analisa)

Dari **Tabel 5.41**, **Tabel 5.42** dan **Tabel 5.43** didapatkan biaya total paling kecil pada timbunan menggunakan material Tanah Sirtu, Contohnya pada STA 414+525 variasi timbunan tanah sirtu sebesar Rp14.922.116.023,00 , tetapi kebutuhan geotextile sebesar Rp4.671.855.000,00 dan PVD sebesar Rp425.305.499,00 membutuhkan biaya paling besar dari Variasi timbunan yang lain. Biaya tambahan untuk mempercepat waktu dengan vacuum preloading pada variasi tanah sirtu sebesar Rp126.432.000,00.

## BAB VI

### PENUTUP

#### 6.1 Kesimpulan

Dalam perencanaan yang dilakukan dalam Tugas Akhir ini, didapatkan beberapa kesimpulan antara lain :

Berdasarkan hasil studi perbandingan yang telah dilakukan antara perencanaan variasi timbunan dengan material tanah sirtu dan material mortar busa, dapat diketahui bahwa :

1. Dengan perhitungan *preloading* akibat beban  $q$ , didapatkan timbunan dengan variasi mortar busa memiliki nilai  $H_{initial}$  lebih kecil daripada timbunan tanah sirtu dengan nilai  $H_{final}$  sama.

STA	Variasi Timbunan	$H_{initial}$	$H_{final}$
		(m)	(m)
STA 414+525	Timbunan Tanah Sirtu	13,46	11,50
	Timbunan 25% Mortar Busa 75% Sirtu	13,32	
	Timbunan 50% Mortar Busa 50% Sirtu	13,14	
	Timbunan 75% Mortar Busa 25% Sirtu	12,96	
STA 424+576	Timbunan Tanah Sirtu	4,18	3,10
	Timbunan 25% Mortar Busa 75% Sirtu	4,05	
	Timbunan 50% Mortar Busa 50% Sirtu	3,90	
	Timbunan 75% Mortar Busa 25% Sirtu	3,74	

2. Timbunan mortar busa memiliki berat jenis yang lebih ringan daripada timbunan tanah sirtu, dari hasil perhitungan nilai pemampatan ( $Sc$ ) pada timbunan mortar busa lebih kecil daripada timbunan tanah sirtu.

STA	Variasi Timbunan	$Sc$
		(m)
STA 414+525	Timbunan Tanah Sirtu	1,74
	Timbunan 25% Mortar Busa 75% Sirtu	1,60
	Timbunan 50% Mortar Busa 50% Sirtu	1,42
	Timbunan 75% Mortar Busa 25% Sirtu	1,24
STA 424+576	Timbunan Tanah Sirtu	0,86
	Timbunan 25% Mortar Busa 75% Sirtu	0,73
	Timbunan 50% Mortar Busa 50% Sirtu	0,58
	Timbunan 75% Mortar Busa 25% Sirtu	0,42

3. Timbunan mortar busa cenderung memiliki stabilitas yang lebih tinggi karena memiliki nilai *Safety Factor* (SF) yang lebih tinggi dari timbunan tanah sirtu. Kebutuhan perkuatan tanah dengan geotextile membutuhkan jumlah lebih sedikit dan lama waktu untuk pelaksanaan penimbunan dengan penggunaan PVD maupun vacuum preloading lebih cepat daripada timbunan tanah sirtu.

Variasi Timbunan	H <sub>final</sub>	SF
STA 414+525	(m)	
Timbunan Tanah Sirtu	11,5	1,019
Timbunan 25% Mortar Busa 75% Sirtu	11,5	1,066
Timbunan 50% Mortar Busa 50% Sirtu	11,5	1,143
Timbunan 75% Mortar Busa 25% Sirtu	11,5	1,383
STA 424+576		
Timbunan Tanah Sirtu	3,1	1,783
Timbunan 25% Mortar Busa 75% Sirtu	3,1	1,924
Timbunan 50% Mortar Busa 50% Sirtu	3,1	2,292
Timbunan 75% Mortar Busa 25% Sirtu	3,1	2,782

4. Berdasarkan perhitungan waktu dan biaya material geoteknik yang telah dilakukan antara variasi timbunan dengan material tanah sirtu dan material mortar busa, dapat diketahui bahwa :
- Timbunan dengan material mortar busa memiliki harga material jauh lebih mahal daripada tanah sirtu.
  - Biaya akan perkuatan timbunan dengan variasi material mortar busa memerlukan *geotextile* lebih kecil dan cenderung tidak memerlukan perkuatan karena nilai SF lebih tinggi dari SF<sub>rencana</sub>
  - Timbunan dengan variasi mortar busa memiliki waktu penimbunan yang lebih cepat daripada hanya menggunakan timbunan tanah sirtu karena memiliki h<sub>initial</sub> dan nilai Sc yang lebih kecil.

- d. Penggunaan vacuum preloading mempercepat pemampatan yang terjadi sekitar 4-7 minggu pada variasi timbunan STA 414+525 tetapi ada biaya tambahan untuk pompa vacuum dan biaya operasional.

Dari hasil analisa yang sudah dilakukan timbunan tanah sirtu menjadi alternatif yang paling ekonomis dan variasi timbunan 75% mortar busa 25% tanah sirtu menjadi alternatif timbunan dengan stabilitas yang paling tinggi, apabila mempertimbangkan biaya dan stabilitas dapat menggunakan alternatif 25% mortar busa 75% tanah sirtu.

## **6.2 Saran**

Setelah dilakukan analisis dan perhitungan, penulis dapat memberikan beberapa saran yaitu sebagai berikut :

1. Jika ingin melakukan perencanaan timbunan jalan tol dengan memakai material ringan mortar busa, sebaiknya perlu diperhatikan faktor dana yang dimiliki karena walaupun timbunan dengan material mortar busa lebih stabil, harga materialnya jauh lebih mahal daripada material tanah sirtu.
2. Sebaiknya pemilihan perencanaan timbunan jalan tol dengan memakai material ringan mortar busa digunakan apabila di lokasi proyek sulit untuk mendatangkan material sirtu maka dapat di alternatifkan menggunakan material mortar busa.
3. Alangkah baiknya perlu dilakukan studi lebih lanjut mengenai optimasi harga serta penggunaan material mortar busa di berbagai jenis proyek dan lokasi.

*\*Halaman ini sengaja dikosongkan ...\**



## DAFTAR PUSTAKA

- Das, Braja M. 1988. **Mekanika Tanah : Prinsip-Prinsip Rekayasa Geoteknis**. Diterjemahkan oleh Noor Endah dan Indrasurya B.M. Surabaya : Erlangga
- Endah, Noor. 2012. **Modul Ajar Metode Perbaikan Tanah**. Surabaya : Jurusan Teknik Sipil FTSP ITS
- Hansbo, S. 1979. **Consolidation Of Clay By Band-Shaped Prefabricated Drains, Ground Engineering**, Vol.12. No. 5.PP .21-25
- Iqbal, Maulana. 2012. **Kajian Penanganan Tanah Lunak Dengan Timbunan Jalan Mortar Busa**. Bandung : Penerbit Informatika
- Mochtar, Indrasurya B. 2000. **Teknologi Perbaikan Tanah dan Alternatif Perencanaan pada Tanah Bermasalah (*Problematic Soils*)**. Surabaya : Jurusan Teknik Sipil FTSP ITS



DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL  
FTSLK - ITS

TUGAS AKHIR  
(RC14-1501)

"ALTERNATIF PERENCANAAN  
TIMBUNAN JALAN DENGAN  
MATERIAL SIRTU DAN MATERIAL  
RINGAN MORTAR BUSA PADA  
JALAN TOL BATANG-SEMARANG  
SEKSI III WELERI-KENDAL STA  
414+525 - STA 424+576"

NAMA GAMBAR

VARIASI TIMBUNAN DENGAN  
MATERIAL TANAH SIRTU DAN  
MORTAR BUSA PADA STA  
414+525

SKALA GAMBAR

1 : 500

NO GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
1	16

DOSEN PEMBIMBING I

Dr. Yudhi Lastiasih, ST.  
MT

DOSEN PEMBIMBING II

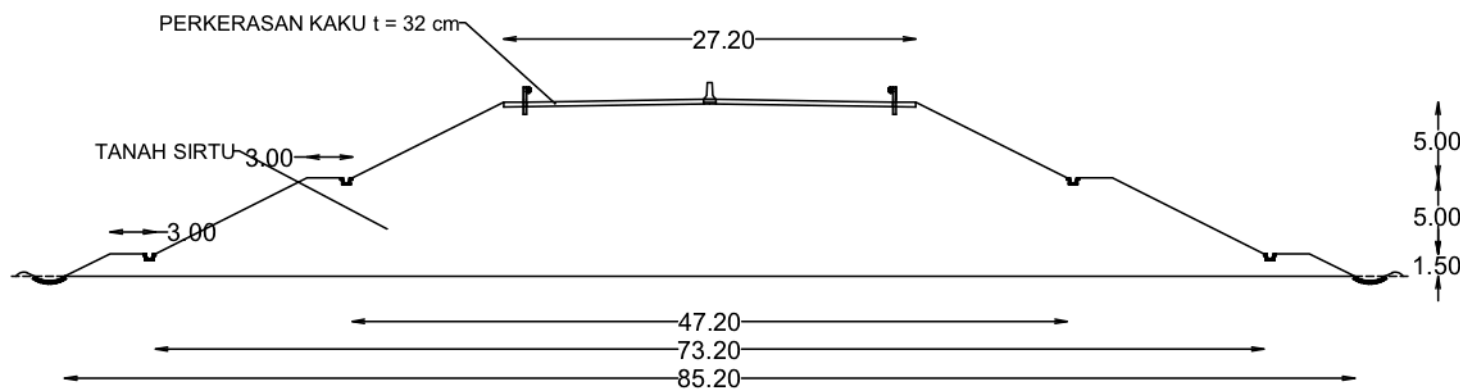
Prof. Ir. Indrasurya B.  
Mochtar, Msc. PhD

NAMA MAHASISWA

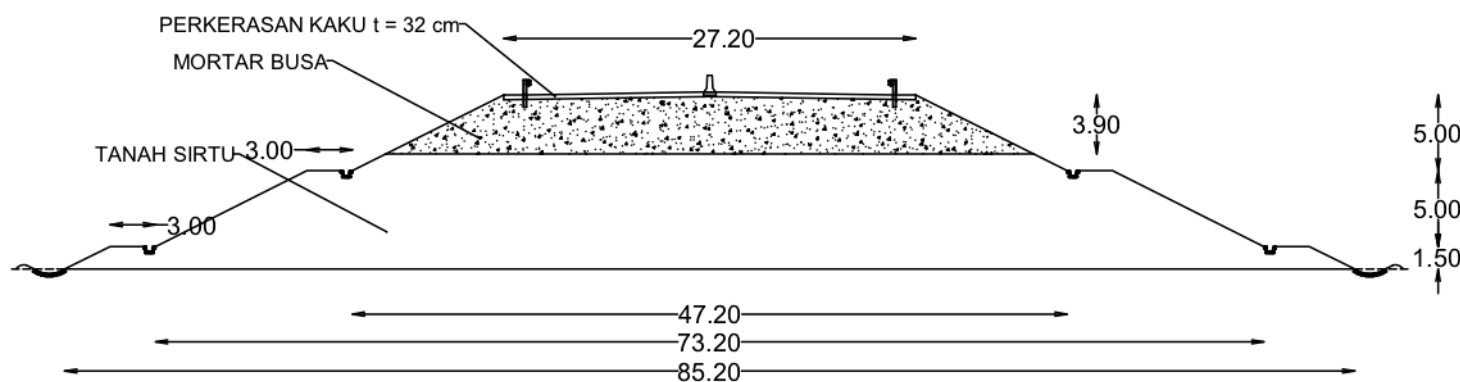
Moch. Alfian Putra Adi

NRP MAHASISWA

03111440000 141



TIMBUNAN TANAH SIRTU  
1 : 500



TIMBUNAN 25% MORTAR BUSA 75% TANAH SIRTU  
1 : 500



DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL  
FTSLK - ITS

TUGAS AKHIR  
(RC14-1501)

"ALTERNATIF PERENCANAAN  
TIMBUNAN JALAN DENGAN  
MATERIAL SIRTU DAN MATERIAL  
RINGAN MORTAR BUSA PADA  
JALAN TOL BATANG-SEMARANG  
SEKSI III WELERI-KENDAL STA  
414+525 - STA 424+576"

NAMA GAMBAR

VARIASI TIMBUNAN DENGAN  
MATERIAL TANAH SIRTU DAN  
MORTAR BUSA PADA STA  
414+525

SKALA GAMBAR

1 : 500

NO GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
--------------	------------------

2	16
---	----

DOSEN PEMBIMBING I

Dr. Yudhi Lastiasih, ST.  
MT

DOSEN PEMBIMBING II

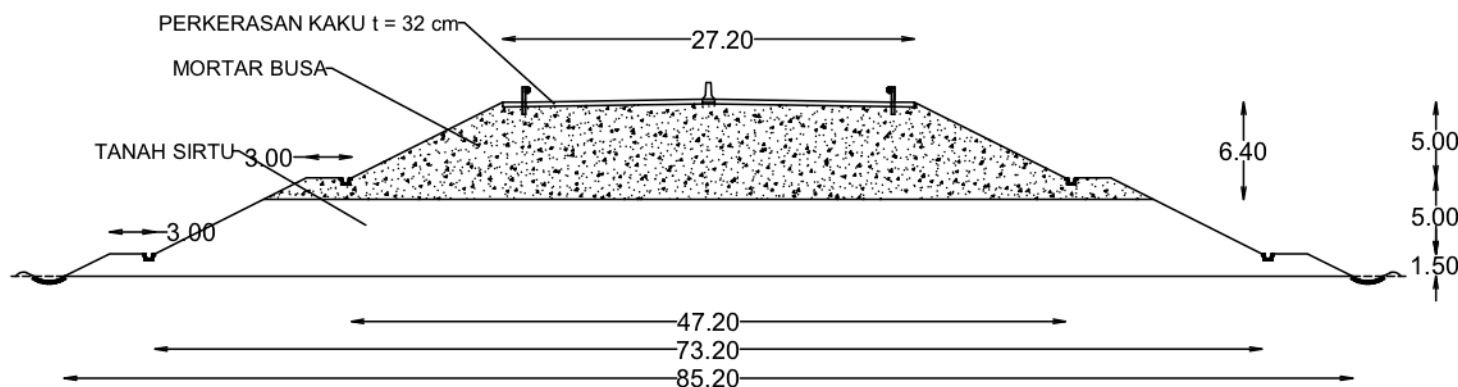
Prof. Ir. Indrasurya B.  
Mochtar, Msc. PhD

NAMA MAHASISWA

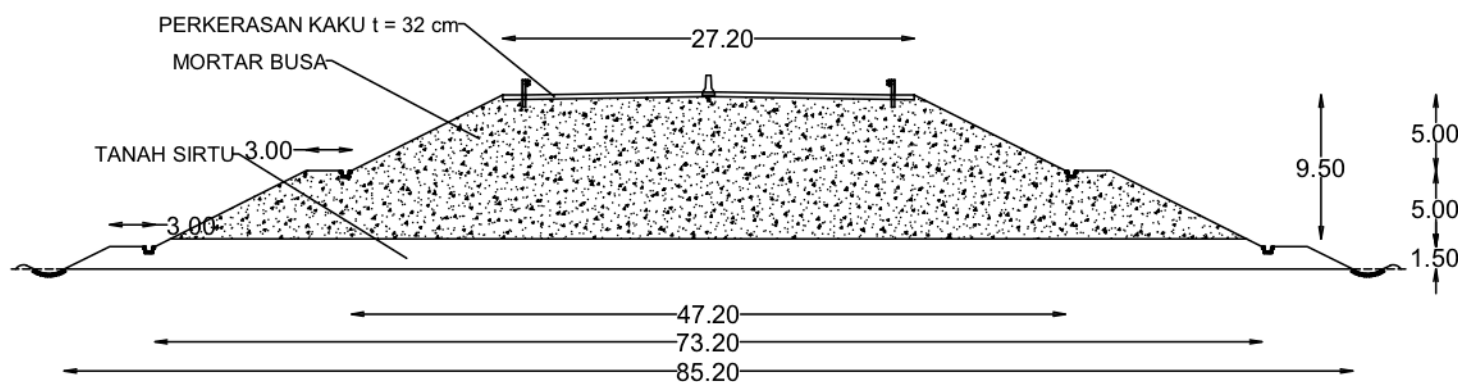
Moch. Alfian Putra Adi

NRP MAHASISWA

03111440000 141



⊙ TIMBUNAN 50% MORTAR BUSA 50% TANAH SIRTU  
1 : 500



⊙ TIMBUNAN 75% MORTAR BUSA 25% TANAH SIRTU  
1 : 500



DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL  
FTSLK - ITS

TUGAS AKHIR  
(RC14-1501)

"ALTERNATIF PERENCANAAN  
TIMBUNAN JALAN DENGAN  
MATERIAL SIRTU DAN MATERIAL  
RINGAN MORTAR BUSA PADA  
JALAN TOL BATANG-SEMARANG  
SEKSI III WELERI-KENDAL STA  
414+525 - STA 424+576"

NAMA GAMBAR

VARIASI TIMBUNAN DENGAN  
MATERIAL TANAH SIRTU DAN  
MORTAR BUSA PADA STA  
424+576

SKALA GAMBAR

1 : 250

NO GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
--------------	------------------

3	16
---	----

DOSEN PEMBIMBING I

Dr. Yudhi Lastiasih, ST.  
MT

DOSEN PEMBIMBING II

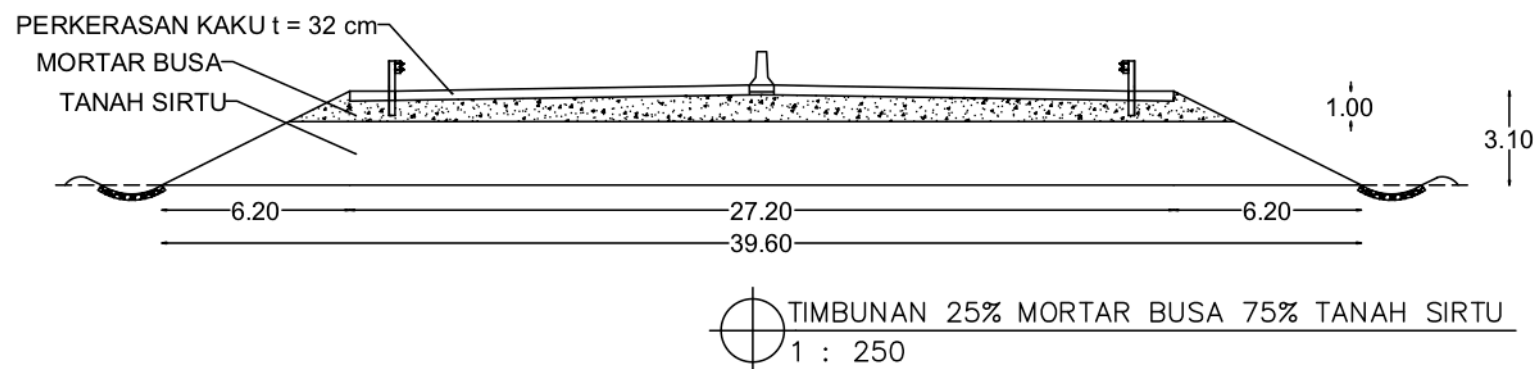
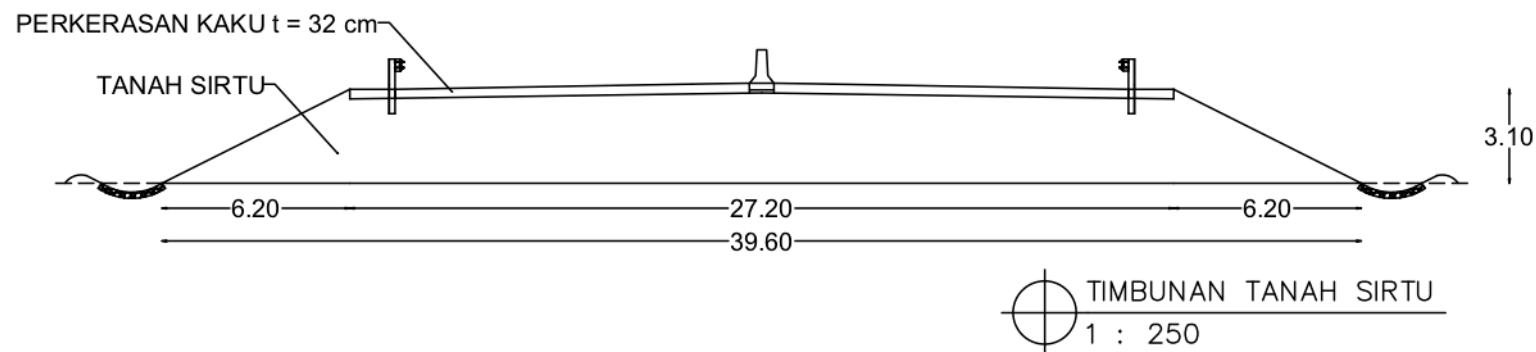
Prof. Ir. Indrasurya B.  
Mochtar, Msc. PhD

NAMA MAHASISWA

Moch. Alfian Putra Adi

NRP MAHASISWA

03111440000 141





DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL  
FTSLK – ITS

TUGAS AKHIR  
(RC14-1501)

"ALTERNATIF PERENCANAAN  
TIMBUNAN JALAN DENGAN  
MATERIAL SIRTU DAN MATERIAL  
RINGAN MORTAR BUSA PADA  
JALAN TOL BATANG-SEMARANG  
SEKSI III WELERI-KENDAL STA  
414+525 – STA 424+576"

NAMA GAMBAR

VARIASI TIMBUNAN DENGAN  
MATERIAL TANAH SIRTU DAN  
MORTAR BUSA PADA STA  
424+576

SKALA GAMBAR

1 : 250

NO GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
--------------	------------------

4	16
---	----

DOSEN PEMBIMBING I

Dr. Yudhi Lastiasih, ST.  
MT

DOSEN PEMBIMBING II

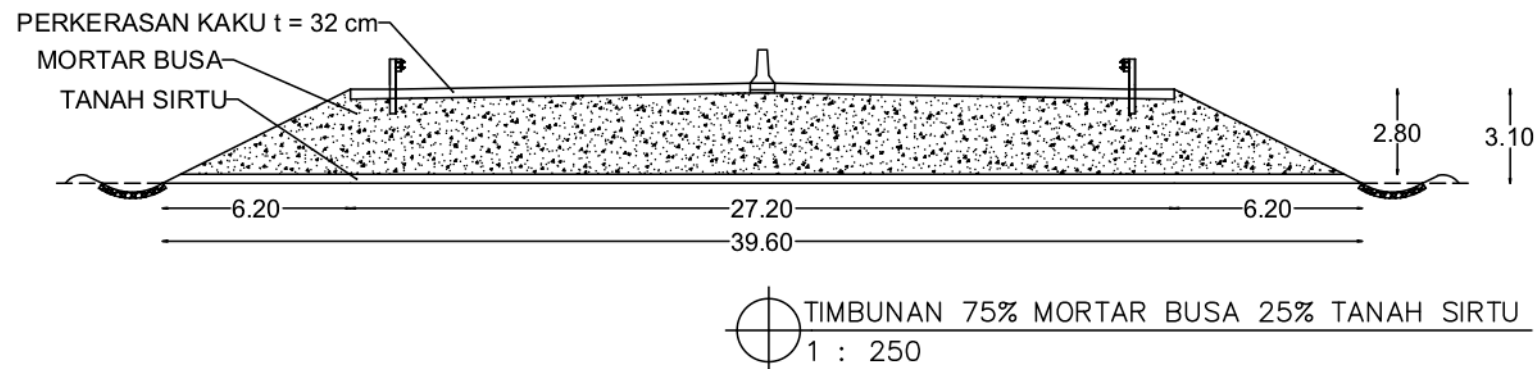
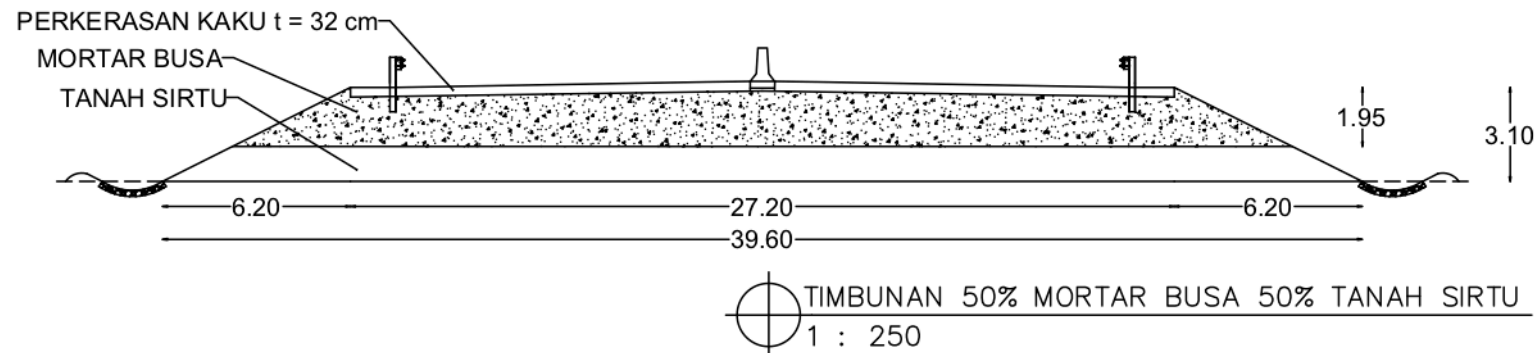
Prof. Ir. Indrasurya B.  
Mochtar, Msc. PhD

NAMA MAHASISWA

Moch. Alfian Putra Adi

NRP MAHASISWA

03111440000 141





DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL  
FTSLK – ITS

TUGAS AKHIR  
(RC14–1501)

"ALTERNATIF PERENCANAAN  
TIMBUNAN JALAN DENGAN  
MATERIAL SIRTU DAN MATERIAL  
RINGAN MORTAR BUSA PADA  
JALAN TOL BATANG–SEMARANG  
SEKSI III WELERI–KENDAL STA  
414+525 – STA 424+576"

NAMA GAMBAR

PERENCANAAN PVD  
POLA SEGITIGA  
JARAK 0,8M

SKALA GAMBAR

1 : 20

NO GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
5	16

DOSEN PEMBIMBING I

Dr. Yudhi Lastiasih, ST.  
MT

DOSEN PEMBIMBING II

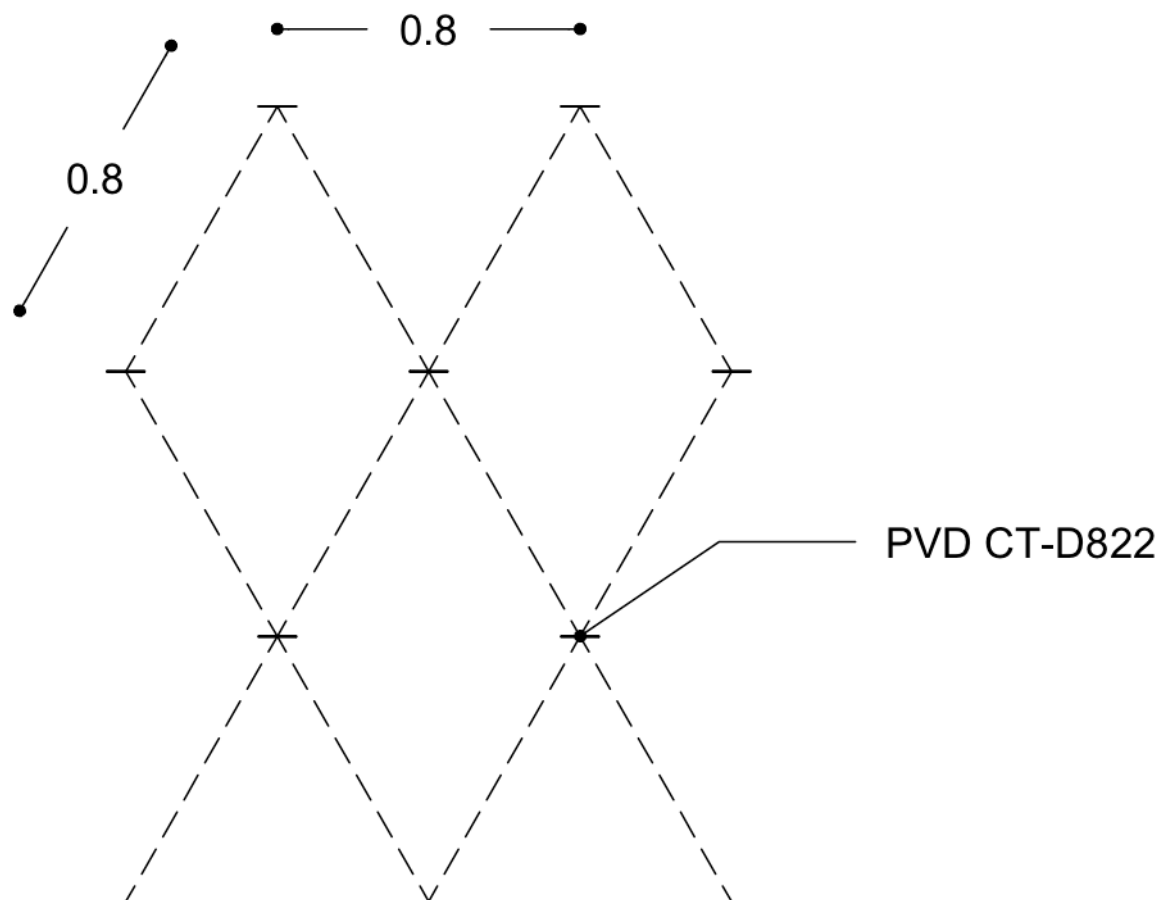
Prof. Ir. Indrasurya B.  
Mochtar, Msc. PhD

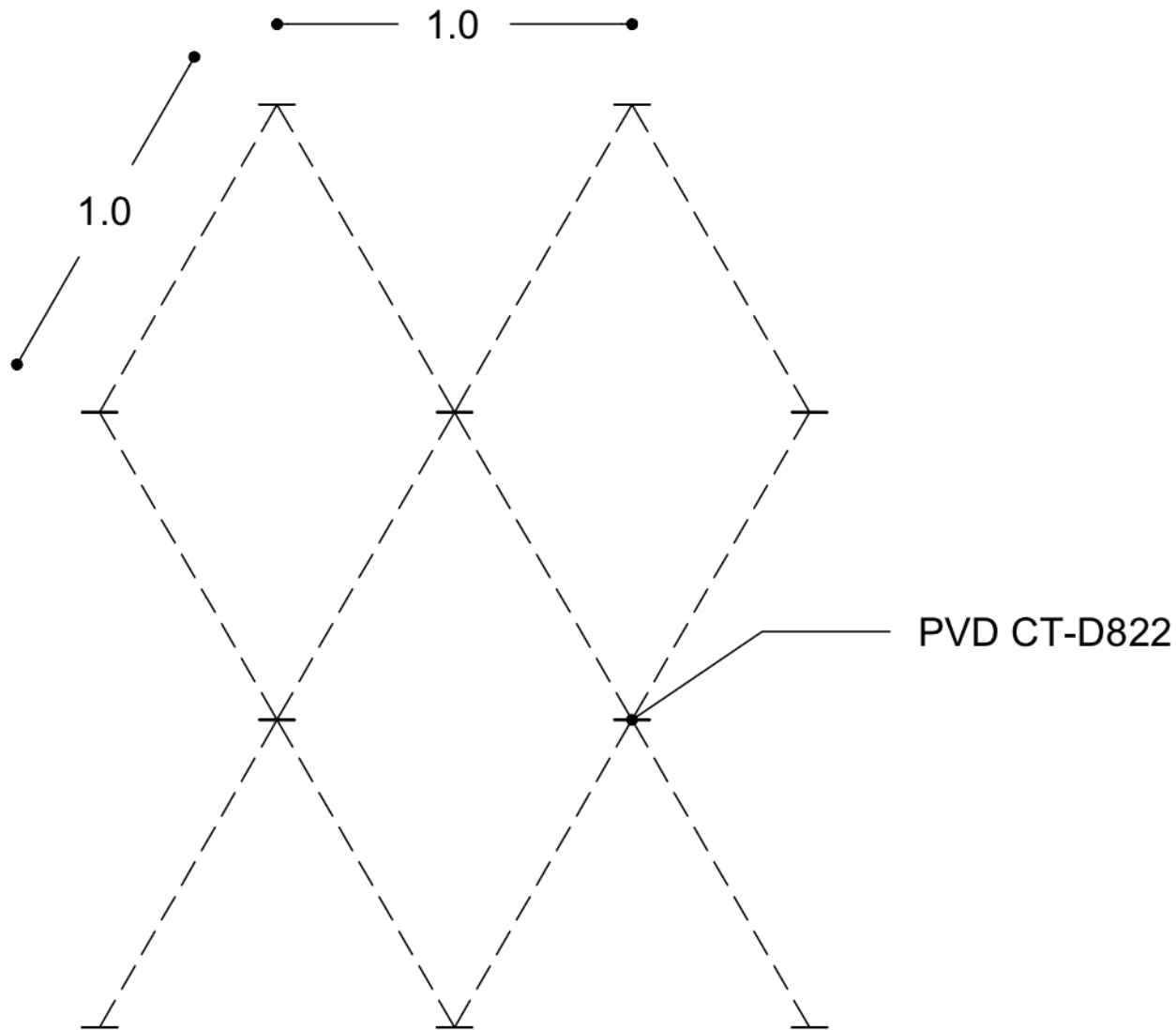
NAMA MAHASISWA

Moch. Alfian Putra Adi

NRP MAHASISWA

03111440000 141





DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL  
FTSLK – ITS

TUGAS AKHIR  
(RC14–1501)

"ALTERNATIF PERENCANAAN  
TIMBUNAN JALAN DENGAN  
MATERIAL SIRTU DAN MATERIAL  
RINGAN MORTAR BUSA PADA  
JALAN TOL BATANG–SEMARANG  
SEKSI III WELERI–KENDAL STA  
414+525 – STA 424+576"

NAMA GAMBAR

PERENCANAAN PVD  
POLA SEGITIGA  
JARAK 1M

SKALA GAMBAR

1 : 20

NO  
GAMBAR

JUMLAH  
GAMBAR

6

16

DOSEN PEMBIMBING I

Dr. Yudhi Lastiasih, ST.  
MT

DOSEN PEMBIMBING II

Prof. Ir. Indrasurya B.  
Mochtar, Msc. PhD

NAMA MAHASISWA

Moch. Alfian Putra Adi

NRP MAHASISWA

03111440000 141



DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL  
FTSLK – ITS

TUGAS AKHIR  
(RC14–1501)

"ALTERNATIF PERENCANAAN  
TIMBUNAN JALAN DENGAN  
MATERIAL SIRTU DAN MATERIAL  
RINGAN MORTAR BUSA PADA  
JALAN TOL BATANG–SEMARANG  
SEKSI III WELERI–KENDAL STA  
414+525 – STA 424+576"

NAMA GAMBAR

POTONGAN MEMANJANG  
PEMASANGAN PVD PADA  
STA 414+525 – STA  
414+576

SKALA GAMBAR

1 : 600

NO GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
7	16

DOSEN PEMBIMBING I

Dr. Yudhi Lastiasih, ST.  
MT

DOSEN PEMBIMBING II

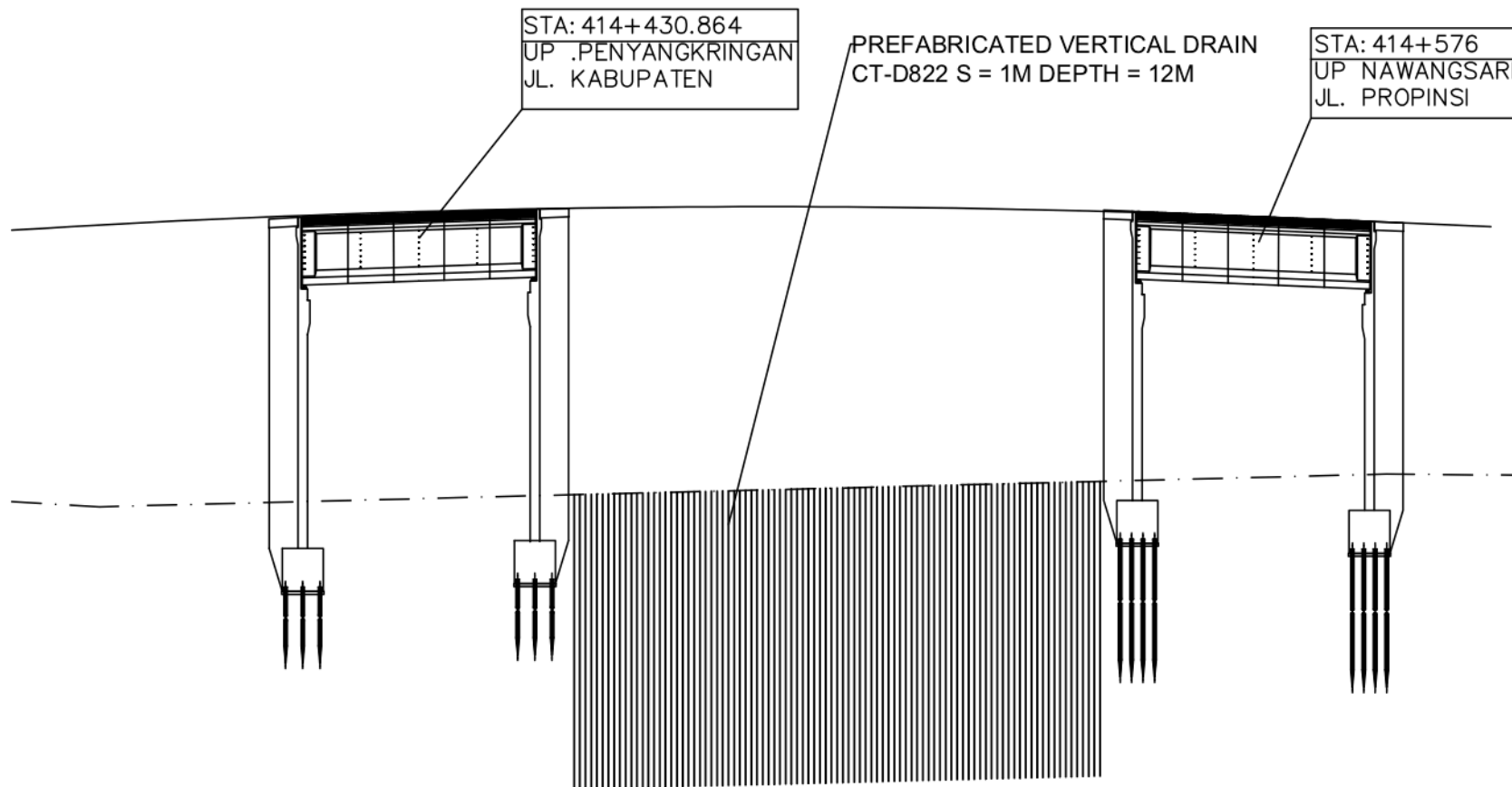
Prof. Ir. Indrasurya B.  
Mochtar, Msc. PhD

NAMA MAHASISWA

Moch. Alfian Putra Adi

NRP MAHASISWA

03111440000 141







DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL  
FTSLK – ITS

TUGAS AKHIR  
(RC14–1501)

"ALTERNATIF PERENCANAAN  
TIMBUNAN JALAN DENGAN  
MATERIAL SIRTU DAN MATERIAL  
RINGAN MORTAR BUSA PADA  
JALAN TOL BATANG–SEMARANG  
SEKSI III WELERI–KENDAL STA  
414+525 – STA 424+576"

NAMA GAMBAR

POTONGAN MEMANJANG  
PEMASANGAN PVD PADA  
STA 424+290 – STA  
424+576

SKALA GAMBAR

1 : 600

NO GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
--------------	------------------

8	16
---	----

DOSEN PEMBIMBING I

Dr. Yudhi Lastiasih, ST.  
MT

DOSEN PEMBIMBING II

Prof. Ir. Indrasurya B.  
Mochtar, Msc. PhD

NAMA MAHASISWA

Moch. Alfian Putra Adi

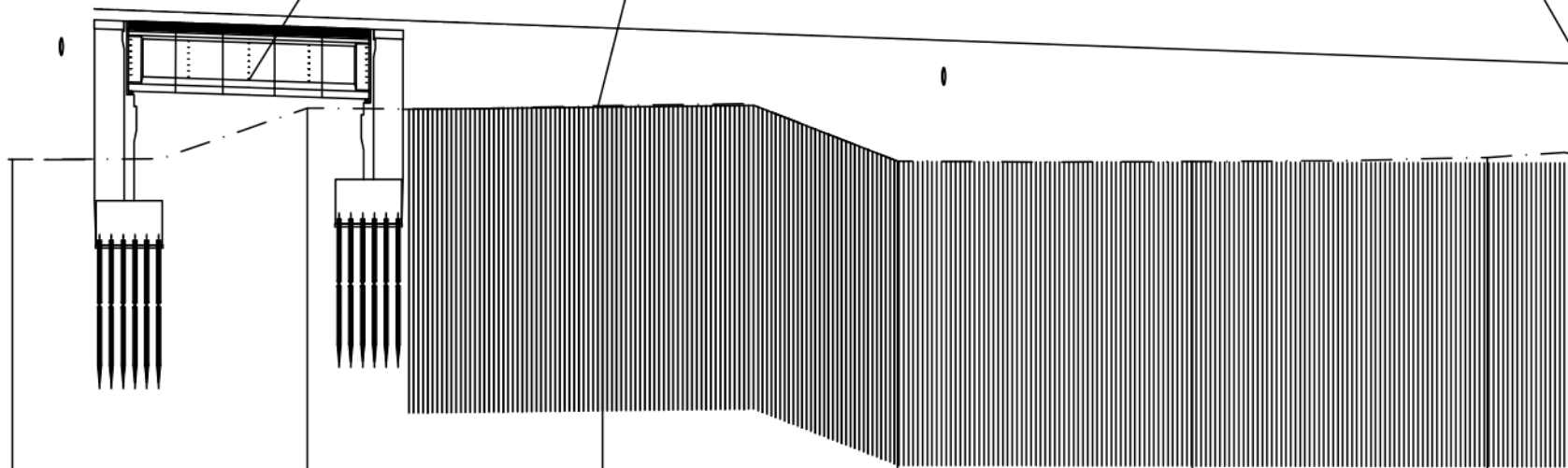
NRP MAHASISWA

03111440000 141

PREFABRICATED VERTICAL DRAIN  
CT-D822 S = 0,8M DEPTH = 12M

STA: 424+576.433  
OP SIMPANG SUSUN  
KENDAL

STA: 424+290.060  
UB SUNGAI 06





DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL  
FTSLK – ITS

TUGAS AKHIR  
(RC14–1501)

"ALTERNATIF PERENCANAAN  
TIMBUNAN JALAN DENGAN  
MATERIAL SIRTU DAN MATERIAL  
RINGAN MORTAR BUSA PADA  
JALAN TOL BATANG–SEMARANG  
SEKSI III WELERI–KENDAL STA  
414+525 – STA 424+576"

NAMA GAMBAR

PERENCAAN PERKUATAN  
VARIASI TIMBUNAN TANAH  
SIRTU STA 414+525

SKALA GAMBAR

1 : 600

NO GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
--------------	------------------

9	16
---	----

DOSEN PEMBIMBING I

Dr. Yudhi Lastiasih, ST.  
MT

DOSEN PEMBIMBING II

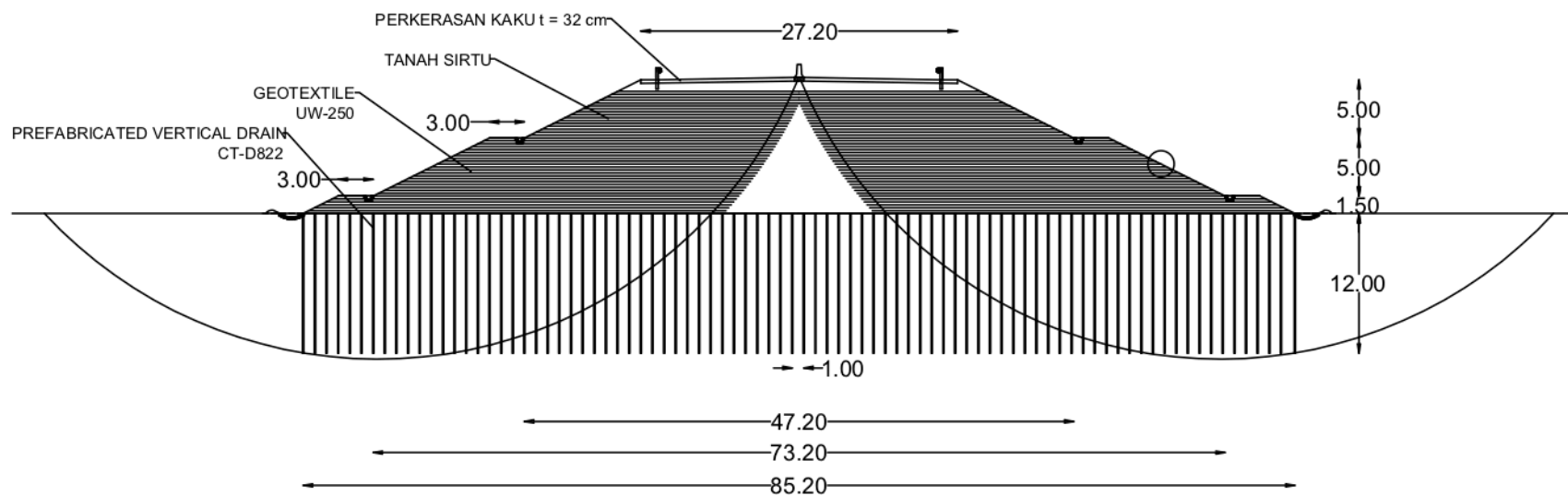
Prof. Ir. Indrasurya B.  
Mochtar, Msc. PhD

NAMA MAHASISWA

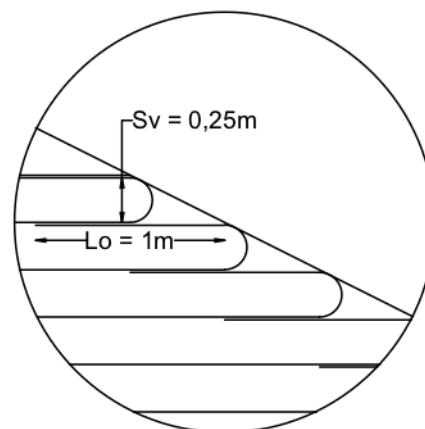
Moch. Alfian Putra Adi

NRP MAHASISWA

03111440000 141



TIMBUNAN TANAH SIRTU  
1 : 600



DETAIL PERKUATAN GEOTEXTILE



DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL  
FTSLK - ITS

TUGAS AKHIR  
(RC14-1501)

"ALTERNATIF PERENCANAAN  
TIMBUNAN JALAN DENGAN  
MATERIAL SIRTU DAN MATERIAL  
RINGAN MORTAR BUSA PADA  
JALAN TOL BATANG-SEMARANG  
SEKSI III WELERI-KENDAL STA  
414+525 - STA 424+576"

NAMA GAMBAR

PERENCANAAN PERKUATAN  
VARIASI TIMBUNAN 25%  
MORTAR BUSA 75% TANAH  
SIRTU STA 414+525

SKALA GAMBAR

1 : 600

NO  
GAMBAR

JUMLAH  
GAMBAR

10

16

DOSEN PEMBIMBING I

Dr. Yudhi Lastiasih, ST.  
MT

DOSEN PEMBIMBING II

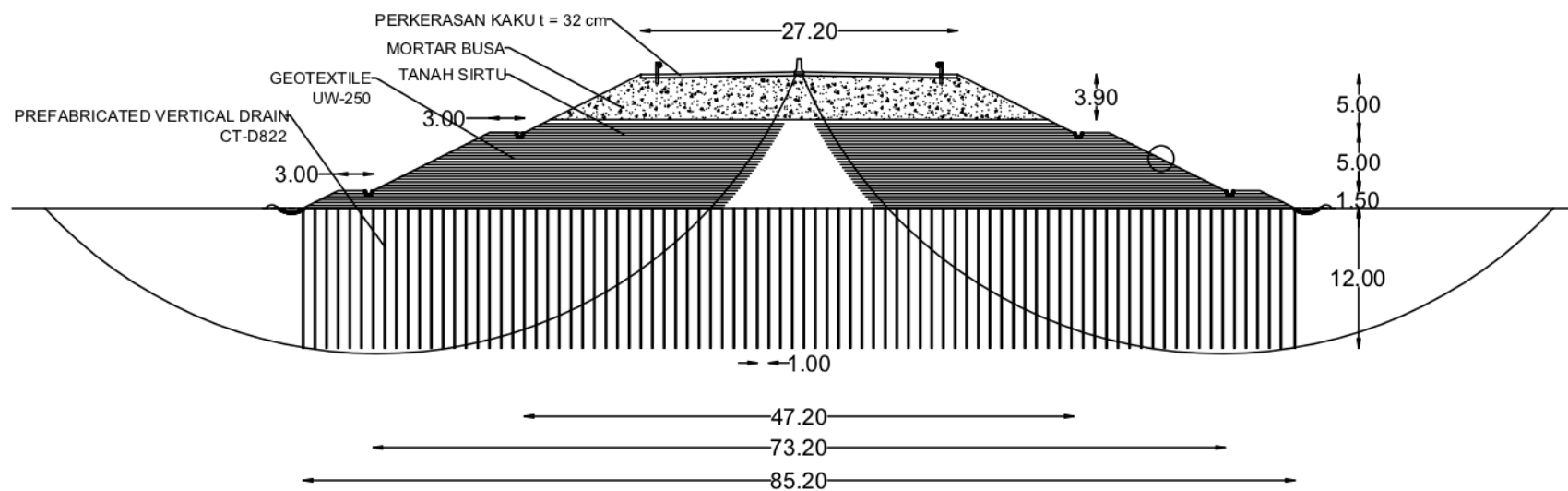
Prof. Ir. Indrasurya B.  
Mochtar, Msc. PhD

NAMA MAHASISWA

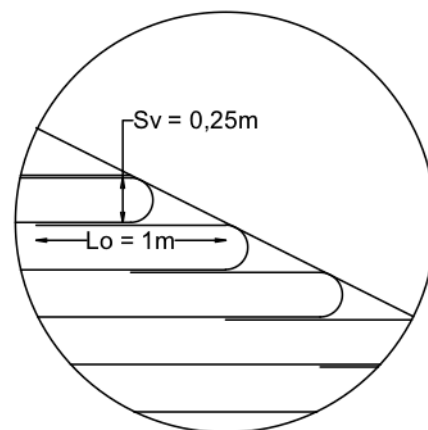
Moch. Alfian Putra Adi

NRP MAHASISWA

03111440000 141



⊕ TIMBUNAN 25% MORTAR BUSA 75% TANAH SIRTU  
1 : 500



DETAIL PERKUATAN GEOTEXTILE



DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL  
FTSLK – ITS

TUGAS AKHIR  
(RC14-1501)

"ALTERNATIF PERENCANAAN  
TIMBUNAN JALAN DENGAN  
MATERIAL SIRTU DAN MATERIAL  
RINGAN MORTAR BUSA PADA  
JALAN TOL BATANG-SEMARANG  
SEKSI III WELERI-KENDAL STA  
414+525 – STA 424+576"

NAMA GAMBAR

PERENCANAAN PERKUATAN  
VARIASI TIMBUNAN 50%  
MORTAR BUSA 50% TANAH  
SIRTU STA 414+525

SKALA GAMBAR

1 : 600

NO GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
11	16

DOSEN PEMBIMBING I

Dr. Yudhi Lastiasih, ST.  
MT

DOSEN PEMBIMBING II

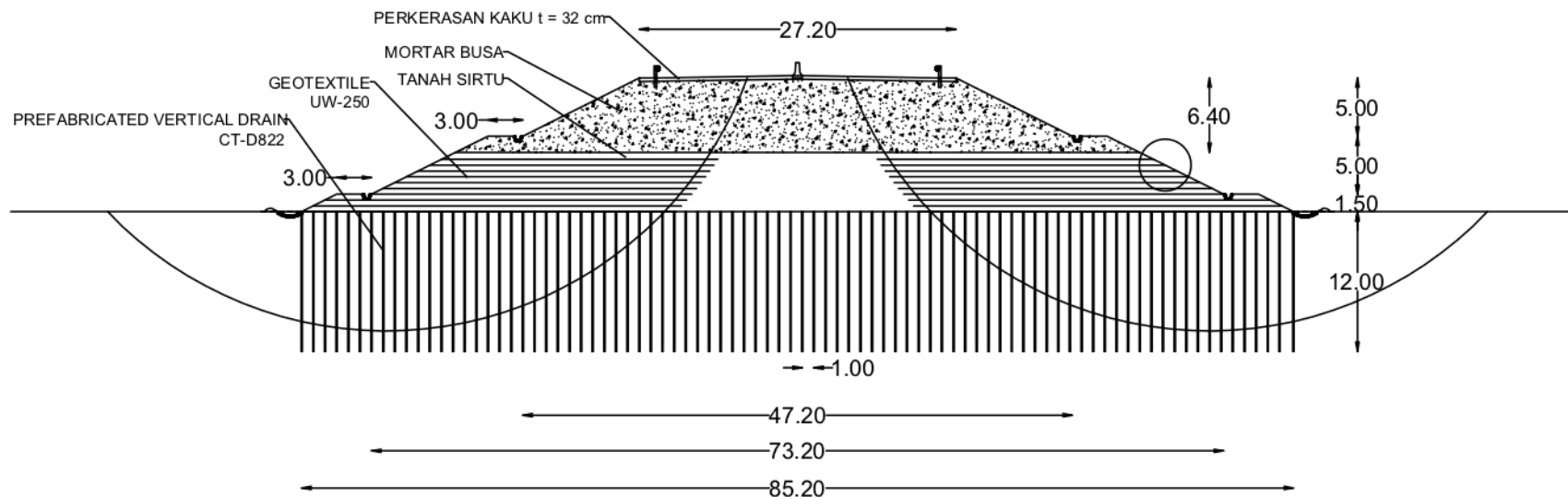
Prof. Ir. Indrasurya B.  
Mochtar, Msc. PhD

NAMA MAHASISWA

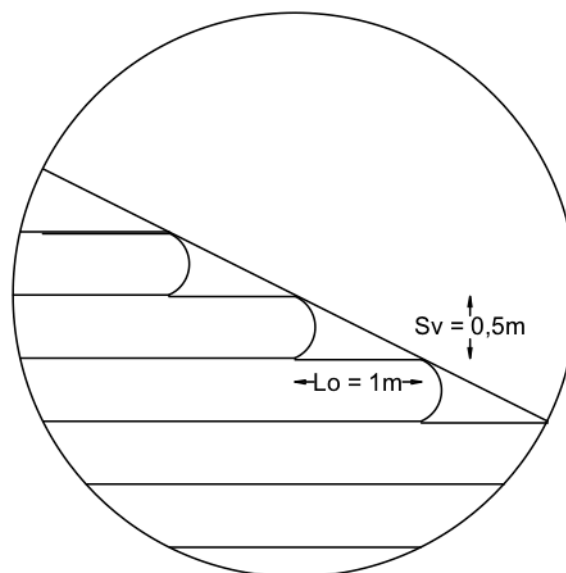
Moch. Alfian Putra Adi

NRP MAHASISWA

03111440000 141



⊕ TIMBUNAN 50% MORTAR BUSA 50% TANAH SIRTU  
1 : 500



DETAIL PERKUATAN GEOTEXTILE



DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL  
FTSLK - ITS

TUGAS AKHIR  
(RC14-1501)

"ALTERNATIF PERENCANAAN  
TIMBUNAN JALAN DENGAN  
MATERIAL SIRTU DAN MATERIAL  
RINGAN MORTAR BUSA PADA  
JALAN TOL BATANG-SEMARANG  
SEKSI III WELERI-KENDAL STA  
414+525 - STA 424+576"

NAMA GAMBAR

PERENCANAAN PERKUATAN  
VARIASI TIMBUNAN 25%  
MORTAR BUSA 75% TANAH  
SIRTU STA 414+525

SKALA GAMBAR

1 : 600

NO  
GAMBAR

JUMLAH  
GAMBAR

12

16

DOSEN PEMBIMBING I

Dr. Yudhi Lastiasih, ST.  
MT

DOSEN PEMBIMBING II

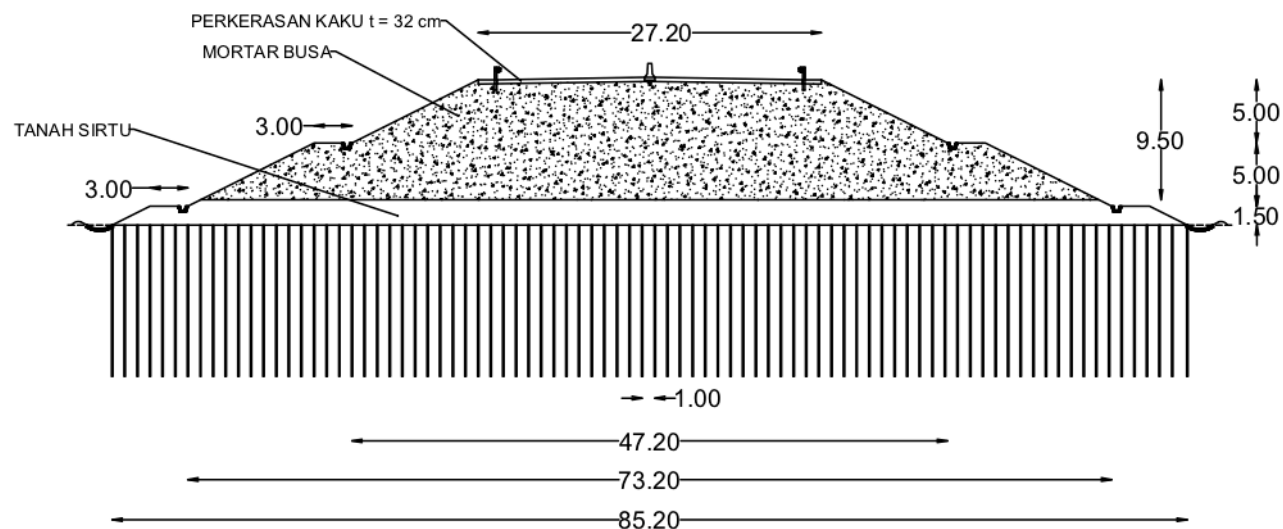
Prof. Ir. Indrasurya B.  
Mochtar, Msc. PhD

NAMA MAHASISWA

Moch. Alfian Putra Adi

NRP MAHASISWA

03111440000 141



⊕ TIMBUNAN 75% MORTAR BUSA 25% TANAH SIRTU  
1 : 600



DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL  
FTSLK - ITS

TUGAS AKHIR  
(RC14-1501)

"ALTERNATIF PERENCANAAN  
TIMBUNAN JALAN DENGAN  
MATERIAL SIRTU DAN MATERIAL  
RINGAN MORTAR BUSA PADA  
JALAN TOL BATANG-SEMARANG  
SEKSI III WELERI-KENDAL STA  
414+525 - STA 424+576"

NAMA GAMBAR

PERENCANAAN PERKUATAN  
VARIASI TIMBUNAN TANAH  
SIRTU STA 424+576

SKALA GAMBAR

1 : 250

NO  
GAMBAR

JUMLAH  
GAMBAR

13

16

DOSEN PEMBIMBING I

Dr. Yudhi Lastiasih, ST.  
MT

DOSEN PEMBIMBING II

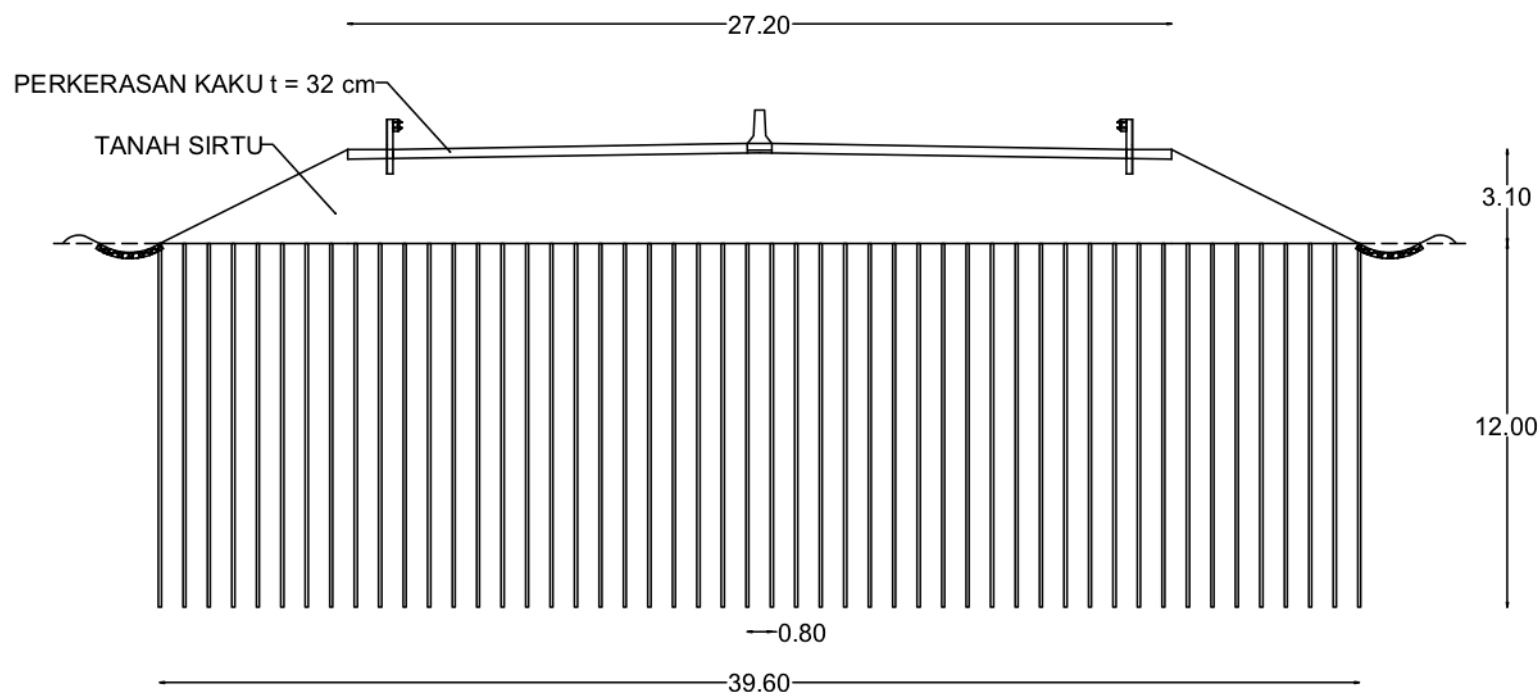
Prof. Ir. Indrasurya B.  
Mochtar, Msc. PhD


NAMA MAHASISWA

Moch. Alfian Putra Adi

NRP MAHASISWA

03111440000 141



 TIMBUNAN TANAH SIRTU  
1 : 250



DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL  
FTSLK – ITS

TUGAS AKHIR  
(RC14–1501)

"ALTERNATIF PERENCANAAN  
TIMBUNAN JALAN DENGAN  
MATERIAL SIRTU DAN MATERIAL  
RINGAN MORTAR BUSA PADA  
JALAN TOL BATANG–SEMARANG  
SEKSI III WELERI–KENDAL STA  
414+525 – STA 424+576"

NAMA GAMBAR

PERENCANAAN PERKUATAN  
VARIASI TIMBUNAN 25%  
MORTAR BUSA 75% TANAH  
SIRTU STA 424+576

SKALA GAMBAR

1 : 250

NO GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
14	16

DOSEN PEMBIMBING I

Dr. Yudhi Lastiasih, ST.  
MT

DOSEN PEMBIMBING II

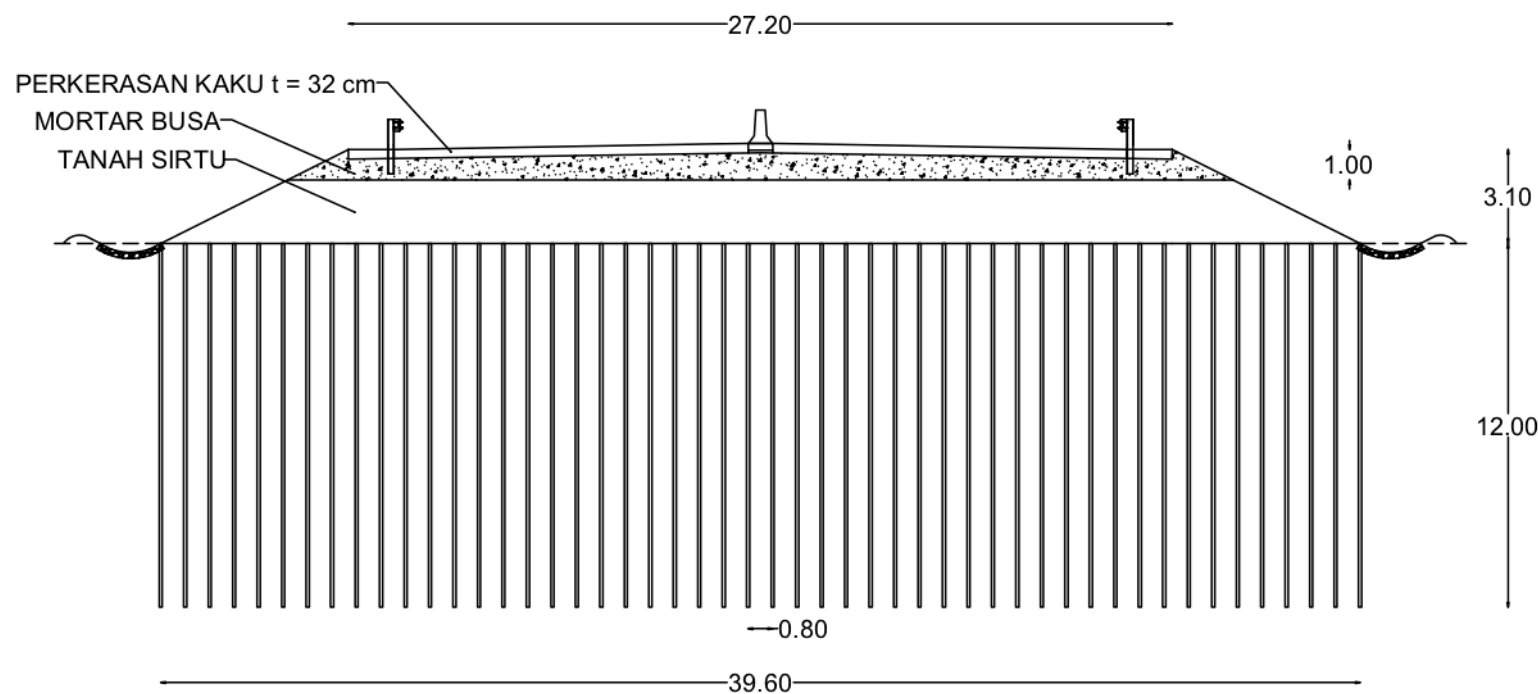
Prof. Ir. Indrasurya B.  
Mochtar, Msc. PhD

NAMA MAHASISWA

Moch. Alfian Putra Adi

NRP MAHASISWA

03111440000 141



 TIMBUNAN 25% MORTAR BUSA 75% TANAH SIRTU  
1 : 250



DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL  
FTSLK – ITS

TUGAS AKHIR  
(RC14–1501)

"ALTERNATIF PERENCANAAN  
TIMBUNAN JALAN DENGAN  
MATERIAL SIRTU DAN MATERIAL  
RINGAN MORTAR BUSA PADA  
JALAN TOL BATANG–SEMARANG  
SEKSI III WELERI–KENDAL STA  
414+525 – STA 424+576"

NAMA GAMBAR

PERENCANAAN PERKUATAN  
VARIASI TIMBUNAN 50%  
MORTAR BUSA 50% TANAH  
SIRTU STA 424+576

SKALA GAMBAR

1 : 250

NO  
GAMBAR

JUMLAH  
GAMBAR

15

16

DOSEN PEMBIMBING I

Dr. Yudhi Lastiasih, ST.  
MT

DOSEN PEMBIMBING II

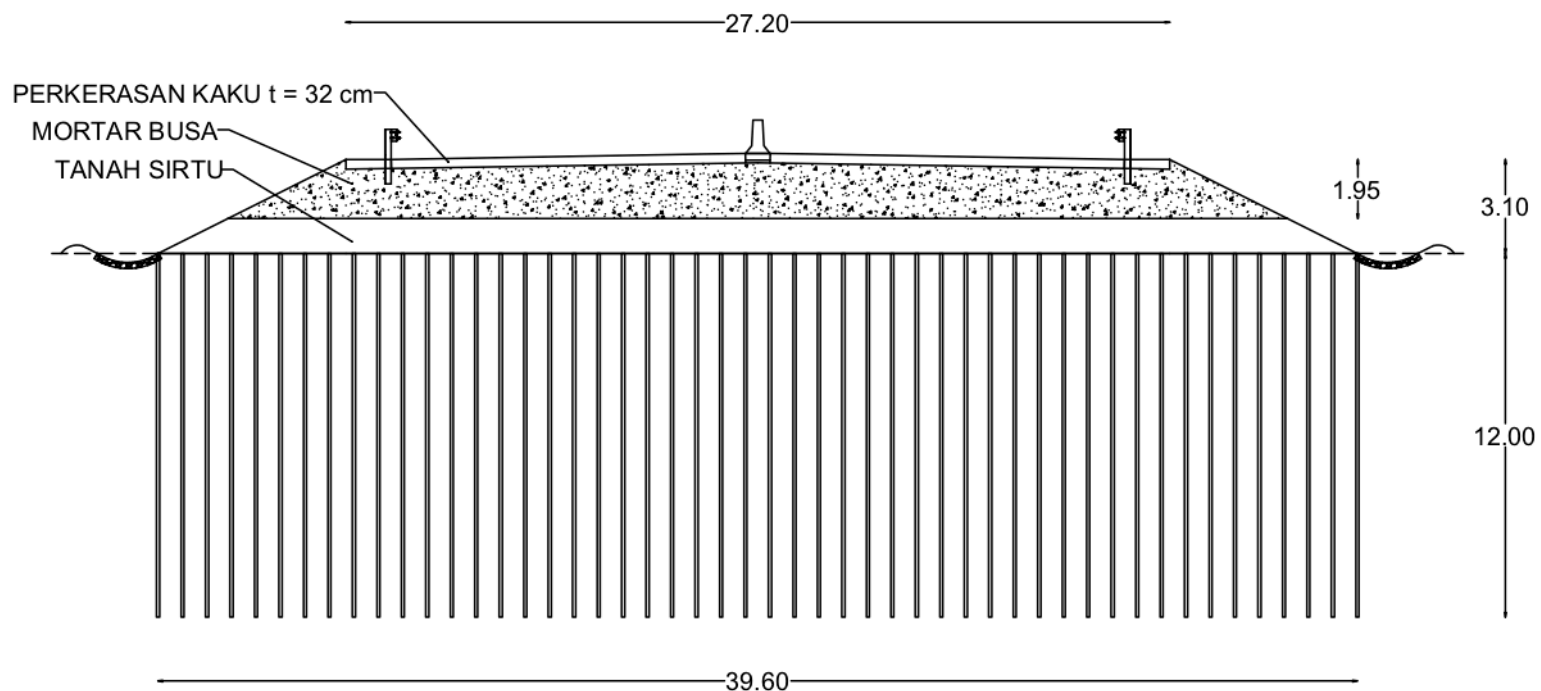
Prof. Ir. Indrasurya B.  
Mochtar, Msc. PhD

NAMA MAHASISWA

Moch. Alfian Putra Adi

NRP MAHASISWA

03111440000 141



 TIMBUNAN 50% MORTAR BUSA 50% TANAH SIRTU  
1 : 250





DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL  
FTSLK – ITS

TUGAS AKHIR  
(RC14–1501)

"ALTERNATIF PERENCANAAN  
TIMBUNAN JALAN DENGAN  
MATERIAL SIRTU DAN MATERIAL  
RINGAN MORTAR BUSA PADA  
JALAN TOL BATANG–SEMARANG  
SEKSI III WELERI–KENDAL STA  
414+525 – STA 424+576"

NAMA GAMBAR

PERENCANAAN PERKUATAN  
VARIASI TIMBUNAN 75%  
MORTAR BUSA 25% TANAH  
SIRTU STA 424+576

SKALA GAMBAR

1 : 250

NO GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
16	16

DOSEN PEMBIMBING I

Dr. Yudhi Lastiasih, ST.  
MT

DOSEN PEMBIMBING II

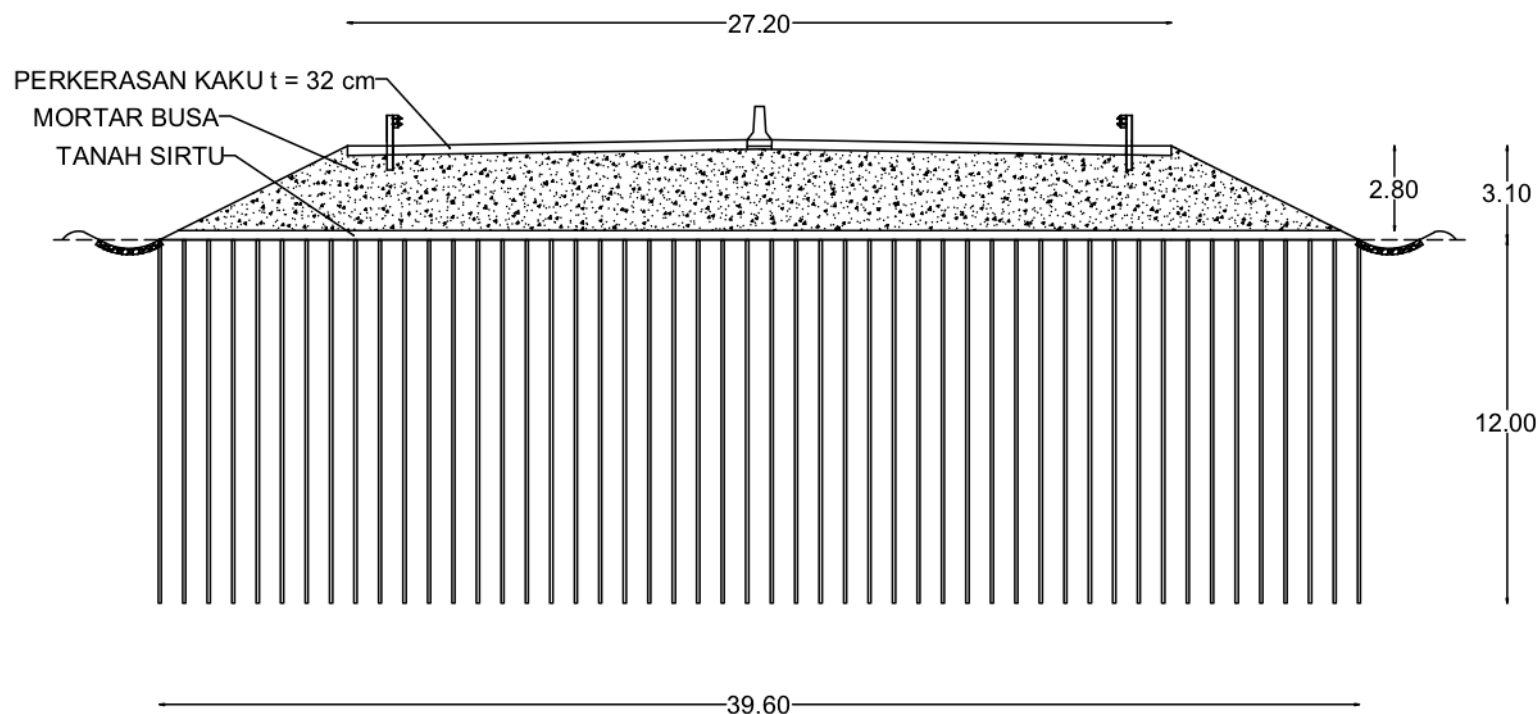
Prof. Ir. Indrasurya B.  
Mochtar, Msc. PhD

NAMA MAHASISWA

Moch. Alfian Putra Adi

NRP MAHASISWA

03111440000 141



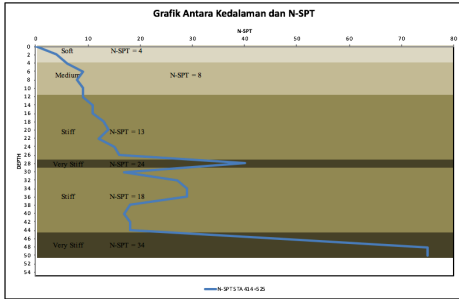
 TIMBUNAN 75% MORTAR BUSA 25% TANAH SIRTU  
1 : 250



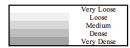
# LAMPIRAN 1

## Data Borlog STA 414+525 sampai 415+475

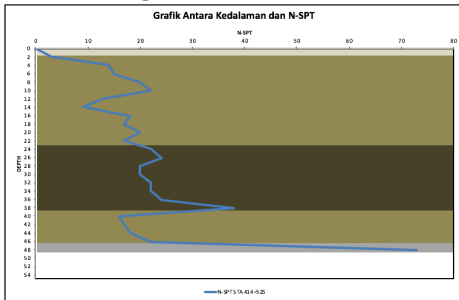
### Data Borlog STA 414+525 BH III-2



DEPTH	NSPT STA 414+525	Klasifikasi		Nata-rata
		jenis Tanah	Konsistensi	
0	0			
2	4	Clay	Soft	5,00
4	6			
6	9	Sandy Clay	Medium	8,00
8	8			
10	9	Clay	Medium	9,00
12	11			
14	11	Clay	Stiff	12,00
16	13			
18	14	Sandy Clay	Stiff	12,00
20	14			
22	12	Clay	Stiff	15,00
24	15			
26	16	Sandy Gravel	Dense	40,00
28	40	Clay	Stiff	15,00
30	17			
32	27	Sandy Gravel	Dense	28,00
34	29			
36	19			
38	17	Clay	Stiff	17,00
40	18			
42	45			
44	35	Sandy Gravel	Very Dense	65,00
46	35			



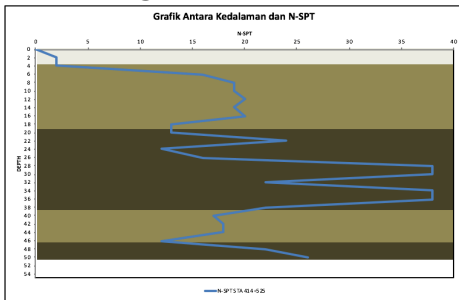
### Data Borlog STA 414+760 BH III - 3



DEPTH	NSPT STA 414+760	Klasifikasi		Nata-rata
		jenis Tanah	Konsistensi	
0	0			
2	3	Sandy Clay	Soft	3,00
4	14			
6	13	Clay	Stiff	17,00
8	20			
10	20			
12	13	Sandy Clay	Stiff	16,00
14	8			
16	18			
18	20	Clay	Stiff	18,00
20	17			
22	17			
24	24			
26	20			
28	20	Clay	Very Stiff	24,00
30	20			
32	22			
34	22			
36	22			
38	15			
40	17	Clay	Stiff	18,00
42	11			
44	21	Sandy Gravel	Very Dense	73,00
46	23			
48	23			
50				



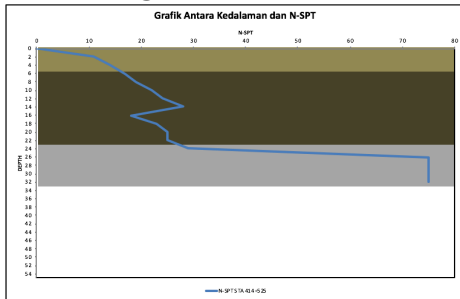
### Data Borlog STA 415+070 BH III - 05 ABT-2



DEPTH	NSPT STA 414+525	Klasifikasi		Nata-rata
		jenis Tanah	Konsistensi	
0	0			
2	2	Sandy Clay	Very Soft	2,00
4	2			
6	16			
8	15	Sandy Clay	Stiff	19,00
10	19			
12	20			
14	19			
16	20	Clay	Stiff	17,00
18	13			
20	13			
22	24			
24	18			
26	18			
28	18			
30	32	Sandy Clay	Very Stiff	28,00
32	32			
34	32			
36	17			
38	18	Clay	Stiff	16,00
40	15			
42	12			
44	20	Sandy Clay	Very Stiff	20,00
46	20			



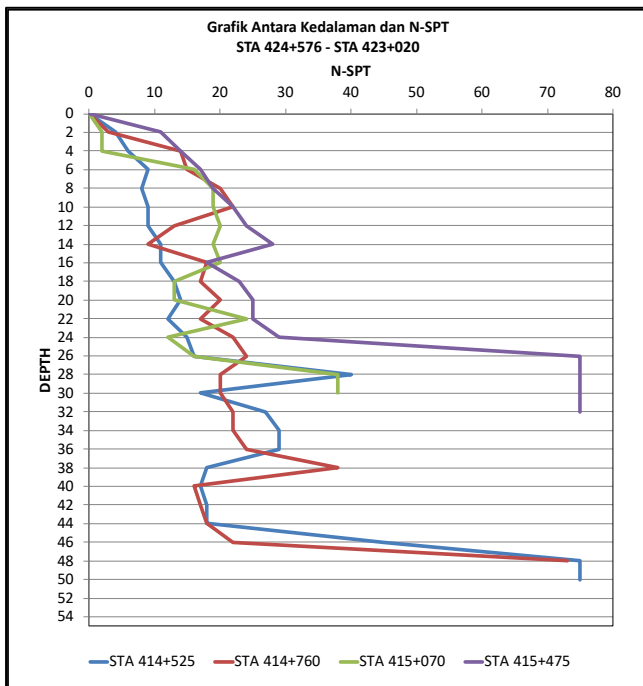
## Data Borlog STA 415+475 BH III - 10



DEPTH	N-SPT STA 414+020	Klasifikasi		New-ru
		jenis Tanah	Konsistensi	
0	9			
2	11			
4	14	Clay	Stiff	14,00
6	17			
8	17	Silty Clay	Very Stiff	21,00
10	22			
12	22			
14	22			
16	23	Clay	Very Stiff	25,00
18	23			
20	23			
22	23			
24	23			
26	23			
28	25	Sandy Gravel	Very Dense	75,00
30	25			
32				
34				
36				
38				
40				
42				
44				
46				
48				
50				
52				
54				

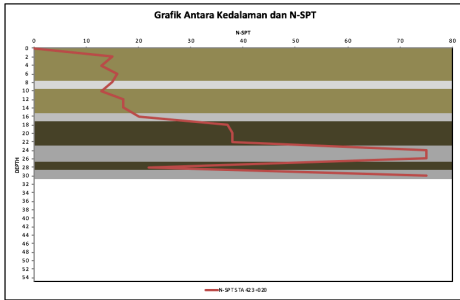


## Grafik Kedalaman dan N-SPT STA 414+525 BH III - 2 sampai 415+475 BH III - 10



## Data Borlog STA 423+020 sampai STA 424+576 BH III - 36

### Data Borlog STA STA 423+400 BH III - 33'

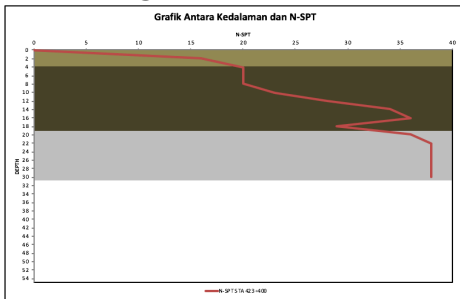


DEPTH	N-SPT STA 423+020	Klasifikasi		Nstara-rata
		Jenis Tanah	Konsistensi	
0	0			
2	10	Sandy Clay	Stiff	14,00
4	15	Clay	Stiff	16,00
6	16	Clay	Stiff	16,00
8	17	Sand	Medium	13,00
10	17	Clay	Stiff	18,00
12	17	Clay	Stiff	18,00
14	20	Sand	Dense	37,00
16	30	Sandy Clay	Very Stiff	38,00
18	37	Sand	Dense	37,00
20	38	Sand	Dense	37,00
22	70	Sandy Gravel	Very Dense	75,00
24	72	Sand	Dense	37,00
26	72	Sandy Gravel	Very Dense	75,00
28	72	Sandy Gravel	Very Dense	75,00
30	72	Sandy Gravel	Very Dense	75,00
32				
34				
36				
38				
40				
42				
44				
46				
48				
50				

Very Soft
Soft
Medium
Stiff
Very Stiff

Very Loose
Loose
Medium
Dense
Very Dense

### Data Borlog STA 423+400 BH III - 33'

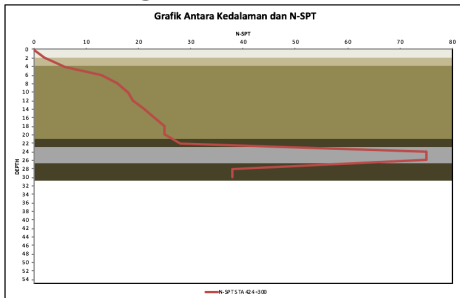


DEPTH	N-SPT STA 423+400	Klasifikasi		Nstara-rata
		Jenis Tanah	Konsistensi	
0	0			
2	5	Clay	Stiff	16,00
4	20	Sandy Clay	Stiff	20,00
6	20			
8	20			
10	15	Clay	Very Stiff	27,00
12	15	Clay	Very Stiff	27,00
14	15	Clay	Very Stiff	27,00
16	35	Sandy Clay	Very Stiff	33,00
18	35	Sand	Dense	38,00
20	38	Sand	Dense	38,00
22	38	Sand	Dense	38,00
24	38	Sand	Dense	38,00
26	38	Sand	Dense	38,00
28	38	Sand	Dense	38,00
30	38	Sand	Dense	38,00
32				
34				
36				
38				
40				
42				
44				
46				
48				
50				

Very Soft
Soft
Medium
Stiff
Very Stiff

Very Loose
Loose
Medium
Dense
Very Dense

### Data Borlog STA 424+300 BH III - 35 ABT 1

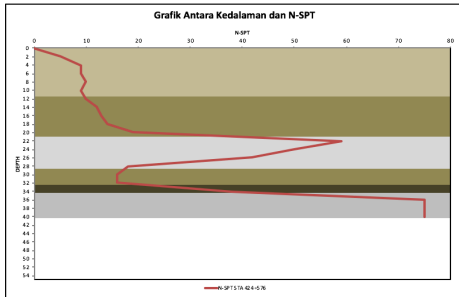


DEPTH	N-SPT STA 424+300	Klasifikasi		Nstara-rata
		Jenis Tanah	Konsistensi	
0	0			
2	2	Silty Clay	Very Soft	2,00
4	6	Sandy Clay	Medium	6,00
6	13			
8	13			
10	18			
12	18			
14	21	Clay	Stiff	20,00
16	21	Clay	Stiff	20,00
18	21	Clay	Stiff	20,00
20	21	Clay	Stiff	20,00
22	32	Sandy Clay	Very stiff	34,00
24	70	Sandy Gravel	Very Dense	75,00
26	72	Sand	Dense	37,00
28	72	Clay	Very Stiff	38,00
30				
32				
34				
36				
38				
40				
42				
44				
46				
48				
50				

Very Soft
Soft
Medium
Stiff
Very Stiff

Very Loose
Loose
Medium
Dense
Very Dense

## Data Borlog STA 424+576 BH III – 36



DEPTH	N-SPT STA 424+576	Klasifikasi		Nstara rnta
		jenis Tanah	Konsistensi	
0	0			
2	1			
4	9	Clay	Medium	9,00
6	9			
8	10			
10	10			
12	11	Clay	Stiff	15,00
14	11			
16	14	Sandy Clay		
18	14			
20	39	Sandy Gravel	Dense	51,00
22	30			
24	42	Sandy Gravel	Medium	18,00
26	18			
28	15	Clay	Stiff	16,00
30	15			
32	16	Clay	Very Stiff	31,00
34	16			
36	75	Sandy Gravel	Very Dense	75,00
38	75			
40	75			
42				
44				
46				
48				
50				

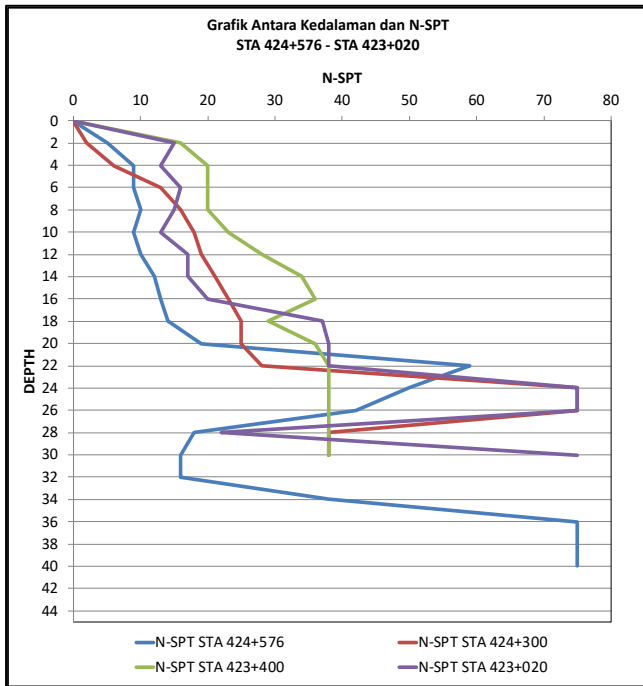
  

Very Soft
Soft
Medium
Stiff
Very Stiff

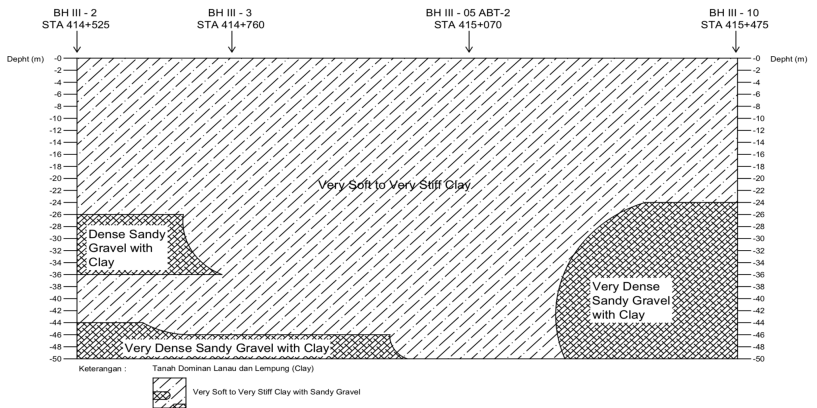
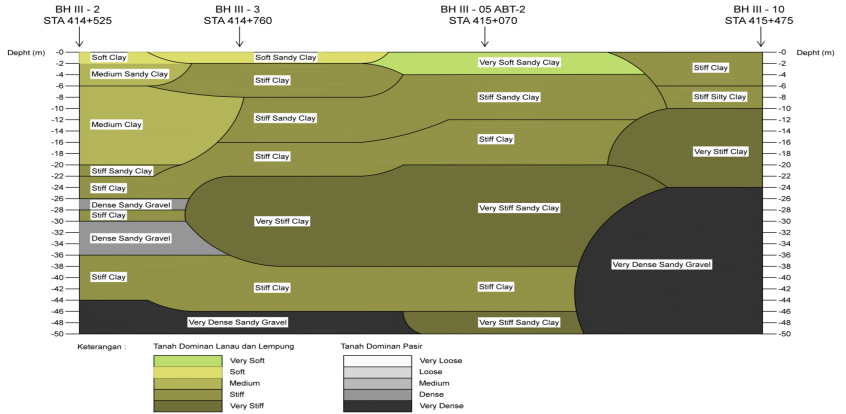
  

Very Loose
Loose
Medium
Dense
Very Dense

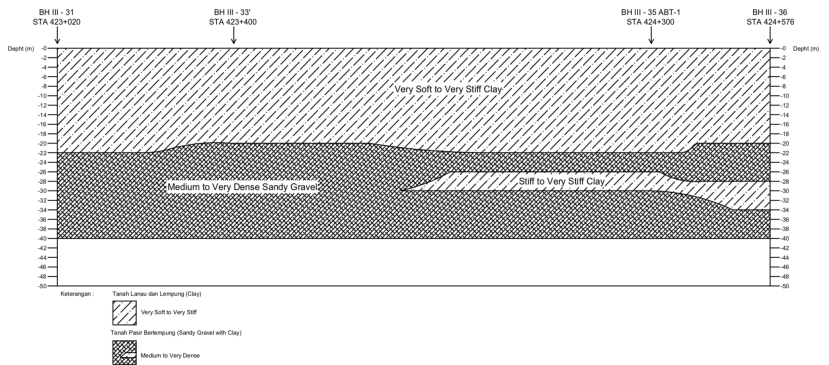
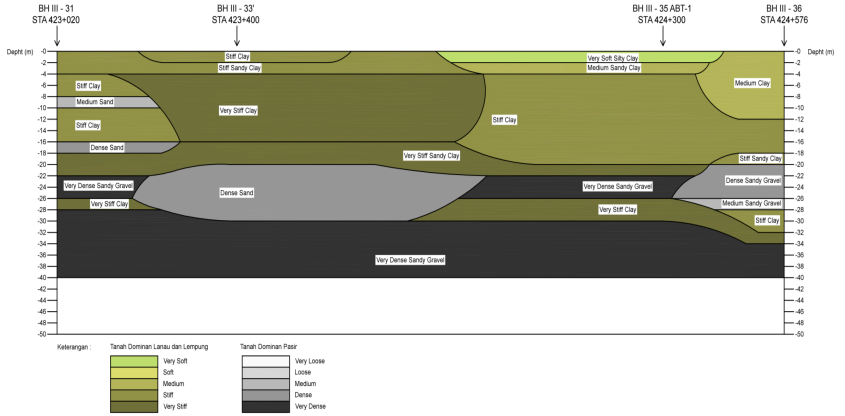
## Grafik Kedalaman dan N-SPT STA 423+020 sampai STA 424+576 BH III – 36



# Sketsa Gambar Data Tanah STA 414+525 BH III – 2 sampai 415+475 BH III – 10



# Sketsa Gambar Data Tanah STA 423+020 sampai STA 424+576 BH III – 36





## Hasil Analisa Parameter *Volumetric dan Gravimetric Data Tanah STA 414+525*

DEPTH	N-SPT	N'	N'	Type of Soil	Volumetric + Gravimetric							
					Gs	Sr (%)	Wc (%)	Dr (%)	n	c	γdry (t/m <sup>3</sup> )	γsat (kN/m <sup>3</sup> )
0	0	0	0	Soft Clay	*	*	*	*	*	*	*	*
2	4	4	4		2,68	98,96	88,00	*	0,70	2,38	0,80	1,50
4	6	6	6		2,72	100,78	80,06	*	0,68	2,16	0,86	1,54
6	9	9	9	Medium Clay	2,69	99,83	64,85	*	0,64	1,75	1,00	1,62
8	8	8	8		2,72	100,66	70,40	*	0,66	1,90	0,93	1,59
10	9	9	9		2,69	99,83	64,85	*	0,64	1,75	0,98	1,62
12	9	9	9	Stiff Clay	2,69	99,83	64,85	*	0,64	1,75	0,98	1,62
14	11	11	11		2,71	100,37	58,45	*	0,61	1,58	1,05	1,66
16	11	11	11		2,71	100,37	58,45	*	0,61	1,58	1,05	1,66
18	13	13	13	Stiff Clay	2,70	100,55	51,73	*	0,58	1,39	1,13	1,71
20	14	14	14		2,70	99,91	48,47	*	0,57	1,31	1,17	1,74
22	12	12	12		2,69	99,83	53,90	*	0,59	1,45	1,10	1,69
24	15	15	15	Dense Sandy Gravel	2,71	100,38	46,30	*	0,56	1,25	1,20	1,76
26	16	15,5	16		2,72	100,85	44,17	*	0,55	1,19	1,23	1,78
28	32	40	40		2,71	99,53	22,42	75,00	0,38	0,61	1,68	2,06
30	18	22,5	23	Medium Sandy Gravel	2,71	100,48	59,97	54,50	0,62	1,62	1,03	1,65
32	21	26,25	27		2,71	100,33	47,39	60,50	0,56	1,28	1,19	1,75
34	23	28,75	29		2,71	99,82	42,03	63,50	0,53	1,14	1,27	1,80
36	23	28,75	29	Stiff Clay	2,71	99,82	42,03	63,50	0,53	1,14	1,27	1,80
38	21	18	18		2,71	99,80	38,98	*	0,51	1,06	1,32	1,83
40	19	17	17		2,70	99,84	40,97	*	0,53	1,11	1,28	1,81
42	20	17,5	18	Very Dense Sandy Gravel	2,71	99,80	38,98	*	0,51	1,06	1,32	1,83
44	20	17,5	18		2,71	99,80	38,98	*	0,51	1,06	1,32	1,83
46	36	45	45		2,70	100,81	16,43	80,00	0,31	0,44	1,87	2,18
48	60	75	75	Very Dense Sandy Gravel	2,70	99,40	11,40	100,00	0,23	0,31	2,07	2,30
50	60	75	75		2,70	99,40	11,40	100,00	0,23	0,31	2,07	2,30

## Hasil Analisa Parameter *Consolidation, Strengh dan Atterberg Limits Data Tanah STA 414+525*

DEPTH	N-SPT	N'	N'	Type of Soil	Consolidation			Strength			Atterberg Limits		
					Cs	Cc	Cv (cm <sup>2</sup> /s)	φ	C' (kpa)	Cu (kpa)	LL (%)	PI (%)	PL (%)
0	0	0	0	Soft Clay	*	*	*	*	*	*	*	*	*
2	4	4	4		0,127	0,633	0,000200	*	0,55	0,83	95%	55%	40%
4	6	6	6		0,113	0,567	0,000257	*	0,69	1,03	93%	53%	40%
6	9	9	9	Medium Clay	0,089	0,444	0,000500	*	0,83	1,25	62%	31%	31%
8	8	8	8		0,098	0,489	0,000370	*	0,98	1,48	79%	43%	36%
10	9	9	9		0,089	0,444	0,000470	*	1,14	1,70	75%	40%	35%
12	9	9	9	Stiff Clay	0,089	0,444	0,000470	*	1,29	1,94	75%	40%	35%
14	11	11	11		0,079	0,393	0,000550	*	*	*	70%	37%	34%
16	11	11	11		0,079	0,393	0,000550	*	*	*	70%	37%	34%
18	13	13	13	Stiff Clay	0,067	0,336	0,000629	*	*	*	68%	35%	33%
20	14	14	14		0,062	0,312	0,000671	*	*	*	66%	34%	32%
22	12	12	12		0,071	0,354	0,000600	*	*	*	69%	36%	33%
24	15	15	15	Dense Sandy Gravel	0,059	0,294	0,000700	*	*	*	65%	33%	32%
26	16	15,5	16		0,055	0,276	0,000733	*	*	*	66%	34%	32%
28	32	40	40		*	*	0,006680	32	*	*	*	*	*
30	18	22,5	23	Medium Sandy Gravel	*	*	0,000533	19	*	*	*	*	*
32	21	26,25	27		*	*	0,000686	22	*	*	*	*	*
34	23	28,75	29		*	*	0,000767	24	*	*	*	*	*
36	23	28,75	29	Stiff Clay	*	*	0,000767	24	*	*	*	*	*
38	21	18	18		0,047	0,237	0,000817	*	*	*	59%	28%	31%
40	19	17	17		0,050	0,252	0,000783	*	*	*	62%	31%	31%
42	20	17,5	18	Very Dense Sandy Gravel	0,047	0,237	0,000817	*	*	*	59%	28%	31%
44	20	17,5	18		0,047	0,237	0,000817	*	*	*	59%	28%	31%
46	36	45	45		*	*	0,055000	36	*	*	*	*	*
48	60	75	75	Very Dense Sandy Gravel	*	*	*	40	*	*	*	*	*
50	60	75	75		*	*	*	40	*	*	*	*	*

## Hasil Analisa Parameter *Volumetric dan Gravimetric* Data Tanah STA 424+576

DEPTH	N-SPT	N'	N'	Type of Soil	Volumetric + Gravimetric								
					Gs	Sr (%)	Wc (%)	Dr (%)	n	e	$\gamma_{dry}$ (t/m <sup>3</sup> )	$\gamma_{sat}$ (t/m <sup>3</sup> )	
0	0	0	0	Medium Clay	*	*	*	*	*	*	*	*	*
2	5	5	5		2,70	99,96	84,03	*	0,69	2,27	0,83	1,52	
4	9	9	9		2,69	99,83	64,85	*	0,64	1,75	0,98	1,62	
6	9	9	9		2,69	99,83	64,85	*	0,64	1,75	0,98	1,62	
8	10	10	10		2,70	100,09	61,48	*	0,62	1,66	1,02	1,64	
10	9	9	9		2,69	99,83	64,85	*	0,64	1,75	0,98	1,62	
12	10	10	10		2,70	100,09	61,48	*	0,62	1,66	1,02	1,64	
14	12	12	12		2,69	99,83	53,90	*	0,59	1,45	1,10	1,69	
16	13	13	13		2,70	100,55	51,73	*	0,58	1,29	1,13	1,71	
18	14	14	14		2,70	99,91	48,47	*	0,57	1,31	1,17	1,74	
20	22	18,5	19	2,69	99,63	36,23	*	0,49	0,98	1,37	1,86		
22	47	58,75	59	2,70	99,40	11,40	99	0,23	0,31	2,07	2,30		
24	40	50	50	2,70	99,40	11,40	85	0,23	0,31	2,07	2,30		
26	33	41,25	42	2,70	99,71	19,60	77	0,34	0,53	1,77	2,11		
28	14	14,5	15	2,71	100,38	46,30	*	0,56	1,25	1,20	1,76		
30	16	15,5	16	2,72	100,85	44,17	*	0,55	1,19	1,23	1,78		
32	17	16	16	2,72	100,85	44,17	*	0,55	1,19	1,23	1,78		
34	60	37,5	38	2,71	99,58	26,09	*	0,41	0,71	1,60	2,00		
36	60	75	75	2,70	99,40	11,40	100	0,23	0,31	2,07	2,30		
38	60	75	75	2,70	99,40	11,40	100	0,23	0,31	2,07	2,30		
40	60	75	75	2,70	99,40	11,40	100	0,23	0,31	2,07	2,30		

## Hasil Analisa Parameter *Consolidation, Strenght dan Atterberg Limits* Data Tanah STA 424+576

DEPTH	N-SPT	N'	N'	Type of Soil	Consolidation			Strength			Atterberg Limits			
					Cs	Cc	Cv (cm <sup>2</sup> /s)	$\phi$	C' (t/m <sup>2</sup> )	Cu (t/m <sup>2</sup> )	LL (%)	PI (%)	PL (%)	
0	0	0	0	Medium Clay	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
2	5	5	5		0,120	0,600	0,000229	*	0,56	0,84	96%	55%	41%	
4	9	9	9		0,089	0,444	0,000470	*	0,70	1,05	75%	40%	35%	
6	9	9	9		0,089	0,444	0,000470	*	0,86	1,28	75%	40%	35%	
8	10	10	10		0,083	0,417	0,000517	*	1,01	1,52	72%	38%	34%	
10	9	9	9		0,089	0,444	0,000470	*	1,17	1,76	75%	40%	35%	
12	10	10	10		0,083	0,417	0,000517	*	1,33	2,00	72%	38%	34%	
14	12	12	12		0,071	0,354	0,000600	*	*	*	68%	35%	33%	
16	13	13	13		0,067	0,336	0,000629	*	*	*	67%	34%	33%	
18	14	14	14		0,062	0,312	0,000671	*	*	*	66%	34%	32%	
20	22	18,5	19	0,043	0,213	0,000867	*	*	*	61%	30%	31%		
22	47	58,75	59	*	*	*	40	*	*	*	*	*		
24	40	50	50	*	*	*	40	*	*	*	*	*		
26	33	41,25	42	*	*	0,000500	34	*	*	*	*	*		
28	14	14,5	15	0,059	0,284	0,000717	*	*	*	65%	33%	32%		
30	16	15,5	16	0,055	0,276	0,000733	*	*	*	66%	34%	32%		
32	17	16	16	0,055	0,276	0,000733	*	*	*	66%	34%	32%		
34	60	37,5	38	0,026	0,132	0,004790	*	*	*	33%	9%	24%		
36	60	75	75	*	*	*	40	*	*	*	*	*		
38	60	75	75	*	*	*	40	*	*	*	*	*		
40	60	75	75	*	*	*	40	*	*	*	*	*		

## LAMPIRAN 2

### Tabel Pembebanan STA 414+525

H Timbunan	q Timbunan	H trapesium 3	b	a	H trapesium 2	b	a	H trapesium 1	b	a
(m)	(t/m <sup>3</sup> )	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)
10,811	20	5	13,6	10,0	5	26,6	10,0	0,811	39,6	1,6
11,892	22	5	13,6	10,0	5	26,6	10,0	1,892	39,6	3,8
12,973	24	5	13,6	10,0	5	26,6	10,0	2,973	39,6	5,9
14,054	26	5	13,6	10,0	5	26,6	10,0	4,054	39,6	8,1

H Pavement	q Pavement	q Traffic	H Bongkar Traffic
(m)	(t/m <sup>2</sup> )	(t/m <sup>2</sup> )	(m)
0,32	0,704	1,00	0,54
0,32	0,704	1,00	0,54
0,32	0,704	1,00	0,54
0,32	0,704	1,00	0,54

### Tabel Tegangan Overburden Efektif STA 414+525

Kedalaman			Z <sub>i</sub>	γ'	Po'	P'c
(m)	(m)	(m)	(m)	(t/m <sup>3</sup> )	(t/m <sup>2</sup> )	(t/m <sup>2</sup> )
0	-	1	0,5	0,50	0,25	1,75
1	-	2	1,5	0,50	0,74	2,24
2	-	3	2,5	0,54	1,26	2,76
3	-	4	3,5	0,54	1,81	3,31
4	-	5	4,5	0,62	2,39	3,89
5	-	6	5,5	0,62	3,00	4,50
6	-	7	6,5	0,59	3,61	5,11
7	-	8	7,5	0,59	4,20	5,70
8	-	9	8,5	0,62	4,80	6,30
9	-	10	9,5	0,62	5,42	6,92
10	-	11	10,5	0,62	6,04	7,54
11	-	12	11,5	0,62	6,65	8,15

**Tabel Distribusi Tegangan Akibat Timbunan STA 414+525**  
**Beban  $q = 20 \text{ t/m}^2$**

**Trapesium 1**

Kedalaman			Zi	b	a	$\alpha 1$	$\alpha 2$	qo	1/2 $\Delta p$	$\Delta p$
	(m)		(m)	(m)	(m)	(rad)	(rad)	( $\text{t/m}^2$ )	( $\text{t/m}^2$ )	( $\text{t/m}^2$ )
0	-	1	0,5	39,6	1,6	0,03	89,28	1,5	0,75	1,50
1	-	2	1,5	39,6	1,6	0,09	87,83	1,5	0,75	1,50
2	-	3	2,5	39,6	1,6	0,14	86,39	1,5	0,75	1,50
3	-	4	3,5	39,6	1,6	0,20	84,95	1,5	0,75	1,50
4	-	5	4,5	39,6	1,6	0,25	83,52	1,5	0,75	1,50
5	-	6	5,5	39,6	1,6	0,31	82,09	1,5	0,75	1,50
6	-	7	6,5	39,6	1,6	0,36	80,68	1,5	0,75	1,50
7	-	8	7,5	39,6	1,6	0,41	79,28	1,5	0,75	1,50
8	-	9	8,5	39,6	1,6	0,46	77,89	1,5	0,75	1,49
9	-	10	9,5	39,6	1,6	0,51	76,51	1,5	0,75	1,49
10	-	11	10,5	39,6	1,6	0,56	75,15	1,5	0,74	1,49
11	-	12	11,5	39,6	1,6	0,61	73,81	1,5	0,74	1,49

**Trapesium 2**

Kedalaman			Zi	b	a	$\alpha 1$	$\alpha 2$	qo	1/2 $\Delta p$	$\Delta p$
	(m)		(m)	(m)	(m)	(rad)	(rad)	( $\text{t/m}^2$ )	( $\text{t/m}^2$ )	( $\text{t/m}^2$ )
0	-	1	1,311	26,6	10,0	0,77	87,18	9,25	4,62	9,25
1	-	2	2,311	26,6	10,0	1,35	85,04	9,25	4,62	9,25
2	-	3	3,311	26,6	10,0	1,93	82,91	9,25	4,62	9,25
3	-	4	4,311	26,6	10,0	2,49	80,79	9,25	4,62	9,24
4	-	5	5,311	26,6	10,0	3,03	78,71	9,25	4,62	9,23
5	-	6	6,311	26,6	10,0	3,56	76,65	9,25	4,61	9,22
6	-	7	7,311	26,6	10,0	4,07	74,63	9,25	4,60	9,20
7	-	8	8,311	26,6	10,0	4,56	72,65	9,25	4,59	9,18
8	-	9	9,311	26,6	10,0	5,02	70,71	9,25	4,58	9,16
9	-	10	10,311	26,6	10,0	5,45	68,81	9,25	4,56	9,12
10	-	11	11,311	26,6	10,0	5,86	66,96	9,25	4,54	9,09
11	-	12	12,311	26,6	10,0	6,24	65,16	9,25	4,52	9,05

### Trapesium 3

Kedalaman		Zi	b	a	$\alpha_1$	$\alpha_2$	qo	1/2 $\Delta p$	$\Delta p$	
	(m)	(m)	(m)	(m)	(rad)	(rad)	(t/m <sup>2</sup> )	(t/m <sup>2</sup> )	(t/m <sup>2</sup> )	
0	-	1	6,311	13,6	10,0	9,92	65,11	9,25	4,55	9,10
1	-	2	7,311	13,6	10,0	11,05	61,74	9,25	4,51	9,03
2	-	3	8,311	13,6	10,0	12,03	58,57	9,25	4,47	8,94
3	-	4	9,311	13,6	10,0	12,87	55,60	9,25	4,42	8,84
4	-	5	10,311	13,6	10,0	13,57	52,83	9,25	4,36	8,72
5	-	6	11,311	13,6	10,0	14,14	50,25	9,25	4,30	8,59
6	-	7	12,311	13,6	10,0	14,60	47,85	9,25	4,23	8,46
7	-	8	13,311	13,6	10,0	14,96	45,62	9,25	4,16	8,32
8	-	9	14,311	13,6	10,0	15,23	43,54	9,25	4,08	8,17
9	-	10	15,311	13,6	10,0	15,41	41,61	9,25	4,01	8,02
10	-	11	16,311	13,6	10,0	15,53	39,82	9,25	3,93	7,86
11	-	12	17,311	13,6	10,0	15,59	38,15	9,25	3,85	7,70

### Tabel Distribusi Tegangan Akibat Pavement STA 414+525

Kedalaman		Zi	x	y	m	n	qo	I	$\Delta p$	
	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(t/m <sup>2</sup> )		(t/m <sup>2</sup> )	
0	-	1	10,991	13,6	$\infty$	1,24	$\infty$	0,704	0,214	0,60
1	-	2	11,991	13,6	$\infty$	1,13	$\infty$	0,704	0,210	0,59
2	-	3	12,991	13,6	$\infty$	1,05	$\infty$	0,704	0,208	0,59
3	-	4	13,991	13,6	$\infty$	0,97	$\infty$	0,704	0,206	0,58
4	-	5	14,991	13,6	$\infty$	0,91	$\infty$	0,704	0,196	0,55
5	-	6	15,991	13,6	$\infty$	0,85	$\infty$	0,704	0,190	0,54
6	-	7	16,991	13,6	$\infty$	0,80	$\infty$	0,704	0,184	0,52
7	-	8	17,991	13,6	$\infty$	0,76	$\infty$	0,704	0,180	0,51
8	-	9	18,991	13,6	$\infty$	0,72	$\infty$	0,704	0,174	0,49
9	-	10	19,991	13,6	$\infty$	0,68	$\infty$	0,704	0,170	0,48
10	-	11	20,991	13,6	$\infty$	0,65	$\infty$	0,704	0,164	0,46
11	-	12	21,991	13,6	$\infty$	0,62	$\infty$	0,704	0,158	0,44

**Tabel Distribusi Tegangan Akibat Timbunan STA 414+525**  
**Beban  $q = 22 \text{ t/m}^2$**

**Trapesium 1**

Kedalaman			Zi	b	a	$\alpha 1$	$\alpha 2$	qo	1/2 $\Delta p$	$\Delta p$
	(m)		(m)	(m)	(m)	(rad)	(rad)	( $\text{t/m}^2$ )	( $\text{t/m}^2$ )	( $\text{t/m}^2$ )
0	-	1	0,5	39,6	3,8	0,06	89,28	3,5	1,75	3,50
1	-	2	1,5	39,6	3,8	0,19	87,83	3,5	1,75	3,50
2	-	3	2,5	39,6	3,8	0,31	86,39	3,5	1,75	3,50
3	-	4	3,5	39,6	3,8	0,44	84,95	3,5	1,75	3,50
4	-	5	4,5	39,6	3,8	0,56	83,52	3,5	1,75	3,50
5	-	6	5,5	39,6	3,8	0,68	82,09	3,5	1,75	3,50
6	-	7	6,5	39,6	3,8	0,80	80,68	3,5	1,75	3,49
7	-	8	7,5	39,6	3,8	0,92	79,28	3,5	1,75	3,49
8	-	9	8,5	39,6	3,8	1,03	77,89	3,5	1,74	3,49
9	-	10	9,5	39,6	3,8	1,14	76,51	3,5	1,74	3,48
10	-	11	10,5	39,6	3,8	1,24	75,15	3,5	1,74	3,48
11	-	12	11,5	39,6	3,8	1,35	73,81	3,5	1,74	3,47

**Trapesium 2**

Kedalaman			Zi	b	a	$\alpha 1$	$\alpha 2$	qo	1/2 $\Delta p$	$\Delta p$
	(m)		(m)	(m)	(m)	(rad)	(rad)	( $\text{t/m}^2$ )	( $\text{t/m}^2$ )	( $\text{t/m}^2$ )
0	-	1	2,392	26,6	10,0	1,40	84,86	9,25	4,62	9,25
1	-	2	3,392	26,6	10,0	1,97	82,73	9,25	4,62	9,24
2	-	3	4,392	26,6	10,0	2,53	80,62	9,25	4,62	9,24
3	-	4	5,392	26,6	10,0	3,08	78,54	9,25	4,62	9,23
4	-	5	6,392	26,6	10,0	3,61	76,49	9,25	4,61	9,22
5	-	6	7,392	26,6	10,0	4,11	74,47	9,25	4,60	9,20
6	-	7	8,392	26,6	10,0	4,60	72,49	9,25	4,59	9,18
7	-	8	9,392	26,6	10,0	5,05	70,55	9,25	4,58	9,15
8	-	9	10,392	26,6	10,0	5,49	68,66	9,25	4,56	9,12
9	-	10	11,392	26,6	10,0	5,89	66,82	9,25	4,54	9,08
10	-	11	12,392	26,6	10,0	6,27	65,02	9,25	4,52	9,04
11	-	12	13,392	26,6	10,0	6,63	63,28	9,25	4,50	9,00

### Trapesium 3

Kedalaman		Zi	b	a	$\alpha_1$	$\alpha_2$	qo	1/2 $\Delta p$	$\Delta p$	
	(m)	(m)	(m)	(m)	(rad)	(rad)	(t/m <sup>2</sup> )	(t/m <sup>2</sup> )	(t/m <sup>2</sup> )	
0	-	1	7,392	13,6	10,0	11,13	61,47	9,25	4,51	9,02
1	-	2	8,392	13,6	10,0	12,10	58,32	9,25	4,46	8,93
2	-	3	9,392	13,6	10,0	12,93	55,37	9,25	4,41	8,83
3	-	4	10,392	13,6	10,0	13,62	52,62	9,25	4,36	8,71
4	-	5	11,392	13,6	10,0	14,18	50,05	9,25	4,29	8,58
5	-	6	12,392	13,6	10,0	14,64	47,66	9,25	4,22	8,45
6	-	7	13,392	13,6	10,0	14,99	45,44	9,25	4,15	8,31
7	-	8	14,392	13,6	10,0	15,24	43,38	9,25	4,08	8,16
8	-	9	15,392	13,6	10,0	15,42	41,46	9,25	4,00	8,00
9	-	10	16,392	13,6	10,0	15,54	39,68	9,25	3,92	7,85
10	-	11	17,392	13,6	10,0	15,59	38,02	9,25	3,84	7,69
11	-	12	18,392	13,6	10,0	15,59	36,48	9,25	3,77	7,53

### Tabel Distribusi Tegangan Akibat Pavement STA 414+525

Kedalaman		Zi	x	y	m	n	qo	I	$\Delta p$	
	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(t/m <sup>2</sup> )		(t/m <sup>2</sup> )	
0	-	1	12,072	13,6	$\infty$	1,13	$\infty$	0,704	0,210	0,59
1	-	2	13,072	13,6	$\infty$	1,04	$\infty$	0,704	0,208	0,59
2	-	3	14,072	13,6	$\infty$	0,97	$\infty$	0,704	0,206	0,58
3	-	4	15,072	13,6	$\infty$	0,90	$\infty$	0,704	0,196	0,55
4	-	5	16,072	13,6	$\infty$	0,85	$\infty$	0,704	0,190	0,54
5	-	6	17,072	13,6	$\infty$	0,80	$\infty$	0,704	0,184	0,52
6	-	7	18,072	13,6	$\infty$	0,75	$\infty$	0,704	0,180	0,51
7	-	8	19,072	13,6	$\infty$	0,71	$\infty$	0,704	0,174	0,49
8	-	9	20,072	13,6	$\infty$	0,68	$\infty$	0,704	0,170	0,48
9	-	10	21,072	13,6	$\infty$	0,65	$\infty$	0,704	0,164	0,46
10	-	11	22,072	13,6	$\infty$	0,62	$\infty$	0,704	0,158	0,44
11	-	12	23,072	13,6	$\infty$	0,59	$\infty$	0,704	0,158	0,44

**Tabel Distribusi Tegangan Akibat Timbunan STA 414+525**  
**Beban  $q = 24 \text{ t/m}^2$**

**Trapesium 1**

Kedalaman			Zi	b	a	$\alpha 1$	$\alpha 2$	qo	1/2 $\Delta p$	$\Delta p$
	(m)		(m)	(m)	(m)	(rad)	(rad)	( $\text{t/m}^2$ )	( $\text{t/m}^2$ )	( $\text{t/m}^2$ )
0	-	1	0,5	39,6	5,9	0,09	89,28	5,5	2,75	5,50
1	-	2	1,5	39,6	5,9	0,28	87,83	5,5	2,75	5,50
2	-	3	2,5	39,6	5,9	0,47	86,39	5,5	2,75	5,50
3	-	4	3,5	39,6	5,9	0,66	84,95	5,5	2,75	5,50
4	-	5	4,5	39,6	5,9	0,84	83,52	5,5	2,75	5,50
5	-	6	5,5	39,6	5,9	1,02	82,09	5,5	2,75	5,50
6	-	7	6,5	39,6	5,9	1,20	80,68	5,5	2,75	5,49
7	-	8	7,5	39,6	5,9	1,37	79,28	5,5	2,74	5,49
8	-	9	8,5	39,6	5,9	1,54	77,89	5,5	2,74	5,48
9	-	10	9,5	39,6	5,9	1,71	76,51	5,5	2,74	5,48
10	-	11	10,5	39,6	5,9	1,87	75,15	5,5	2,73	5,47
11	-	12	11,5	39,6	5,9	2,02	73,81	5,5	2,73	5,46

**Trapesium 2**

Kedalaman			Zi	b	a	$\alpha 1$	$\alpha 2$	qo	1/2 $\Delta p$	$\Delta p$
	(m)		(m)	(m)	(m)	(rad)	(rad)	( $\text{t/m}^2$ )	( $\text{t/m}^2$ )	( $\text{t/m}^2$ )
0	-	1	3,473	26,6	10,0	2,02	82,56	9,25	4,62	9,24
1	-	2	4,473	26,6	10,0	2,58	80,45	9,25	4,62	9,24
2	-	3	5,473	26,6	10,0	3,12	78,37	9,25	4,61	9,23
3	-	4	6,473	26,6	10,0	3,65	76,32	9,25	4,61	9,22
4	-	5	7,473	26,6	10,0	4,15	74,31	9,25	4,60	9,20
5	-	6	8,473	26,6	10,0	4,63	72,33	9,25	4,59	9,18
6	-	7	9,473	26,6	10,0	5,09	70,40	9,25	4,58	9,15
7	-	8	10,473	26,6	10,0	5,52	68,51	9,25	4,56	9,12
8	-	9	11,473	26,6	10,0	5,93	66,67	9,25	4,54	9,08
9	-	10	12,473	26,6	10,0	6,30	64,88	9,25	4,52	9,04
10	-	11	13,473	26,6	10,0	6,65	63,14	9,25	4,50	8,99
11	-	12	14,473	26,6	10,0	6,97	61,45	9,25	4,47	8,94



### Trapesium 3

Kedalaman		Zi	b	a	$\alpha_1$	$\alpha_2$	qo	1/2 $\Delta p$	$\Delta p$	
	(m)	(m)	(m)	(m)	(rad)	(rad)	(t/m <sup>2</sup> )	(t/m <sup>2</sup> )	(t/m <sup>2</sup> )	
0	-	1	8,473	13,6	10,0	12,17	58,08	9,25	4,46	8,92
1	-	2	9,473	13,6	10,0	12,99	55,14	9,25	4,41	8,82
2	-	3	10,473	13,6	10,0	13,67	52,40	9,25	4,35	8,70
3	-	4	11,473	13,6	10,0	14,22	49,85	9,25	4,29	8,57
4	-	5	12,473	13,6	10,0	14,67	47,48	9,25	4,22	8,44
5	-	6	13,473	13,6	10,0	15,01	45,27	9,25	4,15	8,29
6	-	7	14,473	13,6	10,0	15,26	43,22	9,25	4,07	8,14
7	-	8	15,473	13,6	10,0	15,44	41,31	9,25	4,00	7,99
8	-	9	16,473	13,6	10,0	15,54	39,54	9,25	3,92	7,83
9	-	10	17,473	13,6	10,0	15,59	37,90	9,25	3,84	7,68
10	-	11	18,473	13,6	10,0	15,59	36,36	9,25	3,76	7,52
11	-	12	19,473	13,6	10,0	15,54	34,93	9,25	3,68	7,36

### Tabel Distribusi Tegangan Akibat Pavement STA 414+525

Kedalaman		Zi	x	y	m	n	qo	I	$\Delta p$	
	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(t/m <sup>2</sup> )		(t/m <sup>2</sup> )	
0	-	1	13,153	13,6	$\infty$	1,03	$\infty$	0,704	0,208	0,59
1	-	2	14,153	13,6	$\infty$	0,96	$\infty$	0,704	0,206	0,58
2	-	3	15,153	13,6	$\infty$	0,90	$\infty$	0,704	0,196	0,55
3	-	4	16,153	13,6	$\infty$	0,84	$\infty$	0,704	0,190	0,54
4	-	5	17,153	13,6	$\infty$	0,79	$\infty$	0,704	0,184	0,52
5	-	6	18,153	13,6	$\infty$	0,75	$\infty$	0,704	0,180	0,51
6	-	7	19,153	13,6	$\infty$	0,71	$\infty$	0,704	0,174	0,49
7	-	8	20,153	13,6	$\infty$	0,67	$\infty$	0,704	0,170	0,48
8	-	9	21,153	13,6	$\infty$	0,64	$\infty$	0,704	0,164	0,46
9	-	10	22,153	13,6	$\infty$	0,61	$\infty$	0,704	0,158	0,44
10	-	11	23,153	13,6	$\infty$	0,59	$\infty$	0,704	0,158	0,44
11	-	12	24,153	13,6	$\infty$	0,56	$\infty$	0,704	0,158	0,44

**Tabel Distribusi Tegangan Akibat Timbunan STA 414+525**  
**Beban  $q = 26 \text{ t/m}^2$**

**Trapesium 1**

Kedalaman			Zi	b	a	$\alpha 1$	$\alpha 2$	qo	1/2 $\Delta p$	$\Delta p$
	(m)		(m)	(m)	(m)	(rad)	(rad)	(t/m <sup>2</sup> )	(t/m <sup>2</sup> )	(t/m <sup>2</sup> )
0	-	1	0,5	39,6	8,1	0,12	89,28	7,5	3,75	7,50
1	-	2	1,5	39,6	8,1	0,37	87,83	7,5	3,75	7,50
2	-	3	2,5	39,6	8,1	0,61	86,39	7,5	3,75	7,50
3	-	4	3,5	39,6	8,1	0,86	84,95	7,5	3,75	7,50
4	-	5	4,5	39,6	8,1	1,09	83,52	7,5	3,75	7,50
5	-	6	5,5	39,6	8,1	1,33	82,09	7,5	3,75	7,49
6	-	7	6,5	39,6	8,1	1,56	80,68	7,5	3,74	7,49
7	-	8	7,5	39,6	8,1	1,79	79,28	7,5	3,74	7,48
8	-	9	8,5	39,6	8,1	2,01	77,89	7,5	3,74	7,48
9	-	10	9,5	39,6	8,1	2,23	76,51	7,5	3,73	7,47
10	-	11	10,5	39,6	8,1	2,44	75,15	7,5	3,73	7,46
11	-	12	11,5	39,6	8,1	2,64	73,81	7,5	3,72	7,45

**Trapesium 2**

Kedalaman			Zi	b	a	$\alpha 1$	$\alpha 2$	qo	1/2 $\Delta p$	$\Delta p$
	(m)		(m)	(m)	(m)	(rad)	(rad)	(t/m <sup>2</sup> )	(t/m <sup>2</sup> )	(t/m <sup>2</sup> )
0	-	1	4,554	26,6	10,0	2,62	80,28	9,25	4,62	9,24
1	-	2	5,554	26,6	10,0	3,17	78,21	9,25	4,61	9,23
2	-	3	6,554	26,6	10,0	3,69	76,16	9,25	4,61	9,22
3	-	4	7,554	26,6	10,0	4,19	74,15	9,25	4,60	9,20
4	-	5	8,554	26,6	10,0	4,67	72,17	9,25	4,59	9,18
5	-	6	9,554	26,6	10,0	5,13	70,24	9,25	4,57	9,15
6	-	7	10,554	26,6	10,0	5,56	68,36	9,25	4,56	9,12
7	-	8	11,554	26,6	10,0	5,96	66,52	9,25	4,54	9,08
8	-	9	12,554	26,6	10,0	6,33	64,73	9,25	4,52	9,04
9	-	10	13,554	26,6	10,0	6,68	63,00	9,25	4,49	8,99
10	-	11	14,554	26,6	10,0	7,00	61,31	9,25	4,47	8,93
11	-	12	15,554	26,6	10,0	7,29	59,68	9,25	4,44	8,88

### Trapesium 3

Kedalaman		Zi	b	a	$\alpha_1$	$\alpha_2$	qo	1/2 $\Delta p$	$\Delta p$	
	(m)	(m)	(m)	(m)	(rad)	(rad)	(t/m <sup>2</sup> )	(t/m <sup>2</sup> )	(t/m <sup>2</sup> )	
0	-	1	9,554	13,6	10,0	13,05	54,91	9,25	4,40	8,81
1	-	2	10,554	13,6	10,0	13,72	52,19	9,25	4,35	8,69
2	-	3	11,554	13,6	10,0	14,26	49,65	9,25	4,28	8,56
3	-	4	12,554	13,6	10,0	14,70	47,29	9,25	4,21	8,43
4	-	5	13,554	13,6	10,0	15,03	45,10	9,25	4,14	8,28
5	-	6	14,554	13,6	10,0	15,28	43,06	9,25	4,07	8,13
6	-	7	15,554	13,6	10,0	15,45	41,17	9,25	3,99	7,98
7	-	8	16,554	13,6	10,0	15,55	39,40	9,25	3,91	7,82
8	-	9	17,554	13,6	10,0	15,59	37,77	9,25	3,83	7,66
9	-	10	18,554	13,6	10,0	15,58	36,24	9,25	3,75	7,50
10	-	11	19,554	13,6	10,0	15,54	34,82	9,25	3,67	7,35
11	-	12	20,554	13,6	10,0	15,45	33,49	9,25	3,60	7,19

### Tabel Ditribusi Tegangan Akibat Pavement STA 414+525

Kedalaman		Zi	x	y	m	n	qo	I	$\Delta p$	
	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(t/m <sup>2</sup> )		(t/m <sup>2</sup> )	
0	-	1	14,234	13,6	$\infty$	0,96	$\infty$	0,704	0,206	0,58
1	-	2	15,234	13,6	$\infty$	0,89	$\infty$	0,704	0,196	0,55
2	-	3	16,234	13,6	$\infty$	0,84	$\infty$	0,704	0,190	0,54
3	-	4	17,234	13,6	$\infty$	0,79	$\infty$	0,704	0,184	0,52
4	-	5	18,234	13,6	$\infty$	0,75	$\infty$	0,704	0,180	0,51
5	-	6	19,234	13,6	$\infty$	0,71	$\infty$	0,704	0,174	0,49
6	-	7	20,234	13,6	$\infty$	0,67	$\infty$	0,704	0,170	0,48
7	-	8	21,234	13,6	$\infty$	0,64	$\infty$	0,704	0,164	0,46
8	-	9	22,234	13,6	$\infty$	0,61	$\infty$	0,704	0,158	0,44
9	-	10	23,234	13,6	$\infty$	0,59	$\infty$	0,704	0,158	0,44
10	-	11	24,234	13,6	$\infty$	0,56	$\infty$	0,704	0,158	0,44
11	-	12	25,234	13,6	$\infty$	0,54	$\infty$	0,704	0,150	0,42

**Tabel Pemampatan Tanah Dasar Akibat beban Timbunan  
STA 414+525  $q = 20 \text{ t/m}^2$**

Kedalaman			Hi	$\Delta p$	Po'	Po' + $\Delta p$	P fluktuasi air	P'c	OCR		Sc
(m)			(m)	( $\text{t/m}^2$ )	( $\text{t/m}^2$ )	( $\text{t/m}^2$ )	( $\text{t/m}^2$ )	( $\text{t/m}^2$ )			(m)
0	-	1	1	19,85	0,25	20,0958	1,5	1,75	7,0484	OC SOIL	0,230386
1	-	2	1	19,77	0,74	20,5177	1,5	2,24	3,0161	OC SOIL	0,197952
2	-	3	1	19,68	1,26	20,9466	1,5	2,76	2,1867	OC SOIL	0,170017
3	-	4	1	19,57	1,81	21,3828	1,5	3,31	1,8296	OC SOIL	0,154844
4	-	5	1	19,45	2,39	21,8390	1,5	3,89	1,6281	OC SOIL	0,127847
5	-	6	1	19,31	3,00	22,3161	1,5	4,50	1,4993	OC SOIL	0,117894
6	-	7	1	19,16	3,61	22,7674	1,5	5,11	1,4157	OC SOIL	0,114537
7	-	8	1	18,99	4,20	23,1942	1,5	5,70	1,3571	OC SOIL	0,107248
8	-	9	1	18,82	4,80	23,6218	1,5	6,30	1,3122	OC SOIL	0,096437
9	-	10	1	18,63	5,42	24,0516	1,5	6,92	1,2768	OC SOIL	0,090779
10	-	11	1	18,44	6,04	24,4729	1,5	7,54	1,2485	OC SOIL	0,085704
11	-	12	1	18,23	6,65	24,8867	1,5	8,15	1,2255	OC SOIL	0,081109
Sc Kumulatif											1,574754

**Tabel Pemampatan Tanah Dasar Akibat Pavement STA  
414+525**

Kedalaman			Hi	$\Delta p$	Po'	Po' + $\Delta p$	P fluktuasi air	P'c	OCR		Sc
(m)			(m)	( $\text{t/m}^2$ )	( $\text{t/m}^2$ )	( $\text{t/m}^2$ )	( $\text{t/m}^2$ )	( $\text{t/m}^2$ )			(m)
0	-	1	1	0,60	0,25	0,8506	1,5	1,75	7,0484	OC SOIL	0,020049
1	-	2	1	0,59	0,74	1,3354	1,5	2,24	3,0161	OC SOIL	0,009515
2	-	3	1	0,59	1,26	1,8497	1,5	2,76	2,1867	OC SOIL	0,005934
3	-	4	1	0,58	1,81	2,3881	1,5	3,31	1,8296	OC SOIL	0,004337
4	-	5	1	0,55	2,39	2,9399	1,5	3,89	1,6281	OC SOIL	0,002916
5	-	6	1	0,54	3,00	3,5390	1,5	4,50	1,4993	OC SOIL	0,002299
6	-	7	1	0,52	3,61	4,1261	1,5	5,11	1,4157	OC SOIL	0,001965
7	-	8	1	0,51	4,20	4,7069	1,5	5,70	1,3571	OC SOIL	0,001669
8	-	9	1	0,49	4,80	5,2940	1,5	6,30	1,3122	OC SOIL	0,001362
9	-	10	1	0,48	5,42	5,8987	1,5	6,92	1,2768	OC SOIL	0,001187
10	-	11	1	0,46	6,04	6,4978	1,5	7,54	1,2485	OC SOIL	0,001034
11	-	12	1	0,44	6,65	7,0969	1,5	8,15	1,2255	OC SOIL	0,000908
Sc Kumulatif											0,053175

**Tabel Pemampatan Tanah Dasar Akibat beban Timbunan  
STA 414+525  $q = 22 \text{ t/m}^2$**

Kedalaman			Hi	$\Delta p$	Po'	Po' + $\Delta p$	P fluktuasi air	P'c	OCR		Sc
(m)			(m)	( $\text{t/m}^2$ )	( $\text{t/m}^2$ )	( $\text{t/m}^2$ )	( $\text{t/m}^2$ )	( $\text{t/m}^2$ )			(m)
0	-	1	1	21,77	0,25	22,0150	1,5	1,75	7,0484	OC SOIL	0,237805
1	-	2	1	21,67	0,74	22,4186	1,5	2,24	3,0161	OC SOIL	0,205159
2	-	3	1	21,57	1,26	22,8295	1,5	2,76	2,1867	OC SOIL	0,176724
3	-	4	1	21,44	1,81	23,2483	1,5	3,31	1,8296	OC SOIL	0,161362
4	-	5	1	21,30	2,39	23,6880	1,5	3,89	1,6281	OC SOIL	0,133546
5	-	6	1	21,15	3,00	24,1497	1,5	4,50	1,4993	OC SOIL	0,123431
6	-	7	1	20,98	3,61	24,5868	1,5	5,11	1,4157	OC SOIL	0,120167
7	-	8	1	20,80	4,20	25,0004	1,5	5,70	1,3571	OC SOIL	0,112739
8	-	9	1	20,61	4,80	25,4159	1,5	6,30	1,3122	OC SOIL	0,101570
9	-	10	1	20,41	5,42	25,8345	1,5	6,92	1,2768	OC SOIL	0,095793
10	-	11	1	20,21	6,04	26,2453	1,5	7,54	1,2485	OC SOIL	0,090606
11	-	12	1	20,00	6,65	26,6494	1,5	8,15	1,2255	OC SOIL	0,085908
Sc Kumulatif											1,644809

**Tabel Pemampatan Tanah Dasar Akibat Pavement STA  
414+525**

Kedalaman			Hi	$\Delta p$	Po'	Po' + $\Delta p$	P fluktuasi air	P'c	OCR		Sc
(m)			(m)	( $\text{t/m}^2$ )	( $\text{t/m}^2$ )	( $\text{t/m}^2$ )	( $\text{t/m}^2$ )	( $\text{t/m}^2$ )			(m)
0	-	1	1	0,59	0,25	0,8394	1,5	1,75	7,0484	OC SOIL	0,019833
1	-	2	1	0,59	0,74	1,3297	1,5	2,24	3,0161	OC SOIL	0,009446
2	-	3	1	0,58	1,26	1,8441	1,5	2,76	2,1867	OC SOIL	0,005887
3	-	4	1	0,55	1,81	2,3599	1,5	3,31	1,8296	OC SOIL	0,004152
4	-	5	1	0,54	2,39	2,9230	1,5	3,89	1,6281	OC SOIL	0,002835
5	-	6	1	0,52	3,00	3,5221	1,5	4,50	1,4993	OC SOIL	0,002232
6	-	7	1	0,51	3,61	4,1149	1,5	5,11	1,4157	OC SOIL	0,001925
7	-	8	1	0,49	4,20	4,6900	1,5	5,70	1,3571	OC SOIL	0,001616
8	-	9	1	0,48	4,80	5,2827	1,5	6,30	1,3122	OC SOIL	0,001332
9	-	10	1	0,46	5,42	5,8818	1,5	6,92	1,2768	OC SOIL	0,001147
10	-	11	1	0,44	6,04	6,4809	1,5	7,54	1,2485	OC SOIL	0,000997
11	-	12	1	0,44	6,65	7,0969	1,5	8,15	1,2255	OC SOIL	0,000908
Sc Kumulatif											0,052310

**Tabel Pemampatan Tanah Dasar Akibat beban Timbunan  
STA 414+525  $q= 24 \text{ t/m}^2$**

Kedalaman			Hi	$\Delta p$	Po'	Po' + $\Delta p$	P fluktuasi air	P'c	OCR		Sc
(m)			(m)	( $\text{t/m}^2$ )	( $\text{t/m}^2$ )	( $\text{t/m}^2$ )	( $\text{t/m}^2$ )	( $\text{t/m}^2$ )			(m)
0	-	1	1	23,67	0,25	23,9145	1,5	1,75	7,0484	OC SOIL	0,244536
1	-	2	1	23,56	0,74	24,3002	1,5	2,24	3,0161	OC SOIL	0,211714
2	-	3	1	23,43	1,26	24,6939	1,5	2,76	2,1867	OC SOIL	0,182841
3	-	4	1	23,29	1,81	25,0967	1,5	3,31	1,8296	OC SOIL	0,167323
4	-	5	1	23,13	2,39	25,5215	1,5	3,89	1,6281	OC SOIL	0,138773
5	-	6	1	22,97	3,00	25,9695	1,5	4,50	1,4993	OC SOIL	0,128525
6	-	7	1	22,79	3,61	26,3941	1,5	5,11	1,4157	OC SOIL	0,125361
7	-	8	1	22,60	4,20	26,7963	1,5	5,70	1,3571	OC SOIL	0,117820
8	-	9	1	22,40	4,80	27,2015	1,5	6,30	1,3122	OC SOIL	0,106331
9	-	10	1	22,19	5,42	27,6106	1,5	6,92	1,2768	OC SOIL	0,100455
10	-	11	1	21,98	6,04	28,0127	1,5	7,54	1,2485	OC SOIL	0,095176
11	-	12	1	21,76	6,65	28,4087	1,5	8,15	1,2255	OC SOIL	0,090390
<b>Sc Kumulatif</b>											<b>1,709246</b>

**Tabel Pemampatan Tanah Dasar Akibat Pavement STA  
414+525**

Kedalaman			Hi	$\Delta p$	Po'	Po' + $\Delta p$	P fluktuasi air	P'c	OCR		Sc
(m)			(m)	( $\text{t/m}^2$ )	( $\text{t/m}^2$ )	( $\text{t/m}^2$ )	( $\text{t/m}^2$ )	( $\text{t/m}^2$ )			(m)
0	-	1	1	0,59	0,25	0,8337	1,5	1,75	7,0484	OC SOIL	0,019723
1	-	2	1	0,58	0,74	1,3241	1,5	2,24	3,0161	OC SOIL	0,009377
2	-	3	1	0,55	1,26	1,8159	1,5	2,76	2,1867	OC SOIL	0,005647
3	-	4	1	0,54	1,81	2,3430	1,5	3,31	1,8296	OC SOIL	0,004040
4	-	5	1	0,52	2,39	2,9061	1,5	3,89	1,6281	OC SOIL	0,002754
5	-	6	1	0,51	3,00	3,5109	1,5	4,50	1,4993	OC SOIL	0,002187
6	-	7	1	0,49	3,61	4,0980	1,5	5,11	1,4157	OC SOIL	0,001865
7	-	8	1	0,48	4,20	4,6787	1,5	5,70	1,3571	OC SOIL	0,001581
8	-	9	1	0,46	4,80	5,2658	1,5	6,30	1,3122	OC SOIL	0,001287
9	-	10	1	0,44	5,42	5,8649	1,5	6,92	1,2768	OC SOIL	0,001106
10	-	11	1	0,44	6,04	6,4809	1,5	7,54	1,2485	OC SOIL	0,000997
11	-	12	1	0,44	6,65	7,0969	1,5	8,15	1,2255	OC SOIL	0,000908
<b>Sc Kumulatif</b>											<b>0,051472</b>

**Tabel Pemampatan Tanah Dasar Akibat beban Timbunan  
STA 414+525  $q = 26 \text{ t/m}^2$**

Kedalaman			Hi	$\Delta p$	Po'	Po' + $\Delta p$	P fluktuasi air	P'c	OCR		Sc
(m)			(m)	( $\text{t/m}^2$ )	( $\text{t/m}^2$ )	( $\text{t/m}^2$ )	( $\text{t/m}^2$ )	( $\text{t/m}^2$ )			(m)
0	-	1	1	25,55	0,25	25,7947	1,5	1,75	7,0484	OC SOIL	0,250692
1	-	2	1	25,42	0,74	26,1634	1,5	2,24	3,0161	OC SOIL	0,217722
2	-	3	1	25,28	1,26	26,5414	1,5	2,76	2,1867	OC SOIL	0,188464
3	-	4	1	25,12	1,81	26,9295	1,5	3,31	1,8296	OC SOIL	0,172816
4	-	5	1	24,95	2,39	27,3411	1,5	3,89	1,6281	OC SOIL	0,143602
5	-	6	1	24,77	3,00	27,7772	1,5	4,50	1,4993	OC SOIL	0,133243
6	-	7	1	24,58	3,61	28,1909	1,5	5,11	1,4157	OC SOIL	0,130185
7	-	8	1	24,38	4,20	28,5835	1,5	5,70	1,3571	OC SOIL	0,122548
8	-	9	1	24,18	4,80	28,9799	1,5	6,30	1,3122	OC SOIL	0,110771
9	-	10	1	23,96	5,42	29,3811	1,5	6,92	1,2768	OC SOIL	0,104814
10	-	11	1	23,74	6,04	29,7761	1,5	7,54	1,2485	OC SOIL	0,099457
11	-	12	1	23,51	6,65	30,1656	1,5	8,15	1,2255	OC SOIL	0,094598
Sc Kumulatif											1,768911

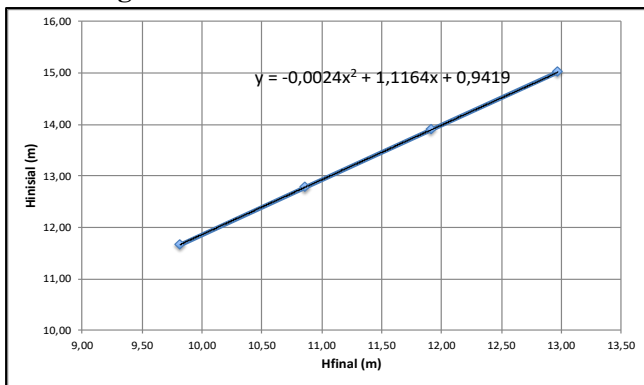
**Tabel Pemampatan Tanah Dasar Akibat Pavement STA  
414+525**

Kedalaman			Hi	$\Delta p$	Po'	Po' + $\Delta p$	P fluktuasi air	P'c	OCR		Sc
(m)			(m)	( $\text{t/m}^2$ )	( $\text{t/m}^2$ )	( $\text{t/m}^2$ )	( $\text{t/m}^2$ )	( $\text{t/m}^2$ )			(m)
0	-	1	1	0,58	0,25	0,8281	1,5	1,75	7,0484	OC SOIL	0,019613
1	-	2	1	0,55	0,74	1,2959	1,5	2,24	3,0161	OC SOIL	0,009027
2	-	3	1	0,54	1,26	1,7990	1,5	2,76	2,1867	OC SOIL	0,005501
3	-	4	1	0,52	1,81	2,3261	1,5	3,31	1,8296	OC SOIL	0,003927
4	-	5	1	0,51	2,39	2,8949	1,5	3,89	1,6281	OC SOIL	0,002699
5	-	6	1	0,49	3,00	3,4940	1,5	4,50	1,4993	OC SOIL	0,002119
6	-	7	1	0,48	3,61	4,0867	1,5	5,11	1,4157	OC SOIL	0,001825
7	-	8	1	0,46	4,20	4,6618	1,5	5,70	1,3571	OC SOIL	0,001528
8	-	9	1	0,44	4,80	5,2489	1,5	6,30	1,3122	OC SOIL	0,001242
9	-	10	1	0,44	5,42	5,8649	1,5	6,92	1,2768	OC SOIL	0,001106
10	-	11	1	0,44	6,04	6,4809	1,5	7,54	1,2485	OC SOIL	0,000997
11	-	12	1	0,42	6,65	7,0744	1,5	8,15	1,2255	OC SOIL	0,000863
Sc Kumulatif											0,050449

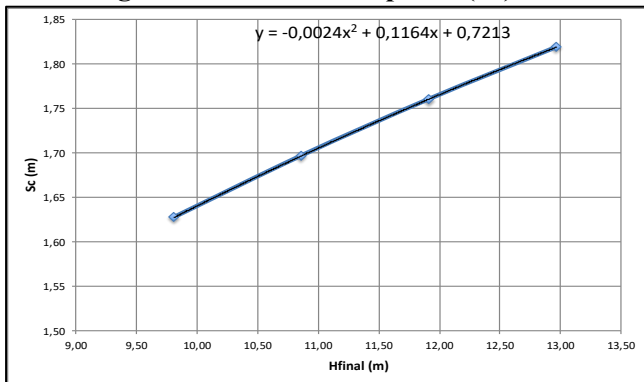
**Tabel Rekapitulasi Pemampatan Tanah Dasar Akibat Timbunan Tanah Sirtu STA 414+525**

Bebab q	Sc Akibat q	Hinitial	Sc Pavement	H Bongkar Traffic	H pavement	Sc Total	Hfinal
(t/m <sup>2</sup> )	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)
20	1,575	11,66	0,053	0,54	0,32	1,63	9,81
22	1,645	12,78	0,052	0,54	0,32	1,70	10,86
24	1,709	13,90	0,051	0,54	0,32	1,76	11,92
26	1,769	15,01	0,050	0,54	0,32	1,82	12,97

**Grafik Hubungan H<sub>final</sub> dan H<sub>inisial</sub>**



**Grafik Hubungan H<sub>final</sub> dan Pemampatan (Sc)**

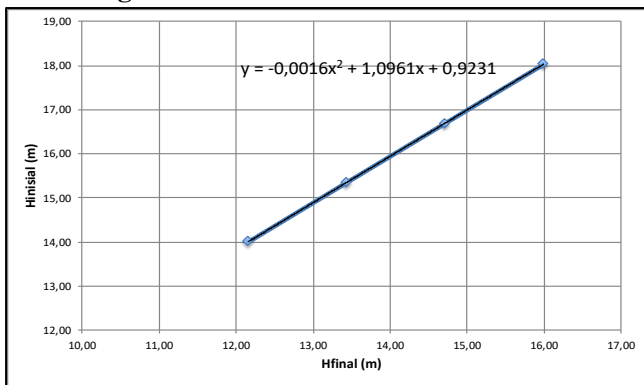




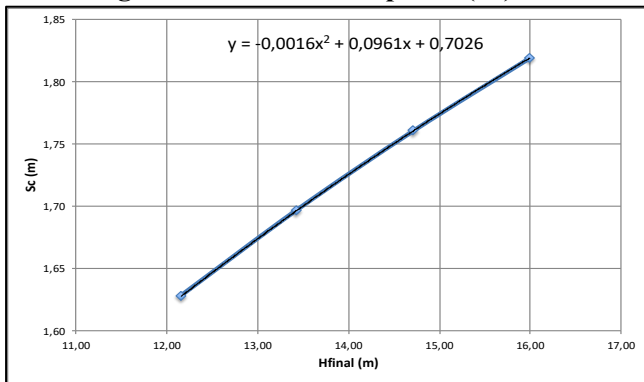
**Tabel Rekapitulasi Pemampatan Tanah Dasar Akibat Timbunan 25% Mortar Busa 75% Tanah Sirtu STA 414+525**

Bebas q	Sc Akibat q	Hinitial	Sc Pavement	H Bongkar Traffic	H pavement	Sc Total	Hfinal
(t/m <sup>2</sup> )	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)
20	1,575	14,01	0,053	0,54	0,32	1,63	12,16
22	1,645	15,35	0,052	0,54	0,32	1,70	13,44
24	1,709	16,70	0,051	0,54	0,32	1,76	14,71
26	1,769	18,04	0,050	0,54	0,32	1,82	16,00

**Grafik Hubungan H<sub>final</sub> dan H<sub>initial</sub>**



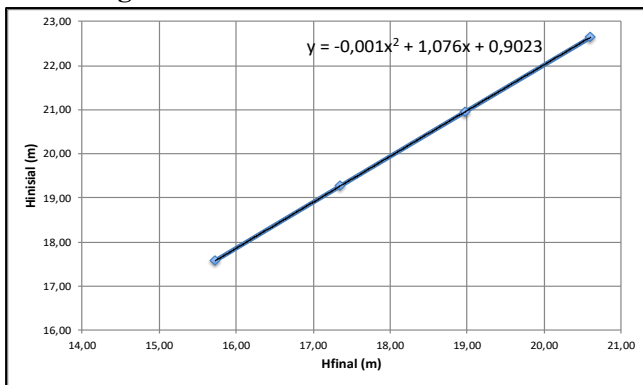
**Grafik Hubungan H<sub>final</sub> dan Pemampatan (Sc)**



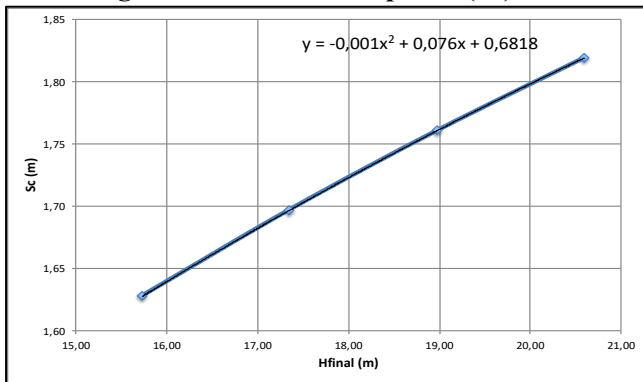
**Tabel Rekapitulasi Pemampatan Tanah Dasar Akibat Timbunan 50% Mortar Busa 50% Tanah Sirtu STA 414+525**

Bebas q	Sc Akibat q	Hinitial	Sc Pavement	H Bongkar Traffic	H pavement	Sc Total	Hfinal
(t/m <sup>2</sup> )	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)
20	1,575	17,58	0,053	0,54	0,32	1,63	15,73
22	1,645	19,27	0,052	0,54	0,32	1,70	17,35
24	1,709	20,95	0,051	0,54	0,32	1,76	18,97
26	1,769	22,64	0,050	0,54	0,32	1,82	20,60

**Grafik Hubungan H<sub>final</sub> dan H<sub>initial</sub>**



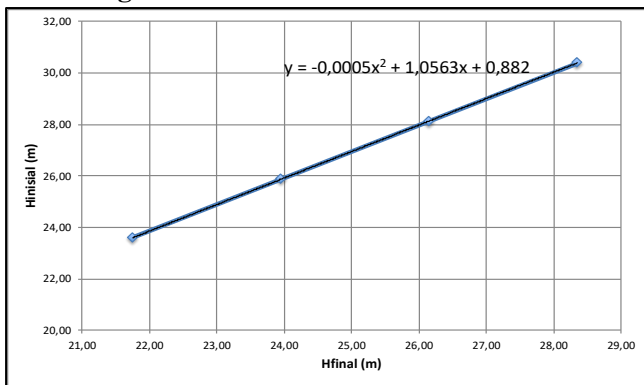
**Grafik Hubungan H<sub>final</sub> dan Pemampatan (Sc)**



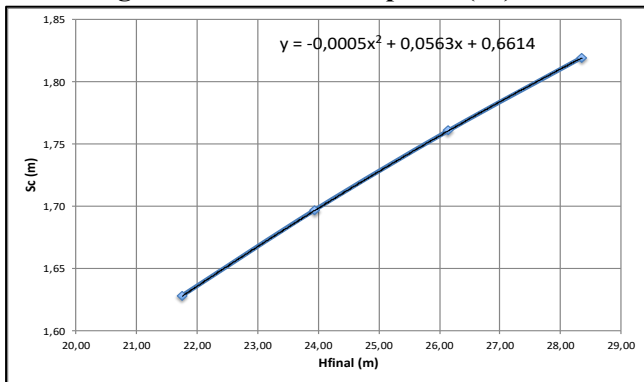
**Tabel Rekapitulasi Pemampatan Tanah Dasar Akibat Timbunan 75% Mortar Busa 25% Tanah Sirtu STA 414+525**

Bebas q	Sc Akibat q	Hinitial	Sc Pavement	H Bongkar Traffic	H pavement	Sc Total	Hfinal
(t/m <sup>2</sup> )	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)
20	1,575	23,60	0,053	0,54	0,32	1,63	21,75
22	1,645	25,87	0,052	0,54	0,32	1,70	23,95
24	1,709	28,13	0,051	0,54	0,32	1,76	26,15
26	1,769	30,39	0,050	0,54	0,32	1,82	28,35

**Grafik Hubungan H<sub>final</sub> dan H<sub>initial</sub>**



**Grafik Hubungan H<sub>final</sub> dan Pemampatan (Sc)**



**Tabel Pembebanan STA 424+576**

H Timbunan	q Timbunan	b	a	H Pavement	q Pavement	q Traffic	H Bongkar Traffic
(m)	(t/m <sup>2</sup> )	(m)	(m)	(m)	(t/m <sup>2</sup> )	(t/m <sup>2</sup> )	(m)
1,081	2	13,6	2,2	0,32	0,704	1,00	0,54
2,162	4	13,6	4,3	0,32	0,704	1,00	0,54
3,243	6	13,6	6,5	0,32	0,704	1,00	0,54
4,324	8	13,6	8,6	0,32	0,704	1,00	0,54

**Tabel Tegangan Overburden Efektif STA 424+576**

Kedalaman		Zi	$\gamma'$	Po'	P'c
	(m)	(m)	(t/m <sup>3</sup> )	(t/m <sup>2</sup> )	(t/m <sup>2</sup> )
0	-	1	0,5	0,52	1,76
1	-	2	1,5	0,52	2,28
2	-	3	2,5	0,62	2,85
3	-	4	3,5	0,62	3,46
4	-	5	4,5	0,62	4,08
5	-	6	5,5	0,62	4,70
6	-	7	6,5	0,64	5,32
7	-	8	7,5	0,64	5,96
8	-	9	8,5	0,62	6,59
9	-	10	9,5	0,62	7,21
10	-	11	10,5	0,64	7,84
11	-	12	11,5	0,64	8,48

**Tabel Distribusi Tegangan Akibat Timbunan STA 424+576**  
**Beban  $q = 2 \text{ t/m}^2$**

Kedalaman		Zi	b	a	$\alpha 1$	$\alpha 2$	qo	1/2 $\Delta p$	$\Delta p$	
	(m)	(m)	(m)	(m)	(rad)	(rad)	( $\text{t/m}^2$ )	( $\text{t/m}^2$ )	( $\text{t/m}^2$ )	
0	-	1	0,5	13,6	2,2	0,29	87,89	2	1,00	2,00
1	-	2	1,5	13,6	2,2	0,86	83,71	2	1,00	2,00
2	-	3	2,5	13,6	2,2	1,40	79,58	2	1,00	2,00
3	-	4	3,5	13,6	2,2	1,91	75,57	2	0,99	1,99
4	-	5	4,5	13,6	2,2	2,37	71,69	2	0,99	1,98
5	-	6	5,5	13,6	2,2	2,78	67,98	2	0,98	1,96
6	-	7	6,5	13,6	2,2	3,13	64,45	2	0,97	1,94
7	-	8	7,5	13,6	2,2	3,43	61,12	2	0,96	1,91
8	-	9	8,5	13,6	2,2	3,67	57,99	2	0,94	1,88
9	-	10	9,5	13,6	2,2	3,86	55,06	2	0,92	1,85
10	-	11	10,5	13,6	2,2	4,00	52,33	2	0,91	1,81
11	-	12	11,5	13,6	2,2	4,10	49,78	2	0,89	1,77

**Tabel Ditribusi Tegangan Akibat Pavement STA 424+576**

Kedalaman		Zi	x	y	m	n	qo	I	$\Delta p$	
	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	( $\text{t/m}^2$ )		( $\text{t/m}^2$ )	
0	-	1	1,261	13,6	$\infty$	10,78	$\infty$	0,704	0,250	0,70
1	-	2	2,261	13,6	$\infty$	6,01	$\infty$	0,704	0,250	0,70
2	-	3	3,261	13,6	$\infty$	4,17	$\infty$	0,704	0,248	0,70
3	-	4	4,261	13,6	$\infty$	3,19	$\infty$	0,704	0,246	0,69
4	-	5	5,261	13,6	$\infty$	2,59	$\infty$	0,704	0,244	0,69
5	-	6	6,261	13,6	$\infty$	2,17	$\infty$	0,704	0,242	0,68
6	-	7	7,261	13,6	$\infty$	1,87	$\infty$	0,704	0,238	0,67
7	-	8	8,261	13,6	$\infty$	1,65	$\infty$	0,704	0,232	0,65
8	-	9	9,261	13,6	$\infty$	1,47	$\infty$	0,704	0,230	0,65
9	-	10	10,261	13,6	$\infty$	1,33	$\infty$	0,704	0,224	0,63
10	-	11	11,261	13,6	$\infty$	1,21	$\infty$	0,704	0,216	0,61
11	-	12	12,261	13,6	$\infty$	1,11	$\infty$	0,704	0,208	0,59

**Tabel Distribusi Tegangan Akibat Timbunan STA 424+576**  
**Beban  $q = 4 \text{ t/m}^2$**

Kedalaman		Zi	b	a	$\alpha 1$	$\alpha 2$	qo	1/2 $\Delta p$	$\Delta p$	
	(m)	(m)	(m)	(m)	(rad)	(rad)	( $\text{t/m}^2$ )	( $\text{t/m}^2$ )	( $\text{t/m}^2$ )	
0	-	1	0,5	13,6	4,3	0,51	87,89	4	2,00	4,00
1	-	2	1,5	13,6	4,3	1,51	83,71	4	2,00	4,00
2	-	3	2,5	13,6	4,3	2,48	79,58	4	2,00	3,99
3	-	4	3,5	13,6	4,3	3,38	75,57	4	1,99	3,98
4	-	5	4,5	13,6	4,3	4,22	71,69	4	1,98	3,96
5	-	6	5,5	13,6	4,3	4,96	67,98	4	1,97	3,94
6	-	7	6,5	13,6	4,3	5,61	64,45	4	1,95	3,90
7	-	8	7,5	13,6	4,3	6,17	61,12	4	1,93	3,85
8	-	9	8,5	13,6	4,3	6,63	57,99	4	1,90	3,80
9	-	10	9,5	13,6	4,3	7,01	55,06	4	1,87	3,74
10	-	11	10,5	13,6	4,3	7,31	52,33	4	1,84	3,67
11	-	12	11,5	13,6	4,3	7,53	49,78	4	1,80	3,60

**Tabel Distribusi Tegangan Akibat Pavement STA 424+576**

Kedalaman		Zi	x	y	m	n	qo	I	$\Delta p$	
	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	( $\text{t/m}^2$ )		( $\text{t/m}^2$ )	
0	-	1	2,342	13,6	$\infty$	5,81	$\infty$	0,704	0,250	0,70
1	-	2	3,342	13,6	$\infty$	4,07	$\infty$	0,704	0,248	0,70
2	-	3	4,342	13,6	$\infty$	3,13	$\infty$	0,704	0,246	0,69
3	-	4	5,342	13,6	$\infty$	2,55	$\infty$	0,704	0,244	0,69
4	-	5	6,342	13,6	$\infty$	2,14	$\infty$	0,704	0,242	0,68
5	-	6	7,342	13,6	$\infty$	1,85	$\infty$	0,704	0,238	0,67
6	-	7	8,342	13,6	$\infty$	1,63	$\infty$	0,704	0,232	0,65
7	-	8	9,342	13,6	$\infty$	1,46	$\infty$	0,704	0,230	0,65
8	-	9	10,342	13,6	$\infty$	1,32	$\infty$	0,704	0,224	0,63
9	-	10	11,342	13,6	$\infty$	1,20	$\infty$	0,704	0,216	0,61
10	-	11	12,342	13,6	$\infty$	1,10	$\infty$	0,704	0,208	0,59
11	-	12	13,342	13,6	$\infty$	1,02	$\infty$	0,704	0,204	0,57

**Tabel Distribusi Tegangan Akibat Timbunan STA 424+576**  
**Akibat Beban  $q = 6 \text{ t/m}^2$**

Kedalaman		Zi	b	a	$\alpha 1$	$\alpha 2$	qo	1/2 $\Delta p$	$\Delta p$	
	(m)	(m)	(m)	(m)	(rad)	(rad)	( $\text{t/m}^2$ )	( $\text{t/m}^2$ )	( $\text{t/m}^2$ )	
0	-	1	0,5	13,6	6,5	0,68	87,89	6	3,00	6,00
1	-	2	1,5	13,6	6,5	2,02	83,71	6	3,00	6,00
2	-	3	2,5	13,6	6,5	3,32	79,58	6	3,00	5,99
3	-	4	3,5	13,6	6,5	4,55	75,57	6	2,99	5,98
4	-	5	4,5	13,6	6,5	5,68	71,69	6	2,98	5,95
5	-	6	5,5	13,6	6,5	6,71	67,98	6	2,96	5,92
6	-	7	6,5	13,6	6,5	7,61	64,45	6	2,93	5,87
7	-	8	7,5	13,6	6,5	8,40	61,12	6	2,90	5,81
8	-	9	8,5	13,6	6,5	9,07	57,99	6	2,87	5,74
9	-	10	9,5	13,6	6,5	9,62	55,06	6	2,83	5,66
10	-	11	10,5	13,6	6,5	10,07	52,33	6	2,78	5,57
11	-	12	11,5	13,6	6,5	10,43	49,78	6	2,74	5,47

**Tabel Distribusi Tegangan Akibat Pavement STA 424+576**

Kedalaman		Zi	x	y	m	n	qo	I	$\Delta p$	
	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	( $\text{t/m}^2$ )		( $\text{t/m}^2$ )	
0	-	1	3,423	13,6	$\infty$	3,97	$\infty$	0,704	0,248	0,6984
1	-	2	4,423	13,6	$\infty$	3,07	$\infty$	0,704	0,246	0,6927
2	-	3	5,423	13,6	$\infty$	2,51	$\infty$	0,704	0,244	0,6871
3	-	4	6,423	13,6	$\infty$	2,12	$\infty$	0,704	0,242	0,6815
4	-	5	7,423	13,6	$\infty$	1,83	$\infty$	0,704	0,238	0,6702
5	-	6	8,423	13,6	$\infty$	1,61	$\infty$	0,704	0,232	0,6533
6	-	7	9,423	13,6	$\infty$	1,44	$\infty$	0,704	0,230	0,6477
7	-	8	10,423	13,6	$\infty$	1,30	$\infty$	0,704	0,224	0,6308
8	-	9	11,423	13,6	$\infty$	1,19	$\infty$	0,704	0,216	0,6083
9	-	10	12,423	13,6	$\infty$	1,09	$\infty$	0,704	0,208	0,5857
10	-	11	13,423	13,6	$\infty$	1,01	$\infty$	0,704	0,204	0,5745
11	-	12	14,423	13,6	$\infty$	0,94	$\infty$	0,704	0,200	0,5632

**Tabel Distribusi Tegangan Akibat Timbunan STA 424+576**  
**Beban  $q = 8 \text{ t/m}^2$**

Kedalaman		Zi	b	a	$\alpha 1$	$\alpha 2$	qo	1/2 $\Delta p$	$\Delta p$	
	(m)	(m)	(m)	(m)	(rad)	(rad)	( $\text{t/m}^2$ )	( $\text{t/m}^2$ )	( $\text{t/m}^2$ )	
0	-	1	0,5	13,6	8,6	0,82	87,89	8	4,00	8,00
1	-	2	1,5	13,6	8,6	2,44	83,71	8	4,00	8,00
2	-	3	2,5	13,6	8,6	4,00	79,58	8	3,99	7,99
3	-	4	3,5	13,6	8,6	5,49	75,57	8	3,99	7,97
4	-	5	4,5	13,6	8,6	6,87	71,69	8	3,97	7,94
5	-	6	5,5	13,6	8,6	8,13	67,98	8	3,95	7,90
6	-	7	6,5	13,6	8,6	9,26	64,45	8	3,92	7,85
7	-	8	7,5	13,6	8,6	10,25	61,12	8	3,89	7,78
8	-	9	8,5	13,6	8,6	11,10	57,99	8	3,85	7,69
9	-	10	9,5	13,6	8,6	11,81	55,06	8	3,80	7,60
10	-	11	10,5	13,6	8,6	12,41	52,33	8	3,74	7,49
11	-	12	11,5	13,6	8,6	12,88	49,78	8	3,69	7,37

**Tabel Distribusi Tegangan Akibat Pavement STA 424+576**

Kedalaman		Zi	x	y	m	n	qo	I	$\Delta p$	
	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	( $\text{t/m}^2$ )		( $\text{t/m}^2$ )	
0	-	1	4,504	13,6	$\infty$	3,02	$\infty$	0,704	0,246	0,6927
1	-	2	5,504	13,6	$\infty$	2,47	$\infty$	0,704	0,244	0,6871
2	-	3	6,504	13,6	$\infty$	2,09	$\infty$	0,704	0,242	0,6815
3	-	4	7,504	13,6	$\infty$	1,81	$\infty$	0,704	0,238	0,6702
4	-	5	8,504	13,6	$\infty$	1,60	$\infty$	0,704	0,232	0,6533
5	-	6	9,504	13,6	$\infty$	1,43	$\infty$	0,704	0,230	0,6477
6	-	7	10,504	13,6	$\infty$	1,29	$\infty$	0,704	0,224	0,6308
7	-	8	11,504	13,6	$\infty$	1,18	$\infty$	0,704	0,216	0,6083
8	-	9	12,504	13,6	$\infty$	1,09	$\infty$	0,704	0,208	0,5857
9	-	10	13,504	13,6	$\infty$	1,01	$\infty$	0,704	0,204	0,5745
10	-	11	14,504	13,6	$\infty$	0,94	$\infty$	0,704	0,200	0,5632
11	-	12	15,504	13,6	$\infty$	0,88	$\infty$	0,704	0,194	0,5463



**Tabel Pemampatan Tanah Dasar Akibat beban Timbunan  
STA 424+576  $q = 2 \text{ t/m}^2$**

Kedalaman			Hi	$\Delta p$	Po'	Po' + $\Delta p$	P fluktuasi air	P'c	OCR		Sc
(m)			(m)	( $\text{t/m}^2$ )	( $\text{t/m}^2$ )	( $\text{t/m}^2$ )	( $\text{t/m}^2$ )	( $\text{t/m}^2$ )			(m)
0	-	1	1	2,00	0,26	2,2600	1,5	1,76	6,7692	OC SOIL	0,050403
1	-	2	1	2,00	0,78	2,7791	1,5	2,28	2,9231	OC SOIL	0,032869
2	-	3	1	2,00	1,35	3,3439	1,5	2,85	2,1128	OC SOIL	0,021745
3	-	4	1	1,99	1,96	3,9531	1,5	3,46	1,7637	OC SOIL	0,017219
4	-	5	1	1,98	2,58	4,5579	1,5	4,08	1,5814	OC SOIL	0,014193
5	-	6	1	1,96	3,20	5,1576	1,5	4,70	1,4693	OC SOIL	0,011970
6	-	7	1	1,94	3,82	5,7642	1,5	5,32	1,3923	OC SOIL	0,009914
7	-	8	1	1,91	4,46	6,3779	1,5	5,96	1,3360	OC SOIL	0,008512
8	-	9	1	1,88	5,09	6,9751	1,5	6,59	1,2946	OC SOIL	0,007582
9	-	10	1	1,85	5,71	7,5566	1,5	7,21	1,2628	OC SOIL	0,006584
10	-	11	1	1,81	6,34	8,1470	1,5	7,84	1,2367	OC SOIL	0,005543
11	-	12	1	1,77	6,98	8,7470	1,5	8,48	1,2150	OC SOIL	0,004795
Sc Kumulatif											0,191331

**Tabel Pemampatan Tanah Dasar Akibat Pavement STA  
424+576**

Kedalaman			Hi	$\Delta p$	Po'	Po' + $\Delta p$	P fluktuasi air	P'c	OCR		Sc
(m)			(m)	( $\text{t/m}^2$ )	( $\text{t/m}^2$ )	( $\text{t/m}^2$ )	( $\text{t/m}^2$ )	( $\text{t/m}^2$ )			(m)
0	-	1	1	0,70	0,26	0,9640	1,5	1,76	6,7692	OC SOIL	0,020885
1	-	2	1	0,70	0,78	1,4840	1,5	2,28	2,9231	OC SOIL	0,010251
2	-	3	1	0,70	1,35	2,0464	1,5	2,85	2,1128	OC SOIL	0,005854
3	-	4	1	0,69	1,96	2,6567	1,5	3,46	1,7637	OC SOIL	0,004237
4	-	5	1	0,69	2,58	3,2671	1,5	4,08	1,5814	OC SOIL	0,003311
5	-	6	1	0,68	3,20	3,8775	1,5	4,70	1,4693	OC SOIL	0,002711
6	-	7	1	0,67	3,82	4,4942	1,5	5,32	1,3923	OC SOIL	0,002199
7	-	8	1	0,65	4,46	5,1173	1,5	5,96	1,3360	OC SOIL	0,001860
8	-	9	1	0,65	5,09	5,7397	1,5	6,59	1,2946	OC SOIL	0,001679
9	-	10	1	0,63	5,71	6,3388	1,5	7,21	1,2628	OC SOIL	0,001470
10	-	11	1	0,61	6,34	6,9443	1,5	7,84	1,2367	OC SOIL	0,001248
11	-	12	1	0,59	6,98	7,5617	1,5	8,48	1,2150	OC SOIL	0,001098
Sc Kumulatif											0,056802

## Tabel Pemampatan Tanah Dasar Akibat beban Timbunan STA 424+576 $q = 4 \text{ t/m}^2$

Kedalaman			Hi	$\Delta p$	Po'	Po' + $\Delta p$	P fluktuasi air	P'c	OCR		Sc
(m)			(m)	( $\text{t/m}^2$ )	( $\text{t/m}^2$ )	( $\text{t/m}^2$ )	( $\text{t/m}^2$ )	( $\text{t/m}^2$ )			(m)
0	-	1	1	4,00	0,26	4,2599	1,5	1,76	6,7692	OC SOIL	0,100917
1	-	2	1	4,00	0,78	4,7785	1,5	2,28	2,9231	OC SOIL	0,076060
2	-	3	1	3,99	1,35	5,3412	1,5	2,85	2,1128	OC SOIL	0,054583
3	-	4	1	3,98	1,96	5,9458	1,5	3,46	1,7637	OC SOIL	0,045841
4	-	5	1	3,96	2,58	6,5428	1,5	4,08	1,5814	OC SOIL	0,039543
5	-	6	1	3,94	3,20	7,1312	1,5	4,70	1,4693	OC SOIL	0,034690
6	-	7	1	3,90	3,82	7,7226	1,5	5,32	1,3923	OC SOIL	0,029828
7	-	8	1	3,85	4,46	8,3173	1,5	5,96	1,3360	OC SOIL	0,026588
8	-	9	1	3,80	5,09	8,8917	1,5	6,59	1,2946	OC SOIL	0,024605
9	-	10	1	3,74	5,71	9,4470	1,5	7,21	1,2628	OC SOIL	0,022240
10	-	11	1	3,67	6,34	10,0082	1,5	7,84	1,2367	OC SOIL	0,019551
11	-	12	1	3,60	6,98	10,5764	1,5	8,48	1,2150	OC SOIL	0,017725
Se Kumulatif											0,492170

## Tabel Pemampatan Tanah Dasar Akibat Pavement STA 424+576

Kedalaman			Hi	$\Delta p$	Po'	Po' + $\Delta p$	P fluktuasi air	P'c	OCR		Sc
(m)			(m)	( $\text{t/m}^2$ )	( $\text{t/m}^2$ )	( $\text{t/m}^2$ )	( $\text{t/m}^2$ )	( $\text{t/m}^2$ )			(m)
0	-	1	1	0,70	0,26	0,9640	1,5	1,76	6,7692	OC SOIL	0,020885
1	-	2	1	0,70	0,78	1,4784	1,5	2,28	2,9231	OC SOIL	0,010190
2	-	3	1	0,69	1,35	2,0407	1,5	2,85	2,1128	OC SOIL	0,005815
3	-	4	1	0,69	1,96	2,6511	1,5	3,46	1,7637	OC SOIL	0,004207
4	-	5	1	0,68	2,58	3,2615	1,5	4,08	1,5814	OC SOIL	0,003287
5	-	6	1	0,67	3,20	3,8662	1,5	4,70	1,4693	OC SOIL	0,002670
6	-	7	1	0,65	3,82	4,4773	1,5	5,32	1,3923	OC SOIL	0,002148
7	-	8	1	0,65	4,46	5,1117	1,5	5,96	1,3360	OC SOIL	0,001845
8	-	9	1	0,63	5,09	5,7228	1,5	6,59	1,2946	OC SOIL	0,001638
9	-	10	1	0,61	5,71	6,3163	1,5	7,21	1,2628	OC SOIL	0,001420
10	-	11	1	0,59	6,34	6,9217	1,5	7,84	1,2367	OC SOIL	0,001204
11	-	12	1	0,57	6,98	7,5505	1,5	8,48	1,2150	OC SOIL	0,001078
Se Kumulatif											0,056386

**Tabel Pemampatan Tanah Dasar Akibat beban Timbunan  
STA 424+576  $q = 6 \text{ t/m}^2$**

Kedalaman			Hi	$\Delta p$	Po'	Po' + $\Delta p$	P fluktuasi air	P'c	OCR		Sc
(m)			(m)	( $\text{t/m}^2$ )	( $\text{t/m}^2$ )	( $\text{t/m}^2$ )	( $\text{t/m}^2$ )	( $\text{t/m}^2$ )			(m)
0	-	1	1	6,00	0,26	6,2599	1,5	1,76	6,7692	OC SOIL	0,131590
1	-	2	1	6,00	0,78	6,7781	1,5	2,28	2,9231	OC SOIL	0,103916
2	-	3	1	5,99	1,35	7,3393	1,5	2,85	2,1128	OC SOIL	0,076866
3	-	4	1	5,98	1,96	7,9407	1,5	3,46	1,7637	OC SOIL	0,066127
4	-	5	1	5,95	2,58	8,5322	1,5	4,08	1,5814	OC SOIL	0,058158
5	-	6	1	5,92	3,20	9,1124	1,5	4,70	1,4693	OC SOIL	0,051880
6	-	7	1	5,87	3,82	9,6927	1,5	5,32	1,3923	OC SOIL	0,045298
7	-	8	1	5,81	4,46	10,2732	1,5	5,96	1,3360	OC SOIL	0,040968
8	-	9	1	5,74	5,09	10,8305	1,5	6,59	1,2946	OC SOIL	0,038435
9	-	10	1	5,66	5,71	11,3657	1,5	7,21	1,2628	OC SOIL	0,035205
10	-	11	1	5,57	6,34	11,9040	1,5	7,84	1,2367	OC SOIL	0,031362
11	-	12	1	5,47	6,98	12,4471	1,5	8,48	1,2150	OC SOIL	0,028813
<b>Sc Kumulatif</b>											<b>0,708617</b>

**Tabel Pemampatan Tanah Dasar Akibat Pavement STA  
424+576**

Kedalaman			Hi	$\Delta p$	Po'	Po' + $\Delta p$	P fluktuasi air	P'c	OCR		Sc
(m)			(m)	( $\text{t/m}^2$ )	( $\text{t/m}^2$ )	( $\text{t/m}^2$ )	( $\text{t/m}^2$ )	( $\text{t/m}^2$ )			(m)
0	-	1	1	0,70	0,26	0,9584	1,5	1,76	6,7692	OC SOIL	0,020791
1	-	2	1	0,69	0,78	1,4727	1,5	2,28	2,9231	OC SOIL	0,010130
2	-	3	1	0,69	1,35	2,0351	1,5	2,85	2,1128	OC SOIL	0,005777
3	-	4	1	0,68	1,96	2,6455	1,5	3,46	1,7637	OC SOIL	0,004177
4	-	5	1	0,67	2,58	3,2502	1,5	4,08	1,5814	OC SOIL	0,003239
5	-	6	1	0,65	3,20	3,8493	1,5	4,70	1,4693	OC SOIL	0,002608
6	-	7	1	0,65	3,82	4,4717	1,5	5,32	1,3923	OC SOIL	0,002131
7	-	8	1	0,63	4,46	5,0948	1,5	5,96	1,3360	OC SOIL	0,001800
8	-	9	1	0,61	5,09	5,7003	1,5	6,59	1,2946	OC SOIL	0,001582
9	-	10	1	0,59	5,71	6,2937	1,5	7,21	1,2628	OC SOIL	0,001370
10	-	11	1	0,57	6,34	6,9105	1,5	7,84	1,2367	OC SOIL	0,001182
11	-	12	1	0,56	6,98	7,5392	1,5	8,48	1,2150	OC SOIL	0,001057
<b>Sc Kumulatif</b>											<b>0,055843</b>

**Tabel Pemampatan Tanah Dasar Akibat beban Timbunan  
STA 424+576  $q = 8 \text{ t/m}^2$**

Kedalaman			Hi	$\Delta p$	Po'	Po' + $\Delta p$	P fluktuasi air	P <sub>c</sub>	OCR		Sc
(m)			(m)	(t/m <sup>2</sup> )	(t/m <sup>2</sup> )	(t/m <sup>2</sup> )	(t/m <sup>2</sup> )	(t/m <sup>2</sup> )			(m)
0	-	1	1	8,00	0,26	8,2599	1,5	1,76	6,7692	OC SOIL	0,153683
1	-	2	1	8,00	0,78	8,7778	1,5	2,28	2,9231	OC SOIL	0,124517
2	-	3	1	7,99	1,35	9,3379	1,5	2,85	2,1128	OC SOIL	0,093753
3	-	4	1	7,97	1,96	9,9370	1,5	3,46	1,7637	OC SOIL	0,081852
4	-	5	1	7,94	2,58	10,5245	1,5	4,08	1,5814	OC SOIL	0,072872
5	-	6	1	7,90	3,20	11,0986	1,5	4,70	1,4693	OC SOIL	0,065706
6	-	7	1	7,85	3,82	11,6706	1,5	5,32	1,3923	OC SOIL	0,057941
7	-	8	1	7,78	4,46	12,2403	1,5	5,96	1,3360	OC SOIL	0,052896
8	-	9	1	7,69	5,09	12,7844	1,5	6,59	1,2946	OC SOIL	0,050065
9	-	10	1	7,60	5,71	13,3039	1,5	7,21	1,2628	OC SOIL	0,046246
10	-	11	1	7,49	6,34	13,8243	1,5	7,84	1,2367	OC SOIL	0,041544
11	-	12	1	7,37	6,98	14,3472	1,5	8,48	1,2150	OC SOIL	0,038485
Sc Kumulatif											0,879560

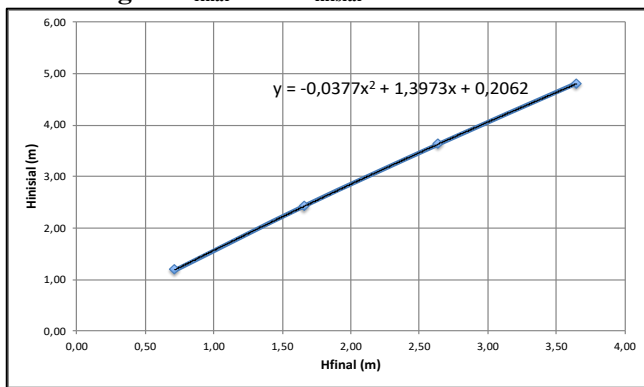
**Tabel Pemampatan Tanah Dasar Akibat Pavement STA  
424+576**

Kedalaman			Hi	$\Delta p$	Po'	Po' + $\Delta p$	P fluktuasi air	P <sub>c</sub>	OCR		Sc
(m)			(m)	(t/m <sup>2</sup> )	(t/m <sup>2</sup> )	(t/m <sup>2</sup> )	(t/m <sup>2</sup> )	(t/m <sup>2</sup> )			(m)
0	-	1	1	0,69	0,26	0,9527	1,5	1,76	6,7692	OC SOIL	0,020697
1	-	2	1	0,69	0,78	1,4671	1,5	2,28	2,9231	OC SOIL	0,010068
2	-	3	1	0,68	1,35	2,0295	1,5	2,85	2,1128	OC SOIL	0,005738
3	-	4	1	0,67	1,96	2,6342	1,5	3,46	1,7637	OC SOIL	0,004117
4	-	5	1	0,65	2,58	3,2333	1,5	4,08	1,5814	OC SOIL	0,003165
5	-	6	1	0,65	3,20	3,8437	1,5	4,70	1,4693	OC SOIL	0,002588
6	-	7	1	0,63	3,82	4,4548	1,5	5,32	1,3923	OC SOIL	0,002079
7	-	8	1	0,61	4,46	5,0723	1,5	5,96	1,3360	OC SOIL	0,001739
8	-	9	1	0,59	5,09	5,6777	1,5	6,59	1,2946	OC SOIL	0,001527
9	-	10	1	0,57	5,71	6,2825	1,5	7,21	1,2628	OC SOIL	0,001345
10	-	11	1	0,56	6,34	6,8992	1,5	7,84	1,2367	OC SOIL	0,001160
11	-	12	1	0,55	6,98	7,5223	1,5	8,48	1,2150	OC SOIL	0,001027
Sc Kumulatif											0,055250

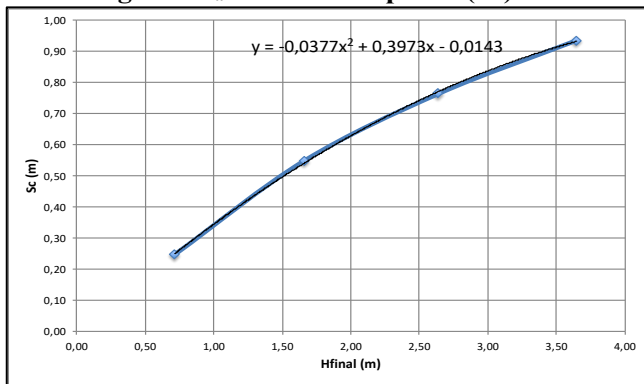
**Tabel Rekapitulasi Pemampatan Tanah Dasar Akibat Timbunan Tanah Sirtu STA 424+576**

Beban q	Sc Akibat q	Hinitial	Sc Pavement	H Bongkar Traffic	H pavement	Sc Total	Hfinal
(t/m <sup>2</sup> )	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)
2	0,191	1,18	0,057	0,54	0,32	0,25	0,72
4	0,492	2,43	0,056	0,54	0,32	0,55	1,66
6	0,709	3,63	0,056	0,54	0,32	0,76	2,64
8	0,880	4,80	0,055	0,54	0,32	0,93	3,64

**Grafik Hubungan H<sub>final</sub> dan H<sub>initial</sub>**



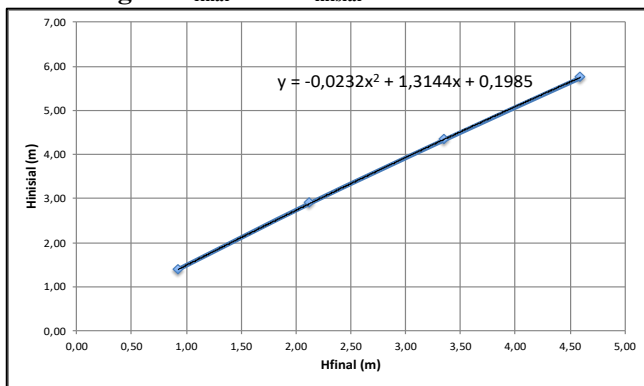
**Grafik Hubungan H<sub>final</sub> dan Pemampatan (Sc)**



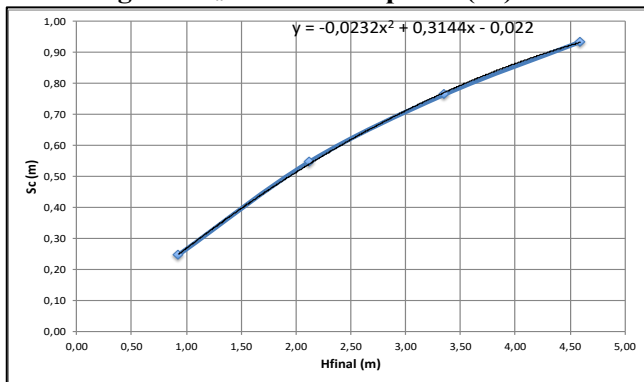
**Tabel Rekapitulasi Pemampatan Tanah Dasar Akibat Timbunan 25% Mortar Busa 75% Tanah Sirtu STA 424+576**

Beban q	Sc Akibat q	Hinitial	Sc Pavement	H Bongkar Traffic	H pavement	Sc Total	Hfinal
(t/m <sup>2</sup> )	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)
2	0,191	1,40	0,057	0,54	0,32	0,25	0,93
4	0,492	2,90	0,056	0,54	0,32	0,55	2,13
6	0,709	4,34	0,056	0,54	0,32	0,76	3,35
8	0,880	5,75	0,055	0,54	0,32	0,93	4,59

**Grafik Hubungan H<sub>final</sub> dan H<sub>initial</sub>**



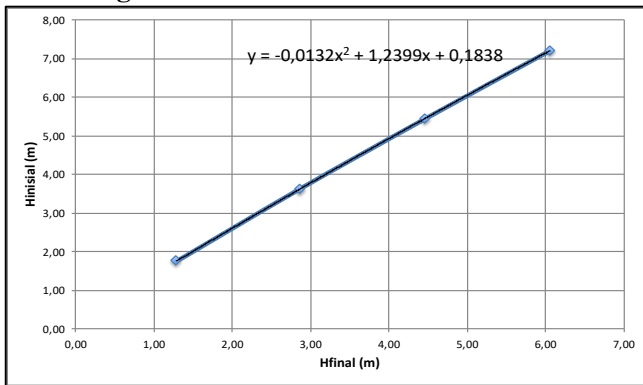
**Grafik Hubungan H<sub>final</sub> dan Pemampatan (Sc)**



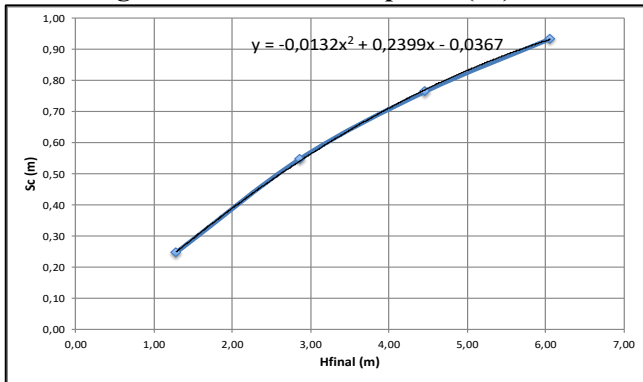
**Tabel Rekapitulasi Pemampatan Tanah Dasar Akibat Timbunan 50% Mortar Busa 50% Tanah Sirtu STA 424+576**

Beban q	Sc Akibat q	Hinitial	Sc Pavement	H Bongkar Traffic	H pavement	Sc Total	Hfinal
(t/m <sup>2</sup> )	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)
2	0,191	1,76	0,057	0,54	0,32	0,25	1,29
4	0,492	3,63	0,056	0,54	0,32	0,55	2,87
6	0,709	5,44	0,056	0,54	0,32	0,76	4,46
8	0,880	7,22	0,055	0,54	0,32	0,93	6,06

**Grafik Hubungan H<sub>final</sub> dan H<sub>inisial</sub>**



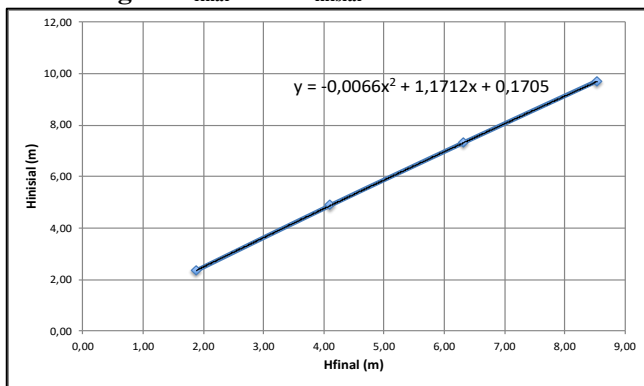
**Grafik Hubungan H<sub>final</sub> dan Pemampatan (Sc)**



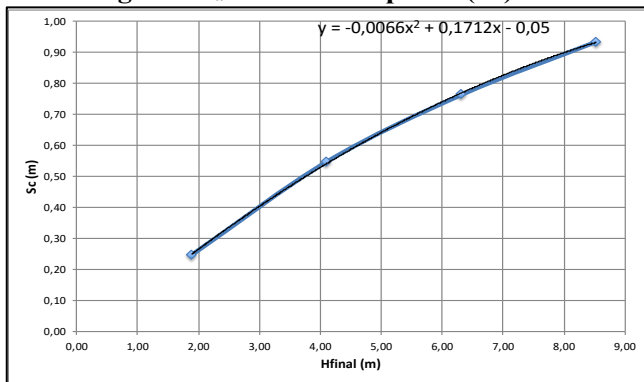
**Tabel Rekapitulasi Pemampatan Tanah Dasar Akibat Timbunan 75% Mortar Busa 25% Tanah Sirtu STA 424+576**

Beban q	Sc Akibat q	Hinitial	Sc Pavement	H Bongkar Traffic	H pavement	Sc Total	Hfinal
(t/m <sup>2</sup> )	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)
2	0,191	2,36	0,057	0,54	0,32	0,25	1,89
4	0,492	4,88	0,056	0,54	0,32	0,55	4,11
6	0,709	7,31	0,056	0,54	0,32	0,76	6,32
8	0,880	9,69	0,055	0,54	0,32	0,93	8,53

**Grafik Hubungan H<sub>final</sub> dan H<sub>inisial</sub>**



**Grafik Hubungan H<sub>final</sub> dan Pemampatan (Sc)**



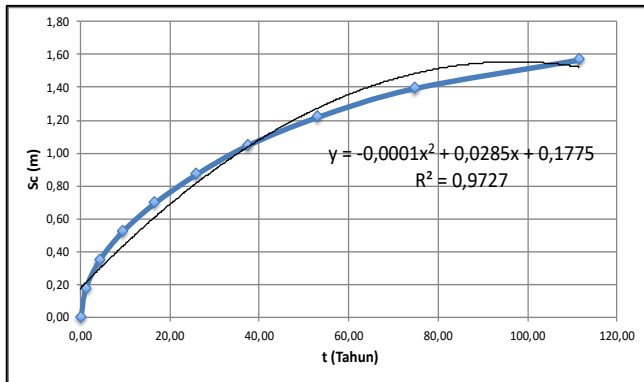


### LAMPIRAN 3

**Tabel dan Grafik *Rate of Settlement* Variasi Timbunan Tanah Sirtu STA 414+525**

Hdr	12	m
Cv gabungan	0,000347	cm <sup>2</sup> /s
	1,094611	m <sup>2</sup> /tahun
sc	1,74	m

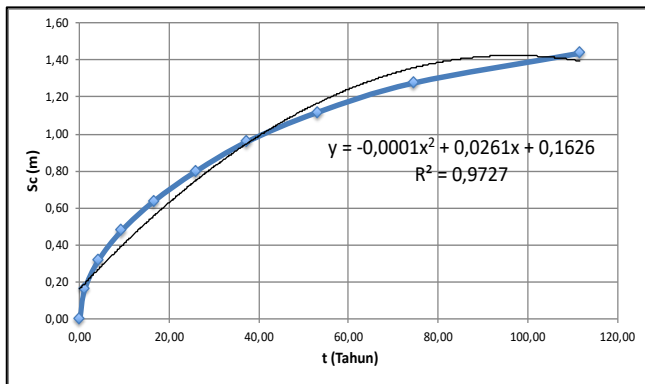
Derajat Konsolidasi	Faktor Waktu	Tahun	Pemampatan
U (%)	Tv	t (Tahun)	Sc (m)
0,00	0,000	0,00	0,00
10,00	0,008	1,03	0,17
20,00	0,031	4,13	0,35
30,00	0,071	9,30	0,52
40,00	0,126	16,53	0,70
50,00	0,196	25,83	0,87
60,00	0,283	37,20	1,05
70,00	0,403	53,00	1,22
80,00	0,567	74,61	1,39
90,00	0,848	111,56	1,57



## Tabel dan Grafik *Rate of Settlement* Variasi Timbunan 25% Mortar Busa 75% Tanah Sirtu STA 414+525

Hdr	12	m
Cv gabungan	0,000347	cm <sup>2</sup> /s
	1,094611	m <sup>2</sup> /tahun
sc	1,60	m

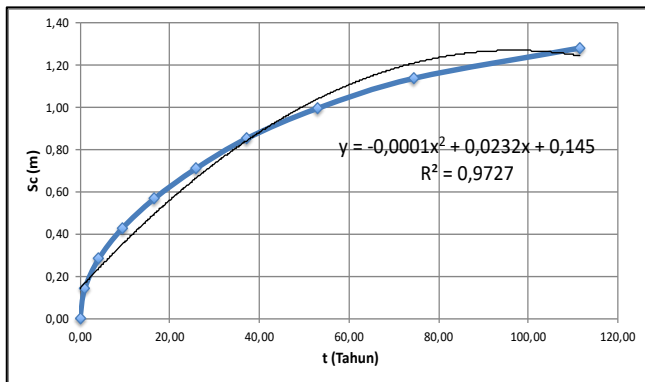
Derajat Konsolidasi	Faktor Waktu	Tahun	Pemampatan
U (%)	Tv	t (Tahun)	Sc (m)
0,00	0,000	0,00	0,00
10,00	0,008	1,03	0,16
20,00	0,031	4,13	0,32
30,00	0,071	9,30	0,48
40,00	0,126	16,53	0,64
50,00	0,196	25,83	0,80
60,00	0,283	37,20	0,96
70,00	0,403	53,00	1,12
80,00	0,567	74,61	1,28
90,00	0,848	111,56	1,44



## Tabel dan Grafik Rate of Settlement Variasi Timbunan 50% Mortar Busa 50% Tanah Sirtu STA 414+525

Hdr	12	m
Cv gabungan	0,000347	cm <sup>2</sup> /s
	1,094611	m <sup>2</sup> /tahun
sc	1,42	m

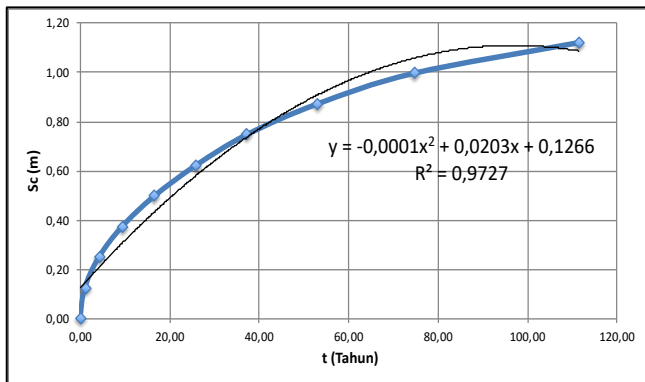
Derajat Konsolidasi	Faktor Waktu	Tahun	Pemampatan
U (%)	Tv	t (Tahun)	Sc (m)
0,00	0,000	0,00	0,00
10,00	0,008	1,03	0,14
20,00	0,031	4,13	0,28
30,00	0,071	9,30	0,43
40,00	0,126	16,53	0,57
50,00	0,196	25,83	0,71
60,00	0,283	37,20	0,85
70,00	0,403	53,00	1,00
80,00	0,567	74,61	1,14
90,00	0,848	111,56	1,28



## Tabel dan Grafik Rate of Settlement Variasi Timbunan 75% Mortar Busa 25% Tanah Sirtu STA 414+525

Hdr	12	m
Cv gabungan	0,000347	cm <sup>2</sup> /s
	1,094611	m <sup>2</sup> /tahun
sc	1,24	m

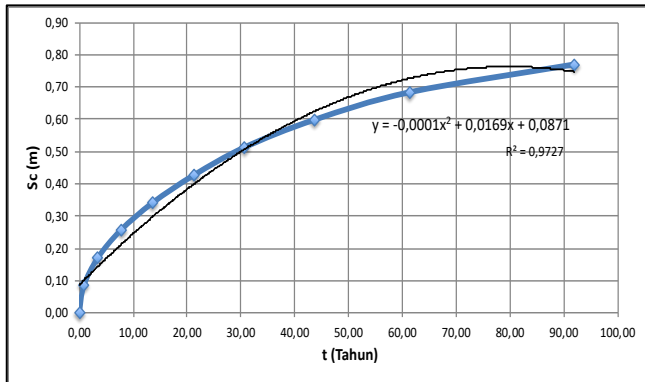
Derajat Konsolidasi	Faktor Waktu	Tahun	Pemampatan
U (%)	Tv	t (Tahun)	Sc (m)
0,00	0,000	0,00	0,00
10,00	0,008	1,03	0,12
20,00	0,031	4,13	0,25
30,00	0,071	9,30	0,37
40,00	0,126	16,53	0,50
50,00	0,196	25,83	0,62
60,00	0,283	37,20	0,75
70,00	0,403	53,00	0,87
80,00	0,567	74,61	0,99
90,00	0,848	111,56	1,12



## Tabel dan Grafik *Rate of Settlement* Variasi Timbunan Tanah Sirtu STA 424+576

Hdr	12	m
Cv gabungan	0,000421	cm <sup>2</sup> /s
	1,327672	m <sup>2</sup> /tahun
sc	0,86	m

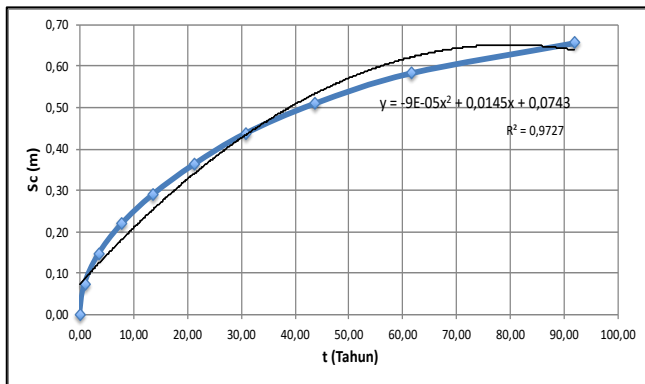
Derajat Konsolidasi	Faktor Waktu	Tahun	Pemampatan
U (%)	Tv	t (Tahun)	Sc (m)
0,00	0,000	0,00	0,00
10,00	0,008	0,85	0,09
20,00	0,031	3,41	0,17
30,00	0,071	7,67	0,26
40,00	0,126	13,63	0,34
50,00	0,196	21,30	0,43
60,00	0,283	30,67	0,51
70,00	0,403	43,69	0,60
80,00	0,567	61,51	0,68
90,00	0,848	91,97	0,77



## Tabel dan Grafik *Rate of Settlement* Variasi Timbunan 25% Mortar Busa 75% Tanah Sirtu STA 424+576

Hdr	12	m
Cv gabungan	0,000421	cm <sup>2</sup> /s
	1,327672	m <sup>2</sup> /tahun
sc	0,73	m

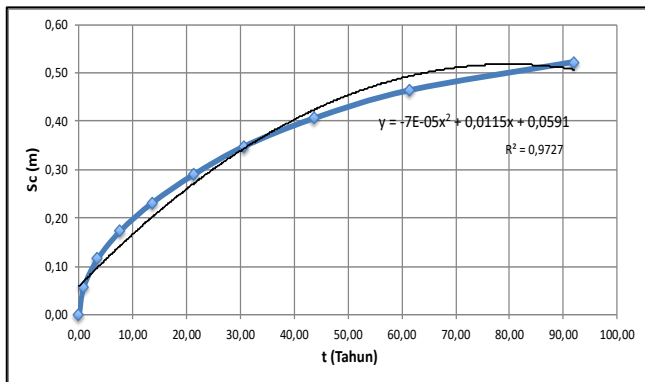
Derajat Konsolidasi	Faktor Waktu	Tahun	Pemampatan
U (%)	Tv	t (Tahun)	Sc (m)
0,00	0,000	0,00	0,00
10,00	0,008	0,85	0,07
20,00	0,031	3,41	0,15
30,00	0,071	7,67	0,22
40,00	0,126	13,63	0,29
50,00	0,196	21,30	0,36
60,00	0,283	30,67	0,44
70,00	0,403	43,69	0,51
80,00	0,567	61,51	0,58
90,00	0,848	91,97	0,66



## Tabel dan Grafik Rate of Settlement Variasi Timbunan 50% Mortar Busa 50% Tanah Sirtu STA 424+576

Hdr	12	m
Cv gabungan	0,000421	cm <sup>2</sup> /s
	1,327672	m <sup>2</sup> /tahun
sc	0,58	m

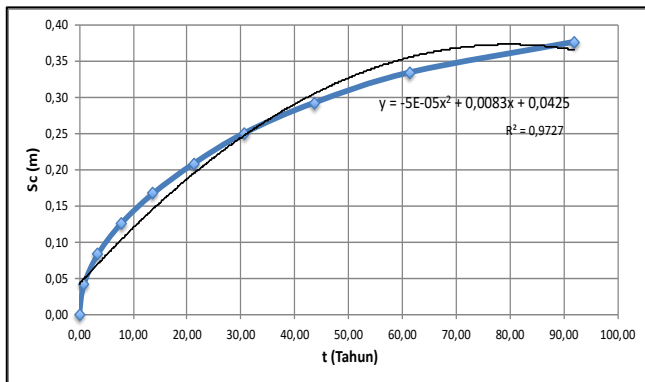
Derajat Konsolidasi	Faktor Waktu	Tahun	Pemampatan
U (%)	Tv	t (Tahun)	Sc (m)
0,00	0,000	0,00	0,00
10,00	0,008	0,85	0,06
20,00	0,031	3,41	0,12
30,00	0,071	7,67	0,17
40,00	0,126	13,63	0,23
50,00	0,196	21,30	0,29
60,00	0,283	30,67	0,35
70,00	0,403	43,69	0,41
80,00	0,567	61,51	0,46
90,00	0,848	91,97	0,52



## Tabel dan Grafik Rate of Settlement Variasi Timbunan 75% Mortar Busa 25% Tanah Sirtu STA 424+576

Hdr	12	m
Cv gabungan	0,000421	cm <sup>2</sup> /s
	1,327672	m <sup>2</sup> /tahun
sc	0,42	m

Derajat Konsolidasi	Faktor Waktu	Tahun	Pemampatan
U (%)	Tv	t (Tahun)	Sc (m)
0,00	0,000	0,00	0,00
10,00	0,008	0,85	0,04
20,00	0,031	3,41	0,08
30,00	0,071	7,67	0,13
40,00	0,126	13,63	0,17
50,00	0,196	21,30	0,21
60,00	0,283	30,67	0,25
70,00	0,403	43,69	0,29
80,00	0,567	61,51	0,33
90,00	0,848	91,97	0,38





## LAMPIRAN 4

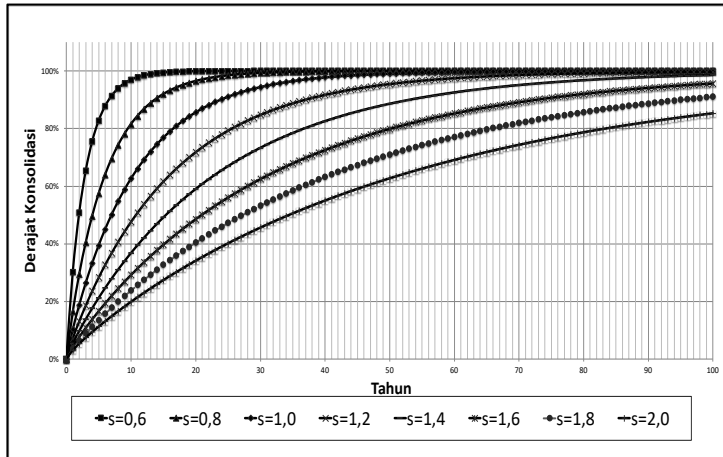
**Tabel Perhitungan Nilai Derajat Konsolidasi *Prefabricated Vertical Drain (PVD)* Pola Segiempat STA 414+525**

t (minggu)	Tv	Uv	s = 0.6	s = 0.8	s = 1	s = 1.2	....	s = 2
			Uh	Uh	Uh	Uh	....	Uh
0	0,000000	0,00000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	....	0,000000
1	0,000146	0,01362	0,291675	0,151769	0,089932	0,058460	....	0,017569
2	0,000292	0,01927	0,498276	0,280504	0,171777	0,113503	....	0,034830
3	0,000437	0,02360	0,644616	0,389701	0,246261	0,165328	....	0,051787
4	0,000583	0,02725	0,748273	0,482325	0,314046	0,214123	....	0,068447
5	0,000729	0,03046	0,821695	0,560892	0,375735	0,260066	....	0,084813
6	0,000875	0,03337	0,873702	0,627535	0,431877	0,303323	....	0,100892
7	0,001020	0,03605	0,910540	0,684064	0,482970	0,344051	....	0,116689
8	0,001166	0,03853	0,936633	0,732013	0,529467	0,382398	....	0,132208
9	0,001312	0,04087	0,955116	0,772685	0,571783	0,418503	....	0,147455
10	0,001458	0,04308	0,968207	0,807184	0,610294	0,452498	....	0,162433
11	0,001604	0,04519	0,977481	0,836448	0,645341	0,484505	....	0,177149
12	0,001749	0,04720	0,984049	0,861270	0,677236	0,514641	....	0,191605
13	0,001895	0,04912	0,988701	0,882325	0,706263	0,543015	....	0,205808
14	0,002041	0,05098	0,991997	0,900184	0,732680	0,569731	....	0,219762
15	0,002187	0,05277	0,994331	0,915333	0,756720	0,594885	....	0,233470
16	0,002333	0,05450	0,995985	0,928183	0,778599	0,618568	....	0,246937
17	0,002478	0,05617	0,997156	0,939083	0,798510	0,640866	....	0,260168
18	0,002624	0,05780	0,997985	0,948328	0,816630	0,661862	....	0,273166
19	0,002770	0,05939	0,998573	0,956170	0,833121	0,681629	....	0,285936
20	0,002916	0,06093	0,998989	0,962822	0,848129	0,700241	....	0,298482
....	....	....	....	....	....	....	....	....
50	0,007289	0,09634	1,000000	0,999733	0,991012	0,950804	....	0,587810
51	0,007435	0,09730	1,000000	0,999774	0,991820	0,953680	....	0,595052
52	0,007581	0,09824	1,000000	0,999808	0,992556	0,956388	....	0,602167
53	0,007726	0,09918	1,000000	0,999837	0,993225	0,958938	....	0,609156
54	0,007872	0,10012	1,000000	0,999862	0,993834	0,961338	....	0,616023
55	0,008018	0,10104	1,000000	0,999883	0,994389	0,963598	....	0,622769

**Tabel Perhitungan Nilai Derajat Konsolidasi Total ( $U_{total}$ )  
*Prefabricated Vertical Drain (PVD)* Pola Segiempat STA  
 414+525**

<b>s (m)</b>	<b>0,6</b>	<b>0,8</b>	<b>1</b>	<b>1,2</b>	<b>....</b>	<b>2</b>
<b>t (minggu )</b>	<b>Utotal</b>	<b>Utotal</b>	<b>Utotal</b>	<b>Utotal</b>	<b>....</b>	<b>Utotal</b>
0	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	....	0,00%
1	30,13%	16,33%	10,23%	7,13%	....	3,10%
2	50,79%	29,44%	18,77%	13,06%	....	5,34%
3	65,30%	40,41%	26,40%	18,50%	....	7,42%
4	75,51%	49,64%	33,27%	23,55%	....	9,38%
5	82,71%	57,43%	39,48%	28,26%	....	11,27%
6	87,79%	64,00%	45,08%	32,66%	....	13,09%
7	91,38%	69,55%	50,16%	36,77%	....	14,85%
8	93,91%	74,23%	54,76%	40,62%	....	16,56%
9	95,70%	78,20%	58,93%	44,23%	....	18,23%
10	96,96%	81,55%	62,71%	47,61%	....	19,85%
11	97,85%	84,38%	66,14%	50,78%	....	21,43%
12	98,48%	86,78%	69,25%	53,75%	....	22,98%
13	98,93%	88,81%	72,07%	56,55%	....	24,48%
14	99,24%	90,53%	74,63%	59,17%	....	25,95%
15	99,46%	91,98%	76,96%	61,63%	....	27,39%
16	99,62%	93,21%	79,07%	63,94%	....	28,80%
17	99,73%	94,25%	80,98%	66,10%	....	30,17%
18	99,81%	95,13%	82,72%	68,14%	....	31,52%
19	99,87%	95,88%	84,30%	70,05%	....	32,83%
20	99,91%	96,51%	85,74%	71,85%	....	34,12%
....	....	....	....	....	....	....
50	100,00%	99,98%	99,19%	95,55%	....	62,75%
51	100,00%	99,98%	99,26%	95,82%	....	63,45%
52	100,00%	99,98%	99,33%	96,07%	....	64,13%
53	100,00%	99,99%	99,39%	96,30%	....	64,79%
54	100,00%	99,99%	99,45%	96,52%	....	65,45%
55	100,00%	99,99%	99,50%	96,73%	....	66,09%

# Grafik Hubungan Waktu dan Derajat Konsolidasi *Prefabricated Vertical Drain (PVD)* Pola Segiempat STA 414+525



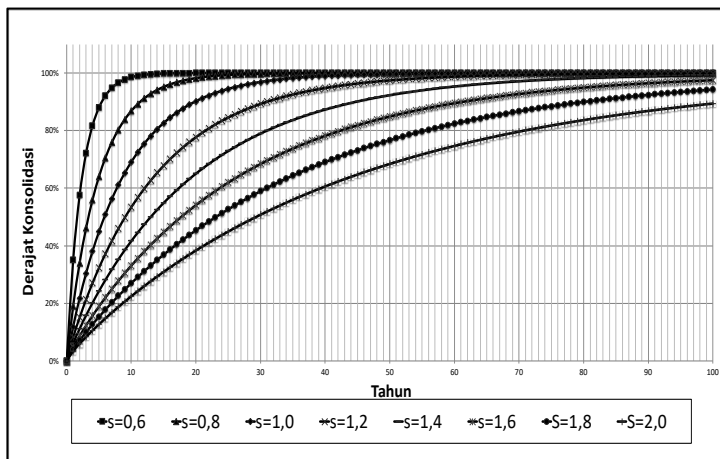
**Tabel Perhitungan Nilai Derajat Konsolidasi *Prefabricated Vertical Drain (PVD)* Pola Segitiga STA 414+525**

t (minggu)	Tv	Uv	s = 0.6	s = 0.8	s = 1	s = 1.2	....	s = 2
			Uh	Uh	Uh	Uh	....	Uh
0	0,000000	0,00000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	....	0,000000
1	0,000146	0,01362	0,341911	0,179891	0,106912	0,069541	....	0,020863
2	0,000292	0,01927	0,566919	0,327421	0,202394	0,134246	....	0,041291
3	0,000437	0,02360	0,714994	0,448411	0,287668	0,194451	....	0,061292
4	0,000583	0,02725	0,812441	0,547637	0,363825	0,250469	....	0,080876
5	0,000729	0,03046	0,876569	0,629013	0,431840	0,302592	....	0,100052
6	0,000875	0,03337	0,918772	0,695750	0,492583	0,351091	....	0,118828
7	0,001020	0,03605	0,946544	0,750482	0,546832	0,396216	....	0,137211
8	0,001166	0,03853	0,964821	0,795368	0,595282	0,438204	....	0,155212
9	0,001312	0,04087	0,976849	0,832179	0,638551	0,477272	....	0,172837
10	0,001458	0,04308	0,984765	0,862368	0,677194	0,513623	....	0,190094
11	0,001604	0,04519	0,989974	0,887127	0,711706	0,547446	....	0,206991
12	0,001749	0,04720	0,993402	0,907432	0,742528	0,578917	....	0,223535
13	0,001895	0,04912	0,995658	0,924084	0,770055	0,608199	....	0,239734
14	0,002041	0,05098	0,997143	0,937741	0,794639	0,635445	....	0,255596
15	0,002187	0,05277	0,998120	0,948940	0,816595	0,660797	....	0,271126
16	0,002333	0,05450	0,998762	0,958126	0,836203	0,684385	....	0,286333
17	0,002478	0,05617	0,999186	0,965658	0,853715	0,706333	....	0,301222
18	0,002624	0,05780	0,999464	0,971836	0,869355	0,726755	....	0,315801
19	0,002770	0,05939	0,999647	0,976903	0,883322	0,745757	....	0,330075
20	0,002916	0,06093	0,999768	0,981058	0,895796	0,763437	....	0,344052
....	....	....	....	....	....	....	....	....
50	0,007289	0,09634	1,000000	0,999951	0,996495	0,972781	....	0,651523
51	0,007435	0,09730	1,000000	0,999959	0,996870	0,974674	....	0,658793
52	0,007581	0,09824	1,000000	0,999967	0,997204	0,976435	....	0,665912
53	0,007726	0,09918	1,000000	0,999973	0,997503	0,978074	....	0,672882
54	0,007872	0,10012	1,000000	0,999978	0,997770	0,979599	....	0,679707
55	0,008018	0,10104	1,000000	0,999982	0,998009	0,981017	....	0,686389

**Tabel Perhitungan Nilai Derajat Konsolidasi Total ( $U_{total}$ )  
*Prefabricated Vertical Drain (PVD)* Pola Segitiga STA  
 414+525**

s (m)	0,6	0,8	1	1,2	....	2
t (minggu )	Utotal	Utotal	Utotal	Utotal	....	Utotal
0	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	....	0,00%
1	35,09%	19,11%	11,91%	8,22%	....	3,42%
2	57,53%	34,04%	21,78%	15,09%	....	5,98%
3	72,17%	46,14%	30,45%	21,35%	....	8,34%
4	81,76%	56,00%	38,12%	27,09%	....	10,59%
5	88,03%	64,03%	44,91%	32,38%	....	12,75%
6	92,15%	70,59%	50,95%	37,27%	....	14,82%
7	94,85%	75,95%	56,32%	41,80%	....	16,83%
8	96,62%	80,33%	61,09%	45,99%	....	18,78%
9	97,78%	83,90%	65,33%	49,86%	....	20,66%
10	98,54%	86,83%	69,11%	53,46%	....	22,50%
11	99,04%	89,22%	72,47%	56,79%	....	24,28%
12	99,37%	91,18%	75,47%	59,88%	....	26,02%
13	99,59%	92,78%	78,14%	62,74%	....	27,71%
14	99,73%	94,09%	80,51%	65,40%	....	29,35%
15	99,82%	95,16%	82,63%	67,87%	....	30,96%
16	99,88%	96,04%	84,51%	70,16%	....	32,52%
17	99,92%	96,76%	86,19%	72,28%	....	34,05%
18	99,95%	97,35%	87,69%	74,25%	....	35,53%
19	99,97%	97,83%	89,03%	76,09%	....	36,99%
20	99,98%	98,22%	90,21%	77,79%	....	38,40%
....	....	....	....	....	....	....
50	100,00%	100,00%	99,68%	97,54%	....	68,51%
51	100,00%	100,00%	99,72%	97,71%	....	69,20%
52	100,00%	100,00%	99,75%	97,88%	....	69,87%
53	100,00%	100,00%	99,78%	98,02%	....	70,53%
54	100,00%	100,00%	99,80%	98,16%	....	71,18%
55	100,00%	100,00%	99,82%	98,29%	....	71,81%

# Grafik Hubungan Waktu dan Derajat Konsolidasi *Prefabricated Vertical Drain (PVD)* Pola Segitiga STA 414+525



**Tabel Perhitungan Nilai Derajat Konsolidasi *Prefabricated Vertical Drain (PVD)* Pola Segiempat STA 424+576**

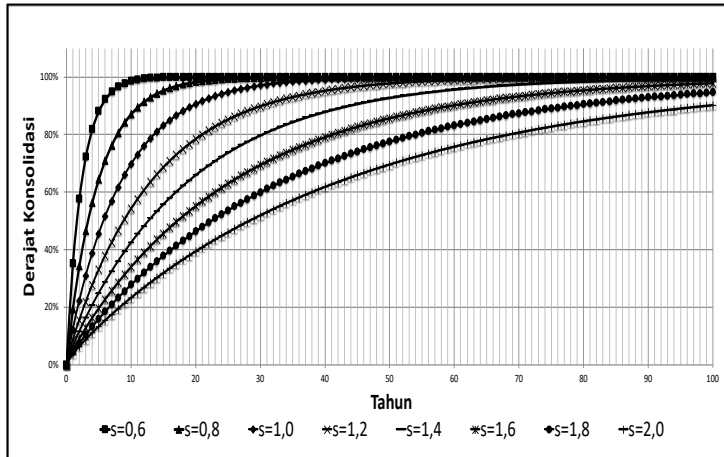
t (minggu)	Tv	Uv	s = 0.6	s = 0.8	s = 1	s = 1.2	....	s = 2
			Uh	Uh	Uh	Uh	....	Uh
0	0,000000	0,00000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	....	0,000000
1	0,000177	0,01500	0,341820	0,180981	0,108010	0,070459	....	0,021270
2	0,000354	0,02122	0,566799	0,329209	0,204354	0,135954	....	0,042088
3	0,000530	0,02599	0,714876	0,450609	0,290292	0,196834	....	0,062462
4	0,000707	0,03001	0,812337	0,550039	0,366948	0,253425	....	0,082404
5	0,000884	0,03355	0,876484	0,631474	0,435324	0,306028	....	0,101921
6	0,001061	0,03675	0,918704	0,698170	0,496315	0,354925	....	0,121023
7	0,001238	0,03970	0,946493	0,752796	0,550718	0,400376	....	0,139719
8	0,001415	0,04244	0,964783	0,797535	0,599245	0,442625	....	0,158017
9	0,001591	0,04501	0,976821	0,834177	0,642531	0,481898	....	0,175926
10	0,001768	0,04745	0,984744	0,864188	0,681141	0,518403	....	0,193454
11	0,001945	0,04976	0,989959	0,888768	0,715581	0,552336	....	0,210609
12	0,002122	0,05198	0,993391	0,908899	0,746301	0,583878	....	0,227400
13	0,002299	0,05410	0,995650	0,925386	0,773703	0,613198	....	0,243833
14	0,002475	0,05614	0,997137	0,938890	0,798146	0,640451	....	0,259917
15	0,002652	0,05811	0,998116	0,949950	0,819948	0,665785	....	0,275658
16	0,002829	0,06002	0,998760	0,959008	0,839395	0,689333	....	0,291065
17	0,003006	0,06187	0,999184	0,966427	0,856742	0,711223	....	0,306144
18	0,003183	0,06366	0,999463	0,972503	0,872216	0,731570	....	0,320902
19	0,003360	0,06540	0,999646	0,977479	0,886018	0,750483	....	0,335347
20	0,003536	0,06710	0,999767	0,981555	0,898329	0,768064	....	0,349484
....	....	....	....	....	....	....	....	....
50	0,008841	0,10610	1,000000	0,999954	0,996704	0,974093	....	0,658693
51	0,009018	0,10715	1,000000	0,999962	0,997060	0,975918	....	0,665952
52	0,009195	0,10820	1,000000	0,999969	0,997378	0,977615	....	0,673058
53	0,009372	0,10923	1,000000	0,999975	0,997661	0,979192	....	0,680012
54	0,009548	0,11026	1,000000	0,999979	0,997913	0,980658	....	0,686818
55	0,009725	0,11128	1,000000	0,999983	0,998139	0,982021	....	0,693479

**Tabel Perhitungan Nilai Derajat Konsolidasi Total ( $U_{total}$ )  
*Prefabricated Vertical Drain (PVD)* Pola Segiempat STA  
 424+576**

<b>s (m)</b>	<b>0,6</b>	<b>0,8</b>	<b>1</b>	<b>1,2</b>	<b>....</b>	<b>2</b>
<b>t (minggu )</b>	<b>Utotal</b>	<b>Utotal</b>	<b>Utotal</b>	<b>Utotal</b>	<b>....</b>	<b>Utotal</b>
0	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	....	0,00%
1	35,17%	19,33%	12,14%	8,44%	....	3,60%
2	57,60%	34,34%	22,12%	15,43%	....	6,24%
3	72,23%	46,49%	30,87%	21,77%	....	8,68%
4	81,80%	56,35%	38,59%	27,58%	....	10,99%
5	88,06%	64,38%	45,43%	32,93%	....	13,21%
6	92,17%	70,93%	51,48%	37,86%	....	15,33%
7	94,86%	76,26%	56,86%	42,42%	....	17,39%
8	96,63%	80,61%	61,63%	46,63%	....	19,38%
9	97,79%	84,16%	65,86%	50,52%	....	21,30%
10	98,55%	87,06%	69,63%	54,13%	....	23,17%
11	99,05%	89,43%	72,97%	57,46%	....	24,99%
12	99,37%	91,36%	75,95%	60,55%	....	26,76%
13	99,59%	92,94%	78,59%	63,41%	....	28,47%
14	99,73%	94,23%	80,95%	66,06%	....	30,15%
15	99,82%	95,29%	83,04%	68,52%	....	31,78%
16	99,88%	96,15%	84,90%	70,80%	....	33,36%
17	99,92%	96,85%	86,56%	72,91%	....	34,91%
18	99,95%	97,43%	88,04%	74,87%	....	36,41%
19	99,97%	97,90%	89,35%	76,68%	....	37,88%
20	99,98%	98,28%	90,52%	78,36%	....	39,31%
....	....	....	....	....	....	....
50	100,00%	100,00%	99,71%	97,68%	....	69,49%
51	100,00%	100,00%	99,74%	97,85%	....	70,17%
52	100,00%	100,00%	99,77%	98,00%	....	70,84%
53	100,00%	100,00%	99,79%	98,15%	....	71,50%
54	100,00%	100,00%	99,81%	98,28%	....	72,13%
55	100,00%	100,00%	99,83%	98,40%	....	72,76%



**Grafik Hubungan Waktu dan Derajat Konsolidasi  
*Prefabricated Vertical Drain (PVD)* Pola Segiempat STA  
424+576**



**Tabel Perhitungan Nilai Derajat Konsolidasi *Prefabricated Vertical Drain (PVD)* Pola Segitiga STA 424+576**

t (minggu)	Tv	Uv	s = 0.6	s = 0.8	s = 1	s = 1.2	....	s = 2
			Uh	Uh	Uh	Uh	....	Uh
0	0,000000	0,00000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	....	0,000000
1	0,000177	0,01500	0,398003	0,213799	0,128156	0,083711	....	0,025248
2	0,000354	0,02122	0,637599	0,381888	0,239888	0,160414	....	0,049860
3	0,000530	0,02599	0,781836	0,514039	0,337301	0,230697	....	0,073849
4	0,000707	0,03001	0,868666	0,617937	0,422230	0,295096	....	0,097233
5	0,000884	0,03355	0,920937	0,699622	0,496275	0,354104	....	0,120027
6	0,001061	0,03675	0,952404	0,763842	0,560831	0,408173	....	0,142245
7	0,001238	0,03970	0,971348	0,814332	0,617113	0,457715	....	0,163902
8	0,001415	0,04244	0,982751	0,854028	0,666182	0,503110	....	0,185012
9	0,001591	0,04501	0,989616	0,885237	0,708963	0,544705	....	0,205589
10	0,001768	0,04745	0,993749	0,909773	0,746261	0,582819	....	0,225647
11	0,001945	0,04976	0,996237	0,929063	0,778779	0,617741	....	0,245198
12	0,002122	0,05198	0,997735	0,944230	0,807130	0,649741	....	0,264256
13	0,002299	0,05410	0,998636	0,956153	0,831848	0,679061	....	0,282832
14	0,002475	0,05614	0,999179	0,965528	0,853397	0,705927	....	0,300939
15	0,002652	0,05811	0,999506	0,972898	0,872185	0,730544	....	0,318590
16	0,002829	0,06002	0,999702	0,978692	0,888566	0,753101	....	0,335794
17	0,003006	0,06187	0,999821	0,983248	0,902847	0,773769	....	0,352564
18	0,003183	0,06366	0,999892	0,986829	0,915297	0,792707	....	0,368911
19	0,003360	0,06540	0,999935	0,989645	0,926153	0,810060	....	0,384845
20	0,003536	0,06710	0,999961	0,991859	0,935617	0,825960	....	0,400377
....	....	....	....	....	....	....	....	....
50	0,008841	0,10610	1,000000	0,999994	0,998948	0,987364	....	0,721583
51	0,009018	0,10715	1,000000	0,999995	0,999083	0,988421	....	0,728613
52	0,009195	0,10820	1,000000	0,999996	0,999201	0,989391	....	0,735465
53	0,009372	0,10923	1,000000	0,999997	0,999303	0,990279	....	0,742144
54	0,009548	0,11026	1,000000	0,999998	0,999392	0,991093	....	0,748654
55	0,009725	0,11128	1,000000	0,999998	0,999470	0,991838	....	0,755000

**Tabel Perhitungan Nilai Derajat Konsolidasi Total ( $U_{total}$ )  
*Prefabricated Vertical Drain (PVD)* Pola Segitiga STA  
 424+576**

<b>s (m)</b>	<b>0,6</b>	<b>0,8</b>	<b>1</b>	<b>1,2</b>	<b>....</b>	<b>2</b>
<b>t (minggu )</b>	<b>Utotal</b>	<b>Utotal</b>	<b>Utotal</b>	<b>Utotal</b>	<b>....</b>	<b>Utotal</b>
0	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	....	0,00%
1	40,70%	22,56%	14,12%	9,75%	....	3,99%
2	64,53%	39,50%	25,60%	17,82%	....	7,00%
3	78,75%	52,67%	35,45%	25,07%	....	9,79%
4	87,26%	62,94%	43,96%	31,62%	....	12,43%
5	92,36%	70,97%	51,32%	37,58%	....	14,96%
6	95,42%	77,25%	57,70%	42,99%	....	17,38%
7	97,25%	82,17%	63,23%	47,92%	....	19,71%
8	98,35%	86,02%	68,03%	52,42%	....	21,96%
9	99,01%	89,04%	72,21%	56,52%	....	24,13%
10	99,40%	91,41%	75,83%	60,26%	....	26,24%
11	99,64%	93,26%	78,98%	63,68%	....	28,28%
12	99,79%	94,71%	81,72%	66,79%	....	30,25%
13	99,87%	95,85%	84,09%	69,64%	....	32,16%
14	99,92%	96,75%	86,16%	72,24%	....	34,02%
15	99,95%	97,45%	87,96%	74,62%	....	35,82%
16	99,97%	98,00%	89,53%	76,79%	....	37,57%
17	99,98%	98,43%	90,89%	78,78%	....	39,26%
18	99,99%	98,77%	92,07%	80,59%	....	40,91%
19	99,99%	99,03%	93,10%	82,25%	....	42,51%
20	100,00%	99,24%	93,99%	83,76%	....	44,06%
....	....	....	....	....	....	....
50	100,00%	100,00%	99,91%	98,87%	....	75,11%
51	100,00%	100,00%	99,92%	98,97%	....	75,77%
52	100,00%	100,00%	99,93%	99,05%	....	76,41%
53	100,00%	100,00%	99,94%	99,13%	....	77,03%
54	100,00%	100,00%	99,95%	99,21%	....	77,64%
55	100,00%	100,00%	99,95%	99,27%	....	78,23%



**Tabel Distribusi Tegangan Akibat Soil Preloading Variasi Timbunan Tanah Sirtu STA 414+525**

Tahap	1	2	3	....	13	....	27
z(m)	$\Delta\sigma^1$ (t/m <sup>2</sup> )	$\Delta\sigma^2$ (t/m <sup>2</sup> )	$\Delta\sigma^3$ (t/m <sup>2</sup> )	....	$\Delta\sigma^{13}$ (t/m <sup>2</sup> )	....	$\Delta\sigma^{27}$ (t/m <sup>2</sup> )
0,5	0,92500	0,92500	0,92498	....	0,92165	....	0,77017
1,5	0,92499	0,92497	0,92493	....	0,91993	....	0,74930
2,5	0,92494	0,92488	0,92480	....	0,91774	....	0,72850
3,5	0,92483	0,92473	0,92459	....	0,91506	....	0,70794
4,5	0,92464	0,92447	0,92425	....	0,91187	....	0,68776
5,5	0,92434	0,92409	0,92377	....	0,90814	....	0,66807
6,5	0,92392	0,92357	0,92312	....	0,90389	....	0,64892
7,5	0,92335	0,92288	0,92230	....	0,89912	....	0,63038
8,5	0,92262	0,92201	0,92126	....	0,89383	....	0,61247
9,5	0,92172	0,92094	0,92002	....	0,88805	....	0,59521
10,5	0,92061	0,91966	0,91854	....	0,88180	....	0,57860
11,5	0,91931	0,91816	0,91681	....	0,87511	....	0,56265

**Tabel Perubahan Tegangan U=100% akibat Soil Preloading Variasi Timbunan Tanah Sirtu STA 414+525**

U	100%	100%	100%	100%	....	100%	....	100%
H <sub>timb</sub> (m)	0	0,5	1	1,5	....	12,46	....	13,46
z (m)	$\sigma^0$ (t/m <sup>2</sup> )	$\sigma^1$ (t/m <sup>2</sup> )	$\sigma^2$ (t/m <sup>2</sup> )	$\sigma^3$ (t/m <sup>2</sup> )	....	$\sigma^{25}$ (t/m <sup>2</sup> )	....	$\sigma^{27}$ (t/m <sup>2</sup> )
0,5	0,25	1,17300	2,09800	3,02298	....	22,83590	....	24,40432
1,5	0,74	1,66899	2,59395	3,51888	....	23,22136	....	24,74967
2,5	1,26	2,18894	3,11382	4,03863	....	23,61902	....	25,10708
3,5	1,81	2,73283	3,65756	4,58214	....	24,02949	....	25,47751
4,5	2,39	3,31264	4,23711	5,16136	....	24,46547	....	25,87396
5,5	3,00	3,92834	4,85243	5,77620	....	24,92770	....	26,29740
6,5	3,61	4,53192	5,45549	6,37861	....	25,36895	....	26,70078
7,5	4,20	5,12335	6,04623	6,96853	....	25,79000	....	27,08500
8,5	4,80	5,72662	6,64863	7,56990	....	26,21563	....	27,47493
9,5	5,42	6,34172	7,26266	8,18267	....	26,64659	....	27,87135
10,5	6,04	6,95661	7,87627	8,79481	....	27,07160	....	28,26304
11,5	6,65	7,57131	8,48946	9,40627	....	27,49137	....	28,65071

**Kenaikan Nilai Cu Setelah Konsolidasi Selesai U=100%  
Variasi Timbunan Tanah Sirtu STA 414+525**

z (m)	PI (%)	Umur	27
		Cu lama (kg/cm <sup>2</sup> )	Cu baru (kg/cm <sup>2</sup> )
0,5	40,25%	0,07839	0,53557
1,5	40,25%	0,08778	0,54210
2,5	39,71%	0,09762	0,54889
3,5	39,71%	0,10792	0,55590
4,5	31,34%	0,11893	0,56375
5,5	31,34%	0,13060	0,57177
6,5	35,93%	0,14201	0,57921
7,5	35,93%	0,15322	0,58649
8,5	34,85%	0,16466	0,59392
9,5	34,85%	0,17632	0,60142
10,5	34,85%	0,18799	0,60884
11,5	34,85%	0,19965	0,61618

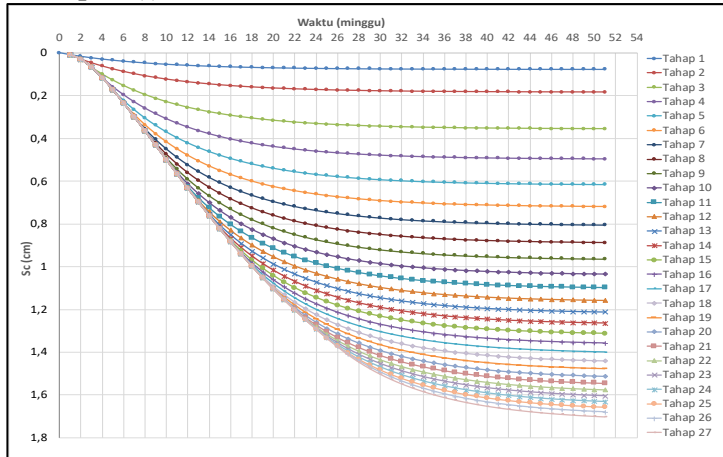
**Pemampatan Akibat Soil Preloading Variasi Timbunan  
Tanah Sirtu STA 414+525**

h	z (m)	Minggu		1	2	3	....	27
		$\sigma'_0$ (t/m <sup>2</sup> )	$\sigma'_c$ (t/m <sup>2</sup> )	Sc1 (m)	Sc2 (m)	Sc3 (m)	.....	Sc27(m)
1	0,5	0,25	1,75	0,02528	0,02133	0,02971	....	0,00261
1	1,5	0,74	2,24	0,01314	0,01660	0,02480	....	0,00250
1	2,5	1,26	2,76	0,00856	0,01292	0,02026	....	0,00229
1	3,5	1,81	3,31	0,00644	0,01080	0,01756	....	0,00220
1	4,5	2,39	3,89	0,00459	0,00828	0,01384	....	0,00189
1	5,5	3,00	4,50	0,00376	0,00714	0,01222	....	0,00180
1	6,5	3,61	5,11	0,00334	0,00657	0,01145	....	0,00180
1	7,5	4,20	5,70	0,00291	0,00588	0,01040	....	0,00172
1	8,5	4,80	6,30	0,00246	0,00508	0,00910	....	0,00158
1	9,5	5,42	6,92	0,00220	0,00461	0,00836	....	0,00151
1	10,5	6,04	7,54	0,00199	0,00422	0,00773	....	0,00145
1	11,5	6,65	8,15	0,00182	0,00388	0,00719	....	0,00139
				0,07649	0,10732	0,17263	....	0,02275

**Tabel Hubungan Antara Nilai Pemampatan (s) dan Waktu Pentahapan (t) Untuk Timbunan Tanah Sirtu STA 414+525**

Tahap	Sc (U=100%)	Umur	1	2	3	....	27	....	51
		U (%)	0,1191	0,2178	0,3045	....	0,9561	....	0,9972
1	0,07649	0	0,00911	0,01666	0,02329	....	0,07313	....	0,07627
2	0,10732	0	0,00911	0,02944	0,04666	....	0,17518	....	0,18326
3	0,17263	0	0,00911	0,02944	0,06722	....	0,33828	....	0,35527
4	0,14099	0	0,00911	0,02944	0,06722	....	0,47054	....	0,49570
5	0,11985	0	0,00911	0,02944	0,06722	....	0,58208	....	0,61501
6	0,10453	0	0,00911	0,02944	0,06722	....	0,67848	....	0,71902
7	0,08576	0	0,00911	0,02944	0,06722	....	0,75675	....	0,80430
8	0,08409	0	0,00911	0,02944	0,06722	....	0,83261	....	0,88785
9	0,07639	0	0,00911	0,02944	0,06722	....	0,90062	....	0,96371
10	0,06999	0	0,00911	0,02944	0,06722	....	0,96199	....	1,03314
11	0,06456	0	0,00911	0,02944	0,06722	....	1,01764	....	1,09713
12	0,05989	0	0,00911	0,02944	0,06722	....	1,06825	....	1,15643
13	0,05581	0	0,00911	0,02944	0,06722	....	1,11437	....	1,21162
14	0,05222	0	0,00911	0,02944	0,06722	....	1,15641	....	1,26319
15	0,04901	0	0,00911	0,02944	0,06722	....	1,19470	....	1,31151
16	0,04612	0	0,00911	0,02944	0,06722	....	1,22951	....	1,35691
17	0,04349	0	0,00911	0,02944	0,06722	....	1,26103	....	1,39964
18	0,04038	0	0,00911	0,02944	0,06722	....	1,28894	....	1,43923
19	0,03808	0	0,00911	0,02944	0,06722	....	1,31382	....	1,47646
20	0,03591	0	0,00911	0,02944	0,06722	....	1,33575	....	1,51148
21	0,03385	0	0,00911	0,02944	0,06722	....	1,35481	....	1,54439
22	0,03188	0	0,00911	0,02944	0,06722	....	1,37106	....	1,57527
23	0,02997	0	0,00911	0,02944	0,06722	....	1,38452	....	1,60420
24	0,02812	0	0,00911	0,02944	0,06722	....	1,39524	....	1,63122
25	0,02631	0	0,00911	0,02944	0,06722	....	1,40325	....	1,65637
26	0,02452	0	0,00911	0,02944	0,06722	....	1,40859	....	1,67969
27	0,02275	0	0,00911	0,02944	0,06722	....	1,41130	....	1,70119

## Grafik Hubungan Antara Nilai Pemampatan (s) dan Waktu Pentahapan (t) Untuk Timbunan Tanah Sirtu STA 414+525





**Tabel Distribusi Tegangan Akibat *Soil Preloading* Variasi Timbunan 25% Mortar Busa 75% Tanah Sirtu STA 414+525**

Tahap	1	2	3	....	13	....	27
z(m)	$\Delta\sigma'1$ (t/m <sup>2</sup> )	$\Delta\sigma'2$ (t/m <sup>2</sup> )	$\Delta\sigma'3$ (t/m <sup>2</sup> )	....	$\Delta\sigma'13$ (t/m <sup>2</sup> )	....	$\Delta\sigma'27$ (t/m <sup>2</sup> )
0,5	0,92500	0,92500	0,92498	....	0,92186	....	0,28742
1,5	0,92499	0,92496	0,92493	....	0,92020	....	0,28010
2,5	0,92494	0,92488	0,92480	....	0,91808	....	0,27276
3,5	0,92483	0,92472	0,92458	....	0,91547	....	0,26546
4,5	0,92463	0,92446	0,92423	....	0,91234	....	0,25826
5,5	0,92433	0,92407	0,92374	....	0,90870	....	0,25120
6,5	0,92390	0,92354	0,92309	....	0,90452	....	0,24431
7,5	0,92332	0,92284	0,92224	....	0,89982	....	0,23760
8,5	0,92258	0,92195	0,92119	....	0,89460	....	0,23110
9,5	0,92165	0,92086	0,91992	....	0,88889	....	0,22481
10,5	0,92053	0,91956	0,91841	....	0,88270	....	0,21875
11,5	0,91920	0,91803	0,91666	....	0,87607	....	0,21290

**Tabel Perubahan Tegangan U=100% akibat *Soil Preloading* Variasi Timbunan 25% Mortar Busa 75% Tanah Sirtu STA 414+525**

U	100%	100%	100%	100%	....	100%	....	100%
H <sub>timb</sub> (m)	0	0,5	1	1,5	....	6,32	....	13,32
z (m)	$\sigma'0$ (t/m <sup>2</sup> )	$\sigma'1$ (t/m <sup>2</sup> )	$\sigma'2$ (t/m <sup>2</sup> )	$\sigma'3$ (t/m <sup>2</sup> )	....	$\sigma'13$ (t/m <sup>2</sup> )	....	$\sigma'27$ (t/m <sup>2</sup> )
0,5	0,25	1,17300	2,09800	3,02298	....	11,93030	....	20,45663
1,5	0,74	1,66899	2,59395	3,51888	....	12,41967	....	20,87586
2,5	1,26	2,18894	3,11382	4,03862	....	12,93043	....	21,30948
3,5	1,81	2,73283	3,65755	4,58212	....	13,46218	....	21,75766
4,5	2,39	3,31263	4,23709	5,16132	....	14,02658	....	22,23266
5,5	3,00	3,92833	4,85240	5,77615	....	14,62333	....	22,73484
6,5	3,61	4,53190	5,45544	6,37853	....	15,20420	....	23,21663
7,5	4,20	5,12332	6,04616	6,96840	....	15,76899	....	23,67849
8,5	4,80	5,72658	6,64853	7,56972	....	16,34158	....	24,14494
9,5	5,42	6,34165	7,26252	8,18244	....	16,92190	....	24,61650
10,5	6,04	6,95653	7,87609	8,79450	....	17,49790	....	25,08172
11,5	6,65	7,57120	8,48923	9,40589	....	18,06961	....	25,54114

**Kenaikan Nilai Cu Setelah Konsolidasi Selesai U=100%  
Variasi Timbunan 25% Mortar Busa 75% Tanah Sirtu STA  
414+525**

z (m)	PI (%)	Umur	
		Cu lama (kg/cm <sup>2</sup> )	Cu baru (kg/cm <sup>2</sup> )
0,5	40,25%	0,07839	0,46085
1,5	40,25%	0,08778	0,46879
2,5	39,71%	0,09762	0,47701
3,5	39,71%	0,10792	0,48550
4,5	31,34%	0,11893	0,49478
5,5	31,34%	0,13060	0,50429
6,5	35,93%	0,14201	0,51325
7,5	35,93%	0,15322	0,52199
8,5	34,85%	0,16466	0,53087
9,5	34,85%	0,17632	0,53979
10,5	34,85%	0,18799	0,54860
11,5	34,85%	0,19965	0,55730

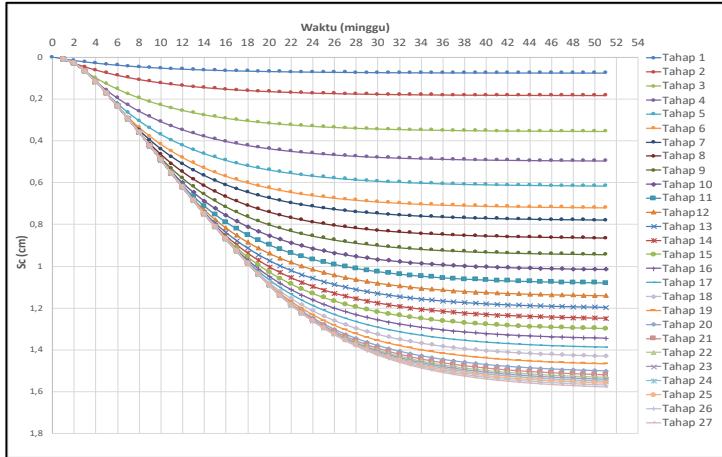
**Pemampatan Akibat Soil Preloading Variasi Timbunan 25%  
Mortar Busa 75% Tanah Sirtu STA 414+525**

h	z (m)	Minggu		1	2	3	....	27
		$\sigma'_0$ (t/m <sup>2</sup> )	$\sigma'_c$ (t/m <sup>2</sup> )	Sc1 (m)	Sc2 (m)	Sc3 (m)	....	Sc27 (m)
1	0,5	0,25	1,75	0,02528	0,02133	0,02971	....	0,00115
1	1,5	0,74	2,24	0,01314	0,01660	0,02480	....	0,00110
1	2,5	1,26	2,76	0,00856	0,01292	0,02026	....	0,00100
1	3,5	1,81	3,31	0,00644	0,01080	0,01756	....	0,00096
1	4,5	2,39	3,89	0,00459	0,00827	0,01384	....	0,00082
1	5,5	3,00	4,50	0,00376	0,00714	0,01222	....	0,00078
1	6,5	3,61	5,11	0,00334	0,00657	0,01145	....	0,00077
1	7,5	4,20	5,70	0,00291	0,00588	0,01040	....	0,00074
1	8,5	4,80	6,30	0,00246	0,00508	0,00910	....	0,00067
1	9,5	5,42	6,92	0,00220	0,00461	0,00836	....	0,00064
1	10,5	6,04	7,54	0,00199	0,00422	0,00773	....	0,00061
1	11,5	6,65	8,15	0,00182	0,00388	0,00719	....	0,00059
				0,07649	0,10732	0,17262	....	0,00984

**Tabel Hubungan Antara Nilai Pemampatan (s) dan Waktu Pentahapan (t) Untuk Timbunan 25% Mortar Busa 75% Tanah Sirtu STA 414+525**

Tahap	Sc (U=100%)	Umur	1	2	3	....	27	....	51
		U (%)	0,1191	0,2178	0,3045	....	0,9561	....	0,9972
1	0,07649	0	0,00911	0,01666	0,02329	....	0,07313	....	0,07627
2	0,10732	0	0,00911	0,02944	0,04666	....	0,17517	....	0,18325
3	0,17262	0	0,00911	0,02944	0,06721	....	0,33827	....	0,35526
4	0,14098	0	0,00911	0,02944	0,06721	....	0,47053	....	0,49568
5	0,11985	0	0,00911	0,02944	0,06721	....	0,58206	....	0,61499
6	0,10452	0	0,00911	0,02944	0,06721	....	0,67845	....	0,71899
7	0,06057	0	0,00911	0,02944	0,06721	....	0,73373	....	0,77922
8	0,08652	0	0,00911	0,02944	0,06721	....	0,81179	....	0,86520
9	0,07839	0	0,00911	0,02944	0,06721	....	0,88158	....	0,94304
10	0,07166	0	0,00911	0,02944	0,06721	....	0,94442	....	1,01413
11	0,06598	0	0,00911	0,02944	0,06721	....	1,00129	....	1,07953
12	0,06111	0	0,00911	0,02944	0,06721	....	1,05294	....	1,14004
13	0,05688	0	0,00911	0,02944	0,06721	....	1,09994	....	1,19629
14	0,05316	0	0,00911	0,02944	0,06721	....	1,14274	....	1,24879
15	0,04985	0	0,00911	0,02944	0,06721	....	1,18169	....	1,29794
16	0,04687	0	0,00911	0,02944	0,06721	....	1,21706	....	1,34407
17	0,04417	0	0,00911	0,02944	0,06721	....	1,24907	....	1,38747
18	0,04100	0	0,00911	0,02944	0,06721	....	1,27740	....	1,42766
19	0,03864	0	0,00911	0,02944	0,06721	....	1,30265	....	1,46544
20	0,03642	0	0,00911	0,02944	0,06721	....	1,32490	....	1,50096
21	0,01920	0	0,00911	0,02944	0,06721	....	1,33571	....	1,51963
22	0,01096	0	0,00911	0,02944	0,06721	....	1,34129	....	1,53024
23	0,01051	0	0,00911	0,02944	0,06721	....	1,34601	....	1,54039
24	0,01010	0	0,00911	0,02944	0,06721	....	1,34987	....	1,55010
25	0,00967	0	0,00911	0,02944	0,06721	....	1,35281	....	1,55935
26	0,00922	0	0,00911	0,02944	0,06721	....	1,35482	....	1,56811
27	0,00984	0	0,00911	0,02944	0,06721	....	1,35599	....	1,57741

## Grafik Hubungan Antara Nilai Pemampatan (s) dan Waktu Pentahapan (t) Untuk Timbunan 25% Mortar Busa 75% Tanah Sirtu STA 414+525



**Tabel Distribusi Tegangan Akibat Soil Preloading Variasi Timbunan 50% Mortar Busa 50% Tanah Sirtu STA 414+525**

Tahap	1	2	3	....	13	....	26
z(m)	$\Delta\sigma'1$ (t/m <sup>2</sup> )	$\Delta\sigma'2$ (t/m <sup>2</sup> )	$\Delta\sigma'3$ (t/m <sup>2</sup> )	....	$\Delta\sigma'13$ (t/m <sup>2</sup> )	....	$\Delta\sigma'26$ (t/m <sup>2</sup> )
0,5	0,92500	0,92500	0,92498	....	0,92102	....	0,28418
1,5	0,92499	0,92496	0,92493	....	0,91904	....	0,27649
2,5	0,92493	0,92488	0,92480	....	0,91655	....	0,26883
3,5	0,92482	0,92472	0,92457	....	0,91353	....	0,26124
4,5	0,92462	0,92445	0,92422	....	0,90994	....	0,25378
5,5	0,92431	0,92405	0,92371	....	0,90580	....	0,24650
6,5	0,92387	0,92350	0,92304	....	0,90109	....	0,23942
7,5	0,92328	0,92279	0,92218	....	0,89583	....	0,23256
8,5	0,92253	0,92188	0,92110	....	0,89003	....	0,22593
9,5	0,92158	0,92077	0,91980	....	0,88373	....	0,21955
10,5	0,92043	0,91944	0,91826	....	0,87694	....	0,21340
11,5	0,91907	0,91787	0,91647	....	0,86970	....	0,20749

**Tabel Perubahan Tegangan U=100% akibat Soil Preloading Variasi Timbunan 50% Mortar Busa 50% Tanah Sirtu STA 414+525**

U	100%	100%	100%	100%	....	100%	....	100%
H <sub>timb</sub> (m)	0	0,5	1	1,5	....	12,14	....	13,14
z (m)	$\sigma'0$ (t/m <sup>2</sup> )	$\sigma'1$ (t/m <sup>2</sup> )	$\sigma'2$ (t/m <sup>2</sup> )	$\sigma'3$ (t/m <sup>2</sup> )	....	$\sigma'24$ (t/m <sup>2</sup> )	....	$\sigma'26$ (t/m <sup>2</sup> )
0,5	0,25	1,17300	2,09799	3,02298	....	15,84548	....	16,39052
1,5	0,74	1,66899	2,59395	3,51888	....	16,30097	....	16,83213
2,5	1,26	2,18893	3,11381	4,03861	....	16,77444	....	17,29164
3,5	1,81	2,73282	3,65754	4,58210	....	17,26580	....	17,76908
4,5	2,39	3,31262	4,23707	5,16128	....	17,78700	....	18,27654
5,5	3,00	3,92831	4,85236	5,77608	....	18,33810	....	18,81413
6,5	3,61	4,53187	5,45538	6,37842	....	18,87117	....	19,33401
7,5	4,20	5,12328	6,04607	6,96825	....	19,38637	....	19,83637
8,5	4,80	5,72653	6,64841	7,56951	....	19,90788	....	20,34542
9,5	5,42	6,34158	7,26235	8,18215	....	20,43590	....	20,86140
10,5	6,04	6,95643	7,87587	8,79413	....	20,95869	....	21,37256
11,5	6,65	7,57107	8,48895	9,40541	....	21,47651	....	21,87918

**Kenaikan Nilai Cu Setelah Konsolidasi Selesai U=100%  
Variasi Timbunan 50% Mortar Busa 50% Tanah Sirtu STA  
414+525**

z (m)	PI (%)	Umur	26
		Cu lama (kg/cm <sup>2</sup> )	Cu baru (kg/cm <sup>2</sup> )
0,5	40,25%	0,07839	0,38390
1,5	40,25%	0,08778	0,39226
2,5	39,71%	0,09762	0,40097
3,5	39,71%	0,10792	0,41001
4,5	31,34%	0,11893	0,41985
5,5	31,34%	0,13060	0,43004
6,5	35,93%	0,14201	0,43974
7,5	35,93%	0,15322	0,44925
8,5	34,85%	0,16466	0,45893
9,5	34,85%	0,17632	0,46869
10,5	34,85%	0,18799	0,47837
11,5	34,85%	0,19965	0,48797

**Pemampatan Akibat Soil Preloading Variasi Timbunan 50%  
Mortar Busa 50% Tanah Sirtu STA 414+525**

h	z (m)	Minggu		1	2	3	....	26
		$\sigma'0$ (t/m <sup>2</sup> )	$\sigma'c$ (t/m <sup>2</sup> )	Sc1 (m)	Sc2 (m)	Sc3 (m)	....	Sc26 (m)
1	0,5	0,25	1,75	0,02528	0,02133	0,02971	....	0,00142
1	1,5	0,74	2,24	0,01314	0,01660	0,02480	....	0,00135
1	2,5	1,26	2,76	0,00856	0,01292	0,02026	....	0,00122
1	3,5	1,81	3,31	0,00644	0,01080	0,01756	....	0,00115
1	4,5	2,39	3,89	0,00459	0,00827	0,01384	....	0,00098
1	5,5	3,00	4,50	0,00376	0,00714	0,01222	....	0,00092
1	6,5	3,61	5,11	0,00334	0,00657	0,01145	....	0,00091
1	7,5	4,20	5,70	0,00291	0,00588	0,01040	....	0,00086
1	8,5	4,80	6,30	0,00246	0,00508	0,00910	....	0,00078
1	9,5	5,42	6,92	0,00220	0,00461	0,00836	....	0,00074
1	10,5	6,04	7,54	0,00199	0,00422	0,00773	....	0,00070
1	11,5	6,65	8,15	0,00181	0,00388	0,00719	....	0,00067
				0,07649	0,10731	0,17262	....	0,01172

**Tabel Hubungan Antara Nilai Pemampatan (s) dan Waktu Pentahapan (t) Untuk Timbunan 50% Mortar Busa 50% Tanah Sirtu STA 414+525**

Tahap	Sc (U=100%)	Umur U (%)	1	2	3	....	26	....	51
			0,1191	0,2178	0,3045	....	0,9508	....	0,9972
1	0,07649	0	0,00911	0,01666	0,02329	....	0,07272	....	0,07627
2	0,10731	0	0,00911	0,02943	0,04666	....	0,17411	....	0,18324
3	0,17262	0	0,00911	0,02943	0,06721	....	0,33605	....	0,35524
4	0,14098	0	0,00911	0,02943	0,06721	....	0,46724	....	0,49566
5	0,11984	0	0,00911	0,02943	0,06721	....	0,57776	....	0,61496
6	0,13157	0	0,00911	0,02943	0,06721	....	0,69785	....	0,74587
7	0,08988	0	0,00911	0,02943	0,06721	....	0,77893	....	0,83525
8	0,08112	0	0,00911	0,02943	0,06721	....	0,85115	....	0,91586
9	0,07393	0	0,00911	0,02943	0,06721	....	0,91598	....	0,98927
10	0,06790	0	0,00911	0,02943	0,06721	....	0,97451	....	1,05664
11	0,06276	0	0,00911	0,02943	0,06721	....	1,02755	....	1,11884
12	0,05832	0	0,00911	0,02943	0,06721	....	1,07574	....	1,17658
13	0,05442	0	0,00911	0,02943	0,06721	....	1,11955	....	1,23040
14	0,02583	0	0,00911	0,02943	0,06721	....	1,13973	....	1,25590
15	0,01631	0	0,00911	0,02943	0,06721	....	1,15204	....	1,27199
16	0,01587	0	0,00911	0,02943	0,06721	....	1,16354	....	1,28760
17	0,01520	0	0,00911	0,02943	0,06721	....	1,17405	....	1,30254
18	0,01475	0	0,00911	0,02943	0,06721	....	1,18368	....	1,31700
19	0,01428	0	0,00911	0,02943	0,06721	....	1,19241	....	1,33096
20	0,01380	0	0,00911	0,02943	0,06721	....	1,20018	....	1,34442
21	0,01329	0	0,00911	0,02943	0,06721	....	1,20695	....	1,35734
22	0,01277	0	0,00911	0,02943	0,06721	....	1,21268	....	1,36971
23	0,01222	0	0,00911	0,02943	0,06721	....	1,21734	....	1,38150
24	0,01164	0	0,00911	0,02943	0,06721	....	1,22089	....	1,39269
25	0,01104	0	0,00911	0,02943	0,06721	....	1,22329	....	1,40325
26	0,01172	0	0,00911	0,02943	0,06721	....	1,22469	....	1,41439





**Tabel Distribusi Tegangan Akibat *Soil Preloading* Variasi Timbunan 75% Mortar Busa 25% Tanah Sirtu STA 414+525**

Tahap	1	2	3	....	13	....	26
z(m)	$\Delta\sigma^1$ (t/m <sup>2</sup> )	$\Delta\sigma^2$ (t/m <sup>2</sup> )	$\Delta\sigma^3$ (t/m <sup>2</sup> )	....	$\Delta\sigma^{13}$ (t/m <sup>2</sup> )	....	$\Delta\sigma^{26}$ (t/m <sup>2</sup> )
0,5	0,92500	0,92500	0,92498	....	0,29881	....	0,25233
1,5	0,92499	0,92496	0,92492	....	0,29819	....	0,24557
2,5	0,92493	0,92488	0,92479	....	0,29742	....	0,23881
3,5	0,92482	0,92471	0,92456	....	0,29647	....	0,23211
4,5	0,92461	0,92443	0,92420	....	0,29534	....	0,22552
5,5	0,92430	0,92403	0,92368	....	0,29403	....	0,21907
6,5	0,92385	0,92347	0,92299	....	0,29253	....	0,21279
7,5	0,92324	0,92273	0,92211	....	0,29086	....	0,20671
8,5	0,92247	0,92181	0,92101	....	0,28901	....	0,20082
9,5	0,92150	0,92067	0,91968	....	0,28699	....	0,19514
10,5	0,92033	0,91931	0,91810	....	0,28482	....	0,18968
11,5	0,91894	0,91771	0,91627	....	0,28250	....	0,18442

**Tabel Perubahan Tegangan U=100% akibat *Soil Preloading* Variasi Timbunan 75% Mortar Busa 25% Tanah Sirtu STA 414+525**

U	100%	100%	100%	100%	....	100%	....	100%
H <sub>timb</sub> (m)	0	0,5	1	1,5	....	6,46	....	12,96
z (m)	$\sigma^0$ (t/m <sup>2</sup> )	$\sigma^1$ (t/m <sup>2</sup> )	$\sigma^2$ (t/m <sup>2</sup> )	$\sigma^3$ (t/m <sup>2</sup> )	....	$\sigma^{13}$ (t/m <sup>2</sup> )	....	$\sigma^{26}$ (t/m <sup>2</sup> )
0,5	0,25	1,17300	2,09799	3,02298	....	8,44482	....	12,12910
1,5	0,74	1,66899	2,59395	3,51887	....	8,93769	....	12,57765
2,5	1,26	2,18893	3,11381	4,03860	....	9,45312	....	13,04571
3,5	1,81	2,73282	3,65753	4,58208	....	9,99084	....	13,53345
4,5	2,39	3,31261	4,23705	5,16124	....	10,56260	....	14,05306
5,5	3,00	3,92830	4,85232	5,77601	....	11,16817	....	14,60476
6,5	3,61	4,53185	5,45532	6,37831	....	11,75936	....	15,14074
7,5	4,20	5,12324	6,04598	6,96809	....	12,33603	....	15,66122
8,5	4,80	5,72647	6,64827	7,56928	....	12,92205	....	16,19041
9,5	5,42	6,34150	7,26217	8,18185	....	13,51732	....	16,72851
10,5	6,04	6,95633	7,87563	8,79373	....	14,10981	....	17,26373
11,5	6,65	7,57094	8,48864	9,40491	....	14,69946	....	17,79627

**Kenaikan Nilai Cu Setelah Konsolidasi Selesai U=100%  
Variasi Timbunan 75% Mortar Busa 25% Tanah Sirtu STA  
414+525**

z (m)	PI (%)	Umur	26
		Cu lama (kg/cm <sup>2</sup> )	Cu baru (kg/cm <sup>2</sup> )
0,5	40,25%	0,07839	0,30325
1,5	40,25%	0,08778	0,31174
2,5	39,71%	0,09762	0,32061
3,5	39,71%	0,10792	0,32984
4,5	31,34%	0,11893	0,33986
5,5	31,34%	0,13060	0,35031
6,5	35,93%	0,14201	0,36035
7,5	35,93%	0,15322	0,37021
8,5	34,85%	0,16466	0,38025
9,5	34,85%	0,17632	0,39044
10,5	34,85%	0,18799	0,40058
11,5	34,85%	0,19965	0,41066

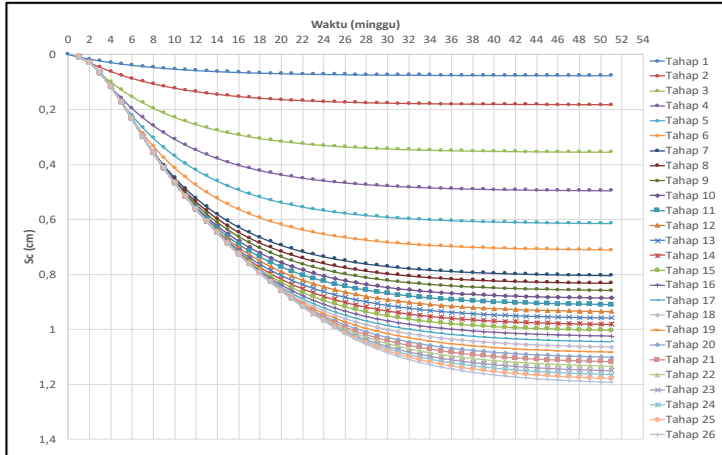
**Pemampatan Akibat Soil Preloading Variasi Timbunan 75%  
Mortar Busa 25% Tanah Sirtu STA 414+525**

h	z (m)	Minggu		1	2	3	....	26
		$\sigma'0$ (t/m <sup>2</sup> )	$\sigma'c$ (t/m <sup>2</sup> )	Sc1 (m)	Sc2 (m)	Sc3 (m)	....	Sc26 (m)
1	0,5	0,25	1,75	0,02528	0,02133	0,02971	....	0,00171
1	1,5	0,74	2,24	0,01314	0,01660	0,02480	....	0,00160
1	2,5	1,26	2,76	0,00856	0,01292	0,02026	....	0,00144
1	3,5	1,81	3,31	0,00644	0,01080	0,01756	....	0,00135
1	4,5	2,39	3,89	0,00459	0,00827	0,01384	....	0,00113
1	5,5	3,00	4,50	0,00376	0,00714	0,01222	....	0,00106
1	6,5	3,61	5,11	0,00334	0,00657	0,01145	....	0,00104
1	7,5	4,20	5,70	0,00291	0,00588	0,01039	....	0,00097
1	8,5	4,80	6,30	0,00246	0,00508	0,00910	....	0,00088
1	9,5	5,42	6,92	0,00220	0,00461	0,00836	....	0,00082
1	10,5	6,04	7,54	0,00199	0,00421	0,00773	....	0,00077
1	11,5	6,65	8,15	0,00181	0,00387	0,00719	....	0,00073
				0,07649	0,10730	0,17261	....	0,01351

**Tabel Hubungan Antara Nilai Pemampatan (s) dan Waktu Pentahapan (t) Untuk Timbunan 75% Mortar Busa 25% Tanah Sirtu STA 414+525**

Tahap	Sc (U=100%)	Umur	1	2	3	....	26	....	51
		U (%)	0,1191	0,2178	0,3045	....	0,9508	....	0,9972
1	0,07649	0	0,00911	0,01666	0,02329	....	0,07272	....	0,07627
2	0,10730	0	0,00911	0,02943	0,04665	....	0,17410	....	0,18323
3	0,17261	0	0,00911	0,02943	0,06721	....	0,33603	....	0,35523
4	0,14097	0	0,00911	0,02943	0,06721	....	0,46722	....	0,49564
5	0,11983	0	0,00911	0,02943	0,06721	....	0,57773	....	0,61493
6	0,09661	0	0,00911	0,02943	0,06721	....	0,66592	....	0,71106
7	0,09351	0	0,00911	0,02943	0,06721	....	0,75028	....	0,80405
8	0,02819	0	0,00911	0,02943	0,06721	....	0,77537	....	0,83206
9	0,02723	0	0,00911	0,02943	0,06721	....	0,79925	....	0,85910
10	0,02632	0	0,00911	0,02943	0,06721	....	0,82193	....	0,88521
11	0,02546	0	0,00911	0,02943	0,06721	....	0,84345	....	0,91045
12	0,02465	0	0,00911	0,02943	0,06721	....	0,86382	....	0,93485
13	0,02386	0	0,00911	0,02943	0,06721	....	0,88303	....	0,95845
14	0,02311	0	0,00911	0,02943	0,06721	....	0,90108	....	0,98126
15	0,02238	0	0,00911	0,02943	0,06721	....	0,91797	....	1,00333
16	0,02166	0	0,00911	0,02943	0,06721	....	0,93367	....	1,02465
17	0,02064	0	0,00911	0,02943	0,06721	....	0,94794	....	1,04493
18	0,01990	0	0,00911	0,02943	0,06721	....	0,96094	....	1,06444
19	0,01916	0	0,00911	0,02943	0,06721	....	0,97265	....	1,08318
20	0,01842	0	0,00911	0,02943	0,06721	....	0,98302	....	1,10114
21	0,01766	0	0,00911	0,02943	0,06721	....	0,99202	....	1,11831
22	0,01688	0	0,00911	0,02943	0,06721	....	0,99960	....	1,13467
23	0,01609	0	0,00911	0,02943	0,06721	....	1,00573	....	1,15020
24	0,01527	0	0,00911	0,02943	0,06721	....	1,01038	....	1,16487
25	0,01443	0	0,00911	0,02943	0,06721	....	1,01352	....	1,17866
26	0,01351	0	0,00911	0,02943	0,06721	....	1,01513	....	1,19151

## Grafik Hubungan Antara Nilai Pemampatan ( $s$ ) dan Waktu Pentahapan ( $t$ ) Untuk Timbunan 75% Mortar Busa 25% Tanah Sirtu STA 414+525



**Tabel Distribusi Tegangan Akibat Soil Preloading Variasi Timbunan Tanah Sirtu STA 424+576**

Tahap	1	2	3	4	....	8
z(m)	$\Delta\sigma^1$ (t/m <sup>2</sup> )	$\Delta\sigma^2$ (t/m <sup>2</sup> )	$\Delta\sigma^3$ (t/m <sup>2</sup> )	$\Delta\sigma^4$ (t/m <sup>2</sup> )	....	$\Delta\sigma^8$ (t/m <sup>2</sup> )
0,5	0,92500	0,92495	0,92482	0,92451	....	1,24722
1,5	0,92487	0,92464	0,92418	0,92336	....	1,23795
2,5	0,92439	0,92379	0,92280	0,92121	....	1,22528
3,5	0,92335	0,92219	0,92043	0,91782	....	1,20928
4,5	0,92156	0,91964	0,91690	0,91302	....	1,19023
5,5	0,91886	0,91601	0,91209	0,90675	....	1,16852
6,5	0,91516	0,91121	0,90594	0,89898	....	1,14463
7,5	0,91038	0,90519	0,89844	0,88975	....	1,11905
8,5	0,90449	0,89795	0,88964	0,87918	....	1,09226
9,5	0,89750	0,88954	0,87963	0,86738	....	1,06470
10,5	0,88945	0,88003	0,86851	0,85452	....	1,03674
11,5	0,88040	0,86952	0,85642	0,84076	....	1,00870

**Tabel Perubahan Tegangan U=100% akibat Soil Preloading Variasi Timbunan Tanah Sirtu STA 424+576**

U	100%	100%	100%	100%	100%	....	100%
H <sub>timb</sub> (m)	0	0,5	1	1,5	2	....	4,18
z (m)	$\sigma^0$ (t/m <sup>2</sup> )	$\sigma^1$ (t/m <sup>2</sup> )	$\sigma^2$ (t/m <sup>2</sup> )	$\sigma^3$ (t/m <sup>2</sup> )	$\sigma^4$ (t/m <sup>2</sup> )	....	$\sigma^8$ (t/m <sup>2</sup> )
0,5	0,26	1,18500	2,10995	3,03477	3,95928	....	7,97377
1,5	0,78	1,70487	2,62950	3,55368	4,47705	....	8,47289
2,5	1,35	2,27239	3,19618	4,11897	5,04018	....	9,00894
3,5	1,96	2,88735	3,80953	4,72996	5,64778	....	9,58062
4,5	2,58	3,50156	4,42120	5,33810	6,25112	....	10,13937
5,5	3,20	4,11486	5,03088	5,94297	6,84972	....	10,68528
6,5	3,82	4,73916	5,65037	6,55631	7,45528	....	11,23094
7,5	4,46	5,37438	6,27957	7,17801	8,06776	....	11,77736
8,5	5,09	5,99649	6,89444	7,78409	8,66327	....	12,30178
9,5	5,71	6,60550	7,49504	8,37467	9,24206	....	12,80561
10,5	6,34	7,22545	8,10548	8,97399	9,82852	....	13,31430
11,5	6,98	7,85640	8,72592	9,58234	10,42310	....	13,82928

**Kenaikan Nilai Cu Setelah Konsolidasi Selesai U=100%  
Variasi Timbunan Tanah Sirtu STA 424+576**

z (m)	PI (%)	Umur	8
		Cu lama (kg/cm <sup>2</sup> )	Cu baru (kg/cm <sup>2</sup> )
0,5	55%	0,07861	0,22441
1,5	55%	0,08844	0,23385
2,5	40%	0,09921	0,24420
3,5	40%	0,11087	0,25502
4,5	40%	0,12253	0,26560
5,5	40%	0,13419	0,27593
6,5	38%	0,14609	0,28629
7,5	38%	0,15820	0,29664
8,5	40%	0,17007	0,30652
9,5	40%	0,18173	0,31606
10,5	38%	0,19364	0,32573
11,5	38%	0,20575	0,33548

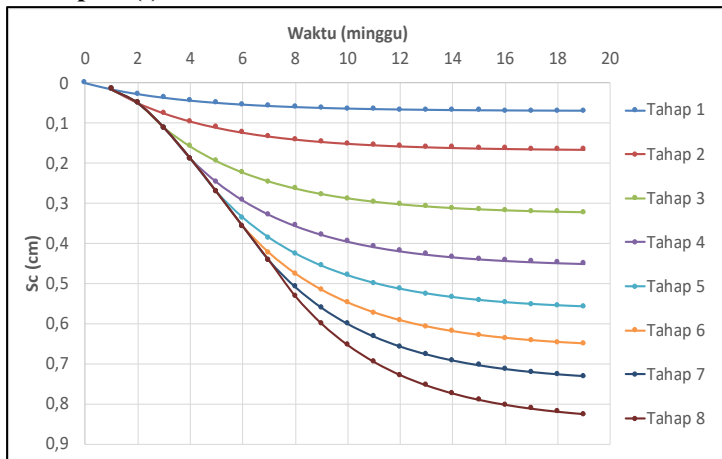
**Pemampatan Akibat Soil Preloading Variasi Timbunan  
Tanah Sirtu STA 424+576**

h	z (m)	Minggu		1	2	....	8
		$\sigma'_0$ (t/m <sup>2</sup> )	$\sigma'_c$ (t/m <sup>2</sup> )	Sc1 (m)	Sc2 (m)	....	Sc8 (m)
1	0,5	0,26	1,76	0,02417	0,02076	....	0,01355
1	1,5	0,78	2,28	0,01246	0,01600	....	0,01259
1	2,5	1,35	2,85	0,00732	0,01125	....	0,01025
1	3,5	1,96	3,46	0,00540	0,00922	....	0,00946
1	4,5	2,58	4,08	0,00428	0,00778	....	0,00876
1	5,5	3,20	4,70	0,00354	0,00668	....	0,00812
1	6,5	3,82	5,32	0,00292	0,00564	....	0,00732
1	7,5	4,46	5,96	0,00253	0,00493	....	0,00680
1	8,5	5,09	6,59	0,00229	0,00447	....	0,00652
1	9,5	5,71	7,21	0,00205	0,00396	....	0,00609
1	10,5	6,34	7,84	0,00179	0,00341	....	0,00552
1	11,5	6,98	8,48	0,00162	0,00301	....	0,00516
				0,07039	0,09710	....	0,10013

**Tabel Hubungan Antara Nilai Pemampatan (s) dan Waktu Pentahapan (t) Untuk Timbunan Tanah Sirtu STA 424+576**

Tahap	Sc (U=100 )	Umur	1	2	....	8	....	19
		U (%)	0,225595	0,395004	....	0,860223	....	0,990322
1	0,07039	0	0,01588	0,02780	....	0,06055	....	0,06971
2	0,09710	0	0,01588	0,04971	....	0,14034	....	0,16561
3	0,15965	0	0,01588	0,04971	....	0,26367	....	0,32275
4	0,13025	0	0,01588	0,04971	....	0,35611	....	0,45039
5	0,11037	0	0,01588	0,04971	....	0,42558	....	0,55795
6	0,09573	0	0,01588	0,04971	....	0,47599	....	0,65056
7	0,08429	0	0,01588	0,04971	....	0,50929	....	0,73135
8	0,10013	0	0,01588	0,04971	....	0,53188	....	0,82619

**Grafik Hubungan Antara Nilai Pemampatan (s) dan Waktu Pentahapan (t) Untuk Timbunan Tanah Sirtu STA 424+576**



**Tabel Distribusi Tegangan Akibat *Soil Preloading* Variasi Timbunan 25% Mortar Busa 75% Tanah Sirtu STA 424+576**

Tahap	1	2	3	4	....	8
z(m)	$\Delta\sigma^1$ (t/m <sup>2</sup> )	$\Delta\sigma^2$ (t/m <sup>2</sup> )	$\Delta\sigma^3$ (t/m <sup>2</sup> )	$\Delta\sigma^4$ (t/m <sup>2</sup> )	....	$\Delta\sigma^8$ (t/m <sup>2</sup> )
0,5	0,92499	0,92495	0,92481	0,92449	....	0,34248
1,5	0,92486	0,92462	0,92415	0,92330	....	0,33966
2,5	0,92437	0,92375	0,92271	0,92106	....	0,33588
3,5	0,92329	0,92209	0,92025	0,91753	....	0,33117
4,5	0,92144	0,91945	0,91660	0,91256	....	0,32564
5,5	0,91866	0,91570	0,91162	0,90606	....	0,31939
6,5	0,91483	0,91073	0,90526	0,89803	....	0,31257
7,5	0,90991	0,90452	0,89753	0,88851	....	0,30531
8,5	0,90384	0,89707	0,88846	0,87762	....	0,29776
9,5	0,89665	0,88842	0,87817	0,86550	....	0,29003
10,5	0,88838	0,87865	0,86675	0,85230	....	0,28221
11,5	0,87909	0,86788	0,85436	0,83821	....	0,27441

**Tabel Perubahan Tegangan U=100% akibat *Soil Preloading* Variasi Timbunan 25% Mortar Busa 75% Tanah Sirtu STA 424+576**

U	100%	100%	100%	100%	100%	....	100%
H <sub>timb</sub> (m)	0	0,5	1	1,5	2	....	4,05
z (m)	$\sigma^0$ (t/m <sup>2</sup> )	$\sigma^1$ (t/m <sup>2</sup> )	$\sigma^2$ (t/m <sup>2</sup> )	$\sigma^3$ (t/m <sup>2</sup> )	$\sigma^4$ (t/m <sup>2</sup> )	....	$\sigma^8$ (t/m <sup>2</sup> )
0,5	0,26	1,18499	2,10995	3,03476	3,95925	....	6,52040
1,5	0,78	1,70486	2,62948	3,55363	4,47693	....	7,02832
2,5	1,35	2,27237	3,19611	4,11882	5,03988	....	7,57659
3,5	1,96	2,88729	3,80937	4,72963	5,64716	....	8,16390
4,5	2,58	3,50144	4,42089	5,33748	6,25005	....	8,74147
5,5	3,20	4,11466	5,03035	5,94197	6,84803	....	9,30904
6,5	3,82	4,73883	5,64957	6,55483	7,45286	....	9,87876
7,5	4,46	5,37391	6,27843	7,17595	8,06447	....	10,45117
8,5	5,09	5,99584	6,89291	7,78137	8,65899	....	11,00306
9,5	5,71	6,60465	7,49307	8,37123	9,23673	....	11,53540
10,5	6,34	7,22438	8,10303	8,96979	9,82209	....	12,07327
11,5	6,98	7,85509	8,72297	9,57733	10,41555	....	12,61775



**Kenaikan Nilai Cu Setelah Konsolidasi Selesai U=100%  
Variasi Timbunan 25% Mortar Busa 75% Tanah Sirtu STA  
424+576**

z (m)	PI (%)	Umur	
		8	8
		Cu lama (kg/cm <sup>2</sup> )	Cu baru (kg/cm <sup>2</sup> )
0,5	55%	0,07861	0,19694
1,5	55%	0,08844	0,20654
2,5	40%	0,09921	0,21709
3,5	40%	0,11087	0,22821
4,5	40%	0,12253	0,23914
5,5	40%	0,13419	0,24988
6,5	38%	0,14609	0,26070
7,5	38%	0,15820	0,27153
8,5	40%	0,17007	0,28194
9,5	40%	0,18173	0,29202
10,5	38%	0,19364	0,30224
11,5	38%	0,20575	0,31254

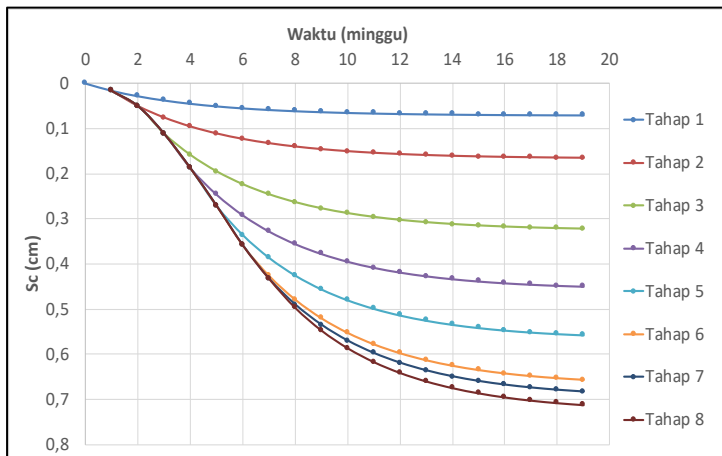
**Pemampatan Akibat Soil Preloading Variasi Timbunan 25%  
Mortar Busa 75% Tanah Sirtu STA 424+576**

h	z (m)	Minggu		1	2	....	8
		$\sigma'_0$ (t/m <sup>2</sup> )	$\sigma'_c$ (t/m <sup>2</sup> )	Sc1 (m)	Sc2 (m)	....	Sc8 (m)
1	0,5	0,26	1,76	0,02417	0,02076	....	0,00430
1	1,5	0,78	2,28	0,01246	0,01600	....	0,00395
1	2,5	1,35	2,85	0,00732	0,01125	....	0,00318
1	3,5	1,96	3,46	0,00540	0,00922	....	0,00290
1	4,5	2,58	4,08	0,00428	0,00777	....	0,00266
1	5,5	3,20	4,70	0,00354	0,00668	....	0,00245
1	6,5	3,82	5,32	0,00292	0,00563	....	0,00219
1	7,5	4,46	5,96	0,00253	0,00492	....	0,00202
1	8,5	5,09	6,59	0,00229	0,00446	....	0,00192
1	9,5	5,71	7,21	0,00205	0,00395	....	0,00179
1	10,5	6,34	7,84	0,00179	0,00339	....	0,00161
1	11,5	6,98	8,48	0,00162	0,00299	....	0,00150
				0,07038	0,09700	....	0,03046

**Tabel Hubungan Antara Nilai Pemampatan (s) dan Waktu Pentahapan (t) Untuk Timbunan 25% Mortar Busa 75% Tanah Sirtu STA 424+576**

Tahap	Sc (U=100 )	Umur	1	2	....	8	....	19
		U (%)	0,225595	0,395004	....	0,860223	....	0,990322
1	0,07038	0	0,01588	0,02780	....	0,06054	....	0,06970
2	0,09700	0	0,01588	0,04968	....	0,14024	....	0,16550
3	0,15958	0	0,01588	0,04968	....	0,26352	....	0,32257
4	0,13017	0	0,01588	0,04968	....	0,35590	....	0,45013
5	0,11028	0	0,01588	0,04968	....	0,42531	....	0,55760
6	0,10276	0	0,01588	0,04968	....	0,47943	....	0,65701
7	0,02800	0	0,01588	0,04968	....	0,49049	....	0,68385
8	0,03046	0	0,01588	0,04968	....	0,49736	....	0,71270

**Grafik Hubungan Antara Nilai Pemampatan (s) dan Waktu Pentahapan (t) Untuk Timbunan 25% Mortar Busa 75% Tanah Sirtu STA 424+576**



**Tabel Distribusi Tegangan Akibat Soil Preloading Variasi Timbunan 50% Mortar Busa 50% Tanah Sirtu STA 424+576**

Tahap	1	2	3	4	....	8
z(m)	$\Delta\sigma^1$ (t/m <sup>2</sup> )	$\Delta\sigma^2$ (t/m <sup>2</sup> )	$\Delta\sigma^3$ (t/m <sup>2</sup> )	$\Delta\sigma^4$ (t/m <sup>2</sup> )	....	$\Delta\sigma^8$ (t/m <sup>2</sup> )
0,5	0,92499	0,92495	0,92480	0,86198	....	0,27730
1,5	0,92486	0,92461	0,92411	0,86081	....	0,27507
2,5	0,92434	0,92369	0,92260	0,85861	....	0,27206
3,5	0,92321	0,92196	0,92004	0,85517	....	0,26831
4,5	0,92129	0,91921	0,91622	0,85032	....	0,26387
5,5	0,91839	0,91530	0,91103	0,84401	....	0,25885
6,5	0,91442	0,91014	0,90441	0,83622	....	0,25336
7,5	0,90931	0,90369	0,89638	0,82703	....	0,24751
8,5	0,90302	0,89597	0,88699	0,81653	....	0,24141
9,5	0,89559	0,88702	0,87634	0,80487	....	0,23515
10,5	0,88704	0,87694	0,86457	0,79222	....	0,22883
11,5	0,87747	0,86583	0,85181	0,77873	....	0,22251

**Tabel Perubahan Tegangan U=100% akibat Soil Preloading Variasi Timbunan 50% Mortar Busa 50% Tanah Sirtu STA 424+576**

U	100%	100%	100%	100%	100%	....	100%
H <sub>timb</sub> (m)	0	0,5	1	1,5	2	....	3,7
z (m)	$\sigma^0$ (t/m <sup>2</sup> )	$\sigma^1$ (t/m <sup>2</sup> )	$\sigma^2$ (t/m <sup>2</sup> )	$\sigma^3$ (t/m <sup>2</sup> )	$\sigma^4$ (t/m <sup>2</sup> )	....	$\sigma^8$ (t/m <sup>2</sup> )
0,5	0,26	1,18499	2,10994	3,03475	3,89673	....	5,07133
1,5	0,78	1,70486	2,62946	3,55357	4,41438	....	5,58348
2,5	1,35	2,27234	3,19603	4,11863	4,97724	....	6,13832
3,5	1,96	2,88721	3,80917	4,72921	5,58437	....	6,73478
4,5	2,58	3,50129	4,42050	5,33671	6,18704	....	7,32417
5,5	3,20	4,11439	5,02969	5,94072	6,78473	....	7,90617
6,5	3,82	4,73842	5,64856	6,55298	7,38920	....	8,49279
7,5	4,46	5,37331	6,27700	7,17338	8,00041	....	9,08430
8,5	5,09	5,99502	6,89099	7,77798	8,59451	....	9,65722
9,5	5,71	6,60359	7,49061	8,36695	9,17182	....	10,21221
10,5	6,34	7,22304	8,09998	8,96455	9,75677	....	10,77401
11,5	6,98	7,85347	8,71930	9,57111	10,34985	....	11,34342

**Kenaikan Nilai Cu Setelah Konsolidasi Selesai U=100%  
Variasi Timbunan 50% Mortar Busa 50% Tanah Sirtu STA  
424+576**

z (m)	PI (%)	Umur	
		8	8
		Cu lama (kg/cm <sup>2</sup> )	Cu baru (kg/cm <sup>2</sup> )
0,5	55%	0,07861	0,16955
1,5	55%	0,08844	0,17923
2,5	40%	0,09921	0,18987
3,5	40%	0,11087	0,20116
4,5	40%	0,12253	0,21232
5,5	40%	0,13419	0,22333
6,5	38%	0,14609	0,23446
7,5	38%	0,15820	0,24566
8,5	40%	0,17007	0,25647
9,5	40%	0,18173	0,26697
10,5	38%	0,19364	0,27764
11,5	38%	0,20575	0,28842

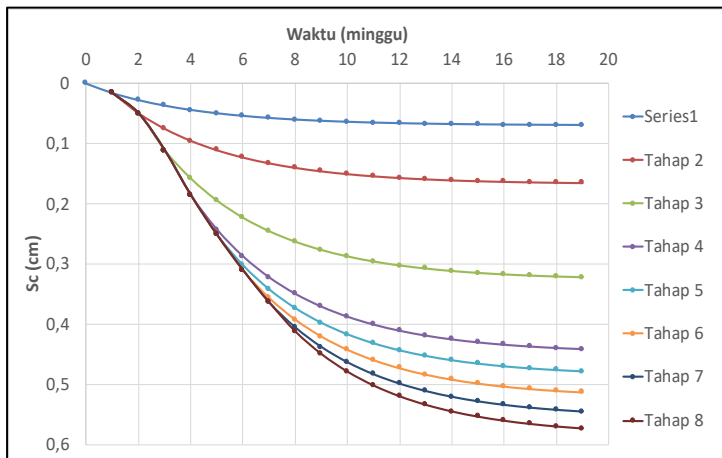
**Pemampatan Akibat Soil Preloading Variasi Timbunan 50%  
Mortar Busa 50% Tanah Sirtu STA 424+576**

h	z (m)	Minggu		1	2	....	8
		$\sigma'_0$ (t/m <sup>2</sup> )	$\sigma'_c$ (t/m <sup>2</sup> )	Sc1 (m)	Sc2 (m)	....	Sc8 (m)
1	0,5	0,26	1,76	0,02417	0,02076	....	0,00448
1	1,5	0,78	2,28	0,01246	0,01600	....	0,00403
1	2,5	1,35	2,85	0,00732	0,01125	....	0,00318
1	3,5	1,96	3,46	0,00540	0,00921	....	0,00285
1	4,5	2,58	4,08	0,00428	0,00777	....	0,00257
1	5,5	3,20	4,70	0,00354	0,00667	....	0,00233
1	6,5	3,82	5,32	0,00292	0,00562	....	0,00206
1	7,5	4,46	5,96	0,00252	0,00490	....	0,00188
1	8,5	5,09	6,59	0,00229	0,00444	....	0,00178
1	9,5	5,71	7,21	0,00204	0,00392	....	0,00163
1	10,5	6,34	7,84	0,00178	0,00336	....	0,00146
1	11,5	6,98	8,48	0,00161	0,00297	....	0,00135
				0,07036	0,09687	....	0,02960

**Tabel Hubungan Antara Nilai Pemampatan (s) dan Waktu Pentahapan (t) Untuk Timbunan 50% Mortar Busa 50% Tanah Sirtu STA 424+576**

Tahap	Sc (U=100%)	Umur	1	2	....	8	....	19
		U (%)	0,225595	0,395004	....	0,860223	....	0,990322
1	0,07036	0	0,01587	0,02779	....	0,06053	....	0,06968
2	0,09687	0	0,01587	0,04965	....	0,14012	....	0,16535
3	0,15949	0	0,01587	0,04965	....	0,26334	....	0,32234
4	0,12196	0	0,01587	0,04965	....	0,34989	....	0,44186
5	0,03791	0	0,01587	0,04965	....	0,37375	....	0,47880
6	0,03573	0	0,01587	0,04965	....	0,39257	....	0,51337
7	0,03369	0	0,01587	0,04965	....	0,40588	....	0,54566
8	0,02960	0	0,01587	0,04965	....	0,41256	....	0,57370

**Grafik Hubungan Antara Nilai Pemampatan (s) dan Waktu Pentahapan (t) Untuk Timbunan 50% Mortar Busa 50% Tanah Sirtu STA 424+576**



**Tabel Distribusi Tegangan Akibat *Soil Preloading* Variasi Timbunan 75% Mortar Busa 25% Tanah Sirtu STA 424+576**

Tahap	1	2	3	4	....	8
z(m)	$\Delta\sigma^1$ (t/m <sup>2</sup> )	$\Delta\sigma^2$ (t/m <sup>2</sup> )	$\Delta\sigma^3$ (t/m <sup>2</sup> )	$\Delta\sigma^4$ (t/m <sup>2</sup> )	....	$\Delta\sigma^8$ (t/m <sup>2</sup> )
0,5	0,92499	0,81395	0,29994	0,29983	....	0,21795
1,5	0,92485	0,81364	0,29972	0,29943	....	0,21620
2,5	0,92431	0,81280	0,29924	0,29867	....	0,21382
3,5	0,92313	0,81122	0,29840	0,29747	....	0,21084
4,5	0,92111	0,80871	0,29715	0,29576	....	0,20730
5,5	0,91809	0,80514	0,29545	0,29353	....	0,20329
6,5	0,91395	0,80044	0,29327	0,29077	....	0,19891
7,5	0,90862	0,79457	0,29062	0,28751	....	0,19423
8,5	0,90209	0,78755	0,28753	0,28379	....	0,18936
9,5	0,89437	0,77944	0,28402	0,27965	....	0,18437
10,5	0,88552	0,77031	0,28014	0,27517	....	0,17933
11,5	0,87563	0,76028	0,27593	0,27039	....	0,17430

**Tabel Perubahan Tegangan U=100% akibat *Soil Preloading* Variasi Timbunan 75% Mortar Busa 25% Tanah Sirtu STA 424+576**

U	100%	100%	100%	100%	100%	....	100%
H <sub>timb</sub> (m)	0	0,5	0,94	1,44	1,94	....	3,74
z (m)	$\sigma^0$ (t/m <sup>2</sup> )	$\sigma^1$ (t/m <sup>2</sup> )	$\sigma^2$ (t/m <sup>2</sup> )	$\sigma^3$ (t/m <sup>2</sup> )	$\sigma^4$ (t/m <sup>2</sup> )	....	$\sigma^8$ (t/m <sup>2</sup> )
0,5	0,26	1,18499	1,99895	2,29889	2,59873	....	3,71394
1,5	0,78	1,70485	2,51849	2,81821	3,11764	....	4,22774
2,5	1,35	2,27231	3,08511	3,38434	3,68302	....	4,78554
3,5	1,96	2,88713	3,69835	3,99675	4,29421	....	5,38658
4,5	2,58	3,50111	4,30982	4,60697	4,90273	....	5,98239
5,5	3,20	4,11409	4,91923	5,21468	5,50821	....	6,57279
6,5	3,82	4,73795	5,53839	5,83166	6,12243	....	7,16982
7,5	4,46	5,37262	6,16719	6,45782	6,74533	....	7,77374
8,5	5,09	5,99409	6,78164	7,06917	7,35296	....	8,36095
9,5	5,71	6,60237	7,38181	7,66583	7,94548	....	8,93194
10,5	6,34	7,22152	7,99183	8,27197	8,54714	....	9,51127
11,5	6,98	7,85163	8,61190	8,88783	9,15822	....	10,09955

**Kenaikan Nilai Cu Setelah Konsolidasi Selesai U=100%  
Variasi Timbunan 75% Mortar Busa 25% Tanah Sirtu STA  
424+576**

z (m)	PI (%)	Umur	8
		Cu lama (kg/cm <sup>2</sup> )	Cu baru (kg/cm <sup>2</sup> )
0,5	55%	0,07861	0,14390
1,5	55%	0,08844	0,15361
2,5	40%	0,09921	0,16427
3,5	40%	0,11087	0,17565
4,5	40%	0,12253	0,18692
5,5	40%	0,13419	0,19810
6,5	38%	0,14609	0,20942
7,5	38%	0,15820	0,22085
8,5	40%	0,17007	0,23194
9,5	40%	0,18173	0,24274
10,5	38%	0,19364	0,25374
11,5	38%	0,20575	0,26488

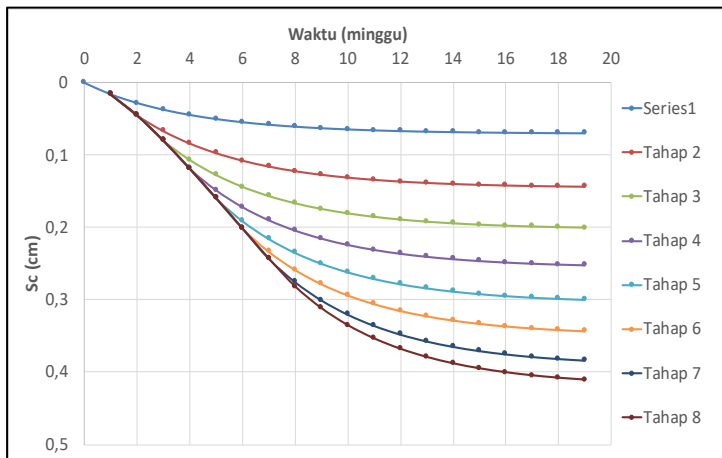
**Pemampatan Akibat Soil Preloading Variasi Timbunan 75%  
Mortar Busa 25% Tanah Sirtu STA 424+576**

h	z (m)	Minggu		1	2	....	8
		$\sigma'_0$ (t/m <sup>2</sup> )	$\sigma'_c$ (t/m <sup>2</sup> )	Sc1 (m)	Sc2 (m)	....	Sc8 (m)
1	0,5	0,26	1,76	0,02417	0,01645	....	0,00482
1	1,5	0,78	2,28	0,01246	0,01256	....	0,00418
1	2,5	1,35	2,85	0,00732	0,00877	....	0,00321
1	3,5	1,96	3,46	0,00540	0,00714	....	0,00280
1	4,5	2,58	4,08	0,00428	0,00599	....	0,00247
1	5,5	3,20	4,70	0,00354	0,00511	....	0,00220
1	6,5	3,82	5,32	0,00292	0,00428	....	0,00192
1	7,5	4,46	5,96	0,00252	0,00370	....	0,00172
1	8,5	5,09	6,59	0,00229	0,00332	....	0,00161
1	9,5	5,71	7,21	0,00204	0,00290	....	0,00146
1	10,5	6,34	7,84	0,00178	0,00245	....	0,00130
1	11,5	6,98	8,48	0,00161	0,00212	....	0,00119
				0,07035	0,07481	....	0,02887

**Tabel Hubungan Antara Nilai Pemampatan (s) dan Waktu Pentahapan (t) Untuk Timbunan 75% Mortar Busa 25% Tanah Sirtu STA 424+576**

Tahap	Sc (U=100%)	Umur	1	2	....	8	....	19
		U (%)	0,225595	0,395004	....	0,860223	....	0,990322
1	0,07035	0	0,01587	0,02779	....	0,06051	....	0,06966
2	0,07481	0	0,01587	0,04466	....	0,12198	....	0,14355
3	0,05750	0	0,01587	0,04466	....	0,16640	....	0,20014
4	0,05280	0	0,01587	0,04466	....	0,20387	....	0,25189
5	0,04877	0	0,01587	0,04466	....	0,23457	....	0,29942
6	0,04522	0	0,01587	0,04466	....	0,25839	....	0,34317
7	0,04202	0	0,01587	0,04466	....	0,27499	....	0,38345
8	0,02887	0	0,01587	0,04466	....	0,28150	....	0,41079

**Grafik Hubungan Antara Nilai Pemampatan (s) dan Waktu Pentahapan (t) Untuk Timbunan 75% Mortar Busa 25% Tanah Sirtu STA 424+576**





## LAMPIRAN 5

**Tabel Penambahan Distribusi Tegangan Akibat Beban Pompa Vacuum pada Variasi Timbunan Tanah Sirtu STA 414+525**

Tahap	1	2	Vakum	3	....	27
z(m)	$\Delta\sigma^1$ (t/m <sup>2</sup> )	$\Delta\sigma^2$ (t/m <sup>2</sup> )	(t/m <sup>2</sup> )	$\Delta\sigma^3$ (t/m <sup>2</sup> )	....	$\Delta\sigma^{27}$ (t/m <sup>2</sup> )
0,5	0,92500	0,92500	8,245	0,92498	....	0,77017
1,5	0,92499	0,92497	8,245	0,92493	....	0,74930
2,5	0,92494	0,92488	8,245	0,92480	....	0,72850
3,5	0,92483	0,92473	8,245	0,92459	....	0,70794
4,5	0,92464	0,92447	8,245	0,92425	....	0,68776
5,5	0,92434	0,92409	8,245	0,92377	....	0,66807
6,5	0,92392	0,92357	8,245	0,92312	....	0,64892
7,5	0,92335	0,92288	8,245	0,92230	....	0,63038
8,5	0,92262	0,92201	8,245	0,92126	....	0,61247
9,5	0,92172	0,92094	8,245	0,92002	....	0,59521
10,5	0,92061	0,91966	8,245	0,91854	....	0,57860
11,5	0,91931	0,91816	8,245	0,91681	....	0,56265

**Tabel Perubahan Tegangan U=100% Akibat Vacuum Preloading pada Variasi Timbunan Tanah Sirtu STA 414+525**

U	100%	100%	100%	100%	....%	100%
H <sub>timb</sub> (m)	0	0,5	1	1,5	....	13,46
z (m)	$\sigma^0$ (t/m <sup>2</sup> )	$\sigma^1$ (t/m <sup>2</sup> )	$\sigma^2$ (t/m <sup>2</sup> )	$\sigma^3$ (t/m <sup>2</sup> )	....	$\sigma^{27}$ (t/m <sup>2</sup> )
0,5	0,25	1,17300	2,09800	11,26798	....	32,64932
1,5	0,74	1,66899	2,59395	11,76388	....	32,99467
2,5	1,26	2,18894	3,11382	12,28363	....	33,35208
3,5	1,81	2,73283	3,65756	12,82714	....	33,72251
4,5	2,39	3,31264	4,23711	13,40636	....	34,11896
5,5	3,00	3,92834	4,85243	14,02120	....	34,54240
6,5	3,61	4,53192	5,45549	14,62361	....	34,94578
7,5	4,20	5,12335	6,04623	15,21353	....	35,33000
8,5	4,80	5,72662	6,64863	15,81490	....	35,71993
9,5	5,42	6,34172	7,26266	16,42767	....	36,11635
10,5	6,04	6,95661	7,87627	17,03981	....	36,50804
11,5	6,65	7,57131	8,48946	17,65127	....	36,89571

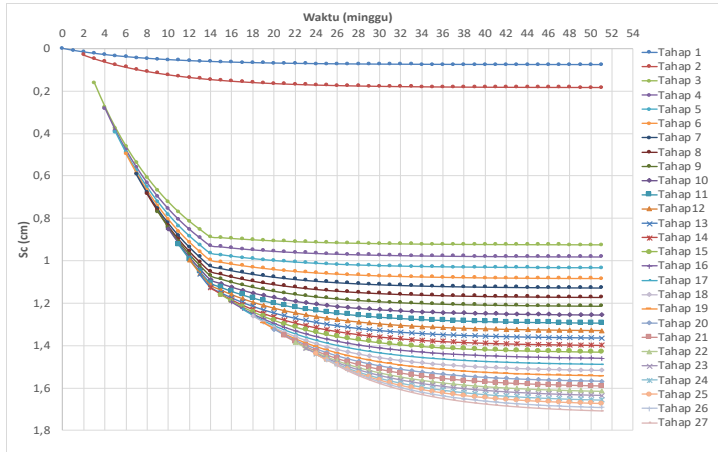
**Tabel Pemampatan Tanah Dasar Akibat Penambahan Beban Pompa Vacuum Preloading pada Variasi Timbunan Tanah Sirtu STA 414+525**

h	z (m)	Minggu		1	2	3	....	27
		$\sigma'_0$ (t/m <sup>2</sup> )	$\sigma'_c$ (t/m <sup>2</sup> )	Sc1 (m)	Sc2 (m)	Sc3 (m)	....	Sc27(m)
1	0,5	0,25	1,75	0,02528	0,02133	0,13672	....	0,00194
1	1,5	0,74	2,24	0,01314	0,01660	0,12296	....	0,00187
1	2,5	1,26	2,76	0,00856	0,01292	0,10695	....	0,00172
1	3,5	1,81	3,31	0,00644	0,01080	0,09778	....	0,00165
1	4,5	2,39	3,89	0,00459	0,00828	0,08077	....	0,00143
1	5,5	3,00	4,50	0,00376	0,00714	0,07440	....	0,00137
1	6,5	3,61	5,11	0,00334	0,00657	0,07221	....	0,00137
1	7,5	4,20	5,70	0,00291	0,00588	0,06757	....	0,00132
1	8,5	4,80	6,30	0,00246	0,00508	0,06076	....	0,00121
1	9,5	5,42	6,92	0,00220	0,00461	0,05723	....	0,00117
1	10,5	6,04	7,54	0,00199	0,00422	0,05411	....	0,00112
1	11,5	6,65	8,15	0,00182	0,00388	0,05133	....	0,00108
				0,07649	0,10732	0,98279	....	0,01725

**Tabel Hubungan Antara Nilai Pemampatan (s) dan Waktu Pentahanan (t) Untuk Timbunan Tanah Sirtu STA 414+525**

Tebal	Sc (U=100%)	Umur U (%)	1	2	3	27	51		
			0,1191	0,2178	0,3045	....	0,9561	....	0,9972
1	0,07649	0	0,009108405	0,01665661	0,023289468	....	0,073133686	....	0,076273821
2	0,10732	0	0,009108405	0,029436717	0,046660546	....	0,175177134	....	0,183257818
3	0,98279	0	0,009108405	0,029436717	0,163690871	....	0,916868474	....	0,924949157
4	0,05659	0	0,009108405	0,029436717	0,163690871	....	0,969954195	....	0,981310525
5	0,05309	0	0,009108405	0,029436717	0,163690871	....	1,019362559	....	1,034165419
6	0,05000	0	0,009108405	0,029436717	0,163690871	....	1,065472596	....	1,083915548
7	0,04356	0	0,009108405	0,029436717	0,163690871	....	1,105228975	....	1,127228221
8	0,04488	0	0,009108405	0,029436717	0,163690871	....	1,145719972	....	1,171829201
9	0,04261	0	0,009108405	0,029436717	0,163690871	....	1,183657841	....	1,214143825
10	0,04055	0	0,009108405	0,029436717	0,163690871	....	1,219215049	....	1,254372131
11	0,03865	0	0,009108405	0,029436717	0,163690871	....	1,252532466	....	1,292684317
12	0,03691	0	0,009108405	0,029436717	0,163690871	....	1,283724116	....	1,32922564
13	0,03529	0	0,009108405	0,029436717	0,163690871	....	1,312880879	....	1,36412023
14	0,03378	0	0,009108405	0,029436717	0,163690871	....	1,340073439	....	1,397474101
15	0,03236	0	0,009108405	0,029436717	0,163690871	....	1,365354651	....	1,429377548
16	0,03102	0	0,009108405	0,029436717	0,163690871	....	1,388761507	....	1,459907057
17	0,02974	0	0,009108405	0,029436717	0,163690871	....	1,410316807	....	1,489126855
18	0,02803	0	0,009108405	0,029436717	0,163690871	....	1,429685695	....	1,516600862
19	0,02679	0	0,009108405	0,029436717	0,163690871	....	1,447187959	....	1,542798752
20	0,02558	0	0,009108405	0,029436717	0,163690871	....	1,462814472	....	1,567745783
21	0,02439	0	0,009108405	0,029436717	0,163690871	....	1,476550063	....	1,591458561
22	0,02321	0	0,009108405	0,029436717	0,163690871	....	1,488375872	....	1,613945949
23	0,02203	0	0,009108405	0,029436717	0,163690871	....	1,498271993	....	1,635210038
24	0,02085	0	0,009108405	0,029436717	0,163690871	....	1,506220397	....	1,655247207
25	0,01966	0	0,009108405	0,029436717	0,163690871	....	1,512207944	....	1,674049329
26	0,01846	0	0,009108405	0,029436717	0,163690871	....	1,516228761	....	1,69160513
27	0,01725	0	0,009108405	0,029436717	0,163690871	....	1,518282672	....	1,707901728

## Grafik Hubungan Antara Nilai Pemampatan ( $s$ ) dan Waktu Pentahapan ( $t$ ) Untuk Timbunan Tanah Sirtu STA 414+525



**Tabel Penambahan Distribusi Tegangan Akibat Beban Pompa Vacuum pada Variasi Timbunan 25% Mortar Busa 75% Tanah Sirtu STA 414+525**

Tahap	1	2	Vakum	3	....	27
z(m)	$\Delta\sigma'1$ (t/m <sup>2</sup> )	$\Delta\sigma'2$ (t/m <sup>2</sup> )	(t/m <sup>2</sup> )	$\Delta\sigma'3$ (t/m <sup>2</sup> )	....	$\Delta\sigma'27$ (t/m <sup>2</sup> )
0,5	0,92500	0,92500	8,245	0,92498	....	0,28742
1,5	0,92499	0,92496	8,245	0,92493	....	0,28010
2,5	0,92494	0,92488	8,245	0,92480	....	0,27276
3,5	0,92483	0,92472	8,245	0,92458	....	0,26546
4,5	0,92463	0,92446	8,245	0,92423	....	0,25826
5,5	0,92433	0,92407	8,245	0,92374	....	0,25120
6,5	0,92390	0,92354	8,245	0,92309	....	0,24431
7,5	0,92332	0,92284	8,245	0,92224	....	0,23760
8,5	0,92258	0,92195	8,245	0,92119	....	0,23110
9,5	0,92165	0,92086	8,245	0,91992	....	0,22481
10,5	0,92053	0,91956	8,245	0,91841	....	0,21875
11,5	0,91920	0,91803	8,245	0,91666	....	0,21290

**Tabel Perubahan Tegangan U=100% Akibat Vacuum Preloading pada Variasi Timbunan 25% Mortar Busa 75% Tanah Sirtu STA 414+525**

U	100%	100%	100%	100%	....%	100%
H <sub>timb</sub> (m)	0	0,5	1	1,5	....	13,32
z (m)	$\sigma'0$ (t/m <sup>2</sup> )	$\sigma'1$ (t/m <sup>2</sup> )	$\sigma'2$ (t/m <sup>2</sup> )	$\sigma'3$ (t/m <sup>2</sup> )	....	$\sigma'27$ (t/m <sup>2</sup> )
0,5	0,25	1,17300	2,09800	11,26798	....	28,70163
1,5	0,74	1,66899	2,59395	11,76388	....	29,12086
2,5	1,26	2,18894	3,11382	12,28362	....	29,55448
3,5	1,81	2,73283	3,65755	12,82712	....	30,00266
4,5	2,39	3,31263	4,23709	13,40632	....	30,47766
5,5	3,00	3,92833	4,85240	14,02115	....	30,97984
6,5	3,61	4,53190	5,45544	14,62353	....	31,46163
7,5	4,20	5,12332	6,04616	15,21340	....	31,92349
8,5	4,80	5,72658	6,64853	15,81472	....	32,38994
9,5	5,42	6,34165	7,26252	16,42744	....	32,86150
10,5	6,04	6,95653	7,87609	17,03950	....	33,32672
11,5	6,65	7,57120	8,48923	17,65089	....	33,78614

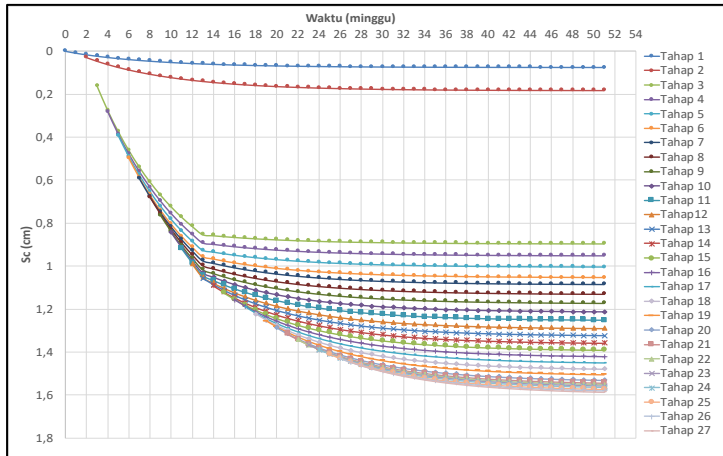
**Tabel Pemampatan Tanah Dasar Akibat Penambahan Beban Pompa Vacuum Preloading pada Variasi Timbunan 25% Mortar Busa 75% Tanah Sirtu STA 414+525**

h	z (m)	Minggu		1	2	3	....	27
		$\sigma'_0$ (t/m <sup>2</sup> )	$\sigma'_c$ (t/m <sup>2</sup> )	Sc1 (m)	Sc2 (m)	Sc3 (m)	....	Sc27(m)
1	0,5	0,25	1,75	0,02528	0,02133	0,13672	....	0,00082
1	1,5	0,74	2,24	0,01314	0,01660	0,12296	....	0,00079
1	2,5	1,26	2,76	0,00856	0,01292	0,10695	....	0,00072
1	3,5	1,81	3,31	0,00644	0,01080	0,09778	....	0,00069
1	4,5	2,39	3,89	0,00459	0,00827	0,08077	....	0,00060
1	5,5	3,00	4,50	0,00376	0,00714	0,07440	....	0,00057
1	6,5	3,61	5,11	0,00334	0,00657	0,07221	....	0,00057
1	7,5	4,20	5,70	0,00291	0,00588	0,06757	....	0,00055
1	8,5	4,80	6,30	0,00246	0,00508	0,06076	....	0,00050
1	9,5	5,42	6,92	0,00220	0,00461	0,05723	....	0,00048
1	10,5	6,04	7,54	0,00199	0,00422	0,05411	....	0,00046
1	11,5	6,65	8,15	0,00182	0,00388	0,05133	....	0,00044
				0,07649	0,10732	0,98279	....	0,00719

**Tabel Hubungan Antara Nilai Pemampatan (s) dan Waktu Pentahapan (t) Untuk Timbunan 25% Mortar Busa 75% Tanah Sirtu STA 414+525**

Tahap	Sc (U=100 )	Umur	1	2	3	....	27	....	51
		U (%)	0,1191	0,2178	0,3045	....	0,9561	....	0,9972
1	0,07649	0	0,00911	0,01666	0,02329	....	0,07313	....	0,07627
2	0,10732	0	0,00911	0,02944	0,04666	....	0,17517	....	0,18325
3	0,98279	0	0,00911	0,02944	0,16369	....	0,88743	....	0,89551
4	0,05658	0	0,00911	0,02944	0,16369	....	0,94051	....	0,95187
5	0,05309	0	0,00911	0,02944	0,16369	....	0,98992	....	1,00472
6	0,05000	0	0,00911	0,02944	0,16369	....	1,03603	....	1,05447
7	0,03053	0	0,00911	0,02944	0,16369	....	1,06389	....	1,08482
8	0,04555	0	0,00911	0,02944	0,16369	....	1,10499	....	1,13009
9	0,04322	0	0,00911	0,02944	0,16369	....	1,14346	....	1,17301
10	0,04110	0	0,00911	0,02944	0,16369	....	1,17950	....	1,21378
11	0,03916	0	0,00911	0,02944	0,16369	....	1,21326	....	1,25260
12	0,03737	0	0,00911	0,02944	0,16369	....	1,24484	....	1,28960
13	0,03571	0	0,00911	0,02944	0,16369	....	1,27435	....	1,32491
14	0,03417	0	0,00911	0,02944	0,16369	....	1,30186	....	1,35866
15	0,03272	0	0,00911	0,02944	0,16369	....	1,32743	....	1,39093
16	0,03136	0	0,00911	0,02944	0,16369	....	1,35110	....	1,42179
17	0,03007	0	0,00911	0,02944	0,16369	....	1,37289	....	1,45133
18	0,02833	0	0,00911	0,02944	0,16369	....	1,39247	....	1,47911
19	0,02708	0	0,00911	0,02944	0,16369	....	1,41016	....	1,50559
20	0,02586	0	0,00911	0,02944	0,16369	....	1,42596	....	1,53080
21	0,01375	0	0,00911	0,02944	0,16369	....	1,43370	....	1,54418
22	0,00789	0	0,00911	0,02944	0,16369	....	1,43772	....	1,55182
23	0,00759	0	0,00911	0,02944	0,16369	....	1,44113	....	1,55915
24	0,00732	0	0,00911	0,02944	0,16369	....	1,44392	....	1,56618
25	0,00703	0	0,00911	0,02944	0,16369	....	1,44606	....	1,57290
26	0,00672	0	0,00911	0,02944	0,16369	....	1,44752	....	1,57929
27	0,00719	0	0,00911	0,02944	0,16369	....	1,44838	....	1,58609

## Grafik Hubungan Antara Nilai Pemampatan ( $s$ ) dan Waktu Pentahapan ( $t$ ) Untuk Timbunan 25% Mortar Busa 75% Tanah Sirtu STA 414+525



**Tabel Penambahan Distribusi Tegangan Akibat Beban Pompa Vacuum pada Variasi Timbunan 50% Mortar Busa 50% Tanah Sirtu STA 414+525**

Tahap	1	2	Vakum	3	....	26
z(m)	$\Delta\sigma'1$ (t/m <sup>2</sup> )	$\Delta\sigma'2$ (t/m <sup>2</sup> )	(t/m <sup>2</sup> )	$\Delta\sigma'3$ (t/m <sup>2</sup> )	....	$\Delta\sigma'26$ (t/m <sup>2</sup> )
0,5	0,92500	0,92500	8,245	0,92498	....	0,28418
1,5	0,92499	0,92496	8,245	0,92493	....	0,27649
2,5	0,92493	0,92488	8,245	0,92480	....	0,26883
3,5	0,92482	0,92472	8,245	0,92457	....	0,26124
4,5	0,92462	0,92445	8,245	0,92422	....	0,25378
5,5	0,92431	0,92405	8,245	0,92371	....	0,24650
6,5	0,92387	0,92350	8,245	0,92304	....	0,23942
7,5	0,92328	0,92279	8,245	0,92218	....	0,23256
8,5	0,92253	0,92188	8,245	0,92110	....	0,22593
9,5	0,92158	0,92077	8,245	0,91980	....	0,21955
10,5	0,92043	0,91944	8,245	0,91826	....	0,21340
11,5	0,91907	0,91787	8,245	0,91647	....	0,20749

**Tabel Perubahan Tegangan U=100% Akibat Vacuum Preloading pada Variasi Timbunan 50% Mortar Busa 50% Tanah Sirtu STA 414+525**

U	100%	100%	100%	100%	....	100%
H <sub>timb</sub> (m)	0	0,5	1	1,5	....	13,14
z (m)	$\sigma'0$ (t/m <sup>2</sup> )	$\sigma'1$ (t/m <sup>2</sup> )	$\sigma'2$ (t/m <sup>2</sup> )	$\sigma'3$ (t/m <sup>2</sup> )	....	$\sigma'26$ (t/m <sup>2</sup> )
0,5	0,25	1,17300	2,09799	11,26798	....	24,63552
1,5	0,74	1,66899	2,59395	11,76388	....	25,07713
2,5	1,26	2,18893	3,11381	12,28361	....	25,53664
3,5	1,81	2,73282	3,65754	12,82710	....	26,01408
4,5	2,39	3,31262	4,23707	13,40628	....	26,52154
5,5	3,00	3,92831	4,85236	14,02108	....	27,05913
6,5	3,61	4,53187	5,45538	14,62342	....	27,57901
7,5	4,20	5,12328	6,04607	15,21325	....	28,08137
8,5	4,80	5,72653	6,64841	15,81451	....	28,59042
9,5	5,42	6,34158	7,26235	16,42715	....	29,10640
10,5	6,04	6,95643	7,87587	17,03913	....	29,61756
11,5	6,65	7,57107	8,48895	17,65041	....	30,12418

**Tabel Pemampatan Tanah Dasar Akibat Penambahan Beban Pompa Vacuum Preloading pada Variasi Timbunan 50% Mortar Busa 50% Tanah Sirtu STA 414+525**

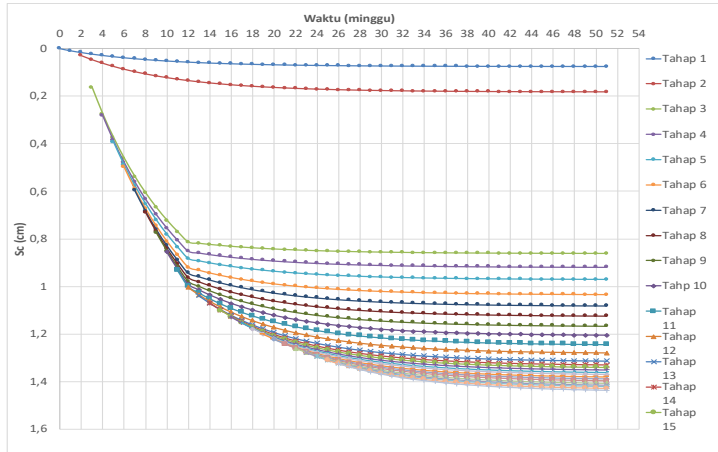
h	z (m)	Minggu		1	2	3	....	26
		$\sigma'_0$ (t/m <sup>2</sup> )	$\sigma'_c$ (t/m <sup>2</sup> )	Sc1 (m)	Sc2 (m)	Sc3 (m)	....	Sc26(m)
1	0,5	0,25	1,75	0,02528	0,02133	0,13672	....	0,00094
1	1,5	0,74	2,24	0,01314	0,01660	0,12296	....	0,00090
1	2,5	1,26	2,76	0,00856	0,01292	0,10695	....	0,00082
1	3,5	1,81	3,31	0,00644	0,01080	0,09778	....	0,00079
1	4,5	2,39	3,89	0,00459	0,00827	0,08077	....	0,00067
1	5,5	3,00	4,50	0,00376	0,00714	0,07440	....	0,00064
1	6,5	3,61	5,11	0,00334	0,00657	0,07221	....	0,00064
1	7,5	4,20	5,70	0,00291	0,00588	0,06757	....	0,00061
1	8,5	4,80	6,30	0,00246	0,00508	0,06076	....	0,00056
1	9,5	5,42	6,92	0,00220	0,00461	0,05723	....	0,00053
1	10,5	6,04	7,54	0,00199	0,00422	0,05411	....	0,00051
1	11,5	6,65	8,15	0,00181	0,00388	0,05133	....	0,00048
				0,07649	0,10731	0,98279	....	0,00810

**Tabel Hubungan Antara Nilai Pemampatan (s) dan Waktu Pentahapan (t) Untuk Timbunan 50% Mortar Busa 50% Tanah Sirtu STA 414+525**

Tahap	Sc (U=100%)	Umur U (%)	1	2	3	....	26	....	51
			0,1191	0,2178	0,3045	....	0,9508	....	0,9972
1	0,07649	0	0,00911	0,01666	0,02329	....	0,07272	....	0,07627
2	0,10731	0	0,00911	0,02943	0,04666	....	0,17411	....	0,18324
3	0,98279	0	0,00911	0,02943	0,16369	....	0,85332	....	0,86245
4	0,05658	0	0,00911	0,02943	0,16369	....	0,90598	....	0,91881
5	0,05308	0	0,00911	0,02943	0,16369	....	0,95493	....	0,97165
6	0,06349	0	0,00911	0,02943	0,16369	....	1,01288	....	1,03482
7	0,04644	0	0,00911	0,02943	0,16369	....	1,05478	....	1,08101
8	0,04403	0	0,00911	0,02943	0,16369	....	1,09397	....	1,12476
9	0,04183	0	0,00911	0,02943	0,16369	....	1,13065	....	1,16629
10	0,03983	0	0,00911	0,02943	0,16369	....	1,16498	....	1,20580
11	0,03798	0	0,00911	0,02943	0,16369	....	1,19708	....	1,24345
12	0,03628	0	0,00911	0,02943	0,16369	....	1,22706	....	1,27937
13	0,03469	0	0,00911	0,02943	0,16369	....	1,25499	....	1,31368
14	0,01674	0	0,00911	0,02943	0,16369	....	1,26807	....	1,33021
15	0,01067	0	0,00911	0,02943	0,16369	....	1,27612	....	1,34073
16	0,01044	0	0,00911	0,02943	0,16369	....	1,28369	....	1,35101
17	0,01006	0	0,00911	0,02943	0,16369	....	1,29064	....	1,36089
18	0,00982	0	0,00911	0,02943	0,16369	....	1,29706	....	1,37051
19	0,00956	0	0,00911	0,02943	0,16369	....	1,30289	....	1,37986
20	0,00928	0	0,00911	0,02943	0,16369	....	1,30812	....	1,38891
21	0,00899	0	0,00911	0,02943	0,16369	....	1,31270	....	1,39765
22	0,00867	0	0,00911	0,02943	0,16369	....	1,31660	....	1,40605
23	0,00834	0	0,00911	0,02943	0,16369	....	1,31978	....	1,41410
24	0,00798	0	0,00911	0,02943	0,16369	....	1,32221	....	1,42177
25	0,00760	0	0,00911	0,02943	0,16369	....	1,32386	....	1,42903
26	0,00810	0	0,00911	0,02943	0,16369	....	1,32482	....	1,43673



## Grafik Hubungan Antara Nilai Pemampatan ( $s$ ) dan Waktu Pentahapan ( $t$ ) Untuk Timbunan 50% Mortar Busa 50% Tanah Sirtu STA 414+525



**Tabel Penambahan Distribusi Tegangan Akibat Beban Pompa Vacuum pada Variasi Timbunan 75% Mortar Busa 25% Tanah Sirtu STA 414+525**

Tahap	1	2	Vakum	3	....	26
z(m)	$\Delta\sigma'1$ (t/m <sup>2</sup> )	$\Delta\sigma'2$ (t/m <sup>2</sup> )	(t/m <sup>2</sup> )	$\Delta\sigma'3$ (t/m <sup>2</sup> )	....	$\Delta\sigma'26$ (t/m <sup>2</sup> )
0,5	0,92500	0,92500	8,245	0,92498	....	0,25233
1,5	0,92499	0,92496	8,245	0,92492	....	0,24557
2,5	0,92493	0,92488	8,245	0,92479	....	0,23881
3,5	0,92482	0,92471	8,245	0,92456	....	0,23211
4,5	0,92461	0,92443	8,245	0,92420	....	0,22552
5,5	0,92430	0,92403	8,245	0,92368	....	0,21907
6,5	0,92385	0,92347	8,245	0,92299	....	0,21279
7,5	0,92324	0,92273	8,245	0,92211	....	0,20671
8,5	0,92247	0,92181	8,245	0,92101	....	0,20082
9,5	0,92150	0,92067	8,245	0,91968	....	0,19514
10,5	0,92033	0,91931	8,245	0,91810	....	0,18968
11,5	0,91894	0,91771	8,245	0,91627	....	0,18442

**Tabel Perubahan Tegangan U=100% Akibat Vacuum Preloading pada Variasi Timbunan 75% Mortar Busa 25% Tanah Sirtu STA 414+525**

U	100%	100%	100%	100%	....	100%
H <sub>timb</sub> (m)	0	0,5	1	1,5	....	12,96
z (m)	$\sigma'0$ (t/m <sup>2</sup> )	$\sigma'1$ (t/m <sup>2</sup> )	$\sigma'2$ (t/m <sup>2</sup> )	$\sigma'3$ (t/m <sup>2</sup> )	....	$\sigma'26$ (t/m <sup>2</sup> )
0,5	0,25	1,17300	2,09799	11,26798	....	20,37410
1,5	0,74	1,66899	2,59395	11,76387	....	20,82265
2,5	1,26	2,18893	3,11381	12,28360	....	21,29071
3,5	1,81	2,73282	3,65753	12,82708	....	21,77845
4,5	2,39	3,31261	4,23705	13,40624	....	22,29806
5,5	3,00	3,92830	4,85232	14,02101	....	22,84976
6,5	3,61	4,53185	5,45532	14,62331	....	23,38574
7,5	4,20	5,12324	6,04598	15,21309	....	23,90622
8,5	4,80	5,72647	6,64827	15,81428	....	24,43541
9,5	5,42	6,34150	7,26217	16,42685	....	24,97351
10,5	6,04	6,95633	7,87563	17,03873	....	25,50873
11,5	6,65	7,57094	8,48864	17,64991	....	26,04127

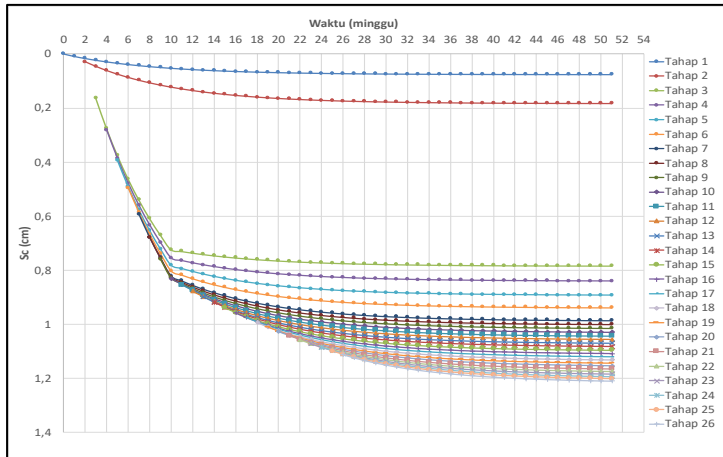
**Tabel Pemampatan Tanah Dasar Akibat Penambahan Beban Pompa Vacuum Preloading pada Variasi Timbunan 75% Mortar Busa 25% anah Sirtu STA 414+525**

h	z (m)	Minggu		1	2	3	....	26
		$\sigma'_0$ (t/m <sup>2</sup> )	$\sigma'_c$ (t/m <sup>2</sup> )	Sc1 (m)	Sc2 (m)	Sc3 (m)	....	Sc26(m)
1	0,5	0,25	1,75	0,02528	0,02133	0,13672	....	0,00101
1	1,5	0,74	2,24	0,01314	0,01660	0,12296	....	0,00096
1	2,5	1,26	2,76	0,00856	0,01292	0,10695	....	0,00088
1	3,5	1,81	3,31	0,00644	0,01080	0,09778	....	0,00083
1	4,5	2,39	3,89	0,00459	0,00827	0,08077	....	0,00071
1	5,5	3,00	4,50	0,00376	0,00714	0,07440	....	0,00068
1	6,5	3,61	5,11	0,00334	0,00657	0,07221	....	0,00067
1	7,5	4,20	5,70	0,00291	0,00588	0,06757	....	0,00064
1	8,5	4,80	6,30	0,00246	0,00508	0,06076	....	0,00058
1	9,5	5,42	6,92	0,00220	0,00461	0,05723	....	0,00055
1	10,5	6,04	7,54	0,00199	0,00421	0,05411	....	0,00052
1	11,5	6,65	8,15	0,00181	0,00387	0,05133	....	0,00050
				0,07649	0,10730	0,98280	....	0,00854

**Tabel Hubungan Antara Nilai Pemampatan (s) dan Waktu Pentahapan (t) Untuk Timbunan 75% Mortar Busa 25% Tanah Sirtu STA 414+525**

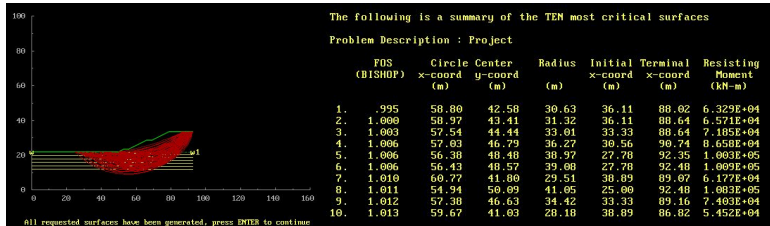
Tahap	Sc (U=100%)	0 U (%)	1 0,1191	2 0,2178	3 0,3045	....	26 0,9508	....	51 0,9972
1	0,07649	0	0,00911	0,01666	0,02329	....	0,07272	....	0,07627
2	0,10730	0	0,00911	0,02943	0,04665	....	0,17410	....	0,18323
3	0,98280	0	0,00911	0,02943	0,16369	....	0,77447	....	0,78360
4	0,05658	0	0,00911	0,02943	0,16369	....	0,82712	....	0,83995
5	0,05308	0	0,00911	0,02943	0,16369	....	0,87607	....	0,89279
6	0,04609	0	0,00911	0,02943	0,16369	....	0,91814	....	0,93865
7	0,04737	0	0,00911	0,02943	0,16369	....	0,96088	....	0,98576
8	0,01480	0	0,00911	0,02943	0,16369	....	0,97406	....	1,00047
9	0,01453	0	0,00911	0,02943	0,16369	....	0,98680	....	1,01489
10	0,01426	0	0,00911	0,02943	0,16369	....	0,99908	....	1,02904
11	0,01399	0	0,00911	0,02943	0,16369	....	1,01091	....	1,04290
12	0,01372	0	0,00911	0,02943	0,16369	....	1,02224	....	1,05649
13	0,01345	0	0,00911	0,02943	0,16369	....	1,03308	....	1,06979
14	0,01319	0	0,00911	0,02943	0,16369	....	1,04338	....	1,08282
15	0,01292	0	0,00911	0,02943	0,16369	....	1,05313	....	1,09555
16	0,01264	0	0,00911	0,02943	0,16369	....	1,06229	....	1,10800
17	0,01217	0	0,00911	0,02943	0,16369	....	1,07070	....	1,11995
18	0,01184	0	0,00911	0,02943	0,16369	....	1,07844	....	1,13156
19	0,01151	0	0,00911	0,02943	0,16369	....	1,08547	....	1,14282
20	0,01116	0	0,00911	0,02943	0,16369	....	1,09175	....	1,15370
21	0,01078	0	0,00911	0,02943	0,16369	....	1,09725	....	1,16418
22	0,01039	0	0,00911	0,02943	0,16369	....	1,10191	....	1,17425
23	0,00997	0	0,00911	0,02943	0,16369	....	1,10572	....	1,18388
24	0,00953	0	0,00911	0,02943	0,16369	....	1,10862	....	1,19304
25	0,00906	0	0,00911	0,02943	0,16369	....	1,11059	....	1,20170
26	0,00854	0	0,00911	0,02943	0,16369	....	1,11161	....	1,20982

## Grafik Hubungan Antara Nilai Pemampatan (s) dan Waktu Pentahapan (t) Untuk Timbunan 75% Mortar Busa 25% Tanah Sirtu STA 414+525



## LAMPIRAN 6

### Hasil Analisis Kelongsoran Timbunan Tanah Sirtu Dengan Program Bantu Xstabl; (a) Bidang Longsor, (b) Nilai FS, Jari – jari Kelongsoran, dan Mrmin pada Variasi Timbunan Tanah Sirtu STA 414+525



(a)

(b)

### Tabel Hasil Analisa dari Program Bantu Xstabl pada Variasi Timbunan Tanah Sirtu STA 414+525

Hfinal	11,5	m
Koordinat Lapisan tanah dasar	22	m
Sc	1,7	m

No.	SF	Circle Center Coord.		Radius (m)	MR (kNm)	SF Rencana	M dorong	MR rencana	ΔMR (kNm)
	(BISHOP)	x (m)	y (m)				kNm	kNm	
1	0,995	58,80	42,58	30,63	63290	1,2	63608,04	76329,65	13039,65
2	1,000	58,97	43,41	31,32	65710	1,2	65710,00	78852,00	13142,00
3	1,003	57,54	44,44	33,01	71850	1,2	71635,09	85962,11	14112,11
4	1,006	57,03	46,79	36,27	86580	1,2	86063,62	103276,34	16696,34
5	1,006	56,38	48,48	38,97	100300	1,2	99701,79	119642,15	19342,15
6	<b>1,006</b>	<b>56,43</b>	<b>48,57</b>	<b>39,08</b>	<b>100900</b>	<b>1,2</b>	<b>100298,21</b>	<b>120357,85</b>	<b>19457,85</b>
7	1,010	60,77	41,80	29,51	61770	1,2	61158,42	73390,10	11620,10
8	1,011	54,94	50,09	41,05	10830	1,2	10712,17	12854,60	2024,60
9	1,012	57,38	46,63	34,42	74030	1,2	73152,17	87782,61	13752,61
10	1,013	59,67	41,03	28,18	54520	1,2	53820,34	64584,40	10064,40

**Tabel Rekapitulasi Perhitungan Penambahan Momen  
Penahan ( $\Delta M_R$ ) Timbunan Tanah Sirtu STA 414+525**

Lapis	$S_v$ m	$H_i$ m	$T_i$ m	$S_i$ kN/m	$T_i.S_i$ kN	x buah	$T_i.S_i.x$ kN
1	0,25	11,500	28,291	15,758	445,796	2	891,592
2	0,25	11,250	28,041	15,758	441,857	2	883,713
3	0,25	11,000	27,791	15,758	437,917	2	875,835
4	0,25	10,750	27,541	15,758	433,978	2	867,956
5	0,25	10,500	27,291	15,758	430,038	2	860,077
6	0,25	10,250	27,041	15,758	426,099	2	852,198
7	0,25	10,000	26,791	15,758	422,160	2	844,319
8	0,25	9,750	26,541	15,758	418,220	2	836,441
9	0,25	9,500	26,291	15,758	414,281	2	828,562
10	0,25	9,250	26,041	15,758	410,342	1	410,342
11	0,25	9,000	25,791	15,758	406,402	1	406,402
12	0,25	8,750	25,541	15,758	402,463	1	402,463
13	0,25	8,500	25,291	15,758	398,523	1	398,523
14	0,25	8,250	25,041	15,758	394,584	1	394,584
15	0,25	8,000	24,791	15,758	390,645	1	390,645
16	0,25	7,750	24,541	15,758	386,705	1	386,705
17	0,25	7,500	24,291	15,758	382,766	1	382,766
18	0,25	7,250	24,041	15,758	378,826	1	378,826
19	0,25	7,000	23,791	15,758	374,887	1	374,887
20	0,25	6,750	23,541	15,758	370,948	1	370,948
21	0,25	6,500	23,291	15,758	367,008	1	367,008
22	0,25	6,250	23,041	15,758	363,069	1	363,069
23	0,25	6,000	22,791	15,758	359,129	1	359,129
24	0,25	5,750	22,541	15,758	355,190	1	355,190
25	0,25	5,500	22,291	15,758	351,251	1	351,251
26	0,25	5,250	22,041	15,758	347,311	1	347,311
27	0,25	5,000	21,791	15,758	343,372	1	343,372
28	0,25	4,750	21,541	15,758	339,432	1	339,432
29	0,25	4,500	21,291	15,758	335,493	1	335,493
30	0,25	4,250	21,041	15,758	331,554	1	331,554
31	0,25	4,000	20,791	15,758	327,614	1	327,614
32	0,25	3,750	20,541	15,758	323,675	1	323,675
33	0,25	3,500	20,291	15,758	319,735	1	319,735
34	0,25	3,250	20,041	15,758	315,796	1	315,796
35	0,25	3,000	19,791	15,758	311,857	1	311,857
36	0,25	2,750	19,541	15,758	307,917	1	307,917
37	0,25	2,500	19,291	15,758	303,978	1	303,978
38	0,25	2,250	19,041	15,758	300,038	1	300,038
39	0,25	2,000	18,791	15,758	296,099	1	296,099
40	0,25	1,750	18,541	15,758	292,160	1	292,160
41	0,25	1,500	18,291	15,758	288,220	1	288,220
42	0,25	1,250	18,041	15,758	284,281	1	284,281
43	0,25	1,000	17,791	15,758	280,342	1	280,342
				<b><math>\Sigma(T_i.S_i)</math></b>	<b>15611,96</b>	<b><math>\Sigma(T_i.S_i)</math></b>	<b>19482,30</b>
				<b>Cek</b>	<b>NOT OK</b>		<b>OK</b>

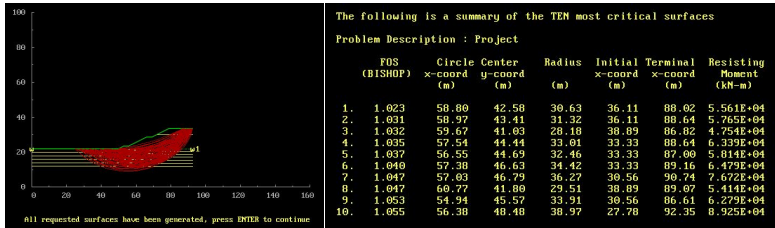
## Tabel Perhitungan Kebutuhan Jumlah Geotextile Timbunan Tanah Sirtu STA 414+525

Lapis	Hi	T <sub>bawah</sub>	T <sub>atas</sub>	Le		Lr	Lo		Le+Lr (m)	
	m	kN/m <sup>2</sup>	kN/m <sup>2</sup>	hitung (m)	pakai (m)	m	Hitung (m)	Pakai (m)	hitung	pakai
1	11,500	53,88	122,83	0,1259	1,0	35,09	0,50	1,00	36,09	36,10
2	11,250	120,16	120,16	0,0926	1,0	34,82	0,50	1,00	35,82	35,90
3	11,000	117,49	117,49	0,0947	1,0	34,54	0,50	1,00	35,54	35,60
4	10,750	114,82	114,82	0,0969	1,0	34,27	0,50	1,00	35,27	35,30
5	10,500	112,15	112,15	0,0992	1,0	33,98	0,50	1,00	34,98	35,00
6	10,250	109,48	109,48	0,1016	1,0	33,70	0,50	1,00	34,70	34,70
7	10,000	106,81	106,81	0,1041	1,0	30,41	0,50	1,00	31,41	31,50
8	9,750	104,14	104,14	0,1068	1,0	30,12	0,50	1,00	31,12	31,20
9	9,500	101,47	101,47	0,1096	1,0	29,82	0,50	1,00	30,82	30,90
10	9,250	98,80	98,80	0,1126	1,0	29,52	0,50	1,00	30,52	30,60
11	9,000	96,13	96,13	0,1157	1,0	29,22	0,50	1,00	30,22	30,30
12	8,750	93,46	93,46	0,1190	1,0	28,91	0,50	1,00	29,91	30,00
13	8,500	90,79	90,79	0,1225	1,0	28,60	0,50	1,00	29,60	29,60
14	8,250	88,12	88,12	0,1262	1,0	28,29	0,50	1,00	29,29	29,30
15	8,000	85,45	85,45	0,1302	1,0	27,97	0,50	1,00	28,97	29,00
16	7,750	82,78	82,78	0,1344	1,0	27,66	0,50	1,00	28,66	28,70
17	7,500	80,11	80,11	0,1389	1,0	27,33	0,50	1,00	28,33	28,40
18	7,250	77,44	77,44	0,1436	1,0	27,01	0,50	1,00	28,01	28,10
19	7,000	74,77	74,77	0,1488	1,0	26,68	0,50	1,00	27,68	27,70
20	6,750	72,10	72,10	0,1543	1,0	26,35	0,50	1,00	27,35	27,40
21	6,500	69,43	69,43	0,1602	1,0	26,02	0,50	1,00	27,02	27,10
22	6,250	66,76	66,76	0,1666	1,0	25,68	0,50	1,00	26,68	26,70
23	6,000	64,09	64,09	0,1736	1,0	25,34	0,50	1,00	26,34	26,40
24	5,750	61,42	61,42	0,1811	1,0	25,00	0,50	1,00	26,00	26,00
25	5,500	58,75	58,75	0,1893	1,0	24,66	0,50	1,00	25,66	25,70
26	5,250	56,08	56,08	0,1984	1,0	24,31	0,50	1,00	25,31	25,40
27	5,000	53,40	53,40	0,2083	1,0	20,96	0,50	1,00	21,96	22,00
28	4,750	50,73	50,73	0,2192	1,0	20,61	0,50	1,00	21,61	21,70
29	4,500	48,06	48,06	0,2314	1,0	20,26	0,50	1,00	21,26	21,30
30	4,250	45,39	45,39	0,2450	1,0	19,90	0,50	1,00	20,90	20,90
31	4,000	42,72	42,72	0,2603	1,0	19,54	0,50	1,00	20,54	20,60
32	3,750	40,05	40,05	0,2777	1,0	19,18	0,50	1,00	20,18	20,20
33	3,500	37,38	37,38	0,2975	1,0	18,82	0,50	1,00	19,82	19,90
34	3,250	34,71	34,71	0,3204	1,0	18,45	0,50	1,00	19,45	19,50
35	3,000	32,04	32,04	0,3471	1,0	18,08	0,50	1,00	19,08	19,10
36	2,750	29,37	29,37	0,3787	1,0	17,71	0,50	1,00	18,71	18,80
37	2,500	26,70	26,70	0,4166	1,0	17,34	0,50	1,00	18,34	18,40
38	2,250	24,03	24,03	0,4628	1,0	16,96	0,50	1,00	17,96	18,00
39	2,000	21,36	21,36	0,5207	1,0	16,58	0,50	1,00	17,58	17,60
40	1,750	18,69	18,69	0,5951	1,0	16,21	0,50	1,00	17,21	17,30
41	1,500	16,02	16,02	0,6943	1,0	15,82	0,50	1,00	16,82	16,90
42	1,250	13,35	13,35	0,8331	1,0	15,44	0,50	1,00	16,44	16,50
43	1,000	10,68	10,68	1,0414	1,1	15,05	0,55	1,00	16,15	16,20

Lapis	Sv	Lo	Le + Lr (m)	1/2 Lebar Timbunan	Pemasangan	L pemasangan	Jumlah Geotextile	Kebutuhan Geotextile Total
	m	m	satu sisi	m		m		(m)
1	0,25	1,00	36,10	42,6	Dua kali L total	74,70	2	149,4
2	0,25	1,00	35,90	42,1	Dua kali L total	74,30	2	148,6
3	0,25	1,00	35,60	41,6	Dua kali L total	73,70	2	147,4
4	0,25	1,00	35,30	41,1	Dua kali L total	73,10	2	146,2
5	0,25	1,00	35,00	40,6	Dua kali L total	72,50	2	145,0
6	0,25	1,00	34,70	40,1	Dua kali L total	71,90	2	143,8
7	0,25	1,00	31,50	36,6	Dua kali L total	65,50	2	131,0
8	0,25	1,00	31,20	36,1	Dua kali L total	64,90	2	129,8
9	0,25	1,00	30,90	35,6	Dua kali L total	64,30	2	128,6
10	0,25	1,00	30,60	35,1	Dua kali L total	63,70	1	63,7
11	0,25	1,00	30,30	34,6	Dua kali L total	63,10	1	63,1
12	0,25	1,00	30,00	34,1	Dua kali L total	62,50	1	62,5
13	0,25	1,00	29,60	33,6	Dua kali L total	61,70	1	61,7
14	0,25	1,00	29,30	33,1	Dua kali L total	61,10	1	61,1
15	0,25	1,00	29,00	32,6	Dua kali L total	60,50	1	60,5
16	0,25	1,00	28,70	32,1	Dua kali L total	59,90	1	59,9
17	0,25	1,00	28,40	31,6	Dua kali L total	59,30	1	59,3
18	0,25	1,00	28,10	31,1	Dua kali L total	58,70	1	58,7
19	0,25	1,00	27,70	30,6	Dua kali L total	57,90	1	57,9
20	0,25	1,00	27,40	30,1	Dua kali L total	57,30	1	57,3
21	0,25	1,00	27,10	29,6	Dua kali L total	56,70	1	56,7
22	0,25	1,00	26,70	29,1	Dua kali L total	55,90	1	55,9
23	0,25	1,00	26,40	28,6	Dua kali L total	55,30	1	55,3
24	0,25	1,00	26,00	28,1	Dua kali L total	54,50	1	54,5
25	0,25	1,00	25,70	27,6	Dua kali L total	53,90	1	53,9
26	0,25	1,00	25,40	27,1	Dua kali L total	53,30	1	53,3
27	0,25	1,00	22,00	23,6	Dua kali L total	46,50	1	46,5
28	0,25	1,00	21,70	23,1	Dua kali L total	45,90	1	45,9
29	0,25	1,00	21,30	22,6	Dua kali L total	45,10	1	45,1
30	0,25	1,00	20,90	22,1	Dua kali L total	44,30	1	44,3
31	0,25	1,00	20,60	21,6	Dua kali L total	43,70	1	43,7
32	0,25	1,00	20,20	21,1	Dua kali L total	42,90	1	42,9
33	0,25	1,00	19,90	20,6	Dua kali L total	42,30	1	42,3
34	0,25	1,00	19,50	20,1	Dua kali L total	41,50	1	41,5
35	0,25	1,00	19,10	19,6	Dua kali L total	40,70	1	40,7
36	0,25	1,00	18,80	19,1	Dua kali L total	40,10	1	40,1
37	0,25	1,00	18,40	18,6	Dua kali L total	39,30	1	39,3
38	0,25	1,00	18,00	18,1	Dua kali L total	38,50	1	38,5
39	0,25	1,00	17,60	17,6	Dua kali L total	37,70	1	37,7
40	0,25	1,00	17,30	17,1	Selebar Timbunan	36,70	1	36,7
41	0,25	1,00	16,90	16,6	Selebar Timbunan	35,70	1	35,7
42	0,25	1,00	16,50	16,1	Selebar Timbunan	34,70	1	34,7
43	0,25	1,00	16,20	15,6	Selebar Timbunan	33,70	1	33,7
Jumlah Geotextile								2955,0



## Hasil Analisis Kelongsoran Timbunan Tanah Sirtu Dengan Program Bantu Xstabl; (a) Bidang Longsor, (b) Nilai FS, Jari – jari Kelongsoran, dan Mrmin pada Variasi Timbunan 25% Mortar Busa 75% Tanah Sirtu STA 414+525



(a)

(b)

## Tabel Hasil Analisa dari Program Bantu Xstabl pada Variasi Timbunan 25% Mortar Busa 75% Tanah Sirtu STA 414+525

Hfinal	11,5	m
Koordinat Lapisan tanah dasar	22	m
Sc	1,6	m

No.	SF	Circle Center Coord.		Radius (m)	MR (kNm)	SF Rencana	M dorong	MR rencana	ΔMR (kNm)
	(BISHOP)	x (m)	y (m)				kNm	kNm	
1	1,023	58,80	42,58	36,63	55610	1,2	54359,73	65231,67	9621,67
2	1,031	58,97	43,41	31,32	57650	1,2	55916,59	67099,90	9449,90
3	1,032	59,67	41,03	28,18	47540	1,2	46065,89	55279,07	7739,07
4	1,035	57,54	44,44	33,01	63390	1,2	61246,38	73495,65	10105,65
5	1,037	56,55	44,69	32,46	58140	1,2	56065,57	67278,69	9138,69
6	1,040	57,38	46,63	34,42	64790	1,2	62298,08	74757,69	9967,69
7	1,047	57,03	46,79	36,27	76720	1,2	73276,03	87931,23	11211,23
8	1,047	60,77	41,80	29,51	54140	1,2	51709,65	62051,58	7911,58
9	1,053	54,94	45,57	33,91	62790	1,2	59629,63	71555,56	8765,56
10	1,055	56,38	48,48	38,97	89250	1,2	84597,16	101516,59	12266,59

**Rekapitulasi Perhitungan Penambahan Momen Penahan  
( $\Delta M_R$ ) Timbunan 25% Mortar Busa 75% Tanah Sirtu STA  
414+525**

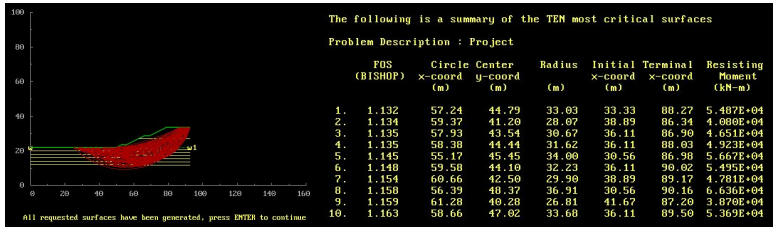
10	$S_v$	$H_i$	$T_i$	$S_i$	$T_i.S_i$	$x$	$T_i.S_i.x$
	m	m	m	kN/m	kN	buah	kN
1	0,25	11,500	28,073	15,758	442,355	2	884,709
2	0,25	11,250	27,823	15,758	438,415	1	438,415
3	0,25	11,000	27,573	15,758	434,476	1	434,476
4	0,25	10,750	27,323	15,758	430,536	1	430,536
5	0,25	10,500	27,073	15,758	426,597	1	426,597
6	0,25	10,250	26,823	15,758	422,658	1	422,658
7	0,25	10,000	26,573	15,758	418,718	1	418,718
8	0,25	9,750	26,323	15,758	414,779	1	414,779
9	0,25	9,500	26,073	15,758	410,840	1	410,840
10	0,25	9,250	25,823	15,758	406,900	1	406,900
11	0,25	9,000	25,573	15,758	402,961	1	402,961
12	0,25	8,750	25,323	15,758	399,021	1	399,021
13	0,25	8,500	25,073	15,758	395,082	1	395,082
14	0,25	8,250	24,823	15,758	391,143	1	391,143
15	0,25	8,000	24,573	15,758	387,203	1	387,203
16	0,25	7,750	24,323	15,758	383,264	1	383,264
17	0,25	7,500	24,073	15,758	379,324	1	379,324
18	0,25	7,250	23,823	15,758	375,385	1	375,385
19	0,25	7,000	23,573	15,758	371,446	1	371,446
20	0,25	6,750	23,323	15,758	367,506	1	367,506
21	0,25	6,500	23,073	15,758	363,567	1	363,567
22	0,25	6,250	22,823	15,758	359,627	1	359,627
23	0,25	6,000	22,573	15,758	355,688	1	355,688
24	0,25	5,750	22,323	15,758	351,749	1	351,749
25	0,25	5,500	22,073	15,758	347,809	1	347,809
26	0,25	5,250	21,823	15,758	343,870	1	343,870
27	0,25	5,000	21,573	15,758	339,930	1	339,930
28	0,25	4,750	21,323	15,758	335,991	1	335,991
29	0,25	4,500	21,073	15,758	332,052	1	332,052
30	0,25	4,250	20,823	15,758	328,112	1	328,112
31	0,25	4,000	20,573	15,758	324,173	1	324,173
<b><math>\Sigma(T_i.S_i)</math></b>					<b>11557,00</b>	<b><math>\Sigma(T_i.S_i)</math></b>	<b>12323,53</b>
<b>Cek</b>					<b>NOT OK</b>		<b>OK</b>

**Tabel Perhitungan Kebutuhan Jumlah Geotextile Timbunan  
25% Mortar Busa 75% Tanah Sirtu STA 414+525**

Lapis	Hi	$\gamma_{tawah}$	$\gamma_{tatas}$	Le		Lr	Lo		Le+Lr (m)	
	m	kN/m <sup>2</sup>	kN/m <sup>2</sup>	hitung (m)	pakai (m)	m	Hitung (m)	Pakai (m)	hitung	pakai
1	11,500	46,48	122,83	0,1314	1,0	34,97	0,50	1,00	35,97	36,00
2	11,250	120,16	120,16	0,0926	1,0	34,70	0,50	1,00	35,70	35,70
3	11,000	117,49	117,49	0,0947	1,0	34,43	0,50	1,00	35,43	35,50
4	10,750	114,82	114,82	0,0969	1,0	34,15	0,50	1,00	35,15	35,20
5	10,500	112,15	112,15	0,0992	1,0	33,87	0,50	1,00	34,87	34,90
6	10,250	109,48	109,48	0,1016	1,0	33,58	0,50	1,00	34,58	34,60
7	10,000	106,81	106,81	0,1041	1,0	33,29	0,50	1,00	34,29	34,30
8	9,750	104,14	104,14	0,1068	1,0	33,00	0,50	1,00	34,00	34,00
9	9,500	101,47	101,47	0,1096	1,0	32,70	0,50	1,00	33,70	33,70
10	9,250	98,80	98,80	0,1126	1,0	32,40	0,50	1,00	33,40	33,40
11	9,000	96,13	96,13	0,1157	1,0	32,10	0,50	1,00	33,10	33,10
12	8,750	93,46	93,46	0,1190	1,0	31,79	0,50	1,00	32,79	32,80
13	8,500	90,79	90,79	0,1225	1,0	31,48	0,50	1,00	32,48	32,50
14	8,250	88,12	88,12	0,1262	1,0	31,17	0,50	1,00	32,17	32,20
15	8,000	85,45	85,45	0,1302	1,0	30,85	0,50	1,00	31,85	31,90
16	7,750	82,78	82,78	0,1344	1,0	30,53	0,50	1,00	31,53	31,60
17	7,500	80,11	80,11	0,1389	1,0	30,21	0,50	1,00	31,21	31,30
18	7,250	77,44	77,44	0,1436	1,0	29,89	0,50	1,00	30,89	30,90
19	7,000	74,77	74,77	0,1488	1,0	29,56	0,50	1,00	30,56	30,60
20	6,750	72,10	72,10	0,1543	1,0	29,23	0,50	1,00	30,23	30,30
21	6,500	69,43	69,43	0,1602	1,0	28,90	0,50	1,00	29,90	29,90
22	6,250	66,76	66,76	0,1666	1,0	28,56	0,50	1,00	29,56	29,60
23	6,000	64,09	64,09	0,1736	1,0	28,22	0,50	1,00	29,22	29,30
24	5,750	61,42	61,42	0,1811	1,0	27,88	0,50	1,00	28,88	28,90
25	5,500	58,75	58,75	0,1893	1,0	27,53	0,50	1,00	28,53	28,60
26	5,250	56,08	56,08	0,1984	1,0	27,19	0,50	1,00	28,19	28,20
27	5,000	53,40	53,40	0,2083	1,0	26,84	0,50	1,00	27,84	27,90
28	4,750	50,73	50,73	0,2192	1,0	26,49	0,50	1,00	27,49	27,50
29	4,500	48,06	48,06	0,2314	1,0	26,13	0,50	1,00	27,13	27,20
30	4,250	45,39	45,39	0,2450	1,0	25,77	0,50	1,00	26,77	26,80
31	4,000	42,72	42,72	0,2603	1,0	25,39	0,50	1,00	26,39	26,40

Lapis	Sv	Lo	Le + Lr (m)	1/2 Lebar Timbunan	Pemasangan	L pemasangan	Jumlah Geotextile	Kebutuhan Geotextile Total
	m	m	satu sisi	m		m		(m)
1	0,25	1,00	36,00	42,6	Dua kali L total	74,50	2	149,0
2	0,25	1,00	35,70	42,1	Dua kali L total	73,90	1	73,9
3	0,25	1,00	35,50	41,6	Dua kali L total	73,50	1	73,5
4	0,25	1,00	35,20	41,1	Dua kali L total	72,90	1	72,9
5	0,25	1,00	34,90	40,6	Dua kali L total	72,30	1	72,3
6	0,25	1,00	34,60	40,1	Dua kali L total	71,70	1	71,7
7	0,25	1,00	31,30	36,6	Dua kali L total	65,10	1	65,1
8	0,25	1,00	31,00	36,1	Dua kali L total	64,50	1	64,5
9	0,25	1,00	30,70	35,6	Dua kali L total	63,90	1	63,9
10	0,25	1,00	30,40	35,1	Dua kali L total	63,30	1	63,3
11	0,25	1,00	30,10	34,6	Dua kali L total	62,70	1	62,7
12	0,25	1,00	29,80	34,1	Dua kali L total	62,10	1	62,1
13	0,25	1,00	29,50	33,6	Dua kali L total	61,50	1	61,5
14	0,25	1,00	29,20	33,1	Dua kali L total	60,90	1	60,9
15	0,25	1,00	28,90	32,6	Dua kali L total	60,30	1	60,3
16	0,25	1,00	28,60	32,1	Dua kali L total	59,70	1	59,7
17	0,25	1,00	28,30	31,6	Dua kali L total	59,10	1	59,1
18	0,25	1,00	27,90	31,1	Dua kali L total	58,30	1	58,3
19	0,25	1,00	27,60	30,6	Dua kali L total	57,70	1	57,7
20	0,25	1,00	27,30	30,1	Dua kali L total	57,10	1	57,1
21	0,25	1,00	26,90	29,6	Dua kali L total	56,30	1	56,3
22	0,25	1,00	26,60	29,1	Dua kali L total	55,70	1	55,7
23	0,25	1,00	26,30	28,6	Dua kali L total	55,10	1	55,1
24	0,25	1,00	25,90	28,1	Dua kali L total	54,30	1	54,3
25	0,25	1,00	25,60	27,6	Dua kali L total	53,70	1	53,7
26	0,25	1,00	25,20	27,1	Dua kali L total	52,90	1	52,9
27	0,25	1,00	21,90	23,6	Dua kali L total	46,30	1	46,3
28	0,25	1,00	21,50	23,1	Dua kali L total	45,50	1	45,5
29	0,25	1,00	21,20	22,6	Dua kali L total	44,90	1	44,9
30	0,25	1,00	20,80	22,1	Dua kali L total	44,10	1	44,1
31	0,25	1,00	20,40	21,6	Dua kali L total	43,30	1	43,3
Jumlah Geotextile								1922,0

## Hasil Analisis Kelongsoran Timbunan Tanah Sirtu Dengan Program Bantu Xstabl; (a) Bidang Longsor, (b) Nilai FS, Jari – jari Kelongsoran, dan Mrmin pada Variasi Timbunan 50% Mortar Busa 50% Tanah Sirtu STA 414+525



(a)

(b)

## Tabel Hasil Analisa dari Program Bantu Xstabl pada Variasi Timbunan 50% Mortar Busa 50% Tanah Sirtu STA 414+525

Hfinal	11,5	m
Koordinat Lapisan tanah dasar	22	m
Sc	1,4	m

No.	SF	Circle Center Coord.		Radius (m)	MR (kNm)	SF Rencana	M dorong	MR rencana	ΔMR (kNm)
	(BISHOP)	x (m)	y (m)				kNm	kNm	
1	1,132	57,24	44,79	33,03	54870	1,2	48471,73	58166,08	3296,08
2	1,134	59,37	41,20	28,07	40800	1,2	35978,84	43174,60	2374,60
3	1,135	57,93	43,54	30,67	46510	1,2	40977,97	49173,57	2663,57
4	1,135	58,38	44,44	31,62	49230	1,2	43374,45	52049,34	2819,34
5	1,145	55,17	45,45	34,00	56670	1,2	49493,45	59392,14	2722,14
6	1,148	59,58	44,10	32,23	54950	1,2	47865,85	57439,02	2489,02
7	1,154	60,66	42,50	29,90	47810	1,2	41429,81	49715,77	1905,77
8	1,158	56,39	48,37	36,91	66360	1,2	57305,70	68766,84	2406,84
9	1,159	61,28	40,28	26,81	38700	1,2	33390,85	40069,03	1369,03
10	1,163	58,66	47,02	33,68	53690	1,2	46165,09	55398,11	1708,11

## Rekapitulasi Perhitungan Penambahan Momen Penahan ( $\Delta M_R$ ) Timbunan 50% Mortar Busa 50% Tanah Sirtu STA 414+525

Lapis	$S_v$	$H_i$	$T_i$	$S_i$	$T_i.S_i$	$x$	$T_i.S_i.x$
	m	m	m	kN/m	kN	buah	kN
1	0,5	11,500	24,216	15,758	381,583	1	381,583
2	0,5	11,000	23,716	15,758	373,704	1	373,704
3	0,5	10,500	23,216	15,758	365,825	1	365,825
4	0,5	10,000	22,716	15,758	357,947	1	357,947
5	0,5	9,500	22,216	15,758	350,068	1	350,068
6	0,5	9,000	21,716	15,758	342,189	1	342,189
7	0,5	8,500	21,216	15,758	334,310	1	334,310
8	0,5	8,000	20,716	15,758	326,432	1	326,432
9	0,5	7,500	20,216	15,758	318,553	1	318,553
10	0,5	7,000	19,716	15,758	310,674	1	310,674
				$\Sigma(T_i.S_i)$	<b>3461,29</b>	$\Sigma(T_i.S_i)$	<b>3461,29</b>
				Cek	<b>OK</b>		<b>OK</b>

## Tabel Perhitungan Kebutuhan Jumlah Geotextile Timbunan 50% Mortar Busa 50% Tanah Sirtu STA 414+525

Lapis	$H_i$	$T_{uwah}$	$T_{bawah}$	Le		Lr	Lo		Le+Lr (m)	
	m	kN/m <sup>2</sup>	kN/m <sup>2</sup>	hitung (m)	pakai (m)	m	Hitung (m)	Pakai (m)	hitung	pakai
1	11,500	38,81	122,83	0,1376	1,0	31,15	0,50	1,00	32,15	32,20
2	11,000	117,49	117,49	0,0947	1,0	30,61	0,50	1,00	31,61	31,70
3	10,500	112,15	112,15	0,0992	1,0	30,06	0,50	1,00	31,06	31,10
4	10,000	106,81	106,81	0,1041	1,0	26,49	0,50	1,00	27,49	27,50
5	9,500	101,47	101,47	0,1096	1,0	25,91	0,50	1,00	26,91	27,00
6	9,000	96,13	96,13	0,1157	1,0	25,30	0,50	1,00	26,30	26,30
7	8,500	90,79	90,79	0,1225	1,0	24,68	0,50	1,00	25,68	25,70
8	8,000	85,45	85,45	0,1302	1,0	24,05	0,50	1,00	25,05	25,10
9	7,500	80,11	80,11	0,1389	1,0	23,40	0,50	1,00	24,40	24,40
10	7,000	74,77	74,77	0,1488	1,0	22,74	0,50	1,00	23,74	23,80

Lapis	$S_v$	$L_o$	$L_e + L_r$ (m)	1/2 Lebar Timbunan	Pemasangan	L pemasangan	Jumlah Geotextile	Kebutuhan Geotextile Total
	m	m	satu sisi	m		m		(m)
1	0,5	1,00	32,20	42,6	Dua kali L total	67,40	1	67,4
2	0,5	1,00	31,70	42,1	Dua kali L total	66,40	1	66,4
3	0,5	1,00	31,10	41,6	Dua kali L total	65,20	1	65,2
4	0,5	1,00	27,50	41,1	Dua kali L total	58,00	1	58,0
5	0,5	1,00	27,00	40,6	Dua kali L total	57,00	1	57,0
6	0,5	1,00	26,30	40,1	Dua kali L total	55,60	1	55,6
7	0,5	1,00	25,70	36,6	Dua kali L total	54,40	1	54,4
8	0,5	1,00	25,10	36,1	Dua kali L total	53,20	1	53,2
9	0,5	1,00	24,40	35,6	Dua kali L total	51,80	1	51,8
10	0,5	1,00	23,80	35,1	Dua kali L total	50,60	1	50,6
							Jumlah Geotextile	580,0



PT.WASKITA KARYA (PERSERO) Tbk.

N SPT TEST

DRILL MACHINE TEST

**Project** : Pembangunan Tol Batang - Semarang

Sub-Kon Boring : GEOREKAYASA

**Location** : UP. Nawang Sari/STA 414+525

Boring Master : Kariman

**Bor Hole** : BH.III - 02

Kdlm (m)	Tgl.	Deskripsi Tanah	BPT per 15 cm				Grafik of SPT Test
			I	II	III	SPT	
0	25-Aug-16	Tanah lempung coklat				0	
2		Tanah lempung coklat	1	2	2	4	
4		Tanah lempung coklat kekuningan	1	2	4	6	
6		Tanah pasir kuning kecoklatan	2	3	6	9	
8		Tanah pasir kuning kecoklatan	2	3	5	8	
10		Lempung abu-abu	3	3	6	9	
12		Lempung kuning	3	4	5	9	
14		Tanah lempung kuning	3	5	6	11	
16		Tanah lempung kuning keabuan	3	4	7	11	
18		Lempung abu-abu	3	5	8	13	
20	26-Aug-16	Lempung abu-abu	3	6	8	14	
22		Lempung pasiran kuning	3	5	7	12	
24		Lempung hitam	4	6	9	15	
26		Lempung hitam	4	7	9	16	
28		Lempung + kerikil hitam keabuan	7	14	18	32	
30		Lempung abu-abu	5	7	11	18	
32		Cadas + pasir kuning keabuan	6	8	13	21	
34		Tanah cadas kuning	6	8	15	23	
36		Tanah cadas putih keabuan	6	8	15	23	
38		27-Aug-16	Lempung abu-abu	6	8	13	
40	Lempung abu-abu		5	7	12	19	
42	Lempung abu-abu		5	7	13	20	
44	Lempung abu-abu		6	8	12	20	
46	28-Aug	Tanah cadas + pasir + kerikil coklat	9	15	21	36	
48		kerikil & cadas abu kecoklatan	17	60		60	
50		Pasir kerikil hijau keabuan	20	60		60	

Disetujui Oleh :  
Pemberi Tugas  
PT. Jasa Marga Semarang - Batang


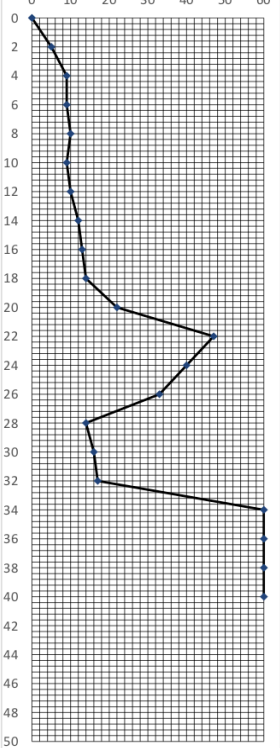
Diperiksa Oleh :  
Konsultan Supervisi  
PT. Virama Karya (Persero)

Dijjukan Oleh :  
Kontraktor Pelaksana  
PT. Waskita Karya (Persero) Tbk

(.....)

(.....)

(.....)

		PT.WASKITA KARYA (PERSERO) Tbk.				N SPT TEST DRILL MACHINE TEST	
<b>Project</b> : Pembangunan Tol Batang - Semarang <b>Location</b> : SS. KENDALSTA 424+576 <b>Bor Hole</b> : BH.III - 36		<b>Sub-Kon Boring</b> : : GEOREKAYASA <b>Boring Master</b> : Kariman					
Kdlm (m)	Tgl.	Deskripsi Tanah	BPT per 15 cm				Grafik of SPT Test
			I	II	III	SPT	
0		Lempung warna abu-bu				0	
2	18-Sep-16	Lempung warna kuning keabuan	1	2	3	5	
4		Lempung warna kuning keabuan	2	4	5	9	
6		Lempung warna kuning keabuan	2	4	5	9	
8		Lempung warna kuning keabuan	2	4	6	10	
10		Lempung warna abu-abu	3	4	5	9	
12		Lempung warna abu-abu	3	4	6	10	
14	19-Sep-16	Lempung abu-abu cadas kuning	3	5	7	12	
16		Lempung Kuning ke abu an	3	5	8	13	
18		Lempung Kuning ke abu an	3	6	8	14	
20		Lempung kuning ke abu an pasir halus hian kuning	5	9	13	22	
22	20-Sep-16	Pasir campur krikil warna abu-abu	11	18	29	47	
24		cadas berbatu warna coklat keputihan	7	16	24	40	
26		Tanah Cadas warna Putih	7	14	19	33	
28		Tanah Cadas warna coklat layu pasir halus	4	6	8	14	
30		Tanah Lempung warna kuning ke abuan	4	7	9	16	
32		Tanah Lempung warna kuning	4	7	10	17	
34		Tanah lempung kunang ke abbuan	11	21	39	60	
36		Tanah campur pasir putih dan krikil	12	20	40	60	
38	21-Sep-16	Cadas layu pasir dan batu warna coklat	12	60		60	
40		Cadas layu pasir dan krikil warna coklat	19	60		60	
42							
44							
46							
48							
50							

Disetujui Oleh :  
 Pemberi Tugas  
 PT. Jasa Marga Semarang - Batang

Diperiksa Oleh :  
 Konsultan Supervisi  
 PT. Virama Karya (Persero)

Diajukan Oleh :  
 Kontraktor Pelaksana  
 PT. Waskita Karya (Persero).Tbk

(.....)

(.....)

(.....)



# CeTeau-Drain CT-D822

## Drain Body

Extrusion profile of 100% polypropylene with the following important properties:

- environmental safe
- large water flow capacity
- flexible
- high tensile strength and toughness
- inert to natural occurring acids alkalis and salt
- workable and easy to handle at low temperatures
- no wet shrinkage or growth

## Filter Jacket

Nonwoven fabric of 100% polyester without any binders, with the following important properties:

- balanced strength in both directions
- high tensile strength and toughness
- no wet shrinkage or growth
- good resistance to rot, moisture and insects
- high water permeability
- inert to natural occurring acids, alkalis and salt
- excellent filtration characteristics
- tear, burst and puncture resistant
- environmental safe

Physical properties		Unit	CT-D822
Drain Body	Configuration	-	*****
	Material	-	PP
	Colour	-	white
Filter Jacket	Material	-	PET
	Colour	-	grey
Assembled Drain	Weight	g/m	75
	Width	mm	100
	Thickness	mm	4

Mechanical properties	Symbol	Test	Unit	CT-D822
<b>Filter Jacket</b>				
Grab Tensile Strength	<i>F</i>	ASTM D4632	N	480
Elongation	$\epsilon$	ASTM D4632	%	32
Tear Strength		ASTM D4533	N	120
Pore Size	$O_{10}$	ASTM D4751	$\mu\text{m}$	< 75
Permeability	<i>k</i>	ASTM D4491	$\text{m}^3/\text{s}$	> $1.0 \times 10^{-4}$
<b>Assembled Drain</b>				
Tensile Strength	<i>F</i>	ASTM D4595	kN	2.75
Elongation at break	$\epsilon$	ASTM D4595	%	40
Strength at 10% elongation	<i>F</i>	ASTM D4595	kN	2.2
Elongation at 1 kN tensile strength	$\epsilon$	ASTM D4595	%	1.5
Discharge capacity at 100 kPa	<i>q<sub>v</sub></i>	ASTM D4716	$\text{m}^3/\text{s}$	$158 \times 10^{-6}$
Discharge capacity at 150 kPa	<i>q<sub>v</sub></i>	ASTM D4716	$\text{m}^3/\text{s}$	$157 \times 10^{-6}$
Discharge capacity at 200 kPa	<i>q<sub>v</sub></i>	ASTM D4716	$\text{m}^3/\text{s}$	$155 \times 10^{-6}$
Discharge capacity at 250 kPa	<i>q<sub>v</sub></i>	ASTM D4716	$\text{m}^3/\text{s}$	$150 \times 10^{-6}$
Discharge capacity at 300 kPa	<i>q<sub>v</sub></i>	ASTM D4716	$\text{m}^3/\text{s}$	$141 \times 10^{-6}$
Discharge capacity at 350 kPa	<i>q<sub>v</sub></i>	ASTM D4716	$\text{m}^3/\text{s}$	$135 \times 10^{-6}$

Transport details	Unit	CT-D822
Roll length	m	250
Outside diameter roll	m	1.10
Inside diameter roll	m	0.15
Weight roll	kg	20
40ft container	m	125,000

All information, illustrations and specifications are based on the latest product information available at the time of printing. The right is reserved to make changes at any time without notice. All mechanical properties are average values. Standard variations in mechanical strength of 10% and in hydraulic flow and pore size of 20% have to be allowed for.

Agent & Distributor in Indonesia Area :

## PT. TEKNINDO GEOSISTEM UNGGUL

Wisma SIER Building, 1<sup>st</sup> Floor  
 Jl. Rungkut Industri Raya No. 10 Surabaya 60293  
 Tel. 62-31-8475062 Fax. 62-31-8475063  
 Email : info@geosistem.co.id Website : www.geosistem.co.id



# UnggulTex

POLYPROPYLENE WOVEN GEOTEXTILES

## TECHNICAL SPESIFICATIONS

PROPERTIES	UNIT	TEST METHOD	UW - 150	UW - 200	UW - 250
<b>Physical Properties</b>					
Mass	g/m <sup>2</sup>	ASTM D 5261-92	150	200	250
Thickness	mm	ASTM D 5199-91	0.5	0.6	0.7
Colour	-	-	Black	Black	Black
<b>Mechanical Properties</b>					
Strip Tensile Strength (Wrab/Weft)	kN/m	ASTM D 4595-94	37/35	42/39	52/52
Elongation at Max. Load (Wrab/Weft)	%	ASTM D 4595-94	19/18	20/20	20/20
Grap Tensile Strength (Wrab/Weft)	N	ASTM D 4632-91	1210/1200	1600/1600	1750/1750
Elongation at Max. Load (Wrab/Weft)	%	ASTM D 4632-91	14/13	22/22	22/22
Trapezoidal Tear Strength (Wrab/Weft)	N	ASTM D 4533-91	615/615	700/700	800/800
<b>Hydraulic Properties</b>					
Pore Size O <sub>95</sub>	µm	ASTM D 4751-95	320	275	250
Water Permeability	l/m <sup>2</sup> /sec	100 mm water head	28	16	7.5
<b>Environmental Properties</b>					
Effect of soil Alkalinity	-	-	nil	nil	nil
Effect of soil Acidity	-	-	nil	nil	nil
Effect of Bacteria	-	-	nil	nil	nil
Effect of U.V. Light	-	-	Stabilized	Stabilized	Stabilized
<b>Packaging</b>					
Roll Length	m	-	150 - 200	150 - 200	150 - 200
Roll Width	m	-	3 - 4	3 - 4	3 - 4
Roll Area	m <sup>2</sup>	-	640 - 760	640 - 760	640 - 760
Roll Diameter (Approx)	m	-	0.4 - 0.5	0.4 - 0.5	0.4 - 0.5
Roll Weight (Approx)	kg	-	96 - 114	128 - 152	160 - 190

All information, illustration and specification are based on the latest product information available at the time of printing. The right is reserved to make changes at any time without notice.

Distributed by :

### PT. TEKNINDO GEOSISTEM UNGGUL

Wisma SIER Building, 1<sup>st</sup> Floor, Jl. Rungkut Industri Raya 10, Surabaya 60293  
 Tel. 031-8475062 Fax. 031-8475063  
 Email : info@geosistem.co.id  
 Website : www.geosistem.co.id



INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL, LINGKUNGAN DAN KEBUMIHAN  
**PROGRAM SARJANA (S1)**  
 DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL FTSLK – ITS

**BERITA ACARA PENYELENGGARAAN UJIAN  
 SEMINAR DAN LISAN  
 TUGAS AKHIR**

Pada hari ini **Selasa** tanggal **10 Juli 2018** jam **09.00 WIB** telah diselenggarakan **UJIAN SEMINAR DAN LISAN TUGAS AKHIR** Program Sarjana (S1) Departemen Teknik Sipil FTSLK-ITS bagi mahasiswa:

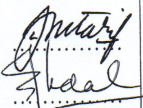
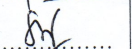

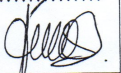
NRP	Nama	Judul Tugas Akhir
03111440000141	Moch. Alfian Putra Adi	Alternatif Perencanaan Timbunan Jalan dengan Material Sirtu dan Material Ringan Mortar Busa pada Jalan Tol Batang - Semarang Seksi III Weleri - Kendal STA 414+525 - STA 424+576

Dengan Hasil :

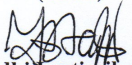
<input type="checkbox"/> Lulus Tanpa Perbaikan	<input type="checkbox"/> Mengulang Ujian Seminar dan Lisan
<input checked="" type="checkbox"/> Lulus Dengan Perbaikan	<input type="checkbox"/> Mengulang Ujian Lisan

Dengan perbaikan/penyempurnaan yang harus dilakukan adalah :

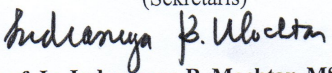
- Tambahkan bagian mortar busa ada base & subgrade, ~~perbaiki spek~~
- Cek pd saat penggunaan 50% mortar s/d 75% tanpa vacuum bgmn dgn kebutuhan jetex.
- cek ketinggian aman timbunan tanpa adanya perkuatan.
- Hit. cu ban saat 3 m, stable dan dilihat apakah mampu dinaikkan atau tolak
- Abstrak revisi.
- Revisi grafik pemampatan vs waktu / vacuum dan hinggannya.

Tim Penguji (Anggota)	Tanda Tangan
Musta'in Arif, ST. MT	
Prof. Ir. Noor Endah, MSc. PhD	
Ir. Suwarno, M.Eng	
Putu tantri ST. MT.	

Surabaya, 10 Juli 2018  
 Dosen Pembimbing I  
 (Ketua)

  
**Dr. Yudhi Lastiasih, ST. MT**

Dosen Pembimbing 2  
 (Sekretaris)

  
**Prof. Ir. Indrasurya B. Mochtar, MSc. PhD**





PROGRAM STUDI S-1 JURUSAN TEKNIK SIPIL FTSP - ITS  
LEMBAR KEGIATAN ASISTENSI TUGAS AKHIR (WAJIB DIISI)

Jurusan Teknik Sipil Lt.2, Kampus ITS Sukolilo, Surabaya 60111  
Telp.031-5946094, Fax.031-5947284



Form AK/TA-04  
rev01

NAMA PEMBIMBING	: Prof. Ir. Indrasurya B. Mochtar, Msc. Ph.D.
NAMA MAHASISWA	: Moch. Alfian Putra Adi
NRP	: 0311149000191
JUDUL TUGAS AKHIR	: Alternatif Perencanaan Timbunan Jalan dengan Material Situ dan Material Ringan Mortar Busa pada Jalan Tol Batang - Semarang Seksi III weleri - kendal STA 419 + 525 - STA 429 + 576
TANGGAL PROPOSAL	:
NO. SP-MMTA	: 026728 / IT2.VI.9.1 / PP.05.02.00 / 2018

NO	TANGGAL	KEGIATAN		PARAF ASISTEN
		REALISASI	RENCANA MINGGU DEPAN	
1	23-05-18	Perhitungan H <sub>initial</sub> , H <sub>final</sub> dan sc akibat beban q <sub>akhir</sub> timbunan	<ul style="list-style-type: none"> <li>H<sub>final</sub>, H<sub>initial</sub> dan sc untuk perhitungan variasi timbunan menggunakan mortar busa dengan menggunakan persamaan yang diberikan</li> <li>Nilai sc tetap untuk beban q<sub>akhir</sub> sama dengan h<sub>initial</sub> yg berubah pada mortar busa karena memiliki nilai <math>\delta</math> lebih kecil.</li> </ul>	<i>Jsm</i>
2	25-05-18	Revisi perhitungan H <sub>initial</sub> , H <sub>final</sub> dan sc akibat beban q <sub>akhir</sub> timbunan untuk variasi timbunan mortar busa	<ul style="list-style-type: none"> <li>Penimbunan bertahap dengan perencanaan menggunakan PVD dan dilakukan perkuatan dengan geotextile.</li> </ul>	<i>Jsm</i>
3.	07-06-18		<ul style="list-style-type: none"> <li>Jumlah geotextile dibuat utk kondisi konsolidasi sdh selesai, tidak usah di akhir timbunan bertahap. Cukup dikontrol saja</li> <li>biaya material (dan pelaksanaan?) perlu dibandingkan</li> </ul>	<i>Jsm</i>



Form AK/TA-04  
rev01

PROGRAM STUDI S-1 JURUSAN TEKNIK SIPIL FTSP - ITS  
LEMBAR KEGIATAN ASISTENSI TUGAS AKHIR (WAJIB DIISI)

Jurusan Teknik Sipil lt.2, Kampus ITS Sukolilo, Surabaya 60111  
Telp.031-5946094, Fax.031-5947284



NAMA PEMBIMBING	: Prof. Ir. Indrasurya B. Mochtar, Msc, Phd.
NAMA MAHASISWA	: Moch. Alfian Putra Adi
NRP	: 0311149000141
JUDUL TUGAS AKHIR	: Alternatif perencanaan Timbunan Jalan dengan Material Sirtu dan Material Ringan Mortor Busa pada Jalan Tol Batang-Semarang Seksi III Weleri - Kendal STA 414 + 525 - 429 + 576
TANGGAL PROPOSAL	:
NO. SP-MMTA	: 026728 / ITR - VI - 4.1 / PP.05.02.00 / 2018

NO	TANGGAL	KEGIATAN		PARAF ASISTEN
		REALISASI	RENCANA MINGGU DEPAN	
4	08-06-18	Revisi Nilai Cu baru untuk kondisi konsolidasi sudah selesai.	Nilai Cu baru dan perhitungan perkuatan tanah dengan Geotextile	<i>flm</i>
5	11-06-18	Revisi Nilai Cu baru <ul style="list-style-type: none"> <li>Perhitungan Geotextile</li> <li>SF Rencana menggunakan 1,2</li> <li>Nilai Faktor Reduksi Muat Geotextile <math>\geq 3</math></li> <li>Menggunakan Geotextile UW - 250</li> </ul>	- Perhitungan Biaya Material dan Penulisan Laporan tugas Akhir.  acc Ementaran 12/66/2018	<i>flm</i>

*flm*



Form AK/TA-04  
rev01

PROGRAM STUDI S-1 JURUSAN TEKNIK SIPIL FTSP - ITS  
LEMBAR KEGIATAN ASISTENSI TUGAS AKHIR (WAJIB DIISI)

Jurusan Teknik Sipil Lt.2, Kampus ITS Sukolilo, Surabaya 60111  
Telp.031-5946094, Fax.031-5947284



NAMA PEMBIMBING	: Dr. Yudhi Lastiasih, ST. MT
NAMA MAHASISWA	: Moch. Alfian Putra Adi
NRP	: 03111490000141
JUDUL TUGAS AKHIR	: Alternatif Perencanaan Timbunan Jalan dengan Material sirtu dan Material Ringan Mortar Busa pada Jalan tol Batang-Semarang Seksi III Welirri-Kendal STA 419+525- STA 429+576
TANGGAL PROPOSAL	:
NO. SP-MMTA	: 026728/IT2.VI.4.1/PP.05.02.00/2018

NO	TANGGAL	KEGIATAN		PARAF ASISTEN
		REALISASI	RENCANA MINGGU DEPAN	
1	13-04-18	Analisa parameter Data tanah dari hasil pengujian N-SPT yang didapat	<ul style="list-style-type: none"> <li>Grafik perbandingan antara kedalaman dan nilai N-SPT</li> <li>Statigrafi lapisan tanah dari pengujian N-SPT</li> </ul>	MA
2	19-04-18	Statigrafi lapisan tanah • Parameter data tanah mencari nilai $C_c, C_s, U_L, PL$	<ul style="list-style-type: none"> <li>Cek M' koreksi Terzaghi</li> <li>Mengganti warna pada lapisan tanah statigrafi dengan pola agar lebih jelas</li> <li>Mengelompokkan jenis tanah setiap lapisan berdasarkan statigrafi.</li> </ul>	MA
3	14-05-18	Perhitungan Hinitial, Hfinal dan sc pada variasi timbunan sirtu dan mortar busa	<ul style="list-style-type: none"> <li>Perimbunan bertahap</li> <li>Perhitungan Berat Kon Solidasi PVD</li> </ul>	MA
4	23-05-18	<ul style="list-style-type: none"> <li>perhitungan derajat Konsolidasi PVD</li> <li>Grafik waktu vs konsolidasi</li> <li>perimbunan bertahap</li> <li>Gilai CU Baru dan grafik sc dibanding waktu.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Perkuatan menggunakan Geotextile setelah cek stabilitas menggunakan Xstable.</li> </ul>	MA





PROGRAM STUDI S-1 JURUSAN TEKNIK SIPIL FTSP - ITS  
LEMBAR KEGIATAN ASISTENSI TUGAS AKHIR (WAJIB DIISI)

Jurusan Teknik Sipil lt.2, Kampus ITS Sukolilo, Surabaya 60111  
Telp.031-5946094, Fax.031-5947284



Form AK/TA-04  
rev01

NAMA PEMBIMBING	: Dr. Yudhi Lastriasih, ST, MT
NAMA MAHASISWA	: Moch. ALFIAN Putra Adi
NRP	: 03111440000141
JUDUL TUGAS AKHIR	: Alternatif Perencanaan Timbunan jalan dengan Material sirtu dan Material Ringan Moriar Busa pada Jalan Tol Batang-Semarang seksi III Weluri - kendal STA 414+525 - STA 429+576
TANGGAL PROPOSAL	:
NO. SP-MMTA	: 026728 / IT2. VI. A / PP. 05.02.00 / 2018

NO	TANGGAL	KEGIATAN		PARAF ASISTEN
		REALISASI	RENCANA MINGGU DEPAN	
5	05-06-18	<ul style="list-style-type: none"> <li>Hasil xstable untuk perkuatan timbunan</li> <li>Perhitungan jumlah kebutuhan Geotextile</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Marpa material</li> </ul>	MA
6	08-06-18	<ul style="list-style-type: none"> <li>Perhitungan Biaya Material</li> <li>Nilai cu baru untuk perhitungan perkuatan tanah</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Penulisan laporan tugas akhir.</li> </ul>	MA

## BIODATA PENULIS



Moch. Alfian Putra Adi,  
Penulis dilahirkan di Surabaya  
15 Desember 1995, merupakan  
anak ketiga dari 3 bersaudara.  
Penulis telah menempuh  
pendidikan formal di TK Al -  
Hidayah (Surabaya), SD Al -  
Hikmah (Surabaya), SMP  
Negeri 12 (Surabaya), dan  
SMA Negeri 15 (Surabaya).  
Penulis melanjutkan pendidikan  
sarjana di Departemen Teknik  
Sipil FTSLK - ITS pada tahun  
2014 dan terdaftar dengan NRP  
03111440000141.

Penulis mengambil bidang studi Geoteknik. Penulis pernah aktif dalam beberapa kegiatan organisasi mahasiswa Divisi Civil Engineering Computer Club 2015/2016 sebagai staff dan tahun 2016/2017 sebagai wakil ketua Divisi Civil Engineering Computer Club. Penulis juga pernah aktif dalam beberapa kepanitiaan, seminar dan pelatihan di dalam lingkungan ITS dan diluar kampus.

*Contact Person:*

Email : [alfianputraadi@gmail.com](mailto:alfianputraadi@gmail.com)