



---

TUGAS AKHIR (RC 14-1501)

**STUDI ANALISIS PENYEBAB KELONGSORAN DAN PERBAIKAN TANAH  
TIMBUNAN JALAN TOL RUAS PORONG-GEMPOL PAKET 3B STA 43+340 - STA  
43+460**

HIMATUL FARICHAH  
NRP 3111 100 073

Dosen Konsultasi  
Prof. Ir. Indrasurya B Mochtar, MSc., Ph.D  
Putu Tantri Kumalasari, ST., MT

JURUSAN TEKNIK SIPIL  
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya 2015



---

FINAL PROJECT (RC 14-1501)

**CAUSE ANALYSIS STUDY IMPROVEMENT OF LAND SLIDING TOLL ROAD  
EMBANKMENT PORONG-GEMPOL PACKAGE 3B STA 43+340 - STA 43+460**

HIMATUL FARICHAH  
NRP 3111 100 073

Supervisors  
Prof. Ir. Indrasurya B Mochtar, MSc., Ph.D  
Putu Tantri Kumalasari, ST., MT

DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING  
Faculty of Civil Engineering and Planning  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya 2015


**STUDI ANALISIS PENYEBAB KELONGSORAN DAN  
PERBAIKAN TANAH TIMBUNAN JALAN TOL  
RUAS PORONG-GEMPOL PAKET 3B STA 43+340 -  
STA 43+460**


**TUGAS AKHIR**


Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat  
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik  
pada  
Bidang Studi Struktur  
Program Studi S-1 Jurusan Teknik Sipil  
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:  
**HIMATUL FARICHAH**  
NRP. 3111 100 073

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir:

  
Prof. Ir. Indrasurya B.M, MSc., PhD.....(Pembimbing I)

  
2. Putu Pantri Kumalasari, ST., MT..... (Pembimbing II)



**SURABAYA  
JANUARI, 2015**



**STUDI ANALISIS PENYEBAB KELONGSORAN  
DAN PERBAIKAN TANAH TIMBUNAN JALAN  
TOL RUAS PORONG-GEMPOL PAKET 3B STA  
43+340 - STA 43+460**

**Nama Mahasiswa : Himatul Farichah**  
**NRP : 3111100073**  
**Jurusan : Teknik Sipil FTSP-ITS**  
**Dosen Konsultasi I : Prof. Ir. Indrasurya B  
Mochtar, MSc., Ph.D**  
**Dosen Konsultasi II : Putu Tantri Kumalasari, ST., MT**

**ABSTRAK**

*Jalan Tol Surabaya-Gempol untuk ruas Porong dan Gempol terpotong  $\pm 6$  Km akibat terendam lumpur Sidoarjo. Pemerintah melalui Badan Penanggulangan Lumpur Sidoarjo (BPLS) dan PT. Jasa Marga (Persero) Tbk, akan merelokasi jalan tol ruas Surabaya-Gempol. Proyek pembangunan relokasi tersebut dibagi menjadi 2 paket, yaitu paket 3A dan paket 3B. Pada tugas akhir ini pembahasan difokuskan pada paket 3B yang dibangun dari Sta. 42+650 – Sta. 44+386,5 (1,736 Km). Salah satu pekerjaan yang menjadi major item adalah pekerjaan timbunan borrow material dengan timbunan tertinggi 7.8 meter dan 3.30 meter sisanya sebagai timbunan surcharge. Selama proses pelaksanaan pekerjaan berlangsung, selalu dilakukan monitoring Settlement dan Inklinometer di sisi kiri jalan yaitu arah gempol dan sisi kanan yaitu arah porong. Pada hari Selasa 18 Maret 2014 pukul 13.30 WIB, ternyata tiba-tiba terjadi penurunan tanah dan pergeseran tanah dasar yang berdampak bergesernya retaining wall dan longsornya timbunan sedalam 3.5 meter pada timbunan sisi kiri lokasi Sta. 43+340 s.d Sta 43+460. Sedangkan retaining wall dan timbunan pada sisi kanan hanya mengalami pergeseran beberapa sentimeter.*

*Dari hasil analisa penyebab kelongsoran ternyata kelongsoran terjadi karena data yang digunakan dalam*



perencanaan tidak mewakili kondisi tanah yang sesungguhnya. Karena data tanah yang digunakan dalam perencanaan diambil hanya pada tengah timbunan dan setiap 50 meter. Selain itu juga dapat dibuktikan dengan membandingkan data tanah S-5 dengan BM-1. Perencanaan Perkuatan timbunan diasumsikan untuk kondisi  $H_{\text{timbunan}}=10.1$  m,  $U=50\%$ ,  $\phi_{\text{timbunan}}= 30$ ,  $\phi_{\text{tanah dasar}}=12$  dengan kondisi muka air rendah. Perencanaan perkuatan timbunan tidak memperhatikan kondisi ketika muka air tinggi. Karena sesuai dengan teori Mochtar 2013 retakan awal arah memanjang pada tanah timbunan dapat mengakibatkan air hujan memasuki lubang keretakan saat hujan lebat dan mengisi penuh semua celah keretakan, sehingga menimbulkan tekanan tanah horizontal yang seolah-olah sama dengan MAT mengisi penuh seluruh tinggi timbunan. Perencanaan Perkuatan timbunan diasumsikan untuk kondisi  $H_{\text{timbunan}}=9.1$  m,  $U=100\%$ ,  $\phi_{\text{timbunan}}= 30$ ,  $\phi_{\text{tanah dasar}}=9$ . Padahal kenyataannya kondisi di lapangan adalah  $H_{\text{timbunan}}=10.1$  m,  $U=50\%$ ,  $\phi_{\text{timbunan}}= 30$ ,  $\phi_{\text{tanah dasar}}=9$ . Longsornya timbunan yang hanya sisi kiri bisa terjadi karena tanah dasar pada sisi kanan memang lebih bagus. Atau karena ketika didalam timbunan mengalami tekanan dan salah satu sisi nya sudah terlebih dahulu longsor. Maka sebagian tekanan (stress) didalam timbunan itu kemudian akan berkurang atau bahkan hilang.

Ada 4 alternatif yang dipakai untuk memperbaiki longsornya timbunan pada kasus ini. Diantaranya yaitu menggunakan geotextile, counterweight, struktur pile slab, dan slab column slab. Alternatif menggunakan geotextile, setelah dihitung menggunakan program bantu XSTABL, dibutuhkan geotextile sebanyak 15 lapis untuk zona 1 dan 12 lapis untuk zona 2. Geotextile direncanakan dipasang dengan jarak layer 0,30 m. Alternatif mengganti timbunan menjadi struktur pile slab direncanakan menggunakan tiang pancang dengan diameter 50 cm. Tiang pancang yang digunakan adalah tiang pancang wika kelas C. Untuk segmen 1 didapat kedalaman tiang pancang adalah 26 meter. segmen 2 adalah 23 meter, segmen 3

adalah 24 meter. Perkuatan timbunan menggunakan counterweight untuk sisi kiri didapatkan timbunan dengan slope 1:3, dengan panjang counterweight adalah 29,3 meter. sedangkan sisi kanan didapatkan timbunan dengan slope 1:2. Panjang counterweight 20 meter. Alternatif Perkuatan timbunan dengan mengganti sebagian timbunan menjadi slab column slab adalah dengan tinggi timbunan sisa nya menjadi 4 meter. Dimensi tebal plat atas adalah 40 cm, plat bawah adalah 30 cm. untuk dimensi kolomnya adalah 45x45 cm.

Dari segi biaya kebutuhan bahan, alternatif yang paling murah adalah counterweight. Tetapi jika dibandingkan dari segi pelaksanaan, maka alternatif yang dipilih adalah menggunakan geotextile.

**Kata Kunci:** Jalan Tol Porong-Gempol, kelongsoran, Retaining wall, counter weight, Tiang pancang, geotextile, Cerucuk, Slab Column slab, pile slab.



**Halaman ini sengaja dikosongkan**



**CAUSE ANALYSIS STUDY IMPROVEMENT OF  
LAND SLIDING TOLL ROAD EMBANKMENT  
PORONG-GEMPOL PACKAGE 3B STA 43+340 -  
STA 43+460**

**Name : Himatul Farichah**  
**NRP : 3111100073**  
**Major Department : Departement of Civil Engineering  
FTSP-ITS**  
**Consultation Lecturer I: Prof. Ir. Indrasurya B  
Mochtar, MSc., Ph.D**  
**Consultation Lecturer I: Putu Tantri Kumalasari, ST., MT**

**ABSTRAK**

*Toll Road Surabaya-Gempol to Porong and Gempol disconnected  $\pm 6$  Km result lupur sidoarjo submerged. The road closure causes traffic congestion on arterial roads. The Government through the Sidoarjo Mud Mitigation Agency (BPLS) and PT. Jasa Marga (Persero) Tbk, will relocate toll road Surabaya-Gempol. The relocation construction project is divided into two packages, namely packet 3A and 3B package. In this final discussion focused on 3B package built from Sta. 42 + 650 - Sta. 44 + 386.5 (1,736 Km). One of the major items of work into the borrow material is a pile of work with the highest pile meters 7.8 meters and 3:30 remaining as the embankment surcharge. During the execution of the work in progress, always do Settlement monitoring and inclinometer on the left side of the road that is the direction gempol and the right side is the direction of Porong. On Tuesday March 18, 2014 at 13:30 pm, was suddenly decrease and shift subgrade soil that affect the shifting retaining wall and sliding of 3.5 meters deep on the left side of the pile location Sta. 43 + 340 + 460 43 s.d Sta. While retaining wall and embankment on the right side just shifted a few centimeters.*

*From the analysis of the causes of landslide turns sliding occurs because the soil data used in planning do not represent actual soil conditions. Because the data used in the planning of land taken only in the middle of the pile and every 50 meters. It can also be proved by comparing S-5 with BM-1. Strengthening Planning pile is assumed to condition H embankment = 10.1 m,  $U = 50\%$ ,  $\phi$  embankment = 30,  $\phi$  base soil = 12 with low water level. Planning reinforcement do not notice the condition when the water level is high. Because according to the theory Mochtar 2013 initial cracks in the soil embankment longitudinal direction can result in rain water enters cracks hole during heavy rains and filled every crevice cracks, causing a horizontal soil pressure that seems equal to the MAT fill the entire height of the pile. Strengthening planning pile is assumed to condition H embankment = 9.1 m,  $U = 100\%$ ,  $\phi$  embankment = 30,  $\phi$  base soil = 9. When in fact the conditions on the ground are H embankment = 10.1 m,  $U = 50\%$ ,  $\phi$  embankment = 30,  $\phi$  base soil = 9. Sliding of which only the left side could occur because of the subgrade on the right side is better. Or because when in a heap under pressure and one of his own first hand landslides. So some of the pressure (stress) in the heap would then be reduced or even lost.*

*There are 4 alternatives are used to improve the sliding of the case. Among the uses of geotextile, counterweights, pile structure slab, column and slab slab. Alternative use of geotextile, as calculated using XSTABL aid program, as many as 15 layers of geotextile required for zone 1 and 12 layers for zone 2. geotextile layer planned to be installed at a distance of 0.30 m. Alternative replace the pile into the pile slab structure is planned to use piles with a diameter of 50 cm. Piles used are piling WIKA class C. For the first segment obtained piling depth is 26 meters. 2 is a 23 meter segment, segment 3 is 24 meters. Retrofitting heap using counterweights to the left side of the pile obtained with slope 1: 3, the counterweight is 29.3 meters long. while the right side of the pile obtained with slope of 1: 2.*

*Counterweights 20 meters long. Strengthening alternative pile by replacing some pile into the slab slab column is the rest of his high pile into 4 meters. Dimensions top plate thickness is 40 cm, the bottom plate is 30 cm. for the column dimensions are 45X45 cm.*

*In terms of cost of materials needs, the most inexpensive alternative is the counterweight. But when compared in terms of implementation, the selected alternative is to use geotextile.*

***Keywords: Toll-Gempol Porong, sliding, Retaining wall, counter weight, geotextile, cerucuk, Slab Column slab, the slab pile.***





## KATA PENGANTAR

Puji Syukur kepada Allah SWT atas segala anugerah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul “Studi analisis penyebab dan perbaikan tanah timbunan proyek pembangunan jalan tol ruas Porong-Gempol Sta 43+440-Sta 43+460” dengan baik dan tepat waktu.

Selama proses penyusunan Tugas Akhir ini, penulis mendapatkan banyak bimbingan, dukungan, bantuan dan pengarahan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dengan segala kerendahan hati, rasa hormat, dan rasa sayang yang besar penulis menyampaikan terima kasih kepada :

1. Allah SWT atas segala rahmat dan anugerah-Nya.
2. Kedua orang tua, Bapak Mualifin dan ibu Tin Hharo yang selalu mendoakan, dan memberi dukungan serta kasih sayang untuk kelancaran pengerjaan Tugas Akhir. Terutama kepada ibu yang selalu mendoakan.
3. Bapak Prof. Ir. Indrasuya B Mochtar, MSc., PhD selaku dosen pembimbing atas segala bimbingan, gemblengan, ilmu, dan waktunya dalam penyelesaian Tugas Akhir.
4. Ibu Putu Tantri Kumalasari, ST., MT selaku dosen pembimbing atas segala bimbingan, ilmu dan waktunya. Terimakasih sekali lagi sudah sangat sabar membimbing. Terimakasih sudah menjadi teman curhat bu, maaf sering galau dan annoying malem-malem☺).
5. Bapak Prof Dr Ir I Gusti Putu Raka, DEA atas bimbingan, ilmu, dan waktunya pak.
6. Ibu ara atas bimbingan, ilmu dan waktunya. Terimakasih sudah menjadi teman curhat juga bu haha.
7. I Putu Ellsa S atas segala dukungan dan kasih sayang haha. Terimakasih sudah menjadi tempat mengeluh dan sekaligus penyemangat brooo.
8. Citra Putri Kalingga atas semangatnya. Suwun wes ngeprintkan. Kau teman pertama yang ku kenal dan sekarang kita lulus bareng. Itu so sweet nggak sih? :’).

9. Cintanya Budi Cassita atas semangatnya. Suwun wes ngeprintkan cin. Terimakasih atas 3,5 tahun ini. Sampai jumpa dilain kesempatan.
10. Rastiti Chairunnisa atas semangatnya. Terimakasih sudah menjadi teman kosan yag amat sangat pengertian. Jangan berhenti disini ras, kalau mau beliin aku sahur seterusnya, aku nggak akan nolak. Semoga TA mu dilancarkan.
11. I Dewa Bagus Angga sebagai partner asistensi dalam suka maupun duka. Maafkan aku yang rapuh ini ngga.
12. Revita Alisa atas semangatnya. Terimakasih mbak ita atas segala daftar yang sudah kau buat. Keep ikan pe together. Semoga TA mu dilancarkan.
13. Nindy, galih dan icha. Nin cepatlah tumbuh dewasa. Gal ojo lemu-lemu, tuh lihat badan mu nutupi icha. Cha, suwun wes jadi fotografer slama 3,5 tahun. Jasa mu akan ku kenang haha. Semoga TA kalian dilancarkan.
14. Wahyu widiartha, terimakasih sudah bantu gambar yu. Maafkan teman mu yang rapuh ini. Semoga TA mu dilancarkan.
15. Diana Rahmawati yang sudah bantu bikin lampiran. Jasa mu akan ku kenang di. Semoga TA mu dilancarkan.
16. Terimakasih kepada teman-teman pengendali tanah dave, alfin mas zen. Terimakasih atas semangatnya rek. Semoga TA kalian dilancarkan.
17. Terimakasih kepada Reta Sandra Devina dan boby kurniawan yang sama-sama dosen asistensi pak indra.
18. Terimakasih kepada sahabat tercinta atas dukungan dan semangatnya Nina Karina setyo Arini. Kamu jago banget bohong. Semoga TA mu dilancarkan.
19. Terimakasih kepada bapak menteri yang sudah memberi saya beasiswa PPA.
20. Terimakasih kepada CITRA. Kalian semua keluarga ku rek.



21. Terimakasih kepada bapak mustain selaku dosen wali selama 3,5 tahun.
22. Terimakasih kepada teman-teman yang sudah nonton siding terbuka saya.
23. Terimakasih kepada teman-teman S-54, angkatan 2011 Jurusan Teknik Sipil ITS, yang telah berjuang bersama penulis selama 3,5 tahun ini.
24. Semua pihak yang telah membantu yang tidak bisa penulis sebutkan satu per satu.

Penulis berharap Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat bagi semua pihak. Penulis juga memohon maaf atas segala kekurangan yang ada dalam penulisan Tugas Akhir ini.

Surabaya, Januari 2015

Penulis



**Halaman ini sengaja dikosongkan**

## DAFTAR ISI

<b>Abstrak</b> .....	<b>i</b>
<b>Abstract</b> .....	<b>vi</b>
<b>Kata Pengantar</b> .....	<b>x</b>
<b>Daftar Isi</b> .....	<b>xiv</b>
<b>Daftar Tabel</b> .....	<b>xix</b>
<b>Daftar Gambar</b> .....	<b>xxii</b>

### **BAB I PENDAHULUAN**

1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	11
1.3 Tujuan .....	11
1.4 Batasan Masalah .....	11
1.5 Manfaat .....	12

### **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

2.1 Talud .....	13
2.1.1 Macam-Macam Kelongsoran Talud .....	13
2.1.2 Faktor Penyebab Kelongsoran Talud.....	15
2.1.3 Stabilisan Timbunan .....	16
2.1.4 Perhitungan Stabilitas Timbunan dengan XSTABL.....	17
2.2 Perkuatan Tanah dengan Geosintetik.....	17
2.2.1 Penggunaan Geotextile sebagai Konstruksi Perkuatan Timbunan .....	18
2.3 Perkuatan Tanah Dasar dengan Cerucuk .....	20
2.3.1 Konsep Perencanaan Perkuatan Cerucuk .....	22
2.3.2 Menentukan Tambahan Momen Perlawanan ( $\Delta M_R$ ).....	15
2.3.3 Menghitung Momen Lentur yang Bekerja pada Cerucuk.....	23
2.3.4 Menghitung Gaya Horizontal yang Mampu Ditahan Satu Tiang .....	23
2.3.5 Menentukan Jumlah Cerucuk .....	27



2.4 Counterweight.....	27
2.5 Pondasi Tiang Pancang .....	27
2.5.1 Daya Dukung Aksial Pondasi Tiang Pancang .....	27
2.5.2 Berdasarkan Data Sondir .....	29
2.5.3 Berdasarkan Data SPT ( <i>Standard Penetration Test</i> ) .....	30
2.5.3.1 Koreksi Terhadap Muka Air Tanah .....	30
2.5.3.2 Koreksi Terhadap <i>Overburden Pressure</i> .....	30
2.5.4 Kontrol Horizontal .....	32
2.6 Konsep <i>Slab Column Slab</i> .....	34
2.7 <i>Pile Slab</i> .....	37
2.8 Teori Pemampatan .....	38
2.8.1 Pemampatan Konsolidasi / <i>Consolidation Settlement</i> ( $S_c$ ).....	39
2.8.2 Parameter Tanah untuk Perhitungan <i>Consolidation Settlement</i> ( $S_c$ ) .....	40
2.9 Metode Preloading .....	43
2.9.1 Peningkatan Daya Dukung Tanah dengan Metode <i>Preloading</i> .....	43
2.9.2 Zona Kohesi <i>Undrained</i> ( $C_u$ ) .....	44

### **BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

3.1 Bagan Alir .....	47
3.2 Studi Literatur .....	48
3.3 Pengumpulan dan Analisa Data .....	48
3.4 Analisa Penyebab Kelongsoran.....	49
3.5 Alternatif-Alternatif Penanggulangan Kelongsoran.....	50
3.6 Membandingkan Alternatif-Alternatif yang Ada.....	51
3.7 Menentukan Alternatif yang Tepat .....	51
3.8 Kesimpulan dan Saran .....	51

### **BAB IV DATA DAN ANALISA**

4.1 Data Tanah .....	53
4.2 Analisa Data Tanah .....	53

4.2.1 Data Tanah Sebelum Longsor .....	53
4.2.1.1 $\gamma$ , $\phi$ , dan PI .....	54
4.2.1.2 Konsistensi Tanah .....	55
4.2.1.3 Nilai Cu Tanah Dasar .....	61
4.2.2 Data Tanah Sesudah Longsor .....	62
4.2.2.1 $\gamma$ , $\phi$ , dan PI .....	62
4.2.2.2 Konsistensi Data Tanah Potongan I-I .....	64
4.2.2.3 Potongan II-II .....	67
4.2.2.4 Sta 43+375 .....	69
4.2.2.5 Sta 43+400 .....	73
4.2.2.6 Sta 43+450 .....	76
4.3 Data Spesifikasi Bahan .....	81
4.4.1 Geotextile .....	81
4.4.2 <i>Slab Column Slab</i> .....	81
4.4.3 Tiang Pancang Struktur Pile Slab .....	81
4.4.4 Geotextile .....	81
<b>BAB V ANALISA PENYEBAB LONGSOR</b>	
5.1 Pengamatan di Lapangan .....	81
5.2 Evaluasi data tanah .....	81
5.3 Evaluasi Stabilitas Timbunan .....	82
5.3.1 Evaluasi Stabilitas Timbunan Berdasarkan Data Tanah Sebelum Longsor .....	83
5.3.2 Evaluasi Stabilitas Timbunan Berdasarkan Data Tanah Setelah Longsor .....	95
5.4 Evaluasi lokasi longsor .....	100
5.5 Penyebab Longsor .....	101
<b>BAB VI PERBAIKAN TIMBUNAN</b>	
6.1 Lokasi Perbaikan Timbunan .....	104
6.2 Perbaikan Timbunan dengan <i>Geotextile</i> .....	106
6.2.1 Perencanaan <i>Geotextile</i> sebagai Perkuatan Timbunan .....	106

6.2.2 Zoning .....	106
6.2.3 Perhitungan <i>Geotextile</i> .....	107
6.2.4 Kebutuhan <i>Geotextile</i> .....	107
6.2.4.1 Zona 1 .....	108
6.2.4.2 Zona 2 .....	116
6.3 Perencanaan Kedalaman Tiang Panjang Pada Struktur	
<i>Pile Slab</i> .....	122
6.3.1 Umum .....	122
6.3.2 Beban .....	125
6.3.2.1 <i>Pile Slab in-situ</i> .....	128
6.3.2.1 <i>Pile Slab Precast</i> .....	132
6.3.3 Efisiensi Tiang Pancang Dalam Group.....	134
6.3.4 Kedalaman Tiang Pancang .....	137
6.4 <i>Counterweight</i> .....	140
6.4.1 <i>Counterweight</i> Sisi Kiri Timbunan.....	140
6.4.2 <i>Counterweight</i> Sisi Kanan Timbunan.....	153
6.4.3 Lokasi .....	154
6.5 <i>Slab Column Slab (SCS)</i> .....	155
6.5.1 Tinggi Timbunan .....	155
6.5.2 Perkuatan Timbunan.....	156
6.5.3 Zona <i>Slab Column Slab</i> .....	157
6.5.4 Dimensi <i>Slab Column Slab</i> .....	157
6.5.5 Pengaruh <i>Slab Column Slab</i> terhadap penurunan tanah dasar .....	160
6.5.5 Gambar .....	161

## **BAB VII ANALISA HARGA DAN PELAKSANAAN**

7.1 Biaya .....	164
7.1.1 <i>Geotextile</i> .....	164
7.1.2 <i>Pile Slab</i> .....	164
7.1.3 <i>Counterweight</i> .....	165
7.1.4 <i>Slab Column Slab</i> .....	165
7.2 Pelaksanaan.....	166
7.2.1 <i>Geotextile</i> .....	166



7.2.2 <i>Pile Slab</i> .....	166
7.2.3 <i>Counterweight</i> .....	166
7.2.4 <i>Slab Column Slab</i> .....	167
7.3 Analisa perbandingan biaya dan pelaksanaan.....	167

## **BAB VIII PENUTUP**

8.1 Kesimpulan .....	168
8.2 Saran .....	170

DAFTAR PUSTAKA.....	xxvi
BIODATA PENULIS .....	xxvii

## DAFTAR GAMBAR

1.1 Jalan Tol Surabaya-Gempol.....	1
1.2 Jalan Tol Surabaya-Gempol Terpotong $\pm 6$ Km.....	2
1.3 Lokasi Proyek Pembangunan Relokasi Jalan Tol Ruas Porong-Gempol.....	2
1.4 Tampak Atas Jalan Tol Ruas Porong-Gempol.....	4
1.5 Pekerjaan Timbunan .....	5
1.6 Perbaikan Tanah Dengan Menggunakan <i>Prefabricated</i> <i>Vertical Drain</i> (Pvd) .....	6
1.7 Kondisi Keretakan Timbunan Pada Sisi Kiri (Arah Gempol) .....	7
1.8 Longsornya Timbunan Sedalam 3.5 M.....	7
1.9 Garis Longsor (Arah Gempol) .....	8
1.10 Kerusakan <i>Retaining Wall</i> Pada Sisi Kiri (Arah Gempol)....	9
1.11 Gambaran Bidang Longsor Di Lapangan .....	9
1.12 Kerusakan Rumah Warga Di Sisi Kiri (Arah Gempol) .....	10
1.13 Kerusakan Jalan Beton.....	10
2.1 Kelongsoran Talud.....	13
2.2 (A) bidang longsornya berpotongan dengan kaki talud .....	14
2.2 (B) dasar talud juga ikut bergerak.....	14
2.3 (A) Keruntuhan tidak homogeny terletak pada kedalaman relative dangkal .....	15
2.3 (B) Keruntuhan pada talud dan tanah dasar .....	15
2.4 Geser Tanah .....	21
2.5 Asumsi Gaya Yang Diterima Cerucuk.....	22
2.6 Mencari Harga F Untuk Berbagai Jenis Tanah .....	25
2.7 Grafik Untuk Mencari Besar $F_m$ .....	26
2.8 <i>Counterweight</i> Pada Timbunan.....	27
2.9 Daya Dukung Aksial Pondasi Tiang.....	28
2.10 Sketsa Tiang Pancang .....	31
2.11 Defleksi Pada Tiang Pancang Akibat Beban Horizontal ....	32
2.12 Mencari Harga F Untuk Berbagai Jenis Tanah .....	33
2.13 Mencari Harga $F\delta$ .....	34
2.14 Sketsa <i>Slab column slab</i> .....	34

2.15 Tampak atas denah <i>Slab column slab</i> .....	35
2.16 Lokasi yang ditinjau.....	36
2.17 Potongan A-A .....	36
2.18 Timbunan penuh .....	36
2.19 Grafik <i>Influence Factor</i> I.....	42
2.20 <i>Preloading</i> .....	43
2.21 Pembagian Zona Kekuatan Tanah .....	44
3.1 Diagram Alir .....	48
4.1 Lokasi Pengambilan Data Tanah Sebelum Longsor .....	59
4.2 Hasil Statigrafi Pada Potongan I-I .....	60
4.3 Lokasi Pengambilan Data Tanah Setelah Longsor .....	63
4.4 Karakteristik Tanah Pada Potongan I-I.....	66
4.5 Karakteristik Tanah Pada Potongan II-II.....	68
4.6 Titik Pada Sta 43+375.....	69
4.7 Konsistensi Tanah Pada Sta 43+375.....	70
4.8 Titik Pada Sta 43+400.....	73
4.9 Karakteristik Tanah Pada Sta 43+400.....	75
4.10 Titik Pada Sta 43+450.....	76
4.11 Karakteristik Tanah Pada Sta 43+450.....	78
5.1 Data tanah di sekitar lokasi kelongsoran.....	82
5.2 Asumsi Bidang Longsor .....	83
5.3 Zona Nilai Cu.....	84
5.3 Bidang Longsor.....	86
6.1 Daerah Yang Mengalami Longsor.....	104
6.2 Bidang Longsor $H=7,5m$ .....	105
6.3 Zona Perkuatan <i>Geotextile</i> .....	106
6.4 Gambar Bidang Longsor Zona 1.....	109
6.5 Gambar Bidang Longsor timbunan <i>Surcharge</i> Zona 1 .....	110
6.6 Dimensi Subdrain Sisi Kiri .....	115
6.7 Detail Dimensi Subdrain Sisi Kiri .....	118
6.8 Detail Dimensi Subdrain Sisi Kanan .....	119
6.9 Detail Dimensi Subdrain Sisi Kanan .....	120
6.10 Detail Dimensi Subdrain Sisi Kanan tampak atas.....	121
6.11 Jumlah <i>Geotextile</i> Setiap Zonanya.....	122

6.12 <i>Pile Slab</i> Tampak Atas.....	123
6.13 Segmen <i>Pile Slab</i> .....	124
6.14 Pemodelan <i>Pile Slab</i> .....	125
6.15 Sisi tampak atas yang dimodelkan dalam SAP .....	126
6.16 Model Plat Tampak Atas .....	126
6.17 Jarak Antar Baris.....	135
6.18 Segmen <i>Pile Slab</i> .....	135
6.19 Potongan Melintang <i>Pile Slab</i> .....	136
6.20 Kedalaman Tiang Pancang Masing-Masing Segmen .....	140
6.21 Counterweight Tipe A.....	141
6.22 Counterweight Tipe B.....	141
6.23 Stabilitas Slope 1:2,5 .....	142
6.24 Hasil Analisa Stabl <i>Counterweight</i> Tipe A Dengan Slope 1:4 .....	143
6.25 Hasil Analisa Stabl <i>Counterweight</i> Tipe A Dengan Slope 1:3,5 .....	144
6.26 Hasil Analisa Stabl <i>Counterweight</i> Tipe A Dengan Slope 1:3 .....	145
6.27 Hasil Analisa Stabl <i>Counterweight</i> Tipe B Dengan Slope 1:4 .....	146
6.28 Hasil Analisa Stabl <i>Counterweight</i> Tipe B Dengan Slope 1:3,5 .....	147
6.29 Hasil Analisa Stabl <i>Counterweight</i> Tipe B Dengan Slope 1:3 .....	148
6.30 Analisa Stabl Dengan Subdrain Pada Sf 1,1 Dengan Asumsi Perhitungan Sebelumnya Dengan Muka Air Rendah ..	149
6.31 Lokasi Subdrain Sehingga Timbunan Dengan Safety Factor > 1,1 .....	151
6.32 Lokasi Subdrain Untuk Counterweight Sisi Kiri .....	152
6.33 Hasil Stabl Slope 1:!,5 .....	153
6.34 Hasil Stabl Slope 1:2.....	154
6.35 <i>Counterweight</i> Tampak Atas .....	155
6.36 Analisa Timbunan 5 Meter .....	156
6.37 Dimensi kolom <i>Slab Column Slab</i> tampak atas .....	158
6.38 Area plat yang ditinjau dalam perhitungan .....	159



6.39 Denah tampak atas .....	161
6.40 Dimensi <i>Slab Column Slab</i> Sisi Kiri Zona 1 potongan A-A.....	162
6.41 Dimensi <i>Slab Column Slab</i> Sisi Kiri Zona 1 potongan A-A.....	162
6.42 Dimensi <i>Slab Column Slab</i> Sisi Kiri Zona 1 potongan B-B.....	162

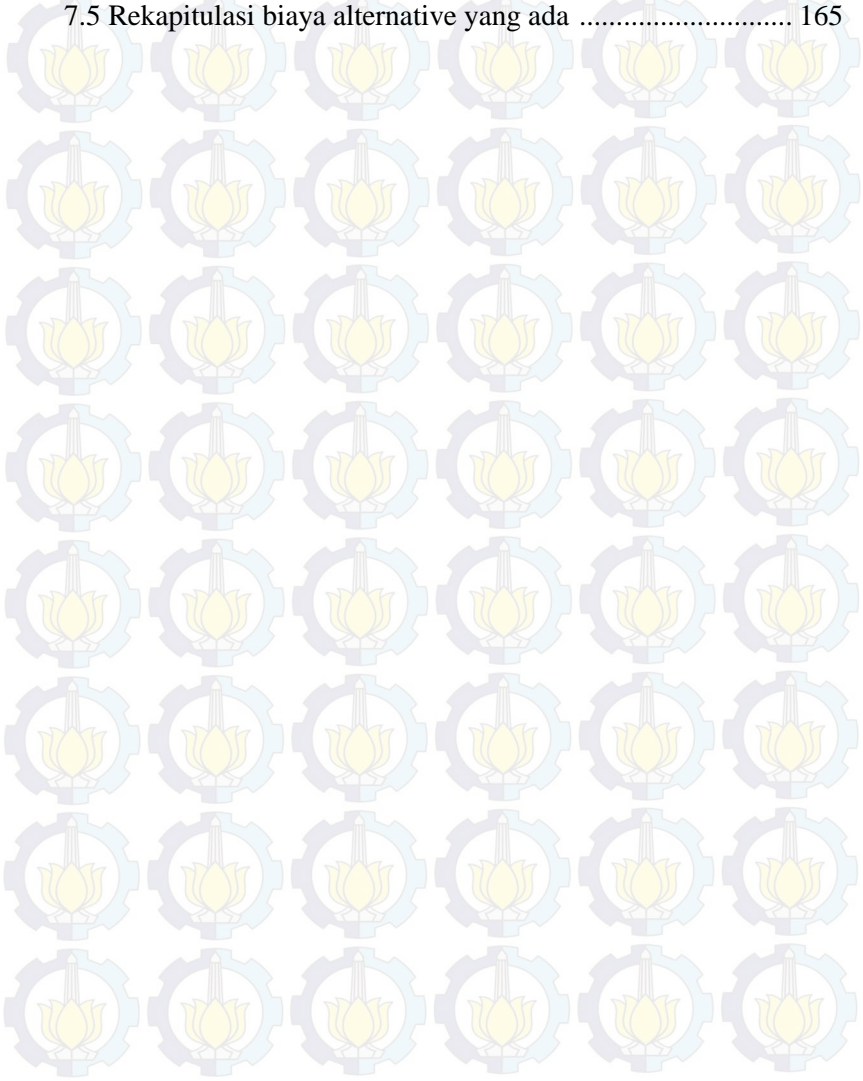


## DAFTAR TABEL

2.1 Nilai Faktor Geotekstil.....	19
2.2 Kombinasi pembebanan.....	38
4.1 Rekap Data Tanah Sebelum Longsor.....	53
4.2 N-Spt Dan Korelasinya.....	54
4.3 Korelasi N-Spt Dan Conus Dengan Karakteristik Tanah.....	55
4.4 Nilai N Koreksi Data Tanah Bm-6.....	55
4.5 Rekap Karakteristik Tanah Sebelum Longsor.....	61
4.6 Nilai Cu.....	61
4.7 Rekap Data Tanah Setelah Longsor.....	64
4.8 Rekap Karakteristik Tanah Pada Pot I-I.....	65
4.9 Rekap Karakteristik Tanah Pada Pot Ii-Ii.....	67
4.10 Rekap Karakteristik Tanah Pada Sta 43+375.....	71
4.11 Rekap Karakteristik Tanah Pada Sta 43+400.....	74
4.12 Rekap Karakteristik Tanah Pada Sta 43+450.....	77
5.1 Nilai Cu Akibat Pvd.....	84
5.2 Perbandingan Cu Lama Dan Cu Baru.....	84
5.3 Nilai Cu Di Setiap Zona.....	85
5.4 Output Program Bantu Stabl.....	86
5.5 Rekapitulasi Nilai La Dan Lb.....	86
5.6 Tabel Rekapitulasi Untuk Sta 350 Dengan Data Tanah S-25.....	89
5.7 Rekapitulasi Jumlah Cerucuk Untuk H=10.1m.....	90
5.8 Rekapitulasi Jumlah Cerucuk Untuk U=100% Pada Sta 43+375.....	92
5.9 Rekapitulasi Perhitungan Jumlah Cerucuk Dengan Menggunakan Data Tanah Bm-1.....	95
5.10 Rekapitulasi Perkuatan Timbunan Sta 43+40 Dan Sta 43+450.....	99
6.1 Rekapitulasi Perhitungan H=7,5m.....	105
6.2 Jumlah Lapis <i>Geotextile</i> Zona 1.....	108
6.3 Jumlah Lapis <i>Geotextile</i> timbunan <i>surcharge</i> zona 1.....	109
6.4 Rekapitulasi Jumlah Lembar <i>Geotextile</i> Zona 1.....	111
6.5 Rekapitulasi Jumlah Lembar timbunan <i>surcharge</i> zona 1..	112

6.6 Panjang Pemasangan <i>Geotextile</i> Di Lapangan Untuk Zona 1 .....	113
6.7 Hasil Rekapitulasi $\Delta$ mr <i>Geotextile</i> .....	116
6.8 Jumlah <i>Geotextile</i> Yang Dibutuhkan Untuk Zona 2.....	117
6.9 Panjang <i>Geotextile</i> Yang Dibutuhkan.....	117
6.10 Segmen Dan Data Tanah Yang Digunakan .....	124
6.11 Kombinasi Pembebanan.....	127
6.12 Kombinasi 1d+1l Slab In-Situ .....	128
6.13 P Terbesar Slab In-Situ .....	128
6.14 Kombinasi 1d+1l+1wslab In-Situ .....	129
6.15 P Terbesar Slab In-Situ .....	129
6.16 Kombinasi 1d+1e Slab In-Situ.....	130
6.17 P Terbesar Slab In-Situ .....	130
6.18 Besarnya Beban Aksial Yang Digunakan .....	131
6.19 Kombinasi 1d+1l Slab precast .....	132
6.20 Kombinasi 1d+1l Slab precast .....	133
6.21 Kombinasi 1d+1l Slab precast .....	134
6.22 Besarnya Beban Aksial Yang Digunakan.....	129
6.23 Rekapitulasi Beban Setiap Segmen.....	134
6.24 Efisiensi Tiang Dalam Group .....	137
6.25 Daya Dukung Tanah Dasar Pada Bm 8 .....	137
6.26 Elevasi Tiang Pancang.....	139
6.27 Panjang Tiang Pancang Yang Dibutuhkan .....	139
6.28 Rekapitulasi Dimensi <i>Counterweight</i> .....	149
6.29 Jumlah Cerucuk Yang Dibutuhkan Slope 1:2.....	153
6.30 Jumlah Cerucuk Yang Dibutuhkan Slope 1:2.....	154
6.31 Output Program Bantu Stabl .....	156
6.32 $\Delta$ mr Timbunan 5 Meter.....	157
6.33 Kebutuhan <i>Geotextile</i> .....	157
6.34 Rekapitulasi Dimensi Dan Berat Slab Column Slab.....	159
6.35 Rekapitulasi Dimensi Dan Berat Slab Column Slab.....	160
6.36 Elevasi <i>Slab Columb Slab</i> .....	160
7.1 Harga Alternatif <i>Geotextile</i> .....	164
7.2 Harga Alternatif <i>Pile Slab</i> .....	164

7.3 Harga Alternatif *Counterweight* ..... 165  
7.4 Harga Alternatif *Slab Column Slab* ..... 165  
7.5 Rekapitulasi biaya alternative yang ada ..... 165





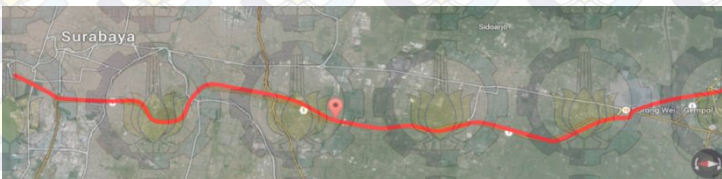
# BAB I

## PENDAHULUAN

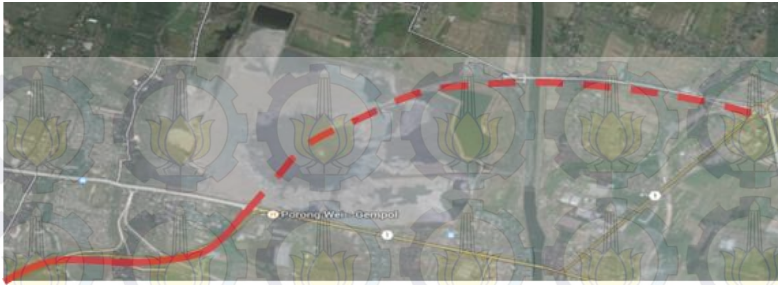
### 1.1 Latar Belakang

Jalan tol merupakan salah satu akses transportasi yang semakin dibutuhkan di Jawa Timur. Hal ini dikarenakan adanya peningkatan jumlah kendaraan yang sebanding dengan peningkatan jumlah penduduk dan kebutuhan ekonomi. Untuk memperlancar mobilitas di propinsi ini terutama di wilayah Surabaya, salah satunya adalah dengan Jalan Tol Surabaya-Gempol. Jalan tol tersebut merupakan bagian dari jalan tol Trans-Jawa yang menyambungkan ke Pasuruan, Probolinggo hingga ke Banyuwangi. Sehingga dengan adanya jalan tol tersebut maka jarak tempuh dan waktu perjalanan ke ibu kota Provinsi Jawa Timur, Surabaya dapat tereduksi dan roda ekonomi khususnya di Jawa Timur akan meningkat.

Jalan Tol Surabaya-Gempol dengan panjang jalan 43 Km (Gambar 1.1) sudah beroperasi secara penuh semenjak tahun 1986, namun akibat bencana luapan lumpur lapindo brantas tahun 2006 lalu, jalan ini terpotong  $\pm$  6 Km (Gambar 1.2) yang menghubungkan Porong dan Gempol. Sehingga pemerintah memutuskan menutup ruas tersebut. Hal ini menyebabkan kemacetan arus lalu lintas di jalan arteri hingga saat ini.



**Gambar 1.1** Jalan Tol Surabaya-Gempol



**Gambar 1.2** Jalan Tol Surabaya-Gempol terpotong  $\pm 6$  Km

Mengingat pentingnya jalan tol ruas Porong-Gempol ini, Pemerintah melalui Badan Penanggulangan Lumpur Sidoarjo (BPLS) dan PT. Jasa Marga (Persero) Tbk, akan merelokasi jalan tol ruas Porong-Gempol yang terendam lumpur bergeser  $\pm 3$  Km kearah barat (Gambar 1.3). Proyek pembangunan relokasi jalan tol Surabaya-Gempol (Ruas Porong-Gempol) dibagi menjadi 2 paket, yaitu paket 3A dan paket 3B. Pada tugas akhir ini pembahasan difokuskan pada paket 3B.

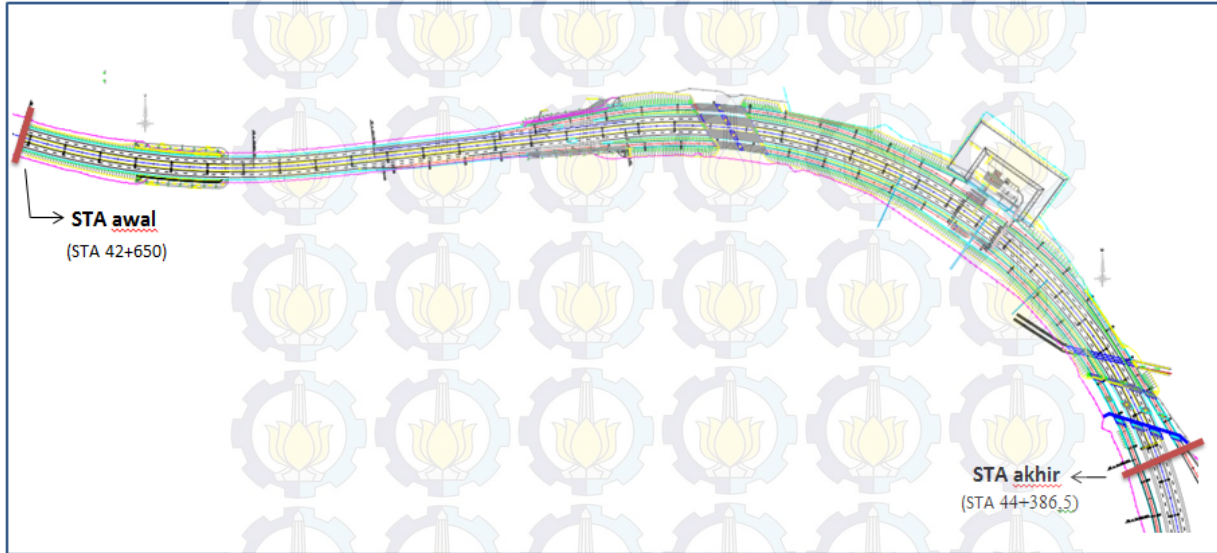


**Gambar 1.3** Lokasi Proyek pembangunan relokasi jalan tol ruas Porong-Gempol

Proyek pembangunan relokasi jalan tol Surabaya-Gempol (Ruas Porong-Gempol) paket 3B dibangun dari Sta. 42+650 – Sta. 44+386,5 (1,736 Km) (Gambar 1.4). Lingkup pekerjaan relokasi jalan tol ruas Porong-Gempol ini terdiri dari 2 jalur *main road*, 2 jalur *ramp*, 1 *Fly over* panjang 420 meter, 2 jembatan yaitu jembatan kalimati 1 dan kalimati 2 yang masing-masing mempunyai panjang 60 meter, 6 *retaining wall* dan total panjang 741,9 meter dan timbunan *borrow material*.

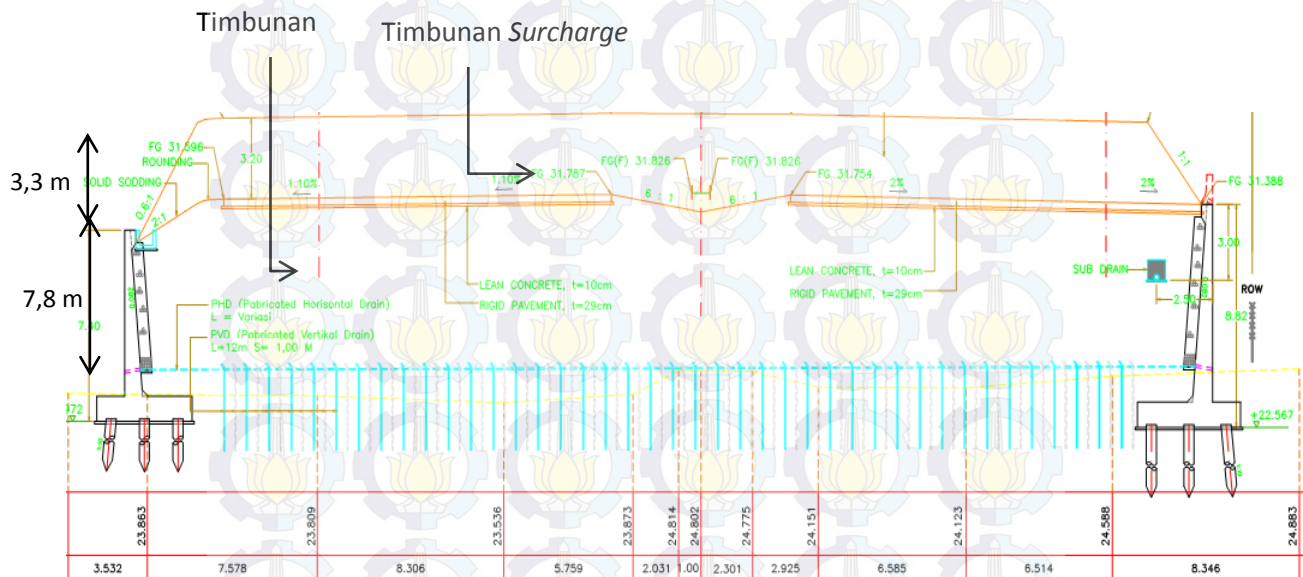
Salah satu pekerjaan yang menjadi *major item* adalah pekerjaan timbunan *borrow material*. Pekerjaan tersebut memiliki volume 473,857 m<sup>3</sup> dengan timbunan tertinggi 7.8 meter dan 3.30 meter sisanya sebagai timbunan *surcharge* (Gambar 1.5). Pekerjaan ini dilaksanakan secara bertahap yaitu 20 cm per lapis dimulai pada bulan Juli 2013 dan berakhir pada tanggal 17 Maret 2014. Sebelumnya telah dilakukan *ground treatment* untuk memperbaiki tanah dasar berupa sawah yang memiliki daya dukung rendah. *ground treatment* tersebut menggunakan konstruksi *Prefabricated Vertical Drain (PVD)* (Gambar 1.6), *Prefabricated Horizontal Drain (PHD)* yang selesai pada bulan Juli 2013. Kemudian, pekerjaan dilanjutkan dengan pemancangan tiang pancang beton dan konstruksi *retaining wall* yang selesai pada bulan Oktober 2013.





**Gambar 1.4** Tampak atas jalan tol ruas Porong-Gempol  
(Sumber : PT. Jasa Marga (Persero) Tbk)





**Gambar 1.5** Pekerjaan timbunan

(Sumber : PT. Jasa Marga (Persero) Tbk)



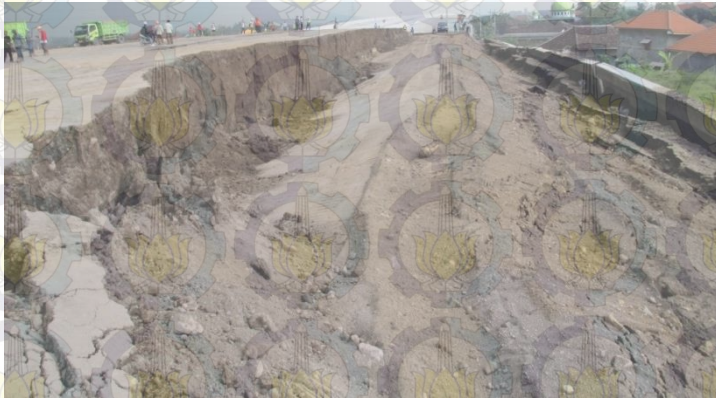
**Gambar 1.6** Perbaikan tanah dengan menggunakan *Prefabricated Vertical Drain (PVD)*  
(Sumber : PT. Jasa Marga (Persero) Tbk)

Selama proses pelaksanaan pekerjaan berlangsung, selalu dilakukan monitoring Settlement dan Inklinometer. Monitoring dilakukan disisi kanan dan sisi kiri lokasi, dimana sisi kiri adalah sisi yang mengarah ke Gempol, sedangkan sisi kanan adalah sisi yang mengarah ke Porong. Hasil monitoring tersebut menyatakan bahwa ternyata pada tanggal 30 Januari 2014 ada beberapa rumah warga yang retak disekitar lokasi sebelah kanan, tetapi tidak dilakukan perbaikan untuk keretakan tersebut, pekerjaan dan proses monitoring terus dilanjutkan. Pada tanggal 4 Maret 2014 ternyata terjadi kerusakan/retak pada rumah warga disekitar lokasi sebelah kiri, rumah yang mengalami rusak berat dengan jarak 1.5-15 meter. Pada tanggal 17 Maret 2014 retakan rumah warga di sebelah kiri bertambah dan terjadi retakan pada timbunan di belakang *retaining wall* (Gambar 1.7). Pada hari Selasa 18 Maret 2014 pukul 13.30 WIB, ternyata tiba-tiba terjadi penurunan tanah dan pergeseran tanah dasar yang berdampak bergesernya *retainning wall* dan longsohnya timbunan sedalam 3.5 meter (Gambar 1.8) pada timbunan sisi kiri lokasi Sta. 43+340 s.d Sta 43+460. (Gambar 1.9). Sedangkan

*retaining wall* dan timbunan pada sisi kanan hanya mengalami pergeseran beberapa sentimeter.

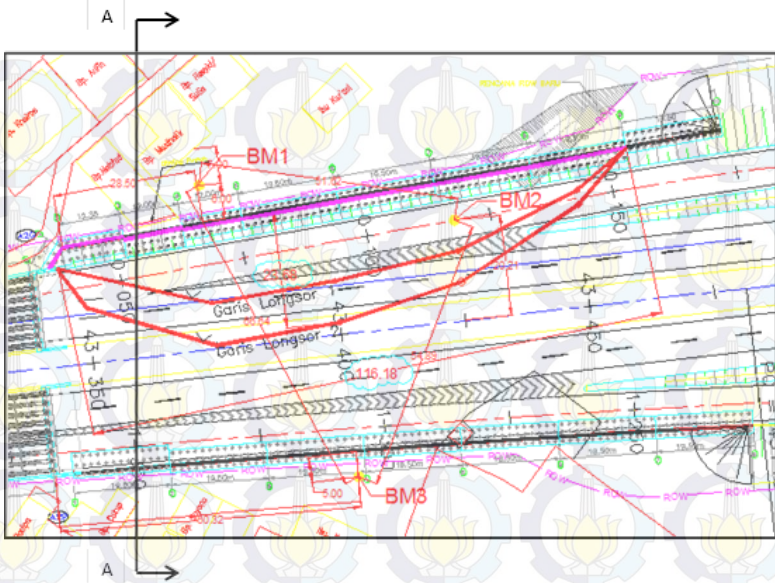


**Gambar 1.7** Kondisi keretakan timbunan pada sisi kiri (arah Gempol)  
(Sumber : PT. Jasa Marga (Persero) Tbk)



**Gambar 1.8** Longsornya timbunan sedalam 3,5 m  
(Sumber : PT. Jasa Marga (Persero) Tbk)

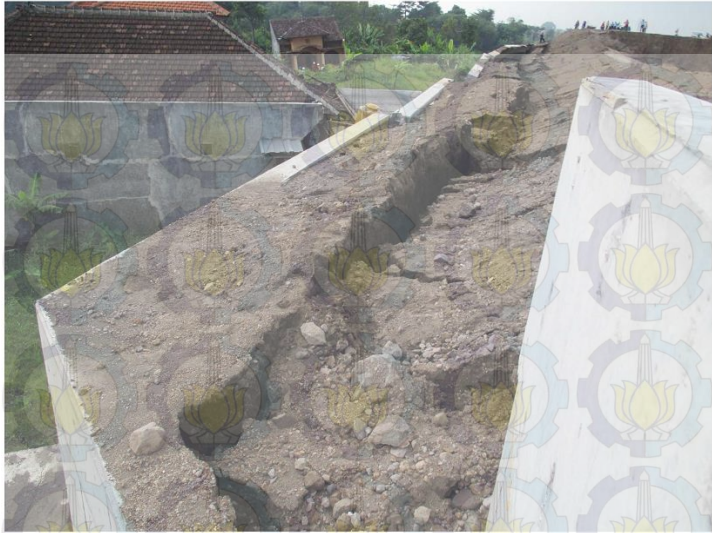




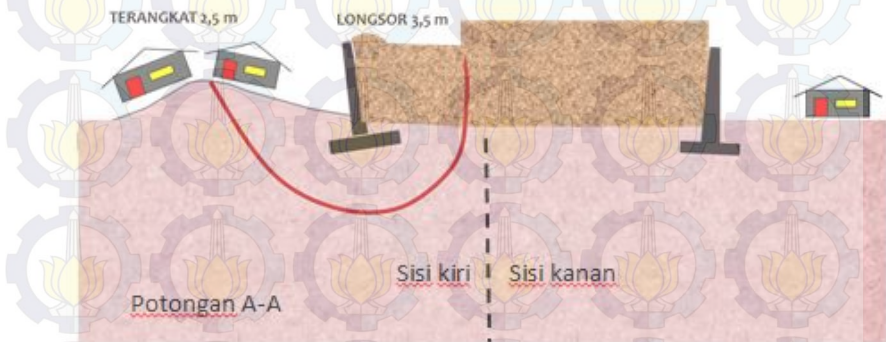
**Gambar 1.9** Garis longsor (arah Gempol)  
(Sumber : PT. Jasa Marga (Persero) Tbk)

Longsornya timbunan mengakibatkan *retaining wall* sisi kiri sepanjang 116.80 meter mengalami kerusakan (Gambar 1.10) dan tanah (rumah) masyarakat diluar *retaining wall* bergeser dan terangkat  $\pm 2.5$  meter (Gambar 1.11) seperti terjadi kelongsoran yang begitu besar, sehingga sejumlah 8 rumah rusak berat dan 14 rumah rusak ringan (Gambar 1.12) dan jalan desa yang telah diperkeras dengan menggunakan beton juga mengalami kerusakan (Gambar 1.13).





**Gambar 1.10** Kerusakan *retaining wall* pada sisi kiri (arah Gempol)  
 (Sumber : PT. Jasa Marga (Persero) Tbk)



**Gambar 1.11** Gambaran bidang longsor di lapangan



**Gambar 1.12** Kerusakan rumah warga di sisi kiri (arah Gempol)  
(Sumber : PT. Jasa Marga (Persero) Tbk)



**Gambar 1.13** Kerusakan jalan beton  
(Sumber : PT. Jasa Marga (Persero) Tbk)

Mengingat banyaknya permasalahan yang sudah dijelaskan diatas, maka perlu dilakukan analisis mengenai penyebab pergeseran tanah dasar dan juga metode perbaikan yang paling optimal untuk jangka pendek maupun jangka panjang.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan uraian diatas, maka dirumuskan permasalahan pada proyek pembangunan ruas tol Porong-Gempol sebagai berikut :

1. Apakah penyebab kelongsoran timbunan pada proyek pembangunan Jalan Tol ruas Porong-Gempol Sta. 43+340 s.d Sta 43+460 ?
2. Bagaimana alternatif-alternatif penanggulangan kelongsoran timbunan pada proyek pembangunan Jalan Tol ruas Porong-Gempol Sta. 43+340 s.d Sta 43+460 ?
3. Bagaimana alternatif yang paling tepat untuk diterapkan dalam penanggulangan kelongsoran pada proyek pembangunan Jalan Tol ruas Porong-Gempol Sta. 43+340 s.d Sta 43+460 ?

## **1.3 Tujuan**

Adapun tujuan dari penulisan Tugas Akhir ini sebagai berikut :

1. Mendapatkan penyebab kelongsoran tanah dilokasi penulisan tugas akhir
2. Mendapatkan alternatif-alternatif penanggulangan kelongsoran timbunan
3. Mendapatkan alternatif yang paling tepat untuk diterapkan dalam penanggulangan kelongsoran

## **1.4 Batasan Masalah**

Dalam perencanaan ini terdapat beberapa batasan masalah, yaitu:



1. Daerah studi adalah pembangunan Jalan Tol ruas Porong-Gempol Sta. 43+340 s.d Sta 43+460
2. Perbaikan tanah untuk struktur tidak di rencanakan secara detail (kebutuhan tulangan)
3. Tidak menghitung RAB (Rencana Anggaran Biaya)
4. Alternatif yang dipilih adalah salah satu dari ke empat alternatif yang ditulis dalam tugas akhir ini
5. Alternatif perbaikan dengan struktur pile slab hanya merencanakan kedalaman tiang pancang
6. Untuk analisa penyebab kelongsoran tidak mempertimbangkan kondisi Geologi area sekitar lokasi studi

### **1.5 Manfaat**

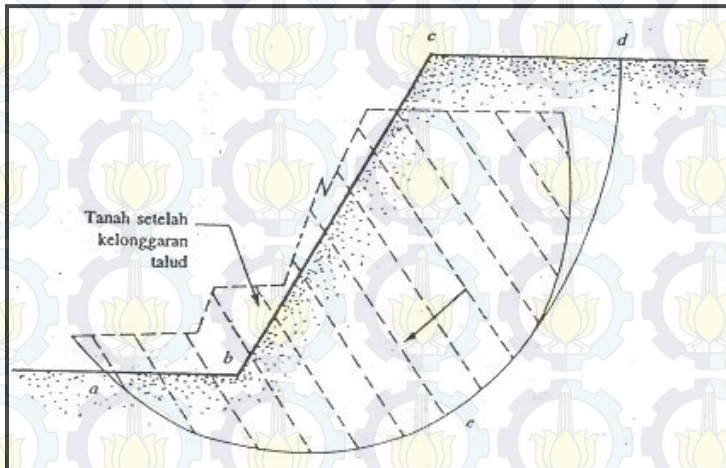
Dapat menjadi referensi terhadap metode perbaikan tanah yang nantinya dapat diterapkan pada proyek Pembangunan jalan tol ruas Porong-Gempol Sta. 43+340 s.d Sta 43+460 sehingga permasalahan yang terjadi seperti kelongsoran timbunan dapat diselesaikan.



## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Talud

Suatu permukaan tanah yang miring dengan sudut tertentu terhadap bidang horizontal dan tidak terlindungi, dinamakan sebagai talud tak tertahan (unrestrained slope). Bila komponen tanah tidak datar, maka komponen berat tanah yang sejajar dengan kemiringan talud akan menyebabkan tanah bergerak ke arah bawah seperti pada **Gambar 2.1**. Bila komponen berat tanah tersebut cukup besar, kelongsoran talud dapat terjadi, yaitu tanah zona a b c d e dapat menggelincir ke bawah. Dengan kata lain, gaya dorong (driving force) melampaui gaya berlawanan yang berasal dari kekuatan geser tanah sepanjang bidang longsor.



**Gambar 2.1** Kelongsoran talud  
(sumber: Das 1985)

Talud dapat terjadi secara alami maupun buatan. Diantaranya yaitu talud alamah, talud galian dan talud timbunan. (Das 1985).

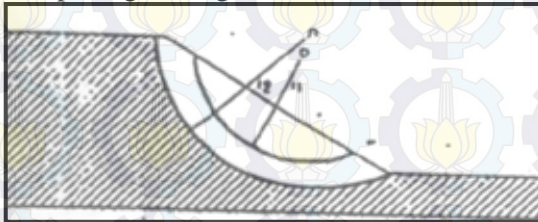
### 2.1.1 Macam-macam kelongsoran talud

Terdapat beberapa tipe longsoran yang sering terjadi diantaranya :

#### a. Kelongsoran pada tanah homogen

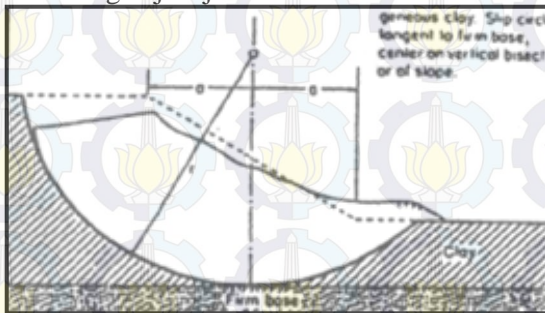
Kelongsoran pada tanah homogen ada dua jenis (Gambar 2.2) yaitu :

- Kelongsoran sepenuhnya terjadi pada talud dan bidang longsornya berpotongan dengan kaki talud



Gambar 2.2 (a) bidang longsornya berpotongan dengan kaki talud

- Kelongsoran tidak hanya pada talud, tetapi dasar talud juga ikut bergerak. Memiliki bidang longsor yang berbentuk busur lingkaran dengan jari-jari tertentu.



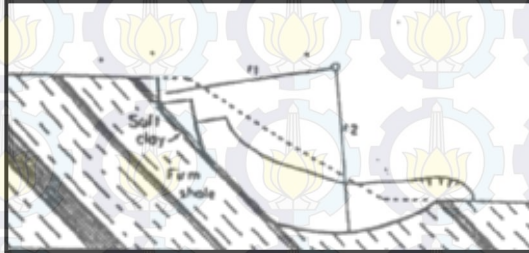
Gambar 2.2 (b) dasar talud juga ikut bergerak

#### b. Kelongsoran pada tanah tidak homogen

Kelongsoran pada tanah tidak homogen ada dua jenis (Gambar 2.3) yaitu :

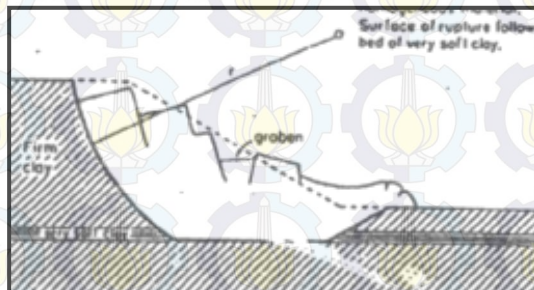
- Kelongsoran ini terjadi bila bentuk permukaan runtuh dipengaruhi adanya kekuatan geser yang berbeda pada lapisan tanah yang berbatasan, kelongsoran ini terjadi bila

lapisan tanah yang berbatasan terletak pada kedalaman yang relatif dangkal.



**Gambar 2.3 (a)** keruntuhan tidak homogeny terletak pada kedalaman yang relatif dangkal

- Kelongsoran tidak hanya pada talud, tetapi dasar talud dengan jenis tanah yang berbeda juga ikut bergerak. Hal ini karena tanah dasar talud tidak cukup kuat.



**Gambar 2.3 (b)** Keruntuhan pada talud dan tanah dasar

### 2.1.2 Faktor penyebab kelongsoran talud

Faktor–faktor penyebab ketidakstabilan talud yang dapat dibagi adalah menjadi dua kelompok besar (Terzaghi, 1950), antara lain :

#### a. Faktor Pengaruh Luar

Faktor ini disebabkan karena meningkatnya tegangan geser yang terjadi pada tanah sehingga faktor keamanannya

menjadi turun ( $f_k < 1$ ). Hal ini disebabkan karena faktor – faktor berikut :

1. Turunnya tegangan horizontal tanah, kondisi ini sering terjadi bila :
  - Kaki talud tererosi oleh aliran sungai atau air hujan
  - Akibat perbuatan manusia, adanya kegiatan galian pada talud
2. Peningkatan tegangan vertikal tanah, hal ini disebabkan karena :
  - Air hujan yang tertahan diatas talud
  - Beban diatas timbunan bertambah
3. Gempa bumi, pada saat terjadi gempa bumi gelombang merambat naik dari permukaan batuan ke permukaan tanah, sebelum mencapai permukaan tanah rambatan gelombang melewati berbagai lapisan tanah sehingga menimbulkan perubahan pada tegangan tanah.

#### **b. Faktor Pengaruh Dalam**

Faktor ini disebabkan oleh penurunan kekuatan geser tanah, penyebabnya adalah

1. Peningkatan kadar air yang terjadi pada tanah lempung.
2. Struktur geologi dan keadaan geometri talud.
3. Absorpsi oleh mineral lempung yang biasanya diikuti oleh penurunan harga kohesi tanah.
4. Penyusutan tanah lempung diakibatkan oleh perubahan temperatur yang dapat menimbulkan retak susut, sehingga kohesi tanah menjadi turun dan memberikan kesempatan kepada air untuk masuk kedalam lapisan tanah.
5. Perubahan berat volume dan tekanan air pori tanah.

#### **2.1.3 Stabilisan Timbunan**

Untuk menentukan angka keamanan dari talud, Umumnya didefinisikan sebagai berikut (Das 1985) :

$$F_s = \frac{r_f}{r_d} \quad (2.1)$$



Keterangan :

$F_s$  = angka keamanan

$\tau_f$  = kekuatan tanah untuk menahan kelongsoran

$\tau_d$  = gaya dorong yang bekerja sepanjang bidang longsor

Kekuatan geser tanah terdiri dari dua komponen, yaitu kohesi dan sudut geser tanah, yang dapat dituliskan sebagai berikut :

$$\tau_f = c + \sigma \tan \phi \quad (2.2)$$

Keterangan :

$c$  = kohesi

$\phi$  = sudut geser tanah

$\sigma$  = tegangan normal rata-rata pada permukaan bidang longsor

Dengan cara yang sama, dapat juga dituliskan :

$$\tau_d = c_d + \sigma \tan \phi_d \quad (2.3)$$

Keterangan :

$c_d$  = kohesi

$\phi_d$  = sudut geser yang bekerja sepanjang bidang longsor

#### 2.1.4 Perhitungan Stabilitas Timbunan dengan XSTABL

XSTABL adalah program komputer yang ditulis dalam bahasa FORTRAN IV, untuk penyelesaian umum kasus stabilitas talud metode keseimbangan dua dimensi. Perhitungan faktor keamanan talud dilakukan dengan metode irisan (disadur dari Modified Bishop Method) dengan bidang longsor berbentuk silinder lingkaran. Keistimewaan XSTABL adalah sepuluh bidang longsor terkritis ditentukan dari minimum seratus bidang longsor secara random.

#### 2.2 Perkuatan Tanah dengan Geosintetik

Geosintetik (geosynthetic) adalah bahan sintesis yang pada umumnya berbahan plastik yang digunakan untuk aplikasi teknik sipil dalam lingkungan tanah. Berdasarkan penggunaannya, geosintetik dapat berupa *geomembrane*, *geolinear element*, *geogrid*, dan *geocomposite*.

### 2.2.1 Penggunaan *Geotextile* Sebagai Konstruksi Perkuatan Timbunan

Perhitungan perencanaan *geotekstile* memerlukan data yang didapat dari program bantu seperti XSTABL, antara lain nilai faktor keamanan (SF), momen penahan/ momen resisten ( $M_r$ ), jari-jari kelongsoran (R), serta koordinat titik pusat bidang longsor. Tahapan perhitungan penggunaan *geotekstile* adalah :

1. Mencari nilai momen dorong ( $M_D$ )

$$M_{dorong} = \frac{M_{resisten}}{SF} \quad (2.4)$$

2. Mencari nilai  $M_{resisten}$  rencana dengan angka keamanan rencana (biasanya  $SF = 1,5$ )

$$M_{resisten\ rencana} = M_{dorong} \times SF_{rencana} \quad (2.5)$$

3. Mencari nilai tambahan Momen penahan ( $\Delta MR$ ) dari FS rencana

$$\Delta MR = M_{resisten\ rencana} - M_{resisten\ yang\ terjadi} \quad (2.6)$$

4. Mencari Kekuatan dari bahan *geotekstile*

Pada perencanaan *geotekstile* harus dipertimbangkan kekuatan tarik ijin dari bahan *geotekstile* tersebut dalam menerima atau memikul gaya geser saat terjadinya kelongsoran. Rumus kekuatan bahan *geotekstile* adalah persamaan :

$$T_{allow} = T_{ult} \times \left( \frac{1}{FS_{id} \times FS_{cr} \times FS_{cd} \times FS_{bd}} \right) \quad (2.7)$$

Dimana :

$T_{allow}$  = kekuatan *geotekstile* yang tersedia

$T_{ult}$  = kekuatan ultimate *geotekstile*

$FS_{id}$  = faktor keamanan akibat kerusakan pada saat pemasangan

$FS_{cr}$  = faktor keamanan akibat rangkai

$FS_{cd}$  = faktor keamanan akibat pengaruh bahan-bahankimia

$FS_{id}$  = faktor keamanan akibat pengaruh aktifitas biologi dalam tanah

$FS_{id}$ ,  $FS_{cr}$ ,  $FS_{cd}$ ,  $FS_{id}$  merupakan faktor reduksi akibat pengurangan kekuatan *geotekstile* yang besarnya dapat dilihat pada tabel berikut:

**Tabel 2.1** Nilai Faktor *Geotekstile*

Penggunaan Geotekstile	Faktor Pemasangan, $FS_{id}$	Faktor Rangkak, $FS_{cr}$	Faktor Kimia, $FS_{cd}$	Faktor Biologi, $FS_{id}$
Separation	1,1 – 2,5	1,1 – 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 Stabilization	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

1. Menentukan jumlah *geotekstile* yang dibutuhkan

$$\Delta MR < T_{allow} \times \sum R_i \quad (2.8)$$

Dimana :

$\sum R_i$  = penjumlahan jarak pasang masing-masing *geotekstile* terhadap titik-titik pusat jari-jari kelongsoran, hingga nilainya lebih besar dari nilai Momen resisten yang dibutuhkan ( $\Delta MR$ )

2. Menghitung panjang *geotekstile* di belakang bidang longsor ( $Le$ )

Panjang *geotekstile* di belakang bidang longsor dapat diketahui melalui rumusan

$$Le = \frac{T_{all} \times SF}{(\tau_{atas} + \tau_{bawah}) \times E} \quad (2.9)$$

$$\tau_i = Cu_i + \sigma_v \tan \theta \quad (2.10)$$

Dimana :

Tall = kekuatan tarik yang diijinkan (tereduksi oleh faktor-faktor)

SF = faktor keamanan (rencana)

E = efisiensi (diambil  $E = 0.8$ )

$\tau_{atas}$  = tegangan geser antara *geotextile* dengan tanah di atas *geotextile*

$\tau_{bawah}$  = tegangan geser antara *geotextile* dengan tanah di bawah *geotextile*

C = kohesi tanah

$\theta$  = sudut tahanan geser tanah

3. Menghitung panjang *geotekstile* di depan bidang longsor

4. Menghitung panjang *geotekstile* di depan bidang longsor

Panjang *geotextile* ini dihitung dengan bantuan output dari program bantu XSTABL dengan cara :

$L_d = (\text{koordinat-X bbidang longsor lapisan } i \text{ geotextile terpasang}) - (\text{koordinat tepi timbunan lapisan } i \text{ geotextile dipasang})$

5. Menghitung panjang total *geotextile*

Panjang total *geotextile* 1 sisi =  $L_e + L_d$

Panjang total *geotextile* 2 sisi =  $2 \times (L_e + L_d)$

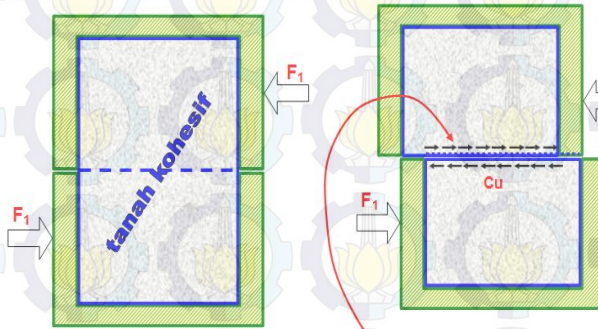
Catatan : Apabila panjang total 1 sisi *geotextile*  $> 0.5$  lebar timbunan maka untuk mempermudah pemasangan di lapangan, *geotextile* dipasang selebar timbunan.

### 2.3 Perkuatan tanah dasar dengan Cerucuk

Salah satu cara perbaikan tanah adalah dengan meningkatkan tahanan geser dari tanah tersebut. Tahanan geser tanah merupakan komponen utama daya dukung tanah. Dengan menaikkan tahanan geser berarti menambah daya dukung tanah terhadap beban luar yang bekerja padanya. Meningkatkan tahanan geser tanah dapat dilakukan dengan menghambat pergeseran tanah pada bidang slidingnya. Hambatan dapat dilakukan dengan memancangkan cerucuk kedalam tanah sampai melewati bidang runtuh. Jadi, salah satu cara untuk meningkatkan tahanan geser tanah ialah dengan menggunakan cerucuk.

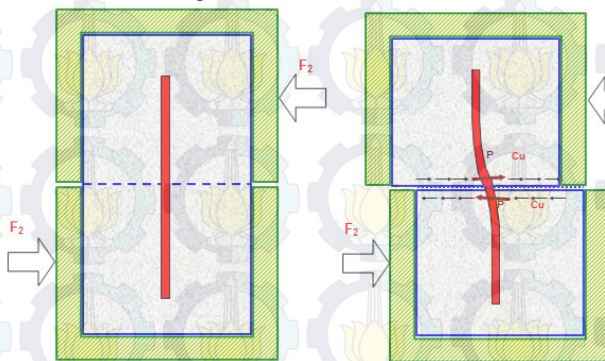


Jika lapisan tanah yang sangat lunak cukup tebal, hanya sedikit perbedaan antara tegangan tanah aktif dan pasif sehingga diperlukan panjang turap yang cukup dalam untuk mendapatkan perlawanan pasif yang mencukupi dari tanah.



**Gambar 2.4** Geser tanah

Tahanan geser tanah,  $= C_u + \sigma_n \tan \phi$ , kemudian untuk tanah lempung/tanah kohesif ( $C_u = C_u$ ,  $\phi = 0^\circ$ ). Berikut ini bila ada pasak / cerucuk untuk perkuatan :



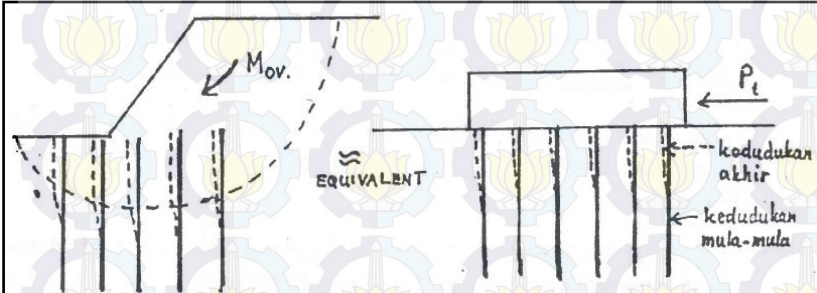
Saat terjadi geseran, besar gaya yang mampu diterima adalah sebesar;

$$F_2 = (C_u \times A) + P$$

### 2.3.1 Konsep Perencanaan Perkuatan Cerucuk

Asumsi yang dipergunakan dalam konstruksi cerucuk dapat dilihat pada **Gambar 2.10**. Pada gambar tersebut kelompok

tiang (cerucuk) dengan “*rigid cap*” pada permukaan tanah menerima gaya horizontal. Gaya horizontal ini adalah merupakan tegangan geser yang terjadi sepanjang bidang gelincir.



**Gambar 2.5** Asumsi Gaya yang Diterima Cerucuk  
(NAVFAC DM-7, 1971)  
(Sumber: Mochtar, 2000)

### 2.3.2. Menentukan Tambahan Momen Perlawanan ( $\Delta M_R$ )

Untuk menentukan tambahan momen perlawanan ( $\Delta M_R$ ) yang diperlukan untuk menahan momen dorong akibat adanya beban timbunan dilakukan analisa stabilitas lereng dengan menggunakan program XSTABL. Analisa dilakukan hingga mendapatkan bidang kelongsoran dengan angka keamanan paling kritis. Apabila angka keamanan yang diperoleh dari analisa sama dengan atau kurang dari satu ( $\leq 1$ ) maka diperlukan tambahan momen penahan ( $\Delta M_R$ ) yang harus diberikan untuk mencapai angka keamanan rencana ( $SF_{rencana} > 1$ ) yang diinginkan agar tidak terjadi kelongsoran.

Momen tambahan ( $\Delta M_R$ ) dihitung dengan persamaan sebagai berikut :

$$\Delta M_R = (SF_{rencana} \times M_p) - M_R \quad (2.11)$$

$$M_p = M_R / SF \quad (2.12)$$

Keterangan:  $\Delta M_R$  = momen penahan tambahan yang akan dipikul oleh cerucuk.

$M_R$  = momen penahan atau momen perlawanan

$M_p$  = momen penggerak atau momen dorong

SF = angka keamanan awal (tanpa cerucuk)

SF<sub>rencana</sub> = angka keamanan yang direncanakan

### 2.3.3. Menghitung Momen Lentur yang Bekerja pada Cerucuk

Menurut desain manual NAVFAC DM-7 (1971) dalam Mochtar (2000), besarnya momen lentur yang bekerja pada cerucuk didapat dari:

$$Mp_{maks} = \frac{\sigma_{max} \text{bahan} \times I_n}{c} \quad (2.13)$$

Keterangan :

$\sigma_{maks}$  = tegangan tarik/ tekan maksimum dari bahan cerucuk

$I_n$  = momen inersia penampang cerucuk terhadap garis yang melewati penampang

C =  $\frac{1}{2}$  D

D = diameter cerucuk

### 2.3.4. Menghitung Gaya Horizontal yang Mampu Ditahan Satu Tiang

Besarnya gaya maksimal ( $P_{maks}$ ) yang dapat ditahan oleh satu tiang/ cerucuk terjadi apabila nilai  $Mp$  sama dengan nilai momen maksimum lentur bahan cerucuk. Sehingga nilai dari gaya horizontal maksimal yang dapat ditahan oleh satu tiang diperoleh dari persamaan berikut ini (NAVFAC DM-17, 1971):

$$P_{max} (I_{cerucuk}) = \frac{Mp_{max} l_{cerucuk}}{T \times F_M} \quad (2.14)$$

$$Mp_{max} = \frac{\sigma_{all} \times I}{y} \quad (2.15)$$

Keterangan:

$P_{maks}$  = gaya horizontal yang diterima cerucuk (kg)

$Mp_{maks}$  = momen lentur yang bekerja pada cerucuk (kg-cm)

T = faktor kekakuan relatif (cm)

$F_M$  = koefisien momen akibat gaya lateral. Harga  $F_m$  didapat dari **Gambar 2.9** yang merupakan grafik hubungan dari kedalaman ( $z$ ) dengan  $L/T$ . Dimana  $L$  adalah panjang cerucuk yang tertahan di bawah/atas bidang gelincir.

$\sigma_{all}$  = tegangan lentur ijin bahan cerucuk

$I$  = momen inersia tiang cerucuk ( $\text{cm}^4$ )

$y$  = jarak antara serat teratas atau terbawah dari penampang cerucuk terhadap garis netral (cm)

$$T = \left( \frac{EI}{f} \right)^{\frac{1}{5}} \quad (2.16)$$

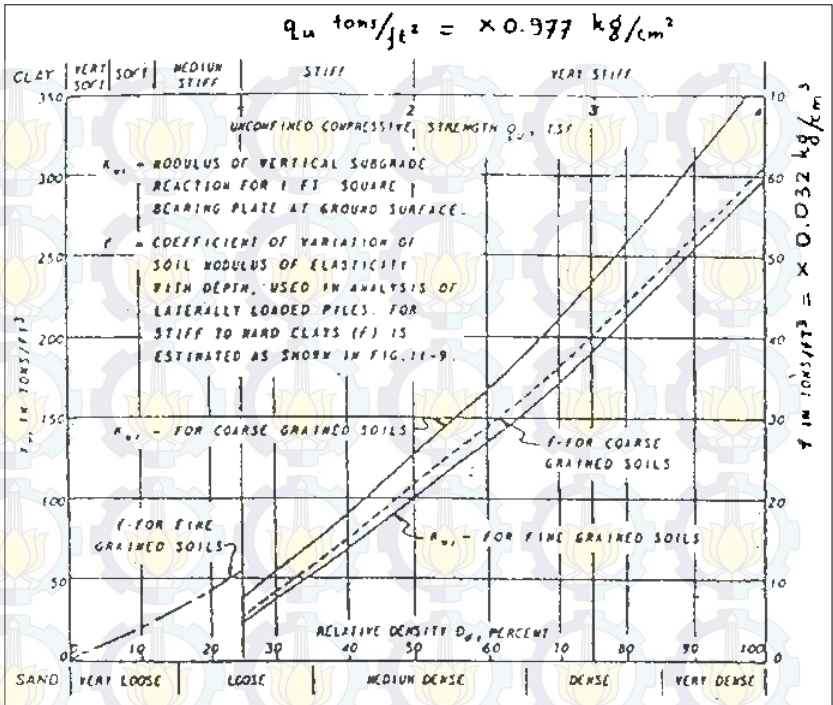
Dimana:

$E$  = modulus elastisitas tiang (cerucuk),  $\text{kg/cm}^2$

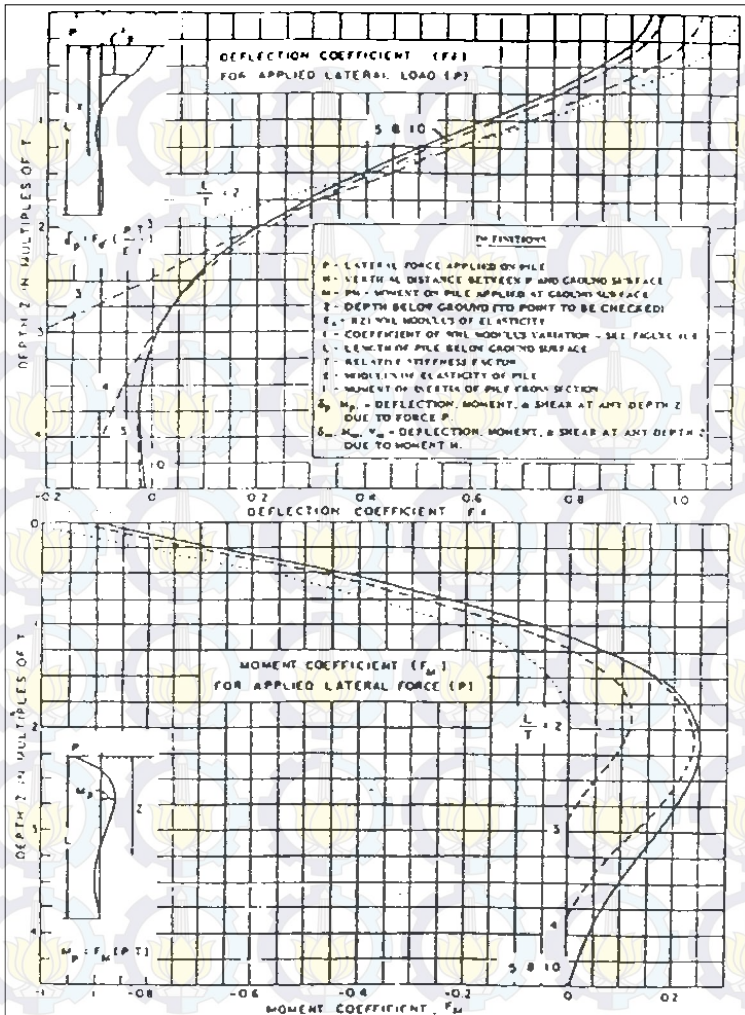
$f$  = koefisien dari variasi modulus tanah (dapat dicari dari **Gambar 2.11**) yang merupakan grafik hubungan antara  $f$  dengan *unconfined compression strength* ( $q_u = 2 C_u$ ).

$I$  = momen inersia tiang (cerucuk),  $\text{cm}^4$





**Gambar 2.6** Mencari Harga  $f$  untuk Berbagai Jenis Tanah  
 (Sumber: NAVFAC DM-7, 1971 dalam Mochtar, 2000)



**Gambar 2.7** Grafik untuk Mencari Besar  $F_M$   
 (Sumber: NAVFAC DM-7, 1971 dalam Mochtar, 2000)

### 2.3.5. Menentukan Jumlah Cerucuk

Jumlah cerucuk yang dibutuhkan dapat diperoleh dari rumus berikut:

$$n = \frac{\Delta M_R}{R \times P_{\max 1 \text{ cerucuk}}} \quad (2.17)$$

Dimana: R = jari-jari kelongsoran (m)

## 2.4 Counterweight



**Gambar 2.8** *Counterweight* pada timbunan

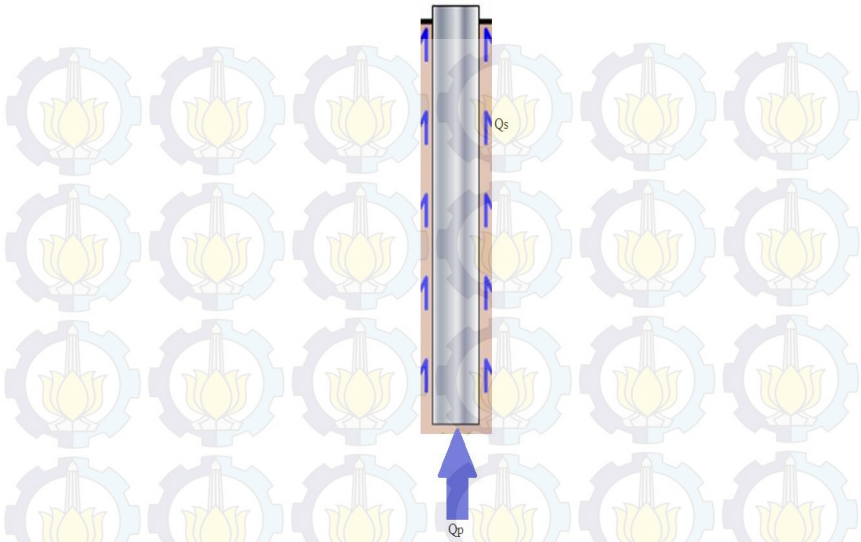
Kelongsoran terjadi akibat gaya pendorong yang terjadi disepanjang bidang longsor lebih besar dari pada gaya yang menahan. *Counterweight* (beban kontra) ini adalah suatu metode perkuatan timbunan dengan menambahkan sebuah massa tertentu di belakang timbunan sehingga dapat menambah tekanan pasif terhadap timbunan. Semakin besar gaya yang menahan sehingga dapat memperkecil kemungkinan terjadinya kelongsoran (Gambar 2.17). Konsep ini cocok digunakan apabila area sekitar timbunan masih cukup luas.

Penentuan berapa massa counter weight atau tinggi *counterweight* yang diperlukan dilakukan dengan cara metode trial and error. Tinggi counter weight di coba-coba sehingga mendapatkan perencanaan yang optimum.

## 2.5 Pondasi Tiang Pancang

### 2.5.1 Daya Dukung Aksial Pondasi Tiang Pancang

Daya dukung ultimate dari sebuah tiang pancang dapat dituliskan seperti pada Persamaan 2.18



**Gambar 2.9** Daya dukung aksial pondasi tiang

$$Q_u = Q_p + Q_s \quad (2.18)$$

Keterangan :

$Q_u$  = daya dukung ultimate pondasi tiang

$Q_p$  = daya dukung ujung tiang

$Q_s$  = daya dukung selimut tiang

Perumusan Daya Dukung Ultimate untuk pondasi tiang dihitung berdasarkan dari data tanah yang tersedia. Data SPT, sondir, bor dalam dan berdasarkan pemukulan pada saat memancang tiang (kalendering).

### 2.5.2 Berdasarkan Data Sondir

Ada 2 nilai atau besaran yang didapat dari uji sondir ini, yaitu yang pertama adalah perlawanan ujung yang diambil sebagai gaya penetrasi per satuan luas penampang ujung sondir ( $q_c$ ), dan perlawanan yang ditimbulkan oleh gesekan antara tanah dengan selimut tiang ( $q_s$ ). Rumus yang dikemukakan oleh Schmertmann (1975) dapat dilihat pada Persamaan 2.19



$$\overline{Cn} \text{ rata - rata ujung} = \frac{0,5(\overline{Cn1} + \overline{Cn2} + \overline{Cn3})}{2} \quad (2.19)$$

Keterangan :

$\overline{Cn1}$  = harga conus rata-rata dihitung mulai dari ujung tiang sampai 4D ke bawah

$\overline{Cn2}$  = harga rata-rata dari conus minimum dihitung mulai dari ujung tiang sampai 4D ke bawah

$\overline{Cn3}$  = harga rata-rata dari conus minimum dihitung mulai dari ujung tiang sampai 8D ke atas

Dengan begitu perlawanan ujung tiang dapat dihitung menggunakan Persamaan 2.23

$$Qp = \overline{Cn} \text{ rata - rata ujung} \times A \quad (2.20)$$

Keterangan :

A = luas penampang ujung tiang

Sedangkan untuk perlawanan akibat lekatan dan friction sepanjang mantel tiang pancang pada tanah lempung dan lanau menurut Schmertman (1975) dan Nottingham (1975) dapat dihitung menggunakan Persamaan 2.21 dan untuk tanah pasir dapat dihitung dengan Persamaan 2.22.

Untuk tanah lempung dan lanau :

$$Qs = \left\{ \sum_{li=0}^{li=8D} K_c \left[ \left( \frac{li}{8D} \right) Hp_i O_i \right] + \sum_{li=8D}^{li=L} K_c (Hp_i O_i) \right\} \quad (2.21)$$

Untuk tanah pasir :

$$Qs = \left\{ \sum_{li=0}^{li=8D} K_s \left[ \left( \frac{li}{8D} \right) Hp_i O_i \right] + \sum_{li=8D}^{li=L} K_s (Hp_i O_i) \right\} \quad (2.22)$$

Keterangan :

$Qs$  = daya dukung ultimate tiang pancang akibat hambatan lekat/friction sepanjang mantel tiang

$K_c$  = faktor koreksi untuk clay

$K_s$  = faktor koreksi untuk sand

$L_i$  = kedalaman ruas yang ditinjau (i)

D = diameter tiang pancang

$Hp_i$  = hambatan pelekat untuk ruas pada kedalaman  $li$

$O_i$  = keliling tiang untuk ruas kedalaman  $li$

L = total panjang tiang pancang yang terbenam dalam tanah

### 2.5.3 Berdasarkan Data SPT (*Standard Penetration Test*)

*Standard Penetration Test* adalah suatu metode uji yang dilaksanakan bersamaan dengan pengeboran untuk mengetahui, baik perlawanan dinamik tanah maupun pengambilan contoh terganggu dengan teknik penumbukan (SNI 4153-2008). Data SPT (*Standard Penetration Test*) yang didapat dari lapangan tidak dapat langsung digunakan untuk perencanaan tiang pancang. Perlu dilakukan koreksi terlebih dahulu terhadap data SPT asli. Untuk koreksi terhadap muka air tanah akan dibahas pada bagian 2.5.3.1 dan untuk koreksi terhadap overburden pressure dari tanah akan dibahas pada bagian 2.5.3.2

#### 2.5.3.1 Koreksi Terhadap Muka Air Tanah

Khusus untuk tanah pasir halus, pasir berlanau, dan berlempung yang berada dibawah muka air tanah dan hanya bila  $N > 15$ , akan ada 2 koreksi, Masing-masing koreksi akan diperlihatkan pada persamaan 2.36 dan 2.37

$$N_1 = 15 + \frac{1}{2} (N - 15) \quad \text{Terzaghi \& Peck (1960) (2.23)}$$

$$N_1 = 0,6 N \quad \text{Bazaraa (1967) (2.24)}$$

Keterangan :

$N_1$  = Hasil koreksi harga SPT lapangan

$N$  = Harga SPT lapangan

Harga  $N_1$  dipakai harga yang terkecil dari rumus (2.23) dan (2.24). Untuk jenis tanah lempung, lanau dan pasir kasar dan bila tanah pasir  $N \leq 15$ , tidak ada koreksi. Jadi harga  $N_1$  sama dengan harga  $N$  di lapangan.

#### 2.5.3.2 Koreksi Terhadap Overburden Pressure

Dalam beberapa hubungan korelatif, nilai tenaga terkoreksi  $N_2$  yang dinormalisasi terhadap pengaruh tegangan efektif vertikal (*overburden*), dinyatakan dengan  $N_2$ , seperti dijelaskan dalam persamaan 2.25, 2.26. Nilai  $N_2$  menggambarkan evaluasi tanah koreksi terhadap tegangan overburden (Bazaraa, 1967).

$$N_2 = \frac{4N_1}{1+0,4 p'_{o'}}; \text{ bila } p'_{o'} \leq 7,5 \text{ ton}/m^2 \quad (2.25)$$

$$N_2 = \frac{4N_1}{3,25+0,1 p'_{o'}}; \text{ bila } p'_{o'} > 7,5 \text{ ton}/m^2 \quad (2.26)$$

Keterangan :

$p'_{o'}$  = tekanan tanah vertikal efektif pada lapisan/kedalaman yang ditinjau

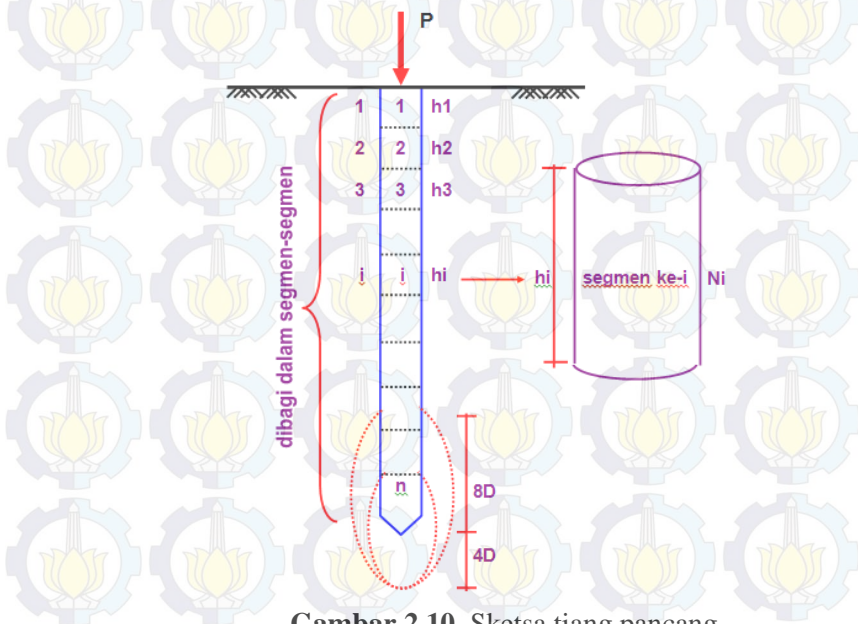
Catatan :

Bila  $p'_{o'}$  dalam kPa ( $kN/m^2$ ), maka besarnya syarat untuk  $p'_{o'}$  dikali 10

Dari kedua koreksi tersebut, yaitu koreksi terhadap muka air tanah dan koreksi terhadap overburden pressure, ada syarat yang harus dipenuhi, yaitu adalah :

$$N_2 < 2N_1 \quad (2.27)$$

Apabila rumus 2.30 tidak terpenuhi, maka harga  $N_2 = 2N_1$



Gambar 2.10. Sketsa tiang pancang

Gambar diatas adalah sketsa dari tiang pancang yang sedang bekerja dengan penjelasan sebagai berikut :

$P$  = beban aksial yang bekerja (ton)

$H_i$  = tinggi tiap segmen (m)

$n$  = jumlah segmen

$D$  = diameter tiang pancang (m)

$N_i$  = harga SPT yang telah dikoreksi ditengah-tengah segmen  $i$

Perumusan untuk menghitung daya dukung tiang pancang dapat dilihat dalam rumus 2.31

$$P_{ult} = 40\bar{N} \times A_{ujung} + \sum_{i=1}^n \frac{N_i}{c} \times A_{S_i} \quad (2.28)$$

Di mana :

$\bar{N}$  = harga rata-rata  $N_2$  4D di bawah ujung s/d 8D di atas ujung tiang

$A_{ujung}$  = luasan ujung tiang pancang ( $m^2$ )

$N_i$  = harga SPT yang telah dikoreksi ditengah-tengah segmen  $i$

$c$  = 2 untuk tanah lempung/lanau ; 5 untuk tanah pasir

$A_{S_i}$  = luas selimut tiang pada segmen  $i$  ( $m^2$ )

#### 2.5.4 Kontrol Horisontal



**Gambar 2.11** Defleksi pada tiang pancang akibat beban horisontal

Tiang pancang vertikal tidak begitu besar tahannya dalam menerima gaya horisontal, sehingga harus dikontrol seberapa



besar defleksinya ketika menerima gaya horizontal . seperti pada uraian berikut ini :

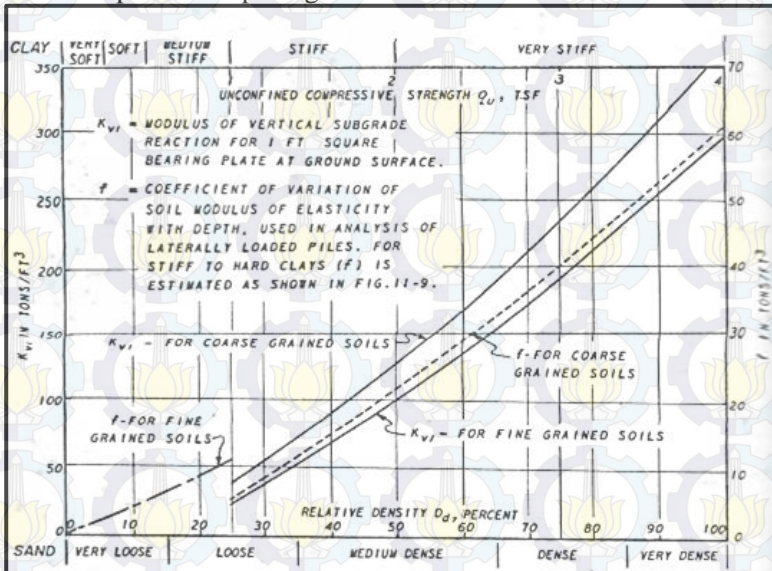
1. Penentuan  $q_u$

$$q_u = 2 \times C_u \quad (2.29)$$

$C_u$  adalah kekuatan geser tanah

2. Penentuan harga  $f$

Harga  $f$  (koefisien dari variasi modulus tanah berdasarkan kedalaman) bergantung dari harga  $q_u$  dan jenis tanah yang dapat dilihat pada gambar dibawah ini :



**Gambar 2.12** Mencari Harga  $f$  untuk Berbagai Jenis Tanah (Sumber: NAVFAC DM-7, 1971 dalam Mochtar, 2000)

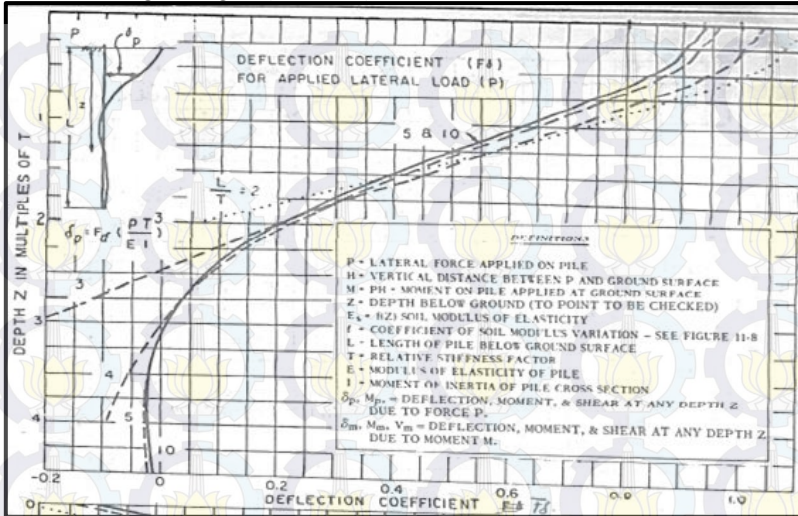
3. Menghitung relative stiffness factor ( $T$ )

$$T = \left(\frac{EI}{f}\right)^{1/3} \quad (2.30)$$

$E$  = modulus elastisitas bahan

$I$  = Inersia dari tiang pancang

#### 4. Menghitung *Deflection factor* ( $F\delta$ )



**Gambar 2.13** Mencari Harga  $F\delta$

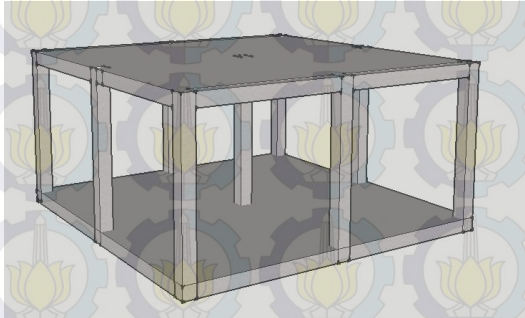
#### 5. Perhitungan defleksi yang terjadi

$$\delta p = F\delta x \left( \frac{PT^3}{EI} \right) < 2,5 \text{ cm} \quad (2.31)$$

Keterangan :

$P$  adalah gaya horizontal yang terjadi

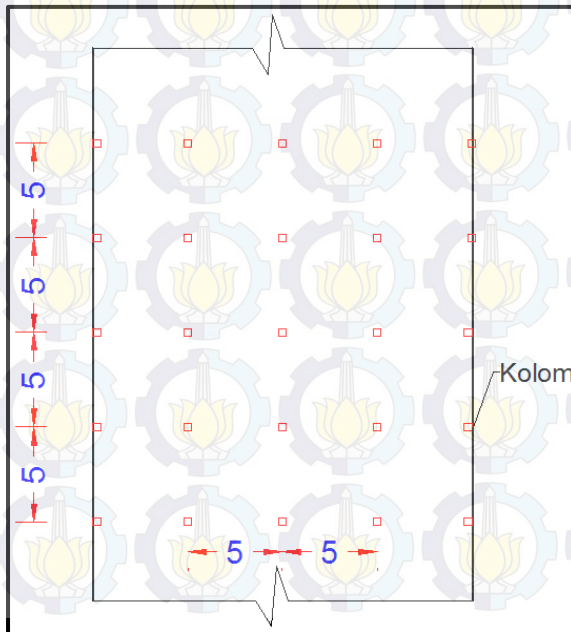
#### 2.6 Konsep *Slab column Slab*



**Gambar 2.14** Sketsa *Slab Column Slab*

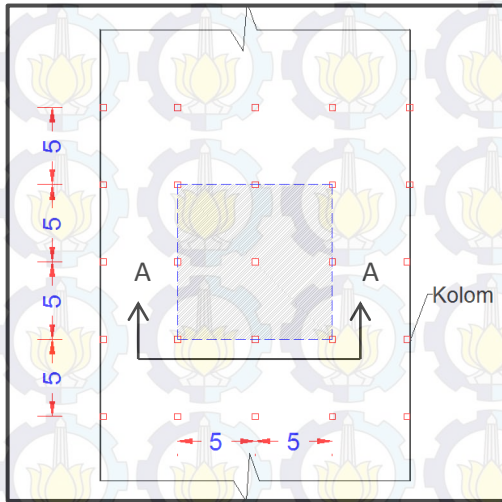
*Slab column slab* (Gambar 2.14) adalah sebuah alternatif dengan mengganti sebagian dari total tinggi timbunan dengan sebuah struktur yang terdiri atas elemen pendukung slab/pelat (sebagai penerima beban) yang terdukung oleh kolom-kolom dengan pondasi juga berupa plat. Untuk mendapatkan perencanaan yang optimum tinggi dari timbunan yang digantikan oleh *slab column slab* (SCS) ditentukan dengan cara *trial and error*.

Konsep ini dianggap dapat mengurangi kemungkinan terjadinya kelongsoran karena timbunan digantikan dengan struktur beton yang beratnya lebih ringan. Sebagai contoh, pada suatu area tertentu memiliki timbunan dengan tinggi 10 meter. Tetapi 5 meter timbunan akan digantikan oleh struktur *Slab Column Slab*. Struktur *slab columb slab* dengan denah tampak atas sesuai **Gambar 2.15**. Apabila dilihat dari tampak atas, yang terlihat adalah denah kolom.

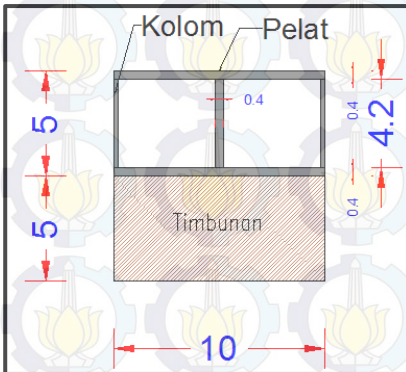


**Gambar 2.15** Tampak atas denah *Slab Column Slab*

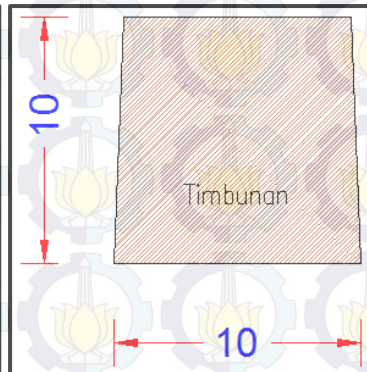
Pada **Gambar 2.15**, jarak antar kolom dimisalkan 5 meter. Untuk membandingkan berapa berat timbunan dengan berat struktur *Slab Column Slab*, maka hanya ditinjau untuk lokasi seluas  $10 \times 10 \text{ m}^2$  saja sesuai dengan arsiran pada **Gambar 2.16**. Potongan melintang dari lokasi yang ditinjau dapat dilihat pada **Gambar 2.17**.



**Gambar 2.16** Lokasi yang ditinjau



**Gambar 2.17** Potongan A-A



**Gambar 2.18** Timbunan penuh



Spesifikasi kolom dan pelat yang digunakan adalah sebagai berikut :

Tebal pelat atas dan bawah : 0,4 m

Dimensi kolom : 0,4 x 0,4 x 4,2 m<sup>3</sup>

Dari permasalahan dimensi tersebut, maka dapat dihitung bagaimana perbandingan berat antara alternatif yang keseluruhannya menggunakan timbunan dan alternatif *slab column slab* (Gambar 2.17) ini :

- **Alternatif Slab Column Slab**

Volume plat : 2 x tebal x luas  
: 2x0,4x10x10 = 80 m<sup>3</sup>

Volume kolom : Volume x jumlah  
: 0,4x0,4x4,2 x 4 = 2,688 m<sup>3</sup>

Vtotal SCS : 82,688 m<sup>3</sup>

Berat SCS : Vtotal x  $\gamma$ beton  
: 82,688 x 2,4 t/m<sup>3</sup> = 189,45 ton

- **Alternatif Timbunan**

Vtimbunan : p x l x t  
: 10 x 10 x 5 = 500 m<sup>3</sup>

Berat timbunan : Vtimb x  $\gamma$ timb  
: 500 x 1,9 t/m<sup>3</sup> = 950 ton

Dari perhitungan diatas didapatkan selisih berat antara timbunan dengan stuktur *slab column slab*. Dimana *slab column slab* memiliki berat jauh lebih ringan dari pada timbunan dengan selisih 760,55 ton.

## 2.7 Pile Slab

*Pile slab* adalah sebuah alternatif berupa struktur dengan slab/pelat sebagai penyalur beban utama, pelatnya sendiri disangga oleh pile sebagai kolom sekaligus pondasi. Konsep ini sudah sering diterapkan, dimana slab pada struktur ini bertugas menerima beban dari luar seperti kendaraan dll, kemudian disalurkan ke tiang pancang. Kedalaman dari tiang pancang inilah yang direncanakan. Tiang pancang bisa direncanakan hingga kedalaman tanah keras atau tidak (mengandalkan gesekan

selimut). Hal ini bisa ditentukan tergantung bagaimana kondisi tanah dilapangan. Untuk perhitungannya sama dengan konsep perencanaan pondasi tiang pancang pada **Sub Bab 2.6**.

Peraturan yang digunakan dalam menentukan kombinasi beban yang diterima oleh struktur tersebut adalah mengacu pada Standar peraturan pembebanan untuk jembatan SNI T 02-2005. Pada peraturan tersebut terdapat kombinasi pembebanan dalam untuk mendapatkan tahanan layan suatu tiang (Gambar 2.19).

**Tabel 2.2** Kombinasi pembebanan

Aksi	Kombinasi No.						
	1	2	3	4	5	6	7
Aksi tetap	X	X	X	X	X	X	X
Beban lalu lintas	X	X	X	X	-	-	X
Pengaruh temperatur	-	X	-	X	-	-	-
Arus/hanyutan/hidro/daya apung	X	X	X	X	X	-	-
Beban angin	-	-	X	X	-	-	-
Pengaruh gempa	-	-	-	-	X	-	-
Beban tumbukan	-	-	-	-	-	-	X
Beban pelaksanaan	-	-	-	-	-	X	-
Tegangan berlebihan yang diperbolehkan $r_{os}$	nil	25%	25%	40%	50%	30%	50%

## 2.8 Teori Pemampatan

Pemampatan (*settlement*) pada tanah dasar akan terjadi apabila tanah dasar tersebut menerima penambahan beban di atasnya. Pemampatan tersebut disebabkan oleh adanya deformasi partikel tanah, relokasi partikel, keluarnya air atau udara dari dalam pori, dan sebab-sebab lain. Pada umumnya, pemampatan pada tanah yang disebabkan oleh pembebanan dapat dibagi dalam dua kelompok besar yaitu:

1. Pemampatan segera/ *immediate settlement*, merupakan pemampatan akibat perubahan elastis dari tanah kering, basah, dan jenuh air, tanpa adanya perubahan kadar air. Perhitungan *immediate settlement* ini umumnya didasarkan pada teori elastisitas.
2. Pemampatan konsolidasi/ *consolidation settlement*, merupakan pemampatan yang disebabkan oleh keluarnya air dari pori-pori di dalam tanah. Penurunan konsolidasi dibagi lagi menjadi dua bagian, yaitu: konsolidasi primer dan

konsolidasi sekunder.

Besarnya amplitudo/ penurunan tanah total menurut Das (1985) adalah:

$$S_t = S_i + S_{cp} + S_{cs} + S_{lat} \quad (2.32)$$

Keterangan :

$S_t$  = total *settlement*

$S_i$  = *immediate settlement*

$S_{cp}$  = *consolidation primer settlement*

$S_{cs}$  = *consolidation secondary settlement*

$S_{lat}$  = *settlement* akibat pergerakan tanah arah lateral.

### 2.8.1. Pemampatan Konsolidasi/ *Consolidation Settlement* ( $S_c$ )

Pemampatan konsolidasi masih dapat dibagi lagi menjadi dua, yakni:

1. Penurunan akibat konsolidasi primer/ *consolidation primer settlement* ( $S_{cp}$ ), merupakan pemampatan akibat perubahan volume tanah jenuh air sebagai akibat dari keluarnya air dari pori-pori tanah.
2. Penurunan akibat konsolidasi sekunder/ *consolidation secondary settlement* ( $S_{cs}$ ), merupakan pemampatan yang diakibatkan oleh adanya penyesuaian yang bersifat plastis dari butir-butir tanah.

Menurut Wahyudi (1997), besarnya amplitudo penurunan tanah akibat konsolidasi primer tergantung dari kondisi sejarah tanahnya, yaitu *normally consolidated* (NC) atau *overconsolidated* (OC). Berikut rumus-rumus mencari besar pemampatan akibat konsolidasi primer:

- Untuk tanah terkonsolidasi normal (NC-soil)

$$S_c = \frac{C_c \times H}{1 + e_o} \log \left( \frac{p_o' + \Delta p}{p_o'} \right) \quad (2.33)$$

- Untuk tanah terkonsolidasi lebih (OC-soil)

$$\text{Bila } (p_o' + \Delta p) \leq p_o' \quad (2.34)$$

$$\text{Bila } (p_o' + \Delta p) > p_o' \quad (2.35)$$

Keterangan :

$S_c$  = pemampatan konsolidasi pada lapisan tanah yang ditinjau



- $H$  = tebal lapisan tanah *compressible*  
 $e_0$  = angka pori awal (*initial void ratio*)  
 $C_c$  = indeks kompresi  
 $C_s$  = indeks mengembang  
 $\Delta p$  = beban surcharge/ penambahan tegangan vertikal di titik yang ditinjau (di tengah-tengah lapisan) akibat penambahan beban  
 $p_0'$  = tekanan tanah vertikal efektif dari suatu titik di tengah-tengah lapisan ke-i akibat beban tanah sendiri di atas titik tersebut di lapangan (*effective overburden pressure*)  
 $p_c'$  = tegangan konsolidasi efektif di masa lampau (*effective past overburden pressure*)

Keterangan tambahan:

Tanah lunak di Indonesia umumnya dapat dianggap sebagai tanah agak terkonsolidasi lebih, dengan harga:

$$p_c = p_0' + f \quad (2.36)$$

Dimana:  $f$  = fluktuasi terbesar muka air tanah

Pada perhitungan perbaikan ini, jenis pemampatan (*settlement*) yang diperhitungkan adalah *consolidation primer settlement*.

### 2.8.2. Parameter Tanah untuk Perhitungan *Consolidation Settlement* ( $S_c$ )

Menurut Wahyudi (1997) berikut adalah cara menentukan parameter-parameter tanah yang akan digunakan dalam perhitungan *consolidation settlement*:

1. Tebal lapisan *compressible*  
 Tebal lapisan *compressible* ( $H$ ) yang diperhitungkan adalah yang masih bisa mengalami konsolidasi primer ( $N-SPT < 10$ ). Karena apabila nilai  $N-SPT > 10$  umumnya dapat dianggap sudah tidak mengalami konsolidasi primer sehingga tidak perlu diperhitungkan lagi sebagai tebal lapisan *compressible* ( $H$ ).
2. Beban atau *surcharge*



*Surcharge* yang dimaksud adalah besarnya beban yang bekerja di atas permukaan tanah asli (*compressible soil*) dalam satuan tegangan. Persamaan yang digunakan adalah:

$$\Delta p = I \times q_0 \quad (2.37)$$

$$q_0 = \gamma_{\text{timbunan}} \times H \quad (2.38)$$

Dimana :

$\Delta p$  = beban *surcharge* yang terjadi

$I$  = koefisien pengaruh beban terhadap titik yang ditinjau

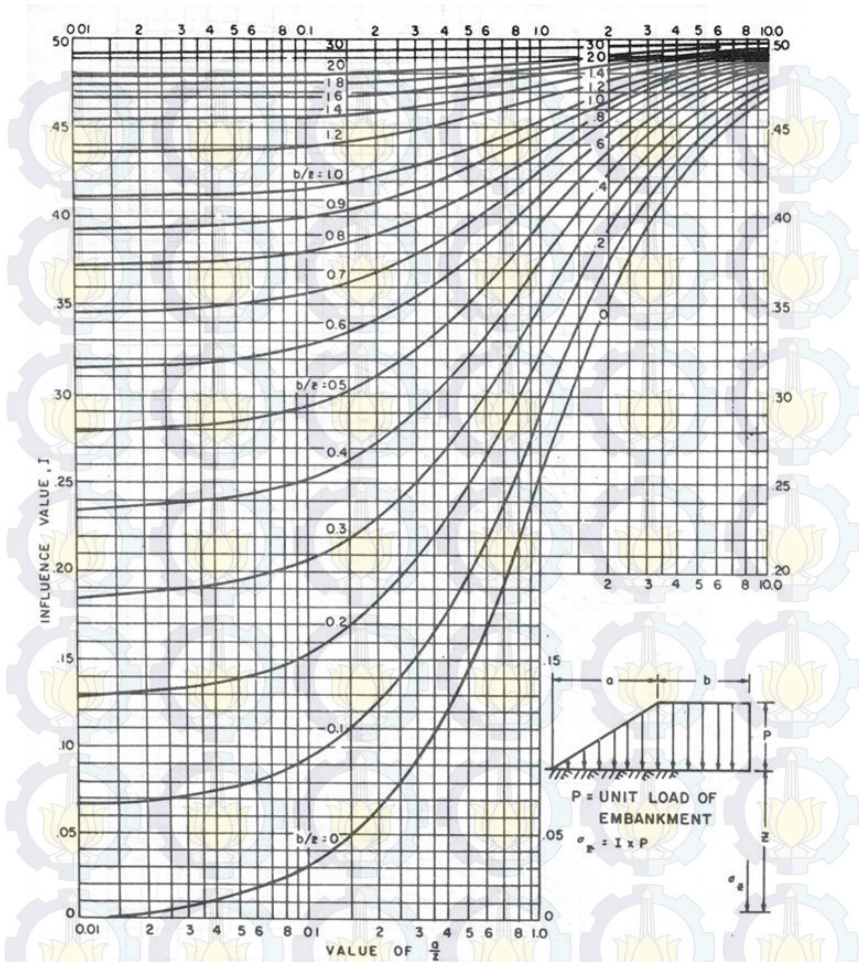
$\gamma_{\text{timbunan}}$  = berat volume *humid* dari tanah timbunan

$H$  = tinggi timbunan

Apabila timbunan terendam air, maka digunakan harga  $\gamma'_{\text{timbunan}}$  efektif ( $\gamma'_{\text{timbunan}}$ ).

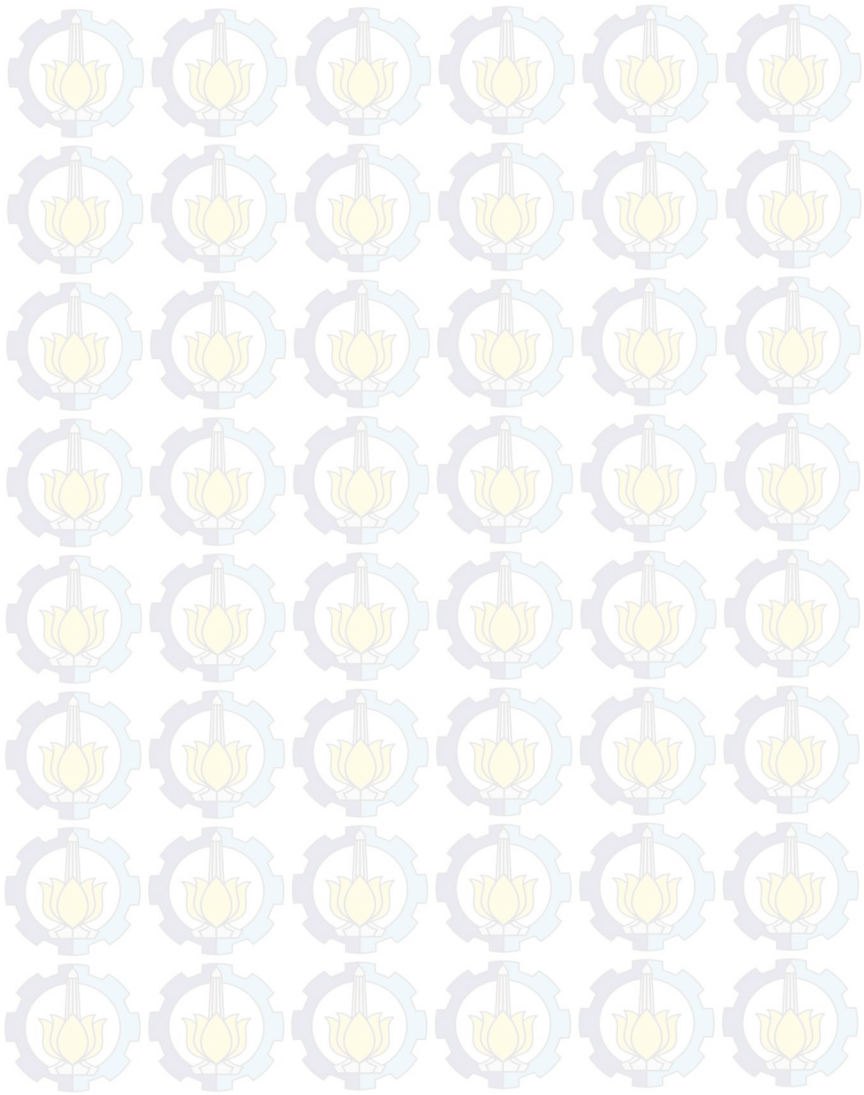
### 3. Koefisien pengaruh $I$

Berdasarkan grafik Osterberg (Gambar 2.19) besarnya nilai koefisien pengaruh  $I$  untuk perhitungan besarnya tegangan vertikal ( $\Delta p$ ) yang diterima oleh suatu titik tinjau tertentu dipengaruhi oleh  $a$ ,  $b$ , dan  $z$  yang merupakan karakteristik geometrik dan bentuk timbunan reklamasi dan kedalaman titik tinjau. Adapun grafik Osterberg tersebut adalah sebagai berikut:



**Gambar 2.19** Grafik Influence Factor  $I$  (NAVFAC DM-7, 1970)  
(Sumber: Mochtar, 2000)

4. *Compressible* dan *Swelling Index*  
Harga *compression index* ( $C_c$ ) dan *swelling index* ( $C_s$ ) diperoleh dari hasil tes laboratorium (*consolidation test*).
5. Angka pori (*initial void ratio*)



dicapai. Dan berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Ardana dan Mochtar (1999) diketahui bahwa ada hubungan antara kekuatan geser *undrained* ( $C_u$ ) dengan tegangan tanah vertikal efektif ( $\sigma_p'$ ). Peningkatan daya dukung tanah akibat pemampatan dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut:

- a. Untuk harga *Plasticity Index*, PI tanah < 120 %

$$C_u \text{ (kg/cm}^2\text{)} = 0,073 + (0,1899 - 0,0016 \text{ PI}) \sigma_p' \quad (2.40)$$

- b. Untuk harga *Plasticity Index*, PI tanah > 120 %

$$C_u \text{ (kg/cm}^2\text{)} = 0,073 + (0,0454 - 0,00004 \text{ PI}) \sigma_p' \quad (2.41)$$

Dimana harga  $\sigma_p'$  dalam  $\text{kg/cm}^2$

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

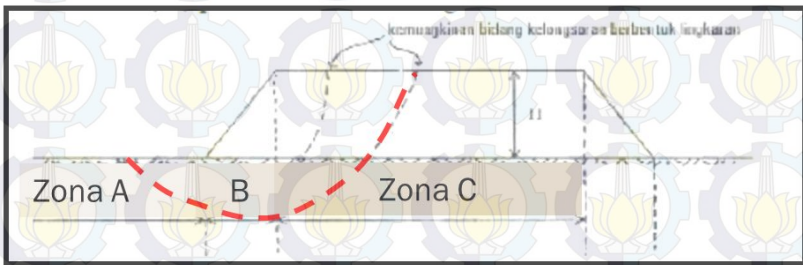
$$\sigma_p' = \left( \frac{p_0' + \Delta p}{p_0'} \right)^U p_0' \quad (2.42)$$

Bila :  $U = 100\% = 1$  , maka  $\sigma_p' = p_0' + \Delta p$

$U < 100\%$ , maka  $\sigma_p' < p_0' + \Delta p$

### 2.9.2 Zona kohesi Undrained ( $C_u$ )

Dengan menggunakan program bantu XSTABL, dapat menghitung stabilitas timbunan dengan asumsi kondisi kohesi *undrained* ( $C_u$ ) pada tanah dasar sebagai berikut :



**Gambar 2.21** Pembagian Zona Kekuatan Tanah



(Sumber: Mochtar, 2011)

Zona A = Tanah dalam kondisi masih asli

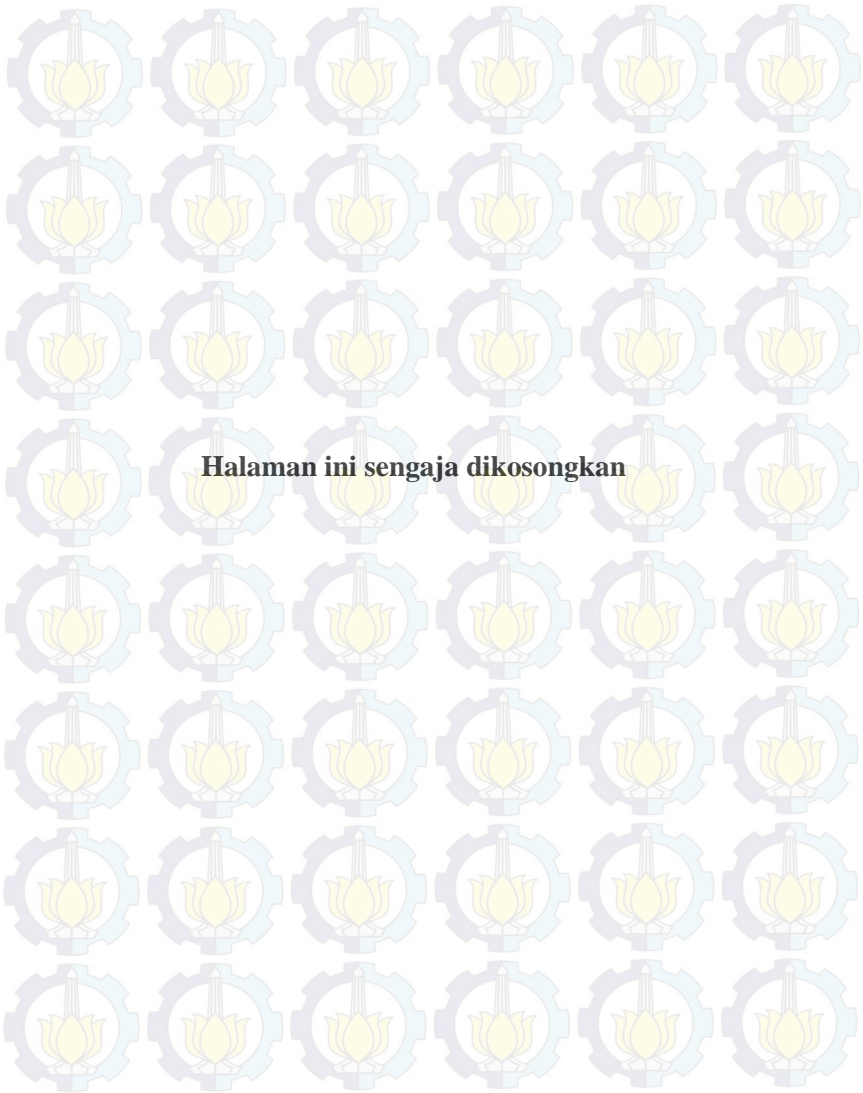
$$C_u = C_u \text{ asli}$$

Zona B = Zona transisi

$$C_u = \frac{C_{uA} + C_{uC}}{2} \quad (2.43)$$

Zona C = Tanah terkonsolidasi di bawah timbunan H.

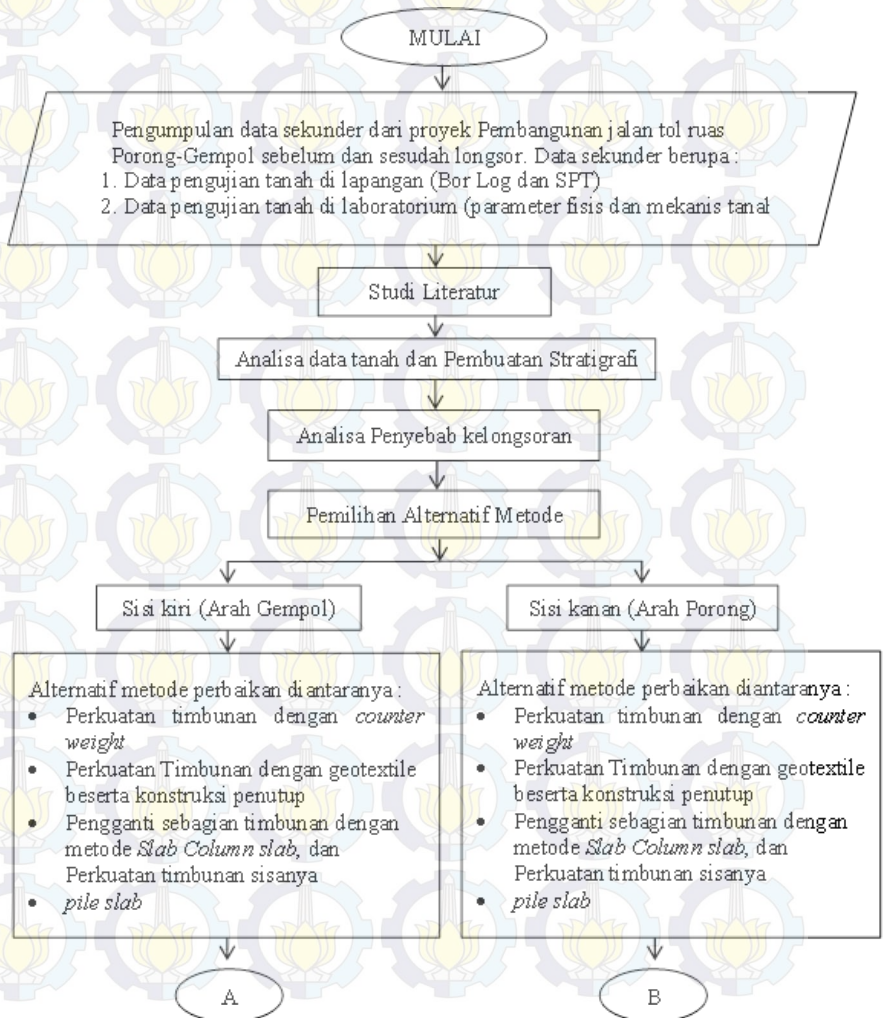


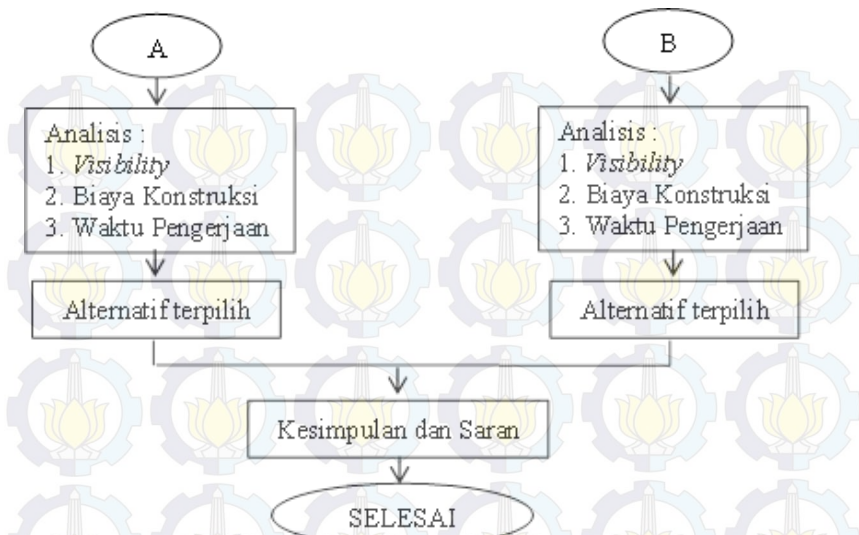


## BAB III METODOLOGI PENELITIAN

### 3.1 Bagan Alir

Berikut ini merupakan diagram alir tugas akhir ini :





**Gambar 3.1.** Diagram Alir

### 3.2 Studi Literatur

Adapun bahan studi yang akan dipakai dalam analisa penyebab dan perencanaan perbaikan kelongsoran ini adalah :

- a. Analisa Parameter Tanah
- b. Teori Kelongsoran
- c. Konsep perencanaan pondasi tiang pancang
- d. Konsep perencanaan *counterweight*
- e. Konsep perkuatan timbunan dengan Geotextile
- f. Konsep perencanaan *Slab Column Slab*
- g. Konsep *Sheet pile* sebagai cerucuk
- h. Konsep *Pile slab*

### 3.3 Pengumpulan dan Analisa Data

Data-data yang dipakai dalam perencanaan ini adalah data sekunder yang meliputi :

- a. Denah lokasi, denah pekerjaan timbunan, denah kelongsoran.



Denah lokasi perlu diketahui agar bisa mengetahui dimana posisi proyek yang ditinjau, begitu juga dengan denah pekerjaan timbunan. Kemudian denah kelongsoran digunakan mengetahui area mana saja yang longsor dan untuk menganalisa tipe dan penyebab kelongsoran.

b. Data tanah, mencakup :

- Pengujian tanah dilapangan *Bor log* dan *Cone Penetration Test (CPT)*

Dibutuhkan data pengujian tanah *Bor log* baik sebelum maupun setelah longsor. Data tanah tersebut untuk mengetahui bagaimana jenis dan seperti apa tanah yang ada di lapangan. Data tanah sebelum dan sesudah terjadi longsor dibandingkan untuk investigasi penyebab kelongsoran. Selain itu, data tanah sesudah longsor digunakan untuk merencanakan perbaikan seperti perencanaan pondasi tiang pancang.

- Sifat Fisis Tanah

Sifat fisis tanah digunakan untuk input ke program *xstabl* dalam analisa longsor *internal* maupun *overal*.

- Statigrafi tanah

Pembuatan statigrafi tanah bertujuan untuk mengetahui bagaimana persebaran jenis tanah dan data mana saja yang akan digunakan dalam analisa dan perencanaan.

c. Data perencanaan pekerjaan timbunan

Data perencanaan pekerjaan timbunan digunakan untuk menganalisa penyebab longsor yang terjadi dan untuk merencanakan perbaikan yang akan dilakukan.

### **3.4 Analisa penyebab kelongsoran**

Berdasar data sekunder dan pengamatan langsung di lapangan dapat dilakukan analisis dengan literatur yang ada untuk menentukan penyebab kelongsoran yang terjadi.

### **3.5 Alternatif-alternatif penanggulangan kelongsoran**

Alternatif yang dimungkinkan untuk diterapkan dalam kondisi di lapangan berdasar hasil analisis penyebab kelongsoran. Analisa perbaikan yang dilakukan antara sisi kiri dan sisi kanan ada kemungkinan berbeda. Berikut adalah alternatif-alternatif perbaikan :

1. Alternatif 1 (Perkuatan timbunan dengan *counterweight*)  
*conterweight* dibelakang *retaining wall* yang akan memberikan gaya pasif, sehingga perlu dilakukan perhitungan perencanaan. Diantaranya sebagai berikut :
  - Dimensi (Tinggi) *counterweight* dengan metode *trial and eror*
  - Pemilihan dimensi yang optimal
2. Alternatif 2 (Perkuatan Timbunan dengan *geotextile* beserta konstruksi penutup)  
Timbunan diperkuat dengan menggunakan *geotextile*, sehingga gaya lateral akibat timbunan akan diterima oleh *geotextile*. Untuk tanah dasar dilakukan perkuatan menggunakan sheet pile sebagai cerucuk. Berikut ini adalah perencanaan yang akan dibutuhkan :  
Perkuatan menggunakan *geotextile*
  - Merencanakan jumlah lembar *geotextile* yang dibutuhkan
  - Menghitung panjang *geotextile* yang dibutuhkan
3. Alternatif 3 (Pengganti timbunan dengan metode *Slab Column slab*)  
*Slab column slab* adalah sebuah alternatif dengan mengganti sebagian dari total tinggi timbunan dengan sebuah struktur yang terdiri dari kolom dan pelat. Sehingga Apabila sisi kiri digunakan alternatif ini, maka sisi kanan juga. *Slab column slab* dapat memberi kekuatan terhadap overall dan internal stability.
  - tinggi timbunan yang di ganti dengan *slab column slab*
  - Dimensi kolom, pelat atas dan pelat bawah yang digunakan
  - Selain merencanakan slab column slab juga direncanakan konstruksi Perkuatan sebagian timbunan sisanya.

#### 4. Alternatif 4 (*Pile slab*)

*Pile slab* adalah salah satu alternatif yang menggati timbunan secara keseluruhan dengan *pile* (tiang) dan *slab* (tiang). Sehingga apabila pada sisi kiri digunakan alternatif ini, maka sisi kanan juga akan diterapkan alternatif ini. Berikut ini adalah perencanaan yang dibutuhkan :

- Diameter *pile* yang digunakan
- Kedalaman *Pile* yang digunakan

#### 3.6 Membandingkan alternatif-alternatif yang ada

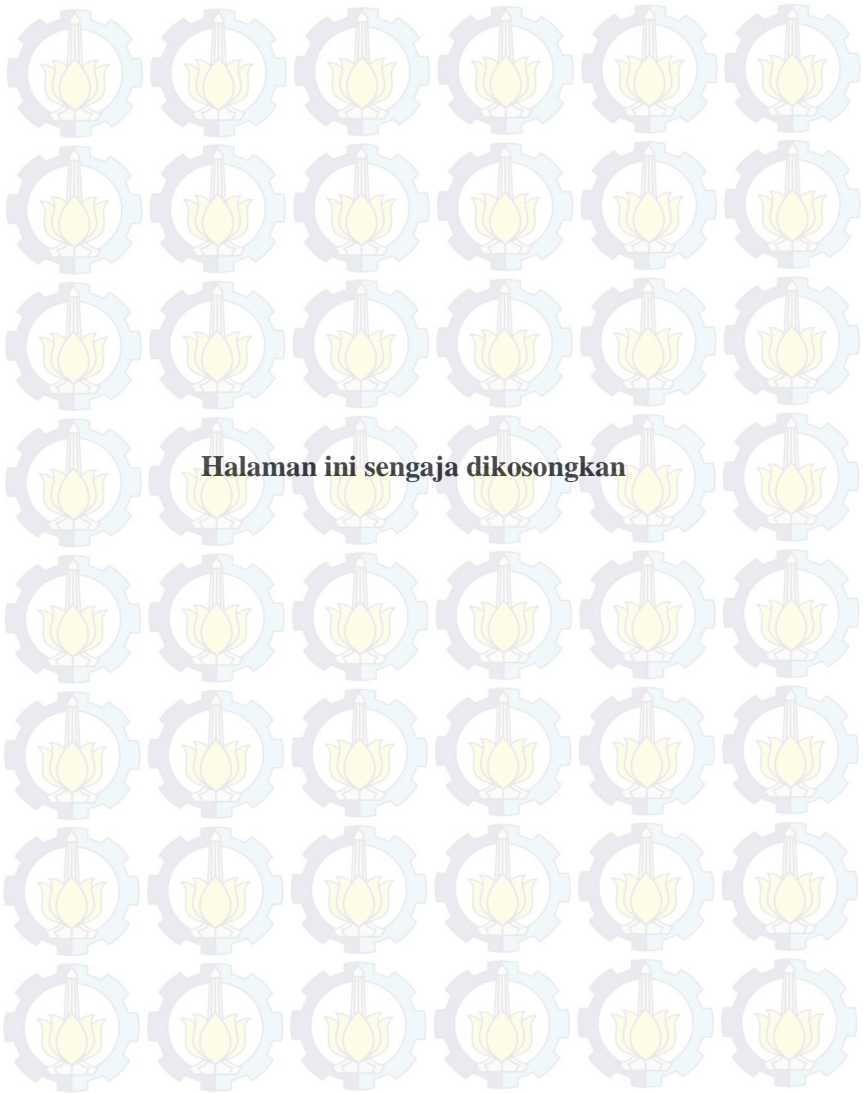
Membandingkan biaya, waktu pengerjaan dan kemudahan pengerjaan dari setiap alternatif yang ada.

#### 3.7 Menentukan alternatif yang tepat

Mendapatkan alternatif yang paling optimal untuk perbaikan jangka pendek maupun jangka panjang berdasarkan analisis yang telah dilakukan.

#### 3.8 Kesimpulan dan saran

Setelah analisis penyebab kelongsoran, maka dapat disimpulkan penyebab dari kelongsoran di lokasi tugas akhir dan alternatif perbaikan mana yang paling optimal untuk jangka pendek maupun jangka panjang.





#### 4.2.2.3. Konsistensi tanah Potongan II-II

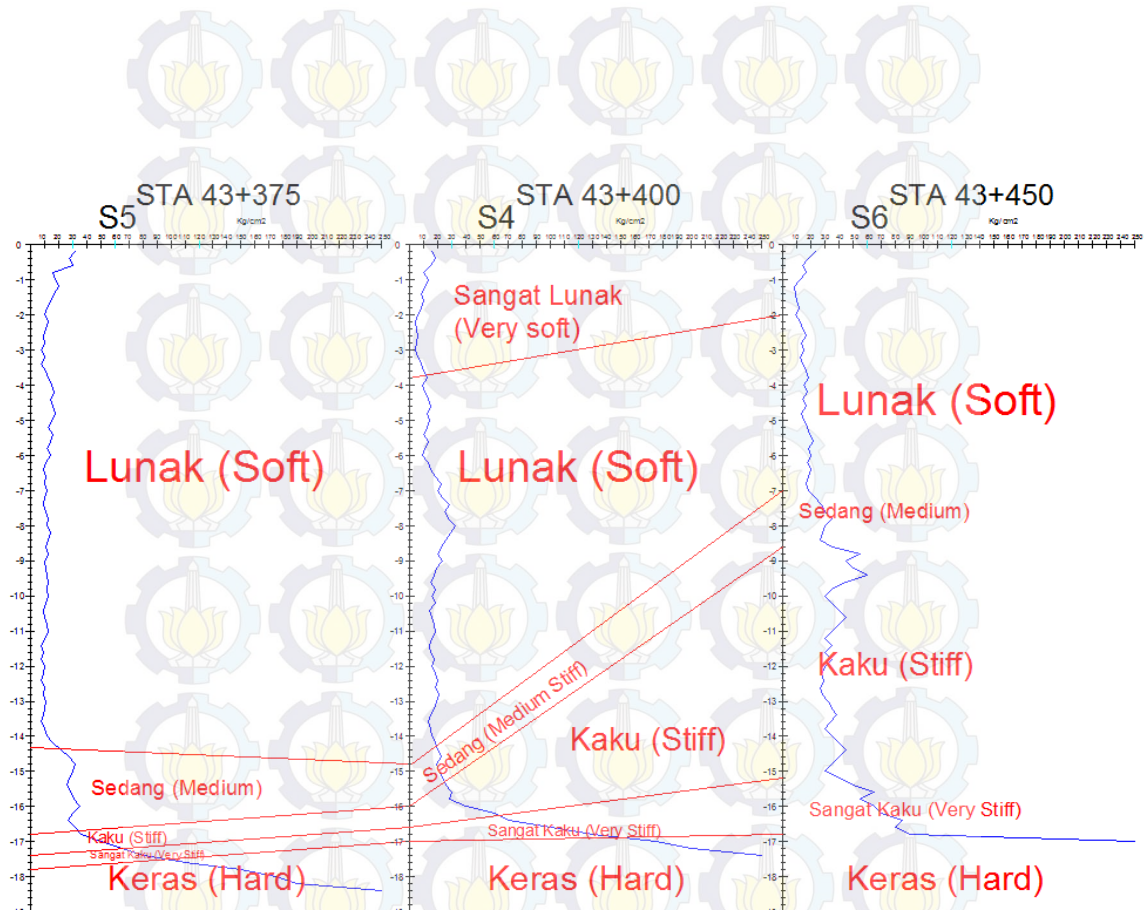
Potongan II-II (Gambar 4.3) untuk mengetahui bagaimana persebaran tanah di sisi kanan lokasi proyek. Pada potongan II-II terdapat 3 titik sondir yang berbeda. Diantaranya yaitu : S-5, S-4, dan S-6.

Hasil korelasi nilai sondir terhadap kosistensi tanah dapat dilihat pada **Gambar 4.5**. Untuk lebih rincinya bagaimana konsistensi tanah pada setiap titik di sisi kanan pada setiap kedalaman dapat dilihat pada tabel berikut :

**Tabel 4.9** Rekap karakteristik tanah pada pot II-II

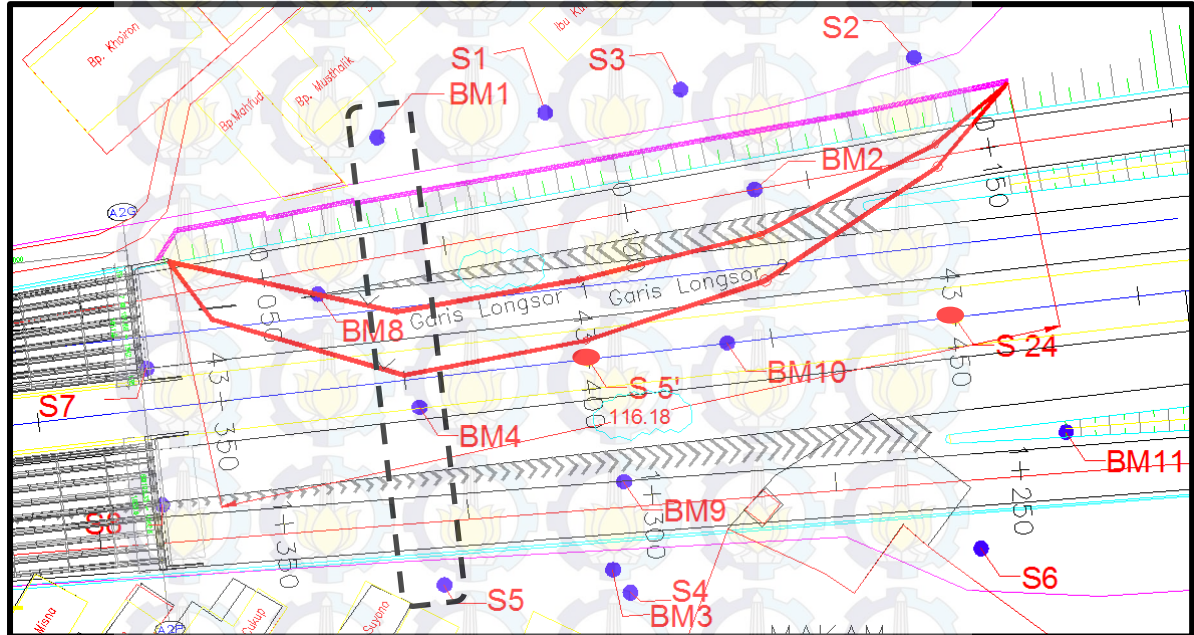
Sta	Sta 43+375	Sta 43+400	Sta 43+450
Jenis Tanah	S 5	S 4	S 6
Sangat lunak		0.0-3.8 m	0.0-2.0 m
Lunak	0.0-14.3 m	3.8-14.8 m	2.0-7.0 m
Sedang	14.3-16.8 m	14.8-16.0 m	7.0-8.6 m
Kaku	16.8-17.4 m	16.0-16.6 m	8.6-15.2 m
Sangat kaku	17.4-17.8 m	16.6-17.0 m	15.2-16.8 m
Keras	> 17.8 m	> 17.0 m	> 16.8 m

Kedalaman tanah pada **Tabel 4.9** diukur dari dasar timbunan. Dari **Tabel 4.9** dapat diketahui bahwa antara Sta 43+375 hingga Sta 43+450 rata rata memiliki tanah keras pada kedalaman > 17 meter. Karakteristik tanah Antara Sta 43+375 (S-5) dan Sta 43+400 (S-4) hampir sama, berbeda dengan data tanah pada Sta 43+450 (S-6). Pada Sta 43+450 (S-6) karakteristik tanahnya lebih bagus. Seperti pada **Gambar 4.5**, bahwa pada Sta 43+450 (S-6) memiliki tanah kaku mulai kedalaman 9 meter, padahal pada Sta 43+375 (S-5) dan Sta 43+450 (S-4) rata-rata pada kedalaman 17 meter.

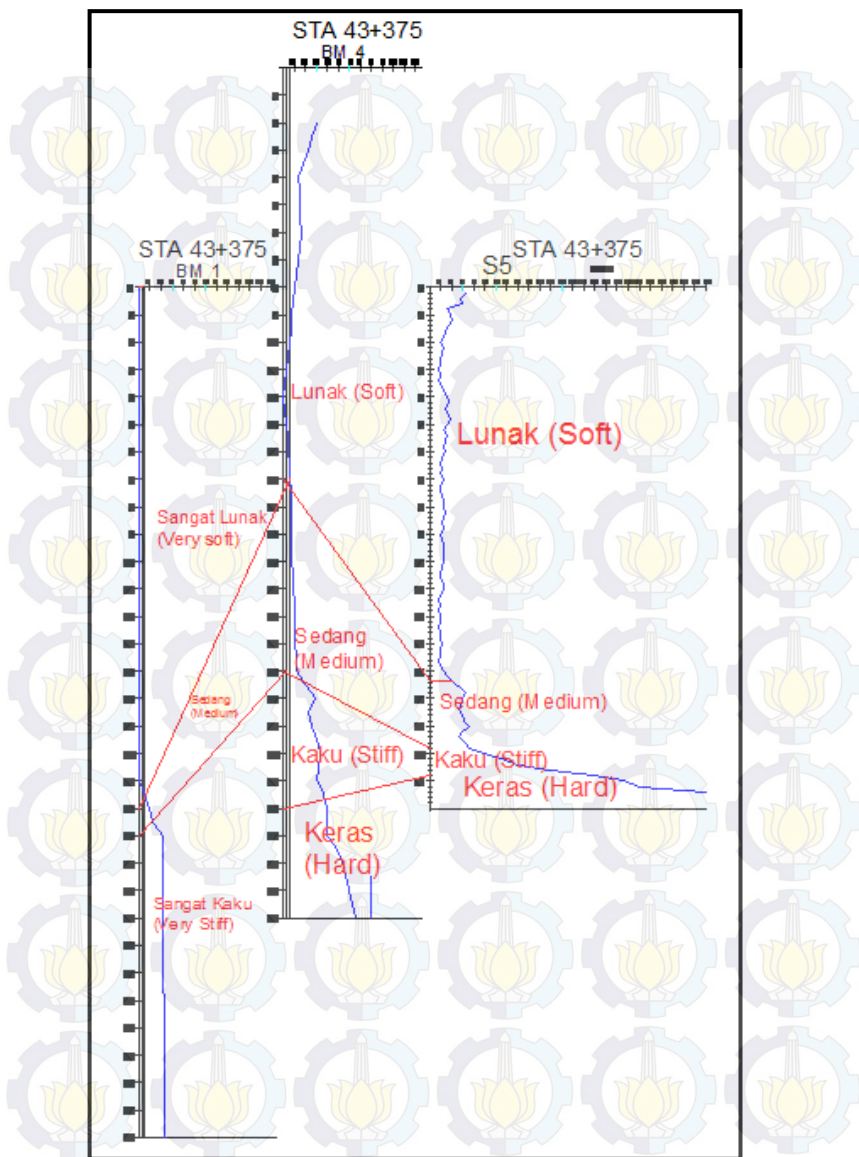


**Gambar 4.5** Karakteristik tanah pada potongan II-II

#### 4.2.2.4. Konsistensi tanah Sta 43+375



Gambar 4.6 Titik pada Sta 43+375



**Gambar 4.7** Konsistensi tanah pada Sta 43+375



Selain harus mengetahui bagaimana konsistensi tanah di sisi kiri dan di sisi kanan, perlu diketahui juga bagaimana konsistensi tanah antara sisi kiri, sisi kanan dan sisi tengah pada Sta yang sama. Hal ini untuk menunjang pembahasan pada bab selanjutnya mengenai analisa penyebab kelongsoran.

Pada potongan Sta 43+375 terdapat 3 titik yang berbeda (Gambar 4.6). Diantaranya yaitu :

- 2 data N-SPT : BM-1 dan BM-4
- 3 data sondir : S-5

Data BM-1 mewakili sisi kiri, data BM-4 mewakili sisi tengah dan data S-5 mewakili sisi kanan. Pengambilan data BM-4 dilakukan diatas timbunan, sehingga data tanah pada BM-4 diukur dari muka timbunan, yaitu pada elevasi +9 meter dari tanah dasar.

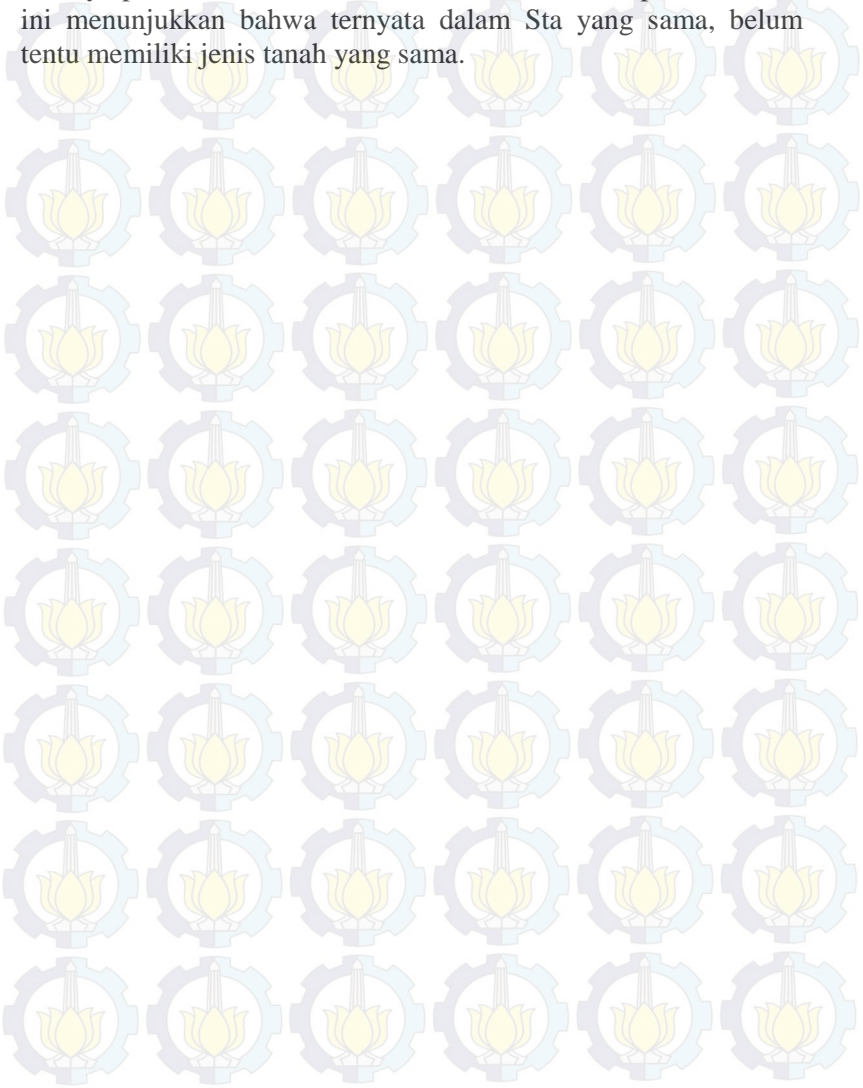
Analisa yang dilakukan pada ke-3 data tersebut menunjukkan bagaimana konsistensi tanah pada Sta 43+375 (Gambar 4.7). Untuk lebih rincinya bagaimana konsistensi tanah setiap titik di Sta yang sama pada setiap kedalaman dapat dilihat pada tabel berikut :

**Tabel 4.10** Rekap karakteristik tanah pada Sta 43+375

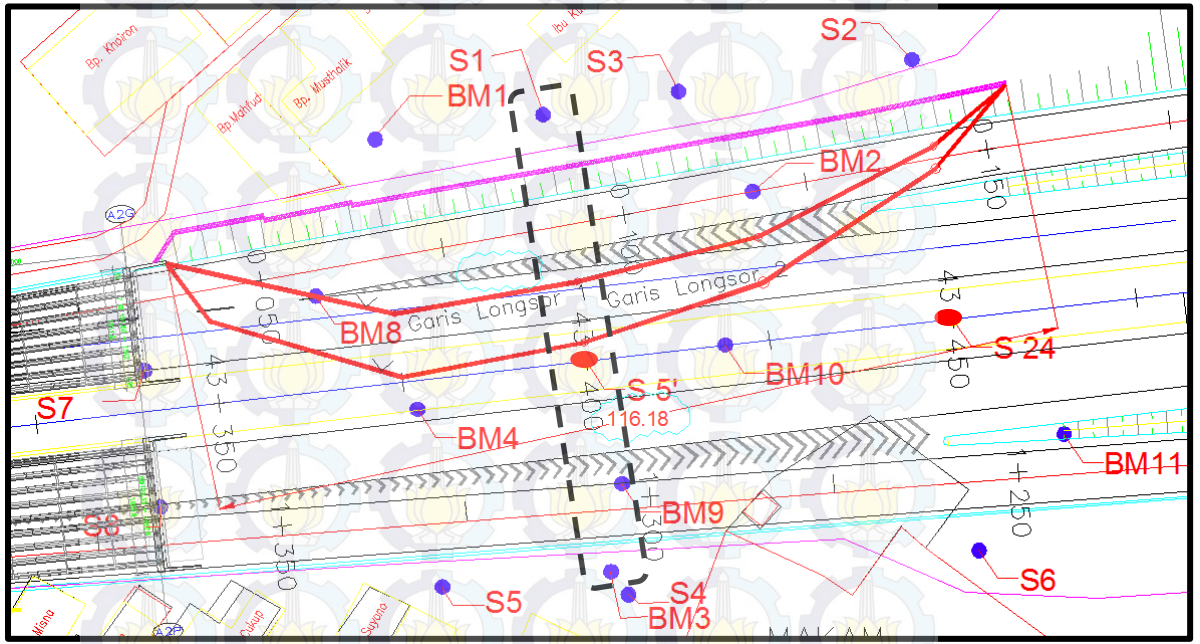
Sta	Sta 43+375	Sta 43+375	Sta 43+375
Jenis Tanah	BM 1	BM 4	S 5
Sangat lunak	0.0-18.0 m	2.0-7.5 m	
Lunak	18.0-19.0 m	7.5.0-14.0 m	0.0-14.2 m
Sedang	19.0-20.0 m	14.0-14.5 m	14.2-16.8 m
Kaku		14.5-21.0 m	16.8-17.8 m
Sangat kaku	> 20.0 m	> 21.0 m	15.2-16.8 m
Keras			> 17.8 m

Kedalaman tanah pada **Tabel 4.10** diukur dari dasar timbunan. Dari Tabel tersebut dapat diketahui bagaimana konsistensi tanah pada Sta 43+375. Untuk tanah jenis sangat lunak-sedang, Sta BM-1 memiliki tanah sangat lunak-sedang yang

paling tebal, yaitu hingga kedalaman 20 meter, padahal pada BM-4 hanya pada kedalaman 14.5 meter dan 16,8 meter pada S-5. Hal ini menunjukkan bahwa ternyata dalam Sta yang sama, belum tentu memiliki jenis tanah yang sama.



### 4.2.2.5. Konsistensi tanah Sta 43+400



Gambar 4.8 Titik pada Sta 43+400

Pada potongan Sta 43+400 terdapat 3 titik yang berbeda (Gambar 4.8). Diantaranya yaitu :

- 3 data sondir : S-1, S-5, dan S-4

Data S-1 mewakili sisi kiri, data S-5 mewakili sisi tengah dan data S-4 mewakili sisi kanan. S-5 adalah data tanah yang diambil sebelum terjadinya longsor, yaitu data tanah yang digunakan untuk merencanakan *retaining wall* dan tiang pancang untuk sisi kiri dan sisi kanan.

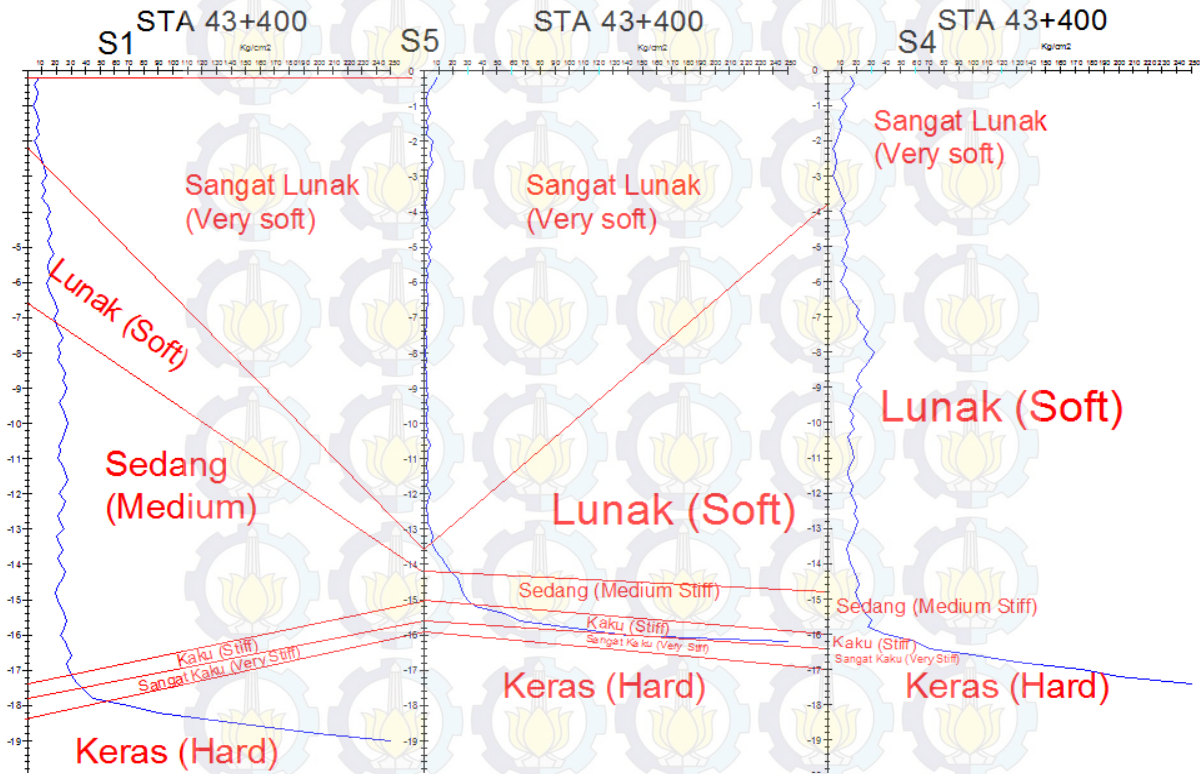
Analisa yang dilakukan pada ke-3 data tersebut menunjukkan bagaimana konsistensi tanah pada Sta 43+400 (Gambar 4.9). Untuk lebih rincinya bagaimana konsistensi tanah setiap titik di Sta yang sama pada setiap kedalaman dapat dilihat pada tabel berikut :

**Tabel 4.11** Rekap karakteristik tanah pada Sta 43+400

Sta	Sta 43+400	Sta 43+400	Sta 43+400
Jenis Tanah	S 1	S 5	S 4
Sangat lunak	0.0-2.2 m	0.0-13.4 m	0.0-3.8 m
Lunak	2.2-6.6 m	13.4-14.2 m	3.8-14.8 m
Sedang	6.6-17.4 m	14.2-15.0 m	14.8-16.0 m
Kaku	17.6-17.8 m	15.0-15.6 m	16.0-16.6 m
Sangat kaku	17.8-18.4 m	15.6-16.0 m	16.6-17.0 m
Keras	> 18.4 m	> 16.0 m	> 17.0 m

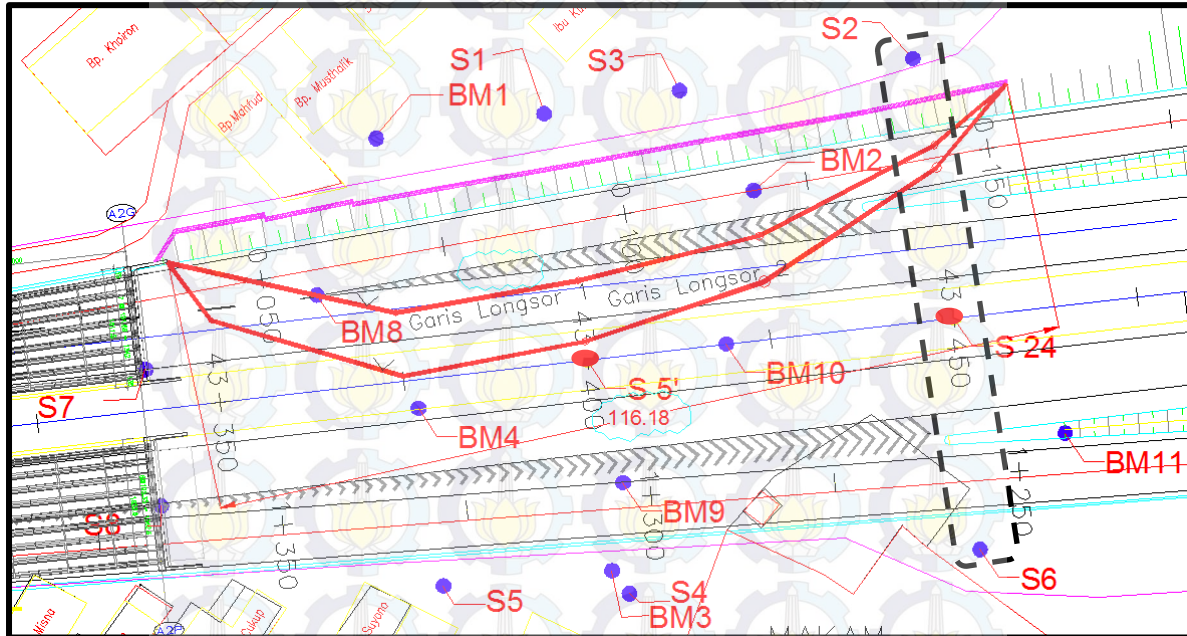
Berdasarkan **Tabel 4.11**, Ternyata pada sisi kiri (S-1) memiliki tanah keras yang paling dalam yaitu pada kedalaman > 18.4 meter, dibandingkan dengan sisi tengah (BM-2) dan sisi kanan (S-5) yang rata-rata >17 meter. Untuk tanah jenis sangat lunak-sedang juga demikian, Sta BM-1 memiliki tanah sangat lunak-sedang yang paling tebal, yaitu hingga kedalaman 17.4 meter, padahal pada S-5 hingga kedalaman 15 meter dan pada S-4 hingga kedalaman 16 meter. Hal ini menunjukkan bahwa ternyata dalam Sta yang sama belum tentu memiliki konsistensi tanah yang sama.





Gambar 4.9 Karakteristik tanah pada Sta 43+400

#### 4.2.2.6. Konsistensi tanah 43+450



Gambar 4.10 Titik pada Sta 43+450

Pada potongan Sta 43+450 terdapat 3 titik yang berbeda (Gambar 4.10). Diantaranya yaitu :

- 3 data sondir : S-2, S-24, dan S-6

Data S-2 mewakili sisi kiri, data S-24 mewakili sisi tengah dan data S-6 mewakili sisi kanan. S-24 adalah data tanah yang diambil sebelum terjadinya longsor, yaitu data tanah yang digunakan untuk merencanakan *retaining wall* dan tiang pancang untuk sisi kiri dan sisi kanan.

Analisa yang dilakukan pada ke-3 data tersebut menunjukkan bagaimana konsistensi tanah pada Sta 43+450 (Gambar 4.11). Untuk lebih rincinya bagaimana konsistensi tanah setiap titik di Sta yang sama pada setiap kedalaman dapat dilihat pada tabel berikut :

**Tabel 4.12** Rekap karakteristik tanah pada Sta 43+450

Sta	Sta 43+450	Sta 43+450	Sta 43+450
Jenis Tanah	S 2	S 24	S 6
Sangat lunak	0.0-3.0 m	0.0-13.8 m	0.0-2.0 m
Lunak	3.0-14.2 m	13.8-14.2 m	2.0-7.0 m
Sedang	14.2-15.2 m	14.2-15.4 m	7.0-8.6 m
Kaku	15.2-16.8 m	15.4-15.6 m	8.6-15.2 m
Sangat kaku	16.8-17.2 m	15.6-16.0 m	15.2-16.8 m
Keras	> 17.2 m	> 16.0 m	> 16.8 m

Berdasarkan **Tabel 4.12**, Ternyata pada sisi kiri (S-2) memiliki tanah keras yang paling dalam yaitu pada kedalaman > 17.2 meter, dibandingkan dengan sisi tengah (S-24) dan sisi kanan (S-6) yang rata-rata >16 meter. Untuk tanah jenis sangat lunak-sedang juga demikian, Sta S-2 memiliki tanah sangat lunak-sedang yang paling tebal, yaitu hingga kedalaman 15.2 meter, pada sisi tengah hingga kedalaman 15.4 meter dan pada sisi kanan hanya 8,6 meter. Hal ini menunjukkan bahwa ternyata dalam Sta, belum tentu memiliki jenis tanah yang sama.





### 4.3 Data Spesifikasi Bahan

#### 4.4.1 Geotextile

Jenis geotekstil yang digunakan pada perencanaan ini adalah Huesker Stablenka dengan *Tensile Strength* 200 kN/m. Spesifikasi selengkapnya bisa dilihat pada **Lampiran 4**.

#### 4.4.2 Slab Column Slab

Slab Column Slab menggunakan konstruksi beton bertulang. Dengan  $\gamma_{\text{beton}} = 2,4 \text{ t/m}^3$ .

#### 4.4.3 Tiang Pancang struktur *pile slab*

Tiang pancang yang digunakan untuk struktur *pile slab* adalah tiang pancang produk Wika dengan diameter 50 cm kelas C dengan kekuatan aksial 169 ton, pada **Lampiran 4**.



**Halaman ini sengaja dikosongkan**

## **BAB IV DATA DAN ANALISA**

### **4.1 Data tanah**

Data tanah yang digunakan dalam Tugas Akhir ini adalah data N-SPT, Sondir dan data laboratorium hasil penyelidikan tanah proyek pembangunan jalan tol ruas Porong-Gempol paket 3B STA 43+340 - STA 43+460 yang dilakukan oleh PT. Waskita karya pada tahun 2012 yang akan dilampirkan pada **Lampiran 1**.

### **4.2 Analisa data tanah**

Analisa data tanah ini untuk mendukung pembahasan bab selanjutnya dalam menganalisa penyebab kelongsoran tanah yang terjadi pada proyek pembangunan jalan tol ruas Porong-Gempol paket 3B STA 43+340 - STA 43+460. Sehingga diperoleh 2 kelompok data tanah dari sekitar lokasi yang mengalami kelongsoran, yaitu data tanah yang diambil sebelum dan data tanah yang diambil sesudah terjadi kelongsoran.

#### **4.2.1 Data tanah sebelum longsor**

Sebelum terjadinya longsor (kondisi awal) telah dilakukan lima titik pengeboran yang berada di proyek pembangunan jalan tol ruas Porong-Gempol paket 3B STA 43+340 - STA 43+460. Ke-lima titik tersebut seperti pada **Tabel 4.1**.

**Tabel 4.1** Rekap data tanah sebelum longsor

No	Sta	Jenis data	Nama
1	Sta 43+325	Data Bor	BM-6
2	Sta 43+350	Data Sondir	S-25
3	Sta 43+400	Data Sondir	S-5
4	Sta 43+450	Data Sondir	S-24
5	Sta 43+500	Data Sondir	S-4

Data tanah di atas adalah data tanah yang diambil di tengah ruas jalan, seperti pada **Gambar 4.1**. Data tanah tersebut digunakan sebagai dasar perencanaan tembok penahan tanah dan pondasi tiang pancang untuk perkuatan timbunan, baik untuk

perkuatan timbunan di sisi kiri (Arah Gempol) maupun untuk perkuatan timbunan di sisi kanan (Arah Porong).

#### 4.2.1.1 $\gamma$ , $\phi$ , dan PI

Untuk input data pada program bantu Stabl dibutuhkan beberapa parameter tanah dasar seperti  $\gamma$  dan  $\phi$ . Berdasarkan tabel korelasi N-SPT J.E. Bowles, 1984 pada **Tabel 4.2**, jenis tanah untuk semua Sta dianggap *cohesive soil* dengan nilai  $\gamma = 17 \text{ KN/m}^3$ . Begitu juga dengan nilai  $\phi$ , hasil analisa ayakan menunjukkan bahwa komposisi tanah dasar adalah dominan lanau dan lempung dengan prosentase pasir <5%. Sedangkan pada analisa Triaxial Unconsolidated Undrained (TXUU), rentang nilai  $\phi$  adalah antara 5-11.8. Input nilai  $\phi$  tanah dasar disesuaikan dengan rentang hasil analisa triaxial. Untuk mengetahui kondisi  $\phi$  yang sesuai dengan kondisi di lapangan, maka dilakukann *trial* nilai  $\phi$ . Sehingga menghasilkan kebutuhan jumlah perkuatan yang mendekati dengan jumlah perkuatan ketika terjadi longsor. Oleh karena itu dicoba 5 nilai  $\phi$ , yaitu  $\phi=0$ ,  $\phi=3$ ,  $\phi=6$ ,  $\phi=9$ ,  $\phi=12$ . Sedangkan untuk nilai PI (Plasticity Index), diasumsikan bahwa semua Sta memiliki nilai PI yang sama yaitu PI = 30.

**Tabel 4.2** N-SPT dan korelasinya (J.E. Bowles, 1984)

		Cohesionless Soil / Sol Pulvérulent				
N	(blows)	0 - 3	4 - 10	11 - 30	31 - 50	> 50
$\gamma$	(KN/m <sup>3</sup> )	12 - 16	14 - 18	16 - 20	18 - 23	> 25
$\phi$	(°)	25 - 32	28 - 36	30 - 40	> 35	
State		Very Loose	Loose	Medium	Dense	Very Dense
Dr	(%)	0 - 15	15 - 35	35 - 65	65 - 85	85 - 100
		Cohesive Soil / Sol Cohérent				
N	(blows)	< 4	4 - 6	6 - 15	16 - 25	> 25
$\gamma$	(KN/m <sup>3</sup> )	14 - 18	16 - 18	16 - 18	16 - 20	> 20
qu	(kPa)	< 25	20 - 50	30 - 60	40 - 200	> 100
Consistency		Very Soft	Soft	Medium	Stiff	Hard

#### 4.2.1.2 Konsistensi tanah

Data tanah hasil pengeboran dianalisa menggunakan tabel korelasi pada **Tabel 4.2** dengan melihat nilai N-SPT terkoreksi atau tahanan konus untuk mendapatkan konsistensi tanah.



Sehingga dapat diketahui bagaimana konsistensi tanah pada lokasi proyek yang digunakan dalam perencanaan.

**Tabel 4.3** Korelasi N-SPT dan Conus dengan Karakteristik Tanah

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 – 5.0	5 – 10	20 – 40	2000 – 4000
Kaku (stiff)	50 – 100	5.0 – 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: revised.2012)

Dari ke 5 data tanah yang diambil sebelum longsor, terdapat satu data tanah nilai N-SPT. Sebelum dilakukan stratigrafi, nilai N-SPT terlebih dahulu dikoreksi berdasarkan jenis tanah dan tegangan over burdent. Hasil koreksi dapat dilihat pada **Tabel 4.4**.

**Tabel 4.4** Nila N koreksi data tanah BM-6

(m)	Nspt	L/P	N	N	N1	$\gamma_{sat}$	$\gamma'$	$p_o$	N Corr	2N	N Corr
			15+..	0,6 N		(t/m <sup>3</sup> )	(t/m <sup>3</sup> )	(ton/m <sup>2</sup> )			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
0	0	l	0	0	0	1.7	0.7	0	0	0	0
0.5	1	L	1	1	0	1.7	0.7	0.2	3.74	2	2
1	2	L	2	2	1	1.7	0.7	0.5	6.61	4	4
1.5	3	L	3	3	2	1.7	0.7	0.9	8.89	6	6
2	4	L	4	4	3	1.7	0.7	1.2	10.74	8	8
2.5	3.5	L	3.5	3.5	4	1.7	0.7	1.6	8.59	7	7

	Nspt	L/P	N	N	N1	$\gamma_{sat}$	$\gamma'$	$p_o$	N	2N	N Corr
(m)			15+..	0,6 N		(t/m <sup>3</sup> )	(t/m <sup>3</sup> )	(ton/m <sup>2</sup> )	Corr		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
3	3	L	3	3	4	1.7	0.7	1.9	6.78	6	6
3.5	2.5	L	2.5	2.5	3	1.7	0.7	2.3	5.24	5	5
4	2	L	2	2	3	1.7	0.7	2.6	3.9	4	3.9
4.5	2	L	2	2	2	1.7	0.7	3	3.65	4	3.7
5	2	L	2	2	2	1.7	0.7	3.3	3.43	4	3.4
5.5	1	L	1	1	2	1.7	0.7	3.7	1.62	2	1.6
6	1	L	1	1	1	1.7	0.7	4	1.53	2	1.5
6.5	1.5	L	1.5	1.5	1	1.7	0.7	4.4	2.18	3	2.2
7	2	L	2	2	2	1.7	0.7	4.7	2.77	4	2.8
7.5	2	L	2	2	2	1.7	0.7	5.1	2.64	4	2.6
8	2	L	2	2	2	1.7	0.7	5.4	2.52	4	2.5
8.5	2.25	L	2.25	2.25	2	1.7	0.7	5.8	2.72	4.5	2.7
9	2.5	L	2.5	2.5	2	1.7	0.7	6.1	2.9	5	2.9
9.5	2.75	L	2.75	2.75	3	1.7	0.7	6.5	3.06	5.5	3.1
10	3	L	3	3	3	1.7	0.7	6.8	3.22	6	3.2
10.5	2.5	L	2.5	2.5	3	1.7	0.7	7.2	2.58	5	2.6
11	2	L	2	2	3	1.7	0.7	7.5	2	4	2
11.5	2	L	2	2	2	1.7	0.7	7.9	1.98	4	2
12	2	L	2	2	2	1.7	0.7	8.2	1.96	4	2
12.5	3	L	3	3	2	1.7	0.7	8.6	2.92	6	2.9
13	4	L	4	4	3	1.7	0.7	8.9	3.86	8	3.9
13.5	4	L	4	4	4	1.7	0.7	9.3	3.83	8	3.8
14	4	L	4	4	4	1.7	0.7	9.6	3.8	8	3.8
14.5	10.5	L	10.5	10.5	4	1.7	0.7	10	9.89	21	9.9
15	17	L	17	17	11	1.7	0.7	10.3	15.88	34	15.9

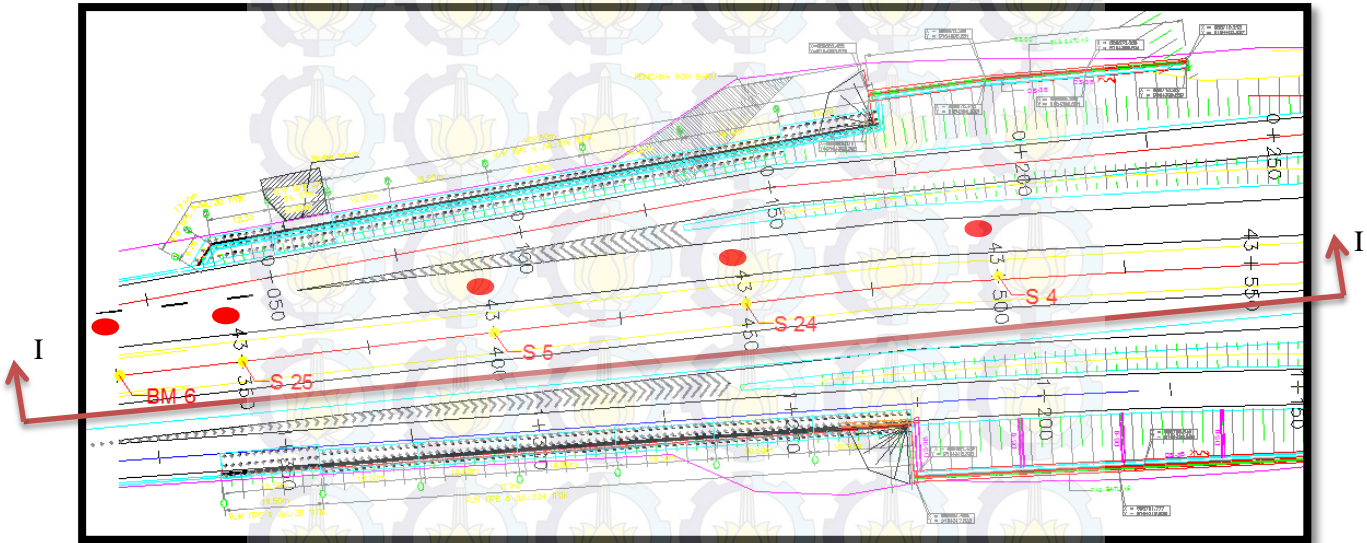
	Nspt	L/P	N	N	N1	$\gamma_{sat}$	$\gamma'$	$p_0$	N Corr	2N	N Corr
(m)			15+..	0,6 N		(t/m <sup>3</sup> )	(t/m <sup>3</sup> )	(ton/m <sup>2</sup> )			
15.5	23.5	L	23.5	23.5	17	1.7	0.7	10.7	21.77	47	21.8
16	30	L	30	30	24	1.7	0.7	11	27.57	60	27.6
16.5	37	L	37	37	30	1.7	0.7	11.4	33.73	74	33.7
17	44	L	44	44	37	1.7	0.7	11.7	39.8	88	39.8
17.5	50	L	50	50	44	1.7	0.7	12.1	44.87	100	44.9
18	56	L	56	56	50	1.7	0.7	12.4	49.86	112	49.9
18.5	56	L	56	56	56	1.7	0.7	12.8	49.48	112	49.5
19	56	L	56	56	56	1.7	0.7	13.1	49.1	112	49.1
19.5	55	L	55	55	56	1.7	0.7	13.5	47.85	110	47.9
20	54	L	54	54	55	1.7	0.7	13.8	46.63	108	46.6
20.5	55	L	55	55	54	1.7	0.7	14.2	47.13	110	47.1
21	56	L	56	56	55	1.7	0.7	14.5	47.63	112	47.6
21.5	58	L	58	58	56	1.7	0.7	14.9	48.97	116	49
22	60	L	60	60	58	1.7	0.7	15.2	50.29	120	50.3
22.5	60	L	60	60	60	1.7	0.7	15.6	49.92	120	49.9
23	60	L	60	60	60	1.7	0.7	15.9	49.56	120	49.6
23.5	60	L	60	60	60	1.7	0.7	16.3	49.21	120	49.2
24	60	L	60	60	60	1.7	0.7	16.6	48.85	120	48.9
24.5	60	L	60	60	60	1.7	0.7	17	48.51	120	48.5
25	60	L	60	60	60	1.7	0.7	17.3	48.17	120	48.2
25.5	60	L	60	60	60	1.7	0.7	17.7	47.83	120	47.8
26	60	L	60	60	60	1.7	0.7	18	47.5	120	47.5
26.5	60	L	60	60	60	1.7	0.7	18.4	47.17	120	47.2
27	60	L	60	60	60	1.7	0.7	18.7	46.85	120	46.9

	Nspt	L/P	N	N	N1	$\gamma_{sat}$	$\gamma'$	$p_o$	N Corr	2N	N Corr
(m)			15+..	0,6 N		(t/m <sup>3</sup> )	(t/m <sup>3</sup> )	(ton/m <sup>2</sup> )			
27.5	60	L	60	60	60	1.7	0.7	19.1	46.53	120	46.5
28	60	L	60	60	60	1.7	0.7	19.4	46.22	120	46.2
28.5	60	L	60	60	60	1.7	0.7	19.8	45.91	120	45.9
29	60	L	60	60	60	1.7	0.7	20.1	45.61	120	45.6
29.5	60	L	60	60	60	1.7	0.7	20.5	45.3	120	45.3
30	60	L	60	60	60	1.7	0.7	20.8	45.01	120	45
30.5	30	L	30	30	60	1.7	0.7	21.2	22.36	60	22.4

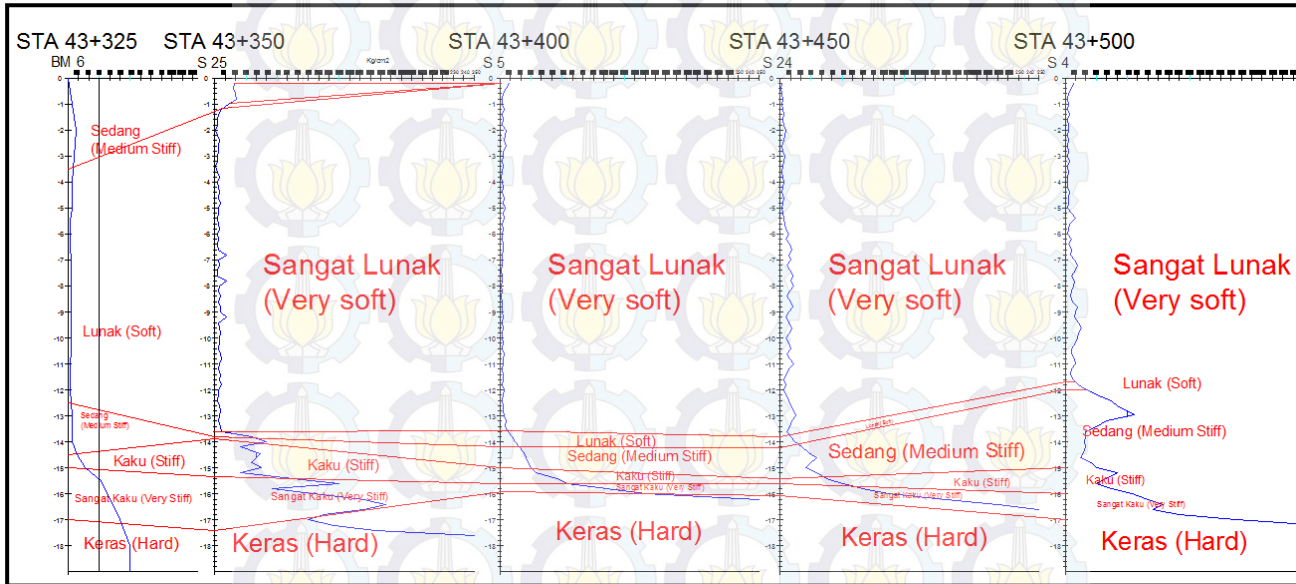
Dari **Tabel 4.4** diperoleh nilai N-koreksi, dimana N-koreksi adalah nilai N yang digunakan dalam bab berikutnya untuk merencanakan perkuatan. Selain itu, nilai N-koreksi ini juga yang digunakan dalam stratigrafi tanah.

Stratigrafi tanah untuk data tanah sebelum longsor dilakukan sesuai dengan 5 titik pada potongan I-I (Gambar 4.1). hasil stratigrafi dapat dilihat pada **Gambar 4.2**.





Gambar 4.1 Lokasi pengambilan data tanah sebelum longsor



Gambar 4.2 Hasil stratigrafi pada potongan I-I

Dari hasil stratigrafi pada **Gambar 4.2** dapat dilihat bagaimana konsistensi lapisan tanah pada masing-masing titik. Dari statigrafi tersebut juga dapat diketahui perkiraan lapisan tanah yang berguna untuk keperluan desain. Selain itu, dapat diketahui lokasi yang memiliki nilai kekuatan terendah dengan kedalaman tanah sangat lunak hingga medium yang paling dalam. Untuk lebih rincinya bagaimana konsistensi masing-masing titik di setiap kedalaman bisa dilihat pada **Tabel 4.5**.

**Tabel 4.5** Rekap karakteristik tanah Sebelum longsor

Sta	Sta 43+325	Sta 43+350	Sta 43+400	Sta 43+450	Sta 43+500
konsistensi tanah	BM 6	S 25	S 5	S 24	S 4
Sangat lunak		1.1-13.6 m	0.0-13.4 m	0.0-13.8 m	0.0-11.6 m
Lunak	3.0-12.5 m	13.6-13.8 m	13.4-14.2 m	13.8-14.2 m	11.6-12.0 m
Sedang	12.5-14.5 m	13.8-13.9 m	14.2-15.0 m	14.2-15.4 m	12.0-15.0 m
Kaku	14.5-15 m	13.9-15.4 m	15.0-15.6 m	15.4-15.6 m	15.0-16.0 m
Sangat kaku	15-17 m	15.4-17.4 m	15.6-16.0 m	15.6-16.0 m	16.0-17.0 m
Keras	> 17 m	> 17.4 m	> 16.0 m	> 16.0 m	> 17.0 m

Berdasarkan **Tabel 4.5**, bahwa karakteristik tanah setiap Sta adalah berbeda-beda. Tetapi kedalaman tanah sangat lunak-sedang rata-rata hingga kedalaman 15 meter dan kedalaman tanah kerasnya rata-rata > 16 meter.

#### 4.2.1.3 Nilai Cu tanah dasar

Untuk input data pada program bantu Stabl dibutuhkan beberapa parameter Cu. Nilai Cu tanah dasar tidak ada dalam lampiran data tanah sekunder, maka nilai Cu dihitung menggunakan rumus empiris. Berikut ini adalah tabel nilai Cu setiap 2 meter hingga kedalaman 16 meter :

**Tabel 4.6** Nilai Cu

Kedalaman (m)	$\sigma'_o$ (t/m <sup>2</sup> )	PI	Cu Lama	
			kg/cm <sup>2</sup>	kpa
0-2	0.70	30	0.084	8.361
2-4	2.10	30	0.103	10.344
4-6	3.50	30	0.123	12.326
6-8	4.90	30	0.143	14.308
8-10	6.30	30	0.163	16.291
10-12	7.70	30	0.183	18.273
12-14	9.10	30	0.203	20.256
14-16	10.50	30	0.222	22.238

Untuk perhitungan lebih lengkap ada pada **lampiran 3**.

#### 4.2.2 Data tanah sesudah longsor

Setelah terjadi kelongsoran pada proyek pembangunan jalan tol ruas Porong-Gempol paket 3B STA 43+340 - STA 43+460. Kemudian dilakukan pengambilan data tanah lagi disekitar lokasi proyek pada 15 titik yang berbeda sesuai pada **Gambar 4.3**. Data tanah setelah longsor akan dilampirkan pada **lampiran 1**.

##### 4.2.2.1 $\gamma$ , $\phi$ , dan PI dan Cu

Nilai  $\gamma$ ,  $\phi$ , dan PI sama dengan data tanah sebelum longsor atau pada **Sub Bab 4.2.1.1**.

Cu tanah dasar sebelum dan sesudah ada beban timbunan akan berbeda. Untuk nilai Cu tanah dasar setelah longsor akan dibahas pada bab selanjutnya.





**Tabel 4.7** Rekap data tanah setelah longsor

No	Sta	Sisi Kiri	Sisi Tengah	Sisi Kanan
1	Sta 43+350	-	S-7	-
2	Sta 43+365	BM-8	-	-
3	Sta 43+375	BM-1	BM4	S-5
4	Sta 43+400	S-1	S 5'	BM-3
5	Sta 43+420	S-3	-	-
6	Sta 43+425	BM-2	-	-
7	Sta 43+450	S-2	S 24	S-6

Perencanaan proyek pada awalnya hanya menggunakan data tanah yang diambil di tengah ruas lokasi proyek. Berdasarkan kerusakan yang terjadi akibat kelongsoran, maka pengambilan data tanah setelah kelongsoran di bagi menjadi 3 lokasi yaitu sisi kiri, sisi tengah dan sisi kanan. Pengambilan tanah tersebut untuk mendukung analisa penyebab kelongsoran pada bab berikutnya.

Pengambilan data tanah setelah longsor pada sisi kiri terdapat 6 titik yang berbeda, pada sisi tengah terdapat 3 titik yang berbeda dan pada sisi kanan terdapat 3 titik yang berbeda. Dalam analisa data setelah longsor juga digunakan data tanah sebelum longsor sebagai pembandingan antara kondisi tanah di sisi kiri, kanan dan tengah. Ke-17 data tanah tersebut dianalisa menggunakan Tabel korelasi pada **Tabel 4.3** dengan melihat nilai N-SPT terkoreksi atau tahanan konus untuk mendapatkan konsistensi tanah. Sehingga dapat diketahui bagaimana konsistensi tanah pada lokasi proyek.

#### 4.2.2.2. Konsistensi tanah Potongan I-I

Potongan I-I (Gambar 4.3) untuk mengetahui bagaimana persebaran tanah di sisi kiri lokasi proyek. Pada potongan I-I terdapat 6 titik yang berbeda. Diantaranya yaitu :

- 3 data N-SPT : BM 8, BM 1, dan BM 2
- 3 data sondir : S 1, S 3, dan S 2

Koreksi nilai NSPT untuk data BM , BM 1 dan BM 2 dapat dilihat pada **lampiran 3**.

2 titik diantara ke 6 titik yaitu BM 8 dan BM 2 pengambilan data tanah dilakukan diatas timbunan, sehingga data tanah yang ada pada BM 8 dan BM 2 adalah diukur dari muka timbunan. BM 8 dan BM 2 terletak pada elevasi +9 meter dari tanah dasar.

Analisa yang dilakukan pada ke-6 data tersebut menunjukkan bagaimana konsistensi tanah pada sisi kiri lokasi proyek (Gambar 4.4). Untuk lebih rincinya bagaimana konsistensi tanah pada setiap titik di sisi kiri pada setiap kedalaman dapat dilihat pada tabel berikut :

**Tabel 4.8** Rekap karakteristik tanah pada pot I-I

Sta	Sta 43+365	Sta 43+375	Sta 43+400	Sta 43+420	Sta 43+425	Sta 43+450
konsistensi tanah	BM 8	BM 1	S 1	S 3	BM 2	S 2
Sangat lunak		0.0-18.0 m	0.0-2.2 m	0.0-2.8 m	2.5-10.0 m	0.0-3.0 m
Lunak		18.0-19.0 m	2.2-6.6 m	2.8-12.0 m	10.0-11.0 m	3.0-14.2 m
Sedang	1.0-9.5 m	19.0-20.0 m	6.6-17.4 m	12.0-16.0 m	11.0-11.5 m	14.2-15.2 m
Kaku	9.5-10.0 m		17.6-17.8 m	16.0-17.3 m	11.5-17.0 m	15.2-16.8 m
Sangat kaku	> 10.0 m	> 20.0 m	17.8-18.4 m	17.3-19.0 m	> 17.0 m	16.8-17.2 m
Keras			> 18.4 m	> 19.0 m		> 17.2 m

Kedalaman tanah pada **Tabel 4.8** diukur dari dasar timbunan. Dari **Tabel 4.8** dapat diketahui bagaimana karakteristik tanah di sisi kiri. Antara Sta 43+365 hingga Sta 43+450 rata-rata memiliki tanah sangat kaku dengan kedalaman > 17 meter. Untuk jenis tanah sangat lunak-sedang, Sta 43+375 memiliki tanah sangat lunak-sedang yang paling tebal, yaitu hingga kedalaman 20 meter, padahal pada Sta setelahnya yaitu Sta 43+400, 43+420, 43+425, dan 43+ 450 paling jelek hingga kedalaman 17,4 meter.

Hal ini menunjukkan bahwa pada sisi kiri terdapat satu lokasi yang memiliki adanya perbedaan jenis tanah yang cukup signifikan, yaitu pada lokasi Sta 43+375.





## **BAB V**

### **ANALISA PENYEBAB LONGSOR**

#### **5.1 Pengamatan di lapangan**

Hasil survei di lapangan menunjukkan bahwa kelongsoran terjadi pada siang hari pukul 12.00 tanggal 18 maret 2014. Kelongsoran tersebut terjadi ketika malam sebelumnya telah terjadi hujan deras, tetapi pagi harinya timbunan masih belum mengalami kelongsoran.

Timbunan tertinggi di lapangan adalah 11,1 meter (7,8 beban timbunan dan 3,3 timbunan surcharge). Longsor terjadi ketika pemampatan sudah 1 meter ( $U=50\%$ ). Dugaan sementara bahwa timbunan longsor terjadi karena hujan turun yang mengakibatkan tingginya muka air tanah dan timbunan juga penuh dengan air.

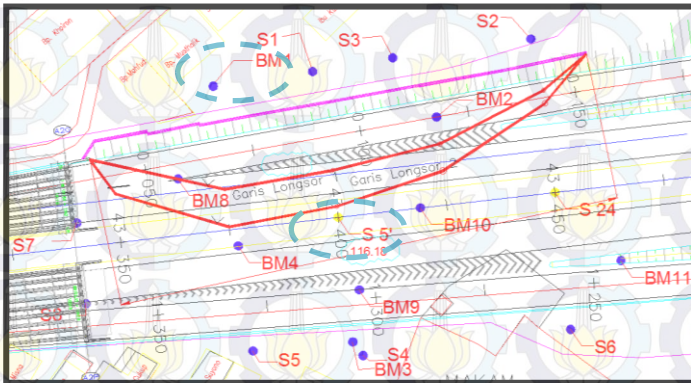
Perkuatan timbunan di lapangan adalah berupa *retaining wall* yang menumpu pada tiang pancang. Jumlah tiang pancang adalah 3 buah setiap 1,5 meter. Setiap 3 meter berarti terdapat 6 buah tiang pancang. Jika dikonversia menjadi setiap 1 meteran, maka dalam 1 meternya terdapat 2 buah tiang pancang sebagai cerucuk. Dimensi tiang pancang yang digunakan adalah diameter 450 mm dengan kelas C yang memiliki momen ultimate sebesar 12.5 tm. Untuk spesifikasi tiang pancang lebih lengkap ada pada **Lampiran 7**.

#### **5.2 Evaluasi data tanah**

Kelongsoran bisa terjadi karena perkuatan yang ada di lapangan tidak mampu menahan beban yang ada. Tidak mampunya perkuatan di lapangan bisa terjadi karena Perkuatan tidak direncanakan sesuai dengan kondisi yang ada di lapangan, termasuk kondisi tanah perencanaan yang tidak mewakili kondisi tanah sesungguhnya. Untuk membuktikan hal tersebut, maka dilakukan analisa berdasarkan hasil statigrafi yang dilakukan pada bab sebelumnya,

Perencanaan perkuatan timbunan awalnya berdasarkan data tanah yang diambil setiap 50 meter pada tengah timbunan. Jika dibandingkan salah satu data tanah yang diambil sebelum dan sesudah longsor yaitu S-5 (Sta 43+400) dengan BM-1 (Sta 43+375), S-24 diambil pada tengah timbunan sedangkan BM-1 diambil pada sisi kiri timbunan (Gambar 5.1). Dari hasil statigrafi pada bab sebelumnya, ternyata kedalaman tanah medium kedua titik tersebut cukup jauh. Pada S-5 tanah medium hingga kedalaman -15.00 meter. Tetapi pada BM-1 tanah hingga kedalaman -20.00 meter. Antara data tanah S-5 dan BM-1 memiliki selisih kedalaman tanah medium hingga 5 meter. Padahal lokasi pengambilan data tanah tidak jauh beda.

Dari perbandingan kedua data tersebut dapat disimpulkan bahwa BM-1 (data tanah yang diambil sesudah longsor) lebih jelek dari pada S-5 (data tanah yang diambil sebelum longsor). Data tanah yang diambil hanya setiap 50 meter di tengah timbunan ternyata tidak mewakili data tanah sesungguhnya.



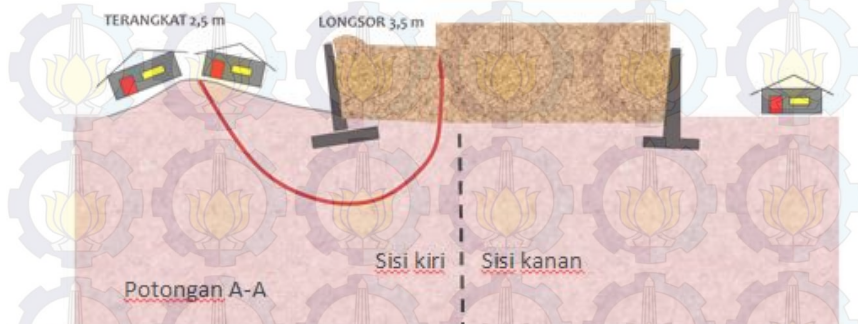
**Gambar 5.1** Data tanah di sekitar lokasi kelongsoran

### 5.3 Evaluasi stabilitas timbunan

Untuk mengetahui apakah penyebab kelongsoran, salah satu cara adalah dengan mengevaluasi apakah perkuatan timbunan yang sudah ada di lapangan memang sudah sesuai

dengan data yang digunakan dalam perencanaan atau belum, atau ada asumsi perencanaan seperti parameter tanah yang tidak sesuai dengan kondisi kenyataan di lapangan.

Stabilitas tanah untuk tanah sangat lunak menurut Mochtar (2011) dengan perkuatan tembok penahan tanah (retaining wall) menggunakan pondasi tiang pancang adalah berdasarkan *overall stability*, dengan menganggap tiang pancang sebagai cerucuk yang dapat menahan keruntuhan geser. Selain itu, dilihat dari bidang longsor nya (Gambar 5.2), kejadian longsor ini terjadi karena timbunan tidak kuat dalam *overall stability*, maka dianggap *overall stability* dari timbunanlah yang menentukan dari pada tekanan aktif pasif akibat timbunan. Oleh karena itu, perhitungan stabilitas timbunan berdasarkan *overall stability* dengan tiang pancang berfungsi sebagai cerucuk.



**Gambar 5.2** Asumsi bidang longsor

### 5.3.1 Evaluasi stabilitas timbunan berdasarkan data tanah sebelum longsor

Untuk mengevaluasi perkuatan timbunan di lapangan apakah sudah sesuai dengan data tanah yang digunakan dalam perencanaan atau belum, maka dilakukan perhitungan ulang dengan beban timbunan tertinggi dan kondisi sesuai dengan kondisi ketika terjadi longsor ( $H=10,1\text{m}$  dan  $U=50\%$ ). Agar mendapatkan kondisi yang sesuai dengan di lapangan, maka ada



beberapa *variable*. Diataranya *variabel* yang digunakan adalah nilai  $\phi$  dan tinggi rendahnya muka air tanah. Yang dimaksud muka air rendah adalah ketika muka air ada pada dasar timbunan, dan muka air tinggi adalah ketika muka air hingga elevasi muka timbunan (Timbunan penuh air). Selain itu variasi nilai  $\phi$  dan tinggi rendahnya muka air tanah, juga terdapat variasi nilai derajat konsolidasi (U).

Akan diberikan satu contoh perhitungan hingga mendapatkan jumlah cerucuk setiap 1 meter tegak lurus gambar. Selebihnya akan direkap dalam tabel dan untuk perhitungan yang lengkap akan dilampirkan dalam lampiran. Berikut ini adalah contoh perhitungan :

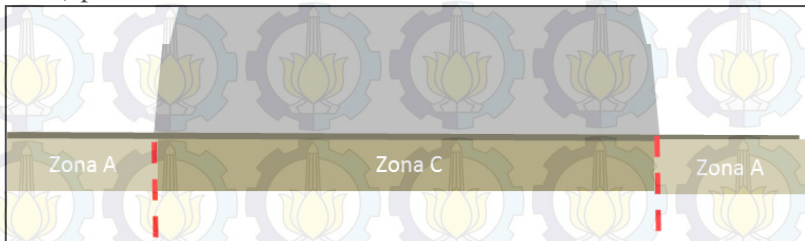
**a. Lokasi Sta**

Lokasi Sta 43+350 dengan tinggi timbunan awal total = 11.1 meter dan data tanah yang digunakan dalam perencanaan adalah S-25. Dengan tebal tanah medium hingga kedalaman 14 meter.

**b. Parameter tanah**

$\phi$  = 0  
 MAT = Tinggi  
 U = 50 %

Adanya timbunan dan konstruksi PVD dapat meningkatkan nilai  $C_u$  tanah dasar. Karena bentuk dari timbunannya adalah tegak, maka ada 2 zona  $C_u$  (**Gambar 5.3**) pada tanah dasar.



**Gambar 5.3** Zona nilai  $C_u$



Untuk mendapatkan nilai  $C_u$  tanah dasar yang baru terlebih dahulu dilakukan perhitungan perubahan tegangan yang didapat dari :

$$\sigma_1' = P_o + \Delta P_1$$

Perhitungan di atas dilakukan pada saat kondisi dilapangan dengan derajat konsolidasi ( $U$ ) = 50%. Perhitungan dilakukan untuk setiap kedalaman tanah.

Hasil perhitungan perubahan tegangan akibat beban timbunan setinggi 10.1 meter dengan derajat konsolidasi ( $U$ ) 50% dapat dilihat pada **Tabel 5.1** dan pada **lampiran 5**.

**Tabel 5.1** Nilai  $C_u$  akibat PVD

Depth	Tegangan efektif	$\Delta P_1'$	Cu Baru		
	$\sigma'$	$U = 0.5$			
	t/m <sup>2</sup>	t/m <sup>2</sup>			
(m)	H= 10.1 m	H= 10.1m	kg/cm <sup>2</sup>	t/m <sup>2</sup>	Kpa
0-2	11.50	2.14	0.10	1.04	10.40
2-4	12.78	3.08	0.12	1.17	11.73
4-6	14.11	3.53	0.12	1.24	12.36
6-8	15.47	3.81	0.13	1.28	12.76
8-10	16.80	3.99	0.13	1.30	13.02
10-12	17.95	4.06	0.13	1.31	13.11
12-14	19.11	4.09	0.13	1.32	13.16
14-16	20.40	4.14	0.13	1.32	13.23
16-18	21.57	4.12	0.13	1.32	13.20

**Tabel 5.2** Perbandingan  $C_u$  lama dan  $C_u$  baru

Depth	PI	Cu Lama	Cu Baru		
		kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	t/m <sup>2</sup>	Kpa
(m)					
0-2	30	0.084	0.12	1.04	10.40
2-4	30	0.103	0.14	1.17	11.73
4-6	30	0.123	0.15	1.24	12.36
6-8	30	0.143	0.15	1.28	12.76
8-10	30	0.163	0.16	1.30	13.02

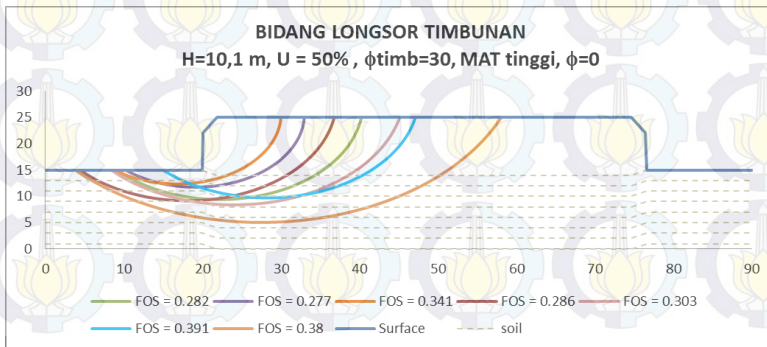
10-12	30	0.183	0.16	1.31	13.11
12-14	30	0.203	0.16	1.32	13.16
14-16	30	0.222	0.17	1.32	13.23
16-18	30	0.242	0.17	1.32	13.20

**Tabel 5.3** Nilai Cu di setiap zona

Depth (m)	Zona A Kg/cm <sup>2</sup>	Zona C Kg/cm <sup>2</sup>
0-2	0.084	0.12
2-4	0.103	0.14
4-6	0.123	0.15
6-8	0.143	0.15
8-10	0.163	0.163
10-12	0.183	0.183
12-14	0.203	0.203
14-16	0.222	0.222

### c. Output Program Stabl

Parameter tanah dasar dan tanah timbunan kemudian di cek kestabilannya menggunakan program bantu stabl. Dari program bantu ini didapatkan *safety factor* dari timbunan tersebut seperti pada **Gambar 5.4** dan **Tabel 5.4**.



**Gambar 5.4** Bidang longsor

**Tabel 5.4** Output program bantu Stabl

<b>Hasil Stabl</b>					
No	SF min	C X coor	C Y coor	R	MR
		(m)	(m)	(m)	kN m
1	0.282	22.24	27.61	18.2	8193.0
2	0.277	19.13	25.62	13.86	4631.0
3	0.341	16.73	25.66	13.29	4654.0
4	0.286	18.08	28.14	18.97	8897.0
5	0.303	24.01	30.13	21.74	11750.0
6	0.391	28.26	29.01	19.29	9.69E+03

Dari program bantu stabl tersebut diperoleh beberapa nilai sebagai berikut :

SF = 0.303

Xc = 24.01 m

Yc = 30.13 m

r = 21.74 m

MR = 11750.0 kNm

MD = 0.303 x 11750 = 38778.9 kNm

SF renc = 1.05

$\Delta MR = (1.05 - 0.303) 38778.9 = 28967.8 \text{ kNm}$

**d. Panjang Total cerucuk**

Kedalaman cerucuk = 13.25 m

La = 6.61 m

Lb = 6.64 m

**Tabel 5.5** Rekapitulasi nilai La dan Lb

No	SF min	Kedalaman bidang longsor	La	Lb
			(m)	(m)
1	0.282	5.59	5.59	7.66
2	0.277	3.24	3.24	10.01
3	0.341	2.63	2.63	10.62

4	0.286	5.83	5.83	7.42
5	0.303	6.61	6.61	6.64
6	0.391	5.28	5.28	7.97
7	0.481	13.25	13.25	0

**e. Dimensi micropile**

Kelas C (Wika)  
 D luar = 450 x 450 mm  
 D dalam = 80 mm  
 M crack = 12.6 ton.m  
 M ult = 25 ton.m

**f. Faktor modulus tanah**

$C_u = 0.203 \text{ kg/cm}^2$  (pada ujung cerucuk)  
 $= 20.26 \text{ Kpa}$   
 $Q_u = 2 \times C_u = 0.41 \text{ kg/cm}^2$   
 $f = 0.51$  (Grafik NAVFAC, DM-7, 1971)  
 $I = 166570.38 \text{ cm}^4$   
 $E = 4700 \times (f_c')^{0.5} \times 10$  ( $f_c' = 60 \text{ Mpa}$ )  
 $= 4700 \times (60)^{0.5} \times 10 = 364060.43 \text{ kg/cm}^2$   
 $T = \left( \frac{EI}{f} \right)^{\frac{1}{5}}$   
 $T = 163.95 \text{ cm} = 1.64 \text{ m}$

**g. Koefisien momen akibat gaya lateral**

$Z = 0 \text{ m}$   
 $L_b/T = 4.05 \text{ m}$   
 $F_m = 0.9$

**h. Gaya horizontal yang mampu dipikul 1 buah micropile**

$$P = \frac{M_u}{F_m \times T} = \frac{12.5}{0.9 \times 1.64} = 8.472 \text{ m}$$

$F_k = 1.46$   
 $P_{\max} = P \times F_k$   
 $= 8.472 \times 1.46 = 13.62 \text{ ton} = 136.22 \text{ kN}$



**i. Jumlah micro pile**

$$n = \frac{\Delta MR}{P_{\max} \times r} = 9.78 \approx 10 \text{ buah}$$


Dari hasil tersebut diperoleh bahwa jumlah cerucuk yang dibutuhkan jauh lebih banyak dari pada yang sudah terpasang dilapangan (2 cerucuk setiap 1 meter). perhitungan ulang dilakukan dengan trial nilai  $\phi$  sesuai yang dibahas pada bab sebelumnya.

Tabel 5.6 Tabel rekapitulasi untuk Sta 350 dengan data tanah S-25

Hasil Stabl						Perhitungan						
No	SF stabl	MR	MD	titik pusat		Sf	MR	$\Delta$ MR	P	F k	Pmax	n
		(kN.m)	(kN.m)	X	Y	rencana	rencana	(kN.m)	kN		kN	
1	0.282	8193	29053.19	22.24	27.61	1.05	30505.85	22312.85	84.72	1.61	136.22	9.0
2	0.277	4631	16718.41	19.13	25.62	1.05	17554.33	12923.33	84.72	1.95	136.22	6.8
3	0.341	4654	13648.09	16.73	25.66	1.05	14330.5	9676.499	84.72	2.04	136.22	5.3
4	0.286	8897	31108.39	18.08	28.14	1.05	32663.81	23766.81	84.72	1.57	136.22	9.2
5	0.303	11750	38778.88	24.01	30.13	1.05	40717.82	28967.82	84.72	1.46	136.22	9.8
6	0.391	9692	24787.72	28.26	29.01	1.05	26027.11	16335.11	84.72	1.65	136.22	6.2

**Tabel 5.7** Rekapitulasi jumlah cerucuk untuk H=10.1 m  
(U=50%, pada Sta 43+350)

Data sebelum longsor								
Timbunan	Tanah Dasar	SF stabil	MR	Sf	P	n		
			(kN.m)	renc	kN			
H=10.1 m U=50% $\phi_{tb}=30$	MAT tinggi	$\phi=0$	0.282	8193	1.05	77.12	9.00	11
			0.277	4631	1.05	77.12	6.84	
			0.341	4654	1.05	77.12	5.34	
			0.286	8897	1.05	77.12	9.20	
			0.303	11750	1.05	77.12	9.78	
		$\phi=3$	0.394	11390	1.05	77.12	8.02	9
			0.606	4904	1.05	77.12	2.15	
			0.352	6560	1.05	77.12	6.86	
			0.381	7584	1.05	77.12	6.76	
			0.489	9544	1.05	77.12	5.05	
		$\phi=6$	0.447	10430	1.05	77.12	5.88	7
			0.533	8596	1.05	77.12	3.99	
			0.485	4865	1.05	77.12	3.15	
			0.49	17280	1.05	77.12	6.67	
		$\phi=9$	0.426	8013	1.05	77.12	5.5	5
	0.581		16580	1.05	77.12	4.49		
	0.493		6760	1.05	77.12	3.77		
	0.588		8924	1.05	77.12	3.41		
	$\phi=12$	0.516	6360	1.05	77.12	3.29	5	
		0.495	8285	1.05	77.12	4.29		
		0.756	16150	1.05	77.12	2.72		
		0.598	13340	1.05	77.12	4.47		
		0.612	17910	1.05	77.12	4.36		
	$\phi=0$	0.577	6778	1.05	77.12	3.61	9	
		0.647	24600	1.05	77.12	4.2		
		0.409	12400	1.05	77.12	8.20		
		0.432	7733	1.05	77.12	6.18		
		0.451	7904	1.05	77.12	5.84		
			0.553	9046	1.05	77.12	4.32	
			0.718	9472	1.05	77.12	2.40	

	MAT rendah	$\phi = 3$	0.559	11930	1.05	77.12	4.9	5
			0.653	10380	1.05	77.12	3.13	
			0.687	12770	1.05	77.12	3.24	
			0.89	17560	1.05	77.12	1.34	
			0.574	10190	1.05	77.12	4.29	
		$\phi = 6$	0.702	17650	1.05	77.12	3.67	4
			0.737	25810	1.05	77.12	3.89	
			0.889	27130	1.05	77.12	1.81	
			0.744	11300	1.05	77.12	2.37	
			0.687	13690	1.05	77.12	3.46	
		$\phi = 9$	0.816	18310	1.05	77.12	2.37	3
			0.8	15550	1.05	77.12	2.32	
			0.917	19260	1.05	77.12	1.31	
			0.866	11680	1.05	77.12	1.29	
			0.883	30400	1.05	77.12	2.06	
		$\phi = 12$	1.019	13520	1.05	77.12	0.28	2
			0.914	12770	1.05	77.12	1.26	
			0.901	12140	1.05	77.12	1.30	
			0.933	11580	1.05	77.12	0.94	
			0.97	10620	1.05	77.12	0.58	

Perhitungan selanjutnya sama seperti **Tabel 5.6** tetapi dengan nilai  $\phi$  tanah dasar, sehingga dapat dilakukan rekapitulasi pada **Tabel 5.7**. Perhitungan lengkapnya akan dilampirkan pada **Lampiran 6**.

Mengacu pada **Tabel 5.7**, pada  $H = 10.1$  meter dengan muka air tinggi dan  $\phi$  tanah dasar = 9, diperoleh jumlah cerucuk = 5 buah. Ketika nilai  $\phi = 12$  dengan muka air tinggi, jumlah cerucuk yang dibutuhkan juga masih lebih dari 2. Untuk kondisi muka air rendah dan  $\phi$  tanah dasar = 9 diperoleh jumlah cerucuk = 3 buah setiap meternya. Tetapi ketika  $\phi = 12$  jumlah perkuatan yang dibutuhkan adalah 2. Hal tersebut menunjukkan bahwa dengan kondisi  $H=10,1$  meter,  $\phi$  timbunan = 30, nilai  $\phi$  tanah dasar = 12, dan muka air rendah





jumlah cerucuk yang dibutuhkan sama dengan jumlah cerucuk yang ada di lapangan.

Selanjutnya dievaluasi ketika  $U=100\%$ . Jadi dengan  $H$  timbunan = 9.1 meter dengan *variable* tinggi muka air tanah dan nilai  $\phi$ . Evaluasi pada kondisi ini bertujuan untuk mengetahui selain pada kondisi  $H=10,1$  meter,  $\phi = 12$  dan muka air rendah, pada kondisi yang bagaimana timbunan juga akan aman. Mungkin perencana mengasumsikan perkuatan timbunan untuk kondisi ketika pemampatan yang terjadi sudah 100 %. Berikut ini adalah hasil rekapitulasi jumlah cerucuk :

**Tabel 5.8** Rekapitulasi jumlah cerucuk untuk  $U=100\%$  pada Sta 43+375

Data sebelum longsor							
Timbunan	Tanah Dasar	SF stabil	MR	Sf	P	n	
			(kN.m)	renc	kN		
H=9.1m, U=100% $\phi_{tim}=30$	$\phi = 0$	0.399	11260	1.05	77.12	7.17	8
		0.385	8426	1.05	77.12	6.70	
		0.384	6535	1.05	77.12	5.96	
		0.472	7489	1.05	77.12	4.78	
		0.386	6790	1.05	77.12	6.09	
	$\phi = 3$	0.601	9784	1.05	77.12	3.21	6
		0.464	7604	1.05	77.12	4.45	
		0.478	11290	1.05	77.12	5.08	
		0.492	7111	1.05	77.12	3.76	
		0.477	11010	1.05	77.12	5.05	
	$\phi = 6$	0.543	9682	1.05	77.12	3.83	4
		0.499	6795	1.05	77.12	3.63	
		0.56	4531	1.05	77.12	2.07	

			0.529	7742	1.05	77.12	3.51	
			0.535	11070	1.05	77.12	3.61	
		$\phi = 9$	4	0.691	11380	1.05	77.12	2.25
				0.711	19320	1.05	77.12	2.88
				0.553	7039	1.05	77.12	2.83
				0.636	14670	1.05	77.12	3.17
				0.591	11480	1.05	77.12	3.06
				0.524	9308	1.05	84.72	4.18
		$\phi = 0$	5	0.681	9853	1.05	84.72	2.47
				0.723	7919	1.05	84.72	1.78
				0.519	9343	1.05	84.72	4.23
				0.597	14900	1.05	84.72	4.17
				0.695	15130	1.05	77.12	3.35
		$\phi = 3$	4	0.657	10100	1.05	77.12	3.13
				0.895	9111	1.05	77.12	0.97
				0.791	8475	1.05	77.12	1.53
				0.685	11370	1.05	77.12	3.04
				0.818	14520	1.05	77.12	2.42
		$\phi = 6$	3	0.844	15040	1.05	77.12	2.12
				0.769	10480	1.05	77.12	2.54
				0.942	7069	1.05	77.12	0.61
				0.87	26010	1.05	77.12	2.35
				0.947	22960	1.05	77.12	1.0
		$\phi = 9$	2	0.991	12670	1.05	77.12	0.62
				0.979	5964	1.05	77.12	0.35
				1.086	15790	1.05	77.12	0.34
				0.944	10760	1.05	77.12	1.04

Dari **Tabel 5.8** dapat disimpulkan bahwa ternyata timbunan akan aman hanya ketika  $H_{\text{timbunan}}=9.1$  m,  $U=100\%$ ,  $\phi_{\text{timbunan}}=30$ ,  $\phi_{\text{tanah dasar}}=9$  dan muka air rendah (timbunan tidak penuh air). Jadi perencanaan Perkuatan timbunan di lapangan diasumsikan untuk  $U=100\%$ , dan tidak memperhatikan tinggi rendahnya muka air. Hal ini diperkuat dengan kejadian longsor itu setelah pagi harinya terjadi hujan. Jadi sesuai dengan teori Mochtar (2013) yaitu terjadinya hujan tidak serta merta menyebabkan nainya tinggi MAT di dalam timbunan, tetapi adanya retakan awal arah memanjang pada tanah timbunan dapat mengakibatkan air hujan memasuki lubang keretakan saat hujan lebat dan mengisi penuh semua celah keretakan, sehingga menimbulkan tekanan tanah horizontal yang seolah-olah sama dengan MAT mengisi penuh seluruh tinggi timbunan.

Oleh karena itu, ketika timbunan tidak dalam kondisi  $U=100\%$ ,  $H_{\text{timbunan}}=9.1$  m dan muka air rendah, jumlah perkuatan yang dibutuhkan melebihi dari jumlah Perkuatan di lapangan. Hasil perhitungan pada **Tabel 5.8** akan dilampirkan pada **Lampiran 6**.

### **5.3.2 Evaluasi stabilitas timbunan berdasarkan data tanah setelah longsor**

Selain karena asumsi perencanaan yang tidak tepat, kelongsoran juga bisa terjadi karena data tanah dalam perencanaan yang belum mewakili kondisi tanah yang sebenarnya di lapangan. Sehingga perlu diketahui bagaimana jumlah perkuatan yang dibutuhkan apabila direncanakan menggunakan data tanah yang diambil setelah longsor (BM-1).

Rekapitulasi perhitungan **Tabel 5.9** untuk mengetahui apakah perkuatan timbunan sudah memenuhi dengan kondisi data tanah yang diambil pada tepi jalan (timbunan). Perhitungan dilakukan pada lokasi Sta 43+375 dengan data

tanah BM-1 (diambil pada sisi kiri timbunan) karena memiliki tanah dengan kondisi paling jelek.

**Tabel 5.9** Rekapitulasi perhitungan jumlah cerucuk dengan menggunakan data tanah BM-1

Data setelah longsor								
Timbunan	Tanah Dasar	SF stabil	MR	Sf	P	n		
			(kN.m)	renc	kN			
H=10.1m , U=50%, $\phi_{tim}=30$	MAT tinggi	$\phi=0$	0.322	6163	1.05	64.20	8.18	13
			0.269	5841	1.05	64.20	9.98	
			0.284	7130	1.05	64.20	10.31	
			0.31	6747	1.05	64.20	9.04	
			0.303	11800	1.05	64.20	12.16	
		$\phi=3$	0.453	8897	1.05	64.20	6.88	10
			0.357	6944	1.05	64.20	8.13	
			0.417	9504	1.05	64.20	8.07	
			0.391	6215	1.05	64.20	6.64	
		$\phi=6$	0.374	9342	1.05	64.20	9.05	8
			0.564	11310	1.05	64.20	4.54	
			0.43	8367	1.05	64.20	6.19	
			0.471	14780	1.05	64.20	7.25	
			0.426	7888	1.05	64.20	6.11	
		$\phi=9$	0.433	6919	1.05	64.20	5.52	7
			0.707	16100	1.05	64.20	3.48	
			0.542	15950	1.05	64.20	5.81	
			0.506	9898	1.05	64.20	5.41	
			0.596	16320	1.05	64.20	5.37	
		$\phi=12$	0.567	20170	1.05	64.20	6.66	5
	0.756		16150	1.05	64.20	2.72		
	0.598		13340	1.05	64.20	4.47		
	0.612		17910	1.05	64.20	4.86		
	0.577		6778	1.05	64.20	3.61		
	MAT rendah	$\phi=0$	0.647	24600	1.05	64.20	4.97	10
			0.485	8653	1.05	64.20	5.91	
			0.409	8450	1.05	64.20	7.64	
			0.415	9121	1.05	64.20	7.75	
0.419			16510	1.05	64.20	9.99		
		0.413	8306	1.05	64.20	7.49		



H=9.1m, U=100%, $\phi_{tim}=30$	MAT tinggi	$\phi = 3$	0.723	12910	1.05	64.20	3.49	7
			0.567	11890	1.05	64.20	5.92	
			0.571	15940	1.05	64.20	6.54	
			0.556	11170	1.05	64.20	5.90	
			0.587	17130	1.05	64.20	6.55	
		$\phi = 6$	0.95	14490	1.05	64.20	0.87	5
			0.762	20410	1.05	64.20	3.49	
			0.683	13690	1.05	64.20	3.88	
			0.71	12270	1.05	64.20	3.33	
		$\phi = 9$	0.738	24950	1.05	64.20	4.20	4
			0.802	16580	1.05	64.20	3.61	
			0.798	14880	1.05	64.20	3.47	
			0.905	20550	1.05	64.20	2.21	
			0.891	29940	1.05	64.20	2.93	
		$\phi = 12$	1.036	16610	1.05	64.20	0.17	3
			0.885	13760	1.05	64.20	2.17	
			0.944	13090	1.05	64.20	1.32	
			0.888	13120	1.05	64.20	2.07	
		$\phi = 0$	0.902	12180	1.05	64.20	1.79	9
			0.89	14730	1.05	64.20	2.20	
0.366	7897		1.05	64.20	8.42			
0.47	7660		1.05	64.20	5.84			
0.371	6104		1.05	64.20	7.35			
$\phi = 3$	0.37	7870	1.05	64.20	8.23	8		
	0.355	5408	1.05	64.20	7.15			
	0.457	9829	1.05	64.20	7.32			
	0.439	6976	1.05	64.20	6.49			
$\phi = 6$	0.437	6638	1.05	64.20	6.15	7		
	0.435	6508	1.05	64.20	6.29			
	0.445	7962	1.05	64.20	6.61			
	0.605	16230	1.05	64.20	6.33			
	0.501	6575	1.05	64.20	5.36			
$\phi = 9$	0.671	13520	1.05	64.20	4.60	5		
	0.509	4049	1.05	64.20	3.82			
	0.541	11170	1.05	64.20	6.41			
	0.664	20240	1.05	64.20	4.73			
	0.56	6527	1.05	64.20	4.12			
	0.618	12950	1.05	64.20	4.88			

MAT rendah			0.534	4897	1.05	64.20	3.70			
			0.605	12320	1.05	64.20	4.51			
		$\phi=0$			0.524	9307	1.05	64.20	5.47	6
					0.526	10070	1.05	64.20	5.55	
					0.574	8325	1.05	64.20	4.42	
					0.519	9075	1.05	64.20	5.47	
					0.539	11330	1.05	64.20	5.55	
					0.846	13990	1.05	64.20	1.95	
		$\phi=3$			0.655	9702	1.05	64.20	3.77	5
					0.786	8348	1.05	64.20	1.88	
					0.666	16220	1.05	64.20	4.56	
					0.687	10700	1.05	64.20	3.57	
		$\phi=6$			1.085	16440	1.05	64.20	0.36	4
					0.88	21840	1.05	64.20	2.29	
					0.785	9416	1.05	64.20	2.43	
					0.842	12170	1.05	64.20	2.15	
					0.853	28280	1.05	64.20	3.02	
		$\phi=9$			0.949	17190	1.05	64.20	2.16	3
					0.941	14080	1.05	64.20	2.14	
					0.997	14780	1.05	64.20	1.05	
0.945	13480				1.05	64.20	1.98			
			0.973	22920	1.05	64.20	1.86			

Dari hasil rekapitulasi pada **Tabel 5.9**, ternyata untuk kondisi tanah yang diambil pada tepi timbunan (BM-1), Perkuatan timbunan tidak ada yang memenuhi, baik dengan kondisi  $H_{\text{timbunan}}=10.1$  meter atau  $H_{\text{timbunan}}=9.1$  meter. Dari pernyataan tersebut dapat disimpulkan bahwa data tanah yang digunakan dalam perencanaan belum mewakili kondisi tanah sebenarnya di lapangan. Hasil perhitungan pada Tabel 5.9 akan dilampirkan pada **lampiran 7**.

Data tanah yang belum mewakili kondisi sebenarnya dilapangan, seperti pada sta 43+375 dengan data tanah BM-1 (sisi kiri) yang memiliki data tanah lebih jelek dari sisi tengah atau kanan (Tabel 4.4).

### 5.4 Evaluasi lokasi longsor

Lokasi longsor terjadi pada sisi kiri Sta 43+340 hingga Sta 43+460. Kejadian longsor ini hanya terjadi pada sisi kiri timbunan. Timbunan pada sisi kanan tidak ikut longsor, padahal memiliki kondisi tanah yang tidak beda jauh dengan sisi tengah. Sesuai perhitungan pada **Tabel 5.9**, bahwa jumlah Perkuatan di lapangan untuk sisi kanan juga tidak memenuhi. Tetapi longsor hanya terjadi pada sisi kiri.

Kejadian ini mungkin terjadi karena  $\phi$  tanah dasar pada sisi kanan lebih bagus dari pada sisi kiri. Karena rentang dalam data sekunder hasil lab berkisar antara 5-12. Atau bisa terjadi karena ketika salah satu dari sisi timbunan sudah mengalami longsor terlebih dahulu, maka *stress* tekanan dalam timbunan akan berkurang. Oleh karena itu sisi kanan hanya bergeser beberapa sentimeter saja. Hasil perhitungan pada **Tabel 5.10** akan dilampirkan pada **lampiran 7**.

**Tabel 5.10** Rekapitulasi Perkuatan timbunan Sta 43+400 dan Sta 43+450

Timbunan		Tanah Dasar	SF stabil	MR	Sf	P	n	
				(kN.m)	renc	kN		
Sta43+400 H=9,3m, U=50%, $\phi_{\text{timb}}=30$	MAT tinggi	$\phi=9$ S-1	0.614	15350	1.05	77.12	3.85	5
			0.743	15340	1.05	77.12	2.57	
			0.529	9529	1.05	77.12	4.37	
			0.562	11140	1.05	77.12	4.15	
			0.545	10630	1.05	77.12	4.34	
	MAT rendah		0.944	24320	1.05	77.12	1.68	4
			0.843	17890	1.05	77.12	3.01	
			0.829	15770	1.05	77.12	3.02	
			1.042	14160	1.05	77.12	0.09	
			0.979	10470	1.05	77.12	0.71	
Sta43+450	MAT	$\phi=9$	0.535	10220	1.05	84.72	3.82	5

H=9,2m, U=50%, $\phi_{\text{timb}}=30$	tinggi	S-2	0.549	11540	1.05	84.72	3.86	4
			0.562	13370	1.05	84.72	4.16	
			0.749	15270	1.05	84.72	2.15	
			0.668	13650	1.05	84.72	2.80	
	MAT rendah		0.826	13530	1.05	77.12	2.96	
			0.848	17790	1.05	77.12	3.04	
			0.868	8783	1.05	77.12	1.83	
			0.905	9317	1.05	77.12	1.37	
			0.812	11450	1.05	77.12	2.91	

### 5.5 Penyebab longsor

Mengacu pada pembahasan pada **Sub Bab 5.1, 5.2, 5.3** dan **5.4** maka dapat disimpulkan bahwa penyebab kelongsoran adalah karena hal sebagai berikut :

1. Data tanah yang digunakan dalam perencanaan tidak mewakili kondisi tanah yang sesungguhnya. Karena data tanah yang digunakan dalam perencanaan diambil hanya pada tengah timbunan dan setiap 50 meter. Selain itu juga dapat dibuktikan dengan membandingkan data tanah S-5 dengan BM-1.
2. Perencanaan Perkuatan timbunan diasumsikan untuk kondisi  $H_{\text{timbunan}}=10.1$  m,  $U=50\%$ ,  $\phi_{\text{timbunan}}= 30$ ,  $\phi_{\text{tanah dasar}}=12$  dengan kondisi muka air rendah. Perencanaan perkuatan timbunan tidak memperhatikan kondisi ketika muka air tinggi. Karena sesuai dengan teori Mochtar 2013 retakan awal arah memanjang pada tanah timbunan dapat mengakibatkan air hujan memasuki lubang keretakan saat hujan lebat dan mengisi penuh semua celah keretakan, sehingga menimbulkan tekanan tanah horizontal yang seolah-olah sama dengan MAT mengisi penuh seluruh tinggi timbunan.
3. Perencanaan Perkuatan timbunan diasumsikan untuk kondisi  $H_{\text{timbunan}}=9.1$  m,  $U=100\%$ ,  $\phi_{\text{timbunan}}= 30$ ,  $\phi_{\text{tanah}}$



dasar=9. Padahal kenyataannya kondisi di lapangan adalah  $H_{\text{timbunan}}=10.1 \text{ m}$ ,  $U=50\%$ ,  $\phi_{\text{timbunan}}=30$ ,  $\phi_{\text{tanah dasar}}=9$ .

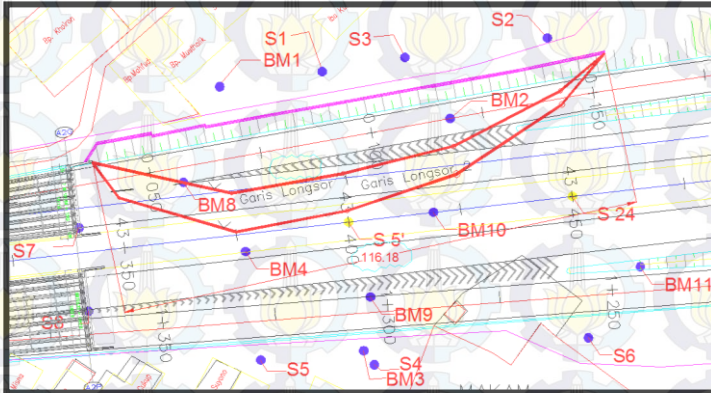
4. Longsornya timbunan yang hanya sisi kiri bisa terjadi karena tanah dasar pada sisi kanan memang lebih bagus. Atau karena ketika didalam timbunan mengalami tekanan dan salah satu sisi nya sudah terlebih dahulu longsor. Maka sebagian tekanan (stress) didalam timbunan itu kemudian akan berkurang atau bahkan hilang.



**Halaman ini sengaja dikosongkan**

## BAB VI PERBAIKAN TIMBUNAN

### 6.1 Lokasi perbaikan timbunan



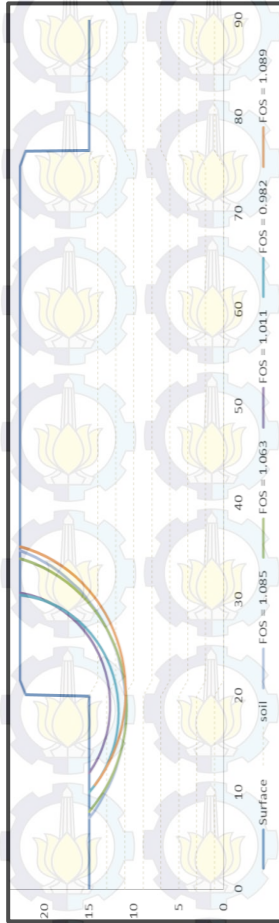
**Gambar 6.1** Daerah yang mengalami longsor

Longsor terjadi pada Sta 43+350 – Sta 43+460. Sta selanjutnya tidak mengalami longsor. Lokasi yang tidak longsor tersebut menunjukkan tiga kemungkinan, yaitu karena kondisi tanah yang sudah bagus, tinggi timbunan yang memenuhi, atau memang belum longsor. Untuk kemungkinan ke-tiga berarti suatu saat timbunan tersebut bisa longsor. Untuk mencegah hal itu terjadi, maka harus dilakukan perhitungan berapa tinggi timbunan maksimum yang mampu ditahan oleh Perkuatan yang ada di lapangan, yaitu 2 tiang pancang diameter 45 cm setiap m<sup>2</sup>.

Untuk mengetahui berapa tinggi timbunan kritis, maka dilakukan perhitungan menggunakan data tanah pada Sta 43+450 (S2), karena data tanah setelah Sta itu tidak didapatkan oleh penulis. Sehingga diasumsikan kondisi tanah untuk Sta selanjutnya sama dengan S2.

Berikut ini adalah hasil output program bantu Stabl dan rekapitulasi perhitungan :

Gambar 6.2 Bidang longsor H=7,5 meter



Tabel 6.1 Rekapitulasi perhitungan H=7.5 meter

Hasil Stabi				Perhitungan							
SF	MR (kN.m)	MD (kN.m)	titik pusat		SF rencana	MR	Δ MR	P	F k	P max	n
			X	Y							
1.063	15540	14619	18.79	26.73	1.2	17542.8	2002.803	84.72	1.26	106.99	1.2
1.011	8066	7978.239	19.03	24.39	1.2	9573.887	1507.887	84.72	1.54	106.99	1.2
0.982	8862	9024.44	18.32	23.88	1.2	10829.33	1967.328	84.72	1.40	106.99	1.5
1.089	15210	13966.94	20.45	26.35	1.2	16760.33	1550.331	84.72	1.28	106.99	0.9
1.085	17680	16294.93	18.57	28.23	1.2	19553.92	1873.917	84.72	1.27	106.99	1.0



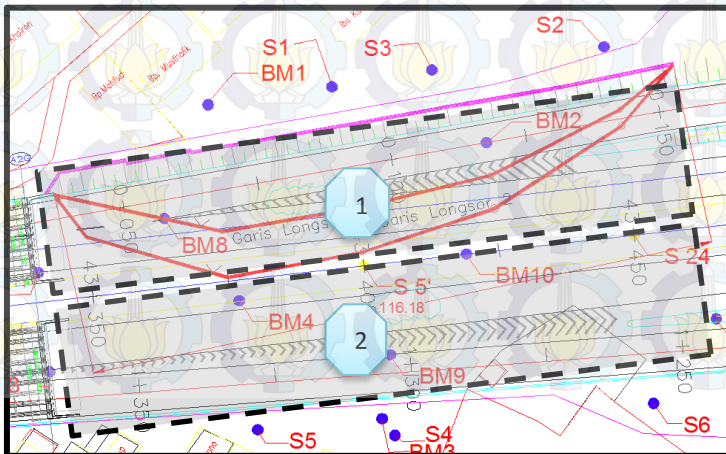
Mengacu pada **Tabel 6.1**, bahwa tinggi timbunan maksimum yang mampu dipikul oleh Perkuatan yang sudah ada dilapangan adalah 7,5 meter dengan kondisi muka air tanah rendah (tidak ada air pada timbunan) dan  $U = 50 \%$ . Oleh karena itu, apabila ada tinggi timbunan yang melebihi kondisi tersebut, harus dilakukan perbaikan (penambahan Perkuatan). Jadi timbunan tidak longsor yang perlu perbaikan adalah Sta 43+360-Sta 43+480, karena tinggi timbunan yang dimiliki  $> 7,5$  meter, dan Perkuatan dengan menggunakan 2 tiang pancang diameter 45 cm berakhir sampai Sta 43+480. Sehingga perbaikan Perkuatan timbunan tugas akhir ini karena ada batasan masalah, maka fokus bahasan perbaikan hanya terbatas antara Sta 43+340 – Sta 43+480.

## 6.2 Perbaikan timbunan dengan *Geotextile*

### 6.2.1 Perencanaan *Geotextile* sebagai Perkuatan Timbunan

*Geotextile* digunakan sebagai perkuatan tanah untuk meningkatkan daya dukung tanah dasar di bawah timbunan.

### 6.2.2 Zoning



### Gambar 6.3 Zona Perkuatan *Geotextile*

Dalam merencanakan Perkuatan menggunakan *geotextile*, dilakukan *zoning*. Ada dua zona (Gambar 6.2), yaitu zona 1 untuk sisi kiri dan zona 2 untuk sisi kanan. Masing-masing antara Sta 43+340-Sta 43+480.

#### 6.1.3 Perhitungan *Geotextile*

Pada perencanaan ini digunakan *geotextile* dengan *Tensile Strength* ( $T_{ult}$ ) sebesar 200 kN/m.

$$T_{allow} = T_{ultimate} \left[ \frac{1}{FS_{id} \times FS_{cr} \times FS_{cd} \times FS_{bd}} \right]$$

$$FS_{id} = 1.1$$

$$FS_{cd} = 1.1$$

$$FS_{cr} = 2.2$$

$$FS_{bd} = 1.1$$

$$T_{allow} = 200 \left[ \frac{1}{1.1 \times 2.2 \times 1.1 \times 1.1} \right]$$

$$= 68,30 \text{ kN/m}$$

#### 6.1.4 Kebutuhan *Geotextile*

Dalam perhitungan *geotextile* dibutuhkan nilai SF, jari-jari bidang longsor, momen resisten, koordinat titik pusat bidang longsor, dan momen dorong yang didapat dari hasil analisa program XSTABL (Gambar 6.3). Selanjutnya menghitung kebutuhan *geotextile* untuk timbunan 10,1 m pada Zona 1 dengan menggunakan nilai  $T_{allow}$  dikali jarak pasang masing-masing *geotextile* terhadap titik pusat jari-jari kelongsoran hingga memenuhi  $\Delta M_R \leq T_{allow} \times \sum R_i$ . Jarak pemasangan *geotextile* yang direncanakan adalah 0,3 m setiap layer-nya. Panjang *geotextile* di belakang bidang longsor ( $L_E$ ) dapat dihitung dengan persamaan (2.9) dan (2.10) dengan nilai efisiensi (E) adalah 80%.

Panjang *geotextile* di depan bidang longsor ( $L_R$ ) dapat dihitung dengan menggambar timbunan, bidang longsor, dan panjang *geotextile* di belakang bidang longsor ( $L_E$ ) pada

program bantu gambar. Dari gambar tersebut dapat diperoleh panjang total *geotextile* dari penjumlahan panjang *geotextile* di belakang bidang longsor ( $L_E$ ), di depan bidang longsor ( $L_R$ ).

#### 6.1.4.1 Zona 1

Berikut adalah perhitungan kebutuhan dan panjang *geotextile* pada Zona 1 :

Dari analisa program bantu XSTABL didapat :

$$SF = 0.882$$

$$R = 16.15 \text{ m}$$

$$M_R = 18320 \text{ kNm}$$

$$M_D = \frac{M_R}{SF} = \frac{18320}{0.882} = 20668,93 \text{ kN.m}$$

$$SF_{rencana} = 1.3$$

$$\begin{aligned} \Delta M_R &= (SF_{rencana} * M_D) - M_R \\ &= 8639.615 \text{ kNm} \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan  $\Delta M_R \leq T_{allow} \times \sum R_i$ , didapat kebutuhan *geotextile* sebanyak 15 lapis. Berikut ini adalah rekapitulasi perhitungan jumlah lapis *geotextile* :

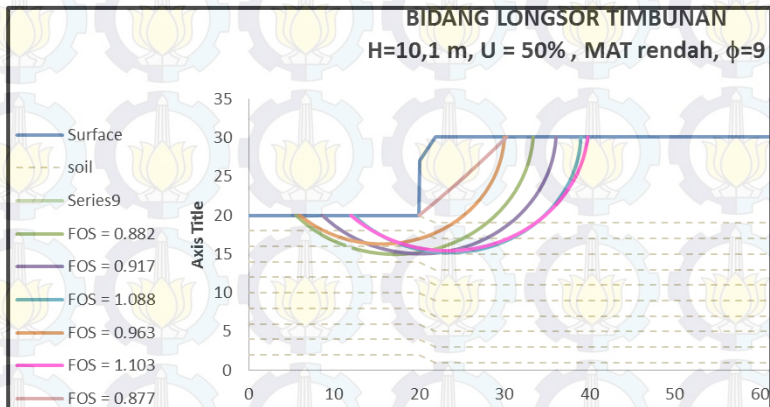
**Tabel 6.2** Jumlah lapis *geotextile* zona 1

No	H	Ti	Jumlah lapis	$\Delta MR$	$\Delta MR$ komulatif
1	0.4	10.73	1	732.8734	732.8734
2	0.7	10.43	1	712.383	1445.256
3	1	10.13	1	691.8926	2137.149
4	1.3	9.83	1	671.4022	2808.551
5	1.6	9.53	1	650.9118	3459.463
6	1.9	9.23	1	630.4214	4089.885
7	2.2	8.93	1	609.931	4699.816
8	2.5	8.63	1	589.4406	5289.256
9	2.8	8.33	1	568.9502	5858.206
10	3.1	8.03	1	548.4598	6406.666

11	3.4	7.73	1	527.9694	6934.636
12	3.7	7.43	1	507.479	7442.115
13	4	7.13	1	486.9886	7929.103
14	4.3	6.83	1	466.4982	8395.601
15	4.6	6.53	1	446.0078	8841.609
TOTAL LAYER =			15		

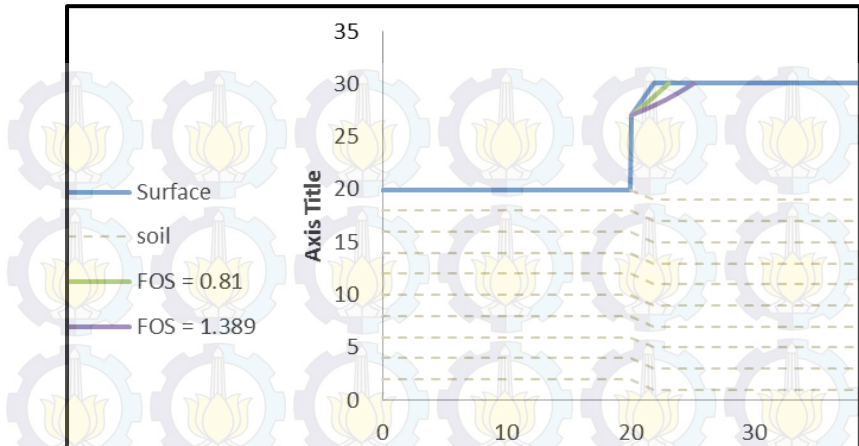
**Tabel 6.3** Jumlah lapis *geotextile* timbunan *surcharge* zona 1

	H	Ti	Jumlah lapis	$\Delta$ MR	$\Delta$ MR komulatif
1	7.1	32.26	1	2203.4	2203.40
TOTAL LAYER =			1		



**Gambar 6.4** Gambar bidang longsor zona 1





**Gambar 6.5** Internal stabiliti timbunan *surcharge* zona 1

**Tabel 6.4** Rekapitulasi jumlah lembar *geotextile* zona 1

Hasil analisa stabil								Perhitungan			
No	FOS	Circle Center		Radius	Initial	Terminal	Mr	MD	SF	$\Delta$ MR	n
		x-	y-		x	x		renc	$(\text{kN-m})$		
		(m)	(m)	(m)	(m)	( $\text{kN-m}$ )					
1	0.882	17.27	31.13	16.15	5.56	33.38	18230	20668.93	1.3	8639.615	15
2	0.917	20.2	30.94	15.9	8.67	36.07	19290	21035.99	1.3	8056.783	14
3	1.088	23.53	30.65	15.46	12.33	38.98	20740	19062.5	1.3	4041.25	7
4	0.963	15.63	30.7	14.39	6	30	13920	14454.83	1.3	4871.277	8
5	1.103	23.4	31.94	16.51	12	39.8	23120	20961.02	1.3	4129.32	6
6	0.877	-74.22	126.2	141.98	20	30.28	88800	101254.3	1.3	42830.56	6

**Tabel 6.5** Rekapitulasi jumlah lembar *geotextile* timbunan *surcharge* zona 1

Hasil analisa stabil								Perhitungan			
No	FOS	Circle	Center	Radius	Initial	Terminal	MR	MD	SF	$\Delta$ MR	n
		x-	y-		x-	x-		renc	$(\text{kN-m})$	lembar	
		(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	( $\text{kN-m}$ )				
1	0.81	-9.58	59.36	43.83	20.1	23.06	1307	1613.58	1.3	790.6543	1

Diketahui :

$$\begin{aligned}
 \text{Tanah timbunan: } \phi &= 40^\circ \\
 C &= 0 \quad \text{t/m}^2 \\
 \gamma_{\text{sat}} &= 2.0 \quad \text{t/m}^2 \\
 \gamma_{\text{timb}} &= 1.8 \quad \text{t/m}^2 \\
 \gamma_w' &= 1.0 \quad \text{t/m}^2
 \end{aligned}$$

Dengan menggunakan persamaan (2.53) :

$$\tau = C + \sigma' \tan \delta$$

$$\tau_1 \text{ timbunan} = \tau_2 = 0 + \gamma' \cdot h \cdot \tan\left(\frac{2}{3} \cdot 40^\circ\right) = 91,303 \text{ kN/m}^2$$

Maka panjang geotextile di belakang bidang longsor adalah :

$$L_i = \frac{T_{\text{allow}} S F_{\text{rencana}}}{2\tau_i E}$$

$$L_1 = 0,919 \text{ m} \approx 1 \text{ m}$$

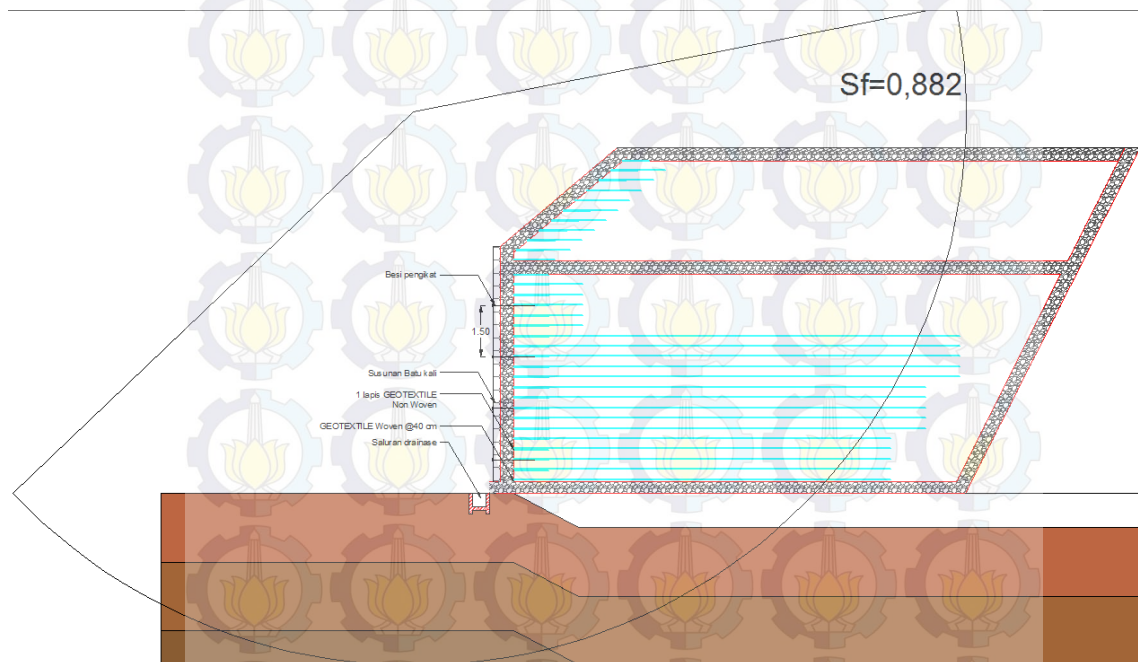
Tabel panjang pemasangan *geotextile* di lapangan disajikan pada **Tabel 6.6**. Jadi kebutuhan *geotextile* untuk zona 1 adalah 15 lapis dan panjang total yang dibutuhkan adalah 210 meter setiap meter tegak lurus nya. Untuk menjaga agar muka air timbunan tetap rendah, maka direncanakan subdrain (Gambar 6.7).

Untuk *geotextile* timbunan surcharge, tidak dilakukan perhitungan panjang *geotextile* yang dibutuhkan, karena bidang longsor seperti **Gambar 6.5** sudah cukup dengan menggunakan panjang *geotextile* sebagai penutup. Dimana panjang geotextile  $L_e + L_r = 2$  meter dan panjang lo-nya 1 meter.

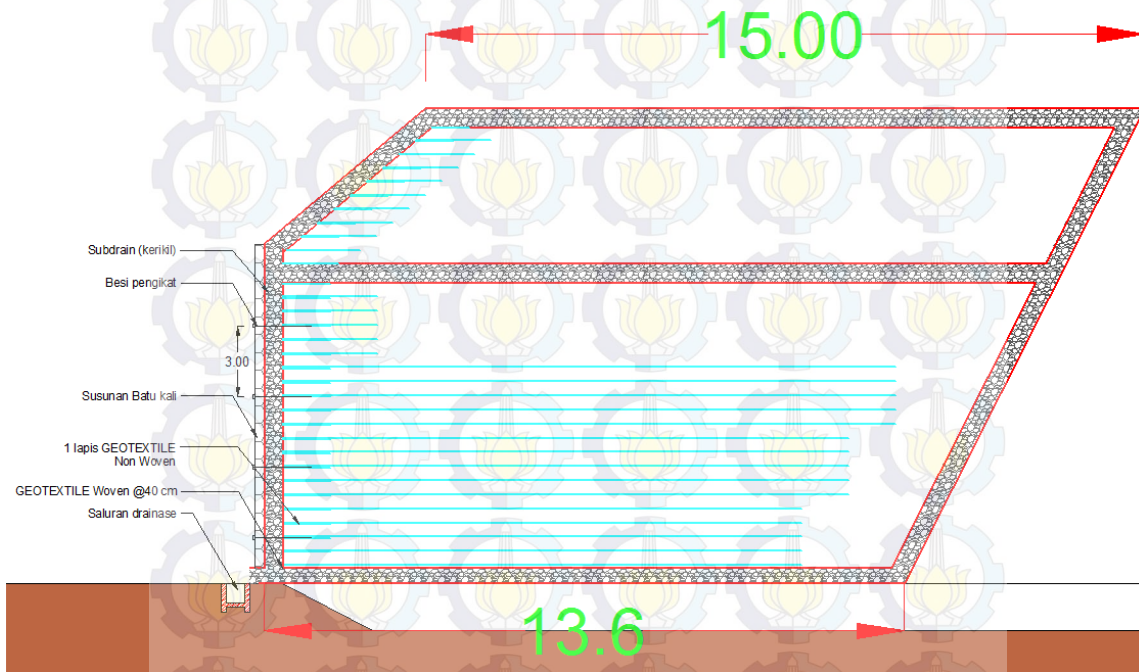
**Tabel 6.6** Panjang pemasangan geotextile di lapangan untuk zona 1

No	Hi	Ti	ov	oh	$\tau_1$	$\tau_2$	Le	Lr	Le+Lr	Lo	Sv	L tot	n	L tot
	m	m	kN/m <sup>2</sup>	kN/m <sup>2</sup>	kN/m <sup>2</sup>	kN/m <sup>2</sup>	m	m	m	m	m	m	lapis	m
1	10.1	10.73	181.8	112.136	91.3	91.303	0.92	9.14	11	1	0.3	13	1	13
2	9.8	10.43	176.4	108.805	88.59	88.591	0.63	9.4	11	1	0.3	13	1	13
3	9.5	10.13	171	105.474	85.88	85.879	0.65	9.65	11	1	0.3	13	1	13
4	9.2	9.83	165.6	102.144	83.17	83.167	0.67	9.89	11	1	0.3	13	1	13
5	8.9	9.53	160.2	98.813	80.46	80.455	0.69	10.1	11	1	0.3	13	1	13
6	8.6	9.23	154.8	95.482	77.74	77.743	0.71	10.3	12	1	0.3	14	1	14
7	8.3	8.93	149.4	92.151	75.03	75.032	0.74	10.5	12	1	0.3	14	1	14
8	8	8.63	144	88.821	72.32	72.32	0.77	10.7	12	1	0.3	14	1	14
9	7.7	8.33	138.6	85.49	69.61	69.608	0.80	10.9	12	1	0.3	14	1	14
10	7.4	8.03	133.2	82.159	66.9	66.896	0.83	11.1	12	1	0.3	14	1	14
11	7.1	7.73	127.8	78.828	64.18	64.184	0.87	11.3	13	1	0.3	15	1	15
12	6.8	7.43	122.4	75.497	61.47	61.472	0.90	11.4	13	1	0.3	15	1	15
13	6.5	7.13	117	72.167	58.76	58.76	0.94	11.6	13	1	0.3	15	1	15
14	6.2	6.83	111.6	68.836	56.05	56.048	0.99	11.7	13	1	0.3	15	1	15
15	5.9	6.53	106.2	65.505	53.34	53.336	1.04	11.9	13	1	0.3	15	1	15
													total	210





**Gambar 6.6** Dimensi subdrain sisi kiri



**Gambar 6.7** Detail dimensi subdrain sisi kiri

### 6.1.4.2 Zona 2

Untuk zona 2, cerucuk pada sisi kanan masih diasumsikan berfungsi. Sehingga untuk menentukan berapa jumlah Perkuatan yang harus ditambahkan pada timbunan tersebut, maka dihitung terlebih dahulu berapa momen yang masih mampu ditahan oleh cerucuk. Kemudian dilakukan analisa menggunakan stabi, berapa momen dorong yang bekerja. Sehingga :

$$\Delta MR \text{ geotextile} = \Delta MR_{\text{total}} - MR \text{ cerucuk}$$

Misal dari hasil analisa stabi didapat :

$$SF = 0.802$$

$$R = 16.15 \text{ m}$$

$$M_R = 16320 \text{ kNm}$$

$$M_D = \frac{M_R}{SF} = \frac{16320}{0.802} = 20673 \text{ kN.m}$$

$$SF_{\text{rencana}} = 1.3$$

$$\Delta M_R = (SF_{\text{rencana}} * M_D) - M_R$$

$$= 10293.31 \text{ kNm}$$

$$n \text{ cerucuk} = 2 \text{ buah}$$

$$MR \text{ cerucuk} = n \times P_{\text{max}} / R$$

$$= 2 \times 64.20 / 16.15$$

$$= 3153,1 \text{ kNm}$$

$$\Delta MR \text{ geotextile} = 10293,31 - 3153,1$$

$$= 7142,21 \text{ kNm}$$

Hasil selengkapnya ada pada Tabel 6.1

**Tabel 6.7** Hasil rekapitulasi  $\Delta MR$  geotextile

No	Hasil analisa stabi									Cerucuk		Geotextile	
	FOS	Circle	Center	Radius	Initial	Terminal	Resisting	MD	$\Delta MR$ tot	n	MR	SF	$\Delta MR$
	BISHOP	x-coord	y-coord		x-coord	x-coord	Moment	(kN-m)	(kN-m)	(kN-m)	buah	(kN-m)	ren
(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(kN-m)	(kN-m)	(kN-m)	buah	(kN-m)		(kN-m)	
1	0.802	17.27	28.13	16.15	5.56	33.38	16580	20673	10295.31	2	3153.10	1.3	7142.21
2	0.815	18.14	27.61	13.79	9.33	31.91	11910	14613	7087.55	2	2692.34	1.3	4395.20
3	0.793	17.28	27.76	14.65	7.33	31.91	13040	16444	8337.05	2	2860.25	1.3	5476.80
4	0.797	18.13	27.98	14.94	8	33.04	13970	17528	8816.70	2	2916.87	1.3	5899.83
5	0.603	-74.22	123.2	142	20	30.28	61090	101310	70613.15	2	27719.98	1.3	42893.17

Dari hasil analisa pada **Tabel 6.7** didapatkan berapa jumlah dan panjang geotextile pada **Tabel 6.8** dan **Tabel 6.9**.

**Tabel 6.8** Jumlah geotextile yang dibutuhkan untuk zona 2

No	Hasil analisa stabil							Geotextile	
	FOS	Circle	Center	Radius	Initial	Terminal	Resisting	$\Delta$ MR	n
	(BISHOP)	x-coord	y-coord		x-coord	x-coord	Moment		
	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(kN-m)	(kN-m)	buah
1	0.802	17.27	28.13	16.15	5.56	33.38	16580	7142.21	12
2	0.815	18.14	27.61	13.79	9.33	31.91	11910	4395.20	7
3	0.793	17.28	27.76	14.65	7.33	31.91	13040	5476.80	9
4	0.797	18.13	27.98	14.94	8	33.04	13970	5899.83	10

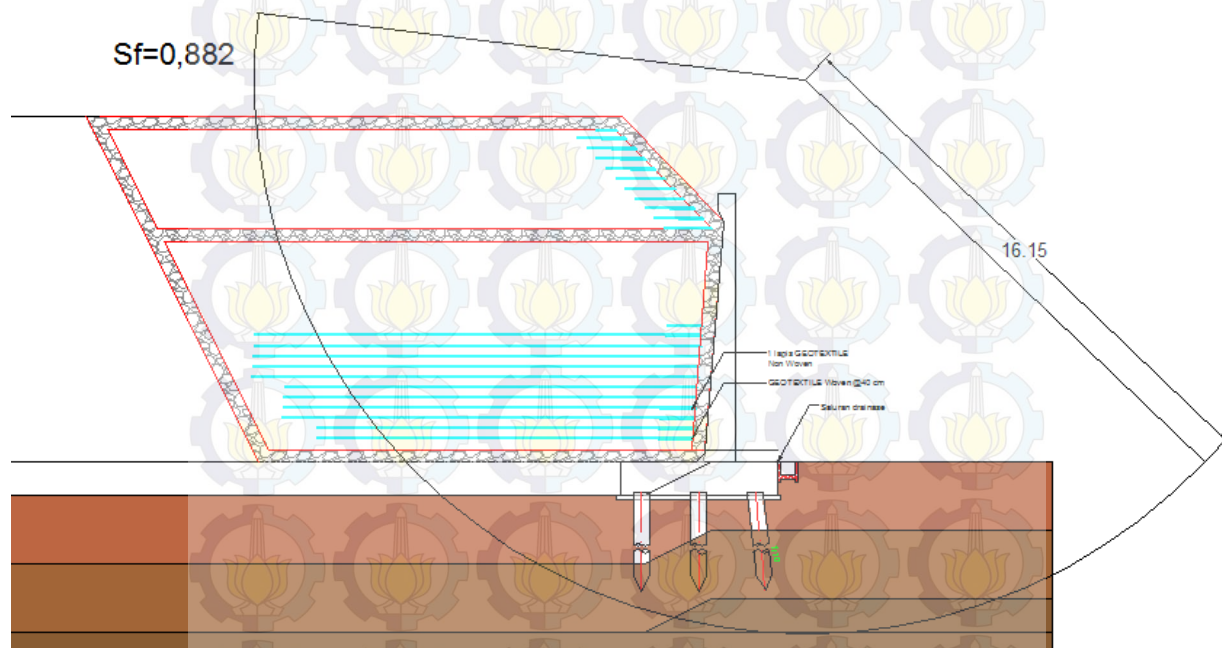
**Tabel 6.9** Panjang geotextile yang dibutuhkan

No	Hi	Ti	$\sigma_v$	$\sigma_h$	$\tau_1$	$\tau_2$	Le	Lr	Le+Lr	Lo	L total	n	L tot
	m	m	kN/m <sup>2</sup>	kN/m <sup>2</sup>	kN/m <sup>2</sup>	kN/m <sup>2</sup>	m	m	m	m	m	lapis	(m)
1	9.7	10.73	174.6	122.256	63.549	63.549	0.873	9	10.000	1.0	11	1	11
2	9.4	10.43	169.2	118.475	61.584	61.584	0.901	9	11.000	1.0	12	1	12
3	9.1	10.13	163.8	114.694	59.618	59.618	0.931	10	11.000	1.0	12	1	12
4	8.8	9.83	158.4	110.913	57.653	57.653	0.963	10	11.000	1.0	12	1	12
5	8.5	9.53	153	107.132	55.687	55.687	0.997	10	11.000	1.0	12	1	12
6	8.2	9.23	147.6	103.351	53.722	53.722	1.033	10	12.000	1.0	13	1	13
7	7.9	8.93	142.2	99.570	51.757	51.757	1.072	11	12.000	1.0	13	1	13
8	7.6	8.63	136.8	95.788	49.791	49.791	1.115	11	12.000	1.0	13	1	13
9	7.3	8.33	131.4	92.007	47.826	47.826	1.160	11	13.000	1.0	14	1	14
10	7	8.03	126	88.226	45.860	45.860	1.210	11	13.000	1.0	14	1	14
11	6.7	7.73	120.6	84.445	43.895	43.895	1.264	12	13.000	1.0	14	1	14
12	6.4	7.43	115.2	80.664	41.929	41.929	1.324	12	14.000	1.0	15	1	15
												total	155.0

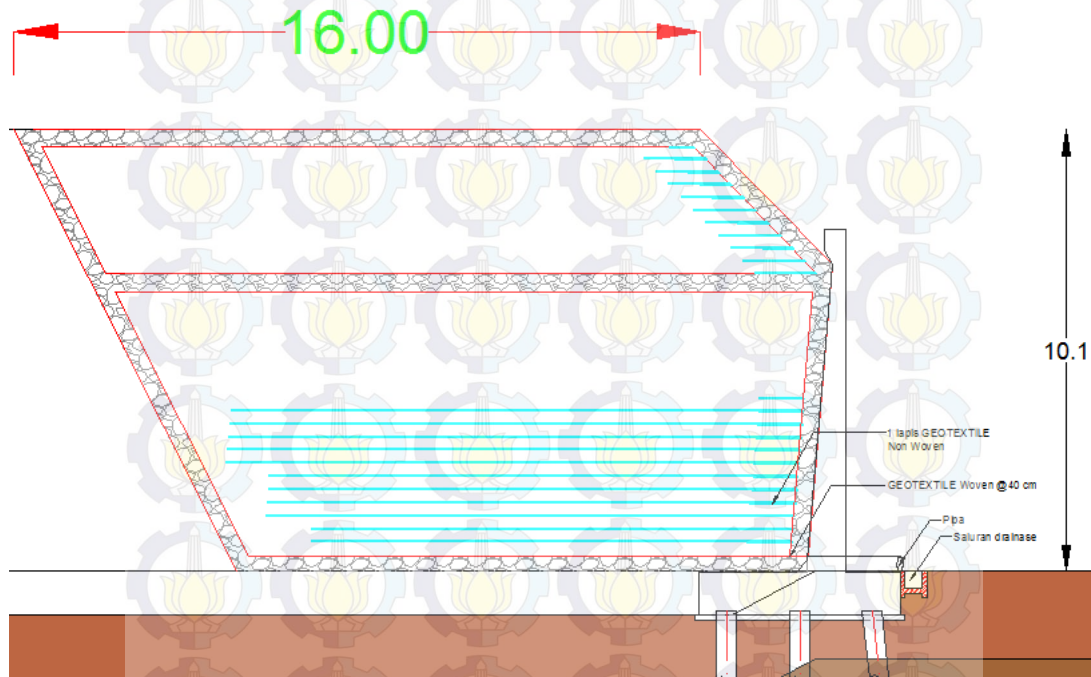
Untuk zona 2 dibutuhkan geotextile sebanyak 12 lapis dan panjang total yang dibutuhkan adalah 156 meter untuk setiap meter tegak lurus. Geotextile untuk timbunan surcharge sama dengan yang direncanakan pada sisi kiri.

Untuk menjaga agar muka air rendah, maka direncanakan subdrain.





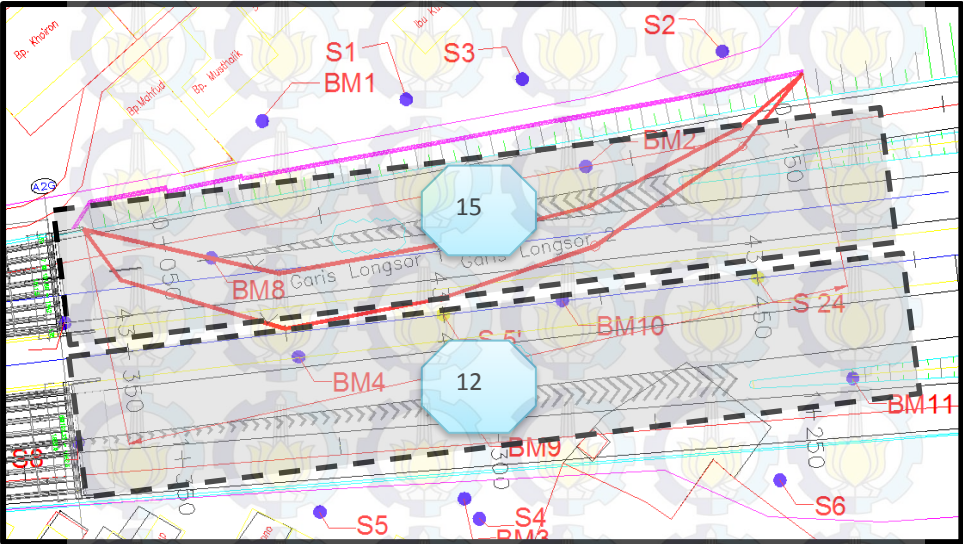
**Gambar 6.8** Detail dimensi subdrain sisi kanan



**Gambar 6.9** Detail dimensi subdrain sisi kanan



**Gambar 6.10** Detail dimensi subdrain sisi kanan  
Tampak atas

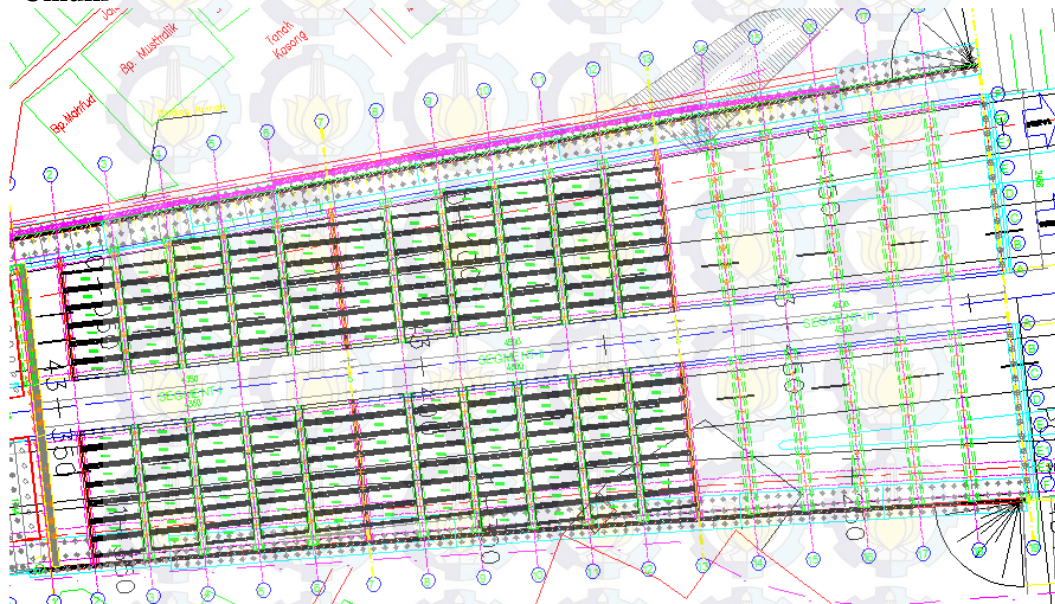


Gambar 6.11 Jumlah geotextile setiap zonannya

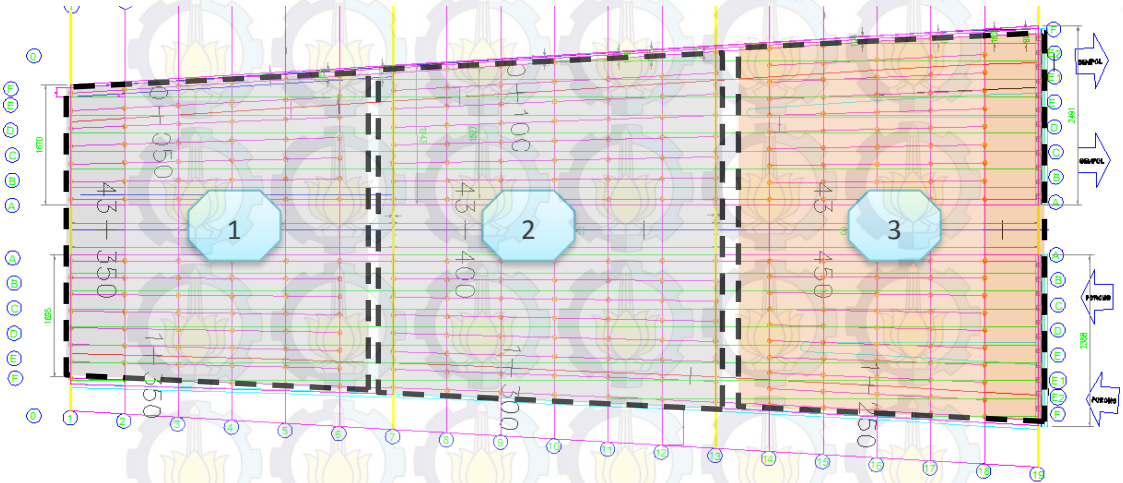


## 6.3 Perencanaan kedalaman tiang pancang pada struktur *Pile Slab*

### 6.3.1 Umum



Gambar 6.12 *Pile slab* tampak atas



Gambar 6.13 Segmen pile slab

*Pile slab* (Gambar 6.12) adalah salah satu alternatif perbaikan yang dapat diterapkan. Perencanaan detail dimensi dari *pile slab* tidak direncanakan oleh penulis. Perencanaan *pile slab* ini sudah direncanakan oleh pihak lain. Penulis hanya merencanakan berapa diameter dan kedalaman tiang pancang pada struktur tersebut.

*Slab* menerima beban yaitu beban hidup, beban mati, beban angin, beban gempa, beban rem. Proses pembebanannya sama seperti pembebanan pada struktur jembatan menggunakan standar peraturan pembebanan untuk jembatan SNI T 02-2005.

Penulis tidak melakukan perhitungan analisa struktur terhadap beban-beban yang diterima oleh plat. Penulis mendapatkan besarnya gaya tiap titiknya dari pihak perencana struktur atas (slab).

*Pile slab* tersebut terbagi menjadi 3 segmen (Gambar 6.6), segmen 1 dan segmen 2 direncanakan pihak lain dengan menggunakan plat precast. Sedangkan untuk segmen 3 direncanakan cor di tempat (in-situ). Untuk mempermudah pelaksanaan, maka perencanaan kedalaman tiang pancang berdasarkan pembagian segmen. Dan data tanah yang digunakan adalah data tanah yang dekat atau tepat di area pemancangan tiang (Tabel 6.10).

**Tabel 6.10** Segmen dan data tanah yang digunakan

No	Segmen 1	Segmen 2	Segmen 3
Sta	340-377.5	390-435	440-480
Data tanah	<ul style="list-style-type: none"> <li>• BM 8</li> <li>• BM 4</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• BM 10</li> <li>• BM 2</li> <li>• BM 9</li> <li>• BM 3</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• BM 11</li> </ul>

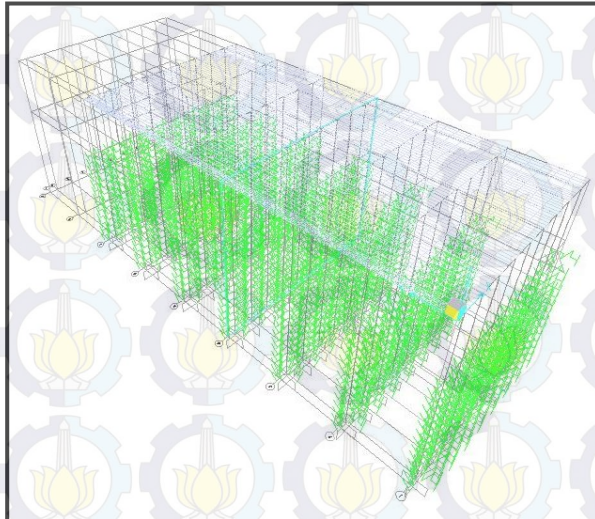
Beberapa asumsi yang digunakan dalam pemodelan struktur pile slab adalah nilai  $k$  tanah. Untuk nilai  $k$  tanah, penulis tidak merencanakan/menghitung. Pihak perencana struktur telah mendapatkan nilai tersebut.



Dengan adanya struktur *pile slab* maka sebagian timbunan harus dikeruk untuk proses pemancangan. Selain itu juga sejauh mana timbunan akan aman. Sehingga dalam pemodelan pada SAP 2000 ada panjang titik jepit. Panjang titik jepit ( $z$ ) yang digunakan dalam perencanaan *pile slab* ini adalah sedalam 13 meter dari tanah dasar.

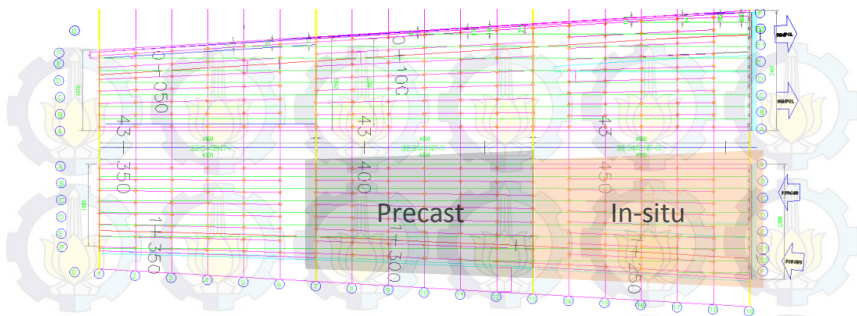
### 6.3.2 Beban

Beban yang diterima oleh pelat yang precast berbeda dengan pelat yang insitu. Kedua tipe plat tersebut dimodelkan dalam program bantu struktur analisa program (SAP) 2000. Struktur pile slab dimodelkan secara 3 dimensi dalam SAP 2000 (Gambar 6.14). Seluruh struktur tidak dimodelkan, tetapi hanya diambil bentang terpanjang (kritis). Untuk plat in-situ yang dimodelkan adalah segmen 3 sisi kanan (Gambar 6.15) dan untuk plat precast yang dimodelkan adalah segmen 1 sisi kanan (Gambar 6.15).

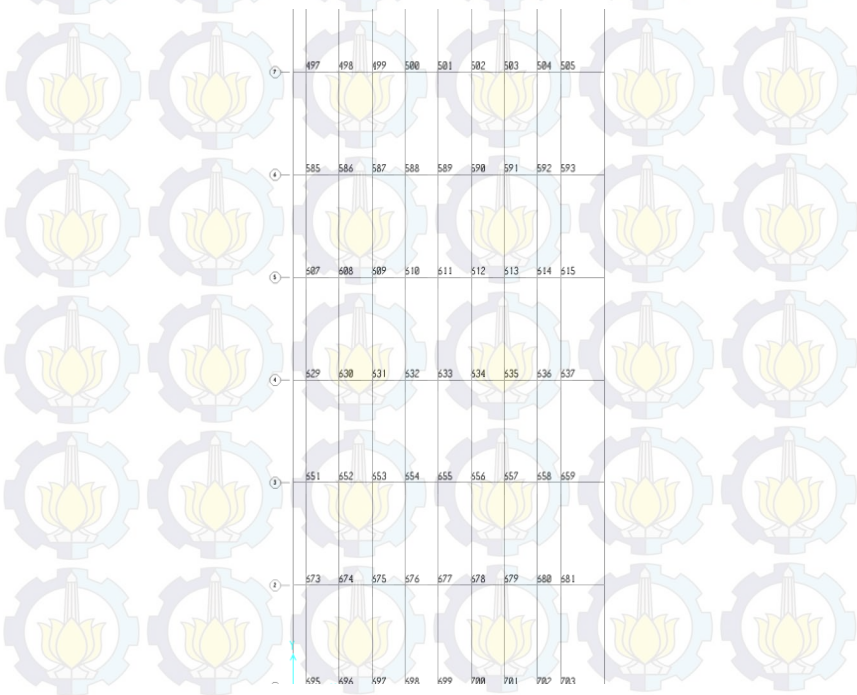


Gambar 6.14 Pemodelan *pile slab*





**Gambar 6.15** Sisi tampak atas yang dimodelkan dalam SAP



**Gambar 6.16** Model plat tampak atas

Berdasarkan standar peraturan pembebanan untuk jembatan SNI T 02-2005. Ada 7 macam kombinasi pembebanan yang digunakan. Yaitu :

**Tabel 6.11** Kombinasi pembebanan

Aksi	Kombinasi No.						
	1	2	3	4	5	6	7
Aksi tetap	X	X	X	X	X	X	X
Beban lalu lintas	X	X	X	X	-	-	X
Pengaruh temperatur	-	X	-	X	-	-	-
Arus/hanyutan/hidro/daya apung	X	X	X	X	X	-	-
Beban angin	-	-	X	X	-	-	-
Pengaruh gempa	-	-	-	-	X	-	-
Beban tumbukan	-	-	-	-	-	-	X
Beban pelaksanaan	-	-	-	-	-	X	-
Tegangan berlebihan yang diperbolehkan $r_{os}$	nil	25%	25%	40%	50%	30%	50%

Dari ke-tujuh kombinasi tersebut digunakan 3 kombinasi yang paling sesuai. Kombinasi yang digunakan adalah :

1D+1L

1D+1L+1W

1D+1E

Keterangan :

D = beban mati (berat sendiri, berat aspal, dan berat kerb)

L = beban lalu lintas berupa UDL dan KEL

W = beban angin yang diterima struktur

E = beban gempa

### 6.2.2.1 Pile slab in-situ

- Kombinasi 1D+1L

**Tabel 6.12** Kombinasi 1D+1L slab in-situ

Titik	P (kg)	Titik	P (kg)	Titik	P (kg)	Titik	P (kg)	Titik	P (kg)	Titik	P (kg)	Titik	P (kg)	Titik	P (kg)	Titik	P (kg)
497	34940	498	35825.87	499	36340.29	500	35619.91	501	33060.11	502	29295.74	503	30757.22	504	46877.17	505	72392.67
585	63867.69	586	66621.19	587	67299.45	588	65391.7	589	60678.21	590	55505.92	591	61162.73	592	91126.75	593	133254.8
607	59791.28	608	62546.71	609	63166.79	610	61108.89	611	56189.49	612	50868.68	613	56568.76	614	86735.36	615	128902.4
629	60537.12	630	63290.66	631	63914.39	632	61862.87	633	56940.37	634	51575.51	635	57090.42	636	86826.58	637	128503.1
651	59815.08	652	62557.12	653	63172.69	654	61114.86	655	56197.25	656	50878.05	657	56576.66	658	86734.31	659	128890.5
673	63861.4	674	66590.86	675	67261.52	676	65354.78	677	60647.06	678	55481.43	679	61133.75	680	91064.84	681	133147.6
695	34883.8	696	35819.33	697	36346.52	698	35634.28	699	33100.85	700	29384.01	701	30861.68	702	46914.51	703	72322.57
585	63867.7	586	66621.2	587	67299.5	588	65391.7	589	60678.2	590	55505.9	591	61162.7	592	91126.8	593	133254.8

**Tabel 6.13** P terbesar slab in-situ  
dari kombinasi

1D+1L	Pmax	Mx	My
	133254.8	3.19	-3.53
	P	Mx max	My
	72392.67	0.98	1.45
	P	Mx	My max
	133147.6	0.06646	3.28

- Kombinasi 1D+1L+1W

**Tabel 6.14** Kombinasi 1D+1L+1W slab in-situ

Titik	P (kg)	Titik	P (kg)	Titik	P (kg)	Titik	P (kg)	Titik	P (kg)	Titik	P (kg)	Titik	P (kg)	Titik	P (kg)	Titik	P (kg)
497	51167.14	498	38591.24	499	38893.74	500	37769.46	501	34990.14	502	32499.77	503	33975.15	504	52241.98	505	87998.42
585	78956.89	586	70152.25	587	68182.62	588	66357.08	589	61585.65	590	57577.88	591	62303.95	592	97449.11	593	148731.6
607	73053.59	608	65467.81	609	63836.64	610	61821.09	611	56803.3	612	52725.57	613	57601.58	614	92030.9	615	142187.6
629	72533.8	630	65956.01	631	64490.29	632	62494.58	633	57472.53	634	53218.17	635	57984.26	636	91618.97	637	140471.9
651	70716.34	652	64988.17	653	63703.58	654	61694.25	655	56712.45	656	52392.12	657	57415.69	658	91065.34	659	139734.2
673	73953.37	674	68829.17	675	68248.54	676	66317.92	677	61505.26	678	57147.01	679	62256.62	680	95351.71	681	143829.1
695	48310.24	696	39069.22	697	38439.84	698	37600.52	699	35064.73	700	31983.52	701	33361.73	702	52078.31	703	85470.54
585	78956.9	586	70152.3	675	68248.5	588	66357.1	589	61585.7	590	57577.9	591	62304	592	97449.1	593	148731.6

**Tabel 6.15** P terbesar slab in-situ

dari kombinasi				
1D+1L+1W	titik	Pmax	Mx	My
	593	148731.6	1.26	43.75
	titik	P	Mx max	My
	703	85470.54	2.2	3.96
	titik	P	Mx	My max
505	87998.42	2.14	46.2	



- Kombinasi 1D+1E

**Tabel 6.16** Kombinasi 1D+1E slab in-situ

Titik	P (kg)	Titik	P (kg)	Titik	P (kg)	Titik	P (kg)	Titik	P (kg)	Titik	P (kg)	Titik	P (kg)	Titik	P (kg)	Titik	P (kg)
497	44125.77	498	31317.15	499	31485.6	500	30673.48	501	28949.53	502	28085.25	503	29258.83	504	41406.59	505	67273.66
585	61750.87	586	52058.54	587	49936.24	588	48953.61	589	46187.44	590	44427.14	591	46914.51	592	69557.6	593	103234.3
607	57269.27	608	48798.96	609	47043.95	610	45945.97	611	43047.29	612	41322.7	613	43980.39	614	65824.79	615	98324.74
629	56484.77	630	49022.33	631	47429.53	632	46346	633	43440.33	634	41552.45	635	44173.39	636	65402.6	637	96807.54
651	54922.52	652	48315.41	653	46908.85	654	45817.05	655	42953.59	656	40985.68	657	43791.49	658	64859.97	659	95876.69
673	56747.22	674	50745.4	675	50015.37	676	48927.42	677	46117.96	678	44004.84	679	46877.86	680	67484.32	681	98374.15
695	41292.33	696	31798.95	697	31030.39	698	30500.11	699	29009.39	700	27535.26	701	28604.55	702	41227.36	703	64771.47
585	61750.9	586	52058.5	675	50015.4	588	48953.6	589	46187.4	590	44427.1	591	46914.5	592	69557.6	593	103234.3

**Tabel 6.17** P terbesar slab in-situ

dari kombinasi				
1D+1L+1W	titik	Pmax	Mx	My
	593	103234.3	1.76	45.66
	titik	P	Mx max	My
	703	64771.47	2.07	3.95
	titik	P	Mx	My max
	499	26378.7	-0.22	-46.14

**Tabel 6.18** Besarnya beban aksial yang digunakan

komb	Pmax	Mx	My	Kenaikan Pijin	P beban (Kg)
1D+1L	133254.8	3.19	-3.53	100%	133254.81
1D+1L+1W	148731.6	1.26	43.75	125%	118985.28
1D+EX	103234.3	1.76	45.66	150%	68822.87

Menentukan

Dari ketiga kombinasi, kemudian dilakukan rekapitulasi (Tabel 6.18) terhadap gaya aksial maksimum yang terjadi. Kombiasi yang menentukan adalah 1D+1L dengan P sebesar 133254.81 kg = 133.254 ton. Output program bantu SAP lebih lengkapnya ada pada **Lampiran 9**.

### 6.2.2.2 Pile slab precast

- Kombinasi 1D+1L

**Tabel 6.19** Kombinasi 1D+1L slab precast

Titik	P (kg)	Titik	P (kg)	Titik	P (kg)	Titik	P (kg)	Titik	P (kg)	Titik	P (kg)	Titik	P (kg)	Titik	P (kg)	Titik	P (kg)
497	38072	498	38693.4	499	39353	500	38829	501	36445	502	32936	503	34435	504	49842	505	72807
585	59923	586	60398.5	587	61266	588	60319	589	56652	590	52037	591	56012	592	79873	593	113437
607	60384	608	60890.5	609	61714	610	60627	611	56692	612	51769	613	55815	614	80582	615	115508
629	60233	630	60738.1	631	61558	632	60466	633	56519	634	51578	635	55594	636	80307	637	115150
651	60397	652	60893.4	653	61713	654	60627	655	56694	656	51772	657	55817	658	80578	659	115496
673	59945	674	60400.6	675	61263	676	60318	677	56654	678	52042	679	56012	680	79851	681	113389
695	38008	696	38676.8	697	39347	698	38829	699	36471	700	33006	701	34519	702	49856	703	72720
585	60397	586	60893.4	587	61714	588	60627	589	56694	678	52042	591	56012	592	80582	593	115508

- Kombinasi 1D+1L

**Tabel 6.20** Kombinasi 1D+1L slab precast

Titik	P (kg)	Titik	P (kg)	Titik	P (kg)	Titik	P (kg)	Titik	P (kg)	Titik	P (kg)	Titik	P (kg)	Titik	P (kg)	Titik	P (kg)
497	38072	498	38693	499	39353	500	38829	501	36444.8	502	32936	503	34435	504	49842	505	72807.5
585	59923	586	60399	587	61266	588	60319	589	56651.9	590	52037	591	56012	592	79873	593	113437
607	60384	608	60890	609	61714	610	60627	611	56692.3	612	51769	613	55815	614	80582	615	115508
629	60233	630	60738	631	61558	632	60466	633	56519.3	634	51578	635	55594	636	80307	637	115150
651	60397	652	60893	653	61713	654	60627	655	56693.7	656	51772	657	55817	658	80578	659	115496
673	59945	674	60401	675	61263	676	60318	677	56653.7	678	52042	679	56012	680	79851	681	113389
695	38008	696	38677	697	39347	698	38829	699	36470.5	700	33006	701	34519	702	49856	703	72720.5
585	60397	586	60893	587	61714	588	60627	589	56693.7	678	52042	591	56012	592	80582	593	115508

- Kombinasi 1D+1L

**Tabel 6.21** Kombinasi 1D+1L slab precast

Titik	P (kg)	Titik	P (kg)	Titik	P (kg)	Titik	P (kg)	Titik	P (kg)	Titik	P (kg)	Titik	P (kg)	Titik	P (kg)	Titik	P (kg)
497	45577	498	32835	499	33463	500	32538	501	30334	502	29064	503	30815	504	44759	505	72855
585	58247	586	47005	587	45614	588	44759	589	41884	590	40009	591	42385	592	64762	593	98903
607	56771	608	46740	609	45733	610	44724	611	41607	612	39511	613	42151	614	64428	615	98523
629	55445	630	46431	631	45529	632	44536	633	41430	634	39179	635	41848	636	63764	637	96999
651	54529	652	46344	653	45536	654	45536	655	45536	656	39166	657	41919	658	63552	659	96197
673	53562	674	45932	675	45600	676	44708	677	41785	678	39483	679	42150	680	63025	681	94496
695	43209	696	33312	697	32909	698	32282	699	30427	700	28663	701	30239	702	44402	703	70504
585	58247	586	47005	587	45733	588	45536	589	45536	678	40009	591	42385	592	64762	593	98903

**Tabel 6.22** Besarnya beban aksial yang digunakan

kombinasi	Pmax	Mx	My	Kenaikan ijin	P beban (kg)
1D+1L	115508	0.05367	2.46	100%	115508
1D+1L+1W	115508	0.05367	2.46	125%	92406.36
1D+EX	98902.73	1.33	40.53	150%	65935.15

menentukan



Dari ketiga kombinasi, kemudian dilakukan rekapitulasi (Tabel 6.22) terhadap gaya aksial maksimum yang terjadi. Kombinasi yang menentukan adalah 1D+1L dengan P sebesar 115508 kg = 115,508 ton. Output program bantu SAP lebih lengkapnya ada pada **Lampiran 9**.

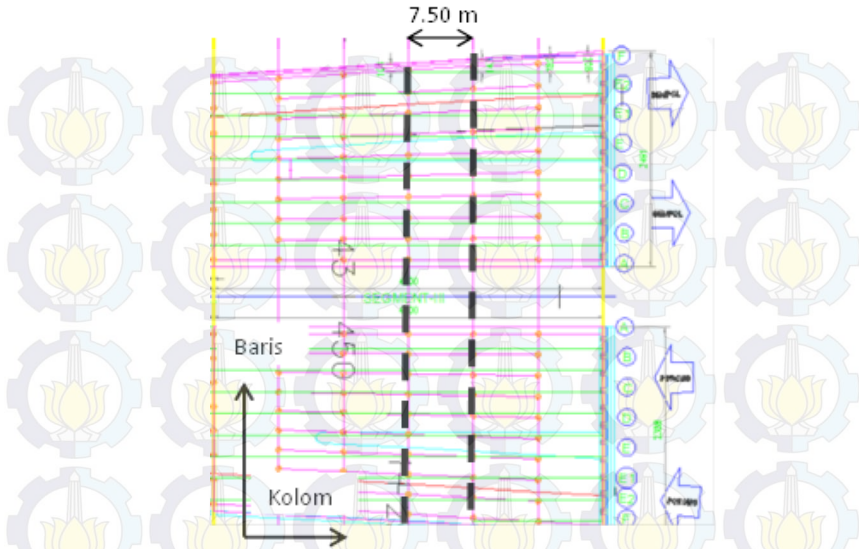
Mengacu pada **Tabel 6.18** dan **Tabel 6.22** maka beban aksial yang digunakan dalam perencanaan kedalaman tiang pancang adalah sebagai berikut :

**Tabel 6.23** Rekapitulasi beban setiap segmen

Segmen	Pmax (kg)
Segmen 1	115508
Segmen 2	115508
Segmen 3	133254.81

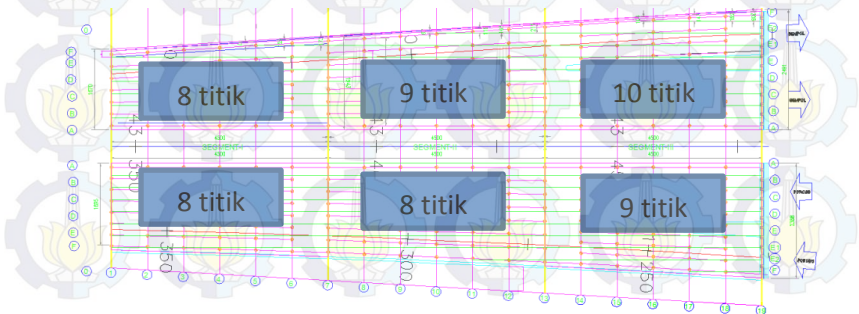
### 6.3.3 Efisiensi tiang pancang dalam group

Efisiensi tiang pancang dalam group berdasarkan berapa jumlah tiang pancang setiap segmennya. Jarak tiang pancang antara baris pertama dan baris selanjutnya adalah 7,5 meter (Gambar 17). sedangkan jarak maksimum tiang pancang dianggap dalam group adalah 5 hingga 6 kali diameter, atau 3 meter. Sehingga dalam kasus ini, tiang pancang yang dalam group adalah tiang pancang yang dalam 1 baris. Tiang pancang antar baris tidak dianggap dalam group.



**Gambar 6.17** Jarak antar baris

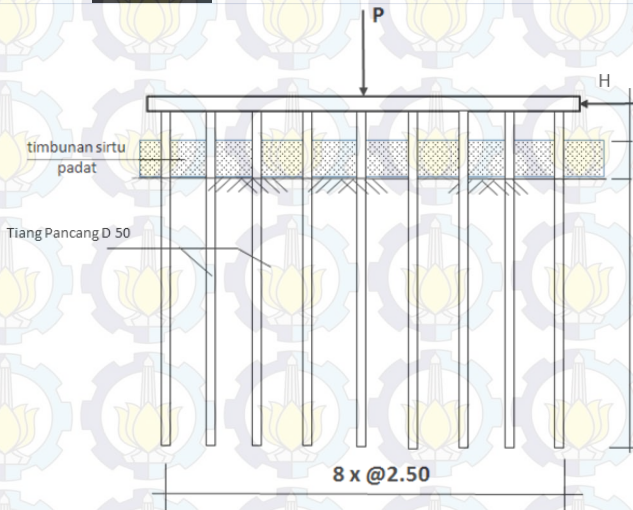
Pada setiap segmen antara sisi kiri dan sisi kanan, jumlah tiang pancangnya dalam potongan melintang jalan (dalam 1 baris), ada yang berbeda ada yang sama (Gambar 6.18), untuk menghitung efisiensi, diambil dengan jumlah terbanyak.



**Gambar 6.18** Jumlah tiang pancang dalam potongan melintang jalan

Sehingga segmen 1 diambil jumlah tiang pancang dalam potongan melintang jalan adalah 8, segmen 2 adalah 9 dan segmen 3 adalah 10. Berikut ini adalah contoh perhitungan efisiensi tiang pancang dalam group :

### Segmen 1



**Gambar 6.19** Potongan melintang *Pile slab*

$$\phi \text{ tiang} = 0.5 \text{ meter}$$

$$\text{Jarak antar taing (S)} = 2,5 \text{ meter}$$

$$\text{Jumlah baris tiang dalam group (m)} = 1$$

$$\text{Jumlah kolom tiang dalam group (n)} = 8$$

$$\phi/S = 0.5/2,5 = 0,2$$

$$\text{Arc } (\phi/S) = 11,31$$

$$C_e = 1 - \frac{\arctan\left(\frac{\phi}{S}\right)}{90^\circ} \times \left(2 - \frac{1}{m} - \frac{1}{n}\right)$$

$$C_e = 1 - \frac{11,31}{90^\circ} \times \left(2 - \frac{1}{1} - \frac{1}{8}\right) = 0,89$$

Untuk zona berikutnya akan disajikan dalam bentuk tabel (Tabel 6.24).

**Tabel 6.24** Efisiensi tiang dalam group

Segmen	$\phi$ tiang	S	n	m	$\phi/S$	arctan $\phi/S$	Ce
	(m)	(m)					
Segmen 1	0.5	2.5	8	1	0.2	11.31	<b>0.890</b>
Segmen 2	0.5	2.5	9	1	0.2	11.31	<b>0.888</b>
Segmen 3	0.5	2.5	10	1	0.2	11.31	<b>0.887</b>

### 6.3.4 Kedalaman tiang pancang

Dalam menentukan kedalaman tiang pancang, digunakan data-data tanah yang lokasinya dekat atau tepat berada diatas timbunan (Tabel 6.25).

Berikut ini adalah salah satu daya dukung tanah dasar pada BM 8.

**Tabel 6.25** Daya dukung tanah dasar pada BM 8

Depth (m)	Nspt	N Corr	N rata2 ujung	Qujung	<i>f<sub>si</sub></i>	Rsi	$\Sigma$ Rsi	Qult = Qujung + $\Sigma$ Rsi	Qijin = Qult/SF	Q cabut
				(ton)	(ton/m2)	(ton)	(ton)	(ton)	(ton)	(ton)
1	2	12	13	14	15	16	17	18	19	20
0	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		<b>0.00</b>
0.5	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		<b>0.00</b>
1	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		<b>0.00</b>
1.5	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	<b>0.00</b>
2	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	<b>0.00</b>
2.5	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	<b>0.00</b>
3	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	<b>0.00</b>
3.5	0	0.00	1.12	8.79	0.00	0.00	0.00	8.79	2.93	<b>0.00</b>
4	0	0.00	2.20	17.31	0.00	0.00	0.00	17.31	5.77	<b>0.00</b>
4.5	0	0.00	3.40	26.73	0.00	0.00	0.00	26.73	8.91	<b>0.00</b>
5	0	0.00	4.63	36.37	0.00	0.00	0.00	36.37	12.12	<b>0.00</b>
5.5	9	13.43	5.85	45.97	2.69	2.11	2.11	48.08	16.03	<b>0.70</b>
6	18	15.21	7.07	55.56	3.04	2.39	4.50	60.06	20.02	<b>1.50</b>
6.5	19.5	15.60	8.60	67.54	3.12	2.45	6.95	74.49	24.83	<b>2.32</b>
7	21	15.95	9.76	76.65	3.19	2.51	9.46	86.10	28.70	<b>3.15</b>
7.5	22	15.90	10.44	82.03	3.18	2.50	11.95	93.99	31.33	<b>3.98</b>



Depth	Nspt	N Corr	N rata2 ujung	Qujung	fsi	Rsi	Σ Rsi	Qult = Qujung + Σ Rsi	Qijin = Qult/SF	Q cabut
(m)				(ton)	(ton/m2)	(ton)	(ton)	(ton)	SF=3; (ton)	SF=3; (ton)
1	2	12	13	14	15	16	17	18	19	20
8	23	15.86	10.69	83.98	3.17	2.49	14.44	98.42	32.81	<b>4.81</b>
8.5	18	19.83	10.97	86.16	9.92	7.79	22.23	108.40	36.13	<b>7.41</b>
9	13	15.07	11.28	88.58	7.54	5.92	28.15	116.73	38.91	<b>9.38</b>
9.5	8	8.91	11.58	90.97	4.46	3.50	31.65	122.62	40.87	<b>10.55</b>
10	3	3.22	10.85	85.23	1.61	1.26	32.92	118.15	39.38	<b>10.97</b>
10.5	3.5	3.62	10.02	78.69	1.81	1.42	34.34	113.02	37.67	<b>11.45</b>
11	4	4.00	9.19	72.18	2.00	1.57	35.91	108.09	36.03	<b>11.97</b>
11.5	4	3.96	8.33	65.43	1.98	1.56	37.46	102.90	34.30	<b>12.49</b>
12	4	3.93	7.47	58.69	1.96	1.54	39.01	97.70	32.57	<b>13.00</b>
12.5	4.5	4.38	6.58	51.67	2.19	1.72	40.73	92.40	30.80	<b>13.58</b>
13	5	4.83	5.34	41.95	2.41	1.90	42.62	84.57	28.19	<b>14.21</b>
13.5	5	4.79	4.47	35.08	2.39	1.88	44.50	79.58	26.53	<b>14.83</b>
14	5	4.75	4.06	31.91	2.37	1.86	46.37	78.28	26.09	<b>15.46</b>
14.5	4.5	4.24	4.17	32.72	2.12	1.66	48.03	80.76	26.92	<b>16.01</b>
15	4	3.74	4.31	33.82	1.87	1.47	49.50	83.32	27.77	<b>16.50</b>
15.5	4	3.71	4.45	34.93	1.85	1.46	50.95	85.88	28.63	<b>16.98</b>
16	4	3.68	4.62	36.30	1.84	1.44	52.40	88.70	29.57	<b>17.47</b>
16.5	5	4.56	5.24	41.13	2.28	1.79	54.19	95.32	31.77	<b>18.06</b>
17	6	5.43	6.25	49.08	2.71	2.13	56.32	105.39	35.13	<b>18.77</b>
17.5	6.5	5.83	7.62	59.83	2.92	2.29	58.61	118.44	39.48	<b>19.54</b>
18	7	6.23	9.37	73.63	3.12	2.45	61.06	134.68	44.89	<b>20.35</b>
18.5	13.5	11.93	11.09	87.07	5.96	4.68	65.74	152.81	50.94	<b>21.91</b>
19	20	17.53	12.79	100.44	8.77	6.89	72.63	173.06	57.69	<b>24.21</b>
19.5	26	22.62	14.51	113.99	11.31	8.88	81.51	195.50	65.17	<b>27.17</b>
20	32	27.63	16.23	127.45	13.82	10.85	92.36	219.81	73.27	<b>30.79</b>
20.5	31.5	27.00	18.31	143.83	13.50	10.60	102.96	246.79	82.26	<b>34.32</b>
21	31	26.37	20.69	162.54	13.18	10.36	113.32	275.85	91.95	<b>37.77</b>
21.5	31	26.17	23.34	183.29	13.09	10.28	123.59	306.88	102.29	<b>41.20</b>
22	31	25.98	26.27	206.33	12.99	10.20	133.80	340.12	113.37	<b>44.60</b>
22.5	37	30.79	29.12	228.69	15.39	12.09	145.89	374.58	124.86	<b>48.63</b>
23	43	35.52	31.47	247.19	17.76	13.95	159.84	407.03	135.68	<b>53.28</b>
23.5	48.5	39.77	33.34	261.89	19.89	15.62	175.46	437.34	145.78	<b>58.49</b>
24	54	43.97	34.77	273.09	21.98	17.27	192.72	465.81	155.27	<b>64.24</b>
24.5	53.5	43.25	35.93	282.17	21.63	16.99	209.71	491.87	163.96	<b>69.90</b>
25	53	42.55	37.24	292.51	21.27	16.71	226.42	518.93	172.98	<b>75.47</b>
25.5	52.5	41.85	38.72	304.11	20.93	16.44	242.85	546.96	182.32	<b>80.95</b>
26	52	41.17	40.32	316.69	20.58	16.17	259.02	575.71	191.90	<b>86.34</b>

Depth	Nspt	N Corr	N rata2 ujung	Qujung	fsi	Rsi	Σ Rsi	Qult = Qujung + Σ Rsi	Qijin = Qult/SF	Q cabut
(m)				(ton)	(ton/m <sup>2</sup> )	(ton)	(ton)	(ton)	SF=3 ; (ton)	SF=3 ; (ton)
1	2	12	13	14	15	16	17	18	19	20
26.5	54.3	42.65	41.96	329.54	21.33	16.75	275.77	605.30	201.77	<b>91.92</b>
27	56.5	44.12	43.24	339.64	22.06	17.33	293.09	632.73	210.91	<b>97.70</b>
27.5	58.8	45.56	44.19	347.03	22.78	17.89	310.99	658.02	219.34	<b>103.66</b>
28	61	46.99	44.82	352.01	23.50	18.45	329.44	681.45	227.15	<b>109.81</b>
28.5	61.8	47.25	45.11	354.26	23.63	18.56	348.00	702.25	234.08	<b>116.00</b>
29	62.5	47.51	45.42	356.75	23.75	18.66	366.65	723.40	241.13	<b>122.22</b>
29.5	63.3	47.76	45.66	358.63	23.88	18.75	385.41	744.04	248.01	<b>128.47</b>
30	64	48.01	46.01	361.35	24.00	18.85	404.26	765.61	255.20	<b>134.75</b>
30.5	64	47.69	46.49	365.16	23.85	18.73	422.99	788.14	262.71	<b>141.00</b>
31	64	47.39	46.92	368.51	23.69	18.61	441.60	810.10	270.03	<b>147.20</b>

**Tabel 6.26** Elevasi tiang pancang

Segmen	Komb	P (t)	data	Elv	Ptanah	Ce	Pijin tanah	kedalaman dari sampel	Elv dept
			tanah	(m)	(t)				
Seg 1	1D+1L	115.5	BM 8	29.251	135.68	0.890	120.7577	23	6.251
			BM 4	31.861	135.80	0.890	120.8677	29.5	2.361
Seg 2	1D+1L	115.5	BM 10	29.14	133.50	0.888	118.5913	21.5	7.64
			BM 2	31.713	135.45	0.888	120.3199	26	5.713
			BM 9	29.409	135.06	0.888	119.9733	23	6.409
Seg 3	1D+1L	133.3	BM 3	24.88	138.04	0.888	122.6204	18.5	6.38
			BM 11	29.167	134.32	0.887	119.1284	25	4.167

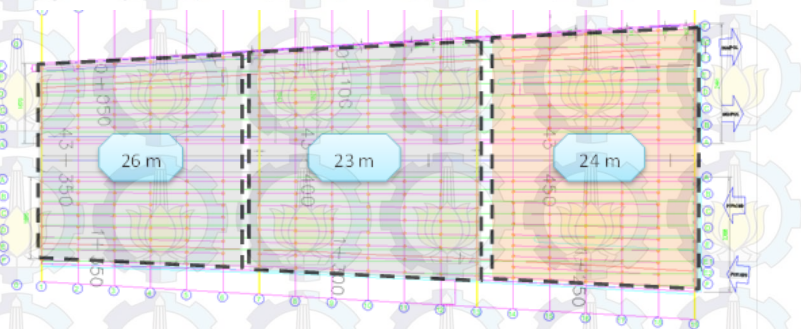
Setelah menghitung daya dukung tanah dasar, maka dapat diketahui berapa kedalaman tiang pancang dari titik pengambilan data tanah (Tabel 6.26). Tetapi untuk mempermudah pelaksanaan, timbunan akan dikeruk dan tingginya menjadi 3 meter. Proses pemancangan direncanakan terhadap elevasi 28.133. sehingga dari elevasi tersebut didapat berapa kedalaman (panjang) tiang pancang yang dibutuhkan.

**Tabel 6.27** panjang tiang pancang yang dibutuhkan

Seg	Komb	P	data	Elv	Elv dept	panjang tiang dari	Round up
-----	------	---	------	-----	-------------	--------------------------	-------------

		(t)	tanah	(m)		28.133	
Seg 1	1D+1L	115.5	BM 8	29.251	6.251	21.882	26
			BM 4	31.861	2.361	25.772	
Seg 2	1D+1L	115.5	BM 10	29.14	7.64	20.493	23
			BM 2	31.713	5.713	22.42	
			BM 9	29.409	6.409	21.724	
			BM 3	24.88	6.38	21.753	
Seg 3	1D+1L	133.3	BM 11	29.167	4.167	23.966	24

Dari **Tabel 6.27** dapat disimpulkan bahwa kedalaman tiang untuk segmen 1 adalah 26 m, segmen 2 adalah 23 m, dan segmen 3 adalah 24 m sesuai pada **Gambar 6.20**.



**Gambar 6.20** Kedalaman tiang pancang masing-masing segmen

#### 6.4 Counterweight

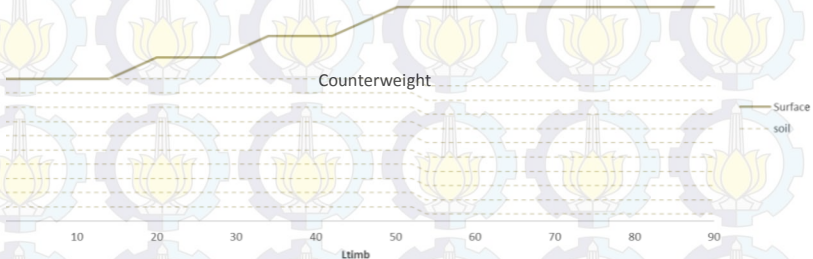
Counterweight merupakan salah satu alternatif dengan membuat timbunan yang awalnya tegak menjadi memiliki slope dengan perbandingan tertentu. Sehingga dibutuhkan lahan yang luas di kanan atau kiri lokasi timbunan. Perencanaan counterweight ini dengan asumsi bahwa lahan disekitar lokasi akan dibebaskan.

Dimensi counterweight untuk sisi kiri dan sisi kanan berbeda. Untuk mendapatkan dimensi yang optimum, dilakukan metode trial and eror nilai slope.

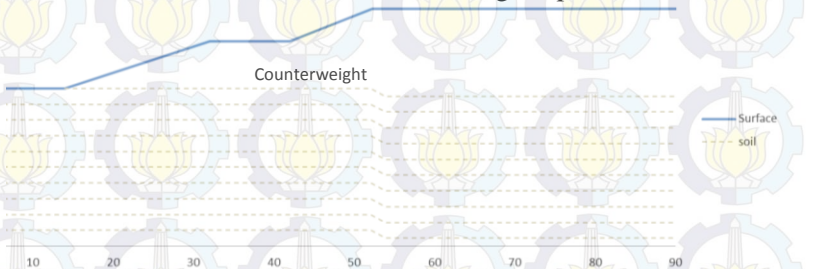
#### 6.4.1 Counterweight sisi kiri timbunan

Dimensi counter weight sisi kiri dicoba dengan 2 tipe counter weight. Yaitu untuk tipe A (Gambar 6.21) dan tipe B (Gambar 6.22). Kedua tipe tersebut dianalisa dengan program bantu stabl dengan beban lalu lintas 15 Kpa.

Variasi yang digunakan adalah variasi slope dari timbunan setinggi 10.1 meter (Timbunan tertinggi).



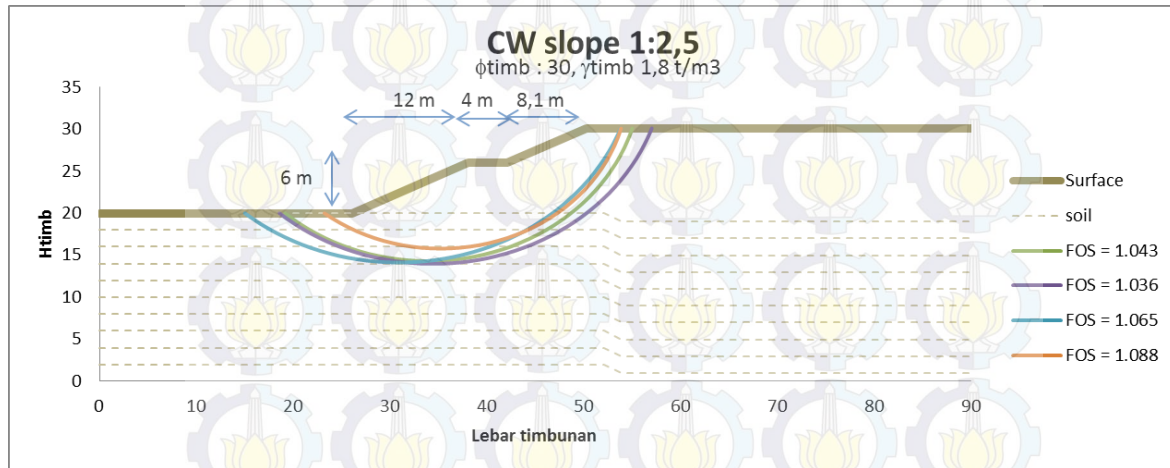
**Gambar 6.21** Counterweight tipe A



**Gambar 6.22** Counterweight tipe B

Dengan menggunakan program bantu stabl dicoba slope 1:3, 1:3,5 dan 1:4. Slope 1:2,5 tidak coba karena dengan slope tersebut SF timbunan sudah kurang dari 1,1 (Gambar 6.23).



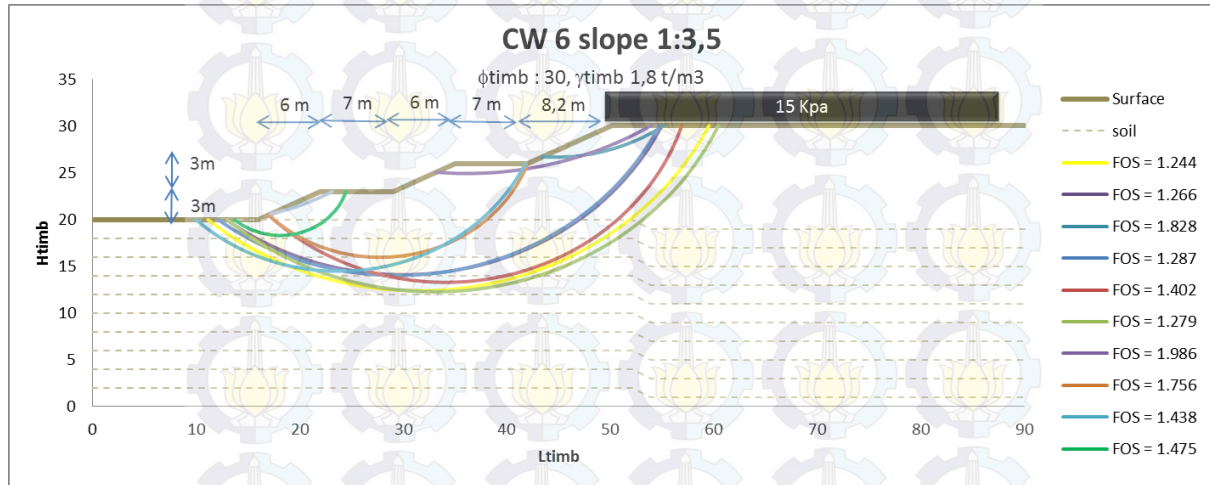


**Gambar 6.23** Stabilitas slope 1:2,5

Berikut ini adalah hasil analisa masing-masing tipe counterweight dengan program bantu stabil

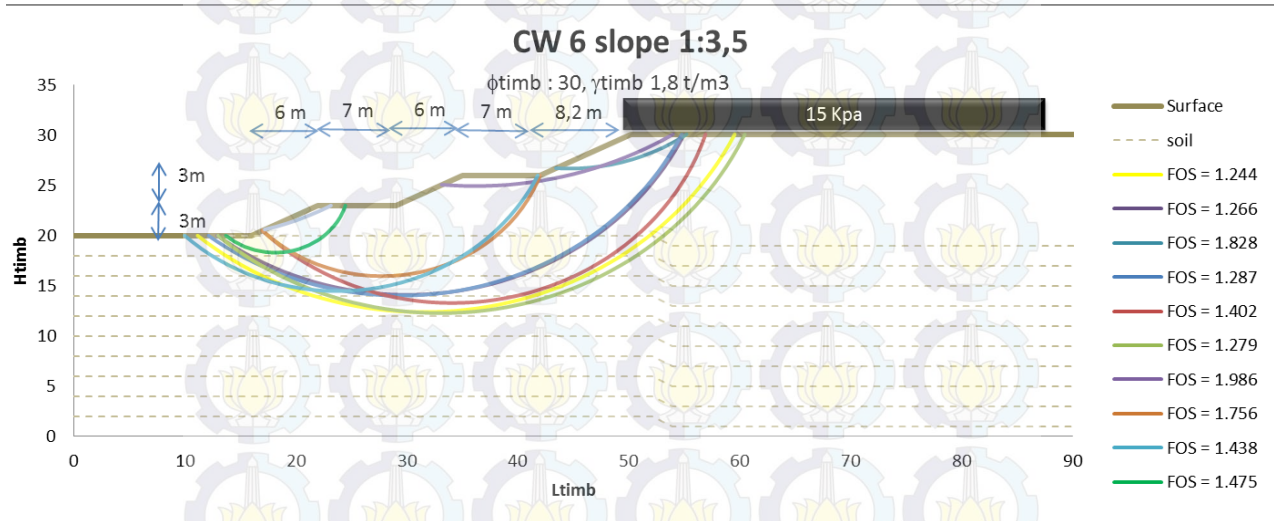
:

## 1. Tipe A slope 1: 4



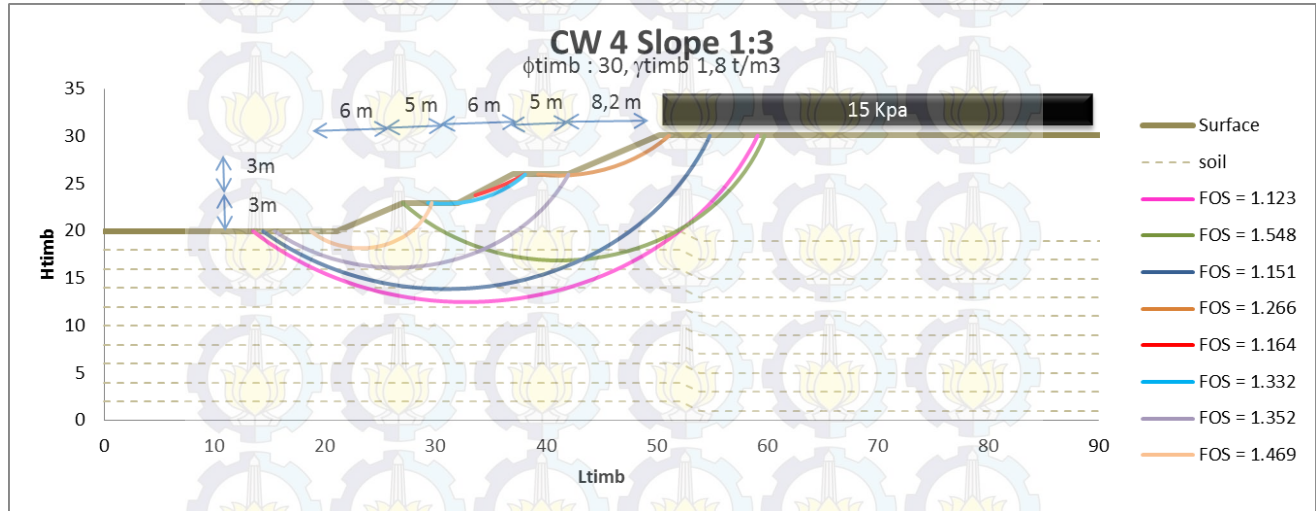
Gambar 6.254 hasil analisa stabl counterweight tipe A dengan slope 1:4

## 2. Tipe A slope 1:3,5



**Gambar 6.25** hasil analisa stabl counterweight tipe A dengan slope 1:3,5

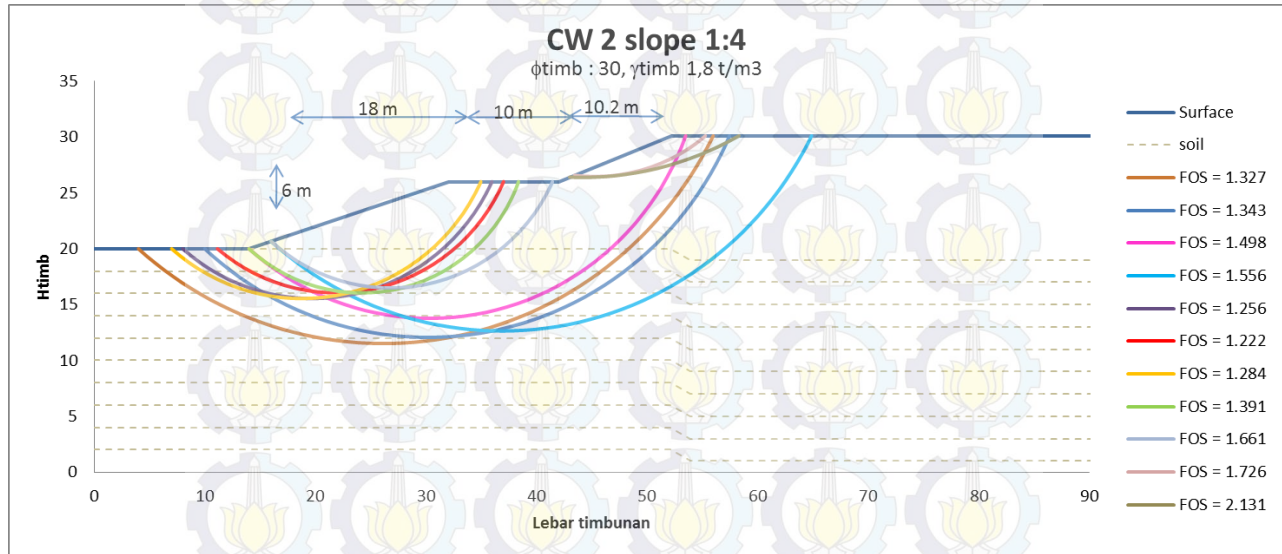
## 3. Tipe A slope 1:3



**Gambar 6.26** hasil analisa stabil counterweight tipe A dengan slope 1:3

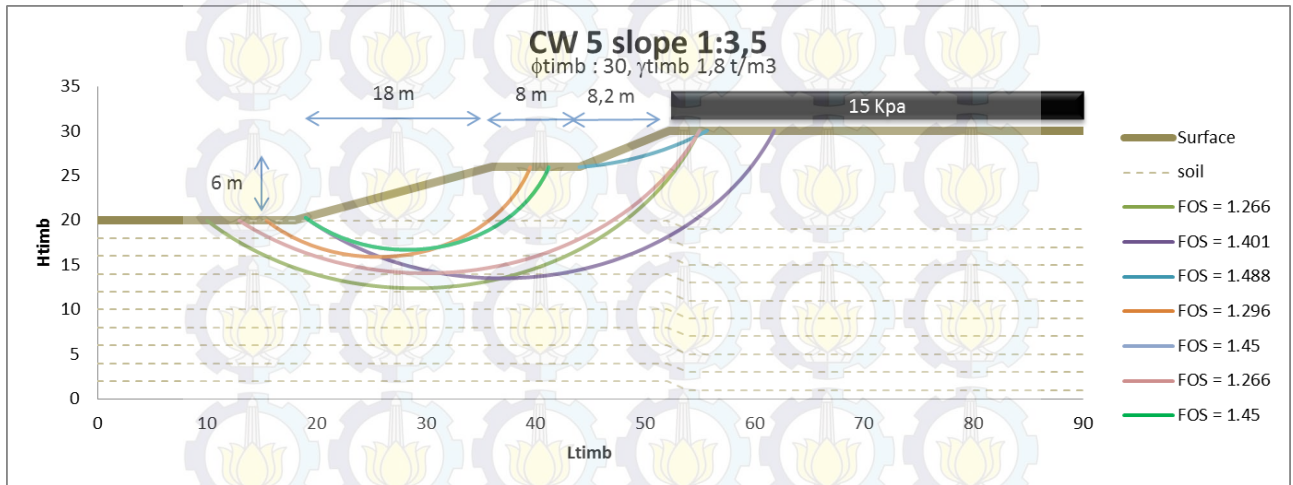


## 4. Tipe B slope 1: 4



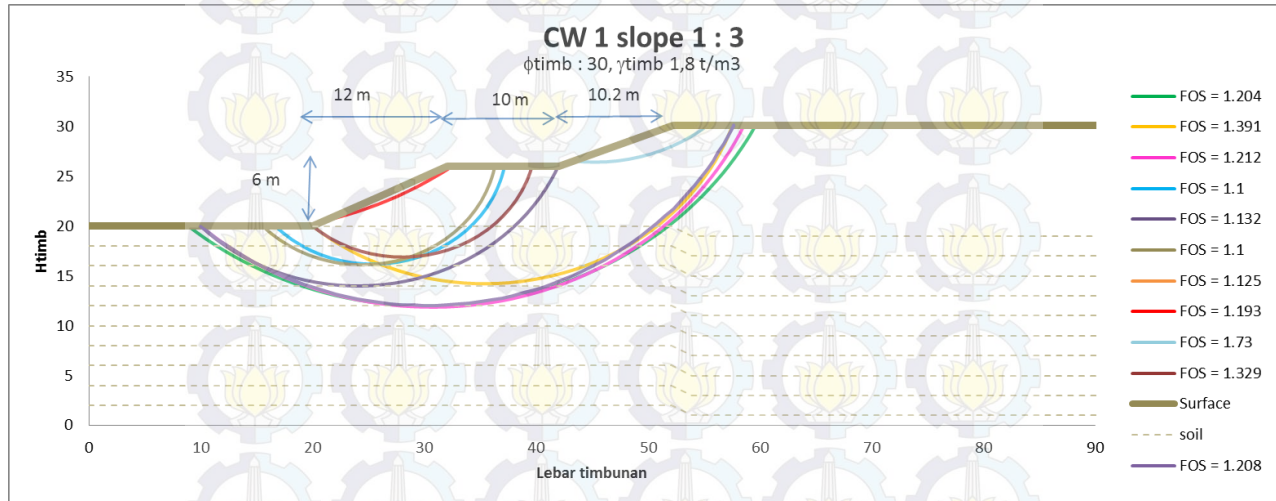
**Gambar 6.27** hasil analisa stabl counterweight tipe B dengan slope 1:4

5. Tipe B slope 1:3,5



Gambar 6.28 hasil analisa stabil counterweight tipe B dengan slope 1:3,5

## 6. Tipe B slope 1:3



Gambar 6.29 hasil analisa stabl counterweight tipe B dengan slope 1:3

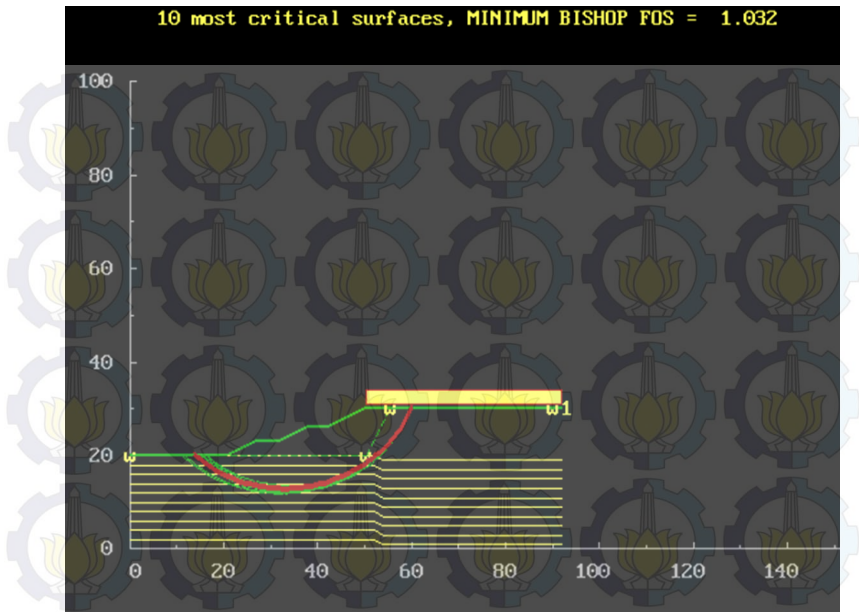
Ke enam variasi tersebut kemudian dibandingkan berdasarkan volume material (Tabel 6.26) yang dibutuhkan untuk mendapatkan perencanaan yang optimum. Dimensi dengan volume material paling sedikit dan tetap aman itulah yang dipilih. Sehingga dipilih *counterweight* tipe A dengan slope 1:3 dengan volume tanah timbunan yang dibutuhkan adalah sebesar 21.155,4 m<sup>3</sup>.

**Tabel 6.26** rekapitulasi dimensi *Counterweight*

Rekapitulasi dimensi CW						
No	type	slope	L	A	tegak lurus	Vol
				(m <sup>2</sup> )	gambar	(m <sup>3</sup> )
1	A	1:4	38.2	190.11	140	26615.4
2	B	1:4	38.2	196.11	140	27455.4
3	A	1:3,5	34.2	165.01	140	23101.4
4	B	1:3,5	34.2	168.01	140	23521.4
5	A	1:3	29.2	151.11	140	21155.4
6	B	1:3	32.2	178.11	140	24935.4

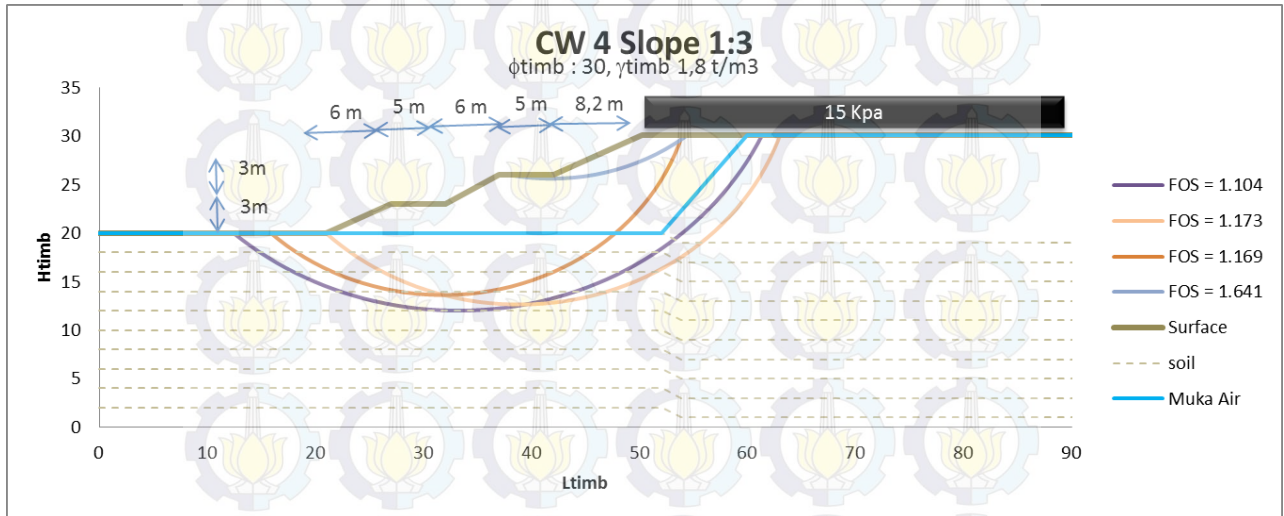
Perencanaan dimensi counterweight tersebut berdasarkan timbunan dengan muka air rendah. Ketika lokasi subdrain direncanakan dibelakang SF 1,1 berdasarkan asumsi yang tadi, ternyata timbunan tidak stabil (Gambar 6.30).



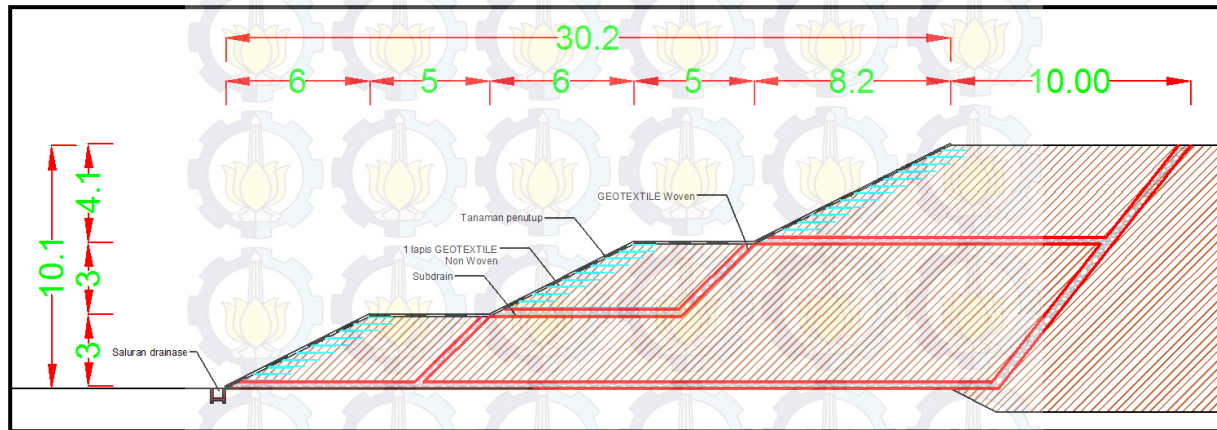


**Gambar 6.30** Analisa stabil dengan subdrain pada SF 1,1 dengan asumsi perhitungan sebelumnya dengan muka air rendah

Untuk menjaga agar timbunan dengan *counterweight* tipe A slope 1:3 tetap aman, maka direncanakan subdrain. Lokasi subdrain di mundurkan sehingga mendapatkan timbunan yang stabil. Dengan program bantu stabil akhirnya didapatkan lokasi subdrain yang sesuai (Gambar 6.31). Dengan lokasi subdrain tersebut timbunan aman dengan safety factor lebih dari 1,1 (Gambar 6.33) Hasil analisa program bantu stabil lebih lengkap nya bisa dilihat pada **Lampiran 10**.



**Gambar 6.31** Lokasi subdrain sehingga timbunan dengan safety factor > 1,1

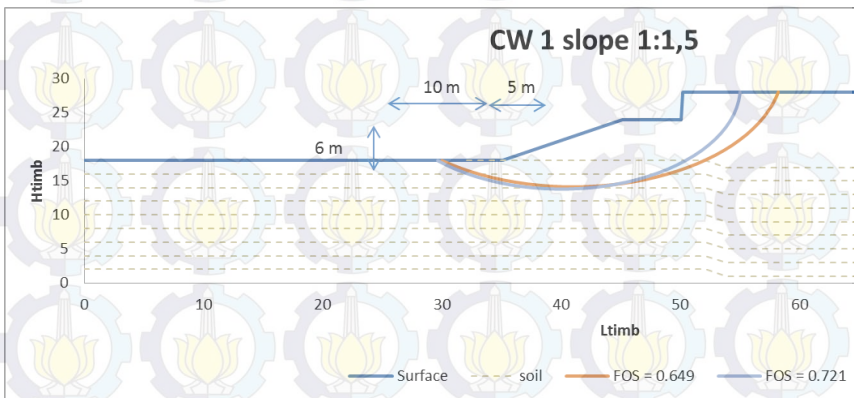


Gambar 6.32 Lokasi subdrain untuk counterweight sisi kiri

#### 6.4.2 Counterweight sisi kanan timbunan

Sama seperti perencanaan counterweight sisi kiri. Untuk sisi kanan karena tiang pancang masih berfungsi sehingga kebutuhan counterweight yang diperlukan tidak sebesar sisi kiri.

Dimensi *counterweight* untuk sisi ini di coba dengan slope 1:1,5 dan 1:2 dengan asumsi muka air tinggi (timbunan penuh air) karena timbunan tidak dibongkar. Jadi tidak bisa menggunakan subdrain. Kedua slope tersebut kemudian dicek menggunakan program bantu stabl dan dihitung berapa kebutuhan cerucuk setiap meternya. Apabila kebutuhannya ternyata lebih dari jumlah yang ada di lapangan, maka dimensi counterweight harus diperbesar.



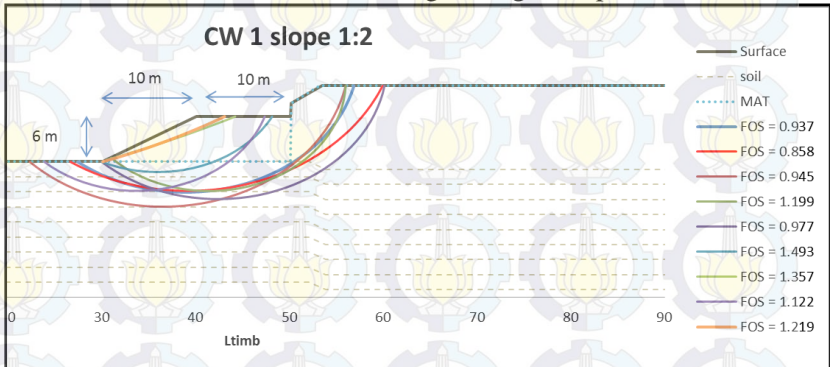
Gambar 6.33 Hasil stabl slope 1:1,5

Tabel 6.27 jumlah cerucuk yang dibutuhkan slope 1:2

SF stab	MR	MD	center	Sf	MR	$\Delta$ MR	P	F k	P max	n	
	(kN.m)	(kN.m)	X Y	renc	renc	(kN.m)	(ton)		kN		
1	0.65	12940	19938	41 32	1.1	21932	8992	7.7	1.8	140.1	3.6
2	0.72	10190	14133	40 29	1.1	15547	5357	7.7	1.8	140.1	2.6



Dari hasil analisa program bantu stabil ternyata untuk slope 1:1,5 (Gambar 6.33) ternyata tidak memenuhi. Jumlah cerucuk yang dibutuhkan ternyata lebih dari 2 buah (Tabel 6.27). kemudian di coba counterweight dengan slope 1:2.



**Gambar 6.34** Hasil stabil slope 1:2

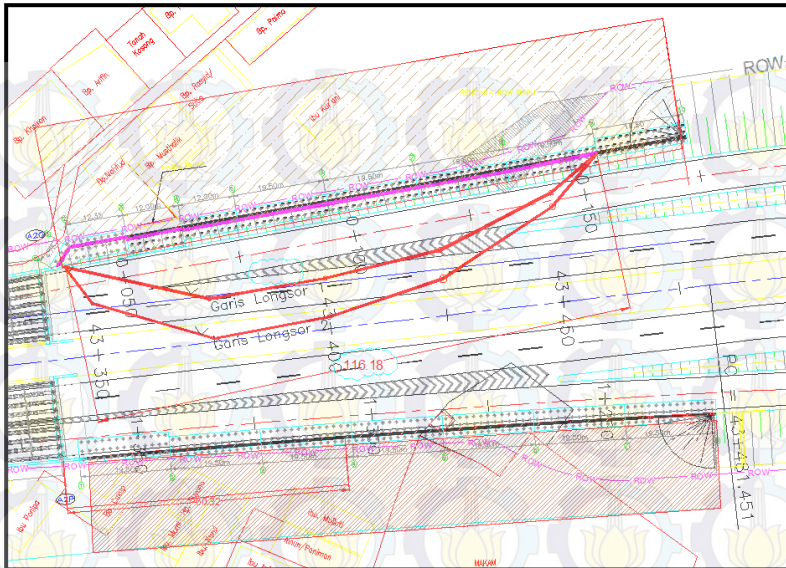
**Tabel 6.28** jumlah cerucuk yang dibutuhkan slope 1:2

	Sf	MR	MD	titik pusat		Sf	MR	$\Delta$ MR	P	F k	P max	n
	stabil	(kN.m)	(kN.m)	X	Y	renc	renc	(kN.m)	(ton)		kN	
1	0.858	21450	25000	39.2	36.5	1.1	27500	6050	7.7	1.8	135.7	2
2	0.937	16160	17247	39	32.4	1.1	18971	2811.185	7.7	1.7	135.7	1.1
3	0.945	20080	21249	36.5	31.9	1.1	23374	3293.545	7.7	1.4	135.7	1.2
4	0.977	19400	19857	42.4	31	1.1	21842	2442.375	7.7	1.6	135.7	1
5	1.199	13120	10942	41.5	28.7	1.1	12037	-1083.3	7.7	1.8	135.7	-0.5

Dimensi counterweight yang digunakan adalah dengan slope 1:2 dan total volume urugan 12600 m<sup>3</sup>. Untuk menjaga agar counterweight tidak penuh dengan air ketika musim hujan maka direncanakan subdrain didalam counterweight. Dimensi subdrain dapat dilihat pada **Lampiran 10**.

### 6.4.3 Lokasi

Mengacu pada dimensi counterweight yang sudah dibahas pada sub bab 6.4.1 dan 6.4.2 maka dapat ditentukan lokasi mana yang seharusnya dibebaskan (Gambar 6.35)

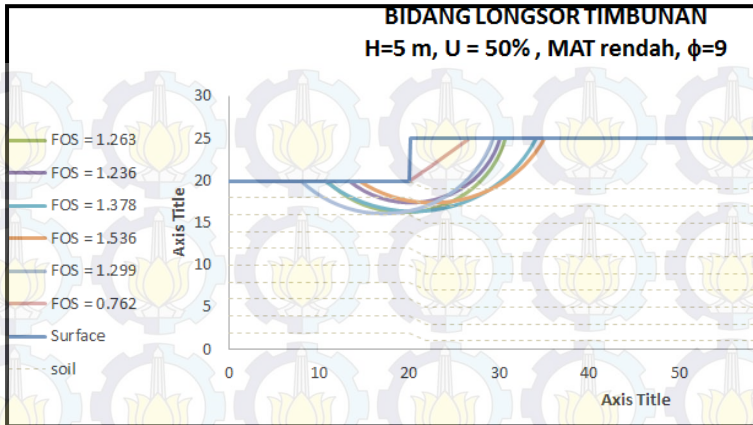


**Gambar 6.35** counterweight tampak atas

## 6.5 Slab Column Slab (SCS)

### 6.5.1 Tinggi timbunan

Sebagian dari tinggi timbunan telah dikeruk, sebagian lagi timbunan tidak dikeruk. Berdasarkan analisa menggunakan program bantu stabil dan data tanah terjelek (BM1) maka tinggi timbunan sisanya adalah 5 meter (Gambar 6.36). timbunan tersebut dengan asumsi muka air rendah,  $\phi$  timbunan 30 dan  $\phi$  tanah dasar adalah 9.



**Gambar 6.36** Analisa timbunan 5 meter

**Tabel 6.29** Output program bantu stabil

Hasil analisa stabil							
No	FOS	Circle	Center	R	Initial	Ter	MR
		x-co	y-co		x	x	
		(m)	(m)		(m)	(m)	
1	0.76	-92.66	174.8	191	20	26.69	56720
2	1.26	19.39	27.85	11.6	10.89	30.6	7056
3	1.24	20.13	27.69	10.3	13.33	30.02	5156
4	1.38	20.43	31.4	15	10.7	34	10880
5	1.54	22.53	31.4	14	14.4	34.9	9177

### 6.5.2 Perkuatan timbunan

Dari hasil analisa pada **Sub Bab 6.5.1** ternyata pada tinggi timbunan 5 meter tidak aman terhadap internal stability. Untuk sisi kanan, Perkuatan timbunan untuk H=5 meter masih memenuhi, karena jumlah Perkuatan dilapangan hingga batas tinggi timbunan 7,5 dan untuk muka air rendah. Untuk sisi kanan masih ada *retaining wall* yang bekerja, sehingga *internal stability* tersebut tidak jadi masalah. Tetapi untuk sisi

kiri yang diasumsikan *retaining wall* sudah rusak dan tiang pancang sudah tidak berfungsi, maka harus direncanakan Perkuatan.

Perkuatan menggunakan *geotextile*. Selain itu juga karena untuk menutup semua sisi timbunan. Oleh karena itu selanjutnya direncanakan kebutuhan *geotextile*. Kebutuhan *geotextile* direncanakan untuk *safety factor* < 1,3. Sehingga dari hasil analisa tersebut ada 3 *safety factor* yang digunakan.

**Tabel 6.30**  $\Delta Mr$  timbunan 5 meter

Hasil analisa stabil										
No	FOS	Circle	Center	R	Initial	Ter	MR	MD	SF	$\Delta MR$
		x-co	y-co		x	x	(kN-m)	(kN-m)		(kN-m)
		(m)	(m)	(m)	(m)	(m)				
1	0.76	-92.66	174.8	191	20	26.69	56720	74435.7	1.3	40046
2	1.26	19.39	27.85	11.6	10.89	30.6	7056	5586.698	1.3	206.71
3	1.24	20.13	27.69	10.3	13.33	30.02	5156	4171.521	1.3	266.98

**Tabel 6.31** kebutuhan *geotextile*

rekapitulasi jumlah <i>geotextile</i>						
No	FOS	Resisting	MD	SF	$\Delta MR$	n
	(BISHOP)	Moment		rencana		(kN-m)
		(kN-m)	(kN-m)			
1	0.762	56720	74435.7	1.3	40046.4	4
2	1.263	7056	5586.698	1.3	206.7078	2
3	1.236	5156	4171.521	1.3	266.9773	2

### 6.5.3 Zona *slab column slab*

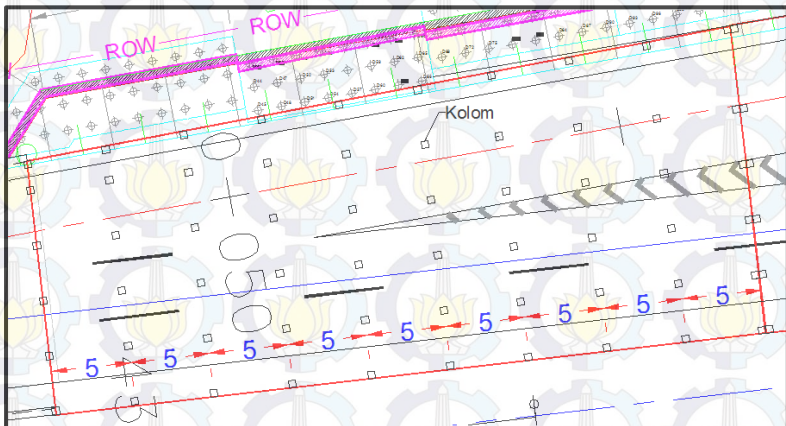
*Slab column slab* tidak direncanakan *full* 135 meter, tetapi di bagi menjadi beberapa segmen. Pembagian segmennya sama seperti dengan pile slab.



#### 6.5.4 Dimensi *slab column slab*

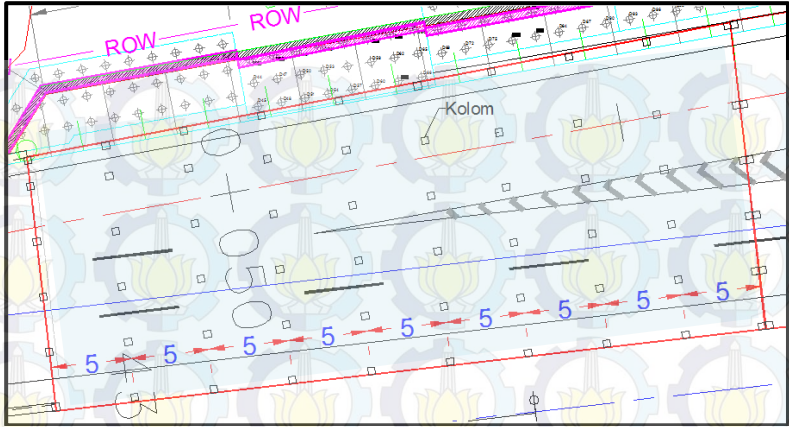
Dimensi *slab column slab* dilakukan dengan trial and error. Untuk mendapatkan dimensi yang optimum dan berapa tinggi timbunan yang diambil dan beratnya digantikan oleh *slab column slab*.

Perencanaan dimensi *slab column slab* hanya dilakukan pada satu sisi yang paling kritis. Untuk sisi yang lainnya menyesuaikan dengan lebar jalan. pada kasus ini direncanakan jarak antar kolom adalah 5 meter (Gambar 6.37).



**Gambar 6.37** Denah kolom *Slab Column Slab* tampak atas

Sesuai dengan denah pada **Gambar 6.38** dan area yang ditinjau pada **Gambar 6.38**, maka dapat dihitung berapa berat *slab column slab*. Perhitungan berat *slab column slab* sama seperti contoh perhitungan pada bab Tinjauan Pustaka. Pada bab ini akan ditampilkan dalam **Tabel 6.32**.



**Gambar 6.38** Area plat yang ditinjau dalam perhitungan

**Tabel 6.32** Rekapitulasi dimensi dan berat *slab columb slab*

		Dimensi			V	$\gamma_c$	berat
		l (m)	t (m)	p (m)	(m <sup>3</sup> )	(t/m <sup>3</sup> )	(ton)
plat	atas	18.27	0.4	45	328.86	2.4	789.264
	bawah	18.27	0.3	45	246.65	2.4	591.948
							total 1381.212
		Dimensi			V	$\gamma_c$	berat
n		l (m)	t (m)	p (m)	(m <sup>3</sup> )	(t/m <sup>3</sup> )	(ton)
kolom	10	0.45	2.2	0.45	4.46	2.4	10.69
	10	0.45	2.16	0.45	4.38	2.4	10.50
	10	0.45	2.12	0.45	4.30	2.4	10.32
	10	0.45	2.08	0.45	4.22	2.4	10.13
	10	0.45	2.05	0.45	4.14	2.4	9.94
	10	0.45	2.00	0.45	4.06	2.4	9.74
							tot 10.69
total berat SCS							1391.90

Total berat slab column slab adalah 1391,9 ton. Luas area dalam satu segmen untuk sisi kiri adalah 822,15 m<sup>2</sup> (luas plat). Sehingga berat *slab column slab* setiap luasan adalah :

$$\begin{aligned} Q \text{ SCS} &= W_{\text{total}} / \text{luas plat} \\ &= 1391,90 / 822,15 \\ &= 1,69 \text{ t/m}^2 \end{aligned}$$

Dengan beban setiap luasan sebesar 1,69 ton, beban tersebut setara dengan timbunan setinggi :

$$\gamma \text{ timb} = 1,8 \text{ t/m}^3$$

$$\begin{aligned} H \text{ timb} &= Q \text{ SCS} / \gamma \text{ timb} \\ &= 1,69 / 1,8 = 1 \text{ meter} \end{aligned}$$

Hasil perhitungan di atas untuk lebih ringkasnya akan ditampilkan pada **Tabel 6.33**. Elevasi akhir hasil antara tinggi timbunan ditambah dengan dimensi slab column slab akan ditampilkan pada **Tabel 6.34**.

**Tabel 6.33** Rekapitulasi dimensi dan berat *slab columb slab*

Luas plat	=	822.15	m <sup>2</sup>
Q scs	=	1.69	t/m <sup>2</sup>
$\gamma$ timb	=	1.8	t/m <sup>3</sup>
H timb	=	1.0	m

**Tabel 6.34** Elevasi *slab columb slab*

lokasi SCS			elv					elv	
			eksisting	rencana	selisih	5m timb	selisih	muka timb	elv muka jalan
zona 1	43+345	- 43+385	24.809	31.8	6.98	29.809	1.978	28.9	31.8

### 6.5.5 Pengaruh *Slab column slab* terhadap penurunan tanah dasar

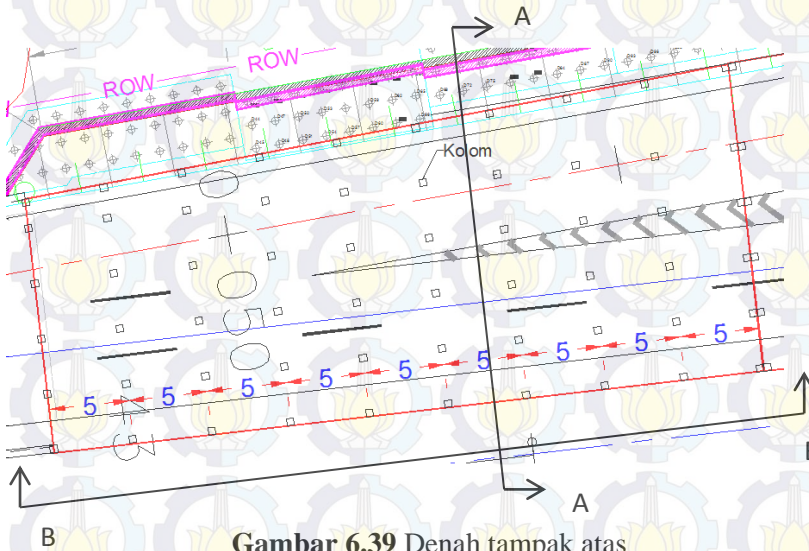
Ketika terjadi kelongsoran, tanah dasar menerima beban timbunan setinggi H=10,1 meter. Setelah menggunakan alternatif slab column slab ini, maka tanah dasar akan menerima beban sebesar :

H timb	= 4	meter
H timb setara SCS	= 1	meter
Htimb setara traffic load	= 0,85	meter
Jadi total timbunan	= 5,85	meter

Dari hasil perhitungan ternyata didapat bahwa penurunan akibat pengaruh slab column slab adalah sebesar 0,685 meter. padahal penurunan yang sudah terjadi di lapangan adalah 1 meter. Sehingga dengan menggunakan alternatif slab column slab ini tidak akan menyebabkan penurunan pada tanah dasar. Perhitungan lengkapnya akan disajikan pada **Lampiran 11**.

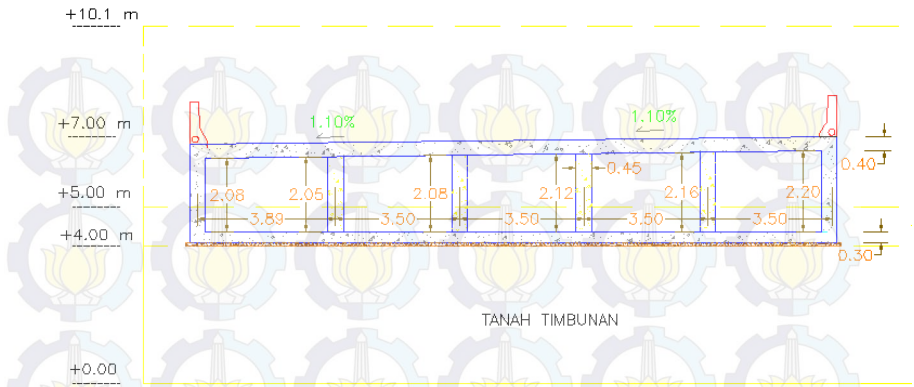
### 6.5.6 Gambar

Dari hasil perhitungan pada Bab sebelumnya, maka didapatkan dimensi *slab column slab* untuk potongan A-A pada **Gambar 6.38** untuk sisi kiri zona 1 (**Gambar 6.35**).

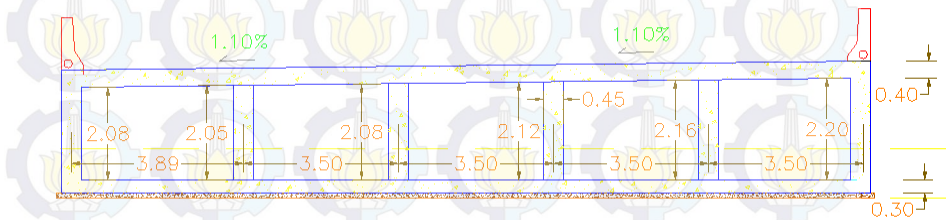


**Gambar 6.39** Denah tampak atas

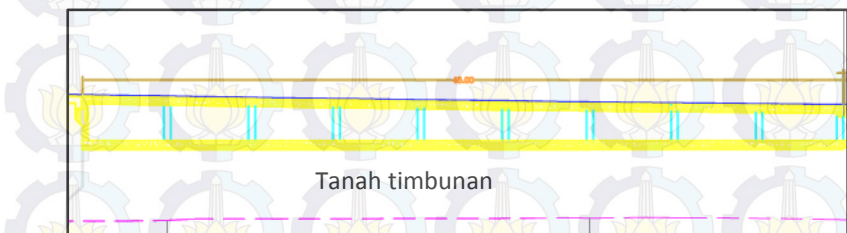




**Gambar 6.40** Dimensi slab column slab sisi kiri zona 1 potongan A-A



**Gambar 6.41** Dimensi slab column slab sisi kiri zona 1 potongan A-A



**Gambar 6.42** Dimensi slab column slab sisi kiri zona 1 potongan B-B



**Halaman ini sengaja dikosongkan**

## BAB VII ANALISA HARGA DAN PELAKSANAAN

### 7.1 Biaya

#### 7.1.1 *Geotextile*

**Tabel 7.1** Harga alternatif *geotextile*

Geotextile	pajang/m' (m)	P (m)	luas (m2)	Vol	Harga satuan /m2	Harga total
sisi kiri	256.2	140	35868		Rp28,000.00	Rp1,004,304,000.00
sisi kanan	324.7	140	45458		Rp28,000.00	Rp1,272,824,000.00
Galian						
sisi kiri		140	149.1611	20883	Rp40,000.00	Rp835,301,880.00
sisi kanan		140	142.082	19891	Rp40,000.00	Rp795,659,200.00
					Total	Rp3,908,089,080.00

Alteratif ini memperhitungkan berapa banyak *geotextile* dan volume galian tanah. Harga yang dibutuhkan untuk alternatif *geotextile* adalah Rp 3.908.089.080,00.

#### 7.1.2 *Pile slab*

**Tabel 7.2** Harga alternatif *pile slab*

Pile Slab						
	n		L panjang		Harga 1 minipile /m	Harga total
segmen 1	96		26		Rp247,500	Rp617,760,000
segmen 2	102		23		Rp247,500	Rp580,635,000
segmen 3	114		24		Rp247,500	Rp677,160,000
						Rp1,875,555,000
galian	b	h	panjang	vol (m3)	Harga satuan /m2	Harga total
timbunan	45	7.1	Rp140	44730	Rp40,000.00	Rp1,789,200,000.00
						Rp3,664,755,000.00
beton	b	h	panjang	vol (m3)	Harga satuan /m2	Harga total
pelat	20	0.4	140	2240	Rp880,000.00	Rp1,971,200,000.00
						Rp5,635,955,000.00

Alteratif ini memperhitungkan berapa banyak tiang pancang, volume galian dan volume beton. Harga yang dibutuhkan untuk alternatif *pile slab* adalah Rp 5.635.955.000,00.

### 7.1.3 Counterweight

**Tabel 7.3** Harga alternatif *Counterweight*

Counterweight						
	L (m)	A (m <sup>2</sup> )	L panjang	Vol (m <sup>3</sup> )	harga satuan/m <sup>1</sup>	HARGA TOTAL
sisi kiri	29.2	151.11	140	21155.4	Rp56,000	Rp1,184,702,400
sisi kanan	20	90	140	12600	Rp56,000	Rp705,600,000
						Rp1,890,302,400

Alteratif ini memperhitungkan berapa banyak volume timbunan. Harga yang dibutuhkan untuk alternatif *Counterweight* adalah Rp 1.890.302.400,00.

### 7.1.4 Slab column slab

**Tabel 7.4** Harga Slab *column slab*

Slab columb slab						
beton	b (m)	h (m)	panjang	vol (m <sup>3</sup> )	Harga satuan /m <sup>2</sup>	Harga total
pelat atas	20	0.4	140	2240	Rp880,000.00	Rp1,971,200,000.00
pelat atas	20	0.3	141	1692	Rp880,001.00	Rp1,488,961,692.00
kolom	0.45	2	300	540	Rp880,002.00	Rp475,201,080.00
						Rp3,935,362,772.00
galian	b	h	panjang	vol (m <sup>3</sup> )	Harga satuan /m <sup>2</sup>	Harga total
timbunan	45	6.1	140	38430	Rp40,000.00	Rp1,537,200,000.00
						Rp5,472,562,772.00

Alteratif ini memperhitungkan berapa banyak volume beton dan galian tanah. Harga yang dibutuhkan untuk alternatif pile slab adalah Rp 3.427.502.400,00.

Apabila dilakukan rekapitulasi biaya mulai dari alternatif pada sub bab 7.1.1 hingga sub bab 7.1.4, maka didapatkan rangking alternatif dari yang termurah hingga yang paling mahal (Tabel 7.5) .

**Tabel 7.5** Rekapitulasi biaya alternatif yang ada

No	Alternatif	Biaya	Rangking
1	Geotextile	Rp3,908,089,080.00	2
2	Pile Slab	Rp5,635,955,000.00	4
3	Counterweight	Rp1,890,302,400	1
4	Slab columb slab	Rp5,472,562,772.00	3



## **7.2 Pelaksanaan**

### **7.2.1 *Geotextile***

Proses pelaksanaan untuk Perkuatan timbunan menggunakan geotextile adalah :

1. Tanah timbunan untuk sisi kiri maupun sisi kanan digalih berdasarkan subdrain rencana.
2. Retaining wall yang ada pada lapangan tidak digunakan lagi dan direncanakan sebuah penutup timbunan yang baru.
3. Geotextile di hamparkan sesuai dengan jumlah lapis dan panjang dalam rencana.

### **7.2.2 *Pile slab***

Proses pelaksanaan untuk mengganti timbunan dengan struktur *pile slab* ini adalah :

1. Tanah timbunan dikeruk sebagian (7 meter) dari total timbunan.
2. Tanah timbunan hingga pada posisi aman
3. Dilakukan pemancangan sebanyak jumlah titik yang direncanakan. Pemancangan untuk wilayah darat, biasanya 2-3 tiang per-hari.
4. Apabila salah satu segmen sudah selesai pemancangan, maka pemancangan segmen selanjutnya bisa tetap dilakukan. Disisi lain juga untuk pemasangan plat atau pengecoran plat.

### **7.2.3 *Counterweight***

Proses pelaksanaan untuk perbaikan *counterweight* ini adalah :

1. Pembebasan lahan untuk wilayah sisi kiri maupun sisi kanan lokasi proyek.
2. Pendarangan material tanah urugan dan dilanjutkan dengan proses pemadatan.
3. Lebar dan tinggi *counterweight* disesuaikan dengan desain perencanaan.

#### **7.2.4 Slab columb slab**

7.2.5 Proses pelaksanaan untuk perbaikan *Slab columb slab* ini adalah :

1. Pengerukan timbunan, hingga mendapatkan tinggi timbunan akhir adalah 4 meter.
2. Perkuatan timbunan sisi kiri dengan *geotextile*.
3. Timbunan dilapisi dengan *geotextile*.
4. Proses pengecoran beton untuk plat bawah, dilanjutkan dengan pengecoran kolom dan plat atas.

#### **7.3 Analisa perbandingan biaya dan pelaksanaan**

Dari hasil analisa biaya material yang dibutuhkan, didapatkan bahwa biaya alternatif yang termurah adalah menggunakan *counterweight*. Tetapi dari hasil analisa pelaksanaan, alternatif Perkuatan timbunan menggunakan *counterweight* membutuhkan lahan yang luas, sehingga harus ada pembebasan lahan untuk sisi kiri dan sisi kanan. Luas lahan yang harus di bebaskan adalah mencapai  $86.840 \text{ m}^2 = 8,6 \text{ Ha}$ . Harga pembebasan lahan di Surabaya mencapai 3.000.000,00 setiap  $\text{m}^2$ . Sehingga untuk biaya pembebasan lahan bisa mencapai 260 milyar. Selain itu juga proses pembebasan lahan akan memakan waktu yang lama untuk proses negosiasi. Sehingga walaupun dari segi biaya kebutuhan bahan alternatif 1 adalah yang paling murah, tetapi dari segi pelaksanaan, Alternatif *counterweight* membutuhkan biaya yang paling mahal.

Untuk alternatif dengan biaya termurah selanjutnya adalah *geotextile*, selisih antara alternatif *geotextile* dengan metode termurah ke-3 adalah lebih dari 1 milyar. Proses pelaksanaan untuk alternatif ke 2 dan 3 keduanya sama-sama ada kegiatan penggalian. Jadi dari segi pelaksanaan tidak berbeda jauh. Oleh karena itu, dari segi biaya dan harga yang murah, didapatkan kesimpulan bahwa alternatif menggunakan *geotextile*.

## BAB VIII PENUTUP

### 8.1 Kesimpulan

Berdasarkan keseluruhan hasil analisa yang telah dilakukan dalam penyusunan tugas akhir yang berjudul “Studi analisis penyebab kelongsoran dan perbaikan tanah timbunan proyek pembangunan Jalan Tol ruas Porong-Gempol Sta. 43+340 s.d Sta 43+460” ini dapat ditarik beberapa kesimpulan. Diantaranya sebagai berikut :

1. Berdasarkan hasil analisa yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa longsornya timbunan disebabkan oleh hal-hal sebagai berikut :
  - a Data yang digunakan dalam perencanaan tidak mewakili kondisi tanah yang sesungguhnya. Karena data tanah yang digunakan dalam perencanaan diambil hanya pada tengah timbunan dan setiap 50 meter. Selain itu juga dapat dibuktikan dengan membandingkan data tanah S-5 dengan BM-1.
  - b Perencanaan Perkuatan timbunan diasumsikan untuk kondisi  $H_{\text{timbunan}}=10.1$  m,  $U=50\%$ ,  $\phi_{\text{timbunan}}= 30$ ,  $\phi_{\text{tanah dasar}}=12$  dengan kondisi muka air rendah. Perencanaan perkuatan timbunan tidak memperhatikan kondisi ketika muka air tinggi. Karena sesuai dengan teori Mochtar 2013 retakan awal arah memanjang pada tanah timbunan dapat mengakibatkan air hujan memasuki lubang keretakan saat hujan lebat dan mengisi penuh semua celah keretakan, sehingga menimbulkan tekanan tanah horizontal yang seolah-olah sama dengan MAT mengisi penuh seluruh tinggi timbunan.
  - c Perencanaan Perkuatan timbunan diasumsikan untuk kondisi  $H_{\text{timbunan}}=9.1$  m,  $U=100\%$ ,  $\phi_{\text{timbunan}}= 30$ ,  $\phi_{\text{tanah dasar}}=9$ . Padahal kenyataannya kondisi di lapangan adalah  $H_{\text{timbunan}}=10.1$  m,  $U=50\%$ ,  $\phi_{\text{timbunan}}= 30$ ,  $\phi_{\text{tanah dasar}}=9$ .
  - d Longsornya timbunan yang hanya sisi kiri bisa terjadi karena tanah dasar pada sisi kanan memang lebih bagus.



Atau karena ketika didalam timbunan mengalami tekanan dan salah satu sisi nya sudah terlebih dahulu longsor. Maka sebagian tekanan (stress) didalam timbunan itu kemudian akan berkurang atau bahkan hilang.

2. Ada 4 alternatif yang dipakai untuk memperbaiki longsohnya timbunan pada kasus ini. Diantaranya yaitu menggunakan *geotextile*, *counterweight*, struktur *pile slab*, dan *slab column slab*.

a Alternatif menggunakan *geotextile*, setelah dihitung menggunakan program bantu XSTABL, dibutuhkan *geotextile* sebanyak 15 lapis untuk zona 1 dan 12 lapis untuk zona 2. *Geotextile* direncanakan dipasang dengan jarak layer 0,30 m.

b Alternatif mengganti timbunan menjadi struktur pile slab direncanakan menggunakan tiang pancang dengan diameter 50 cm. Tiang pancang yang digunakan adalah tiang pancang wika kelas C. Untuk segmen 1 didapat kedalaman tiang pancang adalah 26 meter. segmen 2 adalah 23 meter, segmen 3 adalah 24 meter.

c Perkuatan timbunan menggunakan *counterweight* untuk sisi kiri didapatkan timbunan dengan slope 1:3, dengan panjang *counterweight* adalah 29,3 meter. sedangkan sisi kanan didapatkan timbunan dengan slope 1:2. Panjang *counterweight* 20 meter.

d Alternatif Perkuatan timbunan dengan mengganti sebagian timbunan menjadi *slab column slab* adalah dengan tinggi timbunan sisa nya menjadi 4 meter. Dimensi tebal plat atas adalah 40 cm, plat bawah adalah 30 cm. untuk dimensi kolomnya adalah 45x45 cm.

3. Dari ke empat alternatif kemudian dibandingkan terhadap biaya dan pelaksanaan. Dari segi biaya kebutuhan bahan, alternatif yang paling murah adalah *counterweight*. Tetapi jika dibandingkan dari segi pelaksanaan, maka alternatif yang dipilih adalah menggunakan *geotextile*.



## 8.2 Saran

Setelah dilakukan perhitungan dan anaisa, penulis memberikan saran yaitu :

1. Untuk perencanaan Perkuatan timbunan jalan pada tanah lunak, sebaiknya data tanah yang diambil lebih banyak lagi. Tidak hanya pada sisi tengah timbunan yang direncanakan untuk jalan. Tetapi juga pada lokasi yang dekat dengan Perkuatan timbunan.
2. Khusus di Belakang oprit jembatan, perlu dilakukan pengambilan lokasi atau titik data tanah yang lebih banyak. Sehingga data tanah tersebut memang dapat mewakili dan membuktikan keafsahan data tanah di lapangan.
3. Pelaksanaan di lapangan harus sesuai dengan perencanaan. Apabila Perkuatan direncanakan untuk  $U=100\%$ , maka pelaksanaan harus dilakukan sesuai dengan perencanaan.
4. Dalam melakukan desain harus membandingkan data tanah antar hasil lab. Hasil Triaxial Unconsolidated Undrained (TXUU), rentang nilai  $\phi$  adalah antara 5-11.8 maka harus dibandingkan dengan data ayakan mengenai dominasi tanah. Kohesif atau non kohesif, tidak asal pakai nilai  $\phi$  tanah dasar.
5. Perencanaan Perkuatan timbunan harus mempertimbangkan kondisi ketika muka air tinggi (Timbunan penuh dengan air) akibat hujan.



**Halaman ini sengaja dikosongkan**

## DAFTAR PUSTAKA

Das, Braja M. 1988. *Mekanika Tanah 1: Prinsip-Prinsip Rekayasa Geoteknik*. Diterjemahkan oleh Noor Endah dan Indrasurya B.M. Surabaya: Erlangga.

Das, Braja M. 1988. *Mekanika Tanah 2: Prinsip-Prinsip Rekayasa Geoteknik*. Diterjemahkan oleh Noor Endah dan Indrasurya B.M. Surabaya: Erlangga.

Das, Braja M. 2010. *Principles of Geotechnical Engineering*. Cengage Learning.

Mochtar, Indrasurya B. 2000. *Teknologi Perbaikan Tanah dan Alternatif Perencanaan pada Tanah Bermasalah (Problematic Soils)*. Surabaya: Jurusan Teknik Sipil FTSP-ITS.

Mochtar, Noor Endah. 2012. *Modul Ajar Metode Perbaikan Tanah*. Surabaya: ITS Press.

Wahyudi, Herman. 1999. *Daya Dukung Pondasi Dalam*. Surabaya. Jurusan Teknik Sipil FTSP ITS

**LAMPIRAN 9**  
**OUTPUT SAP SEGMENT 3**

TABLE: Joint Reactions									
Joint	OutputCase	CaseType	StepType	F1	F2	F3	M1	M2	M3
497	1D+1EX	Combination	Max	5.63	6.89	44126	1.49	43.7	433.14
497	1D+1EX	Combination	Min	-5.77	-4.57	11671	-0.32	-45	-428.58
498	1D+1EX	Combination	Max	6.16	6.47	31317	1.42	44.4	422.11
498	1D+1EX	Combination	Min	-6.29	-4.17	25786	-0.25	-46	-417.12
499	1D+1EX	Combination	Max	6.42	6.23	31486	1.38	44.8	420.29
499	1D+1EX	Combination	Min	-6.6	-3.94	26379	-0.22	-46	-415.02
500	1D+1EX	Combination	Max	6.47	6.15	30673	1.37	44.9	421.56
500	1D+1EX	Combination	Min	-6.73	-3.89	26374	-0.21	-46	-415.74
501	1D+1EX	Combination	Max	6.46	6.25	28950	1.38	44.9	421.26
501	1D+1EX	Combination	Min	-6.79	-4	25089	-0.23	-46	-417.02
502	1D+1EX	Combination	Max	6.46	6.53	28085	1.44	44.9	418.17
502	1D+1EX	Combination	Min	-6.75	-4.27	21677	-0.28	-46	-418.84
503	1D+1EX	Combination	Max	6.6	6.98	29259	1.52	45.1	419.52
503	1D+1EX	Combination	Min	-6.25	-4.68	22823	-0.34	-46	-420.64
504	1D+1EX	Combination	Max	6.74	7.57	41407	1.64	45.3	427.59
504	1D+1EX	Combination	Min	-5.68	-5.26	30677	-0.45	-45	-423.38
505	1D+1EX	Combination	Max	7	8.09	67274	1.76	45.7	447.58
505	1D+1EX	Combination	Min	-5	-5.8	36062	-0.57	-44	-422
585	1D+1EX	Combination	Max	5.32	5.95	61751	1.01	39.8	424.45
585	1D+1EX	Combination	Min	-5.31	-6.23	31572	-1.17	-41	-421.22
586	1D+1EX	Combination	Max	5.63	5.54	52059	0.94	40.3	424.48
586	1D+1EX	Combination	Min	-5.71	-5.82	44996	-1.1	-41	-421.05
587	1D+1EX	Combination	Max	5.8	5.28	49936	0.89	40.5	424.43
587	1D+1EX	Combination	Min	-6	-5.57	48170	-1.05	-42	-420.59
588	1D+1EX	Combination	Max	5.84	5.19	48954	0.87	40.6	424.37
588	1D+1EX	Combination	Min	-6.16	-5.49	47023	-1.04	-42	-420.44
589	1D+1EX	Combination	Max	5.82	5.29	46187	0.89	40.6	424.24
589	1D+1EX	Combination	Min	-6.24	-5.6	44373	-1.06	-42	-420.73
590	1D+1EX	Combination	Max	5.86	5.57	44427	0.94	40.6	423.94
590	1D+1EX	Combination	Min	-6.13	-5.87	40283	-1.1	-42	-421.61



TABLE: Joint Reactions									
Joint	OutputCase	CaseType	StepType	F1	F2	F3	M1	M2	M3
591	1D+1EX	Combination	Max	6.22	6.03	46915	1.03	41.2	423.7
591	1D+1EX	Combination	Min	-5.41	-6.29	44632	-1.17	-41	-423.33
592	1D+1EX	Combination	Max	6.57	6.62	69558	1.16	41.7	424.34
592	1D+1EX	Combination	Min	-4.7	-6.84	56913	-1.27	-40	-426.1
593	1D+1EX	Combination	Max	7.05	7.16	1E+05	1.28	42.4	427.69
593	1D+1EX	Combination	Min	-3.89	-7.32	72281	-1.36	-39	-431.74
607	1D+1EX	Combination	Max	4.82	6.09	57269	1.08	35.9	425.28
607	1D+1EX	Combination	Min	-4.8	-5.97	30745	-1.04	-37	-422.29
608	1D+1EX	Combination	Max	5.09	5.67	48799	1	36.3	424.79
608	1D+1EX	Combination	Min	-5.16	-5.57	42957	-0.97	-37	-421.78
609	1D+1EX	Combination	Max	5.23	5.41	47044	0.96	36.5	424.46
609	1D+1EX	Combination	Min	-5.43	-5.32	45704	-0.92	-38	-421.42
610	1D+1EX	Combination	Max	5.26	5.33	45946	0.94	36.6	424.34
610	1D+1EX	Combination	Min	-5.58	-5.24	44522	-0.91	-38	-421.23
611	1D+1EX	Combination	Max	5.23	5.43	43047	0.96	36.5	424.47
611	1D+1EX	Combination	Min	-5.66	-5.35	41820	-0.93	-38	-421.23
612	1D+1EX	Combination	Max	5.28	5.7	41323	1.01	36.6	424.9
612	1D+1EX	Combination	Min	-5.54	-5.64	37609	-0.98	-38	-421.45
613	1D+1EX	Combination	Max	5.67	6.13	43980	1.08	37.2	425.78
613	1D+1EX	Combination	Min	-4.85	-6.09	41915	-1.07	-37	-422.1
614	1D+1EX	Combination	Max	6.04	6.7	65825	1.19	37.8	427.56
614	1D+1EX	Combination	Min	-4.16	-6.68	55234	-1.18	-36	-423.75
615	1D+1EX	Combination	Max	6.54	7.21	98325	1.3	38.5	432.21
615	1D+1EX	Combination	Min	-3.38	-7.2	71754	-1.3	-35	-428.36
629	1D+1EX	Combination	Max	4.36	6.08	56485	1.07	32.4	425.94
629	1D+1EX	Combination	Min	-4.34	-6.01	32491	-1.06	-33	-423.85
630	1D+1EX	Combination	Max	4.6	5.66	49022	1	32.8	425.3
630	1D+1EX	Combination	Min	-4.67	-5.61	43692	-0.99	-34	-423.22
631	1D+1EX	Combination	Max	4.72	5.4	47430	0.95	32.9	424.85
631	1D+1EX	Combination	Min	-4.91	-5.35	46278	-0.94	-34	-422.76
632	1D+1EX	Combination	Max	4.74	5.32	46346	0.94	33	424.61
632	1D+1EX	Combination	Min	-5.06	-5.27	45083	-0.93	-34	-422.53

TABLE: Joint Reactions									
Joint	OutputCase	CaseType	StepType	F1	F2	F3	M1	M2	M3
633	1D+1EX	Combination	Max	4.71	5.42	43440	0.95	32.9	424.61
633	1D+1EX	Combination	Min	-5.13	-5.38	42376	-0.95	-35	-422.53
634	1D+1EX	Combination	Max	4.76	5.7	41552	1	33	424.88
634	1D+1EX	Combination	Min	-5.02	-5.66	38267	-1	-34	-422.8
635	1D+1EX	Combination	Max	5.15	6.13	44173	1.08	33.6	425.59
635	1D+1EX	Combination	Min	-4.35	-6.1	42386	-1.08	-33	-423.51
636	1D+1EX	Combination	Max	5.54	6.71	65403	1.19	34.2	427.29
636	1D+1EX	Combination	Min	-3.68	-6.68	55818	-1.19	-32	-425.21
637	1D+1EX	Combination	Max	6.05	7.22	96808	1.3	34.9	431.94
637	1D+1EX	Combination	Min	-2.92	-7.19	72870	-1.3	-31	-429.87
651	1D+1EX	Combination	Max	3.97	6.04	54923	1.05	29.4	426.23
651	1D+1EX	Combination	Min	-3.95	-6.03	33120	-1.07	-30	-425.05
652	1D+1EX	Combination	Max	4.19	5.63	48315	0.98	29.7	425.49
652	1D+1EX	Combination	Min	-4.25	-5.62	43453	-0.99	-31	-424.33
653	1D+1EX	Combination	Max	4.29	5.37	46909	0.93	29.9	424.95
653	1D+1EX	Combination	Min	-4.48	-5.36	45847	-0.95	-31	-423.8
654	1D+1EX	Combination	Max	4.3	5.29	45817	0.92	29.9	424.63
654	1D+1EX	Combination	Min	-4.62	-5.28	44658	-0.93	-31	-423.56
655	1D+1EX	Combination	Max	4.27	5.39	42954	0.94	29.8	424.55
655	1D+1EX	Combination	Min	-4.69	-5.38	41923	-0.95	-31	-423.62
656	1D+1EX	Combination	Max	4.32	5.67	40986	0.99	29.9	424.72
656	1D+1EX	Combination	Min	-4.58	-5.66	37958	-1	-31	-424
657	1D+1EX	Combination	Max	4.74	6.12	43791	1.08	30.6	425.35
657	1D+1EX	Combination	Min	-3.91	-6.1	42113	-1.08	-30	-424.86
658	1D+1EX	Combination	Max	5.14	6.71	64860	1.19	31.2	427.05
658	1D+1EX	Combination	Min	-3.25	-6.68	56198	-1.19	-29	-426.68
659	1D+1EX	Combination	Max	5.67	7.22	95877	1.3	31.9	431.73
659	1D+1EX	Combination	Min	-2.5	-7.18	74189	-1.29	-28	-431.43

TABLE: Joint Reactions									
Joint	OutputCase	CaseType	StepType	F1	F2	F3	M1	M2	M3
673	1D+1EX	Combination	Max	3.67	6.31	56747	1.19	27.1	426.54
673	1D+1EX	Combination	Min	-3.65	-5.91	36563	-1	-28	-425.59
674	1D+1EX	Combination	Max	3.87	5.89	50745	1.11	27.4	425.81
674	1D+1EX	Combination	Min	-3.93	-5.5	46269	-0.93	-28	-425.06
675	1D+1EX	Combination	Max	3.97	5.63	50015	1.07	27.5	425.19
675	1D+1EX	Combination	Min	-4.15	-5.24	48041	-0.89	-29	-424.86
676	1D+1EX	Combination	Max	3.98	5.55	48927	1.05	27.5	424.95
676	1D+1EX	Combination	Min	-4.29	-5.15	47001	-0.87	-29	-424.71
677	1D+1EX	Combination	Max	3.95	5.65	46118	1.07	27.5	425.15
677	1D+1EX	Combination	Min	-4.36	-5.26	44402	-0.89	-29	-424.49
678	1D+1EX	Combination	Max	4	5.92	44005	1.11	27.6	425.92
678	1D+1EX	Combination	Min	-4.25	-5.54	40674	-0.94	-29	-424.09
679	1D+1EX	Combination	Max	4.41	6.33	46878	1.18	28.2	427.38
679	1D+1EX	Combination	Min	-3.59	-6	44632	-1.03	-28	-423.58
680	1D+1EX	Combination	Max	4.81	6.87	67484	1.27	28.8	429.84
680	1D+1EX	Combination	Min	-2.93	-6.61	58911	-1.16	-27	-423.92
681	1D+1EX	Combination	Max	5.34	7.35	98374	1.36	29.6	435.38
681	1D+1EX	Combination	Min	-2.17	-7.14	77011	-1.28	-26	-427.21
695	1D+1EX	Combination	Max	10.83	3.19	41292	1.76	4.01	422.72
695	1D+1EX	Combination	Min	-10.36	-4.98	14439	-1.38	-3.8	-423.1
696	1D+1EX	Combination	Max	10.98	2.91	31799	1.65	4.04	422
696	1D+1EX	Combination	Min	-10.52	-4.68	25299	-1.27	-3.9	-422.79
697	1D+1EX	Combination	Max	11.07	2.73	31030	1.58	4.06	420.98
697	1D+1EX	Combination	Min	-10.59	-4.5	26844	-1.2	-3.9	-422.05
698	1D+1EX	Combination	Max	11.12	2.68	30500	1.56	4.07	420.07
698	1D+1EX	Combination	Min	-10.61	-4.44	26568	-1.18	-3.9	-421.71
699	1D+1EX	Combination	Max	11.14	2.76	29009	1.58	4.08	420.86
699	1D+1EX	Combination	Min	-10.6	-4.51	25082	-1.21	-3.9	-420.96
700	1D+1EX	Combination	Max	11.13	2.95	27535	1.66	4.07	424.1
700	1D+1EX	Combination	Min	-10.6	-4.72	22336	-1.29	-3.9	-419.31
701	1D+1EX	Combination	Max	10.94	3.24	28605	1.78	4.04	426.05
701	1D+1EX	Combination	Min	-10.68	-5.06	23604	-1.4	-3.9	-420.73
702	1D+1EX	Combination	Max	10.74	3.66	41227	1.94	4	426.83
702	1D+1EX	Combination	Min	-10.75	-5.5	30900	-1.55	-3.9	-426.66
703	1D+1EX	Combination	Max	10.5	4.06	64771	2.07	3.95	422.89
703	1D+1EX	Combination	Min	-10.87	-5.88	38476	-1.69	-3.9	-443.79



TABLE: Joint Reactions									
Joint	OutputCase	CaseType	StepType	F1	F2	F3	M1	M2	M3
497	1D+1L+1W	ombinatic	Max	5.57	7.52	51167	1.81	43.2	434.84
498	1D+1L+1W	ombinatic	Max	6.11	7.1	38591	1.73	44	423.91
499	1D+1L+1W	ombinatic	Max	6.36	6.85	38894	1.69	44.3	422.2
500	1D+1L+1W	ombinatic	Max	6.39	6.77	37769	1.68	44.4	423.56
501	1D+1L+1W	ombinatic	Max	6.34	6.86	34990	1.7	44.3	422.44
502	1D+1L+1W	ombinatic	Max	6.34	7.16	32500	1.76	44.3	416.9
503	1D+1L+1W	ombinatic	Max	6.69	7.66	33975	1.87	44.9	416.74
504	1D+1L+1W	ombinatic	Max	7.06	8.28	52242	2.01	45.4	425.19
505	1D+1L+1W	ombinatic	Max	7.63	8.83	87998	2.14	46.2	451.13
585	1D+1L+1W	ombinatic	Max	5.31	5.87	78957	0.96	39.4	425.78
586	1D+1L+1W	ombinatic	Max	5.6	5.46	70152	0.89	39.9	425.87
587	1D+1L+1W	ombinatic	Max	5.73	5.2	68183	0.84	40.1	425.98
588	1D+1L+1W	ombinatic	Max	5.72	5.11	66357	0.83	40.1	426
589	1D+1L+1W	ombinatic	Max	5.66	5.2	61586	0.84	40	425.79
590	1D+1L+1W	ombinatic	Max	5.75	5.48	57578	0.89	40.1	425.1
591	1D+1L+1W	ombinatic	Max	6.51	5.95	62304	0.99	41.3	424.1
592	1D+1L+1W	ombinatic	Max	7.25	6.56	97449	1.12	42.4	423.83
593	1D+1L+1W	ombinatic	Max	8.19	7.11	1E+05	1.26	43.8	426.19
607	1D+1L+1W	ombinatic	Max	4.8	6.12	73054	1.09	35.6	426.39
608	1D+1L+1W	ombinatic	Max	5.06	5.7	65468	1.01	35.9	425.91
609	1D+1L+1W	ombinatic	Max	5.16	5.44	63837	0.97	36.1	425.58
610	1D+1L+1W	ombinatic	Max	5.14	5.35	61821	0.95	36.1	425.49
611	1D+1L+1W	ombinatic	Max	5.08	5.45	56803	0.97	36	425.66
612	1D+1L+1W	ombinatic	Max	5.18	5.72	52726	1.01	36.1	426.14
613	1D+1L+1W	ombinatic	Max	5.96	6.14	57602	1.09	37.3	427.08
614	1D+1L+1W	ombinatic	Max	6.72	6.71	92031	1.19	38.5	428.88
615	1D+1L+1W	ombinatic	Max	7.68	7.2	1E+05	1.3	39.9	433.51
629	1D+1L+1W	ombinatic	Max	4.35	6.1	72534	1.07	32.1	426.69
630	1D+1L+1W	ombinatic	Max	4.57	5.68	65956	1	32.4	426.06
631	1D+1L+1W	ombinatic	Max	4.65	5.42	64490	0.95	32.5	425.6
632	1D+1L+1W	ombinatic	Max	4.62	5.33	62495	0.94	32.5	425.37
633	1D+1L+1W	ombinatic	Max	4.55	5.43	57473	0.96	32.4	425.37

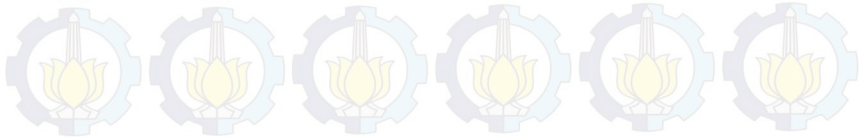




TABLE: Joint Reactions									
Joint	OutputCase	CaseType	StepType	F1	F2	F3	M1	M2	M3
634	1D+1L+1W	ombinatic	Max	4.65	5.71	53218	1	32.5	425.63
635	1D+1L+1W	ombinatic	Max	5.44	6.14	57984	1.08	33.7	426.34
636	1D+1L+1W	ombinatic	Max	6.21	6.72	91619	1.19	34.9	428.04
637	1D+1L+1W	ombinatic	Max	7.18	7.22	1E+05	1.3	36.3	432.69
651	1D+1L+1W	ombinatic	Max	3.96	6.05	70716	1.05	29.1	426.63
652	1D+1L+1W	ombinatic	Max	4.15	5.64	64988	0.97	29.3	425.89
653	1D+1L+1W	ombinatic	Max	4.22	5.37	63704	0.93	29.4	425.34
654	1D+1L+1W	ombinatic	Max	4.18	5.29	61694	0.91	29.4	424.99
655	1D+1L+1W	ombinatic	Max	4.12	5.4	56712	0.93	29.3	424.87
656	1D+1L+1W	ombinatic	Max	4.22	5.68	52392	0.99	29.5	424.98
657	1D+1L+1W	ombinatic	Max	5.03	6.13	57416	1.07	30.7	425.56
658	1D+1L+1W	ombinatic	Max	5.83	6.72	91065	1.19	31.9	427.25
659	1D+1L+1W	ombinatic	Max	6.81	7.24	1E+05	1.3	33.3	431.94
673	1D+1L+1W	ombinatic	Max	3.66	6.42	73953	1.24	26.7	426.73
674	1D+1L+1W	ombinatic	Max	3.84	6	68829	1.16	27	425.93
675	1D+1L+1W	ombinatic	Max	3.91	5.74	68249	1.11	27.1	425.16
676	1D+1L+1W	ombinatic	Max	3.87	5.66	66318	1.1	27.1	424.83
677	1D+1L+1W	ombinatic	Max	3.8	5.76	61505	1.12	27	425.11
678	1D+1L+1W	ombinatic	Max	3.9	6.03	57147	1.16	27.1	426.26
679	1D+1L+1W	ombinatic	Max	4.7	6.43	62257	1.22	28.3	428.48
680	1D+1L+1W	ombinatic	Max	5.49	6.95	95352	1.31	29.5	431.86
681	1D+1L+1W	ombinatic	Max	6.48	7.41	1E+05	1.39	31	438.39
695	1D+1L+1W	ombinatic	Max	11	2.71	48310	1.86	4.07	422.52
696	1D+1L+1W	ombinatic	Max	11.1	2.43	39069	1.75	4.1	421.73
697	1D+1L+1W	ombinatic	Max	11.2	2.25	38440	1.68	4.12	420.58
698	1D+1L+1W	ombinatic	Max	11.3	2.2	37601	1.66	4.14	419.57
699	1D+1L+1W	ombinatic	Max	11.3	2.28	35065	1.68	4.14	421.17
700	1D+1L+1W	ombinatic	Max	11.3	2.45	31984	1.76	4.14	426.85
701	1D+1L+1W	ombinatic	Max	11	2.71	33362	1.89	4.08	430.34
702	1D+1L+1W	ombinatic	Max	10.8	3.1	52078	2.06	4.03	430.79
703	1D+1L+1W	ombinatic	Max	10.4	3.47	85471	2.2	3.96	421.01

TABLE: Joint Reactions								
Joint	OutputCase	CaseType	F1	F2	F3	M1	M2	M3
497	COMB5	Combination	-0.1	1.79		0.9	-1.1	3.98
498	COMB5	Combination	-0.1	1.78		0.9	-1.1	4.29
499	COMB5	Combination	-0.2	1.76		0.9	-1.1	4.54
500	COMB5	Combination	-0.2	1.75		0.89	-1.2	4.91
501	COMB5	Combination	-0.3	1.74		0.89	-1.3	3.3
502	COMB5	Combination	-0.3	1.76		0.9	-1.3	-1.61
503	COMB5	Combination	0.27	1.83		0.94	-0.5	-3.34
504	COMB5	Combination	0.86	1.87		0.96	0.35	-0.3
505	COMB5	Combination	1.64	1.89		0.98	1.45	16.34
585	COMB5	Combination	-0	-0.22		-0.13	-0.9	2.94
586	COMB5	Combination	-0.1	-0.22		-0.13	-1	3.11
587	COMB5	Combination	-0.2	-0.22		-0.13	-1.1	3.47
588	COMB5	Combination	-0.3	-0.23		-0.13	-1.3	3.6
589	COMB5	Combination	-0.4	-0.24		-0.13	-1.4	3.3
590	COMB5	Combination	-0.2	-0.24		-0.13	-1.2	2.33
591	COMB5	Combination	0.69	-0.21		-0.11	0.21	0.59
592	COMB5	Combination	1.61	-0.17		-0.08636	1.57	-1.39
593	COMB5	Combination	2.72	-0.13		-0.06138	3.19	-3.53
607	COMB5	Combination	-0	0.09093		0.02949	-0.8	2.6
608	COMB5	Combination	-0.1	0.08378		0.02786	-0.9	2.62
609	COMB5	Combination	-0.2	0.07686		0.02637	-1.1	2.64
610	COMB5	Combination	-0.3	0.06943		0.02464	-1.3	2.7
611	COMB5	Combination	-0.4	0.06043		0.02211	-1.4	2.81
612	COMB5	Combination	-0.2	0.04856		0.01808	-1.2	2.97
613	COMB5	Combination	0.7	0.03182		0.01147	0.25	3.15
614	COMB5	Combination	1.62	0.0163		0.005353	1.61	3.22
615	COMB5	Combination	2.72	0.003441		-4.2E-05	3.21	3.23
629	COMB5	Combination	-0	0.05076		0.008677	-0.8	1.8
630	COMB5	Combination	-0.1	0.04659		0.007971	-0.9	1.8
631	COMB5	Combination	-0.2	0.0424		0.00725	-1.1	1.8
632	COMB5	Combination	-0.3	0.03821		0.006533	-1.2	1.8
633	COMB5	Combination	-0.4	0.03403		0.005821	-1.4	1.8

TABLE: Joint Reactions								
Joint	OutputCase	CaseType	F1	F2	F3	M1	M2	M3
634	COMB5	Combination	-0.2	0.02986		0.005115	-1.2	1.8
635	COMB5	Combination	0.69	0.02573		0.004429	0.25	1.8
636	COMB5	Combination	1.6	0.02151		0.003695	1.6	1.79
637	COMB5	Combination	2.69	0.01852		0.003195	3.19	1.78
651	COMB5	Combination	0	0.01137		-0.01176	-0.8	1
652	COMB5	Combination	-0.1	0.01015		-0.01155	-0.9	0.98
653	COMB5	Combination	-0.2	0.008646		-0.01152	-1	0.96
654	COMB5	Combination	-0.3	0.007668		-0.01124	-1.2	0.89
655	COMB5	Combination	-0.4	0.00827		-0.01014	-1.3	0.78
656	COMB5	Combination	-0.2	0.01174		-0.00756	-1.1	0.62
657	COMB5	Combination	0.71	0.0201		-0.00239	0.29	0.46
658	COMB5	Combination	1.63	0.02703		0.002192	1.66	0.38
659	COMB5	Combination	2.72	0.03379		0.006521	3.25	0.36
673	COMB5	Combination	0	0.31		0.14	-0.8	0.66
674	COMB5	Combination	-0.1	0.31		0.14	-0.9	0.5
675	COMB5	Combination	-0.2	0.3		0.14	-1	0.13
676	COMB5	Combination	-0.3	0.31		0.14	-1.2	0.001973
677	COMB5	Combination	-0.4	0.31		0.14	-1.3	0.29
678	COMB5	Combination	-0.2	0.3		0.14	-1.1	1.25
679	COMB5	Combination	0.7	0.26		0.12	0.3	3
680	COMB5	Combination	1.62	0.21		0.09242	1.66	4.98
681	COMB5	Combination	2.73	0.16		0.06646	3.28	7.09
695	COMB5	Combination	0.39	-1.38		0.29	0.15	-0.38
696	COMB5	Combination	0.39	-1.37		0.29	0.15	-0.67
697	COMB5	Combination	0.41	-1.37		0.29	0.15	-0.94
698	COMB5	Combination	0.43	-1.36		0.29	0.15	-1.32
699	COMB5	Combination	0.46	-1.36		0.29	0.16	0.26
700	COMB5	Combination	0.45	-1.38		0.29	0.16	5.15
701	COMB5	Combination	0.23	-1.44		0.3	0.11	6.95
702	COMB5	Combination	0	-1.48		0.31	0.07	4.05
703	COMB5	Combination	-0.3	-1.51		0.32	0.01	-12.33



## OUTPUT SAP SEGMENT 1-2 PRECAST

**TABLE: Joint Reactions**

Joint	InputCase	CaseType	SupportType	F1	F2	F3	M1	M2	M3
497	1D+1EX	Combinator	Max	5.33	5.92	45577	0.93	41.7	438.45
497	1D+1EX	Combinator	Min	-5.5	-5.73	13922	-0.84	-43	-433.8
498	1D+1EX	Combinator	Max	5.84	5.49	32835	0.86	42.4	436.7
498	1D+1EX	Combinator	Min	-6	-5.3	27810	-0.77	-44	-432.4
499	1D+1EX	Combinator	Max	6.11	5.21	33463	0.81	42.8	436.14
499	1D+1EX	Combinator	Min	-6.3	-5.03	28103	-0.73	-44	-431.8
500	1D+1EX	Combinator	Max	6.16	5.12	32538	0.8	42.9	436.18
500	1D+1EX	Combinator	Min	-6.4	-4.94	28138	-0.71	-44	-431.6
501	1D+1EX	Combinator	Max	6.14	5.21	30334	0.83	42.9	436.51
501	1D+1EX	Combinator	Min	-6.5	-5.01	26727	-0.72	-45	-431.6
502	1D+1EX	Combinator	Max	6.17	5.5	29064	0.89	42.9	436.83
502	1D+1EX	Combinator	Min	-6.4	-5.25	22888	-0.75	-44	-432
503	1D+1EX	Combinator	Max	6.38	5.99	30815	1	43.3	437.46
503	1D+1EX	Combinator	Min	-5.9	-5.63	24030	-0.8	-44	-433.3
504	1D+1EX	Combinator	Max	6.58	6.61	44759	1.14	43.5	438.25
504	1D+1EX	Combinator	Min	-5.3	-6.18	34333	-0.9	-43	-435.8
505	1D+1EX	Combinator	Max	6.86	7.18	72855	1.28	44	441.81
505	1D+1EX	Combinator	Min	-4.6	-6.68	41841	-0.99	-42	-437.5
585	1D+1EX	Combinator	Max	4.96	6.3	58247	1.12	37.8	439.19
585	1D+1EX	Combinator	Min	-5.2	-6.18	28699	-1.07	-39	-434.7
586	1D+1EX	Combinator	Max	5.34	5.85	47005	1.05	38.3	438.16
586	1D+1EX	Combinator	Min	-5.5	-5.75	40858	-1	-40	-433.8
587	1D+1EX	Combinator	Max	5.55	5.56	45614	0.99	38.7	438.08
587	1D+1EX	Combinator	Min	-5.7	-5.47	43379	-0.95	-40	-433.7
588	1D+1EX	Combinator	Max	5.59	5.44	44759	0.97	38.7	438.29
588	1D+1EX	Combinator	Min	-5.9	-5.37	42676	-0.93	-40	-433.7
589	1D+1EX	Combinator	Max	5.56	5.51	41884	0.98	38.7	438.47
589	1D+1EX	Combinator	Min	-6	-5.45	40109	-0.95	-40	-433.8



TABLE: Joint Reactions									
Joint	InputCase	CaseType	RepType	F1	F2	F3	M1	M2	M3
590	1D+1EX	Combinator	Max	5.62	5.77	40009	1.03	38.8	438.25
590	1D+1EX	Combinator	Min	-5.9	-5.71	35414	-0.99	-40	-434
591	1D+1EX	Combinator	Max	5.99	6.2	42385	1.11	39.3	438.5
591	1D+1EX	Combinator	Min	-5.1	-6.13	39545	-1.06	-39	-434.3
592	1D+1EX	Combinator	Max	6.36	6.78	64762	1.22	39.9	439.89
592	1D+1EX	Combinator	Min	-4.4	-6.69	53139	-1.16	-38	-435.1
593	1D+1EX	Combinator	Max	6.79	7.29	98903	1.33	40.5	440.17
593	1D+1EX	Combinator	Min	-3.7	-7.19	69020	-1.26	-37	-436.2
607	1D+1EX	Combinator	Max	4.45	6.18	56771	1.06	33.9	438.47
607	1D+1EX	Combinator	Min	-4.7	-6.17	30758	-1.06	-35	-435.2
608	1D+1EX	Combinator	Max	4.8	5.74	46740	0.98	34.5	438.32
608	1D+1EX	Combinator	Min	-4.9	-5.73	41743	-0.99	-36	-435
609	1D+1EX	Combinator	Max	4.99	5.45	45733	0.93	34.7	438.34
609	1D+1EX	Combinator	Min	-5.2	-5.45	43814	-0.94	-36	-435.1
610	1D+1EX	Combinator	Max	5.01	5.33	44724	0.92	34.8	438.15
610	1D+1EX	Combinator	Min	-5.3	-5.34	43073	-0.92	-36	-434.9
611	1D+1EX	Combinator	Max	4.97	5.41	41607	0.93	34.7	438.19
611	1D+1EX	Combinator	Min	-5.4	-5.43	40386	-0.94	-36	-434.9
612	1D+1EX	Combinator	Max	5.04	5.67	39511	0.97	34.8	438.45
612	1D+1EX	Combinator	Min	-5.3	-5.7	35499	-0.98	-36	-435
613	1D+1EX	Combinator	Max	5.46	6.1	42151	1.05	35.5	438.73
613	1D+1EX	Combinator	Min	-4.5	-6.13	39496	-1.06	-35	-435.3
614	1D+1EX	Combinator	Max	5.88	6.67	64428	1.17	36.1	438.81
614	1D+1EX	Combinator	Min	-3.8	-6.71	54523	-1.18	-34	-436.1
615	1D+1EX	Combinator	Max	6.35	7.19	98523	1.27	36.8	439.53
615	1D+1EX	Combinator	Min	-3.1	-7.23	72428	-1.28	-33	-437.7
629	1D+1EX	Combinator	Max	4.01	6.2	55445	1.07	30.6	439.23
629	1D+1EX	Combinator	Min	-4.2	-6.18	31896	-1.07	-32	-437.3

TABLE: Joint Reactions									
Joint	InputCase	CaseType	SpType	F1	F2	F3	M1	M2	M3
630	1D+1EX	Combinator	Max	4.34	5.76	46431	1	31.1	438.23
630	1D+1EX	Combinator	Min	-4.5	-5.74	41862	-0.99	-32	-436.3
631	1D+1EX	Combinator	Max	4.5	5.47	45529	0.95	31.3	438.17
631	1D+1EX	Combinator	Min	-4.7	-5.46	43825	-0.94	-33	-436.2
632	1D+1EX	Combinator	Max	4.52	5.36	44536	0.93	31.3	438.11
632	1D+1EX	Combinator	Min	-4.8	-5.35	43059	-0.92	-33	-436.2
633	1D+1EX	Combinator	Max	4.48	5.43	41430	0.94	31.3	438.13
633	1D+1EX	Combinator	Min	-4.9	-5.43	40341	-0.94	-33	-436.2
634	1D+1EX	Combinator	Max	4.54	5.69	39179	0.98	31.4	438.14
634	1D+1EX	Combinator	Min	-4.8	-5.69	35577	-0.98	-33	-436.2
635	1D+1EX	Combinator	Max	4.98	6.12	41848	1.06	32.1	438.41
635	1D+1EX	Combinator	Min	-4.1	-6.12	39496	-1.06	-32	-436.4
636	1D+1EX	Combinator	Max	5.42	6.7	63764	1.17	32.7	439.32
636	1D+1EX	Combinator	Min	-3.3	-6.7	54821	-1.17	-31	-437.4
637	1D+1EX	Combinator	Max	5.9	7.21	96999	1.28	33.4	440.54
637	1D+1EX	Combinator	Min	-2.6	-7.22	73505	-1.28	-30	-438.6
651	1D+1EX	Combinator	Max	3.67	6.2	54529	1.07	27.9	438.73
651	1D+1EX	Combinator	Min	-3.9	-6.16	33020	-1.06	-29	-438.1
652	1D+1EX	Combinator	Max	3.97	5.76	46344	0.99	28.4	438.16
652	1D+1EX	Combinator	Min	-4.1	-5.72	42143	-0.98	-30	-437.5
653	1D+1EX	Combinator	Max	4.12	5.47	45536	0.94	28.6	437.98
653	1D+1EX	Combinator	Min	-4.3	-5.43	44011	-0.93	-30	-437.3
654	1D+1EX	Combinator	Max	4.12	5.35	44562	0.92	28.6	437.84
654	1D+1EX	Combinator	Min	-4.4	-5.32	43234	-0.91	-30	-437.2
655	1D+1EX	Combinator	Max	4.08	5.43	41521	0.94	28.5	437.82
655	1D+1EX	Combinator	Min	-4.5	-5.4	40474	-0.93	-30	-437.2
656	1D+1EX	Combinator	Max	4.15	5.69	39166	0.98	28.6	437.82
656	1D+1EX	Combinator	Min	-4.4	-5.67	35849	-0.97	-30	-437.4
657	1D+1EX	Combinator	Max	4.6	6.13	41919	1.06	29.3	438.1
657	1D+1EX	Combinator	Min	-3.7	-6.1	39730	-1.05	-29	-437.6

TABLE: Joint Reactions									
Joint	InputCase	CaseType	spType	F1	F2	F3	M1	M2	M3
658	1D+1EX	Combinator	Max	5.05	6.7	63552	1.17	30	438.98
658	1D+1EX	Combinator	Min	-3	-6.68	55393	-1.17	-28	-437.8
659	1D+1EX	Combinator	Max	5.55	7.21	96197	1.28	30.7	440.81
659	1D+1EX	Combinator	Min	-2.3	-7.2	74735	-1.28	-27	-438.7
673	1D+1EX	Combinator	Max	3.45	6.22	53562	1.08	26.1	438.56
673	1D+1EX	Combinator	Min	-3.7	-6.29	33416	-1.12	-27	-439.1
674	1D+1EX	Combinator	Max	3.74	5.78	45932	1.01	26.5	437.77
674	1D+1EX	Combinator	Min	-3.9	-5.85	41935	-1.05	-28	-438.1
675	1D+1EX	Combinator	Max	3.88	5.5	45600	0.96	26.7	437.73
675	1D+1EX	Combinator	Min	-4.1	-5.56	43389	-1	-28	-438.2
676	1D+1EX	Combinator	Max	3.89	5.38	44708	0.94	26.7	437.54
676	1D+1EX	Combinator	Min	-4.2	-5.44	42724	-0.98	-28	-438.2
677	1D+1EX	Combinator	Max	3.85	5.46	41785	0.95	26.7	437.56
677	1D+1EX	Combinator	Min	-4.3	-5.51	40211	-0.99	-28	-438.3
678	1D+1EX	Combinator	Max	3.91	5.72	39483	1	26.8	437.81
678	1D+1EX	Combinator	Min	-4.2	-5.77	35950	-1.03	-28	-438.1
679	1D+1EX	Combinator	Max	4.34	6.13	42150	1.06	27.4	438.16
679	1D+1EX	Combinator	Min	-3.4	-6.21	39781	-1.11	-27	-438.4
680	1D+1EX	Combinator	Max	4.76	6.69	63025	1.17	28.1	438.55
680	1D+1EX	Combinator	Min	-2.8	-6.8	54845	-1.23	-26	-439.4
681	1D+1EX	Combinator	Max	5.23	7.18	94496	1.26	28.8	439.48
681	1D+1EX	Combinator	Min	-2.1	-7.31	73356	-1.34	-25	-439.5
695	1D+1EX	Combinator	Max	10.8	4.08	43209	1.62	3.99	437.41
695	1D+1EX	Combinator	Min	-10	-4.2	16192	-1.59	-3.8	-438.1
696	1D+1EX	Combinator	Max	10.9	3.76	33312	1.5	4.02	436.15
696	1D+1EX	Combinator	Min	-10	-3.88	27306	-1.47	-3.8	-436.5
697	1D+1EX	Combinator	Max	11	3.56	32909	1.42	4.04	435.65
697	1D+1EX	Combinator	Min	-10	-3.69	28646	-1.4	-3.9	-436.1
698	1D+1EX	Combinator	Max	11.1	3.48	32282	1.39	4.05	435.3
698	1D+1EX	Combinator	Min	-11	-3.62	28395	-1.37	-3.9	-436
699	1D+1EX	Combinator	Max	11.1	3.53	30427	1.42	4.05	435.24
699	1D+1EX	Combinator	Min	-10	-3.68	26674	-1.39	-3.9	-436.2
700	1D+1EX	Combinator	Max	11.1	3.7	28663	1.49	4.05	435.56
700	1D+1EX	Combinator	Min	-11	-3.9	23398	-1.45	-3.9	-436.5
701	1D+1EX	Combinator	Max	10.8	3.97	30239	1.62	4	436.85
701	1D+1EX	Combinator	Min	-11	-4.27	24735	-1.56	-3.9	-437.1
702	1D+1EX	Combinator	Max	10.6	4.36	44402	1.78	3.96	439.4
702	1D+1EX	Combinator	Min	-11	-4.73	34710	-1.71	-3.9	-437.9
703	1D+1EX	Combinator	Max	10.4	4.72	70504	1.92	3.91	441.43
703	1D+1EX	Combinator	Min	-11	-5.15	44053	-1.84	-3.9	-441.7



TABLE: Joint Reactions									
Joint	OutputCase	CaseType	RepType	F1	F2	F3	M1	M2	M3
497	1D+1L+1W	Combination		-0.15	0.15	38072	0.0709	-0.96	3.23
498	1D+1L+1W	Combination		-0.09	0.15	38693	0.0703	-0.88	2.96
499	1D+1L+1W	Combination		-0.12	0.14	39353	0.0709	-0.92	2.97
500	1D+1L+1W	Combination		-0.18	0.14	38829	0.0742	-1.01	3.13
501	1D+1L+1W	Combination		-0.24	0.16	36445	0.084	-1.11	3.31
502	1D+1L+1W	Combination		-0.19	0.2	32936	0.11	-1.03	3.19
503	1D+1L+1W	Combination		0.32	0.29	34435	0.16	-0.27	2.5
504	1D+1L+1W	Combination		0.85	0.35	49842	0.19	0.5	1.05
505	1D+1L+1W	Combination		1.43	0.41	72807	0.23	1.35	2.42
585	1D+1L+1W	Combination		-0.18	0.0896	59923	0.0387	-0.98	3.07
586	1D+1L+1W	Combination		-0.08	0.0823	60399	0.0373	-0.84	2.98
587	1D+1L+1W	Combination		-0.12	0.0738	61266	0.0352	-0.88	3.04
588	1D+1L+1W	Combination		-0.21	0.063	60319	0.032	-1.03	3.18
589	1D+1L+1W	Combination		-0.3	0.0508	56652	0.0282	-1.15	3.26
590	1D+1L+1W	Combination		-0.17	0.0432	52037	0.0269	-0.97	3
591	1D+1L+1W	Combination		0.59	0.0539	56012	0.035	0.18	2.96
592	1D+1L+1W	Combination		1.34	0.0645	79873	0.0435	1.3	3.37
593	1D+1L+1W	Combination		2.11	0.0797	113437	0.0537	2.46	2.33
607	1D+1L+1W	Combination		-0.17	0.0075	60384	-0.0028	-0.94	2.26
608	1D+1L+1W	Combination		-0.08	0.0022	60890	-0.0037	-0.8	2.27
609	1D+1L+1W	Combination		-0.12	-0.003	61714	-0.0046	-0.85	2.26
610	1D+1L+1W	Combination		-0.21	-0.008	60627	-0.0055	-1	2.24
611	1D+1L+1W	Combination		-0.3	-0.014	56692	-0.0066	-1.14	2.26
612	1D+1L+1W	Combination		-0.18	-0.02	51769	-0.0078	-0.95	2.37
613	1D+1L+1W	Combination		0.61	-0.024	55815	-0.0082	0.25	2.25
614	1D+1L+1W	Combination		1.4	-0.027	80582	-0.0081	1.42	1.7
615	1D+1L+1W	Combination		2.21	-0.028	115508	-0.0074	2.63	1.15
629	1D+1L+1W	Combination		-0.17	0.0166	60233	0.0028	-0.92	1.33
630	1D+1L+1W	Combination		-0.08	0.0135	60738	0.0023	-0.78	1.33
631	1D+1L+1W	Combination		-0.11	0.0104	61558	0.0018	-0.83	1.33
632	1D+1L+1W	Combination		-0.21	0.0074	60466	0.0012	-0.98	1.33
633	1D+1L+1W	Combination		-0.3	0.0043	56519	0.0007	-1.12	1.33
634	1D+1L+1W	Combination		-0.18	0.0012	51578	0.0002	-0.93	1.33
635	1D+1L+1W	Combination		0.61	-0.002	55594	-0.0003	0.26	1.33



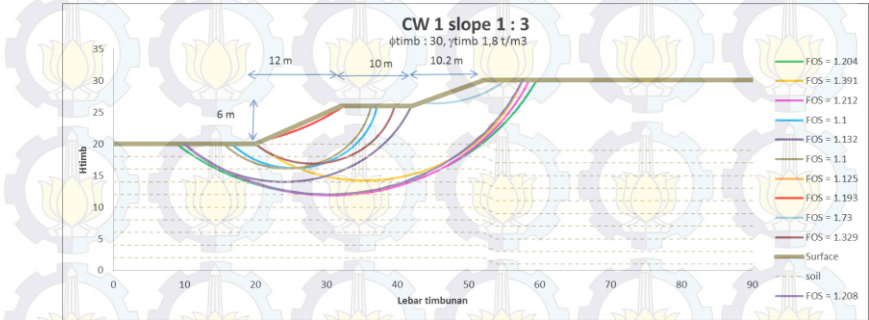
TABLE: Joint Reactions									
Joint	OutputCase	aseType	tepTyp	F1	F2	F3	M1	M2	M3
636	1D+1L+1W	Combination		1.4	-0.005	80307	-0.0009	1.43	1.34
637	1D+1L+1W	Combination		2.21	-0.007	115150	-0.0013	2.64	1.34
651	1D+1L+1W	Combination		-0.17	0.0258	60397	0.0085	-0.91	0.42
652	1D+1L+1W	Combination		-0.08	0.0249	60893	0.0083	-0.77	0.4
653	1D+1L+1W	Combination		-0.11	0.0239	61713	0.0082	-0.82	0.41
654	1D+1L+1W	Combination		-0.21	0.023	60627	0.0081	-0.97	0.43
655	1D+1L+1W	Combination		-0.3	0.0224	56694	0.0081	-1.1	0.41
656	1D+1L+1W	Combination		-0.17	0.0222	51772	0.0082	-0.92	0.3
657	1D+1L+1W	Combination		0.62	0.0207	55817	0.0076	0.28	0.41
658	1D+1L+1W	Combination		1.4	0.0174	80578	0.0064	1.45	0.96
659	1D+1L+1W	Combination		2.22	0.0131	115496	0.0047	2.66	1.53
673	1D+1L+1W	Combination		-0.18	-0.057	59945	-0.0332	-0.92	-0.39
674	1D+1L+1W	Combination		-0.08	-0.055	60401	-0.0328	-0.77	-0.3
675	1D+1L+1W	Combination		-0.11	-0.053	61263	-0.0318	-0.82	-0.36
676	1D+1L+1W	Combination		-0.2	-0.049	60318	-0.0297	-0.96	-0.5
677	1D+1L+1W	Combination		-0.29	-0.042	56654	-0.0269	-1.09	-0.6
678	1D+1L+1W	Combination		-0.17	-0.041	52042	-0.0266	-0.9	-0.34
679	1D+1L+1W	Combination		0.6	-0.058	56012	-0.0359	0.25	-0.29
680	1D+1L+1W	Combination		1.34	-0.075	79851	-0.0456	1.37	-0.68
681	1D+1L+1W	Combination		2.12	-0.095	113389	-0.0567	2.52	-0.35
695	1D+1L+1W	Combination		0.35	-0.098	38008	0.0198	0.13	-0.55
696	1D+1L+1W	Combination		0.32	-0.099	38677	0.0197	0.12	-0.29
697	1D+1L+1W	Combination		0.34	-0.1	39347	0.0201	0.12	-0.3
698	1D+1L+1W	Combination		0.36	-0.11	38829	0.0212	0.13	-0.48
699	1D+1L+1W	Combination		0.39	-0.12	36471	0.0243	0.14	-0.67
700	1D+1L+1W	Combination		0.37	-0.16	33006	0.0318	0.13	-0.56
701	1D+1L+1W	Combination		0.16	-0.24	34519	0.0483	0.09	0.15
702	1D+1L+1W	Combination		-0.05	-0.29	49856	0.0591	0.05	1.63
703	1D+1L+1W	Combination		-0.29	-0.35	72720	0.0699	-0	0.31

TABLE: Joint Reactions											
Joint	Output	Case	Type	Step	Type	F1	F2	F3	M1	M2	M3
497	COMB5	h	bination			-0.2	0.15		0.0709	-1	3.23
498	COMB5	h	bination			-0.1	0.15	38693	0.0703	-0.9	2.96
499	COMB5	h	bination			-0.1	0.14	39353	0.0709	-0.9	2.97
500	COMB5	h	bination			-0.2	0.14	38829	0.0742	-1	3.13
501	COMB5	h	bination			-0.2	0.16	36445	0.084	-1.1	3.31
502	COMB5	h	bination			-0.2	0.2	32936	0.11	-1	3.19
503	COMB5	h	bination			0.32	0.29	34435	0.16	-0.3	2.5
504	COMB5	h	bination			0.85	0.35	49842	0.19	0.5	1.05
505	COMB5	h	bination			1.43	0.41	72807	0.23	1.35	2.42
585	COMB5	h	bination			-0.2	0.0896	59923	0.0387	-1	3.07
586	COMB5	h	bination			-0.1	0.0823	60399	0.0373	-0.8	2.98
587	COMB5	h	bination			-0.1	0.0738	61266	0.0352	-0.9	3.04
588	COMB5	h	bination			-0.2	0.063	60319	0.032	-1	3.18
589	COMB5	h	bination			-0.3	0.0508	56652	0.0282	-1.2	3.26
590	COMB5	h	bination			-0.2	0.0432	52037	0.0269	-1	3
591	COMB5	h	bination			0.59	0.0539	56012	0.035	0.18	2.96
592	COMB5	h	bination			1.34	0.0645	79873	0.0435	1.3	3.37
593	COMB5	h	bination			2.11	0.0797	1E+05	0.0537	2.46	2.33
607	COMB5	h	bination			-0.2	0.0075	60384	-0.0028	-0.9	2.26
608	COMB5	h	bination			-0.1	0.0022	60890	-0.0037	-0.8	2.27
609	COMB5	h	bination			-0.1	-0.003	61714	-0.0046	-0.9	2.26
610	COMB5	h	bination			-0.2	-0.008	60627	-0.0055	-1	2.24
611	COMB5	h	bination			-0.3	-0.014	56692	-0.0066	-1.1	2.26
612	COMB5	h	bination			-0.2	-0.02	51769	-0.0078	-1	2.37
613	COMB5	h	bination			0.61	-0.024	55815	-0.0082	0.25	2.25
614	COMB5	h	bination			1.4	-0.027	80582	-0.0081	1.42	1.7
615	COMB5	h	bination			2.21	-0.028	1E+05	-0.0074	2.63	1.15
629	COMB5	h	bination			-0.2	0.0166	60233	0.0028	-0.9	1.33
630	COMB5	h	bination			-0.1	0.0135	60738	0.0023	-0.8	1.33
631	COMB5	h	bination			-0.1	0.0104	61558	0.0018	-0.8	1.33
632	COMB5	h	bination			-0.2	0.0074	60466	0.0012	-1	1.33
633	COMB5	h	bination			-0.3	0.0043	56519	0.0007	-1.1	1.33

TABLE: Joint Reactions											
Joint	Output	Case	Type	Step	Type	F1	F2	F3	M1	M2	M3
634	COMB5	h	bination			-0.2	0.0012	51578	0.0002	-0.9	1.33
635	COMB5	h	bination			0.61	-0.002	55594	-0.0003	0.26	1.33
636	COMB5	h	bination			1.4	-0.005	80307	-0.0009	1.43	1.34
637	COMB5	h	bination			2.21	-0.007	1E+05	-0.0013	2.64	1.34
651	COMB5	h	bination			-0.2	0.0258	60397	0.0085	-0.9	0.42
652	COMB5	h	bination			-0.1	0.0249	60893	0.0083	-0.8	0.4
653	COMB5	h	bination			-0.1	0.0239	61713	0.0082	-0.8	0.41
654	COMB5	h	bination			-0.2	0.023	60627	0.0081	-1	0.43
655	COMB5	h	bination			-0.3	0.0224	56694	0.0081	-1.1	0.41
656	COMB5	h	bination			-0.2	0.0222	51772	0.0082	-0.9	0.3
657	COMB5	h	bination			0.62	0.0207	55817	0.0076	0.28	0.41
658	COMB5	h	bination			1.4	0.0174	80578	0.0064	1.45	0.96
659	COMB5	h	bination			2.22	0.0131	1E+05	0.0047	2.66	1.53
673	COMB5	h	bination			-0.2	-0.057	59945	-0.0332	-0.9	-0.39
674	COMB5	h	bination			-0.1	-0.055	60401	-0.0328	-0.8	-0.3
675	COMB5	h	bination			-0.1	-0.053	61263	-0.0318	-0.8	-0.36
676	COMB5	h	bination			-0.2	-0.049	60318	-0.0297	-1	-0.5
677	COMB5	h	bination			-0.3	-0.042	56654	-0.0269	-1.1	-0.6
678	COMB5	h	bination			-0.2	-0.041	52042	-0.0266	-0.9	-0.34
679	COMB5	h	bination			0.6	-0.058	56012	-0.0359	0.25	-0.29
680	COMB5	h	bination			1.34	-0.075	79851	-0.0456	1.37	-0.68
681	COMB5	h	bination			2.12	-0.095	1E+05	-0.0567	2.52	0.35
695	COMB5	h	bination			0.35	-0.098	38008	0.0198	0.13	-0.55
696	COMB5	h	bination			0.32	-0.099	38677	0.0197	0.12	-0.29
697	COMB5	h	bination			0.34	-0.1	39347	0.0201	0.12	-0.3
698	COMB5	h	bination			0.36	-0.11	38829	0.0212	0.13	-0.48
699	COMB5	h	bination			0.39	-0.12	36471	0.0243	0.14	-0.67
700	COMB5	h	bination			0.37	-0.16	33006	0.0318	0.13	-0.56
701	COMB5	h	bination			0.16	-0.24	34519	0.0483	0.09	0.15
702	COMB5	h	bination			-0.1	-0.29	49856	0.0591	0.05	1.63
703	COMB5	h	bination			-0.3	-0.35	72720	0.0699	-0	0.31

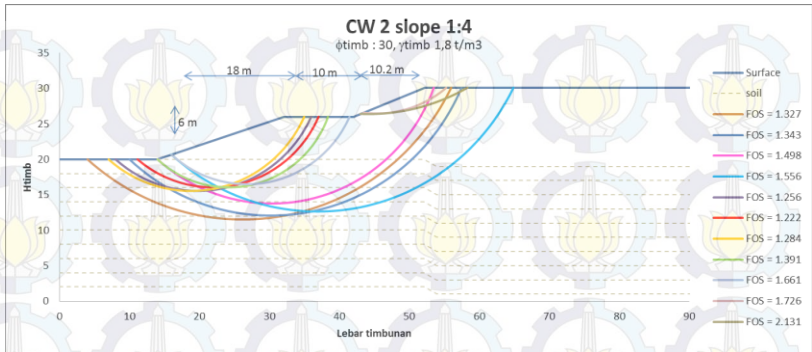
## LAMPIRAN 10

### Counterweight sisi kiri

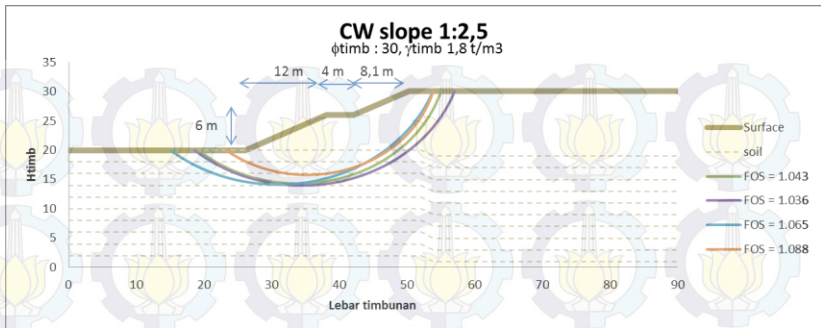


No	FOS	Circle	Center	Radius	Initial	Terminal	Resisting
	(BISHOP)	x-coord (m)	y-coord (m)	(m)	x-coord (m)	x-coord (m)	Moment (kN-m)
1	1.06	25.41	28.1	11.92	16.67	37.14	6507
2	1.391	35.39	37.61	23.39	20	57.55	35330
3	1.204	30.34	44.67	32.7	8.89	59.61	62510
4	1.212	30.7	42.28	30.41	10	58.57	56470
5	1.057	24.42	28.18	12.06	15.56	36.28	6424
6	1.132	24.03	33.39	19.39	10	41.95	17410
7	1.125	26.78	32.92	8.79	28.67	32.19	70.79
8	1.193	12.76	52.55	33.07	21.11	32.46	1969
9	1.329	28.03	28.81	11.92	20	39.6	6385

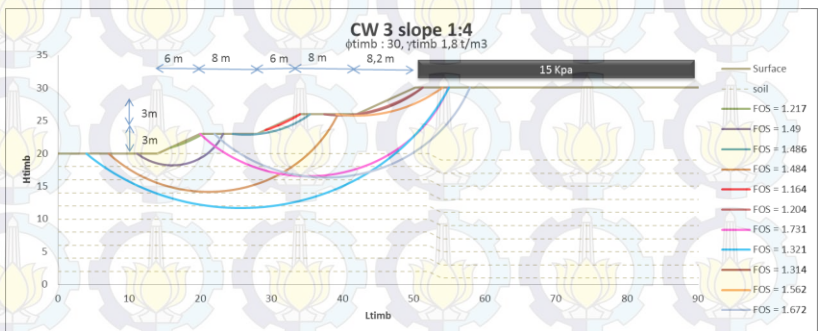




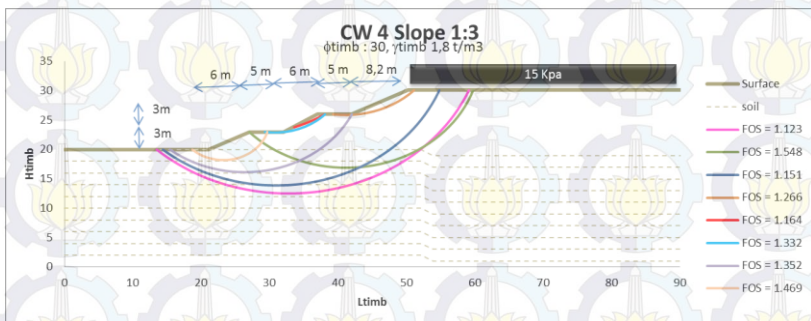
	FOS	Circle	Center	Radius	Initial	Terminal	Resisting
	(BISHOP)	x-coord	y-coord		x-coord	x-coord	Moment
		(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(kN-m)
1	1.327	26.17	44.72	33.2	4	55.98	62870
2	1.343	30.18	41.7	29.64	10	57.45	54650
3	1.498	30.35	38.33	24.56	14	53.49	35090
4	1.556	36.88	43.8	31.17	16	64.87	68740
5	1.256	19.77	33.31	17.77	8	35.96	12510
6	1.222	21.86	32.59	16.53	11.14	37.02	11050
7	1.284	18.78	33.32	17.78	7	34.97	12050
8	1.391	24.19	31.14	15.09	14	38.37	9766
9	1.661	26.8	32.52	16.03	16	41.44	11240
10	1.726	45.33	41.87	15.41	43.43	55.27	2898
11	2.131	44.14	55.21	28.83	43	58.31	8133



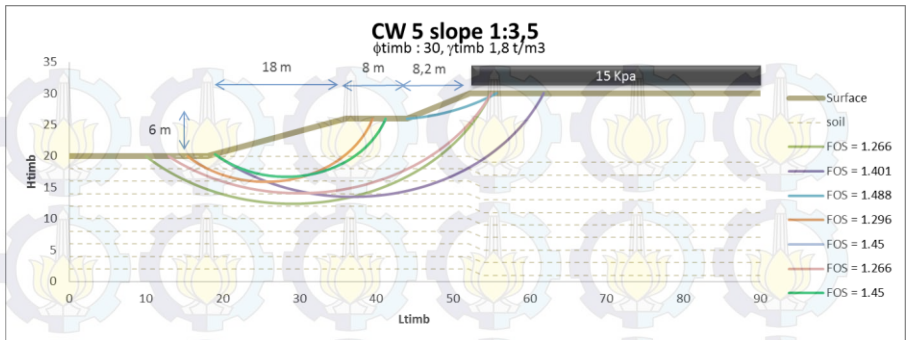
No	FOS	Circle	Center	Radius	Initial	Terminal	Resisting
	(BISHOP)	x-coord	y-coord		x-coord	x-coord	Moment
		(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(kN-m)
1	1.043	33.9	36.3	21.99	19.14	55	27060
2	1.036	34.42	37.87	23.88	18.57	57.01	32520
3	1.065	30.88	38.59	24.44	15	53.8	29750
4	1.088	35.23	35.04	19.25	23.21	53.83	20110



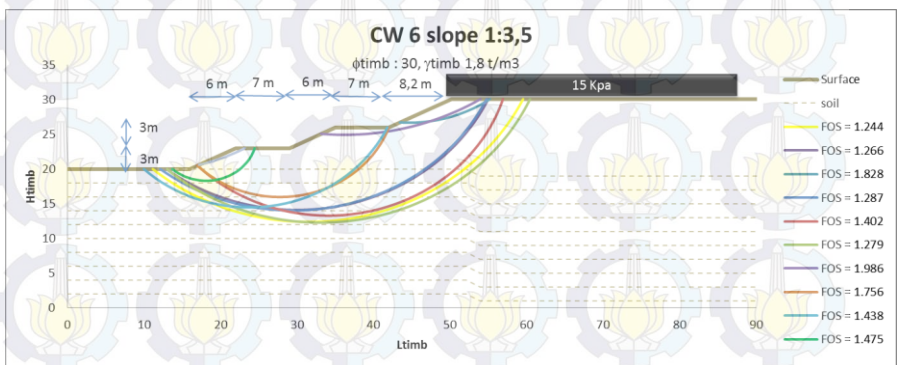
No	FOS	Circle	Center	R	Initial	Terminal	Resisting
		x-coord	y-coord		x-coord	x-coord	Moment
	(BISHOP)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(kN-m)
1	1.217	10.56	38.24	18.12	15.79	20.35	160.4
2	1.49	16.08	25.92	7.71	11.14	23.19	1410
3	1.486	26.44	37.42	14.54	24.57	35.43	793.5
4	1.484	21.2	33.98	19.82	7.14	39.33	16770
5	1.164	21.33	45.43	23.21	29.14	34.02	131.4
6	1.204	38.14	47.37	21.71	42	51.3	1484
7	1.731	35.19	37.63	21.09	20	54.89	28340
8	1.321	25.7	44.18	32.49	4	54.98	59830
9	1.314	39.86	43.27	17.44	37.43	51.28	1508
10	1.562	41.95	45.03	19.24	39.14	54.08	4227
11	1.672	37.67	38.11	21.77	22	57.91	32190



No	FOS	Circle	Center	R	Initial	Terminal	Resisting
		x-coord	y-coord		x-coord	x-coord	Moment
	(BISHOP)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(kN-m)
1	1.123	32.75	41.09	28.57	13.47	59.12	49210
2	1.548	41.2	36.53	19.62	27	59.74	27430
3	1.151	30.97	39.51	25.62	14.37	54.79	35430
4	1.266	41.08	39.89	14.01	39.26	51.1	1268
5	1.164	26.68	43.27	20.67	33.58	38.03	98.29
6	1.332	30.75	33.14	10.24	29.29	38.08	297.9
7	1.352	26.33	33.54	17.39	15.42	42	10580
8	1.469	23.24	24.9	6.69	18.68	29.64	1139



No	FOS	Circle	Center	Radius	Initial	Terminal	Resisting
		x-coord	y-coord		x-coord	x-coord	
	(BISHOP)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(kN-m)
1	1.266	29.08	40.18	27.77	10	54.95	43400
2	1.401	36.92	40.51	26.99	19	61.81	49200
3	1.488	41.72	51.27	25.38	44	55.69	4067
4	1.266	29.97	41.65	27.55	12.93	54.99	37860
5	1.296	25.59	30.61	14.69	15.43	39.52	8794
6	1.45	28.27	30.39	13.68	19	41.21	7934
7	1.596	29.88	31.44	14.62	20	43.44	9233

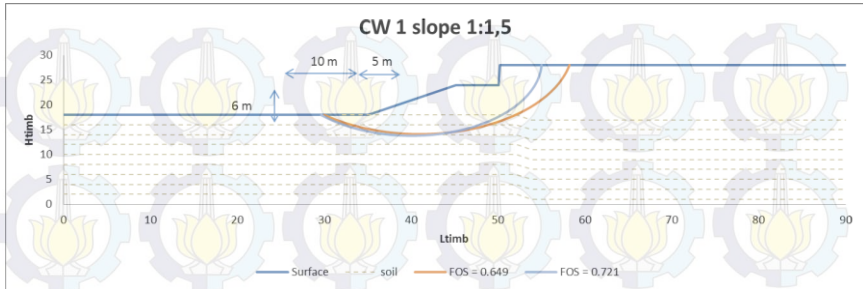




No	FOS	Circle	Center	Radius	Initial	Terminal	Resisting
		x-coord	y-coord		x-coord	x-coord	Moment
	(BISHOP)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(kN-m)
1	1.244	31.52	43.38	31.01	11.16	59.54	58300
2	1.266	29.97	41.65	27.55	12.93	54.99	37860
3	1.828	44.63	44.77	18.09	43.43	55.22	3898
4	1.287	29.44	42.02	28	12.14	54.77	41350
5	1.402	34.1	37.17	23.88	17	56.91	39020
6	1.279	33.07	42.2	29.93	13	60.45	57980
7	1.986	36.18	58.23	33.3	33.14	53.99	9143
8	1.756	27.79	31.05	15.09	17	42	10490
9	1.438	23.76	34.35	19.88	10	41.8	16700
10	1.475	18.15	24.93	6.63	13.71	24.47	1095

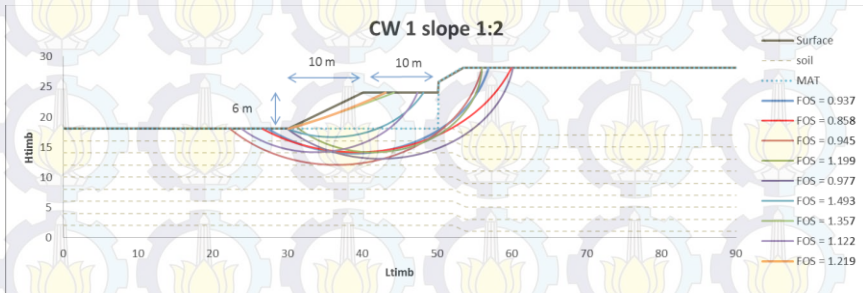
	SF stab	MR	MD	titik pusat		Sf	MR	Δ MR	P	F k	P max	n
		(kN.m)	(kN.m)	X	Y	rencana	rencana	(kN.m)	(ton)		kN	
1	0.949	12350.0	13013.7	39.7	29.5	1.1	14315	1965.1	7.712	1.59	122.89	1.05
2	0.962	30150.0	31341.0	40.2	34.1	1.1	34475	4325.1	7.712	1.25	122.89	1.59
3	0.924	14170.0	15335.5	41.2	28.8	1.1	16869	2699.0	7.712	1.47	122.89	1.43
4	0.967	14090.0	14570.8	43.1	29.4	1.1	16028	1937.9	7.712	1.62	122.89	1.05
5	1.025	56190.0	54819.5	37.9	38.6	1.1	60301	4111.5	7.712	0.82	122.89	1.13

## Counterweight sisi kiri



No	FOS	Circle	Center	Radius	Initial	Terminal	Resisting
	(BISHOP)	x-coord	y-coord		x-coord	x-coord	Moment
		(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(kN-m)
1	0.649	41.01	31.72	17.59	30	58.22	12940
2	0.721	40.04	28.79	14.98	29.64	55	10190

	SF stabil	MR	MD	titik pusat		Sf	MR	Δ MR	P	F k	P max	n
		(kN.m)	(kN.m)	X	Y	rencana	rencana	(kN.m)	(ton)		kN	
1	0.649	12940.0	19938.4	41.0	31.7	1.1	21932	8992.2	7.712	1.82	140.15	3.65
2	0.721	10190.0	14133.1	40.0	28.8	1.1	15546	5356.5	7.712	1.77	140.15	2.55



No	FOS	Circle	Center	Radius	Initial	Terminal	Resisting
	(BISHOP)	x-coord	y-coord		x-coord	x-coord	Moment
		(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(kN-m)
1	0.858	39.23	36.51	22.37	26.67	59.95	21450
2	0.937	38.97	32.39	18.44	27.44	56.89	16160
3	0.945	36.52	31.89	19.86	22.33	56.01	20080
4	0.977	42.4	31.04	18	30	60.15	19400
5	1.199	41.46	28.69	14.57	31	56.01	13120
6	1.493	35.97	30.45	13.8	30	48.17	7128
7	1.357	-10.09	134.59	123.22	30.56	44.24	16550
8	1.122	33.71	28.56	14.42	23.89	47.38	8276

	SF stabil	MR	MD	titik pusat		Sf	MR	$\Delta$ MR	P	F k	P max	n
		(kN.m)	(kN.m)	X	Y	rencana	rencana	(kN.m)	(ton)		kN	
1	0.858	21450.0	25000.0	39.2	36.5	1.1	27500	6050.0	7.712	1.76	135.68	1.99
2	0.937	16160.0	17246.5	39.0	32.4	1.1	18971	2811.2	7.712	1.73	135.68	1.12
3	0.945	20080.0	21248.7	36.5	31.9	1.1	23374	3293.5	7.712	1.44	135.68	1.22
4	0.977	19400.0	19856.7	42.4	31.0	1.1	21842	2442.4	7.712	1.59	135.68	1.00
5	1.199	13120.0	10942.5	41.5	28.7	1.1	12037	-1083.3	7.712	1.76	135.68	-0.55

**LAMPIRAN 11**  
**Penurunan akibat *Slb Column Slab***

tegangan over burden	
kedalaman	$\sigma'o$
(m)	(t/m <sup>2</sup> )
0-1	0.35
1-2	1.05
2-3	1.75
3-4	2.45
4-5	3.15
5-6	3.85
6-7	4.55
7-8	5.25
8-9	5.95
9-10	6.65
10-11	7.35
11-12	8.05
12-13	8.75
13-14	9.45
14-15	10.15
15-16	10.85
16-17	11.55
17-18	12.25
18-19	12.95
19-20	13.65



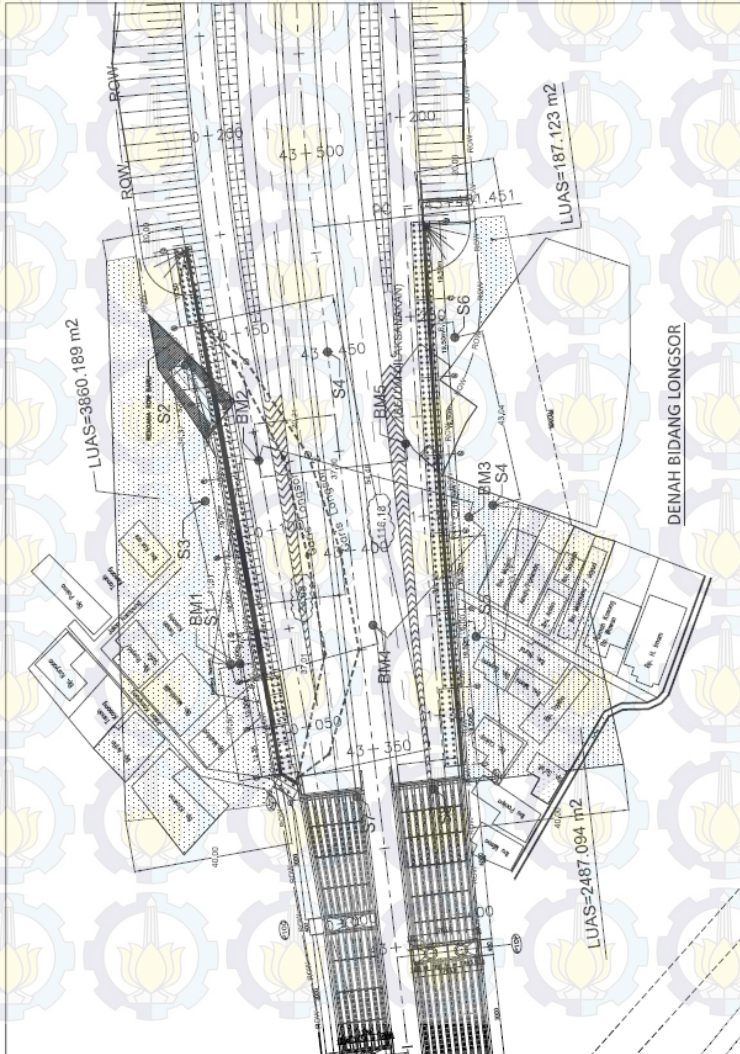
distribusi tegangan		H timbunan =		5.833	m			
akibat timbunan		Q =	10.5	t/m <sup>2</sup>				
kedalaman	z	a	b	a/z	b/z	l	2l	$\Delta\sigma'$
(m)	(m)	(m)	(m)					(t/m <sup>2</sup> )
0-1	1	0.100	28.2	0.10	28.20	0.5	1	10.500
1-2	1.5	0.100	28.2	0.07	18.80	0.5	1	10.500
2-3	2.5	0.100	28.2	0.04	11.28	0.5	1	10.500
3-4	3.5	0.100	28.2	0.03	8.06	0.5	1	10.500
4-5	4.5	0.100	28.2	0.02	6.27	0.5	1	10.500
5-6	5.5	0.100	28.2	0.02	5.13	0.5	1	10.500
6-7	6.5	0.100	28.2	0.02	4.34	0.5	1	10.500
7-8	7.5	0.100	28.2	0.01	3.76	0.5	1	10.500
9-10	8.5	0.100	28.2	0.01	3.32	0.5	1	10.500
9-10	2	0.100	28.2	0.05	14.10	0.5	1	10.500
10-11	2.5	0.100	28.2	0.04	11.28	0.5	1	10.500
11-12	3.5	0.100	28.2	0.03	8.06	0.5	1	10.500
12-13	4.5	0.100	28.2	0.02	6.27	0.5	1	10.500
13-14	5.5	0.100	28.2	0.02	5.13	0.5	1	10.500
14-15	6.5	0.100	28.2	0.02	4.34	0.5	1	10.500
15-16	7.5	0.100	28.2	0.01	3.76	0.5	1	10.500
16-17	8.5	0.100	28.2	0.01	3.32	0.5	1	10.500
18-19	9.5	0.100	28.2	0.01	2.97	0.49	0.98	10.290



H timb = kedalaman (m)	5.833 Hi (m)	m Cc	Cs	eo	$\sigma'_o$ (t/m <sup>2</sup> )	$\Delta\sigma'$ (t/m <sup>2</sup> )	$\Delta\sigma' + \sigma'_o$ (t/m <sup>2</sup> )	Pfluktuasi (t/m <sup>2</sup> )	$\sigma'_c$ (t/m <sup>2</sup> )	OCR	rumus SC	SC (m)	
0-1	1	0.33	0.066	1.03	0.35	10.500	10.850	1.5	1.850	5.286	OC	RUMUS 2	0.148
1-2	1	0.33	0.066	0.33	1.05	10.500	11.550	2.5	3.550	3.381	OC	RUMUS 2	0.153
2-3	1	0.33	0.066	1.62	1.75	10.500	12.250	3.5	5.250	3.000	OC	RUMUS 2	0.058
3-4	1	0.33	0.066	0.38	2.45	10.500	12.950	4.5	6.950	2.837	OC	RUMUS 2	0.086
4-5	1	0.33	0.066	1.13	3.15	10.500	13.650	5.5	8.650	2.746	OC	RUMUS 2	0.044
5-6	1	0.33	0.066	1.13	3.85	10.500	14.350	6.5	10.350	2.688	OC	RUMUS 2	0.035
6-7	1	0.33	0.066	1.13	4.55	10.500	15.050	7.5	12.050	2.648	OC	RUMUS 2	0.028
7-8	1	0.33	0.066	1.13	5.25	10.500	15.750	8.5	13.750	2.619	OC	RUMUS 2	0.022
8-9	1	0.33	0.066	1.13	5.95	10.500	16.450	9.5	15.450	2.597	OC	RUMUS 2	0.017
9-10	1	0.33	0.066	1.13	6.65	10.500	17.150	10.5	17.150	2.579	OC	RUMUS 1	0.013
10-11	1	0.33	0.066	1.13	7.35	10.500	17.850	11.5	18.850	2.565	OC	RUMUS 1	0.012
11-12	1	0.33	0.066	1.13	8.05	10.500	18.550	12.5	20.550	2.553	OC	RUMUS 1	0.011
12-13	1	0.33	0.066	1.13	8.75	10.500	19.250	13.5	22.250	2.543	OC	RUMUS 1	0.011
13-14	1	0.33	0.066	1.13	9.45	10.500	19.950	14.5	23.950	2.534	OC	RUMUS 1	0.010
14-15	1	0.33	0.066	1.13	10.15	10.500	20.650	15.5	25.650	2.527	OC	RUMUS 1	0.010
15-16	1	0.33	0.066	1.13	10.85	10.500	21.350	16.5	27.350	2.521	OC	RUMUS 1	0.009
16-17	1	0.33	0.066	1.13	11.55	10.500	22.050	17.5	29.050	2.515	OC	RUMUS 1	0.009
17-18	1	0.33	0.066	1.13	12.25	10.290	22.540	18.5	30.750	2.510	OC	RUMUS 1	0.008
18-19	1	0.33	0.066	1.13	12.95	0.000	12.950	19.5	32.450	2.506	OC	RUMUS 1	0.000
19-20	1	0.33	0.066	1.13	13.65	0.000	13.650	20.5	34.150	2.502	OC	RUMUS 1	0.000
													<b>0.685</b>

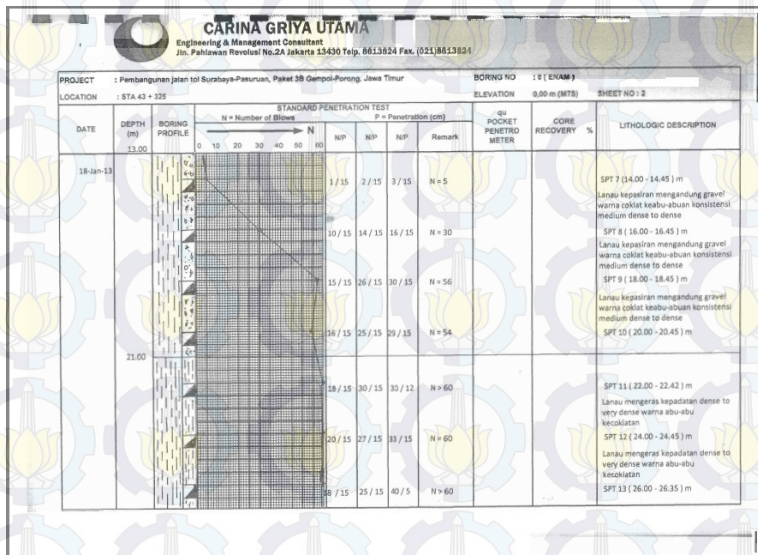
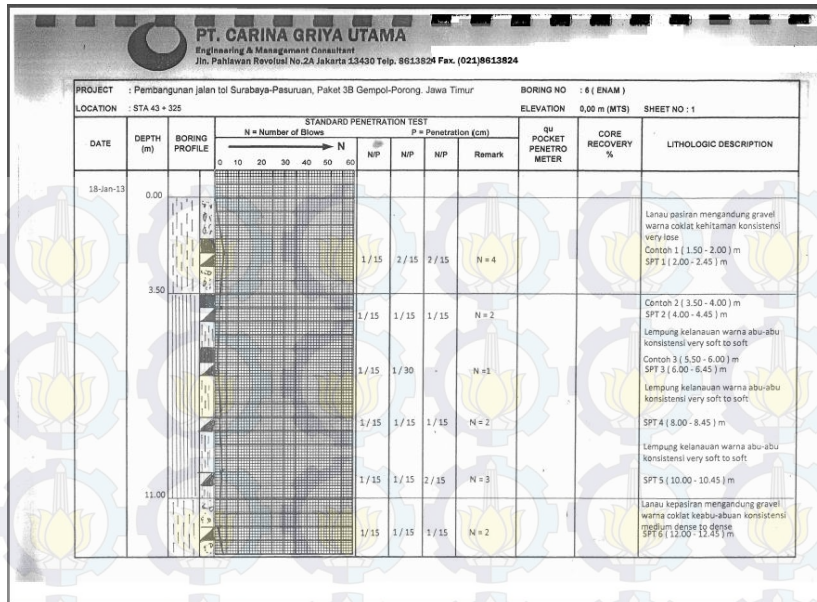
# LAMPIRAN 1

## DENAH BIDANG LONGSOR


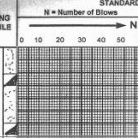




## DATA TANAH SEBELUM LONGSOR (BOR LOG)



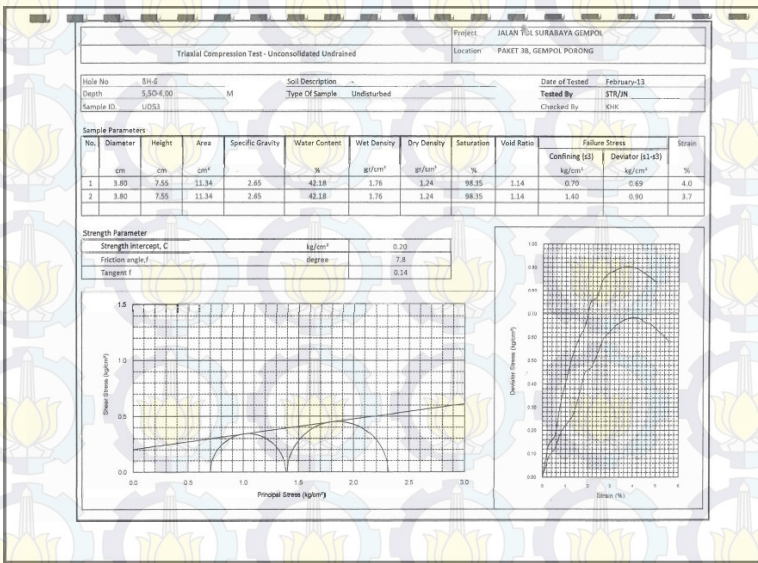
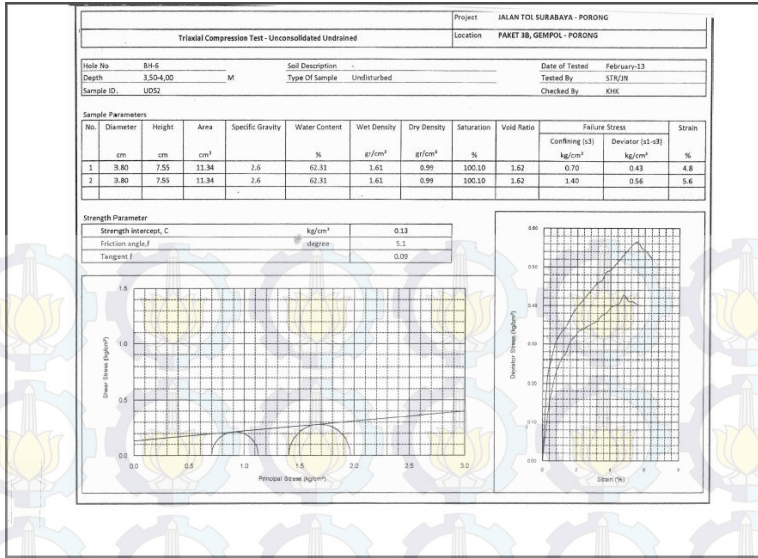


 <b>PT. CARINA GRIYA UTAMA</b> Engineering & Management Consultant Jln. Pahlawan Revolusi No.2A Jakarta 13430 Telp. 8613924 Fax. (021)8613924										
PROJECT : Pembangunan jalan tol Surabaya-Pasuruan, Paket 3B Gempol-Parong- Jawa Timur					BORING NO : 6 ( ENAM )		ELEVATION : 0,00 m (M <sup>3</sup> )		SHEET NO : 3	
LOCATION : STA 43 + 315					STANDARD PENETRATION TEST					
DATE	DEPTH (m)	BORING PROFILE	N = Number of Blows			P = Penetration (cm)		QV POCKET PENETROMETER	CORR. RECOVERY %	LITHOLOGIC DESCRIPTION
			NIP	NIP	NIP	NIP	Remark			
18-Jan-13	27,00		16	15	25	15	35	5		SPT 14 ( 28,00 - 28,35 ) m Lanau kapasiran padat warna coklat hitam
	30,50		29	15	41	15	19	2		SPT 15 ( 30,00 - 30,45 ) m
<b>KETERANGAN:</b> Muka Air Tanah dijumpai pada kedalaman : 45 Cm										

# PROPERTIES TANAH

Project		JALAN TOL SURABAYA - GEMPOL											
Paket 18, GEMPOL - PORONG JAWA TIMUR		JARS				DGM				February-13			
INDEX PROPERTIES TEST													
Location	PAKET 18, GEMPOL - PORONG JAWA TIMUR												
Test Hole No.	BH-03/TA 43-150			BH-03/TA 43-150			BH-03/TA 43-150			BH-03/TA 43-150			
Depth	1.50-2.00	2.00-2.50	2.50-3.00	3.00-3.50	3.50-4.00	4.00-4.50	4.50-5.00	5.00-5.50	5.50-6.00	6.00-6.50	6.50-7.00	7.00-7.50	7.50-8.00
Sample Type	U081	U082	U083	U081	U082	U083	U081	U082	U083	U081	U082	U083	U083
SPECIFIC GRAVITY TEST (ASTM D854)													
Plasticity No.	10	11	12	1	2		4	10	9				
Weight of pycnometer + dry soil	gram	78.33	78.00	79.85	79.32	74.22	79.32	76.33	79.32				
Weight of pycnometer	gram	66.33	66.00	66.85	66.32	64.22	66.32	66.33	66.32				
Weight of dry soil	gram	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00				
Weight of pycnometer + water at T <sub>1</sub>	gram	132.52	132.42	134.23	133.32	129.32							
Weight of pycnometer + water + dry soil at T <sub>2</sub>	gram	134.54	132.00	136.72	133.70	127.88							
Specific gravity of soil at T <sub>1</sub> , G <sub>s</sub> (20-20-C)	gram	2.54	2.56	2.59	2.52	2.55							
Temperature, T <sub>1</sub>	°C	20	20	20	20	20							
Temperature, T <sub>2</sub>	°C	20	20	20	20	20							
Temperature correction	k <sub>1</sub> , k <sub>2</sub>	0.9977	0.9977	0.9977	0.9977	0.9977							
Specific gravity of soil, G <sub>s</sub> (1.4, C)		2.60	2.60	2.60	2.62	2.60							
MOISTURE CONTENT TEST (ASTM D2216)													
Moist. Content	%	1	2	3	4	5	7	12	18				
Wet Container + wet soil	g	200.62	200.20	205.00	200.22	201.20	200.20	200.20	200.20				
Wet Container + Dry Soil	g	18.15	218.15	215.20	190.28	205.20							
Wet Container	g	168.00	188.00	192.20	180.20	193.20							
Wet Weir	g	60.52	74.10	69.80	75.12	67.93							
Wet Dry Soil	g	162.00	186.50	197.60	172.08	188.60							
Moisture Content (w)	%	42.74	37.49	35.42	43.07	35.37							
DENSITY TEST (ASTM D5597)													
Mo. Ring	g	154.80	160.20	161.20	153.85	159.50							
Mo. Ring + Wet Soil	g												
Mo. Ring	g												
Wet Soil (in Wet Ring)	cm <sup>3</sup>	60.42	60.42	60.42	60.42	60.42							
Wet Density (γ <sub>w</sub> )	gram/cm <sup>3</sup>	1.38	1.31	1.32	1.31	1.32							
Wet Density (γ <sub>w</sub> )	gram/cm <sup>3</sup>	1.22	1.32	1.33	1.31	1.32							
Void Ratio (e)		1.14	1.62	1.67	1.16	1.09							
Porosity (n)		0.43	0.49	0.47	0.34	0.40							
DEGREE OF SATURATION (S <sub>v</sub> )	%	95.25	95.36	96.18	95.46	96.18							

SUMMARIES OF LABORATORY TEST RESULTS													
Project		JALAN TOL SURABAYA - GEMPOL											
Location		PAKET 18 GEMPOL PORONG JAWA TIMUR											
Sampling No.	BH-03/TA 43-150			BH-7/TA 43-150			BH-8/TA 43-150			BH-10/TA 43-150			
Depth	1.50-2.00	2.00-2.50	2.50-3.00	3.00-3.50	3.50-4.00	4.00-4.50	4.50-5.00	5.00-5.50	5.50-6.00	6.00-6.50	6.50-7.00	7.00-7.50	7.50-8.00
U08 No.	U081	U082	U083	U082	U083	U084	U085	U084	U085	U084	U085	U084	U085
A. Natural Water Content, Density, and Specific Gravity Test													
Natural Water Content (w)	32.61	42.74	42.58	41.57	58.61	53.65	67.08	63.63	37.14	65.43	38.48	54.99	44.72
Bulk Density (γ <sub>w</sub> )	1.60	1.41	1.76	1.75	1.61	1.67	1.58	1.57	1.63	1.57	1.80	1.59	1.58
Dry Density (γ <sub>d</sub> )	1.22	0.99	1.24	1.24	1.01	1.10	0.95	0.96	1.03	0.95	1.32	0.97	0.96
Specific Gravity	2.46	2.61	2.65	2.64	2.61	2.61	2.61	2.61	2.60	2.60	2.60	2.60	2.60
Void Ratio (e)	1.69	1.62	1.33	1.14	1.59	1.39	1.77	1.79	1.53	1.74	1.01	1.70	1.07
Porosity (n)	0.51	0.42	0.58	0.53	0.61	0.58	0.64	0.60	0.60	0.61	0.50	0.63	0.63
Degree of Saturation (S <sub>v</sub> )	96.43	93.93	88.67	96.28	95.76	95.14	99.44	97.87	97.87	97.99	95.47	99.87	99.69
Soil Saturation	WET	SATURATED	WET	WET	WET	SATURATED	WET	WET	WET	WET	WET	SATURATED	WET
B. Atterberg Limit Test													
Liquid Limits (LL)	77.82	75.75	76.58	89.60	81.57	79.68	76.13	75.95	88.88	79.62	79.24	77.01	72.34
Plastic Limits (PL)	33.90	32.74	32.00	34.60	34.78	31.03	30.43	31.58	33.33	31.71	30.50	32.74	32.70
C. Particle Size Distribution Test													
Gravel	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	18.48	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Sand	5.60	4.20	3.00	13.00	0.70	1.50	22.80	16.40	3.80	1.50	1.80	3.40	3.00
Silt	46.50	47.80	34.60	33.20	42.80	42.40	33.70	30.30	41.50	41.80	42.80	42.40	31.70
Clay	48.90	48.80	52.40	53.80	58.40	56.10	63.50	36.70	51.70	56.70	59.40	52.20	52.40
Soil Classification													
CH	CH	CH	CH	CH	CH	CH	CH	CH	CH	CH	CH	CH	CH
D. Consolidation Test													
Effective overburden pressure, P <sub>0</sub>	0.33	0.20	0.47	0.13	0.23	0.52	0.83	0.15	0.29	0.38	0.67	0.82	0.73
Preconsolidation Pressure, P <sub>c</sub>	0.42	0.46	1.33	0.77	0.72	0.75	0.96	0.32	0.48	0.45	0.74	0.82	0.82
Compression ratio, C <sub>c</sub>	0.13	0.34	0.33	0.18	0.67	0.48	0.44	0.45	0.72	0.61	0.44	0.64	0.67
Recompression ratio, C <sub>r</sub>	0.04	0.06	0.05	0.06	0.07	0.05	0.08	0.06	0.08	0.08	0.07	0.07	0.03
E. Triaxial Unconsolidated Undrained (TXUU) Test													
Confinement (σ <sub>3</sub> )	0.25	0.13	0.20	0.52	0.22	0.21	0.19	0.08	0.22	0.18	0.18	0.15	0.12
Friction Angle (φ)	13.40	5.10	7.80	4.60	9.40	9.40	6.60	4.10	9.40	4.50	6.60	12.10	6.70





DRILLING LOG																
Project Location = GREENFIELDS INDONESIA DESA BABADAN, KEC. NGARUM KAB. MALANG										Type of Drilling = Rotary drilling machine		Remarks =				
Bore Hole Name = BH - 2										Date Start = 2011-11-13		UD = Undisturb Sample				
Elevation =										Date End = 2011-11-13		CS = Core Sample				
Client = PT. ASIABIOGAS INDONESIA										Driller = OSIAS TENIS		SPT = SPT Test				
Scale in m	Elevation (LWS) in m	Depth in m	Thickness in m	Legend	Type of Soil	Colour	Relative Density or Consistency	General Remarks	UD / CS		SPT TEST		Standard Penetration Test			N - Value
									Depth in m	Sample Code	Depth in m	Sample Code	N - Value Blows/30 cm	15 cm	15 cm	
0.00	0.00															
1.00	-1.00															
2.00	-2.00															
3.00	-3.00															
4.00	-4.00				CLAYEY SILT	LIGHT BROWN	SPT = 7 sd 14	MEDIUM STIFF TO STIFF								
5.00	-5.00															
6.00	-6.00															
7.00	-7.00															
8.00	-8.00															
9.00	-9.00															
10.00	-10.00				SILT	LIGHT BROWN	SPT = 10	MEDIUM STIFF								

DRILLING LOG																
Project Location = GREENFIELDS INDONESIA DESA BABADAN, KEC. NGARUM KAB. MALANG										Type of Drilling = Rotary drilling machine		Remarks =				
Bore Hole Name = BH - 3										Date Start = 2011-11-14		UD = Undisturb Sample				
Elevation =										Date End = 2011-11-14		CS = Core Sample				
Client = ASIABIOGAS INDONESIA, PT										Driller = OSIAS TENIS		SPT = SPT Test				
Scale in m	Elevation (LWS) in m	Depth in m	Thickness in m	Legend	Type of Soil	Colour	Relative Density or Consistency	General Remarks	UD / CS		SPT TEST		Standard Penetration Test			N - Value
									Depth in m	Sample Code	Depth in m	Sample Code	N - Value Blows/30 cm	15 cm	15 cm	
0.00	0.00															
1.00	-1.00															
2.00	-2.00															
3.00	-3.00				CLAYEY SILT	DARK GREY	SPT = 2	VERY SOFT								
4.00	-4.00															
5.00	-5.00															
6.00	-6.00															
7.00	-7.00															
8.00	-8.00															
9.00	-9.00															
10.00	-10.00				SILT	LIGHT BROWN	SPT = 9	MEDIUM STIFF								



Borehole No.	BH-01	BH-01	BH-01	BH-02	BH-02	BH-02	BH-03	BH-03	BH-03	
Sample No.	UD-1	UD-2	UD-3	UD-1	UD-2	UD-3	UD-1	UD-2	UD-3	
Sample Depth (m)	-4.00	-7.00	-10.00	-4.00	-7.00	-10.00	-4.00	-7.00	-10.00	
Condition of Sample	UNDISTURBED	UNDISTURBED	UNDISTURBED	UNDISTURBED	UNDISTURBED	UNDISTURBED	UNDISTURBED	UNDISTURBED	UNDISTURBED	
Specific Gravity (Gs)	2,624	2,638	2,591	2,640	2,662	2,693	2,671	2,734	2,618	
Natural void ratio (e)	1,325	1,266	1,250	1,112	1,054	1,150	1,130	1,112	0,934	
Degree of saturation, (Sr) %	100,00	100,00	100,00	90,06	100,00	100,00	94,37	97,36	100,00	
Wet density, ( $\rho$ ) gr/cc	1,698	1,723	1,707	1,724	1,809	1,787	1,755	1,807	1,837	
Natural water content, ( We) %	50,50	47,99	48,24	37,93	39,59	42,70	39,92	39,60	35,68	
Dry density, ( $\rho_d$ ) gr/cc	1,13	1,16	1,15	1,25	1,30	1,25	1,25	1,29	1,35	
Saturated density, ( $\rho_{sat}$ ) gr/cc	1,698	1,723	1,707	1,777	1,809	1,787	1,785	1,821	1,837	
Atterberg Limit	Liquid limit, (LL) %	44,82	43,10	48,92	43,73	42,31	48,24	47,49	48,62	48,73
	Plastic limit, (PL) %	26,82	27,12	18,74	42,31	28,33	32,67	30,11	33,52	34,35
	Plastic Index, (PI) %	18,00	15,98	30,18	1,42	13,98	15,57	17,38	15,10	14,38
Grain Size Distribution	Gravel, %	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Sand, %	4,17	6,40	7,36	4,40	4,20	3,45	4,60	2,75	4,31
	Silt+Clay, %	95,83	93,60	92,64	95,60	95,80	96,55	95,40	97,25	95,69
	Max. diameter, mm	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Diam. at 60%, mm	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Diam. at 10%, mm	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
SOIL CLASSIFICATION (UNIFIED SOIL CLASSIFICATIONS)	ML-OL	ML-OL	ML-OL	ML-OL	ML-OL	ML-OL	ML-OL	ML-OL	ML-OL	
Unconfined Compression Test	Peak Deviator Stress, $q_u$ , kg/cm <sup>2</sup>	0,550	0,655	0,777	0,650	1,258	0,921	0,210	0,192	0,870
	Undisturbed Cohesion, $C_u$ , kg/cm <sup>2</sup>	0,275	0,3275	0,389	0,325	0,6290	0,461	0,105	0,0960	0,435
	Modulus Elasticity, $E_s$ , kg/cm <sup>2</sup>	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Triaxial Compression Test	Strain at failure, %	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	Friction Angle, degree	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	Cohesion Intercept, kg/cm <sup>2</sup>	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Direct Shear Test	Drainage condition	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	Friction Angle, degree	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	Cohesion Intercept, kg/cm <sup>2</sup>	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Lab. Vane Shear Test	Shear Undrained, $S_u$ , KPa	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	Shear Undrained, $S_u$ , kg/cm <sup>2</sup>	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	Preconsolidation Pressure, kg/cm <sup>2</sup>	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Consolidation Test	Compression Index, $C_c$ ( Lap.)	0,501	1,122	0,72	1,47	*	*	0,8	1,06	*
	Coefficient Consolidation, $C_v$ (cm <sup>2</sup> /dk)	1,08E-03	1,08E-03	1,10E-03	1,11E-03	*	*	1,40E-03	1,08E-03	*
Chemical Test	pH value	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	Total Sulphate content, %	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	Chloride content, %	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Bender Element	Shear Modulus rata-rata $G_{max}$ (MPa)	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Remarks :										
	* : Not tested or sample not enough									

SONDIR 43+350

**SOIL INVESTIGATION - SONDIR RINGAN  
TOL GEMPOL PASURUAN  
KABUPATEN PASURUAN**

TITIK : S25  
STA. : 43 + 350

Koordinat GPS (UTM) X = 0688533  
Y = 9164350

Left Section						Middle Section						Right Section									
Depth (m)	CN (kg/cm <sup>2</sup> )					CL (kg/cm)	Depth (m)	CN (kg/cm <sup>2</sup> )					CL (kg/cm)	Depth (m)	CN (kg/cm <sup>2</sup> )					CL (kg/cm)	
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(6)	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(6)	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)		
(1)	(2)	(3)	(3)-(2)	(4)-(2)	(5)-(2)	(6)	(1)	(2)	(3)	(3)-(2)	(4)-(2)	(5)-(2)	(6)	(1)	(2)	(3)	(2)-(1)	(4)-(2)	(5)-(2)	(6)	
0.00							10.20	4	7	3	6	254	20.40								
0.20	19	23	4	8	8		10.40	3	6	3	6	260	20.60								
0.40	18	27	9	18	26		10.60	5	8	3	6	266	20.80								
0.60	20	25	5	10	35		10.80	6	10	4	8	274	21.00								
0.80	21	25	4	8	44		11.00	4	6	2	4	278	21.20								
1.00	13	16	3	6	50		11.20	3	5	2	4	282	21.40								
1.20	6	9	3	6	56		11.40	5	7	2	4	286	21.60								
1.40	3	5	2	4	60		11.60	4	6	2	4	290	21.80								
1.60	2	3	1	2	62		11.80	6	10	4	8	298	22.00								
1.80	2	4	2	4	66		12.00	3	5	2	4	302	22.20								
2.00	1	2	1	2	68		12.20	3	6	3	6	308	22.40								
2.20	2	3	1	2	70		12.40	2	4	2	4	312	22.60								
2.40	4	7	3	6	76		12.60	4	8	4	8	320	22.80								
2.60	3	5	2	4	80		12.80	5	8	3	6	326	23.00								
2.80	3	6	3	6	86		13.00	4	7	3	6	332	23.20								
3.00	2	4	2	4	90		13.20	3	6	3	6	338	23.40								
3.20	2	3	1	2	92		13.40	5	7	2	4	342	23.60								
3.40	1	2	1	2	94		13.60	6	9	3	6	348	23.80								
3.60	2	3	1	2	96		13.80	35	45	10	20	368	24.00								
3.80	4	6	2	4	100		14.00	50	60	10	20	388	24.20								
4.00	2	4	2	4	104		14.20	25	30	5	10	396	24.40								
4.20	3	5	2	4	108		14.40	40	50	10	20	418	24.60								
4.40	4	7	3	6	114		14.60	50	60	10	20	438	24.80								
4.60	3	5	2	4	118		14.80	40	50	10	20	458	25.00								
4.80	5	8	3	6	124		15.00	40	50	10	20	478	25.20								
5.00	3	5	2	4	128		15.20	35	50	15	30	508	25.40								
5.20	3	6	3	6	134		15.40	45	50	5	10	518	25.60								
5.40	2	4	2	4	138		15.60	75	90	15	30	548	25.80								
5.60	3	5	2	4	142		15.80	120	130	10	20	568	26.00								
5.80	4	7	3	6	148		16.00	55	65	10	20	588	26.20								
6.00	2	4	2	4	152		16.20	95	110	15	30	618	26.40								
6.20	3	5	2	4	156		16.40	145	160	15	30	648	26.60								
6.40	2	4	2	4	160		16.60	165	175	10	20	668	26.80								
6.60	3	5	2	4	164		16.80	145	160	15	30	698	27.00								
6.80	6	8	2	4	168		17.00	105	115	10	20	718	27.20								
7.00	3	5	2	4	172		17.20	90	100	10	20	738	27.40								
7.20	4	6	2	4	178		17.40	125	140	15	30	768	27.60								
7.40	2	3	1	2	178		17.60	165	180	15	30	798	27.80								
7.60	2	4	2	4	182		17.80	250	250	0	0	798	28.00								
7.80	6	9	3	6	188		18.00						28.20								
8.00	4	6	2	4	192		18.20						28.40								
8.20	3	5	2	4	196		18.40						28.60								
8.40	5	7	2	4	200		18.60						28.80								
8.60	3	6	3	6	206		18.80						29.00								
8.80	5	7	2	4	210		19.00						29.20								
9.00	5	9	4	8	218		19.20						29.40								
9.20	6	10	4	8	225		19.40						29.60								
9.40	3	6	3	6	232		19.60						29.80								
9.60	4	7	3	6	238		19.80						30.00								
9.80	5	8	3	6	244		20.00						30.20								
10.00	4	6	2	4	248		20.20						30.40								

**SONDIR 43+400**

**SOIL INVESTIGATION - SONDIR RINGAN  
TOL GEMPOL PASURUAN  
KABUPATEN PASURUAN**

TITIK : SS  
STA. : 43 + 400

Koordinat GPS (UTM) X = 0688587  
Y = 9164355

Depth (m)	CN (kg/cm <sup>2</sup> )					CL (kg/cm)	Depth (m)	CN (kg/cm <sup>2</sup> )					CL (kg/cm)	Depth (m)	CN (kg/cm <sup>2</sup> )					CL (kg/cm)	
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)			(1)	(2)	(3)	(4)	(5)			(1)	(2)	(3)	(4)	(5)		
(1)	(2)	(3)	(3)-(2)	(4)x2	kumulatif		(1)	(2)	(3)	(3)-(2)	(4)x2	kumulatif		(1)	(2)	(3)	(2)-(1)	(4)x2	kumulatif		
0.00							10.20	3	5	2	4	178		20.40							
0.20	9	12	3	6	6		10.40	2	4	2	4	182		20.60							
0.40	6	8	2	4	10		10.80	4	6	2	4	186		20.80							
0.60	3	4	1	2	12		10.80	3	5	2	4	190		21.00							
0.80	2	3	1	2	14		11.00	3	5	2	4	194		21.20							
1.00	2	4	2	4	18		11.20	2	4	2	4	198		21.40							
1.20	4	6	2	4	22		11.40	3	5	2	4	202		21.60							
1.40	2	4	2	4	26		11.60	3	6	3	6	208		21.80							
1.60	3	5	2	4	30		11.80	2	5	3	6	214		22.00							
1.80	2	3	1	2	32		12.00	4	6	2	4	218		22.20							
2.00	6	8	2	4	36		12.20	3	5	2	4	222		22.40							
2.20	5	8	3	6	42		12.40	2	4	2	4	226		22.60							
2.40	4	7	3	6	48		12.60	3	5	2	4	230		22.80							
2.60	6	9	3	6	54		12.80	3	6	3	6	236		23.00							
2.80	3	6	3	6	60		13.00	4	6	2	4	240		23.20							
3.00	3	5	2	4	64		13.20	6	8	2	4	244		23.40							
3.20	2	3	1	2	66		13.40	5	7	2	4	248		23.60							
3.40	3	4	1	2	68		13.60	8	11	3	6	254		23.80							
3.60	2	3	1	2	70		13.80	12	15	3	6	260		24.00							
3.80	1	3	2	4	74		14.00	15	18	3	6	266		24.20							
4.00	2	4	2	4	78		14.20	18	22	4	8	274		24.40							
4.20	3	5	2	4	82		14.40	23	27	4	8	282		24.60							
4.40	2	4	2	4	86		14.60	25	29	4	8	290		24.80							
4.60	4	6	2	4	90		14.80	27	32	5	10	300		25.00							
4.80	3	5	2	4	94		15.00	30	35	5	10	310		25.20							
5.00	5	7	2	4	98		15.20	35	40	5	10	320		25.40							
5.20	3	5	2	4	102		15.40	55	65	10	20	340		25.60							
5.40	4	6	2	4	106		15.60	65	80	15	30	370		25.80							
5.60	2	4	2	4	110		15.80	140	165	25	50	420		26.00							
5.80	3	5	2	4	114		16.00	250	250	0	0	420		26.20							
6.00	2	3	1	2	116		16.20							26.40							
6.20	2	3	1	2	118		16.40							26.60							
6.40	3	5	2	4	122		16.60							26.80							
6.60	3	5	2	4	126		16.80							27.00							
6.80	2	3	1	2	128		17.00							27.20							
7.00	2	4	2	4	132		17.20							27.40							
7.20	2	3	1	2	134		17.40							27.60							
7.40	1	2	1	2	136		17.60							27.80							
7.60	2	3	1	2	138		17.80							28.00							
7.80	2	3	1	2	140		18.00							28.20							
8.00	1	2	1	2	142		18.20							28.40							
8.20	2	3	1	2	144		18.40							28.60							
8.40	1	2	1	2	146		18.60							28.80							
8.60	2	4	2	4	150		18.80							29.00							
8.80	2	3	1	2	152		19.00							29.20							
9.00	2	4	2	4	156		19.20							29.40							
9.20	3	5	2	4	160		19.40							29.60							
9.40	2	4	2	4	164		19.60							29.80							
9.60	3	5	2	4	168		19.80							30.00							
9.80	2	4	2	4	172		20.00							30.20							
10.00	2	3	1	2	174		20.20							30.40							

**SONDIR 43+450**



**SOIL INVESTIGATION - SONDIR RINGAN  
TOL GEMPOL PASURUAN  
KABUPATEN PASURUAN**

TITIK : S24  
STA. : 43 + 450

Koordinat GPS (UTM) X = 688627  
Y = 9164364

Depth (m)	CN (kg/cm <sup>2</sup> )					CL (kg/cm)	Depth (m)	CN (kg/cm <sup>2</sup> )					CL (kg/cm)	Depth (m)	CN (kg/cm <sup>2</sup> )					CL (kg/cm)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(6)	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)		
(1)	(2)	(3)	(3)-(2)	(4)x2	kumulatif		(1)	(2)	(3)	(3)-(2)	(4)x2	kumulatif	(1)	(2)	(3)	(2)-(1)	(4)x2	kumulatif		
0.00							10.20	8	12	4	8	290	20.40							
0.20	2	3	1	2	2		10.40	10	15	5	10	300	20.60							
0.40	1	2	1	2	4		10.60	7	11	4	8	308	20.80							
0.60	2	4	2	4	8		10.80	9	14	5	10	318	21.00							
0.80	3	5	2	4	12		11.00	13	18	5	10	328	21.20							
1.00	2	4	2	4	16		11.20	8	11	3	6	334	21.40							
1.20	3	5	2	4	20		11.40	6	9	3	6	340	21.60							
1.40	4	6	2	4	24		11.60	4	7	3	6	346	21.80							
1.60	3	5	2	4	28		11.80	6	9	3	6	352	22.00							
1.80	4	6	2	4	32		12.00	4	7	3	6	358	22.20							
2.00	6	9	3	6	38		12.20	6	9	3	6	364	22.40							
2.20	5	8	3	6	44		12.40	8	12	4	8	372	22.60							
2.40	4	6	2	4	48		12.60	10	14	4	8	380	22.80							
2.60	2	4	2	4	52		12.80	13	17	4	8	388	23.00							
2.80	3	5	2	4	56		13.00	15	20	5	10	398	23.20							
3.00	5	8	3	6	62		13.20	11	16	5	10	408	23.40							
3.20	4	6	2	4	66		13.40	9	14	5	10	418	23.60							
3.40	3	5	2	4	70		13.60	7	10	3	6	424	23.80							
3.60	2	4	2	4	74		13.80	10	15	5	10	434	24.00							
3.80	3	5	2	4	78		14.00	14	20	6	12	446	24.20							
4.00	4	6	2	4	82		14.20	21	27	6	12	458	24.40							
4.20	3	5	2	4	86		14.40		28	35	7	14	472	24.60						
4.40	2	4	2	4	90		14.60	35	42	7	14	486	24.80							
4.60	4	6	2	4	94		14.80	30	35	5	10	496	25.00							
4.80	3	5	2	4	98		15.00	25	32	7	14	510	25.20							
5.00	2	4	2	4	102		15.20	35	45	10	20	530	25.40							
5.20	3	5	2	4	106		15.40	45	55	10	20	550	25.60							
5.40	4	6	2	4	110		15.60	60	70	10	20	570	25.80							
5.60	5	8	3	6	116		15.80	80	100	20	40	610	26.00							
5.80	6	9	3	6	122		16.00	105	125	20	40	650	26.20							
6.00	8	11	3	6	128		16.20	160	180	20	40	690	26.40							
6.20	6	9	3	6	134		16.40	210	230	20	40	730	26.60							
6.40	9	12	3	6	140		16.60	250	250	0	0	730	26.80							
6.60	11	15	4	8	148		16.80						27.00							
6.80	8	12	4	8	156		17.00						27.20							
7.00	10	14	4	8	164		17.20						27.40							
7.20	7	10	3	6	170		17.40						27.60							
7.40	9	13	4	8	178		17.60						27.80							
7.60	12	16	4	8	186		17.80						28.00							
7.80	10	15	5	10	196		18.00						28.20							
8.00	13	18	5	10	206		18.20						28.40							
8.20	9	14	5	10	216		18.40						28.60							
8.40	7	11	4	8	224		18.60						28.80							
8.60	10	15	5	10	234		18.80						29.00							
8.80	12	16	4	8	242		19.00						29.20							
9.00	8	11	3	6	248		19.20						29.40							
9.20	6	9	3	6	254		19.40						29.60							
9.40	8	11	3	6	260		19.60						29.80							
9.60	11	15	4	8	268		19.80						30.00							
9.80	9	13	4	8	276		20.00						30.20							
10.00	6	9	3	6	282		20.20						30.40							

**SONDIR 43+500**



**SOIL INVESTIGATION - SONDIR RINGAN  
TOL GEMPOL PASURUAN  
KABUPATEN PASURUAN**

TITIK : S4  
STA. : 43 + 500

Koordinat GPS (UTM) X = 0688685  
Y = 9164368

CN						CL						CN						CL									
Depth (m)	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	Depth (m)	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	Depth (m)	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	Depth (m)	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
(1)	(2)	(3)	(3)-(2)	(4)x2	komulatif		(1)	(2)	(3)	(3)-(2)	(4)x2	komulatif		(1)	(2)	(3)	(2)-(1)	(4)x2	komulatif		(1)	(2)	(3)	(2)-(1)	(4)x2	komulatif	
0.00							10.20	10	13	3	6	258		20.40													
0.20	8	11	3	6	6		10.40	6	9	3	6	254		20.60													
0.40	6	8	2	4	10		10.60	6	8	2	4	268		20.80													
0.60	3	5	2	4	14		10.80	9	13	4	8	276		21.00													
0.80	2	3	1	2	16		11.00	10	13	3	6	282		21.20													
1.00	3	5	2	4	20		11.20	6	8	2	4	286		21.40													
1.20	2	4	2	4	24		11.40	5	7	2	4	290		21.60													
1.40	4	6	2	4	28		11.60	8	11	3	6	296		21.80													
1.60	2	3	1	2	30		11.80	13	16	3	6	302		22.00													
1.80	3	6	3	6	36		12.00	21	27	6	12	314		22.20													
2.00	3	6	3	6	42		12.20	30	35	5	10	324		22.40													
2.20	2	4	2	4	46		12.40	45	50	5	10	334		22.60													
2.40	3	5	2	4	50		12.60	50	60	10	20	354		22.80													
2.60	2	3	1	2	52		12.80	60	70	10	20	374		23.00													
2.80	3	5	2	4	56		13.00	60	75	15	30	404		23.20													
3.00	2	3	1	2	58		13.20	40	50	10	20	424		23.40													
3.20	4	6	2	4	62		13.40	30	35	5	10	434		23.60													
3.40	2	4	2	4	66		13.60	20	25	5	10	444		23.80													
3.60	3	5	2	4	70		13.80	20	30	10	20	464		24.00													
3.80	2	3	1	2	72		14.00	19	25	6	12	476		24.20													
4.00	2	4	2	4	76		14.20	20	26	6	12	488		24.40													
4.20	2	3	1	2	78		14.40	18	22	4	8	496		24.60													
4.40	4	6	2	4	82		14.60	15	18	3	6	502		24.80													
4.60	3	5	2	4	86		14.80	25	30	5	10	512		25.00													
4.80	3	6	3	6	92		15.00	30	45	15	30	542		25.20													
5.00	2	4	2	4	96		15.20	50	60	10	20	562		25.40													
5.20	6	9	3	6	102		15.40	40	50	10	20	582		25.60													
5.40	10	13	3	6	108		15.60	30	35	5	10	592		25.80													
5.60	4	7	3	6	114		15.80	45	55	10	20	612		26.00													
5.80	3	6	3	6	120		16.00	65	75	10	20	632		26.20													
6.00	2	4	2	4	124		16.20	80	95	15	30	662		26.40													
6.20	4	6	2	4	128		16.40	95	110	15	30	692		26.60													
6.40	3	5	2	4	132		16.60	85	100	15	30	722		26.80													
6.60	6	10	4	8	140		16.80	110	150	40	80	802		27.00													
6.80	5	8	3	6	146		17.00	165	180	15	30	832		27.20													
7.00	9	12	3	6	152		17.20	250	250	0	0	832		27.40													
7.20	12	16	4	8	160		17.40							27.60													
7.40	10	14	4	8	168		17.60							27.80													
7.60	6	8	2	4	172		17.80							28.00													
7.80	9	13	4	8	180		18.00							28.20													
8.00	8	11	3	6	186		18.20							28.40													
8.20	6	8	2	4	190		18.40							28.60													
8.40	5	7	2	4	194		18.60							28.80													
8.60	7	10	3	6	200		18.80							29.00													
8.80	12	16	4	8	208		19.00							29.20													
9.00	10	13	3	6	214		19.20							29.40													
9.20	9	12	3	6	220		19.40							29.60													
9.40	13	17	4	8	228		19.60							29.80													
9.60	16	21	5	10	238		19.80							30.00													
9.80	13	16	3	6	244		20.00							30.20													
10.00	12	16	4	8	252		20.20							30.40													

**SONDIR 43+550**

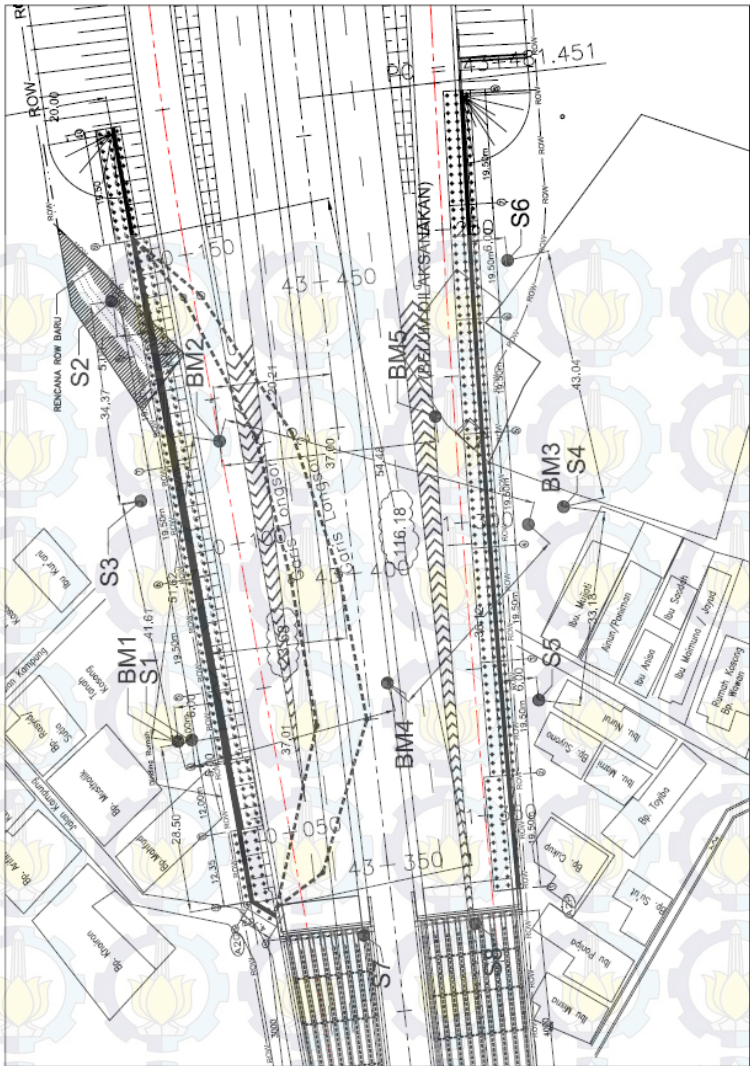
**SOIL INVESTIGATION - SONDIR RINGAN  
TOL GEMPOL PASURUAN  
KABUPATEN PASURUAN**

TITIK : 83  
STA : 43 + 560

Koordinat GPS (UTM) X = 0688736  
Y = 9164364

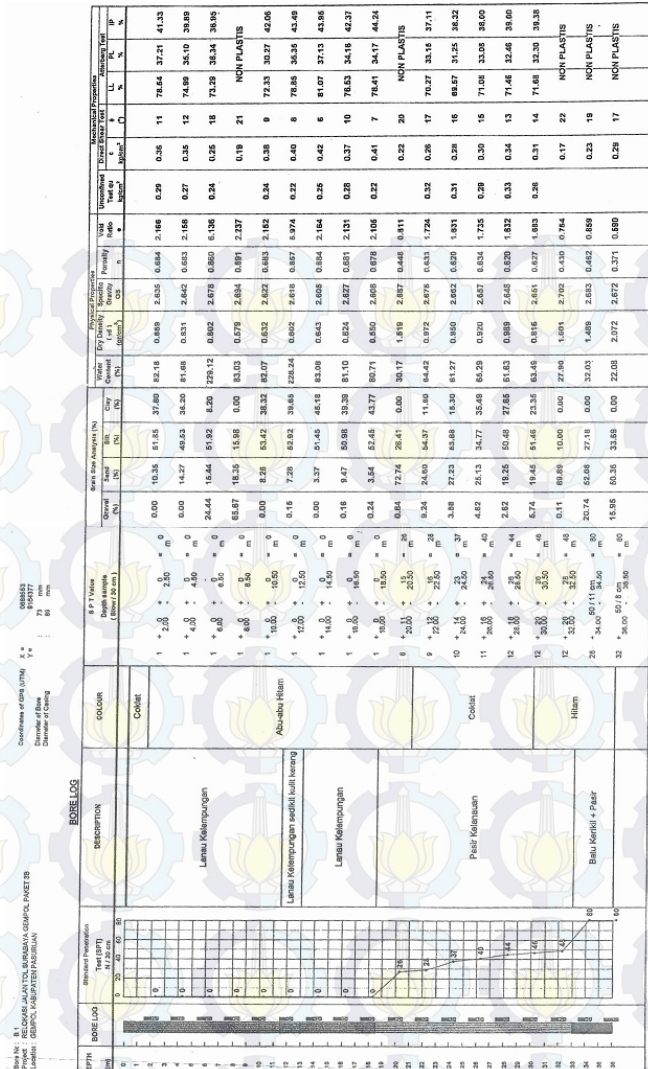
Depth (m)	CN					CL (kg/cm)	Depth (m)	CN					CL (kg/cm)	Depth (m)	CN					CL (kg/cm)
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)			(1)	(2)	(3)	(4)	(5)			(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	
(1)	(2)	(3)	(3)-(2)	(4)x2	(6)	(6)	(1)	(2)	(3)	(3)-(2)	(4)x2	(6)	(1)	(2)	(3)	(3)-(2)	(4)x2	(6)	(6)	
0.00							10.20	12	16	4	8	258	20.40							
0.20	4	6	2	4	4		10.40	8	11	3	8	264	20.60							
0.40	5	7	2	4	8		10.60	6	8	2	4	268	20.80							
0.60	5	8	3	8	14		10.80	6	8	2	4	272	21.00							
0.80	7	10	3	8	20		11.00	7	10	3	8	278	21.20							
1.00	5	7	2	4	24		11.20	5	8	3	8	284	21.40							
1.20	3	5	2	4	28		11.40	5	7	2	4	288	21.60							
1.40	4	6	2	4	32		11.60	7	9	2	4	292	21.80							
1.60	3	5	2	4	36		11.80	6	9	3	6	298	22.00							
1.80	5	8	3	6	42		12.00	9	14	5	10	308	22.20							
2.00	5	9	4	8	50		12.20	7	10	3	6	314	22.40							
2.20	6	10	4	8	58		12.40	6	9	3	6	320	22.60							
2.40	9	13	4	8	66		12.60	7	10	3	8	326	22.80							
2.60	6	9	3	6	72		12.80	6	9	3	8	332	23.00							
2.80	6	8	2	4	76		13.00	13	16	3	6	338	23.20							
3.00	9	13	4	8	84		13.20	9	12	3	6	344	23.40							
3.20	6	8	2	4	88		13.40	6	8	2	4	348	23.60							
3.40	3	5	2	4	92		13.60	4	6	2	4	352	23.80							
3.60	2	3	1	2	94		13.80	4	7	3	6	358	24.00							
3.80	2	4	2	4	98		14.00	7	9	2	4	362	24.20							
4.00	3	4	1	2	100		14.20	5	7	2	4	366	24.40							
4.20	2	4	2	4	104		14.40	4	6	2	4	370	24.60							
4.40	3	5	2	4	108		14.60	8	12	4	8	378	24.80							
4.60	3	6	3	6	114		14.80	13	17	4	8	386	25.00							
4.80	4	6	2	4	118		15.00	16	19	3	6	392	25.20							
5.00	5	8	3	6	124		15.20	30	40	10	20	412	25.40							
5.20	3	5	2	4	128		15.40	23	30	7	14	426	25.60							
5.40	2	4	2	4	132		15.60	23	35	12	24	450	25.80							
5.60	3	5	2	4	136		15.80	30	35	5	10	460	26.00							
5.80	3	6	3	6	142		16.00	40	50	10	20	480	26.20							
6.00	5	8	3	6	148		16.20	40	45	5	10	490	26.40							
6.20	3	5	2	4	152		16.40	65	80	15	30	520	26.60							
6.40	4	6	2	4	156		16.60	55	70	15	30	550	26.80							
6.60	4	6	2	4	160		16.80	30	40	10	20	570	27.00							
6.80	5	7	2	4	164		17.00	30	35	5	10	580	27.20							
7.00	3	5	2	4	168		17.20	40	50	10	20	600	27.40							
7.20	2	4	2	4	172		17.40	60	70	10	20	620	27.60							
7.40	3	7	4	8	180		17.60	135	150	15	30	650	27.80							
7.60	2	4	2	4	184		17.80	185	200	15	30	680	28.00							
7.80	3	5	2	4	188		18.00	250	250	0	0	680	28.20							
8.00	2	4	2	4	192		18.20						28.40							
8.20	2	3	1	2	194		18.40						28.60							
8.40	3	5	2	4	198		18.60						28.80							
8.60	4	6	2	4	202		18.80						29.00							
8.80	3	6	3	6	208		19.00						29.20							
9.00	6	10	4	8	216		19.20						29.40							
9.20	7	11	4	8	224		19.40						29.60							
9.40	7	12	5	10	234		19.60						29.80							
9.60	5	7	2	4	238		19.80						30.00							
9.80	5	7	2	4	242		20.00						30.20							
10.00	9	13	4	8	250		20.20						30.40							

**TITIK BOR SETELAH LONGSOR**



**DATA TANAH SETELAH LONGSOR**





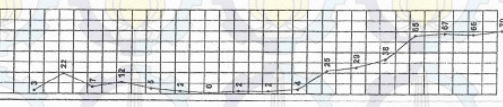


No. 101 / 2017  
 Project : BELAKANGAN TOL SURABAYA SEMACI, PAKET 2B  
 Uraian : SEMPURAN PASIR/STABILISASI

Coordinates of GPS (UTM) :  
 Easting : 73 940000  
 Northing : 62 800000  
 Diameter of Core : 75 mm  
 Number of Sample : 24

**BORE LOG**

DEPTH (m)	BORE LOG	Borehole Position Tri (SP7)	DESCRIPTION	COLOUR	SPT Value Depth sample (Blow / 30 cm)	Grain Size Analysis (%)			Physical Properties			Moisture Properties						
						Gravel (No)	Sand (No)	Clay (No)	Water Content (%)	Void Ratio (e)	Specific Gravity (G <sub>s</sub> )	Moisture Ratio (w)	Unsat'd Water Ratio (u)	LL (%)	PL (%)	IP (%)		
1					1 * 20.0 * 2.0 * 3	34.21	48.75	16.04	0.00	14.65	1.703	2.635	0.277	0.333	0.23	21	NON PLASTIS	
2					5 * 4.0 * 1.5 * 22	33.61	41.15	25.21	0.00	16.90	1.900	2.673	0.311	0.432	0.27	18	NON PLASTIS	
3					2 * 8.0 * 8.50 * 7	38.68	45.98	14.46	0.00	17.54	1.881	2.690	0.321	0.473	0.19	22	NON PLASTIS	
4			Urugan Sirtu (Timbunan)	Coklat	7 * 8.0 * 8.50 * 12	38.83	46.05	13.42	0.00	17.49	1.882	2.791	0.321	0.472	0.17	23	NON PLASTIS	
5					1 * 10.0 * 3 * 5	35.05	45.26	18.48	0.00	16.33	1.860	2.679	0.304	0.437	0.26	19	NON PLASTIS	
6					1 * 10.0 * 10.50 * 2	0.32	4.02	52.89	42.67	70.02	0.923	2.612	0.647	1.520	0.40	8	78.84 36.13 42.70	
7					1 * 12.0 * 1.50 * 2	3.83	26.65	61.51	11.71	61.76	1.020	2.643	0.620	1.632	0.32	14	71.32 35.33 35.99	
8					1 * 14.0 * 1.50 * 2	0.00	20.00	60.05	20.95	81.56	0.910	2.632	0.662	2.148	0.34	13	74.45 37.20 37.28	
9			Lantau Kelerupangan	Hitam	1 * 16.0 * 1.50 * 2	0.00	8.00	62.90	31.10	82.75	0.713	2.608	0.693	2.908	0.39	9	76.87 37.34 41.23	
10					1 * 18.0 * 1 * 5	0.00	0.00	63.00	36.00	82.75	0.713	2.608	0.693	2.908	0.39	9	76.87 37.34 41.23	
11					1 * 20.0 * 2 * 4	0.00	13.00	60.77	36.20	78.73	0.842	2.622	0.678	2.091	0.28	11	76.13 38.09 39.04	
12					5 * 8 * 15 * 25	0.83	9.01	46.44	41.83	37.28	1.343	2.817	0.684	0.976	0.40	10	73.85 31.25 40.59	
13					7 * 21.0 * 21.0 * 38	0.35	3.68	63.48	42.60	41.30	1.255	2.604	0.618	1.076	0.38	0.41	7	76.49 34.21 42.28
14					10 * 20.0 * 21.0 * 38	2.92	62.46	46.01	0.00	48.09	1.101	2.664	0.661	1.277	0.31	16	NON PLASTIS	
15					25 * 28.00 * 29.00 * 40	0.83	16.69	62.23	31.36	39.02	1.276	2.623	0.512	1.048	0.38	12	73.25 35.26 37.98	
16					25 * 30.0 * 30.0 * 40	1.18	62.89	35.83	0.00	42.02	1.200	2.662	0.634	1.145	0.29	16	NON PLASTIS	
17					25 * 30.0 * 35 * 40	4.74	77.00	18.27	0.00	37.44	1.383	2.684	0.651	1.005	0.24	20	NON PLASTIS	
18					25 * 30.0 * 35.0 * 40	0.82	72.17	26.81	0.00	32.68	1.400	2.688	0.648	0.880	0.28	17	NON PLASTIS	



Tabel 3.1. Saw and SPT 188 3.3  
 Nama : BILAL MUHAMMAD ALI, BILAL ALI, ALI ALI  
 Kelas : DESAIN FUNDAMEN FUNDAMEN

CONDITIOES OF SPT (1/10) : 4.4  
 Diameter of Data : 40 mm  
 Number of Data : 12  
 12  
 12

DPTH	KORUS LOG	Borehole Penetration 100 (mm)	DIPLOMATION	COLOR	SPT Value (Blow counts from 7.62 m)	Soil (No. Analysis No)			Soil (No. Analysis No)			Soil (No. Analysis No)			Soil (No. Analysis No)		
						Moisture (%)	W <sub>p</sub> (%)	W <sub>L</sub> (%)	Moisture (%)	W <sub>p</sub> (%)	W <sub>L</sub> (%)	Moisture (%)	W <sub>p</sub> (%)	W <sub>L</sub> (%)	Moisture (%)	W <sub>p</sub> (%)	W <sub>L</sub> (%)
1	10	10	Pass Kalsium	COBBLE	1.57	94.33	2.81	0.00	16.13	1.774	2.707	0.393	0.646	0.17	23	NON PLASTIS	
2	10	10	Pass Kalsium	COBBLE	1.57	94.33	2.81	0.00	16.13	1.774	2.707	0.393	0.646	0.17	23	NON PLASTIS	
3	10	10	Pass Kalsium	COBBLE	1.57	94.33	2.81	0.00	16.13	1.774	2.707	0.393	0.646	0.17	23	NON PLASTIS	
4	10	10	Pass Kalsium	COBBLE	1.57	94.33	2.81	0.00	16.13	1.774	2.707	0.393	0.646	0.17	23	NON PLASTIS	
5	10	10	Pass Kalsium	COBBLE	1.57	94.33	2.81	0.00	16.13	1.774	2.707	0.393	0.646	0.17	23	NON PLASTIS	
6	10	10	Pass Kalsium	COBBLE	1.57	94.33	2.81	0.00	16.13	1.774	2.707	0.393	0.646	0.17	23	NON PLASTIS	
7	10	10	Pass Kalsium	COBBLE	1.57	94.33	2.81	0.00	16.13	1.774	2.707	0.393	0.646	0.17	23	NON PLASTIS	
8	10	10	Pass Kalsium	COBBLE	1.57	94.33	2.81	0.00	16.13	1.774	2.707	0.393	0.646	0.17	23	NON PLASTIS	
9	10	10	Pass Kalsium	COBBLE	1.57	94.33	2.81	0.00	16.13	1.774	2.707	0.393	0.646	0.17	23	NON PLASTIS	
10	10	10	Pass Kalsium	COBBLE	1.57	94.33	2.81	0.00	16.13	1.774	2.707	0.393	0.646	0.17	23	NON PLASTIS	
11	10	10	Pass Kalsium	COBBLE	1.57	94.33	2.81	0.00	16.13	1.774	2.707	0.393	0.646	0.17	23	NON PLASTIS	
12	10	10	Pass Kalsium	COBBLE	1.57	94.33	2.81	0.00	16.13	1.774	2.707	0.393	0.646	0.17	23	NON PLASTIS	
13	10	10	Pass Kalsium	COBBLE	1.57	94.33	2.81	0.00	16.13	1.774	2.707	0.393	0.646	0.17	23	NON PLASTIS	
14	10	10	Pass Kalsium	COBBLE	1.57	94.33	2.81	0.00	16.13	1.774	2.707	0.393	0.646	0.17	23	NON PLASTIS	
15	10	10	Pass Kalsium	COBBLE	1.57	94.33	2.81	0.00	16.13	1.774	2.707	0.393	0.646	0.17	23	NON PLASTIS	
16	10	10	Pass Kalsium	COBBLE	1.57	94.33	2.81	0.00	16.13	1.774	2.707	0.393	0.646	0.17	23	NON PLASTIS	
17	10	10	Pass Kalsium	COBBLE	1.57	94.33	2.81	0.00	16.13	1.774	2.707	0.393	0.646	0.17	23	NON PLASTIS	
18	10	10	Pass Kalsium	COBBLE	1.57	94.33	2.81	0.00	16.13	1.774	2.707	0.393	0.646	0.17	23	NON PLASTIS	
19	10	10	Pass Kalsium	COBBLE	1.57	94.33	2.81	0.00	16.13	1.774	2.707	0.393	0.646	0.17	23	NON PLASTIS	
20	10	10	Pass Kalsium	COBBLE	1.57	94.33	2.81	0.00	16.13	1.774	2.707	0.393	0.646	0.17	23	NON PLASTIS	
21	10	10	Pass Kalsium	COBBLE	1.57	94.33	2.81	0.00	16.13	1.774	2.707	0.393	0.646	0.17	23	NON PLASTIS	
22	10	10	Pass Kalsium	COBBLE	1.57	94.33	2.81	0.00	16.13	1.774	2.707	0.393	0.646	0.17	23	NON PLASTIS	
23	10	10	Pass Kalsium	COBBLE	1.57	94.33	2.81	0.00	16.13	1.774	2.707	0.393	0.646	0.17	23	NON PLASTIS	
24	10	10	Pass Kalsium	COBBLE	1.57	94.33	2.81	0.00	16.13	1.774	2.707	0.393	0.646	0.17	23	NON PLASTIS	
25	10	10	Pass Kalsium	COBBLE	1.57	94.33	2.81	0.00	16.13	1.774	2.707	0.393	0.646	0.17	23	NON PLASTIS	
26	10	10	Pass Kalsium	COBBLE	1.57	94.33	2.81	0.00	16.13	1.774	2.707	0.393	0.646	0.17	23	NON PLASTIS	
27	10	10	Pass Kalsium	COBBLE	1.57	94.33	2.81	0.00	16.13	1.774	2.707	0.393	0.646	0.17	23	NON PLASTIS	
28	10	10	Pass Kalsium	COBBLE	1.57	94.33	2.81	0.00	16.13	1.774	2.707	0.393	0.646	0.17	23	NON PLASTIS	
29	10	10	Pass Kalsium	COBBLE	1.57	94.33	2.81	0.00	16.13	1.774	2.707	0.393	0.646	0.17	23	NON PLASTIS	
30	10	10	Pass Kalsium	COBBLE	1.57	94.33	2.81	0.00	16.13	1.774	2.707	0.393	0.646	0.17	23	NON PLASTIS	
31	10	10	Pass Kalsium	COBBLE	1.57	94.33	2.81	0.00	16.13	1.774	2.707	0.393	0.646	0.17	23	NON PLASTIS	
32	10	10	Pass Kalsium	COBBLE	1.57	94.33	2.81	0.00	16.13	1.774	2.707	0.393	0.646	0.17	23	NON PLASTIS	
33	10	10	Pass Kalsium	COBBLE	1.57	94.33	2.81	0.00	16.13	1.774	2.707	0.393	0.646	0.17	23	NON PLASTIS	
34	10	10	Pass Kalsium	COBBLE	1.57	94.33	2.81	0.00	16.13	1.774	2.707	0.393	0.646	0.17	23	NON PLASTIS	
35	10	10	Pass Kalsium	COBBLE	1.57	94.33	2.81	0.00	16.13	1.774	2.707	0.393	0.646	0.17	23	NON PLASTIS	
36	10	10	Pass Kalsium	COBBLE	1.57	94.33	2.81	0.00	16.13	1.774	2.707	0.393	0.646	0.17	23	NON PLASTIS	
37	10	10	Pass Kalsium	COBBLE	1.57	94.33	2.81	0.00	16.13	1.774	2.707	0.393	0.646	0.17	23	NON PLASTIS	
38	10	10	Pass Kalsium	COBBLE	1.57	94.33	2.81	0.00	16.13	1.774	2.707	0.393	0.646	0.17	23	NON PLASTIS	
39	10	10	Pass Kalsium	COBBLE	1.57	94.33	2.81	0.00	16.13	1.774	2.707	0.393	0.646	0.17	23	NON PLASTIS	
40	10	10	Pass Kalsium	COBBLE	1.57	94.33	2.81	0.00	16.13	1.774	2.707	0.393	0.646	0.17	23	NON PLASTIS	

Table 3.9 : Bor and RPT Results 4  
 No. 11 : 11  
 No. 12 : 12  
 No. 13 : 13  
 No. 14 : 14  
 No. 15 : 15  
 No. 16 : 16  
 No. 17 : 17  
 No. 18 : 18  
 No. 19 : 19  
 No. 20 : 20  
 No. 21 : 21  
 No. 22 : 22  
 No. 23 : 23  
 No. 24 : 24  
 No. 25 : 25  
 No. 26 : 26  
 No. 27 : 27  
 No. 28 : 28  
 No. 29 : 29  
 No. 30 : 30  
 No. 31 : 31  
 No. 32 : 32  
 No. 33 : 33  
 No. 34 : 34  
 No. 35 : 35  
 No. 36 : 36  
 No. 37 : 37  
 No. 38 : 38  
 No. 39 : 39  
 No. 40 : 40  
 No. 41 : 41  
 No. 42 : 42  
 No. 43 : 43  
 No. 44 : 44  
 No. 45 : 45  
 No. 46 : 46  
 No. 47 : 47  
 No. 48 : 48  
 No. 49 : 49  
 No. 50 : 50  
 No. 51 : 51  
 No. 52 : 52  
 No. 53 : 53  
 No. 54 : 54  
 No. 55 : 55  
 No. 56 : 56  
 No. 57 : 57  
 No. 58 : 58  
 No. 59 : 59  
 No. 60 : 60  
 No. 61 : 61  
 No. 62 : 62  
 No. 63 : 63  
 No. 64 : 64  
 No. 65 : 65  
 No. 66 : 66  
 No. 67 : 67  
 No. 68 : 68  
 No. 69 : 69  
 No. 70 : 70  
 No. 71 : 71  
 No. 72 : 72  
 No. 73 : 73  
 No. 74 : 74  
 No. 75 : 75  
 No. 76 : 76  
 No. 77 : 77  
 No. 78 : 78  
 No. 79 : 79  
 No. 80 : 80  
 No. 81 : 81  
 No. 82 : 82  
 No. 83 : 83  
 No. 84 : 84  
 No. 85 : 85  
 No. 86 : 86  
 No. 87 : 87  
 No. 88 : 88  
 No. 89 : 89  
 No. 90 : 90  
 No. 91 : 91  
 No. 92 : 92  
 No. 93 : 93  
 No. 94 : 94  
 No. 95 : 95  
 No. 96 : 96  
 No. 97 : 97  
 No. 98 : 98  
 No. 99 : 99  
 No. 100 : 100

DEPTH (m)	Bore Log	Borehole Photographs	DESCRIPTION	COLOUR	SPT Value (Blows per 30 cm)	Shear Stress (kN)		Cohesion (kN)		CPT Capacity (kN)		Penetration (kN)		Friction Angle (°)		Soil Type
						Horizontal	Vertical	Horizontal	Vertical	Horizontal	Vertical	Horizontal	Vertical	Horizontal	Vertical	
0																
1																
2																
3																
4																
5																
6																
7																
8																
9																
10																
11																
12																
13																
14																
15																
16																
17																
18																
19																
20																
21																
22																
23																
24																
25																
26																
27																
28																
29																
30																
31																
32																
33																
34																
35																
36																
37																
38																
39																
40																
41																
42																
43																
44																
45																
46																
47																
48																
49																
50																
51																
52																
53																
54																
55																
56																
57																
58																
59																
60																
61																
62																
63																
64																
65																
66																
67																
68																
69																
70																
71																
72																
73																
74																
75																
76																
77																
78																
79																
80																
81																
82																
83																
84																
85																
86																
87																
88																
89																
90																
91																
92																
93																
94																
95																
96																
97																
98																
99																
100																



**REKAM JEKUT**  
 No. : 103/2018  
 Tanggal : 15 Februari 2018  
 Lokasi : Jalan Ar-Raniry, Kelurahan..., Kecamatan..., Kota..., Provinsi...

**REVISI**  
 No. : 01/2018  
 Tanggal : 22 Februari 2018  
 Lokasi : Jalan Ar-Raniry, Kelurahan..., Kecamatan..., Kota..., Provinsi...

**REVISI**  
 No. : 02/2018  
 Tanggal : 23 Februari 2018  
 Lokasi : Jalan Ar-Raniry, Kelurahan..., Kecamatan..., Kota..., Provinsi...

No	Jenis Lintasan	Kategori	Merk	Tipe (P/T)	Tinggi (cm)	Rata-rata		Maksimum		Minimum		Tinggi (cm)	Koefisien				
						Kelembaban	Temperatur	Kelembaban	Temperatur	Kelembaban	Temperatur		S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>3</sub>		
1	Aspal					70.0	70.0	70.0	70.0	70.0	70.0	70.0	0.00	0.00	0.00	0.00	1
2	Aspal					70.0	70.0	70.0	70.0	70.0	70.0	70.0	0.00	0.00	0.00	0.00	2
3	Aspal					70.0	70.0	70.0	70.0	70.0	70.0	70.0	0.00	0.00	0.00	0.00	3
4	Aspal					70.0	70.0	70.0	70.0	70.0	70.0	70.0	0.00	0.00	0.00	0.00	4
5	Aspal					70.0	70.0	70.0	70.0	70.0	70.0	70.0	0.00	0.00	0.00	0.00	5
6	Aspal					70.0	70.0	70.0	70.0	70.0	70.0	70.0	0.00	0.00	0.00	0.00	6
7	Aspal					70.0	70.0	70.0	70.0	70.0	70.0	70.0	0.00	0.00	0.00	0.00	7
8	Aspal					70.0	70.0	70.0	70.0	70.0	70.0	70.0	0.00	0.00	0.00	0.00	8
9	Aspal					70.0	70.0	70.0	70.0	70.0	70.0	70.0	0.00	0.00	0.00	0.00	9
10	Aspal					70.0	70.0	70.0	70.0	70.0	70.0	70.0	0.00	0.00	0.00	0.00	10
11	Aspal					70.0	70.0	70.0	70.0	70.0	70.0	70.0	0.00	0.00	0.00	0.00	11
12	Aspal					70.0	70.0	70.0	70.0	70.0	70.0	70.0	0.00	0.00	0.00	0.00	12
13	Aspal					70.0	70.0	70.0	70.0	70.0	70.0	70.0	0.00	0.00	0.00	0.00	13
14	Aspal					70.0	70.0	70.0	70.0	70.0	70.0	70.0	0.00	0.00	0.00	0.00	14
15	Aspal					70.0	70.0	70.0	70.0	70.0	70.0	70.0	0.00	0.00	0.00	0.00	15
16	Aspal					70.0	70.0	70.0	70.0	70.0	70.0	70.0	0.00	0.00	0.00	0.00	16
17	Aspal					70.0	70.0	70.0	70.0	70.0	70.0	70.0	0.00	0.00	0.00	0.00	17
18	Aspal					70.0	70.0	70.0	70.0	70.0	70.0	70.0	0.00	0.00	0.00	0.00	18
19	Aspal					70.0	70.0	70.0	70.0	70.0	70.0	70.0	0.00	0.00	0.00	0.00	19
20	Aspal					70.0	70.0	70.0	70.0	70.0	70.0	70.0	0.00	0.00	0.00	0.00	20
21	Aspal					70.0	70.0	70.0	70.0	70.0	70.0	70.0	0.00	0.00	0.00	0.00	21
22	Aspal					70.0	70.0	70.0	70.0	70.0	70.0	70.0	0.00	0.00	0.00	0.00	22
23	Aspal					70.0	70.0	70.0	70.0	70.0	70.0	70.0	0.00	0.00	0.00	0.00	23
24	Aspal					70.0	70.0	70.0	70.0	70.0	70.0	70.0	0.00	0.00	0.00	0.00	24
25	Aspal					70.0	70.0	70.0	70.0	70.0	70.0	70.0	0.00	0.00	0.00	0.00	25
26	Aspal					70.0	70.0	70.0	70.0	70.0	70.0	70.0	0.00	0.00	0.00	0.00	26
27	Aspal					70.0	70.0	70.0	70.0	70.0	70.0	70.0	0.00	0.00	0.00	0.00	27
28	Aspal					70.0	70.0	70.0	70.0	70.0	70.0	70.0	0.00	0.00	0.00	0.00	28
29	Aspal					70.0	70.0	70.0	70.0	70.0	70.0	70.0	0.00	0.00	0.00	0.00	29
30	Aspal					70.0	70.0	70.0	70.0	70.0	70.0	70.0	0.00	0.00	0.00	0.00	30
31	Aspal					70.0	70.0	70.0	70.0	70.0	70.0	70.0	0.00	0.00	0.00	0.00	31
32	Aspal					70.0	70.0	70.0	70.0	70.0	70.0	70.0	0.00	0.00	0.00	0.00	32
33	Aspal					70.0	70.0	70.0	70.0	70.0	70.0	70.0	0.00	0.00	0.00	0.00	33
34	Aspal					70.0	70.0	70.0	70.0	70.0	70.0	70.0	0.00	0.00	0.00	0.00	34
35	Aspal					70.0	70.0	70.0	70.0	70.0	70.0	70.0	0.00	0.00	0.00	0.00	35
36	Aspal					70.0	70.0	70.0	70.0	70.0	70.0	70.0	0.00	0.00	0.00	0.00	36
37	Aspal					70.0	70.0	70.0	70.0	70.0	70.0	70.0	0.00	0.00	0.00	0.00	37
38	Aspal					70.0	70.0	70.0	70.0	70.0	70.0	70.0	0.00	0.00	0.00	0.00	38
39	Aspal					70.0	70.0	70.0	70.0	70.0	70.0	70.0	0.00	0.00	0.00	0.00	39
40	Aspal					70.0	70.0	70.0	70.0	70.0	70.0	70.0	0.00	0.00	0.00	0.00	40
41	Aspal					70.0	70.0	70.0	70.0	70.0	70.0	70.0	0.00	0.00	0.00	0.00	41
42	Aspal					70.0	70.0	70.0	70.0	70.0	70.0	70.0	0.00	0.00	0.00	0.00	42
43	Aspal					70.0	70.0	70.0	70.0	70.0	70.0	70.0	0.00	0.00	0.00	0.00	43
44	Aspal					70.0	70.0	70.0	70.0	70.0	70.0	70.0	0.00	0.00	0.00	0.00	44
45	Aspal					70.0	70.0	70.0	70.0	70.0	70.0	70.0	0.00	0.00	0.00	0.00	45

**REKAM JEKUT**  
 No. : 103/2018  
 Tanggal : 15 Februari 2018  
 Lokasi : Jalan Ar-Raniry, Kelurahan..., Kecamatan..., Kota..., Provinsi...

**REVISI**  
 No. : 01/2018  
 Tanggal : 22 Februari 2018  
 Lokasi : Jalan Ar-Raniry, Kelurahan..., Kecamatan..., Kota..., Provinsi...

**REVISI**  
 No. : 02/2018  
 Tanggal : 23 Februari 2018  
 Lokasi : Jalan Ar-Raniry, Kelurahan..., Kecamatan..., Kota..., Provinsi...



**SOIL INVESTIGATION - SONDIR RINGAN**  
**RELOKASI TOL GEMPOL PASURUAN PAKET 3B**  
**KABUPATEN PASURUAN**

TITIK : S1

Koordinat GPS (UTM) X = 0688553  
 Y = 9164371

Depth (m)	CN (kg/cm <sup>2</sup> )					CL (kg/cm)	Depth (m)	CN (kg/cm <sup>2</sup> )					CL (kg/cm)	Depth (m)	CN (kg/cm <sup>2</sup> )					CL (kg/cm)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(6)	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)		
			(3)-(2)	(4)x2	(5)x2	kumulatif				(3)-(2)	(4)x2	(5)x2				(2)-(1)	(4)x2	(5)x2		
0.00							10.20	24	32	8	16	642	20.40							
0.20	8	12	4	8	8	8	10.40	22	30	8	16	658	20.60							
0.40	5	9	4	8	16		10.60	23	31	8	16	674	20.80							
0.60	7	11	4	8	24		10.80	21	28	7	14	688	21.00							
0.80	6	9	3	6	30		11.00	24	32	8	16	704	21.20							
1.00	4	7	3	6	36		11.20	26	34	8	16	720	21.40							
1.20	6	9	3	6	42		11.40	26	36	8	16	736	21.60							
1.40	8	12	4	8	50		11.60	25	32	7	14	750	21.80							
1.60	6	9	3	6	56		11.80	22	28	6	12	762	22.00							
1.80	8	12	4	8	64		12.00	26	32	6	12	774	22.20							
2.00	5	9	4	8	72		12.20	24	30	6	12	786	22.40							
2.20	7	11	4	8	80		12.40	21	27	6	12	798	22.60							
2.40	9	13	4	8	88		12.60	23	30	7	14	812	22.80							
2.60	11	16	5	10	96		12.80	25	32	7	14	826	23.00							
2.80	13	18	5	10	108		13.00	20	30	10	20	846	23.20							
3.00	10	15	5	10	118		13.20	22	32	10	20	866	23.40							
3.20	12	18	6	12	130		13.40	24	34	10	20	886	23.60							
3.40	10	16	6	12	142		13.60	21	30	9	18	904	23.80							
3.60	14	20	6	12	154		13.80	23	31	8	16	920	24.00							
3.80	16	22	6	12	166		14.00	26	34	8	16	936	24.20							
4.00	13	20	7	14	180		14.20	24	32	8	16	952	24.40							
4.20	15	22	7	14	194		14.40	21	30	9	18	970	24.60							
4.40	17	25	8	16	210		14.60	19	28	9	18	988	24.80							
4.60	14	22	8	16	226		14.80	21	30	9	18	1006	25.00							
4.80	16	25	9	18	244		15.00	23	32	9	18	1024	25.20							
5.00	18	27	9	18	262		15.20	25	34	9	18	1042	25.40							
5.20	15	23	8	16	278		15.40	27	40	13	26	1068	25.60							
5.40	14	21	7	14	292		15.60	25	33	8	16	1084	25.80							
5.60	16	22	6	12	304		15.80	23	30	7	14	1098	26.00							
5.80	13	18	5	10	314		16.00	26	34	8	16	1114	26.20							
6.00	15	20	5	10	324		16.20	28	36	8	16	1130	26.40							
6.20	17	22	5	10	334		16.40	30	40	10	20	1150	26.60							
6.40	19	25	6	12	346		16.60	27	35	8	16	1166	26.80							
6.60	21	27	6	12	358		16.80	29	38	9	18	1184	27.00							
6.80	18	25	7	14	372		17.00	31	40	9	18	1202	27.20							
7.00	20	28	8	16	384		17.20	35	42	7	14	1216	27.40							
7.20	22	30	8	16	400		17.40	40	50	10	20	1236	27.60							
7.40	24	32	8	16	416		17.60	35	45	10	20	1256	27.80							
7.60	21	28	7	14	430		17.80	40	55	15	30	1286	28.00							
7.80	23	32	9	18	448		18.00	45	60	15	30	1316	28.20							
8.00	21	30	9	18	466		18.20	70	85	15	30	1346	28.40							
8.20	24	32	8	16	482		18.40	90	110	20	40	1386	28.60							
8.40	26	34	8	16	498		18.60	160	180	20	40	1426	28.80							
8.60	24	33	9	18	516		18.80	200	220	20	40	1466	29.00							
8.80	27	35	8	16	532		19.00	250	250	0	0	1466	29.20							
9.00	25	32	7	14	546		19.20						29.40							
9.20	22	30	8	16	562		19.40						29.60							
9.40	24	32	8	16	578		19.60						29.80							
9.60	26	34	8	16	594		19.80						30.00							
9.80	28	36	8	16	610		20.00						30.20							
10.00	26	34	8	16	626		20.20						30.40							

**SOIL INVESTIGATION - SONDIR RINGAN  
RELOKASI TOL GEMPOL PASURUAN PAKET 3B  
KABUPATEN PASURUAN**

TITIK : S2

Koordinat GPS (UTM) X = 0688625  
Y = 9164388

Depth (m)	CN (kg/cm <sup>2</sup> )				CL (kg/cm)	Depth (m)	CN (kg/cm <sup>2</sup> )				CL (kg/cm)	Depth (m)	CN (kg/cm <sup>2</sup> )				CL (kg/cm)	
	(1)	(2)	(3)	(4)			(1)	(2)	(3)	(4)			(1)	(2)	(3)	(4)		(5)
(1)	(2)	(3)	(3)-(2)	(4)x2	kumulatif	(1)	(2)	(3)	(3)-(2)	(4)x2	kumulatif	(1)	(2)	(3)	(2)-(1)	(4)x2	kumulatif	
0.00						10.20	14	20	6	12	542	20.40						
0.20	6	9	3	6	6	10.40	16	22	6	12	554	20.60						
0.40	4	6	2	4	10	10.60	15	21	6	12	566	20.80						
0.60	6	9	3	6	16	10.80	13	20	7	14	580	21.00						
0.80	8	12	4	8	24	11.00	15	22	7	14	594	21.20						
1.00	10	15	5	10	34	11.20	17	24	7	14	608	21.40						
1.20	13	17	4	8	42	11.40	19	26	7	14	622	21.60						
1.40	11	15	4	8	50	11.60	21	28	7	14	636	21.80						
1.60	14	19	5	10	60	11.80	18	26	8	16	652	22.00						
1.80	12	20	8	16	78	12.00	20	28	8	16	668	22.20						
2.00	10	15	5	10	89	12.20	17	25	8	16	684	22.40						
2.20	8	12	4	8	94	12.40	15	22	7	14	698	22.60						
2.40	6	9	3	6	100	12.60	18	25	7	14	712	22.80						
2.60	8	12	4	8	108	12.80	16	23	7	14	726	23.00						
2.80	11	15	4	8	116	13.00	14	21	7	14	740	23.20						
3.00	9	13	4	8	124	13.20	12	18	6	12	752	23.40						
3.20	13	18	5	10	134	13.40	10	16	6	12	764	23.60						
3.40	17	22	5	10	144	13.60	13	20	7	14	778	23.80						
3.60	21	26	5	10	154	13.80	15	27	12	24	802	24.00						
3.80	23	30	7	14	168	14.00	17	24	7	14	816	24.20						
4.00	28	35	7	14	182	14.20	19	28	7	14	830	24.40						
4.20	24	30	6	12	194	14.40	22	29	7	14	844	24.60						
4.40	20	25	5	10	204	14.60	25	32	7	14	858	24.80						
4.60	16	22	6	12	216	14.80	27	35	8	16	874	25.00						
4.80	14	20	6	12	228	15.00	24	34	10	20	894	25.20						
5.00	12	20	8	16	244	15.20	32	42	10	20	914	25.40						
5.20	15	22	7	14	258	15.40	40	50	10	20	934	25.60						
5.40	13	20	7	14	272	15.60	45	60	15	30	964	25.80						
5.60	16	22	6	12	284	15.80	40	55	15	30	994	26.00						
5.80	14	19	5	10	294	16.00	50	65	15	30	1024	26.20						
6.00	11	16	5	10	304	16.20	45	60	15	30	1054	26.40						
6.20	9	15	6	12	316	16.40	40	55	15	30	1084	26.60						
6.40	11	17	6	12	328	16.60	35	50	15	30	1114	26.80						
6.60	13	18	5	10	338	16.80	40	55	15	30	1144	27.00						
6.80	15	22	7	14	352	17.00	110	130	20	40	1184	27.20						
7.00	13	20	7	14	366	17.20	180	200	20	40	1224	27.40						
7.20	16	22	6	12	378	17.40	250	250	0	0	1224	27.60						
7.40	12	18	6	12	390	17.60						27.80						
7.60	14	20	6	12	402	17.80						28.00						
7.80	11	17	6	12	414	18.00						28.20						
8.00	14	20	6	12	426	18.20						28.40						
8.20	12	17	5	10	436	18.40						28.60						
8.40	10	15	5	10	446	18.60						28.80						
8.60	12	18	6	12	458	18.80						29.00						
8.80	9	14	5	10	468	19.00						29.20						
9.00	11	16	5	10	478	19.20						29.40						
9.20	13	18	5	10	488	19.40						29.60						
9.40	12	17	5	10	498	19.60						29.80						
9.60	11	16	5	10	508	19.80						30.00						
9.80	10	15	5	10	518	20.00						30.20						
10.00	12	18	6	12	530	20.20						30.40						

**SOIL INVESTIGATION - SONDIR RINGAN**  
**RELOKASI TOL GEMPOL PASURUAN PAKET 3B**  
**KABUPATEN PASURUAN**

TITIK : S3

Koordinat GPS (UTM) X = 0688591  
 Y = 9164383

CN (kg/cm <sup>2</sup> )						CL (kg/cm)					
Depth (m)	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	Depth (m)	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
(1)	(2)	(3)	(3)-(2)	(4)x2	(6)	(1)	(2)	(3)	(3)-(2)	(4)x2	(6)
					kumulatif						kumulatif
0.00						10.20	18	25	7	14	548
0.20	6	9	3	6	6	10.40	20	26	6	12	560
0.40	4	6	2	4	10	10.60	17	25	8	16	576
0.60	2	3	1	2	12	10.80	19	27	8	16	592
0.80	3	4	1	2	14	11.00	18	25	7	14	606
1.00	4	5	1	2	16	11.20	20	28	8	16	622
1.20	5	7	2	4	20	11.40	22	30	8	16	638
1.40	4	6	2	4	24	11.60	19	26	7	14	652
1.60	6	8	2	4	28	11.80	17	25	8	16	668
1.80	10	13	3	6	34	12.00	20	26	6	12	680
2.00	12	16	4	8	42	12.20	23	30	7	14	694
2.20	9	13	4	8	50	12.40	21	26	5	10	704
2.40	7	10	3	6	56	12.60	25	32	7	14	718
2.60	6	9	3	6	62	12.80	22	30	8	16	734
2.80	8	12	4	8	70	13.00	24	32	8	16	750
3.00	11	16	5	10	80	13.20	21	28	7	14	764
3.20	15	20	5	10	90	13.40	23	30	7	14	778
3.40	17	22	5	10	100	13.60	20	27	7	14	792
3.60	14	20	6	12	112	13.80	22	30	8	16	808
3.80	16	23	7	14	126	14.00	19	27	8	16	824
4.00	13	20	7	14	140	14.20	17	22	5	10	834
4.20	9	14	5	10	150	14.40	16	23	7	14	848
4.40	12	17	5	10	160	14.60	18	25	7	14	862
4.60	14	21	7	14	174	14.80	16	22	6	12	874
4.80	16	23	7	14	188	15.00	14	21	7	14	888
5.00	12	16	4	8	196	15.20	16	22	6	12	900
5.20	15	20	5	10	206	15.40	18	25	7	14	914
5.40	17	23	6	12	218	15.60	20	27	7	14	928
5.60	16	22	6	12	230	15.80	18	25	7	14	942
5.80	18	25	7	14	244	16.00	22	30	8	16	958
6.00	16	22	6	12	256	16.20	35	45	10	20	978
6.20	19	26	7	14	270	16.40	40	50	10	20	998
6.40	17	24	7	14	284	16.60	35	45	10	20	1018
6.60	15	21	6	12	296	16.80	40	50	10	20	1038
6.80	12	16	4	8	308	17.00	45	55	10	20	1058
7.00	10	16	6	12	320	17.20	55	70	15	30	1088
7.20	13	20	7	14	334	17.40	60	80	20	40	1128
7.40	15	22	7	14	348	17.60	75	95	20	40	1168
7.60	17	25	8	16	364	17.80	85	85	20	40	1208
7.80	14	21	7	14	378	18.00	80	100	20	40	1248
8.00	16	23	7	14	392	18.20	90	110	20	40	1288
8.20	18	25	7	14	406	18.40	95	115	20	40	1328
8.40	15	21	6	12	418	18.60	85	105	20	40	1368
8.60	17	25	8	16	434	18.80	90	110	20	40	1408
8.80	18	26	8	16	450	19.00	95	115	20	40	1448
9.00	16	23	7	14	464	19.20	110	130	20	40	1488
9.20	14	21	7	14	478	19.40	105	125	20	40	1528
9.40	17	25	8	16	494	19.60	110	130	20	40	1568
9.60	15	21	6	12	506	19.80	115	135	20	40	1608
9.80	18	25	7	14	520	20.00	250	250	0	0	1608
10.00	16	23	7	14	534	20.20					



**SOIL INVESTIGATION - SONDIR RINGAN**  
**RELOKASI TOL GEMPOL PASURUAN PAKET 3B**  
**KABUPATEN PASURUAN**

TITIK : S4

Koordinat GPS (UTM) X = 0688590  
 Y = 9164311

Depth (m)	CN (kg/cm <sup>2</sup> )					CL (kg/cm)	Depth (m)	CN (kg/cm <sup>2</sup> )					CL (kg/cm)	Depth (m)	CN (kg/cm <sup>2</sup> )					CL (kg/cm)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(6)	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)		
(1)	(2)	(3)	(3)-(2)	(4)x2	(5)x2	kumulatif	(1)	(2)	(3)	(3)-(2)	(4)x2	(5)x2	(1)	(2)	(3)	(2)-(1)	(4)x2	(5)x2	kumulatif	
0.00							10.20	18	25	7	14	546	20.40							
0.20	16	22	6	12	12		10.40	14	20	6	12	558	20.60							
0.40	18	25	7	14	26		10.60	16	23	7	14	572	20.80							
0.60	15	20	5	10	38		10.80	17	25	8	16	588	21.00							
0.80	10	14	4	8	44		11.00	18	26	8	16	604	21.20							
1.00	13	17	4	8	52		11.20	16	23	7	14	618	21.40							
1.20	11	15	4	8	60		11.40	14	20	6	12	630	21.60							
1.40	8	12	4	8	68		11.60	15	22	7	14	644	21.80							
1.60	10	15	5	10	78		11.80	17	25	8	16	660	22.00							
1.80	8	12	4	8	86		12.00	16	22	6	12	672	22.20							
2.00	6	9	3	6	92		12.20	18	25	7	14	686	22.40							
2.20	4	6	2	4	96		12.40	20	28	8	16	702	22.60							
2.40	5	7	2	4	100		12.60	18	26	8	16	718	22.80							
2.60	6	9	3	6	108		12.80	21	29	8	16	734	23.00							
2.80	5	7	2	4	110		13.00	19	25	6	12	746	23.20							
3.00	4	6	2	4	114		13.20	17	24	7	14	760	23.40							
3.20	6	9	3	6	120		13.40	15	22	7	14	774	23.60							
3.40	8	12	4	8	128		13.60	13	20	7	14	788	23.80							
3.60	10	15	5	10	138		13.80	15	21	6	12	800	24.00							
3.80	12	16	4	8	146		14.00	16	23	7	14	814	24.20							
4.00	9	14	5	10	156		14.20	18	25	7	14	828	24.40							
4.20	11	16	5	10	166		14.40	20	28	8	16	844	24.60							
4.40	13	18	5	10	176		14.60	22	30	8	16	860	24.80							
4.60	15	20	5	10	186		14.80	19	27	8	16	878	25.00							
4.80	12	17	5	10	196		15.00	21	28	7	14	890	25.20							
5.00	14	20	6	12	208		15.20	23	30	7	14	904	25.40							
5.20	12	17	5	10	218		15.40	26	34	8	16	920	25.60							
5.40	10	15	5	10	228		15.60	30	40	10	20	940	25.80							
5.60	13	18	5	10	238		15.80	28	40	12	24	964	26.00							
5.80	11	16	5	10	248		16.00	40	55	15	30	994	26.20							
6.00	9	15	6	12	260		16.20	60	80	20	40	1034	26.40							
6.20	13	19	6	12	272		16.40	70	90	20	40	1074	26.60							
6.40	15	20	5	10	282		16.60	100	120	20	40	1114	26.80							
6.60	18	25	7	14	296		16.80	130	150	20	40	1154	27.00							
6.80	22	28	6	12	308		17.00	175	195	20	40	1194	27.20							
7.00	20	27	7	14	322		17.20	200	220	20	40	1234	27.40							
7.20	23	29	6	12	334		17.40	250	250	0	0	1234	27.60							
7.40	28	35	7	14	348		17.60						27.80							
7.60	25	32	7	14	362		17.80						28.00							
7.80	27	35	8	16	378		18.00						28.20							
8.00	32	40	8	16	394		18.20						28.40							
8.20	29	35	6	12	406		18.40						28.60							
8.40	26	32	6	12	418		18.60						28.80							
8.60	22	30	8	16	434		18.80						29.00							
8.80	20	27	7	14	448		19.00						29.20							
9.00	23	30	7	14	462		19.20						29.40							
9.20	19	27	8	16	478		19.40						29.60							
9.40	17	25	8	16	494		19.60						29.80							
9.60	15	21	6	12	506		19.80						30.00							
9.80	16	25	7	14	520		20.00						30.20							
10.00	16	22	6	12	532		20.20						30.40							



**SOIL INVESTIGATION - SONDIR RINGAN**  
**RELOKASI TOL GEMPOL PASURUAN PAKET 3B**  
**KABUPATEN PASURUAN**

TITIK : S5

Koordinat GPS (UTM) X = 0688564  
 Y = 9164308

Depth (m)	CN (kg/cm <sup>2</sup> )					CL (kg/cm)	Depth (m)	CN (kg/cm <sup>2</sup> )					CL (kg/cm)	Depth (m)	CN (kg/cm <sup>2</sup> )					CL (kg/cm)	
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(6)	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)			
(1)	(2)	(3)	(3)-(2)	(4)x2	komulatif		(1)	(2)	(3)	(3)-(2)	(4)x2	komulatif		(1)	(2)	(3)	(4)-(1)	(5)x2	komulatif		
0.00							10.20	11	17	6	12	568	20.40								
0.20	32	40	8	16	16		10.40	9	15	6	12	580	20.60								
0.40	28	35	7	14	30		10.60	10	15	5	10	590	20.80								
0.60	30	36	6	12	42		10.80	12	18	6	12	602	21.00								
0.80	18	22	6	12	54		11.00	13	20	7	14	616	21.20								
1.00	18	25	7	14	68		11.20	10	15	5	10	626	21.40								
1.20	20	26	6	12	80		11.40	8	12	4	8	634	21.60								
1.40	17	23	6	12	92		11.60	9	14	5	10	644	21.80								
1.60	14	20	6	12	104		11.80	8	12	4	8	652	22.00								
1.80	12	17	5	10	114		12.00	10	15	5	10	662	22.20								
2.00	10	15	5	10	124		12.20	9	14	5	10	672	22.40								
2.20	13	18	5	10	134		12.40	8	12	4	8	680	22.60								
2.40	11	15	4	8	142		12.60	10	15	5	10	680	22.80								
2.60	9	13	4	8	150		12.80	9	15	6	12	702	23.00								
2.80	10	15	5	10	160		13.00	11	17	6	12	714	23.20								
3.00	8	12	4	8	168		13.20	10	15	5	10	724	23.40								
3.20	10	14	4	8	176		13.40	9	14	5	10	734	23.60								
3.40	8	12	4	8	184		13.60	8	12	4	8	742	23.80								
3.60	11	16	5	10	194		13.80	10	15	5	10	752	24.00								
3.80	13	17	4	8	202		14.00	12	18	6	12	764	24.20								
4.00	15	20	5	10	212		14.20	16	24	8	16	780	24.40								
4.20	17	23	6	12	224		14.40	22	30	8	16	796	24.60								
4.40	14	20	6	12	236		14.60	28	36	8	16	812	24.80								
4.60	16	22	6	12	248		14.80	32	40	8	16	828	25.00								
4.80	18	24	6	12	260		15.00	30	40	10	20	848	25.20								
5.00	15	21	6	12	272		15.20	28	35	7	14	862	25.40								
5.20	13	20	7	14	286		15.40	26	33	7	14	876	25.60								
5.40	16	22	6	12	298		15.60	29	39	10	20	896	25.80								
5.60	14	20	6	12	310		15.80	31	41	10	20	916	26.00								
5.80	12	18	6	12	322		16.00	35	45	10	20	936	26.20								
6.00	14	20	6	12	334		16.20	30	40	10	20	956	26.40								
6.20	11	16	5	10	344		16.40	27	37	10	20	976	26.60								
6.40	9	14	5	10	354		16.60	32	42	10	20	996	26.80								
6.60	11	16	5	10	364		16.80	36	46	10	20	1016	27.00								
6.80	10	15	5	10	374		17.00	50	65	15	30	1046	27.20								
7.00	12	18	6	12	386		17.20	65	85	20	40	1086	27.40								
7.20	10	15	5	10	396		17.40	80	100	20	40	1128	27.60								
7.40	9	14	5	10	406		17.60	110	130	20	40	1166	27.80								
7.60	11	16	5	10	416		17.80	150	170	20	40	1206	28.00								
7.80	13	18	5	10	426		18.00	175	195	20	40	1246	28.20								
8.00	12	19	7	14	440		18.20	190	210	20	40	1296	28.40								
8.20	14	19	5	10	450		18.40	250	250	0	0	1296	28.60								
8.40	13	18	5	10	460		18.60						28.80								
8.60	11	17	6	12	472		18.80						29.00								
8.80	13	19	6	12	484		19.00						29.20								
9.00	10	16	6	12	496		19.20						29.40								
9.20	11	16	5	10	506		19.40						29.60								
9.40	12	18	6	12	518		19.60						29.80								
9.60	13	19	6	12	530		19.80						30.00								
9.80	12	18	6	12	542		20.00						30.20								
10.00	13	20	7	14	556		20.20						30.40								

**SOIL INVESTIGATION - SONDIR RINGAN**  
**RELOKASI TOL GEMPOL PASURUAN PAKET 3B**  
**KABUPATEN PASURUAN**

TITIK : S6

Koordinat GP6 (UTM) X = 0688642  
 Y = 9164312

CN						CL						CN						CL									
Depth (m)	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	Depth (m)	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	Depth (m)	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	Depth (m)	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
(1)	(2)	(3)	(3)-(2)	(4)x2	komulatif		(1)	(2)	(3)	(3)-(2)	(4)x2	komulatif		(1)	(2)	(3)	(2)-(1)	(4)x2	komulatif		(1)	(2)	(3)	(2)-(1)	(4)x2	komulatif	
0.00							10.20	35	45	10	20	798		20.40													
0.20	23	30	7	14	14		10.40	40	50	10	20	818		20.60													
0.40	18	25	7	14	28		10.60	45	55	10	20	838		20.80													
0.60	14	20	6	12	40		10.80	40	50	10	20	858		21.00													
0.80	16	22	6	12	52		11.00	35	45	10	20	878		21.20													
1.00	12	18	6	12	64		11.20	30	40	10	20	898		21.40													
1.20	8	12	4	8	72		11.40	35	45	10	20	918		21.60													
1.40	9	14	5	10	82		11.60	30	40	10	20	938		21.80													
1.60	10	15	5	10	92		11.80	35	45	10	20	958		22.00													
1.80	11	16	5	10	102		12.00	30	40	10	20	978		22.20													
2.00	9	14	5	10	112		12.20	27	35	8	16	994		22.40													
2.20	12	18	6	12	124		12.40	29	37	8	16	1010		22.60													
2.40	14	20	6	12	136		12.60	26	34	8	16	1026		22.80													
2.60	16	23	7	14	150		12.80	28	36	8	16	1042		23.00													
2.80	13	20	7	14	164		13.00	32	40	8	16	1058		23.20													
3.00	15	21	6	12	176		13.20	35	45	10	20	1074		23.40													
3.20	12	20	8	16	192		13.40	38	48	10	20	1090		23.60													
3.40	14	22	8	16	208		13.60	34	44	10	20	1118		23.80													
3.60	16	24	8	16	224		13.80	30	40	10	20	1138		24.00													
3.80	18	25	7	14	238		14.00	35	45	10	20	1158		24.20													
4.00	15	22	7	14	252		14.20	40	50	10	20	1178		24.40													
4.20	17	25	8	16	268		14.40	45	55	10	20	1198		24.60													
4.40	14	22	8	16	284		14.60	40	50	10	20	1218		24.80													
4.60	16	23	7	14	298		14.80	35	45	10	20	1238		25.00													
4.80	13	20	7	14	312		15.00	30	40	10	20	1258		25.20													
5.00	15	22	7	14	326		15.20	40	55	15	30	1288		25.40													
5.20	17	25	8	16	342		15.40	50	65	15	30	1318		25.60													
5.40	19	27	8	16	358		15.60	65	80	15	30	1348		25.80													
5.60	21	28	7	14	372		15.80	55	70	15	30	1378		26.00													
5.80	18	26	8	16	386		16.00	65	80	15	30	1408		26.20													
6.00	20	27	7	14	402		16.20	70	85	15	30	1438		26.40													
6.20	17	25	8	16	418		16.40	85	100	15	30	1468		26.60													
6.40	20	28	8	16	434		16.60	80	95	15	30	1498		26.80													
6.60	18	26	8	16	450		16.80	90	105	15	30	1528		27.00													
6.80	15	23	7	14	464		17.00	250	250	0	0	1528		27.20													
7.00	18	26	8	16	480		17.20							27.40													
7.20	23	32	9	18	498		17.40							27.60													
7.40	27	37	10	20	518		17.60							27.80													
7.60	30	40	10	20	538		17.80							28.00													
7.80	35	45	10	20	558		18.00							28.20													
8.00	30	40	10	20	578		18.20							28.40													
8.20	28	38	10	20	598		18.40							28.60													
8.40	26	36	10	20	618		18.60							28.80													
8.60	35	45	10	20	638		18.80							29.00													
8.80	55	65	10	20	658		19.00							29.20													
9.00	45	55	10	20	678		19.20							29.40													
9.20	60	60	10	20	698		19.40							29.60													
9.40	60	70	10	20	718		19.60							29.80													
9.60	45	55	10	20	738		19.80							30.00													
9.80	35	45	10	20	758		20.00							30.20													
10.00	30	40	10	20	778		20.20							30.40													



**SOIL INVESTIGATION - SONDIR RINGAN**  
**RELOKASI TOL GEMPOL PASURUAN PAKET 3B**  
**KABUPATEN PASURUAN**

TITIK : 57

Koordinat GPS (UTM) X = 0688517  
 Y = 9164345

Depth (m)	CN (kg/cm <sup>2</sup> )				CL (kg/cm <sup>3</sup> )	Depth (m)	CN (kg/cm <sup>2</sup> )				CL (kg/cm <sup>3</sup> )	Depth (m)	CN (kg/cm <sup>2</sup> )				CL (kg/cm <sup>3</sup> )
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
(1)	(2)	(3)	(3)-(2)	(4)-(2)	kumulatif	(1)	(2)	(3)	(3)-(2)	(4)-(2)	kumulatif	(1)	(2)	(3)	(2)-(1)	(4)-(2)	kumulatif
0.00						10.20	27	35	8	16	794	20.40					
0.20	18	25	7	14	14	10.40	25	33	8	16	810	20.60					
0.40	14	20	6	12	26	10.60	28	35	7	14	824	20.80					
0.60	11	17	6	12	38	10.80	26	33	7	14	838	21.00					
0.80	13	19	6	12	50	11.00	24	32	8	16	854	21.20					
1.00	9	14	5	10	60	11.20	26	36	8	16	870	21.40					
1.20	13	18	5	10	70	11.40	30	40	10	20	890	21.60					
1.40	16	22	6	12	82	11.60	32	42	10	20	910	21.80					
1.60	14	20	6	12	94	11.80	35	45	10	20	930	22.00					
1.80	12	18	6	12	106	12.00	33	52	19	38	968	22.20					
2.00	10	17	7	14	120	12.20	30	40	10	20	988	22.40					
2.20	15	22	7	14	134	12.40	32	42	10	20	1008	22.60					
2.40	22	30	8	16	150	12.60	30	40	10	20	1028	22.80					
2.80	35	46	10	20	170	12.80	34	44	10	20	1048	23.00					
2.80	21	30	9	18	188	13.00	30	38	8	16	1064	23.20					
3.00	15	23	8	16	204	13.20	28	38	10	20	1084	23.40					
3.20	20	28	8	16	220	13.40	31	40	9	18	1102	23.60					
3.40	25	32	7	14	234	13.60	34	44	10	20	1122	23.80					
3.60	21	28	7	14	248	13.80	36	46	10	20	1142	24.00					
3.80	17	25	8	16	264	14.00	32	42	10	20	1162	24.20					
4.00	14	22	8	16	280	14.20	35	45	10	20	1182	24.40					
4.20	16	24	8	16	296	14.40	40	55	15	30	1212	24.60					
4.40	18	26	8	16	312	14.60	50	65	15	30	1242	24.80					
4.60	15	23	8	16	328	14.80	60	75	15	30	1272	25.00					
4.80	19	28	9	18	346	15.00	65	80	15	30	1302	25.20					
5.00	22	30	8	16	362	15.20	70	85	15	30	1332	25.40					
5.20	24	32	8	16	378	15.40	80	95	15	30	1362	25.60					
5.40	21	30	9	18	396	15.60	75	90	15	30	1392	25.80					
5.60	23	31	8	16	412	15.80	70	80	10	20	1412	26.00					
5.80	18	27	9	18	430	16.00	85	75	10	20	1432	26.20					
6.00	20	26	6	12	442	16.20	80	100	20	40	1472	26.40					
6.20	17	25	8	16	458	16.40	110	130	20	40	1512	26.60					
6.40	15	22	7	14	472	16.60	140	160	20	40	1552	26.80					
6.60	18	25	7	14	486	16.80	200	220	20	40	1592	27.00					
6.80	21	28	7	14	500	17.00	250	250	0	0	1592	27.20					
7.00	23	30	7	14	514	17.20						27.40					
7.20	25	33	8	16	530	17.40						27.60					
7.40	27	35	8	16	546	17.60						27.80					
7.60	24	31	7	14	560	17.80						28.00					
7.80	20	28	8	16	576	18.00						28.20					
8.00	23	32	9	18	594	18.20						28.40					
8.20	26	34	8	16	610	18.40						28.60					
8.40	28	38	10	20	630	18.60						28.80					
8.60	30	40	10	20	650	18.80						29.00					
8.80	32	42	10	20	670	19.00						29.20					
9.00	29	36	7	14	684	19.20						29.40					
9.20	31	40	9	18	702	19.40						29.60					
9.40	28	36	8	16	718	19.60						29.80					
9.60	30	40	10	20	738	19.80						30.00					
9.80	33	43	10	20	758	20.00						30.20					
10.00	30	40	10	20	778	20.20						30.40					

**SOIL INVESTIGATION - SONDIR RINGAN**  
**RELOKASI TOL GEMPOL PASURUAN PAKET 3B**  
**KABUPATEN PASURUAN**

TITIK : 58

Koordinat GPS (UTM) X = 0688519  
 Y = 9164328

Depth (m)	CN (kg/cm <sup>2</sup> )	(3)	(4)	(5)	CL (kg/cm)	Depth (m)	CN (kg/cm <sup>2</sup> )	(3)	(4)	(5)	CL (kg/cm)	Depth (m)	CN (kg/cm <sup>2</sup> )	(3)	(4)	(5)	CL (kg/cm)
(1)	(2)	(3)	(3)-(2)	(4)x2	(6) kumulatif	(1)	(2)	(3)	(3)-(2)	(4)x2	(6) kumulatif	(1)	(2)	(3)	(2)-(1)	(4)x2	(6) kumulatif
0.00						10.20	32	42	10	20	852	20.40					
0.20	21	27	6	12	12	10.40	30	40	10	20	872	20.60					
0.40	18	25	7	14	26	10.60	35	45	10	20	892	20.80					
0.60	10	15	5	10	36	10.80	30	40	10	20	912	21.00					
0.80	6	9	3	6	42	11.00	35	45	10	20	932	21.20					
1.00	2	4	2	4	46	11.20	32	42	10	20	952	21.40					
1.20	4	6	2	4	50	11.40	28	38	10	20	972	21.60					
1.40	3	5	2	4	54	11.60	30	40	10	20	992	21.80					
1.60	5	7	2	4	58	11.80	35	45	10	20	1012	22.00					
1.80	4	6	2	4	62	12.00	30	40	10	20	1032	22.20					
2.00	6	9	3	6	68	12.20	32	42	10	20	1052	22.40					
2.20	8	12	4	8	78	12.40	35	45	10	20	1072	22.60					
2.40	10	15	5	10	88	12.60	30	40	10	20	1092	22.80					
2.60	12	16	4	8	94	12.80	28	38	10	20	1112	23.00					
2.80	14	20	6	12	106	13.00	30	40	10	20	1132	23.20					
3.00	12	17	5	10	116	13.20	27	35	8	16	1148	23.40					
3.20	15	20	5	10	128	13.40	25	33	8	16	1164	23.60					
3.40	18	24	6	12	138	13.60	29	38	9	18	1182	23.80					
3.60	16	22	6	12	150	13.80	32	40	8	16	1198	24.00					
3.80	14	20	6	12	162	14.00	28	36	8	16	1214	24.20					
4.00	17	22	5	10	172	14.20	30	40	10	20	1234	24.40					
4.20	15	22	7	14	186	14.40	35	45	10	20	1254	24.60					
4.40	13	20	7	14	200	14.60	40	50	10	20	1274	24.80					
4.60	16	23	7	14	214	14.80	45	55	10	20	1294	25.00					
4.80	18	25	7	14	228	15.00	40	50	10	20	1314	25.20					
5.00	20	27	7	14	242	15.20	50	65	15	30	1334	25.40					
5.20	18	24	6	12	254	15.40	65	80	15	30	1354	25.60					
5.40	16	22	6	12	266	15.60	80	100	20	40	1374	25.80					
5.60	14	20	6	12	278	15.80	110	130	20	40	1394	26.00					
5.80	12	18	6	12	290	16.00	160	180	20	40	1414	26.20					
6.00	15	23	8	16	306	16.20	180	200	20	40	1434	26.40					
6.20	17	25	8	16	322	16.40	250	250	0	0	1454	26.60					
6.40	19	27	8	16	338	16.60						26.80					
6.60	21	28	7	14	352	16.80						27.00					
6.80	18	26	8	16	368	17.00						27.20					
7.00	22	27	5	10	378	17.20						27.40					
7.20	24	32	8	16	394	17.40						27.60					
7.40	21	29	8	16	410	17.60						27.80					
7.60	23	30	7	14	424	17.80						28.00					
7.80	25	33	8	16	440	18.00						28.20					
8.00	21	28	7	14	454	18.20						28.40					
8.20	24	32	8	16	470	18.40						28.60					
8.40	22	30	8	16	486	18.60						28.80					
8.60	25	32	7	14	500	18.80						29.00					
8.80	23	30	7	14	514	19.00						29.20					
9.00	26	33	7	14	528	19.20						29.40					
9.20	28	36	10	20	548	19.40						29.60					
9.40	30	40	10	20	568	19.60						29.80					
9.60	33	43	10	20	588	19.80						30.00					
9.80	31	42	11	22	610	20.00						30.20					
10.00	29	40	11	22	632	20.20						30.40					



**LAMPIRAN 2**  
**NILAI  $C_u$  SEBELUM LONGSOR,  $H_{total} = 10,1$  m**

distribusi tegangan				H timbunan = 7.100		m		
akibat timbunan	Q =	12.78	t/m					
DEPT	z	a	b	a/z	b/z	l	2l	$\Delta\sigma'$
(m)	(m)	(m)	(m)					(t/m <sup>2</sup> )
0-2	1	0.100	28.2	0.100	28.20	0.5	1	12.780
2-4	3	0.100	28.2	0.033	9.40	0.5	1	12.780
4-6	5	0.100	28.2	0.020	5.64	0.5	1	12.780
6-8	7	0.100	28.2	0.014	4.03	0.5	1	12.780
8-10	9	0.100	28.2	0.011	3.13	0.5	1	12.780
10-12	11	0.100	28.2	0.009	2.56	0.489	0.978	12.499
12-14	13	0.100	28.2	0.008	2.17	0.482	0.964	12.320
14-16	15	0.100	28.2	0.007	1.88	0.479	0.958	12.243
16-18	17	0.100	28.2	0.006	1.66	0.47	0.94	12.013
18-20	19	0.100	28.2	0.005	1.48	0.463	0.926	11.834
20-22	21	0.100	28.2	0.005	1.34	0.448	0.896	11.451
22-24	23	0.100	28.2	0.004	1.23	0.446	0.892	11.400
24-26	25	0.100	28.2	0.004	1.13	0.435	0.87	11.119
26-28	27	0.100	28.2	0.004	1.04	0.413	0.826	10.556
28-30	29	0.100	28.2	0.003	0.97	0.408	0.816	10.428
30-32	31	0.100	28.2	0.003	0.91	0.398	0.796	10.173

distribusi tegangan				H timbunan =		3,000	m	
akibat timbunan		Q =	5,4	t/m				
kedalaman	z	a	b	a/z	b/z	I	2 I	$\Delta\sigma'$
(m)	(m)	(m)	(m)					(t/m <sup>2</sup> )
0-2	8,1	1,800	26,4	0,22	3,26	0,5	1	5,400
2-4	10,1	1,800	26,4	0,18	2,61	0,489	0,978	5,281
4-6	12,1	1,800	26,4	0,15	2,18	0,482	0,964	5,206
6-8	14,1	1,800	26,4	0,13	1,87	0,479	0,958	5,173
8-10	16,1	1,800	26,4	0,11	1,64	0,472	0,944	5,098
10-12	18,1	1,800	26,4	0,10	1,46	0,46	0,92	4,968
12-14	20,1	1,800	26,4	0,09	1,31	0,445	0,89	4,806
14-16	22,1	1,800	26,4	0,08	1,19	0,438	0,876	4,730
16-18	24,1	1,800	26,4	0,07	1,10	0,425	0,85	4,590
18-20	26,1	1,800	26,4	0,07	1,01	0,423	0,846	4,568
20-22	28,1	1,800	26,4	0,06	0,94	0,415	0,83	4,482
22-24	30,1	1,800	26,4	0,06	0,88	0,39	0,78	4,212
24-26	32,1	1,800	26,4	0,06	0,82	0,382	0,764	4,126
26-28	34,1	1,800	26,4	0,05	0,77	0,369	0,738	3,985
28-30	36,1	1,800	26,4	0,05	0,73	0,36	0,72	3,888
30-32	38,1	1,800	26,4	0,05	0,69	0,35	0,7	3,78

TEGANGAN OVER BURDEN		Tegangan efektif	Perubahan Tegangan
			U = 50%
		$\sigma'$	$\Delta P1'$
DEPT (m)	$\sigma'o$ (t/m <sup>2</sup> )	t/m <sup>2</sup> H= 10.1 m	t/m <sup>2</sup> H= 10.1m
0-2	0.70	18.9	2.935
2-4	2.10	20.2	4.407
4-6	3.50	21.5	5.172
6-8	4.90	22.9	5.682
8-10	6.30	24.2	6.042
10-12	7.70	25.2	6.221
12-14	9.10	26.2	6.348
14-16	10.50	27.5	6.484
16-18	11.90	28.5	6.517
18-20	13.30	29.7	6.576
20-22	14.70	30.6	6.520
22-24	16.10	31.7	6.496
24-26	17.50	32.7	6.438
26-28	18.90	33.4	6.240
28-30	20.30	34.6	6.209
30-32	21.70	35.7	6.115

kedalaman (m)	PI	Cu Lama	Cu Baru			Cu pakai		
		kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	t/m <sup>2</sup>	Kpa	kg/cm <sup>2</sup>	t/m <sup>2</sup>	Kpa
0-2	30	0.084	0.12	1.15	11.53	0.12	1.15	11.53
2-4	30	0.103	0.14	1.36	13.61	0.14	1.36	13.61
4-6	30	0.123	0.15	1.47	14.69	0.15	1.47	14.69
6-8	30	0.143	0.15	1.54	15.42	0.15	1.54	15.42
8-10	30	0.163	0.16	1.59	15.93	0.16	1.63	16.29
10-12	30	0.183	0.16	1.62	16.18	0.18	1.83	18.27
12-14	30	0.203	0.16	1.64	16.36	0.20	2.03	20.26
14-16	30	0.222	0.17	1.66	16.55	0.22	2.22	22.24
16-18	30	0.242	0.17	1.66	16.60	0.24	2.42	24.22
18-20	30	0.262	0.17	1.67	16.68	0.26	2.62	26.20
20-22	30	0.282	0.17	1.66	16.60	0.28	2.82	28.19
22-24	30	0.302	0.17	1.66	16.57	0.30	3.02	30.17
24-26	30	0.322	0.16	1.65	16.49	0.32	3.22	32.15
26-28	30	0.341	0.16	1.62	16.21	0.34	3.41	34.13
28-30	30	0.361	0.16	1.62	16.16	0.36	3.61	36.11
30-32	30	0.381	0.16	1.60	16.03	0.38	3.81	38.10



**NILAI Cu SEBELUM LONGSOR,  $H_{total} = 9,1 \text{ m}$**

distribusi tegangan				H timbunan = 7.100		m		
akibat timbunan		Q =	12.78	t/m				
DEPT	z	a	b	a/z	b/z	l	2l	$\Delta\sigma'$
(m)	(m)	(m)	(m)					(t/m <sup>2</sup> )
0-2	1	0.100	28.2	0.100	28.20	0.5	1	12.780
2-4	3	0.100	28.2	0.033	9.40	0.5	1	12.780
4-6	5	0.100	28.2	0.020	5.64	0.5	1	12.780
6-8	7	0.100	28.2	0.014	4.03	0.5	1	12.780
8-10	9	0.100	28.2	0.011	3.13	0.5	1	12.780
10-12	11	0.100	28.2	0.009	2.56	0.489	0.978	12.499
12-14	13	0.100	28.2	0.008	2.17	0.482	0.964	12.320
14-16	15	0.100	28.2	0.007	1.88	0.479	0.958	12.243
16-18	17	0.100	28.2	0.006	1.66	0.47	0.94	12.013
18-20	19	0.100	28.2	0.005	1.48	0.463	0.926	11.834
20-22	21	0.100	28.2	0.005	1.34	0.448	0.896	11.451
22-24	23	0.100	28.2	0.004	1.23	0.446	0.892	11.400
24-26	25	0.100	28.2	0.004	1.13	0.435	0.87	11.119
26-28	27	0.100	28.2	0.004	1.04	0.413	0.826	10.556
28-30	29	0.100	28.2	0.003	0.97	0.408	0.816	10.428
30-32	31	0.100	28.2	0.003	0.91	0.398	0.796	10.173

distribusi tegangan				H timbunan = 2,000		m		
akibat timbunan		Q = 3,6		t/m				
kedalaman	z	a	b	a/z	b/z	I	2 I	$\Delta\sigma'$
(m)	(m)	(m)	(m)					(t/m <sup>2</sup> )
0-2	8,1	1,200	27	0,15	3,33	0,5	1	3,600
2-4	10,1	1,200	27	0,12	2,67	0,489	0,978	3,521
4-6	12,1	1,200	27	0,10	2,23	0,482	0,964	3,470
6-8	14,1	1,200	27	0,09	1,91	0,479	0,958	3,449
8-10	16,1	1,200	27	0,07	1,68	0,472	0,944	3,398
10-12	18,1	1,200	27	0,07	1,49	0,46	0,92	3,312
12-14	20,1	1,200	27	0,06	1,34	0,445	0,89	3,204
14-16	22,1	1,200	27	0,05	1,22	0,44	0,88	3,168
16-18	24,1	1,200	27	0,05	1,12	0,418	0,836	3,010
18-20	26,1	1,200	27	0,05	1,03	0,412	0,824	2,966
20-22	28,1	1,200	27	0,04	0,96	0,4	0,8	2,880
22-24	30,1	1,200	27	0,04	0,90	0,395	0,79	2,844
24-26	32,1	1,200	27	0,04	0,84	0,385	0,77	2,772
26-28	34,1	1,200	27	0,04	0,79	0,375	0,75	2,700
28-30	36,1	1,200	27	0,03	0,75	0,365	0,73	2,628
30-32	38,1	1,200	27	0,03	0,71	0,35	0,7	2,52

TEGANGAN OVER BURDEN		Tegangan efektif	Perubahan Tegangan
		$\sigma'$	U = 100%
DEPT	$\sigma'o$	t/m2	t/m2
(m)	(t/m2)	H= 10.1 m	H= 10.1m
0-2	0.70	18.9	18.180
2-4	2.10	20.2	18.061
4-6	3.50	21.5	17.986
6-8	4.90	22.9	17.953
8-10	6.30	24.2	17.878
10-12	7.70	25.2	17.467
12-14	9.10	26.2	17.126
14-16	10.50	27.5	16.974
16-18	11.90	28.5	16.603
18-20	13.30	29.7	16.403
20-22	14.70	30.6	15.933
22-24	16.10	31.7	15.612
24-26	17.50	32.7	15.244
26-28	18.90	33.4	14.541
28-30	20.30	34.6	14.316
30-32	21.70	35.7	13.953

kedalaman (m)	PI	Cu Lama	Cu Baru		Cu pakai			
		kg/cm2	kg/cm2	t/m2	Kpa	kg/cm2	t/m2	Kpa
0-2	30	0.084	0.33	3.31	33.11	0.33	3.31	33.11
2-4	30	0.103	0.33	3.29	32.94	0.33	3.29	32.94
4-6	30	0.123	0.33	3.28	32.84	0.33	3.28	32.84
6-8	30	0.143	0.33	3.28	32.79	0.33	3.28	32.79
8-10	30	0.163	0.33	3.27	32.68	0.33	3.27	32.68
10-12	30	0.183	0.32	3.21	32.10	0.32	3.21	32.10
12-14	30	0.203	0.32	3.16	31.62	0.32	3.16	31.62
14-16	30	0.222	0.31	3.14	31.40	0.31	3.14	31.40
16-18	30	0.242	0.31	3.09	30.88	0.31	3.09	30.88
18-20	30	0.262	0.31	3.06	30.60	0.31	3.06	30.60
20-22	30	0.282	0.30	2.99	29.93	0.30	2.99	29.93
22-24	30	0.302	0.29	2.95	29.48	0.30	3.02	30.17
24-26	30	0.322	0.29	2.90	28.96	0.32	3.22	32.15
26-28	30	0.341	0.28	2.80	27.96	0.34	3.41	34.13
28-30	30	0.361	0.28	2.76	27.64	0.36	3.61	36.11
30-32	30	0.381	0.27	2.71	27.13	0.38	3.81	38.10

## LAMPIRAN 3 KOREKSI NILAI NSPT

Bor No. : BM-1

Depth	Nspt	L/P	N>15sand	N>15sand	N1	$\gamma_{sat}$	$\gamma'$	$p_o$	N2	2N1	N Corr
(m)			15+..	0,6 N		(t/m3)	(t/m3)	(ton/m2)			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
0	0	P	0.00	0.00	0.00	1.8	0.8	0.0	0.000	0	0.00
0.5	0	L	0.00	0.00	0.00	1.8	0.8	0.2	0.000	0	0.00
1	0	L	0.00	0.00	0.00	1.8	0.8	0.6	0.000	0	0.00
1.5	0	L	0.00	0.00	0.00	1.8	0.8	1.0	0.000	0	0.00
2	0	L	0.00	0.00	0.00	1.8	0.8	1.4	0.000	0	0.00
2.5	0	L	0.00	0.00	0.00	1.8	0.8	1.8	0.000	0	0.00
3	0	L	0.00	0.00	0.00	1.8	0.8	2.2	0.000	0	0.00
3.5	0	L	0.00	0.00	0.00	1.8	0.8	2.6	0.000	0	0.00
4	0	L	0.00	0.00	0.00	1.8	0.8	3.0	0.000	0	0.00
4.5	0	L	0.00	0.00	0.00	1.8	0.8	3.4	0.000	0	0.00
5	0	L	0.00	0.00	0.00	1.8	0.8	3.8	0.000	0	0.00
5.5	0	L	0.00	0.00	0.00	1.8	0.8	4.2	0.000	0	0.00
6	0	L	0.00	0.00	0.00	1.8	0.8	4.6	0.000	0	0.00
6.5	0	L	0.00	0.00	0.00	1.8	0.8	5.0	0.000	0	0.00
7	0	L	0.00	0.00	0.00	1.8	0.8	5.4	0.000	0	0.00
7.5	0	L	0.00	0.00	0.00	1.8	0.8	5.8	0.000	0	0.00
8	0	L	0.00	0.00	0.00	1.8	0.8	6.2	0.000	0	0.00
8.5	0	L	0.00	0.00	0.00	1.7	0.7	6.6	0.000	0	0.00
9	0	L	0.00	0.00	0.00	1.7	0.7	6.1	0.000	0	0.00
9.5	0	L	0.00	0.00	0.00	1.7	0.7	6.5	0.000	0	0.00
10	0	L	0.00	0.00	0.00	1.7	0.7	6.8	0.000	0	0.00
10.5	0	L	0.00	0.00	0.00	1.7	0.7	7.2	0.000	0	0.00
11	0	L	0.00	0.00	0.00	1.7	0.7	7.5	0.000	0	0.00
11.5	0	L	0.00	0.00	0.00	1.7	0.7	7.9	0.000	0	0.00
12	0	L	0.00	0.00	0.00	1.7	0.7	8.2	0.000	0	0.00
12.5	0	L	0.00	0.00	0.00	1.7	0.7	8.6	0.000	0	0.00
13	0	L	0.00	0.00	0.00	1.7	0.7	8.9	0.000	0	0.00
13.5	0	L	0.00	0.00	0.00	1.7	0.7	9.3	0.000	0	0.00
14	0	L	0.00	0.00	0.00	1.7	0.7	9.6	0.000	0	0.00
14.5	0	L	0.00	0.00	0.00	1.7	0.7	10.0	0.000	0	0.00
15	0	L	0.00	0.00	0.00	1.7	0.7	10.3	0.000	0	0.00
15.5	0	L	0.00	0.00	0.00	1.7	0.7	10.7	0.000	0	0.00
16	0	L	0.00	0.00	0.00	1.7	0.7	11.0	0.000	0	0.00



Depth	Nspt	L/P	N >15sand	N >15sand	N1	$\gamma_{sat}$	$\gamma'$	po	N2	2N1	N Corr
(m)			15+..	0,6 N		(t/m3)	(t/m3)	(ton/m2)			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
16.5	0	L	0.00	0.00	0.00	1.7	0.7	11.4	0.000	0	0.00
17	0	L	0.00	0.00	0.00	1.7	0.7	11.7	0.000	0	0.00
17.5	0	L	0.00	0.00	0.00	1.7	0.7	12.1	0.000	0	0.00
18	0	L	0.00	0.00	0.00	1.7	0.7	12.4	0.000	0	0.00
18.5	5	L	5.00	5.00	5.00	1.7	0.7	12.8	4.417	10	4.42
19	10	L	10.00	10.00	10.00	1.7	0.7	13.1	8.767	20	8.77
19.5	18	L	18.00	18.00	18.00	1.7	0.7	13.5	15.661	36	15.66
20	26	L	26.00	26.00	26.00	1.7	0.7	13.8	22.450	52	22.45
20.5	26.5	L	26.50	26.50	26.50	1.7	0.7	14.2	22.710	53	22.71
21	27	L	27.00	27.00	27.00	1.7	0.7	14.5	22.967	54	22.97
21.5	27.5	L	27.50	27.50	27.50	1.7	0.7	14.9	23.219	55	23.22
22	28	L	28.00	28.00	28.00	1.7	0.7	15.2	23.468	56	23.47
22.5	30	L	30.00	30.00	30.00	1.7	0.7	15.6	24.961	60	24.96
23	32	L	32.00	32.00	32.00	1.7	0.7	15.9	26.433	64	26.43
23.5	34.5	L	34.50	34.50	34.50	1.7	0.7	16.3	28.293	69	28.29
24	37	L	37.00	37.00	37.00	1.7	0.7	16.6	30.127	74	30.13
24.5	38	L	38.00	38.00	38.00	1.7	0.7	17.0	30.723	76	30.72
25	39	L	39.00	39.00	39.00	1.7	0.7	17.3	31.310	78	31.31
25.5	39.5	L	39.50	39.50	39.50	1.7	0.7	17.7	31.490	79	31.49
26	40	L	40.00	40.00	40.00	1.7	0.7	18.0	31.667	80	31.67
26.5	40.5	L	40.50	40.50	40.50	1.7	0.7	18.4	31.843	81	31.84
27	41	L	41.00	41.00	41.00	1.7	0.7	18.7	32.016	82	32.02
27.5	42.5	L	42.50	42.50	42.50	1.7	0.7	19.1	32.962	85	32.96
28	44	L	44.00	44.00	44.00	1.7	0.7	19.4	33.895	88	33.90
28.5	44.5	L	44.50	44.50	44.50	1.7	0.7	19.8	34.051	89	34.05
29	45	L	45.00	45.00	45.00	1.7	0.7	20.1	34.204	90	34.20
29.5	45.5	L	45.50	45.50	45.50	1.7	0.7	20.5	34.356	91	34.36
30	46	L	46.00	46.00	46.00	1.7	0.7	20.8	34.505	92	34.51
30.5	46.5	L	46.50	46.50	46.50	1.7	0.7	21.2	34.653	93	34.65
31	47	L	47.00	47.00	47.00	1.7	0.7	21.5	34.799	94	34.80

Bor No.

: BM-2

Depth	Nspt	L/P	N >15sand	N >15sand	N1	sat	'	po	N2	2N1	N Corr
(m)			15+..	0,6 N		(t/m3)	(t/m3)	(ton/m2)			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
0	0	P	0,00	0,00	0,00	1,8	0,800	0	0,000	0	0,00
0,5	0	P	0,00	0,00	0,00	1,8	0,800	0,2	0,000	0	0,00
1	0	P	0,00	0,00	0,00	1,8	0,800	0,6	0,000	0	0,00
1,5	0	P	0,00	0,00	0,00	1,8	0,800	1	0,000	0	0,00
2	0	P	0,00	0,00	0,00	1,8	0,800	1,4	0,000	0	0,00
2,5	0	P	0,00	0,00	0,00	1,8	0,800	1,8	0,000	0	0,00
3	0	P	0,00	0,00	0,00	1,8	0,800	2,2	0,000	0	0,00
3,5	0	P	0,00	0,00	0,00	1,8	0,800	2,6	0,000	0	0,00
4	0	P	0,00	0,00	0,00	1,8	0,800	3	0,000	0	0,00
4,5	0	P	0,00	0,00	0,00	1,8	0,800	3,4	0,000	0	0,00
5	0	P	0,00	0,00	0,00	1,8	0,800	3,8	0,000	0	0,00
5,5	7	P	7,00	7,00	7,00	1,8	0,800	4,2	10,448	14	10,45
6	8,25	P	8,25	8,25	8,25	1,8	0,800	4,6	11,620	17	11,62
6,5	9,5	P	9,50	9,50	9,50	1,8	0,800	5	12,667	19	12,67
7	10,8	P	10,75	10,75	10,75	1,8	0,800	5,4	13,608	22	13,61
7,5	12	P	12,00	12,00	12,00	1,8	0,800	5,8	14,458	24	14,46
8	10	P	10,00	10,00	10,00	1,8	0,800	6,2	11,494	20	11,49
8,5	8	P	8,00	8,00	8,00	1,8	0,800	6,6	8,791	16	8,79
9	4	P	4,00	4,00	4,00	1,8	0,800	7	4,211	8	4,21
9,5	5	L	5,00	5,00	5,00	1,7	0,700	7,375	5,063	10	5,06
10	4,5	L	4,50	4,50	4,50	1,7	0,700	6,825	4,826	9	4,83
10,5	4	L	4,00	4,00	4,00	1,7	0,700	7,175	4,134	8	4,13
11	3	L	3,00	3,00	3,00	1,7	0,700	7,525	2,998	6	3,00
11,5	2	L	2,00	2,00	2,00	1,7	0,700	7,875	1,981	4	1,98
12	1,5	L	1,50	1,50	1,50	1,7	0,700	8,225	1,473	3	1,47
12,5	1	L	1,00	1,00	1,00	1,7	0,700	8,575	0,974	2	0,97
13	0,5	L	0,50	0,50	0,50	1,7	0,700	8,925	0,483	1	0,48
13,5	0	L	0,00	0,00	0,00	1,7	0,700	9,275	0,000	0	0,00
14	0,5	L	0,50	0,50	0,50	1,7	0,700	9,625	0,475	1	0,47

Depth	Nspt	L/P	N >15sand	N >15sand	N1	□ sat	□ '	po	N2	2N1	N Corr
(m)			15+..	0,6 N		(t/m3)	(t/m3)	(ton/m2)			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
14,5	1	L	1,00	1,00	1,00	1,7	0,700	9,975	0,942	2	0,94
15	1,5	L	1,50	1,50	1,50	1,7	0,700	10,325	1,401	3	1,40
15,5	2	L	2,00	2,00	2,00	1,7	0,700	10,675	1,853	4	1,85
16	2	L	2,00	2,00	2,00	1,7	0,700	11,025	1,838	4	1,84
16,5	2	L	2,00	2,00	2,00	1,7	0,700	11,375	1,823	4	1,82
17	2	L	2,00	2,00	2,00	1,7	0,700	11,725	1,809	4	1,81
17,5	2	L	2,00	2,00	2,00	1,7	0,700	12,075	1,795	4	1,79
18	2,5	L	2,50	2,50	2,50	1,7	0,700	12,425	2,226	5	2,23
18,5	3	L	3,00	3,00	3,00	1,7	0,700	12,775	2,650	6	2,65
19	3,5	L	3,50	3,50	3,50	1,7	0,700	13,125	3,068	7	3,07
19,5	4	L	4,00	4,00	4,00	1,7	0,700	13,475	3,480	8	3,48
20	9,5	L	9,50	9,50	9,50	1,7	0,700	13,825	8,203	19	8,20
20,5	15	L	15,00	15,00	15,00	1,7	0,700	14,175	12,855	30	12,85
21	20	L	20,00	20,00	20,00	1,7	0,700	14,525	17,012	40	17,01
21,5	25	L	25,00	25,00	25,00	1,7	0,700	14,875	21,108	50	21,11
22	26	L	26,00	26,00	26,00	1,7	0,700	15,225	21,792	52	21,79
22,5	27	L	27,00	27,00	27,00	1,7	0,700	15,575	22,465	54	22,46
23	28	L	28,00	28,00	28,00	1,7	0,700	15,925	23,129	56	23,13
23,5	29	L	29,00	29,00	29,00	1,7	0,700	16,275	23,783	58	23,78
24	31,5	L	31,50	31,50	31,50	1,7	0,700	16,625	25,649	63	25,65
24,5	34	L	34,00	34,00	34,00	1,7	0,700	16,975	27,489	68	27,49
25	36	L	36,00	36,00	36,00	1,7	0,700	17,325	28,901	72	28,90
25,5	38	L	38,00	38,00	38,00	1,7	0,700	17,675	30,294	76	30,29
26	45	L	45,00	45,00	45,00	1,7	0,700	18,025	35,626	90	35,63
26,5	52	L	52,00	52,00	52,00	1,7	0,700	18,375	40,885	104	40,88
27	58,5	L	58,50	58,50	58,50	1,7	0,700	18,725	45,681	117	45,68
27,5	65	L	65,00	65,00	65,00	1,7	0,700	19,075	50,412	130	50,41
28	65,5	L	65,50	65,50	65,50	1,7	0,700	19,425	50,457	131	50,46
28,5	66	L	66,00	66,00	66,00	1,7	0,700	19,775	50,502	132	50,50
29	66,5	L	66,50	66,50	66,50	1,7	0,700	20,125	50,546	133	50,55
29,5	67	L	67,00	67,00	67,00	1,7	0,700	20,475	50,590	134	50,59
30	67	L	67,00	67,00	67,00	1,7	0,700	20,825	50,258	134	50,26
30,5	67	L	67,00	67,00	67,00	1,7	0,700	21,175	49,930	134	49,93
31	47	L	47,00	47,00	47,00	1,7	0,700	21,525	34,799	94	34,80

Bor No. : BM-3

Depth	Nspt	L/P	N >15sand	N >15sand	N1	□ sat	□ '	po	N2	2N1	N Corr
(m)			15+..	0,6 N		(t/m3)	(t/m3)	(ton/m2)			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
0	0	L	0,00	0,00	0,00	1,7	0,700	0	0,000	0	0,00
0,5	0	L	0,00	0,00	0,00	1,7	0,700	0,175	0,000	0	0,00
1	0	L	0,00	0,00	0,00	1,7	0,700	0,525	0,000	0	0,00
1,5	0	L	0,00	0,00	0,00	1,7	0,700	0,875	0,000	0	0,00
2	4	L	4,00	4,00	4,00	1,7	0,700	1,225	10,738	8	8,00
2,5	2	L	2,00	2,00	2,00	1,7	0,700	1,575	4,908	4	4,00
3	0	L	0,00	0,00	0,00	1,7	0,700	1,925	0,000	0	0,00
3,5	0	L	0,00	0,00	0,00	1,7	0,700	2,275	0,000	0	0,00
4	0	L	0,00	0,00	0,00	1,7	0,700	2,625	0,000	0	0,00
4,5	0	L	0,00	0,00	0,00	1,7	0,700	2,975	0,000	0	0,00
5	0	L	0,00	0,00	0,00	1,7	0,700	3,325	0,000	0	0,00
5,5	0	L	0,00	0,00	0,00	1,7	0,700	3,675	0,000	0	0,00
6	0	L	0,00	0,00	0,00	1,7	0,700	4,025	0,000	0	0,00
6,5	0	L	0,00	0,00	0,00	1,7	0,700	4,375	0,000	0	0,00
7	0	L	0,00	0,00	0,00	1,7	0,700	4,725	0,000	0	0,00
7,5	0	L	0,00	0,00	0,00	1,7	0,700	5,075	0,000	0	0,00
8	0	L	0,00	0,00	0,00	1,7	0,700	5,425	0,000	0	0,00
8,5	0	L	0,00	0,00	0,00	1,7	0,700	5,775	0,000	0	0,00
9	0	L	0,00	0,00	0,00	1,7	0,700	6,125	0,000	0	0,00
9,5	0	L	0,00	0,00	0,00	1,7	0,700	6,475	0,000	0	0,00
10	0	L	0,00	0,00	0,00	1,7	0,700	6,825	0,000	0	0,00
10,5	0	L	0,00	0,00	0,00	1,7	0,700	7,175	0,000	0	0,00
11	0	L	0,00	0,00	0,00	1,7	0,700	7,525	0,000	0	0,00
11,5	0	L	0,00	0,00	0,00	1,7	0,700	7,875	0,000	0	0,00
12	0	L	0,00	0,00	0,00	1,7	0,700	8,225	0,000	0	0,00
12,5	0	L	0,00	0,00	0,00	1,7	0,700	8,575	0,000	0	0,00
13	0	L	0,00	0,00	0,00	1,7	0,700	8,925	0,000	0	0,00
13,5	2	L	2,00	2,00	2,00	1,7	0,700	9,275	1,915	4	1,92
14	4	L	4,00	4,00	4,00	1,7	0,700	9,625	3,798	8	3,80
14,5	12	L	12,00	12,00	12,00	1,7	0,700	9,975	11,301	24	11,30
15	20	L	20,00	20,00	20,00	1,7	0,700	10,325	18,681	40	18,68



Depth	Nspt	L/P	N >15sand	N >15sand	N1	□ sat	□ '	po	N2	2N1	N Corr
(m)			15+..	0,6 N		(t/m3)	(t/m3)	(ton/m2)			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
15,5	32	L	32,00	32,00	32,00	1,7	0,700	10,675	29,647	64	29,65
16	44	L	44,00	44,00	44,00	1,7	0,700	11,025	40,437	88	40,44
16,5	44,5	L	44,50	44,50	44,50	1,7	0,700	11,375	40,570	89	40,57
17	45	L	45,00	45,00	45,00	1,7	0,700	11,725	40,701	90	40,70
17,5	45,5	L	45,50	45,50	45,50	1,7	0,700	12,075	40,830	91	40,83
18	46	L	46,00	46,00	46,00	1,7	0,700	12,425	40,957	92	40,96
18,5	46,5	L	46,50	46,50	46,50	1,7	0,700	12,775	41,082	93	41,08
19	47	L	47,00	47,00	47,00	1,7	0,700	13,125	41,205	94	41,21
19,5	48	L	48,00	48,00	48,00	1,7	0,700	13,475	41,762	96	41,76
20	49	L	49,00	49,00	49,00	1,7	0,700	13,825	42,310	98	42,31
20,5	54,5	L	54,50	54,50	54,50	1,7	0,700	14,175	46,706	109	46,71
21	60	L	60,00	60,00	60,00	1,7	0,700	14,525	51,037	120	51,04
21,5	70	L	70,00	70,00	70,00	1,7	0,700	14,875	59,103	140	59,10
22	80	L	80,00	80,00	80,00	1,7	0,700	15,225	67,051	160	67,05
22,5	75	L	75,00	75,00	75,00	1,7	0,700	15,575	62,402	150	62,40
23	70	L	70,00	70,00	70,00	1,7	0,700	15,925	57,821	140	57,82
23,5	64	L	64,00	64,00	64,00	1,7	0,700	16,275	52,486	128	52,49
24	58	L	58,00	58,00	58,00	1,7	0,700	16,625	47,226	116	47,23
24,5	58,5	L	58,50	58,50	58,50	1,7	0,700	16,975	47,297	117	47,30
25	59	L	59,00	59,00	59,00	1,7	0,700	17,325	47,366	118	47,37
25,5	59,5	L	59,50	59,50	59,50	1,7	0,700	17,675	47,434	119	47,43
26	60	L	60,00	60,00	60,00	1,7	0,700	18,025	47,501	120	47,50
26,5	61	L	61,00	61,00	61,00	1,7	0,700	18,375	47,961	122	47,96
27	62	L	62,00	62,00	62,00	1,7	0,700	18,725	48,414	124	48,41
27,5	62,5	L	62,50	62,50	62,50	1,7	0,700	19,075	48,473	125	48,47
28	63	L	63,00	63,00	63,00	1,7	0,700	19,425	48,532	126	48,53
28,5	64	L	64,00	64,00	64,00	1,7	0,700	19,775	48,972	128	48,97
29	65	L	65,00	65,00	65,00	1,7	0,700	20,125	49,406	130	49,41
29,5	66	L	66,00	66,00	66,00	1,7	0,700	20,475	49,835	132	49,83
30	67	L	67,00	67,00	67,00	1,7	0,700	20,825	50,258	134	50,26
30,5	66	L	66,00	66,00	66,00	1,7	0,700	21,175	49,185	132	49,18
31	65	L	65,00	65,00	65,00	1,7	0,700	21,525	48,126	130	48,13

Bor No.

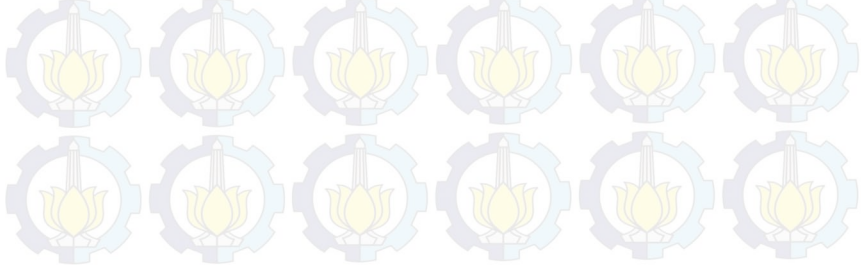
: BM-4

Depth	Nspt	L/P	N >15sand	N >15sand	N1	□sat	□'	po	N2	2N1	N Corr
(m)			15+..	0,6 N		(t/m3)	(t/m3)	(ton/m2)			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
0	0	P	0,00	0,00	0,00	1,8	0,800	8,2	0,000	0	0,00
0,5	0	P	0,00	0,00	0,00	1,8	0,800	0,2	0,000	0	0,00
1	0	P	0,00	0,00	0,00	1,8	0,800	0,6	0,000	0	0,00
1,5	0	P	0,00	0,00	0,00	1,8	0,800	1	0,000	0	0,00
2	0	P	0,00	0,00	0,00	1,8	0,800	1,4	0,000	0	0,00
2,5	0	P	0,00	0,00	0,00	1,8	0,800	1,8	0,000	0	0,00
3	0	L	0,00	0,00	0,00	1,8	0,800	2,2	0,000	0	0,00
3,5	0	L	0,00	0,00	0,00	1,8	0,800	2,6	0,000	0	0,00
4	0	L	0,00	0,00	0,00	1,8	0,800	3	0,000	0	0,00
4,5	0	L	0,00	0,00	0,00	1,8	0,800	3,4	0,000	0	0,00
5	0	L	0,00	0,00	0,00	1,8	0,800	3,8	0,000	0	0,00
5,5	0	L	0,00	0,00	0,00	1,8	0,800	4,2	0,000	0	0,00
6	0	L	0,00	0,00	0,00	1,8	0,800	4,6	0,000	0	0,00
6,5	0	L	0,00	0,00	0,00	1,8	0,800	5	0,000	0	0,00
7	0	L	0,00	0,00	0,00	1,8	0,800	5,4	0,000	0	0,00
7,5	2,5	L	2,50	2,50	2,50	1,8	0,800	5,8	3,012	5	3,01
8	5	L	5,00	5,00	5,00	1,8	0,800	6,2	5,747	10	5,75
8,5	4,5	L	4,50	4,50	4,50	1,7	0,700	6,575	4,959	9	4,96
9	4	L	4,00	4,00	4,00	1,7	0,700	6,125	4,638	8	4,64
9,5	3,5	L	3,50	3,50	3,50	1,7	0,700	6,475	3,900	7	3,90
10	3	L	3,00	3,00	3,00	1,7	0,700	6,825	3,217	6	3,22
10,5	2,25	L	2,25	2,25	2,25	1,7	0,700	7,175	2,326	4,5	2,33
11	1,5	L	1,50	1,50	1,50	1,7	0,700	7,525	1,499	3	1,50
11,5	0,75	L	0,75	0,75	0,75	1,7	0,700	7,875	0,743	1,5	0,74
12	0	L	0,00	0,00	0,00	1,7	0,700	8,225	0,000	0	0,00
12,5	0,75	L	0,75	0,75	0,75	1,7	0,700	8,575	0,730	1,5	0,73
13	1,5	L	1,50	1,50	1,50	1,7	0,700	8,925	1,448	3	1,45
13,5	1,75	L	1,75	1,75	1,75	1,7	0,700	9,275	1,676	3,5	1,68
14	2	L	2,00	2,00	2,00	1,7	0,700	9,625	1,899	4	1,90
14,5	2,5	L	2,50	2,50	2,50	1,7	0,700	9,975	2,354	5	2,35
15	3	L	3,00	3,00	3,00	1,7	0,700	10,325	2,802	6	2,80
15,5	3,5	L	3,50	3,50	3,50	1,7	0,700	10,675	3,243	7	3,24

Depth	Nspt	L/P	N >15sand	N >15sand	N1	□sat	□'	po	N2	2N1	N Corr
(m)			15+..	0.6 N		(t/m3)	(t/m3)	(ton/m2)			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
15,5	3,5	L	3,50	3,50	3,50	1,7	0,700	10,675	3,243	7	3,24
16	4	L	4,00	4,00	4,00	1,7	0,700	11,025	3,676	8	3,68
16,5	4	L	4,00	4,00	4,00	1,7	0,700	11,375	3,647	8	3,65
17	4	L	4,00	4,00	4,00	1,7	0,700	11,725	3,618	8	3,62
17,5	4	L	4,00	4,00	4,00	1,7	0,700	12,075	3,589	8	3,59
18	4	L	4,00	4,00	4,00	1,7	0,700	12,425	3,561	8	3,56
18,5	4,37	L	4,37	4,37	4,37	1,7	0,700	12,775	3,861	8,7	3,86
19	4,74	L	4,74	4,74	4,74	1,7	0,700	13,125	4,156	9,5	4,16
19,5	4,87	L	4,87	4,87	4,87	1,7	0,700	13,475	4,237	9,7	4,24
20	5	L	5,00	5,00	5,00	1,7	0,700	13,825	4,317	10	4,32
20,5	5,25	L	5,25	5,25	5,25	1,7	0,700	14,175	4,499	11	4,50
21	5,5	L	5,50	5,50	5,50	1,7	0,700	14,525	4,678	11	4,68
21,5	5,75	L	5,75	5,75	5,75	1,7	0,700	14,875	4,855	12	4,85
22	6	L	6,00	6,00	6,00	1,7	0,700	15,225	5,029	12	5,03
22,5	10	L	10,00	10,00	10,00	1,7	0,700	15,575	8,320	20	8,32
23	14	L	14,00	14,00	14,00	1,7	0,700	15,925	11,564	28	11,56
23,5	18	L	18,00	18,00	18,00	1,7	0,700	16,275	14,762	36	14,76
24	22	L	22,00	22,00	22,00	1,7	0,700	16,625	17,913	44	17,91
24,5	24,8	L	24,75	24,75	24,75	1,7	0,700	16,975	20,010	50	20,01
25	27,5	L	27,50	27,50	27,50	1,7	0,700	17,325	22,077	55	22,08
25,5	26,8	L	26,75	26,75	26,75	1,7	0,700	17,675	21,325	54	21,33
26	26	L	26,00	26,00	26,00	1,7	0,700	18,025	20,584	52	20,58
26,5	29,8	L	29,75	29,75	29,75	1,7	0,700	18,375	23,391	60	23,39
27	33,5	L	33,50	33,50	33,50	1,7	0,700	18,725	26,159	67	26,16
27,5	33,8	L	33,75	33,75	33,75	1,7	0,700	19,075	26,175	68	26,18
28	34	L	34,00	34,00	34,00	1,7	0,700	19,425	26,192	68	26,19
28,5	39,6	L	39,63	39,63	39,63	1,7	0,700	19,775	30,320	79	30,32
29	45,3	L	45,25	45,25	45,25	1,7	0,700	20,125	34,394	91	34,39
29,5	47,1	L	47,13	47,13	47,13	1,7	0,700	20,475	35,583	94	35,58
30	49	L	49,00	49,00	49,00	1,7	0,700	20,825	36,756	98	36,76
30,5	52	L	52,00	52,00	52,00	1,7	0,700	21,175	38,752	104	38,75
31	55	L	55,00	55,00	55,00	1,7	0,700	21,525	40,722	110	40,72

Bor No. : BM-8

Depth	Nspt	L/P	N >15sand	N >15sand	N1	□ sat	□ '	po	N2	2N1	N Corr
(m)			15+..	0,6 N		(t/m3)	(t/m3)	(ton/m2)			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
0	0	P	0,00	0,00	0,00	1,8	0,800	0	0,000	0	0,00
0,5	0	P	0,00	0,00	0,00	1,8	0,800	0,2	0,000	0	0,00
1	0	P	0,00	0,00	0,00	1,8	0,800	0,6	0,000	0	0,00
1,5	0	P	0,00	0,00	0,00	1,8	0,800	1	0,000	0	0,00
2	0	P	0,00	0,00	0,00	1,8	0,800	1,4	0,000	0	0,00
2,5	0	P	0,00	0,00	0,00	1,8	0,800	1,8	0,000	0	0,00
3	0	P	0,00	0,00	0,00	1,8	0,800	2,2	0,000	0	0,00
3,5	0	P	0,00	0,00	0,00	1,8	0,800	2,6	0,000	0	0,00
4	0	P	0,00	0,00	0,00	1,8	0,800	3	0,000	0	0,00
4,5	0	P	0,00	0,00	0,00	1,8	0,800	3,4	0,000	0	0,00
5	0	P	0,00	0,00	0,00	1,8	0,800	3,8	0,000	0	0,00
5,5	9	P	9,00	9,00	9,00	1,8	0,800	4,2	13,433	18	13,43
6	18	P	16,50	10,80	10,80	1,8	0,800	4,6	15,211	22	15,21
6,5	19,5	P	17,25	11,70	11,70	1,8	0,800	5	15,600	23	15,60
7	21	P	18,00	12,60	12,60	1,8	0,800	5,4	15,949	25	15,95
7,5	22	P	18,50	13,20	13,20	1,8	0,800	5,8	15,904	26	15,90
8	23	P	19,00	13,80	13,80	1,8	0,800	6,2	15,862	28	15,86
8,5	18	L	18,00	18,00	18,00	1,7	0,700	6,575	19,835	36	19,83
9	13	L	13,00	13,00	13,00	1,7	0,700	6,125	15,072	26	15,07
9,5	8	L	8,00	8,00	8,00	1,7	0,700	6,475	8,914	16	8,91
10	3	L	3,00	3,00	3,00	1,7	0,700	6,825	3,217	6	3,22
10,5	3,5	L	3,50	3,50	3,50	1,7	0,700	7,175	3,618	7	3,62
11	4	L	4,00	4,00	4,00	1,7	0,700	7,525	3,998	8	4,00
11,5	4	L	4,00	4,00	4,00	1,7	0,700	7,875	3,963	8	3,96
12	4	L	4,00	4,00	4,00	1,7	0,700	8,225	3,929	8	3,93
12,5	4,5	L	4,50	4,50	4,50	1,7	0,700	8,575	4,382	9	4,38
13	5	L	5,00	5,00	5,00	1,7	0,700	8,925	4,828	10	4,83
13,5	5	L	5,00	5,00	5,00	1,7	0,700	9,275	4,788	10	4,79
14	5	L	5,00	5,00	5,00	1,7	0,700	9,625	4,748	10	4,75
14,5	4,5	L	4,50	4,50	4,50	1,7	0,700	9,975	4,238	9	4,24
15	4	L	4,00	4,00	4,00	1,7	0,700	10,325	3,736	8	3,74





Depth	Nspt	L/P	N >15sand	N >15sand	N1	□sat	□'	po	N2	2N1	N Corr
(m)			15+..	0,6 N		(t/m3)	(t/m3)	(ton/m2)			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
15,5	4	L	4,00	4,00	4,00	1,7	0,700	10,675	3,706	8	3,71
16	4	L	4,00	4,00	4,00	1,7	0,700	11,025	3,676	8	3,68
16,5	5	L	5,00	5,00	5,00	1,7	0,700	11,375	4,558	10	4,56
17	6	L	6,00	6,00	6,00	1,7	0,700	11,725	5,427	12	5,43
17,5	6,5	L	6,50	6,50	6,50	1,7	0,700	12,075	5,833	13	5,83
18	7	L	7,00	7,00	7,00	1,7	0,700	12,425	6,233	14	6,23
18,5	13,5	L	13,50	13,50	13,50	1,7	0,700	12,775	11,927	27	11,93
19	20	L	20,00	20,00	20,00	1,7	0,700	13,125	17,534	40	17,53
19,5	26	L	26,00	26,00	26,00	1,7	0,700	13,475	22,621	52	22,62
20	32	L	32,00	32,00	32,00	1,7	0,700	13,825	27,631	64	27,63
20,5	31,5	L	31,50	31,50	31,50	1,7	0,700	14,175	26,995	63	27,00
21	31	L	31,00	31,00	31,00	1,7	0,700	14,525	26,369	62	26,37
21,5	31	L	31,00	31,00	31,00	1,7	0,700	14,875	26,174	62	26,17
22	31	L	31,00	31,00	31,00	1,7	0,700	15,225	25,982	62	25,98
22,5	37	L	37,00	37,00	37,00	1,7	0,700	15,575	30,785	74	30,79
23	43	L	43,00	43,00	43,00	1,7	0,700	15,925	35,519	86	35,52
23,5	48,5	L	48,50	48,50	48,50	1,7	0,700	16,275	39,774	97	39,77
24	54	L	54,00	54,00	54,00	1,7	0,700	16,625	43,969	108	43,97
24,5	53,5	L	53,50	53,50	53,50	1,7	0,700	16,975	43,254	107	43,25
25	53	L	53,00	53,00	53,00	1,7	0,700	17,325	42,549	106	42,55
25,5	52,5	L	52,50	52,50	52,50	1,7	0,700	17,675	41,854	105	41,85
26	52	L	52,00	52,00	52,00	1,7	0,700	18,025	41,168	104	41,17
26,5	54,3	L	54,25	54,25	54,25	1,7	0,700	18,375	42,654	109	42,65
27	56,5	L	56,50	56,50	56,50	1,7	0,700	18,725	44,119	113	44,12
27,5	58,8	L	58,75	58,75	58,75	1,7	0,700	19,075	45,565	118	45,56
28	61	L	61,00	61,00	61,00	1,7	0,700	19,425	46,991	122	46,99
28,5	61,8	L	61,75	61,75	61,75	1,7	0,700	19,775	47,250	124	47,25
29	62,5	L	62,50	62,50	62,50	1,7	0,700	20,125	47,506	125	47,51
29,5	63,3	L	63,25	63,25	63,25	1,7	0,700	20,475	47,758	127	47,76
30	64	L	64,00	64,00	64,00	1,7	0,700	20,825	48,008	128	48,01
30,5	64	L	64,00	64,00	64,00	1,7	0,700	21,175	47,694	128	47,69
31	64	L	64,00	64,00	64,00	1,7	0,700	21,525	47,385	128	47,39

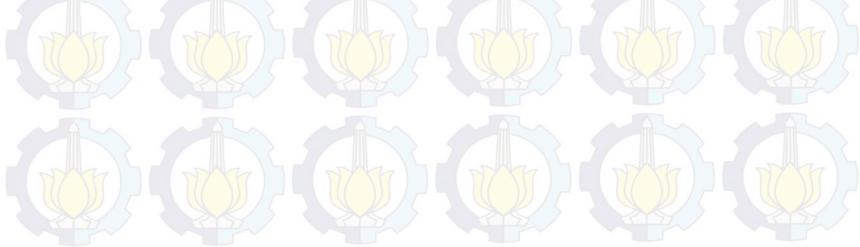


Bor No.

: BM-9

Depth (m)	Nspt	L/P	N >15sand 15+..	N >15sand 0,6 N	N1	□ sat (t/m3)	□ ' (t/m3)	po (ton/m2)	N2	2N1	N Corr
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
0	0	P	0,00	0,00	0,00	1,8	0,800	0	0,000	0	0,00
0,5	0	P	0,00	0,00	0,00	1,8	0,800	0,2	0,000	0	0,00
1	0	P	0,00	0,00	0,00	1,8	0,800	0,6	0,000	0	0,00
1,5	0	P	0,00	0,00	0,00	1,8	0,800	1	0,000	0	0,00
2	0	P	0,00	0,00	0,00	1,8	0,800	1,4	0,000	0	0,00
2,5	0	P	0,00	0,00	0,00	1,8	0,800	1,8	0,000	0	0,00
3	0	P	0,00	0,00	0,00	1,8	0,800	2,2	0,000	0	0,00
3,5	0	P	0,00	0,00	0,00	1,8	0,800	2,6	0,000	0	0,00
4	0	P	0,00	0,00	0,00	1,8	0,800	3	0,000	0	0,00
4,5	0	P	0,00	0,00	0,00	1,8	0,800	3,4	0,000	0	0,00
5	0	P	0,00	0,00	0,00	1,8	0,800	3,8	0,000	0	0,00
5,5	0	P	0,00	0,00	0,00	1,8	0,800	4,2	0,000	0	0,00
6	0	P	0,00	0,00	0,00	1,8	0,800	4,6	0,000	0	0,00
6,5	0	P	0,00	0,00	0,00	1,8	0,800	5	0,000	0	0,00
7	0	P	0,00	0,00	0,00	1,8	0,800	5,4	0,000	0	0,00
7,5	2,5	L	2,50	2,50	2,50	1,7	0,700	5,775	3,021	5	3,02
8	5	L	5,00	5,00	5,00	1,7	0,700	5,425	6,309	10	6,31
8,5	5	L	5,00	5,00	5,00	1,7	0,700	5,775	6,042	10	6,04
9	5	L	5,00	5,00	5,00	1,7	0,700	6,125	5,797	10	5,80
9,5	5,5	L	5,50	5,50	5,50	1,7	0,700	6,475	6,128	11	6,13
10	6	L	6,00	6,00	6,00	1,7	0,700	6,825	6,434	12	6,43
10,5	5,5	L	5,50	5,50	5,50	1,7	0,700	7,175	5,685	11	5,68
11	5	L	5,00	5,00	5,00	1,7	0,700	7,525	4,997	10	5,00
11,5	4,5	L	4,50	4,50	4,50	1,7	0,700	7,875	4,458	9	4,46
12	4	L	4,00	4,00	4,00	1,7	0,700	8,225	3,929	8	3,93
12,5	3,5	L	3,50	3,50	3,50	1,7	0,700	8,575	3,408	7	3,41
13	3	L	3,00	3,00	3,00	1,7	0,700	8,925	2,897	6	2,90
13,5	3	L	3,00	3,00	3,00	1,7	0,700	9,275	2,873	6	2,87
14	3	L	3,00	3,00	3,00	1,7	0,700	9,625	2,849	6	2,85
14,5	3,5	L	3,50	3,50	3,50	1,7	0,700	9,975	3,296	7	3,30
15	4	L	4,00	4,00	4,00	1,7	0,700	10,325	3,736	8	3,74

Depth	Nspt	L/P	N >15sand	N >15sand	N1	□ sat	□ '	po	N2	2N1	N Corr
(m)			15+..	0,6 N		(t/m3)	(t/m3)	(ton/m2)			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
15,5	4	L	4,00	4,00	4,00	1,7	0,700	10,675	3,706	8	3,71
16	4	L	4,00	4,00	4,00	1,7	0,700	11,025	3,676	8	3,68
16,5	4	L	4,00	4,00	4,00	1,7	0,700	11,375	3,647	8	3,65
17	4	L	4,00	4,00	4,00	1,7	0,700	11,725	3,618	8	3,62
17,5	4,5	L	4,50	4,50	4,50	1,7	0,700	12,075	4,038	9	4,04
18	5	L	5,00	5,00	5,00	1,7	0,700	12,425	4,452	10	4,45
18,5	11,5	L	11,50	11,50	11,50	1,7	0,700	12,775	10,160	23	10,16
19	18	L	18,00	18,00	18,00	1,7	0,700	13,125	15,781	36	15,78
19,5	20,5	L	20,50	20,50	20,50	1,7	0,700	13,475	17,836	41	17,84
20	23	L	23,00	23,00	23,00	1,7	0,700	13,825	19,860	46	19,86
20,5	26,5	L	26,50	26,50	26,50	1,7	0,700	14,175	22,710	53	22,71
21	30	L	30,00	30,00	30,00	1,7	0,700	14,525	25,518	60	25,52
21,5	37	L	37,00	37,00	37,00	1,7	0,700	14,875	31,240	74	31,24
22	44	L	44,00	44,00	44,00	1,7	0,700	15,225	36,878	88	36,88
22,5	47	L	47,00	47,00	47,00	1,7	0,700	15,575	39,106	94	39,11
23	50	L	50,00	50,00	50,00	1,7	0,700	15,925	41,301	100	41,30
23,5	55	L	55,00	55,00	55,00	1,7	0,700	16,275	45,105	110	45,11
24	60	L	60,00	60,00	60,00	1,7	0,700	16,625	48,855	120	48,85
24,5	59,5	L	59,50	59,50	59,50	1,7	0,700	16,975	48,105	119	48,11
25	59	L	59,00	59,00	59,00	1,7	0,700	17,325	47,366	118	47,37
25,5	58	L	58,00	58,00	58,00	1,7	0,700	17,675	46,238	116	46,24
26	57	L	57,00	57,00	57,00	1,7	0,700	18,025	45,126	114	45,13
26,5	58,5	L	58,50	58,50	58,50	1,7	0,700	18,375	45,995	117	46,00
27	60	L	60,00	60,00	60,00	1,7	0,700	18,725	46,852	120	46,85
27,5	62	L	62,00	62,00	62,00	1,7	0,700	19,075	48,085	124	48,09
28	64	L	64,00	64,00	64,00	1,7	0,700	19,425	49,302	128	49,30
28,5	62,5	L	62,50	62,50	62,50	1,7	0,700	19,775	47,824	125	47,82
29	61	L	61,00	61,00	61,00	1,7	0,700	20,125	46,366	122	46,37
29,5	61,5	L	61,50	61,50	61,50	1,7	0,700	20,475	46,437	123	46,44
30	62	L	62,00	62,00	62,00	1,7	0,700	20,825	46,507	124	46,51
30,5	62	L	62,00	62,00	62,00	1,7	0,700	21,175	46,204	124	46,20
31	62	L	62,00	62,00	62,00	1,7	0,700	21,525	45,905	124	45,90



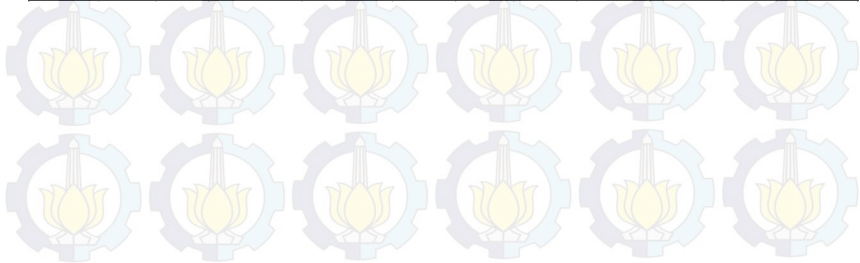
Bor No.

: BM-10

Depth	Nspt	L/P	N >15sand	N >15sand	N1	□sat	□ '	po	N2	2N1	N Corr
(m)			15+..	0,6 N		(t/m3)	(t/m3)	(ton/m2)			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
0	0	P	0,00	0,00	0,00	1,8	0,800	0	0,000	0	0,00
0,5	0	P	0,00	0,00	0,00	1,8	0,800	0,2	0,000	0	0,00
1	0	P	0,00	0,00	0,00	1,8	0,800	0,6	0,000	0	0,00
1,5	0	P	0,00	0,00	0,00	1,8	0,800	1	0,000	0	0,00
2	0	P	0,00	0,00	0,00	1,8	0,800	1,4	0,000	0	0,00
2,5	0	P	0,00	0,00	0,00	1,8	0,800	1,8	0,000	0	0,00
3	0	P	0,00	0,00	0,00	1,8	0,800	2,2	0,000	0	0,00
3,5	0	P	0,00	0,00	0,00	1,8	0,800	2,6	0,000	0	0,00
4	0	P	0,00	0,00	0,00	1,8	0,800	3	0,000	0	0,00
4,5	0	P	0,00	0,00	0,00	1,8	0,800	3,4	0,000	0	0,00
5	0	P	0,00	0,00	0,00	1,8	0,800	3,8	0,000	0	0,00
5,5	0	P	0,00	0,00	0,00	1,8	0,800	4,2	0,000	0	0,00
6	0	P	0,00	0,00	0,00	1,8	0,800	4,6	0,000	0	0,00
6,5	0	P	0,00	0,00	0,00	1,8	0,800	5	0,000	0	0,00
7	0	P	0,00	0,00	0,00	1,8	0,800	5,4	0,000	0	0,00
7,5	7,5	P	7,50	7,50	7,50	1,8	0,800	5,8	9,036	15	9,04
8	8	P	8,00	8,00	8,00	1,8	0,800	6,2	9,195	16	9,20
8,5	8,5	L	8,50	8,50	8,50	1,7	0,700	6,575	9,366	17	9,37
9	9	L	9,00	9,00	9,00	1,7	0,700	6,125	10,435	18	10,43
9,5	9,5	L	9,50	9,50	9,50	1,7	0,700	6,475	10,585	19	10,58
10	10	L	10,00	10,00	10,00	1,7	0,700	6,825	10,724	20	10,72
10,5	10,5	L	10,50	10,50	10,50	1,7	0,700	7,175	10,853	21	10,85
11	11	L	11,00	11,00	11,00	1,7	0,700	7,525	10,993	22	10,99
11,5	11,5	L	11,50	11,50	11,50	1,7	0,700	7,875	11,393	23	11,39
12	12	L	12,00	12,00	12,00	1,7	0,700	8,225	11,786	24	11,79
12,5	12,5	L	12,50	12,50	12,50	1,7	0,700	8,575	12,173	25	12,17
13	13	L	13,00	13,00	13,00	1,7	0,700	8,925	12,553	26	12,55
13,5	13,5	L	13,50	13,50	13,50	1,7	0,700	9,275	12,926	27	12,93
14	14	L	14,00	14,00	14,00	1,7	0,700	9,625	13,294	28	13,29
14,5	14,5	L	14,50	14,50	14,50	1,7	0,700	9,975	13,655	29	13,66
15	15	L	15,00	15,00	15,00	1,7	0,700	10,325	14,011	30	14,01



Depth	Nspt	L/P	N >15sand	N >15sand	N1	□sat	□ '	po	N2	2N1	N Corr
(m)			15+..	0,6 N		(t/m3)	(t/m3)	(ton/m2)			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
15,5	15,5	L	15,50	15,50	15,50	1,7	0,700	10,675	14,360	31	14,36
16	16	L	16,00	16,00	16,00	1,7	0,700	11,025	14,704	32	14,70
16,5	16,5	L	16,50	16,50	16,50	1,7	0,700	11,375	15,043	33	15,04
17	17	L	17,00	17,00	17,00	1,7	0,700	11,725	15,376	34	15,38
17,5	17,5	L	17,50	17,50	17,50	1,7	0,700	12,075	15,704	35	15,70
18	18	L	18,00	18,00	18,00	1,7	0,700	12,425	16,027	36	16,03
18,5	18,5	L	18,50	18,50	18,50	1,7	0,700	12,775	16,345	37	16,34
19	19	L	19,00	19,00	19,00	1,7	0,700	13,125	16,658	38	16,66
19,5	19,5	L	19,50	19,50	19,50	1,7	0,700	13,475	16,966	39	16,97
20	20	L	20,00	20,00	20,00	1,7	0,700	13,825	17,269	40	17,27
20,5	27,5	L	27,50	27,50	27,50	1,7	0,700	14,175	23,567	55	23,57
21	35	L	35,00	35,00	35,00	1,7	0,700	14,525	29,771	70	29,77
21,5	47	L	47,00	47,00	47,00	1,7	0,700	14,875	39,683	94	39,68
22	59	L	59,00	59,00	59,00	1,7	0,700	15,225	49,450	118	49,45
22,5	59	L	59,00	59,00	59,00	1,7	0,700	15,575	49,090	118	49,09
23	59	L	59,00	59,00	59,00	1,7	0,700	15,925	48,735	118	48,74
23,5	59	L	59,00	59,00	59,00	1,7	0,700	16,275	48,385	118	48,39
24	59	L	59,00	59,00	59,00	1,7	0,700	16,625	48,041	118	48,04
24,5	59,5	L	59,50	59,50	59,50	1,7	0,700	16,975	48,105	119	48,11
25	60	L	60,00	60,00	60,00	1,7	0,700	17,325	48,169	120	48,17
25,5	60,5	L	60,50	60,50	60,50	1,7	0,700	17,675	48,231	121	48,23
26	61	L	61,00	61,00	61,00	1,7	0,700	18,025	48,293	122	48,29
26,5	61,5	L	61,50	61,50	61,50	1,7	0,700	18,375	48,354	123	48,35
27	62	L	62,00	62,00	62,00	1,7	0,700	18,725	48,414	124	48,41
27,5	62,5	L	62,50	62,50	62,50	1,7	0,700	19,075	48,473	125	48,47
28	63	L	63,00	63,00	63,00	1,7	0,700	19,425	48,532	126	48,53
28,5	63,5	L	63,50	63,50	63,50	1,7	0,700	19,775	48,589	127	48,59
29	64	L	64,00	64,00	64,00	1,7	0,700	20,125	48,646	128	48,65
29,5	65	L	65,00	65,00	65,00	1,7	0,700	20,475	49,080	130	49,08
30	66	L	66,00	66,00	66,00	1,7	0,700	20,825	49,508	132	49,51
30,5	66	L	66,00	66,00	66,00	1,7	0,700	21,175	49,185	132	49,18
31	66	L	66,00	66,00	66,00	1,7	0,700	21,525	48,866	132	48,87



Bor No.

: BM-11

Depth	Nspt	L/P	N >15sand	N >15sand	N1	$\gamma_{sat}$	$\gamma'$	po	N2	2N1	N Corr
(m)			15+..	0,6 N		(t/m3)	(t/m3)	(ton/m2)			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
0	0	P	0.00	0.00	0.00	1.8	0.800	0	0.000	0	0.00
0.5	0	P	0.00	0.00	0.00	1.8	0.800	0.2	0.000	0	0.00
1	0	P	0.00	0.00	0.00	1.8	0.800	0.6	0.000	0	0.00
1.5	0	P	0.00	0.00	0.00	1.8	0.800	1	0.000	0	0.00
2	0	P	0.00	0.00	0.00	1.8	0.800	1.4	0.000	0	0.00
2.5	0	P	0.00	0.00	0.00	1.8	0.800	1.8	0.000	0	0.00
3	0	P	0.00	0.00	0.00	1.8	0.800	2.2	0.000	0	0.00
3.5	0	P	0.00	0.00	0.00	1.8	0.800	2.6	0.000	0	0.00
4	0	P	0.00	0.00	0.00	1.8	0.800	3	0.000	0	0.00
4.5	0	P	0.00	0.00	0.00	1.8	0.800	3.4	0.000	0	0.00
5	0	P	0.00	0.00	0.00	1.8	0.800	3.8	0.000	0	0.00
5.5	0	P	0.00	0.00	0.00	1.8	0.800	4.2	0.000	0	0.00
6	0	P	0.00	0.00	0.00	1.8	0.800	4.6	0.000	0	0.00
6.5	0	P	0.00	0.00	0.00	1.8	0.800	5	0.000	0	0.00
7	0	P	0.00	0.00	0.00	1.8	0.800	5.4	0.000	0	0.00
7.5	0	L	0.00	0.00	0.00	1.7	0.700	5.775	0.000	0	0.00
8	0	L	0.00	0.00	0.00	1.7	0.700	5.425	0.000	0	0.00
8.5	0	L	0.00	0.00	0.00	1.7	0.700	5.775	0.000	0	0.00
9	0	L	0.00	0.00	0.00	1.7	0.700	6.125	0.000	0	0.00
9.5	0	L	0.00	0.00	0.00	1.7	0.700	6.475	0.000	0	0.00
10	0	L	0.00	0.00	0.00	1.7	0.700	6.825	0.000	0	0.00
10.5	0	L	0.00	0.00	0.00	1.7	0.700	7.175	0.000	0	0.00
11	0	L	0.00	0.00	0.00	1.7	0.700	7.525	0.000	0	0.00
11.5	0	L	0.00	0.00	0.00	1.7	0.700	7.875	0.000	0	0.00
12	0	L	0.00	0.00	0.00	1.7	0.700	8.225	0.000	0	0.00
12.5	0	L	0.00	0.00	0.00	1.7	0.700	8.575	0.000	0	0.00
13	0	L	0.00	0.00	0.00	1.7	0.700	8.925	0.000	0	0.00
13.5	0	L	0.00	0.00	0.00	1.7	0.700	9.275	0.000	0	0.00
14	0	L	0.00	0.00	0.00	1.7	0.700	9.625	0.000	0	0.00
14.5	0	L	0.00	0.00	0.00	1.7	0.700	9.975	0.000	0	0.00
15	0	L	0.00	0.00	0.00	1.7	0.700	10.325	0.000	0	0.00

Depth	Nspt	L/P	N >15sand	N >15sand	N1	$\gamma_{sat}$	$\gamma'$	po	N2	2N1	N Corr
(m)			15+..	0,6 N		(t/m3)	(t/m3)	(ton/m2)			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
15.5	0	L	0.00	0.00	0.00	1.7	0.700	10.675	0.000	0	0.00
16	0	L	0.00	0.00	0.00	1.7	0.700	11.025	0.000	0	0.00
16.5	0	L	0.00	0.00	0.00	1.7	0.700	11.375	0.000	0	0.00
17	0	L	0.00	0.00	0.00	1.7	0.700	11.725	0.000	0	0.00
17.5	0.5	L	0.50	0.50	0.50	1.7	0.700	12.075	0.449	1	0.45
18	1	L	1.00	1.00	1.00	1.7	0.700	12.425	0.890	2	0.89
18.5	5.5	L	5.50	5.50	5.50	1.7	0.700	12.775	4.859	11	4.86
19	10	L	10.00	10.00	10.00	1.7	0.700	13.125	8.767	20	8.77
19.5	15	L	15.00	15.00	15.00	1.7	0.700	13.475	13.051	30	13.05
20	20	L	20.00	20.00	20.00	1.7	0.700	13.825	17.269	40	17.27
20.5	24	L	24.00	24.00	24.00	1.7	0.700	14.175	20.568	48	20.57
21	28	L	28.00	28.00	28.00	1.7	0.700	14.525	23.817	56	23.82
21.5	33	L	33.00	33.00	33.00	1.7	0.700	14.875	27.863	66	27.86
22	38	L	38.00	38.00	38.00	1.7	0.700	15.225	31.849	76	31.85
22.5	39	L	39.00	39.00	39.00	1.7	0.700	15.575	32.449	78	32.45
23	40	L	40.00	40.00	40.00	1.7	0.700	15.925	33.041	80	33.04
23.5	41	L	41.00	41.00	41.00	1.7	0.700	16.275	33.624	82	33.62
24	42	L	42.00	42.00	42.00	1.7	0.700	16.625	34.198	84	34.20
24.5	42.5	L	42.50	42.50	42.50	1.7	0.700	16.975	34.361	85	34.36
25	43	L	43.00	43.00	43.00	1.7	0.700	17.325	34.521	86	34.52
25.5	43.5	L	43.50	43.50	43.50	1.7	0.700	17.675	34.679	87	34.68
26	44	L	44.00	44.00	44.00	1.7	0.700	18.025	34.834	88	34.83
26.5	47	L	47.00	47.00	47.00	1.7	0.700	18.375	36.953	94	36.95
27	50	L	50.00	50.00	50.00	1.7	0.700	18.725	39.043	100	39.04
27.5	55.5	L	55.50	55.50	55.50	1.7	0.700	19.075	43.044	111	43.04
28	61	L	61.00	61.00	61.00	1.7	0.700	19.425	46.991	122	46.99
28.5	62	L	62.00	62.00	62.00	1.7	0.700	19.775	47.441	124	47.44
29	63	L	63.00	63.00	63.00	1.7	0.700	20.125	47.886	126	47.89
29.5	64.5	L	64.50	64.50	64.50	1.7	0.700	20.475	48.702	129	48.70
30	66	L	66.00	66.00	66.00	1.7	0.700	20.825	49.508	132	49.51
30.5	66.5	L	66.50	66.50	66.50	1.7	0.700	21.175	49.558	133	49.56
31	67	L	67.00	67.00	67.00	1.7	0.700	21.525	49.607	134	49.61





## BROSUR MINIPILE

Classification								
Outside Diameter (mm)	Wall Thickness (mm)	Class	Concrete Cross Section (cm <sup>2</sup> )	Unit Weight (kg/m)	Length (m)	Bending Moment Crack (Ton.m)	Bending Moment Ultimate (Ton.m)	Allowable Axial Load (Ton)
300	60	A2	452	113	6 - 13	2.50	3.75	72.60
		A3				3.00	4.50	70.75
		B				3.50	5.30	62.80
350	65	A1	582	145	6 - 15	3.50	5.25	93.10
		A3				4.20	6.30	89.50
		B				5.00	9.00	86.40
400	75	A2	766	191	6 - 16	5.50	9.25	121.10
		A3				6.50	9.75	117.60
		B				7.50	13.90	114.40
450	80	A1	930	232	6 - 16	7.50	11.25	149.50
		A2				8.50	12.75	145.80
		A3				10.00	15.00	143.80
500	90	A1	1150	290	6 - 16	10.50	15.75	183.20
		A2				12.50	18.75	181.70
		A3				14.00	21.00	178.20
600	100	A1	1571	393	6 - 16	17.00	34.00	269.00
		A2				19.00	25.50	252.70
		A3				22.00	33.00	249.00
		B				25.00	45.00	238.30
		C				29.00	58.00	229.50

## LAMPIRAN 8

### Cu SETELAH LONGSOR

distribusi tegangan				H timbunan = 7.100		m		
akibat timbunan		Q = 12.78		t/m				
DEPT	z	a	b	a/z	b/z	I	2I	$\Delta\sigma'$
(m)	(m)	(m)	(m)					(t/m <sup>2</sup> )
0-2	1	0.100	28.2	0.100	28.20	0.5	1	12.780
2-4	3	0.100	28.2	0.033	9.40	0.5	1	12.780
4-6	5	0.100	28.2	0.020	5.64	0.5	1	12.780
6-8	7	0.100	28.2	0.014	4.03	0.5	1	12.780
8-10	9	0.100	28.2	0.011	3.13	0.5	1	12.780
10-12	11	0.100	28.2	0.009	2.56	0.489	0.978	12.499
12-14	13	0.100	28.2	0.008	2.17	0.482	0.964	12.320
14-16	15	0.100	28.2	0.007	1.88	0.479	0.958	12.243
16-18	17	0.100	28.2	0.006	1.66	0.47	0.94	12.013
18-20	19	0.100	28.2	0.005	1.48	0.463	0.926	11.834
20-22	21	0.100	28.2	0.005	1.34	0.448	0.896	11.451
22-24	23	0.100	28.2	0.004	1.23	0.446	0.892	11.400
24-26	25	0.100	28.2	0.004	1.13	0.435	0.87	11.119
26-28	27	0.100	28.2	0.004	1.04	0.413	0.826	10.556
28-30	29	0.100	28.2	0.003	0.97	0.408	0.816	10.428
30-32	31	0.100	28.2	0.003	0.91	0.398	0.796	10.173

distribusi tegangan				H timbunan = 3,000		m		
akibat timbunan		Q = 5,4		t/m				
kedalaman	z	a	b	a/z	b/z	I	2I	$\Delta\sigma'$
(m)	(m)	(m)	(m)					(t/m <sup>2</sup> )
0-2	8,1	1,800	26,4	0,22	3,26	0,5	1	5,400
2-4	10,1	1,800	26,4	0,18	2,61	0,489	0,978	5,281
4-6	12,1	1,800	26,4	0,15	2,18	0,482	0,964	5,206
6-8	14,1	1,800	26,4	0,13	1,87	0,479	0,958	5,173
8-10	16,1	1,800	26,4	0,11	1,64	0,472	0,944	5,098
10-12	18,1	1,800	26,4	0,10	1,46	0,46	0,92	4,968
12-14	20,1	1,800	26,4	0,09	1,31	0,445	0,89	4,806
14-16	22,1	1,800	26,4	0,08	1,19	0,438	0,876	4,730
16-18	24,1	1,800	26,4	0,07	1,10	0,425	0,85	4,590
18-20	26,1	1,800	26,4	0,07	1,01	0,423	0,846	4,568
20-22	28,1	1,800	26,4	0,06	0,94	0,415	0,83	4,482
22-24	30,1	1,800	26,4	0,06	0,88	0,39	0,78	4,212
24-26	32,1	1,800	26,4	0,06	0,82	0,382	0,764	4,126
26-28	34,1	1,800	26,4	0,05	0,77	0,369	0,738	3,985
28-30	36,1	1,800	26,4	0,05	0,73	0,36	0,72	3,888
30-32	38,1	1,800	26,4	0,05	0,69	0,35	0,7	3,78

**Cu SETELAH LONGSOR,  $H_{total} = 10,1$  m**

TEGANGAN OVER BURDEN		Tegangan efektif	Perubahan Tegangan
		$\sigma'$	$U = 50\%$
DEPT (m)	$\sigma'o$ (t/m <sup>2</sup> )	t/m <sup>2</sup>	t/m <sup>2</sup>
		H= 10.1 m	H= 10.1m
0-2	0.70	18.9	2.935
2-4	2.10	20.2	4.407
4-6	3.50	21.5	5.172
6-8	4.90	22.9	5.682
8-10	6.30	24.2	6.042
10-12	7.70	25.2	6.221
12-14	9.10	26.2	6.348
14-16	10.50	27.5	6.484
16-18	11.90	28.5	6.517
18-20	13.30	29.7	6.576
20-22	14.70	30.6	6.520
22-24	16.10	31.7	6.496
24-26	17.50	32.7	6.438
26-28	18.90	33.4	6.240
28-30	20.30	34.6	6.209
30-32	21.70	35.7	6.115

kedalaman (m)	PI	Cu Lama	Cu Baru			Cu pakai		
		kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	t/m <sup>2</sup>	Kpa	kg/cm <sup>2</sup>	t/m <sup>2</sup>	Kpa
0-2	30	0.084	0.12	1.15	11.53	0.12	1.15	11.53
2-4	30	0.103	0.14	1.36	13.61	0.14	1.36	13.61
4-6	30	0.123	0.15	1.47	14.69	0.15	1.47	14.69
6-8	30	0.143	0.15	1.54	15.42	0.15	1.54	15.42
8-10	30	0.163	0.16	1.59	15.93	0.16	1.63	16.29
10-12	30	0.183	0.16	1.62	16.18	0.18	1.83	18.27
12-14	30	0.203	0.16	1.64	16.36	0.20	2.03	20.26
14-16	30	0.222	0.17	1.66	16.55	0.22	2.22	22.24
16-18	30	0.242	0.17	1.66	16.60	0.24	2.42	24.22
18-20	30	0.262	0.17	1.67	16.68	0.26	2.62	26.20
20-22	30	0.282	0.17	1.66	16.60	0.28	2.82	28.19
22-24	30	0.302	0.17	1.66	16.57	0.30	3.02	30.17
24-26	30	0.322	0.16	1.65	16.49	0.32	3.22	32.15
26-28	30	0.341	0.16	1.62	16.21	0.34	3.41	34.13
28-30	30	0.361	0.16	1.62	16.16	0.36	3.61	36.11
30-32	30	0.381	0.16	1.60	16.03	0.38	3.81	38.10

**Cu SETELAH LONGSOR, H<sub>total</sub> = 9,1 m**



distribusi tegangan				H timbunan = 7.100		m		
akibat timbunan		Q =	12.78	t/m				
DEPT	z	a	b	a/z	b/z	l	2l	$\Delta\sigma'$
(m)	(m)	(m)	(m)					(t/m <sup>2</sup> )
0-2	1	0.100	28.2	0.100	28.20	0.5	1	12.780
2-4	3	0.100	28.2	0.033	9.40	0.5	1	12.780
4-6	5	0.100	28.2	0.020	5.64	0.5	1	12.780
6-8	7	0.100	28.2	0.014	4.03	0.5	1	12.780
8-10	9	0.100	28.2	0.011	3.13	0.5	1	12.780
10-12	11	0.100	28.2	0.009	2.56	0.489	0.978	12.499
12-14	13	0.100	28.2	0.008	2.17	0.482	0.964	12.320
14-16	15	0.100	28.2	0.007	1.88	0.479	0.958	12.243
16-18	17	0.100	28.2	0.006	1.66	0.47	0.94	12.013
18-20	19	0.100	28.2	0.005	1.48	0.463	0.926	11.834
20-22	21	0.100	28.2	0.005	1.34	0.448	0.896	11.451
22-24	23	0.100	28.2	0.004	1.23	0.446	0.892	11.400
24-26	25	0.100	28.2	0.004	1.13	0.435	0.87	11.119
26-28	27	0.100	28.2	0.004	1.04	0.413	0.826	10.556
28-30	29	0.100	28.2	0.003	0.97	0.408	0.816	10.428
30-32	31	0.100	28.2	0.003	0.91	0.398	0.796	10.173

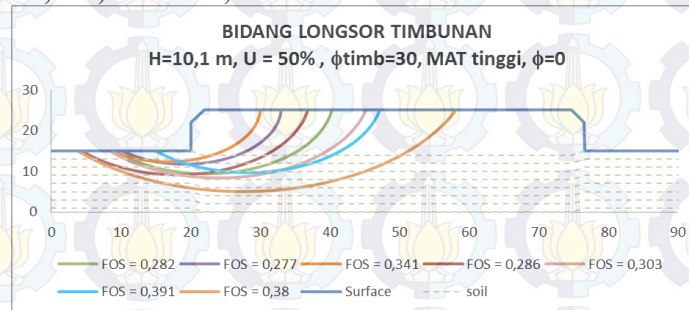
distribusi tegangan				H timbunan = 2,000		m		
akibat timbunan		Q = 3,6		t/m				
kedalaman	z	a	b	a/z	b/z	I	2 I	$\Delta\sigma'$
(m)	(m)	(m)	(m)					(t/m <sup>2</sup> )
0-2	8,1	1,200	27	0,15	3,33	0,5	1	3,600
2-4	10,1	1,200	27	0,12	2,67	0,489	0,978	3,521
4-6	12,1	1,200	27	0,10	2,23	0,482	0,964	3,470
6-8	14,1	1,200	27	0,09	1,91	0,479	0,958	3,449
8-10	16,1	1,200	27	0,07	1,68	0,472	0,944	3,398
10-12	18,1	1,200	27	0,07	1,49	0,46	0,92	3,312
12-14	20,1	1,200	27	0,06	1,34	0,445	0,89	3,204
14-16	22,1	1,200	27	0,05	1,22	0,44	0,88	3,168
16-18	24,1	1,200	27	0,05	1,12	0,418	0,836	3,010
18-20	26,1	1,200	27	0,05	1,03	0,412	0,824	2,966
20-22	28,1	1,200	27	0,04	0,96	0,4	0,8	2,880
22-24	30,1	1,200	27	0,04	0,90	0,395	0,79	2,844
24-26	32,1	1,200	27	0,04	0,84	0,385	0,77	2,772
26-28	34,1	1,200	27	0,04	0,79	0,375	0,75	2,700
28-30	36,1	1,200	27	0,03	0,75	0,365	0,73	2,628
30-32	38,1	1,200	27	0,03	0,71	0,35	0,7	2,52

TEGANGAN OVER BURDEN		Tegangan efektif	Perubahan Tegangan
		$\sigma'$	$U = 100\%$
DEPT	$\sigma'o$	t/m2	t/m2
(m)	(t/m2)	H= 10.1 m	H= 10.1m
0-2	0.70	18.9	18.180
2-4	2.10	20.2	18.061
4-6	3.50	21.5	17.986
6-8	4.90	22.9	17.953
8-10	6.30	24.2	17.878
10-12	7.70	25.2	17.467
12-14	9.10	26.2	17.126
14-16	10.50	27.5	16.974
16-18	11.90	28.5	16.603
18-20	13.30	29.7	16.403
20-22	14.70	30.6	15.933
22-24	16.10	31.7	15.612
24-26	17.50	32.7	15.244
26-28	18.90	33.4	14.541
28-30	20.30	34.6	14.316
30-32	21.70	35.7	13.953

kedalaman (m)	PI	Cu Lama	Cu Baru		Cu pakai			
		kg/cm2	kg/cm2	t/m2	Kpa	kg/cm2	t/m2	Kpa
0-2	30	0.084	0.33	3.31	33.11	0.33	3.31	33.11
2-4	30	0.103	0.33	3.29	32.94	0.33	3.29	32.94
4-6	30	0.123	0.33	3.28	32.84	0.33	3.28	32.84
6-8	30	0.143	0.33	3.28	32.79	0.33	3.28	32.79
8-10	30	0.163	0.33	3.27	32.68	0.33	3.27	32.68
10-12	30	0.183	0.32	3.21	32.10	0.32	3.21	32.10
12-14	30	0.203	0.32	3.16	31.62	0.32	3.16	31.62
14-16	30	0.222	0.31	3.14	31.40	0.31	3.14	31.40
16-18	30	0.242	0.31	3.09	30.88	0.31	3.09	30.88
18-20	30	0.262	0.31	3.06	30.60	0.31	3.06	30.60
20-22	30	0.282	0.30	2.99	29.93	0.30	2.99	29.93
22-24	30	0.302	0.29	2.95	29.48	0.30	3.02	30.17
24-26	30	0.322	0.29	2.90	28.96	0.32	3.22	32.15
26-28	30	0.341	0.28	2.80	27.96	0.34	3.41	34.13
28-30	30	0.361	0.28	2.76	27.64	0.36	3.61	36.11
30-32	30	0.381	0.27	2.71	27.13	0.38	3.81	38.10

## LAMPIRAN 6

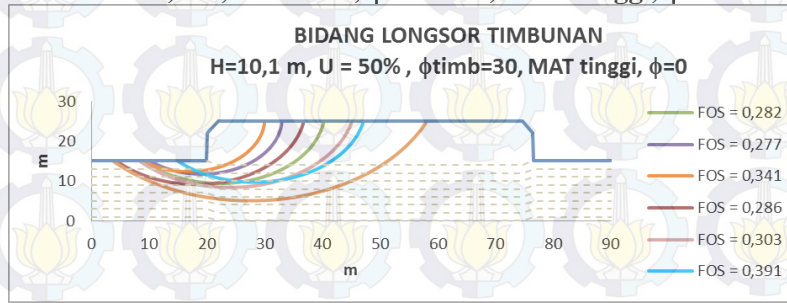
**H=10,1 m, U = 50%, DATA TANAH SEBELUM LONGSOR**



No	SF stabil	Hasil Stabl				Perhitungan						
		MR (kN.m)	MD (kN.m)	titik pusat X    Y		Sf rencana	MR rencana	$\Delta$ MR (kN.m)	P kN	F k	P max kN	n
1	0,282	8193	29053,19	22,24	27,61	1,05	30505,85	22312,85	84,72	1,61	136,22	9,0
2	0,277	4631	16718,41	19,13	25,62	1,05	17554,33	12923,33	84,72	1,95	136,22	6,8
3	0,341	4654	13648,09	16,73	25,66	1,05	14330,5	9676,499	84,72	2,04	136,22	5,3
4	0,286	8897	31108,39	18,08	28,14	1,05	32663,81	23766,81	84,72	1,57	136,22	9,2
5	0,303	11750	38778,88	24,01	30,13	1,05	40717,82	28967,82	84,72	1,46	136,22	9,8
6	0,391	9692	24787,72	28,26	29,01	1,05	26027,11	16335,11	84,72	1,65	136,22	6,2

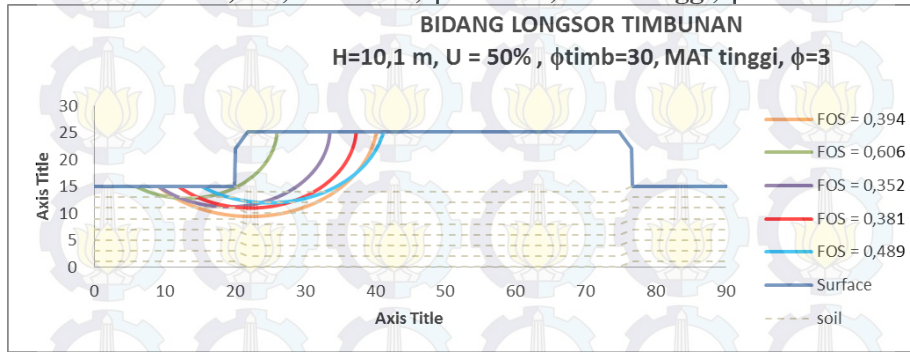


**BIDANG LONGSOR TIMBUNAN**  
**H=10,1 m, U = 50% ,  $\phi_{\text{timb}}=30$ , MAT tinggi,  $\phi=0$**



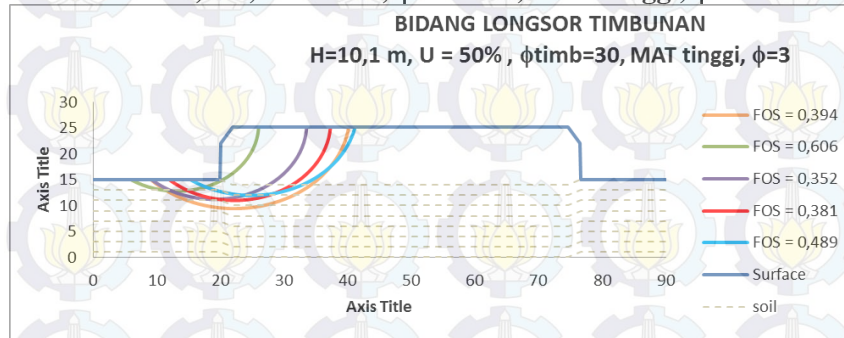
No	Hasil Stabl					Perhitungan						
	SF stabl	MR	MD	titik pusat		Sf rencana	MR rencana	$\Delta$ MR (kN.m)	P kN	F k	P max kN	n
		(kN.m)	(kN.m)	X	Y							
1	0,282	8193	29053,19	22,24	27,61	1,05	30505,85	22312,85	84,72	1,61	136,22	9,0
2	0,277	4631	16718,41	19,13	25,62	1,05	17554,33	12923,33	84,72	1,95	136,22	6,8
3	0,341	4654	13648,09	16,73	25,66	1,05	14330,5	9676,499	84,72	2,04	136,22	5,3
4	0,286	8897	31108,39	18,08	28,14	1,05	32663,81	23766,81	84,72	1,57	136,22	9,2
5	0,303	11750	38778,88	24,01	30,13	1,05	40717,82	28967,82	84,72	1,46	136,22	9,8
6	0,391	9692	24787,72	28,26	29,01	1,05	26027,11	16335,11	84,72	1,65	136,22	6,2

**BIDANG LONGSOR TIMBUNAN**  
**H=10,1 m, U = 50% ,  $\phi_{\text{timb}}=30$ , MAT tinggi,  $\phi=3$**



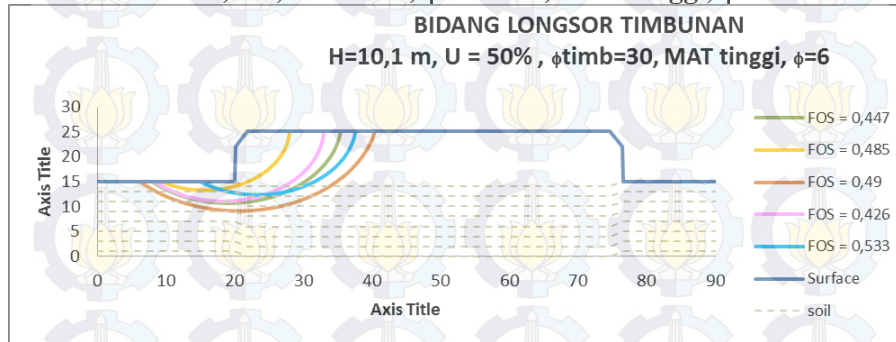
Hasil Stabl					Perhitungan							
No	SF stabil	MR	MD	titik pusat		Sf	MR	$\Delta$ MR	P	F k	P max	n
		(kN.m)	(kN.m)	X	Y	rencana	rencana	(kN.m)	kN	kN		
1	0,394	11390	28908,63	22,2	27,57	1,05	30354,06	18964,06	84,72	1,69	143,13	7,3
2	0,606	4904	8092,409	13,19	25,63	1,05	8497,03	3593,03	84,72	2,20	143,13	2,0
3	0,352	6560	18636,36	19,02	25,76	1,05	19568,18	13008,18	84,72	1,96	143,13	6,2
4	0,381	7584	19905,51	22,24	26,11	1,05	20900,79	13316,79	84,72	1,93	143,13	6,2
5	0,489	9544	19517,38	24,91	28,6	1,05	20493,25	10949,25	84,72	2,08	143,13	4,6

**BIDANG LONGSOR TIMBUNAN**  
**H=10,1 m, U = 50% ,  $\phi_{\text{timb}}=30$ , MAT tinggi,  $\phi=3$**



Hasil Stabl						Perhitungan						
No	SF stabl	MR	MD	titik pusat		Sf	MR	$\Delta$ MR	P	F k	P max	n
		(kN.m)	(kN.m)	X	Y	rencana	rencana	(kN.m)	kN	kN		
1	0,394	11390	28908,63	22,2	27,57	1,05	30354,06	18964,06	84,72	1,69	143,13	7,3
2	0,606	4904	8092,409	13,19	25,63	1,05	8497,03	3593,03	84,72	2,20	143,13	2,0
3	0,352	6560	18636,36	19,02	25,76	1,05	19568,18	13008,18	84,72	1,96	143,13	6,2
4	0,381	7584	19905,51	22,24	26,11	1,05	20900,79	13316,79	84,72	1,93	143,13	6,2
5	0,489	9544	19517,38	24,91	28,6	1,05	20493,25	10949,25	84,72	2,08	143,13	4,6

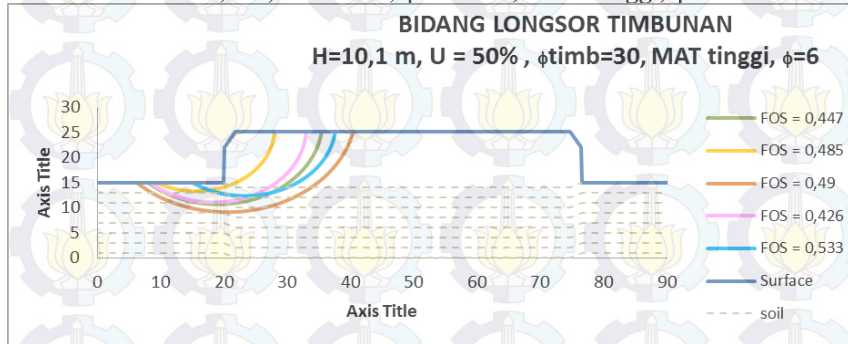
**BIDANG LONGSOR TIMBUNAN**  
**H=10,1 m, U = 50% ,  $\phi_{\text{timb}}=30$ , MAT tinggi,  $\phi=6$**



Hasil Stabl						Perhitungan						
No	SF stabl	MR	MD	titik pusat		Sf	MR	$\Delta$ MR	P	F k	P max	n
		(kN.m)	(kN.m)	X	Y	rencana	rencana	(kN.m)	kN		kN	
1	0,447	10430	23333,33	19,12	27,12	1,05	24500	14070	84,72	1,89	159,76	5,4
2	0,533	8596	16127,58	23,32	26,71	1,05	16933,96	8337,959	84,72	2,14	159,76	3,6
3	0,485	4865	10030,93	15,64	25,65	1,05	10532,47	5667,474	84,72	2,28	159,76	2,9
4	0,49	17280	35265,31	20,55	29,49	1,05	37028,57	19748,57	84,72	1,65	159,76	6,1
5	0,426	8013	18809,86	18,33	25,74	1,05	19750,35	11737,35	84,72	1,95	159,76	5,0

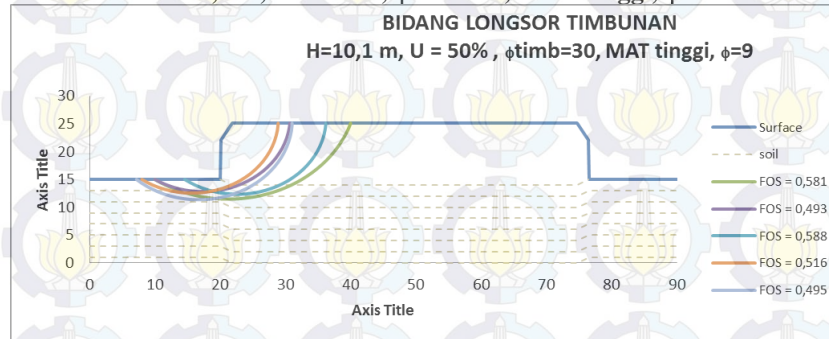


**BIDANG LONGSOR TIMBUNAN**  
**H=10,1 m, U = 50% ,  $\phi_{\text{timb}}=30$ , MAT tinggi,  $\phi=6$**



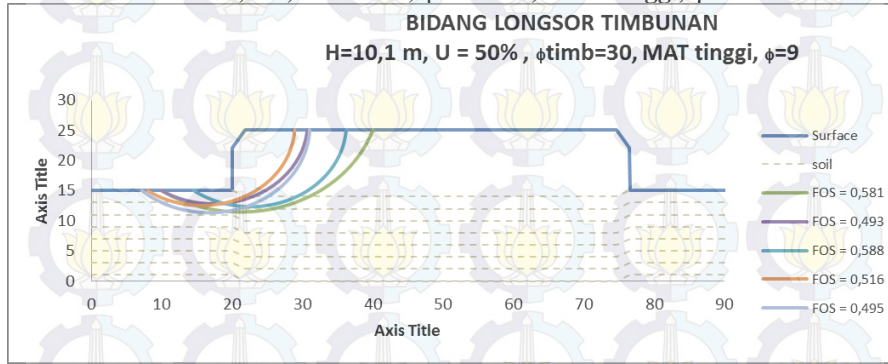
Hasil Stabl						Perhitungan						
No	SF stabl	MR	MD	titik pusat		Sf rencana	MR rencana	$\Delta$ MR (kN.m)	P kN	F k	P max kN	n
		(kN.m)	(kN.m)	X	Y							
1	0,447	10430	23333,33	19,12	27,12	1,05	24500	14070	84,72	1,89	159,76	5,4
2	0,533	8596	16127,58	23,32	26,71	1,05	16933,96	8337,959	84,72	2,14	159,76	3,6
3	0,485	4865	10030,93	15,64	25,65	1,05	10532,47	5667,474	84,72	2,28	159,76	2,9
4	0,49	17280	35265,31	20,55	29,49	1,05	37028,57	19748,57	84,72	1,65	159,76	6,1
5	0,426	8013	18809,86	18,33	25,74	1,05	19750,35	11737,35	84,72	1,95	159,76	5,0

**BIDANG LONGSOR TIMBUNAN**  
**H=10,1 m, U = 50% ,  $\phi_{\text{timb}}=30$ , MAT tinggi,  $\phi=9$**



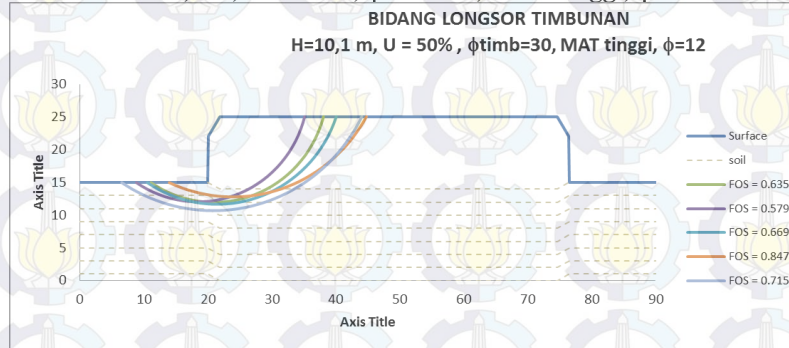
Hasil Stabl						Perhitungan						
No	SF stabl	MR	MD	titik pusat		Sf rencana	MR	$\Delta$ MR	P	F k	P max kN	n
		(kN.m)	(kN.m)	X	Y		(kN.m)	kN				
1	0,581	16580	28537,01	21,26	31,16	1,05	29963,86	13383,86	84,72	1,96	166,08	4,1
2	0,493	6760	13711,97	17,35	26,19	1,05	14397,57	7637,566	84,72	2,16	166,08	3,4
3	0,588	8924	15176,87	22,65	25,92	1,05	15935,71	7011,714	84,72	2,09	166,08	3,1
4	0,516	6360	12325,58	15,69	25,76	1,05	12941,86	6581,86	84,72	2,12	166,08	3,0
5	0,495	8285	16737,37	16,73	25,66	1,05	17574,24	9289,242	84,72	1,94	166,08	3,9

**BIDANG LONGSOR TIMBUNAN**  
**H=10,1 m, U = 50% ,  $\phi_{\text{timb}}=30$ , MAT tinggi,  $\phi=9$**



Hasil Stabl						Perhitungan						
No	SF stabl	MR	MD	titik pusat		Sf	MR	$\Delta$ MR	P	F k	P max	n
		(kN.m)	(kN.m)	X	Y	rencana	rencana	(kN.m)	kN	kN	kN	
1	0,581	16580	28537,01	21,26	31,16	1,05	29963,86	13383,86	84,72	1,96	166,08	4,1
2	0,493	6760	13711,97	17,35	26,19	1,05	14397,57	7637,566	84,72	2,16	166,08	3,4
3	0,588	8924	15176,87	22,65	25,92	1,05	15935,71	7011,714	84,72	2,09	166,08	3,1
4	0,516	6360	12325,58	15,69	25,76	1,05	12941,86	6581,86	84,72	2,12	166,08	3,0
5	0,495	8285	16737,37	16,73	25,66	1,05	17574,24	9289,242	84,72	1,94	166,08	3,9

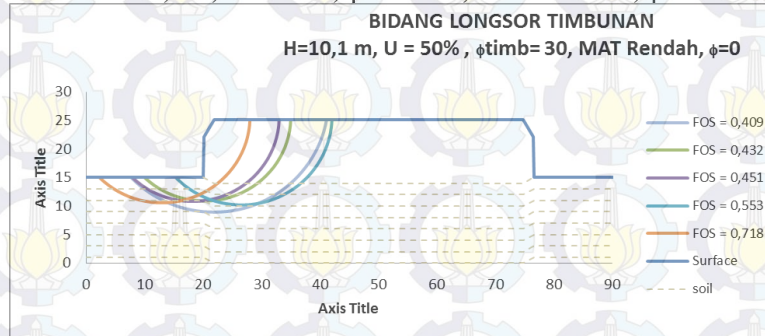
**BIDANG LONGSOR TIMBUNAN**  
**H=10,1 m, U = 50% ,  $\phi_{\text{timb}}=30$ , MAT tinggi,  $\phi=12$**



		Hasil Stabl					Perhitungan					
No	SF stabl	MR	MD	titik pusat		Sf	MR	$\Delta$ MR	P	F k	P max	n
		(kN.m)	(kN.m)	X	Y	rencana	rencana	(kN.m)	kN		kN	
1	0.635	14990	23606.3	21.02	29.68	1.05	24786.61	9796.614	84.72	1.78	150.61	3.7
2	0.579	12830	22158.89	18.47	29.26	1.05	23266.84	10436.84	84.72	1.79	150.61	4.0
3	0.669	18600	27802.69	21.49	31.32	1.05	29192.83	10592.83	84.72	1.73	150.61	3.6
4	0.847	25970	30661.16	23.98	36.65	1.05	32194.21	6224.215	84.72	1.90	150.61	1.7
5	0.715	31160	43580.42	20.87	36.66	1.05	45759.44	14599.44	84.72	1.58	150.61	3.7

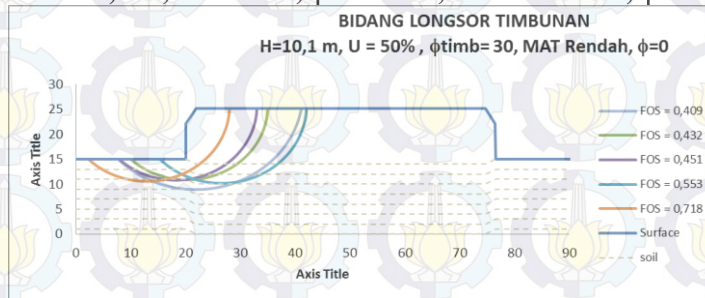


**BIDANG LONGSOR TIMBUNAN**  
**H=10,1 m, U = 50% ,  $\phi_{\text{timb}}= 30$ , MAT Rendah,  $\phi=0$**



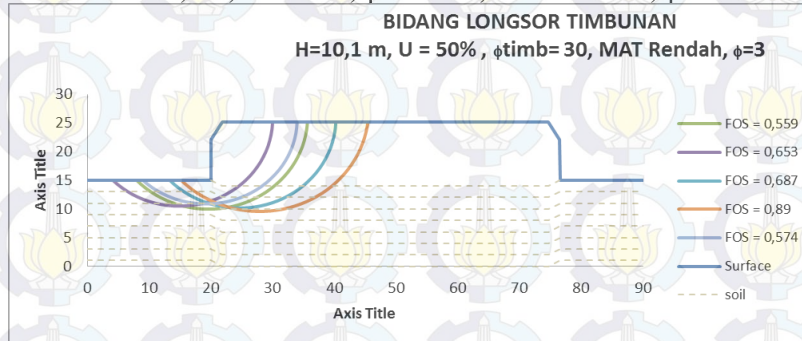
Hasil Stabl						Perhitungan						
No	SF stabl	MR	MD	titik pusat		Sf rencana	MR	$\Delta$ MR	P	F k	P max kN	n
		(kN.m)	(kN.m)	X	Y		(kN.m)	kN				
1	0,409	12400	30317,85	21,87	28,46	1,05	31833,74	19433,74	84,72	1,57	133,32	7,5
2	0,432	7733	17900,46	20,24	25,64	1,05	18795,49	11062,49	84,72	1,87	133,32	5,6
3	0,451	7904	17525,5	18,21	25,61	1,05	18401,77	10497,77	84,72	1,86	133,32	5,3
4	0,553	9046	16358,05	26,56	25,68	1,05	17175,95	8129,949	84,72	1,77	133,32	3,9
5	0,718	9472	13192,2	12,96	25,63	1,05	13851,81	4379,811	84,72	1,82	133,32	2,2

**BIDANG LONGSOR TIMBUNAN**  
**H=10,1 m, U = 50% ,  $\phi_{\text{timb}}= 30$ , MAT Rendah,  $\phi=0$**



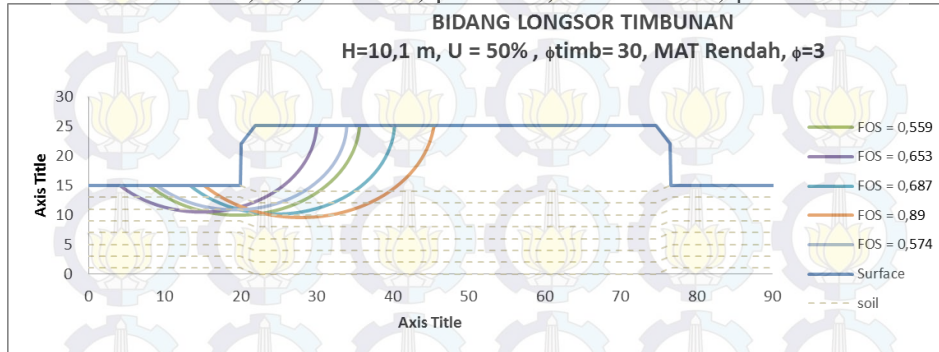
Hasil Stabl						Perhitungan						
No	SF stabil	MR	MD	titik pusat		Sf rencana	MR rencana	$\Delta$ MR (kN.m)	P kN	F k	P max kN	n
		(kN.m)	(kN.m)	X	Y							
1	0,409	12400	30317,85	21,87	28,46	1,05	31833,74	19433,74	84,72	1,57	133,32	7,5
2	0,432	7733	17900,46	20,24	25,64	1,05	18795,49	11062,49	84,72	1,87	133,32	5,6
3	0,451	7904	17525,5	18,21	25,61	1,05	18401,77	10497,77	84,72	1,86	133,32	5,3
4	0,553	9046	16358,05	26,56	25,68	1,05	17175,95	8129,949	84,72	1,77	133,32	3,9
5	0,718	9472	13192,2	12,96	25,63	1,05	13851,81	4379,811	84,72	1,82	133,32	2,2

**BIDANG LONGSOR TIMBUNAN**  
**H=10,1 m, U = 50% ,  $\phi_{\text{timb}}= 30$ , MAT Rendah,  $\phi=3$**



Hasil Stabl						Perhitungan						
No	SF stabl	MR	MD	titik pusat		Sf rencana	MR rencana	$\Delta$ MR (kN.m)	P kN	F k	P max kN	n
		(kN.m)	(kN.m)	X	Y							
1	0,559	11930	21341,68	19,66	25,99	1,05	22408,77	10478,77	77,12	1,73	133,57	4,9
2	0,653	10380	15895,87	14,9	25,61	1,05	16690,66	6310,658	77,12	1,81	133,57	3,1
3	0,687	12770	18588,06	24,66	25,76	1,05	19517,47	6747,467	77,12	1,76	133,57	3,2
4	0,89	17560	19730,34	27,94	27,2	1,05	20716,85	3156,854	77,12	1,67	133,57	1,3
5	0,574	10190	17752,61	19,24	25,64	1,05	18640,24	8450,244	77,12	1,87	133,57	4,3

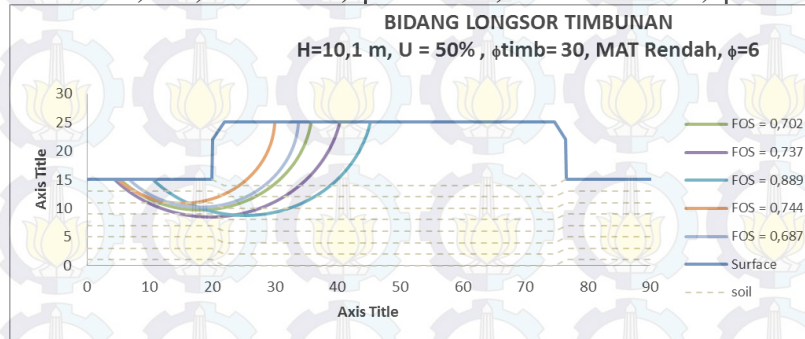
**BIDANG LONGSOR TIMBUNAN**  
**H=10,1 m, U = 50% ,  $\phi_{\text{timb}}= 30$ , MAT Rendah,  $\phi=3$**



Hasil Stabl					Perhitungan							
No	SF stabl	MR	MD	titik pusat		Sf	MR	$\Delta$ MR	P	F k	P max	n
		(kN.m)	(kN.m)	X	Y	rencana	rencana	(kN.m)	kN	kN		
1	0,559	11930	21341,68	19,66	25,99	1,05	22408,77	10478,77	77,12	1,73	133,57	4,9
2	0,653	10380	15895,87	14,9	25,61	1,05	16690,66	6310,658	77,12	1,81	133,57	3,1
3	0,687	12770	18588,06	24,66	25,76	1,05	19517,47	6747,467	77,12	1,76	133,57	3,2
4	0,89	17560	19730,34	27,94	27,2	1,05	20716,85	3156,854	77,12	1,67	133,57	1,3
5	0,574	10190	17752,61	19,24	25,64	1,05	18640,24	8450,244	77,12	1,87	133,57	4,3

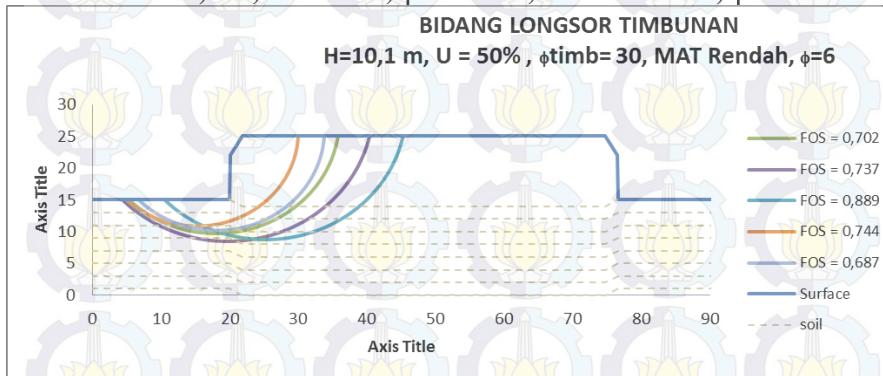


**BIDANG LONGSOR TIMBUNAN**  
**H=10,1 m, U = 50% ,  $\phi_{\text{timb}}= 30$ , MAT Rendah,  $\phi=6$**



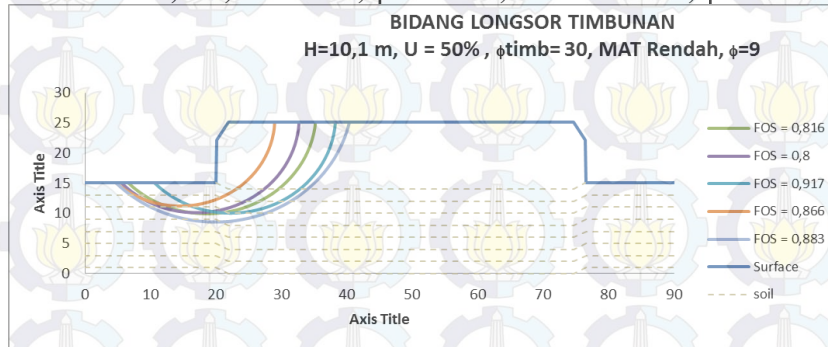
Hasil Stabl						Perhitungan						
No	SF stabl	MR	MD	titik pusat		Sf rencana	MR rencana	$\Delta$ MR (kN.m)	P kN	F k	P max kN	n
		(kN.m)	(kN.m)	X	Y							
1	0,702	17650	25142,45	18,04	27,66	1,05	26399,57	8749,573	77,12	1,72	132,98	3,7
2	0,737	25810	35020,35	19,72	29,67	1,05	36771,37	10961,37	77,12	1,54	132,98	3,9
3	0,889	27130	30517,44	25,25	29,2	1,05	32043,31	4913,307	77,12	1,58	132,98	1,8
4	0,744	11300	15188,17	15,24	25,64	1,05	15947,58	4647,581	77,12	1,90	132,98	2,4
5	0,687	13690	19927,22	18,09	25,91	1,05	20923,58	7233,581	77,12	1,80	132,98	3,5

**BIDANG LONGSOR TIMBUNAN**  
**H=10,1 m, U = 50% ,  $\phi_{\text{timb}}= 30$ , MAT Rendah,  $\phi=6$**



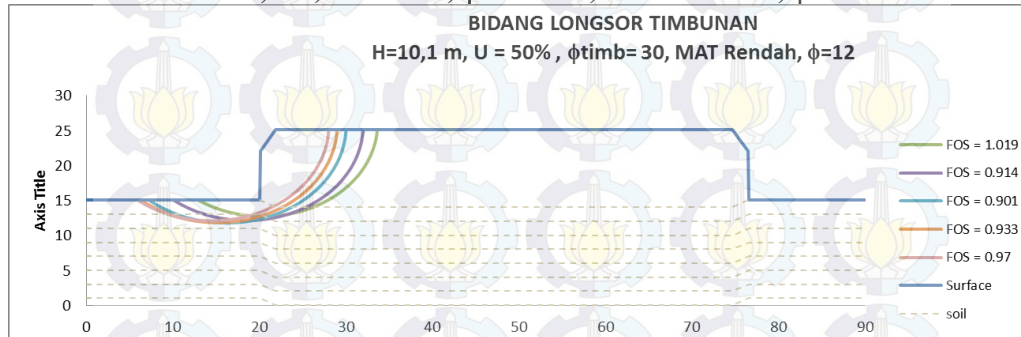
Hasil Stabl						Perhitungan						
No	SF stabl	MR	MD	titik pusat		Sf	MR	$\Delta$ MR	P	F k	P max	n
		(kN.m)	(kN.m)	X	Y	rencana	rencana	(kN.m)	kN	kN	kN	
1	0,702	17650	25142,45	18,04	27,66	1,05	26399,57	8749,573	84,72	1,72	146,09	3,3
2	0,737	25810	35020,35	19,72	29,67	1,05	36771,37	10961,37	84,72	1,54	146,09	3,5
3	0,889	27130	30517,44	25,25	29,2	1,05	32043,31	4913,307	84,72	1,58	146,09	1,6
4	0,744	11300	15188,17	15,24	25,64	1,05	15947,58	4647,581	84,72	1,90	146,09	2,2
5	0,687	13690	19927,22	18,09	25,91	1,05	20923,58	7233,581	84,72	1,80	146,09	3,2

**BIDANG LONGSOR TIMBUNAN**  
**H=10,1 m, U = 50% ,  $\phi_{\text{timb}}= 30$ , MAT Rendah,  $\phi=9$**



Hasil Stabl						Perhitungan						
No	SF stabil	MR	MD	titik pusat		Sf rencana	MR rencana	$\Delta$ MR (kN.m)	P kN	F k	P max kN	n
		(kN.m)	(kN.m)	X	Y							
1	0,816	18310	22438,73	18,64	26,59	1,05	23560,66	5250,662	84,72	1,50	126,95	2,5
2	0,8	15550	19437,5	17	25,82	1,05	20409,38	4859,375	84,72	1,52	126,95	2,4
3	0,917	19260	21003,27	22,26	26,06	1,05	22053,44	2793,435	84,72	1,51	126,95	1,4
4	0,866	11680	13487,3	14,55	25,66	1,05	14161,66	2481,663	84,72	1,67	126,95	1,4
5	0,883	30400	34428,09	19,91	29,52	1,05	36149,49	5749,49	84,72	1,32	126,95	2,2

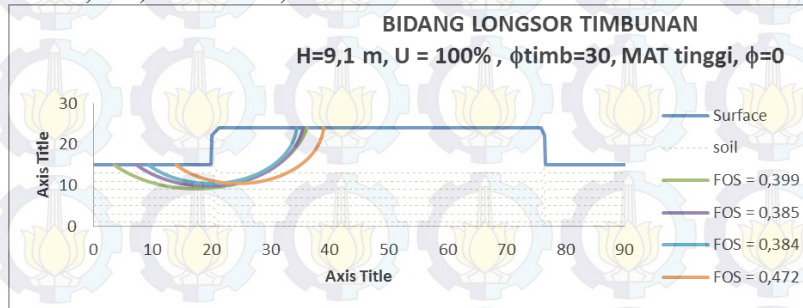
**BIDANG LONGSOR TIMBUNAN**  
**H=10,1 m, U = 50% ,  $\phi_{\text{timb}}= 30$ , MAT Rendah,  $\phi=12$**



		Hasil Stabl				Perhitungan						
No	SF stabl	MR	MD	titik pusat		Sf	MR	$\Delta$ MR	P	F k	P max	n
		(kN.m)	(kN.m)	X	Y	rencana	rencana	(kN.m)	kN		kN	
1	1.019	13520	13267.91	20.44	25.91	1.05	13931.31	411.3052	84.72	1.32	111.84	0.28
2	0.914	12770	13971.55	18.48	25.63	1.05	14670.13	1900.131	84.72	1.24	111.84	1.26
3	0.901	12140	13473.92	16.17	25.61	1.05	14147.61	2007.614	84.72	1.20	111.84	1.30
4	0.933	11580	12411.58	15.18	25.62	1.05	13032.15	1452.154	84.72	1.20	111.84	0.94
5	0.97	10620	10948.45	14.43	25.66	1.05	11495.88	875.8763	84.72	1.24	111.84	0.58

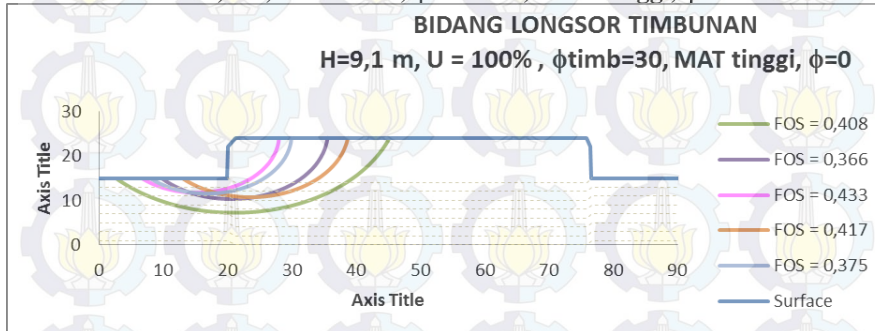


**LAMPIRAN 8**  
**H=9,1 m, U = 100%, DATA TANAH SEBELUM LONGSOR**



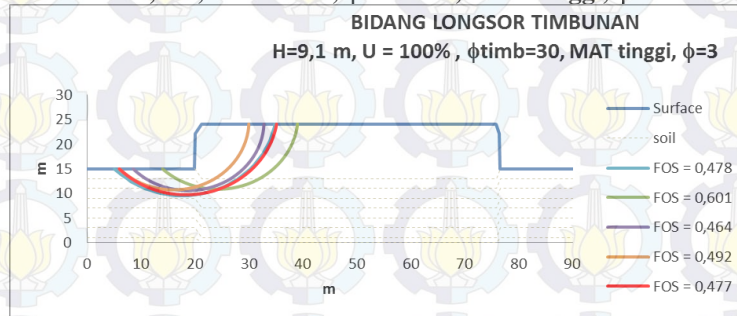
Hasil Stabl						Perhitungan						
No	SF stabl	MR	MD	titik pusat		Sf	MR	$\Delta$ MR	P	F k	P max	n
		(kN.m)	(kN.m)	X	Y	rencana	rencana	(kN.m)	kN		kN	
1	0,399	11260	28220,55	17,38	28,5	1,05	29631,58	18371,58	84,72	1,57	132,63	7,2
2	0,385	8426	21885,71	19,27	26,23	1,05	22980	14554	84,72	1,66	132,63	6,7
3	0,384	6535	17018,23	18,86	24,85	1,05	17869,14	11334,14	84,72	1,76	132,63	6,0
4	0,472	7489	15866,53	24,54	24,93	1,05	16659,85	9170,852	84,72	1,75	132,63	4,8
5	0,386	6790	17590,67	20,56	24,87	1,05	18470,21	11680,21	84,72	1,75	132,63	6,1

**BIDANG LONGSOR TIMBUNAN**  
**H=9,1 m, U = 100% ,  $\phi_{\text{timb}}=30$ , MAT tinggi,  $\phi=0$**



Hasil Stabl						Perhitungan						
No	SF stabil	MR	MD	titik pusat		Sf	MR	$\Delta$ MR	P	F k	P max	n
		(kN.m)	(kN.m)	X	Y	rencana	rencana	(kN.m)	kN		kN	
1	0,408	19560	47941,18	21,07	32,97	1,05	50338,24	30778,24	84,72	1,31	111,08	10,8
2	0,366	6767	18489,07	20,64	25,27	1,05	19413,52	12646,52	84,72	1,76	111,08	7,6
3	0,433	4597	10616,63	15,19	24,61	1,05	11147,46	6550,46	84,72	1,97	111,08	4,6
4	0,417	7328	17573,14	23,57	26,01	1,05	18451,8	11123,8	84,72	1,82	111,08	6,6
5	0,375	4768	12714,67	16,85	24,66	1,05	13350,4	8582,4	84,72	1,94	111,08	5,9

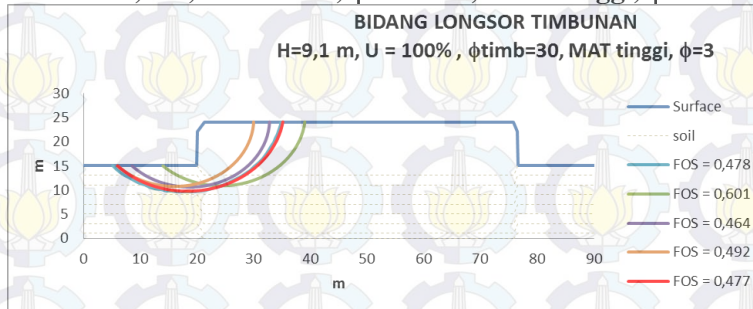
**BIDANG LONGSOR TIMBUNAN**  
**H=9,1 m, U = 100% ,  $\phi_{\text{timb}}=30$ , MAT tinggi,  $\phi=3$**



Hasil Stabl						Perhitungan						
No	SF stabil	MR	MD	titik pusat		Sf	MR	$\Delta$ MR	P	F k	P max	n
		(kN.m)	(kN.m)	X	Y	rencana	rencana	(kN.m)	kN	kN		
1	0,601	9784	16279,53	24,29	25,7	1,05	17093,51	7309,511	84,72	1,81	153,44	3,2
2	0,464	7604	16387,93	18,78	24,66	1,05	17207,33	9603,328	84,72	1,77	153,44	4,5
3	0,478	11290	23619,25	17,71	26,92	1,05	24800,21	13510,21	84,72	1,62	153,44	5,1
4	0,492	7111	14453,25	16,06	24,7	1,05	15175,91	8064,915	84,72	1,79	153,44	3,8
5	0,477	11010	23081,76	18,32	26,79	1,05	24235,85	13225,85	84,72	1,65	153,44	5,1

## BIDANG LONGSOR TIMBUNAN

**H=9,1 m, U = 100% ,  $\phi_{\text{timb}}=30$ , MAT tinggi,  $\phi=3$**

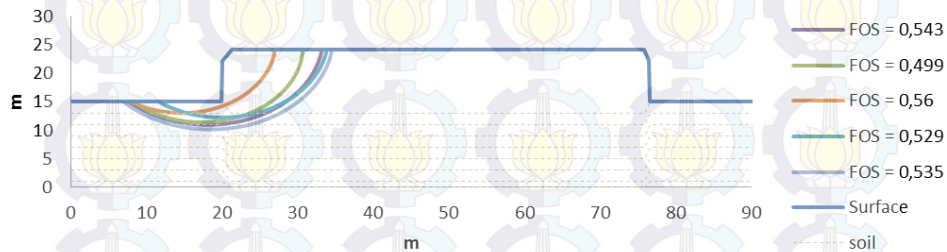


Hasil Stabl						Perhitungan						
No	SF stabl	MR	MD	titik pusat		Sf	MR	$\Delta$ MR	P	F k	P max	n
		(kN.m)	(kN.m)	X	Y	rencana	rencana	(kN.m)	kN	kN		
1	0,601	9784	16279,53	24,29	25,7	1,05	17093,51	7309,511	84,72	1,81	153,44	3,2
2	0,464	7604	16387,93	18,78	24,66	1,05	17207,33	9603,328	84,72	1,77	153,44	4,5
3	0,478	11290	23619,25	17,71	26,92	1,05	24800,21	13510,21	84,72	1,62	153,44	5,1
4	0,492	7111	14453,25	16,06	24,7	1,05	15175,91	8064,915	84,72	1,79	153,44	3,8
5	0,477	11010	23081,76	18,32	26,79	1,05	24235,85	13225,85	84,72	1,65	153,44	5,1



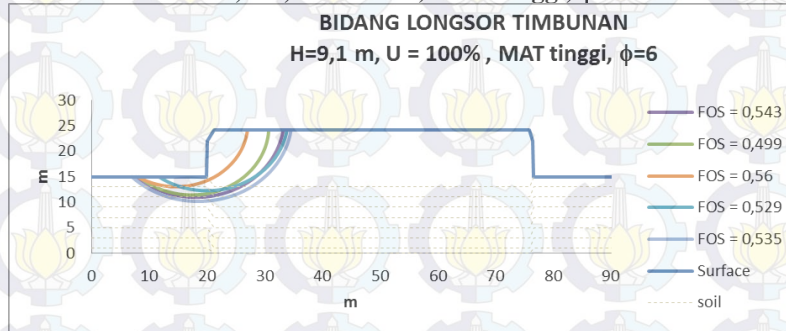
**BIDANG LONGSOR TIMBUNAN**  
**H=9,1 m, U = 100% , MAT tinggi,  $\phi=6$**

**BIDANG LONGSOR TIMBUNAN**  
**H=9,1 m, U = 100% , MAT tinggi,  $\phi=6$**



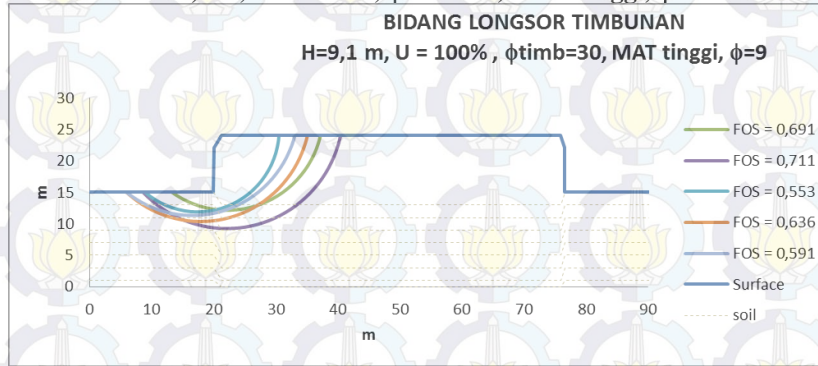
Hasil Stabl						Perhitungan						
No	SF stabl	MR	MD	titik pusat		Sf	MR	$\Delta$ MR	P	F k	P max	n
		(kN.m)	(kN.m)	X	Y	rencana	rencana	(kN.m)	kN		kN	
1	0,543	9682	17830,57	18,11	26,2	1,05	18722,1	9040,099	84,72	1,83	154,68	3,8
2	0,499	6795	13617,23	17,34	24,8	1,05	14298,1	7503,096	84,72	1,89	154,68	3,6
3	0,56	4531	8091,071	14,69	25,43	1,05	8495,625	3964,625	84,72	2,13	154,68	2,1
4	0,529	7742	14635,16	20	26,3	1,05	15366,92	7624,919	84,72	2,02	154,68	3,5
5	0,543	9682	17830,57	18,53	26,34	1,05	18722,1	9040,099	84,72	2,85	154,68	3,6

**BIDANG LONGSOR TIMBUNAN**  
**H=9,1 m, U = 100% , MAT tinggi,  $\phi=6$**



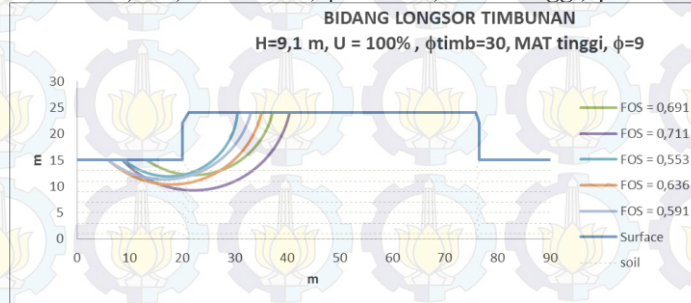
Hasil Stabl						Perhitungan						
No	SF stabl	MR	MD	titik pusat		Sf rencana	MR rencana	$\Delta$ MR (kN.m)	P kN	F k	P max kN	n
		(kN.m)	(kN.m)	X	Y							
1	0,543	9682	17830,57	18,11	26,2	1,05	18722,1	9040,099	84,72	1,83	154,68	3,8
2	0,499	6795	13617,23	17,34	24,8	1,05	14298,1	7503,096	84,72	1,89	154,68	3,6
3	0,56	4531	8091,071	14,69	25,43	1,05	8495,625	3964,625	84,72	2,13	154,68	2,1
4	0,529	7742	14635,16	20	26,3	1,05	15366,92	7624,919	84,72	2,02	154,68	3,5
5	0,543	9682	17830,57	18,53	26,34	1,05	18722,1	9040,099	84,72	2,85	154,68	3,6

**BIDANG LONGSOR TIMBUNAN**  
**H=9,1 m, U = 100% ,  $\phi_{timb}=30$ , MAT tinggi,  $\phi=9$**



Hasil Stabl					Perhitungan							
No	SF stabil	MR	MD	titik pusat		Sf	MR	$\Delta$ MR	P	F k	P max	n
		(kN.m)	(kN.m)	X	Y	rencana	rencana	(kN.m)	kN		kN	
1	0,691	11380	16468,89	22,22	27,56	1,05	17292,33	5912,33	84,72	2,02	170,78	2,2
2	0,711	19320	27173	22,15	27,97	1,05	28531,65	9211,646	84,72	1,59	170,78	2,9
3	0,553	7039	12728,75	17,45	25,01	1,05	13365,19	6326,19	84,72	1,98	170,78	2,8
4	0,636	14670	23066,04	17,9	28,03	1,05	24219,34	9549,34	84,72	1,75	170,78	3,2
5	0,591	11480	19424,7	16,56	28,43	1,05	20395,94	8915,939	84,72	1,90	170,78	3,1

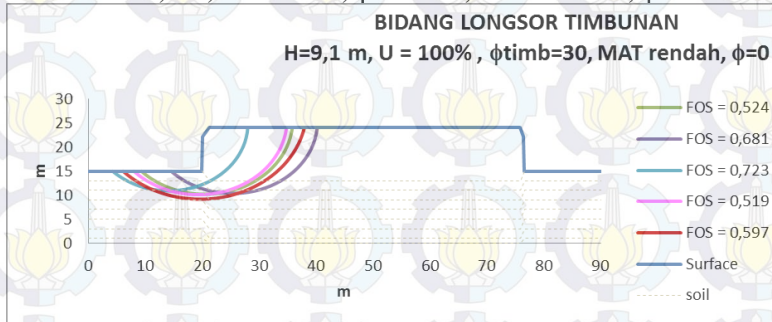
**BIDANG LONGSOR TIMBUNAN**  
**H=9,1 m, U = 100% ,  $\phi_{\text{timb}}=30$ , MAT tinggi,  $\phi=9$**



hasil Stabl						Perhitungan						
No	SF stabl	MR	MD	titik pusat		Sf	MR	$\Delta$ MR	P	F k	P max	n
		(kN.m)	(kN.m)	X	Y	rencana	rencana	(kN.m)	kN		kN	
1	0,691	11380	16468,89	22,22	27,56	1,05	17292,33	5912,33	84,72	2,02	170,78	2,2
2	0,711	19320	27173	22,15	27,97	1,05	28531,65	9211,646	84,72	1,59	170,78	2,9
3	0,553	7039	12728,75	17,45	25,01	1,05	13365,19	6326,19	84,72	1,98	170,78	2,8
4	0,636	14670	23066,04	17,9	28,03	1,05	24219,34	9549,34	84,72	1,75	170,78	3,2
5	0,591	11480	19424,7	16,56	28,43	1,05	20395,94	8915,939	84,72	1,90	170,78	3,1

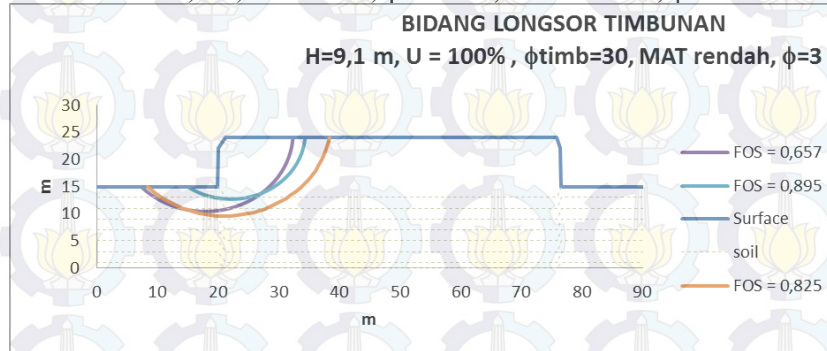


**BIDANG LONGSOR TIMBUNAN**  
**H=9,1 m, U = 100% ,  $\phi_{\text{timb}}=30$ , MAT rendah,  $\phi=0$**



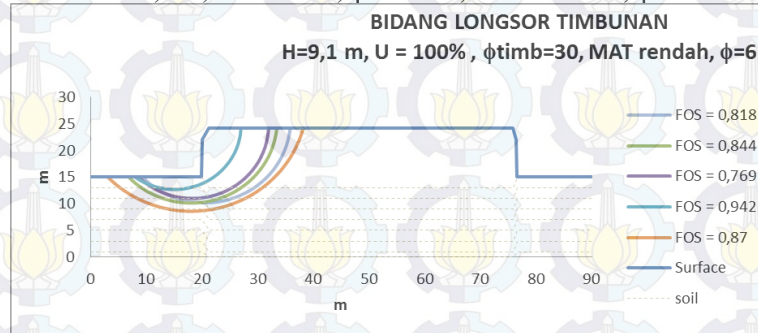
No	Hasil Stabl				Perhitungan							
	SF stabil	MR (kN.m)	MD (kN.m)	titik pusat X      Y		Sf rencana	MR rencana	$\Delta$ MR (kN.m)	P kN	F k	P max kN	n
1	0,524	9308	17763,36	20,51	25,59	1,05	18651,53	9343,527	84,72	1,71	145,14	4,2
2	0,681	9853	14468,43	25,36	25,25	1,05	15191,85	5338,85	84,72	1,74	145,14	2,5
3	0,723	7919	10952,97	14,13	24,81	1,05	11500,62	3581,622	84,72	1,82	145,14	1,8
4	0,519	9343	18001,93	19,34	25,65	1,05	18902,02	9559,023	84,72	1,70	145,14	4,2
5	0,597	14900	24958,12	19,67	27,85	1,05	26206,03	11306,03	84,72	1,56	145,14	4,2

**BIDANG LONGSOR TIMBUNAN**  
**H=9,1 m, U = 100% ,  $\phi_{\text{timb}}=30$ , MAT rendah,  $\phi=3$**



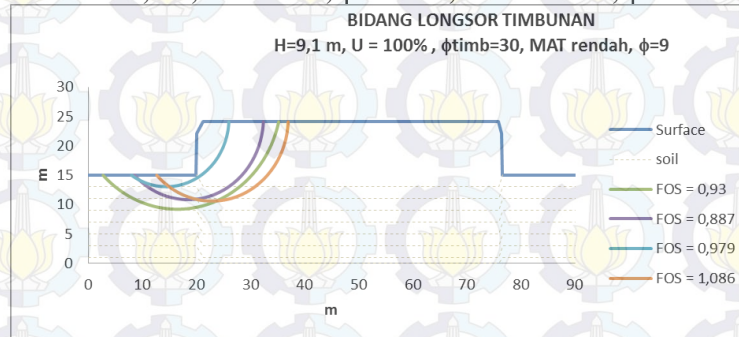
Hasil Stabl						Perhitungan						
No	SF stabl	MR	MD	titik pusat		Sf	MR	$\Delta$ MR	P	F k	P max	n
		(kN.m)	(kN.m)	X	Y	rencana	rencana	(kN.m)	kN	kN		
1	0,795	15690	19735,85	18,63	26,3	1,05	20722,64	5032,642	84,72	1,60	135,36	2,3
2	0,657	10100	15372,91	17,9	24,9	1,05	16141,55	6041,553	84,72	1,69	135,36	3,1
3	0,835	9111	10911,38	22,15	24,94	1,05	11456,95	2345,946	84,72	2,02	135,36	1,4
4	0,825	18280	22157,58	21,11	27,09	1,05	23265,45	4985,455	84,72	1,56	135,36	2,1
5	0,685	11370	16598,54	20,66	25,46	1,05	17428,47	6058,467	84,72	1,70	135,36	3,0

**BIDANG LONGSOR TIMBUNAN**  
**H=9,1 m, U = 100% ,  $\phi_{\text{timb}}=30$ , MAT rendah,  $\phi=6$**



Hasil Stabl					Perhitungan							
No	SF stabil	MR	MD	titik pusat		Sf	MR	$\Delta$ MR	P	F k	P max	n
		(kN.m)	(kN.m)	X	Y	rencana	rencana	(kN.m)	kN		kN	
1	0,818	14520	17750,61	20,51	25,59	1,05	18638,14	4118,142	84,72	1,30	110,46	2,4
2	0,844	15040	17819,91	17,58	25,73	1,05	18710,9	3670,9	84,72	1,28	110,46	2,1
3	0,769	10480	13628,09	18,31	24,66	1,05	14309,49	3829,493	84,72	1,42	110,46	2,5
4	0,942	7069	7504,246	15,06	24,66	1,05	7879,459	810,4586	84,72	1,67	110,46	0,6
5	0,87	26010	29896,55	18,09	29,38	1,05	31391,38	5381,379	84,72	1,07	110,46	2,3

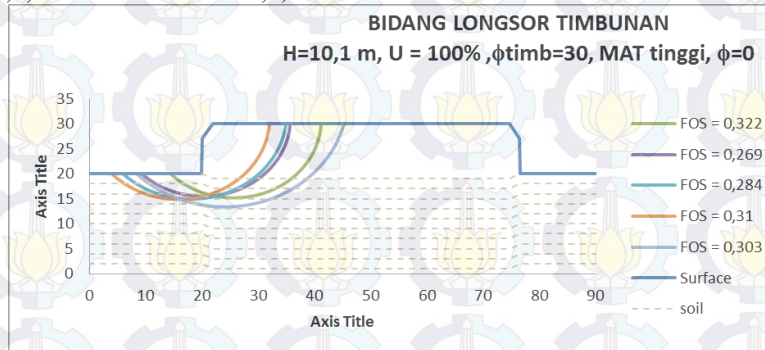
**BIDANG LONGSOR TIMBUNAN**  
**H=9,1 m, U = 100% ,  $\phi_{\text{timb}}=30$ , MAT rendah,  $\phi=9$**



Hasil Stabl				Perhitungan							
SF stabl	MR	MD	titik pusat		Sf	MR	$\Delta$ MR	P	F k	P max	n
	(kN.m)	(kN.m)	X	Y	rencana	rencana	(kN.m)	kN		kN	
0,947	13890	14667,37	18,3	24,62	1,05	15400,74	1510,739	84,72	1,28	108,23	1,0
0,991	17030	17184,66	20,05	25,38	1,05	18043,9	1013,895	84,72	1,23	108,23	0,6
0,979	5964	6091,931	14,45	24,61	1,05	6396,527	432,5271	84,72	1,63	108,23	0,3
1,086	15790	14539,59	22,9	24,68	1,05	15266,57	-523,425	84,72	1,27	108,23	-0,3
0,944	14660	15529,66	17,36	24,99	1,05	16306,14	1646,144	84,72	1,24	108,23	1,0

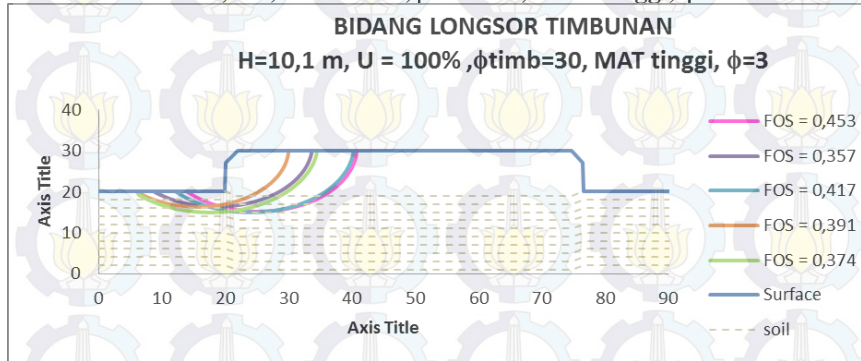


**LAMPIRAN 11**  
**H=10,1, U = 50% DAN H=9,1, U=100% DATA TANAH SETELAH LONGSOR**



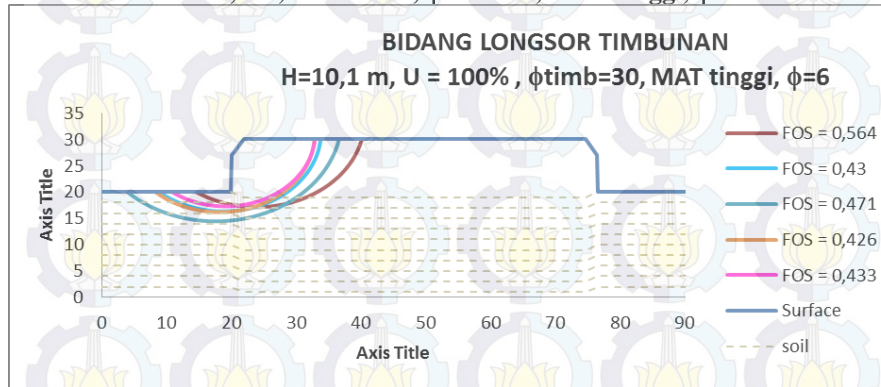
Hasil Stabl						Perhitungan						
No	SF stabl	MR	MD	titik pusat		Sf	MR	$\Delta$ MR	P	F k	P max	n
		(kN.m)	(kN.m)	X	Y	rencana	rencana	(kN.m)	kN	kN		
1	0,322	6163	19139,75	25,68	30,69	1,05	20096,74	13933,74	64,20	1,71	109,81	8,2
2	0,269	5841	21713,75	20,25	30,97	1,05	22799,44	16958,44	64,20	1,76	109,81	10,0
3	0,284	7130	25105,63	18,08	31,93	1,05	26360,92	19230,92	64,20	1,68	109,81	10,3
4	0,31	6747	21764,52	15,81	31,13	1,05	22852,74	16105,74	64,20	1,67	109,81	9,0
5	0,303	11800	38943,89	24,07	35,16	1,05	40891,09	29091,09	64,20	1,45	109,81	12,2

**BIDANG LONGSOR TIMBUNAN**  
**H=10,1 m, U = 100% , $\phi$ timb=30, MAT tinggi,  $\phi$ =3**



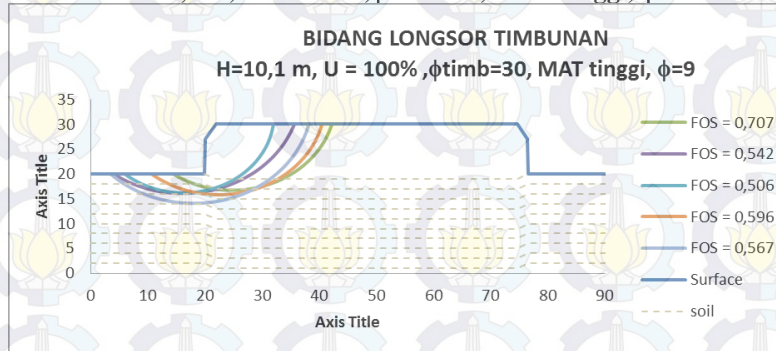
Hasil Stabl						Perhitungan						
No	SF stabil	MR	MD	titik pusat		Sf rencana	MR rencana	$\Delta$ MR (kN.m)	P (kN)	F k	P max (kN)	n
		(kN.m)	(kN.m)	X	Y							
1	0,453	8897	19640,18	25,25	30,7	1,05	20622,19	11725,19	64,20	1,71	109,81	6,9
2	0,357	6944	19450,98	18,66	31,42	1,05	20423,53	13479,53	64,20	1,88	109,81	8,1
3	0,417	9504	22791,37	24,01	31,25	1,05	23930,94	14426,94	64,20	1,68	109,81	8,1
4	0,391	6215	15895,14	15,65	30,65	1,05	16689,9	10474,9	64,20	1,87	109,81	6,6
5	0,374	9342	24978,61	17,66	31,94	1,05	26227,54	16885,54	64,20	1,68	109,81	9,0

**BIDANG LONGSOR TIMBUNAN**  
**H=10,1 m, U = 100% ,  $\phi_{timb}=30$ , MAT tinggi,  $\phi=6$**



No	Hasil Stabl				Perhitungan						
	Sf stabil	MR (kN.m)	MD (kN.m)	titik pusat X Y	Sf rencana	MR rencana	$\Delta$ MR (kN.m)	P (kN)	F k	P max (kN)	n
1	0,564	11310	20053,19	23,94 33,78	1,05	21055,85	9745,851	64,20	2,01	129,15	4,5
2	0,43	8367	19458,14	18,77 31,41	1,05	20431,05	12064,05	64,20	1,89	129,15	6,2
3	0,471	14780	31380,04	17,59 33,86	1,05	32949,04	18169,04	64,20	1,62	129,15	7,2
4	0,426	7888	18516,43	18,19 30,83	1,05	19442,25	11554,25	64,20	1,87	129,15	6,1
5	0,433	6919	15979,21	19,11 31,13	1,05	16778,18	9859,176	64,20	2,03	129,15	5,5

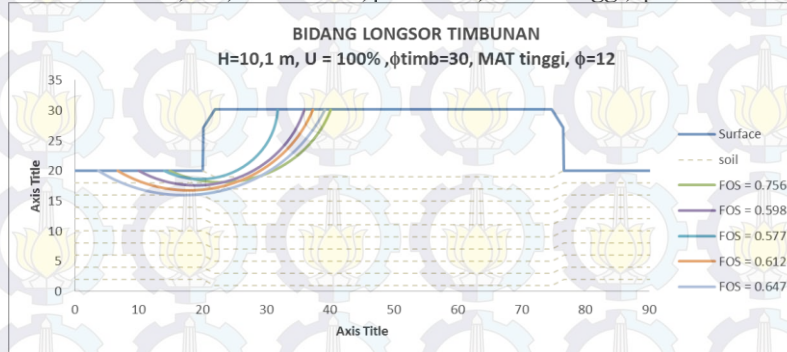
**BIDANG LONGSOR TIMBUNAN**  
**H=10,1 m, U = 100% , $\phi$ timb=30, MAT tinggi,  $\phi$ =9**



Hasil Stabl						Perhitungan						
No	SF stabil	MR	MD	titik pusat		Sf	MR	$\Delta$ MR	P	F k	P max	n
		(kN.m)	(kN.m)	X	Y	rencana	rencana	(kN.m)	kN	kN		
1	0,707	16100	22772,28	24,8	34,79	1,05	23910,89	7810,891	64,20	1,94	124,36	3,5
2	0,542	15950	29428,04	16,1	36,79	1,05	30899,45	14949,45	64,20	1,84	124,36	5,8
3	0,506	9898	19561,26	16,29	32,02	1,05	20539,33	10641,33	64,20	1,86	124,36	5,4
4	0,596	16320	27382,55	22,42	34,43	1,05	28751,68	12431,68	64,20	1,80	124,36	5,4
5	0,567	20170	35573,19	18,01	34,81	1,05	37351,85	17181,85	64,20	1,55	124,36	6,7

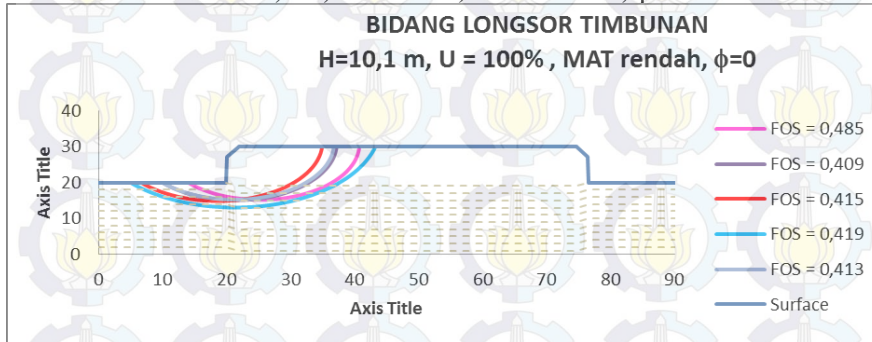


**BIDANG LONGSOR TIMBUNAN**  
**H=10,1 m, U = 100% , $\phi_{timb}=30$ , MAT tinggi,  $\phi=12$**



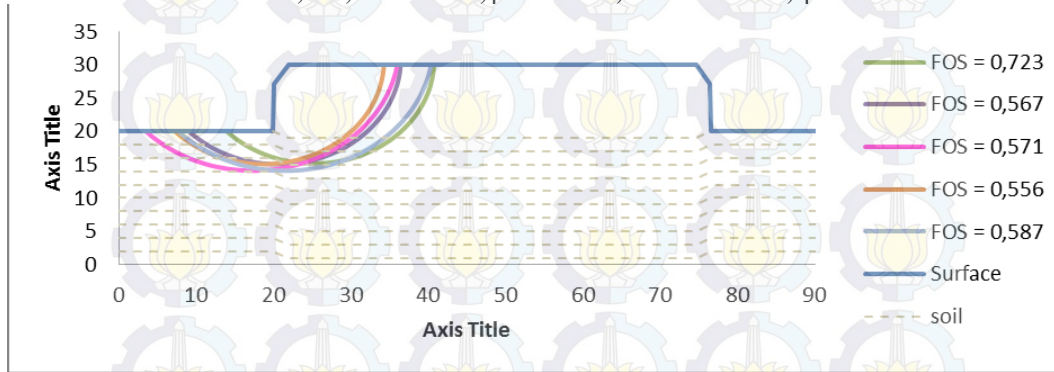
		Hasil Stabl					Perhitungan					
No	SF stabl	MR	MD	titik pusat		Sf	MR	$\Delta$ MR	P	F k	P max	n
		(kN.m)	(kN.m)	X	Y	rencana	rencana	(kN.m)	kN	kN	kN	
1	0.756	16150	21362.43	22.97	36.3	1.05	22430.56	6280.556	64.20	1.97	126.80	2.7
2	0.598	13340	22307.69	18.97	35.35	1.05	23423.08	10083.08	64.20	1.90	126.80	4.5
3	0.612	17910	29264.71	17.88	37.54	1.05	30727.94	12817.94	64.20	1.78	126.80	4.9
4	0.577	6778	11746.97	19.64	30.76	1.05	12334.32	5556.315	64.20	2.05	126.80	3.6
5	0.647	24600	38021.64	17.08	40.27	1.05	39922.72	15322.72	64.20	1.66	126.80	5.0

**BIDANG LONGSOR TIMBUNAN**  
**H=10,1 m, U = 100% , MAT rendah,  $\phi=0$**



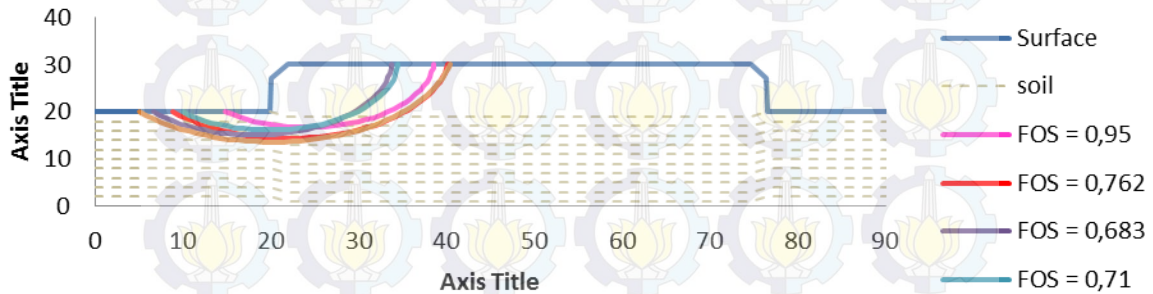
Hasil Stabl						Perhitungan						
No	SF stabl	MR	MD	titik pusat		Sf	MR	$\Delta$ MR	P	F k	P max	n
		(kN.m)	(kN.m)	X	Y	rencana	rencana	(kN.m)	kN		kN	
1	0,485	8653	17841,24	25,25	30,7	1,05	18733,3	10080,3	64,20	1,71	109,81	5,9
2	0,409	8450	40	21,45	30,86	1,05	21693,15	13243,15	64,20	1,70	109,81	7,6
3	0,415	9121	21978,31	18,6	31,25	1,05	23077,23	13956,23	64,20	1,66	109,81	7,7
4	0,419	16510	39403,34	21,33	35,71	1,05	41373,51	24863,51	64,20	1,40	109,81	10,0
5	0,413	8306	20111,38	21,21	30,81	1,05	21116,95	12810,95	64,20	1,72	109,81	7,5

**BIDANG LONGSOR TIMBUNAN**  
**H=10,1 m, U = 100% , $\phi$  timb = 30, MAT rendah,  $\phi=3$**



No	Hasil Stabl				Perhitungan							
	SF stabl	MR (kN.m)	MD (kN.m)	titik pusat X Y		Sf rencana	MR rencana	$\Delta$ MR (kN.m)	P kN	F k	P max kN	n
1	0,723	12910	17856,15	25,25	30,7	1,05	18748,96	5838,963	64,20	1,68	107,84	3,5
2	0,567	11890	17856,40	20,61	30,92	1,05	22018,52	10128,52	64,20	1,66	107,84	5,9
3	0,571	15940	27915,94	17,3	33,08	1,05	29311,73	13371,73	64,20	1,52	107,84	6,5
4	0,556	11170	20089,93	18,69	30,69	1,05	21094,42	9924,424	64,20	1,67	107,84	5,9
5	0,587	17130	29182,28	21,54	33,21	1,05	30641,4	13511,4	64,20	1,52	107,84	6,6

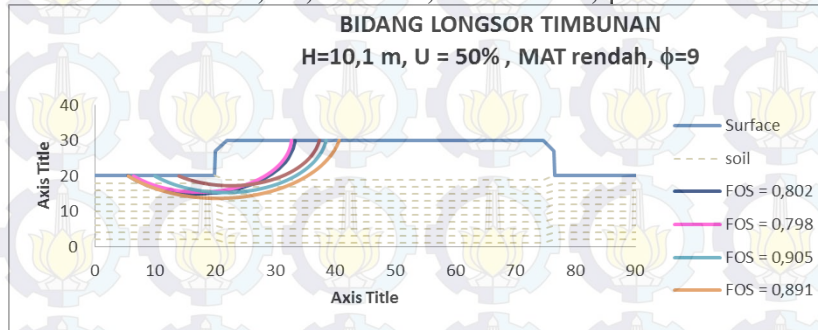
**BIDANG LONGSOR TIMBUNAN**  
 $H=10,1\text{ m}$ ,  $U = 100\%$ ,  $\phi\text{ timb}= 30$ , MAT rendah,  $\phi=6$



No	SF stabil	Hasil Stabl				Perhitungan						
		MR (kN.m)	MD (kN.m)	titik pusat X Y		Sf renc	MR rencana	$\Delta$ MR (kN.m)	P kN	F k	P max kN	n
1	0,95	14490	15252,63	24,11	31,19	1,05	16015,26	1525,263	64,20	1,88	120,89	0,9
2	0,762	20410	17400,40	22,09	32,68	1,05	28124,02	7714,016	64,20	1,55	120,89	3,5
3	0,683	13690	20043,92	18,09	30,75	1,05	21046,12	7356,12	64,20	1,65	120,89	3,9
4	0,71	12270	17281,69	19,9	30,72	1,05	18145,77	5875,775	64,20	1,80	120,89	3,3
5	0,738	24950	33807,59	20,09	34,37	1,05	35497,97	10547,97	64,20	1,44	120,89	4,2

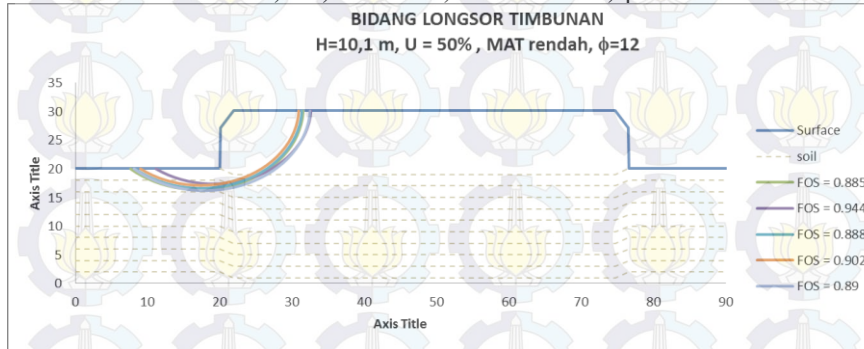


**BIDANG LONGSOR TIMBUNAN**  
**H=10,1 m, U = 50% , MAT rendah,  $\phi=9$**



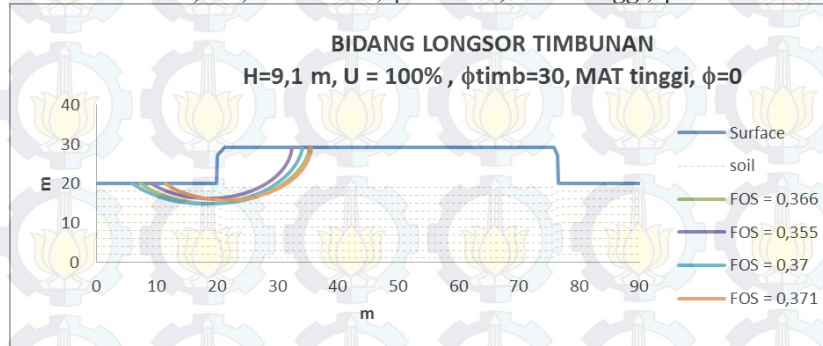
		Hasil Stabl					Perhitungan					
No	SF stabl	MR	MD	titik pusat		Sf	MR	$\Delta$ MR	P	F k	P max	n
		(kN.m)	(kN.m)	X	Y	rencana	rencana	(kN.m)	kN		kN	
1	0.802	16580	20673.32	17.27	31.13	1.05	21706.98	5126.983	64.20	1.37	88.04	3.6
2	0.798	14880	18646.62	17.39	30.8	1.05	19578.95	4698.947	64.20	1.44	88.04	3.5
3	0.905	20550	22707.18	21.7	32.27	1.05	23842.54	3292.541	64.20	1.42	88.04	2.2
4	0.891	29940	33602.69	20.46	34.35	1.05	35282.83	5342.828	64.20	1.17	88.04	2.9
5	1.036	16610	16032.82	22.63	32.17	1.05	16834.46	224.4595	64.20	1.72	88.04	0.2

**BIDANG LONGSOR TIMBUNAN**  
**H=10,1 m, U = 50% , MAT rendah,  $\phi=12$**



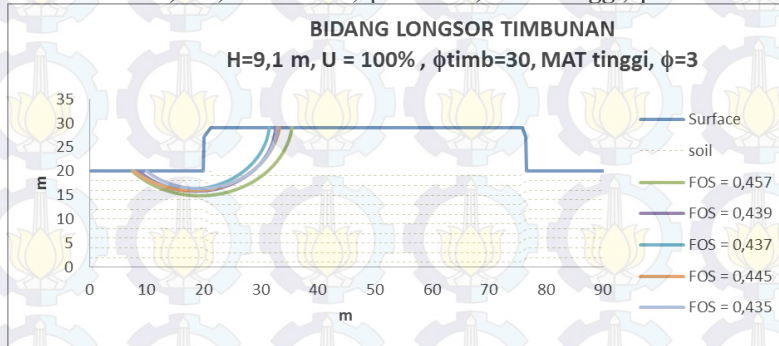
		Hasil Stabl					Perhitungan					
No	SF stabl	MR	MD	titik pusat		Sf	MR	$\Delta$ MR	P	F k	P max	n
		(kN.m)	(kN.m)	X	Y	rencana	rencana	(kN.m)	kN	kN		
1	0.885	13760	15548.02	17.19	30.67	1.05	16325.42	2565.424	64.20	1.28	82.47	2.2
2	0.944	13090	13866.53	19.15	30.82	1.05	14559.85	1469.852	64.20	1.44	82.47	1.3
3	0.888	13120	14774.77	17.34	30.61	1.05	15513.51	2393.514	64.20	1.33	82.47	2.1
4	0.902	12180	13503.33	17.36	30.66	1.05	14178.49	1998.492	64.20	1.40	82.47	1.8
5	0.89	14730	16550.56	17.91	30.77	1.05	17378.09	2648.09	64.20	1.26	82.47	2.2

**BIDANG LONGSOR TIMBUNAN**  
**H=9,1 m, U = 100% ,  $\phi_{\text{timb}}=30$ , MAT tinggi,  $\phi=0$**



Hasil Stabl						Perhitungan						
No	SF stabil	MR	MD	titik pusat		Sf	MR	$\Delta$ MR	P	F k	P max	n
		(kN.m)	(kN.m)	X	Y	rencana	rencana	(kN.m)	kN	kN		
1	0,366	7897	21576,5	19,2	31,24	1,05	22655,33	14758,33	64,20	1,67	107,27	8,4
2	0,47	7660	16297,87	25,39	30,4	1,05	17112,77	9452,766	64,20	1,73	107,27	5,8
3	0,371	6104	16452,83	21,5	29,97	1,05	17275,47	11171,47	64,20	1,80	107,27	7,3
4	0,37	7870	21270,27	17,94	31,23	1,05	22333,78	14463,78	64,20	1,66	107,27	8,2
5	0,355	5408	15233,8	18,66	30	1,05	15995,49	10587,49	64,20	1,86	107,27	7,2

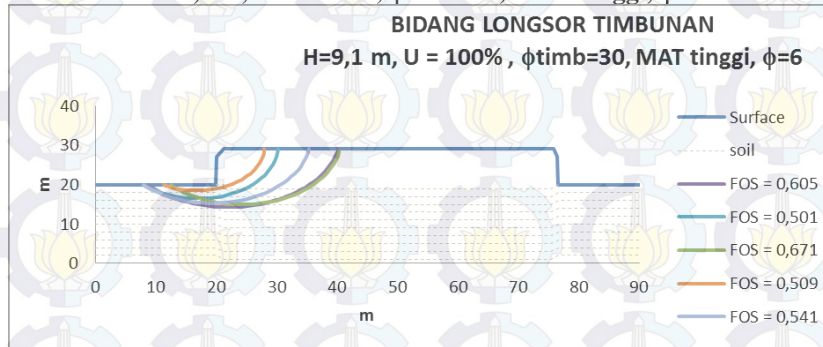
**BIDANG LONGSOR TIMBUNAN**  
**H=9,1 m, U = 100% ,  $\phi_{timb}=30$ , MAT tinggi,  $\phi=3$**



Hasil Stabl						Perhitungan						
No	SF stabil	MR	MD	titik pusat		Sf	MR	$\Delta$ MR	P	F k	P max	n
		(kN.m)	(kN.m)	X	Y	rencana	rencana	(kN.m)	kN	kN		
1	0,457	9829	21507,66	19,35	31,15	1,05	22583,04	12754,04	64,20	1,67	107,09	7,3
2	0,439	6976	15890,66	18,64	29,8	1,05	16685,19	9709,194	64,20	1,81	107,09	6,5
3	0,437	6638	15189,93	17,41	30,36	1,05	15949,43	9311,428	64,20	1,86	107,09	6,1
4	0,435	6508	14960,92	19,28	30,01	1,05	15708,97	9200,966	64,20	1,88	107,09	6,3
5	0,445	7962	17892,13	18,15	31,25	1,05	18786,74	10824,74	64,20	1,82	107,09	6,6

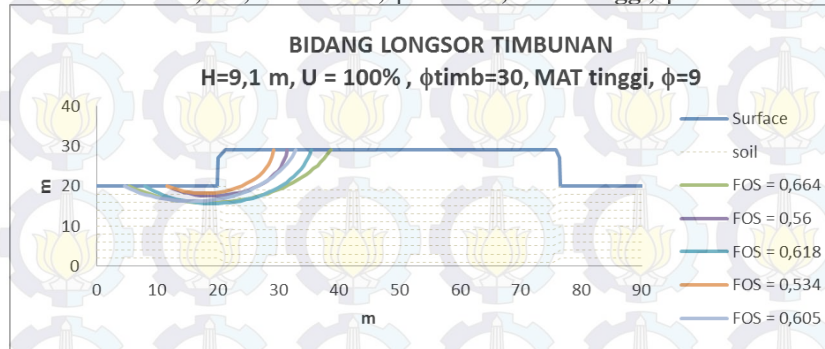


**BIDANG LONGSOR TIMBUNAN**  
**H=9,1 m, U = 100% ,  $\phi_{timb}=30$ , MAT tinggi,  $\phi=6$**



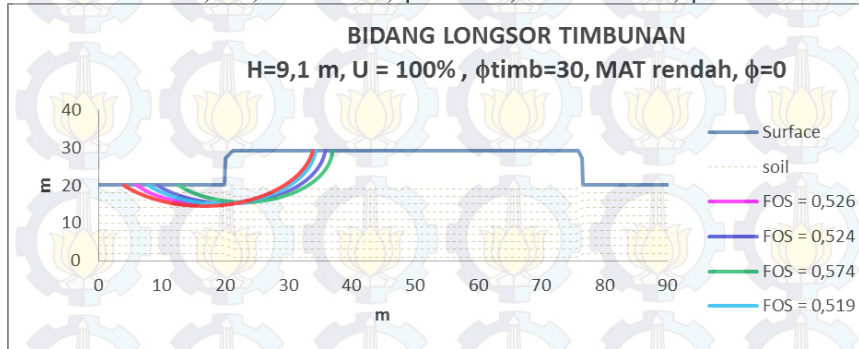
Hasil Stabl						Perhitungan						
No	SF stabl	MR	MD	titik pusat		Sf rencana	MR rencana	$\Delta$ MR (kN.m)	P (kN)	F k	P max (kN)	n
		(kN.m)	(kN.m)	X	Y							
1	0,605	16230	26826,45	22,04	32,86	1,05	28167,77	11937,77	64,20	1,58	101,55	6,3
2	0,501	6575	13123,75	16,99	29,71	1,05	13779,94	7204,94	64,20	1,90	101,55	5,4
3	0,671	13520	20149,03	24,25	31,28	1,05	21156,48	7636,483	64,20	1,68	101,55	4,6
4	0,509	4049	7954,813	16,89	29,61	1,05	8352,554	4303,554	64,20	2,20	101,55	3,8
5	0,541	11170	20646,95	19,36	31,46	1,05	21679,3	10509,3	64,20	1,73	101,55	6,4

**BIDANG LONGSOR TIMBUNAN**  
**H=9,1 m, U = 100% ,  $\phi_{\text{timb}}=30$ , MAT tinggi,  $\phi=9$**



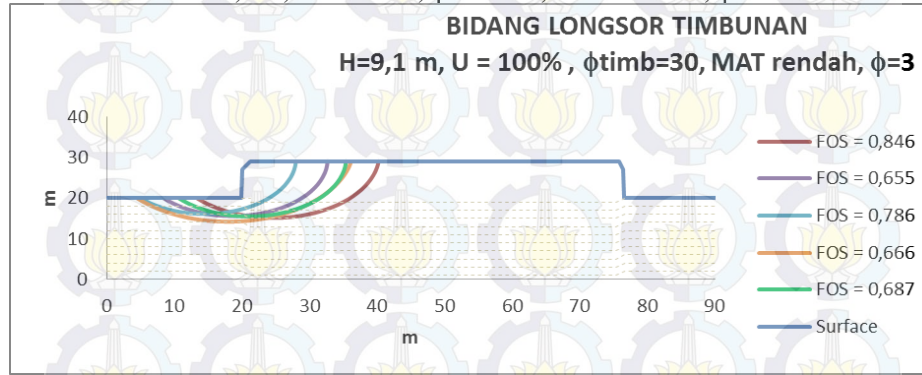
Hasil Stabl						Perhitungan						
No	SF stabl	MR	MD	titik pusat		Sf	MR	$\Delta$ MR	P	F k	P max	n
		(kN.m)	(kN.m)	X	Y	rencana	rencana	(kN.m)	kN	kN		
1	0,664	20240	30481,93	18,37	38,03	1,05	32006,02	11766,02	64,20	1,75	112,16	4,7
2	0,56	6527	11655,36	19,16	29,9	1,05	12238,13	5711,125	64,20	2,00	112,16	4,1
3	0,618	12950	20954,69	19,19	32,2	1,05	22002,43	9052,427	64,20	1,72	112,16	4,9
4	0,534	4897	9170,412	17,81	29,61	1,05	9628,933	4731,933	64,20	2,09	112,16	3,7
5	0,605	12320	20363,64	15,68	34,14	1,05	21381,82	9061,818	64,20	1,80	112,16	4,5

**BIDANG LONGSOR TIMBUNAN**  
**H=9,1 m, U = 100% ,  $\phi_{\text{timb}}=30$ , MAT rendah,  $\phi=0$**



No	Hasil Stabl					Perhitungan						
	SF stabil	MR (kN.m)	MD (kN.m)	titik pusat X Y		Sf rencana	MR rencana	$\Delta$ MR (kN.m)	P (kN)	F k	P max (kN)	n
1	0,524	9307	17761,45	20,51	30,59	1,05	18649,52	9342,523	64,20	1,73	110,84	5,5
2	0,526	10070	19144,49	17,87	31,17	1,05	20101,71	10031,71	64,20	1,68	110,84	5,6
3	0,574	8325	14503,48	22,9	29,68	1,05	15228,66	6903,659	64,20	1,78	110,84	4,4
4	0,519	9075	17485,55	19,06	30,48	1,05	18359,83	9284,827	64,20	1,72	110,84	5,5
5	0,539	11330	21020,41	16,69	31,98	1,05	22071,43	10741,43	64,20	1,63	110,84	5,6

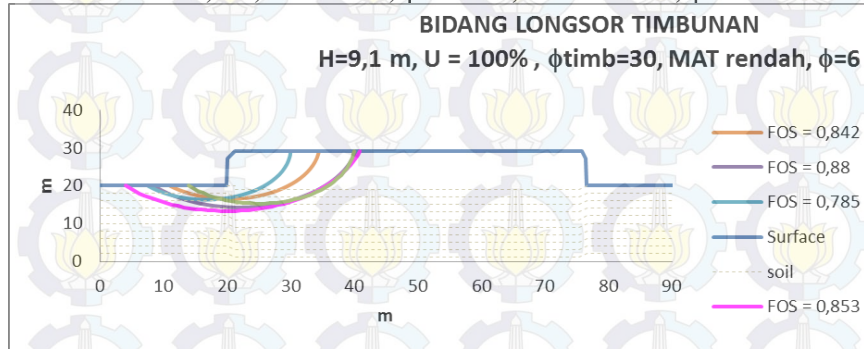
**BIDANG LONGSOR TIMBUNAN**  
**H=9,1 m, U = 100% ,  $\phi_{\text{timb}}=30$ , MAT rendah,  $\phi=3$**



Hasil Stabl					Perhitungan							
No	SF stabl	MR	MD	titik pusat		Sf	MR	$\Delta$ MR	P	F k	P max	n
		(kN.m)	(kN.m)	X	Y	rencana	rencana	(kN.m)	kN	kN		
1	0,846	13990	16536,64	24,7	30,79	1,05	17363,48	3373,475	64,20	1,72	110,37	2,0
2	0,655	9702	14812,21	18,65	29,66	1,05	15552,82	5850,824	64,20	1,78	110,37	3,8
3	0,786	8348	10620,87	14,5	29,62	1,05	11151,91	2803,908	64,20	1,86	110,37	1,9
4	0,666	16220	24354,35	17,98	32,8	1,05	25572,07	9352,072	64,20	1,58	110,37	4,6
5	0,687	10700	15574,96	21,1	29,84	1,05	16353,71	5653,712	64,20	1,77	110,37	3,6

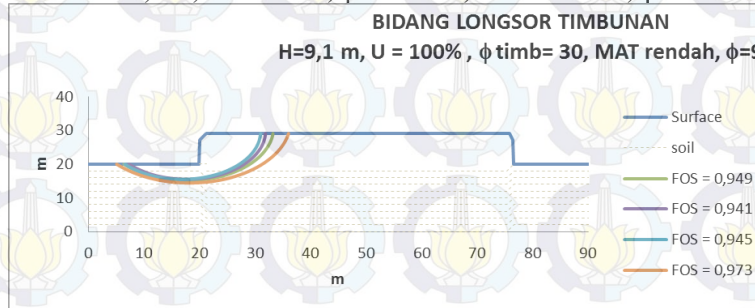


**BIDANG LONGSOR TIMBUNAN**  
**H=9,1 m, U = 100% ,  $\phi_{\text{timb}}=30$ , MAT rendah,  $\phi=6$**

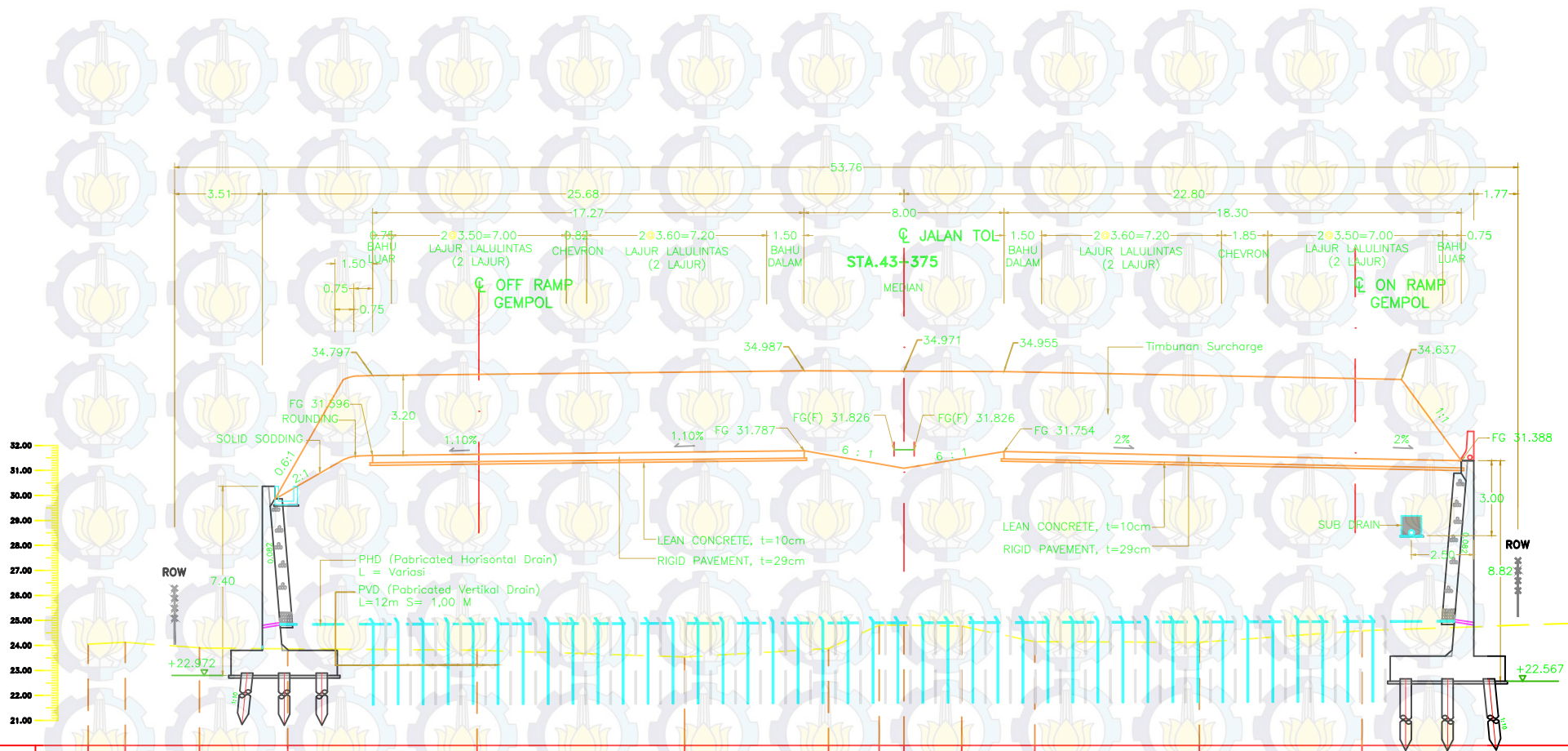


Hasil Stabl						Perhitungan						
No	SF stabil	MR	MD	titik pusat		Sf	MR	$\Delta$ MR	P	F k	P max	n
		(kN.m)	(kN.m)	X	Y	rencana	rencana	(kN.m)	kN			
1	1,085	16440	15152,07	24,96	30,35	1,05	15909,68	-530,323	64,20	1,53	98,40	-0,4
2	0,88	21840	24818,18	21,94	32,98	1,05	26059,09	4219,091	64,20	1,38	98,40	2,3
3	0,785	9416	11994,9	16,73	29,61	1,05	12594,65	3178,65	64,20	1,69	98,40	2,4
4	0,842	12170	14453,68	20,33	30,76	1,05	15176,37	3006,366	64,20	1,72	98,40	2,1
5	0,853	28280	33153,58	19,79	35,25	1,05	34811,25	6531,254	64,20	1,23	98,40	3,0

**BIDANG LONGSOR TIMBUNAN**  
**H=9,1 m, U = 100% ,  $\phi$  timb= 30, MAT rendah,  $\phi=9$**



Hasil Stabl						Perhitungan						
No	SF stabil	MR	MD	titik pusat		Sf	MR	$\Delta$ MR	P	F k	P max	n
		(kN.m)	(kN.m)	X	Y	rencana	rencana	(kN.m)	kN	kN		
1	0,949	17190	18113,8	17,53	30,83	1,05	19019,49	1829,494	64,20	0,84	53,64	2,2
2	0,941	14080	14962,81	17,74	29,71	1,05	15710,95	1630,946	64,20	0,91	53,64	2,1
3	0,997	14780	14824,47	20,19	29,79	1,05	15565,7	785,6971	64,20	0,96	53,64	1,0
4	0,945	13480	14264,55	16,89	29,63	1,05	14977,78	1497,778	64,20	0,91	53,64	2,0
5	0,973	22920	23556,01	18,22	32,59	1,05	24733,81	1813,813	64,20	0,74	53,64	1,9



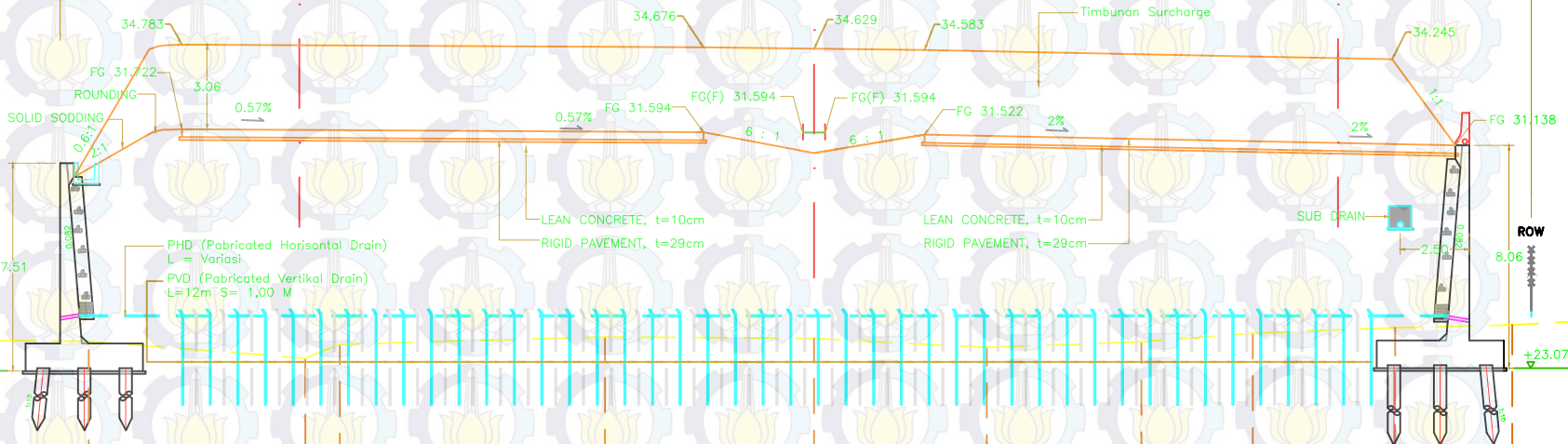
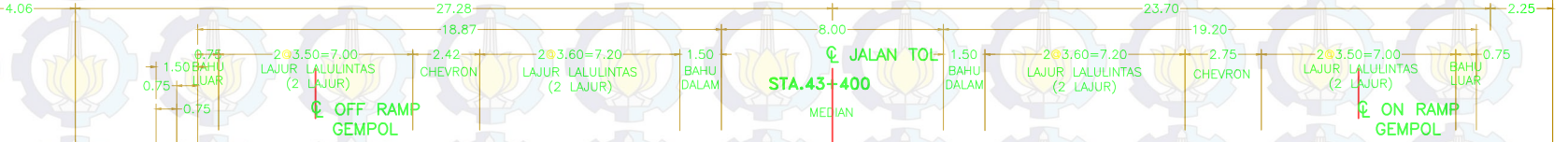
DATUM +20.000	
ELEVASI EXISTING	24.053    24.122    23.904    23.863    23.809    23.536    23.873    24.814    24.802    24.775    24.151    24.123    24.588    24.883
JARAK	1.481    2.967    3.532    7.578    8.306    5.759    2.031    1.00    2.301    2.925    6.585    6.514    8.346

STA. 43+375





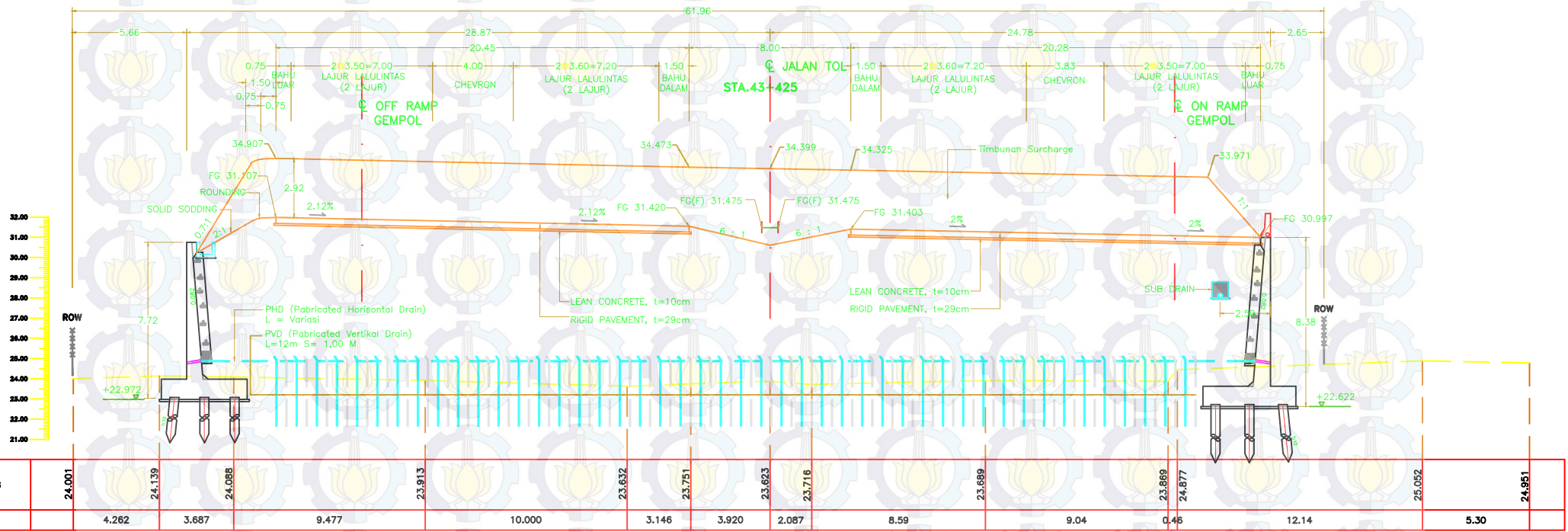
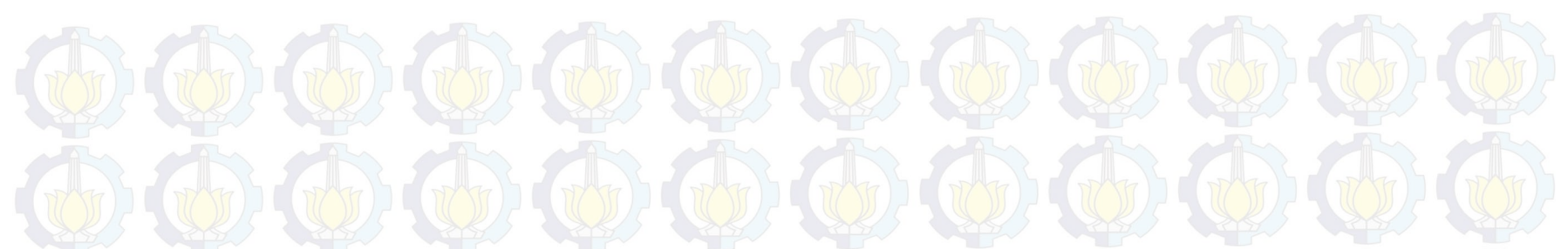
57.29



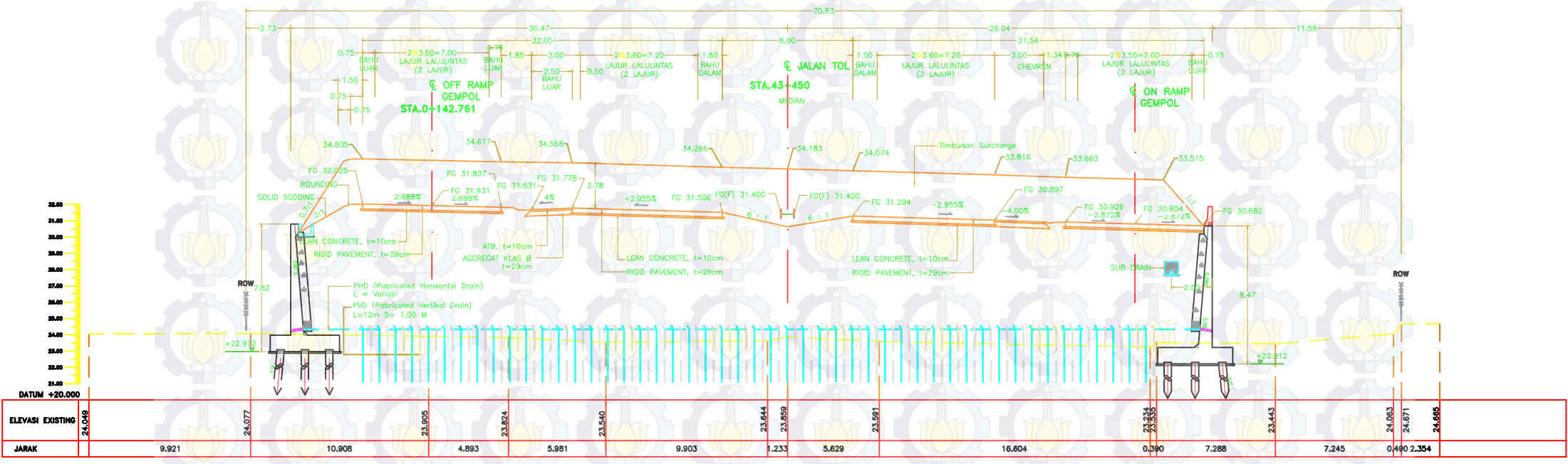
DATUM +20.000	24.149	24.124	24.045	23.436	23.932	24.205	24.151	23.927	24.025	24.333	24.544	24.635	24.888
ELEVASI EXISTING	2.263	7.015	7.824	1.240	9.594	7.569	6.253	5.586	4.036	5.152	4.225	4.368	
JARAK													

STA. 43+400





STA. 43+425



STA. 43+450



# Geotextile Sisi kanan (tampak atas)



# Geotextile Sisi kanan

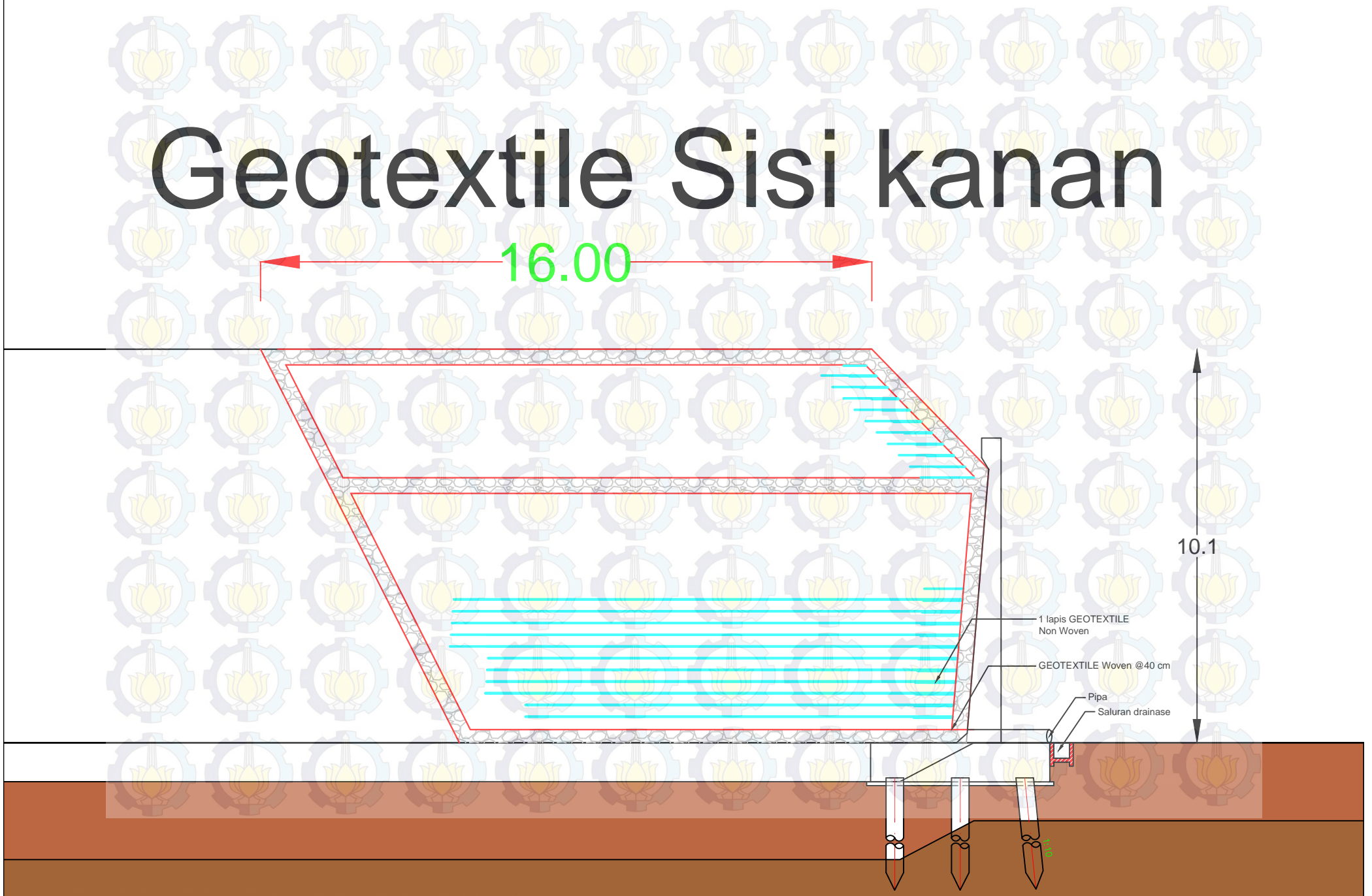
16.00

10.1

1 lapis GEOTEXTILE Non Woven

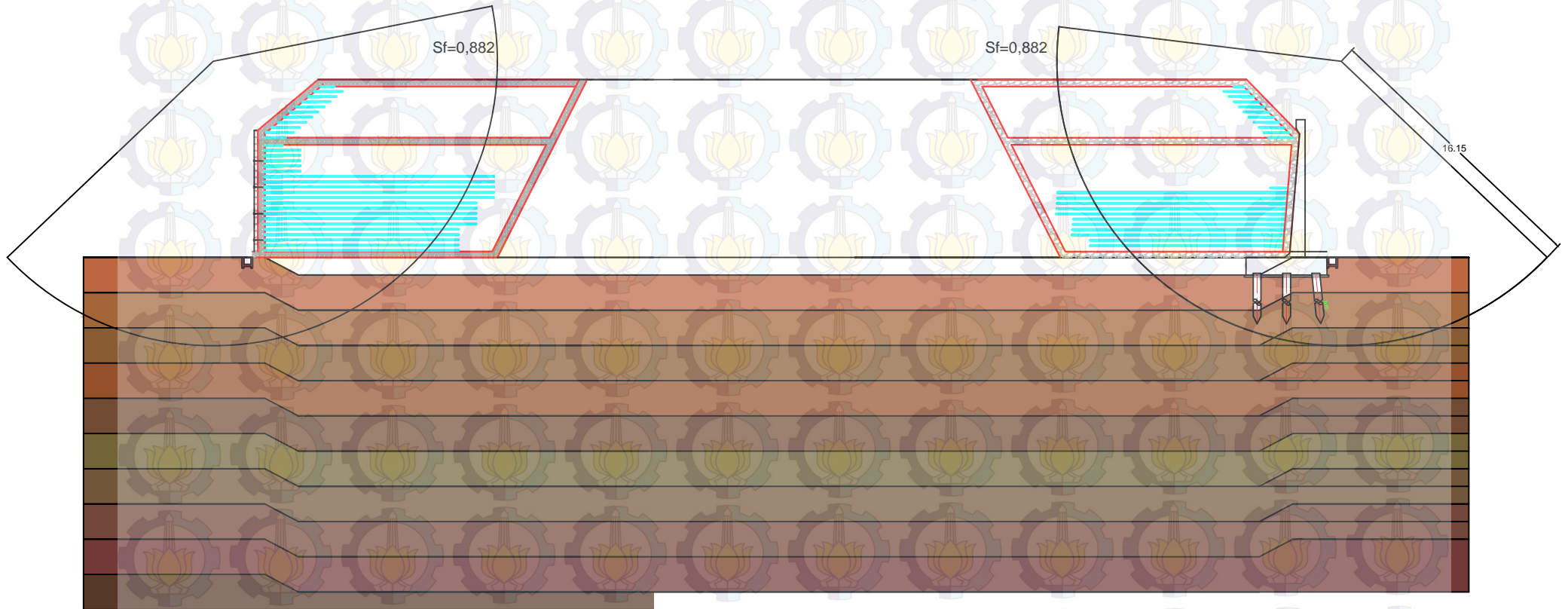
GEOTEXTILE Woven @40 cm

Pipa Saluran drainase

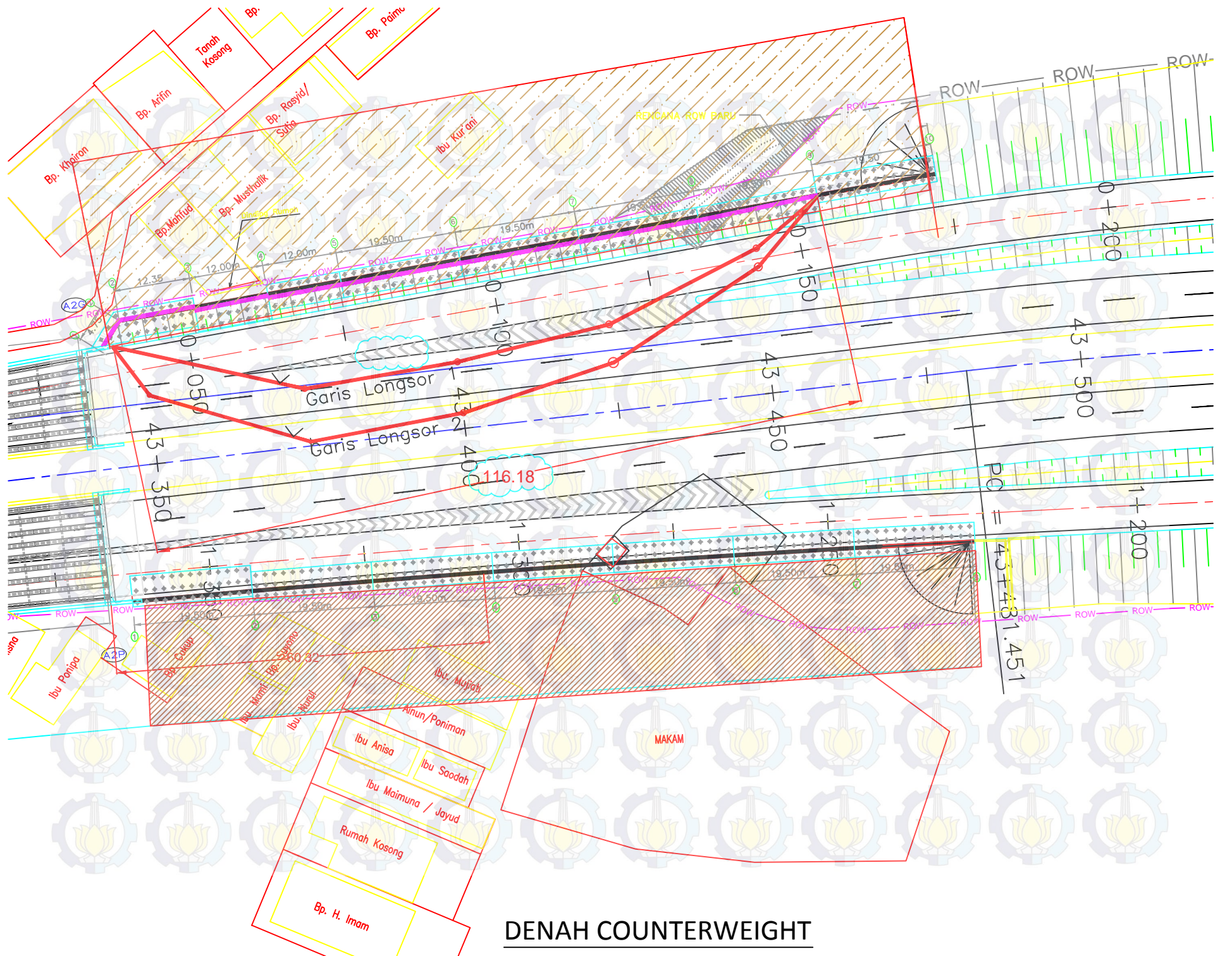




# Alternatif Geotextile



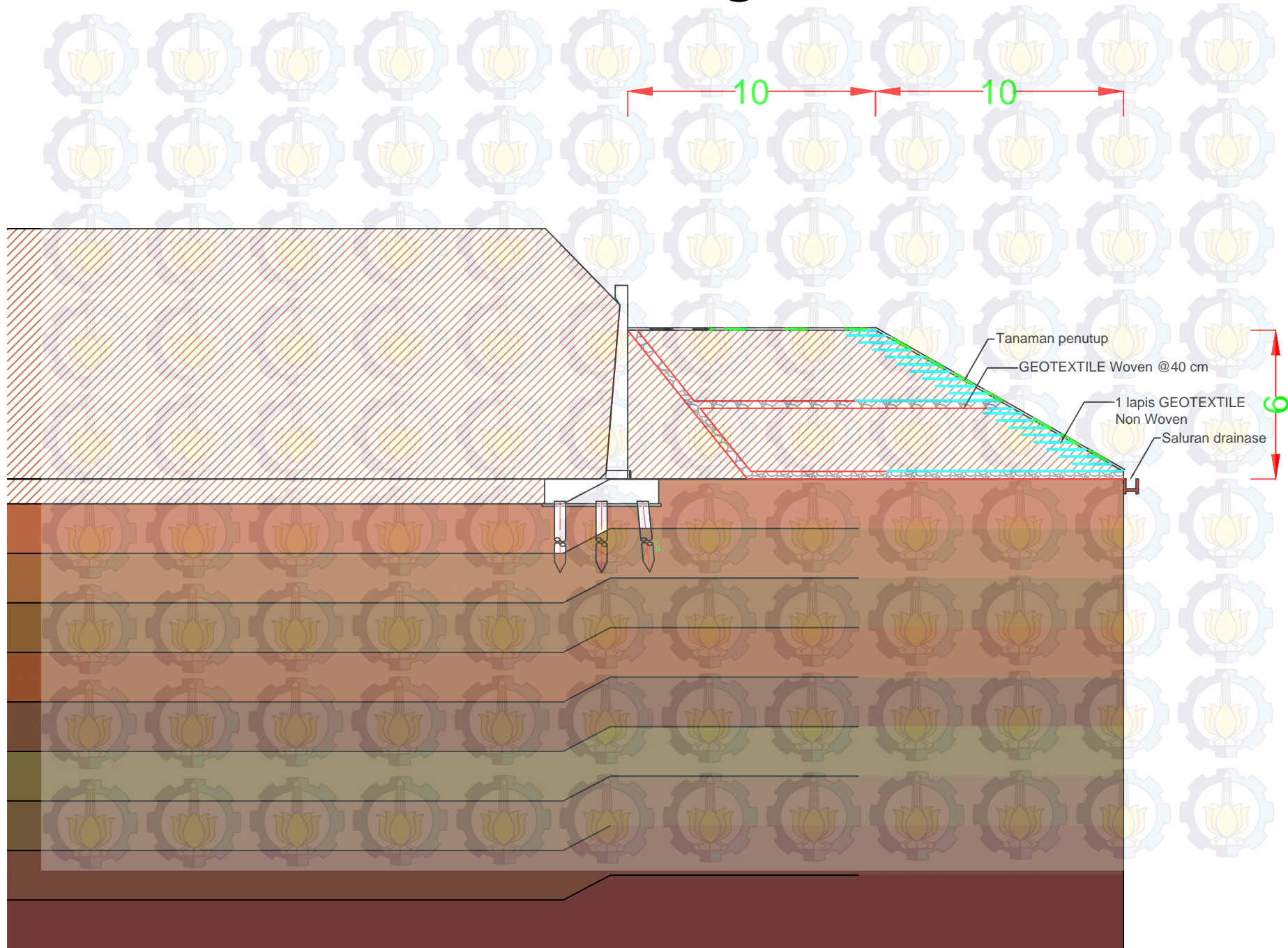




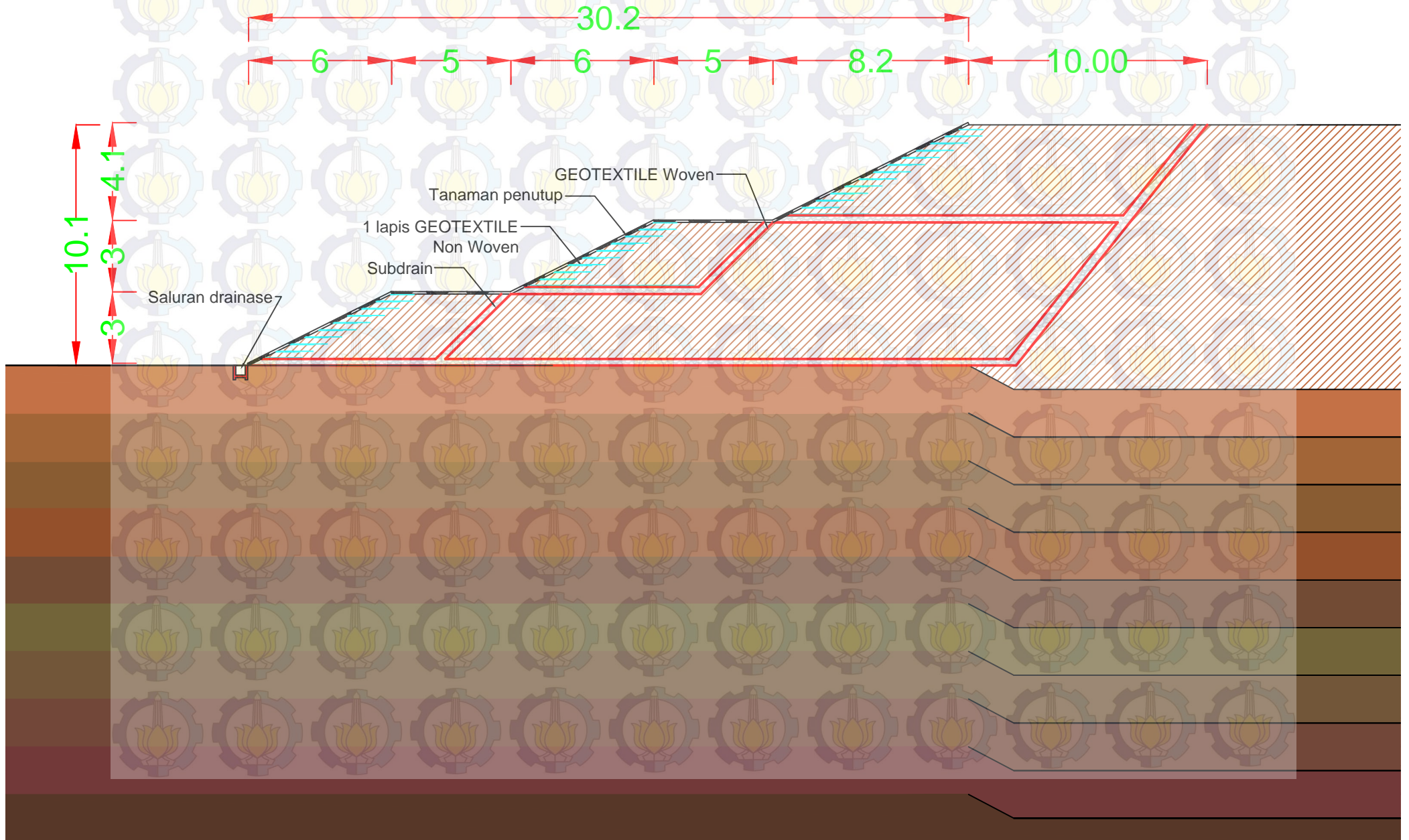
**DENAH COUNTERWEIGHT**



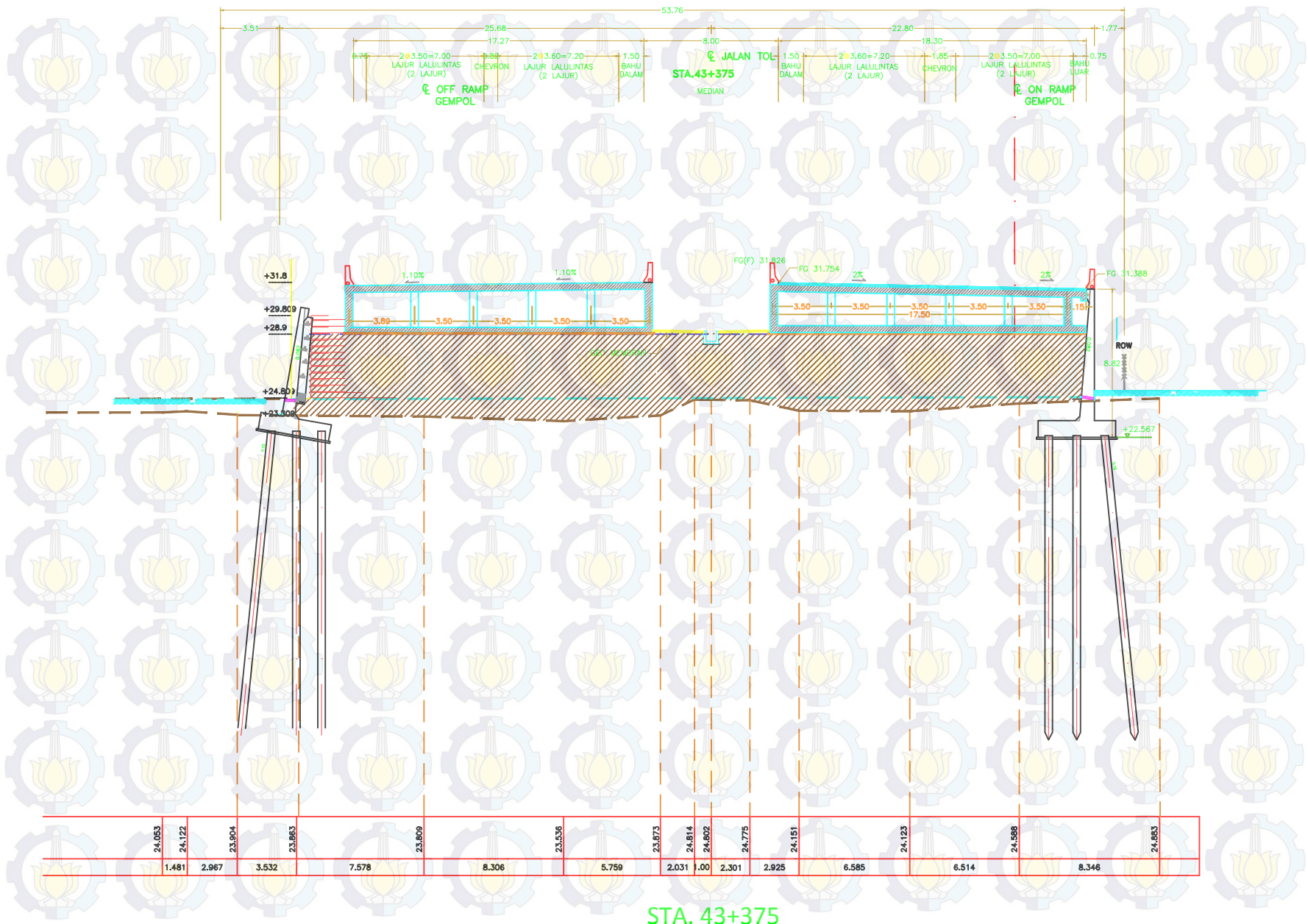
# Subdrain Counterweight sisi kanan



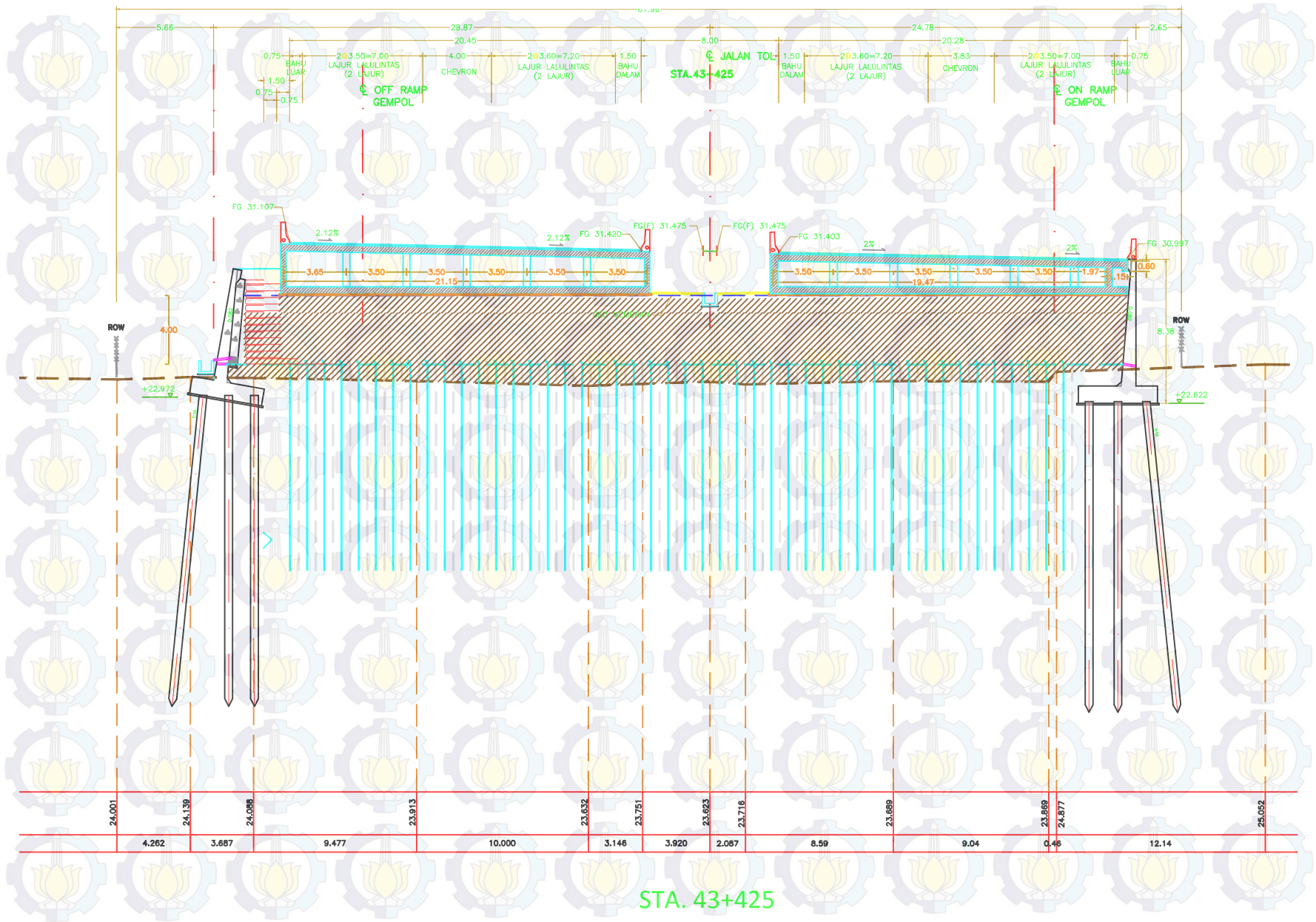
# Subdrain Counterweight sisi kiri



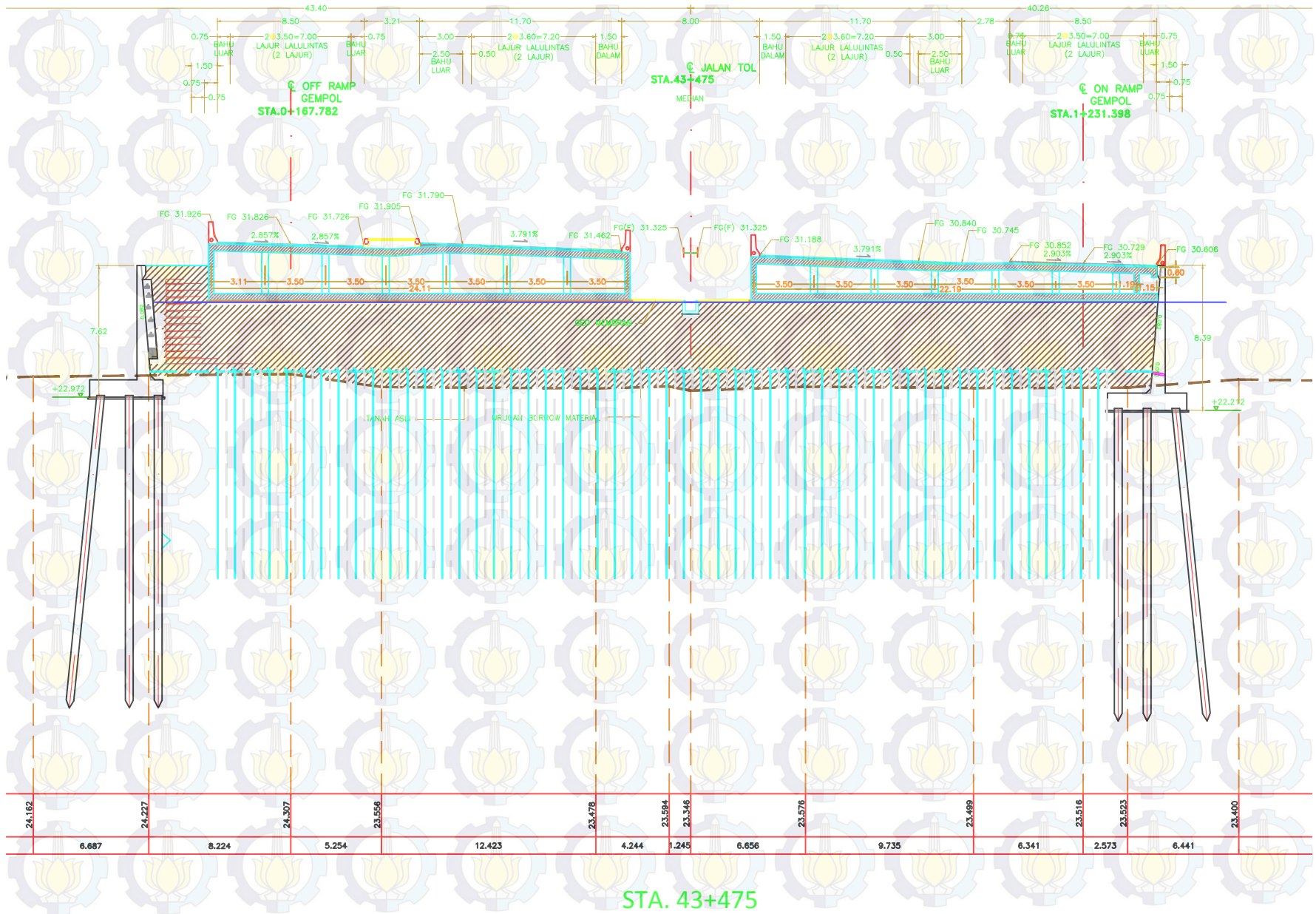


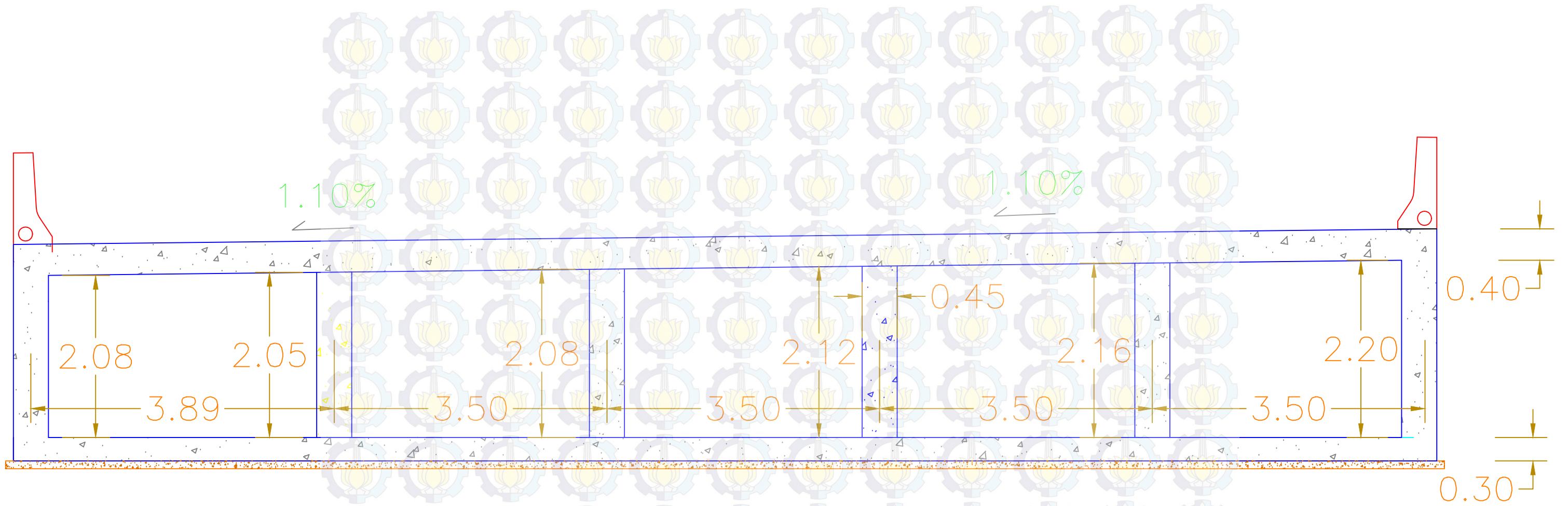


STA. 43+375









DETAIL DIMENSI SCS



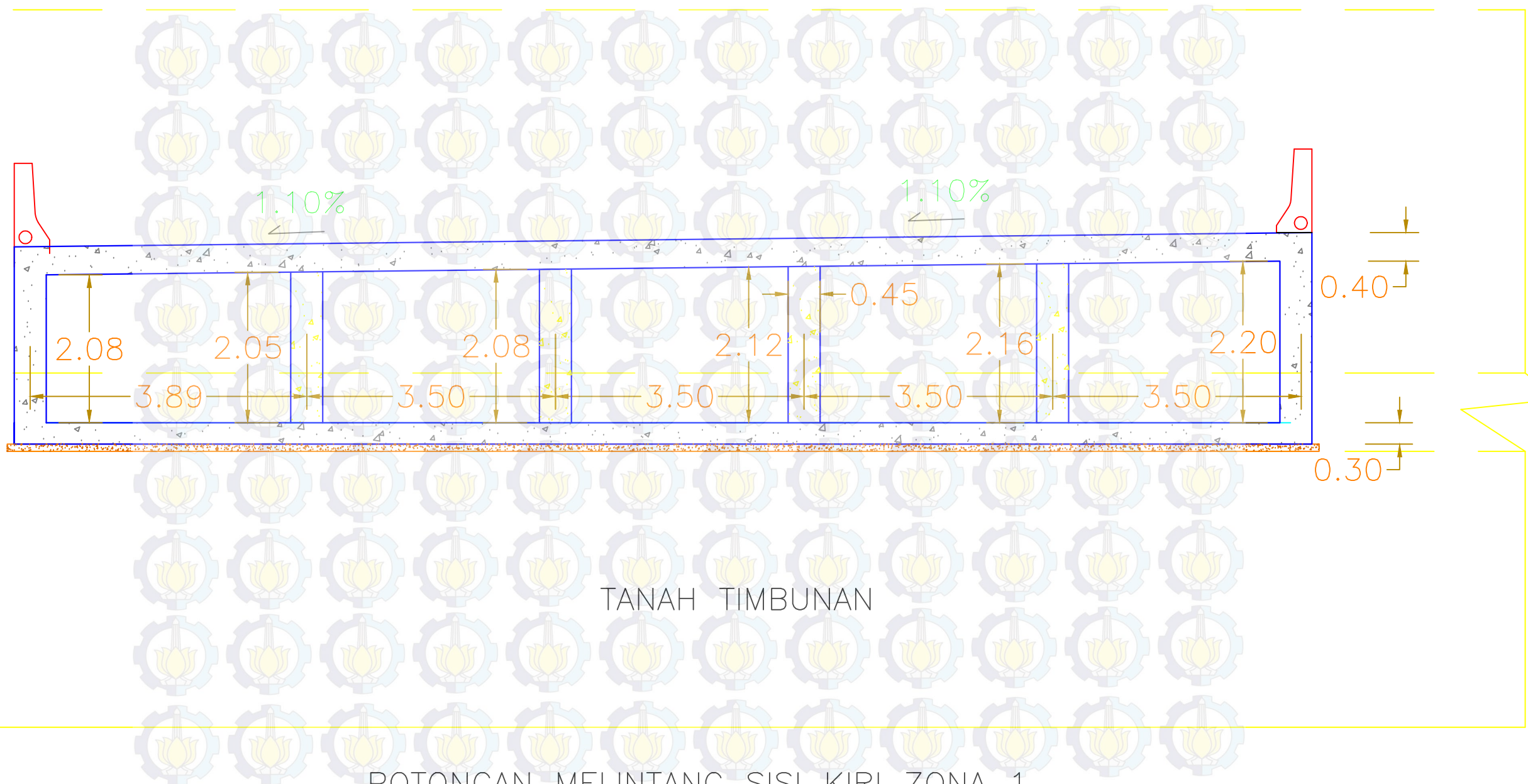
+10.1 m

+7.00 m

+5.00 m

+4.00 m

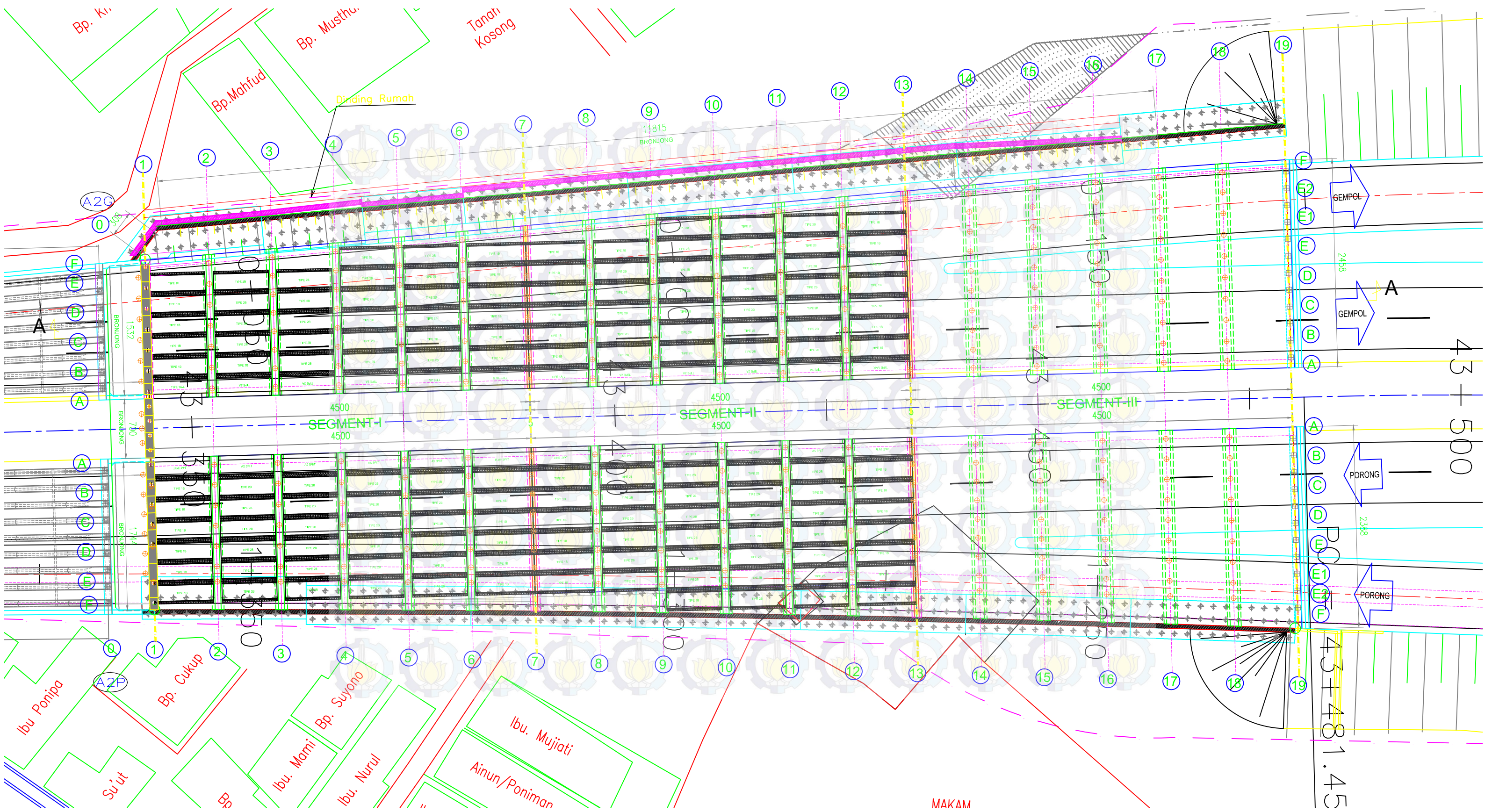
+0.00



POTONGAN MELINTANG SISI KIRI ZONA 1

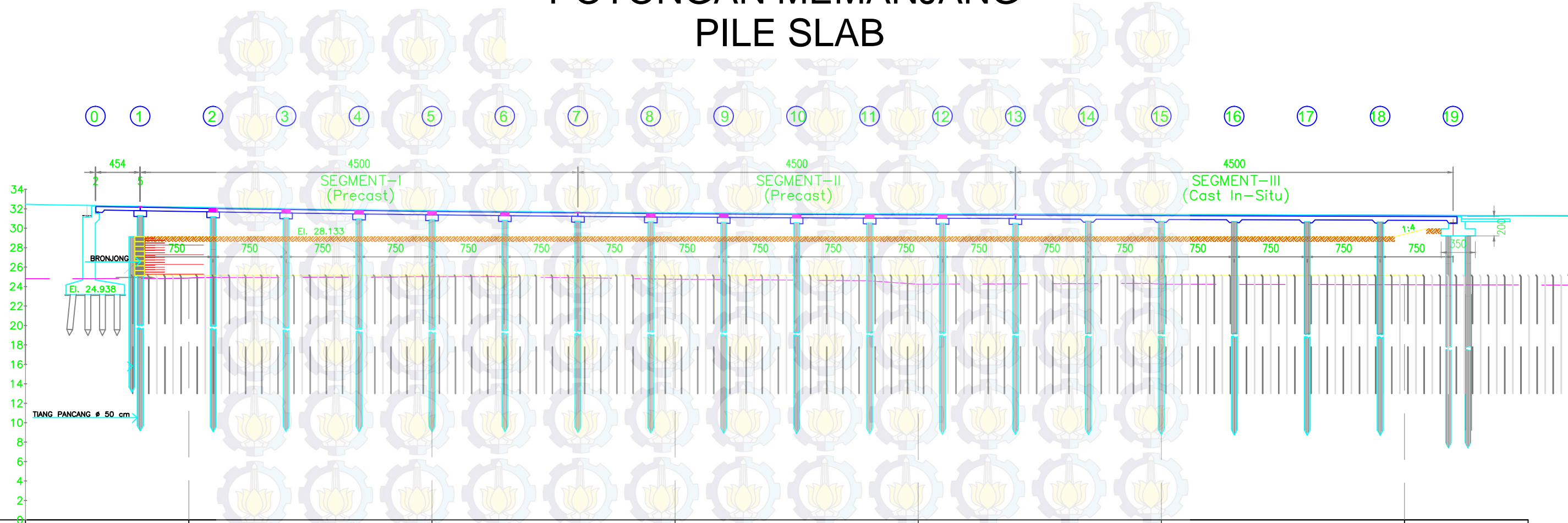


# DENAH PILE SLAB



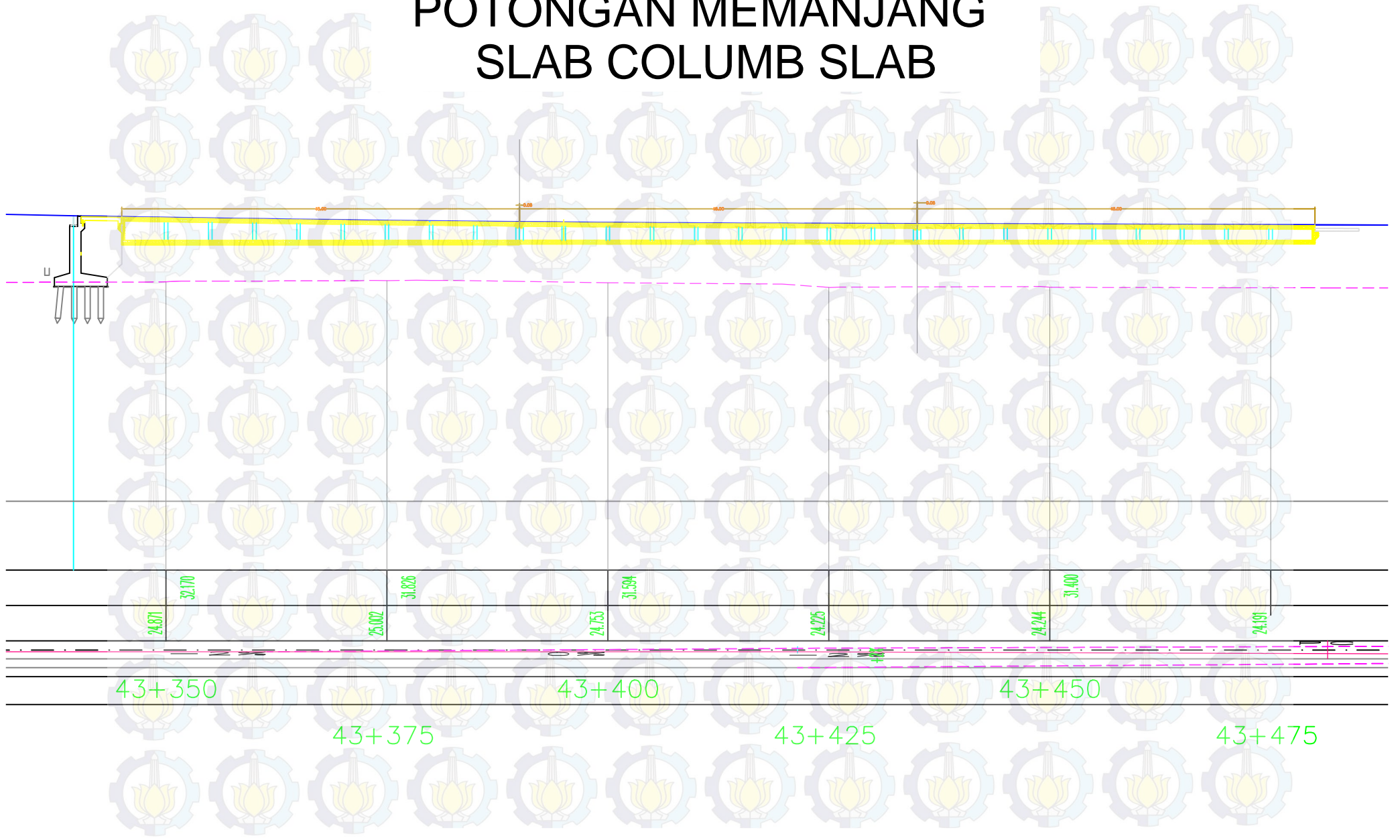


# POTONGAN MEMANJANG PILE SLAB



ELEVASI FINISH GRADE		32.170		31.826		31.594		31.475		31.400		31.325
ELEVASI EXISTING	24.871		25.002		24.753		24.225		24.244		24.191	
STATION	43+350		43+375		43+400		43+425		43+450		43+475	

# POTONGAN MEMANJANG SLAB COLUMB SLAB





## BIODATA PENULIS



Penulis bernama Himatul Farichah, dilahirkan di Gresik, pada tanggal 26 Desember 1993. Penulis telah menempuh pendidikan formal yaitu di MI AL-Qudsiyah, SMP Negeri 1 Bungah, dan SMA Negeri 1 Gresik. Setelah lulus dari SMA Negeri 1 Gresik pada tahun 2011, penulis melanjutkan pendidikan di Perguruan Tinggi Negeri dan diterima di Program Sarjana Teknik Sipil FTSP – Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

Di Jurusan Teknik Sipil, penulis mengambil judul Tugas Akhir di bidang Geoteknik. Pada masa perkuliahan penulis aktif menjadi pengurus Himpunan Mahasiswa Sipil sebagai staff departemen dana dan usaha pada tahun ke-2 dan bendahara umum Devisi Civil Tradisi Juara (CITRA) pada tahun ke-3 perkuliahan. Penulis juga aktif mengikuti beberapa lomba tingkat nasional dan berhasil mendapat juara 3 pada *Innovation self compacting concrete* di UNS Solo, juara 3 pada *Lomba inovasi breakwater tenggelam* di UNHAS Makassar, perolehan medali emas presentasi pada PKM Karsa cipta. Penulis bisa dihubungi melalui email [cichafarichah@gmail.com](mailto:cichafarichah@gmail.com)