



TUGAS AKHIR – RC18 – 4803

**PERENCANAAN PERKUATAN TANAH PADA  
KELONGSORAN TALUD RSUD BALIKPAPAN  
DENGAN KOMBINASI *SEGMENTAL BLOK  
GEOGRID* DAN *GROUND ANCHOR***

SLAMET ROHADI BUDI PRASETYO  
NRP. 0311174500029

Dosen Pembimbing I  
Putu Tantri Kumala Sari, ST., MT.

Dosen Pembimbing II  
Ir.Suwarno, M.Eng.

DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL  
Fakultas Teknik Sipil, Lingkungan, dan Kebumihan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya 2019



TUGAS AKHIR (RC18-4803)

**PERENCANAAN PERKUATAN TANAH PADA  
KELONGSORAN TALUD RSUD BALIKPAPAN DENGAN  
KOMBINASI *SEGMENTAL BLOK GEOGRID* DAN  
*GROUND ANCHOR***

SLAMET ROHADI BUDI PRASETYO

NRP.0311174500029

Dosen Pembimbing I

Putu Tantri Kumalasari, ST.MT

Dosen Pembimbing II

Ir.Suwarno, M.eng

JURUSAN TEKNIK SIPIL

Fakultas Teknik Sipil Lingkungan dan Kebumihan

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Surabaya 2019

*“Halaman ini sengaja dikosongkan...”*



FINAL PROJECT (RC18-4803)

**SLOPE REINFORCEMENT PLANNING IN CASE OF  
LANDSLIDES AT RSUD BALIKPAPAN WITH COMBINATION  
OF SEGMENTAL BLOCK GEOGRID AND GROUND ANCHOR**

SLAMET ROHADI BUDI PRASETYO  
NRP.0311174500029

Academic Supervisor I  
Putu Tantri Kumalasari, ST.MT

Academic Supervisor II  
Ir.Suwarno, M.eng

DEPARTEMEN OF CIVIL ENGINEERING  
Faculty of Civil Engineering and Planning  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya 2019

*“Halaman ini sengaja dikosongkan ...”*

**PERENCANAAN PERKUATAN TANAH PADA  
KELONGSORAN TALUD RSUD BALIKPAPAN DENGAN  
KOMBINASI SEGMENTAL BLOK GEOGRID DAN GROND  
ANCHOR**

**TUGAS AKHIR**

**Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat  
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik  
Pada  
Bidang Geoteknik  
Program Studi S-1 Jurusan Teknik Sipil  
Fakultas Teknik Sipil Lingkungan dan Kebumihan**

Oleh

**SLAMET ROHADI BUDI PRASETYO**

NRP.031111715900029

Disetujui oleh Pembimbing Logar Akhir:

1. Putu Tantri Kurniasari, ST, MT  
(Pembimbing I)
2. Ir. Suwarno, M. eng  
(Pembimbing II)



**SURABAYA  
JULI, 2019**

*“Halaman ini sengaja dikosongkan...”*

**PERENCANAAN PERKUATAN TANAH PADA  
KELONGSORAN TALUD RSUD BALIKPAPAN DENGAN  
KOMBINASI SEGMENTAL BLOK GEOGRID DAN  
GROUND ANCHOR**

**Nama Mahasiswa** : Slamet Rohadi Budi Prasetyo  
**Nrp** : 03111745000029  
**Jurusan/Fakultas** : Teknik Sipil/ FTSLK ITS  
**Dosen Konsultasi** : Putu Tantri Kumala Sari, ST.MT  
Ir.Suwarno, M.Eng

**ABSTRAK**

*Daerah dengan topografi berbukit sangat rawan apabila dilakukan pembangunan infrastruktur di atasnya. Kondisi ini akan lebih berbahaya apabila terdapat hujan dengan instensitas tinggi diwilayah tersebut yang akan dapat menimbulkan masalah seperti longsor yang terjadi di talud RSUD Balikpapan. Kelongsoran terjadi pada saat pekerjaan land clearing disertai dengan hujan deras dalam jangka waktu yang relatif lama. Pada awalnya, masalah kelongsoran tersebut telah diatasi dengan diberi perkuatan bored pile dan juga dilengkapi dengan pemasangan drainase horizontal pada permukaan tanah. Namun, pada jangka waktu kurang lebih 11 bulan berikutnya, terjadi kelongsoran baru pada bagian yang telah diperbaiki. Pada Tugas akhir sebelumnya yang disusun oleh Mita Octavenia (2017), sudah dirancang perkuatan tanah pada kelongsoran talud Balikpapan menggunakan Ground Anchor dan Soldier pile. Akan tetapi metode ini tidak bisa diterapkan khususnya pada pekerjaan Soldier pile karena keterbatasan lahan yang tersedia. Untuk itu, jenis alternatif perkuatan yang digunakan dalam tugas akhir ini adalah perkuatan tanah menggunakan kombinasi Segmental Blok, Geogrid dan Ground Anchor yang dirasa sesuai dengan kondisi lapangan.*



*Hasil analisa menunjukkan bahwa kelongsoran pertama terjadi karena stabilitas talud yang rendah dan perkuatan bored pile dengan diameter 80 cm yang ada dilapangan tidak memenuhi syarat stabilitas karena asumsi yang digunakan tidak sama dengan asumsi yang ada dilapangan. Asumsi yang lebih mendekati kenyataan dilapangan adalah asumsi behaving like sand. Untuk tipe perkuatan yang digunakan pada Tugas akhir ini, digunakan 6 buah Ground anchor dengan jarak 2 m dengan tipe yang berbeda pada setiap potongan. Gaya anchor maksimum sebesar 603 kN dengan panjang grouting 13 m. Gaya tarik maksimum yang diterima oleh Geogrid sebesar 73,2 kN/m sehingga digunakan Geogrid dengan kapasitas yang tarik yang lebih tinggi dari gaya yang terjadi. Segmental Blok yang digunakan memiliki dimensi panjang 585 mm, lebar 300 mm, tinggi 200 mm dan berat 40 kg/segmen. Berdasarkan analisa bearing capacity dinyatakan aman dengan  $SF = 3,8$  dengan  $Q_{ult} = 7244 \text{ kN/m}^2$  dan  $Q_{act} = 1823,36 \text{ kN/m}^2$  dimana  $Q_{act}$  diperoleh dari total berat Segmental Blok.*

***Kata Kunci: Geogrid, Ground Anchor, Segmental Blok, Perkuatan Talud***

## **SLOPE REINFORCEMENT PLANNING IN CASE OF LANDSLIDES AT RSUD BALIKPAPAN WITH COMBINATION OF SEGMENTAL BLOCK GEOGRID AND GROUND ANCHOR**

**Student Name** : Slamet Rohadi Budi Prasetyo  
**Nrp** : 0311174500029  
**Major/Faculty** : Teknik Sipil/ FTSLK ITS  
**Under Supervision** : Putu Tantri Kumala Sari, ST.MT  
Ir.Suwarno, M.Eng

### **ABSTRAK**

*Areas with hilly topography are very prone to the development of infrastructure on it. This condition will be more dangerous if there is rain with high intensity in the region that will be able to cause such a landslide that occurs in slope of the RSUD Balikpapan. The Landslide occurs when land clearing jobs are accompanied by heavy rains for a relatively long period of time. At first, the problems of the loosening were addressed by being given bored pile reinforcement and also equipped with the installation of horizontal drainage at ground level. However, over the next 11 months, a new sliding occurs in the repaired section. At the previous final project compiled by Mita Octavenia (2017), it has been designed to strengthen the land in Balikpapan talud Kelongsoran using Ground Anchor and Soldier pile. But this method can not be applied especially on the work of Soldier pile because of limited land available. For that, the alternative type of attachment used in this final project is the slope reinforcement with combination of segmental block, Geogrid and Ground Anchor which is felt according to the condition of the field.*

*The results of the analysis showed that the first sliding was due to the low stability of slope and the bored pile in which there was a 80 cm in the field which was not qualified due to stability. Its happened because the asumsi used is not equal to the existing*

*assumptions Field. Assumptions closer to the reality of the field are assuming behaving like sand. For the reinforcement used in this final project, it is used 6 Ground anchors with a distance of 2 m with different types on each piece. The maximum anchor force is 603 kN with a grouting length of 13 m. The maximum tensile force received by Geogrid amounted to 73.2 kN/m so that the Geogrid is used with a higher tensile capacity than the style that occurs. Segmental blocks used have a dimension length of 585 mm, width 300 mm, height 200 mm and weight 40 kg/segment. Based on bearing capacity analysis is safe with  $SF = 3.8$  with  $Q_{ult} = 7244$  kN/m<sup>2</sup> and  $Q_{act} = 1823.36$  kN/m<sup>2</sup> where  $Q_{act}$  is obtained from the total weight of Segmental block.*

***Keyword: Geogrid, Ground Anchor, Segmental Block , Slope Reinforcement***

## KATA PENGANTAR

Alhamdulillah puji syukur kehadiran Allah SWT karena atas rahmat, taufiq serta hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini tepat pada waktunya yang berjudul “PERENCANAAN PERKUATAN TANAH PADA KELONGSORAN TALUD RSUD BALIKPAPAN DENGAN KOMBINASI *SEGMENTAL BLOK GEOGRID* DAN GROUND ANCHOR .”

Tugas akhir ini diajukan sebagai persyaratan gelar keserjanaan jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil Lingkungan dan Kebumihan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya. Penulis Berharap Tugas Akhir ini dapat berguna bagi semua pihak dalam pengaplikasian ilmu dan teknologi dalam masyarakat. Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih terdapat kekurangan, untuk itu segala saran dan masukan sangat diharapkan.

Adapun dalam proses penyusunan Tugas Akhir ini penulis memperoleh bantuan dan bimbingan serta banyak dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada:

1. Orang Tua penulis yang selalu memberikan motivasi untuk menyelesaikan Tugas Akhir in
2. Putu Tantri Kumalasari, ST.MT dan Ir.Suwarno. M.eng , sebagai dosen pembimbing Tugas Akhir yang dengan sabar memberikan tenaga dan waktu dalam membimbing hingga terselesaikannya Tugas Akhir ini.
3. Seluruh dosen dan karyawan yang ada di Jurusan Teknik Sipil ITS khususnya bidang Geoteknik.
4. Teman-teman jurusan Teknik Sipil Lintas Jalur 2017 yang telah memberi dukungan dan semangat selama masa perkuliahan.

5. Sahabat-sahabatku kos yang selalu memberi dukungan dan bantuan, M. Hamzah Al Amien, A. Rizal Fathoni, Misbahul Karim, Rizal Akbar, Wahyu dan Arif.

Semoga Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat dan menambah Wawasan bagi rekan Sedisiplin Ilmu ini. Penulis juga memohon maaf atas kekurangan yang ada pada buku Tugas Akhir ini.

Surabaya, Juli 2019

Penulis

## DAFTAR ISI

Halaman Judul .....	i
Lembar Pengesahan .....	v
Abstrak .....	vii
Kata Pengantar .....	xi
Daftar Isi .....	xiii
Daftar Gambar .....	xvii
Daftar Tabel .....	xxi
BAB I .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	5
1.3 Tujuan .....	6
1.4 Manfaat .....	6
1.5 Ruang Lingkup Pekerjaan .....	6
1.6 Batasan Masalah .....	6
BAB II .....	7
2.1 Jenis Tanah dan Perilakunya .....	7
2.1.1 Jenis Tanah .....	7
2.1.2 Tanah Kohesif dan Non Kohesif Pada Talud.....	7
2.1.3 Tanah Behaving Like Sand .....	8
2.2 Korelasi Parameter Data Tanah .....	9
2.2.1 Data Lapangan .....	9
2.2.2 Data Laboratorium .....	10
2.2.3 Korelasi Nilai Paramter Tanah .....	10
2.3 Tipe Kelongsoran .....	12
2.3.1 Kelongsoran Pada Talud Menerus .....	12
2.3.2 Kelongsoran Pada Talud Tinggi Terbatas .....	19
2.3.3 Faktor-faktor Penyebab Kelongsoran .....	20
2.4 Tekanan Tanah Lateral .....	21
2.4.1 Tekanan Tanah Aktif .....	22
2.4.2 Tekanan Tanah Pasif .....	23
2.5 Analisis Stabilitas Talud .....	24

2.5.1 Konsep Stabilitas .....	24
2.5.2 Analisa Metode <i>Bishop</i> .....	26
2.5.3 Analisa Stabilitas Talud dengan Program Bantu <i>Geoslope</i> .....	28
2.6 Perencanaan Perkuatan dengan <i>Ground Anchor</i> .....	29
2.6.1 Komponen <i>Ground Anchor</i> .....	30
2.6.2 Tipe-tipe <i>Ground Anchor</i> .....	31
2.6.3 Metode <i>Ground Anchor</i> .....	32
2.6.4 Perencanaan <i>Ground Anchor</i> .....	35
2.7 Perencanaan Perkuatan Lereng Tegak .....	37
2.7.1 Perencanaan Perkuatan dengan <i>Bored Pile</i> .....	37
2.7.2 Perencanaan Perkuatan dengan <i>Segmental Blok</i> dan <i>Geogrid</i> .....	38
2.7.3 Perencanaan Perkuatan dengan Kombinasi <i>Segmental Blok</i> <i>Geogrid</i> dan <i>Ground Anchor</i> .....	39
BAB III .....	43
3.1 Diagram Alir Perencanaan .....	43
3.2 Metodologi Pengerjaan Tugas Akhir .....	45
3.3 Jadwal Pengerjaan Tugas Akhir .....	47
BAB IV .....	49
4.1 Analisa Data Tanah .....	49
4.1.1 Data Lapangan .....	49
4.1.2 Data Laboratorium .....	52
4.1.3 Penyelidikan Data Lapisan Tanah .....	52
4.1.4 Data Lapisan Tanah Asumsi <i>Behaving Like Sand</i> .....	54
4.2 Analisa Topografi dan Pemodelan Talud .....	55
4.3 Analisa Stabilitas Talud .....	60
4.3.1 Analisa Talud Kondisi Awal .....	60
4.3.2 Analisa Perkuatan Eksisting .....	67
4.4 Data Perencanaan Perkuatan Talud .....	70
4.4.1 Data <i>Ground Anchor</i> .....	70
4.4.2 Data <i>Geogrid</i> .....	71
4.4.3 Data <i>Segmental Blok</i> .....	71

BAB V	73
5.1 Data Perkuatan Talud	73
5.1.2 Data <i>Ground Anchor</i>	73
5.1.3 Data <i>Geogrid</i>	73
5.1.4 Data <i>Segmental Blok</i>	73
5.2 Perencanaan Perkuatan Talud dengan Kombinasi <i>Segmental Blok Geogrid dan Ground Anchor</i>	74
5.2.1 Perhitungan <i>Ground Anchor</i>	74
5.2.2 Kontrol Kapasitas Tarik <i>Geogrid</i>	79
5.2.3 Kontrol <i>Bearing Capacity</i>	85
5.3 Metode Pelaksanaan Perkuatan Talud dengan Kombinasi <i>Segmental Blok Geogrid dan Ground Anchor</i>	87
5.4.1 Pemasangan <i>Segmental Blok dan Geogrid</i> pada Timbunan	88
5.4.2 Pemasangan <i>Ground Anchor</i>	91
BAB VI	
6.1 Kesimpulan	93
6.2 Saran	94
Daftar Pustaka	95
Lampiran 1	93
Lampiran 2	105
Lampiran 3	106
Lampiran 4	110
Lampiran 5	113



*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Kota Balikpapan Indonesia .....	2
Gambar 1.2 Peta Topografi RSUD Balikpapan .....	3
Gambar 1.3 Lokasi Kelongsoran RSUD Balikpapan .....	3
Gambar 1.4 Ilustrasi Perkuatan <i>Bored Piled</i> yang Terkena Longsor .....	4
Gambar 2.1 Ilustrasi Gaya yang Bekerja Pada Talud Menerus Tanpa Rembesan .....	13
Gambar 2.2 Ilustrasi Gaya yang Bekerja Pada Talud Menerus dengan Rembesan .....	16
Gambar 2.3 Ilustrasi Gaya yang Bekerja Pada Talud Menerus dengan Rembesan .....	18
Gambar 2.4 Kekuatan Geser Tanah .....	25
Gambar 2.5 Keseimbangan pada Bidang Miring .....	26
Gambar 2.6 Sistem Gaya pada Suatu Elemen Menurut <i>Bishop</i> .....	27
Gambar 2.7 Harga $m$ untuk Persamaan <i>Bishop</i> .....	28
Gambar 2.8 Komponen <i>Ground Anchor</i> .....	29
Gambar 2.9 Tipe-tipe <i>Ground Anchor</i> .....	32
Gambar 2.10 Metode jangkar dengan tabung tekanan .....	33
Gambar 2.11 Metode jangkar dengan inti yang dipancang .....	34
Gambar 2.12 Metode pelat jangkar .....	34
Gambar 2.13 Metode jangkar dengan membesarkan bagian bawah .....	35
Gambar 2.14 Jenis-jenis <i>Bored Pile</i> .....	37
Gambar 2.15 pemasangan dinding penahan beton segmental dan geogrid .....	39
Gambar 2.16 Perkuatan Lereng dengan Kombinasi Segmental blok, Geogrid dan <i>Ground Anchor</i> .....	40
Gambar 2.17 Detail perkuatan kombinasi segmental blok, geogrid dan <i>ground anchor</i> .....	41
Gambar 2.19 Aplikasi lapangan perkuatan talud kombinasi <i>Segmental Blok, Geogrid</i> dan <i>Ground Anchor</i> .....	42

Gambar 3.1 Digram Alir Perencanaan .....	43
Gambar 4.1 Lokasi Pengujian Sondir .....	49
Gambar 4.2 Grafik sondir .....	50
Gambar 4.3 <i>Statigrafi</i> jenis lapisan tanah melintang .....	52
Gambar 4.4 <i>Statigrafi</i> jenis lapisan tanah memanjang .....	55
Gambar 4.5 Lapisan <i>Behaving Like Sand</i> .....	55
Gambar 4.6 <i>Lay out</i> lokasi perencanaan .....	56
Gambar 4.7 Geometri Talud untuk P1 .....	57
Gambar 4.8 Geometri talud untuk P2 .....	57
Gambar 4.9 Geometri talud untuk P3 .....	58
Gambar 4.10 Geometri Talud P4 .....	58
Gambar 4.11 Geometri Talud P5 .....	59
Gambar 4.12 Geometri Talud P6 .....	59
Gambar 4.13 Bidang Kelongsoran Pada Potongan 1 .....	60
Gambar 4.14 <i>Safety factor</i> terkritis pada potongan 1 .....	61
Gambar 4.15 Bidang Kelongsoran Pada Potongan 2 .....	61
Gambar 4.16 <i>Safety Factor</i> terkritis pada potongan 2 .....	62
Gambar 4.17 Bidang Kelongsoran pada potongan 3 .....	62
Gambar 4.18 <i>Safety Factor</i> terkritis pada potongan 3 .....	63
Gambar 4.19 Bidang Kelongsoran pada potongan 4 .....	63
Gambar 4.20 <i>Safety Factor</i> terkritis potongan 4 .....	64
Gambar 4.21 Bidang Kelongsoran pada potongan 5 .....	64
Gambar 4.22 <i>Safety Factor</i> terkritis Potongan 5 .....	65
Gambar 4.23 Bidang Kelongsoran pada potongan 6 .....	65
Gambar 4.24 <i>Safety Factor</i> terkritis potongan 6 .....	66
Gambar 4.25 Bidang Kelongsoran talud dengan kekuatan eksisting ( <i>bored pile</i> ) dengan data tanah asli .....	68
Gambar 4.26 <i>Safety Factor</i> Talud dengan kekuatan eksisting dengan data tanah asli .....	68
Gambar 4.27 Bidang Kelongsoran talud dengan kekuatan eksisting ( <i>bored pile</i> ) dengan asumsi behaving like sand .....	69
Gambar 4.28 <i>Safety Factor</i> talud dengan kekuatan eksisting asumsi <i>behaving like sand</i> .....	70

Gambar 5.1 Hasil <i>Running Geoslope</i> Potongan 2.....	74
Gambar 5.2 Koordinat Kelongsoran dan sudut Anchor ...	75
Gambar 5.3 Penguraian Gaya Anchor .....	77
Gambar 5.4 Lapisan tanah timbunan .....	80
Gambar 5.5 Tegangan lateral efektif .....	83
Gambar 5.6 Tegangan lateral akibat air .....	83
Gambar 5.7 Gaya yang bekerja pada <i>Geogrid</i> .....	84
Gambar 5.8 Pondasi/Dudukan <i>Segmental Blok</i> .....	85
Gambar 5.9 Perkuatan <i>Segmental blok, geogrid dan Ground Anchor</i> .....	87
Gambar 5.10 Perbaikan tanah dasar <i>Segmental Blok</i> .....	88
Gambar 5.11 Ilustrasi Pondasi Dasar Segmental .....	89
Gambar 5.12 Kontrol Elevasi antar Segmental blok .....	90
Gambar 5.13 Pemasangan <i>Segmental blok geogrid</i> pada <i>Ground Anchor</i> .....	90

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Tabel korelasi data tanah <i>Bowles</i> .....	11
Tabel 2.2 Konsistensi tanah untuk tanah dominan lempung .....	11
Tabel 2.3 Klasifikasi tanah berdasarkan data Sondir .....	12
Tabel 3.1 Jadwal Pengerjaan Tugas Akhir .....	47
Tabel 4.1 Klasifikasi lapisan tanah berdasarkan N-SPT .....	51
Tabel 4.2 Klasifikasi lapisan tanah berdasarkan Hambatan Konus .....	51
Tabel 4.3 Hasil rekapitulasi dari tes sodir dan uji laboratorium dilokasi perencanaan. ....	53
Tabel 4.3 Konsistensi tanah (untuk tanah dominan lanau dan lempung). ....	53
Tabel 4.4 Data tanah <i>behaving like sand</i> .....	54

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Topografi di wilayah Indonesia memiliki bentuk yang bervariasi, antara lain yaitu terdapat banyak dataran tinggi, bukit, dan pegunungan yang memiliki ketinggian serta kemiringan yang berbeda-beda. Daerah yang memiliki topografi yang tidak rata seperti tebing, lereng bukit dan pegunungan, sangat rawan apabila dilakukan pembangunan infrastruktur di atasnya. Kondisi ini akan lebih berbahaya apabila terdapat hujan dengan intensitas yang cukup tinggi mengingat wilayah Indonesia termasuk dalam wilayah yang beriklim tropis. Kondisi-kondisi tersebut dapat menimbulkan berbagai macam masalah diantaranya adalah tanah longsor.

Seperti halnya kota Balikpapan (Gambar 1.1) yang memiliki kontur tanah berbukit-bukit dan struktur tanahnya terdiri atas tanah podsolik merah kuning, tanah aluvial dan pasir kwarsa. Diantara ketiga jenis tanah tersebut, jenis tanah podsolik merah kuning adalah yang paling mendominasi, dimana tanah ini bersifat labil dan pada umumnya memiliki tekstur kasar seperti lempung berpasir (Suharta dan Prasetyo 1986). Keadaan kontur dan karakteristik tanah seperti itu mudah terkikis dan membuat tanah tidak stabil apabila terjadi hujan dengan intensitas yang tinggi sehingga mudah terjadi longsor. (Data tanah lebih lanjut dapat dilihat pada Lampiran 1).

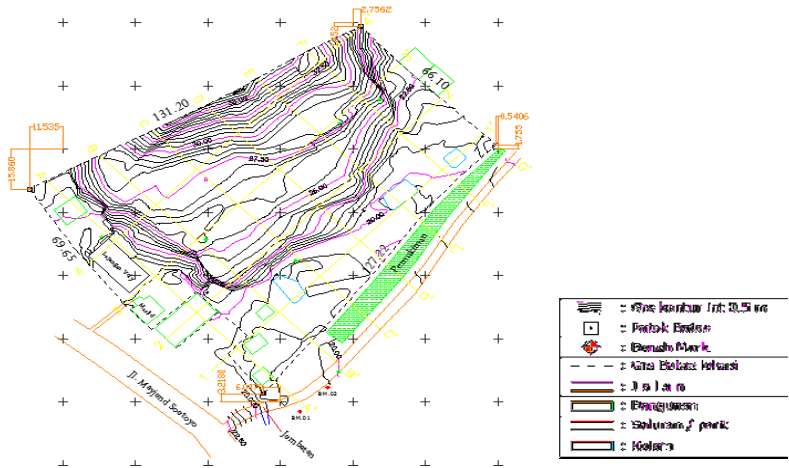


Salah satu peristiwa kelongsoran akibat ketidakstabilan tanah terjadi pada proyek gedung RSUD kota Balikpapan yang memiliki kontur tanah yang tidak rata atau naik turun seperti yang terlihat pada (Gambar 1.2). Kelongsoran tersebut terjadi pada tebing dibagian sisi barat dari lokasi gedung RSUD Balikpapan) serta terletak dekat dengan pemukiman warga dan PT.Indomarco. seperti yang terlihat pada (Gambar 1.3).

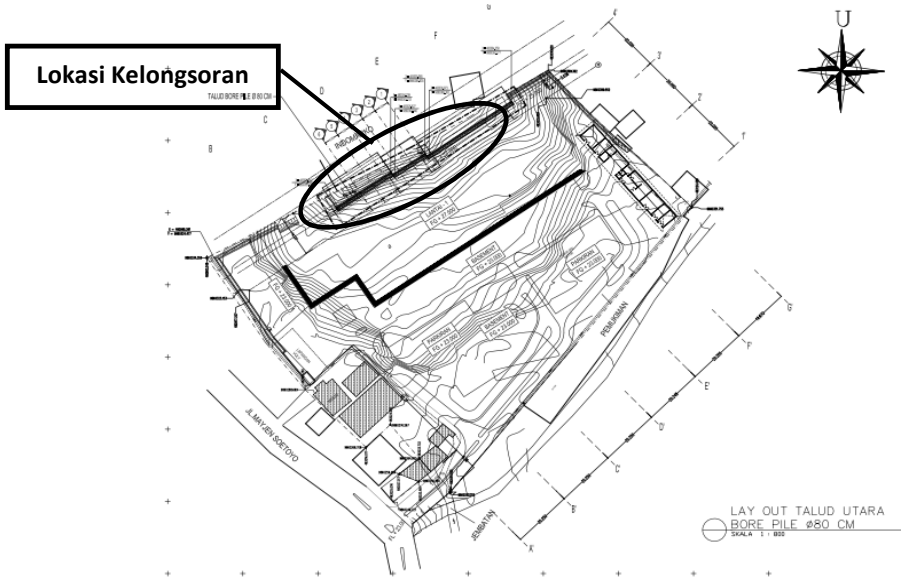


Gambar 1.1 Kota Balikpapan, Indonesia

Sumber : Data Sekunder

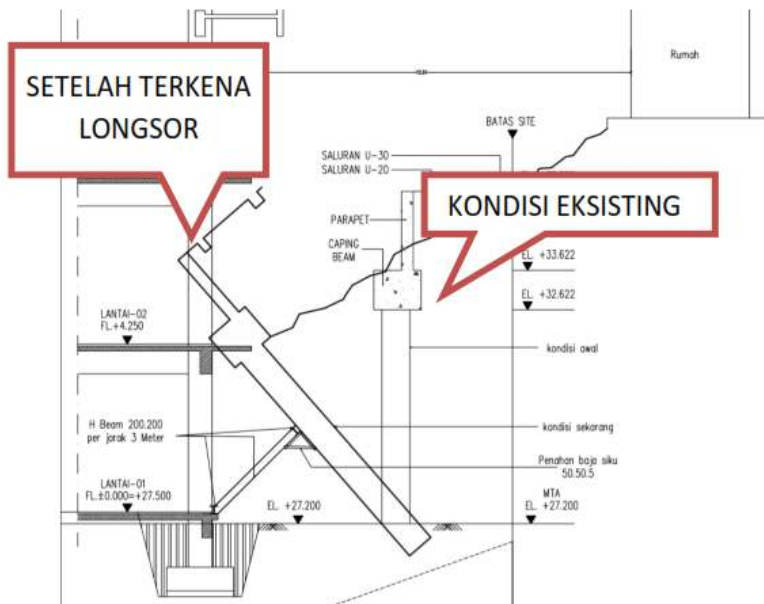


Gambar 1.2 Peta Topografi RSUD Balikpapan  
 Sumber : Data Sekunder



Gambar 1.3 Lokasi Kelongsoran RSUD Balikpapan  
 Sumber : Data Sekunder

Kelongsoran pada RSUD Balikpapan terjadi pada saat pekerjaan *land clearing* disertai dengan hujan deras dalam jangka waktu yang relatif lama. Pada awalnya, masalah kelongsoran tersebut telah diatasi dengan diberi perkuatan *bored pile* dan juga dilengkapi dengan pemasangan drainase horizontal pada permukaan tanah. Namun, pada jangka waktu kurang lebih 11 bulan berikutnya, terjadi kelongsoran baru pada bagian yang telah diperbaiki akibat adanya hujan dengan intensitas tinggi, sebagai akibatnya dinding *bored pile* pada bagian atas juga ikut ambruk membebani sisi gedung rumah sakit yang berdekatan seperti yang terlihat pada (Gambar 1.4).



Gambar 1.4 Ilustrasi perkuatan *bored pile* yang terkena longsor  
Sumber : Data Sekunder

Akibat terjadinya kelongsoran tersebut, maka dilakukan evaluasi dan desain perkuatan tanah yang baru mengingat bahwa lereng di RSUD Balikpapan termasuk tanah keras dan lereng tersebut memiliki kemiringan yang curam. Pada Tugas akhir sebelumnya yang disusun oleh Mita Octavenia (2017), sudah dirancang perkuatan tanah pada kelongsoran talud Balikpapan menggunakan *Ground Anchor* dan *Soldier pile*. Akan tetapi metode ini tidak bisa diterapkan khususnya pada pekerjaan *Soldier pile* karena keterbatasan lahan yang tersedia. Sebagai akibatnya desain alternatif perkuatan perlu disesuaikan kembali dengan kondisi eksisting di daerah tersebut. Untuk itu, jenis alternatif perkuatan tanah yang digunakan dalam tugas akhir ini adalah perkuatan tanah menggunakan kombinasi *Segmental block*, *geogrid* dan *Ground Anchor* karena perkuatan tersebut dirasa paling tepat dan sesuai dengan permasalahan dan kondisi eksisting yang ada. Metode ini sudah berhasil diterapkan oleh PT. TenCate Mirafi pada perkuatan tanah di kompleks Apartemen Pa Ju, Kota Seoul Korea Selatan pada tahun 2010.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, maka terdapat permasalahan umum yang akan diselesaikan yaitu merencanakan perkuatan talud menggunakan kombinasi *Segmental block*, *Geogrid* dan *Ground Anchor* agar tidak longsor. Adapun rincian permasalahan dalam tugas akhir ini:

- a. Bagaimana kondisi tanah beserta parameter-parameternya yang sebelum dan sesudah terjadi kelongsoran?
- b. Bagaimana stabilitas talud di daerah RSUD Balikpapan ?
- c. Bagaimana desain perkuatan tanah menggunakan kombinasi *Segmental blok*, *Geogrid* dan *Ground Anchor* di kelongsoran talud RSUD Balikpapan yang dapat dilaksanakan pada luas lahan yang terbatas?

- d. Bagaimana metode pelaksanaan perkuatan tanah menggunakan kombinasi *Segmental blok*, *Geogrid* dan *Ground Anchor*?

### 1.3 Tujuan

Dari permasalahan diatas, adapun tujuan yang ingin dicapai dalam penyusunan tugas akhir ini yaitu mengetahui stabilitas talud di daerah RSUD Balikpapan dan merencanakan perkuatan talud menggunakan kombinasi *Segmental blok*, *Geogrid* dan *Ground Anchor*.

### 1.4 Manfaat

Tugas akhir ini diharapkan dapat memberikan gambaran tentang analisa stabilitas lereng pada RSUD Balikpapan serta perkuatan tanah yang sesuai dengan kondisi daerah tersebut sehingga bisa bermanfaat bagi pihak rumah sakit dan instansi pemerintah untuk mencegah terjadinya kelongsoran pada lereng.

### 1.5 Ruang Lingkup Pekerjaan

Adapun ruang lingkup masalah yang akan dibahas dalam tugas akhir ini yaitu :

1. Melakukan analisa stabilitas talud RSUD Balikpapan.
2. Menghitung momen dan gaya yang diterima *Ground Anchor*
3. Merencanakan jumlah dan panjang *Ground Anchor* yang digunakan.
4. Menghitung tegangan lateral tanah aktif timbunan
5. Menghitung gaya yang diterima *Geogrid*
6. Menghitung *Bearing Capacity*.
7. Menyusun metode pelaksanaan.

### 1.6 Batasan Masalah

- a. Data yang dipakai dalam tugas akhir adalah data sekunder.
- b. Tidak menghitung Rencana Anggaran Biaya.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Jenis Tanah dan Perilakunya**

##### **2.1.1 Jenis Tanah**

Berdasarkan karakteristiknya tanah dapat diklasifikasikan menjadi dua jenis yaitu tanah non berkohesif dan berkohesif. Tanah non berkohesif adalah tanah yang tidak mempunyai atau sedikit sekali lekatan antara butir-butirnya. Sedangkan tanah kohesif adalah tanah yang mempunyai sifat lekatan antara butir-butirannya.

Tanah kohesif dan tanah non kohesif juga dapat diklasifikasikan sebagai tanah yang berbutir halus dan kasar. Tanah berbutir kasar yang diameter butirannya lebih besar dari 2 mm, diklasifikasikan sebagai kerikil. Jika butirannya dapat terlihat oleh mata, tetapi ukurannya kurang dari 2 mm, tanah ini disebut pasir. Tanah pasir disebut pasir kasar jika diameter butirannya berkisar antara 2-0,6 mm, pasir sedang jika diameter butirannya antara 0,6-0,2 mm dan pasir halus apabila diameter butirannya antara 0,2-0,06 mm (Hary Christady Hardyatmo, 2006)

##### **2.1.2 Tanah Kohesif dan Non Kohesif pada Talud**

Dalam perencanaan kestabilan talud dari tanah kohesif dan non kohesif, ada beberapa sifat penting yang perlu diperhatikan, yaitu :

a. Tanah berkohesif

Kestabilan talud dari tanah ini dipengaruhi oleh beberapa hal yaitu :

- Kekuatan geser yang dinyatakan dalam ( $\phi$ ) dan (C)
- Kelandaian talud yang dinyatakan dengan sudut ( $\beta$ )
- Tinggi talud (H)
- Berat volume tanah ( $\gamma$ )
- Tekanan air pori tanah.

b. Tanah non kohesif

Kestabilan talud dari tanah ini ( $\phi > 0$ ,  $C=0$ ) dipengaruhi oleh tiga hal, yaitu :

- Sudut geser dalam ( $\phi$ )
- Kelandaian talud yang dinyatakan dengan sudut ( $\beta$ )
- Berat volume tanah ( $\gamma$ ) perencanaan kestabilan talud dari tanah tak berkohesi, ada beberapa sifat penting yang perlu diperhatikan, yaitu :
  - Tanah tak berkohesi mudah tererosi oleh limpasan permukaan (*surface run off*), sehingga geometri talud mudah berubah.
  - Tanah tak berkohesi yang jenuh air mempunyai potensi tinggi terhadap bahaya *liquefaction* (*Liquefaction* atau Likuifaksi adalah fenomena di mana kekuatan dan kekakuan tanah berkurang dikarenakan pergerakan tanah).
  - Tanah tak berkohesi yang kering mudah mengalami penurunan bila terkena beban siklik (vibrasi).

### 2.1.3 Tanah Behaving Like Sand

Retakan tanah dapat terbentuk secara alami (diakibatkan oleh susut permukaan tanah, pergerakan massa tanah, dan getaran akibat gempa yang cukup kuat yang terjadi di masa lalu). Bidang retakan ini terbentuk secara acak didalam tanah, dapat berupa single crack atau multiple crack yang berhubungan satu dengan yang lain sehingga menjadi sebuah retakan. Keretakan tersebut pada saat kondisi hujan terisi air. Keretakan tersebut apabila kondisi hujan akan terisi air. Apabila hujan tidak deras air hujan masuk kedalam tanah dan kemudian mengalir ke luar di tempat-tempat yang lebih rendah. Pada kondisi hujan tidak deras ini, tidak ada peningkatan tekanan air pori yang berarti didalam bidang keretakan. Pada saat hujan deras, air mengalir ke dalam retakan tersebut secara terus menerus bertambah sehingga semua bidang retak menjadi penuh dengan air sampai di seluruh permukaan bidang retak. Selain itu penambahan tekanan air pori

juga terjadi didalam celah retakan secara signifikan karena jumlah air hujan yang masuk kedalam retakan lebih besar dari pada jumlah air hujan yang dapat mengalir ke luar dari celah-celah keretakan tersebut. Bidang-bidang keretakan keretakan yang hampir selalu dilalui air tersebut lambat laun mengalami erosi oleh air hujan, partikel tanah yang lebih halus seperti lanau dan lempung dengan mudah terbawa oleh rembesan air hujan tersebut, sehingga pada retakan tersebut hanya tertinggal butiran tanah pasir saja bahkan tersisa fraksi kerikil. Stabilitas lereng terhadap kelongsoran pada kondisi ini adalah adanya bidang-bidang keretakan yang sudah terisi pasir tersebut. Sehingga pada saat hujan deras stabilitas lereng harus dianggap seolah-olah berkelakuan seperti tanah pasir (*behaving like sand*) yang dalam kondisi jenuh air. (Mochtar, 2011)

## **2.2 Korelasi Parameter Data Tanah**

### **2.2.1 Data Lapangan**

Pengujian data tanah dilapangan dapat dilakukan dengan beberapa cara diantaranya adalah SPT dan CPT (sondir). SPT merupakan singkatan dari *standard penetration test*, merupakan salah satu uji tanah yang paling sering dilakukan, dilakukan dengan menjatuhkan batangan besi (pemukul) ke bor yang ada di dalam tanah, dan menghitung jumlah pukulan yang diperlukan untuk memperdalam lubang bor sedalam 15 cm. Semakin banyak pukulan yang diperlukan, semakin keras tanah yang sedang diteliti, dan dapat disimpulkan juga semakin besar  $\phi$  ataupun kohesi dari tanah tersebut. *Standart Penetration Test* (SPT) dilakukan untuk mengestimasi nilai kerapatan relatif dari lapisan tanah yang diuji. Untuk melakukan pengujian SPT dibutuhkan sebuah alat utama yang disebut *Standard Split Barrel Sampler* atau tabung belah standar. Sedangkan Percobaan sondir atau *Cone Penetration Test* (CPT) adalah suatu pengujian tanah yang cukup banyak digunakan di Indonesia. Metode pengujian ini dikembangkan



oleh para insinyur Belanda dan digunakan pertama kali Tahun 1935. Bagian utama alat ini adalah sebuah kerucut terbalik atau disebut konus yang terbuat dari logam dengan ujung bersudut  $60^\circ$  luas dasar  $10 \text{ cm}^2$ . Prinsip kerjanya adalah alat ini didorong masuk ke dalam tanah dengan kecepatan konstan dengan sambungan-sambungan pipa-pipa logam sepanjang 100 cm/batang dan gaya perlawanan tanah terhadap konus dicatat pada interval kedalaman tertentu. Nilai tahanan konus ( $q_c$ ) sama dengan perlawanan dibagi dengan luas dasar konus ( $10 \text{ cm}^2$ ).

### **2.2.2 Data Laboratorium**

Pengujian tanah di laboratorium bertujuan untuk memperoleh data dan informasi parameter sifat fisik maupun sifat mekanika tanah, selanjutnya parameter-parameter tersebut akan digunakan sebagai bahan analisis dan pertimbangan dalam perencanaan dan desain tipe penanganan longsoran. Ada beberapa data Laboratorium yang biasanya digunakan untuk analisa longsoran yaitu berat isi tanah, kadar air, *direct shear* dan *unconfined direct shear*.

### **2.2.3 Klasifikasi dan Korelasi Nilai Parameter tanah**

Korelasi nilai parameter tanah digunakan untuk melengkapi data tanah yang belum lengkap. Berikut ini beberapa korelasi yang dapat digunakan seperti yang terlihat pada Tabel 2.1 dan Tabel 2.3. Sedangkan klasifikasi tanah berdasarkan nilai  $q_c$  hasil uji sondir dapat dilihat pada Tabel 2.3.

Tabel 2.1 Tabel korelasi data tanah Bowles

N (blows)	<i>Cohesionless Soil/Sol Pulvirelent</i>				
	0-3	4-10	11-30	31-50	>50
Y (KN/m <sup>3</sup> )	-	12-16	14-18	16-20	18-23
Ø(*)	-	25-32	28-36	30-40	>35
State	<i>Very Loose</i>	<i>Loose</i>	<i>Medium</i>	<i>Dense</i>	<i>Very Dense</i>
Dr (%)	0-15	15-35	35-65	65-85	85-100
N (blows)	<i>Cohesive Soil/Sol Coherent</i>				
	<4	4-6	6-15	16-25	>25
Y (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	<i>Very Soft</i>	<i>Soft</i>	<i>Medium</i>	<i>Stiff</i>	<i>Hard</i>

(Sumber: Buku Pondasi Dalam Herman Wahyudi)

Tabel 2.2 Konsistensi tanah untuk tanah dominan lempung

Konsistensi Tanah	Taksiran harga kekuatan geser undrained, Cu		Taksiran harga SPT, harga N	Taksiran harga tahanan conus, q <sub>c</sub> (dari Sondir)	
	kPa	ton/m <sup>2</sup>		kg/cm <sup>2</sup>	kPa
<b>Sangat lunak (very soft)</b>	0 - 12,5	0 - 1,25	0 - 2,5	0 - 10	0 - 1000
<b>Lunak (soft)</b>	12,5 - 25	1,25 - 2,5	2,5 - 5	10 - 20	1000 - 2000
<b>Menengah (medium)</b>	25 - 50	2,5 - 5	5-10	20 - 40	2000 - 4000
<b>Kaku (Stiff)</b>	50 - 100	5,0 - 10	10 - 20	40 - 75	4000 - 7500
<b>Sangat kaku (Very stiff)</b>	100 - 200	10 - 20	20 - 40	75 - 150	7500- 15000
<b>Keras (hard)</b>	>200	>20	>40	>150	>15000

(Sumber: Mochtar,2012)

Tabel 2.3 Klasifikasi tanah berdasarkan data Sondir

Hasil Sondir		Klasifikasi
qc	fs	
6,0	0,15 - 0,40	Humus, lempung sangat lunak
6,0 - 10,0	0,20	Pasir kelanauan lepas, pasir sangat lepas
	0,20 - 0,60	Lempung lembek, lempung kelanauan lembek
10,0 - 30,0	0,10	Kerikil lepas
	0,10 - 0,40	Pasir lepas
	0,40 - 0,80	Lempung atau lempung kelanauan
	0,80 - 2,00	Lempung agak kenyal
30 - 60	1,50	Pasir kelanauan, pasir agak padat
	1,0 - 3,0	Lempung atau lempung kelanauan kenyal
60 - 150	1,0	Kerikil kepasiran lepas
	1,0 - 3,0	Pasir padat, pasir kelanauan atau lempung padat dan lempung kelanauan
	3,0	Lempung kekerikilan kenyal
150 - 300	1,0 - 2,0	Pasir padat, pasir kekerikilan, pasir kasar pasir, pasir kelanauan sangat padat

Sumber : Buku Mekanika Tanah Braja M.Das Jilid I

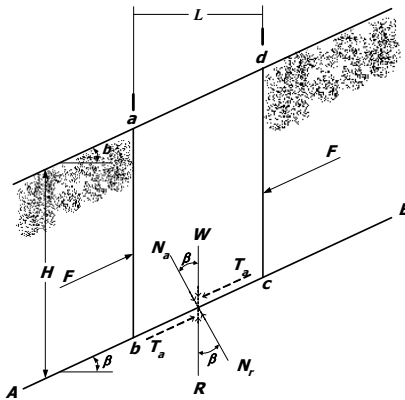
## 2.3 Tipe Kelongsoran

### 2.3.1 Kelongsoran pada Talud Menerus

Berikut ini ilustrasi gaya yang menyebabkan kelongsoran pada talud menerus. Kelongsoran talud menerus dibagi menjadi 2 yaitu kelongsoran talud tanpa rembesan dan kelongsoran talud dengan rembesan.

a. Kelongsoran talud menerus tanpa rembesan.

Berikut ini adalah ilustrasi gambar ilustrasi gaya yang bekerja pada talud menerus tanpa rembesan seperti yang terlihat pada (Gambar 2.1).



Gambar 2.1 Ilustrasi gaya yang bekerja pada talud menerus tanpa rembesan

Sumber : Buku Mekanika Tanah Braja M.Das Jilid II

➤ Kekuatan geser tanah dapat kita ketahui melalui persamaan sebagai berikut :

$$\tau_f = c + \sigma \tan \phi \quad (1)$$

➤ Dengan anggapan tekanan air pori = 0, kita evaluasi angka keamanan (FS) terhadap kemungkinan kelongsoran talud sepanjang bidang AB yang letaknya pada kedalaman H di bawah permukaan tanah. Keruntuhan talud (lereng) akibat pergerakan tanah diatas bidang AB terjadi dari kanan ke kiri.

➤ Elemen talud (abcd), mempunyai satu satuan tebal  $\perp$  terhadap bidang gambar. Gaya F bekerja pada bidang ab dan cd adalah sama besar dan berlawanan arah, oleh karenanya gaya tersebut dapat diabaikan.

Berat elemen tanah yang ditinjau (W) adalah :

$W = \text{volume tanah/eleman} \times \text{berat volume tanah}$

$$W = \gamma \cdot L \cdot H$$

Berat  $W$  dapat diuraikan dalam dua komponen sebagai berikut :

✓ Gaya yang  $\perp$  pada bidang  $AB = N_a = W \cos \beta = \gamma L H \cos \beta$ ,

✓ Gaya yang  $//$  pada bidang  $AB = T_a = W \sin \beta = \gamma L H \sin \beta$ ,  
Gaya  $T_a$  cenderung untuk menyebabkan kelongsoran sepanjang bidang.

➤ Jadi tegangan normal dan tegangan geser yang bekerja pada dasar elemen talud besarnya adalah :

$$\sigma = \frac{N_a}{\text{Luasan dasar elemen talud}} = \frac{\gamma L H \cos \beta}{\frac{L}{\cos \beta}} = \gamma H \cos^2 \beta \quad (2)$$

$$\tau = \frac{T_a}{\text{Luasan dasar elemen talud}} = \frac{\gamma L H \sin \beta}{\frac{L}{\cos \beta}} = \gamma H \cos \beta \sin \beta \quad (3)$$

➤ Reaksi dari berat  $W$  adalah gaya  $R$  yang sama besarnya, tapi berlawanan arah komponen-komponen tegak dan paralel dari gaya  $R$  terhadap bidang  $AB$  adalah  $N_r$  dan  $T_r$ .

◆  $N_r = R \cos \beta = W \cos \beta$

◆  $T_r = R \sin \beta = W \sin \beta$

Dengan cara yang sama seperti di atas, Untuk keseimbangan tegangan geser perlawanan yang terbentuk pada dasar elemen .

$$\frac{\text{Tr}}{\text{Luasan dasar elemen talud}} = \gamma H \cos \beta \sin \beta$$

Hal ini dapat juga dituliskan dalam bentuk :

$$\tau_d = c_d + \sigma \tan \phi_d$$

Dan besarnya tegangan normal, di dapat :

$$\tau_d = c_d + \gamma H \cos^2 \beta \tan \phi_d$$

Sehingga :

$$\gamma H \sin \beta \cos \beta = c_d + \gamma H \cos^2 \beta \tan \phi_d$$

$$\frac{C_d}{\gamma H} = \sin \beta \cos \beta - \cos^2 \beta \tan \phi_d = \cos^2 \beta (\tan \beta - \tan \phi_d) \quad (4)$$

➤ Besarnya angka keamanan terhadap kekuatan tanah adalah

$$\tan \phi_d = \frac{\tan \phi_d}{FS} \quad \text{dan } C_d = \frac{C}{FS}$$

Sehingga dengan memasukkan hubungan tersebut, didapat

$$FS = \frac{C}{\gamma H \cos^2 \beta \sin \beta} + \frac{\tan \phi}{\tan \beta} \quad (5)$$

Untuk tanah berbutir  $c = 0$ , angka keamanan  $FS \rightarrow \tan \phi / \tan \beta$ . Ini menunjukkan bahwa suatu talud menerus yang terdiri dari tanah pasir, FS tidak tergantung dari tinggi H dan talud tetap stabil selama  $\beta < \phi$ .

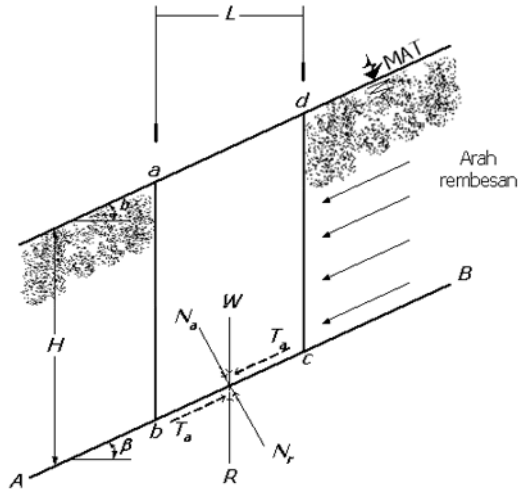
➤ Bila tanah mempunyai kohesi (c) dan sudut geser ( $\phi$ ), ketebalan tanah pada talud kritis dapat ditentukan dengan memasukkan harga :

$$\diamond Fs = 1 \quad H_{cr} = \frac{C}{\gamma \cos^2 \beta (\tan \beta - \tan \phi)}$$

$$\diamond H = H_{cr}$$

b. Kelongsoran talud menerus tanpa rembesan.

Berikut ini adalah ilustrasi gambar ilustrasi gaya yang bekerja pada talud menerus dengan rembesan seperti yang terlihat pada (Gambar 2.1).



Gambar 2.2 Ilustrasi gaya yang bekerja pada talud menerus dengan rembesan

Sumber : Buku Mekanika Tanah Braja M.Das Jilid II

➤ Suatu talud (lereng) menerus yang ada rembesan di dalam tanah, dimana MAT-nya sama dengan permukaan tanah, kekuatan gesernya dapat ditulis sebagai berikut :

$$\tau_f = c + \sigma \tan \phi$$

$\sigma'$  = tegangan efektif (untuk membedakan dengan tegangan normal).

➤ Angka keamanan terhadap kelongsoran sepanjang bidang AB, perhatikan talud abcd. Gaya-gaya yang bekerja pada bidang vertikal ab dan cd adalah sama besar dan berlawanan arah. Berat total elemen talud untuk satu satuan tebal adalah :

$$W = \gamma_{\text{sat}} \cdot L \cdot H$$

Komponen W dalam arah  $\perp$  dan  $//$  terhadap bidang AB adalah :

$$N_a = W \cos \beta = \gamma_{\text{sat}} L H \cos \beta$$

$$T_a = W \sin \beta = \gamma_{\text{sat}} L H \sin \beta$$

Reaksi dari berat W adalah = R, jadi :

$$N_r = R \cos \beta = W \cos \beta = \gamma_{\text{sat}} L H \cos \beta \quad (6)$$

$$N_r = R \sin \beta = W \sin \beta = \gamma_{\text{sat}} L H \sin \beta \quad (7)$$

Tegangan normal total ( $\sigma$ ) dan tegangan geser pada dasar elemen talud ( $\tau$ ) adalah sebagai berikut :

$$\sigma = \frac{N_r}{\left[\frac{L}{\cos \beta}\right]} = \gamma_{\text{sat}} H \cos^2 \beta \quad (8)$$

$$\tau = \frac{T_r}{\left[\frac{L}{\cos \beta}\right]} = \gamma_{\text{sat}} H \cos \beta \sin \beta \quad (9)$$

Tegangan geser perlawanan yang terbentuk pada dasar elemen talud dapat ditulis sebagai berikut :

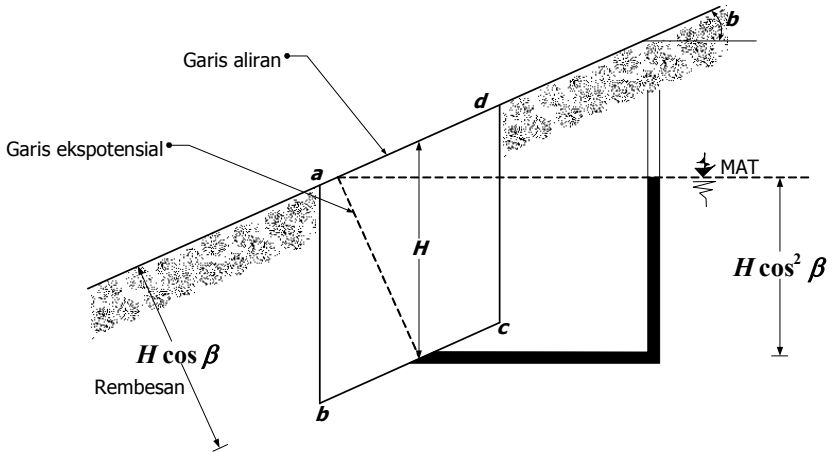
$$\tau_d = c_d + \gamma H \cos^2 \beta \tan \phi_d = c_d + (\sigma - u) \tan \phi_d \quad (10)$$

dimana :  $u$  = tekanan air pori

$$u = \gamma_w H \cos^2 \beta \rightarrow \text{lihat Gambar 2.3}$$

Di bawah ini adalah detail Ilustrasi gaya yang bekerja pada talud menerus dengan rembesan seperti (Gambar 2.3).





Gambar 2.3 Ilustrasi gaya yang bekerja pada talud menerus dengan rembesan

Sumber : Buku Mekanika Tanah Braja M.Das Jilid II

Dengan memasukkan harga  $\sigma$  dan  $u$  ke dalam persamaan, didapat :

$$\begin{aligned}\tau_d &= c_d + (\gamma_{\text{sat}} H \cos^2 \beta - \gamma_w H \cos^2 \beta) \tan \phi_d \\ &= c_d + \gamma' H \cos^2 \beta \tan \phi_d\end{aligned}\quad (11)$$

Untuk keseimbangan tegangan gesernya, maka :

$$\begin{aligned}\gamma_{\text{sat}} H \cos \beta &= c_d + \gamma' H \cos^2 \beta \tan \phi_d \\ \frac{c_d}{\gamma_{\text{sat}} H} &= \cos 2\beta \left[ \tan \beta - \frac{\gamma'}{\gamma_{\text{sat}}} \tan \phi_d \right]\end{aligned}\quad (12)$$

Angka keamanan terhadap kekuatan tanah dapat ditentukan dengan menggantikan

$$\tan \phi_d = \frac{\tan \phi}{FS} \quad \text{dan} \quad C_d = \frac{C}{FS} \quad \text{kedalam persamaan diatas}$$

Sehingga :

$$FS = \frac{C}{\gamma_{\text{sat}} H \cos^2 \beta \tan \beta} + \frac{\gamma'}{\gamma_{\text{sat}}} - \frac{\tan \phi}{\tan \beta} \quad (13)$$

### 2.3.2 Kelongsoran pada Talud Tinggi Terbatas

Penambahan beban di tubuh lereng bagian atas (Pembuatan/ peletakan bangunan, misalnya dengan membuat perumahan atau villa di tepi lereng atau dipuncak bukit) merupakan tindakan beresiko mengakibatkan longsor. Demikian juga pemotongan lereng pada pekerjaan *cut & fill*, jika tanpa perencanaan dapat menyebabkan perubahan keseimbangan tekanan pada lereng. Cara analisis kestabilan lereng banyak dikenal, tetapi secara garis besar dapat dibagi menjadi tiga kelompok yaitu: cara pengamatan visual, cara komputasi dan cara grafik (Pangular, 1985) sebagai berikut :

a. Cara pengamatan visual adalah cara dengan mengamati langsung di lapangan dengan membandingkan kondisi lereng yang bergerak atau diperkirakan bergerak dan yang yang tidak, cara ini memperkirakan lereng labil maupun stabil dengan memanfaatkan pengalaman di lapangan (Pangular, 1985). Cara ini kurang teliti, tergantung dari pengalaman seseorang. Cara ini dipakai bila tidak ada resiko longsor terjadi saat pengamatan. Cara ini mirip dengan memetakan indikasi gerakan tanah dalam suatu peta lereng.

b. Cara komputasi adalah dengan melakukan hitungan berdasarkan rumus (*Fellenius, Bishop, Janbu, Sarma, Bishop modified* dan lain-lain). Cara *Fellenius* dan *Bishop* menghitung Faktor Keamanan lereng dan dianalisis kekuatannya. Menurut *Bowles* (1989), pada

dasarnya kunci utama gerakan tanah adalah kuat geser tanah yang dapat terjadi :

- Tak terdrainase,
- Efektif untuk beberapa kasus pembebanan,
- Meningkat sejalan peningkatan konsolidasi (sejalan dengan waktu) atau dengan kedalaman,
- Berkurang dengan meningkatnya kejenuhan air (sejalan dengan waktu) atau terbentuknya tekanan pori tanah yang berlebih atau terjadi peningkatan air tanah.

c. Cara grafik adalah dengan menggunakan grafik yang sudah standar (*Taylor, Hoek & Bray, Janbu, Cousins dan Morganstren*). Cara ini dilakukan untuk material homogen dengan struktur sederhana. Material yang heterogen (terdiri atas berbagai lapisan) dapat didekati dengan penggunaan rumus (carakomputasi). Stereonet, misalnya diagram jaring *Schmidt* (*Schmidt Net Diagram*) dapat menjelaskan arah longsoran atau runtuhuan batuan dengan cara mengukur *strike/dip* kekar-kekar (joints) dan *strike/dip* lapisan batuan.

### 2.3.3 Faktor-faktor Penyebab Kelongsoran

Tanah mempunyai sifat-sifat fisik seperti berat jenis, sudut geser, dan kohesi yang sangat berperan dalam menentukan kekuatan tanah dan juga mempengaruhi stabilitas talud. Stabilitas talud merupakan suatu faktor yang sangat penting dalam pekerjaan yang berhubungan dengan penggalian dan penimbunan tanah. Faktor – faktor penyebab ketidakstabilan talud dapat dibagi menjadi dua kelompok besar (Terzaghi), antara lain :

#### a. Faktor Pengaruh Luar (Eksternal)

Faktor eksternal terjadi akibat meningkatnya tegangan geser yang terjadi pada tanah sehingga *Safety Factornya* menurun ( $SF < 1$ ). Hal ini disebabkan karena faktor – faktor sebagai berikut:

- Kaki talud tererosi oleh aliran sungai atau air hujan.
- Adanya kegiatan galian pada talud.
- Air hujan yang tertahan di atas talud.
- Berat akibat timbunan tanah para talud.
- Berat bangunan di atas talud.
- Perubahan geometri talud akibat pergerakan tektonik dan gempa bumi.

#### b. Faktor Pengaruh Dalam (Internal)

Faktor internal terjadi akibat penurunan kekuatan geser tanah, penyebabnya antara lain:

- Peningkatan kadar air yang terjadi pada tanah lempung.
- Struktur geologi dan keadaan geometri talud.
- Absorpsi oleh mineral lempung yang diikuti oleh penurunan harga kohesi tanah.
- Penyusutan tanah lempung yang dapat menimbulkan retak susut.
- Perubahan berat volume dan tekanan air pori tanah.

## 2.4 Tekanan Tanah Lateral

Dalam memperkirakan dan menghitung kestabilan konstruksi penahan tanah, diperlukan perhitungan tekanan lateral. Tekanan lateral terjadi karena massa tanah menerima beban akibat tegangan normal maupun berat kolom tanah. Hal ini menyebabkan terjadinya tekanan ke arah tegak lurus atau kearah samping. Besarnya tekanan tanah lateral sendiri sangat dipengaruhi oleh fisik tanah, sudut geser, dan kemiringan tanah terhadap bentuk struktur konstruksi penahan tanah.

Tekanan tanah lateral dibagi menjadi tekanan tanah dalam keadaan diam, tekanan tanah aktif, dan tekanan tanah pasif. Tekanan tanah dalam kondisi diam terjadi akibat massa tanah pada dinding penahan berada dalam kondisi seimbang. Tekanan tanah aktif merupakan tekanan yang berusaha untuk mendorong dinding penahan tersebut ke depan. Sementara tekanan tanah

pasif merupakan tekanan yang berusaha mengimbangi tekanan tanah aktif.

### 2.4.1 Tekanan Tanah Aktif

Tekanan aktif merupakan tekanan yang mendorong dinding penahan tanah ke arah horizontal. Sementara dinding penahan tanah harus dalam keadaan seimbang dalam menahan tekanan arah horizontal. Tekanan ini dapat dievaluasi dengan menggunakan koefisien tanah  $K_a$ . Rumusan tekanan horizontal dapat dituliskan sebagai berikut:

$$\sigma_a = K_a \cdot \gamma \cdot H$$

Harga  $K_a$ :

- Untuk tanah datar:

$$K_a = \frac{1 - \sin \emptyset}{1 + \sin \emptyset} = \tan^2 \left( 45^\circ - \frac{\emptyset}{2} \right) \quad (14)$$

- Untuk tanah miring:

$$K_a = \left( \frac{\cos \emptyset}{1 + \sqrt{\frac{\sin \emptyset \sin (\emptyset - \alpha)}{\cos \alpha}}} \right)^2 \quad (15)$$

dimana:

$\phi$  = sudut geser tanah

$\alpha$  = kemiringan tanah

Selain itu, kohesi sebagai lekatan antara butiran tanah juga memiliki pengaruh mengurangi tekanan aktif tanah yaitu sebesar  $2c\sqrt{K_a}$ , sehingga perumusan menjadi:

$$\sigma_a = K_a \gamma H - 2 c\sqrt{K_a} \quad (16)$$

#### 2.4.2 Tekanan Tanah Pasif

Tekanan lateral pasif tanah merupakan tekanan yang melawan arah dari tekanan lateral aktif. Hal ini disebabkan oleh gaya yang mendorong dinding cencerung ke arah urugannya. Tekanan pasif menunjukkan nilai maksimum dari gaya yang dapat dikembangkan oleh tanah, yaitu gaya yang dibutuhkan untuk menahan dinding penahan tanah sebelum terjadi kegagalan. Rumusan tekanan horizontal pasif dapat dituliskan sebagai berikut:

$$\sigma_p = K_p \cdot \gamma \cdot H$$

Harga  $K_p$ :

- Untuk tanah datar adalah:

$$K_p = \frac{1 + \sin \emptyset}{1 - \sin \emptyset} = \tan^2 \left( 45^\circ + \frac{\emptyset}{2} \right) \quad (17)$$

- Untuk tanah miring adalah:

$$K_p = \left( \frac{\cos \emptyset}{1 + \sqrt{\frac{\sin \emptyset \sin (\emptyset + \alpha)}{\cos \alpha}}} \right)^2 \quad (18)$$

dimana:

$\phi$  = sudut geser tanah

$\alpha$  = kemiringan tanah

Dalam kasus tekanan lateral pasif, kohesi (lekatan antar butiran tanah) mempunyai pengaruh memperbesar tekanan pasif tanah sebesar  $2c\sqrt{K_p}$ , sehingga perumusan menjadi:

$$\sigma_p = K_p \gamma H + 2c\sqrt{K_p} \quad (19)$$

## 2.5 Analisis Stabilitas Talud

### 2.5.1 Konsep Stabilitas

Talud adalah suatu permukaan tanah yang miring dan membentuk sudut tertentu terhadap suatu bidang horisontal. Perbedaan elevasi pada talud dapat mengakibatkan pergerakan massa tanah dari elevasi yang tinggi menuju elevasi yang lebih rendah. Pergerakan massa tanah ini diakibatkan oleh gravitasi, air, dan gaya gempa. Pergerakan atau gaya tersebut akan menghasilkan tegangan geser yang berfungsi sebagai gaya penahan dan berat massa tanah bekerja sebagai gaya pendorong. Apabila berat massa tanah itu lebih besar daripada tegangan geser, maka akan mengakibatkan kelongsoran. Kelongsoran sendiri terjadi karena stabilitas talud rendah, dimana terjadi pergerakan tanah untuk mencari keseimbangan atau kestabilan karena terjadinya penambahan tegangan geser yang lebih besar daripada kuat geser talud tersebut. Maka dari itu perlu dilakukan analisis stabilitas talud untuk menentukan faktor keamanan dari bidang longsor tersebut.

Selain itu, salah satu tujuan dari dilakukannya analisis stabilitas talud adalah untuk mengetahui kekuatan geser tanah/batuan. Keruntuhan geser (*shear failure*) pada tanah/batuan terjadi akibat gerak relatif antar butirnya. Oleh sebab itu kekuatan geser tanah (Gambar 2.4) tergantung pada gaya yang bekerja antar butirnya. Dengan demikian dapat dikatakan bahwa kekuatan geser terdiri atas:

- (1) Bagian yang bersifat kohesi, tergantung pada macam tanah/batuan dan ikatan butirnya.

(2) Bagian yang bersifat gesekan, yang sebanding dengan tegangan efektif pada bidang geser. Kekuatan geser tanah dapat dinyatakan dalam rumus :

$$S = c' + (\sigma - u) \tan \phi'$$

dimana:

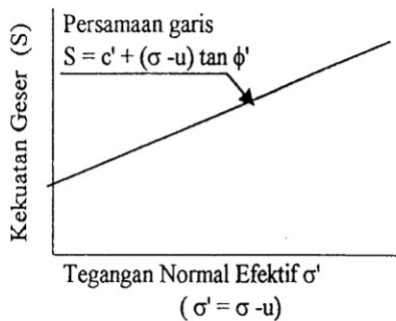
$S$  = Kekuatan geser

$\sigma$  = Tegangan total pada bidang geser

$u$  = Tegangan air pori

$c'$  = Kohesi efektif

$\phi'$  = Sudut geser dalam efektif

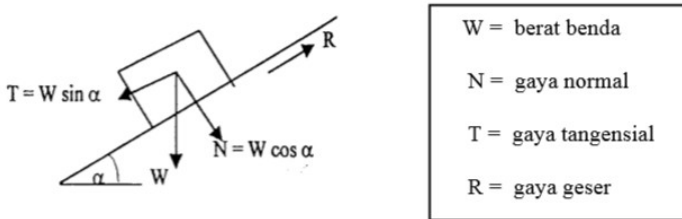


Gambar 2.4 Kekuatan Geser Tanah

(Sumber: Buku Petunjuk Teknis Perencanaan dan Penanganan Kelongsoran Direktorat Jenderal Bina Marga)

Analisis dasar stabilitas talud didasarkan pada mekanisme gerak suatu benda yang terletak pada bidang miring seperti pada (Gambar 2.4).





Gambar 2.5 Keseimbangan pada Bidang Miring  
(Sumber: Buku Petunjuk Teknis Perencanaan dan Penanganan Kelongsoran Direktorat Jenderal Bina Marga)

Pada (Gambar 2.5) terlihat bahwa yang akan longsor adalah  $T$ , sedangkan gaya yang melawan longsor adalah  $R$  yakni gaya geser terjadi antara berat benda  $W$  dengan bidang miring, sehingga dengan demikian dapat dikatakan :

$R/T < 1$  Benda akan bergerak

$R/T = 1$  Benda dalam keadaan seimbang

$R/T > 1$  Benda akan diam

### 2.5.2 Analisis Metode *Bishop*

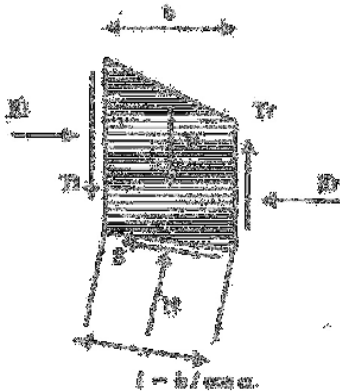
Cara analisa yang dibuat oleh *A.W. Bishop* (1955) menggunakan gaya yang bekerja pada tiap elemen (Gambar 2.6) dan memperhatikan persyaratan keseimbangan pada talud tersebut. *Safety factor* terhadap longsor didefinisikan sebagai perbandingan antara kekuatan geser maksimum yang dimiliki tanah di bidang longsor (faktor penahan) dengan tahanan geser yang diperlukan untuk keseimbangan (faktor pendorong).

$$SF = \frac{\text{Faktor Penahan}}{\text{Faktor pendorong}}$$

Bila kekuatan geser tanah adalah:

$$(\text{Faktor penahan}) = c' + (\sigma - u) \tan \phi' = c' + \sigma' \tan \phi'$$

maka tahanan geser yang diperlukan untuk keseimbangan adalah:  
(Faktor pendorong)  $= 1/SF (c' + (\sigma-u) \tan \phi$



$W$  = berat tanah dan bahan batuan yang lain bila ada

$$W = W' + u$$

Definisi :

$W$  = Gaya normal total

$W'$  = Gaya normal efektif

$u$  = Gaya efektif tekanan air pori

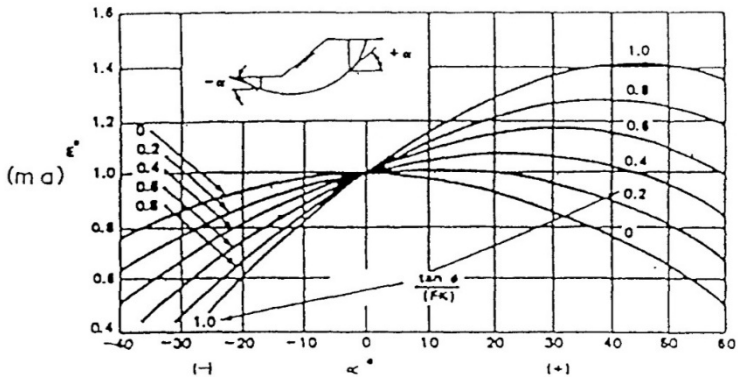
$u$  = Tegangan air pori yang besarnya di dalam perhitungan adalah  $W'$

Gambar 2.6 Sistem Gaya pada Suatu Elemen Menurut *Bishop*  
(Sumber: Buku Petunjuk Teknis Perencanaan dan Penanganan  
Kelongsoran Direktorat Jenderal Bina Marga)

*Safety factor* dihitung berdasarkan rumus:

$$SF = \frac{\frac{1}{ma} (C' b + (w - ub) \tan \phi)}{w \sin \alpha} \quad (20)$$

Harga  $ma$  dapat ditentukan dari Gambar 2.7 dengan mencoba ulang (*trial and errors*) harga *safety factor*  $SF$  untuk mempercepat perhitungan. *Safety factor* menurut cara ini tidak sesuai dengan kenyataan yang ada karena terlalu besar apabila sudut negatif ( - ) di talud paling bawah mendekati  $30^\circ$ . Kondisi ini dapat terjadi apabila bidang longsor sangat dalam atau pusat rotasi berada dekat puncak talud. *Safety factor* yang didapat dari cara Bishop ini lebih besar dari yang didapat dengan cara Fellenius.



Gambar 2.7 Harga  $m_a$  untuk Persamaan Bishop  
(Sumber: Buku Petunjuk Teknis Perencanaan dan Penanganan  
Kelongsoran Direktorat Jenderal Bina Marga)

### 2.5.3 Analisa Stabilitas Talud dengan Program Bantu *Geoslope*

Software *GeoSlope* adalah program komputer yang khusus diciptakan untuk membantu proses analisa yang berhubungan dengan lingkup teknik sipil. Program *GeoSlope* biasa digunakan dalam perhitungan konstruksi yang berkaitan dengan geoteknik. Program *GeoSlope* terbagi atas 6 sub program, yaitu : *Slope/w*, *Seep/w*, *Temp/w*, *Quake/w*, *Ctran/w* dan *Sigma/w*. Setiap subprogram memiliki fungsi yang berbeda. Program *Slope/w* dikhususkan untuk perhitungan kestabilan talud, program *Seep/w* dikhususkan untuk perhitungan yang berkaitan dengan air tanah, program *Quake/w* dikhususkan untuk perhitungan yang berkaitan dengan analisa gempa, program *Ctran/w* dikhususkan untuk perhitungan yang berkaitan dengan analisis jalan raya dan transportasi, program *Sigma/w* dikhususkan untuk perhitungan yang berkaitan dengan permasalahan penurunan tanah.

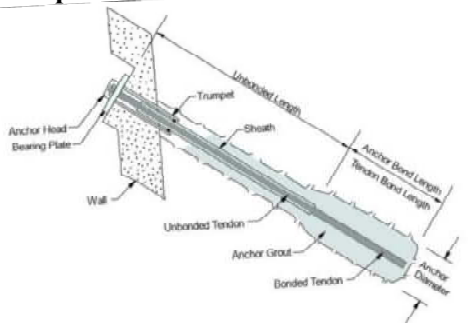
Dalam tugas akhir ini, jenis program *GeoSlope* yang digunakan adalah sub program *Slope/w*, yang dikhususkan untuk perhitungan kekuatan talud. *Slope/w* adalah program yang

menggunakan teori kesetimbangan batas untuk menghitung *Safety factor* talud. Program *Slope/w* menggunakan *Ordinary* (atau *Fellenius*) method, metode *Bishop* disederhanakan, metode *Janbu* yang disederhanakan, metode Spenser, metode *Morgenstern – Price*, metode *Corps of Engineers*, metode *Lowe – Karafiath*, metode *Generalized Limit Equilibrium*(GLE). Untuk menghitung *Safety factor*, *slope/w* menggunakan teori kesetimbangan batas dari gaya dan momen. *Safety factor* merupakan faktor dimana kekuatan geser tanah direduksi hingga massa tanah pada wilayah kelongsoran mencapai kesetimbangan batas.

## 2.6 Perencanaan Perkuatan dengan Ground Anchor

*Ground Anchor* memiliki bagian penting yang mengirimkan gaya tarik (*tensile force*) dari struktur utama ke tanah di sekitarnya. Kekuatan geser dari tanah digunakan untuk melawan gaya tarik tersebut serta untuk mengikat struktur *Ground Anchor* pada tanah. Struktur *Ground Anchor* biasanya terdiri dari baja tendon dengan kekuatan tinggi yang dipasang pada sudut kemiringan (*inklinasi*) tertentu dan pada kedalaman yang diperlukan untuk melawan beban yang ada.

### 2.6.1 Komponen Ground Anchor



Gambar 2.8 Komponen *Ground Anchor*  
(Sumber: *Geotechnical Engineering Circular 4 "Ground Anchors And Anchored Systems"*)

Komponen *ground anchor* seperti pada (Gambar 2.9) meliputi *unbonded length anchor* dan *bond length anchor*. *Bond length anchor* berfungsi sebagai pembungkus material tanah untuk memindahkan beban serta gaya tarik (*tensile force*) dari struktur ke tanah di sekitar jangkar. Sedangkan *unbonded length anchor* adalah bagian dari tendon yang tidak terikat dan bebas bergerak di dalam tanah serta terletak pada bagian atas *bond length anchor* dimana tidak ada gaya tarik yang dipindahkan ke tanah di. Selain itu komponen *ground anchor* juga terdiri dari tendon, yaitu bagian yang terbuat dari baja berkekuatan tinggi (*bar, wire* atau *strand*) yang dikelilingi *cement grout* (material semen untuk *grouting*). Terdapat 9 faktor yang berperan penting dalam pemasangan *Ground anchor* (Littlejohn dan Bruce, 1977; FHWA, 1982; BSI, 1989; Xanthakos, 1991; PTI, 1996; Wyllie, 1999; dalam *Rock Slope Engineering*), yaitu:

1. Pengeboran (*drilling*), menentukan besarnya diameter lubang bor dan panjang yang akan dibor di lapangan berdasarkan pada peralatan yang tersedia.
2. Material dan dimensi, memilih material dan dimensi *anchor* yang cocok dengan diameter lubang dan gaya *anchor* yang disyaratkan.
3. Korosi, memperkirakan tingkat korosi di lapangan dan mengaplikasikan perlindungan korosi yang sesuai dengan tingkat korosi pada *anchor*.
4. Tipe Pengikatan (*bond type*), memilih antara semen atau *grout* atau *mechanical anchor* untuk mengamankan bagian ujung *anchor* pada lubang.
5. Panjang ikatan (*bond length*), penentuannya berdasarkan tipe pengikatan, diameter lubang, tegangan *anchor*, dan kekuatan geser tanah.
6. Panjang total *anchor*, menghitung panjang total *anchor*, yang terdiri dari jumlah panjang ikatan dan panjang yang tidak terpengaruh tekanan. Panjang yang tidak terpengaruh tekanan harus lebih luar dari permukaan tanah sampai bagian atas

zona pengikatan (*bond zone*), dengan bagian atas dari zona pengikatan akan berada di bawah bidang longsor potensial.

7. Pola *Anchor* (*anchor pattern*), *layout* dari pola *anchor*, maka jarak pada permukaannya akan hampir sama dan akan menghasilkan gaya anchor yang telah disyaratkan.

8. Lubang bor yang tahan air (*waterproofing drill holes*), memastikan tidak ada diskontinuitas pada zona pengikatan yang dapat menyebabkan kebocoran *grouting*.

9. Pengetesan (*testing*), menyiapkan prosedur untuk pengetesan yang akan memeriksa jika panjang pengikatan dapat menahan dari beban yang didesain.

### 2.6.2 Tipe-Tipe Ground Anchor

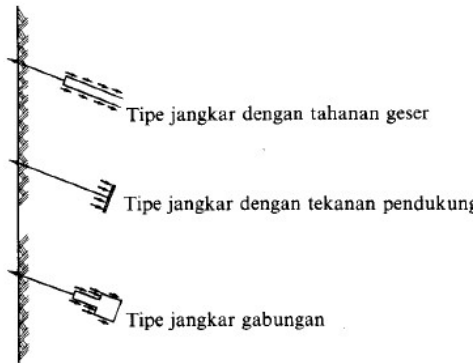
Ada beberapa tipe *Ground anchor* berdasarkan pelat penjangkarannya yaitu sebagai berikut :

1. Penjangkaran dengan tahanan geser. Jenis ini memakai batang jangkar yang silindris yang digrout di dalam lubang bor dan gaya tarik ditimbulkan dari tahanan geser yang bekerja sekelilingnya.

2. Penjangkaran dengan plat pemikul. Jenis ini menggunakan suatu plat massif yang dipasang di dalam tanah sehingga tekanan tanah pasifnya yang bekerja dapat menahan gaya tarik.

3. Penjangkaran gabungan. Dimana ada bagian- bagian yang diperbesar dan tekanan pasif bersama-sama tahanan geser batangnya yang menahan gaya tarik, sehingga dapat disebut sebagai gabungan dari kedua metode terdahulu. Untuk membuat penjangkaran dengan diameter besar pembuatan lubangnya perlu menggunakan mata bor khusus atau semburan air bertekanan tinggi.

Tipe-tipe *Ground Anchor* seperti yang telah disebutkan diatas dapat dilihat pada (Gambar 2.9).



Gambar 2.9 Tipe-tipe *Ground Anchor*

(Sumber: Mekanika Tanah dan Teknik Pondasi, 2000)

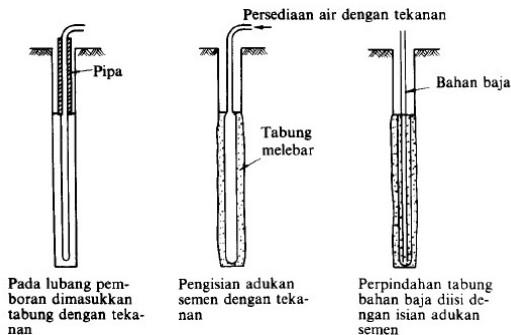
Saat ini, yang paling sering dipergunakan adalah jenis 1. Sedangkan jenis 2 dan 3 dipergunakan apabila suatu lapisan tanah mempunyai tahanan geser yang tidak dapat diandalkan pada suatu kedalaman tertentu, atau lapisan yang lebih padat seperti mudstone terdapat pada kedalaman yang dangkal serta tahanan dapat diperoleh malahan dari pemboran yang dangkal saja.

### 2.6.3 Metode *Ground Anchor*

Beberapa metode penjangkaran yang dipakai pada saat ini diantaranya :

1. Metode penjangkaran dengan grouting  
Setelah suatu batang baja atau kabel terpasang, dilaksanakan grouting dan batang jangkar ini dijangkar. Dipasang alat “*packer*” untuk menahan keluarnya aliran semen dari lubang.
2. Metode penjangkaran dengan tabung bertekanan  
Metode dimana suatu tabung yang dapat mengembang dimasukkan ke dalam lubang hasil pemboran dan adukan

mengisi bagian luar dari dinding tabung dan kemudian air bertekanan dimasukkan ke dalam tabung tersebut agar mengembang. Penjangkaran dengan tabung bertekanan dapat dilihat pada Gambar 2.10.

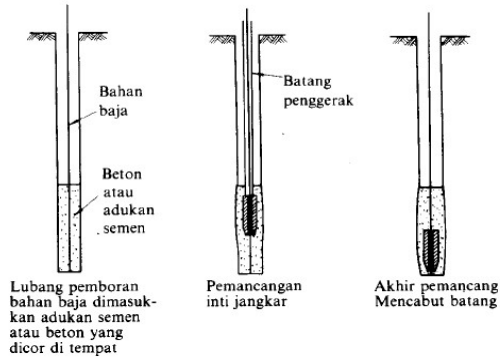


Gambar 2.10 Metode jangkar dengan tabung tekanan  
(Sumber: Mekanika Tanah dan Teknik Pondasi, 2000)

### 3. Metode penjangkaran dengan penekanan

Batang PC baja dimasukkan ke lubangnya dan adukan diisi ke dalam dasar lubang, lalu beton bertulang yang berlubang tengahnya sebagai inti dari jangkar ini dengan batang baja tadi sebagai pengarahnya dipukul masuk kedalam adukannya untuk memperbesar dinding lubangnya. Untuk lebih jelas dapat Metode penjangkaran dengan penekanan dilihat pada (Gambar 2.11).

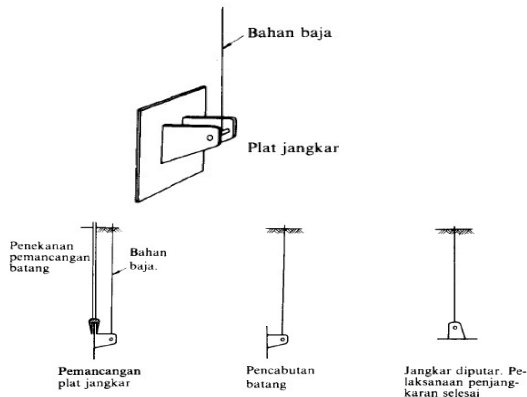




Gambar 2.11 Metode jangkar dengan inti yang dipancang  
(Sumber: Mekanika Tanah dan Teknik Pondasi, 2000)

#### 4. Metode penjangkaran plat

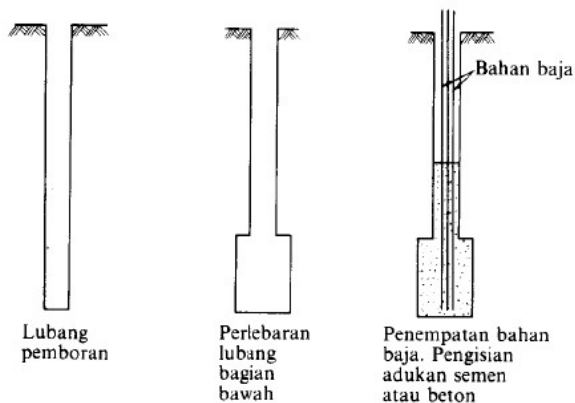
Metode penjangkaran plat/mekanis terdiri dari batang baja dan bagian jangkar yang terbuat dari plat baja dan dimasukkan kedalam tanah dengan dipukul lalu ditarik sehingga plat memutar. Penjangkaran plat dapat dilihat pada (Gambar 2.12) di bawah ini.



Gambar 2.12 Metode pelat jangkar  
(Sumber: Mekanika Tanah dan Teknik Pondasi, 2000)

### 5. Metode jangkar dengan membesarkan bagian bawah

Setelah dibor dalam kedalaman yang diperlukan, mata bor khusus digunakan untuk memperbesar bagian dasar lubang yang menambah tahanan cabut jangka tersebut seperti (Gambar 2.14).



Gambar 2.13 Metode jangkar dengan membesarkan bagian bawah  
(Sumber: Mekanika Tanah dan Teknik Pondasi, 2000)

## 2.6.4 Perencanaan Ground Anchor

1. Pengaturan letak *Ground anchor* Posisi, arah dan jarak antar *Ground anchor* seharusnya ditentukan pertama pada saat perancangan.

- *Ground anchor* harus dipasang dengan jarak minimal 2 m antar anchor.
- Arah *anchor* parallel dengan arah keruntuhan tanah.
- Jarak *anchor* ditentukan berdasarkan pengaruh antar *anchor*, yang ditinjau dari kekuatan *anchor*, diameter *anchor*, kedalaman, dan kekuatan geser tanah.

- Diusahakan sudut anchor tegak lurus dengan bidang longsor
2. Mencari gaya tahanan dan dorong
- a. Mencari  $\Delta MR$  yang akan dipikul oleh perkuatan *Ground anchor*

Dalam mencari  $\Delta MR$  digunakan proram bantu *Geoslope* yang memiliki output berupa momen resisten dan *safety factor*.

$$M_{dorong} = \frac{M_{resisten}}{Sf}$$

Dengan menggunakan rumus di atas, didapatkan nilai momen dorong yang selanjutnya dikalikan dengan  $SF_{rencana}$ .

$$M_{resisten\ rencana} = M_{dorong} \times SF_{rencana}$$

Maka, didapatkanlah  $\Delta MR$  yang nantinya nilai  $\Delta MR$  tersebut akan dipakai sebagai nilai momen yang akan dipikul oleh perkuatan *ground anchor*.

$$\Delta MR = M_{resisten\ rencana} - M_{resisten\ yang\ terjadi}$$

- b. Mencari nilai  $T_{max}$  dari perkuatan *ground anchor*

$$T_{max} = N \tan \phi$$

Yang dimana nilai  $T_{max}$  adalah nilai maksimum yang dipikul oleh *anchor* itu sendiri, selanjutnya nilai  $T_{max}$  tersebut dikalikan dengan jari-jari bidang longsor. Kemudian didapatkan nilai momen dari *anchor* yang nantinya dibandingkan dengan nilai  $\Delta MR$ .

$$\Delta MR = N \tan \phi \times R \tag{20}$$

- c. Perhitungan panjang *grouting*

Panjang *grouting* adalah panjang *ground anchor* yang menahan gaya *stressing* yang melewati garis bidang longsor.

Perhitungan panjang *grouting* adalah sebagai berikut:

$$N \times SF = C \times \pi \times D \times L$$

$$L = \frac{N \times SF}{C \times \pi \times D} \tag{21}$$

Dimana,

N = Kekuatan tarik jangkar

C = Kekuatan geser

D = Diameter *grouting*

L = Panjang *grouting*

SF = 1,5 (konstruksi sementara) dan 2-2,5 (konstruksi permanen).

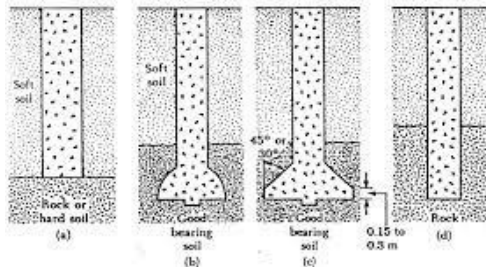
## 2.7 Perencanaan perkuatan lereng tegak

### 2.7.1 Perencanaan perkuatan dengan Bored pile

*Bored pile* dipasang ke dalam tanah dengan cara mengebor tanah terlebih dahulu, baru kemudian diisi tulangan dan dicor beton. *Bored pile* biasanya dipakai pada tanah yang stabil dan kaku, sehingga memungkinkan untuk membentuk lubang yang stabil dengan alat bor. Jika tanah mengandung air, pipa besi dibutuhkan untuk menahan dinding lubang dan pipa ini ditarik ke atas pada waktu pengecoran beton. Pada tanah yang keras atau batuan lunak, dasar tiang dapat dibesarkan untuk menambah tahanan dukung ujung tiang seperti yang terlihat pada Gambar 2.14.

Ada berbagai jenis pondasi bored pile yaitu:

1. *Bored pile* lurus untuk tanah keras;
2. *Bored pile* yang ujungnya diperbesar berbentuk bel;
3. *Bored pile* yang ujungnya diperbesar berbentuk trapesium;
4. *Bored pile* lurus untuk tanah berbatu-batuan.



Gambar 2.14 Jenis-jenis *Bored Pile*  
(Sumber : Braja M. Das, 1991)

### 2.7.2 Perencanaan Perkuatan dengan *Segmental Blok* dan *Geogrid*

Dinding penahan tanah konvensional umumnya berupa dinding gravitasi atau dinding kantilever yang terbuat dari pasangan batu dan pasangan beton. Setelah ditemukannya konsep tanah bertulang oleh Vidal (1969), maka muncul tipe dinding penahan tanah dengan tanah urug yang diperkuat dengan tulangan lajur-lajur baja atau lembaran-lembaran *geosintetik* (*geotekstil* dan *geogrid*). Pada tahun 1984 muncul tipe dinding penahan baru, yaitu dinding penahan yang dindingnya hanya terdiri dari unit-unit elemen segmental terbuat dari beton yang ditumpuk-tumpuk dengan bentuk yang menarik dan bervariasi. Namun dinding ini tidak dapat menahan tanah urug yang relatif tinggi. Pada tahun 1986, perkembangan dinding penahan dengan tanah yang diperkuat dengan tulangan-tulangan *geosintetik*. Tipe dinding penahan yang terdiri dari gabungan dinding penahan segmental dan tanah dengan tulangan-tulangan *geosintetik* ini disebut dinding penahan *segmental-tanah berulang* (*soil reinforced-segmental retaining wall*). Dinding penahan dengan diperkuat *geosintetik* ini keuntungannya dapat menahan tanah yang relatif tinggi. Lagi pula, karena element-element permukaan dinding dapat dibentuk menurut bentuk-bentuk yang artistik, maka tipe dinding penahan *Segmental* tanah bertulang banyak dibangun di berbagai negara. Beton segmental merupakan dinding yang lolos air, sehingga tekanan air dibelakangnya tidak besar. Perkuatan Geogridan dan beton segmental dapat dilihat pada Gambar 2.16.



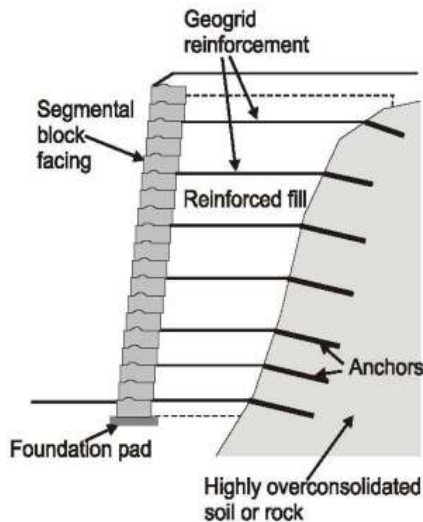
Gambar 2.15 Pemasangan dinding penahan beton *Segmental* dan *Geogrid*

(Sumber : Yunaefi,2012)

### 2.7.3 Perencanaan Perkuatan dengan Kombinasi *Segmental blok*, *geogrid* dan *Ground Anchor*

Blok penahan *segmental* yang diperkuat *geogrid* bisa digunakan untuk pembangunan dinding penahan ekonomis. Untuk sistem dinding penahan ini *blok segmental* bertindak sebagai *facing* yang menghadap .Stabilitas timbunan sebagian besar disediakan oleh perkuatan *geogrid* yang terhubung dengan *anchor*. Pada perkuatan tanpa *anchor*, perkuatan *geogrid* harus memiliki kekuatan desain yang memadai, ditempatkan pada jarak dan panjang yang sesuai dalam zona yang diperkuat. Akan tetapi beberapa kasus, panjang *geogrid* yang digunakan untuk perkuatan , mungkin sulit untuk dicapai apabila terdapat singkapan tanah yang mustahil dilakukan penggalian ataupun tanah sangat *overkonsolidasi*, batuan lunak atau batu keras di dekat dinding penahan. Dalam hal ini tidak praktis apabila menggali tanah atau batuan yang sangat *overkonsolidate*.

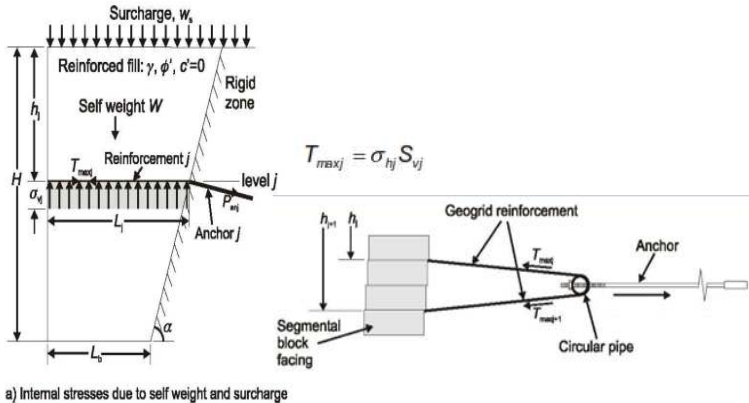
Salah satu tekniknya adalah mengaitkan *geogrid* ke dalam tanah yang sangat *overconsolidated* menggunakan *ground anchor*, seperti yang terlihat pada Gambar 2.17. Untuk, dinding *Segmental* dengan zona pengisian yang dibatasi, tidak dapat menghasilkan stabilitas internal yang memadai. Hal ini disebabkan oleh panjang ikatan perkuatan *geogrid* yang terpotong. Oleh karena itu perlu diberi jangkar (*anchor*) yang dihubungkan ke *geogrid* dan memasukkannya ke dalam tanah yang sangat *overkonsolidasi* sehingga tegangan tarik yang diterima *geogrid* sepenuhnya hilang karena seluruh gaya yang terjadi ditahan oleh anchor tersebut. Dengan demikian, dinding penahan dapat mencapai stabilitas yang diperlukan.



Gambar 2.16 Perkuatan Lereng dengan Kombinasi *Segmental blok*, *Geogrid* dan *Ground Anchor*

(Sumber : Technical Note Tencate Mirafi, 2010)

Dibawah ini adalah ilustrasi gaya yang bekerja pada perencanaan kombinasi perkuatan *Segmental blok*, *geogrid* dan *Ground Anchor* seperti yang terlihat pada (Gambar 2.17).



Gambar 2.17 Detail perkuatan kombinasi *Segmental blok*, *Geogrid* dan *Ground Anchor*

(Sumber : Technical Note Tencate Mirafi, 2010)

Dari ilustrasi diatas terdapat gaya tarik ( $T_{max}$ ) yang bekerja pada geogrid. Besaran  $T_{max}$  dapat dihitung dengan persamaan dibawah ini :

$$T_{max} = \sigma_h \times S_v$$

Dimana :

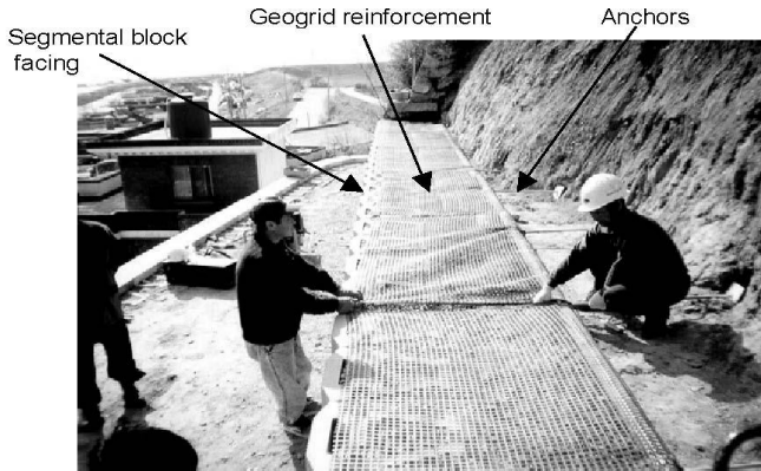
$T_{max}$  = Gaya tarik yang bekerja pada *geogrid*

$\sigma_h$  = Tegangan Lateral aktif

$S_v$  = Jarak vertikal antar *geogrid*

Adapun aplikasi dilapangan dapat dilihat pada Gambar (2.18) berikut ini.





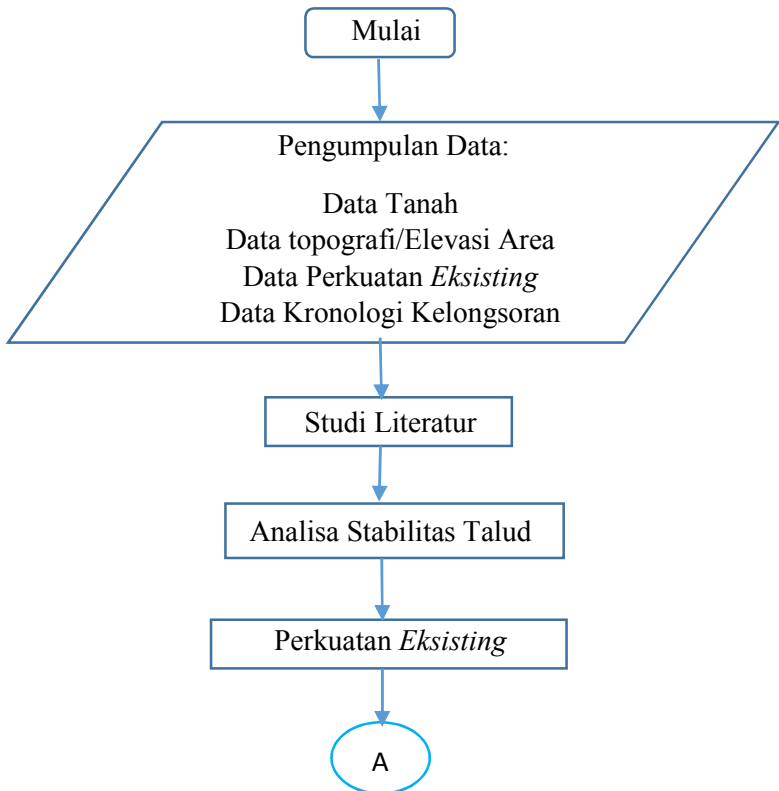
Gambar 2.18 Aplikasi lapangan perkuatan talud kombinasi *Segmental blok*, *Geogrid* dan *Ground Anchor*

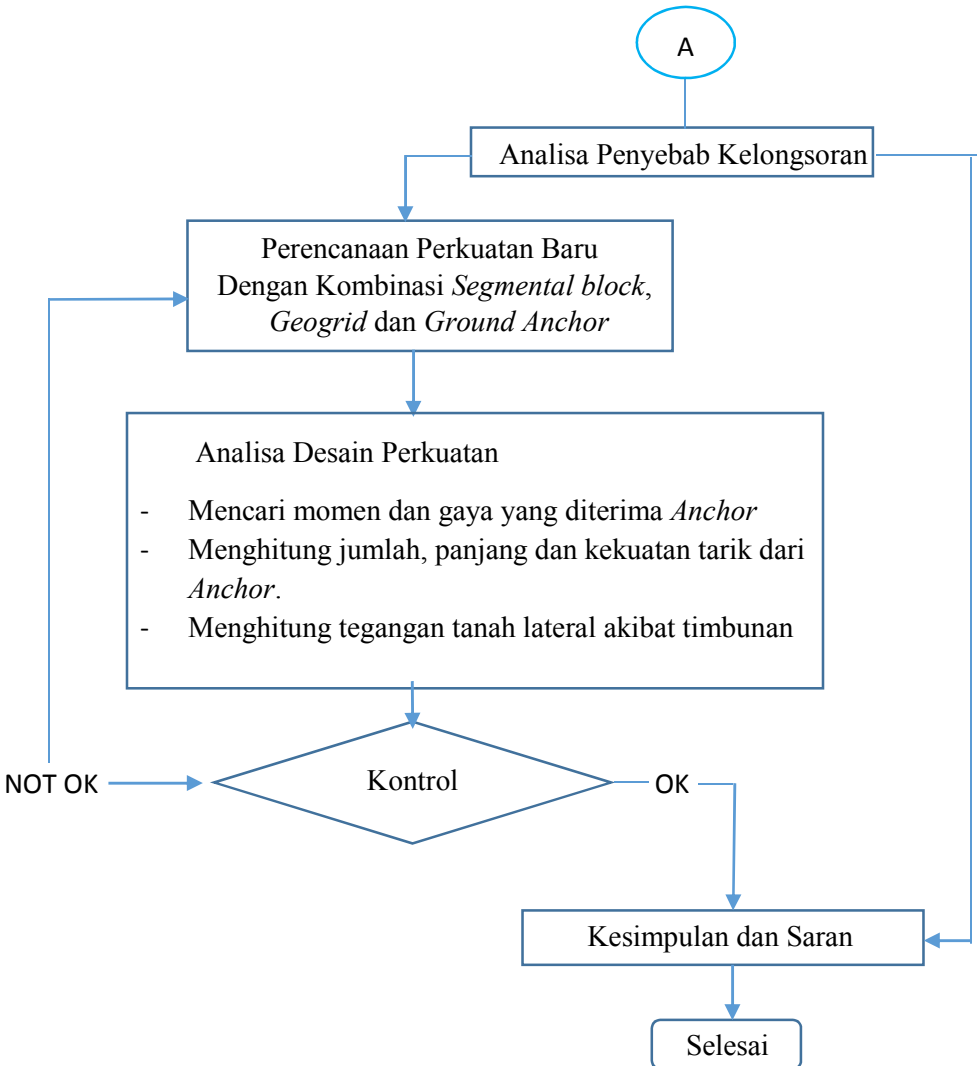
(Sumber : Technical Note Tencate Mirafi, 2010)

## BAB III METODOLOGI

### 3.1 Diagram Alir Perencanaan

Tahapan yang dilakukan dalam perencanaan perkuatan tanah pada kelongsoran talud RSUD Balikpapan adalah sebagai berikut:





Gambar 3.1 Digram Alir Perencanaan

### 3.2 Metodologi Pengerjaan Tugas Akhir

Berdasarkan diagram alir tersebut, metodologi yang dipakai dalam penyusunan tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

#### 1. Pengumpulan data tugas akhir

Data tugas akhir berupa, data tanah, data topografi , data perencanaan *eksisting* dan data kronologis terjadinya kelongsoran yang didapat dari Laboratorium Mekanika Tanah ITS. Selain itu juga terdapat data umum yang berkaitan dengan perencanaan ini yaitu:

- a. Tipe Bangunan : Rumah Sakit
- b. Lokasi : Jl. Mayjend Sutoyo no 30 Balikpapan, Kalimantan Timur
- c. Perkuatan Eksisting : *Bored pile* dari beton bertulang (diameter 80 cm) ,panjang 20 m.

#### 2. Studi Literatur

Mencari Studi Literatur yang berkaitan dengan topik Tugas Akhir mengenai Perkuatan talud menggunakan Kombinasi Segmental Block , Geogrid dan Anchor. Literatur yang digunakan adalah sebagai berikut :

- a. Technical Note TenCate Mirafi,2010. *Segmental Block Retaining Walls With Combination Geogrid and Anchor Reinforcements*, Kuala Lumpur.
- b. Badan Standarisasi Nasional.2017. Persyaratan Perancangan Geoteknik (SNI 8460-2017), Jakarta
- c. Terzaghi, K and Peck R.B. 1967. *Soil Mechanics in Engineering Practice*, 2nd edition. Jakarta : Erlangga.
- d. Das, Braja M., (*translated by Mochtar N.E, and Mochtar I.B.*). 1985. Mekanika Tanah (Prinsip-prinsip rekayasa Geoteknik) Jilid 1. Jakarta: Erlangga
- e. Das, Braja M., (*translated by Mochtar N.E, and Mochtar I.B.*). 1985. Mekanika Tanah (Prinsip-prinsip rekayasa Geoteknik) Jilid II. Jakarta: Erlangga

- f. Sosrodarsono, S and Nakazawa, K., (*Translate by Taulu L.*) 2000. *Mekanika Tanah dan Teknik Pondasi*. Jakarta: Pradya Paramita.
  - g. Wahyudi, Herman. 1999. *Daya Dukung Pondasi Dalam*. FTSP ITS, Surabaya
  - h. Moch. Sholeh, Yunaefi. 2012 *Penggunaan blok beton segmental sebagai dinding penahan dengan diperkuat geosintetik*. *Jurnal Teknik Sipil*: Vol.10 no.2. hal 120-126
  - i. Direktorat Jenderal Bina Marga. 2012. *Buku Petunjuk Teknis Perencanaan dan Penanganan Kelongsoran*, Jakarta
  - j. Hardiyatmo, Hary Christady .2006. *Mekanika Tanah I*. Yogyakarta UGM Press
  - k. *US. Departement of Transportation. 1999. Geotechnical Engineering Circular No.4 Ground Anchor and Anchores Systems*, Washington DC
  - l. I. B. Mochtar, “Cara Baru Memandang Konsep Stabilitas Lereng (Slope Stability) berdasarkan Kenyataan di Lapangan,”. *Seminar Nasional Geoteknik Himpunan Ahli Teknik Tanah Indonesia (HATTI)*, 2011.
3. *Analisa Stabilitas Talud yaitu menganalisa stabilitas talud menggunakan program bantu Geoslope.*
  4. *Analisis Perkuatan Eksisting yaitu melakukan analisa perkuatan bored pile yang digunakan.*
  5. *Analisa Penyebab Kelongsoran yaitu mengidentifikasi mengapa kelongsoran bisa terjadi.*
  6. *Merencanakan Perkuatan baru menggunakan kombinasi Segmental blok , Geogrid dan Anchor.*
  7. *Menganalisan Desain perkuatan yaitu:*
    - *Menghitung tegangan lateral pada timbunan.*
    - *Menghitung tegangan pada perkuatan Geogrid dan Anchor*

- Menghitung jumlah, panjang dan kekuatan tarik dari anchor
- 8. Kontrol Stabilitas Desain perkuatan.
- 9. Kesimpulan dan Saran.

### 3.3 Jadwal Pengerjaan Tugas Akhir

Berikut ini adalah tabel jadwal pengerjaan Tugas akhir yang akan disusun pada Tabel 3.1

Tabel 3.1 Jadwal Pengerjaan Tugas Akhir

Nomor	Nama Pekerjaan	Februari				Maret				April				Mei			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	Analisa Data Tanah	■	■														
2	Studi Literatur			■	■												
3	Analisis Stabilitas Talud					■	■										
4	Analisi Penyebab Kelongsoran							■	■								
5	Analisis Perkuatan Eksisting									■	■	■					
6	Merencanakan desain Perkuatan Talud menggunakan Kombinasi Segmental Block, Geogrid dan Ground Anchor												■	■	■	■	
7	Kesimpulan saran																■

*“Halaman sengaja dikosongkan”*

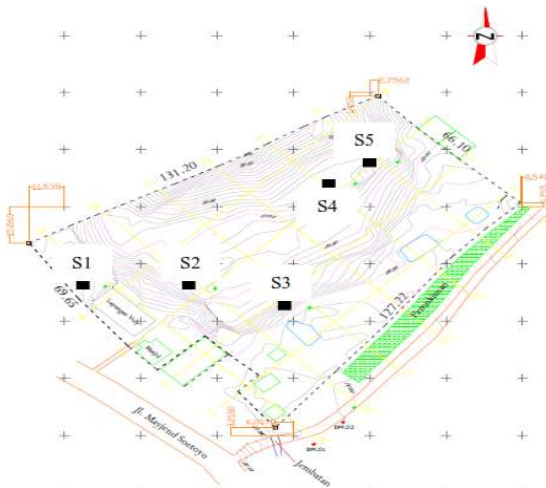
## BAB IV ANALISA DATA

### 4.1 Analisa Data Tanah

Data tanah yang digunakan dalam tugas akhir ini adalah data hasil penyelidikan tanah yang dilakukan oleh Politeknik Samarinda pada proyek pembangunan gedung RSUD kota Balikpapan. Data tersebut berupa data lapangan dan data pengujian di Laboratorium Data tanah dan hasil analisa dapat dilihat pada (Lampiran 1).

#### 4.1.1 Data Lapangan

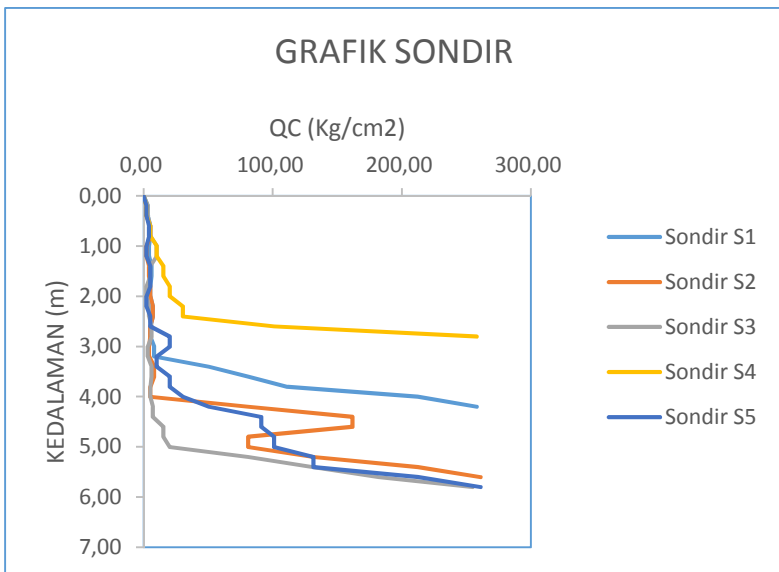
Data lapangan yang tersedia pada proyek pembangunan gedung RSUD kota Balikpapan berupa data sondir. Pengujian sondir terletak pada titik S1 dengan koordinat 482987.5;9860312.5 , titik S2 dengan koordinat 483023.3;9860310.8 , titik S3 dengan koordinat 483060.7;9860306.3, titik S4 dengan koordinat 483071.2;9860359.4 dan titik S5 dengan dengan 483082.6;9860369.1.



Gambar 4.1 Lokasi Pengujian Sondir



Berdasarkan lokasi pengujian sondir seperti pada (Gambar 4.1) terlihat bahwa titik pengujian tanah berada pada sepanjang area lereng yang longsor pada jarak yang berbeda. Data hasil tes sondir tersebut digunakan dengan merata-rata hambatan konus dari semua pengujian dan hasilnya dikorelasikan untuk mencari parameter-parameter tanah yang belum diketahui. Kemudian parameter-parameter tanah tersebut dianalisa dan digunakan untuk membuat statigrafi lapisan tanah yang sesuai dengan kondisi lapangan. Berikut ini adalah hasil pengujian sondir lapangan yang disajikan dalam Grafik dibawah ini.



Gambar 4.2 Grafik sondir

Berdasarkan data sondir yang tersedia dilakukan korelasi nilai SPT untuk mengetahui klasifikasi tanah tiap lapisan. Data sondir dapat dilihat pada Lampiran 1. Berikut ini adalah hasil korelasi data sondir ke N-SPT dan klasifikasi berdasarkan besar hambatan konus

dari uji sondir seperti terlihat pada Tabel 4.1 dan Tabel 4.2 serta Tabel 4.3.

Tabel 4.1 Klasifikasi lapisan tanah berdasarkan N-SPT

Kedalaman (h)	Hambatan konus ( $Q_c$ )	SPT	Klasifikasi
m	$\text{Kg/cm}^2$		
0,00	0	0	-
1,00	5	2	Sangat Lunak (very soft)
2,00	7	2	Sangat Lunak (very soft)
3,00	11	3	Lunak (soft)
4,00	61	16	Kaku (stiff)
5,00	67	18	Kaku (stiff)
6,00	258	40	Keras (hard)

Tabel 4.2 Klasifikasi lapisan tanah berdasarkan Hambatan Konus

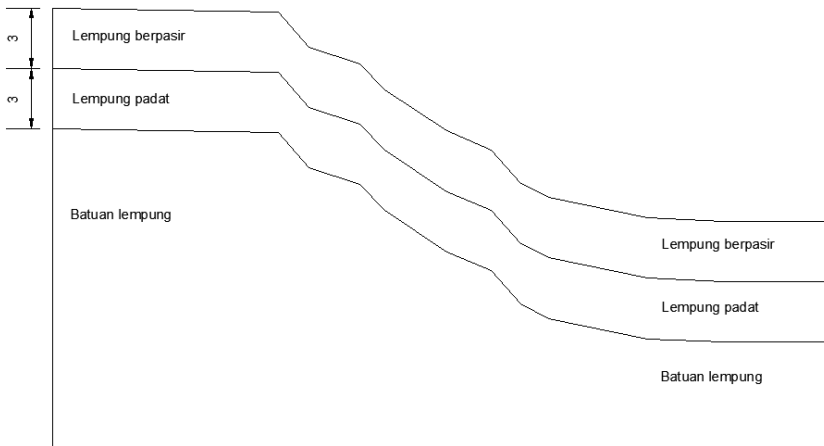
Kedalaman (h)	Hambatan konus ( $Q_c$ )	Fr	Klasifikasi
m	$\text{Kg/cm}^2$	%	
0,00	0	0	-
1,00	5	3	Lempung berpasir
2,00	7	3	Lempung berpasir
3,00	11	3	Lempung
4,00	61	2	Lempung padat
5,00	67	3	Lempung padat
6,00	258	1	Batuan lempung/ pasir padat

### 4.1.2 Data Laboratorium

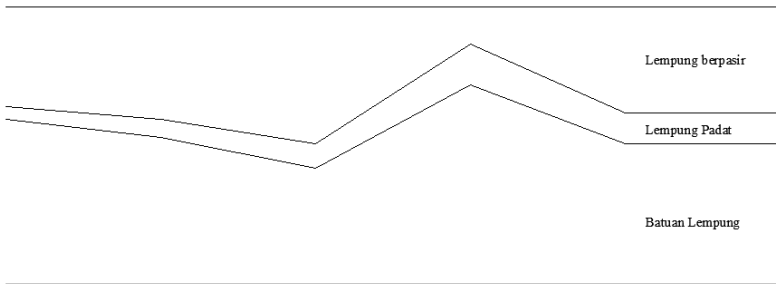
Data laboratorium yang tersedia pada tugas akhir ini berupa data hasil pengujian berat isi, kadar air dan *direct shear* tanah. Akan tetapi, pengujian hanya dilakukan sampai kedalaman 2 m. Oleh karena itu untuk kedalaman lebih dari 2 meter dilakukan korelasi data tanah berdasarkan parameter data lapangan. Data Laboratorium dapat dilihat pada Lampiran 1.

### 4.1.3 Penyelidikan Data Lapisan Tanah

Berdasarkan data tanah yang tersedia, lapisan tanah hanya diuji hingga kedalaman 6 meter menggunakan uji sondir sedangkan hasil uji Laboratorium hanya didapat pada kedalaman 2 meter. Sehingga lapisan dibawahnya diasumsikan seperti terlihat pada Tabel 4.2. Berikut ini adalah *statigrafi* lapisan tanah berdasarkan data tanah seperti pada (Gambar 4.3).



Gambar 4.3 *Statigrafi* jenis lapisan tanah arah melintang



Gambar 4.4 *Statigrafi* jenis lapisan tanah arah  
Memanjang talud

Tabel 4.3 Hasil rekapitulasi dari tes sodir dan uji Laboratorium di lokasi perencanaan.

Kedalaman	Qc Kg/cm <sup>2</sup>	N-SPT	$\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )		Strenght	
			Sat	Moist	$\Phi^\circ$	C' (Kpa)
0-3 m	8	3	18.2	15.1	0	6
3-6 m	64	17	16.4	13.6	0	50
6-20 m	258	40	20	16,6	0	100

Hasil rekapitulasi data tanah pada kedalaman lebih dari 3 meter didapatkan dari hasil koreksi dan korelasi nilai N-SPT terhadap tanah kohesif yang terlihat pada Tabel 4.3 berikut :

Tabel 4.3 Konsistensi tanah (untuk tanah dominan lanau dan lempung).

Konsistensi tanah	Taksiran harga kekuatan geser undrained, C <sub>u</sub>		Taksiran harga SPT, harga N	Taksiran harga tahanan conus, q <sub>c</sub> (dari Sondir)	
	kPa	ton/ m <sup>2</sup>		kg/cm <sup>2</sup>	kPa
Sangat lunak (very soft)	0 – 12.5	0 – 1.25	0 – 2.5	0 – 10	0 – 1000
Lunak (soft)	12.5 – 25	1.25 – 2.5	2.5 – 5	10 – 20	1000–2000
Menengah (medium)	25 – 50	2.5 – 5.	5 – 10	20– 40	2000–4000
Kaku (stiff)	50 – 100	5.0 – 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)

#### 4.1.4 Data Lapisan Tanah Asumsi *Behaving like sand*

Pada perencanaan ini, data tanah dianalisa dengan asumsi *behaving like sand* dimana kondisi ini diambil agar sesuai dengan kondisi yang terjadi di lapangan. Perbedaan antara data tanah asli dan data tanah *behaving like sand* adalah terdapat pada nilai  $C$  dan  $\Phi$ . Pada data tanah asli, tanahnya seperti apa adanya sedangkan pada tanah *behaving like sand* data tanahnya diasumsikan menyerupai pasir.

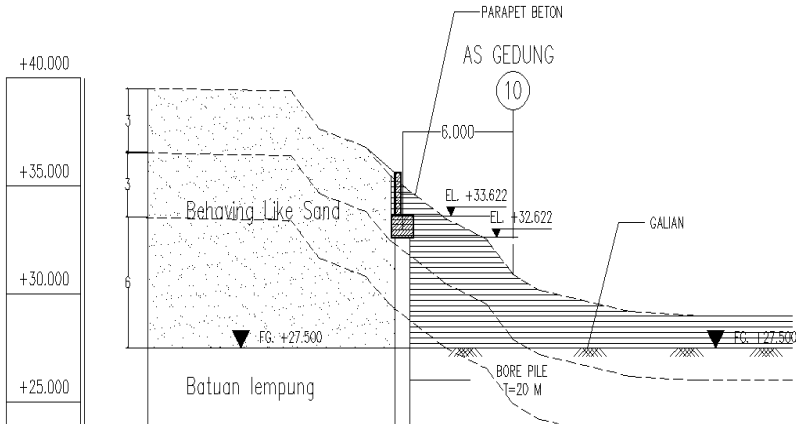
Menurut Mochtar, pada lereng-lereng yang lapuk sudah terjadi retak-retak yang kemungkinan besar terisi lapisan pasir sehingga apabila terjadi kelongsoran sepanjang bidang-bidang retak tersebut maka asumsi lapisan tanah seolah-olah dianggap pasir (*behaving like sand*). Kondisi tersebut menyebabkan stabilitas talud menjadi tidak aman untuk kondisi yang akan datang sehingga perlu adanya perkuatan talud. Dari Asumsi tersebut maka diambil keputusan bahwa nilai  $C$  dianggap sama dengan nol dan untuk nilai  $\Phi$  dianggap bersifat seperti pasir yang terlihat pada Tabel 4.4 berikut ini :

Tabel 4.4 Data tanah *behaving like sand*

Elevasi	Kedalaman (H)	Qc Kg/cm <sup>2</sup>	N- SPT	$\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )		Strenght	
				Sat	Moist	$\Phi^{\circ}$	C' (Kpa)
±39,5 - ±36,5	0-3 m	8	3	18.2	15.1	24	0
±36,5 - ±33,5	3-6 m	64	17	16.4	13.6	31	0
±33,5 - ±27,5	6-12 m	258	40	20	16,6	35	0
±27,5 - dasar	12-20 m	258	40	20	16,6	35	100

Dari data tanah diatas, kondisi muka air tanah berada di atas permukaan lereng (kondisi terkritis). Lapisan yang diasumsikan sebagai *behaving like sand* adalah lapisan sampai dengan elevasi FG.+27.50 yang merupakan dasar galian pada lokasi tersebut (gambar 4.3). Data tanah asli dan data tanah *behaving like sand*

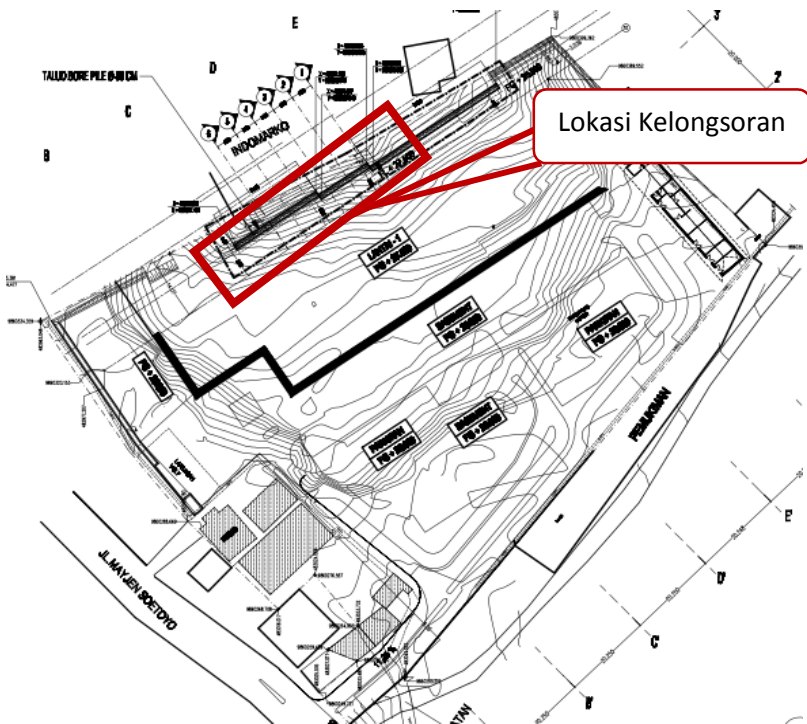
tersebut akan dimasukkan ke dalam program bantu *Geoslope* untuk dicek kestabilan lerengnya apakah sesuai dengan kondisi saat ini.



Gambar 4.5 Lapisan *Behaving Like Sand*

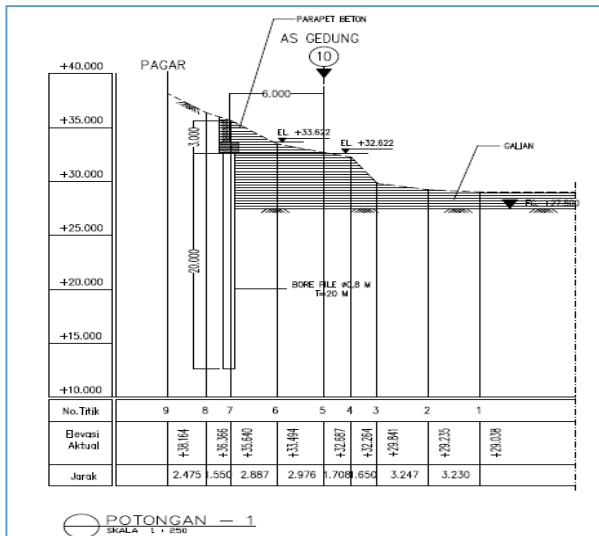
## 4.2 Analisa Topografi dan Pemodelan Talud

Topografi tanah di lokasi perencanaan merupakan area berbukit dengan kemiringan yang relatif curam. Berdasarkan data gambar lokasi kelongsoran berada pada lereng sepanjang 25 meter dengan ketinggian berkisar 10 meter. Jarak antar lereng yang mengalami kelongsoran dengan sisi terluar rumah sakit relatif berdekatan dengan jarak antara 5-7 meter. Hal ini berdampak pada perencanaan perkuatan yang akan digunakan dikarenakan akses alat berat ke lokasi perencanaan sangat sulit dilakukan. Berikut ini adalah *lay out* pada lokasi kelongsoran seperti pada (Gambar 4.4).

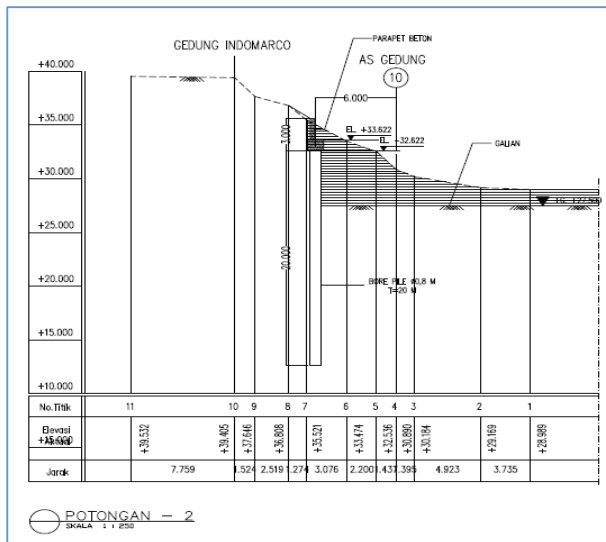


Gambar 4.6 *Lay out* lokasi Perencanaan

Pada tugas akhir ini , pemodelan geometri talud menggunakan program bantu *Geoslope* yang didasarkan pada gambar Potongan talud dimana talud terbagi menjadi 6 model sesuai *lay outs* seperti pada (Gambar 4.4). Berikut adalah pemodelan geometri talud berdasarkan gambar perencanaan eksisting seperti terlihat pada Gambar 4.5 sampai Gambar 4.10 . Untuk Gambar perencanaan Eksisting dapat juga dilihat pada Lampiran 2.

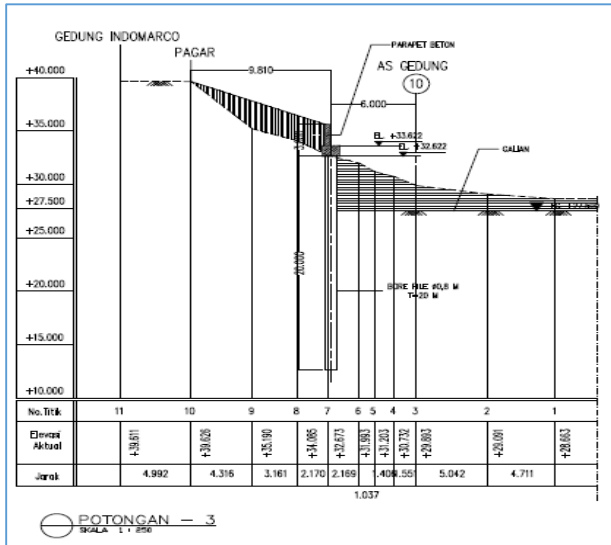


Gambar 4.7 Geometri Talud untuk P1

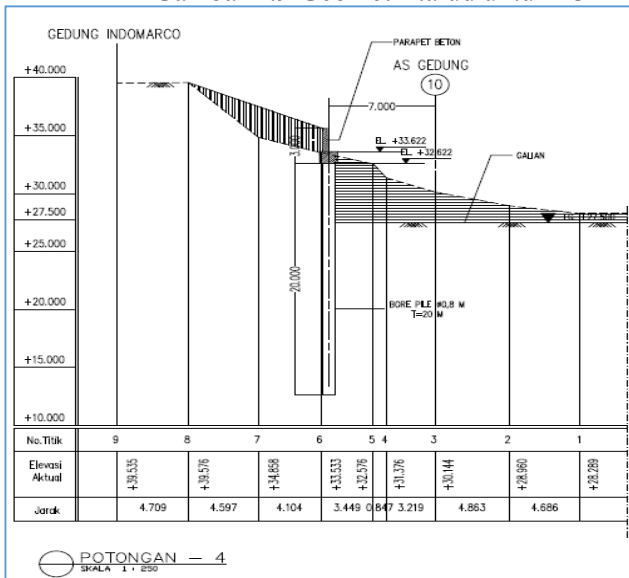


Gambar 4.8 Geometri talud untuk P2

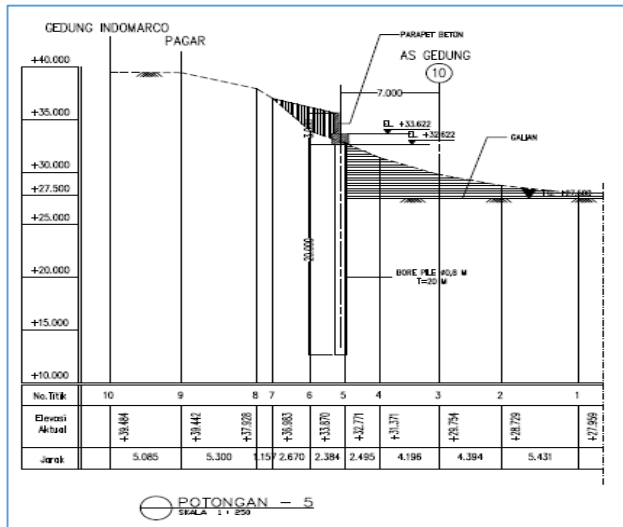




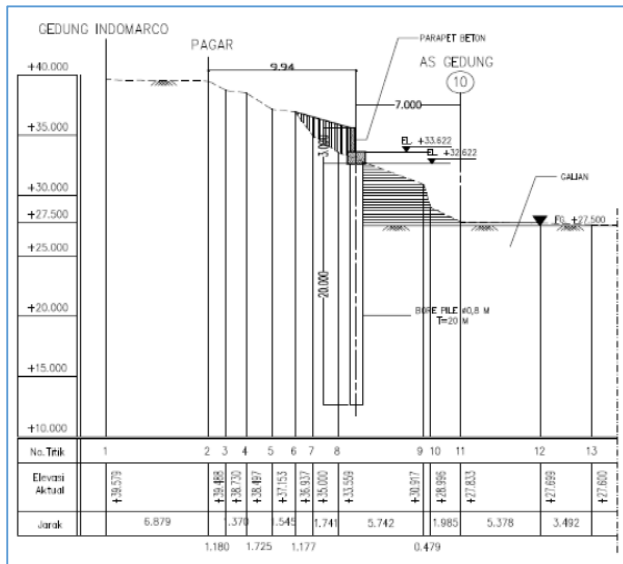
Gambar 4.9 Geometri talud untuk P3



Gambar 4.10 Geometri Talud P4



Gambar 4.11 Geometri Talud P5



Gambar 4.12 Geometri Talud P6

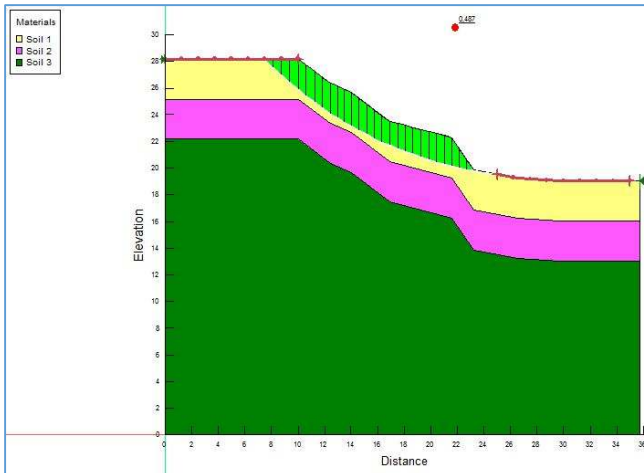
### 4.3 Analisa Stabilitas Talud

Analisa talud dilakukan dengan 2 kondisi yaitu analisa talud kondisi awal sebelum ada perkuatan eksisting dan analisa talud setelah ada perkuatan *eksisting* (*bored pile*). Proses analisa dilakukan menggunakan program bantu geoslope metode bishop pada saat kondisi terkritis. Adapun beban *surchage* ( $q$ ) akibat gedung Indomarco diatas talud diasumsikan sebesar  $20 \text{ kN/m}^2$ .

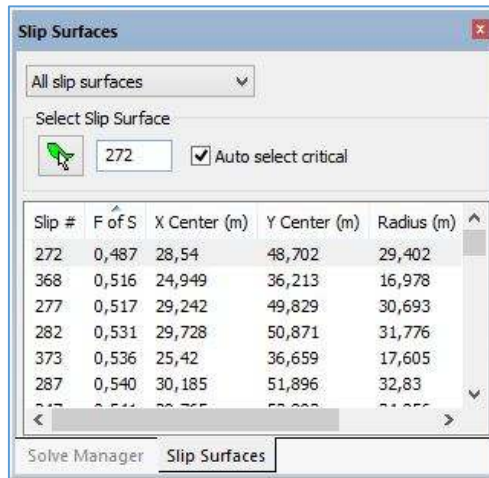
#### 4.3.1 Analisa Talud Kondisi Awal

Analisa talud kondisi awal yaitu analisa talud pada kelongsoran pertama sebelum ada perkuatan *eksisting* berupa *bored pile* yang terjadi pada saat *Land clearing*. Adapun data tanah yang digunakan yaitu data tanah asli dominan lempung. Berikut adalah hasil analisa talud kondisi awal menggunakan program bantu *Geoslope* seperti pada (Gambar 4.11) sampai dengan (Gambar 4.22).

##### 1. Potongan 1

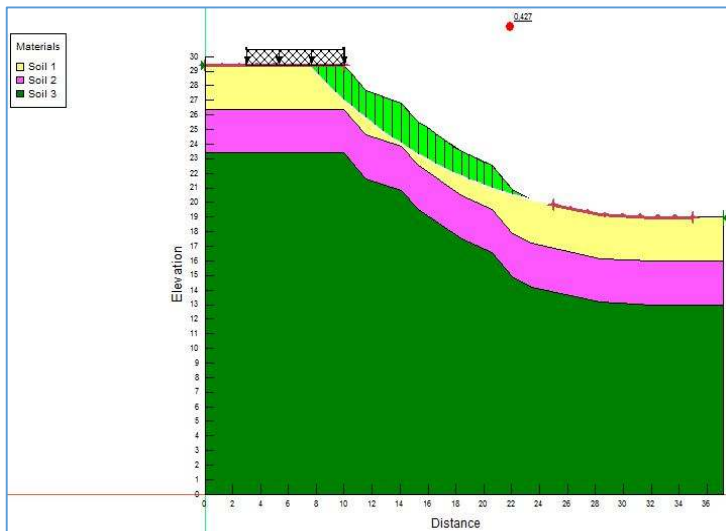


Gambar 4.13 Bidang Kelongsoran Pada Potongan 1

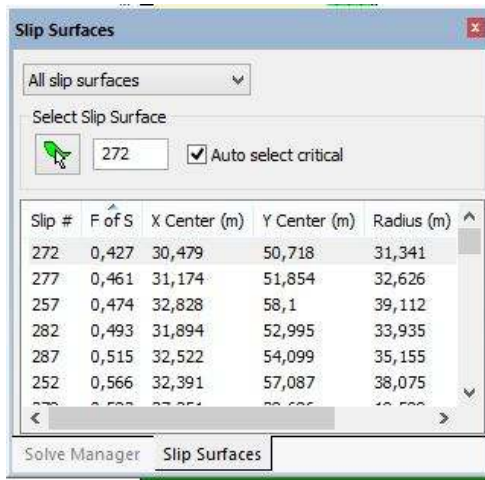


Gambar 4.14 *Safety factor* terkritis pada Potongan 1

## 2. Potongan 2

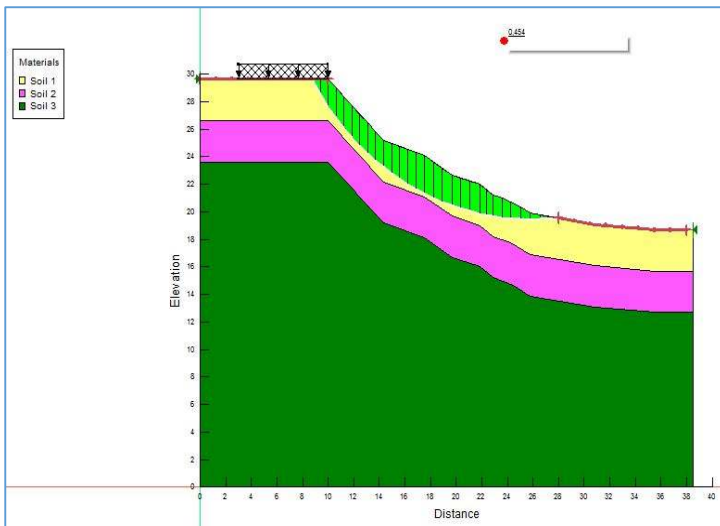


Gambar 4.15 Bidang Kelongsoran Pada Potongan 2



Gambar 4.16 *Safety Factor* terkritis pada Potongan 2

### 3. Potongan 3



Gambar 4.17 Bidang Kelongsoran pada Potongan 3

**Slip Surfaces**

All slip surfaces

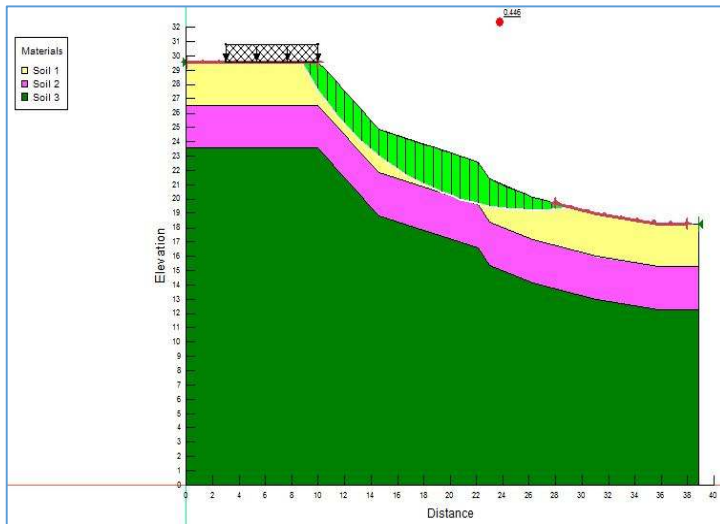
Select Slip Surface

318  Auto select critical

Slip #	F of S	X Center (m)	Y Center (m)	Radius (m)
318	0,454	25,942	39,035	19,599
323	0,460	26,53	39,508	20,342
328	0,466	27,134	39,983	21,1
333	0,474	27,69	40,446	21,812
338	0,482	28,235	40,905	22,514
343	0,489	28,794	41,367	23,23
348	0,600	29,364	41,831	23,956
272	0,604	32,039	53,641	34,334

Gambar 4.18 *Safety Factor* terkritis pada Potongan 3

#### 4. Potongan 4



Gambar 4.19 Bidang Kelongsoran pada Potongan 4

**Slip Surfaces**

All slip surfaces

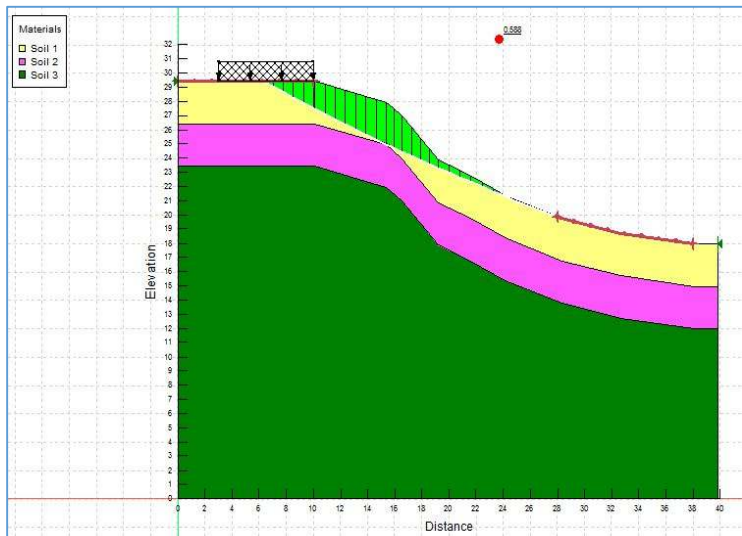
Select Slip Surface

323  Auto select critical

Slip #	F of S	X Center (m)	Y Center (m)	Radius
323	0,446	26,401	39,421	20,211
318	0,449	25,693	38,921	19,346
252	0,577	34,513	60,135	41,625
247	0,577	33,821	59,015	40,334
257	0,577	35,216	61,258	42,927
272	0,577	31,595	53,409	33,89

Gambar 4.20 *Safety Factor* terkritis Potongan 4

## 5. Potongan 5



Gambar 4.21 Bidang Kelongsoran pada Potongan 5

**Slip Surfaces**

All slip surfaces

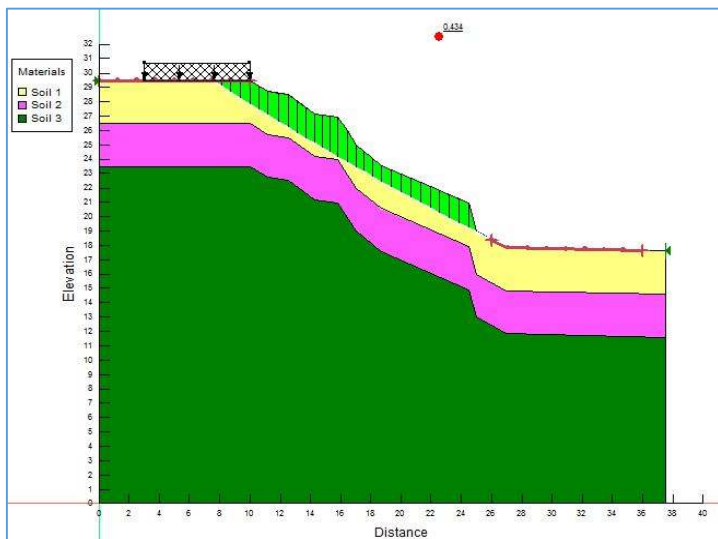
Select Slip Surface

Auto select critical

Slip #	F of S	X Center (m)	Y Center (m)	Radius
226	0,588	90,458	191,19	182,35
372	0,609	34,775	53,532	34,556
377	0,638	35,594	54,713	35,968
367	0,654	33,972	52,353	33,16
382	0,669	36,379	55,88	37,348
362	0,685	33,1	51,152	31,701

Gambar 4.22 *Safety Factor* terkritis Potongan 5

## 6. Potongan 6



Gambar 4.23 Bidang Kelongsoran pada Potongan 6



Slip #	F of S	X Center (m)	Y Center (m)	Radius
271	0,434	114,72	187,19	190,7
231	0,461	115,94	201,32	203,86
226	0,464	110,93	192,58	193,8
316	0,557	119,04	181,9	188,13
322	0,636	36,775	53,342	36,802
181	0,861	107,55	198,06	197,31

Gambar 4.24 *Safety Factor* terkritis Potongan 6

Berikut ini adalah hasil rekapitulasi *Safety factor* masing-masing Potongan pada saat kondisi terkritis. Berdasarkan Tabel 4.5 tersebut didapat *safety factor* pada semua Potongan talud berada dibawah angka aman, sehingga dapat disimpulkan bahwa talud tersebut mengalami kelongsoran pada kondisi awal sebelum ada perkuatan pada kondisi terkritis. Angka keamanan paling rendah berada pada Potongan 2 dengan SF 0,427

Tabel 4.5 Rekapitulasi *Safety Factor*

Potongan	Safety Factor Terkritis
1	0,487
2	0,427
3	0,454
4	0,446
5	0,588
6	0,434

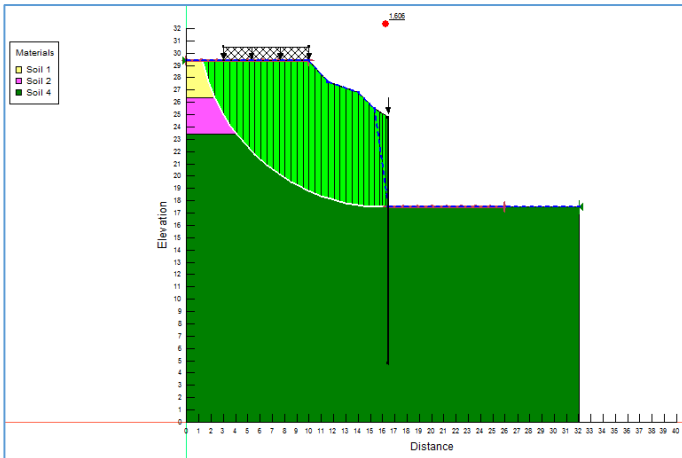
### 4.3.2 Analisa Perkuatan *Eksisting*

Analisa perkuatan *eksisting* merupakan analisa perkuatan talud *bored pile* dengan panjang 20 m dan diameter 0,8 m yang ada dilapangan pada saat terjadi longsor kedua. Pada Tugas akhir ini, analisa perkuatan *eksisting* dilakukan pada Potongan yang memiliki *safety factor* terkritik yaitu Potongan 2. Dalam analisa ini digunakan program bantu *Geoslope* dengan melihat 2 kondisi yaitu:

1. Analisa talud dengan perkuatan *eksisting (bored pile)* menggunakan data tanah asli
2. Analisa talud dengan perkuatan *eksisting (bored pile)* kedua menggunakan data asumsi *behaving like sand*.

Berikut adalah hasil analisa talud dengan perkuatan *eksisting* menggunakan program *Geoslope* berdasarkan 2 kondisi di atas seperti terlihat pada (Gambar 4.23) sampai dengan (Gambar 4.26).

## 1. Analisa kekuatan talud dengan data tanah asli



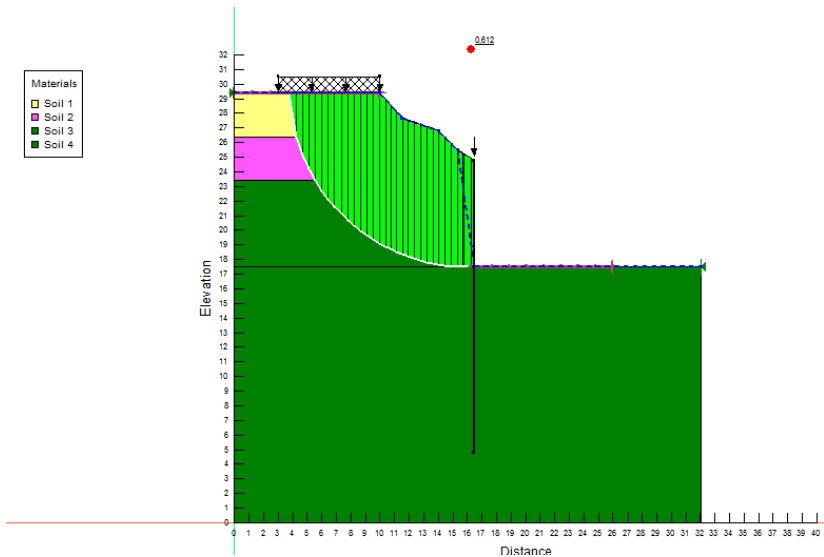
Gambar 4.25 Bidang Kelongsoran talud dengan perkuatan *eksisting* (*bored pile*) dengan data tanah asli

Slip Surfaces				
All slip surfaces				
Select Slip Surface				
		49	<input checked="" type="checkbox"/> Auto select critical	
Slip #	F of S	X Center (m)	Y Center (m)	Radius
49	1,606	16,235	32,88	15,382
140	1,611	16,108	29,86	12,367
95	1,700	14,969	29,884	12,479
54	1,707	16,409	33,035	15,588
4	1,709	15,17	33,044	15,6
145	1,722	16,212	29,883	12,471

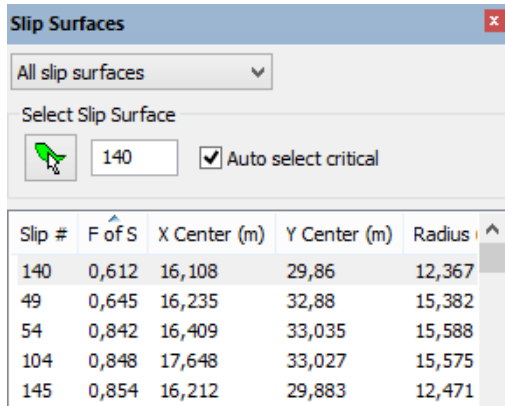
Gambar 4.26 *Safety Factor* Talud dengan perkuatan *eksisting* dengan data tanah asli

Berdasarkan hasil *running software Geoslope* terhadap bidang longsor menggunakan data tanah asli, didapatkan nilai *safety factor* sebesar 1,606. Sehingga perkuatan dengan material *bored pile* **aman** terhadap kelongsoran.

2. Analisa perkuatan talud dengan data tanah *behaving like sand*.



Gambar 4.27 Bidang Kelongsoran talud dengan perkuatan *eksisting (bored pile)* dengan asumsi *behaving like sand*



Slip #	F of S	X Center (m)	Y Center (m)	Radius
140	0,612	16,108	29,86	12,367
49	0,645	16,235	32,88	15,382
54	0,842	16,409	33,035	15,588
104	0,848	17,648	33,027	15,575
145	0,854	16,212	29,883	12,471

Gambar 4.28 *Safety Factor* talud dengan perkuatan *eksisting* asumsi *behaving like sand*

Berdasarkan hasil *running software Geoslope* terhadap bidang longsor menggunakan data tanah asumsi *behaving like sand*, didapatkan nilai *safety factor* sebesar 0,612. Sehingga perkuatan dengan material *bored pile* **tidak aman** terhadap kelongsoran. Oleh karena itu untuk perencanaan perkuatan selanjutnya digunakan data asumsi *behaving like sand* agar perencanaan lebih mendekati dengan kondisi yang ada di lapangan.

## 4.4 Data Perencanaan Perkuatan Talud

### 4.4.1 Data Ground Anchor

*Ground Anchor* yang digunakan pada perencanaan ini adalah ground anchor tipe *Freyssibar* produksi PT. Freyysinet (Lampiran 3). Produk ini dipakai karena mudah dalam proses instalasi dan memiliki lapisan anti-korosi yang tinggi. Adapun spesifikasi *Ground anchor* sebagai berikut:

Tipe	: <i>Permanen Freyssibar Anchor</i>
Diameter	: 32 mm
<i>Ultimate Load</i>	: 828 kN
<i>Yield Load</i>	: 672 kN
<i>Ultimate Strenght</i>	: 1030 kN/m <sup>2</sup>

Spesifikasi material *Ground Anchor* lebih detail dapat dilihat pada Lampiran 3.

#### **4.4.2 Data Geogrid**

*Geogrid* yang digunakan adalah *Tenax Uni-Axial Grids* tipe TT 160 SAMP produksi Tenax dengan *tensile strength* 160 kN/m. Produk ini dipakai karena memiliki modulus tarik yang tinggi, kapaistas *interlock* yang baik dan memiliki ketahanan yang lama. Spesifikasi selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran 3.

#### **4.4.3 Data Segmental Blok**

*Segmental blok* yang digunakan adalah tipe LAU (*Long Anchoring Unit*) produksi *Allan Block* yang sering dipakai sebagai dinding *facing* perkuatan *anchor*. Adapun dimensi *Segmental blok* yang digunakan adalah sebagai berikut:

Panjang	: 585 mm
Lebar	: 300 mm
Tinggi	: 200 mm
Berat	: 40 kg

Spesifikasi Material *Segmental blok* lebih detail dapat dilihat pada Lampiran 3.

*“ Halaman sengaja dikosongkan ”*

## **BAB V**

### **PERENCANAAN PERKUATAN TALUD**

#### **5.1 Data Perkuatan Talud**

##### **5.1.2 Data Ground Anchor**

*Ground anchor* yang digunakan pada perencanaan ini adalah *Ground anchor* tipe Bar produksi PT. Freyysinnet. Adapun spesifikasi *Ground anchor* sebagai berikut:

Tipe	: <i>Permanen Freyssibar Anchor</i>
Diameter	: 32 mm
<i>Ultimate Load</i>	: 828 kN
<i>Yield Load</i>	: 672 kN
<i>Ultimate Strength</i>	: 1030 kN/m <sup>2</sup>

##### **5.1.3 Data Geogrid**

*Geogrid* yang digunakan adalah *Tenax Uni-Axial Grids* tipe TT 160 SAMP produksi Tenax dengan tensile strength 160 kN/m. Spesifikasi selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran 3

##### **5.1.4 Data Segmental Blok**

*Segmental blok* yang digunakan adalah tipe LAU yang memiliki dimensi sebagai berikut

Panjang	: 585 mm
Lebar	: 300 mm
Tinggi	: 200 mm
Berat	: 40 kg

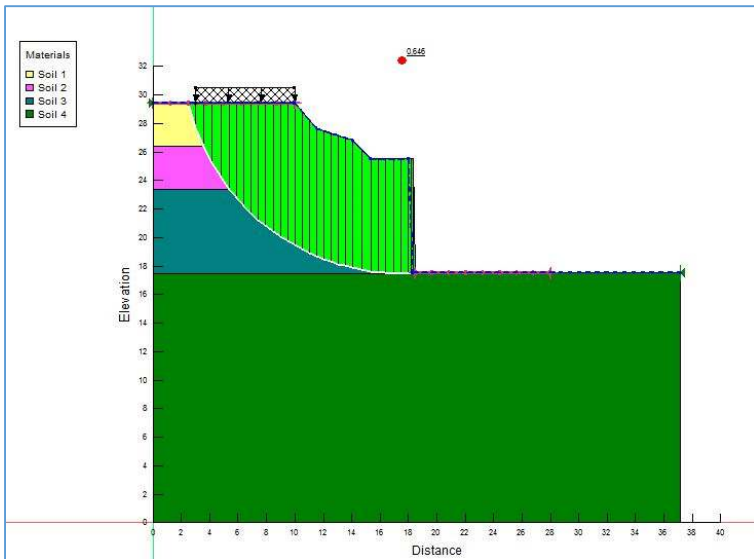


## 5.2 Perencanaan Perkuatan Talud dengan Kombinasi *Segmental blok, Geogrid* dan *Ground Anchor*

Perkuatan ini mengandalkan *Ground anchor* sebagai penahan semua gaya dan momen yang bekerja pada talud. Adapun *Geogrid* hanya penambah stabilitas pada tanah timbunan dan *Segmental blok* hanya difungsikan sebagai *facing*. Berikut adalah perhitungan *ground anchor* dan gaya tarik yang bekerja pada *geogrid* yang digunakan.

### 5.2.1 Perhitungan *Ground Anchor*

Perhitungan *Ground anchor* dibawah ini menggunakan data hasil analisa kelongsoran pada Potongan 2 dengan beban *surchage* ( $q$ )  $20 \text{ kN/m}^2$ . Berikut ini adalah hasil analisa kelongsoran talud pada Potongan 2 menggunakan software *Geoslope* seperti terlihat pada (Gambar 5.1) :



Gambar 5.1 Hasil *Running Geoslope* Potongan 2



- Jumlah *Ground Anchor* (n) = 6 buah  
 Jari-jari kelongsoran = 15,50 m  
 Sudut *Anchor* tegak lurus bidang longsor ( $\alpha$ ) :
- Anchor 1 =  $27^0$
  - Anchor 2 =  $31^0$
  - Anchor 3 =  $35^0$
  - Anchor 4 =  $39^0$
  - Anchor 5 =  $43^0$
  - Anchor 6 =  $48^0$

Menghitung Momen dorong (Md):

$$Md = \frac{M_{resisten}}{SF} = \frac{9945,668}{0,646} = 15395,779 \text{ kNm}$$

Kemudia mencari  $M_{resisten}$  rencana dengan SF rencana = 1,5

$$\begin{aligned} M_{resisten} \text{ rencana} &= Md \times SF \text{ rencana} \\ &= 15395,779 \text{ kNm} \times 1,5 \\ &= 23093,65 \text{ kNm} \end{aligned}$$

Maka didapat nilai  $\Delta MR$  yaitu nilai momen yang akan dipikul oleh *Ground anchor* adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \Delta MR &= M_{resisten} \text{ rencana} - M_{resisten} \text{ yang terjadi} \\ &= 23093,65 \text{ kNm} - 9945,668 \text{ kNm} \\ &= 13147,98 \text{ kNm} \end{aligned}$$

Dikarenakan *Ground anchor* direncanakan setiap 2 meter, maka nilai momen yang dipikul *Ground anchor* harus dikali 2 :

$$\Delta MR = 13147,98 \text{ kNm} \times 2 = 26295,97 \text{ kNm}$$

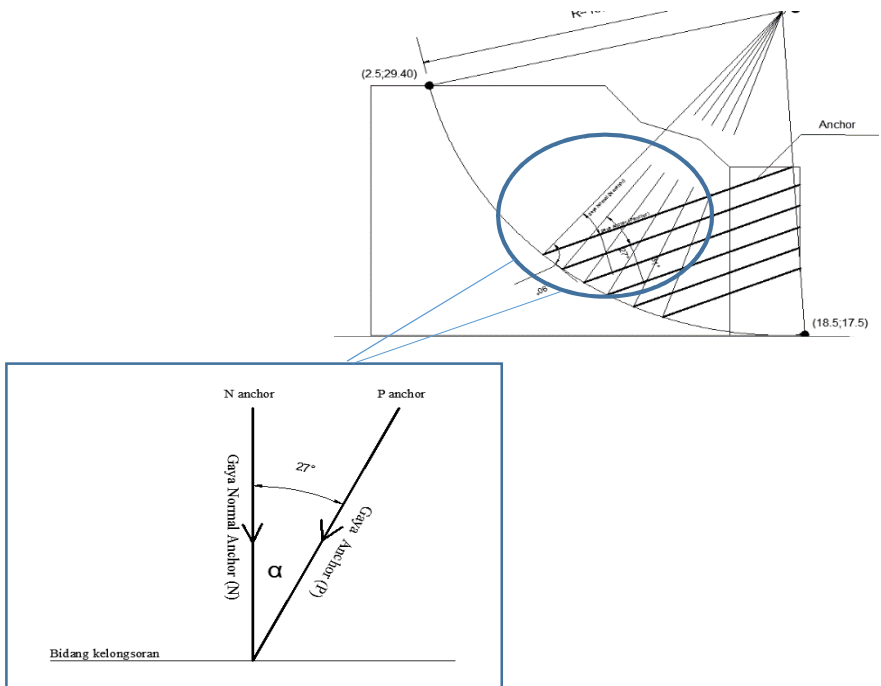
Perhitungan gaya yang ditimbulkan oleh  $\Delta MR$  dan nantinya akan ditahan oleh *anchor* (N)

$$N = \frac{\Delta MR}{R \times \tan \theta} = \frac{26295,97}{15,5 \times \tan 35} = 2422,87 \text{ kN}$$

Gaya yang diterima setiap *anchor* ( $N_{\text{anchor}}$ )

$$N_{\text{anchor}} = N/n = 2422,87 \text{ kN} / 6 = 403,81 \text{ kN}$$

Menghitung gaya normal *anchor* ( $N$ ) yaitu gaya *anchor* yang tegak lurus bidang longsor. Berikut ini adalah penguraian gaya yang dimiliki oleh *anchor* untuk mendapatkan gaya normal ( $N$ ) seperti terlihat pada (Gambar 5.3) :



Gambar 5.3 Penguraian Gaya Anchor

$$\cos \alpha = \frac{\text{Gaya Normal (N)}}{\text{Gaya Anchor (P)}}$$

Gaya Normal *Anchor* (N *anchor*):

$$N \text{ anchor} = P \text{ anchor} \times \cos \alpha$$

$$P \text{ anchor} = \frac{N \text{ anchor}}{\cos \alpha}$$

$$\begin{aligned} P \text{ anchor } 1 &= N \text{ anchor} / \cos \alpha_1 \\ &= 403,81 \text{ kN} / \cos 27^\circ \\ &= 453 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P \text{ anchor } 2 &= N \text{ anchor} / \cos \alpha_2 \\ &= 403,81 \text{ kN} / \cos 31^\circ \\ &= 471 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P \text{ anchor } 3 &= N \text{ anchor} / \cos \alpha_3 \\ &= 403,81 \text{ kN} / \cos 35^\circ \\ &= 492,96 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P \text{ anchor } 4 &= N \text{ anchor} / \cos \alpha_4 \\ &= 403,81 \text{ kN} / \cos 39^\circ \\ &= 519,6 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P \text{ anchor } 5 &= N \text{ anchor} / \cos \alpha_5 \\ &= 403,81 \text{ kN} / \cos 43^\circ \\ &= 552 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P \text{ anchor } 6 &= N \text{ anchor} / \cos \alpha_6 \\ &= 403,81 \text{ kN} / \cos 48^\circ \\ &= 603 \text{ kN} \end{aligned}$$

Menghitung Panjang *Grouting* yaitu menggunakan persamaan dengan nilai SF=2 dikarenakan kekuatan tarik pada bagian *fixed length* anchor diharuskan 2 kali dari *P anchor* dan *fixed length* harus ditanamkan pada tanah keras dimana dalam perencanaan ini tanah keras memiliki nilai  $C_u = 100 \text{ kN/m}^2$ .

$$N \times SF = C \times \pi \times D \times L$$

$$L = \frac{N \times SF}{C \times \pi \times D}$$

$$L_{\text{anchor 1}} = \frac{453 \times 2}{100 \times \pi \times 0,3} = 9,6 \text{ m} \approx 10 \text{ m}$$

$$L_{\text{anchor 2}} = \frac{471 \times 2}{100 \times \pi \times 0,3} = 9,9 \text{ m} \approx 10 \text{ m}$$

$$L_{\text{anchor 3}} = \frac{492,6 \times 2}{100 \times \pi \times 0,3} = 10,5 \text{ m} \approx 11 \text{ m}$$

$$L_{\text{anchor 4}} = \frac{519,6 \times 2}{100 \times \pi \times 0,3} = 11 \text{ m} \approx 11 \text{ m}$$

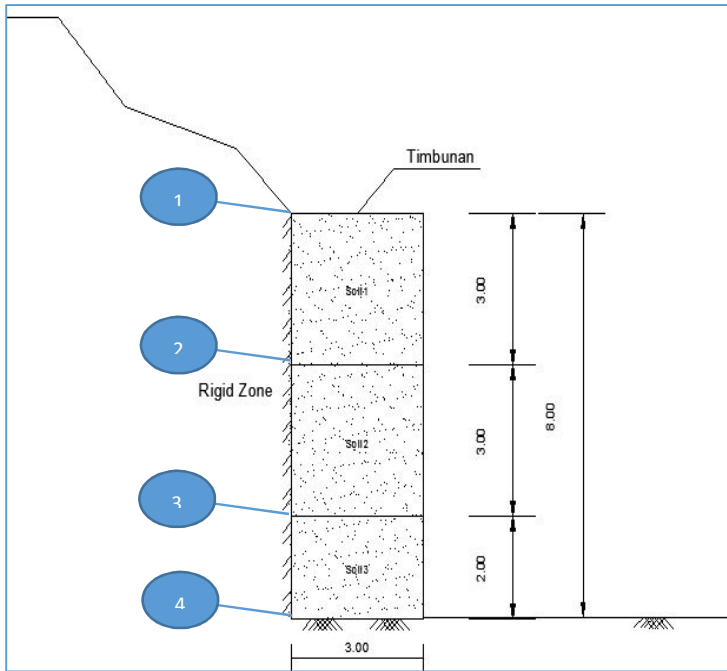
$$L_{\text{anchor 5}} = \frac{552 \times 2}{100 \times \pi \times 0,3} = 11,7 \text{ m} \approx 12 \text{ m}$$

$$L_{\text{anchor 6}} = \frac{603 \times 2}{100 \times \pi \times 0,3} = 12,8 \text{ m} \approx 13 \text{ m}$$

Berdasarkan hasil perhitungan yang telah dilakukan didapatkan gaya normal *Anchor* (N) = 403,81 kN dan P anchor terbesar 603 kN, maka *Ground Anchor* dengan ultimate load 828 kN sesuai spec aman dipakai dengan panjang *grouting* terbesar yaitu 13 m. Perhitungan lebih lanjut dapat dilihat pada Lampiran 4.

### 5.2.2 Kontrol Kapasitas Tarik *Geogrid*

Kontrol *geogrid* ini dilakukan untuk melihat kuat tarik *geogrid* terhadap gaya yang bekerja akibat timbunan setinggi 8 m. Gaya timbunan diperoleh dengan menghitung tegangan lateral yang bekerja. Gaya terbesar yang ditimbulkan oleh tanah timbunan akan dibandingkan dengan kapasitas tarik *Geogrid* yang dipakai. Berikut ini adalah perhitungan tegangan dan gaya lateral akibat timbunan. Lapisan tanah timbunan dapat dilihat pada (Gambar 5.4)



Gambar 5.4 Lapisan tanah timbunan

Data tanah timbunan :

Soil 1 :	$\gamma_{\text{sat}}$	= 18,2 kN/m <sup>3</sup>
	$\gamma_w$	= 9,8 kN/m <sup>3</sup>
	$\gamma'$	= 8,4 kN/m <sup>3</sup>
	$\emptyset$	= 24°
	Cu	= 0 Kpa
	H1	= 3 m
Soil 2 :	$\gamma_{\text{sat}}$	= 16,4 kN/m <sup>3</sup>
	$\gamma_w$	= 9,8 kN/m <sup>3</sup>
	$\gamma'$	= 6,6 kN/m <sup>3</sup>
	$\emptyset$	= 31°
	Cu	= 0 Kpa
	H2	= 3 m

Soil 3 :

$$\begin{aligned}\gamma_{\text{sat}} &= 20 \text{ kN/m}^3 \\ \gamma_w &= 9,8 \text{ kN/m}^3 \\ \gamma' &= 10,2 \text{ kN/m}^3 \\ \phi &= 35^\circ \\ c_u &= 0 \text{ Kpa} \\ H_3 &= 2 \text{ m}\end{aligned}$$

1. Perhitungan koefisien tekanan tanah aktif timbunan :

$$\begin{aligned}K_a &= \tan^2(45^\circ - \phi/2) \\ K_{a1} &= \tan^2(45^\circ - 24/2) = 0,42 \\ K_{a2} &= \tan^2(45^\circ - 31/2) = 0,32 \\ K_{a3} &= \tan^2(45^\circ - 35/2) = 0,27\end{aligned}$$

2. Perhitungan Tegangan Lateral Aktif ( $\sigma_h$ )

- Titik 1

$$\begin{aligned}\sigma_{v1} &= \gamma_1' \times h \\ &= 8,4 \text{ kN/m}^3 \times 0 \text{ m} = 0 \text{ kN/m}^2 \\ \sigma_{h1} &= \sigma_{v1} \times K_{a1} - (2c \sqrt{K_{a1}}) \\ &= 0 \text{ kN/m}^3 \times 0,42 - 0 = 0 \text{ kN/m}^2\end{aligned}$$

- Titik 2 atas

$$\begin{aligned}\sigma_{v2} &= \sigma_{v1} + \gamma_1' \times h_1 \\ &= 0 \text{ kN/m}^3 + 8,4 \text{ kN/m}^3 \times 3 \text{ m} = 25,2 \text{ kN/m}^2 \\ \sigma_{h2a} &= \sigma_{v2} \times K_{a1} - (2c \sqrt{K_{a1}}) \\ &= 25,2 \text{ kN/m}^3 \times 0,42 - 0 = 10,62 \text{ kN/m}^2\end{aligned}$$

- Titik 2 bawah

$$\begin{aligned}\sigma_{v2} &= \sigma_{v1} + \gamma_1' \times h_1 \\ &= 0 \text{ kN/m}^2 + 8,4 \text{ kN/m}^3 \times 3 \text{ m} = 25,2 \text{ kN/m}^2 \\ \sigma_{h2b} &= \sigma_{v2} \times K_{a2} - (2c \sqrt{K_{a2}}) \\ &= 25,2 \text{ kN/m}^3 \times 0,32 - 0 = 8,06 \text{ kN/m}^2\end{aligned}$$

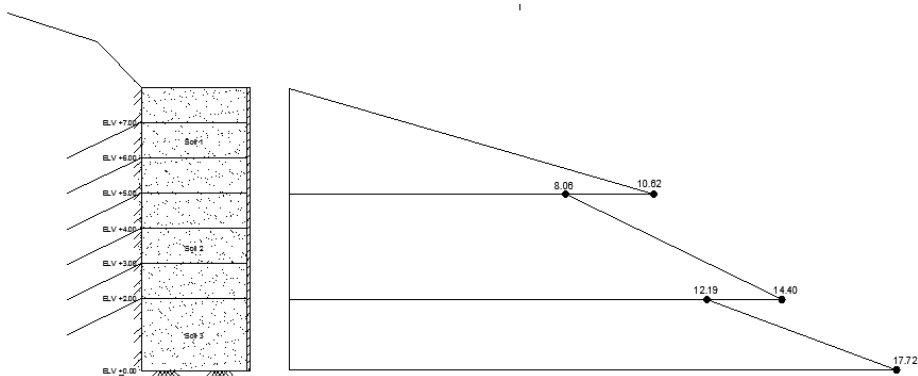


- Titik 3 atas
 
$$\begin{aligned}\sigma_{v3} &= \sigma_{v2} + \gamma_2' \times h_2 \\ &= 25,2 \text{ kN/m}^2 + 6,6 \text{ kN/m}^3 \times 3 \text{ m} = 45 \text{ kN/m}^2 \\ \sigma_{h3a} &= \sigma_{v3} \times K_{a2} - (2c \sqrt{K_{a2}}) \\ &= 45 \text{ kN/m}^2 \times 0,32 - 0 = 14,40 \text{ kN/m}^2\end{aligned}$$
- Titik 3 bawah
 
$$\begin{aligned}\sigma_{v3} &= \sigma_{v2} + \gamma_2' \times h_2 \\ &= 25,2 \text{ kN/m}^2 + 6,6 \text{ kN/m}^3 \times 3 \text{ m} = 45 \text{ kN/m}^2 \\ \sigma_{h3b} &= \sigma_{v3} \times K_{a3} - (2c \sqrt{K_{a3}}) \\ &= 45 \text{ kN/m}^2 \times 0,27 - 0 = 12,19 \text{ kN/m}^2\end{aligned}$$
- Titik 4
 
$$\begin{aligned}\sigma_{v4} &= \sigma_{v3} + \gamma_3' \times h_3 \\ &= 45 \text{ kN/m}^2 + 10,2 \text{ kN/m}^3 \times 2 \text{ m} = 65,4 \text{ kN/m}^2 \\ \sigma_{h3b} &= \sigma_{v4} \times K_{a3} - (2c \sqrt{K_{a3}}) \\ &= 65,4 \text{ kN/m}^2 \times 0,27 - 0 = 17,72 \text{ kN/m}^2\end{aligned}$$

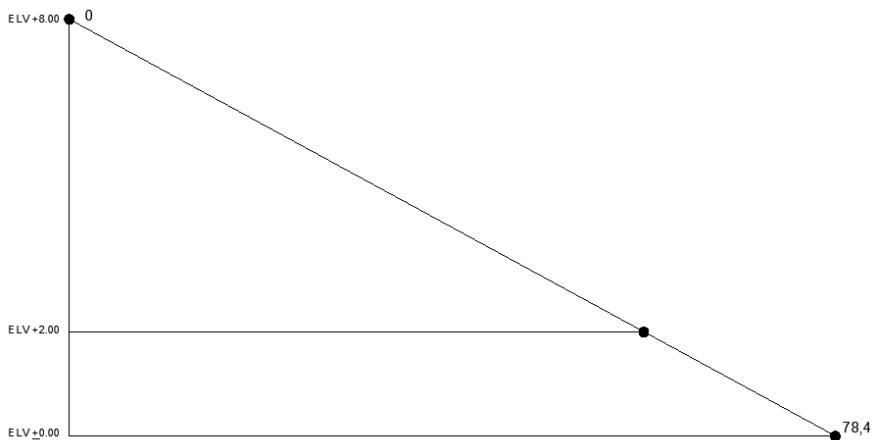
#### Tegangan air

$$\begin{aligned}\sigma_{vw} &= \gamma_w' \times (h_1 + h_2 + h_3) \\ &= 9,8 \text{ kN/m}^3 \times (3 \text{ m} + 3 \text{ m} + 2 \text{ m}) = 78,4 \text{ kN/m}^2 \\ \sigma_{hw} &= \sigma_{vw} \times K_{a_w} \\ &= 78,4 \text{ kN/m}^2 \times 1 = 78,4 \text{ kN/m}^2\end{aligned}$$

Berikut ini adalah diagram tegangan lateral aktif timbunan akibat tegangan efektif tanah dan tegangan air seperti terlihat pada (Gambar 5.5) dan (Gambar 5.6).

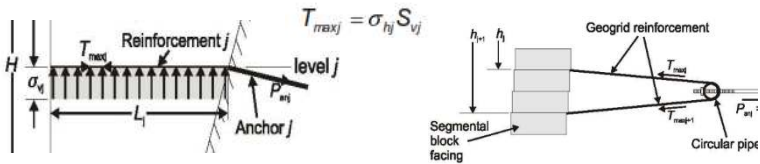


Gambar 5.5 Tegangan lateral efektif



Gambar 5.6 Tegangan lateral akibat air

Pada perencanaan ini, pemasangan *geogrid* dimulai elevasi +2.00 sampai ketinggian 8 m pada setiap *anchor* seperti pada gambar di atas dan ini berlaku untuk semua Potongan pada setiap gambar rencana. *Geogrid* yang menerima gaya lateral terbesar adalah *geogrid* yang berada pada elevasi paling bawah yaitu *geogrid* elv +2.00 sehingga gaya yang bekerja pada *geogrid* dapat dihitung dengan persamaan dibawah ini.



Gambar 5.7 Gaya yang bekerja pada *Geogrid*

Sumber: Technical TenCate Mirafi, 2010

$$T = \sigma_h \times S_v$$

$$T = (\sigma_{ha} + \sigma_w) \times S_v$$

Besar tegangan lateral yang diterima pada elevasi +2.00 sebagai berikut :

$$\sigma_{ha} = 14,40 \text{ kN/m}$$

$$\sigma_w = 58,8 \text{ kN/m}$$

$$S_v = \text{tebal lapisan} = 1 \text{ m}$$

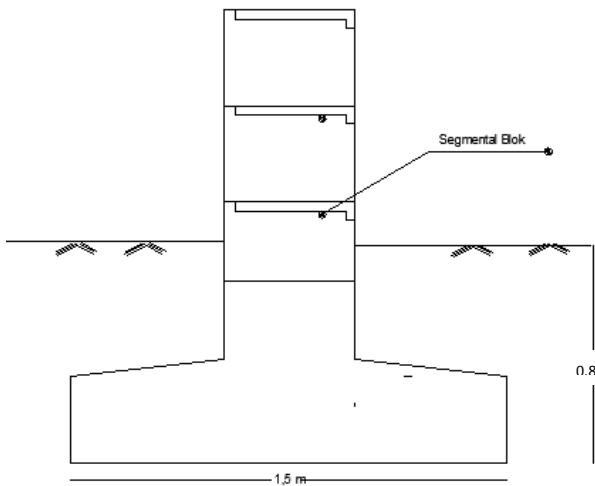
Sehingga gaya tarik yang diterima *geogrid* sebagai berikut :

$$\begin{aligned} T &= (14,40 + 58,80) \text{ kN/m}^2 \times 1 \text{ m} \\ &= 73,2 \text{ kN/m} \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan, gaya dihasilkan sebesar 73,2 kN/m. Sehingga *geogrid* yang dipasang sesuai *spec* yang memiliki *tensile strength* 160 kN/m **aman** terhadap gaya tarik yang dihasilkan.

### 5.2.3 Kontrol *Bearing Capacity*

Kontrol *Bearing Capacity* dihitung untuk melihat kapasitas daya dukung tanah dasar terhadap tumpukan segmental blok. Segmental blok ditanamkan pada tanah dasar yang tergolong tanah keras sedalam 0,8 m. Berikut perhitungan *bearing capacity* pada tanah dasar di bawah *Segmental blok*. Bentuk ilustrasi dasar *Segmental blok* terpasang dapat dilihat pada (Gambar 5.8).



Gambar 5.8 Pondasi/Dudukan *Segmental Blok*

Diketahui data perhitungan sebagai berikut:

Dimensi *Segmental Blok*

Panjang : 585 mm

Lebar : 300 mm

Tinggi : 200 mm

Berat : 40 kg

Data tanah dasar

$$\gamma = 20 \text{ kN/m}^2; C_u = 100 \text{ kPa} = 100 \text{ kN/m}^2; \phi = 35^\circ;$$

$$(N_c = 57,8, N_q = 41,4, N_\gamma = 42,4)$$

Pondasi

$$B = 1,5 \text{ m}; D_f = 0,8 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} Q_{ult} &= c'N_c + \gamma D_f N_q + 0,5\gamma B N_\gamma \\ &= 100 \cdot 57,8 + 20 \cdot 1 \cdot 41,4 + 0,5 \cdot 20 \cdot 1,5 \cdot 42,4 \\ &= 7078,4 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

Menghitung  $Q_{actual}$  dari segmental blok

$$\text{Tinggi Segmental Blok } (h_1) = 0,2 \text{ m}$$

$$\text{Tinggi Timbunan } (H) = 8 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} \text{Total Segmental Blok} &= (H/h_1) \\ &= 8 \text{ m} / 0,2 \text{ m} = 40 \text{ buah} \end{aligned}$$

$$\text{Berat Segmental Blok} = 40 \text{ kg}$$

$$\text{Total berat } (W) = 40 \text{ kg} \times 40 = 1600 \text{ kg}$$

$$\begin{aligned} \text{Luasan dasar pondasi} &= P \times L \\ &= 0,585 \times 1,5 = 0,8775 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\text{Berat per satuan luas } (Q_{act}) = W/A$$

$$Q_{act} = 1600/0,8775 = 1823,36 \text{ kg/m}^2$$

$$SF = Q_{ult}/Q_{act}$$

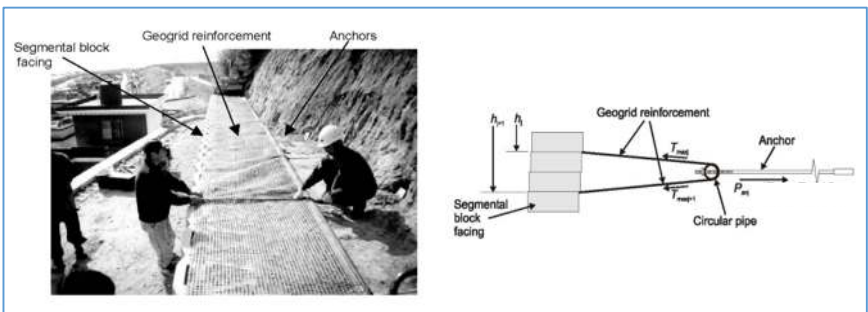
$$= 7078/1823,36$$

$$= 3,8 > SF_{ijin} = 3 \text{ (ok)}$$

### 5.3 Metode Pelaksanaan Perkuatan Talud dengan Kombinasi *Segmental blok, Geogrid* dan *Ground Anchor*.

Pada perencanaan perkuatan talud ini, ada 3 komponen utama yang digunakan yaitu *Segmental blok*, *Geogrid*, dan *Ground Anchor*. *Segmental blok* berfungsi sebagai *facing*. *Geogrid* pada perkuatan ini digunakan untuk memberikan kestabilan pada tanah timbunan itu sendiri. Sedangkan *Ground anchor* berfungsi untuk menahan seluruh gaya yang diterima akibat timbunan maupun lereng dibelakang timbunan seperti (Gambar 5.9). Adapun metode pelaksanaannya dibagi menjadi beberapa tahapan sebagai berikut:

- Pemasangan *Segmental blok* pada timbunan yang berfungsi sebagai *facing*.
- Pemasangan *Geogrid* yang terhubung dengan *Ground Anchor*.
- Pemasangan *Ground Anchor* yang berfungsi untuk menahan semua gaya dan momen yang bekerja.



Gambar 5.9 Perkuatan *Segmental blok, geogrid* dan *Ground Anchor*

Sumber: Technical TenCate Mirafi, 2010

#### 5.4.1 Pemasangan *Segmental Blok* dan *Geogrid* pada **Timbunan**

Pemasangan *segmental blok* dan *geogrid* dilakukan secara bersamaan. Akan tetapi *geogrid* ini dipasang pada setiap lokasi *ground anchor* yang akan dihubungkan. Adapun pemasangan *segmental blok* dan *geogrid* adalah sebagai berikut :

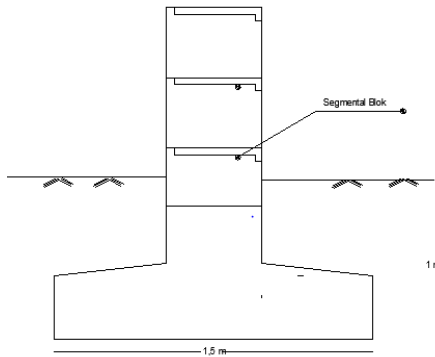
1. Pembersihan lahan yang akan dipasang perkuatan.
2. Melakukan penggalian dan pemadatan (apabila tanah lunak) pada bagian tanah dasar tempat *segmental blok* didirikan. Dibeberapa proyek selain dilakukan pemadatan, tanah dasar *segmental blok* juga bisa diberi tanah granular ataupun campuran pasir , kerikil dan semen sebagai *base* agar tanah tersebut menjadi padat dan kuat seperti (Gambar 5.9).



Gambar 5.10 Perbaikan tanah dasar *Segmental Blok*  
Sumber : *Commercial Installation Manual for Allan Block Retaining Wall*

3. Apabila tanah dasar sudah padat, Pemasangan *Segmental blok* dimulai dari pembuatan dudukan seperti pondasi/sloof. Pada perencanaan ini, dudukan berupa pondasi/sloof sangat diperlukan

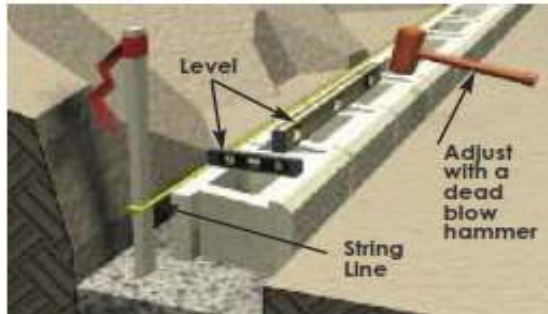
dikarena tinggi dinding yang cukup tinggi seperti terlihat pada (Gambar 5.11).



Gambar 5.11 Ilustrasi Pondasi Dasar *Segmental*

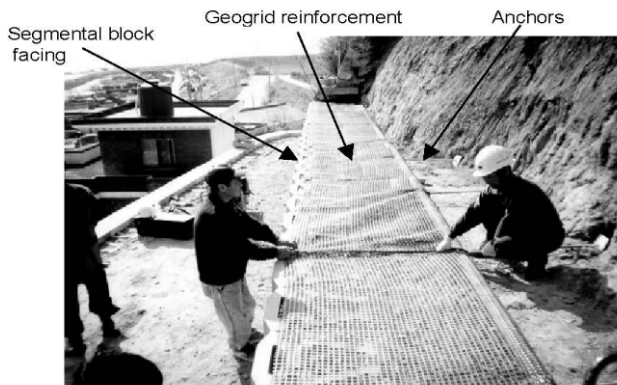
4. Apabila tahap diatas sudah selesai, pemasangan *segmental blok* dilanjutkan dengan memasang pengunci dan pengisi sambungan antar segmen sampai ketinggian yang direncanakan. Dalam setiap proses pemasangan, elevasi antar *segmental blok* harus disamakan. Oleh Sebab itu perlu dilakukan pengukuran tingkat kedataran *segmental blok* dengan *waterpass* seperti pada (Gambar 5.10). Pada perencanaan ini pemasangan *segmental blok* dilakukan secara manual tanpa bantuan alat berat seperti *crawel crane* dalam proses pengangkatan dikarenakan akses ke lokasi yang sempit.





Gambar 5.12 Kontrol Elevasi antar *Segmental blok*.  
 Sumber : *Commercial Installation Manual for Allan Block Retaining Wall*

5. Apabila pemasangan *Segmental blok* sudah mencapai lokasi anchor tertancap. Pemasangan *Geogrid* mulai dilakukan dengan mengaitkan geogrid dengan pipa *anchor* dan segmental blok pada lokasi yang direncanakan seperti terlihat pada (Gambar 5.13).



Gambar 5.13 Pemasangan *Segmental blok geogrid* pada  
*Ground Anchor*  
 Sumber : *Commercial Installation Manual for Allan Block Retaining Wall*

6. Lakukan tahapan pemasangan *segmental blok* dan *geogrid* sampai dengan ketinggian rencana 8 m.

#### 5.4.2 Pemasangan Ground Anchor

Pada perencanaan ini *Ground anchor* akan dihubungkan dengan *geogrid*. Secara garis besar pemasangan *ground anchor* terbagi menjadi 2 Tahapan yaitu tahap pengeboran *ground anchor* dan Tahap pemasukan *grouting*. Berikut ini adalah urutan pengerjaan pada setiap tahapan pelaksanaan.

##### a. Tahap Pengeboran

1. Bersihkan dan ratakan lokasi untuk tempat mesin.
2. Dirikan Tripot untuk menggeser dan mensetting mesin bor.
3. Pasang mata bor sesuai kemiringan yang ditentukan.
4. Pasang mata bor dan water swipel pada pipa bor.
5. Nyalakan mesin bor serta pompa dan mulai pengeboran setelah air dari pompa mengalir untuk menekan lumpur naik keluar dari lubang

##### b. Tahap Pemasukan *Grouting*

1. Setelah selesai melakukan pengeboran dan lubang telah bersih. Selanjutnya pemasukan besi strand yang telah difabrikasi/dirangkai sesuai spec dan ujungnya dipasang cone dan besi.
2. Strand yang akan dimasukkan terlebih dahulu dengan pipa supaya ketika besi dimasukkan kedalam lubang strand tepat pada posisi *center*.
3. Setelah dipasang pipa paralon sebelum dimasukkan kedalam lubang strand diikat bersama selang yang nantinya digunakan untuk memasukkan *grouting* menggunakan pompa piston.
4. Setelah strand bersama selang masuk ke dalam lubang kemudian masukkan *grouting* menggunakan pompa piston dan sedikit demi sedikit selang cabut.
5. Setelah pemasukan strand dan *grouting* selanjutnya adalah pemasangan *end plat/block* pada ujung *strand anchor*.

*“ Halaman ini sengaja dikosongkan ”*

## BAB VI KESIMPULAN

### 6.1 Kesimpulan

Berdasarkan keseluruhan hasil analisa yang telah dilakukan dalam penyusunan tugas akhir “ Perencanaan Perkuatan Tanah pada Kelongsoran Talud RSUD Balikpapan dengan Kombinasi *Segmental Blok Geogrid* dan *Ground Anchor*” ini dapat disimpulkan sebagai berikut

1. Talud yang terletak di arah barat laut gedung RSUD Balikpapan memiliki tanah asli yang cukup bagus yakni dominan lempung padat. Pada kasus kelongsoran pertama, stabilitas talud masih cukup rendah sehingga memungkinkan untuk terjadi longsor.
2. Pada kasus kedua, pada area yang sama namun telah diperkuat dengan *bored pile* kelongsoran masih saja terjadi. Hal ini diakibatkan karena terjadi kesalahan asumsi perhitungan dimana kejadian sesungguhnya dilapangan tidak sama dengan asumsi yang ada. Asumsi yang lebih mendekati kenyataan dilapangan adalah asumsi *behaving like sand*. Dengan asumsi ini, perkuatan *eksisting* berupa bore pile beton bertulang dengan diameter 80 cm yang ada dilapangan tidak memenuhi syarat stabilitas.
3. Untuk hasil Perencanaan digunakan *Ground anchor* sebanyak 6 buah dengan tipe yang berbeda tergantung panjang *fixed length* dan *free length* pada setiap Potongan dengan jarak pemasangan 2 meter dan gaya anchor maksimum yang didapat sebesar 603 kN. Sedangkan gaya tarik maksimum yang diterima oleh *geogrid* sebesar 73,2 kN/m sehingga digunakan geogrid dengan kapasitas yang tarik yang lebih tinggi dari gaya yang terjadi yaitu geogrid dengan tipe Tenax dengan *tensile strength* 160 kN/m<sup>2</sup>. *Segmental blok* yang digunakan memiliki dimensi panjang 585 mm, lebar 300 mm, tinggi 200 mm dan berat 40 kg/segmen. Berdasarkan analisa

*bearing capacity* didapat  $SF= 3,9$ . (Perhitungan *Ground Anchor* lebih detail dapat dilihat pada Lampiran 4).

4. Pada perencanaan perkuatan talud ini, ada 3 komponen utama yang digunakan yaitu *Segmental blok*, *Geogrid*, dan *Ground Anchor*. *Segmental blok* berfungsi sebagai *facing*. *Geogrid* pada perkuatan ini digunakan untuk memberikan kestabilan pada tanah timbunan itu sendiri. Sedangkan *Ground anchor* berfungsi untuk menahan seluruh gaya lateral dan momen yang diterima akibat timbunan dan lereng sehingga stabilitas lereng aman. Adapun metode pelaksanaan pada perkuatan ini dimulai dari pemasangan *Segmental Blok* pada timbunan yang diperkuat geogrid. Kemudian *Geogrid* dihubungkan ke *Ground Anchor* yang tertancap pada lereng seperti yang terlihat pada Gambar rencana (Lampiran 5).

## **6.2 Saran**

Saran yang dapat diberikan berdasarkan hasil analisa dan perhitungan oleh penulis yaitu untuk perencanaan konstruksi penahan tanah lainnya agar memperhatikan asumsi-asumsi yang sesuai dengan kondisi lapangan agar tidak terjadi kegagalan yang sama.

## DAFTAR PUSTAKA

Badan Standarisasi Nasional.2017. Persyaratan Perancangan Geoteknik (SNI 8460-2017), Jakarta.

Das, Braja M., (*translated by Mochtar N.E, and Mochtar I.B.*). 1985. Mekanika Tanah (Prinsip-prinsip rekayasa Geoteknik) Jilid I. Jakarta: Erlangga.

Das, Braja M., (*translated by Mochtar N.E, and Mochtar I.B.*). 1985. Mekanika Tanah (Prinsip-prinsip rekayasa Geoteknik) Jilid II. Jakarta: Erlangga.

Direktorat Jenderal Bina Marga. 2012. Buku Petunjuk Teknis Perencanaan dan Penanganan Kelongsoran, Jakarta.

Hardiyatmo, Hary Christady .2006. Mekanika Tanah I. Yogyakarta UGM Press

Moch. Sholeh, Yunaefi.2012 Penggunaan blok beton segmental sebagai dinding penahan dengan diperkuat geosintetik. Jurnal Teknik Sipil:Vol.10 no.2. hal 120-126.

Sosrodarsono, S and Nakazawa, K., (*Translate by Taulu L.*) 2000. Mekanika Tanah dan Teknik Pondasi.Jakarta: Pradya Paramita. Technical Note TenCate Mirafi,2010. *Segmental Block Retaining Walls With Combination Geogrid and Anchor Reinforcements*, Kuala Lumpur.

Terzaghi, K and Peck R.B. 1967. *Soil Mechanics in Engineering Practice*, 2nd edition. Jakarta : Erlangga.

Wahyudi, Herman, 1999, Daya Dukung Pondasi Dalam. FTSP ITS, Surabaya

*US. Departement of Transportation.1999. Geotechnical Engineering Circular No.4 Ground Anchor and Anchores Systems, Washington DC*

I. B. Mochtar, “Cara Baru Memandang Konsep Stabilitas Lereng (Slope Stability) berdasarkan Kenyataan di Lapangan,”. Seminar Nasional Geoteknik Himpunan Ahli Teknik Tanah Indonesia (HATTI), 2011.

Lampiran 1

# **Hasil Analisa Data Tanah**

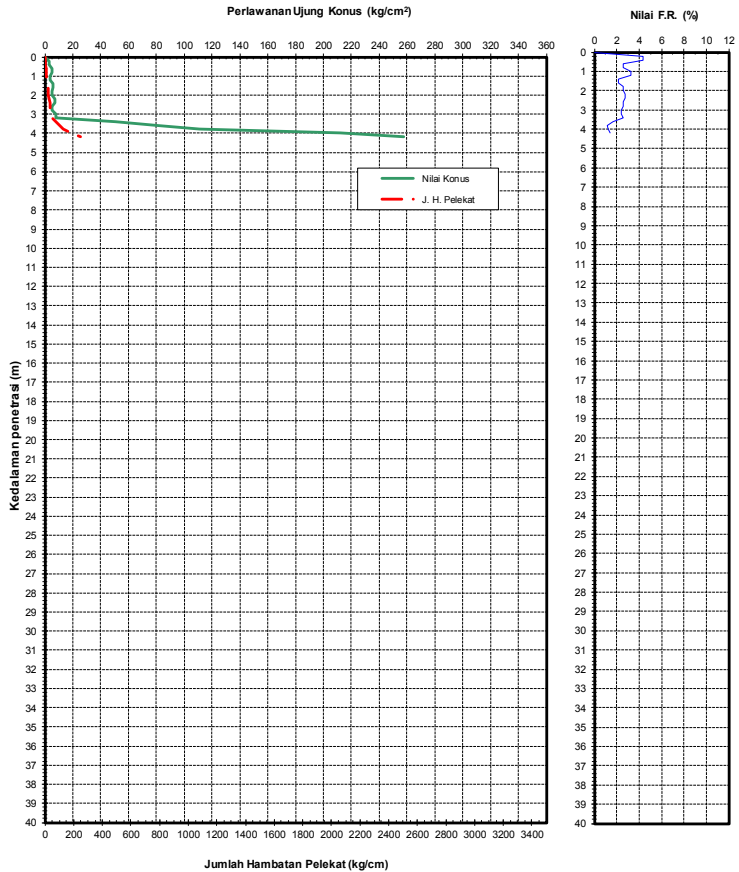


# Data Uji sondir

## GRAFIK SONDIR

Titik No. : S 01  
Proyek : Pembangunan RSUD  
Lokasi : Balikpapan  
Cuaca : Cerah

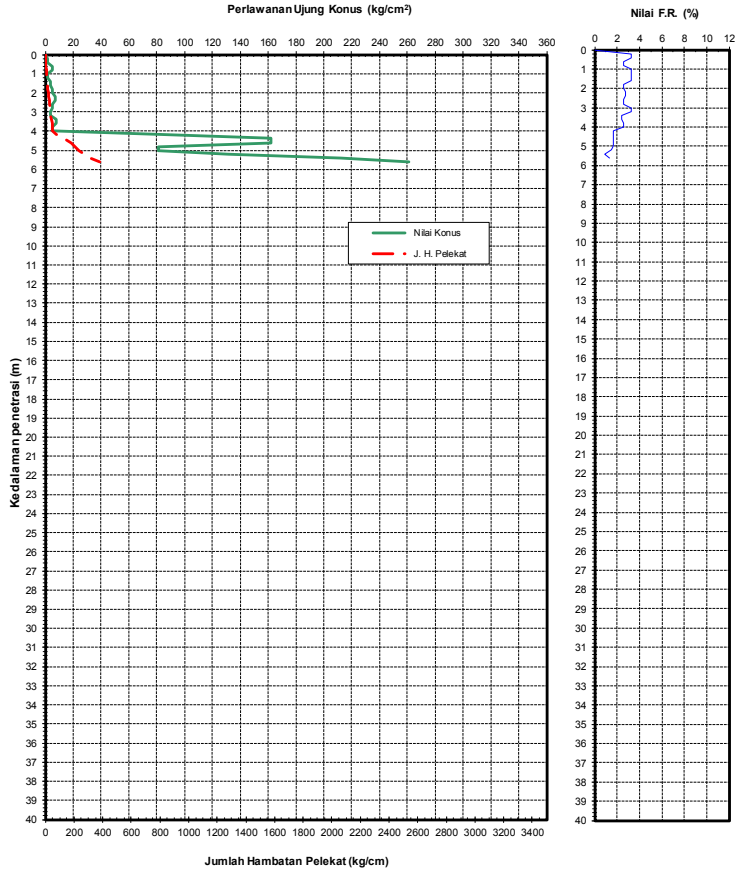
Tanggal : 25 - 02 - 2012  
Diuji Oleh : PARIMIN, ST  
Dihitung Oleh : PARIMIN, ST  
M.a.t. : -



**GRAFIK SONDIR**

Titik No. : S 02  
 Proyek : Pembangunan RSUD  
 Lokasi : Balikpapan  
 Cuaca : Cerah

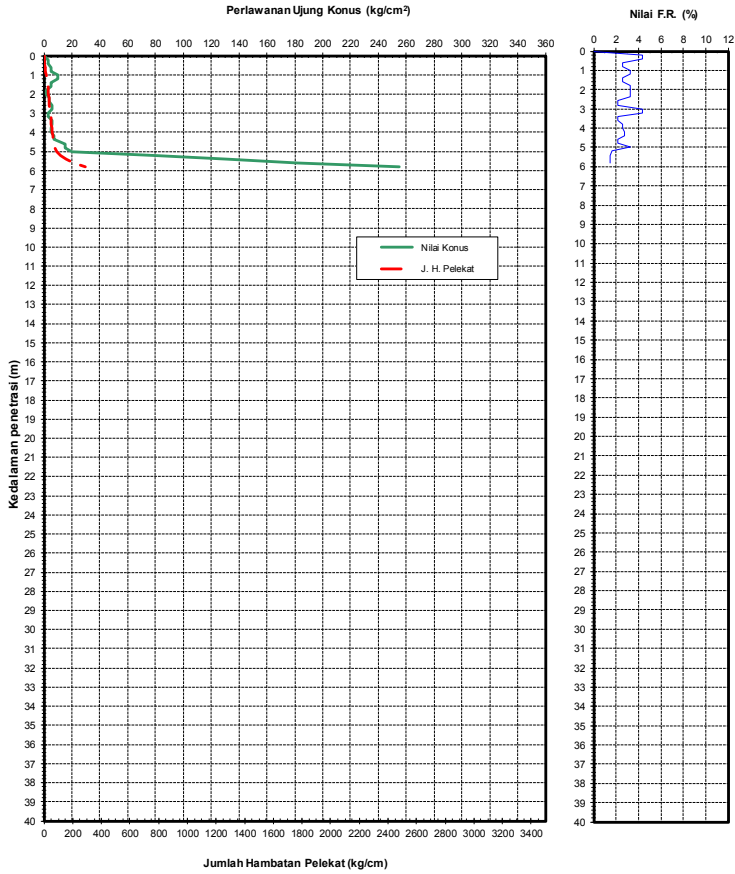
Tanggal : 25 - 02 - 2012  
 Diuji Oleh : PARIMIN, ST  
 Dihitung Oleh : PARIMIN, ST  
 M.a.t. : -



### GRAFIK SONDIR

Titik No. : S 03  
Proyek : Pembangunan RSUD  
Lokasi : Balikpapan  
Cuaca : Cerah

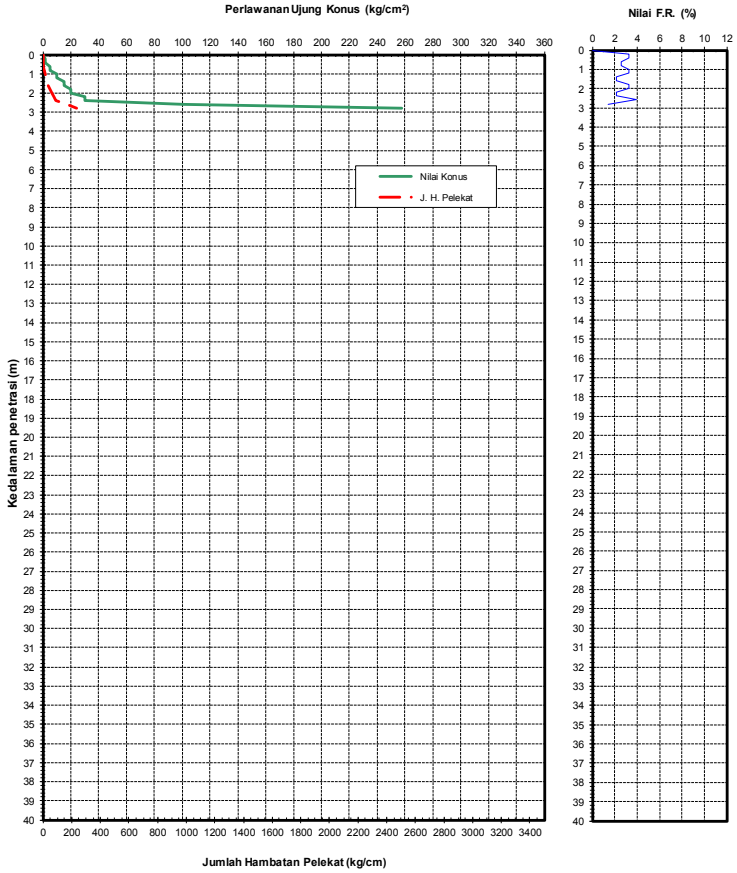
Tanggal : 25 - 02 - 2012  
Diuji Oleh : PARIMIN, ST  
Dihitung Oleh : PARIMIN, ST  
M.a.t. : -



**GRAFIK SONDIR**

Titik No. : S 04  
 Proyek : Pembangunan RSUD  
 Lokasi : Balikpapan  
 Cuaca : Cerah

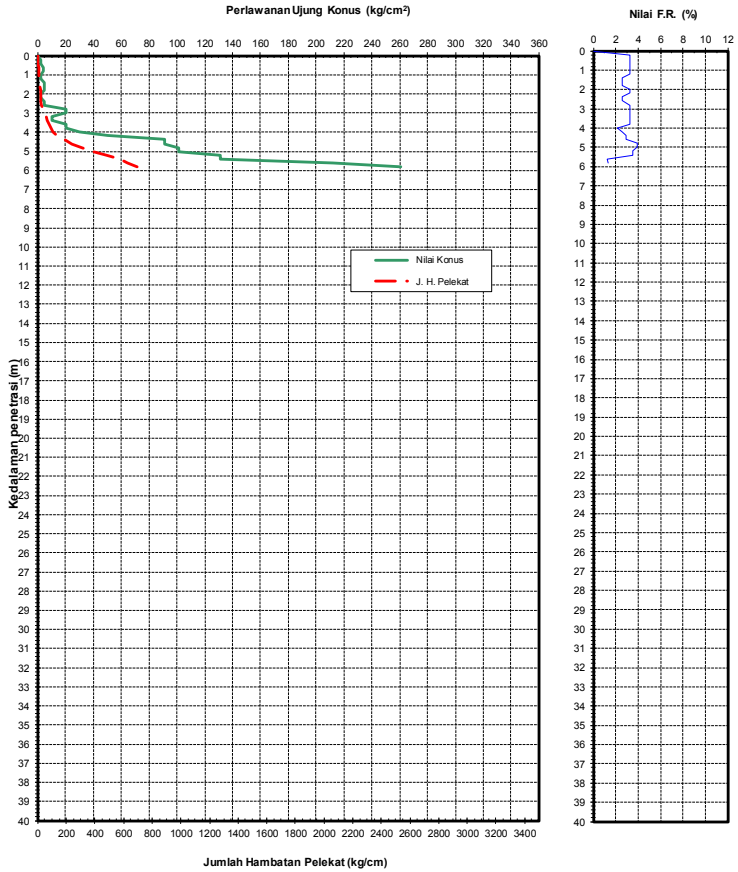
Tanggal : 25 - 02 - 2012  
 Diuji Oleh : PARIMIN, ST  
 Dihitung Oleh : PARIMIN, ST  
 M.a.t. : -



**GRAFIK SONDIR**

Titik No. : S 05  
 Proyek : Pembangunan RSUD  
 Lokasi : Balikpapan  
 Cuaca : Cerah

Tanggal : 25 - 02 - 2012  
 Diuji Oleh : PARIMIN, ST  
 Dihitung Oleh : PARIMIN, ST  
 M.a.t. : -







**KEMENTERIAN PENDIDIKAN NASIONAL  
POLITEKNIK NEGERI SAMARINDA  
LABORATORIUM TEKNIK SIPIL**

Jalan Cipto Mangunkusuma □ 0541-260588 ext. 118 Samarinda

**PENGUJIAN BOBOT ISI TANAH**

Proyek : Pembangunan RSUD Tanggal uji :  
Lokasi : Balikpapan Diuji : La Jayani, ST  
Sampel : B. 2 Dihitung : Insan Kamil  
Kedalaman : 2 m

Uraian	Satuan	Sampel 1		
No. Ring		1	1	1
Berat ring	gram	38,9	38,9	38,9
Berat ring + tanah basah	gram	147,21	147,96	147,42
Berat tanah basah	gram	108,31	109,06	108,52
Volume ring = Volume Tanah basah	cm <sup>3</sup>	60,17	60,17	60,17
Bobot isi tanah basah	gr/cm <sup>3</sup>	1,80	1,81	1,80
Bobot isi tanah basah rata-rata	gr/cm <sup>3</sup>	1,81		



**KEMENTERIAN PENDIDIKAN NASIONAL  
POLITEKNIK NEGERI SAMARINDA  
LABORATORIUM TEKNIK SIPIL**

Jalan Cipto Mangunkusuma □ 0541-260588 ext. 118 Samarinda

**PENGUJIAN BOBOT ISI TANAH**

Proyek : Pembangunan RSUD Tanggal uji :  
Lokasi : Balikpapan Diuji : La Jayani, ST  
Sampel : B. 3 Dihitung : Insan Kamil  
Kedalaman : 2 m

No. Ring	Uraian	Satuan	Sampel 1		
			1	1	1
	Berat ring	gram	38,9	38,9	38,9
	Berat ring + tanah basah	gram	148,15	148,67	148,42
	Berat tanah basah	gram	109,25	109,77	109,52
	Volume ring = Volume Tanah basah	cm <sup>3</sup>	60,17	60,17	60,17
	Bobot Isi tanah basah	gr/cm <sup>3</sup>	1,82	1,82	1,82
	Bobot Isi tanah basah rata-rata	gr/cm <sup>3</sup>	1,82		







**KEMENTERIAN PENDIDIKAN NASIONAL  
POLITEKNIK NEGERI SAMARINDA  
LABORATORIUM TEKNIK SIPIL**

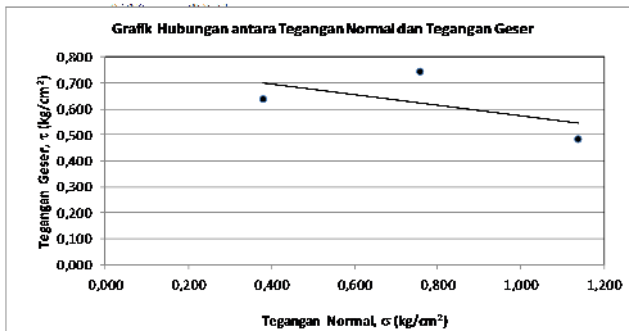
Jalan Cipto Mangunkusuma □ 0541-260588 ext. 118 Samarinda

**PENGUJIAN GESER LANGSUNG  
(DIRECT SHEAR TEST)**

Proyek : Pembangunan RSUD Tanggal uji :  
 Lokasi : Balikpapan Diuji : La Jayani ST  
 Sampel : B. 1 Dihitung : Insan Kamil  
 Kedalaman : 2 m

Waktu (menit)	Displacement (mm)	Beban, N <sub>1</sub> = 12,00 kg		Beban, N <sub>2</sub> = 24,00 kg		Beban, N <sub>3</sub> = 36,00 kg	
		Bacaan dial	Kekuatan Geser, H <sub>1</sub> (kg)	Bacaan dial	Kekuatan Geser, H <sub>2</sub> (kg)	Bacaan dial	Kekuatan Geser, H <sub>3</sub> (kg)
0	0	0,0	0,000	0	0,000	0,0	0,000
1	125	8	4,552	20,5	11,665	9	5,121
2	250	23	13,087	36,5	20,769	15	8,535
3	375	32	18,208	39	22,191	17,5	9,958
4	500	34	19,346	5	2,845	21	11,949
5	625	34,5	19,631	40	22,760	25,5	14,510
6	750	35	19,915	40,5	23,045	26,5	15,079
7	875	36,5	20,200	41	23,329	27	16,363
8	1000	35,5	20,200	41,5	23,614	26	14,794
9	1125	35,5	20,200	41,5	23,614	26	14,794

	Sampel 1	Sampel 2	Sampel 3
Tegangan normal, $\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	0,379	0,758	1,137
Tegangan geser, $\tau$ (kg/cm <sup>2</sup> )	0,638	0,746	0,485



Dari grafik diatas diperoleh :

C = 0,044 kg/cm<sup>2</sup>  
 $\phi$  = 23,65 °



**KEMENTERIAN PENDIDIKAN NASIONAL  
POLITEKNIK NEGERI SAMARINDA  
LABORATORIUM TEKNIK SIPIL**

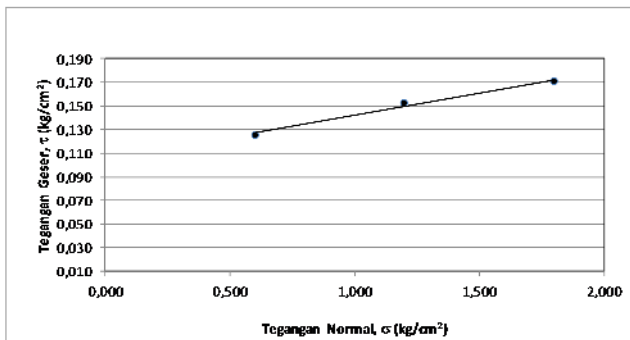
Jalan Cipto Mangunkusuma □ 0541-260588 ext. 118 Samarinda

**PENGUJIAN GESER LANGSUNG  
(DIRECT SHEAR TEST)**

Proyek : Pembangunan RSUD Tanggal uji :  
Lokasi : Balikpapan Diuji : La Jayani, ST  
Sampel : B. 3 Dihitung : Insan Kamil  
Kedalaman : 2 m

Waktu (menit)	Displacement (mm)	Beban, N <sub>1</sub> = 19,00 kg		Beban, N <sub>2</sub> = 38,00 kg		Beban, N <sub>3</sub> = 57,00 kg	
		Bacaan dial	Kekuatan Geser, H <sub>1</sub> (kg)	Bacaan dial	Kekuatan Geser, H <sub>2</sub> (kg)	Bacaan dial	Kekuatan Geser, H <sub>3</sub> (kg)
0	0	0	0,000	0	0,000	0	0,000
1	125	2,5	1,423	4	2,276	4,5	2,561
2	250	4	2,276	4,5	2,561	6	3,414
3	375	5	2,845	5	2,845	7,5	4,268
4	500	6	3,414	6,5	3,699	8,5	4,837
5	625	7	3,983	8	4,552	9,5	5,406
6	750	7	3,983	8,5	4,837	9	5,121
7	875	6	3,414	7	3,983	8,5	4,837
8	1000						
9	1125						

	0,600	1,200	1,800
	Sampel 1	Sampel 2	Sampel 3
Tegangan normal, $\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	0,600	1,200	1,800
Tegangan geser, $\tau$ (kg/cm <sup>2</sup> )	0,126	0,153	0,171



Dari grafik diatas diperoleh :

C = 0,061 kg/cm<sup>2</sup>

$\phi$  = 1,78 °

## ANALISA PENGUJIAN SONDIR

Titik No.	S01	S02	S03	S04	S05					
Kedalaman	Hambatan Konus (Qc)					Qcr	SPT	Qcr (kPa)	SPT	Klasifikasi
(m)										
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0	
20,00	3,03	2,02	3,03	2,02	2,02	2,43	0,61	2	1	Sangat Lunak (very soft)
40,00	3,03	2,02	3,03	2,02	2,02	2,72	0,68	3	1	Sangat Lunak (very soft)
60,00	5,06	5,06	5,06	5,06	4,05	4,17	1,04	4	2	Sangat Lunak (very soft)
80,00	5,06	5,06	5,06	5,06	4,05	4,46	1,12	4	2	Sangat Lunak (very soft)
1,00	4,05	2,02	10,11	10,11	2,02	5,27	1,32	5	2	Sangat Lunak (very soft)
20,00	4,05	2,02	10,11	10,11	2,02	5,56	1,39	6	2	Sangat Lunak (very soft)
40,00	6,07	4,05	5,06	15,17	5,06	6,52	1,63	7	2	Sangat Lunak (very soft)
60,00	6,07	4,05	5,06	15,17	5,06	6,81	1,70	7	2	Sangat Lunak (very soft)
80,00	5,06	5,06	2,02	20,23	5,06	7,37	1,84	7	2	Sangat Lunak (very soft)
2,00	5,06	5,06	2,02	20,23	2,02	7,33	1,83	7	2	Sangat Lunak (very soft)
20,00	7,08	7,08	4,05	30,34	2,02	9,74	2,44	10	3	Sangat Lunak (very soft)
40,00	7,08	7,08	4,05	30,34	5,06	10,51	2,63	11	3	Lunak (soft)
60,00	5,06	5,06	6,07	101,13	5,06	18,27	4,57	18	5	Lunak (soft)
80,00	5,06	5,06	6,07	257,88	20,23	37,66	9,42	38	10	Menengah (medium)
3,00	8,09	4,05	3,03		20,23	10,65	2,66	11	3	Lunak (soft)
20,00	8,09	4,05	3,03		10,11	9,88	2,66	10	3	Sangat Lunak (very soft)
40,00	50,57	8,09	6,07		10,11	22,30	5,58	22	6	Menengah (medium)
60,00	80,90	8,09	6,07		20,23	30,51	7,63	31	8	Menengah (medium)
80,00	111,24	5,06	5,06		20,23	37,02	9,26	37	10	Menengah (medium)
4,00	212,37	5,06	5,06		30,34	60,93	15,98	61	16	Kaku (stiff)
20,00	257,88	80,90	7,08		50,57	90,50	24,13	90	25	Sangat Kaku (very stiff)
40,00		161,81	7,08		91,02	86,63	23,10	87	24	Sangat Kaku (very stiff)
60,00		161,81	15,17		91,02	89,33	23,81	89	24	Sangat Kaku (very stiff)
80,00		80,90	15,17		101,13	65,73	17,35	66	18	Kaku (stiff)
5,00		80,90	20,23		101,13	67,42	17,83	67	18	Kaku (stiff)
20,00		131,47	80,90		131,47	114,61	30,56	115	31	Sangat Kaku (very stiff)
40,00		212,37	131,47		131,47	158,44	42,25	158	43	Keras (hard)
60,00		260,92	182,03		212,37	218,44	58,25	218	59	Keras (hard)
80,00			254,85		260,92	257,88	68,77	258	69	Keras (hard)
6,00										

## Rekapitulasi

Titik No.	S01	S02	S03	S04	S05	Hasil Analisa				SPT	klasifikasi
Kedalaman (m)	Qc	Qc	Qc	Qc	Qc	Qc	SPT	Qc	Fr		
	(Kg/Cm2)					kg/cm2		mPa	%		
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0,00	0	0	0	
1,00	4,05	2,02	10,11	10,11	2,02	5	1,32	1	3	2	Sangat Lunak (very soft)
2,00	5,06	5,06	2,02	20,23	2,02	7	1,83	1	3	2	Sangat Lunak (very soft)
3,00	8,09	4,05	3,03		20,23	11	2,66	1	3	3	Lunak (soft)
4,00	212,37	5,06	5,06		30,34	61	15,98	6	2	16	Kaku (stiff)
5,00		80,90	20,23		101,13	67	17,83	7	3	18	Kaku (stiff)
6,00						258		26	1	40	Keras (hard)

## Hasil Analisa Data Tanah




Data tanah asli

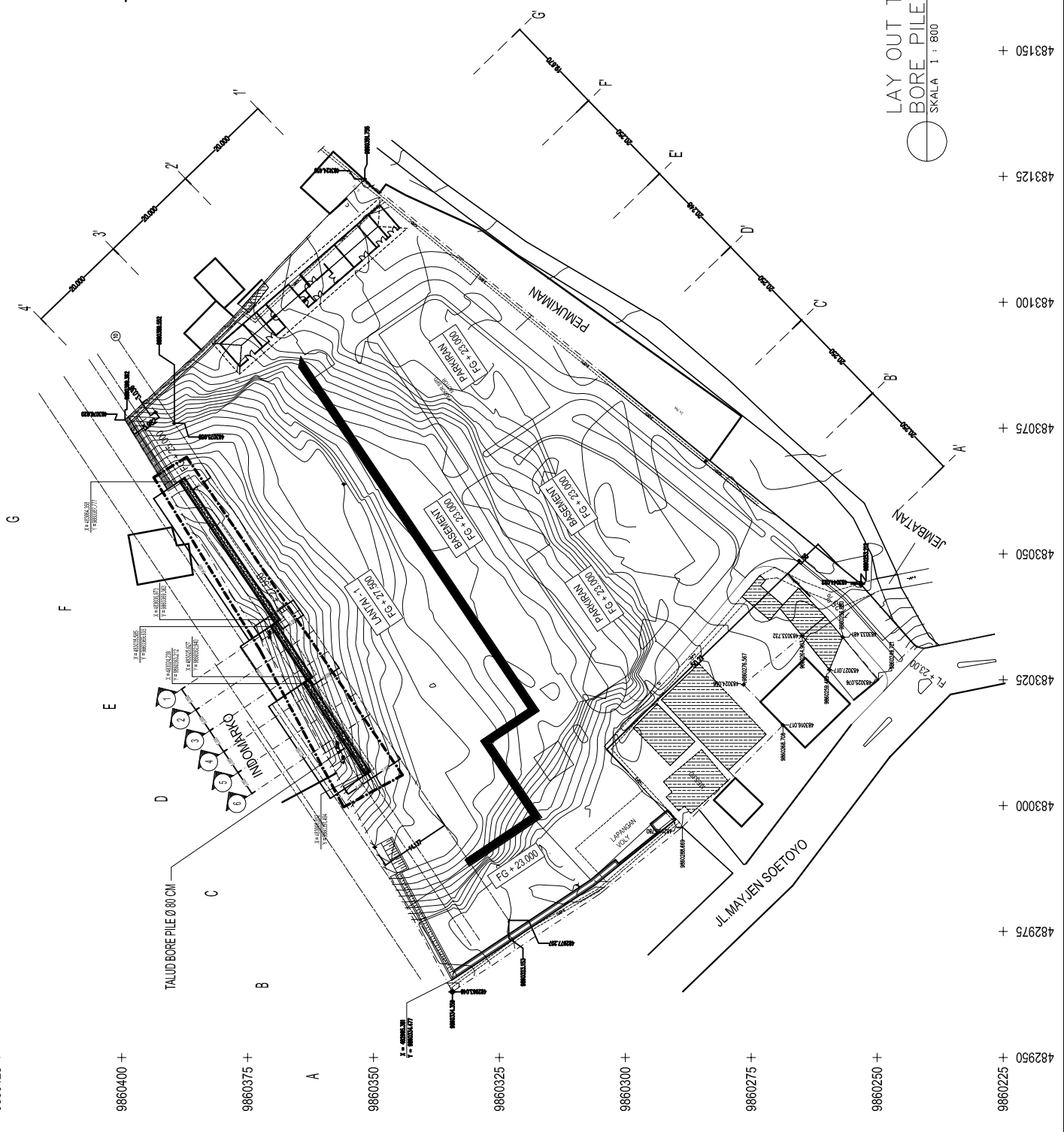
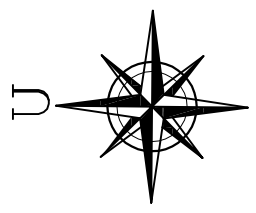
Kedalaman	Qc kg/cm <sup>2</sup>	Fr %	N SPT	Berat isi			Strength	
				Moist	Sat	dry	sudut geser	c (kPa)
0-3 m	8	3	2	1,82	1,82	1,51	0	6,00
3-6 m	64	2	17	1,64	1,64	1,36	0	50,0
6-20 m	258	1	40	2	2,00	1,66	0	100

Behaving like sand

Kedalaman	Qc kg/cm <sup>2</sup>	Fr %	N SPT	gama			Strength	
				moist	sat	dry	sudut geser	c (kPa0)
0-3 m	8	3	2	1,82	1,82	1,51	24	0
3-6 m	64	2	17	1,64	1,64	1,36	31	0
6-20 m	258	1	40	2	2	1,66	35	100

**Lampiran 2**  
**Layout dan Potongan Gambar**  
**Eksisting**

CATATAN		FG = FINISHED GROUND FL = FINISHED LEVEL	
NO	REVISI	TGL.	T. TANGAN
 <b>PEMERINTAH KOTA BALIKAPAPAN</b> <b>DINAS KESEHATAN</b> <small>Jl. Jend. Soetomo 114 Balikpapan (0542) 421481 Fax (0542) 733889          e-mail: ke@kominet.balikkapapa.go.id, dk.balikkapapa@kominet.com</small>			
<b>NAMA PROJEK</b> <b>PENBANGUNAN</b> <b>RUMAH SAKIT UMUM DAERAH (RSUD)</b> <b>KOTA BALIKAPAPAN</b>			
<b>LOKASI</b> <b>JL. MAYJEN SOETOYO</b> <b>KOTA BALIKAPAPAN</b>			
<b>KONTRAKTOR</b>  <b>PT. PP (Persero) Tbk.</b> <small>Jl. Husein Sastranegara          Manager Proyek</small>			
DIKERJAKAN OLEH	POSISI	TJ.	T. IMANAN
Arief Bachtiar	SEM		
Risna Triadka	Drafter		
<b>KONSULTAN UK</b>  <b>PT. TIMINDRA TUJUTAMA</b> <small>Jl. Jend. Soetomo 114 Balikpapan (0542) 421481 Fax (0542) 733889          e-mail: ke@kominet.balikkapapa.go.id, dk.balikkapapa@kominet.com</small>			
<b>PEJABAT PERUBAH KONTUR</b> Gunawan, Sidiq P. SETIHLVEL Site Engineer			
<b>REFERENSI</b> DM. ALVAH. A. AYE NP. 1907002 199702 2 005			
<b>JUDUL GAMBAR</b> OK/RSUD-EPK/JF-RW/01 SKALA			
<b>LAY OUT TALUD UTARA</b> <b>BORE PILE Ø80</b>			1:800
<b>SHOP DRAWING</b>			
NO. GAMBAR	NO. GAMBAR		
5	1	05H-2007/006/06/JF-RW/001A	







NO	REVISI	TGL	TANGAN



**PEMERINTAH KOTA BALIKAPAPAN**  
**DINAS KESEHATAN**  
 Jl. Jend. Sudirman 118 Balikpapan (0542) 421481 Fax (0542) 733889  
 email: kcs@kotabalikpapan.go.id, dkk.balipapan@kbb.go.id

**NAMA PROJEK**  
 PEMBANGUNAN  
 RUMAH SAKIT UMUM DAERAH (RSUD)  
 KOTA BALIKAPAPAN

**LOKASI**  
 JL. MAYJEN SOETOYO  
 KOTA BALIKAPAPAN

**KONTRAKTOR**  
 PT. PP (Persero) Tbk.  
 E. Hidayat  
 Manager Proyek

DISERVA	POSISI	Tgl.	T. IMJAN
Arief Bachtiar	SEM		
Risna Triadka	Drafter		

**KONSULTAN UK**  
**PT. TITIMATA TUDJANA**  
 Jl. Jend. Sudirman No. 118 Balikpapan (0542) 421481 Fax (0542) 733889  
 email: kcs@kotabalikpapan.go.id, dkk.balipapan@kbb.go.id

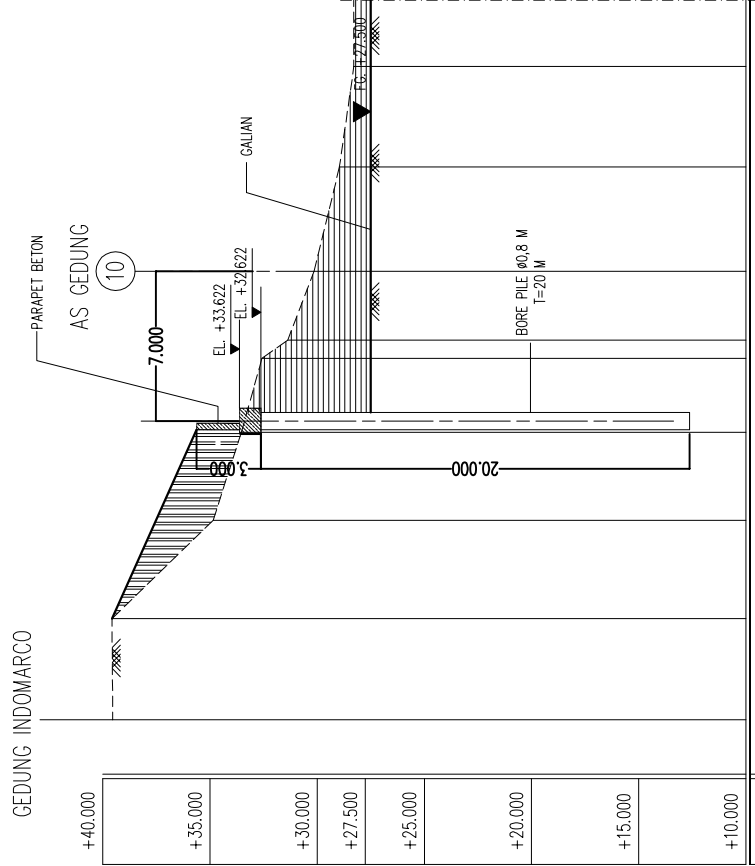
**PELAKU PENGABDI KOMUNITAS**  
 Gunawan, Saji, P. SETIYANIL  
 Site Engineer

**REFERENSI**  
 Dns. Alwahid, A. ADE  
 NIP. 1967002 199703 2 008

**JUDUL GAMBAR**  
 OK/RSUD-BPKY/IF-RW/02

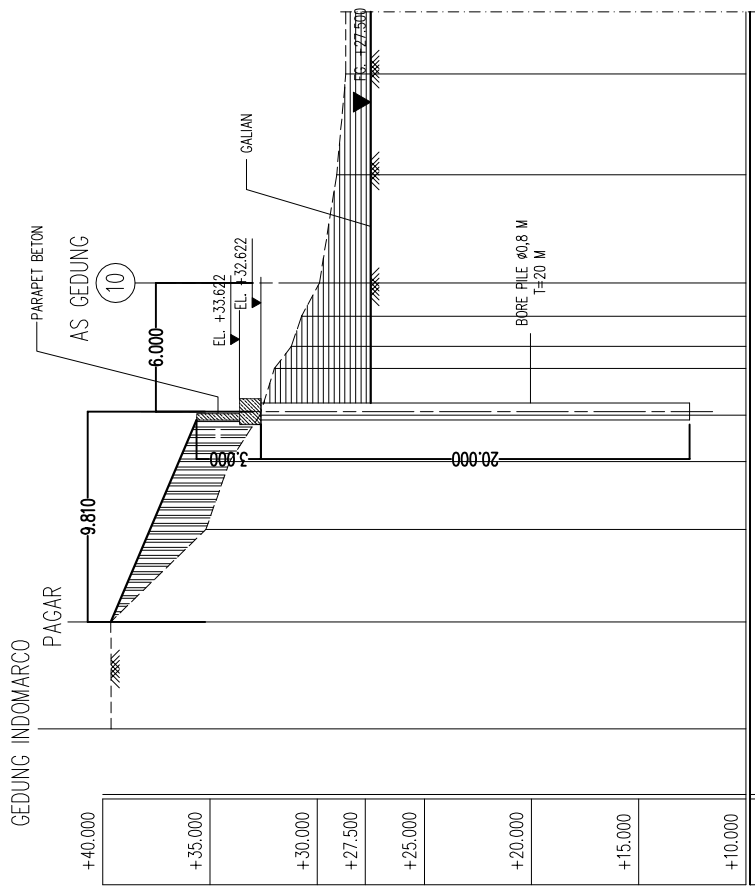
NO. GAMBAR	NO. GAMBAR
POTONGAN-3	1:250
POTONGAN-4	

NO. GAMBAR	NO. GAMBAR
5	3



No. Titik	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Elevasi Aktual	+28.289	+28.960	+30.144	+31.376	+32.576	+33.533	+34.858	+39.576	+39.535
Jarak	4.686	4.863	0.847	3.219	3.449	4.104	4.597	4.709	4.709

POTONGAN - 4  
 SKALA 1 : 250

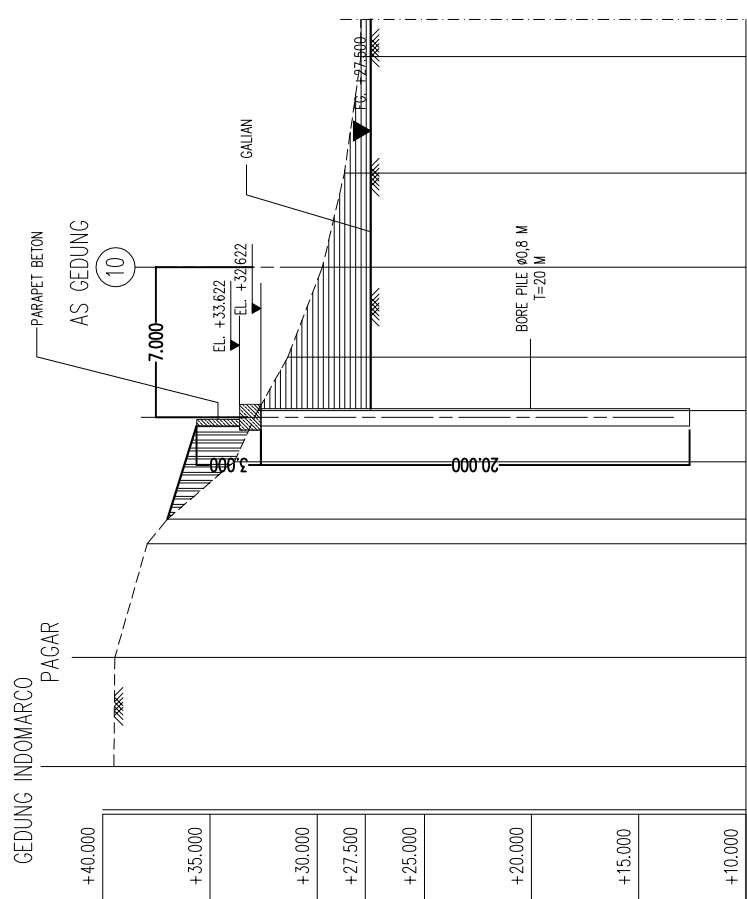


No. Titik	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
Elevasi Aktual	+39.611	+39.626	+35.190	+34.085	+32.673	+31.993	+31.203	+30.732	+29.893	+29.091	+28.663
Jarak	4.992	4.316	3.161	2.170	2.169	1.408	1.408	5.042	4.711	4.711	4.711

POTONGAN - 3  
 SKALA 1 : 250

1.037

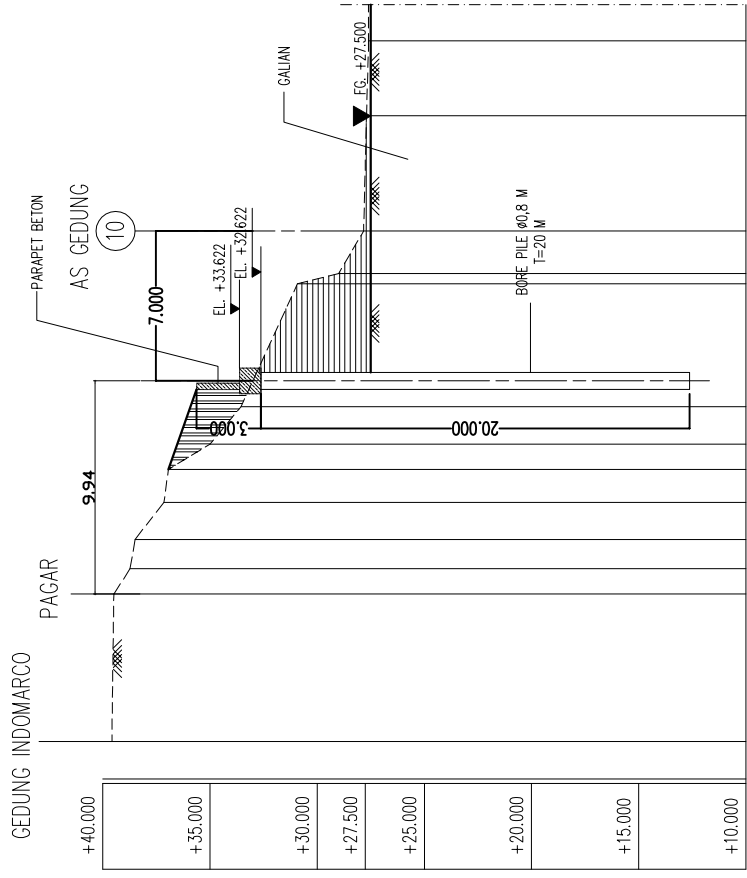
CADWAN



No. Titik	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
Elevasi Aktual	+39,484	+39,442	+37,928	+36,983	+33,870	+32,771	+31,371	+29,754	+28,729	+27,959
Jarak	5,085	5,300	1,157	2,670	2,384	2,495	4,196	4,394	5,431	

0.479

POTONGAN - 5  
SKALA 1 : 250




No. Titik	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Elevasi Aktual	+39,579	+39,488	+38,730	+38,497	+37,153	+36,937	+35,000	+33,559	+30,917	+28,996	+27,833	+27,699	+27,600
Jarak	6,879	1,370	1,545	1,741	5,742	1,985	5,378	3,492					

0.479

POTONGAN - 6  
SKALA 1 : 250

NO	REVISI	TGL	TIANGAN



**PEMERINTAH KOTA BALIKAPAPAN**  
**DINAS KESEHATAN**  
Jl. Jend. Sudirman 14 Balikpapan (0542) 421481 Fax (0542) 338488  
email: keehatan@balikpapan.go.id, dkk.balipapan@cbalipap.go.id

**NAMA PROJEK**  
PENGANGKUTAN  
RUMAH SAKIT UMUM DAERAH (RSUD)  
KOTA BALIKAPAPAN

**LOKASI**  
JL. MAYJEN SOETOYO  
KOTA BALIKAPAPAN

**KONTAKTOR**  
PT. PP (Persero) Tbk.  
E. Hidayat  
Manager Proyek

**OPERASI**  
Arief Bachtiar  
Risma Triadita  
Drafter

**KONSULTAN UK**  
PT. TITIMATRA TUGUTAMA  
Jl. Jend. Sudirman No. 14 Balikpapan (0542) 421481 Fax (0542) 338488  
email: keehatan@balikpapan.go.id, dkk.balipapan@cbalipap.go.id

**REVISI**  
Drs. Alwahid, A. Ade  
No. 1907002 19702 2 008

**JUDUL GAMBAR**  
POTONGAN-5  
POTONGAN-6

**SKALA**  
1:250

**NO. GAMBAR**  
5

**NO. GAMBAR**  
4

**SKOP DRAWING**  
OSHE-2007/006/40/FF-RW/001A

**Lampiran 3**  
**Spesifikasi Bahan Perkuatan**

## Brosur Segmental Blok

	Name	Setback	Coverage	Weight	Approximate Dimensions
<b>AB<sup>®</sup> COLLECTION</b>	<b>AB Stones</b> <i>Best Single Block Choice</i>	12"	1 sq ft approx. 11 blk per m <sup>2</sup>	75 lbs 34 kg	8 in H x 12 in D x 18 in L 200mm H x 300mm D x 460mm L
	<b>AB Rocks</b>	6"	1 sq ft approx. 11 blk per m <sup>2</sup>	75 lbs 34 kg	8 in H x 12 in D x 18 in L 200mm H x 300mm D x 460mm L
	<b>AB Vertical</b>	3"	1 sq ft approx. 11 blk per m <sup>2</sup>	75 lbs 34 kg	8 in H x 12 in D x 18 in L 200mm H x 300mm D x 460mm L
	<b>AB Classic</b>	6"	1 sq ft approx. 11 blk per m <sup>2</sup>	75 lbs 34 kg	8 in H x 12 in D x 18 in L 200mm H x 300mm D x 460mm L
	<b>AB Jumbo Jr</b>	6"	0.5 sq ft approx. 22 blk per m <sup>2</sup>	35 lbs 16 kg	8 in H x 9.5 in D x 9 in L 200mm H x 240mm D x 230mm L
	<b>AB Lite Stone</b>	6"	0.5 sq ft approx. 22 blk per m <sup>2</sup>	35 lbs 16 kg	4 in H x 12 in D x 18 in L 100mm H x 300mm D x 460mm L
	<b>AB Junior Lite</b>	6"	0.25 sq ft approx. 44 blk per m <sup>2</sup>	18 lbs 8 kg	4 in H x 12 in D x 9 in L 100mm H x 300mm D x 230mm L
	<b>AB Dover</b>	6"	1 sq ft approx. 11 blk per m <sup>2</sup>	80 lbs 36 kg	8 in H x 10.5 in D x 18 in L 200mm H x 265mm D x 460mm L
	<b>AB Palermo</b>	6"	0.5 sq ft approx. 22 blk per m <sup>2</sup>	35 lbs 16 kg	8 in H x 9.5 in D x 9 in L 200mm H x 240mm D x 230mm L
	<b>AB Barcelona</b>	6"	0.5 sq ft approx. 22 blk per m <sup>2</sup>	40 lbs 18 kg	4 in H x 10.5 in D x 18 in L 100mm H x 265mm D x 460mm L
<b>AB Bordeaux</b>	6"	0.25 sq ft approx. 44 blk per m <sup>2</sup>	20 lbs 9 kg	4 in H x 10.5 in D x 9 in L 100mm H x 265mm D x 230mm L	
<b>AB AZTEC<sup>™</sup> COLLECTION</b>	<b>AB Aztec Classic</b>	6"	1 sq ft approx. 12 blk per m <sup>2</sup>	75 lbs 34 kg	8 in H x 10.5 in D x 18 in L 200mm H x 265mm D x 460mm L
	<b>AB Aztec Junior</b>	6"	0.5 sq ft approx. 22 blk per m <sup>2</sup>	35 lbs 16 kg	8 in H x 9.5 in D x 9 in L 200mm H x 240mm D x 230mm L
	<b>AB Aztec Lite Stone</b>	6"	0.5 sq ft approx. 22 blk per m <sup>2</sup>	35 lbs 16 kg	4 in H x 10.5 in D x 18 in L 100mm H x 265mm D x 460mm L
	<b>AB Aztec Junior Lite</b>	6"	0.25 sq ft approx. 44 blk per m <sup>2</sup>	18 lbs 8 kg	4 in H x 10.5 in D x 9 in L 100mm H x 265mm D x 230mm L
<b>AB FIELDSTONE COLLECTION</b>	<b>812 facing unit with SAU</b> (SAU - short anchoring unit)	6"	0.7 sq ft approx. 14 blk per m <sup>2</sup>	60 lbs 30 kg	8 in H x 13 in D x 12 in L 200mm H x 330mm D x 300mm L
	<b>812 facing unit with LAU</b> (LAU - long anchoring unit)	6"	0.7 sq ft approx. 14 blk per m <sup>2</sup>	90 lbs 40 kg	8 in H x 23 in D x 12 in L 200mm H x 585mm D x 300mm L
	<b>824 facing unit with SAU</b>	6"	1.3 sq ft approx. 8 blk per m <sup>2</sup>	125 lbs 55 kg	8 in H x 13 in D x 24 in L 200mm H x 330mm D x 600mm L
	<b>824 facing unit with LAU</b>	6"	1.3 sq ft approx. 8 blk per m <sup>2</sup>	185 lbs 85 kg	8 in H x 23 in D x 24 in L 200mm H x 585mm D x 600mm L
	<b>818 facing unit with SAU</b>	6"	1.3 sq ft approx. 8 blk per m <sup>2</sup>	95 lbs 45 kg	8 in H x 13 in D x 18 in L 200mm H x 330mm D x 460mm L
	<b>818 facing unit with LAU</b>	6"	1.3 sq ft approx. 8 blk per m <sup>2</sup>	140 lbs 65 kg	8 in H x 23 in D x 18 in L 200mm H x 585mm D x 460mm L

## **Brosur Geogrid**

PRODUCT DATA SHEET

Geogrethics Limited. Tel: 01455 617 139 Fax: 01455 617 140 Email: sales@geogrid.co.uk

# Tenax Uni-axial Grids

## Tenax TT SAMP

Type: 045 - 060 - 090 - 120 - 160  
Mono-oriented geogrids



Tenax **TT SAMP** are mono-oriented geogrids especially designed for soil reinforcement. **TENAX TT SAMP** geogrids are manufactured with a unique extrusion technology using high quality polymers. **TENAX TT SAMP** geogrids have high tensile modulus, great interlock capacity and junction strength, as well as superior long term design strength and durability.

Technical Characteristics	Test Method	Unit	TT 045 SAMP	TT 060 SAMP	TT 090 SAMP	TT 120 SAMP	TT 160 SAMP	Notes
Strength at 2% Strain	ISO 10319	kN/m	11.0	17.0	26.0	36.0	45.0	a, c
Strength at 5% Strain	ISO 10319	kN/m	25.0	32.0	50.0	72.0	90.0	a, c
Peak Tensile Strength	ISO 10319	kN/m	45.0	60.0	90.0	120.0	160.0	a, c
Yield Point Elongation	ISO 10319	%	11.5	13.0	13.0	13.0	13.0	b, c
Junction Strength	GRI-GG2	kN/m	36.0	50.0	80.0	110.0	130.0	b
Long Term Design Strength	ISO 13431	kN/m	21.2	28.3	42.4	56.5	75.4	a, e






### Applications:

- construction of steep slopes of road and railway embankments
- repair of slope failures
- construction of retaining walls
- widening the embankment crests
- systems preventing rock slides
- landfill embankments
- elements of retaining walls



## Brosur Ground Anchor

### Tendons specifications

Steel tendon	Diam. (mm)		Min. cross-section mm <sup>2</sup>	Min. weight kg/m	Ultimate strength N/mm <sup>2</sup>	Ultimate load kN	Yield strength N/mm <sup>2</sup>	Yield load kN	Average Young modulus N/mm <sup>2</sup>	
	Nom.	Ext.								
Prestressing strand 	p 8-9		93	0.73		173		152	195,000	
	T12.5	12.5	100	0.78	1,800	186	1,050	164		
	T12.9	12.9	140	1.10		260		229		
	T15.3	15.3	150	1.18		279		246		
	T15.7	15.7								
Freyssbar 	p 10-11		352	4.36		568		401	170,000	
	32	34.5	804	6.00	1,030	828	835	672		
	36	38.0	1,018	8.45		1,048		850		1,049
	40	43.4	1,257	10.41		1,295		1,049		1,049
	50	53.2	1,954	18.02		2,022		1,640		1,640
22	23.8	375	2.94	300		251		251		
Freyss 670-E 	p 12-13		616	4.83		493		413	210,000	
	30	33.0	707	5.55	800	566	670	474		
	35	38.3	962	7.55		770		645		645
	43	46.8	1,452	11.40		1,162		973		973
	57.5	61.5	2,597	20.38		2,078		1,740		1,740
63.5	67.8	3,167	24.86	2,334		2,122		2,122		
Freyss 500 / Freyss 500E 	p 12-13		314	2.47		173		157	210,000	
	25	27.0	491	3.85	550	270	500	246		
	28	30.9	616	4.83		339		308		308
	32	35.4	804	6.31		442		402		402
	40	43.9	1,257	9.87		691		629		629
50	54.2	1,963	15.40	1,078		982		982		
Freyss SD 	p 14		250	2.00		200		150	190,000	
	R25N	25	350	2.70	600 to 830	280	500 to 680	230		
	R32N	32	430	3.40		300		280		280
	R32S	32	390	4.70		500		400		400
	R38N	38	740	5.90		800		630		630
	R51L	51	1,050	12.90		1,200		1,000		1,000
	R51N	51	940	7.40		800		630		630
	T76L	76	2,080	16.30		1,600		1,200		1,200
	T76N	76	2,080	16.30		1,600		1,200		1,200
	T76S	76	2,460	19.30		1,900		1,500		1,500

**Lampiran 4**  
**Tabel Perhitungan**



## Perhitungan Momen Ground Anchor

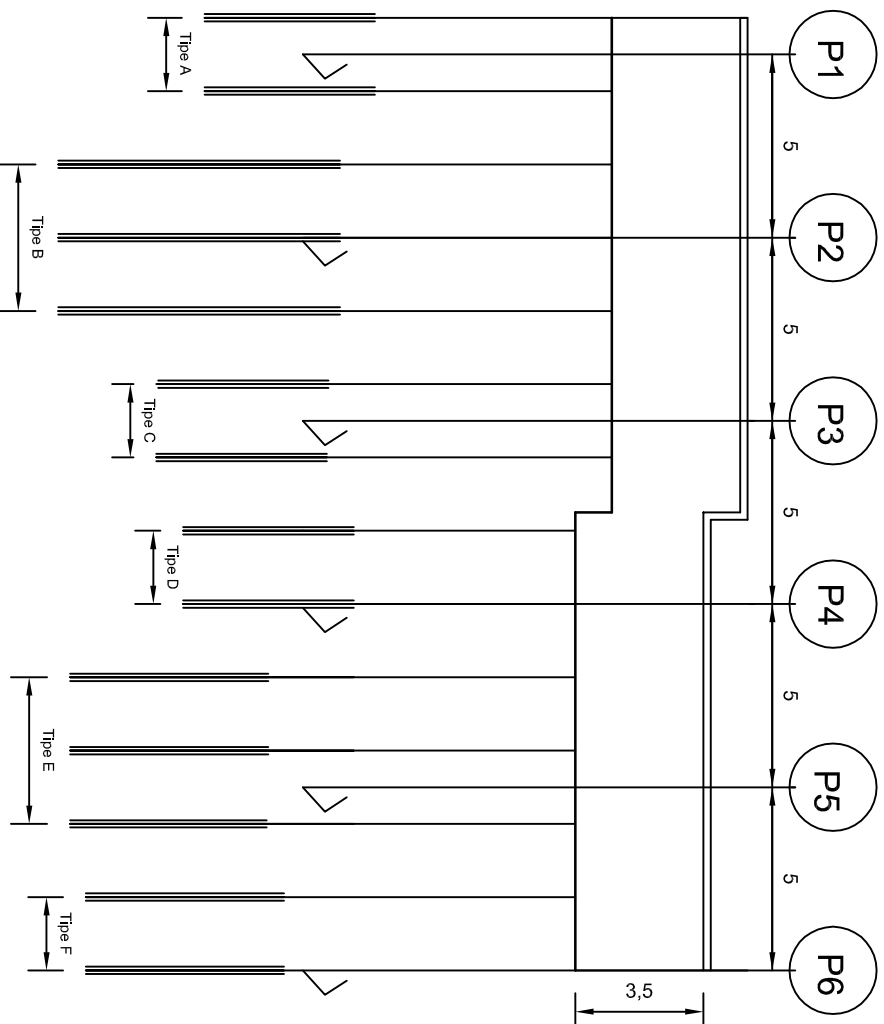
No.	Perkuatan Ground Anchor	Jumlah Anchor (n)	Anchor Ke-	Jarak Pemasangan (m)	Momen Resisten (Mr) kNm	Jari-jari	SF kritis	Momen Dorong (Md) kNm	SF rencana	Momen Resisten Rencana (Mr ren) kNm	ΔMR	Momen yang dipikul Ground Anchor
						R m					kNm	kNm
1	Potongan 1	6	1	2	4545,0519	11,11	0,631	7202,93487	1,5	10804,4023	6259,350398	12518,7008
			2	2	4545,0519	11,11	0,631	7202,93487	1,5	10804,4023	6259,350398	12518,7008
			3	2	4545,0519	11,11	0,631	7202,93487	1,5	10804,4023	6259,350398	12518,7008
			4	2	4545,0519	11,11	0,631	7202,93487	1,5	10804,4023	6259,350398	12518,7008
			5	2	4545,0519	11,11	0,631	7202,93487	1,5	10804,4023	6259,350398	12518,7008
			6	2	4545,0519	11,11	0,631	7202,93487	1,5	10804,4023	6259,350398	12518,7008
2	Potongan 2	6	1	2	9945,668	15,5	0,646	15395,7709	1,5	23093,65635	13147,98835	26295,97669
			2	2	9945,668	15,5	0,646	15395,7709	1,5	23093,65635	13147,98835	26295,97669
			3	2	9945,668	15,5	0,646	15395,7709	1,5	23093,65635	13147,98835	26295,97669
			4	2	9945,668	15,5	0,646	15395,7709	1,5	23093,65635	13147,98835	26295,97669
			5	2	9945,668	15,5	0,646	15395,7709	1,5	23093,65635	13147,98835	26295,97669
			6	2	9945,668	15,5	0,646	15395,7709	1,5	23093,65635	13147,98835	26295,97669
3	Potongan 3	6	1	2	4307,7108	12,58	0,498	8650,02169	1,5	12975,03253	8667,32173	17334,64346
			2	2	4307,7108	12,58	0,498	8650,02169	1,5	12975,03253	8667,32173	17334,64346
			3	2	4307,7108	12,58	0,498	8650,02169	1,5	12975,03253	8667,32173	17334,64346
			4	2	4307,7108	12,58	0,498	8650,02169	1,5	12975,03253	8667,32173	17334,64346
			5	2	4307,7108	12,58	0,498	8650,02169	1,5	12975,03253	8667,32173	17334,64346
			6	2	4307,7108	12,58	0,498	8650,02169	1,5	12975,03253	8667,32173	17334,64346
4	Potongan 4	6	1	2	4995,9168	12,58	0,532	9390,82105	1,5	14086,23158	9090,314779	18180,62956
			2	2	4995,9168	12,58	0,532	9390,82105	1,5	14086,23158	9090,314779	18180,62956
			3	2	4995,9168	12,58	0,532	9390,82105	1,5	14086,23158	9090,314779	18180,62956
			4	2	4995,9168	12,58	0,532	9390,82105	1,5	14086,23158	9090,314779	18180,62956
			5	2	4995,9168	12,58	0,532	9390,82105	1,5	14086,23158	9090,314779	18180,62956
			6	2	4995,9168	12,58	0,532	9390,82105	1,5	14086,23158	9090,314779	18180,62956
5	Potongan 5	6	1	2	8943,1032	15,46	0,621	14401,1324	1,5	21601,69855	12658,59535	25317,1907
			2	2	8943,1032	15,46	0,621	14401,1324	1,5	21601,69855	12658,59535	25317,1907
			3	2	8943,1032	15,46	0,621	14401,1324	1,5	21601,69855	12658,59535	25317,1907
			4	2	8943,1032	15,46	0,621	14401,1324	1,5	21601,69855	12658,59535	25317,1907
			5	2	8943,1032	15,46	0,621	14401,1324	1,5	21601,69855	12658,59535	25317,1907
			6	2	8943,1032	15,46	0,621	14401,1324	1,5	21601,69855	12658,59535	25317,1907
6	Potongan 6	6	1	2	7045,9964	15,48	0,553	12741,404	1,5	19112,10597	12066,10957	24132,21913
			2	2	7045,9964	15,48	0,553	12741,404	1,5	19112,10597	12066,10957	24132,21913
			3	2	7045,9964	15,48	0,553	12741,404	1,5	19112,10597	12066,10957	24132,21913
			4	2	7045,9964	15,48	0,553	12741,404	1,5	19112,10597	12066,10957	24132,21913
			5	2	7045,9964	15,48	0,553	12741,404	1,5	19112,10597	12066,10957	24132,21913
			6	2	7045,9964	15,48	0,553	12741,404	1,5	19112,10597	12066,10957	24132,21913

## Perhitungan Panjang Lekatan (*Grouting*)

No.	Perkuatan Ground Anchor	Momen yang dipikul Ground Anchor kNm	Ø	Tegangan Anchor (N)	N per anchor	Sudut Anchor tegak lurus bidang longsor	Tegangan anchor tegak lurus bidang longsor (P) kN	Diameter Grouting m	Panjang Grouting (L) m	Lpakai m
				kN	kN					
1	Potongan 1	12518,7008	35	1609,231106	268,2051843	13	275,26008	0,3	5,8	7
		12518,7008	35	1609,231106	268,2051843	18	282,00762	0,3	6,0	
		12518,7008	35	1609,231106	268,2051843	23	291,36749	0,3	6,2	
		12518,7008	35	1609,231106	268,2051843	28	303,76116	0,3	6,4	
		12518,7008	35	1609,231106	268,2051843	33	319,79802	0,3	6,8	
		12518,7008	35	1609,231106	268,2051843	38	340,35726	0,3	7,2	
2	Potongan 2	26295,97669	35	2422,873981	403,8123301	27	453,20917	0,3	9,6	13
		26295,97669	35	2422,873981	403,8123301	31	471,10095	0,3	10,0	
		26295,97669	35	2422,873981	403,8123301	35	492,96383	0,3	10,5	
		26295,97669	35	2422,873981	403,8123301	39	519,60938	0,3	11,0	
		26295,97669	35	2422,873981	403,8123301	43	552,14369	0,3	11,7	
		26295,97669	35	2422,873981	403,8123301	48	603,48806	0,3	12,8	
3	Potongan 3	17334,64346	35	1967,920231	327,9867052	19	346,88552	0,3	5,5	7
		17334,64346	35	1967,920231	327,9867052	24	359,02615	0,3	5,7	
		17334,64346	35	1967,920231	327,9867052	29	375,00493	0,3	6,0	
		17334,64346	35	1967,920231	327,9867052	34	395,62345	0,3	6,3	
		17334,64346	35	1967,920231	327,9867052	39	422,04003	0,3	6,7	
		17334,64346	35	1967,920231	327,9867052	44	455,95518	0,3	7,3	
4	Potongan 4	18180,62956	35	2063,961039	343,9935064	18	361,69618	0,3	5,76	7
		18180,62956	35	2063,961039	343,9935064	23	373,70092	0,3	5,95	
		18180,62956	35	2063,961039	343,9935064	28	389,59674	0,3	6,20	
		18180,62956	35	2063,961039	343,9935064	33	410,16523	0,3	6,53	
		18180,62956	35	2063,961039	343,9935064	38	436,53403	0,3	6,95	
		18180,62956	35	2063,961039	343,9935064	42	462,88892	0,3	7,37	
5	Potongan 5	25317,1907	35	2338,725449	389,7875748	27	437,46882	0,3	6,96	9
		25317,1907	35	2338,725449	389,7875748	31	454,73920	0,3	7,24	
		25317,1907	35	2338,725449	389,7875748	35	475,84277	0,3	7,57	
		25317,1907	35	2338,725449	389,7875748	39	501,56289	0,3	7,98	
		25317,1907	35	2338,725449	389,7875748	43	532,96725	0,3	8,48	
		25317,1907	35	2338,725449	389,7875748	48	582,52839	0,3	9,27	
6	Potongan 6	24132,21913	35	2226,381179	371,0635299	27	416,45434	0,3	6,6	9
		24132,21913	35	2226,381179	371,0635299	31	432,89511	0,3	6,9	
		24132,21913	35	2226,381179	371,0635299	35	452,98493	0,3	7,2	
		24132,21913	35	2226,381179	371,0635299	39	477,46955	0,3	7,6	
		24132,21913	35	2226,381179	371,0635299	43	507,36535	0,3	8,1	
		24132,21913	35	2226,381179	371,0635299	48	554,54574	0,3	8,8	

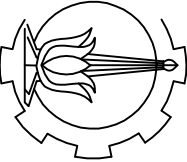
# **Lampiran 5**

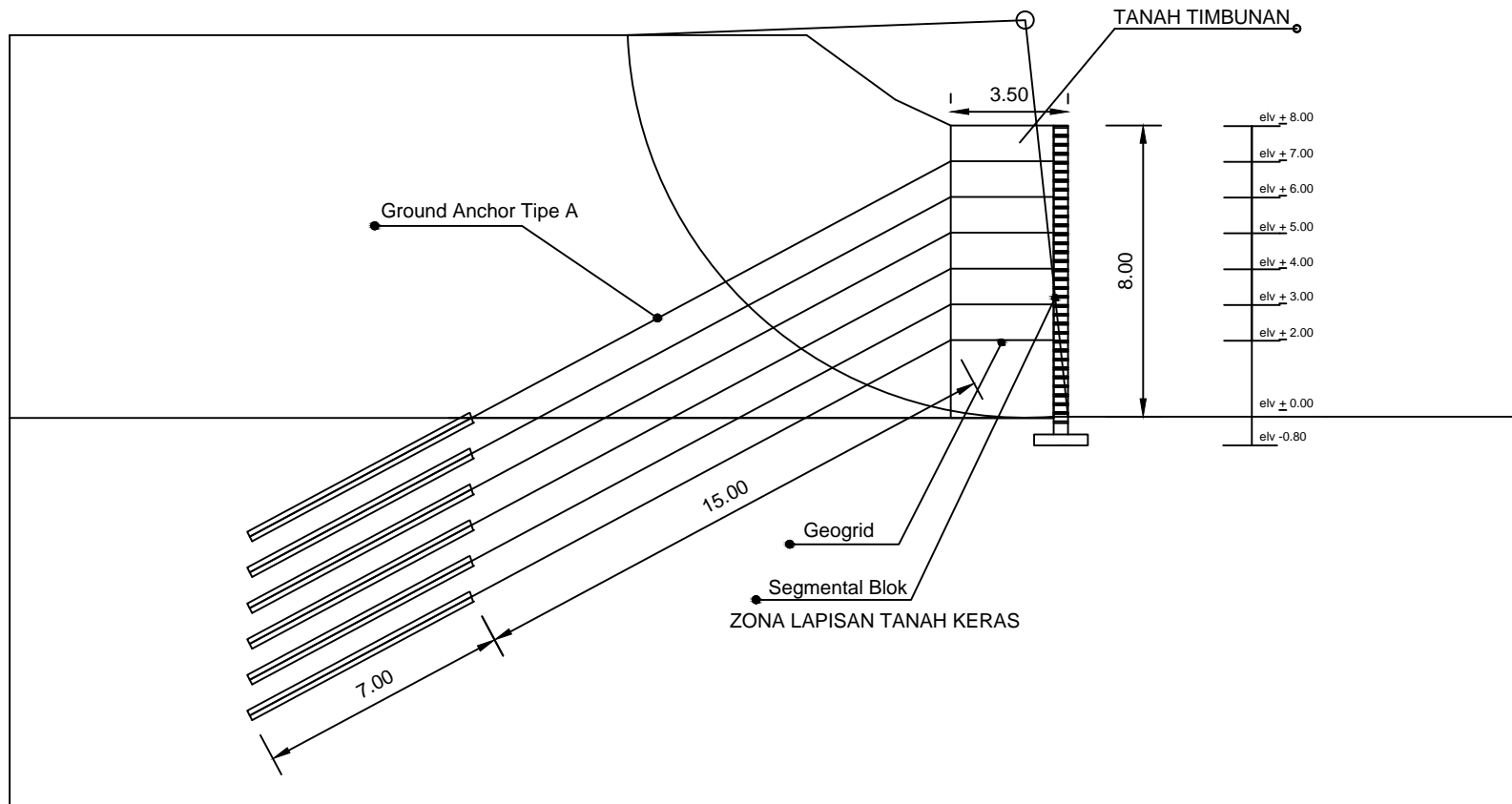
## **Gambar Rencana**




**DENAH PERKUATAN TANAH**  
 SKALA 1:20

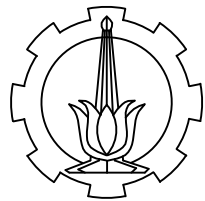
<b>KETERANGAN :</b>
- SEGMENTAL BLOK 585 X 300 X 200

	<b>JUDUL TUGAS AKHIR</b> PERENCANAAN PERKUATAN TANAH PADA KELONGSORAN TALUD RSUD BALIKPAPAN DENGAN KOMBINASI SEGMENTAL BLOK GEOGRID DAN GROUND ANCHOR	<b>GAMBAR</b> DENAH PERKUATAN TANAH	<b>SKALA</b> 1:20 JUMLAH 1/15	<b>DOSEN PEMBIMBING</b> Putu Tanttri Kumala S., ST.MT Ir. Suwarno, M.Eng	<b>MAHASISWA</b> Slamet Rohadi Budi Prasetyo NRP.03111745000029
--	---	---	--	--	---

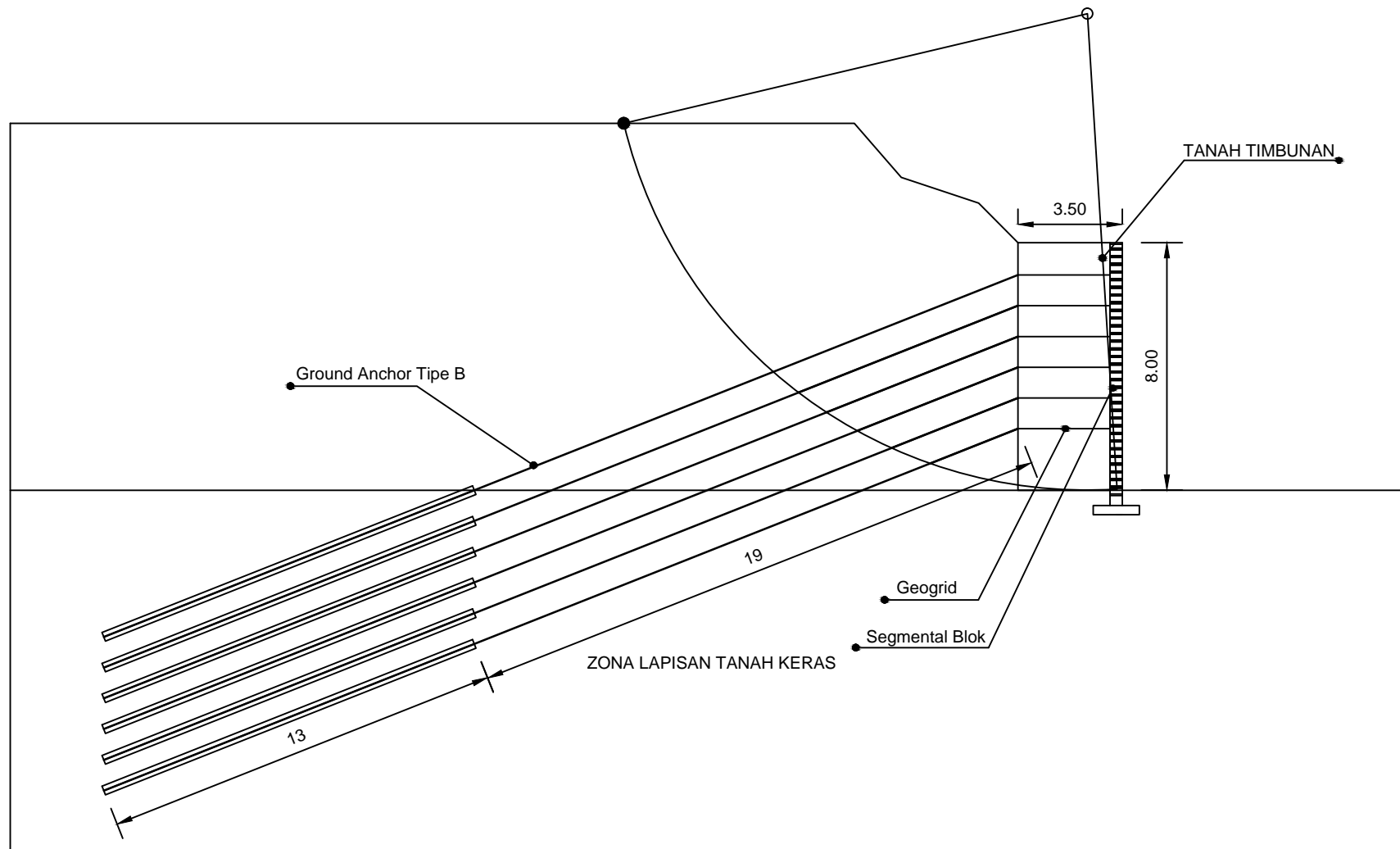


**POTONGAN 1**  
**SKALA 1:200**

- KETERANGAN :**
- DIAMETER GROUTING 0,3 M
  - PANJANG FIXED LENGHT 7 M
  - PANJANG FREE LENGHT 15 M
  - SEGMENTAL BLOK 585 X 300 X 200
  - GEOGRID TENSILE STRENGHT 160 KN/M



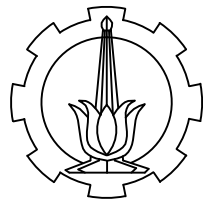
JUDUL TUGAS AKHIR	GAMBAR	SKALA	DOSEN PEMBIMBING	MAHASISWA
PERENCANAAN PERKUATAN TANAH PADA KELONGSORAN TALUD RSUD BALIKPAPAN DENGAN KOMBINASI SEGMENTAL BLOK GEOGRID DAN GROUND ANCHOR	Potongan 1	1:200	Putu Tantri Kumala S.,ST.MT	Slamet Rohadi Budi Prasetyo NRP.0311174500029
		JUMLAH		
		2/15	Ir. Suwarno, M.Eng	



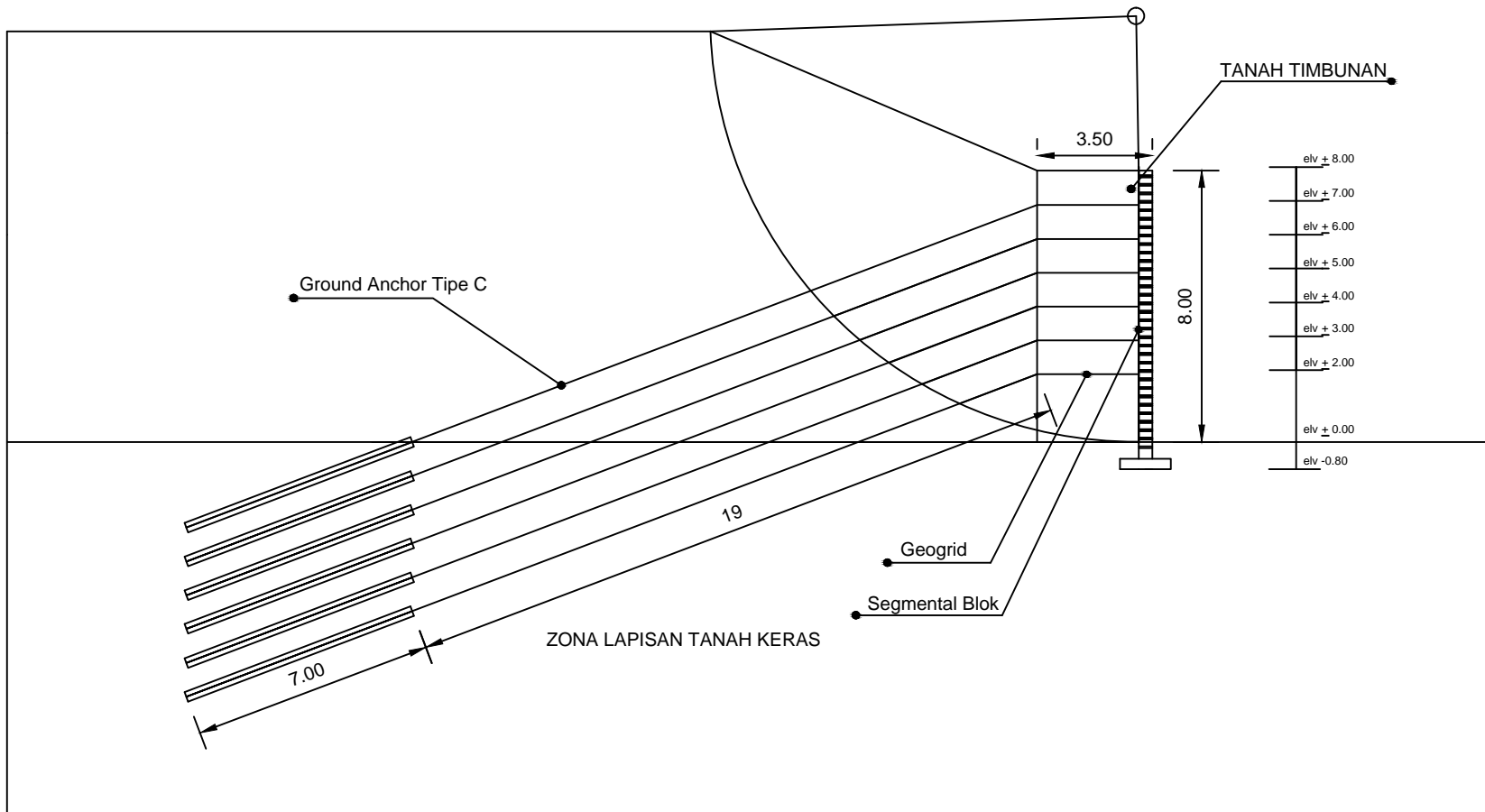
 **POTONGAN 2**  
**SKALA 1:200**

**KETERANGAN :**

- DIAMETER GROUTING 0,3 M
- PANJANG FIXED LENGHT 9 M
- PANJANG FREE LENGHT 19 M
- SEGMENTAL BLOK 585 X 300 X 200
- GEOGRID TENSILE STRENGHT 160 KN/M



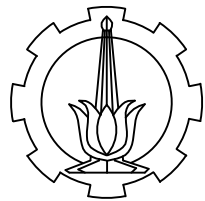
JUDUL TUGAS AKHIR	GAMBAR	SKALA	DOSEN PEMBIMBING	MAHASISWA
PERENCANAAN PERKUATAN TANAH PADA KELONGSORAN TALUD RSUD BALIKPAPAN DENGAN KOMBINASI SEGMENTAL BLOK GEOGRID DAN GROUND ANCHOR	POTONGAN 2		Putu Tantri Kumala S.,ST.MT	Slamet Rohadi Budi Prasetyo NRP.0311174500029
		JUMLAH	Ir. Suwarno, M.Eng	
		3/15		



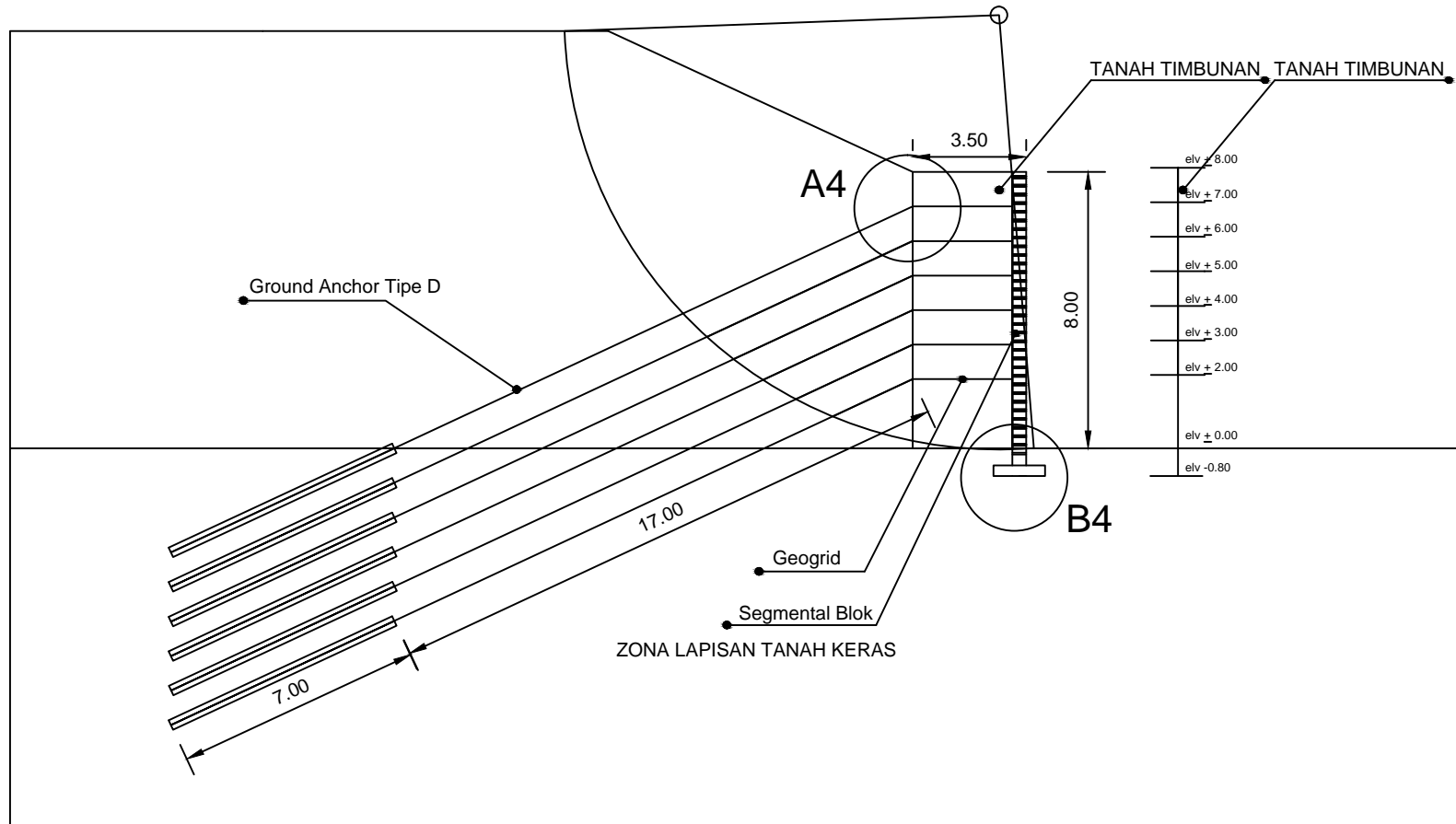
 **POTONGAN 3**  
**SKALA 1:200**

**KETERANGAN :**

- DIAMETER GROUTING 0,3 M
- PANJANG FIXED LENGHT 7 M
- PANJAN FREE LENGHT 19 M
- SEGMENTAL BLOK 585 X 300 X 200
- GEOGRID TENSILE STRENGHT 160 KN/M



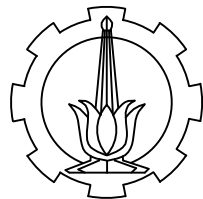
JUDUL TUGAS AKHIR	GAMBAR	SKALA	DOSEN PEMBIMBING	MAHASISWA
PERENCANAAN PERKUATAN TANAH PADA KELONGSORAN TALUD RSUD BALIKPAPAN DENGAN KOMBINASI SEGMENTAL BLOK GEOGRID DAN GROUND ANCHOR	POTONGAN 3	1:200	Putu Tantri Kumala S.,ST.MT	<u>Slamet Rohadi Budi Prasetyo</u> NRP.0311174500029
		JUMLAH	Ir. Suwarno, M.Eng	
		4/15		



 **POTONGAN 4**  
**SKALA 1:200**

**KETERANGAN :**

- DIAMETER GROUTING 0,3 M
- PANJANG FIXED LENGHT 7 M
- PANJAN FREE LENGHT 17 M
- SEGMENTAL BLOK 585 X 300 X 200
- GEOGRID TENSILE STRENGHT 160 KN/M



**JUDUL TUGAS AKHIR**  
**PERENCANAAN PERKUATAN TANAH PADA**  
**KELONGSORAN TALUD RSUD BALIKPAPAN**  
**DENGAN KOMBINASI SEGMENTAL BLOK**  
**GEOGRID DAN GROUND ANCHOR**

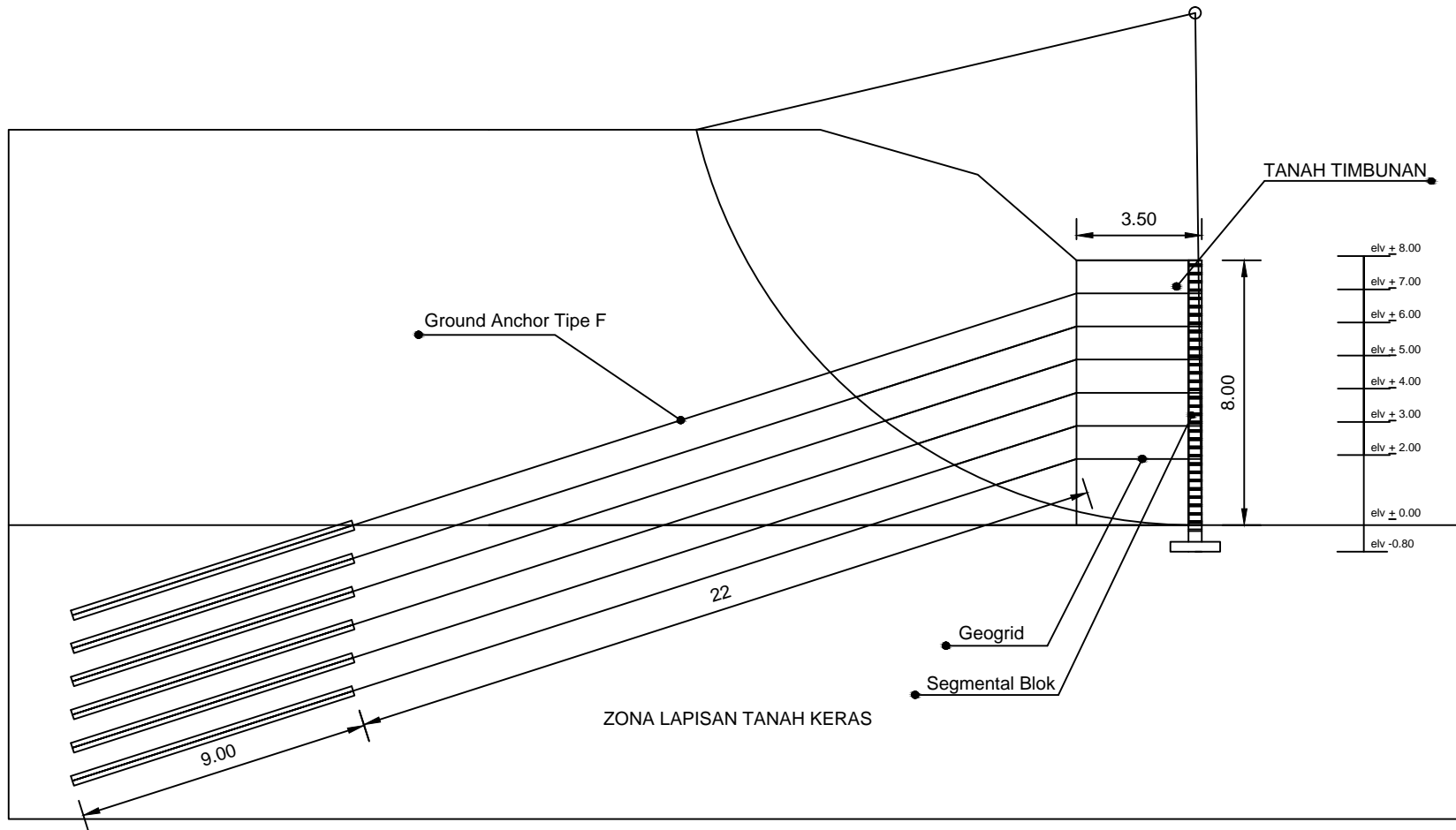
**GAMBAR**  
**POTONGAN 4**

**SKALA**  
**1:200**  
**JUMLAH**  
**5/15**

**DOSEN PEMBIMBING**  
**Putu Tantri Kumala S.,ST.MT**  
**Ir. Suwarno, M.Eng**

**MAHASISWA**  
**Slamet Rohadi Budi Prasetyo**  
**NRP.0311174500029**

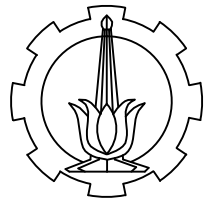




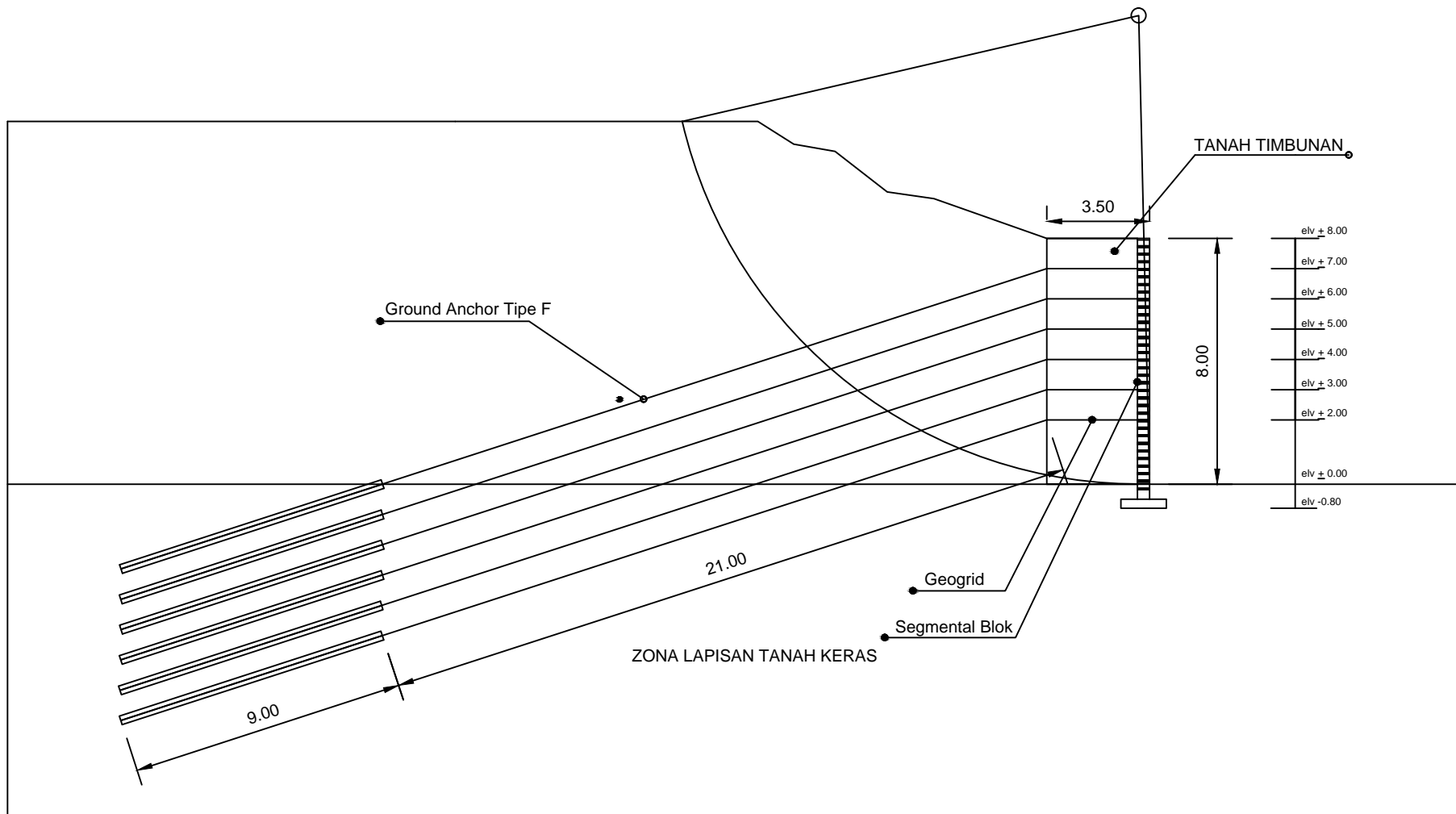
**POTONGAN 5**  
**SKALA 1:200**

**KETERANGAN :**

- DIAMETER GROUTING 0,3 M
- PANJANG FIXED LENGHT 9 M
- PANJAN FREE LENGHT 22 M
- SEGMENTAL BLOK 585 X 300 X 200
- GEOGRID TENSILE STRENGHT 160 KN/M



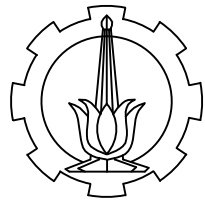
JUDUL TUGAS AKHIR	GAMBAR	SKALA	DOSEN PEMBIMBING	MAHASISWA
PERENCANAAN PERKUATAN TANAH PADA KELONGSORAN TALUD RSUD BALIKPAPAN DENGAN KOMBINASI SEGMENTAL BLOK GEOGRID DAN GROUND ANCHOR	POTONGAN 5		Putu Tantri Kumala S.,ST.MT	Slamet Rohadi Budi Prasetyo NRP.0311174500029
		JUMLAH	Ir. Suwarno, M.Eng	
		6/15		



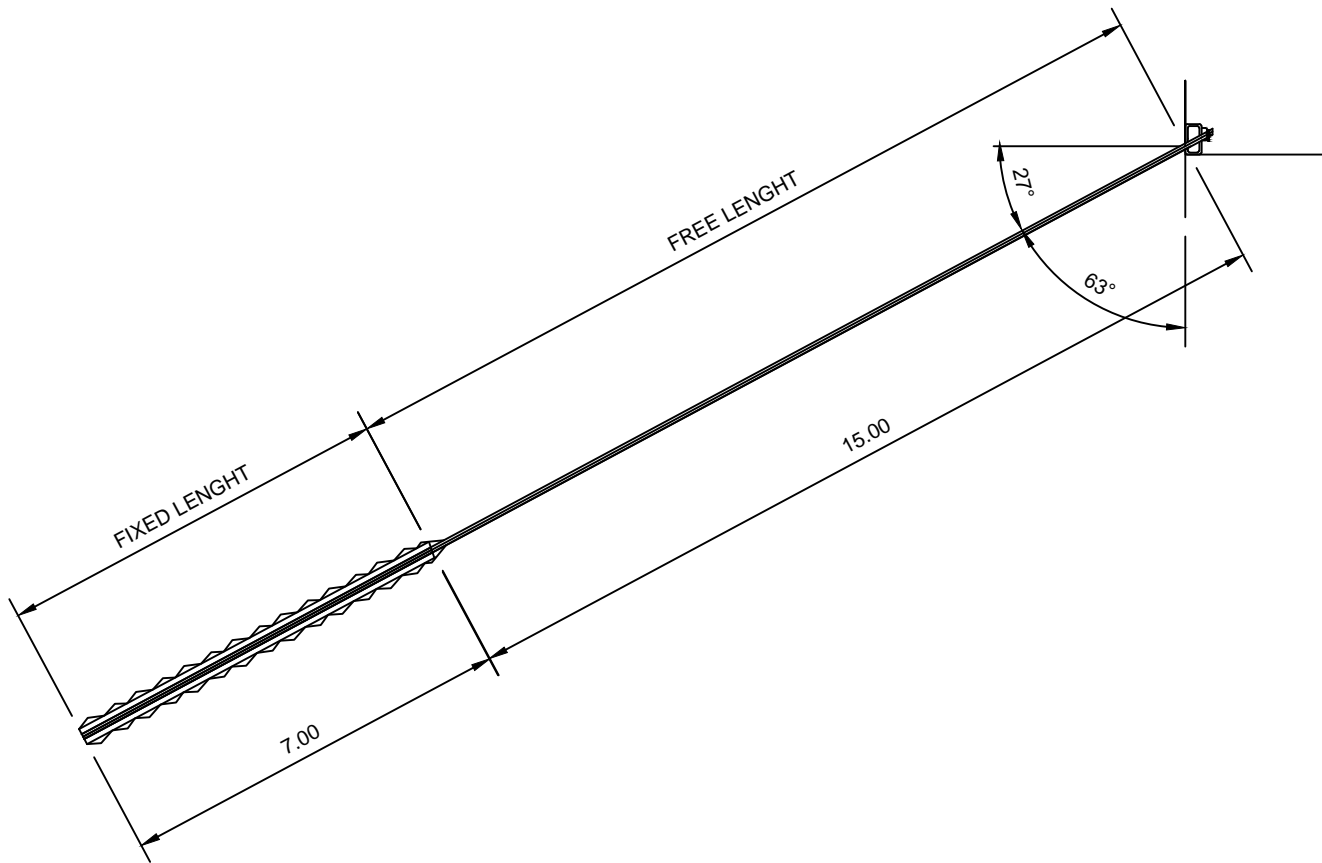
**POTONGAN 6**  
**SKALA 1:200**

**KETERANGAN :**

- DIAMETER GROUTING 0,3 M
- PANJANG FIX LENGHT 9 M
- PANJAN FREE LENGHT 21 M
- SEGMENTAL BLOK 585 X 300 X 200
- GEOGRID TENSILE STRENGHT 160 KN/M



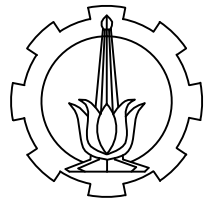
JUDUL TUGAS AKHIR	GAMBAR	SKALA	DOSEN PEMBIMBING	MAHASISWA
PERENCANAAN PERKUATAN TANAH PADA KELONGSORAN TALUD RSUD BALIKPAPAN DENGAN KOMBINASI SEGMENTAL BLOK GEOGRID DAN GROUND ANCHOR	POTONGAN 6	1:200	Putu Tantri Kumala S.,ST.MT	Slamet Rohadi Budi Prasetyo NRP.0311174500029
		JUMLAH		
		7/15	Ir. Suwarno, M.Eng	



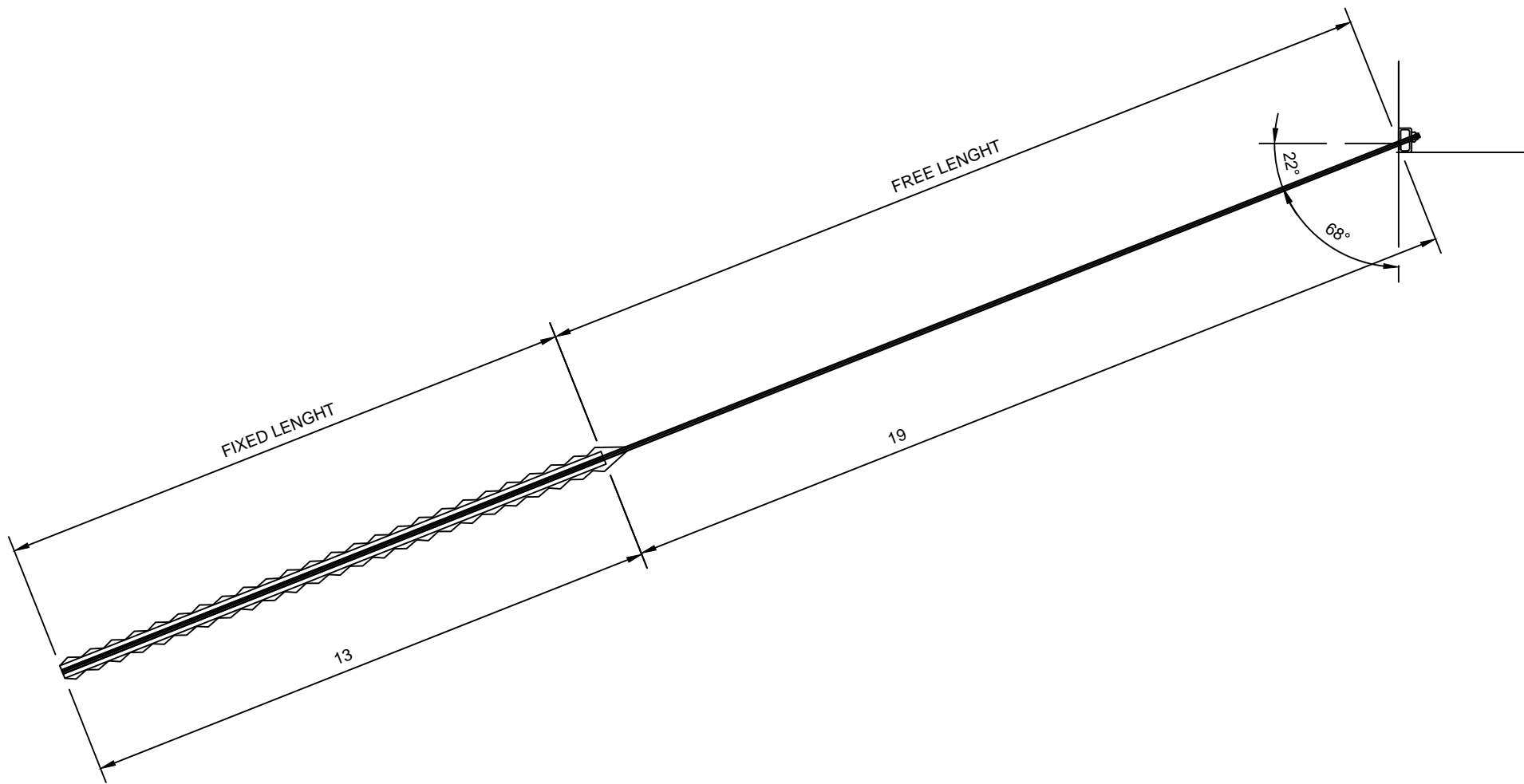
**GROUND ANCHOR TIFE A**  
**SKALA 1:150**


**KETERANGAN :**

- DIAMETER GROUTING 0,3 M
- DIAMATER TENDON 32 MM
- ULTIMATE LOAD 828 KN
- ULTIMATE STRENGHT 1030 KN/M2



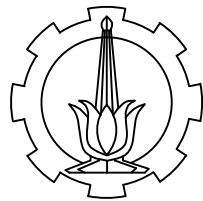
JUDUL TUGAS AKHIR	GAMBAR	SKALA	DOSEN PEMBIMBING	MAHASISWA
PERENCANAAN PERKUATAN TANAH PADA KELONGSORAN TALUD RSUD BALIKPAPAN DENGAN KOMBINASI SEGMENTAL BLOK GEOGRID DAN GROUND ANCHOR	Ground Anchor Tipe A	1:150	Putu Tantri Kumala S.,ST.MT	Slamet Rohadi Budi Prasetyo NRP.0311174500029
		JUMLAH	Ir. Suwarno, M.Eng	
		8/15		



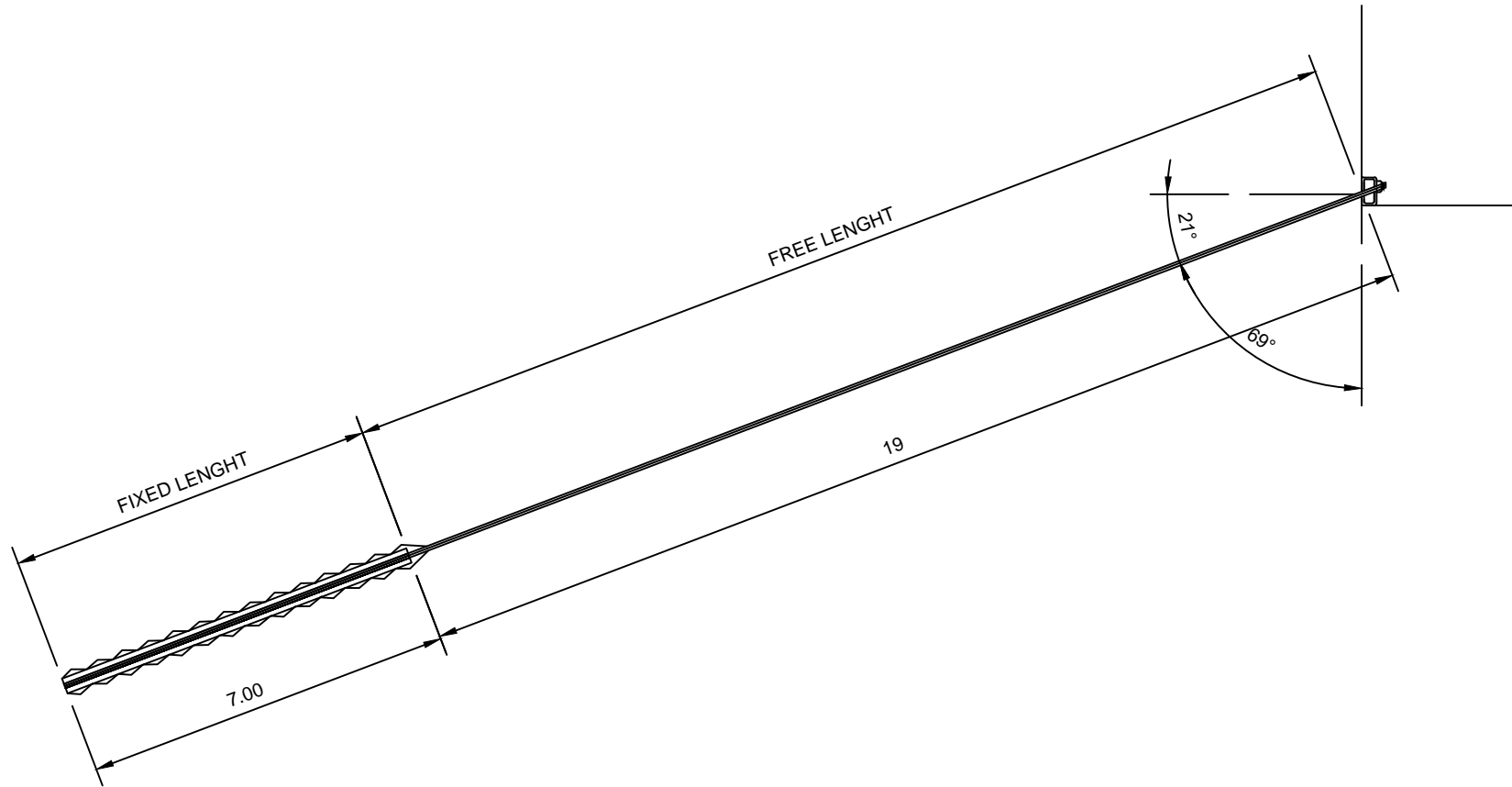
 **GROUND ANCHOR TIPE B**  
**SKALA 1:150**


**KETERANGAN :**

- DIAMETER GROUTING 0,3 M
- DIAMETER TENDON 32 MM
- ULTIMATE LOAD 828 KN
- ULTIMATE STRENGHT 1030 KN/M2



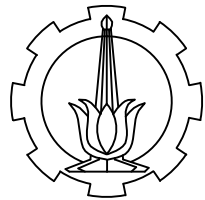
JUDUL TUGAS AKHIR	GAMBAR	SKALA	DOSEN PEMBIMBING	MAHASISWA
PERENCANAAN PERKUATAN TANAH PADA KELONGSORAN TALUD RSUD BALIKPAPAN DENGAN KOMBINASI SEGMENTAL BLOK GEOGRID DAN GROUND ANCHOR	Ground Anchor Tipe B	1:150	Putu Tantri Kumala S.,ST.MT	<u>Slamet Rohadi Budi Prasetyo</u> NRP.0311174500029
		JUMLAH	Ir. Suwarno, M.Eng	
		9/15		



 **GROUND ANCHOR TIBE C**  
**SKALA 1:150**

**KETERANGAN :**

- DIAMETER GROUTING 0,3 M
- DIAMATER TENDON 32 MM
- ULTIMATE LOAD 828 KN
- ULTIMATE STRENGHT 1030 KN/M2



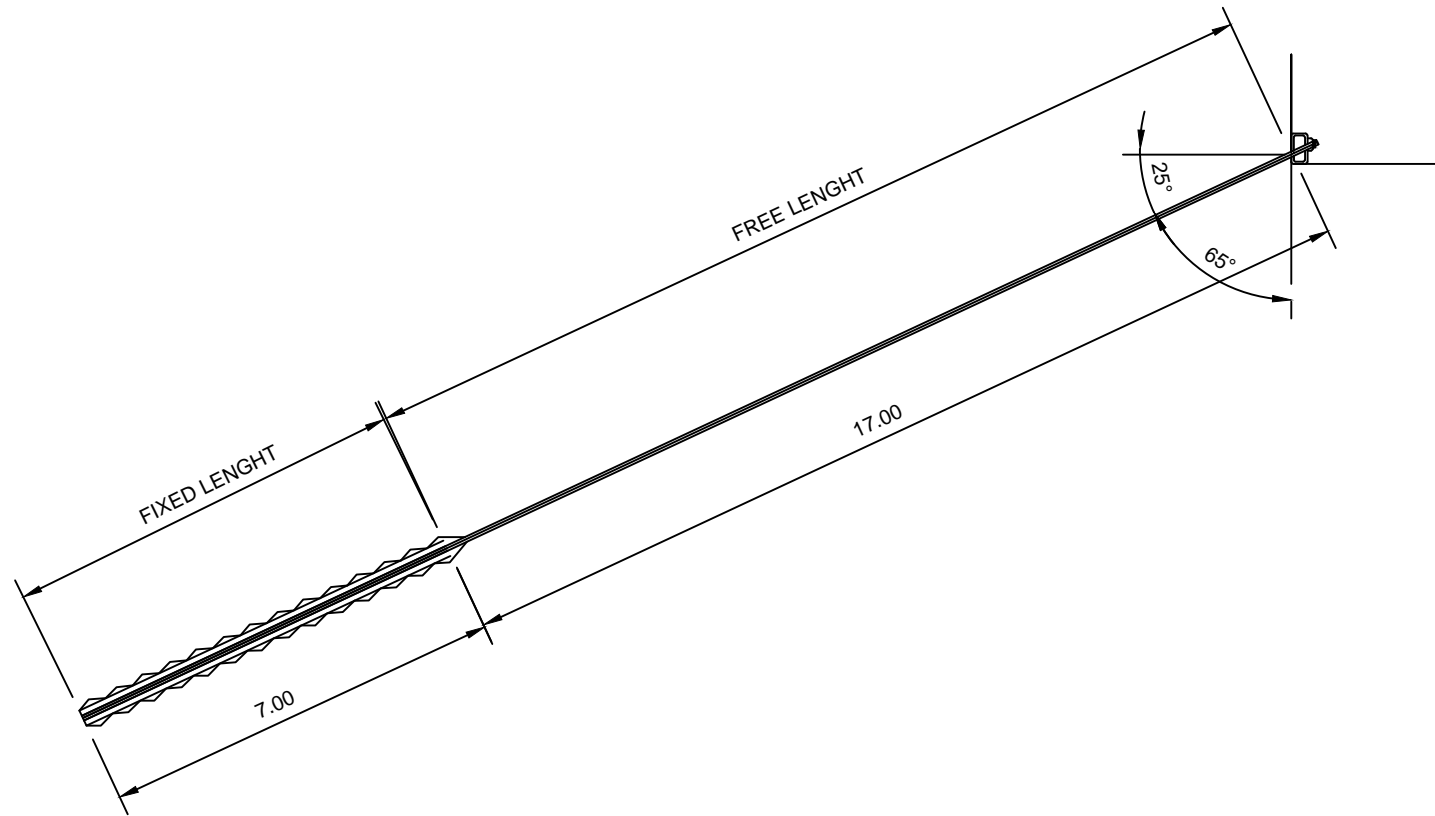
**JUDUL TUGAS AKHIR**  
**PERENCANAAN PERKUATAN TANAH PADA**  
**KELONGSORAN TALUD RSUD BALIKPAPAN**  
**DENGAN KOMBINASI SEGMENTAL BLOK**  
**GEOGRID DAN GROUND ANCHOR**


**GAMBAR**  
**Ground Anchor Tipe C**

**SKALA**  
**1:150**  
**JUMLAH**  
**10/15**

**DOSEN PEMBIMBING**  
**Putu Tantri Kumala S.,ST.MT**  
**Ir. Suwarno, M.Eng**

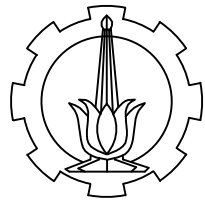
**MAHASISWA**  
**Slamet Rohadi Budi Prasetyo**  
**NRP.0311174500029**



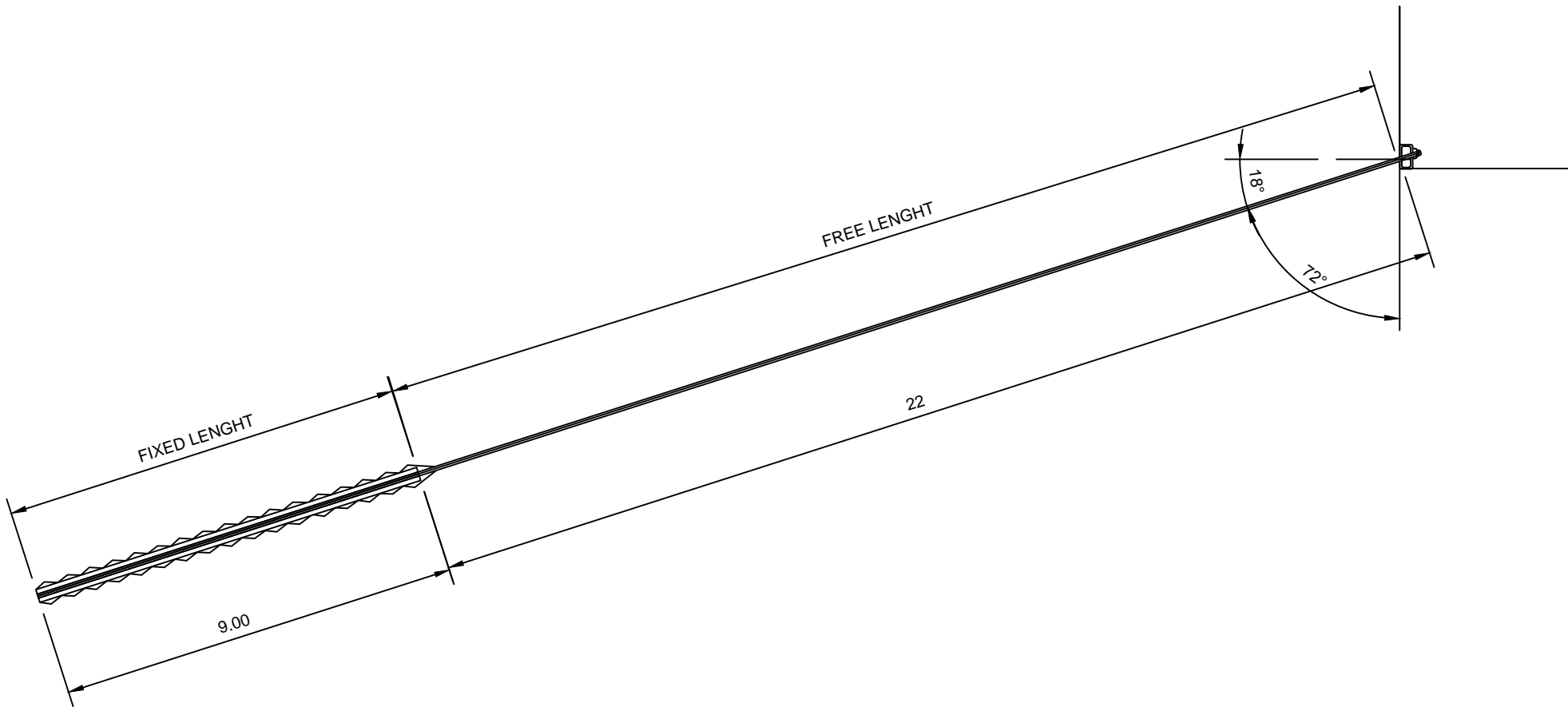
 **GROUND ANCHOR TIPE D**  
**SKALA 1:150**


**KETERANGAN :**

- DIAMETER GROUTING 0,3 M
- DIAMETER TENDON 32 MM
- ULTIMATE LOAD 828 KN
- ULTIMATE STRENGTH 1030 KN/M2



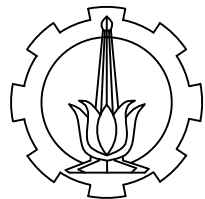
JUDUL TUGAS AKHIR	GAMBAR	SKALA	DOSEN PEMBIMBING	MAHASISWA
PERENCANAAN PERKUATAN TANAH PADA KELONGSORAN TALUD RSUD BALIKPAPAN DENGAN KOMBINASI SEGMENTAL BLOK GEOGRID DAN GROUND ANCHOR	Ground Anchor Tipe D	1:150	Putu Tantri Kumala S.,ST.MT	Slamet Rohadi Budi Prasetyo NRP.0311174500029
		JUMLAH	Ir. Suwarno, M.Eng	
		11/15		



 **GROUND ANCHOR TIPE E**  
**SKALA 1:150**

**KETERANGAN :**

- DIAMETER GROUTING 0,3 M
- DIAMATER TENDON 32 MM
- ULTIMATE LOAD 828 KN
- ULTIMATE STRENGHT 1030 KN/M2



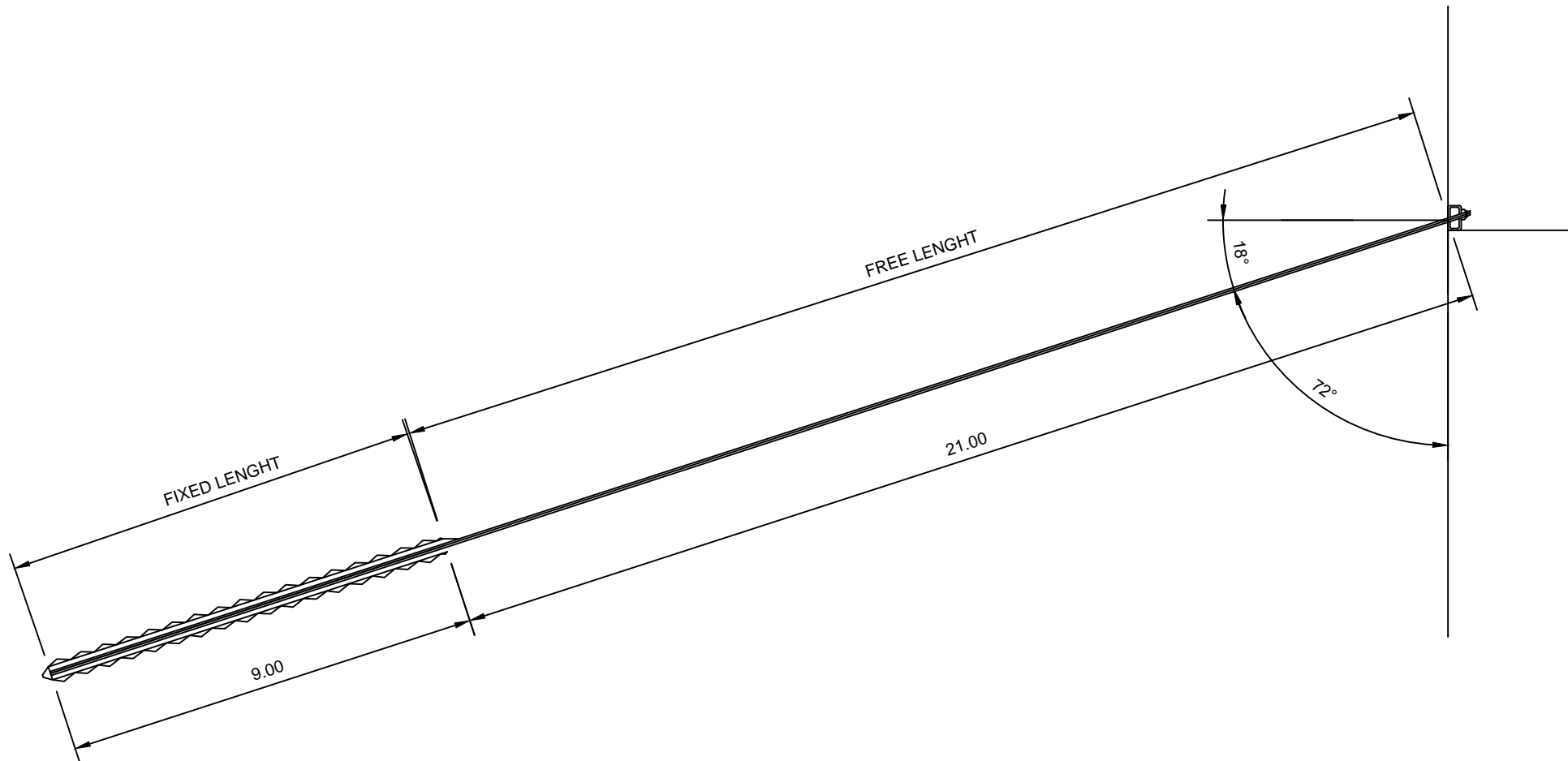
**JUDUL TUGAS AKHIR**  
**PERENCANAAN PERKUATAN TANAH PADA**  
**KELONGSORAN TALUD RSUD BALIKPAPAN**  
**DENGAN KOMBINASI SEGMENTAL BLOK**  
**GEOGRID DAN GROUND ANCHOR**


**GAMBAR**  
**Ground Anchor Tipe E**

**SKALA**  
**1:150**  
**JUMLAH**  
**12/15**

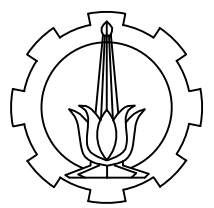
**DOSEN PEMBIMBING**  
**Putu Tantri Kumala S.,ST.MT**  
**Ir. Suwarno, M.Eng**

**MAHASISWA**  
**Slamet Rohadi Budi Prasetyo**  
**NRP.0311174500029**



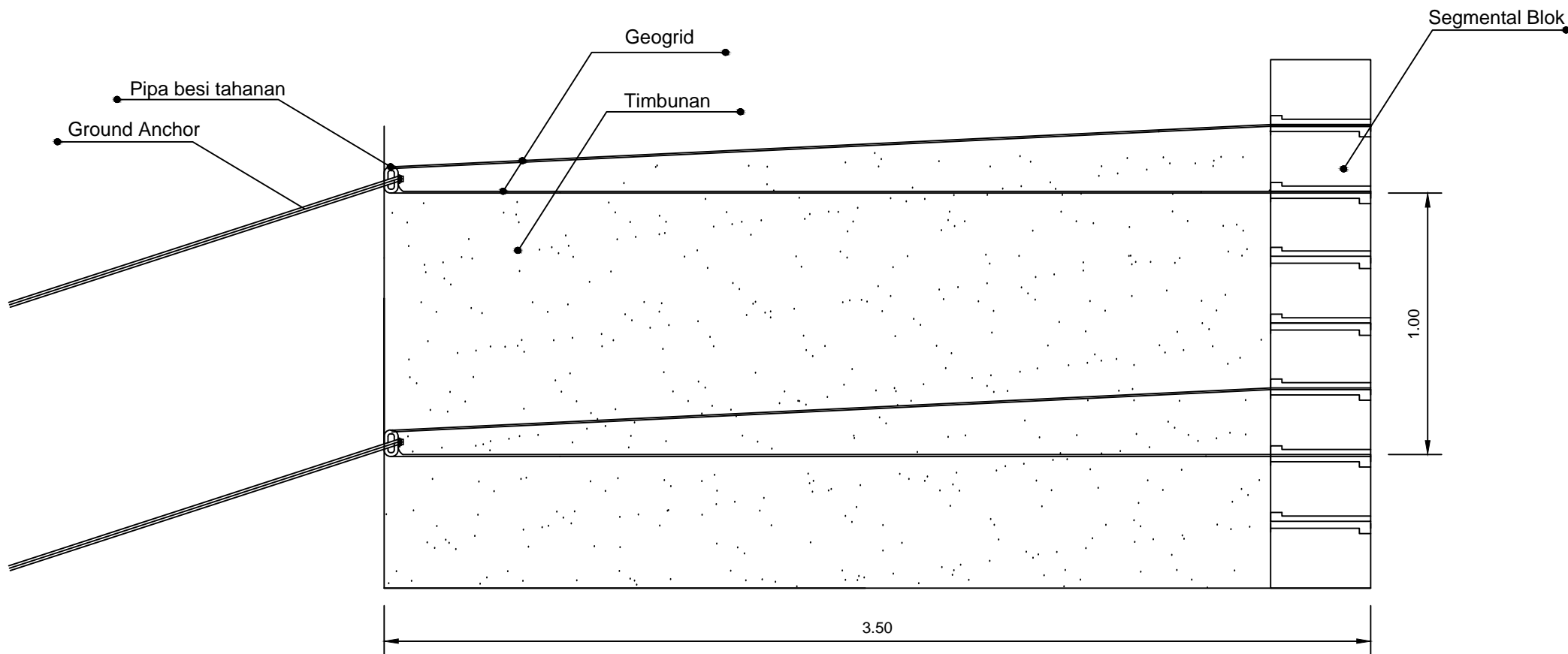
 **GROUND ANCHOR TIPE F**  
**SKALA 1:150**

- KETERANGAN :**
- DIAMETER GROUTING 0,3 M
  - DIAMATER TENDON 32 MM
  - ULTIMATE LOAD 828 KN
  - ULTIMATE STRENGHT 1030 KN/M2



JUDUL TUGAS AKHIR	GAMBAR	SKALA	DOSEN PEMBIMBING	MAHASISWA
<b>PERENCANAAN PERKUATAN TANAH PADA            KELONGSORAN TALUD RSUD BALIKPAPAN            DENGAN KOMBINASI SEGMENTAL BLOK            GEOGRID DAN GROUND ANCHOR</b>	<b>Ground Anchor Tipe F</b>	1:150	<b>Putu Tantri Kumala S.,ST.MT</b>	<b>Slamet Rohadi Budi Prasetyo</b> <b>NRP.0311174500029</b>
		JUMLAH		
		13/15		



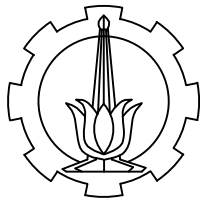


### KONEKSI ANTAR PERKUATAN

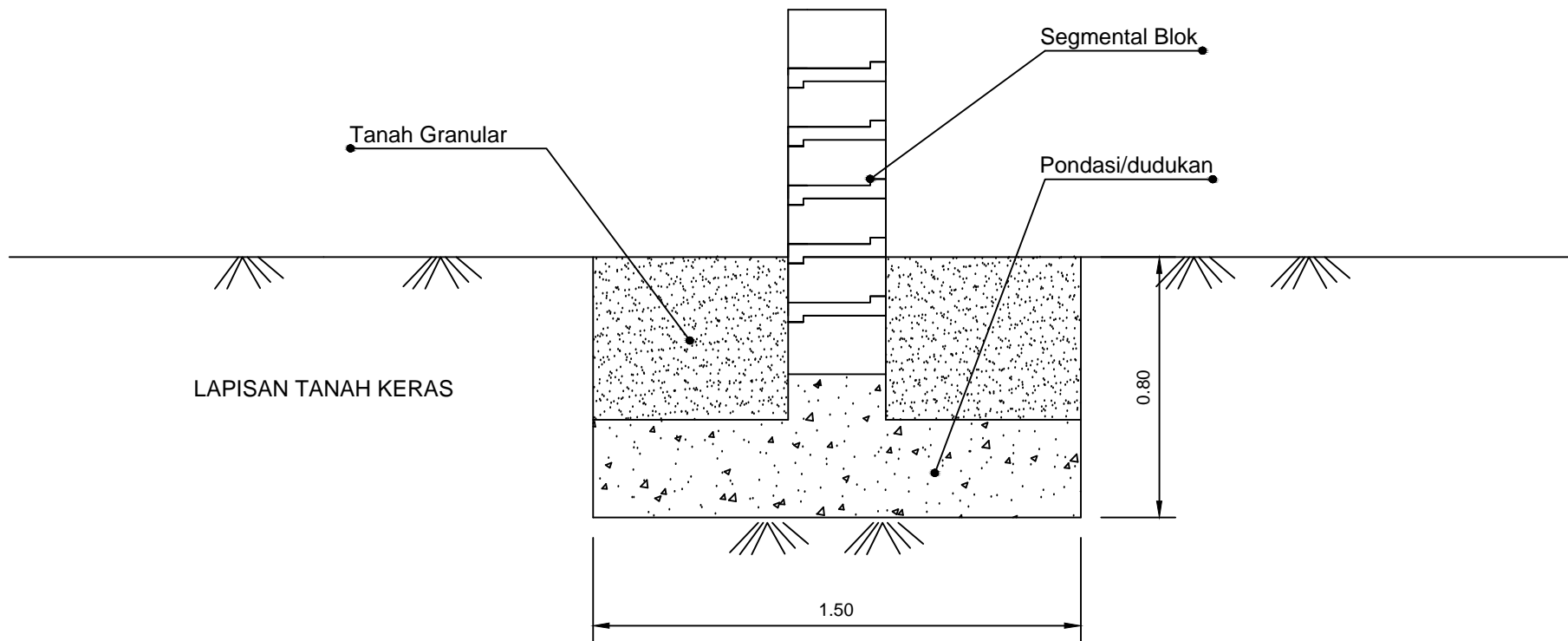
SKALA 1:20

#### KETERANGAN :

- DIAMETER GROUTING 0,3 M
- DIAMETER TENDON 32 MM
- ULTIMATE LOAD TENDON 828 KN
- SEGMENTAL BLOK 585 X 300 X 200
- GEOGRID TENSILE STRENGTH 160 KN/M



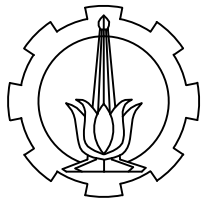
JUDUL TUGAS AKHIR	GAMBAR	SKALA	DOSEN PEMBIMBING	MAHASISWA
PERENCANAAN PERKUATAN TANAH PADA KELONGSORAN TALUD RSUD BALIKPAPAN DENGAN KOMBINASI SEGMENTAL BLOK GEOGRID DAN GROUND ANCHOR	Koneksi Antar Perkuatan	1:20	Putu Tantri Kumala S.,ST.MT	Slamet Rohadi Budi Prasetyo NRP.0311174500029
		JUMLAH		
		14/15	Ir. Suwarno, M.Eng	



**DETAIL DUDUKAN SEGMENTAL BLOK**

SKALA 1:20

KETERANGAN :
- SEGMENTAL BLOK 585 X 300 X 200



JUDUL TUGAS AKHIR	GAMBAR	SKALA	DOSEN PEMBIMBING	MAHASISWA
PERENCANAAN PERKUATAN TANAH PADA KELONGSORAN TALUD RSUD BALIKPAPAN DENGAN KOMBINASI SEGMENTAL BLOK GEOGRID DAN GROUND ANCHOR	Detail Dudukan Segmental Blok	1:20	Putu Tantri Kumala S.,ST.MT	Slamet Rohadi Budi Prasetyo NRP.0311174500029
		JUMLAH	Ir. Suwarno, M.Eng	
		15/15		

## BIODATA PENULIS



Penulis lahir di Pasuruan, pada tanggal 20 Mei 1996 dengan nama lengkap Slamet Rohadi Budi Prasetyo. Penulis merupakan anak pertama dari 2 bersaudara. Pendidikan formal yang telah ditempuh yaitu SDN Alastlogo III, SMPN 2 Nguling, SMAN 1 Grati.

Setelah lulus dari SMAN 1 Jember Penulis melanjutkan jenjang studi Diploma 3 dibidang Teknik Sipil di Universitas Jember. Kemudian pada tahun 2017, Penulis melanjutkan Studi Strata 1 bidang Teknik Sipil di Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya. Selama kuliah di jurusan Teknik Sipil ITS, penulis tertarik pada bidang studi Geoteknik terutama pada kasus perkuatan tanah. Oleh karena itu, pada Tugas Akhir ini penulis mengambil topik bahasan mengenai perencanaan perkuatan talud. Penulis berharap agar Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi pembaca serta bagi penulis sendiri. Apabila pembaca ingin berkorespondensi dengan penulis, dapat melalui email : [slametrpbp20@gmail.com](mailto:slametrpbp20@gmail.com)