



**ITS**  
Institut  
Teknologi  
Sepuluh Nopember

## **TUGAS AKHIR**

# **ALTERNATIF PERBAIKAN PERKUATAN LERENG LONGSOR PADA JALAN LINTAS SUMATRA RUAS JALAN LAHAT - TEBING TINGGI KM 237 + 511**

**Jody Setiawan**  
**3110 105 002**

## **DOSEN PEMBIMBING**

**Prof. Ir. Noor Endah, M.Sc., Ph.D.**  
**Musta'in Arif ST., MT.**

## **JURUSAN TEKNIK SIPIL**

**Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan**  
**Institut Teknologi Sepuluh Nopember**  
**Surabaya 2012**



**ITS**  
Institut  
Teknologi  
Sepuluh Nopember

## **TUGAS AKHIR**

# **ALTERNATIF PERBAIKAN PERKUATAN LERENG LONGSOR PADA JALAN LINTAS SUMATRA RUAS JALAN LAHAT - TEBING TINGGI KM 237 + 511**

**Jody Setiawan  
3110 105 002**

**DOSEN PEMBIMBING  
Prof. Ir. Noor Endah, M.Sc., Ph.D.  
Musta'in Arif ST., MT.**

**JURUSAN TEKNIK SIPIL  
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya 2012**



**ITS**  
Institut  
Teknologi  
Sepuluh Nopember

## **FINAL PROJECT**

# **ALTERNATIVE FOR IMPROVEMENT OF AVALANCHE SLOPE REINFORCEMENT ON TRANS - SUMATRA, ROAD OF LAHAT- TEBING TINGGI KM 237 +511**

**Jody Setiawan**  
**3110 105 002**

## **SUPERVISOR**

**Prof. Ir. Noor Endah, M.Sc., Ph.D.**  
**Musta'in Arif ST., MT.**

**DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING**  
**Faculty of Civil Engineering and Planning**  
**Institut Teknologi Sepuluh Nopember**  
**Surabaya 2012**

**ALTERNATIF PERBAIKAN PERKUATAN LERENG  
LONGSOR PADA JALAN LINTAS SUMATRA  
RUAS JALAN LAHAT-TEBING TINGGI  
KM 237 + 511**

**TUGAS AKHIR**

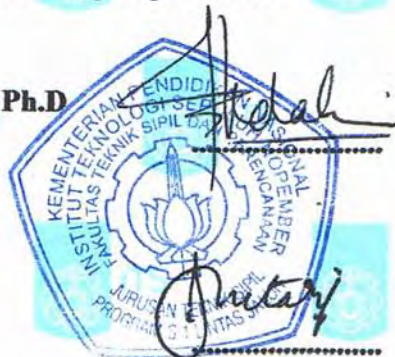
**Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat  
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik  
pada  
Bidang Studi Geoteknik  
Program Studi S-1 Jurusan Teknik Sipil  
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember**

**Oleh :  
JODY SETIAWAN  
NRP. 3110105002**

**Disetujui oleh Dosen Pembimbing Tugas Akhir :**

**1. Prof. Ir. Noor Endah, M.Sc., Ph.D  
NIP. 195107081976032001**

**2. Musta'in Arif, ST. MT  
NIP. 197003272005011001**



**SURABAYA  
JULI 2012**



**ALTERNATIF PERBAIKAN PERKUATAN LERENG  
LONGSOR PADA JALAN LINTAS SUMATRA  
RUAS JALAN LAHAT - TEBING TINGGI  
KM 237 + 511**

**Nama Mahasiswa : Jody Setiawan**  
**NRP : 3110 105 002**  
**Jurusan : Teknik Sipil FTSP - ITS**  
**Dosen Pembimbing : Prof. Ir. Noor Endah, Msc., Ph.D**  
**Musta'in Arif, ST., MT**

**ABSTRAK**

Jalan Lintas Sumatra adalah jalan penghubung antar kota di pulau Sumatra menuju pulau Jawa. Jalan lintas Sumatra dimulai dari selatan menuju utara melewati Lampung, Palembang, Jambi, Solok, Padang, Pekanbaru, Medan dan Aceh. Jalan ini dilewati oleh kendaraan - kendaraan berat yang mengangkut barang dan jasa dalam meningkatkan kegiatan perekonomian untuk memenuhi kebutuhan pasar.

Ruas Jalan Lahat - Tebing tinggi merupakan bagian dari Jalan Lintas Sumatra. Ruas Jalan Lahat - Tebing tinggi memiliki intensitas hujan yang tinggi, sehingga sering mengakibatkan bencana longsor dibagian lereng jalan, dan tertutup nya badan jalan akibat longsor yang datang dari bukit jalan. Pada tanggal 2 Februari 2010 terjadi bencana longsor di Jalan lintas Sumatra, ruas Jalan Lahat - Tebing tinggi Km 237 + 511. Bencana longsor yang terjadi mencapai ketinggian  $\pm 6$  m dari permukaan jalan, dan memakan badan jalan dengan lebar  $\pm 1$  m, dengan panjang bidang longsor  $\pm 40$  m, sehingga mengakibatkan terganggunya kelancaran arus lalu lintas.

Satuan kerja direktorat bina teknik, kegiatan pembinaan teknik jalan nasional telah melakukan perbaikan sementara pada lereng dengan menggunakan konstruksi beronjong yang bertujuan agar tidak menambah bidang longsor yang terjadi, pada kondisi saat sekarang belum dilakukan perbaikan pada badan jalan dan bahu jalan yang longsor, sehingga mengganggu terhadap kelancaran arus lalu lintas, karena fungsi jalan yang sangat penting sebagai jalan nasional yang menghubungkan antara Ibukota Provinsi Lampung dengan Ibukota Provinsi Sumatera Selatan, maka diperlukan penanganan yang tepat agar arus lalu lintas dapat berjalan lancar.

Tujuan dari tugas akhir ini adalah melakukan perencanaan alternatif perbaikan perkuatan lereng longsor yang tepat dan efisien pada Jalan lintas Sumatra, ruas Jalan Lahat - Tebing tinggi Km 237 + 511, sehingga tidak terjadi lagi longsor yang diakibatkan oleh tinggi nya intensitas hujan. Perencanaan alternatif perbaikan perkuatan lereng pada tugas akhir ini dibagi menjadi dua alternatif, alternatif I adalah perbaikan perkuatan lereng dengan menggunakan *gabion*, sedangkan alternatif II adalah perbaikan perkuatan lereng longsor dengan menggunakan *geotextile*.

Dari hasil perencanaan yang telah dilakukan, untuk alternatif I, perbaikan perkuatan lereng longsor menggunakan *gabion* dan *minipile* dengan SF terkritis dibutuhkan material untuk panjang 1m tegak lurus bidang gambar sebanyak  $21 \text{ m}^3$  material batu dan 13 unit *minipile*. Untuk alternatif II, perbaikan perkuatan lereng longsor menggunakan *geotextile* dengan SF terkritis dibutuhkan material untuk panjang 1m tegak lurus bidang gambar sebanyak  $99.3 \text{ m}^2$  *geotextile*, sedangkan untuk SF = 1.00 dibutuhkan material untuk panjang 1m tegak lurus bidang gambar sebanyak  $131.3 \text{ m}^2$  *geotextile*.

**ALTERNATIVE FOR IMPROVEMENT OF  
AVALANCHE SLOPE REINFORCEMENT  
ON TRANS - SUMATRA,  
ROAD OF LAHAT - TEBING TINGGI KM 237 + 511**

**Name** : Jody Setiawan  
**NRP** : 3110 105 002  
**Department** : Teknik Sipil FTSP-ITS  
**Supervisor** : Prof. Ir. Noor Endah, Msc., Ph.D  
Musta'in Arif, ST., MT

**ABSTRACT**

Trans-Sumatra is connecting roads between cities on the island of Sumatra to Java. Trans-Sumatra starts from south to north through Lampung, Palembang, Jambi, Solok, Padang, Pekanbaru, Medan and Aceh. The road is impassable by heavy vehicles transporting goods and services in enhancing the economic activities to fulfill market needs.

Road of Lahat – Tebing tinggi is part of Trans - Sumatra. Road of Lahat – Tebing tinggi has high rainfall intensity, so that often result in catastrophic landslide on road slope section, and closing of the road due to landslides that comes from the hill. On the February 2<sup>th</sup>, 2010, catastrophic landslide was occurred on Trans-Sumatra, road of Lahat - Tebing tinggi Km 237 + 511. Landslides that occurred was reaching a height of  $\pm 6$  m from the road surface, and takes the road with a width of  $\pm 1$  m, with  $\pm 40$  m avalanche length which resulting in disruption of traffic flows.



Engineering directorate unit, national road engineering development activities has made temporary repairs to the slope by using *beronjong* construction that aims to not add to the landslides area that occurred. The current condition is not yet in doing repairs both on the landslide of road and frontage road, thus disrupting the fluency of traffic flows. Because of crucial function of the roads that connecting road between the capital city of Lampung province with the capital city of South Sumatra Province, proper handling is required for traffic to run fluently.

The purpose of this final project is to plan an appropriate and efficient alternative for improvement of avalanche slope reinforcement on Trans-Sumatra, road of Lahat – Tebing tinggi Km 237 +511, so that landslide caused by high rainfall intensity will not happen anymore. The alternative planning in this final project is divided into two alternatives, the alternative I was improvement of slope reinforcement by using Gabion reinforcement while alternative II was improvement of avalanche slope reinforcement by using geotextile.

From the results of the planning which has been done, for alternative I, repair of landslide slope reinforcement using Gabion and minipile with the most critical SF is required for 1 m length material perpendicular to the image area of  $21 \text{ m}^3$  of rock material and 13 units of minipile. For alternative II, repair of landslide slope reinforcement using geotextile with the most critical SF is required for 1m length material perpendicular to the image area of  $99.3 \text{ m}^2$  geotextile, while for  $\text{SF} = 1.00$  is needed for 1m length material perpendicular to the image area of  $131.3 \text{ m}^2$  geotextile.



## KATA PENGANTAR

*Alhamdulillah* rabbil'alamiin, puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah memberikan hidayah, kesempatan, dan kemudahan dalam menjalankan amanah sehingga tugas akhir dengan judul **“ALTERNATIF PERBAIKAN PERKUATAN LERENG LONGSOR PADA JALAN LINTAS SUMATRA RUAS JALAN LAHAT - TEBING TINGGI KM 237 + 511”** ini dapat terselesaikan. Shalawat dan salam semoga selalu tercurah kepada Nabi Muhammad SAW.

Tugas Akhir ini diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana pada Program Studi Sarjana Lintas Jalur Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak - pihak yang memberikan dukungan material dan spiritual sehingga tugas akhir ini dapat terwujud, ucapan tersebut disampaikan kepada:

1. Kedua orang Tua tercinta yang senantiasa memberikan do'a.
2. Abang, Dinda dan Adik-adik yang selalu memberikan dukungan.
3. Ibuk Prof.Ir. Noor Endah, M.sc.,P.hd selaku Pembimbing I.
4. Bapak Musta'in Arif ST.,Mt selaku Pembimbing II.
5. Segenap dosen, staf pengajar dan staf tata usaha yang telah memberikan segala ilmu pengetahuan dan bantuan selama penulis menjalani perkuliahan di Teknik Sipil ITS.

Penulis berharap semoga perencanaan yang telah dilakukan dan disajikan dalam bentuk tugas akhir ini dapat memberikan kontribusi yang berarti bagi dunia Teknik Sipil.

Surabaya, Juli 2012

Penulis

Jody Setiawan

## DAFTAR ISI

|                                                                                 |       |
|---------------------------------------------------------------------------------|-------|
| <b>HALAMAN JUDUL</b>                                                            |       |
| <b>LEMBAR PENGESAHAN</b>                                                        |       |
| <b>ABSTRAK</b> .....                                                            | i     |
| <b>ABSTRACT</b> .....                                                           | iii   |
| <b>KATA PENGANTAR</b> .....                                                     | v     |
| <b>DAFTAR ISI</b> .....                                                         | vi    |
| <b>DAFTAR GAMBAR</b> .....                                                      | ix    |
| <b>DAFTAR TABEL</b> .....                                                       | xi    |
| <br><b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....                                              | <br>1 |
| 1.1 Latar Belakang Masalah .....                                                | 1     |
| 1.2 Perumusan Masalah .....                                                     | 3     |
| 1.3 Tujuan Perencanaan .....                                                    | 4     |
| 1.4 Batasan Masalah .....                                                       | 4     |
| 1.5 Manfaat Perencanaan .....                                                   | 4     |
| <br><b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....                                        | <br>5 |
| 2.1 Pengertian lereng dan pengelompokan .....                                   | 5     |
| 2.2 Pengertian longsor dan jenis-jenis nya .....                                | 5     |
| 2.3 Faktor-faktor penyebab kelongsoran .....                                    | 8     |
| 2.4 Pengelompokan karakteristik dan kondisi tanah<br>terhadap kelongsoran ..... | 10    |
| 2.5 Analisis stabilitas lereng .....                                            | 11    |
| 2.6 Analisis stabilitas lereng tinggi tak terbatas .....                        | 12    |
| 2.7 Analisis stabilitas lereng dengan software xstabl .....                     | 15    |
| 2.7.1 Menu xstabl .....                                                         | 15    |
| 2.7.1 Satuan dalam xstabl .....                                                 | 17    |
| 2.8 Bahan <i>Geosynthetics</i> .....                                            | 18    |
| 2.8.1 Konsep perencanaan perkuatan <i>geotextile</i> .....                      | 20    |
| 2.8.1.1 Kestabilan Internal .....                                               | 21    |
| 2.8.1.2 Kestabilan Eksternal .....                                              | 24    |
| 2.9 Konsep perencanaan perkuatan <i>gabion</i> .....                            | 27    |
| 2.10 Konsep perencanaan perkuatan cerucuk .....                                 | 30    |

### **BAB III METODOLOGI**

|                                                        |    |
|--------------------------------------------------------|----|
| 3.1 Studi literatur .....                              | 35 |
| 3.2 Pengumpulan data .....                             | 35 |
| 3.3 Analisa data dan perhitungan .....                 | 35 |
| 3.4 Penentuan dan pemilihan metode perkuatan lereng... | 37 |

### **BAB IV DATA dan ANALISA DATA..... 41**

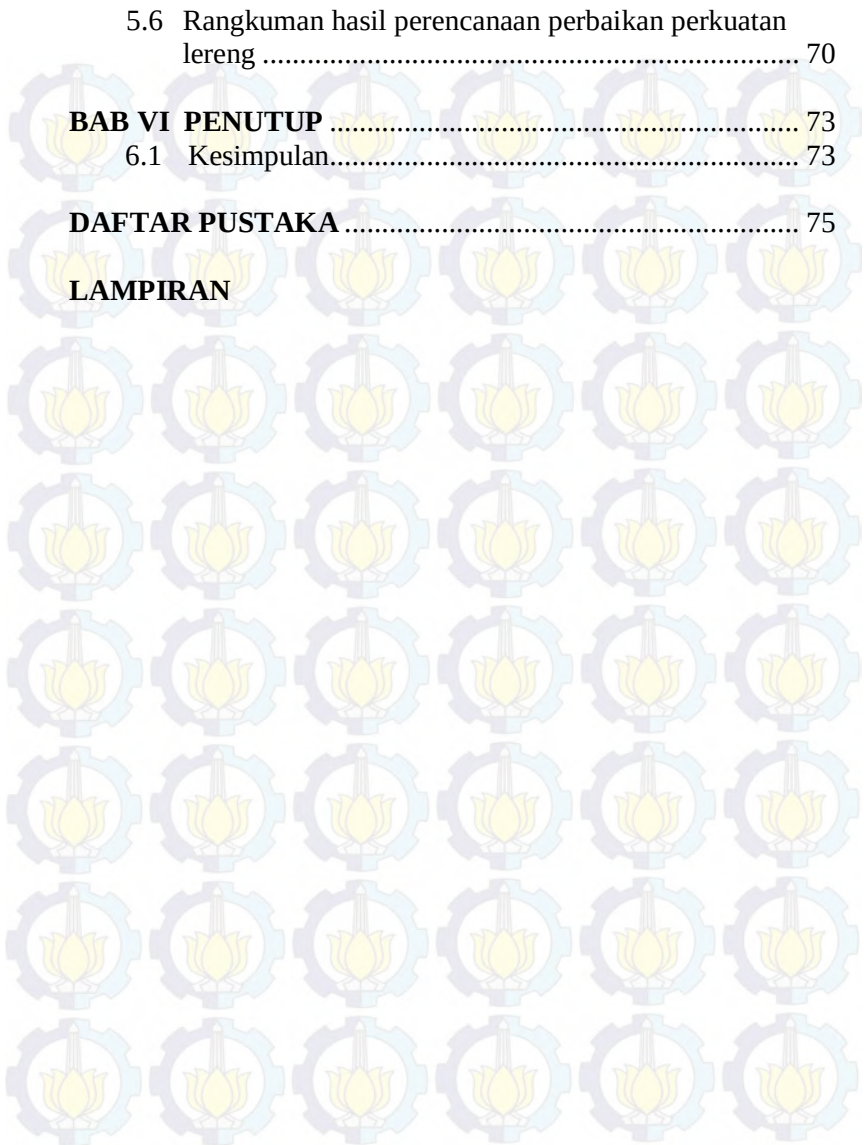
|                                              |    |
|----------------------------------------------|----|
| 4.1 Peta topografi .....                     | 41 |
| 4.2 Data tanah .....                         | 41 |
| 4.3 Pengolahan data tanah.....               | 43 |
| 4.4 Data beban kendaraan lalu intas .....    | 45 |
| 4.5 Data perkuatan eksisting .....           | 45 |
| 4.6 Data perencanaan <i>gabion</i> .....     | 45 |
| 4.7 Data perencanaan <i>geotextile</i> ..... | 46 |
| 4.8 Data perencanaan <i>minipile</i> .....   | 46 |

### **BAB V PERENCANAAN ALTERNATIF PERBAIKAN PERKUATAN LERENG LONGSOR..... 47**

|                                                                                                              |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 5.1 Perhitungan stabilitas lereng.....                                                                       | 47 |
| 5.2 Analisis stabilitas lereng dengan metoda analitis .....                                                  | 47 |
| 5.3 Analisis stabilitas lereng dengan xstbl.....                                                             | 49 |
| 5.4 Alternatif perbaikan perkuatan lereng dengan gabion dan minipile.. .....                                 | 50 |
| 5.4.1 Alternatif perbaikan perencanaan gabion didasarkan untuk bidang longsor dengan $F_s = 0.547$ .....     | 50 |
| 5.4.2 Alternatif perbaikan perencanaan gabion didasarkan untuk bidang longsor dengan $F_s = 1.00$ .....      | 58 |
| 5.5 Alternatif perbaikan perkuatan lereng dengan geotextile.. .....                                          | 59 |
| 5.5.1 Alternatif perbaikan perencanaan geotextile didasarkan untuk bidang longsor dengan $F_s = 0.547$ ...59 |    |
| 5.5.2 Alternatif perbaikan perencanaan geotextile didasarkan untuk bidang longsor dengan $F_s = 1.00$ ...69  |    |



|                                                                    |    |
|--------------------------------------------------------------------|----|
| 5.6 Rangkuman hasil perencanaan perbaikan kekuatan<br>lereng ..... | 70 |
| <b>BAB VI PENUTUP</b> .....                                        | 73 |
| 6.1 Kesimpulan.....                                                | 73 |
| <b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....                                        | 75 |
| <b>LAMPIRAN</b>                                                    |    |



## DAFTAR GAMBAR

|             |                                                                                                                                                        |    |
|-------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Gambar 1.1  | Jalan Lintas Sumatra .....                                                                                                                             | 1  |
| Gambar 1.2  | Longsoran Tebing tinggi-Lahat<br>Km 237 + 511 .....                                                                                                    | 2  |
| Gambar 1.3  | Ketinggian longsor dan lebar dari<br>badan jalan yang terpotong .....                                                                                  | 2  |
| Gambar 1.4  | Kondisi existing bahu jalan dengan<br>penanganan sementara menggunakan<br>beronjong pada bagian bawah jurang.....                                      | 3  |
| Gambar 2.1  | Pengelompokan lereng.....                                                                                                                              | 5  |
| Gambar 2.2  | Longsoran translasi .....                                                                                                                              | 6  |
| Gambar 2.3  | Longsoran rotasi .....                                                                                                                                 | 6  |
| Gambar 2.4  | Longsoran pergerakan balok .....                                                                                                                       | 7  |
| Gambar 2.5  | Longsoran runtuh batu .....                                                                                                                            | 7  |
| Gambar 2.6  | Longsoran rayapan tanah .....                                                                                                                          | 8  |
| Gambar 2.7  | Longsoran aliran bahan rombakan .....                                                                                                                  | 8  |
| Gambar 2.8  | Lereng tingi tak terbatas<br>tanpa rembesan air .....                                                                                                  | 13 |
| Gambar 2.9  | Lereng tinggi tak terbatas<br>dengan rembesan air .....                                                                                                | 14 |
| Gambar 2.10 | Tampilan menu utama xstbl.....                                                                                                                         | 15 |
| Gambar 2.11 | Konsep tekanan tanah dan teori<br>untuk dinding <i>geotextile</i> (Koerner 1999) .....                                                                 | 22 |
| Gambar 2.12 | Diagram tekanan tanah lateral yang<br>disebabkan oleh beban permukaan<br>(kiri : untuk beban garis,kanan : untuk beban<br>terpusat) (NAVFAC [90])..... | 23 |
| Gambar 2.13 | Stabilitas terhadap geser ( <i>sliding</i> ) .....                                                                                                     | 25 |
| Gambar 2.14 | Stabilitas terhadap guling ( <i>overturning</i> ).....                                                                                                 | 26 |
| Gambar 2.15 | Stabilitas daya dukung ( <i>bearing capacity</i> ).....                                                                                                | 26 |
| Gambar 2.16 | Gaya yang bekerja pada gabion .....                                                                                                                    | 27 |
| Gambar 2.17 | Asumsi gaya yang diterima cerucuk (NAVFAC<br>DM-7, 1971).....                                                                                          | 30 |

|                                                                                                                           |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Gambar 2.18 Grafik untuk mencari harga $f$ untuk berbagai jenis tanah (NAVFAC DM-7,1971) .....                            | 33 |
| Gambar 2.19 Grafik untuk mencari besarnya $F_M$ (NAVFAC DM-7,1971).....                                                   | 33 |
| Gambar 3.1 Tahapan studi alternatif perbaikan perkuatan lereng longsor ruas jalan Lahat - Tebing tinggi Km 237 +511 ..... | 38 |
| Gambar 4.1 Peta topografi lokasi longsor ruas jalan Lahat - Tebing tinggi Km 237 +511 .....                               | 41 |
| Gambar 4.2 Statigrafi lereng dengan xstbl jalan Lahat - Tebing tinggi Km 237 +511 .....                                   | 44 |
| Gambar 5.1 Bentuk geometri lereng Lahat-Tebing tinggi Km 237 + 511 .....                                                  | 48 |
| Gambar 5.2 Bentuk kelongsoran Xstbl SF = 0.547 .....                                                                      | 50 |
| Gambar 5.3 Bentuk kelongsoran Xstbl SF = 1.00 .....                                                                       | 50 |
| Gambar 5.4 Pola rencana pemasangan <i>gabion</i> baru dan beronjong eksisting.....                                        | 51 |
| Gambar 5.5 Pembagian pias <i>gabion</i> dan beronjong .....                                                               | 52 |
| Gambar 5.6 Gambar sketsa pemasangan <i>gabion</i> baru <i>minipile</i> , dan beronjong eksisting .....                    | 58 |
| Gambar 5.7 Gambar detail pola pemasangan tampak atas. ....                                                                | 58 |
| Gambar 5.8 Sketsa jarak <i>geotextile</i> terhadap <i>circle center</i> .....                                             | 61 |
| Gambar 5.9 Sketsa kordinat X1 dan X2 .....                                                                                | 63 |
| Gambar 5.10 Sketsa pemasangan <i>geotextile</i> dan beronjong eksisting .....                                             | 67 |



## DAFTAR TABEL

|           |                                                                                         |    |
|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabel 2.1 | Pengelompokan <i>Geotextile</i> Menurut Fungsi .....                                    | 19 |
| Tabel 2.2 | Karakteristik Teknik <i>Geosynthetic</i> .....                                          | 20 |
| Tabel 2.3 | Nilai Faktor Reduksi (Koerner 1999).....                                                | 21 |
| Tabel 4.1 | Nilai Batas-Batas Atterberg .....                                                       | 42 |
| Tabel 4.2 | Nilai $w_c$ dan $G_s$ .....                                                             | 42 |
| Tabel 4.3 | Nilai $\gamma_t$ ( $t/m^3$ ) dan $\gamma_d(t/m^3)$ .....                                | 43 |
| Tabel 4.4 | Nilai $c$ ( $kg/cm^2$ ) dan ( $\emptyset$ ) .....                                       | 43 |
| Tabel 4.5 | Data Tanah dengan<br>Selang Kepercayaan 90 % .....                                      | 44 |
| Tabel 4.6 | Data Tanah dengan<br>Selang Kepercayaan 90 % .....                                      | 45 |
| Tabel 5.1 | Momen yang Dipikul oleh <i>Geotextile</i> .....                                         | 62 |
| Tabel 5.2 | Hasil Perhitungan Panjang <i>Geotextile</i><br>di Depan Bidang .....                    | 63 |
| Tabel 5.3 | Hasil Perhitungan Panjang <i>Geotextile</i><br>di Belakang Bidang Longsor . .....       | 65 |
| Tabel 5.4 | Hasil Perhitungan<br>Panjang Lipatan <i>Geotextile</i> . .....                          | 66 |
| Tabel 5.5 | Perhitungan Panjang Total <i>Geotextile</i> yang<br>Dibutuhkan Untuk $SF = 0,547$ ..... | 67 |
| Tabel 5.5 | Perhitungan Panjang Total <i>Geotextile</i> yang<br>Dibutuhkan Untuk $SF = 1,00$ .....  | 69 |

# BAB I PENDAHULUAN

## 1.1. Latar Belakang Masalah

Jalan Lintas Sumatra adalah jalan penghubung antar kota di pulau Sumatra menuju pulau Jawa. Jalan Lintas Sumatra dimulai dari selatan menuju utara melewati Lampung, Palembang, Jambi, Solok, Padang, Pekanbaru, Medan dan Aceh (Gambar 1.1). Jalan ini dilewati oleh kendaraan-kendaraan berat yang mengangkut barang dan jasa dalam meningkatkan kegiatan perekonomian untuk memenuhi kebutuhan pasar.



**Gambar 1.1** Jalan Lintas Sumatra

Ruas Jalan Lahat - Tebing tinggi merupakan bagian dari Jalan Lintas Sumatra. Ruas Jalan Lahat – Tebing tinggi memiliki intensitas hujan yang tinggi, sehingga sering mengakibatkan bencana longsor dibagian lereng jalan, dan tertutup nya badan jalan akibat longsor yang datang dari bukit jalan.

Pada tanggal 2 Februari 2010 terjadi bencana longsor di Jalan Lintas Sumatra, ruas Jalan Lahat - Tebing tinggi Km 237 + 511. Bencana longsor yang terjadi mencapai ketinggian  $\pm 6$  m dari permukaan jalan, dan memakan badan jalan dengan lebar  $\pm 1$  m, sehingga mengakibatkan terganggunya kelancaran arus lalu lintas. Hal ini dapat dilihat pada Gambar 1.2 dan 1.3.



**Gambar 1.2** Longsoran Lahat – Tebing tinggi Km 237 + 511 mengakibatkan terjadinya kemacetan panjang



**Gambar 1.3** Ketinggian longsor  $\pm 6$  m dari permukaan jalan dengan lebar badan jalan yang terpotong  $\pm 1$  m



Pada saat ini sedang dilaksanakan penanggulangan longsoran bersifat sementara yang diletakkan di atas bidang longsoran dan belum bersifat permanen (Gambar 1.4). Untuk itu tugas akhir ini akan mencoba memberikan alternatif perbaikan perkuatan lereng longsor yang tepat dan efisien di ruas Jalan Lahat - Tebing tinggi Km 237+511 agar tidak terjadi lagi kelongsoran susulan, sehingga arus lalu lintas berjalan lancar.



**Gambar 1.4** Kondisi existing bahu jalan dengan penanganan sementara menggunakan beronjong pada bagian bawah jurang

## 1.2. Perumusan Masalah

Permasalahan utama yang harus diselesaikan dalam tugas akhir ini adalah memberikan alternatif perbaikan perkuatan lereng yang longsor pada jalan Lintas Sumatra ruas jalan Lahat - Tebing tinggi Km 237 +511. Adapun rincian masalah yang harus diselesaikan adalah sebagai berikut :

- A. Bagaimana stabilitas lereng pada lokasi studi?
- B. Apakah sistem penanggulangan sementara saat ini sudah memenuhi keamanan stabilitas lereng ? "jika belum",

apabila dipakai perkuatan gabion bagaimana konstruksi *gabion* seharusnya ?

- C. Apabila dipakai perkuatan lereng *geotextile* apakah masih di perlukan tambahan perkuatan *minipile*?
- D. Bagaimana kelebihan dan kekurangan antara *gabion* dan *geotextile* ditinjau dari segi kemudahan dalam pelaksanaan, kemudahan memperoleh material dan kelancaran akses lalu lintas dalam masa pelaksanaan?

### 1.3. Tujuan Perencanaan

Tujuan perencanaan alternatif perbaikan perkuatan lereng longsor pada jalan Lintas Sumatra ruas jalan Lahat - Tebing tinggi Km 237 +511 adalah untuk memperoleh sistem perkuatan lereng yang tepat dan efisien agar tidak terjadi lagi kelongsoran, sehingga arus lalu lintas berjalan lancar.

### 1.4. Batasan Masalah

Batasan masalah yang akan dibahas pada Tugas Akhir ini adalah :

- A. Lokasi studi longsor adalah Jalan Lintas Sumatra ruas jalan Lahat - Tebing tinggi Km 237 +511.
- B. Perencanaan didasarkan pada data sekunder.
- C. Alternatif perbaikan perkuatan lereng yang dianalisis terdiri dari dua jenis yaitu perkuatan dengan *gabion* dan perkuatan dengan *geotextile*.
- D. Analisis stabilitas lereng menggunakan program bantu *xsatbl*.
- E. Tidak dilakukan Analisis biaya.

### 1.5. Manfaat Perencanaan

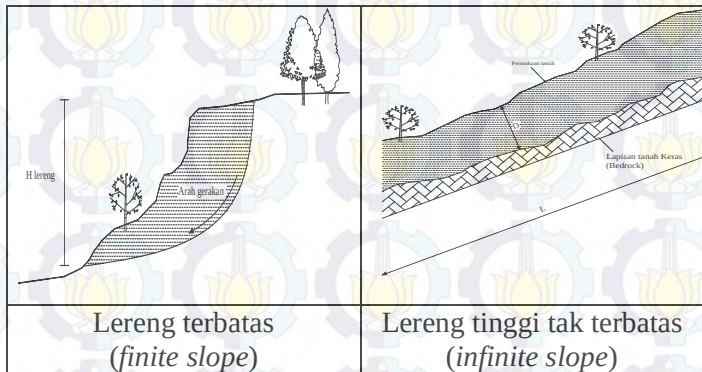
Manfaat yang dapat diperoleh apabila perbaikan perkuatan lereng yang direncanakan ini benar - benar diimplementasikan adalah tidak akan terjadi lagi kelongsoran susulan pada Jalan Lintas Sumatra ruas jalan Lahat - Tebing tinggi Km 237 + 511, sehingga arus lalu lintas menjadi lancar.

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1. Pengertian Lereng dan Pengelompokan

Lereng adalah permukaan bumi yang membentuk sudut kemiringan tertentu dengan bidang. Lereng dapat dikelompokkan menjadi dua bagian yaitu lereng tinggi terbatas (*finite slope*) dan lereng tinggi tak terbatas (*infinite slope*). Lereng tinggi terbatas adalah suatu keadaan lereng bila tinggi kritis lereng ( $H_{cr}$ ) mendekati tinggi lereng (Das 1985), sedangkan lereng tinggi tak terbatas adalah lereng menerus yang permukaan kelongsoran nya sejajar dengan permukaan lereng, dengan kedalaman yang dangkal bila dibandingkan dengan panjang lereng (Craig 1987) (Gambar 2.1).



**Gambar 2.1** Pengelompokan lereng.

#### 2.2. Pengertian Longsor dan Jenis-jenis nya

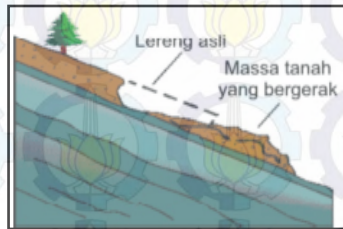
Longsor adalah perpindahan material pembentuk lereng berupa batuan atau tanah yang bergerak ke bagian bawah lereng atau keluar lereng.



Menurut jenis nya longsor dapat dibagi menjadi enam bagian (Zakaria 2009) yaitu :

#### **A. Longsor translasi**

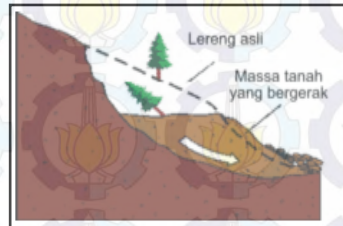
Longsor translasi adalah bergerak nya massa tanah dan batuan pada bidang gelincir berbentuk rata atau menggelombang landai (Gambar 2.2).



**Gambar 2.2** Longsor translasi

#### **B. Longsor Rotasi**

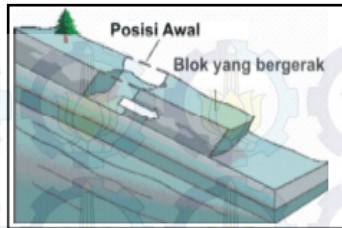
Longsor rotasi adalah bergerak nya tanah dan batuan pada bidang gelincir berbentuk cekung (Gambar 2.3).



**Gambar 2.3** Longsor rotasi

#### **C. Longsor pergerakan balok**

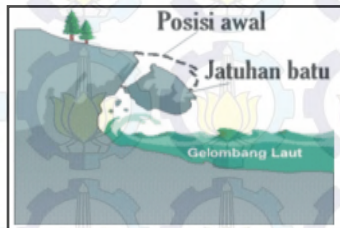
Longsor pergerakan balok adalah perpindahan batuan yang bergerak pada bidang gelincir berbentuk rata (Gambar 2.4). Longsor ini dapat disebut juga longsor translasi blok batu.



**Gambar 2.4** Longsoran pergerakan balok

#### **D. Longsoran runtuh batu**

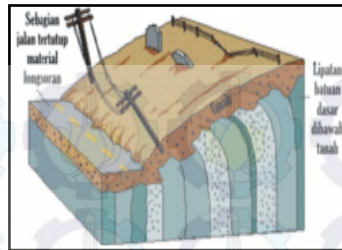
Longsoran runtuh batu terjadi ketika sejumlah besar batuan atau material lain bergerak ke bawah dengan cara jatuh bebas (Gambar 2.5). Umumnya terjadi pada lereng yang terjal terutama di daerah pantai. Longsoran runtuh batu umumnya terjadi dengan cepat dan hampir tidak didahului oleh gerakan awal.



**Gambar 2.5** Longsoran runtuh batu

#### **E. Longsoran rayapan tanah**

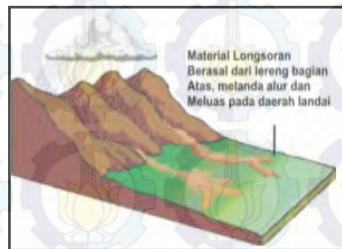
Longsoran rayapan adalah jenis tanah longsor yang bergerak lambat (Gambar 2.6). Jenis tanahnya berupa butiran kasar dan halus. Jenis tanah longsor ini hampir tidak dapat dikenali.



**Gambar 2.6** Longsor rayapan tanah

#### **F. Longsor aliran bahan rombakan**

Jenis tanah longsor aliran bahan rombakan terjadi ketika massa tanah yang bergerak didorong oleh air (Gambar 2.7). Kecepatan aliran tergantung pada kemiringan lereng, volume, tekanan air, dan jenis materialnya. Gerakannya terjadi di sepanjang lembah dan mampu mencapai ratusan meter, di beberapa tempat mampu mencapai ribuan meter seperti di daerah aliran sungai disekitar gunung api.



**Gambar 2.7** Longsor aliran bahan rombakan

### **2.3. Faktor-faktor Penyebab Kelongsoran**

Faktor-faktor penyebab ketidakstabilan lereng menurut Terzaghi (1950) dapat dibagi dalam dua kelompok utama, yaitu :

#### **A. Faktor Pengaruh Luar**

Faktor ini disebabkan karena meningkatnya tegangan geser yang terjadi pada tanah sehingga faktor keamanan nya menjadi turun ( $fk < 1$ ). Hal ini disebabkan karena faktor-faktor berikut :



- a. Turunnya tegangan horizontal tanah, kondisi ini sering terjadi bila :
  - kaki lereng tererosi oleh aliran sungai atau air hujan
  - akibat perbuatan manusia, adanya kegiatan galian pada lereng.
- b. Peningkatan tegangan vertikal tanah, hal ini disebabkan karena :
  - air hujan yang tertahan diatas lereng
  - berat akibat timbunan tanah pada lereng
  - berat bangunan diatas lereng.
- c. Pergerakan tektonik dapat mengubah geometri lereng, bila pergerakan nya membuat lereng menjadi landai maka lereng akan lebih stabil, tetapi bila pergerakan nya membuat lereng menjadi terjal maka akan mengurangi kestabilan lereng.
- d. Gempa bumi, pada saat terjadi gempa bumi gelombang merambat naik dari permukaan batuan ke permukaan tanah, sebelum mencapai permukaan tanah rambatan gelombang melewati berbagai lapisan tanah sehingga menimbulkan perubahan pada tegangan tanah.

### **B. Faktor Pengaruh Dalam**

Faktor ini disebabkan oleh penurunan kekuatan geser tanah, penyebabnya adalah :

- a. Peningkatan kadar air yang terjadi pada tanah lempung
- b. Struktur geologi dan keadaan geometri lereng
- c. Absorpsi oleh mineral lempung yang biasanya diikuti oleh penurunan harga kohesi tanah.
- d. Penyusutan tanah lempung diakibatkan oleh perubahan temperatur yang dapat menimbulkan retak susut, sehingga kohesi tanah menjadi turun dan memberikan kesempatan kepada air untuk masuk kedalam lapisan tanah.
- e. Perubahan berat volume dan tekanan air pori tanah.

## 2.4. Pengelompokan Karakteristik dan Kondisi Tanah Terhadap Kelongsoran

Berdasarkan karakteristiknya, tanah dapat dikelompokkan atas dua jenis yaitu :

### A. Tanah tak berkohesi

Kestabilan lereng dari tanah ini ( $\phi > 0$ ,  $C = 0$ ) tergantung atas tiga hal yaitu :

- a. Sudut geser dalam ( $\phi$ ) yang diperoleh dari uji laboratorium (triaxial atau direct shear) atau secara empiris menggunakan hasil uji sondir atau SPT
- b. Kelandaian lereng dinyatakan dengan sudut ( $\beta$ )
- c. Berat volume tanah ( $\gamma$ ).

Dalam perencanaan kestabilan lereng dari tanah tak berkohesi, ada beberapa sifat penting yang perlu diperhatikan, yaitu :

- a. Tanah tak berkohesi mudah tererosi oleh limpasan permukaan (surface run off), sehingga geometri lereng mudah berubah
- b. Tanah tak berkohesi yang jenuh air mempunyai potensi tinggi terhadap bahaya liquefaction
- c. Tanah tak berkohesi yang kering mudah mengalami penurunan bila terkena beban siklik (vibrasi).

### B. Tanah berkohesi

Kestabilan lereng dari tanah ini tergantung dari beberapa hal yaitu :

- a. Kekuatan geser yang dinyatakan dalam ( $\phi$ ) dan ( $C$ )
- b. Kelandaian lereng yang dinyatakan dengan sudut ( $\beta$ )
- c. Tinggi lereng ( $H$ )
- d. Berat volume tanah ( $\gamma$ )
- e. Tekanan air pori tanah.

## 2.5. Analisis Stabilitas Lereng

Analisis Stabilitas lereng dilakukan dengan cara memeriksa faktor keamanan dari lereng yang di tinjau, dengan cara membandingkan tegangan geser yang terbentuk sepanjang permukaan bidang retak yang paling kritis dengan kekuatan geser tanah nya. Faktor keamanan didefinisikan sebagai berikut (Das 1985).

$$F_S = \frac{\tau_f}{\tau_d} \dots\dots\dots(2.1)$$

Keterangan :

$F_S$  = angka keamanan

$\tau_f$  = kekuatan tanah untuk menahan kelongsoran

$\tau_d$  = gaya dorong sepanjang bidang longsor

Kekuatan tanah untuk menahan kelongsoran terdiri dari dua komponen yaitu; kohesi dan sudut geser tanah, persamaan nya dapat didefenisikan sebagai berikut (Das 1985) :

$$\tau_f = c + \sigma \tan \emptyset \dots\dots\dots(2.2)$$

Keterangan :

$c$  = kohesi

$\emptyset$  = sudut geser tanah

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

Dengan demikian dapat dibentuk persamaan sebagai berikut :

$$\tau_d = c_d + \sigma \tan \emptyset_d \dots\dots\dots(2.3)$$

Keterangan :

$c_d$  = kohesi

$\emptyset_d$  = sudut geser yang bekerja sepanjang bidang longsor.



Dengan memasukan persamaan (2.3) dan (2.2) ke persamaan (2.1) maka diperoleh persamaan (2.4) berikut :

$$F_s = \frac{c + \sigma \cdot \tan \theta}{c_d + \sigma \cdot \tan \theta_d} \dots\dots\dots(2.4)$$

Persamaan (2.4) dapat diuraikan menjadi dua persamaan yaitu persamaan (2.5) dan persamaan (2.6) sebagai berikut :

$$F_c = \frac{c}{c_d} \dots\dots\dots(2.5)$$

$$F_s = \frac{\sigma \cdot \tan \theta}{\sigma \cdot \tan \theta_d} \dots\dots\dots(2.6)$$

## 2.6. Analisis Stabilitas Lereng Tinggi Tak Terbatas

Pada lereng tinggi tak terbatas, terdapat dua keadaan yang digunakan sebagai dasar dalam menganalisa kestabilan lereng, yaitu :

### A. Stabilitas lereng tinggi tak terbatas tanpa rembesan

Untuk lereng tinggi tak terbatas tanpa rembesan air dapat diasumsikan tegangan air pori adalah 0, sedangkan tegangan geser tanah dapat dirumuskan sebagai berikut :

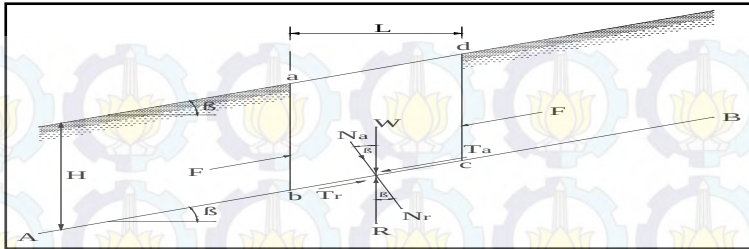
$$\tau_f = c + \sigma \tan \theta \dots\dots\dots(2.7)$$

Keterangan :

C = kohesi

$\theta$  = sudut geser tanah

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



**Gambar 2.8** Lereng tinggi tak terbatas tanpa rembesan air

Rumus dari faktor keamanan menurut (Gambar 2.8) sepanjang bidang bc adalah sebagai berikut :

$$F_s = \frac{T_i}{T_a}$$

$$T_a = w \sin \beta$$

$$N_a = N_i = w \cos \beta \text{ dimana } W = \gamma \cdot h \cdot L \cdot \cos \beta$$

$T_i$  = shear resistance sepanjang bidang bc

$$T_i = c \cdot L + N_i \tan \phi = c \cdot L + w \cos \beta \tan \phi$$

$$\text{Maka } T_i = c \cdot L + \gamma \cdot h \cdot L \cdot \cos \beta \cdot \cos \beta \tan \phi$$

$$F_s = \frac{c \cdot L + \gamma \cdot h \cdot L \cos \beta \cos \beta \tan \phi}{\gamma \cdot h \cdot L \cdot \cos \beta \cdot \sin \beta}$$

Sehingga diperoleh rumusan faktor keamanan untuk lereng menerus tanpa rembesan sebagai berikut :

$$F_s = \frac{c + \gamma \cdot h \cdot \cos \beta \cos \beta \tan \phi}{\gamma \cdot h \cdot \cos \beta \cdot \sin \beta} \dots\dots\dots(2.8)$$





$$T_a = \gamma' \cdot h \cdot L \cdot \sin \beta \cdot \cos \beta$$

$$F_w = \gamma_w \cdot h \cdot L \cdot \sin \beta \cdot \cos \beta$$

Faktor keamanan pada lereng menerus dengan rembesan dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$F_s = \frac{c' + \gamma' \cdot h \cdot L \cdot \cos \beta \cos \beta \tan \phi}{\gamma' \cdot h \cdot L \cdot \cos \beta \sin \beta + \gamma_w \cdot h \cdot L \cdot \sin \beta \cos \beta}$$

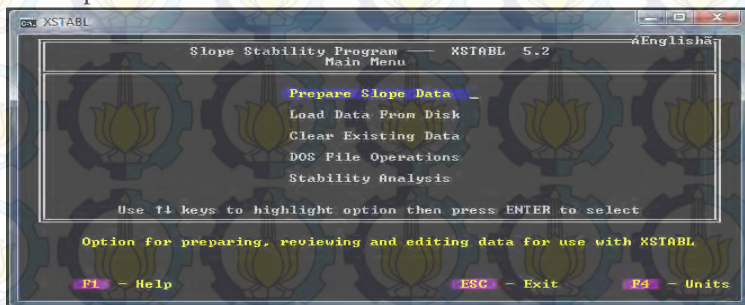
$$F_s = \frac{c' + \gamma' \cdot h \cdot \cos \beta \cos \beta \tan \phi}{\gamma' \cdot h \cdot \cos \beta \sin \beta + \gamma_w \cdot h \cdot \sin \beta \cos \beta} \dots\dots\dots(2.10)$$

## 2.7. Analisis Stabilitas Lereng dengan Software XSTABL

XSTABL adalah program bantu komputer yang digunakan untuk menganalisis kasus kestabilan lereng dalam bidang dua dimensi. Metoda perhitungan faktor keamanan lereng yang dapat dihitung *xstbl* terdiri dari beberapa metode yaitu metode bishop, janbu, dan metode analisis block. Keistimewaan XSTABL diperoleh menentukan 10 bidang longsoran terkritis dari keseluruhan bidang longsor yang di analisis.

### 2.7.1. Menu XSTABL

Gambar menu utama dari program XSTABL dapat dilihat pada Gambar 2.10.



**Gambar 2.10** Tampilan menu utama XSTABL

Fungsi dari menu utama xstbl adalah sebagai berikut :

### **A. Prepare Slope Data Menu**

Menu ini digunakan untuk memasukkan geometri lereng, parameter tanah, muka air tanah dan metoda yang akan digunakan untuk analisis kestabilan lereng. sub menu yang terdapat pada *prepare slope* data adalah sebagai berikut :

#### **a. Profile**

- *Surface Boundary* : Untuk memasukkan data geometri lereng atau timbunan.
- *Subsurface Boundaries* : Untuk memasukkan geometri data lapisan tanah di bawah timbunan.
- *Cracked section* : Untuk memasukkan data keretakan pada objek yang ditinjau (apabila ada).

#### **b. Soil**

Submenu *soil* digunakan untuk memasukkan data-data tanah hasil pengujian laboratorium yaituy  $\text{mois}$ ,  $\gamma$  sat, kohesi ( $c$ ), sudut geser tanah ( $\emptyset$ ) dan muka air tanah (*water surface index*).

#### **c. Water**

Submenu *water* digunakan untuk memasukkan data berat isi air (*unit weight of water*) dan geometri posisi muka air tanah.

#### **d. Analysis**

Submenu *analysis* digunakan untuk memasukkan data yang berupa :

- Geometri *Initiation Point* dan *Termination Point*
- Metode untuk menentukan angka keamanan yang terdiri dari metode BISHOP, JANBU
- Elevasi minimum dari permukaan keruntuhan.
- Panjang permukaan keruntuhan
- Batas sudut untuk segmen initial

#### **e. Loads**

Submenu *Loads* digunakan untuk memasukkan data beban, yang berupa :

- Beban gempa dengan cara memasukan *koefesien seismic* gempa.
- Beban merata dengan cara memasukan besarnya beban dan titik kordinat beban.

#### B. **Load Data From Disk**

Menu yang digunakan untuk memuat data yang sudah tersimpan sebelumnya didalam disk

#### C. **Clear Existing Data**

Menu yang digunakan untuk menghapus data yang sedang dimuat

#### D. **DOS File Operation**

Menu yang digunakan untuk mengatur file DOS yang sudah tersimpan didalam disk

#### E. **Stability Analysis**

Menu yang digunakan untuk menganalisis data yang sudah di input untuk memperoleh keluaran (Output) berupa angka keamanan serta bidang terkritis dari objek yang dianalisis.

### 2.7.2. Satuan dalam XSTABL

Jenis satuan yang dipakai sewaktu menggunakan *xstbal* harus konsisten. Ada dua jenis satuan yang digunakan dalam pemakaian XSTABL yaitu satuan satuan SI dan satuan inggris.

#### **Satuan SI**

|             |                      |                            |
|-------------|----------------------|----------------------------|
| Length      | (m)                  | Meter                      |
| Unit weight | (kN/m <sup>3</sup> ) | KiloNewton per cubic meter |
| Stress      | (kPa)                | KiloPascal                 |
| Direction   | (deg)                | Degrees                    |

#### **Satuan Inggris**

|             |       |                        |
|-------------|-------|------------------------|
| Length      | (ft)  | Feet                   |
| Unit weight | (pcf) | Pounds per cubic foot  |
| Stress      | (psf) | Pounds per square foot |
| Direction   | (deg) | Degrees                |



## 2.8. Bahan *Geosynthetics*

*Geosynthetics* adalah semua bahan *sintesis* yang digunakan dalam pekerjaan teknik bangunan yang berkaitan dengan tanah. Dalam perkembangannya terdapat berbagai macam bahan *geosynthetics* yang sesuai dengan fungsi dan penggunaannya. Menurut ICI fibers tahun 1986 penggolongan *geosynthetics* berdasarkan bentuk dasar, dapat digolongkan dalam 5 bentuk dasar yaitu :

- A. *Geotextile* merupakan *geosynthetics* yang berbentuk menyerupai bahan rajutan seperti kain
- B. *Geomembran* merupakan *geosynthetics* yang berbentuk lapisan tipis yang kedap air dan berfungsi menyerupai membrane
- C. *Geolinear element* merupakan *geosynthetics* yang berbentuk berupa lajur lajur tunggal berdiri sendiri-sendiri, baik berwujud pipih ataupun seperti pipa
- D. *Geogrids* merupakan *geosynthetics* yang berbentuk seperti anyaman dalam grid besar-besar dan menyerupai bentuk jaringan.
- E. *Geocomposite* merupakan *geosynthetics* yang terdiri dari dua atau lebih kombinasi dari bahan *geosynthetics* yang berbeda, atau bahan-bahan *geosynthetics* yang tidak termaksud dalam empat bentuk *geosynthetics* diatas.

Menurut fungsinya, *geosynthetic* umumnya digunakan untuk lima tujuan dasar yaitu :

- A. *Drainage* berfungsi sebagai pengalir air tanah yang baik
- B. *Filtration* berfungsi sebagai penyaring dan penahan partikel tanah halus agar tidak terbawa oleh aliran rembesan air tanah
- C. *Separation* berfungsi sebagai pemisah dua lapisan diantaranya tanah dengan tanah, tanah dengan cairan, dengan tujuan agar tidak tercampur
- D. *Protection* dan *erosion control* berfungsi sebagai pencegah erosi dan gerusan
- E. *Reinforcement* berfungsi sebagai penguat dan pemegang tanah.

Bentuk hubungan antara bentuk dan fungsi *geosynthetic* ditunjukkan pada Tabel 2.1.

**Tabel 2.1** Pengelompokan *Geotextile* Menurut Fungsi

| Bentuk                   | Fungsi                                                                                                  |
|--------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <i>Geotextile</i>        | <i>Drainage, Filtration, Reinforcement, Separation</i><br><i>Surface protection and erosion control</i> |
| <i>Geomembrane</i>       | <i>Separation, Reinforcement</i>                                                                        |
| <i>Geolinear element</i> | <i>Reinforcement</i>                                                                                    |
| <i>Geogrid</i>           | <i>Erosion Control, Reinforcement</i>                                                                   |
| <i>Geocomposite</i>      | <i>Drainage, Erosion Control, Filtration, Reinforcement</i>                                             |

Karakteristik teknik *geosynthetic* yang digunakan untuk perencanaan ditunjukkan pada Tabel 2.2 (Kuswanda 2007).

**Tabel 2.2** Karakteristik Teknik *Geosynthetic*

| No | Karakteristik          | Data karakteristik utama                                           |
|----|------------------------|--------------------------------------------------------------------|
| 1  | Karakteristik fisis    | Bahan dasar, berat bahan, dimensi bahan, konfigurasi bahan         |
| 2  | Karakteristik mekanis  | Kuat tarik, oloran, kuat sobek, kuat coblos                        |
| 3  | Karakteristik hidrolis | Ukuran Pori, permeabilitas, permitivitas, kapasitas pengaliran air |
| 4  | Karakteristik kimiawi  | Ketahanan terhadap ozon, ketahanan terhadap bahan-bahan kimia      |
| 5  | Pengepakan bahan       | Ukuran gulungan, berat gulungan, gulungan dalam petikemas          |

### 2.8.1. Konsep Perencanaan Perkuatan *Geotextile*

Pada perencanaan *geotextile* perlu diperhatikan kekuatan tarik dari bahan untuk memikul gaya geser saat terjadinya kelongsoran. Untuk menghitung kekuatan bahan *geotextile* digunakan persamaan :

$$T_{allow} = T_{ult} \left( \frac{1}{RF_{ID} \times RF_{CR} \times RF_{CD} \times RF_{BD}} \right) \dots\dots\dots(2.11)$$

Keterangan :

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

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

$RF_{ID}$  = faktor reduksi akibat kesalahan pemasangan

$RF_{CR}$  = faktor reduksi akibat rangkak

$RF_{CD}$  = faktor reduksi akibat pengaruh kimia

$RF_{BD}$  = faktor reduksi akibat pengaruh biologi



$RF_{ID}$ ,  $RF_{CR}$ ,  $RF_{CD}$ ,  $RF_{BD}$  merupakan faktor reduksi akibat pengurangan kekuatan *geotextile* (Koerner 1999), yang besarnya dapat dilihat pada Tabel 2.3.

**Tabel 2.3** Nilai Faktor Reduksi (Koerner 1999)

| Penggunaan geotextile | Nilai faktor reduksi (RF) |           |                |                  |
|-----------------------|---------------------------|-----------|----------------|------------------|
|                       | kesalahan pemasangan      | Rangkak   | pengaruh kimia | pengaruh biologi |
| Separation            | 1,1 – 2,5                 | 1,5 – 2,5 | 1,0 – 1,5      | 1,0 – 1,2        |
| Cushioning            | 1,1 – 2,0                 | 1,2 – 1,5 | 1,0 – 2,0      | 1,0 – 1,2        |
| Unpaved roads         | 1,1 – 2,0                 | 1,5 – 2,5 | 1,0 – 1,5      | 1,0 – 1,2        |
| Walls                 | 1,1 – 2,0                 | 2,0 – 4,0 | 1,0 – 1,5      | 1,0 – 1,3        |
| Embankments           | 1,1 – 2,0                 | 2,0 – 3,5 | 1,0 – 1,5      | 1,0 – 1,3        |
| Bearing Capacity      | 1,1 – 2,0                 | 2,0 – 4,0 | 1,0 – 1,5      | 1,0 – 1,3        |
| Slope Stabilization   | 1,1 – 1,5                 | 2,0 – 3,0 | 1,0 – 1,5      | 1,0 – 1,3        |
| Pavement overlays     | 1,1 – 1,5                 | 1,0 – 2,0 | 1,0 – 1,5      | 1,0 – 1,1        |
| Flexible forms        | 1,1 – 1,5                 | 1,5 – 3,0 | 1,0 – 1,5      | 1,0 – 1,1        |

Dalam merencanakan stabilitas lereng dengan menggunakan bahan *geotextile*, diperlukan kontrol kestabilan internal dan kestabilan eksternal agar perencanaan dapat berfungsi dengan baik.

#### 2.8.1.1. Kestabilan Internal

Gaya-gaya yang harus diperhatikan untuk kestabilan internal pada *geotextile* adalah sebagai berikut :

- Tanah yang berada dibelakang lereng
- Beban luar yang terdiri dari beban tambahan (*surchage*) dan beban hidup

Besarnya tegangan horisontal yang diterima ( $\sigma_H$ ) adalah :

$$\sigma_H = \sigma_{HS} + \sigma_{Hq} + \sigma_{HL} \dots\dots\dots(2.12)$$

Keterangan :

$\sigma_H$  = tegangan horisontal yang diterima dinding

$\sigma_{HS}$  = tegangan horisontal akibat tanah dibelakang dinding

$\sigma_{Hq}$  = tegangan horisontal akibat tanah timbunan

$\sigma_{HL}$  = tegangan horisontal akibat beban hidup

Distribusi Tegangan Horisontal akibat beban hidup  $\sigma_{HL}$  dapat dihitung dengan menggunakan kurva pada (Gambar 2.12). Jarak vertikal pemasangan *geotextile* ( $S_V$ ) seperti pada (Gambar 2.11) adalah sebagai berikut :

$$\sigma_{HZ} S_V = \frac{T_{ALL}}{SF} \quad \dots\dots\dots(2.13)$$

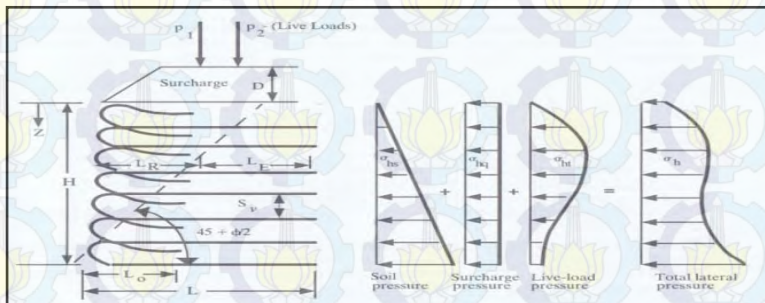
$$S_V = \frac{T_{ALL}}{\sigma_{HZ} SF} \quad \dots\dots\dots(2.14)$$

Keterangan :

$\sigma_{HZ}$  = tegangan horisontal pada kedalaman  $z$

$T_{ALL}$  = kekuatan *geotextile* yang tersedia

$SF$  = faktor keamanan yang direncanakan



**Gambar 2.11** Konsep tekanan tanah dan teori dinding *geotextile* (Koerner 1999)

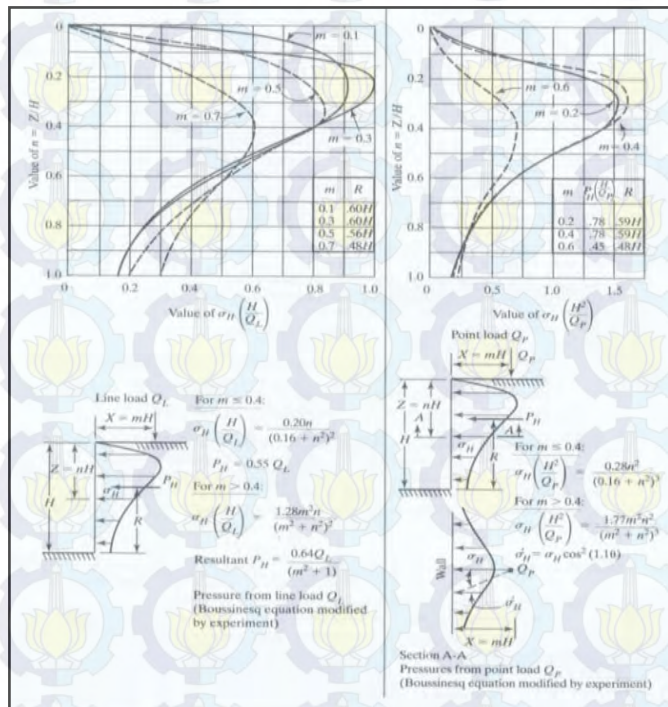
Panjang geotextile yang ditanam ( $L$ ) dapat diselesaikan dengan persamaan :

$$L = L_e + L_R \quad \dots\dots\dots(2.15)$$

Dimana :

$$L_R = (H - Z) \times \left[ tg \left( 45^\circ - \frac{\phi}{2} \right) \right] \quad \dots\dots\dots(2.16)$$

$$S_V \sigma_h FS = 2\tau L_e \text{ dengan } \tau = c + \sigma_v tg \delta \quad \dots(2.17)$$



**Gambar 2.12** Diagram tekanan tanah lateral yang disebabkan oleh beban permukaan (Kiri : untuk beban garis, Kanan : untuk beban terpusat). ( NAVFAC 90)



$$L_e = \frac{S_V \cdot \sigma_H \cdot SF}{2[c + \sigma_V(tg\delta)]} \dots\dots\dots(2.18)$$

Keterangan :

$L_e$  = panjang *geotextile* dalam *anchorage zone*  
(minimum 3 ft atau 1 m)

$L_R$  = panjang *geotextile* didepan bidang longsor

$\tau$  = kekuatan geser tanah terhadap *geotextile*

$c$  = kohesi tanah ( $c=0$  apabila tanah pasir)

$\delta$  = sudut geser antara tanah dan *geotextile*

$\sigma_H$  = tegangan horisontal

$\sigma_V$  = tegangan vertikal ( $\sigma_V = \gamma \cdot Z$ )

SF = faktor keamanan ( 1,3 s.d. 1,5)

Panjang lipatan ( $L_o$ ) dimana gaya yang diperhitungkan  $\frac{1}{2} \sigma_H$

$$L_o = \frac{S_V \cdot \sigma_H \cdot SF}{4[c + \sigma_V(tg\delta)]} \dots\dots\dots(2.19)$$

Keterangan :

$c$  = kohesi tanah (tanah pasir  $c = 0$ )

$\delta$  = sudut geser antara tanah dan *geotextile*

$\sigma_H$  = tegangan horisontal

$\sigma_V$  = tegangan vertikal ( $\sigma_V = \gamma \cdot Z$ )

SF = faktor keamanan ( 1,25 s.d. 1,5)

### 2.8.1.2. Kestabilan Eksternal

Perumusan yang digunakan untuk menghitung kontrol stabilitas eksternal adalah :

#### A. Stabilitas terhadap geser (sliding)

Keamanan lereng terhadap geser (Gambar 2.13) dihitung dengan menggunakan rumus :

$$Fs = \frac{\sum \frac{MomenPenahan}{MomenPenggerak}}{\dots\dots\dots(2.20)}$$

$$= \frac{\left[ c + \left( \frac{W_i + P_a \sin \delta}{L} \right) \tan \delta \right] L}{P_a \cos \delta} \dots\dots\dots(2.21)$$

Keterangan :

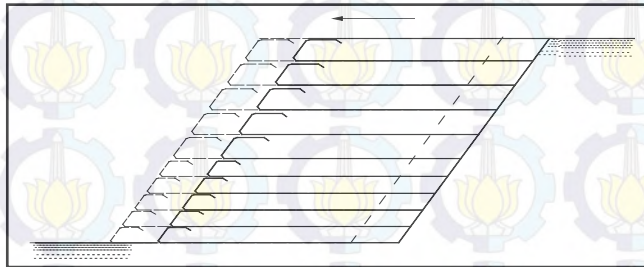
$F_s$  = angka keamanan lereng terhadap geser

$W_i$  = berat dinding tanah

$P_a$  = tekanan tanah aktif

$\delta$  = sudut geser antara tanah dan *geotextile*

$L$  = Panjang *geotextile*



**Gambar 2.13** Stabilitas terhadap geser (*sliding*)

### B. Stabilitas terhadap guling (*overturning*)

Keamanan lereng terhadap guling (Gambar 2.14) dihitung dengan menggunakan rumus :

$$FS_{OT} = \sum \frac{\text{Momen Penahan}}{\text{Momen Penggerak}}$$

$$= \frac{W_i x_i + P_a \sin \delta (L)}{P_a \cos \delta (H/3)} \dots\dots\dots(2.22)$$

Keterangan :

$FS_{OT}$  = angka keamanan lereng terhadap guling

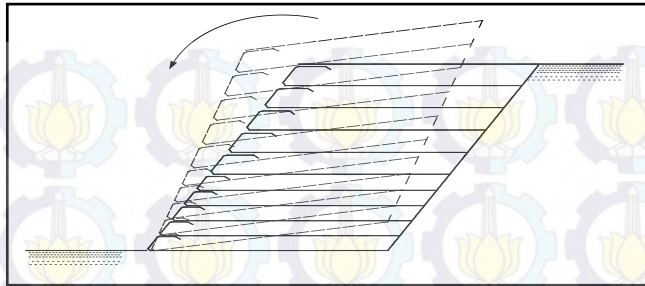
$W_i$  = berat dinding tanah

$x_i$  = jarak ke titik berat

$P_a$  = tekanan tanah aktif

$\delta$  = sudut geser antara tanah dan *geotextile*

$L$  = panjang *geotextile*



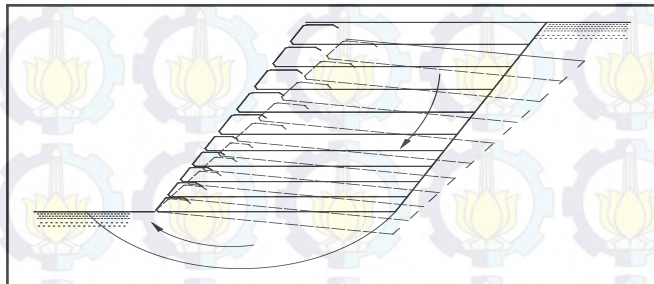
**Gambar 2.14** Stabilitas terhadap guling (*overturning*)

**C. Stabilitas terhadap daya dukung (*bearing failure*)**

Keamanan lereng terhadap stabilitas daya dukung (Gambar 2.15) dihitung dengan menggunakan rumus :

$$FS_{BC} = \frac{q_{ult}}{\sigma_{max}} \dots\dots\dots(2.23)$$

$q_{ult}$  dihitung dengan menggunakan teori daya dukung untuk pondasi dangkal sedangkan  $P_{act}$  adalah tegangan yang disebabkan oleh beban luar (berat tanah timbunan dan beban lain yang bekerja diatas timbunan).

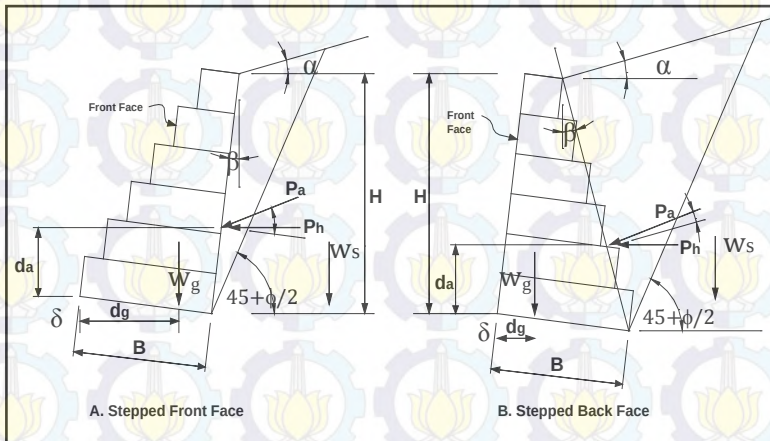


**Gambar 2.15** Stabilitas daya dukung (*bearing capacity*)



## 2.9. Konsep Perencanaan Perkuatan *Gabion*

Sistem *gabion* mengandalkan berat sendiri untuk menahan tekanan tanah. Gaya utama yang bekerja pada *gabion* adalah gaya vertikal dari berat *gabion* dan tekanan tanah lateral yang bekerja dibelakang dinding (Gambar 2.15). Apabila ada beban kendaraan atau beban gempa, maka beban tersebut harus dimasukkan juga dalam analisis.



**Gambar 2.16** Gaya yang bekerja pada *gabion*

Bentuk persamaan tekanan aktif tanah pada *gabion* adalah sebagai berikut :

$$P_a = K_a \left( \frac{W_s \cdot H^2}{2} + qH \right) \dots\dots\dots(2.24)$$

Keterangan :

$W_s$  = berat volume tanah

$K_a$  = koefisien tekanan tanah aktif

$H$  = tinggi dinding *gabion*

$q$  = beban terbagi merata

$$K_a = \frac{\cos^2(\phi - \beta)}{\cos^2\beta \cos(\delta + \beta) \left[ 1 + \frac{\sin(\phi + \delta) \cdot \sin(\phi - \alpha)}{\cos(\delta + \beta) \cdot \cos(\alpha - \beta)} \right]^2} \dots\dots(2.25)$$

Keterangan :

$\alpha$  = sudut kemiringan urugan dibelakang dinding *gabion*

$\beta$  = sudut kemiringan bagian belakang dinding *gabion*

$\delta$  = sudut geser antara tanah dan dinding *gabion*

$\phi$  = sudut geser tanah

Komponen horisontal dari  $P_a$  adalah :

$$P_h = P_a \cos \beta \dots\dots\dots(2.26)$$

Dalam merencanakan stabilitas lereng dengan menggunakan bahan *gabion*, diperlukan kontrol kestabilan guling, geser dan daya dukung *gabion*.

### A. Stabilitas terhadap Guling

Stabilitas terhadap guling dinyatakan sebagai berikut :

$$M_r > SF_o M_o \dots\dots\dots(2.27)$$

$$M_o = d_a P_h \dots\dots\dots(2.28)$$

$$d_a = \frac{H (H + 3q/W_s)}{3 (H + 2q/W_s)} + B \sin \beta \dots\dots\dots(2.29)$$

Keterangan :

$M_r$  = momen perlawanan

$M_o$  = momen guling

$SF_o$  = faktor keamanan (1,5)

$d_a$  = jarak vertikal pada H/3

H = tinggi dinding *gabion*

q = beban tambahan (*surchage*)

$W_s$  = berat volume tanah

$\beta$  = sudut kemiringan bagian belakang *gabion*.

### B. Stabilitas terhadap Geser

Stabilitas terhadap Geser dinyatakan sebagai berikut :

$$\mu W_g \geq SF_s P_h \quad \dots\dots\dots(2.30)$$

Keterangan :

$\mu$  = koefisien gesekan ( $\tan \phi$ ),

$W_g$  = berat sendiri *gabion*

$SF_s$  = faktor keamanan (1,5)

### C. Stabilitas terhadap Daya Dukung

Nilai eksentrisitas dapat ditentukan sebagai berikut :

$$e = \frac{B}{2} - \frac{(M_r - M_o)}{w_g} \quad \dots\dots\dots(2.31)$$

Untuk resultan gaya yang terletak pada H/3 adalah :

$$-\frac{B}{6} \leq e \leq \frac{B}{6} \quad \dots\dots\dots(2.32)$$

Tekanan maksimum dibawah dasar, P adalah :

$$P = \left(\frac{w_g}{B}\right) \left(\frac{1+6e}{B}\right) \quad \dots\dots\dots(2.33)$$

Tekanan maksimum tidak boleh melebihi daya dukung tanah (*soil bearing capacity*) yang diijinkan, sehingga dapat dituliskan menurut persamaan :

$$P \leq SF_b P_b \quad \dots\dots\dots(2.34)$$

Keterangan :

$e$  = eksentrisitas

$B$  = lebar alas *gabion*

$M_r$  = momen tahanan

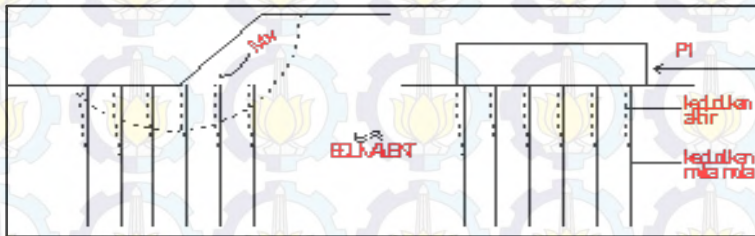
$M_o$  = momen guling

$w_g$  = berat sendiri *gabion*



## 2.10. Konsep Perencanaan Perkuatan Cerucuk

Tujuan dari penggunaan cerucuk adalah untuk menaikan tegangan geser tanah, sehingga dapat menaikan daya dukung tanah. Konstruksi cerucuk yang dapat dipakai terdiri atas bambu, kayu dan beton. Untuk menghitung kebutuhan cerucuk per-meter terlebih dahulu ditentukan kemampuan untuk satu cerucuk,. Asumsi gaya yang diterima cerucuk dapat dilihat pada (Gambar 2.16).



**Gambar 2.17** Asumsi gaya yang diterima cerucuk (NAVFAC DM-7, 1971)

Prosedur dari perhitungan kebutuhan cerucuk menurut (NAFDAC DM-7,1971) adalah sebagai berikut :

- A. Perhitungan kekuatan 1 (satu) buah cerucuk terhadap gaya horisontal.
  - a. Menghitung faktor kekakuan relatif (T)

$$T = \left( \frac{EI}{f} \right)^{\frac{1}{5}} \dots\dots\dots(2.35)$$

Keterangan :

- E = modulus elastisitas tiang (cerucuk), (kg/cm<sup>2</sup>)
- I = momen inersia tiang cerucuk, (cm<sup>4</sup>)
- f = koefisien dari variasi modulus tanah, (kg/cm<sup>3</sup>)
- T = faktor kekakuan relatif, cm

Harga f didapat dengan bantuan (Gambar 2.17) yang merupakan grafik hubungan antara f dengan *unconfined compression strength*,  $q_u = 2 C_u$ .

- b. Menghitung gaya horizontal yang mampu ditahan 1 (satu) tiang.

$$M_p = F_M (P \times T) \dots\dots\dots (2.36)$$

Keterangan :

$M_p$  = momen lentur yang bekerja pada cerucuk akibat beban P, (kg-cm)

$F_M$  = koefisien momen akibat gaya lateral P

P = gaya horisontal yang diterima cerucuk, (kg)

T = faktor kekakuan relatif, (cm)

Dengan merencanakan panjang cerucuk yang tertahan di bawah bidang gelincir (L) didapat harga L/T. Dari harga L/T pada kedalaman (= z) dengan bantuan (Gambar 2.18) didapatkan harga  $F_M$ , sehingga diperoleh gaya horisontal maksimum ( $P_{max}$ ) yang dapat dipikul oleh 1 (satu) cerucuk adalah sebagai berikut :

$$P_{max} = \frac{M_{p_{max}}}{F_M \times T} \dots\dots\dots (2.37)$$

Bila kekuatan bahan dan dimensi bahan diketahui, maka :

$$M_{p_{max}} \text{ 1 cerucuk } = \frac{\sigma_{max} \times I_n}{c} \dots\dots\dots (2.38)$$

Atau

$$M_{p_{max}} \text{ 1 cerucuk } = \sigma_{max} \times w \dots\dots\dots (2.39)$$

Jadi

$$P_{max} \text{ 1 cerucuk } = \frac{M_{p_{max}} \text{ 1 cerucuk }}{F_M \times T} \dots\dots\dots (2.40)$$

Keterangan :

$M_{p_{max}}$  = momen maksimum lentur bahan cerucuk

$\sigma_{max}$  = tegangan tarik/tekan maksimum cerucuk

$I_n$  = momen inersia penampang

$C$  =  $(1/2)D$ ,  $D$  = diameter cerucuk

$w$  =  $I_n/C$

B. Menghitung jumlah cerucuk yang dibutuhkan ( $n$ )

a. Menghitung momen penggerak ( $OM$ )

$$OM = \frac{RM}{SF_{min}} \dots\dots\dots(2.41)$$

Dimana :

$SF_{min}$  = angka keamanan terkecil yang diperoleh dari hasil plaxis

$OM$  = momen penahan penggerak

$RM$  = momen penahan yang diperoleh dari hasil *plaxis*

b. Menghitung momen penahan tambahan ( $\Delta RM$ )

Dari persamaan 2.47,  $OM = RM/SF$

$SF_{rencana} = RM_{rencana}/OM$

$SF_{yang\ ada} = RM_{yang\ ada}/OM$

$$\Delta RM = (SF_{rencana} - SF_{yang\ ada}) \times OM \dots\dots\dots(2.42)$$

$$\Delta RM = RM_{rencana} - RM_{yang\ ada} \dots\dots\dots(2.43)$$

Tambahan  $RM$  tersebut ditimbulkan oleh adanya cerucuk

c. Menghitung jumlah cerucuk

Jumlah cerucuk yang dibutuhkan,  $n$ , adalah :

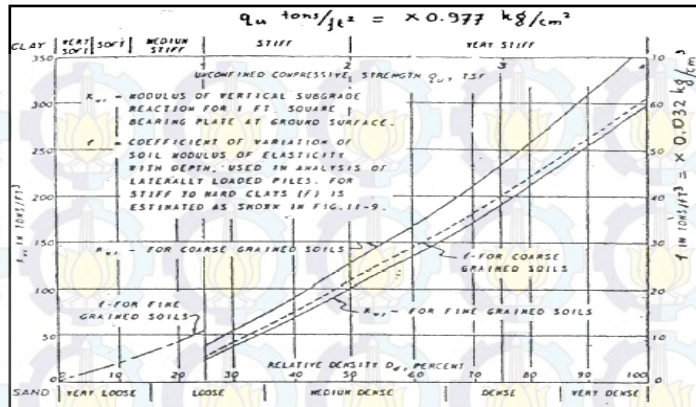
$$Pt \times R = \Delta RM$$

$$Pt = n \times P_{max} \text{ 1 cerucuk}$$

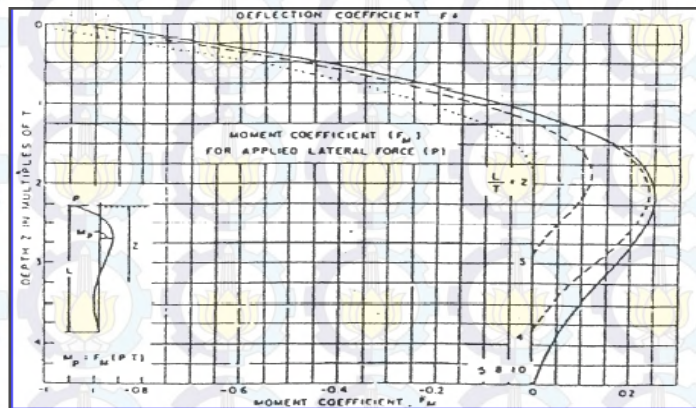
$$n \times P_{max} \text{ 1 cerucuk} \times R = \Delta RM$$

$$n = \frac{\Delta RM}{P_{max1cerucuk} \times R} \dots\dots\dots(2.44)$$

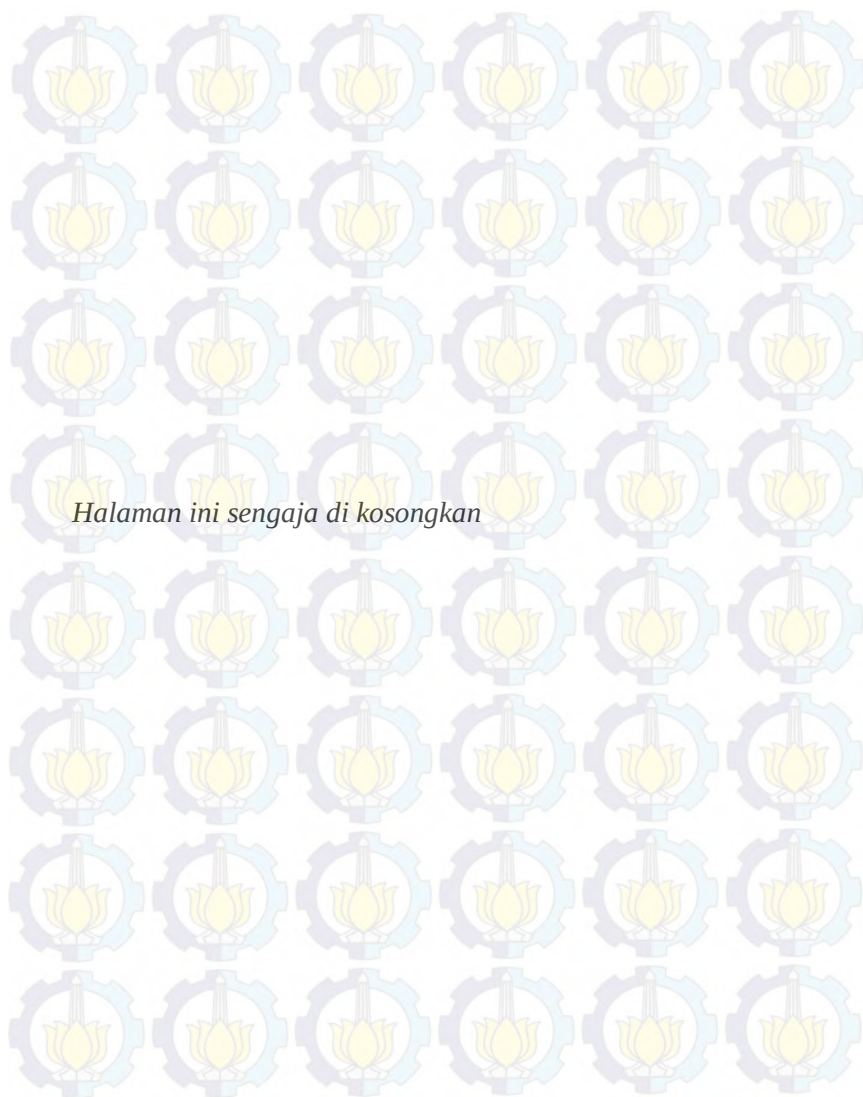




**Gambar 2.18** Grafik untuk mencari harga  $f$  untuk berbagai jenis tanah (NAVFAC DM-7, 1971)



**Gambar 2.19** Grafik untuk mencari besarnya  $F_M$  (NAVFAC DM-7, 1971)



## **BAB III METODOLOGI**

Tahapan yang dilakukan dalam studi alternatif perbaikan perkuatan lereng longsor di Jalan Lintas Sumatra ruas jalan Lahat-Tebing tinggi Km 237 +511, seperti yang diberikan pada (Gambar 3.1), secara rinci adalah sebagai berikut :

### **3.1. Studi Literatur**

Studi literatur dilakukan dengan memahami dan mengambil intisari dari buku - buku, serta referensi lain, yang berkaitan dengan studi tugas akhir ini, yaitu :

- A. Referensi konsep stabilitas lereng.
- B. Referensi pengoperasian software *xstabl*.
- C. Referensi konsep perhitungan dan perencanaan perkuatan *gabion*, perkuatan *geotextile* dan *minipile* untuk perkuatan lereng.

### **3.2. Pengumpulan data**

Data yang digunakan untuk perencanaan ini adalah data sekunder (dapat dilihat pada Lampiran A), dengan rincian sebagai berikut :

- A. Peta topografi daerah ruas jalan Lahat - Tebing tinggi.
- B. Data penyelidikan tanah tidak terganggu di Jalan Lintas Sumatra ruas jalan Lahat - Tebing tinggi Km 237 + 511.
- C. Data penyelidikan tanah di lapangan, dengan metoda penyelidikan *standard penetration test* (SPT).

### **3.3. Analisa Data dan Perhitungan**

- A. Pengelompokkan data tanah

Data tanah yang diperoleh dari pengujian laboratorium dan pengujian lapangan diolah dengan langkah sebagai berikut :

- a. Penggambaran stratigrafi, pendeskripsian tanah menurut jenis tanah dan tingkat kekerasan nya.



- b. Selang kepercayaan data pengujian bor log, parameter tanah hasil dari pengujian bor Log ( $\gamma_d$ ,  $\gamma_t$ ,  $W_c$ ,  $LL$ ,  $PL$ ,  $LI$ ,  $C_u$ ,  $\phi$ ) dicari selang kepercayaan nya menggunakan nilai tengah dengan probabilitas 90 %, agar diperoleh parameter - parameter tanah yang akurat. Metoda yang digunakan untuk menentukan nilai tengah adalah metoda selang kepercayaan (*confidence interval*)

$$\left( \bar{X} - t_{1-\frac{\alpha}{2}, n-1} \frac{s}{\sqrt{n}} \right) < \mu < \left( \bar{X} + t_{1-\frac{\alpha}{2}, n-1} \frac{s}{\sqrt{n}} \right)$$

Keterangan :

|                               |                   |
|-------------------------------|-------------------|
| $\mu$                         | = nilai tengah    |
| $\bar{X}$                     | = rata-rata data  |
| $t_{1-\frac{\alpha}{2}, n-1}$ | = probabilitas    |
| $\sigma$                      | = standar deviasi |
| $n$                           | = jumlah data     |

- B. Perhitungan stabilitas lereng menggunakan *software xstabl* dengan memasukkan parameter-parameter tanah yang telah diolah pada langkah no. A.

- C. Perencanaan perbaikan perkuatan lereng longsor dengan alternatif sebagai berikut :

- a. Memastikan sistem penanggulangan sementara apakah sudah memenuhi keamanan stabilitas lereng? “jika belum”
  - Menentukan dimensi dan jenis sistem perkuatan *gabion* yang dibutuhkan.
  - Merencanakan jumlah dan jarak *minipile*, jika dibutuhkan sebagai tambahan perkuatan untuk perkuatan *gabion*.

- b. Perkuatan dengan *geotextile*

- Merencanakan jenis *geotextile* yang sesuai dengan kebutuhan.
- Merencanakan jumlah dan jarak *minipile*, jika dibutuhkan sebagai tambahan perkuatan untuk sistem *geotextile*.

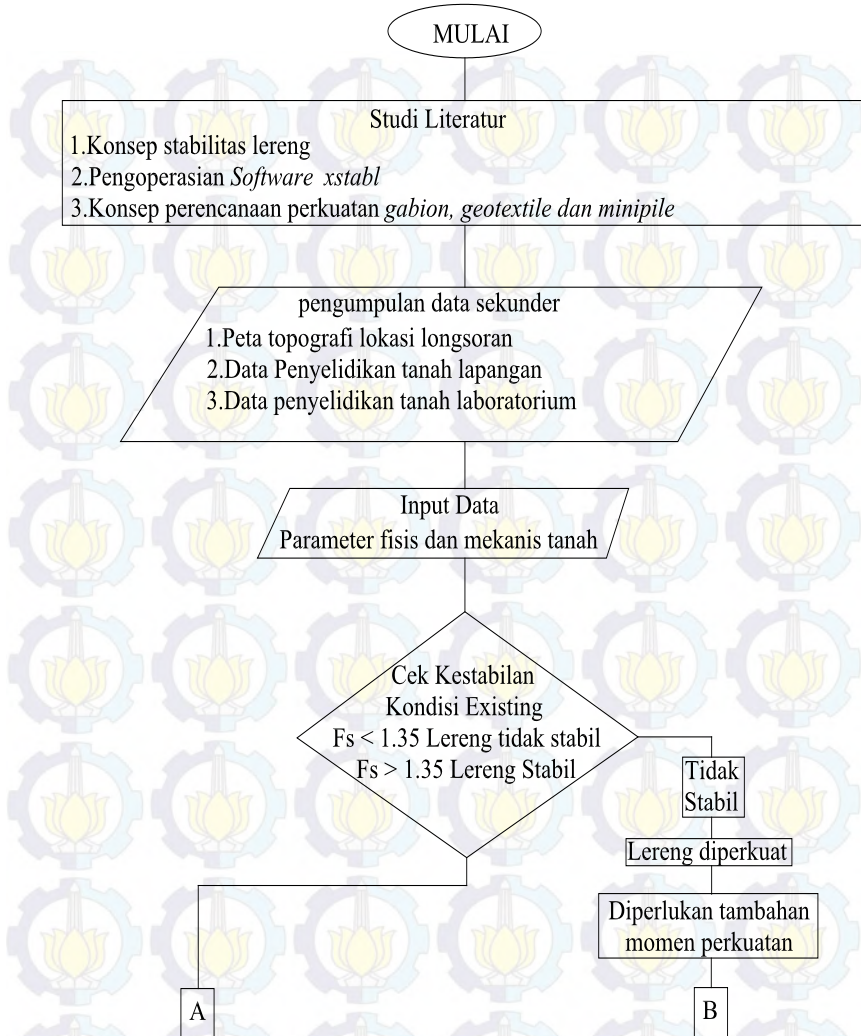
### 3.4. Penentuan dan Pemilihan Metode Perkuatan Lereng

Penentuan dan pemilihan metode perkuatan lereng yang tepat dengan alternatif sebagai berikut :

- A. Perkuatan *gabion*
- B. Perkuatan *geotextile*.

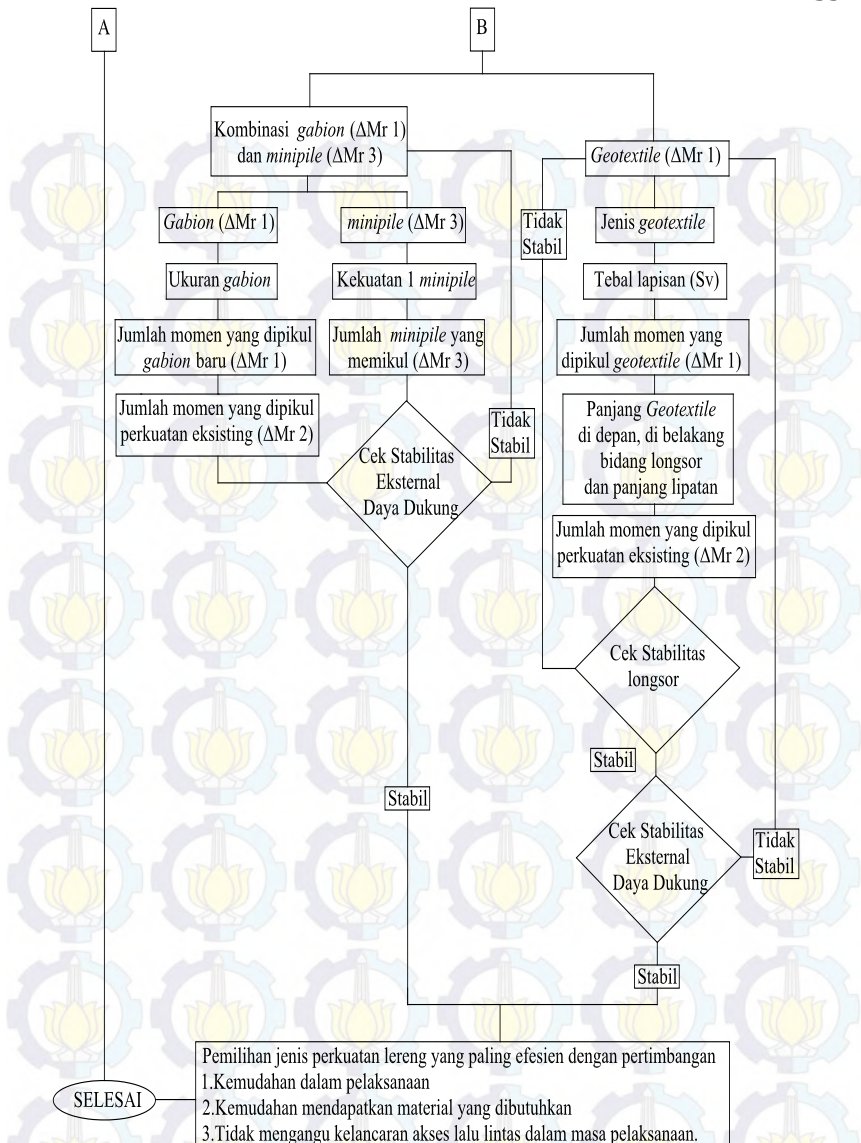
Dari alternatif diatas dilakukan pemilihan alternatif yang tepat dengan pertimbangan sebagai berikut :

- A. Kemudahan dalam pelaksanaan.
- B. Kemudahan dalam memperoleh material.
- C. Tidak mengganggu kelancaran akses lalu lintas.



**Gambar 3.1.** Tahapan studi alternatif perbaikan perkuatan lereng longsor ruas jalan Lahat - Tebing tinggi Km 237 +511





**Gambar 3.1.** Tahapan studi alternatif perbaikan perkuatan lereng longsor ruas jalan Lahat - Tebing tinggi Km 237 +511

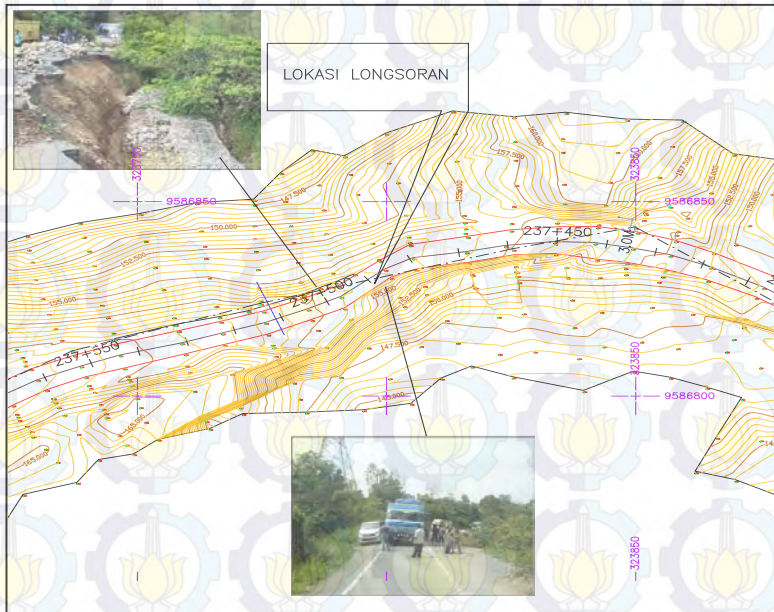


## **BAB IV**

### **DATA DAN ANALISA DATA**

#### **4.1. Peta Topografi**

Peta Topografi Lokasi kelongsoran alam pada ruas jalan Lahat – Tebing tinggi KM 237 + 511 (Gambar 4.1.)



**Gambar 4.1** Peta Topografi Lokasi Kelongsoran di ruas Jalan Lahat – Tebing tinggi KM 237 + 511

#### **4.2. Data Tanah**

Data tanah yang digunakan pada penyusunan Tugas Akhir ini adalah data sekunder untuk lokasi bencana tanah longsoran di ruas jalan Lahat - Tebing tinggi KM 237+511, yang terdiri dari data tanah pengujian lapangan dan data tanah pengujian laboratorium (dapat dilihat pada Lampiran A), data ini diperoleh dari konsultan perencana PT. Parentjana Djaya.

Berikut ini adalah data tanah yang diperoleh dari hasil laboratorium :

A. Data batas-batas Atterberg

Data hasil pengujian batas - batas atterberg untuk lokasi ruas jalan Lahat – Tebing tinggi KM 237 + 511 adalah sebagai berikut :

**Tabel 4.1** Nilai Batas-Batas Atterberg

| NO. | Kedalaman<br>(m) | Bor I     |           |           | Bor II    |           |           |
|-----|------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
|     |                  | Wl<br>(%) | Wp<br>(%) | Ip<br>(%) | Wl<br>(%) | Wp<br>(%) | Ip<br>(%) |
| 1   | 1.5 - 2.0        | 63.70     | 28.73     | 34.97     | 65.20     | 27.67     | 37.53     |
| 2   | 3.5 - 4.0        | 59.30     | 22.16     | 37.14     | 79.60     | 30.19     | 49.41     |
| 3   | 5.5 - 6.0        | 65.20     | 27.53     | 37.67     | 89.30     | 44.56     | 44.74     |

| NO. | Kedalaman<br>(m) | Bor III   |           |           |
|-----|------------------|-----------|-----------|-----------|
|     |                  | Wl<br>(%) | Wp<br>(%) | Ip<br>(%) |
| 1   | 1.5 - 2.0        | 84.20     | 32.33     | 51.87     |
| 2   | 3.5 - 4.0        | 74.80     | 29.81     | 44.99     |
| 3   | 5.5 - 6.0        | 61.30     | 24.33     | 36.97     |

Sumber : PT.Parentjana Djaya

B. Data Nilai kadar air (wc), Gs,  $\gamma_d$  dan  $\gamma_t$

Data hasil pengujian kadar air (wc) dan Gs dapat dilihat pada (tabel 4.2) berikut :

**Tabel 4.2** Nilai wc dan Gs

| NO. | Kedalaman<br>(m) | Bor I     |      | Bor II    |      | Bor II    |      |
|-----|------------------|-----------|------|-----------|------|-----------|------|
|     |                  | Wc<br>(%) | Gs   | Wc<br>(%) | Gs   | Wc<br>(%) | Gs   |
| 1   | 1.5 - 2.0        | 32.39     | 2.62 | 33.11     | 2.63 | 41.47     | 2.63 |
| 2   | 3.5 - 4.0        | 28.53     | 2.63 | 40.06     | 2.63 | 34.63     | 2.63 |
| 3   | 5.5 - 6.0        | 36.20     | 2.64 | 51.52     | 2.63 | 29.17     | 2.62 |

Sumber : PT.Parentjana Djaya



Sedangkan untuk nilai  $\gamma_d$  dan  $\gamma_t$  dapat dilihat pada tabel 4.3 sebagai berikut:

**Tabel 4.3** Nilai  $\gamma_t$  ( $t/m^3$ ) dan  $\gamma_d(t/m^3)$

| NO. | Kedalaman<br>(m) | Bor I      |            | Bor II     |            | Bor II     |            |
|-----|------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
|     |                  | $\gamma_t$ | $\gamma_d$ | $\gamma_t$ | $\gamma_d$ | $\gamma_t$ | $\gamma_d$ |
| 1   | 1.5 - 2.0        | 1.37       | 1.03       | 1.67       | 1.25       | 1.64       | 1.16       |
| 2   | 3.5 - 4.0        | 1.33       | 1.04       | 1.57       | 1.12       | 1.51       | 1.12       |
| 3   | 5.5 - 6.0        | 1.67       | 1.23       | 1.57       | 1.04       | 1.81       | 1.40       |

Sumber : PT.Parentjana Djaya

C. Data Nilai kohesi (c) dan sudut geser tanah ( $\phi$ )

**Tabel 4.4** Nilai c ( $kg/cm^2$ ) dan ( $\phi$ )

| NO. | Kedalaman<br>(m) | Bor I |            | Bor II |            | Bor II |            |
|-----|------------------|-------|------------|--------|------------|--------|------------|
|     |                  | c     | ( $\phi$ ) | c      | ( $\phi$ ) | c      | ( $\phi$ ) |
| 1   | 1.5 - 2.0        | 0.06  | 9.90       | 0.01   | 13.45      | 0.03   | 9.22       |
| 2   | 3.5 - 4.0        | 0.08  | 1.78       | 0.05   | 12.66      | 0.11   | 11.63      |
| 3   | 5.5 - 6.0        | 0.13  | 15.68      | 0.05   | 12.25      | 0.08   | 9.90       |

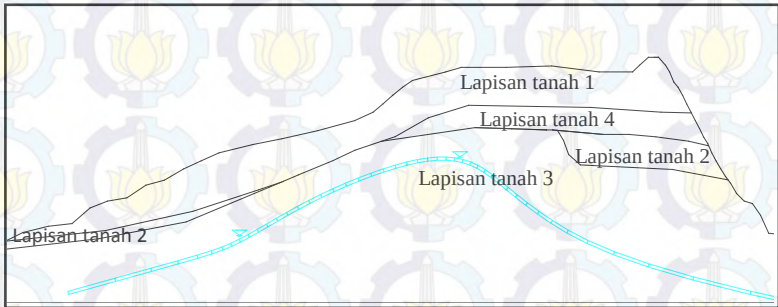
Sumber : PT.Parentjana Djaya

### 4.3. Pengolahan Data Tanah

Langkah-langkah pengolahan data tanah adalah sebagai berikut :

- Membuat penampang lereng dari peta topografi lokasi longsor, dengan tujuan memperoleh bentuk asli penampang lereng (dapat dilihat pada Lampiran A).
- Membuat stratigrafi tanah dari penampang lereng dengan tujuan mengelompokkan tanah berdasarkan jenis lapisan dan tingkat kekerasan (dapat dilihat pada Lampiran A).
- Menganalisis data lapisan tanah dari hasil statigrafi menggunakan metode statistik selang kepercayaan 90%, dengan tujuan mendapatkan data tanah dengan tingkat kepercayaan 90% (dapat dilihat pada Lampiran A).

Bentuk dari stratigrafi yang digunakan pada program xstbl adalah sebagai berikut (Gambar 4.2) :



**Gambar 4.2** Stratigrafi lereng dengan Xstbl  
Lahat – Tebing tinggi KM 237 +511

Proses analisis selang kepercayaan 90% dapat dilihat pada Lampiran (4.2). Hasil dari pengolahan data tanah dengan metoda selang kepercayaan dapat dilihat pada tabel (4.5) dan (4.6) sebagai berikut :

**Tabel 4.5** Data Tanah dengan Selang Kepercayaan 90 %

| No. Lapisan tanah | Kedalaman (m) | Wc (%) | $\gamma_t$ (t/m <sup>3</sup> ) | $\gamma_d$ (t/m <sup>3</sup> ) | $\gamma_{sat}$ (t/m <sup>3</sup> ) | Gs   |
|-------------------|---------------|--------|--------------------------------|--------------------------------|------------------------------------|------|
| Lapisan1          | 1.5 - 2.0     | 42.61  | 1.546                          | 1.14                           | 1.71                               | 2.62 |
| Lapisan2          | 3.5 - 4.0     | 42.35  | 1.674                          | 1.13                           | 1.76                               | 2.62 |
| Lapisan3          | 5.5 - 6.0     | 54.61  | 1.606                          | 1.16                           | 1.72                               | 2.62 |
| Lapisan4          | 3.5 - 4.0     | 28.53  | 1.332                          | 1.036                          | 1.64                               | 2.62 |

Sumber : Hasil Perhitungan

**Tabel 4.6** Data Tanah dengan Selang Kepercayaan 90 %

| No. Lapisan tanah | Kedalaman (m) | c (Kg/cm <sup>2</sup> ) | $\phi$ | IP (%) | LL (%) |
|-------------------|---------------|-------------------------|--------|--------|--------|
| Lapisan1          | 1.5 - 2.0     | 0.32                    | 10.704 | 53.99  | 86.76  |
| Lapisan2          | 3.5 - 4.0     | 0.130                   | 15.680 | 52.40  | 85.84  |
| Lapisan3          | 5.5 - 6.0     | 0.071                   | 11.538 | 45.70  | 92.81  |
| Lapisan4          | 3.5 - 4.0     | 0.080                   | 1.780  | 37.14  | 59.3   |

Sumber : Hasil Perhitungan

**4.4. Data Beban Kendaraan Lalu Lintas**

Beban kendaraan yang digunakan mengacu pada T-0906-2002, dengan berat kendaraan 15 Kpa untuk jalan kelas I.

**4.5. Data Perkuatan Eksisting**

Perkuatan eksisting yang digunakan menggunakan beronjong dengan spesifikasi sebagai berikut

D : (6 mm)  
 Lebar lapisan 1 (W) : 600 cm  
 Lebar lapisan 2 (W) : 615 cm  
 Lebar lapisan 3 (W) : 450 cm  
 Tinggi lapisan(H) : 60 cm

**4.6. Data Perencanaan Gabion**

Alternatif pertama yang direncanakan pada tebing yang longsor adalah perkuatan *gabion* dengan spesifikasi sebagai berikut (dapat dilihat pada Lampiran B). :

Produk : Meccaferi Indonesia  
 Type : 8 x 10  
 Panjang (L) : 300 cm  
 Lebar (W) : 100 cm  
 Tinggi (H) : 100 cm

#### 4.7. Data Perencanaan *Geotextile*

Alternatif perbaikan kedua pada tebing yang longsor direncanakan dengan menggunakan spesifikasi *geotextile* sebagai berikut (dapat dilihat pada Lampiran B) :

|                        |                                       |
|------------------------|---------------------------------------|
| Tipe                   | : Woven <i>Geotextile</i> tipe UW 250 |
| Strip Tensile Strength | : 52 kN/m                             |
| Berat                  | : 160 -190 kg dalam bentuk gulungan   |
| panjang                | : 150 -200 m                          |
| lebar                  | : 3-4 m.                              |

#### 4.8. Data Perencanaan *mini pile*

Data *mini pile* yang digunakan dalam perencanaan tugas akhir ini adalah produk dari Kalimantan Concrete Engineering dengan spesifikasi sebagai berikut (dapat dilihat pada Lampiran B) :

|             |                                       |
|-------------|---------------------------------------|
| tipe        | : <i>Mini Pile</i> persegi 20 x 20 cm |
| mutu beton  | : K-500                               |
| $f_c'$      | : 40 Mpa                              |
| momen retak | : 0,86 ton-m                          |
| dimensi     | : 20 x 20 cm                          |
| panjang     | : 3 m                                 |



## **BAB V**

### **PERENCANAAN ALTERNATIF PERBAIKAN PERKUATAN LERENG LONGSOR**

#### **5.1. Perhitungan Stabilitas Lereng**

Analisis stabilitas lereng diawali dengan pemeriksaan terhadap angka keamanan lereng, yaitu dengan melakukan perhitungan tegangan geser yang terjadi disepanjang permukaan retak yang paling kritis. Analisis stabilitas lereng dilakukan dengan program bantu komputer yaitu *xsatbl* versi 5.202. Tujuan dari penggunaan program bantu ini adalah untuk memastikan nilai angka keamanan yang tepat.

Adapun proses dari analisis stabilitas dan perencanaan alternatif perbaikan perkuatan lereng longsor pada studi kasus longsor ini adalah sebagai berikut :

- A. Perhitungan stabilitas keamanan lereng asli dengan menggunakan program bantu *xstbl* dengan tujuan untuk mengetahui keadaan stabilitas eksisting pada saat setelah terjadi nya longsor.
- B. Perencanaan alternatif perbaikan perkuatan lereng dengan gabion dan *Geotextile* dengan menggunakan hasil analisis stabilitas keamanan pada point A.

#### **5.2. Analisis Stabilitas Lereng dengan metoda analitis**

Analisis stabilitas lereng dengan menggunakan metoda analitis bertujuan untuk mengetahui stabilitas lereng dalam keadaan alami. Stabilitas lereng dalam tinjauan ini dibagi menjadi tanpa rembesan dan dengan rembesan. Bentuk dari geometri lereng dapat dilihat pada (Gambar 5.1).

Adapun perhitungan dari stabilitas lereng metoda analitis adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned}\gamma_t &= 15.459 \text{ Kn/m}^3 \\ \gamma_{\text{sat}} &= 17.060 \text{ Kn/m}^3\end{aligned}$$

$$\gamma_{\text{sat}} = 17.060 \text{ Kn/m}^3$$

$$\emptyset = 10.7045^\circ$$

$$c = 3,16 \text{ Kn/m}^2$$

$$H = 2.920 \text{ m}$$

$$F_s = \frac{c + \gamma \cdot h \cdot \cos^2 \beta \cdot \tan \phi}{\gamma \cdot h \cdot \sin \beta \cdot \cos \beta}$$

$$= \frac{3.16 + 15,45 \times 2,92 \cos^2 28,83 \times \operatorname{tg} 10,70}{15,459 \times 2,92 \times \sin 28,83 \times \cos 28,83}$$

$$= 0.509$$

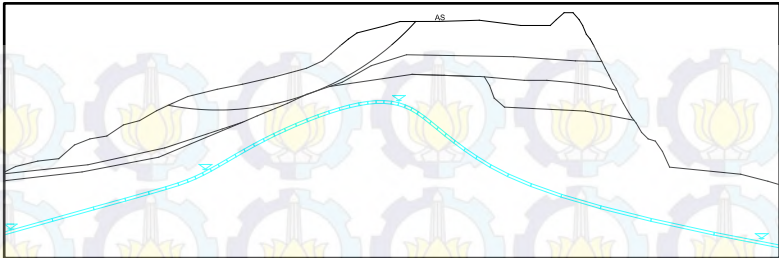
### C. Stabilitas lereng dengan rembesan

$$\begin{aligned}
 F_s &= \frac{c' + \gamma' \cdot h \cdot \cos^2 \beta \cdot \operatorname{tg} \phi}{\gamma' \cdot h \cdot \sin \beta \cdot \cos \beta + \gamma_w \cdot h \cdot \sin \beta \cdot \cos \beta} \\
 &= \frac{3.16 + 7.06 \times 2.92 \cos^2 28.83 \times \operatorname{tg} 10.70}{7.06 \times 2.92 \times \sin 28.83 \times \cos 28.83 + 10 \times 2.92 \times \sin 28.83 \times \cos 28.83} \\
 &= 0.292
 \end{aligned}$$

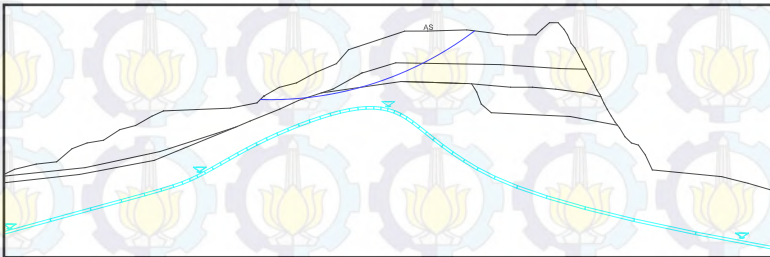
### 5.3. Analisis Stabilitas Lereng dengan *Xsatbl*

Analisis stabilitas lereng bertujuan untuk mengetahui tingkat keamanan dan bentuk bidang longsoran yang terjadi pada lereng. Adapun langkah - langkah yang dilakukan untuk menganalisis angka keamanan pada studi kasus ini adalah sebagai berikut :

- A. Melakukan analisis angka keamanan asli dengan program bantu *xsatbl*, dengan data dan stratigrafi tanah seperti yang terdapat pada bab IV (dapat dilihat pada Lampiran A).
- B. Membandingkan hasil dari analisis angka keamanan dan bentuk bidang longsoran yang terjadi pada program bantu *xsatbl* dengan cara merubah - rubah initiation dan termination, dengan tujuan memperoleh angka keamanan dan bentuk dari bidang longsoran yang dapat mewakili keadaan existing terjadinya longsoran.
- C. Bentuk longsoran dan angka keamanan yang diperoleh dari analisis *xsatbl* dapat dilihat pada gambar (5.2) dan Gambar 5.3, hasil perhitungan *xstbl* dapat dilihat pada Lampiran C.



**Gambar 5.2** Bentuk kelongsoran *Xsatbl* SF = 0.547



**Gambar 5.3** Bentuk kelongsoran *Xsatbl* SF = 1.00

#### 5.4. Alternatif Perbaikan Perkuatan Lereng dengan *Gabion* dan *Minipile*

##### 5.4.1 Alternatif Perbaikan Perencanaan *Gabion* Didasarkan pada $\Delta Mr$ Untuk Bidang Longsor dengan $F_s = 0.547$

Alternatif I perbaikan perkuatan lereng longsor adalah konstruksi *gabion*. Konstruksi ini akan dipasang pada lereng dengan elevasi - 5.3 m dari permukaan jalan. Spesifikasi *gabion* yang digunakan seperti yang telah di bahas pada bab IV. Adapun perhitungan *gabion* adalah sebagai berikut (Gambar 5.3) :

A. Data hasil analisis stabilitas lereng *xstbl*

$$Mr = 2857 \text{ Kn.m}$$

$$Mo = 5223.035 \text{ Kn.m}$$

$$Sf = 0.547$$

$$R = 19.75 \text{ m}$$

$Sf \text{ rencana} = 1.35$  (Petunjuk perencanaan penanggulangan-longsoran UDC 624.13.083.7)



### B. Data tanah dasar

$$\gamma_t = 16.063 \text{ Kn/m}^3$$

$$C = 7.08 \text{ Kn/m}^2$$

$$\phi = 11.5381$$

$$N_c = 9.058$$

$$N_q = 2.85$$

$$N_\gamma = 1.575$$

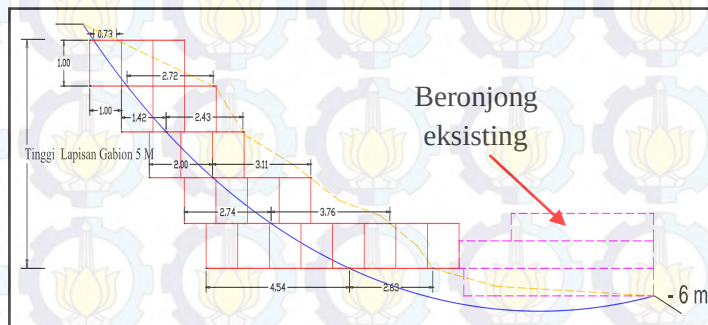
### C. Perhitungan momen tambahan yang dibutuhkan ( $\Delta Mr$ )

$$Sf \text{ rencana} = \frac{MR + \Delta Mr}{\frac{M_o}{2857 + \Delta Mr}}$$

$$1.35 = \frac{5223.035}{\Delta Mr}$$

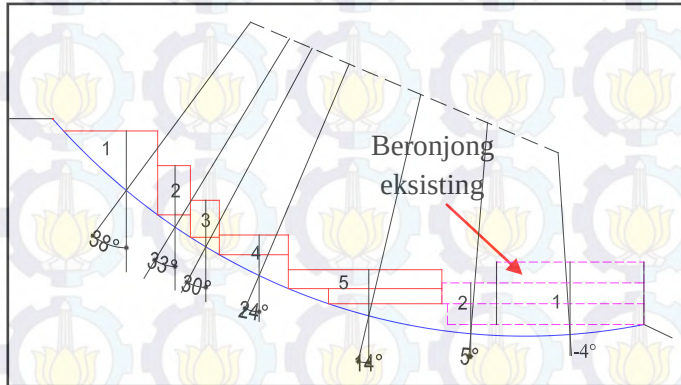
$$\Delta Mr = 4194.097 \text{ Kn.m}$$

D. Perencanaan perkuatan lereng dengan *gabion* dan *minipile*  
 Direncanakan bahwa momen tambahan yang dipikul oleh *gabion* adalah  $\Delta Mr$  1 dan momen tambahan yang dipikul oleh perkuatan beronjong eksisting adalah  $\Delta Mr$  2. Sketsa rencana perkuatan *gabion* baru dan beronjong eksisting ditunjukkan pada Gambar 5.3.



**Gambar 5.4** Pola rencana pemasangan *gabion* baru dan beronjong eksisting

Untuk menghitung momen tambahan yang dipikul oleh gabion ( $\Delta Mr_1$ ), gabion dibagi menjadi 5 pias; sedangkan untuk menghitung momen tambahan yang dipikul oleh beronjong eksisting ( $\Delta Mr_2$ ), beronjong dibagi menjadi 2 pias (Gambar 5.4).



**Gambar 5.5** Pembagian pias *gabion* dan beronjong

- Perhitungan  $\Delta Mr_1$   
Perhitungan berat *gabion* baru yang bekerja diatas bidang longsor dapat dilihat pada tabel yang diberikan pada Lampiran C, dari hasil perhitungan diperoleh resultan gaya yang bekerja pada *gabion* di atas bidang longsor adalah sebagai berikut :

tegak lurus bidang longsor ( $N_x$ )

$$\begin{aligned} N_x &= W \times \cos \alpha \times \text{tg} \phi \\ &= 196.0162 \text{ Kn} \end{aligned}$$

Sejajar bidang longsor ( $N_y$ )

$$\begin{aligned} N_y &= W \times \sin \alpha \\ &= 107.0316 \text{ Kn} \end{aligned}$$

$$\Delta Mr1 = (N_x - N_y) \times R$$

$$\begin{aligned}\Delta Mr1 &= (196.0162 - 107.0316) \times 19.75 \\ &= 1758.336 \text{ Kn.m}\end{aligned}$$

- Perhitungan  $\Delta Mr2$

Perhitungan berat perkuatan eksisting (beronjong) yang bekerja di atas bidang longsor dapat dilihat pada tabel yang diberikan pada Lampiran C, dari hasil perhitungan diperoleh resultan gaya yang bekerja pada beronjong di atas bidang longsor adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned}\text{tegak lurus bidang longsor } (N_x) \\ N_x &= (W \times \cos \alpha \times \text{tg}^2/3 \emptyset) + (C \times L) \\ &= 23.8591 + 18.96 \\ &= 42.819 \text{ Kn}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Sejajar bidang longsor } (N_y) \\ N_y &= W \times \sin \alpha \\ &= - 7.64483 \text{ Kn}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\Delta Mr2 &= (N_x - N_y) \times R \\ \Delta Mr2 &= (42.819 - (-7.64483)) \times 19.75 \\ &= 996.743 \text{ Kn.m}\end{aligned}$$

Total momen tambahan ( $\Delta Mr$ ) yang dipikul oleh *gabion* dan beronjong eksisting adalah:

$$\begin{aligned}\Delta MR &= \Delta Mr1 + \Delta Mr2 \\ &= 1758.336 + 996.743 \\ &= 2755.079 \text{ Kn.m}\end{aligned}$$

Kekurangan momen tambahan adalah sebesar ( $\Delta Mr3$ ).

$$\begin{aligned}\Delta Mr3 &= \Delta Mr \text{ yang dibutuhkan} - \Delta Mr1 - \Delta Mr2 \\ \Delta Mr3 &= 4194.097 - 1758.336 - 996.743 \\ \Delta Mr3 &= 1439.018 \text{ Kn.m}\end{aligned}$$

Kekurangan momen tambahan ( $\Delta M_r$  3) direncanakan akan dipikul oleh perkuatan *minipile*.

- E. Perencanaan *minipile* yang dibutuhkan untuk tambahan perkuatan *gabion*.

*Minipile* yang digunakan merupakan produk dari Kalimantan Concrete Engineering dengan panjang tiang 3 m dan berukuran 20 x 20 cm. konstruksi ini dipasang pada kedalaman 5.3 m dari permukaan jalan.

- a. Perhitungan E Komposit

Nilai modulus elastisitas yang digunakan pada *minipile* adalah modulus elastisitas komposit antara beton dan baja. Dari spesifikasi produk *minipile* diketahui mutu beton adalah K500, dengan spesifikasi sebagai berikut :

$$f'_c = 40,00 \text{ Mpa.}$$

$$\begin{aligned} E_c &= 4700 \sqrt{f'_c} \\ &= 4700 \sqrt{40} = 29725,410 \text{ Mpa} \\ &= 297254,10 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

$$E_s = 200000 \text{ Mpa}$$

$$Mp_{max} \text{ 1 minipile} = 0,86 \text{ t.m} = 86000 \text{ kg.cm}$$

$$A_c = 400 \text{ cm}^2$$

$$A_s = 1.54 \text{ cm}^2$$

$$A_t = 4.52 \text{ cm}^2$$

Jadi E (modulus elastisitas) komposit adalah :

$$\begin{aligned} E_{komposit} &= \frac{(A_c \times E_c) + (A_t \times E_s) + (A_s \times E_s)}{A_c + A_t + A_s} \\ &= \frac{(400 \times 297254,10) + (4,52 \times 2,10^6) + (1,54 \times 2,10^6)}{400 + 4,52 + 1,54} \\ &= 322665,7144 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$



Keterangan :

$E_c$  = modulus elastisitas beton ( $\text{kg/cm}^2$ )

$E_s$  = modulus elastisitas baja ( $\text{kg/cm}^2$ )

$A_c$  = luasan beton ( $\text{m}^2$ )

$A_t$  = luasan tulangan ( $\text{m}^2$ )

$A_s$  = luasan sengkang ( $\text{m}^2$ )

b. Perhitungan faktor kekakuan relatif (T)

Dalam menghitung faktor kekakuan relatif (T) digunakan persamaan (2.35), adapun perhitungannya adalah sebagai berikut :

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

$$I = \frac{1}{12}bh^3 = \frac{1}{12} \times 20 \times 20^3 = 13333,33 \text{ cm}^4$$

$$qu = 2 \times cu = 2 \times 0,0708 = 0,142 \text{ kg/cm}^2$$

dari gambar (2.18) didapatkan nilai sebagai berikut :

$$f = 1.933 \times 0.032 = 0.062 \text{ kg/cm}^3$$

sehinga diperoleh besarnya faktor kekuatan relatif ( T )

$$T = \left( \frac{322665,7144 \times 13333,33}{0.062} \right)^{\frac{1}{5}} = 147.319 \text{ cm}$$

c. Perhitungan gaya horisontal yang mampu ditahan 1 buah *minipile*.

Dengan menggunakan persamaan (2.40) didapat hasil perhitungan gaya horisontal adalah sebagai berikut :

$$P_{max} = \frac{Mp}{F_M \times T}$$

$$Mp_{max} \text{ 1 minipile} = 0,86 \text{ t.m} = 86000 \text{ kg.cm}$$

$$L/T = \frac{300}{147,319} = 2,03$$

Dari Gambar 2.26 didapatkan nilai  $F_M = 1,00$

$$P_{max} \text{ 1 mini pile} = \frac{Mp}{F_M \times T} = \frac{86000}{1 \times 147,319} = 583,767 \text{ kg}$$

d. Perhitungan kebutuhan *minipile* (n)

$$n = \frac{\Delta RM}{P_{max} \text{ 1 minipile} \times R}$$

$$n = \frac{143901.789}{(583,767) \times 19.75} = 12,481 \approx 13 \text{ buah}$$

G. Kontrol daya dukung

$$Sf = \frac{qu}{p'}$$

$$\begin{aligned} qu &= (C \times Nc) + (0.3 \times \gamma_x N \gamma_x B) \\ &= (7.08 \times 9.058) + (0.3 \times 16.063 \times 1.575 \times 8) \\ &= 124.848 \text{ Kn/m}^2 \end{aligned}$$

$$p' = \frac{w}{B} \times \frac{1 + 6.e}{B}$$

$$e = \frac{B}{2} \times \frac{(Mr - Mo)}{W}$$

Dimana  $W$  adalah berat total *gabion*,  $B$  adalah lebar dasar gabion,  $M_r$  adalah momen tahanan total sedangkan  $M_o$  adalah momen overtuning total. Sehingga diperoleh perhitungan seperti berikut :

$$\begin{aligned} M_r &= M_r + \Delta M_r 1 + \Delta M_r 2 + \Delta M_r 3 \\ &= 2857 + 1758.336 + 996.743 + 1439.018 \\ &= 7051.097 \text{ Kn.m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_o &= M_o \\ &= 5223.035 \text{ Kn.m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} W &= \text{luas total gabion} \times \gamma \times 1 \\ &= 21 \times 19 \times 1 \\ &= 399 \text{ Kn/m} \end{aligned}$$

$$e = \frac{8}{2} - \frac{(7051.097 - 5223.035)}{399} = -0.582$$

$$e = -\frac{8}{6} < -0.582 < \frac{8}{6} \dots \text{Ok}$$

$$p' = \frac{399}{8} \times \frac{1 + 6 \times 0.582}{8} = 28.005 \text{ Kn/m}^2$$

$$S_f = \frac{qu}{p'} = \frac{124.848}{28.005} = 4.458 > 3 \dots \dots \text{Ok}$$





## 5.5. Alternatif Perbaikan Perkuatan Lereng dengan *Geotextile*

### 5.5.1. Alternatif Perbaikan Perencanaan *Geotextile* Didasarkan pada $\Delta Mr$ untuk Bidang Longsor dengan $F_s = 0.547$

Alternatif II adalah perkuatan *geotextile* spesifikasi dari *geotextile* yang digunakan seperti yang telah dibahas di bab IV dengan kekuatan  $T$  ultimit 52 Kn/m. Adapun perhitungan dari *geotextile* untuk  $F_s = 0.547$  adalah sebagai berikut :

A. Data hasil analisis stabilitas lereng xstbl

$$\begin{aligned} M_r &= 2857 \text{ Kn.m} \\ M_o &= 5223.035 \text{ Kn.m} \\ S_f &= 0.547 \\ R &= 19.75 \text{ m} \\ C_c x &= 15.91 \text{ m} \\ C_c y &= 171.84 \\ S_f \text{ rencana} &= 1.35 \end{aligned}$$

B. Data tanah dasar

$$\begin{aligned} \gamma_t &= 16.063 \text{ Kn/m}^3 \\ c &= 7.08 \text{ Kn/m}^2 \\ \phi &= 11.5381 \\ N_c &= 9.058 \\ N_\gamma &= 1.575 \end{aligned}$$

C. Tanah timbunan yang digunakan untuk timbunan *geotextile* adalah tanah hasil pekerjaan galian (tanah asli), dengan data sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \gamma_t &= 15.459 \text{ Kn/m}^3 \\ c &= 3.16 \text{ Kn/m}^2 \\ \phi &= 10.7045 \text{ Kn/m}^2 \end{aligned}$$

A. Menghitung  $\Delta Mr$  yang dibutuhkan

$$Sf \text{ rencana} = \frac{MR + \Delta Mr}{Mo}$$

$$1.35 = \frac{2857 + \Delta Mr}{5223.035}$$

$$\Delta Mr = 4194.097 \text{ Kn.m}$$

B. Menghitung kekuatan *Geotextile* ( $T_{allow}$ )

Kekuatan *Geotextile* dihitung berdasarkan kuat tarik ultimate ( $T_{ult}$ ) dan dipengaruhi oleh nilai faktor reduksi, antara lain:

$$\text{Faktor reduksi akibat instalasi (RF}_{id}) = 1.25$$

$$\text{Faktor reduksi rangkai (RF}_{cr}) = 1.8$$

$$\text{Faktor reduksi pengaruh kimia (RF}_{cd}) = 1.25$$

$$\text{Faktor reduksi pengaruh biologi (RF}_{bd}) = 1.30$$

$$T_{allow} = T_{ult} \frac{1}{RF_{ID} \times RF_{CR} \times RF_{CD} \times RF_{BD}}$$

Dalam perencanaan ini digunakan tipe *Geotextile* UW 250 dengan kekuatan tarik sebesar 52 kN/m', maka Kekuatan Ijin Tarik *Geotextile* diperoleh sebesar :

$$\begin{aligned} T_{allow} &= 52 \frac{1}{1.25 \times 1.8 \times 1.25 \times 1.30} \\ &= 14.222 \text{ Kn/m'} \end{aligned}$$

C. Menghitung jumlah momen tambahan yang dipikul oleh *geotextile* ( $\Delta Mr1$ ) dan oleh perkuatan eksisting ( $\Delta Mr2$ ).

Direncanakan *geotextile* dengan lapisan sebagai berikut :

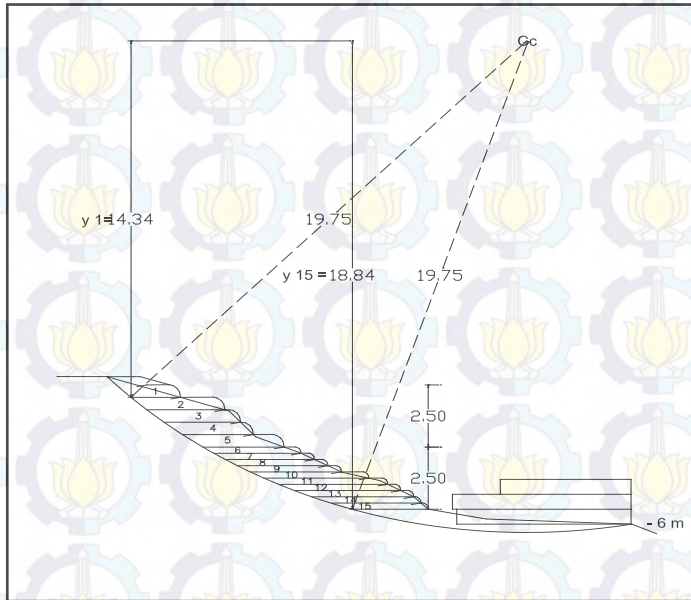
$$Sv \ 1 = 0.25 \text{ m, } n = 10 \text{ lapis, } h = 2.5 \text{ m}$$

$$Sv \ 2 = 0.50 \text{ m, } n = 5 \text{ lapis, } h = 2.5 \text{ m}$$

$$\Delta m_r = \Sigma M_{\text{Geotextile}}$$

$$\Sigma M_{\text{Geotextile}} = \Sigma T_i \times \text{Tallow}$$

Dimana  $T_i$  adalah jarak dari *geotextile* terhadap *circle center*, sketsa  $T_i$  ditunjukkan pada Gambar 5.8.



**Gambar 5.8** Sketsa jarak *geotextile* terhadap *circle center*

Contoh dari perhitungan momen tambahan yang dipikul oleh *geotextile* ( $\Delta M_{r1}$ ) adalah sebagai berikut :

ordinat Y circle center = 171.84 m

ordinat Y *geotextile* adalah = 153 m.

$$\begin{aligned} T_i &= (\text{ordinat } y \text{ circle center} - \text{ordinat } y \text{ Geotextile}) \\ &= 171.84 \text{ m} - 153 \text{ m} \\ &= 18.84 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 M_{\text{Geotextile}} &= T_i \times T_{\text{allow}} \\
 &= 18.84 \times 14.222 \times 1 \\
 &= 267.947 \text{ Kn.m}
 \end{aligned}$$

Hasil dari perhitungan momen yang dipikul oleh *Geotextile* ditunjukkan oleh Tabel 5.1

**Tabel 5.1** Momen yang Dipikul oleh *Geotextile*

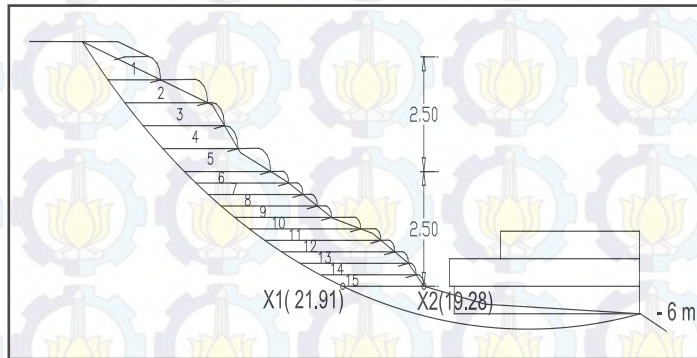
| Lapisan                       | H    | T <sub>i</sub> | T <sub>allow</sub> | M <sub>Geotextile</sub> |
|-------------------------------|------|----------------|--------------------|-------------------------|
| 15                            | 5    | 18.84          | 14.222             | 267.947                 |
| 14                            | 4.75 | 18.59          | 14.222             | 264.391                 |
| 13                            | 4.5  | 18.34          | 14.222             | 260.836                 |
| 12                            | 4.25 | 18.09          | 14.222             | 257.28                  |
| 11                            | 4    | 17.84          | 14.222             | 253.724                 |
| 10                            | 3.75 | 17.59          | 14.222             | 250.169                 |
| 9                             | 3.5  | 17.34          | 14.222             | 246.613                 |
| 8                             | 3.25 | 17.09          | 14.222             | 243.058                 |
| 7                             | 3    | 16.84          | 14.222             | 239.502                 |
| 6                             | 2.75 | 16.59          | 14.222             | 235.947                 |
| 5                             | 2.5  | 16.34          | 14.222             | 232.391                 |
| 4                             | 2    | 15.84          | 14.222             | 225.28                  |
| 3                             | 1.5  | 15.34          | 14.222             | 218.169                 |
| 2                             | 1    | 14.84          | 14.222             | 211.058                 |
| 1                             | 0.5  | 14.34          | 14.222             | 203.947                 |
| Momen <i>Geotextile</i> total |      |                |                    | 3610.31Kn.m             |

Dari hasil perhitungan sebelum nya diketahui momen tambahan yang dipikul oleh perkuatan beronjong eksisting ( $\Delta M_r 2$ ) sebesar 996.743 Kn.m, sehingga diperoleh total momen tahanan yang dipikul oleh perkuatan *geotextile* dan perkuatan eksisting sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 \Delta M_r &= \Delta M_r 1 + \Delta M_r 2 \\
 \Delta M_r &= 3610.31 + 996.743 \\
 \Delta M_r &= 4607.053 \text{ Kn.m}
 \end{aligned}$$



- D. Menghitung panjang *geotextile* di depan bidang longsor  
 $L_r = X_1 - X_2$ , dimana  $X_1$  adalah absis bidang longsor, sedangkan  $X_2$  adalah absis permukaan tanah di depan bidang longsor. Adapun sketsa dari contoh titik kordinat  $X_1$  dan  $X_2$  ditunjukkan pada Gambar 5.9.



**Gambar 5.9** Sketsa kordinat  $X_1$  dan  $X_2$

Hasil perhitungan panjang *geotextile* di depan bidang longsor ditunjukkan pada Tabel 5.2

**Tabel 5.2** Hasil Perhitungan Panjang *Geotextile* di Depan Bidang Longsor

| No lapisan | Panjang ( $L_r$ ) |           |           |
|------------|-------------------|-----------|-----------|
|            | $X_1$ (m)         | $X_2$ (m) | $L_r$ (m) |
| 15         | 21.91             | 19.28     | 2.63      |
| 14         | 22.61             | 19.54     | 3.07      |
| 13         | 23.31             | 19.79     | 3.52      |
| 12         | 23.89             | 20.23     | 3.66      |
| 11         | 24.44             | 20.68     | 3.76      |
| 10         | 24.94             | 21.33     | 3.61      |
| 9          | 25.41             | 22.27     | 3.14      |
| 8          | 25.86             | 22.74     | 3.12      |

|   |       |       |      |
|---|-------|-------|------|
| 7 | 26.27 | 23.2  | 3.07 |
| 6 | 26.67 | 23.67 | 3    |
| 5 | 27.05 | 24.25 | 2.8  |
| 4 | 27.75 | 25.31 | 2.44 |
| 3 | 28.38 | 25.74 | 2.64 |
| 2 | 28.97 | 26.14 | 2.83 |
| 1 | 29.52 | 27.81 | 1.71 |

H. Menghitung panjang *Geotextile* di belakang bidang longsor

$$Le = \frac{T \times SF}{(\tau_1 + \tau_2) \times E}$$

Dimana  $\tau$  adalah tegangan geser yang bekerja pada *geotextile*, sedangkan E adalah efisiensi yang besarnya 0,8, contoh dari perhitungan Le adalah sebagai berikut :

$$Le_{15} = \frac{14.222 \times 1.35}{(\tau_1 + \tau_2) \times 0.8}$$

$$\tau = c + \sigma \operatorname{tg} \frac{2}{3} \phi$$

$$\begin{aligned} \tau_1 &= 7.08 + (16.063 \times 1.42) \times \operatorname{tg} (2/3 \times 11.5381) \\ &= 10.161 \text{ Kn/m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \tau_2 &= 3.16 + (15.459 \times 1.42) \times \operatorname{tg} (2/3 \times 10.7045) \\ &= 5.908 \text{ Kn/m}^2 \end{aligned}$$

$$Le_{15} = \frac{14.222 \times 1.35}{(10.161 + 5.908) \times 0.8} = 1.49 \text{ m}$$

Hasil perhitungan panjang *geotextile* di belakang bidang longsor ditunjukkan pada Tabel 5.3

**Tabel 5.3** Hasil Perhitungan Panjang *Geotextile* di Belakang Bidang Longsor

| No lapisan | T     | Sf   | E   | $\tau_1$ | $\tau_2$ | Le   | Le (m) Pakai |
|------------|-------|------|-----|----------|----------|------|--------------|
| 15         | 14.22 | 1.35 | 0.8 | 10.16    | 5.90     | 1.49 | 1.5          |
| 14         | 14.22 | 1.35 | 0.8 | 5.94     | 5.94     | 2.03 | 2.1          |
| 13         | 14.22 | 1.35 | 0.8 | 6.16     | 6.16     | 1.95 | 2.0          |
| 12         | 14.22 | 1.35 | 0.8 | 6.25     | 6.25     | 1.92 | 2.0          |
| 11         | 14.22 | 1.35 | 0.8 | 6.21     | 6.21     | 1.93 | 2.0          |
| 10         | 14.22 | 1.35 | 0.8 | 6.14     | 6.14     | 1.96 | 2.0          |
| 9          | 14.22 | 1.35 | 0.8 | 6.29     | 6.29     | 1.91 | 2.0          |
| 8          | 14.22 | 1.35 | 0.8 | 6.79     | 6.79     | 1.77 | 1.8          |
| 7          | 14.22 | 1.35 | 0.8 | 7.01     | 7.01     | 1.71 | 1.8          |
| 6          | 14.22 | 1.35 | 0.8 | 6.77     | 6.77     | 1.77 | 1.8          |
| 5          | 14.22 | 1.35 | 0.8 | 6.54     | 6.54     | 1.83 | 1.9          |
| 4          | 14.22 | 1.35 | 0.8 | 6.02     | 6.02     | 1.99 | 2.0          |
| 3          | 14.22 | 1.35 | 0.8 | 5.46     | 5.46     | 2.20 | 2.2          |
| 2          | 14.22 | 1.35 | 0.8 | 4.86     | 4.86     | 2.47 | 2.5          |
| 1          | 14.22 | 1.35 | 0.8 | 4.24     | 4.24     | 2.83 | 2.9          |

I. Menghitung panjang lipatan *geotextile* ( $L_o$ )

$$L_o = \frac{0.5 \times T \times SF}{(\tau_1 + \tau_2) \times E}$$

$$\tau = c + \sigma \operatorname{tg} n \frac{2}{3} \emptyset$$

$$\begin{aligned} \tau_1 &= 7.08 + (16.063 \times 1.42) \times \operatorname{tg} n (2/3 \times 11.5381) \\ &= 10.161 \text{ Kn/m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\tau_2 &= 3.16 + (15.459 \times 1.42) \times \operatorname{tg} n (2/3 \times 10.7045) \\ &= 5.908 \text{ Kn/m}^2\end{aligned}$$

$$Lo_{15} = \frac{0.5 \times 14.222 \times 1.35}{(10.161 + 5.908) \times 0.8} = 0.75 \text{ m}$$

Hasil perhitungan panjang lipatan *geotextile* ditunjukkan pada Tabel 5.4

**Tabel 5.4** Hasil Perhitungan Panjang Lipatan *Geotextile*

| No<br>lapisan | T     | Sf   | E   | $\tau_1$ | $\tau_2$ | Lo   | Lo<br>(m)<br>pakai |
|---------------|-------|------|-----|----------|----------|------|--------------------|
| 15            | 14.22 | 1.35 | 0.8 | 10.16    | 5.90     | 0.75 | 1                  |
| 14            | 14.22 | 1.35 | 0.8 | 5.94     | 5.94     | 1.01 | 1.1                |
| 13            | 14.22 | 1.35 | 0.8 | 6.16     | 6.16     | 0.97 | 1.0                |
| 12            | 14.22 | 1.35 | 0.8 | 6.25     | 6.25     | 0.96 | 1.0                |
| 11            | 14.22 | 1.35 | 0.8 | 6.21     | 6.21     | 0.97 | 1.0                |
| 10            | 14.22 | 1.35 | 0.8 | 6.14     | 6.14     | 0.98 | 1.7                |
| 9             | 14.22 | 1.35 | 0.8 | 6.29     | 6.29     | 0.95 | 1                  |
| 8             | 14.22 | 1.35 | 0.8 | 6.79     | 6.79     | 0.88 | 1                  |
| 7             | 14.22 | 1.35 | 0.8 | 7.01     | 7.01     | 0.86 | 1                  |
| 6             | 14.22 | 1.35 | 0.8 | 6.77     | 6.77     | 0.89 | 1                  |
| 5             | 14.22 | 1.35 | 0.8 | 6.54     | 6.54     | 0.92 | 1.6                |
| 4             | 14.22 | 1.35 | 0.8 | 6.02     | 6.02     | 1.00 | 1                  |
| 3             | 14.22 | 1.35 | 0.8 | 5.46     | 5.46     | 1.10 | 1.1                |
| 2             | 14.22 | 1.35 | 0.8 | 4.86     | 4.86     | 1.23 | 2.0                |
| 1             | 14.22 | 1.35 | 0.8 | 4.24     | 4.24     | 1.41 | 1.5                |

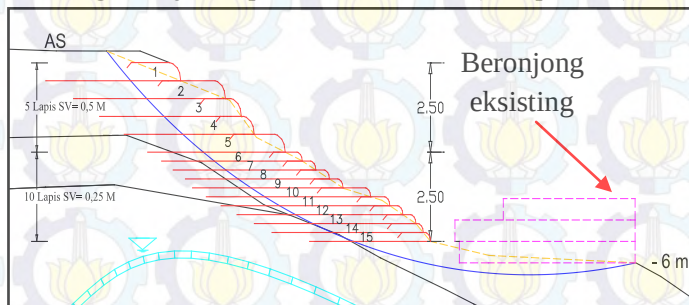
- J. Menghitung panjang total *geotextile* yang dibutuhkan ( L )  
Perhitungan panjang total *geotextile* yang dibutuhkan ditunjukkan pada Tabel 5.5.



**Tabel 5.5** Perhitungan Panjang Total *Geotextile* yang Dibutuhkan

| No lapisan | Le pakai | Lo pakai | Lr pakai | Sv pakai | L Total (m)<br>$L = Le + Lo + Lr + Sv$ |
|------------|----------|----------|----------|----------|----------------------------------------|
| 15         | 1.5      | 1        | 2.63     | 0.25     | 5.4                                    |
| 14         | 2.1      | 1.1      | 3.07     | 0.25     | 6.6                                    |
| 13         | 2.0      | 1.0      | 3.52     | 0.25     | 6.8                                    |
| 12         | 2.0      | 1.0      | 3.66     | 0.25     | 7                                      |
| 11         | 2.0      | 1.0      | 3.76     | 0.25     | 7.1                                    |
| 10         | 2.0      | 1.7      | 3.61     | 0.25     | 7.6                                    |
| 9          | 2.0      | 1        | 3.14     | 0.25     | 6.4                                    |
| 8          | 1.8      | 1        | 3.12     | 0.25     | 6.2                                    |
| 7          | 1.8      | 1        | 3.07     | 0.25     | 6.2                                    |
| 6          | 1.8      | 1        | 3        | 0.25     | 6.1                                    |
| 5          | 1.9      | 1.6      | 2.8      | 0.5      | 6.8                                    |
| 4          | 2.0      | 1        | 2.44     | 0.5      | 6.0                                    |
| 3          | 2.2      | 1.1      | 2.64     | 0.5      | 6.5                                    |
| 2          | 2.5      | 2.0      | 2.83     | 0.5      | 7.9                                    |
| 1          | 2.9      | 1.5      | 1.71     | 0.5      | 6.7                                    |

Gambar sketsa pemasangan *geotextile* dan beronjong eksisting ditunjukkan pada Gambar 5.10 (Lampiran C)



**Gambar 5.10** Sketsa pemasangan *geotextile* dan beronjong eksisting

## K. Kontrol stabilitas longsor

$$Sf = \frac{Mr}{Mo}$$

$$\begin{aligned} Mr &= Mr + \Delta Mr_1 + \Delta Mr_2 \\ &= 2857 + 3610.31 + 996.743 \\ &= 7464.053 \text{ Kn.m} \end{aligned}$$

$$Mo = 5223.035 \text{ Kn.m}$$

$$Sf = \frac{7465.475}{5223.035} = 1.429 > 1.35 \quad \dots \dots \dots \text{Ok}$$

## L. Kontrol daya dukung

$$Sf = \frac{qu}{p'}$$

$$\begin{aligned} qu &= (C \times Nc) + (0.3 \times \gamma \times N\gamma \times B) \\ &= (7.08 \times 9.058) + (0.3 \times 16.063 \times 1.575 \times 8) \\ &= 124.848 \text{ Kn/m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P &= \gamma \times z \\ &= 18 \times 1.42 \\ &= 25.56 \text{ Kn/m}^2 \end{aligned}$$

$$Sf = \frac{124.848}{25.56} = 4.885 > 1.35 \quad \dots \dots \dots \text{Ok}$$

### 5.5.1. Alternatif Perbaikan Perencanaan Geotextile Didasarkan pada $\Delta Mr$ untuk Bidang Longsor dengan $F_s = 1.00$

Dengan cara yang sama seperti pada sub bab 5.5.1 didapatkan hasil perencanaan seperti yang diberikan dalam Tabel 5.6. Uraian perencanaan diberikan pada Lampiran C.

**Tabel 5.6** Perhitungan Panjang Total Geotextile yang Dibutuhkan

| No Lapisan | Le Pakai | Lo Pakai | Lr Pakai | Sv Pakai | L Total (m)<br>$L = Le + Lo + Lr + Sv$ |
|------------|----------|----------|----------|----------|----------------------------------------|
| 15         | 2.0      | 1        | 2.63     | 0.25     | 5.9                                    |
| 14         | 2.0      | 1        | 3.07     | 0.25     | 6.4                                    |
| 13         | 1.8      | 1        | 4.121    | 0.25     | 7.2                                    |
| 12         | 1.6      | 1        | 5.114    | 0.25     | 8.0                                    |
| 11         | 1.3      | 1        | 5.774    | 0.25     | 8.4                                    |
| 10         | 1.3      | 1        | 6.043    | 0.25     | 8.6                                    |
| 9          | 1.3      | 1        | 5.91     | 0.25     | 8.5                                    |
| 8          | 1.3      | 1        | 6.174    | 0.25     | 8.8                                    |
| 7          | 1.3      | 1        | 6.376    | 0.25     | 9.0                                    |
| 6          | 1.4      | 1        | 6.525    | 0.25     | 9.2                                    |
| 5          | 1.4      | 1        | 6.515    | 0.5      | 9.5                                    |
| 4          | 1.6      | 1        | 6.499    | 0.5      | 9.6                                    |
| 3          | 1.8      | 1        | 6.995    | 0.5      | 10.3                                   |
| 2          | 2.1      | 1.1      | 7.304    | 0.5      | 11.0                                   |
| 1          | 2.5      | 1.3      | 6.55     | 0.5      | 10.9                                   |

### 5.6. Rangkuman Hasil Perencanaan Perbaikan Perkuatan Lereng

Dari hasil perencanaan alternatif perbaikan perkuatan lereng di Jalan Lintas Sumatra ruas Jalan Lahat – Tebing tinggi Km 237 + 511 diperoleh rangkuman sebagai berikut :

- A. Untuk Alternatif I, perbaikan perkuatan lereng longsor dengan menggunakan perkuatan *gabion* dan *minipile* menggunakan sf terkritis = 0,547 dibutuhkan material untuk panjang 1m tegak lurus bidang gambar sebanyak 21 m<sup>3</sup> batu dan 5 unit *minipile*. Untuk perbaikan perkuatan lereng longsor dengan menggunakan sf = 1,00 tidak direncanakan, karena bidang longsor yang terjadi memotong seluruh badan jalan sehingga perkuatan *gabion* dan *minipile* menjadi tidak efisien dan efektif.
- B. Untuk Alternatif II, perbaikan perkuatan lereng longsor dengan menggunakan *geotextile* menggunakan sf terkritis = 0,547 dibutuhkan material untuk panjang 1m tegak lurus bidang gambar sebanyak 99.3 m<sup>2</sup> *geotextile*. Untuk perbaikan perkuatan lereng longsor dengan menggunakan sf = 1,00 dibutuhkan material untuk panjang 1m tegak lurus bidang gambar sebanyak 131.3 m<sup>2</sup> *geotextile*.
- C. Perbandingan kekurangan dan kelebihan alternatif perbaikan perkuatan lereng longsor menggunakan perkuatan *gabion* dan *minipile* (alternatif I), dengan alternatif perbaikan perkuatan lereng longsor menggunakan *geotextile* (alternatif II) ditinjau dari segi kemudahan dalam pelaksanaan, kemudahan mendapatkan material dan kelancaran akses lalu lintas adalah sebagai berikut :
  - a. Ditinjau dari segi kemudahan dalam pelaksanaan, alternatif I lebih sulit dari pada alternatif II karena dalam pelaksanaan nya alternatif I menggunakan *minipile* sedangkan alternatif II tidak menggunakan *minipile*.



- b. Ditinjau dari segi kemudahan mendapatkan material, alternatif I lebih sulit dalam memperoleh material dari pada alternatif II, karena alternatif I menggunakan material batu sedangkan alternatif II menggunakan hasil tanah galian dari lereng yang ada di lapangan.
- c. Ditinjau dari segi kelancaran akses lalu lintas, alternatif I lebih baik dari pada alternatif II, karena panjang nya galian lereng di bawah badan jalan pada alternatif II lebih panjang dari pada alternatif I.



## BAB VI PENUTUP

### 6.1. Kesimpulan

Alternatif perbaikan perkuatan lereng longsor ruas Jalan Lahat - Tebing tinggi Km 237 + 511 yang telah direncanakan, dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Dari hasil analisis stabilitas lereng menggunakan program *xsatbl* diperoleh faktor keamanan lereng untuk keadaan kritis sebesar  $SF = 0.547$ .
2. Jumlah momen tahanan yang dibutuhkan untuk meningkatkan faktor keamanan lereng menjadi 1.35 untuk  $SF = 0.547$  adalah 4194.097 Kn.m, momen tambahan yang diperlukan untuk  $sf = 1.00$  adalah 1622.6 Kn.m.
3. Dari hasil alternatif I perbaikan perkuatan lereng longsor dengan *gabion* dan *minipile* untuk  $SF = 0.547$  diperoleh momen yang dipikul oleh *gabion* adalah 1758.336 Kn.m, momen yang dipikul oleh perkuatan beronjong eksisting adalah 996.743 Kn.m, sedangkan momen yang dipikul oleh *minipile* adalah 1439.018 Kn.m. Untuk  $SF = 1.00$  dapat dilihat bahwa pemasangan konstruksi gabion sebagai tambahan perkuatan sangat tidak efisien dan tidak efektif, karena bidang longsor yang terjadi memotong seluruh badan jalan, sehingga disimpulkan untuk tidak merencanakan perkuatan gabion dengan  $F_s = 1,00$ .

4. Dari hasil alternatif II perbaikan perkuatan lereng longsor dengan *geotextile* untuk  $SF = 0.547$ , diperoleh momen yang dipikul oleh *geotextile* adalah 3610.31 Kn.m, sedangkan momen yang dipikul oleh perkuatan beronjong eksisting adalah 996.743 Kn.m, sehingga dapat disimpulkan tidak dibutuhkan tambahan perkuatan *minipile*, sedangkan untuk  $SF = 1.00$ , diperoleh momen yang dipikul oleh *geotextile* adalah 1707.4 Kn.m.
5. Ditinjau dari segi kemudahan dalam melaksanakan, alternatif yang terbaik untuk diimplementasikan adalah alternatif perbaikan perkuatan lereng dengan *geotextile*, karena dalam pelaksanaan nya tidak diperlukan tambahan perkuatan *minipile*.
6. Ditinjau dari segi kemudahan mendapatkan material yang dibutuhkan, alternatif yang terbaik untuk diimplementasikan adalah alternatif *geotextile*, karena kemudahan dalam mendapatkan material timbunan dari tanah galian lereng yang ada di lapangan.
7. Ditinjau dari segi kelancaran akses lalu lintas, alternatif yang terbaik untuk diimplementasikan adalah alternatif perbaikan perkuatan lereng longsor dengan menggunakan *gabion* dan *minipile*, karena panjang nya galian lereng di bawah badan jalan lebih sedikit dibandingkan dengan alternatif perbaikan perkuatan lereng longsor dengan menggunakan *geotextile*.

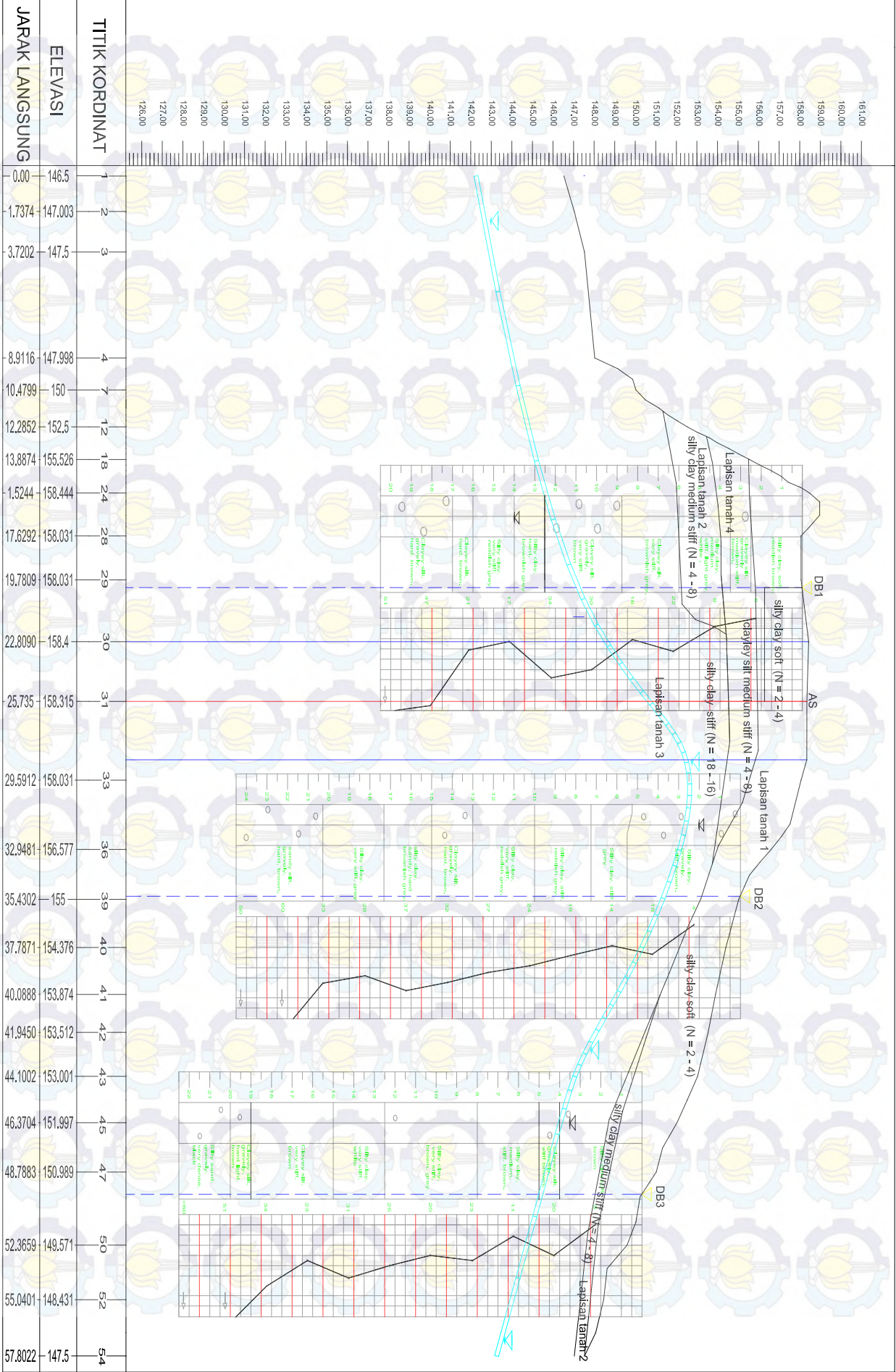


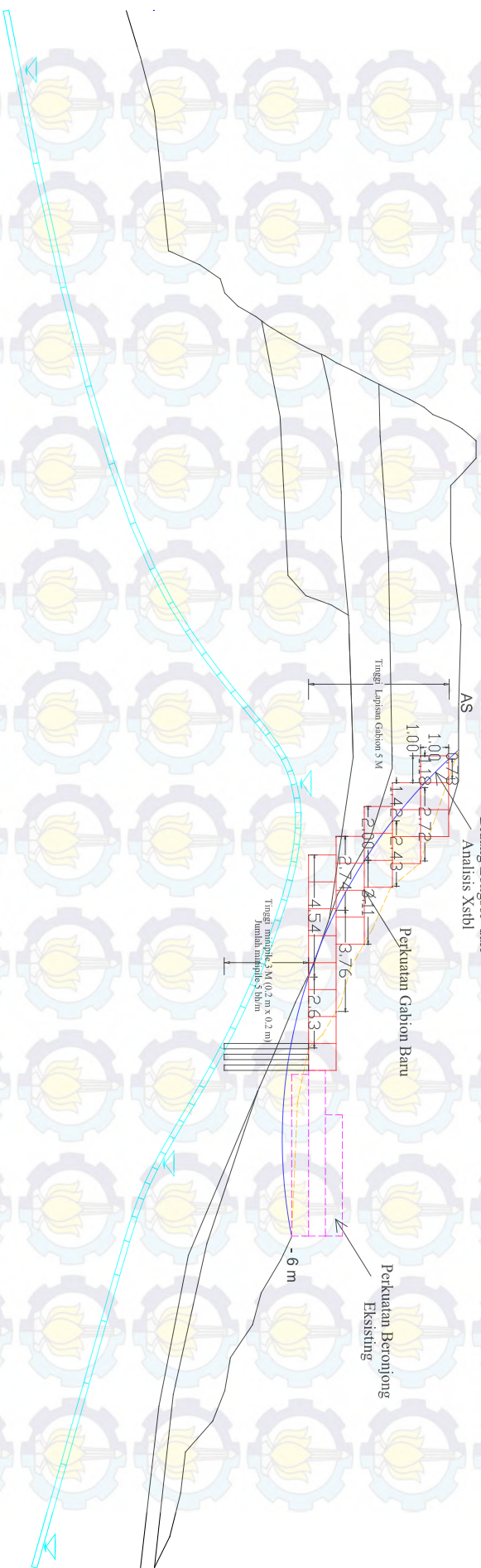
Lampiran A-1 Data Tanah Hasil Pengujian Laboratorium

| PROJECT : Perencanaan Teknik Penanganan longsor Paket : B.1 / 2010 |                      |                     |       |             |                  |             |                  |                  |       |            |       |          |       |                      |      |                  |        |        |      |        |      |                                       |                    |                 |             |                     |  |                     |
|--------------------------------------------------------------------|----------------------|---------------------|-------|-------------|------------------|-------------|------------------|------------------|-------|------------|-------|----------|-------|----------------------|------|------------------|--------|--------|------|--------|------|---------------------------------------|--------------------|-----------------|-------------|---------------------|--|---------------------|
| LOCATION : STA. 237 + 511 / Ruas Lahat-Tebing Tinggi               |                      |                     |       |             |                  |             |                  |                  |       |            |       |          |       |                      |      |                  |        |        |      |        |      |                                       |                    |                 |             |                     |  |                     |
| BORING NUMBER AND SAMPLE NUMBER                                    | SAMPLE DEPTH (Meter) | Natural Water Cont. |       | Wet Density |                  | Dry Density |                  | Specific Gravity |       | Void Ratio |       | Porosity |       | Degree of Saturation |      | ATTERBERG LIMITS |        |        |      |        |      | GRAIN SIZE DISTRIBUTION (% by weight) |                    |                 |             | TRIAXIAL TEST U. U. |  | CONSO-LIDATION TEST |
|                                                                    |                      | WM                  | %     | $\gamma_t$  | t/m <sup>3</sup> | $\gamma_d$  | t/m <sup>3</sup> | G <sub>s</sub>   | e     | n          | St    | %        | WL    | Wp                   | Ip   | Class            | Aashio | Gravel | Sand | Silt   | Clay | c                                     | kg/cm <sup>2</sup> | IntFrict. Angle | Comp. Index |                     |  |                     |
| DB 1                                                               | 1.50 ~ 2.00          | 32.386              | 1.366 | 1.032       | 2.6244           | 1.543       | 0.607            | 55.09            | 63.70 | 28.73      | 34.97 | CH       | A-7-6 | 0.00                 | 0.00 | 0.00             | 41.40  | 58.60  | 0.06 | 9.90°  | 0.44 |                                       |                    |                 |             |                     |  |                     |
|                                                                    | 3.50 ~ 4.00          | 28.529              | 1.332 | 1.036       | 2.6256           | 1.534       | 0.605            | 48.82            | 59.30 | 22.16      | 37.14 | CH       | A-7-6 | 0.00                 | 0.00 | 0.00             | 47.30  | 52.70  | 0.08 | 1.78°  | 0.36 |                                       |                    |                 |             |                     |  |                     |
|                                                                    | 5.50 ~ 6.00          | 36.202              | 1.674 | 1.229       | 2.6392           | 1.147       | 0.534            | 83.27            | 65.20 | 27.53      | 37.67 | CH       | A-7-6 | 0.00                 | 0.00 | 0.00             | 43.70  | 56.30  | 0.13 | 15.68° | 0.30 |                                       |                    |                 |             |                     |  |                     |
| DB 2                                                               | 1.50 ~ 2.00          | 33.113              | 1.668 | 1.253       | 2.6281           | 1.097       | 0.523            | 79.30            | 65.20 | 27.67      | 37.53 | CH       | A-7-6 | 0.00                 | 0.00 | 0.00             | 46.40  | 53.60  | 0.01 | 13.45° | 0.42 |                                       |                    |                 |             |                     |  |                     |
|                                                                    | 3.50 ~ 4.00          | 40.064              | 1.566 | 1.118       | 2.6321           | 1.354       | 0.575            | 77.87            | 79.60 | 30.19      | 49.41 | CH       | A-7-6 | 0.00                 | 0.00 | 0.00             | 42.60  | 57.40  | 0.05 | 12.68° | 0.44 |                                       |                    |                 |             |                     |  |                     |
|                                                                    | 5.50 ~ 6.00          | 51.517              | 1.573 | 1.038       | 2.6269           | 1.531       | 0.605            | 88.41            | 89.30 | 44.56      | 44.74 | MH       | A-7-5 | 0.00                 | 0.00 | 0.00             | 42.10  | 57.90  | 0.05 | 12.25° | 0.51 |                                       |                    |                 |             |                     |  |                     |
| DB 3                                                               | 1.50 ~ 2.00          | 41.471              | 1.637 | 1.157       | 2.6273           | 1.271       | 0.560            | 85.74            | 84.20 | 32.33      | 51.87 | CH       | A-7-6 | 0.00                 | 0.00 | 0.00             | 43.80  | 56.20  | 0.03 | 9.22°  | 0.37 |                                       |                    |                 |             |                     |  |                     |
|                                                                    | 3.50 ~ 4.00          | 34.627              | 1.508 | 1.120       | 2.6299           | 1.348       | 0.574            | 67.55            | 74.80 | 29.81      | 44.99 | CH       | A-7-6 | 0.00                 | 0.00 | 0.00             | 48.70  | 51.30  | 0.11 | 11.63° | 0.39 |                                       |                    |                 |             |                     |  |                     |
|                                                                    | 5.50 ~ 6.00          | 29.166              | 1.810 | 1.401       | 2.6217           | 0.871       | 0.486            | 87.76            | 61.30 | 24.33      | 36.97 | CH       | A-7-6 | 0.00                 | 0.00 | 0.00             | 47.80  | 52.20  | 0.08 | 9.90°  | 0.39 |                                       |                    |                 |             |                     |  |                     |



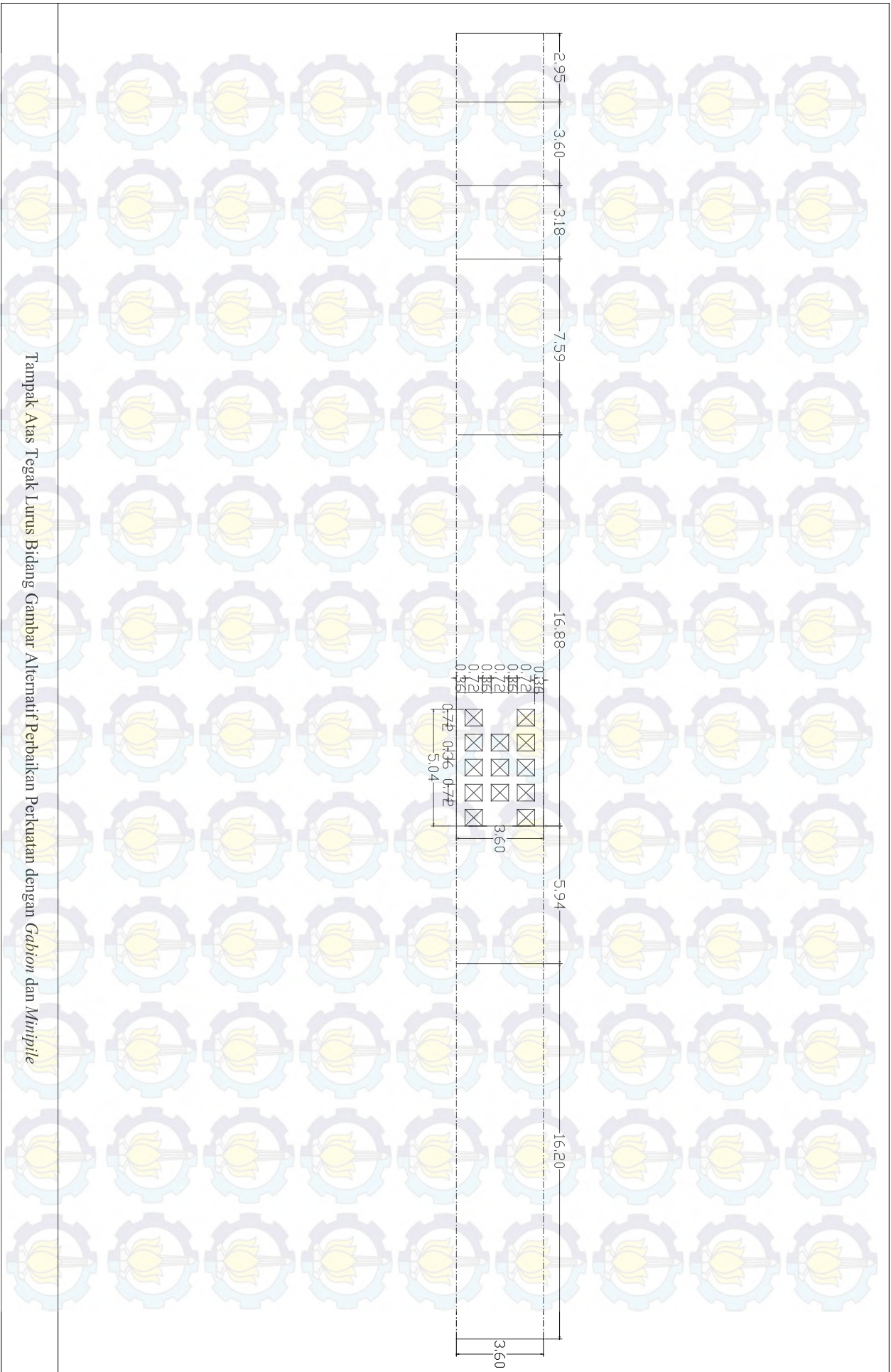
Lampiran A-2 Stratigrafi Tanah



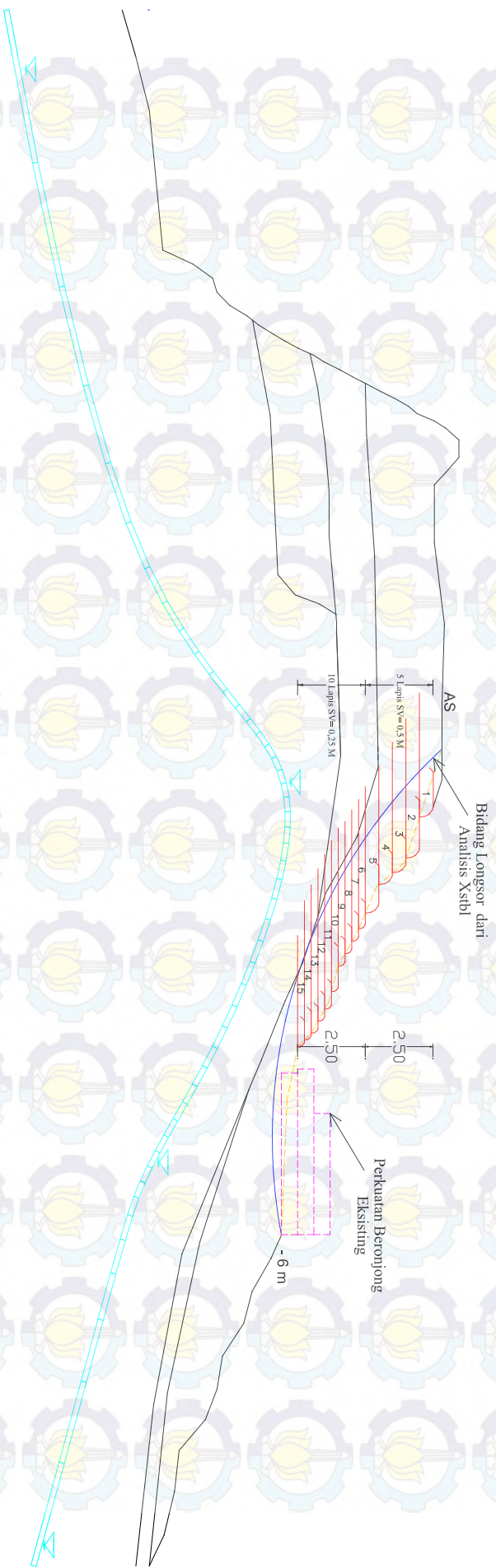


Sketsa Alternatif Perbaikan Perkuatan Lereng Longsor dengan Gabion dan Minipile

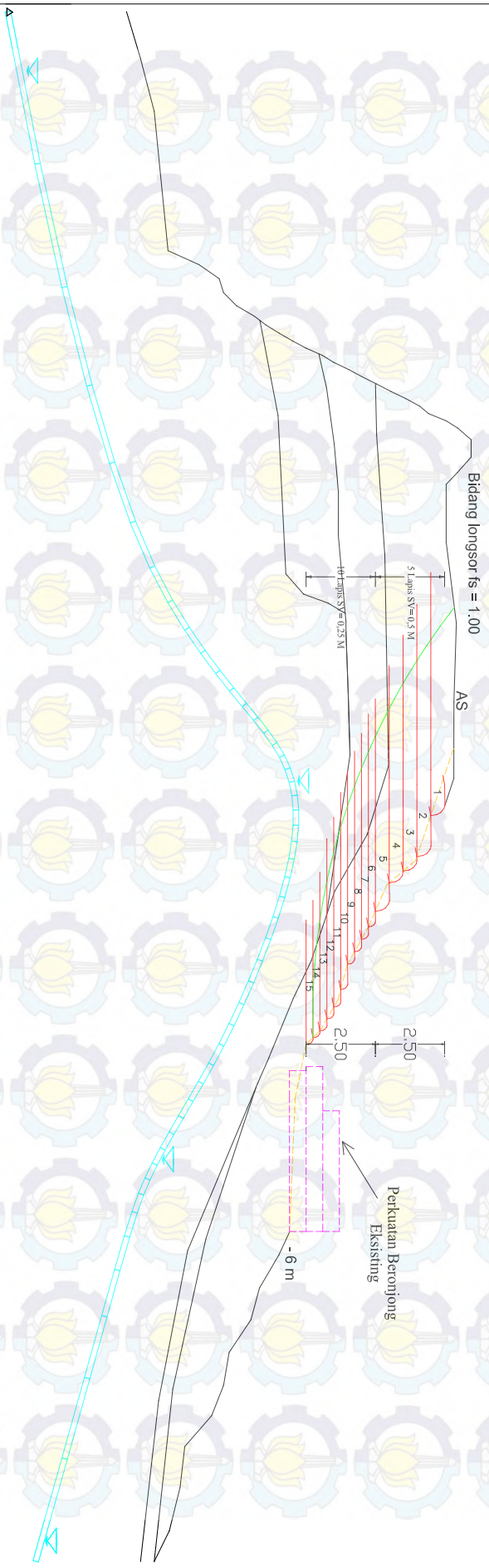








### Sketsa Alternatif Perbaikan Perkuatan Lereng Longsor dengan *Geotextile* Untuk SF = 0.547



Sketsa Alternatif Perbaikan Perkuatan Lereng Longsor dengan *Geotextile* Untuk  $SF = 1.00$



## DAFTAR PUSTAKA

Brochure Stabl <[URL:http://www.stabl.com](http://www.stabl.com)>

Craig, R.F. 1987. **Mekanika Tanah, Edisi Keempat**. Diterjemahkan oleh Budi Susilo Soepandji. Jakarta : Penerbit Erlangga.

Das, Braja. M. 1985. **Mekanika Tanah: Prinsip-prinsip Rekayasa Geoteknik, Jilid 2**. Diterjemahkan oleh Noor Endah dan Indrasurya B. Mochtar. Jakarta: Penerbit Erlangga.

Kuswanda, Wahyu P. 2007, "Penggunaan Bahan Geosintetik untuk Rehabilitasi Longsoran Tanah Pasca Bencana Alam". **Proseding Seminar Nasional Teknik Sipil III Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)**. Surabaya, 20 Februari 2007.

Koerner, Robert M. 1997. **Designing with Geosynthetics**. New Jersey: Prentice-Hall, Inc.

Mochtar, Indrasurya B. 1990,"Geosintetik Masa Kini", **Proseding Seminar Geosintetik Masa Kini Himpunan Mahasiswa Sipil Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)**, 19 Mei 1990.

Modular Gabion Systems (MGS), **Gabion wall Design**, [URL:http:// www.gabions.net](http://www.gabions.net)

Pd.T-09-2005-B (Rekayasa penanganan keruntuhan lereng pada tanah residual dan batuan)

Zakaria, Zufialdi. 2009. **Analisis Kestabilan Lereng Tanah**, Modul Kuliah Geologi Teknik, UNPAD. Bandung.



## BIODATA PENULIS



Penulis dilahirkan di Padang Panjang, 21 November 1989, merupakan anak kedua dari 4 bersaudara. Penulis telah menempuh pendidikan formal yaitu di SDN 26 Jati Utara Padang, SLTPN 12 Padang dan SMAN 3 Padang. Setelah lulus dari SMA tahun 2006, Penulis melanjutkan pendidikan di Politeknik Negeri Padang, kemudian tahun 2010 penulis mengikuti ujian masuk sarjana lintas jalur di ITS dan diterima di Jurusan Teknik Sipil FTSP-ITS dengan NRP. 3110105002.

Di Jurusan Teknik Sipil ini Penulis mengambil Bidang Studi Geoteknik. Penulis sempat aktif di beberapa kegiatan Seminar dan Pelatihan yang diselenggarakan oleh Jurusan dan Himpunan Mahasiswa Teknik Sipil.