

ANALISIS KESTABILAN LERENG TANAH PADA PROYEK  
PEMBANGUNAN CARDU INDIK 150 KV MANNA  
DENGAN PROGRAM SLOPEW

5 April  
2013



LABORATORIUM TEKNIK AKTIF

Dibuat dan diterbitkan oleh Departemen Teknik Geomatika  
Survei dan Teknik Geomatika Jurusan Teknik Geomatika  
Fakultas Teknik Universitas Sepuluh Nopember

Oleh :

RIAHARDINA SUDHASARI

0309 130 1002

Pembimbing I :

RATNA DEWI, S.T., M.T.

Pembimbing II :

YULINDA SARI, S.T., M.Eng.

UNIVERSITAS SRIWIJAYA

FAKULTAS TEKNIK

JURUSAN TEKNIK SIPIL

2013

631.45

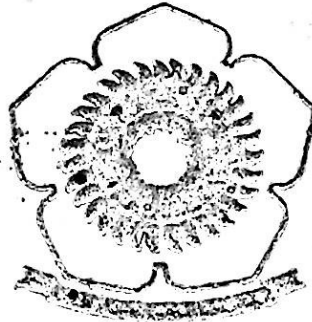
Mah

a

2013

23511 / 24062

**ANALISIS KESTABILAN LERENG TANAH PADA PROYEK  
PEMBANGUNAN GARDU INDUK 150 KV MANNA  
DENGAN PROGRAM SLOPE/W**



**LAPORAN TUGAS AKHIR**

Dibuat untuk memenuhi syarat mendapatkan gelar  
Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Sipil  
Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya

Oleh :

**MAHARDINA WIDYASARI**

**0309 130 1002**

Pembimbing I :

**RATNA DEWI, S.T., M.T.**

Pembimbing II :

**YULINDA SARI, S.T., M.Eng.**

**UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

**FAKULTAS TEKNIK**

**JURUSAN TEKNIK SIPIL**

**2013**

**TANDA PENGESAHAN LAPORAN TUGAS AKHIR**

**NAMA : MAHARDINA WIDYASARI**  
**NIM : 03091301002**  
**JURUSAN : TEKNIK SIPIL**  
**JUDUL : ANALISIS KESTABILAN LERENG TANAH PADA  
PROYEK PEMBANGUNAN GARDU INDUK 150 KV  
MANNA DENGAN PROGRAM SLOPE/W**

**Palembang, Juli 2013**

**Ketua Jurusan,**

The image shows a circular official stamp of Universitas Sriwijaya. The text around the perimeter of the stamp includes "UNIVERSITAS SRIWIJAYA" and "KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN". In the center of the stamp, there is a handwritten signature in black ink.

**Ir. Hj. Ika Juliantina, MS**

**NIP. 19600701 198703 2 001**

**TANDA PERSETUJUAN LAPORAN TUGAS AKHIR**

**NAMA : MAHARDINA WIDYASARI  
NIM : 03091301002  
JURUSAN : TEKNIK SIPIL  
JUDUL : ANALISIS KESTABILAN LERENG TANAH PADA  
PROYEK PEMBANGUNAN GARDU INDUK 150 KV  
MANNA DENGAN PROGRAM SLOPE/W**

**PEMBIMBING TUGAS AKHIR**

**Palembang, Juli 2013 Pembimbing I**



---

**Ratna Dewi, ST., MT.  
NIP. 19740615 200003 2 001**

**Palembang, Juli 2013 Pembimbing II**



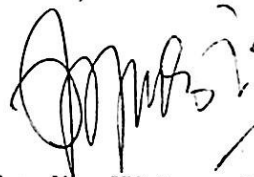
---

**Yulinda Sari, ST., M.Eng.  
NIP. 19790722 200912 2 003**

**TANDA PENGAJUAN LAPORAN TUGAS AKHIR**

**NAMA : MAHARDINA WIDYASARI  
NIM : 03091301002  
JURUSAN : TEKNIK SIPIL  
JUDUL : ANALISIS KESTABILAN LERENG TANAH PADA  
PROYEK PEMBANGUNAN GARDU INDUK 150 KV  
MANNA DENGAN PROGRAM SLOPE/W**

**Palembang, Juli 2013  
Pemohon,**



**Mahardina Widyasari  
NIM. 0309 130 1002**

# KATA PENGANTAR

Bismillahirrohmannirrohiim. Alhamdulillah puji dan syukur dikhaturkan kepada ALLAH SWT, karena segala limpahan rahmat dan hidayahNya Laporan Tugas Akhir ini dapat terselesaikan. Laporan Tugas Akhir ini berjudul ANALISIS KESTABILAN LERENG TANAH PADA PROYEK PEMBANGUNAN GARDU INDUK 150 KV MANNA DENGAN PROGRAM SLOPE/W. Laporan ini dibuat sebagai salah satu kelengkapan untuk memenuhi syarat mendapatkan gelar Sarjana Teknik pada Fakultas Teknik Sipil Universitas Sriwijaya.

Laporan ini berisi tentang analisis stabilitas lereng yang mengalami kelongsoran, menganalisa nilai faktor keamanannya dan memberikan alternatif untuk perbaikan kondisi lereng yang telah terjadi longsor .

Dalam proses menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini, penulis banyak mendapat bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar – besarnya kepada :

1. Ibu Ir. Hj. Ika Juliantina, MS. selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Universitas Sriwijaya.
2. Ibu Ratna Dewi, ST., MT. dan Ibu Yulinda Sari, ST. M.Eng. selaku Dosen Pembimbing yang telah banyak membantu dan memberikan bimbingan selama penyusunan Tugas Akhir.
3. Bapak Bimo Bratha Aditya, ST., MT. yang telah memberikan bantuan dalam analisa program SLOPE/W.
4. Seluruh pihak PT. PLN (Persero) UIP III Bidang Perencanaan yang telah banyak membantu dan memberi dukungan.
5. Orang tua dan keluarga yang telah memberikan dukungan doa dan dukungan moril maupun materiil.
6. Semua rekan seangkatan dan semua pihak yang telah ikut membantu dalam penyelesaian Laporan Tugas Akhir ini.

Palembang, Juli 2013

Penulis

## ABSTRAK

Masalah kelongsoran di Indonesia umumnya disebabkan oleh keadaan topografi, curah hujan dan kondisi geologi. Longsor umumnya terjadi jika tanah sudah tidak mampu menahan berat lapisan tanah di atasnya karena penambahan beban pada permukaan lereng dan berkurangnya daya ikat antara butiran tanah.

Kondisi tanah pada suatu tempat terkadang tidak selalu rata, misalnya berada pada lereng yang curam sehingga membutuhkan pemotongan maupun penimbunan (*cut & fill*) sehingga diperlukan analisis yang akurat agar diperoleh konstruksi lereng yang mantap (sesuai dengan syarat keamanan).

Untuk mendapatkan suatu nilai faktor keamanan minimum dari suatu analisis stabilitas lereng memerlukan suatu proses *trial and error*. Dalam hal ini analisis dengan bantuan program komputer sangat membantu dalam proses analisis nilai faktor keamanan minimum. Dengan program SLOPE/W, proses *trial and error* dapat dilakukan secara cepat untuk mendapatkan nilai faktor keamanan minimum.

Kata kunci : longsor, stabilitas lereng, program SLOPE/W

## ABSTRACT

*Landslides problems in Indonesia are generally caused by topography, precipitation and geological conditions. Landslides generally occur when the soil is not able to withstand the weight of the soil layers above it due to the additional load on the surface of the slope and reduced power tie between grains of soil.*

*Soil conditions at a site sometimes is not always flat, eg on very steep slopes that require cutting and stockpiling (cut & fill) so that an accurate analysis is required in order to obtain a steady slope construction (in accordance with security requirements).*

*To obtain a minimum value of the safety factor of a slope stability analysis requires a process of trial and error. In this case, the analysis with the help of a computer program is very helpful in the process of analysis of the minimum safety factor value. With the program SLOPE / W, the process of trial and error can be obtained quickly to get the minimum safety factor value.*

*Keywords: landslides, slope stability, program SLOPE / W*



DAFTAR ISI

Halaman Judul.....	i
Lembar Pengesahan .....	ii
Kata Pengantar .....	v
Abstrak .....	vi
Daftar Isi.....	viii
Daftar Tabel .....	x
Daftar Gambar.....	xi
Daftar Lampiran.....	xiii
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Perumusan Masalah .....	2
1.3. Maksud dan Tujuan Penelitian .....	2
1.4. Metodologi Penelitian .....	2
1.5. Ruang Lingkup Penelitian .....	3
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>4</b>
2.1. Lereng .....	4
2.2. Kelongsoran Lereng.....	4
2.2.1. Definisi dan Klasifikasi Gerakan Tanah .....	4
2.2.2. Jenis-jenis Gerakan dan Kelongsoran Tanah .....	7
2.2.3. Faktor-faktor yang Mempengaruhi Kelongsoran pada Lereng .....	14
2.3. Stabilitas Lereng .....	17
2.3.1. Analisis Kestabilan Lereng .....	17
2.3.1.1. Prosedur Massa .....	18
2.3.1.2. Metode Irisan .....	26
2.3.1.2.1. Fellinius .....	28
2.3.1.2.2. Bishop .....	30
2.3.1.2.3. Janbu .....	31
2.3.1.2.4. Morgenstern-Price .....	32
2.3.2. Metode-metode Analisis Kestabilan Lereng .....	36
2.4. Alternatif Perbaikan Lereng.....	37
2.4.1. Pencegahan .....	37
2.4.2. Penanggulangan Darurat .....	37
2.4.3. Penanggulangan Permanen .....	37
2.4.4. Metode-metode Perbaikan Tanah .....	38
<b>BAB III LANDASAN TEORI.....</b>	<b>42</b>
3.1. Umum .....	42
3.2. Studi Literatur .....	42
3.3. Pengambilan Data .....	42
3.4. Analisa Data Sondir dalam Program Novo-CPT .....	42
3.5. Pengolahan Data .....	45
3.6. Analisa Hasil Program .....	52
3.7. Studi Kasus .....	53

<b>BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>54</b>
4.1. Analisa Stabilitas Lereng .....	54
4.2. Peta Topografi Lokasi Proyek .....	54
4.3. Lokasi Titik Sondir .....	56
4.4. Analisa Stabilitas Lereng dengan Program SLOPE/W .....	57
4.5. Analisa Hasil Program SLOPE/W .....	61
4.6. Alternatif Perbaikan .....	62
4.6. 1.    Analisa Faktor Keamanan setelah Dilakukan Penanggulangan .....	63
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>67</b>
5.1. Kesimpulan .....	67
5.2. Saran .....	67
<b>Daftar Pustaka .....</b>	<b>68</b>

## DAFTAR TABEL

### TABEL

II.1.	Klasifikasi longsor oleh Stewart Sharpe .....	5
II.2.	Klasifikasi Longsor ( <i>landslide</i> ) oleh Coates .....	6
II.3.	Klasifikasi Longsor ( <i>landslide</i> ) oleh Varnes .....	7
II.4.	Laju Kecepatan Gerakan Tanah .....	12
II.5.	Hubungan Nilai Faktor Keamanan Lereng dan Intensitas Longsor ....	18
III.1.	Contoh Penyesuaian Satuan (Konversi) .....	47
IV.1.	Rekapitulasi Nilai FK pada Semua Contoh Kasus .....	61
IV.2.	Rekapitulasi nilai FK setelah Dilakukan Perbaikan Tanah .....	66

## DAFTAR GAMBAR

### GAMBAR

II.1. Jatuhan ( <i>Falls</i> ) .....	8
II.2. Longsoran ( <i>Slides</i> ) .....	9
II.3. Kelongsoran Rotasi .....	9
II.4. Jenis-jenis Kelongsoran Rotasi .....	10
II.5. Kelongsoran Translasi .....	11
II.6. Aliran ( <i>Flows</i> ) .....	11
II.7. Kelongsoran Kombinasi / Majemuk .....	12
II.8. Pengelupasan .....	13
II.9. Keseimbangan Benda pada Bidang Miring .....	18
II.10. Analisis Stabilitas Lereng pada Tanah Lempung Homogen $\phi = 0$ .....	19
II.11. Letak Titik Pusat Lingkaran Kritis untuk Sudut Lereng $\beta > 53^\circ$ .....	21
II.12. Letak Titik Pusat Lingkaran Kritis untuk Sudut Lereng $\beta < 53^\circ$ .....	21
II.13. Letak Titik Pusat Lingkaran Kritis untuk Bidang Longsor yang Menyinggung Tanah Keras .....	22
II.14. Analisis Stabilitas Lereng pada Tanah Lempung Homogen $\phi' - c'$ ...	23
II.15. Besaran $C_d$ .....	23
II.16. Poligon Gaya antara $W$ , $F$ dan $C_d$ .....	24
II.17. Kurva Angka Stabilitas dengan Sudut Lereng $\phi > 0$ .....	24
II.18. Angka Stabilitas $m$ .....	25
II.19. Permukaan Bidang Percobaan .....	27
II.20. Gaya yang Bekerja pada Irisan Nomor $n$ .....	27
II.21. Analisis Stabilitas dengan Metode Irisan untuk Tanah yang Berlapis	28
II.22. Sistem Gaya pada Cara Fellenius .....	29
II.23. Gaya-gaya yang Bekerja pada Potongan Tunggal .....	29
II.24. Suatu Gaya pada Suatu Elemen Menurut Bishop .....	30
II.25. Gaya yang Bekerja pada Bidang Irisan pada Metode Morgenstern- Price .....	33
II.26. Gaya pada Irisan Metode Fellenius .....	34
II.27. Gaya pada Irisan Metode Bishop .....	34
II.28. Gaya pada Irisan Metode Janbu .....	35
II.29. Gaya pada Irisan Metode Morgenstern & Price .....	35
II.30. Dinding Penahan Tanah .....	39
II.31. <i>Soil Nailing</i> .....	39
II.32. <i>Sheet pile cantilever wall of soldier pile</i> .....	40
II.33. Konstruksi Geotekstil .....	40
II.34. Geotekstil <i>Woven</i> .....	41
II.35. Aplikasi Geotekstil <i>Woven</i> di Lapangan .....	41
III.1. Diagram Alur Penelitian .....	42
III.2. Hasil Penyelidikan Tanah (Sondir) yang Telah Diubah Format .....	44
III.3. Hasil Analisa Program Novo-CPT dengan Teori Robertson .....	44

III.4.	Hasil Analisa Program Novo-CPT dengan Teori Jefferies & Been ....	45
III.5.	Contoh Kasus Lereng yang Akan Ditinjau Stabilitasnya .....	46
III.6.	Permodelan Lereng pada Program SLOPE/W .....	47
III.7.	<i>Properties</i> Tanah dan Parameternya pada Program SLOPE/W .....	48
III.8.	Tampilan Muka Air Tanah pada Program SLOPE/W .....	48
III.9.	Pemilihan Metode Analisa yang akan Digunakan Pada Program SLOPE/W .....	49
III.10.	Letak <i>grid</i> Sebagai Pusat Lingkaran Kelongsoran pada Program SLOPE/W .....	50
III.11.	Letak <i>radius</i> pada Program SLOPE/W .....	50
III.12.	Tampilan Program SLOPE/W Setelah Posisi <i>slip surface</i> Ditentukan .....	51
III.13.	Tampilan Kolom <i>verify</i> pada Program SLOPE/W .....	51
III.14.	Tampilan <i>contour</i> dan Kolom Faktor Keamanan pada Program SLOPE/W.....	52
III.15.	Analisis Stabilitas Lereng pada Kasus 8 ( <i>Line-13</i> ) .....	52
III.16.	<i>Slip surface</i> pada Kasus 8 ( <i>Line-13</i> ) .....	53
IV.1.	Peta Topografi Proyek Pembangunan Gardu Induk Manna .....	55
IV.2.	Lokasi Titik Sondir .....	56
IV.3.	Potongan Melintang Kasus 2 ( <i>Line-06</i> ) .....	57
IV.4.	Analisis Stabilitas Lereng pada Kasus 2 ( <i>Line-06</i> ) .....	58
IV.5.	<i>Slip surface</i> pada Kasus 2 ( <i>Line-06</i> ) .....	58
IV.6.	Hasil Analisis pada Kasus 2 ( <i>Line-06</i> ) .....	59
IV.7.	Potongan Melintang Kasus 5 ( <i>Line-09</i> ) .....	59
IV.8.	Analisis Stabilitas Lereng pada Kasus 5 ( <i>Line-09</i> ) .....	60
IV.9.	<i>Slip surface</i> pada Kasus 5 ( <i>Line-09</i> ) .....	60
IV.10.	Hasil Analisis pada Kasus 5 ( <i>Line-09</i> ) .....	61
IV.11.	Permodelan Lereng dengan Sistem Terasering .....	63
IV.12.	Hasil Analisa Perbaikan Tanah pada Kasus 5 ( <i>Line-09</i> ) .....	64
IV.13.	Nilai FK Hasil Analisa Perbaikan Tanah pada Kasus 5 ( <i>Line-09</i> ) .....	64
IV.14.	Hasil Analisa Perbaikan Tanah pada Kasus 2 ( <i>Line-06</i> ) .....	65
IV.15.	Nilai FK Hasil Analisa Perbaikan Tanah pada Kasus 2 ( <i>Line-06</i> ) .....	65

## DAFTAR LAMPIRAN

### LAMPIRAN

- Lampiran 1 : Peta Topografi Proyek Pembangunan Gardu Induk Manna
- Lampiran 2 : Lokasi Titik Sondir
- Lampiran 3 : Hasil Analisa Sondir
- Lampiran 4 : Potongan Melintang *Line* Kasus Longsor
- Lampiran 5 : Potongan Melintang Hasil Analisa Jenis Lapisan Tanah
- Lampiran 6 : Potongan Melintang Analisa Perbaikan Tanah

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang Masalah

Peristiwa tanah longsor sering kali terjadi di Indonesia dengan menimbulkan banyak korban. Masalah kelongsoran di Indonesia umumnya disebabkan oleh keadaan topografi, curah hujan yang cukup tinggi dan kondisi geologi. Gerakan tanah atau longsor dapat terjadi dimana saja terutama di daerah perbukitan, daerah gunung dan daerah yang memiliki lereng yang curam.

Lereng adalah kenampakan permukaan alam di suatu beda tinggi, apabila beda tinggi dua tempat tersebut dibandingkan dengan jarak lurus mendatar, akan diperoleh besarnya kelerengan (slope) bentuk lereng tergantung pada proses erosi gerakan tanah dan pelapukan. Lereng merupakan parameter topografi yang terbagi dalam dua bagian, yaitu kemiringan lereng dan beda tinggi relief (Bowles & Joseph, E., 2001).

Stabilitas lereng sangat erat kaitannya dengan longsor atau gerakan tanah yang merupakan proses perpindahan massa tanah secara alami dari tempat yang tinggi ke tempat yang lebih rendah. Pergerakan tanah ini terjadi karena perubahan keseimbangan daya dukung tanah dan akan berhenti setelah mencapai keseimbangan baru.

Longsoran umumnya terjadi jika tanah sudah tidak mampu menahan berat lapisan tanah di atasnya karena ada penambahan beban pada permukaan lereng dan berkurangnya daya ikat antara butiran tanah relief (Bowles & Joseph, E., 2001). Tingginya curah hujan, kegiatan manusia juga bisa menjadi faktor penyebab kelongsoran tanah, penebangan hutan yang menyebabkan gundulnya hutan sehingga tidak ada tempat penyerapan air oleh akar-akar tanaman. Selain itu, faktor utama penyebab kelongsoran tanah adalah karena meningkatnya tegangan geser dan menurunnya tahanan geser/kuat geser pada bidang longsor. Bilamana terjadi tanah longsor, maka hal itu berarti kekuatan geser tanah telah dilampaui, yaitu perlawanan geser pada bidang tergelincir tidak cukup besar untuk menahan gaya-gaya yang bekerja pada bidang tersebut.

Daerah Manna, Bengkulu Selatan ini berada di daerah berbukit dengan keadaan tanah yang rawan terhadap longsor. Sebagai contoh dalam kejadian

longsornya tanah pada switchyard area Gardu Induk 150 kV Manna, Bengkulu Selatan.

Berdasarkan kejadian tersebut, maka diperlukan analisa terhadap daerah yang mengalami kelongsoran. Analisa kelongsoran pada Proyek Pembangunan Gardu Induk 150 kV Manna, Bengkulu Selatan ini dilakukan dengan menggunakan program komputer, yaitu SLOPE/W dengan harapan program ini dapat membantu mempermudah dan mempercepat analisa hasil perhitungan untuk beberapa titik rawan longsor dimaksud.

## **1.2. Perumusan Masalah**

Berkaitan dengan permasalahan tersebut diatas, stabilitas lereng dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain seperti : pengaruh struktur geologi, pengaruh sifat batuan/tanah, faktor air, perubahan geometri, aktifitas manusia, dan lain-lain. Penelitian ini mempelajari seberapa besar nilai faktor keamanan lereng hingga membuat lereng tidak stabil.

## **1.3. Maksud dan Tujuan Penelitian**

Adapun maksud dan tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Menentukan geometri lereng dari lokasi
2. Menentukan jenis lapisan tanah berdasarkan data sondir
3. Menganalisis kestabilan lereng pada beberapa titik rawan longsor

## **1.4. Metodologi Penelitian**

Untuk mencapai maksud dan tujuan yang diharapkan dalam penyelesaian tugas akhir ini diperlukan beberapa tahapan sebagai berikut :

### **1. Studi Literatur**

Penelitian dimulai dengan menggunakan studi literatur mengenai kelongsoran tanah, faktor-faktor penyebab kelongsoran, klarifikasi tanah longsor dan kestabilan lereng. Literatur didapat dari buku-buku, makalah-makalah, diktat, skripsi terdahulu yang berhubungan dengan tanah longsor.

### **2. Studi Analisa jenis tanah berdasarkan data sondir dengan Program Novo CPT**

Studi analisa jenis tanah ini dilakukan dengan menggunakan bantuan program komputer Novo CPT dengan memasukkan data hasil sondir dan kemudian kita akan mengetahui jenis lapisan tanah pada daerah yang ditinjau kelongsorannya.



### 3. Studi Kestabilan Lereng Menggunakan Program Komputer

Berdasarkan data-data yang dikumpulkan maka dilakukan analisa sebab-sebab kelongsoran kemudian dilakukan perhitungan dengan program SLOPE/W

#### 1.5. Ruang Lingkup Penelitian

Penelitian dilakukan pada sepanjang daerah longsor Proyek Pembangunan Gardu Induk 150 kV Manna, Bengkulu. Penelitian ini difokuskan pada stabilitas lereng alam dengan menggunakan bantuan program komputer.

## DAFTAR PUSTAKA

- Bowles, JE. 2001. *Sifat-sifat Fisik dan Geoteknis Tanah*. Erlangga. Jakarta.
- Das, B M. 1988. *Mekanika Tanah*. Erlangga. Jakarta.
- Pangular, D. 1985. *Petunjuk Penyelidikan & Penanggulangan Gerakan Tanah*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Pengairan, Departemen Pekerjaan Umum. Jakarta.
- Simatupang, Pintor. *Modul Ajar Mekanika Tanah II*. Universitas Mercu Buana. Yogyakarta.
- Sipil, Himpunan Mahasiswa. 2002. *Seminar Nasional SLOPE 2002*. Universitas Katolik Parahyangan. Bandung.
- Vidayanti, Desiana. 2009. *Modul Ajar Mekanika Tanah 2*. Universitas Diponegoro. Semarang
- Zakaria, Zufaldi. 2011. *Analisis Kestabilan Lereng Tanah*. Universitas Padjajaran. Bandung.