

**SKRIPSI**

**ANALISIS KESTABILAN LERENG DENGAN PROBABILITAS  
LONGSOR METODE MONTE CARLO DI PT. FIRMAN KETAUN  
PERKASA KECAMATAN MELAK KABUPATEN KUTAI BARAT  
KALIMANTAN TIMUR**

Disusun sebagai salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Teknik  
Program Studi Teknik Pertambangan Fakultas Teknologi Mineral  
Institut Teknologi Nasional Yogyakarta



**Oleh :**

**SEPTIAN ADI CAHYA**

**NIM: 710016165**

**PROGRAM STUDI TEKNIK PERTAMBANGAN  
FAKULTAS TEKNOLOGI MINERAL  
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL YOGYAKARTA**

**2022**

**ANALISIS KESTABILAN LERENG DENGAN PROBABILITAS  
LONGSOR METODE MONTE CARLO DI PT. FIRMAN KETAUN  
PERKASA KECAMATAN MELAK KABUPATEN KUTAI BARAT  
KALIMANTAN TIMUR**

Oleh :  
**SEPTIAN ADI CAHYA**  
NIM: 710016165

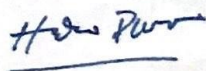


Disetujui untuk  
Program Studi Teknik Pertambangan  
FAKULTAS TEKNOLOGI MINERAL  
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL YOGYAKARTA

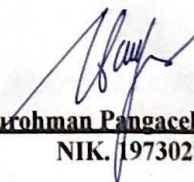
Tanggal : .....

Pembimbing I,

Pembimbing II,



**(Ir. Hendro Purnomo, MT)**  
NIK. 19730329



**(Bayufohman Pangacella P. S.T., M.T.)**  
NIK. 19730296

LEMBAR PENGESAHAN

ANALISIS KESTABILAN LERENG DENGAN PROBABILITAS LONGSOR  
METODE MONTE CARLO DI PT. FIRMAN KETAUN PERKASA  
KECAMATAN MELAK KABUPATEN KUTAI BARAT  
KALIMANTAN TIMUR

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji  
Program Studi Teknik Pertambangan Fakultas Teknologi Mineral  
Institut Teknologi Nasional Yogyakarta

Pada Tanggal 6 Februari 2022

Oleh : Septian Adi Cahya / 710016165

Diterima Guna Memenuhi Persyaratan untuk Mencapai Gelar Sarjana Teknik

Susunan Tim Penguji :

1. Ir. Hendro Purnomo, M.T  
Ketua Tim Penguji
2. Bayurohman Pangacella P, S.T., M.T  
Anggota Tim Penguji
3. Dr. Supandi, S.T., M.T  
Anggota Tim Penguji

*Hendro Purnomo*  
\_\_\_\_\_  
*Bayurohman Pangacella P*  
\_\_\_\_\_  
*Dr. Supandi*  
\_\_\_\_\_

Mengetahui,  
Dekan Fakultas Teknologi Mineral  
FAKULTAS  
TEKNOLOGI  
MINERAL  
*Dr. Setyo Pambudi*  
/ Dr. Ir. Setyo Pambudi, M.T.  
NIK : 1973 0058

Menyetujui,  
Ketua Program Studi Teknik  
Pertambangan

*Bayurohman Pangacella Putra*  
\_\_\_\_\_  
(Bayurohman Pangacella Putra, S.T., M.T.)  
NIK : 1973 0296

## HALAMAN PERSEMBAHAN

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Karya tulis ini saya persembahkan untuk :

1. Allah SWT sebagai salah satu wujud ibadahku dalam menuntut ilmu
2. Rasulullah Muhammad SAW, yang telah memberi suri tauladan bagi kehidupan manusia dibumi, termasuk dalam hal menuntut ilmu
3. Kedua orang tua, kakak dan juga adik saya yang saya sayangi dan cintai, yang selalu memberikan doa dan semangat yang menjadi motivasi saya untuk menyelesaikan skripsi
4. Mas bagus, mas ndaru dan seluruh orang orang dikantor MCS yang telah bersedia membimbing dan memberi masukan pada saat proses pengambilan data bahkan sampai pengolahan data, membantu dan berbagi ilmu tentang teori dan lapangan yang berkaitan dengan judul penelitian
5. Untuk Nana yang selalu menjadi tempat berkeluh kesah, yang selalu menjadi *support system* ketika sedang tidak ada motivasi untuk mengerjakan, yang selalu mengingatkan tentang tujuan hidup kedepan agar selalu ingat bahwa hidup harus tetap berjalan walau sepahit apapun rintangan yang dihadapi
6. Keluarga BOLO KENTEL Yang selalu menyemangati satu sama lain, yang selalu membantu ketika salah satu ada yang terkena masalah, yang sudah menjadi sahabat bahkan seperti keluarga selama kurang lenh 5 tahun ini
7. Untuk semua dosen-dosen Fakultas Teknologi Mineral Jurusan Teknik Pertambangan atas didikan, teladan dan ilmu yang bermanfaat yang telah diberikan selama ini.

## SARI

Daerah penelitian terletak di Kecamatan Melak, Kabupaten Kutai Barat, Provinsi Kalimantan Timur. Secara geografis, wilayah PT Firman Ketaun Perkasa dibatasi oleh garis Bujur Timur  $115^{\circ} 43' 00''$  (BT) di bagian Barat sampai dengan  $115^{\circ} 47' 30''$  (BT) di bagian Timur, serta garis Lintang Selatan  $00^{\circ} 22' 30''$  (LS) pada bagian Utara sampai dengan garis Lintang Selatan  $00^{\circ} 27' 00''$  (LS) pada bagian Selatan, dengan luas areal sebesar 2.490 Ha. Suatu rancangan desain geometri lereng yang aman dan stabil sangat perlu dilakukan karena keberhasilan dalam proses penambangan juga ditentukan oleh adanya kondisi kerja yang aman. Lereng yang tidak aman dapat menimbulkan longsor sehingga dapat memberikan dampak terhadap kegiatan penambangan diantaranya dapat menyebabkan kehilangan nyawa manusia, menyebabkan kerugian dan rusaknya fasilitas alat yang dimiliki perusahaan serta terganggunya kegiatan produksi. Terdapat beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam perancangan geometri lereng diantaranya yaitu kondisi dan struktur geologi, sifat fisik dan mekanik material penyusun lereng serta ketinggian muka air tanah untuk lereng yang stabil dan aman. Rancangan desain lereng dibuat dengan menentukan keseimbangan antara geometri lereng dengan keuntungan yang diperoleh perusahaan. Pada suatu rancangan dengan sudut lereng yang curam dapat memaksimalkan cadangan yang diperoleh perusahaan, namun akan meningkatkan resiko dari kestabilan lereng tersebut. Sebaliknya jika pembuatan rancangan lereng dengan sudut kemiringan yang landai akan menurunkan cadangan yang diperoleh perusahaan, namun resiko kestabilan lereng akan menurun. Berdasarkan dari hasil permodelan analisis Probabilitas Kelongsoran (*Probability of Failure*) untuk memperoleh Faktor Keamanan yang Optimum maka didapatkan tinggi lereng 80 meter dengan nilai *overall slope*  $50,75^{\circ}$ , tinggi lereng 90 meter dengan nilai *overall slope*  $43,5^{\circ}$  dan tinggi 100 meter dengan nilai *overall slope*  $41,2^{\circ}$ .

Kata Kunci : *kestabilan, lereng, faktor, keamanan, probabilitas, kelongsoran*

## ABSTRACT

The research area is located in Melak Subdistrict, West Kutai Regency, East Kalimantan Province. Geographically, the area of PT Firman Ketaun Perkasa is limited by the East Longitude of  $115^{\circ} 43' 00''$  (BT) in the West to  $115^{\circ} 47' 30''$  (BT) in the East, as well as the South Latitude  $00^{\circ} 22' 30''$  (LS) in the North up to the South Latitude  $00^{\circ} 27' 00''$  (LS) in the South, with an area of 2,490 Ha. A safe and stable slope geometry design design is very necessary because success in the mining process is also determined by the presence of safe working conditions. Unsafe slopes can cause landslides so that it can have an impact on mining activities including causing loss of human life, causing losses and damage to equipment facilities owned by the company and disruption of production activities. There are several things that need to be considered in the design of slope geometry including the condition and structure of geology, the physical and mechanical properties of slope building materials and the height of the ground water level for a stable and safe slope. The design of the slope design is made by determining the balance between the geometry of the slope and the profits obtained by the company. In a design with a steep slope angle can maximize the reserves obtained by the company, but will increase the risk of the stability of the slope. Conversely, if the design of the slope with a sloping slope angle will reduce the reserves obtained by the company, but the risk of reliability will decrease. Based on the results of the model analysis of probability of failure to obtain the Optimum Safety Factor, it was obtained slope height of 80 meters with an overall slope value of  $50,75^{\circ}$ , slope height of 90 meters with an overall slope value of  $43,5^{\circ}$  and a height of 100 meters with an overall slope value of  $41,2^{\circ}$ .

*Keywords: stability, slope, safety, factor, probability, failure*

## **KATA PENGANTAR**

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas pertolongan dan petunjuk-Nya, penulis dapat menyelesaikan penelitian dan penulisan Skripsi ini dengan lancar. Skripsi ini berjudul “Analisis Kestabilan Lereng Dengan Probabilitas Longsor Metode Monte Carlo Di PT. Firman Ketaun Perkasa Kecamatan Melak Kabupaten Kutai Barat, Kalimantan Timur”. Skripsi ini disusun untuk melengkapi salah satu syarat dalam memperoleh gelar Sarjana Teknik Geologi, Fakultas Teknologi Mineral, Institut Teknologi Nasional Yogyakarta.

Selesainya penelitian dan penulisan skripsi ini tidak terlepas dari bantuan banyak pihak yang secara langsung maupun tidak langsung. Untuk itu, penulis ingin mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Dr. Ir. Ircham, MT., selaku Rektor Institut Teknologi Nasional Yogyakarta.
2. Bapak Dr. Ir. Setyo Pambudi, MT., Selaku Dekan Fakultas Teknologi Mineral, Institut Teknologi Nasional Yogyakarta.
3. Bapak Bayurohman Pangacella Putra, ST., MT., Selaku Ketua Program Studi Teknik Pertambangan, FTM, Institut Teknologi Nasional Yogyakarta dan Selaku pembimbing II.
4. Bapak Ir. Hendro Purnomo, MT., Selaku Pembimbing I
5. Bapak Dr. Supandi, ST., MT., Selaku Dosen Penguji

Akhirnya, semoga Skripsi ini bermanfaat bagi perkembangan ilmu pada umumnya, dan khususnya ilmu pertambangan. Semoga tulisan ini bermanfaat bagi setiap orang yang membacanya.

Yogyakarta,

Penulis

(Septian Adi Cahya)

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PERSETUJUAN.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
LEMBAR PENGESAHAN .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
HALAMAN PERSEMBAHAN .....	iv
SARI.....	v
ABSTRACT.....	vi
KATA PENGANTAR .....	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR .....	xi
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
BAB I.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
PENDAHULUAN .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
1.1    Latar Belakang Masalah .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
1.2    Rumusan Masalah Penelitian .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
1.3    Batasan Masalah.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
1.4    Tujuan Penelitian.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
1.5    Metode Penelitian.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
1.6    Manfaat Penelitian.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
BAB II.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
TINJAUAN PUSTAKA .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.1    Lokasi dan Kesampaian Daerah .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.1.1    Lokasi.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.1.2    Kesampaian Daerah .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.1.3    Iklim Curah Hujan.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.2    Geologi Regional.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.2.1    Stratigrafi Regional .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.2.2    Struktur Geologi Cekungan Kutai....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.3    Geologi Daerah Penelitian.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.3.1    Geomorfologi .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.3.2    Stratigrafi Daerah Penelitian .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>



2.3.3	Struktur Geologi Daerah Penelitian	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
BAB III		<b>Error! Bookmark not defined.</b>
DASAR TEORI		<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.1	Ketidakpastian Dalam Kestabilan Lereng	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.2	Prinsip Dasar Stabilitas Lereng	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.3	Pendekatan probabilistik	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.4	Analisis Statistik	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.5	Metode Simulasi Monte Carlo	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.6	Metode Keseimbangan Batas	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.7	Mekanisme Dasar Terjadinya Longsoran	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.8	Faktor Faktor Yang Mempengaruhi Kemantapan Lereng	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.7.1	Geometri Lereng	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.7.2	Sifat Fisik dan Mekanik Batuan	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.7.3	Orientasi Umum Struktur Diskontinuitas	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.7.4	Adanya Air Tanah di Dalam Massa Batuan Lereng	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.7.5	Faktor Luar Sistem Lereng	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
BAB IV		<b>Error! Bookmark not defined.</b>
HASIL PENELITIAN		<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.1	Data Lubang Bor	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.2	Data Sifat Fisik dan Sifat Mekanik Hasil Uji Laboratorium	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.2.1	Hasil Rekapitulasi Uji Laboratorium	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.3	Gaya Dari Luar	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.4	Analisis Kestabilan Lereng dengan Probabilitas Longsor Metode Monte Carlo	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.4.1	Penentuan Parameter dan Fungsi Distribusi Statistik	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.4.2	Input Data	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.4.3	Output Data	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.5	Hasil Analisis Kestabilan Lereng dengan Probabilitas Longsor Metode Monte Carlo	<b>Error! Bookmark not defined.</b>

4.6	Penentuan Sudut Lereng Keseluruhan ( <i>Overall Slope</i> ) pada Faktor Keamanan Optimum.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
BAB V.....		<b>Error! Bookmark not defined.</b>
PEMBAHASAN .....		<b>Error! Bookmark not defined.</b>
5.1	Analisis Kestabilan Lereng Keseluruhan ( <i>Overall Slope</i> ) pada Faktor Keamanan Optimum.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
5.2	Hasil Analisis Probabilitas Kelongsoran ( <i>Probability of failure</i> ) Berdasarkan Desain Kestabilan Lereng Optimum.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
5.3	Rekomendasi Desain Kestabilan Lereng Optimum.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
BAB VI.....		<b>Error! Bookmark not defined.</b>
KESIMPULAN DAN SARAN.....		<b>Error! Bookmark not defined.</b>
6.1	Kesimpulan.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
6.2	Saran.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
DAFTAR PUSTAKA .....		<b>Error! Bookmark not defined.</b>
LAMPIRAN.....		<b>Error! Bookmark not defined.</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Diagram Alir Rencana Penelitian.....	6
Gambar 2.1 Peta Lokasi PT. Firman Ketaun Perkasa.....	8
Gambar 2.1 Peta Kesampaian Daerah.....	9
Gambar 2.3 Peta Sebaran Cekungan Mengandung Batubara, Minyak dan Gas Bumi di Indonesia .....	11
Gambar 2.4 Peta Geologi Regional Wilayah .....	12
Gambar 2.5 Kolom Statigrafi Cekungan Kutai.....	15
Gambar 2.6 Cekungan Tektonik Regional Kalimantan .....	15
Gambar 2.7 Struktur Geologi Cekungan Kutai.....	17
Gambar 2.8 Geomorfologi di sekitar wilayah PKP2B PT Firman Ketaun Perkasa .....	18
Gambar 2.9 Peta geologi lokal wilayah PKP2B PT Firman Ketaun Perkasa .....	21
Gambar 3.1 Faktor Keamanan Sederhana.....	24
Gambar 3.2 Konsep Probabilitas Kelongsoran dan Besaran Ketidakpastian ..	25
Gambar 3.3 Kurva Distribusi Normal.....	29
Gambar 3.4 Kurva Distribusi Lognormal .....	29
Gambar 3.5 Kurva Distribusi Gamma .....	30
Gambar 3.6 Gaya yang Bekerja Pada Irisan .....	32
Gambar 3.7 Sudut Geser Dalam dan Kohesi .....	34
Gambar 3.8 Mekanisme Luncuran Blok .....	35
Gambar 3.9 Blok Berisi Air Diatas Bidang Miring .....	36
Gambar 3.10 Geometri Lereng pada Tambang Terbuka .....	37
Gambar 3.11 Kondisi Air Tanah pada Lereng.....	41
Gambar 4.1 Peta Zonasi Kegempaan.....	59
Gambar 4.2 Memasukan Nilai Variabel.....	60
Gambar 4.3 Hasil Distribusi.....	61
Gambar 4.4 Import <i>External Boundary</i> , <i>Material Boundary</i> dan <i>Water table</i>	63
Gambar 4.5 Menentukan Metode yang Digunakan .....	64

Gambar 4.6 Memasukkan Data Sifat Fisik Dan Sifat Mekanik Batuan .....	64
Gambar 4.7 Memasukkan Data Statistik.....	65
Gambar 4.8 Contoh Data Hasil Analisa.....	65
Gambar 4.9 Hubungan Antara Faktor Keamanan dan Probabilitas Kelongsoran Terhadap Sudut Lereng.....	66
Gambar 4.10 Hubungan Sudut Lereng Dengan Ketinggian Pada FK Tertentu .....	68
Gambar Hubungan Antara Tinggi Lereng dan Sudut Lereng Optimum.....	70

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Koordinat Geografis Wilayah PT Firman Ketaun Perkasa.....	7
Tabel 3.1 Sumber-Sumber Ketidakpastian Dalam Kestabilan Lereng .....	23
Tabel 3.2 Ambang Batas Nilai FK Dan PK Lereng Tambang Terbuka .....	26
Tabel 3.3 Keseimbangan Pada Setiap Metode.....	33
Tabel 4.1 Koordinat Lubang Bor Pt. Firman Ketaun Perkasa .....	42
Tabel 4.2 Hasil Uji Batuan Pada Lubang Bor DD_109_B .....	43
Tabel 4.3 Hasil Uji Batuan Pada Lubang Bor DD_110_B .....	45
Tabel 4.4 Hasil Uji Batuan Pada Lubang Bor DD_117_B .....	47
Tabel 4.5 Hasil Uji Batuan Pada Lubang Bor DD_121_B .....	49
Tabel 4.6 Hasil Uji Batuan Pada Lubang Bor DD_122_B .....	51
Tabel 4.7 Hasil Uji Batuan Pada Lubang Bor DD_128_B .....	53
Tabel 4.8 Hasil Rekapitulasi Uji Laboratorium <i>Material Claystone</i> .....	55
Tabel 4.9 Hasil Rekapitulasi Uji Laboratorium <i>Material Soil</i> .....	56
Tabel 4.10 Hasil Rekapitulasi Uji Laboratorium <i>Material Coal</i> .....	56
Tabel 4.11 Hasil Rekapitulasi Uji Laboratorium <i>Material Sandstone</i> .....	57
Tabel 4.12 Hasil Rekapitulasi Uji Laboratorium <i>Material Carbonaceous Claystone</i> .....	58
Tabel 4.12 Hasil Rekapitulasi Uji Laboratorium <i>Material Siltstone</i> .....	53
Tabel 4.14 Material Statistik Pada <i>Soil</i> .....	61
Tabel 4.15 Material Statistik Pada <i>Sandstone</i> .....	61
Tabel 4.16 Material Statistik Pada <i>Claystone</i> .....	62
Tabel 4.17 Material Statistik Pada <i>Siltstone</i> .....	62
Tabel 4.18 Material Statistik Pada <i>Coal</i> .....	62
Tabel 4.19 Material Statistik Pada <i>Carbonaceous Claystone</i> .....	63
Tabel 4.20 Hasil Analisis Kestabilan Lereng.....	66
Tabel 4.9 Hasil Running Sudut Lereng Optimum .....	67
Tabel 5.1 Hasil Analisis Kestabilan Lereng Pada Faktor Kemanan Optimum .....	69

Tabel 5.2 Nilai Hasil Analisis Probabilitas Kelongsoran pada Nilai Faktor Keamanan Optimum .....	70
Tabel 5.3 Rekomendasi Desain Kestabilan Lereng .....	71

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A.1 Peta Geologi Regional .....	77
Lampiran A.2 Peta Persebaran Titik Bor .....	78
Lampiran B Data Hasil Uji Sifat Fisik dan Sifat Mekanik Batuan .....	79
Lampiran C Data Log Bor.....	91
Lampiran D Hasil Rekapitulasi Running FK Single Slope.....	107
Lampiran E Layout Desain <i>Overall Slope</i> .....	109
Lampiran F Hasil Analisis Kestabilan Lereng <i>Single Slope</i> .....	112
Lampiran G Hasil Analisis Kestabilan Lereng <i>Overall Slope</i> .....	139
Lampiran H Hasil Analisis Probabilitas ( <i>Probability of Failure</i> ).....	160
Lampiran I Hasil Analisis FK dan Probabilitas Longsor ( <i>Probability of failure</i> ) dari <i>Overall Slope Optimum</i> .....	181

