

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat dan berkat- Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi dengan judul “Analisis Kestabilan Lereng dengan Menggunakan Metode Kesetimbangan Batas dan Pendekatan Probabilitas Kuari Andesit CV. Trikarya Desa Kalirejo Kecamatan Kokap Kabupaten Kulon Progo D.I. Yogyakarta” dapat diselesaikan, disusun berdasarkan hasil penelitian yang dilaksanakan pada tanggal 18 Januari 2019 sampai 18 Februari 2019.

Skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk mendapat gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknologi Mineral, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Yogyakarta.

Atas selesainya penyusunan laporan ini, diucapkan terimakasih kepada:

1. Bapak Dr. Mohamad Irhas Effendi, MS., Rektor Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Yogyakarta.
2. Bapak Dr. Ir. Suharsono, MT., Dekan Fakultas Teknologi Mineral.
3. Bapak Dr. Edy Nursanto, ST., MT., Ketua Jurusan Teknik Pertambangan.
4. Ibu Ir. Wawong Dwi Ratminah, MT., Koordinator Program Studi Sarjana Teknik Pertambangan.
5. Bapak Dr. Ir. Singgih Saptono, MT., Dosen Pembimbing I
6. Bapak Dr. Nurkhamim, ST., MT., Dosen Pembimbing II
7. Bapak Kilat Supriatna, Kepala Teknik Tambang CV. Trikarya.

Harapan penulis, semoga skripsi ini bermanfaat bagi perkembangan ilmu pengetahuan pada umumnya, dan khususnya ilmu pertambangan.

Yogyakarta, 24 Juli 2019

Penulis,

Reinard Deo Haga Mulya

DAFTAR NOTASI

| | |
|---------------|---|
| FK | Faktor Keamanan |
| PL | Probabilitas longsor (%) |
| GSI | <i>Geological strength index</i> |
| mb | Konstanta material massa batuan |
| s | Konstanta material massa batuan |
| a | Konstanta material massa batuan |
| c | Kohesi (t/m^2) |
| ϕ | Sudut gesek dalam (deg) |
| RQD | <i>Rock quality designation (%)</i> |
| JRC | <i>Joint roughness coefficient</i> |
| σ_{ci} | Kuat tekan batuan utuh (MPa) |
| σ_{cm} | Kuat tekan massa batuan (MPa) |
| σ'_1 | Tegangan mayor (MPa) |
| σ'_3 | Tegangan minor (MPa) |
| D | Faktor ketergangguan |
| mi | Konstanta material batuan utuh |
| σ_t | Kuat Tarik (MPa) |
| σ'_n | Tegangan normal (MPa) |
| τ | Tegangan geser (MPa) |
| γ_r | Bobot isi batuan (kN/m^3) |
| ψ_f | Kemiringan lereng (deg) |
| ψ_p | Kemiringan bidang lemah (deg) |
| ψ_d | Kemiringan yang tegak lurus dengan bidang lemah (deg) |
| ψ_b | Kemiringan bidang dasar (deg) |
| ψ_s | Kemiringan muka diatas lereng (deg) |
| Δ_x | Lebar topling (m) |
| SD | Standar deviasi |

DAFTAR ISI

| | Halaman |
|--|---------|
| HALAMAN JUDUL | |
| HALAMAN PENGESAHAN | |
| RINGKASAN | v |
| ABSTRACT | vi |
| KATA PENGANTAR | vii |
| DAFTAR NOTASI | viii |
| DAFTAR ISI | ix |
| DAFTAR GAMBAR | xi |
| DAFTAR TABEL | xiv |
| DAFTAR LAMPIRAN | xvi |
| BAB | |
| I. PENDAHULUAN | |
| 1.1 Latar Belakang | 1 |
| 1.2 Rumusan Masalah | 2 |
| 1.3 Tujuan Penelitian | 2 |
| 1.4 Batasan Masalah | 2 |
| 1.5 Metodologi Penelitian | 3 |
| 1.6 Diagram Alir Penelitian | 4 |
| 1.7 Manfaat Penelitian | 4 |
| II. TINJAUAN UMUM | |
| 2.1 Lokasi dan Kesampaian Daerah | 6 |
| 2.2 Iklim dan Curah Hujan | 8 |
| 2.3 Keadaan Geologi | 8 |
| 2.4 Kegiatan Penambangan | 12 |
| III. DASAR TEORI | |
| 3.1 Batuan Utuh dan Massa Batuan | 16 |
| 3.2 <i>Geological Strength Index</i> (GSI) dan <i>Rock Mass Rating</i> (RMR) | 17 |
| 3.3 Kriteria Keruntuhan Hoek-Brown dan Mohr-Coloumb | 26 |
| 3.4 Faktor Keamanan | 31 |
| 3.5 Tipe Longsoran pada Batuan | 33 |

| | Halaman |
|--|---------|
| 3.6 Analisis Kestabilan Lereng Metode Keseimbangan Batas | 37 |
| 3.7 Pendekatan Probabilitas Longsor | 47 |
| | |
| IV. HASIL PENELITIAN | |
| 4.1 Hasil Observasi Lapangan..... | 54 |
| 4.2 Sifat Fisik dan Sifat Mekanik Batuan | 56 |
| 4.3 Klasifikasi Massa Batuan..... | 59 |
| 4.4 Kriteria Keruntuhan | 60 |
| 4.5 Pengolahan Data Statistik | 61 |
| 4.6 Faktor Keamanan dan Probabilitas Longsor | 73 |
| | |
| V. PEMBAHASAN | |
| 5.1 Karakteristik Massa Batuan | 75 |
| 5.2 Analisis Kestabilan Lereng | 78 |
| | |
| VI. KESIMPULAN DAN SARAN | |
| 6.1 Kesimpulan | 87 |
| 6.2 Saran..... | 88 |
| DAFTAR PUSTAKA | 89 |
| LAMPIRAN | 91 |

DAFTAR GAMBAR

| Gambar | Halaman |
|---|---------|
| 1.1 Diagram Alir Penelitian | 5 |
| 2.1 Peta Kesampaian Lokasi Penelitian..... | 7 |
| 2.2 Curah Hujan Tahunan Daerah Kokap 2008-2017 | 8 |
| 2.3 Peta Geologi Regional Desa Kalirejo, Kokap, Kabupaten Kulon Progo, Yogyakarta | 9 |
| 2.4 Stratigrafi Pegunungan Kulon Progo menurut tiga ahli yaitu Wartono Rahardjo,dkk (1977); Suroso,dkk (1986); dan Pringgoprawiro,dkk (1988 | 10 |
| 2.5 Andesit CV. Trikarya..... | 12 |
| 2.6 Alat Gusur <i>Bulldozer</i> Komatsu D85ESS..... | 13 |
| 2.7 Alat Gali Muat <i>Backhoe</i> Kobelco SK-200 | 13 |
| 2.8 <i>Rock Breaker</i> | 14 |
| 2.9 Alat Angkut <i>Dumptruck</i> Hino Dutro 130 HD | 14 |
| 2.10 Alat Muat <i>Wheel Loader</i> Komatsu WA45 | 15 |
| 2.11 Rancangan <i>Crushing Plant</i> CV. Trikarya..... | 15 |
| 3.1 Hubungan Antara Massa Batuan dan <i>IntackRock</i> | 17 |
| 3.2 Kondisi Kekasaran Kekar – <i>Joint Roughness Coefficient JRC</i> | 20 |
| 3.3 Kondisi Bukaannya <i>Aperture</i> kekar | 21 |
| 3.4 Klasifikasi Definisi Model Penggalan Terhadap Kemiringan Kekar..... | 23 |
| 3.5 <i>Strike</i> Kekar Tegak Lurus dengan Sumbu Terowongan dengan Arah <i>Dip</i> Melawan Arah Penggalan Sebesar 20°-45° | 23 |
| 3.6 Hubungan antara Tegangan Mayor dan Tegangan Minor untuk Kriteria Hoek & Brown dan Kriteria Mohr-Coloumb | 30 |
| 3.7 <i>Stereoplot</i> Longsoran Baji | 33 |
| 3.8 <i>Stereoplot</i> Longsoran Bidang | 34 |
| 3.9 <i>Stereoplot</i> Longsoran Busur | 35 |
| 3.10 Bentuk <i>Block Toppling</i> | 36 |
| 3.11 <i>Stereoplot</i> Longsoran Toppling | 36 |

| | Halaman |
|---|---------|
| 3.12 Ilustrasi Luncuran Blok pada Bidang Runtuh | 37 |
| 3.13 Kondisi Blok pada Bidang Miring..... | 39 |
| 3.14 <i>Block Toppling Model on a Stepped Base</i> | 40 |
| 3.15 Kondisi Kesetimbangan Batas untuk <i>Toppling</i> dan <i>Sliding</i> pada n-blok: (a) Gaya yang Bekerja pada Blok; (b) topling pada n blok; (c) <i>Sliding</i> pada n blok | 41 |
| 3.16 Lereng Baji | 43 |
| 3.17 Perpotongan 2 Bidang Diskontinu dengan Lereng | 44 |
| 3.18 Geometri <i>Plane Failure</i> : (a) <i>Tension crack in upper surface of slope</i> ; (b) <i>tension crack in face</i> | 45 |
| 3.19 <i>Normal Stress Ratio</i> | 46 |
| 3.20 Konsep Probabilitas Longsor..... | 48 |
| 3.21 <i>Flow Chart</i> Simulasi Monte Carlo | 52 |
| 4.1 Lereng Akhir Penambangan di CV. Trikarya..... | 54 |
| 4.2 Pemetaan Bidang Diskontinu Metode <i>Scanline</i> | 55 |
| 4.3 Orientasi Lereng Aktual terhadap Bidang Kekar pada <i>Software Dips</i> | 55 |
| 4.4 Orientasi Lereng Baru terhadap <i>Joint Set 1</i> pada <i>Software Dips</i> | 56 |
| 4.5 Sampel Divakum di Dalam Desikator | 57 |
| 4.6 Proses Penimbangan: (a) Penimbangan Berat Tergantung pada Timbangan Gantung; (b) Penimbangan Berat Jenuh pada Neraca <i>Ohauss</i> | 57 |
| 4.7 Sampel Dikeringkan dalam Oven..... | 58 |
| 4.8 Foto Pengujian: (a) Foto Peletakan Sampel Sebelum Diuji pada Mesin Tekan; (b) Sampel Hancur Setelah Pengujian Kuat Tekan ... | 59 |
| 4.9 Isian <i>Fixed Values</i> | 62 |
| 4.10 Isian <i>Discontinuity Orientations</i> | 63 |
| 4.11 Isian <i>Rock Mass Characteristics</i> | 63 |
| 4.12 Isian <i>External Loads</i> | 63 |
| 4.13 <i>Validate Data and Run Monte Carlo Simulation</i> | 64 |
| 4.14 Hasil Analisis Longsoran Toppling..... | 64 |
| 4.15 Input Data Baji..... | 65 |

| | Halaman |
|---|---------|
| 4.16 Isian <i>Join Set 1</i> | 65 |
| 4.17 Isian <i>Join Set 2</i> | 66 |
| 4.18 Isian <i>Data Slope Baji</i> | 66 |
| 4.19 Isian <i>Upper Face</i> | 67 |
| 4.20 Isian <i>Forced</i> | 67 |
| 4.21 Isian <i>Sampling</i> | 68 |
| 4.22 Hasil Analisis Longsoran Baji | 68 |
| 4.23 Isian <i>Input Data Bidang</i> | 69 |
| 4.24 Isian <i>Data Slope Bidang</i> | 69 |
| 4.25 Isian <i>Data Upper Face Bidang</i> | 70 |
| 4.26 Isian <i>Failure Plane</i> | 70 |
| 4.27 Isian <i>Strength</i> | 71 |
| 4.28 Isian <i>Seismic Data</i> | 71 |
| 4.29 Isian <i>Sampling Monte Carlo</i> | 72 |
| 4.30 Hasil Analisis Bidang | 72 |
| 5.1 Grafik Hubungan Antara Nilai UCS dan Kohesi | 77 |
| 5.2 Grafik Hubungan Antara Nilai UCS dan Sudut Gesek Dalam | 77 |
| 5.3 Grafik Hubungan Antara Tinggi Lereng dan Faktor Keamanan pada Longsoran Topling | 78 |
| 5.4 Grafik Hubungan antara Tinggi Lereng dan Faktor Keamanan pada Longsoran Bidang | 80 |
| 5.5 Grafik Hubungan antara Tinggi Lereng dan Faktor Keamanan pada Longsoran Baji | 81 |
| 5.6 Grafik Hubungan antara Tinggi Lereng dan Probabilitas Longsor pada Longsoran Topling | 83 |
| 5.7 Grafik Hubungan antara Tinggi Lereng dan Probabilitas Longsor pada Longsoran Bidang | 84 |
| 5.8 Grafik Hubungan antara Tinggi Lereng dan Probabilitas Longsor pada Longsoran Baji | 85 |

DAFTAR TABEL

| Tabel | Halaman |
|---|---------|
| 3.1 Klasifikasi Kuat Tekan Menurut Bieniawski | 18 |
| 3.2 Persamaan Hubungan Kuat Tekan Dengan PLI | 18 |
| 3.3 Hubungan antara RQD dan Kualitas Batuan | 19 |
| 3.4 Klasifikasi Spasi Kekar..... | 19 |
| 3.5 Klasifikasi Persistensi | 20 |
| 3.6 Klasifikasi Deskripsi Kondisi Bukaan Kekar | 21 |
| 3.7 Klasifikasi Pelapukan Dinding Batuan Diskontinuitas | 22 |
| 3.8 Tabel <i>Rock Mass Rating</i> | 24 |
| 3.9 Tabel Estimasi Nilai GSI Berdasarkan Kondisi Geologi Lapangan | 25 |
| 3.10 Tabel Estimasi Nilai GSI untuk Batuan Heterogen | 26 |
| 3.11 <i>Disturbance Factor</i> (D) pada Dinding Terowongan)..... | 28 |
| 3.12 <i>Disturbance Factor</i> (D) pada Dinding Lereng | 28 |
| 3.13 Nilai Konstanta m_i Batuan Utuh | 29 |
| 3.14 Nilai faktor Keamanan dan Probabilitas Longsor Lereng Tambang (Keputusan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral nomor 1827 K/30/MEM/2018 lampiran II E tentang Pedoman Pengelolaan Teknis Pertambangan..... | 32 |
| 3.15 Nilai Kritis $Dmax_x$ untuk Taraf Nyata α | 51 |
| 4.1 Data Sifat fisik (bobot isi asli) dan Sifat Mekanik (UCS) Batu Andesit CV.Trikarya..... | 59 |
| 4.2 Hasil Pembobotan GSI Lereng Arah (<i>Dip Direction</i>) 338° Longsor Topling..... | 60 |
| 4.3 Hasil Pembobotan GSI Lereng (<i>Dip Direction</i>) 75° dan 338° Longsor Baji dan Bidang | 60 |
| 4.4 Hasil Parameter Kekuatan Mohr-Coloumb Lereng dengan <i>Dip Direction</i> 338° (Longsor Topling) | 60 |
| 4.5 Hasil Parameter Kekuatan Mohr-Coloumb Lereng dengan <i>Dip Direction</i> 75° dan 338° (Longsor Baji dan Bidang)..... | 60 |
| 4.6 Hasil <i>Goddness Fitting Test</i> | 61 |

| | Halaman |
|--|---------|
| 4.7 Faktor Keamanan dan Probabilitas Longsor untuk Longsoran Baji. | 73 |
| 4.8 Faktor Keamanan dan Probabilitas Longsor untuk Longsoran Bidang | 74 |
| 4.9 Faktor Keamanan dan Probabilitas Longsor untuk Longsoran Topling | 74 |
| 6.1 Hasil Parameter Kekuatan Hoek-brown dan Mohr-coloumb pada Lereng dengan <i>Dip Direrction</i> 75° yang Berpotensi Longsoran Baji dan <i>Dip Direrction</i> 338° yang Berpotensi Longsoran Bidang.. | 87 |
| 6.2 Hasil Parameter Kekuatan Hoek-brown dan Mohr-coloumb pada Lereng dengan <i>Dip Direrction</i> 338° yang Berpotensi Longsoran Topling | 87 |

DAFTAR LAMPIRAN

| LAMPIRAN | Halaman |
|---|---------|
| A. DATA GEOTEKNIK..... | 91 |
| B. PEMETAAN BIDANG DISKONTINU | 119 |
| C. PENENTUAN KOEFISIEN GEMPA | 125 |
| D. HASIL ANALISIS RISIKO..... | 128 |
| E. <i>GODDNESS FITTING TEST</i> | 131 |
| F. HASIL PENENTUAN DISTRIBUSI DATA | 142 |
| G. PETA TOPOGRAFI WILAYAH IUP CV. TRIKARYA..... | 177 |
| H. HASIL ANALISIS KESTABILAN LERENG | 179 |
| I. CONTOH PERHITUNGAN STABILITAS LERENG | 202 |

LAMPIRAN