



UNIVERSITAS DIPONEGORO

**ANALISIS KESTABILAN LERENG
DENGAN MENGGUNAKAN KLASIFIKASI MASSA BATUAN PADA
LERENG *SIDE WALL PIT A* PT INDOMINING KECAMATAN
SANGA-SANGA, KABUPATEN KUTAI KERTANEGARA,
KALIMANTAN TIMUR**

TUGAS AKHIR

**Diajukan untuk Memenuhi Persyaratan dalam Menyelesaikan Pendidikan
Sarjana Program Strata-1 pada Departemen Teknik Geologi,
Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro**

**YOAN PRANATA TARIGAN
NIM. 21100113120020**

**FAKULTAS TEKNIK
DEPARTEMEN TEKNIK GEOLOGI**

**SEMARANG
NOVEMBER 2017**

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh

Nama : Yoan Pranata Tarigan
NIM : 21100113120020
Departemen : Teknik Geologi
Judul skripsi : Analisis Kestabilan Lereng dengan menggunakan Klasifikasi Massa Batuan pada Lereng *Side Wall* Pit A PT Indomining Kecamatan Sanga-Sanga, Kabupaten Kutai Kertanegara, Kalimantan Timur

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana pada Departemen Teknik Geologi, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro.

TIM PENGUJI

Pembimbing I	: Najib, ST., M.Eng., Ph.D NIP. 19771020 200501 1 001	()
Pembimbing II	: Devina Trisnawati, ST., M.Eng. NIK. 19861208 021401 2 222	()
Penguji I	: Fahrudin, ST., MT. NIP. 19830122 200604 1 002	()
Penguji II	: Anis Kurniasih, ST., MT. NIP. 19860927 201404 2 001	()

Semarang, 13 November 2017

Ketua Departemen Teknik Geologi



Najib, ST., M.Eng., Ph.D
NIP. 19771020 200501 1 001

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

**Tugas Akhir ini adalah hasil karya saya sendiri,
dan semua sumber baik yang dikutip maupun yang telah dirujuk
telah saya nyatakan dengan benar.**

Nama : Yoan Pranata Tarigan

NIM : 21100113120020

Tanda Tangan : 

Tanggal : 13 November 2017

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademika Universitas Diponegoro, saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Yoan Pranata Tarigan
NIM : 21100113120020
Departemen : Teknik Geologi
Fakultas : Teknik
Jenis Karya : Tugas Akhir

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Diponegoro **Hak Bebas Royalti Noneksklusif** (*None-exclusive Royalty Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul :

**“ANALISIS KESTABILAN LERENG DENGAN MENGGUNAKAN
KLASIFIKASI MASSA BATUAN PADA LERENG *SIDE WALL* PIT A PT
INDOMINING KECAMATAN SANGA-SANGA, KABUPATEN KUTAI
KERTANEGARA, KALIMANTAN TIMUR”**

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini, Universitas Diponegoro berhak menyimpan, mengalih media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan Tugas Akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Dibuat di : Semarang
Pada Tanggal : 13 November 2017

Yang menyatakan


Yoan Pranata Tarigan

KATA PENGANTAR

Puji Syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa yang telah melimpahkan rahmat dan berkatNya sehingga akhirnya penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan baik. Adapun judul penelitian yang penulis lakukan ialah “Analisis Kestabilan Lereng dengan menggunakan Klasifikasi Massa Batuan pada lereng *Side Wall* Pit A PT. Indomining Kecamatan Sangasanga, Kabupaten Kutai Kertanegara, Kalimantan Timur”.

Lereng *Side Wall* Pit A terletak di wilayah konsesi PT. Indomining yang pernah mengalami longsor sehingga mengganggu proses produksi batubara di Pit A. Oleh sebab itu sangat menguntungkan bagi perusahaan dan penulis untuk melakukan penelitian mengenai kestabilan lereng. Penelitian mengenai analisis kestabilan lereng ini dilakukan secara kualitatif dan kuantitatif dimulai dari pengambilan data diskontinu dengan metode *scanline*, menghitung nilai RMR (*Rock Mass Rating*) dan GSI (*Geological Strength Index*) yang dibantu dengan data mekanika batuan dari laboratorium geoteknik PT. Indomining, menginterpretasi arah dan jenis longsor yang dapat terjadi hingga menghasilkan nilai faktor keamanan dari lereng tersebut.

Pada laporan tugas akhir ini, penulis berharap dapat memberikan informasi bagi para pembaca baik di bidang geologi, geologi teknik dan pertambangan.

Semarang, November 2017

Penulis

HALAMAN UCAPAN TERIMA KASIH

Selama penyusunan tugas akhir ini, penulis banyak mendapat doa dan dukungan dari berbagai pihak baik secara langsung maupun tidak langsung. Untuk itu penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih kepada:

1. Tuhan Yesus Kristus yang atas segala berkat dan anugerahNya dalam menjaga, membimbing, mengasihi, memaafkan hingga detik ini.
2. Keluarga tercinta, Bapak Pt. Sabar Tarigan S.P, Ibu Ralep br Sembiring, Yantha Kencana Tarigan, Maria Theophani br Sembiring dan Mama Lipat Sembiring atas segala dukungan doa, perhatian, semangat dan kasih sayangnya kepada peneliti.
3. Bapak Najib, ST., M.Eng, Ph.D selaku Ketua Departemen Teknik Geologi, Universitas Diponegoro dan selaku pembimbing ke-1 yang mengajarkan berbagai ilmu serta kesabaran dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
4. Ibu Devina Trisnawati S.T., M.Eng sebagai dosen pembimbing ke-2 yang mengajarkan ilmu, motivasi dan kesabaran dalam membimbing hingga penulis menyelesaikan tugas akhir ini.
5. Bapak Dian Agus Widiarso S.T., M.T. atas arahan akademis sebagai dosen wali selama berkuliah di Teknik Geologi Undip.
6. Toga Raja Simanullang dan Boymo Sanservanda Sinamo selaku teman seperjuangan dari awal kuliah hingga tugas akhir yang banyak memberikan masukan dan membantu selama pembuatan tugas akhir ini.
7. Bapak Ferdinan Hutasoit selaku *General Manager* PT. Indomining yang membimbing, memotivasi dan memberikan pelajaran tentang kehidupan selama di Kalimantan.
8. Bapak Agus selaku *coal geologist* dan pembimbing di PT. Indomining yang banyak memberikan masukan dan ilmu di dunia pekerjaan.
9. Bapak Banu, Ibu Joy dan segenap keluarga PT. Indomining yang selalu memberikan semangat, masukan dan hiburan selama melakukan penelitian.
10. Segenap dosen, pegawai kampus, mahasiswa dan alumni Teknik Geologi Undip atas segala pelayanan dan bantuannya selama ini.
11. Teman-teman dari GeoCurhat, yang selalu membantu, menghibur, dan bertukar pikiran selama kuliah empat tahun ini.
12. M.Taufiqurrahman yang selalu memotivasi dan membantu dengan ikhlas memperbaiki laptop yang sering bermasalah baik sebelum dan saat pembuatan tugas akhir ini
13. Cristy Artarina Maryetna Simatupang yang selalu memotivasi dan selalu mengingatkan tentang pentingnya bersyukur dan berserah kepada Tuhan Yesus.
14. Teman-teman Teknik Geologi angkatan 2013 serta seluruh warga HMTG MAGMADIPA atas persaudaraan dan keakraban selama empat tahun belakangan ini.

15. Semua pihak yang telah membantu penulis baik langsung maupun tidak langsung, selama pengerjaan tugas akhir ini, yang tidak bisa penulis sebutkan satu per satu.

Semarang, 13 November 2017

Penulis

SARI

Batubara merupakan salah satu sumber daya alam yang terdapat di Indonesia dengan berbagai manfaat penting dalam pembangunan nasional. Dalam operasi penambangan batubara, masalah kestabilan lereng akan ditemukan pada penggalian tambang terbuka yang akan mengganggu kegiatan produksi dan mengakibatkan ketidaksinambungan produksi dan keselamatan pekerja dan peralatan. Salah satu contoh adanya ketidakstabilan lereng pada tambang terbuka pernah terjadi pada lereng *Side Wall Pit A PT.Indomining site* Sanga-sanga, Kalimantan Timur yang menjadi tempat penelitian. Adapun tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui litologi, struktur geologi, karakteristik bidang diskontinuitas, nilai massa batuan dengan klasifikasi *Rock Mass Rating (RMR)* dan *Geological Strength Index (GSI)* yang dibantu oleh data laboratorium sehingga mendapatkan nilai faktor keamanan dari lereng tersebut beserta arah dan jenis longsoran yang kemungkinan terjadi. Metode yang digunakan dalam penelitian ini ialah metode kualitatif yang dilakukan dengan cara pengambilan data di lapangan seperti litologi, struktur geologi dengan metode *scanline*, kondisi bidang diskontinuitas dan metode kuantitatif meliputi data mekanika batuan hasil uji laboratorium geoteknik untuk mendapatkan nilai RMR dan GSI dan analisis kestabilan lereng dengan perangkat lunak Slide 6.0 untuk mendapatkan nilai faktor keamanan dari lereng *Side Wall Pit A PT.Indomining*. Berdasarkan hasil pengamatan geologi dan diskontinuitas, lokasi penelitian termasuk dalam Formasi Balikpapan (Tmbp) dengan litologi berupa batupasir, batulempung dan batubara dengan struktur geologi berupa kekar. Hasil pengamatan diskontinuitas dengan metode *scanline* untuk mengolah data mendapatkan nilai RMR dilakukan dengan 5 parameter pembobotan seperti kuat tekan litologi penyusun, jarak diskontinuitas, nilai *Rock Quality Designation (RQD)*, kondisi airtanah, dan kondisi diskontinuitas yang jumlah pembobotannya bernilai 65 (*Good Rock*). Berdasarkan hubungan nilai GSI dengan nilai RMR maka didapatkan nilai GSI sebesar 60. Sesuai dengan analisis kinematik dengan menggunakan stereonet, tidak didapatkan adanya kemungkinan longsoran batuan yang dapat terjadi pada lokasi penelitian. Ini didukung oleh nilai faktor keamanan sebesar 1.338 yang termasuk dalam kategori aman.

Kata kunci: *Rock Mass Rating, Geological Strength Index, Struktur Geologi, Faktor Keamanan, Side Wall Pit A PT. Indomining.*

ABSTRACT

Coal is one of the natural resources found in Indonesia with many important benefits in national development. In coal mining operations, slope stability problems will be found in open pit mining that may disrupt production activities and lead to production and safety disconnect of workers and equipment. One example of the instability of slopes in open pit mines has occurred on the slopes of Side Wall Pit A PT.Indomining site Sanga-sanga, East Kalimantan which be the site of research. The purpose of this research is to know the lithology, geological structure, discontinuity field characteristic, rock mass value with Rock Mass Rating (RMR) and Geological Strength Index (GSI) classification which is assisted by laboratory data so as to get the value of safety factor value from the slope along with the direction and the type of avalanche that may occur. The method used in this research is a qualitative method that was done by way of data retrieval such as lithology, geological structure with scanline method, discontinuity field condition and quantitative method including rock mechanical data of geotechnical laboratory test result to get RMR and GSI value and stability analysis of slope with Slide 6.0 software to get the value of the security factor from the slope of Side Wall Pit A PT.Indomining. Based on results of geological observations and discontinuities, the location of research included in the Balikpapan Formation (Tmbp) with lithology of sandstone, clay and coal with a solid geological structure. The result of observation of discontinuity with scanline method to process data obtained RMR value is done with 5 weighting parameters such as compressive lithology compressor strength, discontinuity distance, Rock Quality Designation (RQD) value, groundwater condition, and discontinuity condition with the end result of 65 (Good Rock). Based on the relation of GSI value with RMR value, the value of GSI is 60. According to kinematic analysis using stereonet, there is no possibility of rocks that can occur at the research location. This argument is supported by a value of 1,338 security factor that falls into the safe category.

Keywords: Rock Mass Rating, Geological Strength Index, Geological Structure, Security Factor, Side Wall Pit A PT. Indomining.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	iv
KATA PENGANTAR	v
HALAMAN UCAPAN TERIMAKASIH	vi
SARI.....	viii
ABSTRACT.....	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xv

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang penelitian	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.2.1 Rumusan Masalah.....	2
1.2.2 Batasan Masalah	2
1.3 Tujuan	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
1.5 Waktu dan Lokasi Penelitian	4
1.6 Penelitian Terdahulu	5

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Stratigrafi Regional	7
2.2 Kestabilan Lereng	10
2.3 Desain Geometri Lereng	13
2.4 Kelongsoran Lereng.....	14
2.5 Massa Batuan	19
2.6 Bidang Diskontinuitas.....	19
2.7 Klasifikasi Massa Batuan.....	23
2.8 Klasifikasi Massa Batuan <i>Rock Mass Rating</i> (RMR).....	26
2.8.1 Kuat Tekan Batuan Utuh.....	27
2.8.2 <i>Rock Quality Designation</i> (RQD)	29
2.8.3 Jarak Pisah Antar Kekar.....	31
2.8.4 Kondisi Bidang Diskontinuitas	33
2.8.5 Kondisi Air Tanah.....	37
2.9 <i>Geological Strength Index</i> (GSI)	38
2.10 <i>Slope Mass Rating</i> (SMR)	39
2.11 Kriteria Keruntuhan <i>Hoek-Brown</i> (2002)	40
2.12 Kriteria Keruntuhan <i>Mohr & Coloumb</i>	42
2.13 Metode Janbu	43
2.14 Metode <i>Simplifies</i> Bishop	44
2.15 Faktor Kerusakan (<i>Disturbance Factor, D</i>)	46

2.16 Pemetaan <i>Scanline</i>	47
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	
3.1 Metode Penelitian	52
3.2 Alat dan Bahan	53
3.3 Sumber Data	53
3.4 Tahapan Penelitian	54
3.5 Hipotesis	57
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1 Kondisi Geologi Daerah Penelitian	59
4.1.1 Litologi	59
4.1.2 Struktur Geologi	61
4.2 Uji Sifat Fisik dan Mekanik Batuan	62
4.3 Klasifikasi Massa Batuan Daerah Penelitian	62
4.4 <i>Geological Stregth Index</i> (GSI)	69
4.5 <i>Slope Mass Rating</i> (SMR).....	70
4.6 Pengaruh Kondisi Geologi Terhadap Kestabilan Lereng	70
4.7 Proyeksi Stereografis	71
4.8 Permodelan dan Analisis Kestabilan Lereng	73
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	80
5.1 Kesimpulan	80
5.2 Saran	81
DAFTAR PUSTAKA	82
LAMPIRAN	85

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Lokasi Penelitian.	6
Gambar 2.1	Kolom Stratigrafi daerah Kutai Timur, Cekungan Kutai bagian Utara (Sukardi, dkk, 1995).....	8
Gambar 2.2	Peta geologi regional Sangatta, Kabupaten Kutai Timur, Kalimantan Timur (PT. Karya Yasa Cipta Consult, 2012)	9
Gambar 2.3	Faktor Keamanan Sederhana (Romana, 1993 dalam Arif, 2016).....	11
Gambar 2.4	Geometri lereng pada tambang terbuka (Hustrulid dkk, 2000)...	14
Gambar 2.5	Jenis - jenis longsoran (Hoek & Bray, 1981 dalam Singh & Goel, 2011).....	15
Gambar 2.6	Bentuk longsoran busur (Hoek & Bray, 1981 dalam Arif, 2016).....	16
Gambar 2.7	Bentuk longsoran bidang (Hoek & Bray, 1981 dalam Arif, 2016)	17
Gambar 2.8	Bentuk longsoran baji (Hoek & Bray, 1981 dalam Arif, 2016) .	18
Gambar 2.9	Bentuk longsoran guling (Goodman & Bray, 1976)	18
Gambar 2.10	Konsep pembentukan massa batuan (Palmström, 2001).....	19
Gambar 2.11	Kondisi standard massa batuan <i>Hoek & Brown</i> (Hoek, 1994 dalam Goel dan Singh, 2011).	20
Gambar 2.12	Metode pengukuran RQD menurut Deere (1989)	30
Gambar 2.13	Jarak/Spasi Kekar yang Sering Ditemukan (Tidak Saling Tegak Lurus) Terhadap Bidang Kekar Sepanjang Garis Pengukuran Kekar (Scan-line) dari X – Y (Kramadibrata, 1996)	32
Gambar 2.14	Karakteristik bidang diskontinuitas (Bieniawski, 1989).....	33
Gambar 2.15	<i>Joint Roughness Coefficient</i> (JRC) (Barton dan Choubey, 1977).....	34
Gambar 2.16	Lereng dan gaya-gaya yang bekerja pada Janbu (Anderson dan Richards, 1987 dalam Korah, dkk, 2014).....	43
Gambar 2.17	Gaya – gaya yang bekerja pada suatu potongan (Anderson dan Richards, 1987 dalam Rajagukguk, dkk, 2014)	45
Gambar 2.18	Representasi perpotongan antara bidang diskontinuitas dengan <i>scanline</i> (Priest & Hudson, 1981)	48
Gambar 3.1	Diagram alir penelitian.	55
Gambar 4.1	Kenampakan batupasir di lapangan Pit A PT. Indomining.	56
Gambar 4.2	Kenampakan batulempung di lapangan Pit A PT. Indomining...	57
Gambar 4.3	Kenampakan batubara di lapangan Pit A PT. Indomining.....	57
Gambar 4.4	<i>Scanline</i> pada domain 1.....	61
Gambar 4.5	Orientasi arah diskontinuitas pada domain 1	61
Gambar 4.6	<i>Scanline</i> pada domain 2.....	62
Gambar 4.7	Orientasi arah diskontinuitas pada domain 2.....	62

Gambar 4.8	Ilustrasi letak domain pada lereng penelitian	63
Gambar 4.9	Nilai GSI Massa Batuan.....	67
Gambar 4.10	Analisis Kinematik Arah dan Jenis Longsoran yang mungkin terjadi.....	70
Gambar 4.11	Peta situasi dan kontur penelitian.....	72
Gambar 4.12	Sayatan A-A'	73
Gambar 4.13	Nilai FK metode Bishop Mohr-Coloumb dari Lereng <i>side wall</i> Pit A PT.Indomining.	75
Gambar 4.14	Nilai FK metode Janbu Mohr-Coloumb dari Lereng <i>side wall</i> Pit A PT.Indomining	76
Gambar 4.15	Nilai FK metode Bishop Hoek-Brown dari Lereng <i>side wall</i> Pit A PT.Indomining	77
Gambar 4.16	Nilai FK metode Janbu Hoek-Brown dari Lereng <i>side wall</i> Pit A PT.Indomining.....	78

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1	Jadwal Kegiatan Tugas Akhir	4
Tabel 1.2	Penelitian Terdahulu.....	5
Tabel 2.1	Nilai Faktor Keamanan menurut Bowles (1984	12
Tabel 2.2	Metode klasifikasi massa batuan utama (Palmstrom, 2001).....	24
Tabel 2.3	Penentuan kekuatan batuan di lapangan (Hoek & Brown, 1980).	27
Tabel 2.4	Kekuatan material batuan utuh (Bieniawski, 1989)	28
Tabel 2.5	<i>Rock Quality Designation</i> (RQD) (Bieniawski, 1989)	31
Tabel 2.6	Jarak pisah antar kekar (Bieniawski, 1989)	33
Tabel 2.7	Pemerian Tingkat Pelapukan Batuan (ISRM, 1981 dalam Wylie and Mah, 2004	35
Tabel 2.8	Kondisi Diskontinuitas (Bieniawski, 1989).....	36
Tabel 2.9	Kelas Massa Batuan Menurut Bobot Total dan Arti Kelas.....	37
Tabel 2.10	Klasifikasi Parameter Dan Pembobotan <i>Rock Mass Rating System</i> (Bieniawski, 1989).....	38
Tabel 2.11	Hubungan nilai RMR dan SMR (Laubscher (1975) dalam Zakaria dkk, 2015).....	39
Tabel 2.12	Nilai Parameter m_j (Hoek dkk, 2002).....	41
Tabel 2.13	Pedoman untuk memperkirakan faktor kerusakan D (Hoek, dkk, 2002)	46
Tabel 3.1	Alat dan Bahan Penelitian.....	50
Tabel 4.1	Uji Sifat fisik Batuan pada Pit A	59
Tabel 4.2	Nilai UCS dari batuan pada Pit A.....	59
Tabel 4.3	Data informasi domain pengukuran <i>scanline</i>	60
Tabel 4.4	Jarak kekar sebenarnya hasil pengukuran <i>scanline</i>	60
Tabel 4.5	Nilai <i>Rock Quality Designation</i>	64
Tabel 4.6	Nilai kondisi diskontinuitas	65
Tabel 4.7	Determinasi massa batuan dari Klasifikasi RMR.....	65
Tabel 4.8	Kalkulasi dan pembobotan 5 parameter RMR.....	66
Tabel 4.9	Hubungan nilai RMR dan SMR (Laubscher, 1975 dalam Zakaria dkk, 2015)	68
Tabel 4.10	Data uji laboratorium untuk permodelan kestabilan lereng dengan <i>streght type Generalized Hoek-Brown</i> (Sumber : <i>Department of Mine Operation</i> PT. Indomining).....	73
Tabel 4.11	Data uji laboratorium untuk permodelan kestabilan lereng dengan <i>streght type Mohr-Coloumb</i> (Sumber : <i>Department of Mine Operation</i> PT. Indomining).....	74
Tabel 4.12	Hasil Nilai Faktor Keamanan lereng <i>Side Wall</i> Pit A PT. Indomining.....	79

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Data Diskontinuitas	60
Lampiran 2	Pembobotan 5 parameter RMR	60