

## **SKRIPSI**

# **PENGARUH GETARAN TANAH (*GROUND VIBRATION*) TERHADAP TINGKAT KESTABILAN LERENG TAMBANG *PIT NORTH MAIN RIDGE* DI PT. J RESOURCES BOLAANG MONGONDOW**

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



**Oleh:**

**JESCLIANATA DEWINTA LOMBAN**

**NIM : 7100190099**

**PROGRAM STUDI TEKNIK PERTAMBANGAN S1  
FAKULTAS TEKNOLOGI MINERAL  
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL YOGYAKARTA  
2023**

## HALAMAN PERSETUJUAN

### **PENGARUH GETARAN TANAH (*GROUND VIBRATION*) TERHADAP TINGKAT KESTABILAN LERENG TAMBANG *PIT NORTH MAIN RIDGE* DI PT. J RESOURCES BOLAANG MONGONDOW**

Oleh:

**JESCLIANATA DEWINTA LOMBAN**

**NIM : 7100190099**



Disetujui untuk

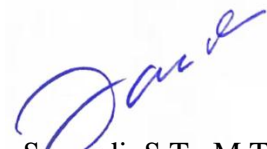
Program Studi Teknik Pertambangan

FAKULTAS TEKNOLOGI MINERAL

INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL YOGYAKARTA

Tanggal : 21 Juli 2023

Dosen Pembimbing I



(Dr. Supandi, S.T., M.T.)

NIK : 1973 0241

Dosen Pembimbing II



(Erry Sumarjono, S.T., M.T.)

NIK : 1973 0254

**LEMBAR PENGESAHAN**  
**PENGARUH GETARAN TANAH (*GROUND VIBRATION*)**  
**TERHADAP TINGKAT KESTABILAN LERENG TAMBANG**  
**PIT *NORTH MAIN RIDGE* DI PT. J RESOURCES BOLAANG**  
**MONGONDOW**

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

Pada Tanggal 21 Juli 2023

Oleh : Jesclianata Dewinta Lomban/7100190099

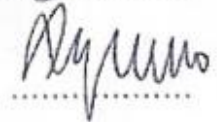
Diterima Guna Memenuhi Persyaratan untuk Mencapai Gelar Sarjana Teknik

Susunan Tim Penguji :

(Dr. Supandi, S.T., M.T.)  
Ketua Tim Penguji



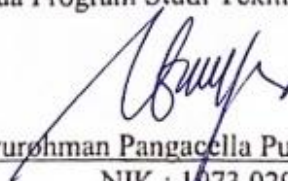
(Erry Sumarjono, S.T., M.T.)  
Anggota Tim Penguji



(Dr. Ir. R. Andy Erwin Wijaya S.T., M.T)  
Anggota Tim Penguji



Mengetahui,  
Dekan Fakultas Teknologi Mineral  
(Dr. H. H. Gendoet Hartono, S.T., M.T)  
NIK : 1973 0066

Menyetujui  
Ketua Program Studi Teknik Pertambangan  
  
(Bayur Rahman Pangacella Putra, S.T., M.T)  
NIK : 1973 0296

## HALAMAN PERSEMBAHAN

### ***Puji Tuhan***

*Segala puji syukur kuucapkan kepada Tuhan Yesus Kristus, karena atas berkat dan rahmat-Nya sehingga aku dapat menyelesaikan sebuah karya berupa skripsi ini. Meskipun dengan berbagai perasaan yang menjadi warna baru di hidupku sampai akhirnya diberikan kesempatan menuju titik awal perjuangan untuk meraih semua cita-citaku. “I Can Do All Things Through Christ Who Strengthness Me” (Philippians 4 : 13). Semoga skripisi ini menjadi satu langkah awal bagiku untuk meraih cita-cita sesuai dengan yang dikehendaki Tuhan, teriring skripsi ini dipersembahkan :*

### **Keluarga Besarku**

Papaku terhebat (**Juniasdi Loning Lomban**), mamaku tercinta (**Nurminalia Papising**), abang-abangku tersayang (**Janifer Dimsi Lomban, Jeferson Daniel Lomban, Jefri Dwisapta Lomban**) serta seluruh keluarga besarku. Terima kasih atas doa, motivasi dan inspirasi serta tiada henti memrberikan dukungan moril dan material sampai saat ini.

### **Teman-Temanku**

Yang selalu mendengarkan keluh kesahku dari kejauhan (**Epin, Dandi, Ria, Rudin, Upik, Iki**), teman seperantauan di jogja (**Chacinda, Nesa, Merry, Wanda, Gitet, Beby, Widya, Ika, Nina, Chabelita, Ling**) dan teman-teman angkatan 2019.

### **Dosen Pembimbing Tugas Akhir**

Bpk. Dr. Supandi, S.T., M.T. dan Bpk. Erry Sumarjono, S.T., M.T.

## SARI

PT. J Resources Bolaang Mongondow merupakan tambang emas dengan metode *open pit*. Salah satu aktivitas untuk mendapatkan *ore* adalah dengan melakukan kegiatan peledakan. Dampak peledakan salah satunya adalah getaran tanah (*ground vibration*), getaran ini pada tingkat tertentu dapat menyebabkan gangguan pada kestabilan lereng. Sehingga diperlukan analisis lebih lanjut untuk mengetahui nilai Faktor Keamanan (FK) dinamis yang dipengaruhi oleh getaran akibat peledakan.

*Pit Main Ridge* merupakan area yang memiliki kegiatan peledakan yang perlu dikontrol agar Faktor Keamanan (FK) dinamis tidak kurang dari 1,1 sesuai dengan Keputusan Menteri ESDM Nomor 1827 K 30 MEM 2018. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui Faktor Keamanan (FK) dinamis pada lereng *section A-A'* dan *section B-B'* di *Pit Main Ridge* Utara.

Hasil perhitungan menunjukkan bahwa semakin jauh jarak peledakan maka nilai getaran akan semakin kecil. Perhitungan nilai Faktor Keamanan (FK) lereng pada penelitian ini menggunakan metode kesetimbangan batas (*General Limit Equilibrium*) dengan bantuan perangkat lunak *Rocscience Slide 6.0*. Pada analisis kestabilan lereng, data yang diolah merupakan data sifat fisik dan mekanik batuan penyusun lereng dan geometri lereng aktual dengan analisis pseudostatik. Berdasarkan hasil simulasi lereng dengan koefisien seismik sebesar 0,024g, lereng pada *section A-A'* memiliki nilai Faktor Keamanan (FK) statis 1,296 dan dinamis 1,233, *section B-B'* memiliki nilai Faktor Keamanan (FK) statis 1,534 dan dinamis 1,464 dengan koefisien seismik sebesar 0,024g.

Kata Kunci : Getaran Tanah, Kestabilan Lereng, Amax, PPA, *Pit Main Ridge* Utara

## **ABSTRACT**

*PT. J Resources Bolaang Mongondow is an open pit gold mine. One of the activities to get ore is to carry out blasting activities. One of the effects of blasting is ground vibration, this vibration at a certain level can cause disturbances to the stability of the slope. The further analysis is needed to determine the value of the dynamic Safety Factor (SF) which is affected by vibrations due to blasting.*

*Pit Main Ridge is the area that has the most frequent blasting activities, therefore blasting needs to be controlled in order to the dynamic safety factor is not less than 1,1 in accordance with the Minister of Energy and Mineral Resources Decree No. 1827 K 30 MEM 2018. This research aimed to know the value of dynamic Safety Factor (SF) in section A-A' and section B-B' slope of Pit North Main Ridge.*

*The calculation results show that the longer the detonation distance, the smaller the vibration value. The calculation of the Safety Factor (SF) of slope in this study used the limit equilibrium method (General Limit Equilibrium) using Rocscience Slide 6.0 software. In the slope stability analysis, the data processed are data of physical and mechanical properties of the slope, and the actual slope geometry with pseudostatic analysis. Based on the slope simulation results with seismic coefficient is 0,024 g, section A-A' slope has static Safety Factor (SF) value is 1,296 and dynamic is 1,233 and section B-B' has static Safety Factor (SF) is 1,534 and dynamic is 1,464.*

*Keywords : Ground Vibration, Slope Stability, Amax, PPA, Pit North Main Ridge*

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas pertolongan dan petunjuk-Nya, penulis dapat menyelesaikan Skripsi ini dengan lancar. Skripsi ini berjudul **“Pengaruh Getaran Tanah (*Ground Vibration*) Terhadap Tingkat Kestabilan Lereng Tambang Pit *North Main Ridge* di PT. J Resources Bolaang Mongondow.”**

Penyusunan Skripsi ini dibuat sebagai salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Pertambangan di Institut Teknologi Nasional Yogyakarta. Selesaiannya penulisan Skripsi ini tidak terlepas dari bantuan banyak pihak yang secara langsung maupun tidak langsung. Untuk itu, penulis ingin mengucapkan terimakasih sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Dr. Ir. Setyo Pambudi, M.T, selaku Rektor Institut Teknologi Nasional Yogyakarta.
2. Bapak Dr. Hill Gendoet Hartono, S.T., M.T, selaku Dekan Fakultas Teknologi Mineral, Institut Teknologi Nasional Yogyakarta
3. Bapak Bayurohman Pangacella Putra S.T., M.T, selaku Ketua Program Studi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknologi Nasional Yogyakarta.
4. Bapak Dr. Supandi, S.T., M.T Selaku Dosen Pembimbing I.
5. Bapak Erry Sumarjono, S.T., M.T Selaku Dosen Pembimbing II.
6. Bapak Dr. Ir. R Andy Erwin Wijaya, S.T., M.T selaku Dosen Penguji.
7. Bapak Nico Myan Saringoringo selaku Engineer Manager JRBM.
8. Pembimbing lapangan Bapak Khatib Syarbini selaku Supgtend Geotechnical & Hydrogeological, Bapak Panggua Pandin selaku Geotech Engineer, Bapak Iftitah Rohman Hukuma selaku Hydrology & Hydrogeology Engineer.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa Skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan, maka kritik dan saran yang sifatnya membangun sangat diharapkan guna perbaikan di masa yang akan datang.

Akhir kata, penulis berharap Skripsi ini dapat bermanfaat khususnya bagi penulis sendiri dan untuk pembaca pada umumnya.

Yogyakarta, 21 Juli 2023

(Jesclianata Dewinta Lomban)



## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	<b>i</b>
<b>HALAMAN PERSETUJUAN.....</b>	<b>ii</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN .....</b>	<b>iii</b>
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN.....</b>	<b>iv</b>
<b>SARI .....</b>	<b>v</b>
<b>ABSTRAKCT .....</b>	<b>vi</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>ix</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xii</b>
<b>DAFTAR TABEL.....</b>	<b>xv</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	<b>xvi</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang.....	2
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan Penelitian.....	2
1.5 Metode Penelitian.....	3
1.6 Manfaat Penelitian.....	6
<b>BAB II TINJAUAN UMUM .....</b>	<b>7</b>
2.1 Profil Perusahaan.....	7
2.2 Lokasi dan Kesampaian Daerah .....	7
2.3 Kondisi Geologi.....	8
2.3.1 Geologi Regional .....	8
2.3.2 Geologi <i>Site</i> Bakan.....	10
2.3.3 Stratigrafi.....	11
2.3.4 Fisiografi .....	13
2.3.5 Geomorfologi .....	14
2.3.6 Struktur Geologi.....	15
2.3.7 Tipe Endapan Daerah Bakan.....	16
2.4 Iklim dan Curah Hujan .....	17

2.5	Sistem Penambangan.....	18
<b>BAB III DASAR TEORI .....</b>		<b>20</b>
3.1	Emas .....	20
3.2	Pengeboran ( <i>Drilling</i> ).....	20
3.3	Geometri Peledakan.....	22
3.4	Kegiatan Peledakan .....	26
3.5	Getaran Tanah ( <i>Ground Vibration</i> ).....	27
3.5.1	Macam Gelombang .....	28
3.5.2	Karakteristik Gelombang Hasil Peledakan .....	29
3.5.3	Faktor-Faktor yang Mempengaruhi <i>Ground Vibration</i> .....	32
3.5.4	Alat Pengukuran <i>Ground Vibration</i> .....	33
3.5.5	Standard Vibrasi.....	35
3.6	Kestabilan Lereng.....	35
3.7	Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Kestabilan Lereng .....	36
3.8	Longsor.....	38
3.9	Jenis Longsor .....	39
3.10	Metode Analisis Kestabilan Lereng .....	41
3.11	Faktor Keamanan ( <i>Safety Factor</i> ) .....	43
3.12	Hubungan <i>Ground Vibration</i> Terhadap Kestabilan Lereng .....	45
3.13	Pengaruh Getaran Terhadap Kestabilan Lereng.....	48
<b>BAB IV HASIL PENELITIAN .....</b>		<b>51</b>
4.1	Hasil Pengukuran dan Analisa Getaran Tanah .....	51
4.1.1	Lokasi Penelitian.....	51
4.1.2	Geometri dan Desain Peledakan .....	51
4.1.3	Pengukuran <i>Ground Vibration</i> .....	58
4.1.4	Analisa Getaran Tanah.....	58
4.1.4.1	Perhitungan <i>Scaled Distance</i> .....	60
4.1.4.1	Hubungan Antara Percepatan Getaran ( <i>Peak Particle Acceleration</i> ) .....	61
4.2	Analisa Pengaruh Getaran Terhadap Lereng.....	63
4.2.1	Analisis Lereng Akibat Pengaruh <i>Ground Vibration</i> .....	63
4.2.1.1	Karakteristik Batuan.....	63
4.2.1.2	Analisa <i>Section</i> Lereng pada <i>Software</i> .....	64
<b>BAB V PEMBAHASAN .....</b>		<b>65</b>

5.1	Hasil Pengukuran Getaran Tanah .....	65
5.1.1	Analisis Regresi Getaran Akibat Peledakan .....	65
5.2	Pengaruh Getaran Akibat Peledakan Terhadap Kestabilan Lereng .....	67
5.2.1	Pengaruh Getaran Terhadap Lereng dengan Analisis <i>Software</i> .....	67
5.2.1.1	Kestabilan Lereng .....	67
<b>BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>		<b>70</b>
6.1	Kesimpulan .....	70
6.2	Saran.....	70
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>		<b>72</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>		<b>74</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1.1 Diagram Alir Penelitian .....	5
2.1 Peta Kesampaian Daerah.....	8
2.2 Peta Geologi Regional Sulawesi Utara .....	10
2.3 Peta Geologi <i>Site</i> Bakan.....	11
2.4 Kolom Stratigrafi <i>Site</i> Bakan .....	12
2.5 Geomorfologi Pulau Sulawesi Tahun 2011 .....	15
2.6 Geometri Rancangan Jenjang Pit .....	18
2.7 Alur Kegiatan Penambangan.....	19
3.1 Pola Pengeboran.....	21
3.2 Arah Kemiringan Lubang Bor .....	22
3.3 <i>Primary Waves</i> .....	30
3.4 <i>Shear Waves</i> .....	31
3.5 Gelombang <i>Love</i> dan Gelombang <i>Rayleigh</i> .....	31
3.6 Prinsip Kerja Alat Pengukur Getaran Tanah.....	33
3.7 Alat Monitor Getaran dan Suara oleh <i>Micromate</i> .....	34
3.8 Bentuk Longsor Busur.....	39
3.9 Bentuk Longsor Bidang.....	40
3.10 Bentuk Longsor Baji .....	40
3.11 Bentuk Longsor Guling.....	41
3.12 <i>Meshing</i> .....	42
3.13 Kurva <i>Mohr-Coulomb</i> .....	43
3.14 Pengaruh Percepatan Luar Terhadap Kesetimbangan Gaya .....	49
4.1 Proses Pengeboran .....	52
4.2 Persiapan Aksesoris Peledakan .....	53
4.3 Proses <i>Priming</i> .....	54
4.4 Proses <i>Charging</i> .....	54
4.5 Proses <i>Stemming</i> .....	55
4.6 Proses <i>Tie Up</i> .....	56
4.7 Proses <i>Bloker</i> .....	56

4.8 Inisiasi menggunakan <i>Blasting Machine</i> .....	57
4.9 Pengecekan Pasca Peledakan .....	58
4.10 Pengukuran Getaran Tanah Menggunakan Alat <i>Micromate</i> .....	59
4.11 Grafik PPA Vs <i>Scaled Distance</i> .....	61
4.12 Grafik PPA Vs <i>Amax</i> .....	62
4.13 Grafik PPA Vs <i>FK Section A-A'</i> .....	62
4.14 Grafik PPA Vs <i>FK Section B-B'</i> .....	62
4.15 <i>Crosssection A-A'</i> .....	64
4.16 <i>Crosssection B-B'</i> .....	64
1.A Peta Radius Peledakan PIT MRC 06-Nov-2022 .....	74
2.A Peta Radius Peledakan PIT MRC 09-Nov-2022 .....	74
3.A Peta Radius Peledakan PIT MRC 13-Nov-2022 .....	75
4.A Peta Radius Peledakan PIT MRC 15-Nov-2022 .....	75
5.A Peta Radius Peledakan PIT MRC 17-Nov-2022 .....	76
6.A Peta Radius Peledakan PIT MRC 19-Nov-2022 .....	76
7.A Peta Radius Peledakan PIT MRC 20-Nov-2022 .....	77
8.A Peta Radius Peledakan PIT MRC 21-Nov-2022 .....	77
9.A Peta Radius Peledakan PIT MRC 23-Nov-2022 .....	78
10.A Peta Radius Peledakan PIT MRC 26-Nov-2022 .....	78
11.A Peta Radius Peledakan PIT MRC 28-Nov-2022 .....	79
12.A Peta Radius Peledakan PIT MRC 30-Nov-2022 .....	79
13.A Peta Radius Peledakan PIT MRC 01-Des-2022.....	80
14.A Peta Radius Peledakan PIT MRC 08-Des-2022.....	80
1.B Lereng <i>Section A-A'</i> .....	81
2.B Lereng <i>Section B-B'</i> .....	82
1.C Simulasi Lereng <i>Section A-A'</i> Tanpa Getaran Tanah.....	84
2.C Simulasi Lereng <i>Section A-A'</i> Tanpa Getaran Tanah.....	84
3.C Simulasi Lereng <i>Section A-A'</i> <i>Amax</i> 0,021g.....	85
4.C Simulasi Lereng <i>Section A-A'</i> <i>Amax</i> 0,028g.....	85
5.C Simulasi Lereng <i>Section A-A'</i> <i>Amax</i> 0,031g.....	86
6.C Simulasi Lereng <i>Section A-A'</i> <i>Amax</i> 0,037g.....	86
7.C Simulasi Lereng <i>Section A-A'</i> <i>Amax</i> 0,024g.....	86
8.C Simulasi Lereng <i>Section A-A'</i> <i>Amax</i> 0,019g.....	87
9.C Simulasi Lereng <i>Section A-A'</i> <i>Amax</i> 0,010g.....	87

10.C Simulasi Lereng <i>Section A-A'</i> Amax 0,017g.....	87
11.C Simulasi Lereng <i>Section A-A'</i> Amax 0,012g.....	88
12.C Simulasi Lereng <i>Section A-A'</i> Amax 0,077g.....	88
13.C Simulasi Lereng <i>Section B-B'</i> Amax 0,021g .....	89
14.C Simulasi Lereng <i>Section B-B'</i> Amax 0,028g .....	89
15.C Simulasi Lereng <i>Section B-B'</i> Amax 0,031g .....	90
16.C Simulasi Lereng <i>Section B-B'</i> Amax 0,037g .....	90
17.C Simulasi Lereng <i>Section B-B'</i> Amax 0,024g .....	90
18.C Simulasi Lereng <i>Section B-B'</i> Amax 0,019g .....	91
19.C Simulasi Lereng <i>Section B-B'</i> Amax 0,010g .....	91
20.C Simulasi Lereng <i>Section B-B'</i> Amax 0,017g .....	91
21.C Simulasi Lereng <i>Section B-B'</i> Amax 0,012g .....	92
22.C Simulasi Lereng <i>Section B-B'</i> Amax 0,077g .....	92
1.D Sertifikat TA-PT J Resources Bolaang Mongondow .....	93

## DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
2.1 Tipe Endapan Daerah Bakan.....	16
2.2 Curah Hujan Pit <i>Main Ridge</i> .....	17
3.1 Nilai Faktor Keamanan dan Probabilitas Longsor Lereng Tambang.....	44
4.1 Geometri Peledakan <i>Pit Main Ridge</i> Utara.....	51
4.2 Hasil Pengukuran Getaran Tanah.....	60
4.3 Hasil Perhitungan <i>Scaled Distance</i> .....	60
4.4 Sifat Fisik Batuan.....	63
4.5 Sifat Mekanik Batuan.....	63
5.1 Analisis Kestabilan Lereng Akibat Getaran Tanah.....	69
1.B <i>Rock Mass Cell Mapping Section A-A'</i> .....	81
2.B <i>Rock Mass Diskontinuity Survey Data Section A-A'</i> .....	82
3.B <i>Rock Mass Cell Mapping Section B-B'</i> .....	83
4.B <i>Rock Mass Diskontinuity Survey Data Section B-B'</i> .....	83

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
A Peta Radius Peledakan PIT MRC.....	74
B <i>Rock Mass Cell Mapping &amp; Diskontinuity Survey</i> .....	81
C Analisis Lereng dengan <i>Software Slide</i> .....	84
D Analisis Lereng dengan <i>Software Slide</i> .....	93