

**SKRIPSI**

**STUDI OPTIMASI PIT DAN ESTIMASI CADANGAN  
BIJIH EMAS DI PT MINEVESTING RESOURCES  
INDONESIA JOBSITE PT. XYZ, KAB. MINAHASA  
TENGGARA, SULAWESI UTARA**



**ALVITA MAHARANI**

**03021282025034**

**PROGRAM STUDI TEKNIK PERTAMBANGAN  
JURUSAN TEKNIK PERTAMBANGAN DAN GEOLOGI  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
2024**

# **SKRIPSI**

## **STUDI OPTIMASI PIT DAN ESTIMASI CADANGAN BIJIH EMAS DI PT MINEVESTING RESOURCES INDONESIA JOBSITE PT. XYZ, KAB. MINAHASA TENGGARA, SULAWESI UTARA**

Diajukan Sebagai Syarat untuk Menyelesaikan Jenjang Sarjana Strata Satu (S-1)  
di Program Studi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya



**OLEH:**

**ALVITA MAHARANI**

**03021282025034**

**PROGRAM STUDI TEKNIK PERTAMBANGAN  
JURUSAN TEKNIK PERTAMBANGAN DAN GEOLOGI  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
2024**

## HALAMAN PENGESAHAN

**STUDI OPTIMASI PIT DAN ESTIMASI CADANGAN BIJIH EMAS DI PT  
MINEVESTING RESOURCES INDONESIA JOBSITE PT. XYZ, KAB.  
MINAHASA TENGGARA, SULAWESI UTARA**

**SKRIPSI**

**Diajukan Sebagai Syarat untuk Menyelesaikan Jenjang Sarjana Strata Satu  
(S-1) di Program Studi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas  
Sriwijaya**

**Oleh:  
ALVITA MAHARANI  
03021282025034**

Palembang, Juli 2024

**Pembimbing I**



**Diana Purbasari, S.T., M.T.**

**NIP. 198204172008122002**

**Pembimbing II**



**Bimbi Cahyaningsih, S.T., M.T.**

**NIP. 199206052020122008**

**Menyetujui,  
Ketua Jurusan Teknik Pertambangan**



**Prof. Dr. Ir. Eddy Ibrahim, M.S., CP., IPU., ASEAN-Eng., APEC-Eng.**

**NIP. 196211221991021001**

## HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Alvita Maharani  
NIM : 03021282025034  
Judul : Studi Optimasi Pit dan Estimasi Cadangan Bijih Emas di PT Minevesting Resources Indonesia Jobsite PT XYZ, Kab. Minahasa Tenggara, Sulawesi Utara

Memberikan izin kepada Pembimbing dan Universitas Sriwijaya untuk mempublikasikan hasil penelitian saya demi kepentingan akademik. Apabila dalam waktu 1 (satu) tahun tidak mempublikasikan karya penelitian saya. Dalam kasus ini saya setuju untuk menempatkan Pembimbing sebagai penulis korespondensi (*corresponding author*).

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.

Palembang, Juli 2024



**Alvita Maharani**

**NIM. 0302128205034**

## HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini :


Nama : Alvita Maharani  
NIM : 03021282025034  
Judul : Studi Optimasi Pit dan Estimasi Cadangan Bijih Emas di PT Minevesting Resources Indonesia Jobsite PT XYZ, Kab. Minahasa Tenggara, Sulawesi Utara

Menyatakan bahwa skripsi saya merupakan hasil karya sendiri didampingi tim pembimbing dan bukan hasil penjiplakan atau plagiat. Apabila ditemukan unsur penjiplakan atau plagiat dalam skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya sesuai aturan yang berlaku.

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa paksaan dari siapapun.



Palembang, Juli 2024



**Alvita Maharani**  
NIM. 0302128205034

## **HALAMAN PERSEMBAHAN**

*Segala puji hanya bagi Allah SWT, Rabb semesta alam. Tiada sekutu bagi Nya.  
Shalawat dan salam semoga tercurah bagi Rasulullah, Nabi Muhammad SAW*

***“...Hasbunallaahu wa ni'mal wakil...”***

(Q.S. Ali Imran: 173-174)

### **Skripsi ini saya persembahkan untuk:**

Kedua orang tua tercinta, ketiga adik lelakiku tersayang serta Yai dan Nyai  
*Terima kasih keluargaku atas doa, dukungan, dan kasih sayang yang telah  
diberikan sehingga perjuangan yang kulalui dapat berjalan dengan baik dan  
lancar.*

### **Juga tak lupa, untuk keluarga besar**

Teman-teman seperjuangan kuliahku “Healing Besok”

Azzure Miners dan Permata FT Unsri

Minevesting Group

## RIWAYAT HIDUP



**Alvita Maharani** merupakan putri pertama dari empat bersaudara. Ayah bernama Erwin dan ibu bernama Riani. Penulis tinggal di Kota Palembang dan mengawali pendidikan di Sekolah Dasar Negeri 118 Palembang pada tahun 2008. Pada tahun 2014 melanjutkan pendidikan ke SMP Negeri 14 Palembang. Pada tahun 2017 melanjutkan pendidikan ke SMA Negeri 18 Unggulan Palembang. Pada tahun 2020 penulis melanjutkan studi di Jurusan Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya kampus Indralaya dengan jalur masuk Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SBMPTN).

Selama menjadi mahasiswa Universitas Sriwijaya penulis tergabung dalam organisasi BO KST KM FT Universitas Sriwijaya sebagai staf divisi Keilmiahan dan Penguatan Keilmuan periode 2020/2021 serta Ikatan Ahli Teknik Perminyakan Indonesia (IATMI) Seksi Mahasiswa Universitas Sriwijaya sebagai anggota Divisi *Research and Educational Event* periode 2021/2022 dan sebagai Wakil Ketua Umum periode 2022/2023. Pada periode yang sama, penulis juga tergabung dalam Korps. Asisten Geologi Dasar Jurusan Teknik Pertambangan Universitas Sriwijaya. Selain itu, penulis juga aktif mengikuti kegiatan seminar dan kepanitiaan internal maupun eksternal kampus.

## KATA PENGANTAR

Puji syukur disampaikan kehadirat Allah SWT karena atas karunia-Nyalah sehingga karya tulis yang berjudul “Studi Optimasi Pit dan Estimasi Cadangan Bijih Emas pada PT Minevesting Resources Indonesia Jobsite PT XYZ, Kab. Minahasa Tenggara, Sulawesi Utara” yang selesai dengan tepat waktu.

Dalam kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada Diana Purbasari, S.T., M.T. selaku pembimbing pertama dan Bimbi Cahyaningsih, S.T., M.T. selaku pembimbing kedua yang telah membimbing dalam penyusunan laporan skripsi ini. Ucapan terima kasih diberikan kepada semua pihak yang telah membantu hingga terselesaikannya skripsi ini antara lain:

1. Dr. Ir. Bhakti Yudho Suprpto, ST. MT., IPM selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
2. Prof. Dr. Ir. Eddy Ibrahim, M.S., CP., IPU., ASEAN-Eng., APEC-Eng. selaku Ketua Jurusan dan Ir. Rosihan Pebrianto, S.T., M.T. selaku Sekretaris Jurusan Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
3. Bimbi Cahyaningsih, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing Akademik.
4. Dosen dan Staf Program Studi Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
5. Umar Rivaldy Pulukadang, S.T., CP (SNI), MAusiMM selaku Direktur Utama PT. Minevesting Resources Indonesia, Jessy Syarastika, S.T., Afilia Tuhumury, S.T., dan Amar Daeng Pagesa, S.T. selaku pembimbing di PT Minevesting Resources Indonesia.
6. Semua pihak terkait yang membantu dalam menyelesaikan Tugas Akhir.

Penulisan laporan skripsi ini masih jauh dari sempurna, maka dari itu masukan berupa kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan agar perbaikan nantinya dapat dilakukan. Semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi penulis dan pembaca terkhusus bagi Mahasiswa Program Studi Teknik Pertambangan Universitas Sriwijaya.

Palembang, Juli 2024

Penulis



## RINGKASAN

### STUDI OPTIMASI PIT DAN ESTIMASI CADANGAN BIJIH EMAS DI PT MINEVESTING RESOURCES INDONESIA JOBSITE PT XYZ, KAB. MINAHASA TENGGARA, SULAWESI UTARA

Karya tulis ilmiah berupa skripsi, Juli 2024

Alvita Maharani; Dibimbing oleh Diana Purbasari, S.T., M.T dan Bimbi Cahyaningsih, S.T., M.T

Pit Optimization Study and Gold Ore Reserve Estimation at PT Minevesting Resources Indonesia Jobsite PT XYZ, Southeast Minahasa Regency, North Sulawesi

xvi + 106 halaman, 45 tabel, 45 gambar, 13 lampiran

### RINGKASAN

Komoditas emas memiliki nilai ekonomi tinggi dan peran penting dalam sektor pertambangan dan ekonomi nasional, sehingga penambangannya memerlukan perencanaan tambang dengan prinsip optimasi pit. PT Minevesting Resources Indonesia Jobsite PT XYZ di Kab. Minahasa Tenggara, Sulawesi Utara, berencana melakukan kajian ulang pembaruan jumlah cadangan untuk evaluasi keberlanjutan kegiatan tambang. Tujuan penelitian ini adalah menentukan *break even cut-off grade* serta pengaruh fluktuasi harga emas dan biaya operasional (OPEX) terhadap NPV dan IRR.

Proses optimasi dilakukan menggunakan perangkat lunak Whittle 4.7.4 dengan metode Lerchs-Grossmann Algorithm dan estimasi menggunakan Surpac 6.6.2 dengan mempertimbangkan faktor pengubah. Penelitian dilakukan melalui studi literatur dan pengolahan data sekunder seperti model blok sumber daya, peta topografi, dan parameter biaya. Hasil optimasi pit menghasilkan *pit shell* untuk acuan desain *life of mine* yang optimal, mengetahui jumlah *ore* dan *waste* serta kadar rata-rata mineral. Faktor pengubah yang digunakan adalah faktor penambangan dan kelayakan ekonomi. Dengan *cut-off grade* 0,61 g/t, cadangan emas layak ditambang secara teknis dan ekonomis diperkirakan sebesar 1,5 juta ton dengan kadar rata-rata 1,62 g/t. Analisis sensitivitas keekonomian menunjukkan perubahan biaya operasional berbanding terbalik dengan NPV, sementara perubahan harga jual dan biaya penjualan berbanding lurus dengan NPV.

**Kata kunci** : Optimasi Pit, *Cut-Off Grade*, *Lerchs-Grossmann Algorithm*, *Ultimate Pit Limit*

**Kepustakaan** : 29, 1972-2023

## SUMMARY

### **PIT OPTIMIZATION STUDY AND GOLD ORE RESERVE ESTIMATION AT PT MINEVESTING RESOURCES INDONESIA JOBSITE PT XYZ, SOUTHEAST MINAHASA REGENCY, NORTH SULAWESI**

Scientific papers in the form of Thesis, July 2024

Alvita Maharani; Mentored by Diana Purbasari, S.T., M.T and Bimbi Cahyaningsih, S.T., M.T

Studi Optimasi Pit dan Estimasi Cadangan Bijih Emas Di PT Minevesting Resources Indonesia Jobsite PT XYZ, Kab. Minahasa Tenggara, Sulawesi Utara

xvi + 106 pages, 45 tables, 45 pictures, 13 attachments

## SUMMARY

Gold commodities are natural resources that have high economic value and have an important role in the mining sector and the national economy. Based on this, mining requires mine planning with the principle of pit optimization. One of the companies that produce gold is PT Minevesting Resources Indonesia Site PT XYZ, North Sulawesi, where the company's Mining Business License Area is located in Southeast Minahasa Regency, North Sulawesi. PT XYZ plans to conduct a review related to updating the amount of reserves in order to evaluate and assess whether to continue mining activities or close it. In addition, the purpose of this study is to determine the effect of fluctuations in selling prices and operating costs on changes in NPV and IRR.

The optimization process in this study uses Surpac 6.6.2 and Whittle 4.7.4 software based on the Lerch-Grossmann Algorithm method. Meanwhile, the estimation process carried out in the prospect area uses Surpac 6.6.2 software. The research was conducted using the literature study method and processing secondary data from PT Minevesting Resources Indonesia such as *block models*, topographic maps, and cost parameters. From the mining design, the amount of *ore* and *waste* that can be mined, the average grade of minerals, and the profit from mining can be determined. The modifying factor used to convert resources to reserves are mining factors (pit optimization and pit design) and economic feasibility. After reviewing the modifying factors and designing the ultimate pit limit design, the optimization results obtained gold reserves that are technically and economically feasible to mine with a *cut-off grade of* 0.61 g/t, which is estimated at 1.5 million tons with an average grade of 1,62 g/t. In addition, based on the results of the economic sensitivity analysis, it shows that changes in operating costs will be inversely proportional to NPV, while changes in selling prices and sales costs are directly proportional to NPV.

**Keywords** : Pit Optimization, *Cut-Off Grade*, *Lerchs-Grossmann Algorithm*, *Ultimate Pit Limit*

**Literature** : 29, 1991-2023

## DAFTAR ISI

	<b>Halaman</b>
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	iv
HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS.....	v
HALAMAN PERSEMBAHAN .....	vi
RIWAYAT HIDUP.....	vii
KATA PENGANTAR .....	viii
RINGKASAN .....	ix
SUMMARY .....	x
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR GAMBAR .....	xiii
DAFTAR TABEL.....	xv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvii
BAB 1 PENDAHULUAN .....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	2
1.3. Ruang Lingkup Penelitian .....	3
1.4. Tujuan Penelitian .....	3
1.5. Manfaat Penelitian .....	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA .....	5
2.1 Emas .....	5
2.1.1 Genesa Emas.....	5
2.1.2 Harga Komoditas Emas .....	6
2.2 Estimasi dan Pelaporan Cadangan Mineral .....	6
2.2.1. Faktor Pengubah .....	8
2.3 Optimasi Pit .....	10
2.3.1. Penentuan <i>Ultimate Pit Limit</i> .....	11
2.3.2. Tahapan Optimasi Pit .....	14
2.3.3. Parameter Input Optimasi .....	15
2.3.4. Pemilihan Bukaan Tambang Optimal.....	19
2.3.5. Parameter Ekonomi .....	20
2.3.5.1 Capital Expenditure .....	20
2.3.5.2 Biaya Operasional .....	20
2.3.5.3 Cut Off Grade .....	20
2.4 Tambang Terbuka.....	22
2.4.1. Rancangan Penambangan .....	23
2.4.2. Geometri Jenjang .....	23
2.5 Analisis Kelayakan Ekonomi .....	24
2.5.1 <i>Net Present Value</i> (NPV) .....	25
2.5.2 <i>Internal Rate of Return</i> .....	26
BAB 3 METODE PENELITIAN.....	28
3.1 Lokasi dan Waktu Penelitian .....	28

3.1.1 Waktu Penelitian .....	28
3.1.2 Lokasi dan Kesampaian Daerah .....	28
3.2 Tahapan Penelitian.....	29
3.2.1 Studi Literatur.....	29
3.2.2 Pengumpulan Data.....	29
3.2.3 Pengolahan Data.....	30
3.2.4 Analisis Data .....	31
3.2.5 Bagan Alir Penelitian .....	31
<b>BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>33</b>
4.1. Perhitungan BECOG .....	33
4.1.1. Prediksi Biaya Operasi .....	33
4.1.2. Prediksi Harga Komoditas.....	34
4.1.3. Perhitungan BECOG .....	34
4.2. Rancangan Desain Pit dalam Mengoptimalkan Cadangan Emas .....	35
4.2.1 Pemilihan Bukaan Tambang Optimum .....	35
4.2.2 Rancangan Penambangan.....	36
4.3. Perbedaan Tonase Sumberdaya Emas, Tonase Bijih Emas Pit Optimasi dan Tonase Estimasi Cadangan Emas .....	38
4.3.1. Pertimbangan Faktor Pengubah.....	39
4.3.2. Hasil Analisis Perbedaan Tonase .....	41
4.4. Analisis Sensitivitas terhadap Perubahan Parameter Ekonomi .....	41
4.4.1. Pengaruh Harga Komoditas dan Biaya Operasional terhadap Net Present Value (NPV) .....	42
4.4.2. Pengaruh Harga Komoditas dan Biaya Operasional terhadap IRR....	43
<b>BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>45</b>
5.1 Kesimpulan.....	45
5.2 Saran .....	46
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>47</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>49</b>

## DAFTAR GAMBAR

	<b>Halaman</b>
2.1 Hubungan Umum antara Hasil Eksplorasi, Sumberdaya Mineral dan Cadangan Mineral (Kode KCMI, 2017) .....	7
2.2 <i>Flow chart</i> proses estimasi cadangan sampai pelaporan (SNI 4729, 2019) ...	8
2.3 Nilai Awal Blok Model (Hustrulid et al., 2013) .....	13
2.4 Nilai Kumulatif dari Nilai Awal (Hustrulid et al., 2013).....	13
2.5 Nilai Kumulatif dari Penjumlahan Berdasarkan Rekomendasi Geoteknik ( <i>overall slope</i> ) (Hustrulid et al., 2013).....	14
2.6 <i>Ultimate Pit</i> (Kuning) dari Hasil <i>Trial and Error</i> (Hustrulid et al., 2013) .....	14
2.7 Geometri Jenjang Penambangan (Hustrulid, et al., 2013) .....	23
2.8 <i>Overall slope</i> (Hustrulid et al., 2013).....	24
3.1 Peta Lokasi Penelitian .....	29
3.2 Bagan Alir Penelitian .....	32
4.1 Chart Parameter Hasil Optimasi.....	35
4.2 <i>Pit Shells</i> 36 .....	36
4.3 Ilustrasi dimensi lereng bukan tambang.....	36
4.4 Desain LoM dari <i>pit shell</i> 36.....	37
4.5 <i>Cross Section</i> antara LOM dan <i>pit shell</i> .....	37
4.6 <i>Cross Section A-A'</i> .....	38
4.7 <i>Cross Section B-B'</i> .....	38
4.8 Grafik sensitivitas NPV terhadap perubahan harga komoditas dan biaya operasional .....	43
J.1 <i>Block model</i> .....	72
J.2 Membuat <i>attributes</i> .....	72
J.3 Membuat <i>constraint</i> untuk <i>ore</i> .....	73
J.4 Langkah-langkah mengeksplor <i>block model</i> ke <i>whittle</i> .....	73
J.5 <i>Export block model</i> ke <i>whittle</i> .....	73
J.6 Laporan Ekspor ke <i>Whittle</i> dan Laporan Validasi <i>Block Model</i> .....	74
J.7 Tampilan awal saat membuat proyek baru pada <i>Whittle</i> 4.7.4 .....	74
J.8 Impor File <i>Block model</i> (.mod) dan file parameter (.par).....	75
J.9 Input deskripsi proses pengolahan pada <i>whittle</i> .....	75
J.10 Input objektif dari desain strategis .....	75
J.11 Membuat <i>section</i> .....	77
J.12 Membuat dasar pit .....	78
J.13 Menghaluskan string .....	78
J.14 Kondisi <i>string</i> dasar pit setelah dihaluskan .....	78
J.15 Atur kemiringan lereng keseluruhan .....	79
J.16 Mempersiapkan <i>ramp</i> .....	79
J.17 Membuat <i>ramp</i> .....	80
J.18 <i>Section 1</i> pit .....	80
J.19 Pembuatan <i>berm</i> .....	80
J.20 <i>Section 2</i> pit .....	81
J.21 Pit lom.dtm .....	81
J.22 <i>Intersection</i> DTM Topografi dan lom .....	82

J.23 Desain Rencana Akhir Penambangan (LoM) PT XYZ.....	82
J.24 <i>Constraint</i> antara lom intersection.dtm dan topografi.dtm.....	83
J.25 Perintah pelaporan estimasi cadangan.....	83
J.26 Pelaporan jumlah estimasi cadangan.....	83
K.1 Laporan estimasi cadangan emas dari Surpac 6.6.2.....	89

## DAFTAR TABEL

	Halaman
3.1 Jadwal Kegiatan Pelaksanaan Penelitian.....	28
4.1 Biaya untuk perhitungan nilai BECOG.....	34
4.2 Hasil Analisis Perbedaan Tonase <i>Waste Rock</i> dan <i>Ore</i> Sebelum dan Setelah dilakukan Optimalisasi Pit.....	41
4.3 Pengaruh Sensitivitas Harga Komoditas dan Biaya Produksi terhadap perubahan <i>Net Present Value</i> .....	42
A.1 Proyeksi Harga Jual Emas 2023-2029.....	49
A.2 Royalti dari Penjualan Emas Primer (PP No.26 Tahun 2022).....	49
B.1 Estimasi Sumberdaya di PT XYZ Tertanggal 31 Oktober 2023.....	52
C.1 Rekomendasi geoteknik geometri lereng.....	53
D.1 Pinjaman, Bunga, dan WACC.....	54
E.1 Biaya Operasi.....	55
F.1 <i>Recovery</i> dan dilusi.....	56
G.1 Perizinan.....	57
G.2 Eksplorasi.....	57
G.3 Studi dan Perizinan.....	58
G.4 Akuisisi Lahan.....	58
G.5 Infrastruktur.....	59
G.6 Pengadaan Alat Penambangan.....	60
G.7 Capital Expenditure.....	61
H.1 Operational Expenditure.....	62
H.2 Rencana Reklamasi.....	63
H.3 Rencana Pasca Tambang.....	64
H.4 Program Pengembangan Masyarakat.....	66
H.5 Gaji Karyawan.....	68
H.6 Overhead.....	68
H.7 Amortisasi dan Depresiasi.....	70
J.1 Parameter teknik dan ekonomis Input whittle.....	77
K.1 Hasil Pit Shells dari pengolahan Whittle 4.7.4.....	85
K.2 Skenario Operasional Pit by Pit.....	87
L.1 Income Statement.....	90
L.2 Beban Pokok Penjualan (COGS).....	90
L.3 Rencana Laba Rugi.....	91
L.4 Rencana Aliran Arus Kas.....	92
M.1 Hasil Analisis Sensitivitas terhadap NPV dan IRR.....	94
M.2 Sensitivitas terhadap harga komoditas -5%.....	95
M.3 Sensitivitas terhadap harga komoditas -10%.....	96
M.4 Sensitivitas terhadap harga komoditas -15%.....	97
M.5 Sensitivitas terhadap harga komoditas +15%.....	98
M.6 Sensitivitas terhadap harga komoditas +10%.....	99
M.7 Sensitivitas terhadap harga komoditas +5%.....	100
M.8 Sensitivitas terhadap OPEX -5%.....	101
M.9 Sensitivitas terhadap OPEX -10%.....	102

M.10	Sensitivitas terhadap OPEX -15%	103
M.11	Sensitivitas terhadap OPEX -15%	104
M.12	Sensitivitas terhadap OPEX -10%	105
M.13	Sensitivitas terhadap OPEX -5%	106



## DAFTAR LAMPIRAN

	<b>Halaman</b>
A. Harga Jual dan Biaya Penjualan Emas .....	49
B. Kategori Sumberdaya Mineral di konsesi PT XYZ .....	51
C. Rekomendasi Geoteknik.....	52
D. Pinjaman, Bunga dan WACC.....	53
E. Biaya Operasi.....	54
F. <i>Recovery</i> dan Dilusi .....	55
G. Capital Expenditure.....	56
H. Operational Expenditure .....	61
I. Peta Topografi di Konsesi PT XYZ.....	70
J. Tahapan Pengolahan Data Menggunakan Surpac dan Whittle .....	71
K. Hasil Optimasi dan Estimasi Cadangan Emas .....	84
L. Rencana Cashflow .....	89
M. Analisis Sensitivitas.....	93

# **BAB 1**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1. Latar Belakang**

Mineral dan batubara merupakan sumber daya alam tak terbarukan yang hanya terdapat pada wilayah geologi tertentu dan terbatas. Berdasarkan Undang-Undang Dasar 1945 pasal 33 ayat 3 bahwa “Bumi, air, dan kekayaan alam yang terkandung di dalamnya dikuasai oleh negara dan dipergunakan untuk sebesar-besarnya kemakmuran rakyat”. Untuk mengoptimalkan pengelolaan sumber daya alam tersebut, diperlukan penerapan prinsip konservasi yang diatur dalam Undang-Undang No. 4 Tahun 2009. Salah satu aspek konservasi tersebut adalah penambangan mineral dan batubara yang harus dilakukan sebesar-besarnya dengan memperhitungkan estimasi cadangan yang akurat.

Algoritma optimasi pit digunakan untuk menghitung tonase bijih yang diproses agar menghasilkan keuntungan maksimal (Rahimi et al., 2014). Optimasi pit juga mempertimbangkan faktor ekonomi seperti harga komoditas emas. Harga komoditas emas adalah faktor utama yang memengaruhi ekonomi pertambangan emas. Fluktuasi harga emas dapat mempengaruhi keuntungan dan kerugian perusahaan pertambangan, serta menentukan kapan proyek pertambangan menjadi ekonomis atau tidak. Ketika harga emas naik, perusahaan dapat mengekstraksi bijih dengan *grade* yang lebih rendah secara ekonomis (*cut off grade* yang lebih rendah) atau mengakses lebih banyak sumber daya (pit optimal yang lebih besar). Namun, ketika harga emas turun, perusahaan perlu melakukan penyesuaian untuk memastikan operasinya tetap menguntungkan.

Estimasi cadangan menjadi krusial dalam tahap studi kelayakan penambangan. Metode estimasi yang tidak tepat dapat menghasilkan keputusan yang kurang akurat dalam menentukan layak atau tidaknya suatu operasi penambangan dilakukan (Rossi & Deutsch, 2013). Estimasi cadangan emas yang akurat dan terkini sangat penting dalam mengidentifikasi potensi perubahan *cut off grade* dan pit optimal, sehingga perusahaan dapat mengambil keputusan yang

tepat dalam mengelola proyek pertambangannya dan mengoptimalkan kinerja keuangannya.

Namun, dalam praktiknya, operasi penambangan juga harus mematuhi regulasi yang berlaku. Misalnya, perusahaan tambang harus memperhatikan batas waktu perizinan. Sebagai contoh, PT XYZ yang memiliki IUP OP komoditas emas di Sulawesi Utara perlu memperhatikan batas waktu perizinan yang akan berakhir pada tanggal 29 November 2025, sesuai dengan nomor perizinan 302 tahun 2015.

Sesuai dengan Peraturan Menteri ESDM RI No. 34 Tahun 2017 tentang perizinan di bidang pertambangan mineral dan batubara pada pasal 14 ayat (3) huruf b, bahwa untuk mendapatkan perpanjangan, pemegang IUP OP harus mengajukan permohonan kepada Menteri atau Gubernur sesuai kewenangannya: paling cepat lima tahun dan paling lambat satu tahun sebelum berakhirnya jangka waktu IUP OP untuk permohonan perpanjangan IUP OP mineral logam. Maka dari itu, PT. XYZ berencana melakukan kajian ulang terhadap rencana penambangan serta kelayakan investasi, sehingga perusahaan dapat melakukan evaluasi dan menilai untuk tetap melanjutkan kegiatan pertambangan atau menutupnya. Untuk itu, PT XYZ perlu melakukan kajian ulang terkait pembaruan jumlah cadangannya. Berdasarkan hal tersebut, penulis bermaksud akan membahas lebih lanjut dalam skripsi mengenai “Studi Optimasi dan Estimasi Cadangan Bijih Emas Pada PT Minevesting Resources Indonesia *Jobsite* PT XYZ, Kab. Minahasa Tenggara, Sulawesi Utara”.

## **1.2. Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, terdapat beberapa masalah yang dapat menjadi fokus penelitian dalam skripsi ini. Beberapa rumusan masalah yang sesuai dapat dijabarkan sebagai berikut:

1. Bagaimana perhitungan *Break Even Cut-Off Grade* yang sesuai untuk optimalisasi konversi sumberdaya ke cadangan di PT XYZ, Sulawesi Utara?
2. Bagaimana bentuk *pit shells* yang optimal untuk memaksimalkan *Net Present Value* (NPV) dari proyek tambang emas *open pit* di PT XYZ, Sulawesi Utara?

3. Bagaimana perbedaan tonase sumberdaya bijih emas, tonase bijih emas pit optimasi dan tonase estimasi cadangan bijih emas setelah desain pit akhir?
4. Bagaimana dampak perubahan parameter biaya operasional dan harga jual bijih terhadap kelayakan dari proyek tambang emas *open pit* PT XYZ, Sulawesi Utara?

### 1.3. Ruang Lingkup Penelitian

Ruang lingkup penelitian yang dilakukan dibatasi pada permasalahan utama berikut ini:

1. *Cut off grade* pada setiap tahun penambangan dianggap konstan.
2. Aspek geoteknik, parameter biaya operasional, dan biaya kapital merupakan data sekunder yang berasal dari arsip data perusahaan.
3. Keberadaan perak sebagai sumberdaya mineral ikutan tidak signifikan sehingga tidak diperhitungkan dalam nilai blok.
4. Tonase bijih dari hasil pengolahan di software *whittle* 4.7.4 dianggap sebagai tonase bijih emas pit optimasi dan tonase bijih dari hasil pelaporan desain *life of mine* dianggap sebagai tonase estimasi cadangan bijih emas setelah desain pit akhir.
5. Tidak membahas sekuen penambangan. Rencana produksi per tahun dibuat berdasarkan rencana waktu penambangan dan jumlah estimasi cadangan, serta menyesuaikan dengan target produksi perusahaan sebelumnya.

### 1.4. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk menghitung dan menentukan BECOG pada desain optimasi.
2. Menentukan *pit shells* yang optimal untuk proyek tambang emas open pit di PT XYZ yang memaksimalkan *Net Present Value* (NPV).
3. Untuk menganalisis perbedaan tonase sumberdaya bijih emas, tonase bijih emas pit optimasi dan tonase estimasi cadangan bijih emas setelah desain pit akhir
4. Untuk menganalisis sensitivitas desain pit terhadap biaya operasional dan harga jual bijih untuk mengidentifikasi sejauh mana proyek dapat menghadapi perubahan ekonomi dan tetap menguntungkan.

### **1.5. Manfaat Penelitian**

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Manfaat bagi Perusahaan

Penelitian ini dapat memberikan rekomendasi kepada perusahaan mengenai bentuk akhir dari pit penambangan untuk memperoleh keuntungan yang maksimal di PT XYZ, Kab. Minahasa Tenggara, Provinsi Sulawesi Utara.

2. Manfaat bagi Akademisi

Penelitian ini diharapkan dapat menjadi pembelajaran dan bahan bacaan yang baik bagi para pembaca. Serta dapat menjadi referensi penelitian selanjutnya yang berkaitan dengan optimasi dan estimasi cadangan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abzalov, M. (2016). Conversion Resources to Reserves. In *Applied Mining Geology* (pp. 365–372). [https://doi.org/10.1007/978-3-319-39264-6\\_29](https://doi.org/10.1007/978-3-319-39264-6_29)
- Armstrong, D. (2009). Planning and Design of Surface Mines. In *Surface Mining*. Society for Mining, Metallurgy, and Exploration (SME).
- Asad, M., & Topal, E. (2011). Net present value maximisation model for optimum cut-off grade policy of open pit mining operations. *Journal of the Southern African Institute of Mining and Metallurgy*, 111(11), 741–750.
- Bakhtavar, E., Shahriar, K., & Oraee, K. (2009). Mining Method Selection and Optimization of Transition from Open Pit to Underground in Combined Mining. *Archives of Mining Sciences*.
- Blank, L. T., & Tarquin, A. J. (2008). *Engineering Economy*. McGraw-Hill Higher-Education.
- Breed, M. F., & van Heerden, D. (2016). Post-pit optimization strategic alignment. *Journal of the Southern African Institute of Mining and Metallurgy*, 116(2). <https://doi.org/10.17159/2411-9717/2016/v116n2a1>
- Darling, P. (2011). *SME Mining Engineering Handbook: Vol. 3rd edition*. Society for Mining, Metallurgy, and Exploration (SME).
- Esmaili, A., & Mazzalli, L. (2021). *Open Pit Mine Planning*.
- Febrian, D. T., Yuliadi, & Guntoro, D. (2015). Rancangan Desain pit Batubara di PT. Cakra Mandiri Mining (PT. CPMM) Desa Panaan, Kec. Bintan Ara Kabupaten Barito Utara Provinsi Kalimantan Tengah. *Seminar Penelitian Sivitas Akademika Unisba*.
- Harahap, S. S. (2002). *Teori akuntansi: laporan keuangan* (1st ed.). Bumi Aksara.
- Hustrulid, W., Kuchta, M., & Martin, R. (2013). *Open Pit Mine Planning and Design*.
- Kode Pelaporan Hasil Eksplorasi, Sumber Daya Mineral Dan Cadangan Mineral Indonesia (2017).
- Lane, K. F. (2015). *The economic definition of ore. Cut-off grade in theory and practice*, (4th ed.). Comet Strategy.

- Li, S., & Yang, C. (2012). An optimum algorithm for cut-off grade calculation using multistage stochastic programming. *Journal of Theoretical and Applied Information Technology.*, 45, 117–122.
- Mukiat, & Asof, M. (2023). *Analisis Investasi Tambang* (M. Harpani, Ed.; 1st ed.). PT Awfa Smart Media.
- Rahimi, E., Oraee, K., & Tonkaboni, Z. (2014). *Considering environmental costs of copper production in cut-off grades optimization*. Saudi Society for Geosciences.
- Riyanto, B. (2011). *Dasar-Dasar Pembelian Perusahaan*. BPFE.
- Rossi, M. E., & Deutsch, C. V. (2013). Mineral Resource Estimation. . *Springer Science & Business Media*.
- Seeger, M. (2019). Characteristics of Mining Capital. In *Mining Capital* (pp. 1–17). Springer International Publishing. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-31225-1\\_1](https://doi.org/10.1007/978-3-030-31225-1_1)
- Sidiq, H., & Pusvito, I. (2017). Penentuan Pit Limit Penambangan Batubara Dengan Metode Lerchs-Grossmann Menggunakan 3DMine Software. *KURVATEK*, 1(2), 67–72. <https://doi.org/10.33579/krvtk.v1i2.245>
- SNI 4726: Pedoman Pelaporan Hasil Eksplorasi, Sumber Daya, Dan Cadangan Mineral (2019).
- Sukirno, S. (2019). *Makroekonomi: Teori Pengantar* (3rd ed.). Rajawali Pers.
- Taylor, H. (1972). *General Background Theory of Cut-Off Grade*. Institution of Mining and Metallurgy Transaction.
- Thompson, M., & Barr, D. (2014). *Cut-Off Grade: A Real Options Analysis Resources Policy*. 42, 83–92.
- Waterman. (2018a). *Perencanaan Tambang (Ke-8)*. Kilau Book.
- Waterman, S. (2018b). *Perencanaan Tambang* (8th ed.). Kilau Book.
- Wellmer, F. W. (1989). *Economic evaluations in exploration*. Springer.
- Wright, E. A. (1999). MOVING CONE II-A Simple Algorithm for Optimum Pit Limits Design. *Proceedings of the 28th APCOM*, 367–374.
- Yannopoulos, J. C. (1991). Physical and Chemical Properties of Gold. In *The Extractive Metallurgy of Gold* (pp. 11–23). Springer US. [https://doi.org/10.1007/978-1-4684-8425-0\\_2](https://doi.org/10.1007/978-1-4684-8425-0_2)