

## **TUGAS AKHIR**

### **ANALISIS FLEKSIBILITAS EKONOMI MENGGUNAKAN *BLACK-SCHOLES-MERTON FORMULA* PADA PROYEK TAMBANG BIJIH BESI**

*Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat  
Untuk Menyelesaikan Program Studi S-1 Teknik Pertambangan*



Oleh:

**ELGI ALAM PANGESTU**  
**1202079/2012**

**Konsentrasi : Pertambangan Umum**  
**Program Studi : S-1 Teknik Pertambangan**  
**Jurusan : Teknik Pertambangan**

**FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS NEGERI PADANG**  
**2018**

**LEMBARAN PERSETUJUAN PEMBIMBING  
TUGAS AKHIR**

Judul : Analisis Fleksibilitas Ekonomi Menggunakan *Black-Scholes-Merton Formula* Pada Proyek Tambang Bijih Besi

Nama : Elgi Alam Pangestu

NIM/TM : 1202079/2012

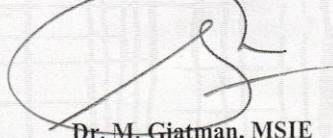
Program Studi : S1 Teknik Pertambangan

Fakultas : Teknik

Padang, Januari 2018

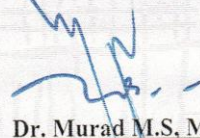
Telah diperiksa dan disetujui oleh:

**Pembimbing I**



**Dr. M. Giatman, MSIE**  
NIP. 19590121 1985031 002

**Pembimbing II**



**Dr. Murad M.S. M.T**  
NIP. 19631107 1989031 001

Mengetahui,

**Ketua Jurusan Teknik Pertambangan  
Fakultas Teknik Universitas Negeri  
Padang**



**Drs. Raimon Kopa, M.T**  
NIP. 19580313 198303 1 001

KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI  
UNIVERSITAS NEGERI PADANG  
FAKULTAS TEKNIK

**PENGESAHAN TIM PENGUJI**

---

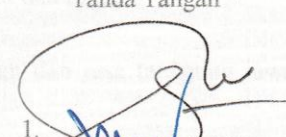

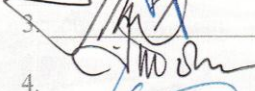


Nama : Elgi Alam Pangestu  
NIM/TM : 1202079/2012

---

Dinyatakan lulus setelah mempertahankan skripsi di depan Tim Penguji  
Program Studi S1 Teknik Pertambangan  
Jurusan Teknik Pertambangan  
Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang  
dengan judul

**Analisis Fleksibilitas Ekonomi Menggunakan Black-Scholes-Merton  
Formula Pada Proyek Tambang Bijih Besi**

Padang, Januari 2018

Tim Penguji	Tanda Tangan
1. Ketua : Dr. M. Giatman, MSIE	1. 
2. Sekretaris : Dr. Murad M.S, M.T	2. 
3. Anggota : Drs. Bambang Heriyadi, M.T	3. 
4. Anggota : Ansosry, S.T., M.T	4. 
5. Anggota : Drs. Yunasril, M.Si	5. 



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI  
UNIVERSITAS NEGERI PADANG  
FAKULTAS TEKNIK

JURUSAN TEKNIK PERTAMBANGAN

Jl. Prof Dr. Hamka Kampus UNP Air Tawar Padang 25131

Telephone: FT: (0751)7055644, 445118 Fax: 7055644

Homepage: <http://pertambangan.ft.unp.ac.id> E-mail : [mining@ft.unp.ac.id](mailto:mining@ft.unp.ac.id)

**SURAT PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Elgi Alam Pangestu  
NIM/TM : 1202079 / 2012  
Program Studi : SI  
Jurusan : Teknik Pertambangan  
Fakultas : FT UNP

Dengan ini menyatakan, bahwa Tugas Akhir/Proyek Akhir saya dengan Judul :

” Analisis Fleksibilitas Ekonomi Menggunakan Black - Scholes - Merton  
Formula Pada Proyek Tambang Bijih Besi ”

Adalah benar merupakan hasil karya saya dan bukan merupakan plagiat dari karya orang lain. Apabila suatu saat terbukti saya melakukan plagiat maka saya bersedia diproses dan menerima sanksi akademis maupun hukum sesuai dengan hukum dan ketentuan yang berlaku, baik di Institusi Universitas Negeri Padang maupun di masyarakat dan negara.

Demikianlah pernyataan ini saya buat dengan penuh kesadaran dan rasa tanggung jawab sebagai anggota masyarakat ilmiah.


Padang, 2 Februari 2018

yang membuat pernyataan,

Diketahui oleh,  
Ketua Jurusan Teknik Pertambangan

  
**Drs. Raimon Kopa, M.T.**  
NIP. 19580313 198303 1 001



  
Elgi Alam Pangestu





## BIODATA

### I. Data Diri

Nama Lengkap : Elgi Alam Pangestu  
NIM/TM : 1202079/2012  
Tempat/Tanggal Lahir : Sukabumi, 06 Juli 1994  
Jenis Kelamin : Laki-laki  
Nama Ayah : Yaddie Mulyaddie  
Nama Ibu : Nengsih Yulia  
Jumlah Saudara : 4 (empat)  
Alamat Tetap : Nyalindung RT 01 RW 05, Kelurahan  
Cicurug, Kecamatan Cicurug, Sukabumi,  
Jawa Barat  
No. Handphone : +62 822 8456 1681

### II. Data Pendidikan

Sekolah Dasar : SDN 3 Cicurug  
Sekolah Menengah Pertama : SMPN 1 Cicurug  
Sekolah Menengah Atas : SMAN 1 Cibadak  
Perguruan Tinggi : Universitas Negeri Padang

### III. Proyek Akhir

Tempat Skripsi : PT. Sumber Minera Bersama  
Tanggal Penelitian : 10 April s.d. 10 Mei 2017  
Topik Studi Kasus : Analisis Fleksibilitas Ekonomi  
Menggunakan Black-Scholes-Merton  
Formula Pada Proyek Tambang Bijih Besi

## بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

وَالَّذِينَ لَا يَدْعُونَ مَعَ اللَّهِ إِلَهًا آخَرَ هُمْ أَقْرَبُ إِلَىٰ رَحْمَتِهِ قُلْ هَلْ يَسْتَوِي  
يَعْلَمُونَ ۖ إِنَّمَا يُنذِرُ أُولُو الْأَلْبَابِ

*“Is one who is devoutly obedient during periods of the night, prostrating and standing (in prayer), fearing the Hereafter and hoping for the mercy of his Lord, (like one who does not)? Say, “Are those who know equal to those who do not know?” Only they will remember (who are) people of understanding”.*  
(QS Az-Zumar: 9)

Puji serta syukur saya panjatkan kehadiran Allah SWT, yang selalu hadir di hati saya kapan pun dan dimana pun berada. Shalawat beserta salam semoga tercurah kepada Nabi Muhammad SAW, junjungan umat manusia di muka bumi.

Perjalanan panjang untuk mendapatkan titel sarjana sudah dilalui dengan baik. Selama perkuliahan, banyak sekali tantangan-tantangan yang harus dihadapi. Namun dengan bekal keterampilan yang diperoleh dari bangku perkuliahan maupun keterampilan dari organisasi, semua tantangan dapat diselesaikan dengan baik. Dalam rangka mengaktualisasikan perjanjian primordial dengan Tuhan, saya lakukan apapun untuk menjadi pribadi yang lebih baik lagi. Tanpa bantuan cucu Adam dan Hawa, saya tidak akan dapat berproses dengan baik. Oleh karena itu, saya ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Papa (Yaddie Mulyaddie) dan Mama (Nengsih Yulia) atas kasih sayang dan motivasi yang diberikan untuk mendukung karir seorang anak. Masih teringat ketika saya berusia 10 tahun, saat mengunjungi beberapa situs bersejarah perjuangan Islam di Pulau Jawa, Papa berpesan untuk selalu dapat menjadi pribadi yang unggul dalam bidang yang saya sukai agar dapat berkontribusi nyata untuk umat dan bangsa. Belas kasih Papa dan Mama tidak akan bisa terbalaskan oleh apapun. Semoga Papa dan Mama diberikan kesehatan dan kesejahteraan selalu. Amin.
2. Kakak tercinta, Elsa Canny Pratiwi serta Abang Mus telah membantu saya dari segi moril maupun materil selama proses perkuliahan berlangsung.
3. Adik-adik tercinta M. Farhan Hafidza, Aila Felisa Azla, dan Erina Azzaria Azmi yang tanpa lelah selalu memberika motivasi dalam mendapatkan titel sarjana.
4. Om Erik, Alm. Om Herry, Om Agus, Tante Ratna, Tante Lia, Tante Yani, Omah, dan Opah atas bantuan moril maupun materil yang selalu mendukung apapun yang saya lakukan.
5. Dosen Pembimbing I (Dr. M. Giatman, MSIE) dan Pembimbing II (Dr. Murad M.S, M.T) atas kesediaan waktu yang diberikan untuk membimbing skripsi hingga tuntas.
6. Dosen Penguji (Drs. Bambang Heriyadi, M.T., Drs. Yunasril, M.Si., Ansosry, S.T., M.T) atas ilmu-ilmu yang diberikan. Semoga dapat bermanfaat kelak di industri pertambangan.

7. Presiden Direktur PT. Sumber Minera Bersama (Ir. Yulnan) yang telah memberikan kesempatan untuk melakukan penelitian. Juga terima kasih atas kritik, saran, serta motivasi yang telah diberikan dalam menyelesaikan skripsi.
8. Sesepuh Fakultas Teknik UNP (Pak Dason Inyiak) yang tanpa lelah selalu memberikan motivasi kepada saya untuk segera menyelesaikan studi.
9. Senior-senior Jurusan Teknik Pertambangan UNP yang telah saya anggap sebagai saudara kandung saya (M. Syahdinal Huda, Afriszal, Agem Hartias Putra, dan Annisa Intan Yustisia). Serta senior Fakultas Teknik UNP (Gery Fernando dan Wendi J. Putra) atas saran dan nasihat yang membangun selama proses perkuliahan.
10. Senior-senior HMTP FT UNP (Heriyanto Panggabean, Argi Saputra, Niko, Dimas Andrianto, Tomi E. Situmorang, Vikri Helmi, Marchelevandra Gomis, Ilhami Putra, Refadhli Rendra, Rizto Salia Zakri dan Muhammad Hamdan) atas dukungan dan motivasinya selama proses perkuliahan.
11. Sahabat-sahabat seperjuangan Tambang 2012 khususnya Riki Rinaldo, Fadli Satrio, Gestio Sesar, Fadhlhan Assany, Dhya Farhan, Maira Triana Putri, Desi Anggraeni, Fitra Ramadanti, dan Dhini Andini. Semoga kita dapat berjumpa kembali di momen yang lain.
12. Timnas Futsal Tambang 2012 (Dodi Iswandi, Calvin Maharza, Fajri Hafiz Nurzam, Gery Vernando, Hari Sentosa, Muhammad Zaki, Wahyu Nadia Pratama, Satria Nugraha, Ebran Alkad, Bram Subhan Maulana, Muhammad Aulia, Yogi Dwi Saputra, Gema Azandi Jagad, Wisma Hidayat, Byma Bryanco, Al-Anhar Hardianto, Alifa, Eki Maruci, Roni Foliyandra, dan Muhammad Alif) atas dukungan moril yang telah diberikan.
13. Sahabat-sahabat perjuangan selama kepemimpinan saya di BEM FT UNP periode 2015-2016 terutama Asep Rabbi Ustani, M. Tarmizi Nabasik, Boy Hasbi, Imam R. Putra, Robin Febriansyah, Erlan Lutfi Perdana, dan Amelia Adrianti. Semoga apa yang pernah kita perjuangkan bermanfaat bagi FT UNP.
14. Sahabat-sahabat SGGHB yang telah memberikan dukungan dan motivasi selama masa-masa perkuliahan. Semoga kita dapat berjumpa kembali di momen lain waktu.
15. Seluruh kader-kader terbaik Tambang 2014 khususnya Roni Priadi, Naufal Permanda, M. Ilham Khalid, Rika Gusneli, Ainil Khalisah, Mutia Zara, dan Dessy Andriani. Semoga tongkat estafet tidak terputus sampai kapanpun demi tercapainya tujuan HMTP FT UNP.
16. Yang terkasih, Dian Kurnia. Terima kasih atas dukungan morilnya yang tulus selama ini. Semoga Allah membalas semua ketulusanmu. Amin.

Padang, Januari 2018

**Elgi Alam Pangestu**

## ABSTRAK

**Elgi Alam Pangestu, 2018.** “Analisis Fleksibilitas Ekonomi Menggunakan *Black-Scholes Merton Formula* Pada Proyek Tambang Bijih Besi”. *Skripsi*. Padang: Program Studi S1 Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.

Potensi sumberdaya mineral tersebar luas di wilayah Sumatera Barat. Salah satunya yaitu komoditas bijih besi. PT. Sumber Minera Bersama merupakan perusahaan swasta nasional yang memiliki Wilayah Izin Usaha Pertambangan (WIUP) seluas 587,7 Ha yang terletak di Nagari Binjai, Kabupaten Pasaman. Saat ini perusahaan belum melakukan tahapan konstruksi dan tahapan penambangan. Berdasarkan hasil studi kelayakan, proyek penambangan bijih besi layak dari segi aspek teknis maupun aspek ekonomis. Akan tetapi, proyek masih tertunda akibat proses perizinan.

Dalam kajian kelayakan ekonomi tambang menggunakan metode *Discounted Cash Flow* (DCF) memiliki resiko ekonomi. Metode DCF hanya mencantumkan resiko tunggal, yaitu resiko suku bunga. Tertundanya proyek penambangan bijih besi dari jadwal yang direncanakan akan sangat mempengaruhi nilai aliran kas proyek karena memiliki faktor-faktor ketidakpastian. Faktor-faktor ketidakpastian ekonomi seperti suku bunga, biaya kapital, biaya akibat penundaan proyek, volatilitas harga bijih besi, nilai aset pokok dan jangka waktu proyek dihitung secara kuantitatif menggunakan persamaan matematis *Black-Scholes-Merton (BSM) Formula*. Tujuan dari perhitungan tersebut yaitu untuk mengukur secara kuantitatif faktor-faktor ketidakpastian ekonomi. Agar resiko-resiko ekonomi dapat dikelola dengan baik berdasarkan hasil perhitungan secara matematis.

Berdasarkan hasil perhitungan, diperoleh nilai NPV menggunakan metode *Discounted Cash Flow* sebesar Rp. 384.410.329.525. Parameter-parameter *Black-Scholes-Merton (BSM) Formula*: Volatilitas Harga Komoditas ( $\sigma^2$ )=4,5%, *Risk Free Rate* (r)=7,61%, Nilai Aset Pokok (S)=Rp. 493.178.856.998,86, Biaya Kapital (K)=Rp. 16.213.165.807, dan *Loss of Opportunities* ( $\gamma$ )=3,28%. Maka diperoleh nilai eNPV sebesar Rp. 539.768.362.897,60 dengan Nilai Opsi (C) sebesar Rp. 155.358.033.372,49. Parameter-parameter tersebut diuji menggunakan analisis sensitivitas untuk mengetahui parameter yang sensitiv terhadap kenaikan harga. Hasil analisis sensitivitas menunjukkan bahwa Nilai Opsi (C) berbanding lurus dengan kenaikan Nilai Aset Pokok (S) dan *Risk Free Rate* (r). Sementara itu, Nilai Opsi (C) berbanding terbalik dengan Biaya Kapital, *Loss of Opportunities*, dan Jangka Waktu Proyek (t). Nilai Volatilitas Komoditas ( $\sigma^2$ ) tidak memberikan pengaruh terhadap Nilai Opsi (C).

**Kata kunci:** *Black-Scholes-Merton Formula, investasi tambang, bijih besi*

## ABSTRACT

**Elgi Alam Pangestu, 2018.** “*Analysis Flexibility of Economy Using Black-Scholes-Merton Formula On Iron Mining Project.*” Thesis. Padang: S1 Mining Engineering Program, Faculty of Engineering, State University of Padang.

*The potential of mineral resources is spread widely in West Sumatra. One of most prospecting mineral in the region is iron ore. PT. Sumber Minera Bersama is a national private firm that has acquired Mining Concession Permit (WIUP) for 587,7 Ha located in Binjai Village, Regency of Pasaman. Today, the firm still does not continue to move to next stage such as construction stage and mining operation stage. Based on preliminary study results, the project is feasible both on technical aspects and economical aspects. But also, the project is still delayed because of Mining Operation Permit (IUP OP) process.*

*In mining economic feasibility study that using Discounted Cash Flow (DCF) method has economic risks. DCF method only attaches single risk which is risk rate. The delayed project from schedule that has already been planned will affect cash flow value of the project because it has intangible factors. The intangible factors such as risk free rate, capital budget, cost of delay, volatility of iron ore price, value of underlying asset, and project time period are calculated quantitatively using mathematical equation Black-Scholes-Merton (BSM) Formula. Those calculations aim to measure the intangible factors quantitatively. So that the intangible factors can be managed so well based on calculation results.*

*Based on calculation results, NPV value using Discounted Cash Flow (DCF) is obtained that amount Rp. 384.410.329.525. The parameters of Black-Scholes-Merton (BSM) Formula has value amount: Volatility of Commodity Price ( $\sigma^2$ )=4,5%, Risk Free Rate ( $r$ )=7,61%, Value of Underlying Asset ( $S$ )=Rp. 493.178.856.998,86, Capital Budget ( $K$ )=Rp. 16.213.165.807, and Loss of Opportunities ( $\gamma$ )=3,28%. So that the value of eNPV is Rp. 539.768.362.897,60 with Option Value ( $C$ ) amount Rp. 155.358.033.372,49. Those parameters are tested using sensitivity analysis in order to know most sensitive parameters into the increment price. Sensitivity analysis shows that Option Value ( $C$ ) is directly proportional to the increment of Value of Underlying Asset ( $S$ ) and Risk Free Rate ( $r$ ). Meanwhile the Option Value ( $C$ ) is inversely proportional to Capital Budget ( $K$ ), Loss of Opportunities ( $\gamma$ ), and Project Time Period ( $t$ ). The increment Volatility of Commodity Price does not influence Option Value ( $C$ ).*

**Keywords:** *Black-Scholes-Merton Formula, mine investment, iron ore*

## KATA PENGANTAR

Puji serta syukur dipanjatkan kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi yang berjudul “**Analisis Fleksibilitas Ekonomi Menggunakan *Black-Scholes Merton Formula* Pada Proyek Tambang Bijih Besi**”. Adapun tujuan pembuatan Skripsi ini yaitu sebagai salah satu syarat dalam menyelesaikan program S-1 Teknik Pertambangan di Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.

Dalam menyelesaikan Skripsi ini penulis banyak mendapatkan bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, maka pada kesempatan kali ini penulis mengucapkan terima kasih, kepada:

1. Teristimewa Papa (Yaddie Mulyaddie), Mama (Nengsih Yulia), Teteh (Elsa Canny Pratiwi), Adik-adik (M. Farhan Hafidza, Aila Felisa Azla, dan Erina Azzaria Azmi) serta seluruh keluarga yang telah memberikan dukungan moril maupun materil sehingga Skripsi ini dapat terselesaikan.
2. Bapak Drs. Raimon Kopa, M.T dan Bapak Heri Prabowo, M.T selaku Ketua Jurusan dan Sekretaris Jurusan Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.
3. Bapak Dr. M. Giatman, MSIE dan Bapak Dr. Murad MS, M.T selaku dosen pembimbing, yang telah sangat baik dalam membimbing dan memberikan pengarahannya dalam proses penulisan Skripsi ini.
4. Bapak Drs. Bambang Heriyadi, M.T, Bapak Drs. Yunasril, M.Si, dan Bapak Ansosry, S.T., M.T selaku dosen penguji. Terima kasih atas kritik, masukan, dan sarannya selama penulisan Skripsi ini.

5. Bapak Ansosry, S.T., M.T selaku Penasehat Akademis.
6. Bapak Ir. Yulnan selaku Presiden Direktur PT. Sumber Minera Bersama yang telah memberikan arahan dan masukan selama penelitian berlangsung. Dan semua pihak yang terlibat dalam menyelesaikan Skripsi ini yang namanya tidak dapat disebutkan satu per satu.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan Skripsi ini masih banyak kekurangan, hal itu disebabkan oleh terbatasnya ilmu pengetahuan yang penulis miliki. Karena itu penulis mengharapkan saran dan kritik yang bersifat membangun guna menyempurnakan Skripsi ini, agar dapat berguna bagi pembaca untuk kemajuan kita Bersama, serta dapat bermanfaat bagi penulis khususnya.

Padang, Januari 2018

Elgi Alam Pangestu

## DAFTAR ISI

	<b>Halaman</b>
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>LEMBARAN PERSETUJUAN PEMBIMBING</b> .....	ii
<b>PENGESAHAN TIM PENGUJI</b> .....	iii
<b>SURAT PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT</b> .....	iv
<b>BIODATA</b> .....	v
<b>ABSTRAK</b> .....	viii
<b>ABSTRACT</b> .....	ix
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	x
<b>DAFTAR ISI</b> .....	xii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xv
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xvii
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
A. Latar Belakang .....	1
B. Identifikasi Masalah .....	3
C. Batasan Masalah .....	4
D. Rumusan Masalah .....	4
E. Tujuan Penelitian .....	5
F. Manfaat Penelitian .....	5
<b>BAB II KAJIAN PUSTAKA</b>	
A. Fleksibilitas Ekonomi .....	6
B. Investasi Tambang .....	17
C. Industri Pertambangan .....	39

D. Tahapan Penambangan .....	42
E. Metode Penambangan.....	54
F. Bahan Galian Bijih Besi .....	60
G. Kerangka Konseptual .....	71
H. Penelitian Sejenis.....	74

### **BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

A. Jenis Penelitian .....	78
B. Jenis Data Penelitian.....	78
C. Metode Pengumpulan Data .....	79
D. Teknik Analisa Data .....	80
E. Diagram Alir Penelitian.....	82

### **BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN**

A. Tinjauan Umum .....	83
B. Analisis <i>Cash Flow</i> .....	106
C. Perhitungan Black-Scholes-Merton Formula .....	119
D. Analisis Nilai eNPV dan Nilai NPV .....	127
E. Analisis Sensitivitas.....	129
F. Analisis Faktor-Faktor Ketidakpastian.....	133
G. Identifikasi Resiko Ekonomi .....	136
H. Rekapitulasi Hasil Perhitungan .....	139
I. Alternatif Perhitungan .....	139
J. Alternatif Perhitungan 1 .....	140
K. Alternatif Perhitungan 2 .....	153

**BAB V PENUTUP**

A. Kesimpulan.....	166
B. Saran.....	166

<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>168</b>
-----------------------------	------------

## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Gambar 1 Contoh hasil perhitungan analisis sensitivitas dengan berbagai variasi nilai.....	30
2. Gambar 2 Contoh eNPV karena adanya nilai fleksibilitas .....	33
3. Gambar 3 <i>Call option</i> pada saat harga komoditas naik .....	34
4. Gambar 4 <i>Put option</i> pada saat harga komoditas turun .....	35
5. Gambar 5 Siklus penambangan komoditi batubara .....	42
6. Gambar 6 Sketsa pengerjaan <i>tracing float</i> dan <i>tracing with panning</i> .....	44
7. Gambar 7 Pembuatan sumur uji ( <i>test pit</i> ) .....	47
8. Gambar 8 Peta pembuatan paritan pada garis singkapan batubara.....	48
9. Gambar 9 <i>Ultimate Pit Limit</i> proyek penambangan batubara .....	50
10. Gambar 10 Pengolahan bijih besi menjadi <i>sponge iron</i> .....	52
11. Gambar 11 Reklamasi PT. Bukit Asam <i>site</i> Tanjung Enim menjadi Taman Hutan Rakyat .....	53
12. Gambar 12 Diagram Alir Kerangka Konseptual Penelitian.....	73
13. Gambar 13 Diagram Alir Penelitian .....	82
14. Gambar 14 Foto udara wilayah rencana IUP OP perusahaan.....	83
15. Gambar 15 Peta morfologi wilayah rencana IUP OP perusahaan .....	86
16. Gambar 16 Singkapan bijih besi yang ditemukan di lapangan.....	91
17. Gambar 17 Ilustrasi rencana penambangan pada rona awal .....	93
18. Gambar 18 Rencana pembuatan jenjang penambangan .....	99
19. Gambar 19 Rencana mekanisme penanganan <i>disposal area</i> .....	101

20. Gambar 20 Rencana dimensi kolam penampungan dan arah aliran lumpur	102
21. Gambar 21 Rencana pembuatan kolam penampungan tampak depan.....	102
22. Gambar 22 Rencana dimensi penampang saluran air .....	104
23. Gambar 23 Model aliran kas perusahaan .....	113
24. Gambar 24 Aliran kas yang telah dieskalasikan .....	115
25. Gambar 25 Diagram perbandingan nilai NPV dan eNPV .....	128
26. Gambar 26 Perbandingan kenaikan Nilai Aset Pokok dan <i>Risk Free Rate</i>	131
27. Gambar 27 Perbandingan kenaikan Biaya Kapital dan <i>Loss of Opportunities</i> .....	132
28. Gambar 28 Kurva histori bijih besi selama 20 tahun terakhir .....	133
29. Gambar 29 <i>Tornado Chart</i> hasil analisis sensitivitas terhadap nilai opsi.	135
30. Gambar 30 Model <i>cash flow</i> alternatif perhitungan 1.....	141
31. Gambar 31 Model <i>cash flow</i> alternatif perhitungan 2.....	154

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel</b>	<b>Halaman</b>
1. Tabel 1 Klasifikasi metode penambangan menurut Hartman (1987) .....	55
2. Tabel 2 Mineral-mineral bijih besi bernilai ekonomis.....	61
3. Tabel 3 Cebakan-cebakan <i>placer</i> berdasarkan genesanya.....	64
4. Tabel 4 Rata-rata curah hujan dan hari hujan di WIUP OP PT. Sumber Minera Bersama .....	85
5. Tabel 5 Komponen biaya tahap konstruksi.....	107
6. Tabel 6 Komponen biaya operasi produksi .....	108
7. Tabel 7 Komponen biaya pasca tambang .....	109
8. Tabel 8 Harga rata-rata bijih besi per tahun selama 20 tahun terakhir .....	112
9. Tabel 9 <i>Net cash flow</i> perusahaan.....	112
10. Tabel 10 Tabel perhitungan <i>present value</i> .....	117
11. Tabel 11 Aliran kas dan selisih kumulatif investasi .....	118
12. Tabel 12 Nilai aset pokok proyek .....	120
13. Tabel 13 Hasil perhitungan biaya kapital .....	121
14. Tabel 14 Histori harga bijih besi per tahun.....	122
15. Tabel 15 Hasil perhitungan volatilitas harga bijih besi .....	123
16. Tabel 16 Pendapatan bersih setelah pajak .....	124
17. Tabel 17 Biaya penambangan per bulan.....	125
18. Tabel 18 Hasil perhitungan parameter Black-Scholes-Merton Formula ..	126

19. Tabel 19 Hasil perhitungan analisis sensitivitas Nilai Aset Pokok dan Biaya Kapital.....	129
20. Tabel 20 Hasil perhitungan analisis sensitivitas Volatilitas dan <i>Loss of Opportunities</i> .....	129
21. Tabel 21 Hasil perhitungan analisis sensitivitas Jangka Waktu Proyek dan <i>Risk Free Rate</i> .....	130
22. Tabel 22 Pengaruh naiknya parameter-parameter BSM Formula terhadap nilai opsi beli.....	135
23. Tabel 23 Perkiraan jumlah kerugian dengan naiknya parameter-parameter sebesar 15% .....	138
24. Tabel 24 Rekapitulasi hasil perhitungan.....	139
25. Tabel 25 Parameter-parameter alternatif perhitungan aliran kas .....	140
26. Tabel 26 Tabel perhitungan <i>present value</i> alternatif 1 .....	142
27. Tabel 27 Aliran kas dan selisih kumulatif investasi alternatif 1 .....	143
28. Tabel 28 Nilai asset pokok proyek alternatif 1 .....	145
29. Tabel 29 Hasil perhitungan biaya capital alternatif 1 .....	146
30. Tabel 30 Histori harga bijih besi per tahun alternatif 1 .....	147
31. Tabel 31 Hasil perhitungan volatilitas harga bijih besi alternatif 1 .....	148
32. Tabel 32 Pendapatan bersih setelah pajak alternatif 1 .....	149
33. Tabel 33 Biaya penambangan per bulan alternatif 1 .....	150
34. Tabel 34 Hasil perhitungan parameter Black-Scholes-Merton formula alternatif 1 .....	151
35. Tabel 35 Tabel perhitungan <i>present value</i> alternatif 2 .....	155

36. Tabel 36 Aliran kas dan selisih kumulatif investasi alternatif 2.....	156
37. Tabel 37 Nilai asset pokok proyek alternatif 2.....	158
38. Tabel 38 Hasil perhitungan biaya kapital alternatif 2.....	159
39. Tabel 39 Histori harga bijih besi per tahun alternatif 2 .....	160
40. Tabel 40 Hasil perhitungan volatilitas harga bijih besi alernatif 2.....	161
41. Tabel 41 Pendapatan bersih setelah pajak alternatif 2.....	162
42. Tabel 42 Biaya penambangan per bulan alternatif 2 .....	163
43. Tabel 43 Hasil perhitungan parameter Black-Scholes-Merton formula alternatif 2 .....	164

## **BAB I PENDAHULUAN**

### **A. Latar Belakang**

Prospek komoditi tambang di wilayah Sumatera Barat tergolong melimpah dengan persebaran sumber daya mineral yang luas. Salah satu daerah yang sangat prospek untuk bahan galian bijih besi yaitu Nagari Binjai, Kabupaten Pasaman, Sumatera Barat. Prospek tambang tersebut dikelola oleh perusahaan tambang swasta nasional PT. Sumber Minera Bersama. Dari segi aspek teknis dengan berpedoman pada hasil eksplorasi yang telah dilaksanakan, proyek ini layak untuk ditindaklanjuti. Kegiatan rencana operasi produksi bijih besi pada wilayah seluas 581,7 Ha dilakukan dengan sistem tambang terbuka (*open pit mine*).

Selain aspek teknis, aspek geologi dan aspek teknologi, perusahaan telah melakukan kajian kelayakan ekonomis. Dari segi aspek ekonomis, proyek tambang bijih besi di Nagari Binjai dinyatakan layak dilaksanakan. Perusahaan merencanakan untuk tahap konstruksi fasilitas penambangan dilaksanakan pada tahun 2016, sehingga pada tahun 2017 tahapan operasi produksi sudah dimulai. Akan tetapi, perencanaan tahapan penambangan di luar dugaan awal seiring dengan terlambatnya jadwal untuk kegiatan konstruksi fasilitas penambangan. Hal ini disebabkan oleh proses perizinan yang membutuhkan waktu yang sangat lama. Tertundanya jadwal konstruksi dan jadwal produksi akan mengakibatkan perubahan terhadap aliran kas perusahaan. Fluktuasi harga bijih besi dan nilai tukar mata uang dollar

terhadap mata uang rupiah akan mempengaruhi besaran nilai pendapatan maupun nilai pengeluaran. Sehingga proyek ini mempunyai nilai fleksibilitas ekonomi yang harus diperhitungkan secara matematis agar proyek ini tetap menguntungkan.

Analisis kelayakan investasi yang dilakukan oleh perusahaan tidak menyertakan kemungkinan-kemungkinan fleksibilitas ekonomi atau kemungkinan faktor-faktor resiko yang tidak pasti. Hal ini dapat dilihat dari perhitungan kelayakan investasi yang telah dilakukan perusahaan dengan hanya mencantumkan faktor suku bunga sebagai resiko tunggal. Proyek tambang bijih besi di Nagari Binjai yang dikelola oleh perusahaan diduga memiliki fleksibilitas ekonomi yang ditandai oleh adanya faktor-faktor ketidakpastian seperti suku bunga, biaya kapital, biaya akibat penundaan proyek, dan lain sebagainya. Faktor-faktor ketidakpastian tersebut dapat mempengaruhi nilai aliran kas perusahaan. Jika perusahaan tidak melakukan kebijakan finansial yang tidak didasari dengan pengukuran kuantitatif terhadap faktor-faktor ketidakpastian, maka kemungkinan berkurangnya keuntungan proyek akan terjadi. Sehingga perusahaan dapat mengeluarkan modal yang lebih besar dari investasi awal.

Hal yang terpenting dalam sebuah proyek penambangan yaitu aspek ekonomi. Karena salah satu karakteristik industri penambangan yaitu membutuhkan modal besar dan resiko yang tinggi. Keputusan investasi modal akan mempunyai dampak jangka pendek dan jangka panjang bagi

kelangsungan perusahaan untuk dapat berkompetisi ataupun untuk tetap berproduksi. Keputusan investasi yang salah tidak saja dapat mengurangi keuntungan perusahaan tetapi juga dapat menghentikan kegiatan perusahaan. Keputusan investasi modal mempunyai dua bentuk tindakan utama, yaitu mengalokasikan sejumlah modal untuk investasi proyek tertentu atau untuk menyediakan aset produksi. Yang kedua yaitu, mendapatkan sejumlah modal untuk meningkatkan nilai perusahaan.

Sangat penting untuk dilakukannya penelitian mengenai seluruh aspek investasi proyek penambangan, termasuk faktor-faktor ketidakpastian yang dapat diukur secara kuantitatif menggunakan model matematis. Oleh karena itu, penulis mengambil topik skripsi **“Analisis Fleksibilitas Ekonomi Menggunakan *Black-Scholes-Merton Formula* Pada Proyek Tambang Bijih Besi”**.

## **B. Identifikasi Masalah**

Dalam merencanakan sebuah proyek penambangan harus mempertimbangkan aspek teknis (aspek geologi dan aspek teknologi) dan aspek non-teknis (aspek ekonomi, aspek politik, dan aspek sosial budaya masyarakat). Rencana proyek penambangan bijih besi oleh perusahaan telah dilaksanakan sejak tahun 2006, dan pada tahun 2008 telah dilakukan kegiatan eksplorasi. Terdapat beberapa permasalahan yang dapat diidentifikasi yaitu sebagai berikut:

1. Belum diketahui secara pasti faktor-faktor *intangible* yang sangat mempengaruhi aliran kas proyek penambangan bijih besi.
2. Harga komoditas dan nilai tukar mata uang berubah setiap waktu.
3. Belum adanya pengukuran secara kuantitatif untuk menghitung faktor-faktor ketidakpastian investasi.
4. Keputusan-keputusan investasi yang dipengaruhi oleh adanya faktor *intangible* tidak dengan perhitungan matematis.
5. Belum adanya identifikasi kemungkinan resiko-resiko investasi akibat dari perhitungan faktor-faktor ketidakpastian investasi.

### **C. Batasan Masalah**

Untuk memfokuskan penelitian ini, maka perlu dilakukan pembatasan masalah. Adapun batasan masalah dalam penelitian ini sebagai berikut:

1. Data yang digunakan merupakan aliran kas Tambang Bijih Besi *site* Binjai PT. Sumber Minera Bersama.
2. Pengukuran faktor-faktor ketidakpastian menggunakan model matematis *Black – Scholes – Merton Formula*.
3. Penelitian ini mengidentifikasi resiko-resiko investasi yang akan dihadapi di masa yang akan datang.

### **D. Rumusan Masalah**

Berdasarkan identifikasi masalah dan batasan masalah yang telah diuraikan maka muncul pertanyaan antara lain:

1. Berapa nilai *Net Present Value (NPV)* menggunakan metode *Discounted Cash Flow* dan nilai eNPV dari *Real Option Valuation* dengan metode *Black Scholes Merton Formula* ?
2. Faktor-faktor ketidakpastian apa saja yang mempengaruhi aliran kas pada PT. Sumber Minera Bersama ?
3. Resiko apa saja yang akan dihadapi perusahaan ?

#### **E. Tujuan Penelitian**

Tujuan dilakukannya penelitian ini diantaranya sebagai berikut:

1. Mendapatkan hasil kelayakan investasi dari nilai NPV dan eNPV yang diperoleh.
2. Mendapatkan parameter-parameter fleksibilitas ekonomi yang mempengaruhi aliran kas perusahaan.
3. Mendapatkan gambaran resiko yang akan dihadapi perusahaan.

#### **F. Manfaat Penelitian**

Dengan dilakukannya penelitian ini diharapkan mampu memberikan kontribusi berupa informasi bagi perusahaan sebagai referensi untuk menentukan keputusan strategis dalam menghadapi resiko-resiko ekonomi yang akan dialami oleh perusahaan di masa yang akan datang. Adapun manfaat bagi peneliti yaitu mengaplikasikan pengetahuan teoritis yang diperoleh di bangku perkuliahan untuk memecahkan kasus-kasus ekonomi dan investasi pertambangan. Juga sebagai bekal saat memasuki dunia kerja, sehingga mempunyai nilai tambah bagi peneliti.

## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **A. Kesimpulan**

Berdasarkan analisis hasil perhitungan dan pembahasan di Bab IV, maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Nilai *Net Present Value* (NPV) berdasarkan *Discounted Cash Flow* (DCF) sebesar **Rp. 384.410.329.525** dan nilai eNPV dengan metode Black-Scholes-Merton Formula sebesar **Rp. 539.768.362.897**, sehingga proyek tambang bijih besi *site* Binjai PT. Sumber Minera Bersama dinyatakan **layak**.
2. Faktor ketidakpastian yang mempengaruhi nilai aliran kas tambang bijih besi PT. Sumber Minera Bersama yaitu:
  - a. Nilai aset pokok dan *risk free rate* menyebabkan nilai opsi beli menguat.
  - b. Biaya kapital, *loss of opportunities*, dan jangka waktu proyek menyebabkan nilai opsi beli melemah.
  - c. Volatilitas harga bijih besi tidak memiliki pengaruh terhadap nilai opsi.
  - d. waktu proyek bertambah lama.
3. Kemungkinan resiko yang akan dihadapi perusahaan adalah *expected risk*, *risk event*, dan *risk loss*.

#### **B. Saran**

Berdasarkan hasil penelitian, penulis memiliki saran-saran terhadap perusahaan sebagai berikut:

1. Perusahaan sebaiknya mempercepat tahapan perizinan dan konstruksi, agar proyek dapat cepat berproduksi dan terhindar dari naiknya biaya akibat penundaan proyek yang tinggi.
2. Fluktuasi komoditas bijih besi cenderung stabil, akan tetapi perusahaan sebaiknya mengoptimalkan cadangan tertambang untuk mengimbangi biaya operasional dan pendapatan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Afdawaiza. 2011. *Uncertainty (Ketidakpastian) dan Antisipasinya Dalam Perspektif Keuangan Islam*. Jurnal Ilmu Syari'ah dan Hukum Vol. 45 No. II. Yogyakarta: UIN SUKA Yogyakarta
- Anonim. 2014. Buku Panduan Penulisan Tugas Akhir/Skripsi Universitas Negeri Padang. Padang: UNP Press
- Anonim. 2015. Reklamasi PT. Bukit Asam (Persero) Tbk
- Anonim. 2016. Asosiasi Pertambangan Batubara Indonesia
- Anonim. *Modul Perencanaan Tambang*
- Anonim. *Risk-Free Rate of Return*. [www.investopedia.com/terms/r/risk-free-rate.asp](http://www.investopedia.com/terms/r/risk-free-rate.asp), diakses 16 Januari 2018.
- Bambang Rijanto. 1995. *Dasar-Dasar Pembelanjaan Perusahaan Edisi Keempat*. Yogyakarta: Yayasan Penerbit Gadjah Mada
- Boldt Joseph, R. 1967. *The Winning of Nickel: Its Geology, Mining, And Extractive Metallurgy*. Toronto: Longmans Canada
- Chaussier, J.B dan Morer, J. 1987. *Mineral Prospecting Manual*. London: North Oxford Academic Publisher Ltd
- Damodaran Aswath. 2002. *Investment Valuation Tools and Techniques for Determining The Value Of Any Asset*. Wiley Finance
- Dixit, A.K dan Pindyck, R.S.1994. *Invetment Under Uncertainty*. USA: Princeton University Press
- Ehrhardt, C.M & Brigham, E.F. 2010. *Corporate Finance: A Focused Approach*. USA: South-Western Cengage Learning
- Fina Fitriana. 2016. *Industri Pertambangan Sebagai Sustainable Development di Indonesia*. [www.kompasiana.com](http://www.kompasiana.com) , diakses 30 Mei 2017
- Hartman, H.L. 1987. *Introductory Mining Engineering*. Singapore: John & Wiley Sons
- Irwandy Arif. 2013. *Batubara Indonesia*. Bandung: Indonesia Mining Institute