ISSN: 2302-333

Jurnal BINA TAMBANG

Volume 3, No 1, Februari 2018

ISSN: 2302-333

Jurnal BINA TAMBANG

Volume 3, No 1, Februari 2018

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

Elgi Alam Pangestu[1], M. Giatman[2], Murad M.S[3]
S1 Teknik Pertambangan
Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang
E-mail: elgialam@gmail.com

ABSTRAK

Faktor-faktor ketidakpastian ekonomi pada proyek tambang bijih besi dapat dihitung secara kuantitatif menggunakan persamaan matematis *Black-Scholes-Merton Formula*. Berdasarkan hasil perhitungan, diperoleh nilai NPV menggunakan metode *Discounted Cash Flow* sebesar Rp. 384.410.329.525. Parameter-parameter *Black-Scholes-Merton Formula*: Volatilitas Harga Komoditas (σ^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* (γ)=3,28%. Maka diperoleh nilai eNPV sebesar Rp. 539.768.362.897,60 dengan Nilai Opsi (C) sebesar Rp. 155.358.033.372,49. Hasil analisis sensitivitas menunjukan 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 (σ^2) tidak memberikan pengaruh terhadap Nilai Opsi (C).

ABSTRACT

The intangible factors in iron ore mining project can be calculated quantitively by using Black-Scholes-Merton Formula. 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 (σ^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 (γ)=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. 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 (γ), and Project Time Period (t). The increment Volatility of Commodity Price does not influence Option Value (C).*

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

A. Pendahuluan

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)*.

Hal yang terpenting dalam sebuah proyek penambangan yaitu aspek ekonomi. Keputusan investasi modal akan mempunyai dampak jangka pendek dan jangka panjang bagi kelangsungan perusahaan untuk dapat berkompetisi ataupun untuk tetap berproduksi. 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.

Menurut Robinson dan Barry (1987) faktor ketidakpastian adalah peluang dari suatu kejadian yang tidak dapat diperhitungkan oleh pebisnis selaku pengambil keputusan. Ketidakpastian dapat terjadi akibat kurangnya atau tidak tersedianya informasi yang menyangkut apa yang akan terjadi (Kountur, 2008). Ketidakpastian ekonomi timbul akibat perilaku dari pelaku ekonomi (Afdawaiza, 2011).

Menurut Peter Drucker (Stermole & Stermole, 1996) terdapat lima langkah penting dalam pengambilan keputusan investasi yaitu terdiri dari mendefinisikan masalah, menganalisis masalah, mengembangkan alternatif solusi, memutuskan solusi yang terbaik, dan mengubah keputusan menjadi tindakan yang efektif.

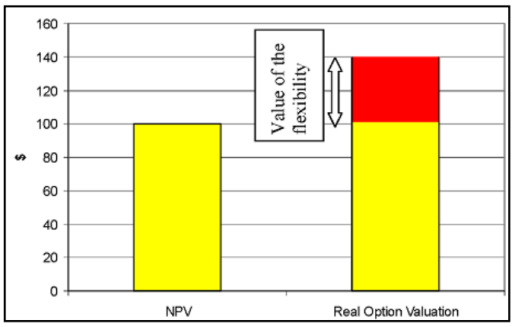
Berdasarkan Ehrhardt, C.M & Brigham, E.F (2010) terdapat 6 metode untuk mengevaluasi suatu proyek tertentu layak atau tidak dilaksanakan. Metode-metode tersebut meliputi *Payback Period, Discounted Payback Period, Net Present Value. Internal Rate of Return, Modified Internal Rate of Return* dan *Profitability Index.*

Istilah *real options* mulai diperkenalkan oleh Stewart Myers pada tahun 1977 dengan cara mengobservasi dan mengaplikasikan teori *option pricing* dalam keputusan investasi. Istilah ini mengacu pada aplikasi teori penilaian opsi hingga penilaian riil terhadap investasi non finansial yang memiliki fleksibilitas, seperti proyek penelitian dan pengembangan, ekspansi pabrik dan sejenisnya. Secara umum disepakati bahwa metode *real options* ini akan memberikan peran yang sangat signifikan dalam penilaian kondisi ekonomi yang tidak pasti. Dixit dan Pindyck (1994) menekankan ciri-ciri utama yang ireversibel pada keputusan investasi, dan keberlanjutan ketidakpastian dalam lingkungan dimana keputusan ini dilaksanakan. Fokus utama dari *real options* menurut Dixit dan Pindyk (1994) adalah dalam memahami perilaku investasi perusahaan, dan mengembangkan implikasi teori tersebut pada dinamika industri dan kebijakan pemerintah.

Berdasarkan Pusvitasari, E.R (2010), munculnya *economic value of flexibility* tersebut kemudian mendorong konsep penilaian suatu proyek investasi berkembang dari metode *Discounted Cash Flow Analysis* (DCF) berkembang ke *Real Option Valuation* (ROV). Perkembangan menuju ROV diperlukan karena metode DCF dirasakan tidak mencukupi dan pendekatannya terbatas/bersifat statik. Namun ROV bukanlah bagian yang terpisah dari metode DCF karena ROV merupakan bagian dari pengembangan NPV untuk mengontrol opsi-

[1] *Mahasiswa Prodi S1 Teknik Pertambangan FT-UNP*
[2] *Dosen Jurusan Teknik Pertambangan FT-UNP*
[3] *Dosen Jurusan Teknik Pertambangan FT-UNP*

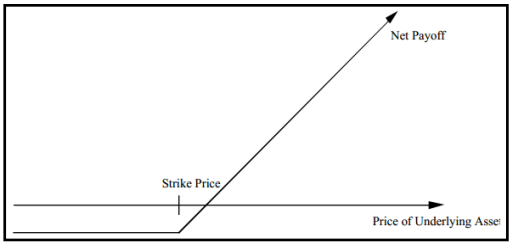
opsi atau lebih sering dikenal dengan istilah *expanded NPV*.



Sumber: Pusvitasari, E.R: 2010

Gambar 1. Contoh eNPV karena adanya nilai fleksibilitas

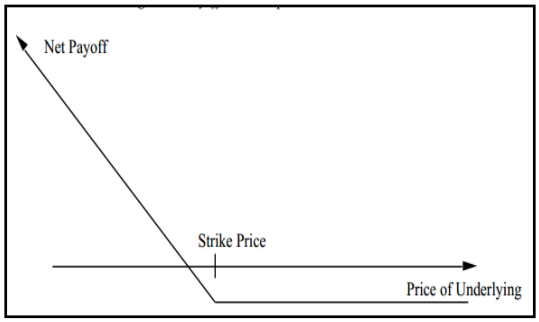
Teori ROV berpendapat bahwa resiko yang akan dihadapi oleh sebuah proyek investasi bersifat tetap dan selama periode kegiatan investasi atau proyek berjalan terdapat fleksibilitas dari sisi pengambil keputusan dikarenakan adanya informasi baru sehingga terjadi interaksi keputusan hari ini dengan keputusan di masa yang akan datang (Pusvitasari, E.R: 2010). Dalam ROV terdapat dua jenis keputusan yaitu *call option* dan *put option*. *Call option* adalah suatu opsi yang memberikan kepada pemegang saham atau pemilik usaha untuk membeli komoditas atau mata uang pada tingkat harga tertentu di periode tertentu dengan jangka waktu tertentu. Opsi ini dilakukan jika harga komoditas meningkat.



Sumber: Damodaran A

Gambar 2. *Call option* saat harga komoditas naik

Sedangkan *put option* merupakan suatu opsi adalah suatu opsi yang memberikan kepada pemegang saham atau pemilik usaha untuk menjual komoditas atau mata uang pada tingkat harga tertentu di periode tertentu dengan jangka waktu tertentu. Opsi ini dipilih ketika harga komoditas turun atau terus jatuh. Berikut adalah contoh turunnya harga komoditas dan harus melakukan *put option.*



Sumber: Damodaran A

Gambar 3. *Put option* saat harga komoditas turun

Salah satu model untuk menghitung nilai pasar dari opsi adalah model harga opsi *Black-Scholes-Merton* yang dikembangkan oleh Fisher Black dan Myron Scholes pada tahun 1973. Penilaian opsi dari Black-Scholas ini dimaksudkan untuk opsi Eropa. Rumus formula *Black-Scholes-Merton* untuk *call option* sebagai berikut:

$$C = Se^{-\gamma t}N(d_1) - Ke^{-rt}N(d_2) \quad \textbf{(1)}$$

Dengan:

$$d_1 = \frac{ln\frac{S}{K} + \left(r - \gamma + \frac{\sigma^2}{2}\right)t}{\sigma\sqrt{t}}$$

$$d_2 = d_1 - \sigma\sqrt{t}$$

Keterangan:

S = Nilai aset pokok
K = Biaya kapital
e = Bilangan antilog (2,7183)
t = Umur proyek
r = *Risk free rate*
σ^2 = Variansi dari aset pokok
γ = *Cost of delay*
N(d) = Distribusi normal kumulatif

Sedangkan untuk *put option* dirumuskan dengan persamaan berikut ini:

$$C - P = Se^{-\gamma} - Ke^{-rt} \quad \textbf{(2)}$$

Dengan C adalah nilai *call option* sementara P adalah nilai *put option.* Sehingga persamaan untuk *put option* menjadi persamaan berikut ini:

$$P = Ke^{-rt}(1 - N(d_2)) - Se^{-\gamma t}(1 - N(d_1)) \quad \textbf{(3)}$$

Sehingga nilai NPV yang sesungguhnya dengan mempertimbangkan nilai-nilai fleksibilitas atau faktor-faktor ketidakpastian diperoleh dengan persamaan berikut:

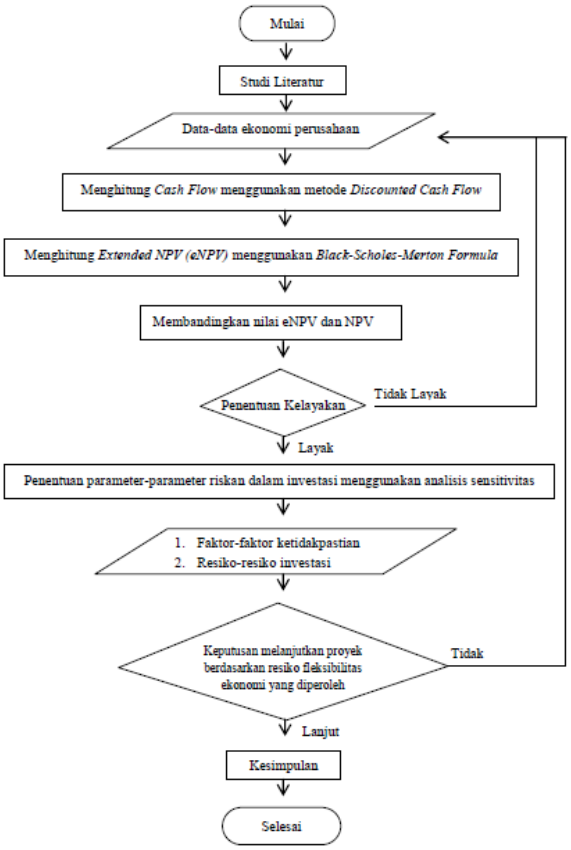
$$eNPV = NPV + nilai\ opsi \quad \textbf{(4)}$$

Jika dalam nilai eNPV tidak terdapat nilai ketidakpastian, ini berarti bahwa peluang kejadian dari *σ(d)* mendekati satu (keuntungan yang diperoleh pasti). Maka nilai eNPV akan bernilai sama dengan NPV (Pusvitasari, E.R : 2010).

B. Metode Penelitian

Adapun jenis penelitian ini adalah penelitian kuantitatif. Menurut Sugiyono (2003), penelitian kuantitatif adalah penelitian dengan memperoleh data yang berbentuk angka. Penelitian ini terdiri dari beberapa tahapan yakni tahapan pengambilan data, pengelompokan data, pengolahan data dan tahap penyusunan laporan. Pada tahapan-tahapan tersebut penulis melakukan studi literatur mengenai *Real Option Valuation, Discounted Cash Flow,* dan Resiko Investasi Pertambangan. Sedangkan pengumpulan data dilakukan dengan cara mengambil data-data keekonomian PT. Sumber Minera Bersama. Data-data ekonomi tersebut diolah menggunakan metode *Discounted Cash Flow* dan *Black-Scholes-Merton Formula* untuk mengetahui aliran kas proyek penambangan bijih besi. Sementara itu, untuk mengidentifikasi resiko-resiko investasi dan *uncertainty factor* menggunakan metode analisis sensitivitas dan eNPV hasil dari perhitungan menggunakan *Black-Scholes-Merton Formula* sebelumnya.

Jenis data yang digunakan berdasarkan cara memperolehnya yaitu data primer dan data sekunder. Data primer pada penelitian ini adalah harga bijih besi, nilai tukar mata uang, dan harga alat-alat berat. Sedangkan data-data sekunder meliputi data-data ekonomi perusahaan, literature investasi tambang, literature ekonomi mineral, dan literatur-literatur lainnya terkait penelitian ini. Bagan alir penelitian ditunjukan oleh Gambar 4.



Gambar 4. Bagan alir penelitian

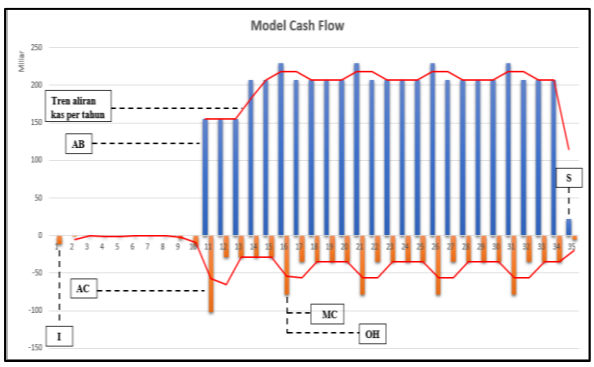
C. Hasil dan Pembahasan

Gambar 5 menunjukan model dari aliran kas perusahaan dengan kurs 1 US$ sama dengan Rp. 14.000. Metode penambangan yang digunakan yaitu metode *backfilling* dengan umur produksi per blok penambangan selama 5 tahun sehingga biaya reklamasi atau *Mine Closure* (MC) dibebankan per 5 tahun. Proyek ini memiliki nilai investasi awal (I) sebesar Rp. 139.945.354.188 dengan suku bunga (i) sebesar 15%. Nilai investasi awal (I) terdiri dari biaya studi pendahuluan, biaya eksplorasi dan biaya studi kelayakan.

Pada tahun ke-1 sampai tahun ke-3 produksi atau tahun ke-11 sampai tahun ke-13 umur proyek, produksi bijih besi ditargetkan mencapai 171.000 ton per tahun dengan pendapatan tahunan atau *annual benefit* (AB) sebesar Rp. 155.610.000.000. Tahun ke-14 sampai tahun ke 35 umur proyek diproyeksikan berproduksi 228.000

ton per tahun dengan *annual benefit* (AB) sebesar Rp. 207.480.000.000. Pendapatan bersumber dari penjualan bijih besi dengan perkiraan patokan harga sebesar US$ 65 per ton atau Rp. 910.000 per ton. Juga pendapatan bersumber dari penjualan aset. Umur ekonomis aset yaitu selama 7 tahun. Besar pendapatan penjualan aset yaitu Rp. 22.137.006.500. *Annual cost* (AC) pada tahun ke-1 produksi yaitu Rp. 101.510.439.667. Sementara itu, *Annual Cost* (AC) tahun ke-2 sampai tahun ke-14 produksi mencapai Rp. 29.236.426.667. Biaya reklamasi atau *Mine Closure* (MC) dikeluarkan dengan periodisasi 5 tahun mulai dari tahun ke-1 produksi yaitu sebesar Rp. 5.115.250.000. Biaya *Overhaul* (OH) yang direncanakan yaitu sebesar Rp. 1.500.000.000. Berdasarkan hasil studi kelayakan yang telah dilakukan, proyek tambang bijih besi *site* Binjai dinyatakan layak.

Sementara itu model aliran kas proyek yang dirancang oleh peneliti dipengaruhi oleh nilai tukar mata uang yang telah dieskalasikan dan rata-rata harga bijih besi selama 20 tahun terakhir. Selain itu, harga alat berat yang menunjang kegiata konstruksi, penambangan, dan pasca tambang juga telah dieskalasikan ke tahun 2017 sesuai dengan harga yang diterbitkan langsung oleh penyedia alat berat. Kurs 1 US$ sama dengan Rp. 13.253 dan harga acuan bijih besi yang digunakan yaitu US$ 57,69 per ton. Gambar 5 menunjukan model aliran kas yang telah dieskalasikan oleh peneliti berdasarkan parameter-parameter yang telah disesuaikan.

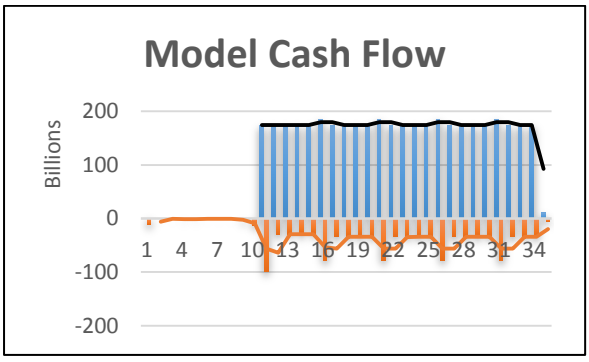


Gambar 5. Model aliran kas perusahaan

Terdapat perbedaan dengan perencanaan aliran kas yang dirancang perusahaan dengan perencanaan aliran kas rancangan peneliti. Rencana produksi bijih besi rancangan perusahaan berbeda pada periode tertentu. Sementara itu, produksi bijih besi rancangan peneliti ditargetkan 228.000 ton per tahun mulai dari tahun ke-1 produksi sampai tahun akhir produksi. Hal ini dilakukan agar cadangan tertambang dapat dioptimalkan.

Pemasukan per tahun atau *Annual Benefit* (AB) yang diperoleh mencapai Rp. 174.321.048.000 dan pemasukan dari penjualan aset mencapai Rp. 10.894.970.041. *Annual cost* (AC) setelah dieskalasikan sebesar Rp. 29.118.810.000 dan biaya pasca tambang per 5 tahun sebesar Rp. 5.115.250.000, maka, *Annual Cost* setiap periode 5 tahun berjumlah Rp. 34.234.060.000.

Selisih rencana *Annual Benefit* (AB) versi perusahaan dengan versi peneliti yaitu sebesar Rp. 33.158.952.000. *Annual Benefit* rancangan perusahaan 15.98% lebih besar daripada *Annual Benefit* rancangan peniliti. Sedangkan *Annual Cost* versi perusahaan lebih tinggi 0.40% dari *Annual Cost* rencana peneliti. Hal ini disebabkan adanya eskalasi harga dollar pada tahun 2017. Sehingga menyebabkan perbedaan *net cash flow* pada rencana aliran kas peneliti.



Gambar 6. Model *cash flow* peneliti

1. Net Present Value

Perhitungan *Net Present Value* diselesaikan menggunakan persamaan berikut:

$$NPV = \sum_{t=0}^{n} \frac{(C)t}{(1+i)^t} - \sum_{t=0}^{n} \frac{(Co)t}{(1+i)^t}$$
$$NPV = 519.170.763.192 - 134.760.433.667$$
$$NPV = 384.410.329.525$$

Jika nilai NPV > 0 maka proyek layak dilakukan (M. Giatman, 2017). Berdasarkan hasil yang diperoleh nilai NPV sebesar 384.410.329.525, maka proyek layak dilaksanakan.

2. Payback Period

Untuk mengetahui waktu yang dibutuhkan untuk pengembalian modal investasi, dapat diketahui dengan cara menyelesaikan persamaan berikut ini:

$$\text{PBP} = \text{Ts} + \frac{UCa}{CFt}$$
$$= 11 + \frac{13.866.672.222}{27.978.895.573}$$
$$= 11{,}50$$

Hasil dari perhitungan menunjukkan bahwa waktu yang dibutuhkan agar modal investasi kembali yaitu **11,50 tahun** atau **11 tahun 6 bulan.** Hasil perhitungan metode *Payback Period* menunjukkan lama pengembalian lebih kecil dari jangka waktu pelaksanaan proyek. Menurut M. Giatman (2017), jika PBP < Lamanya Proyek maka proyek layak dilaksanakan.

3. Profitability Index

Perhitungan *Profitability Index* (PI) dapat diselesaikan menggunakan persamaan di bawah ini:

$$PI = \frac{\sum_{t=1}^{n} \frac{CFt}{(1+r)^t}}{CF_0}$$
$$= \frac{384.410.329.525}{134.760.433.667}$$
$$= 2.85$$

Nilai PI menunjukkan lebih dari 1, maka proyek layak untuk dilaksanakan (M. Giatman, 2017).

4. Perhitungan Black-Scholes-Merton Formula

Perhitungan Black-Scholes-Merton Formula dilakukan dengan menyelesaikan parameter-parameter dalam menghitung nilai faktor ketidakpastian meliputi nilai aset pokok, biaya kapital, bunga bebas resiko, variansi aset pokok, dan *opportunity loss*. Parameter-parameter tersebut menentukan besaran nilai dari ketidakpastian proyek secara kuantitatif. Adapun nilai dari parameter-parameter tersebut dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Nilai parameter Black-Scholes-Merton Formula

Parameter	Simbol	Nilai
Nilai Aset Pokok	S	**493.178.856.998,86**
NPV Biaya Kapital	K	**16.213.165.807**
Risk Free Rate	r	**7,61%**
Variansi Aset Pokok	σ^2	**0,002029948 (4,5%^{2})**
Loss of Opportunities	Γ	**3.28%**
Bilangan antilog	e	**2,718**
Umur Proyek	t	**35 tahun**

Perhitungan menggunakan formula Black-Scholes-Merton dapat dilihat dibawah ini:

$$C = Se^{-\gamma t}N(d_1) - Ke^{-rt}N(d_2)$$
$$d_1 = \frac{ln\frac{S}{K} + \left(r - \gamma + \frac{\sigma^2}{2}\right)t}{\sigma\sqrt{t}}$$
$$d_1 = \frac{ln\frac{493.178.856.998,86}{16.213.165.807} + \left(7{,}61\% - 3.28\% + \frac{4{,}5\%^2}{2}\right)35}{4{,}5\% x \sqrt{35}}$$
$$d_1 = \frac{3{,}41 + 1{,}54}{0{,}266}$$
$$d_1 = 18{,}64$$
$$d_2 = d_1 - \sigma\sqrt{t}$$
$$d_2 = 18{,}64 - 4{,}5\%\sqrt{35}$$
$$d_2 = 18{,}38$$

Nilai distribusi normal ($N(d_1)$) didapatkan dengan memasukkan nilai d_1 ke fungsi Microsoft Excel "=NORMSDIST(18,475)". Sehingga diperoleh nilai distibusi normal **$N(d_1) = 1$.** Sedangkan untuk nilai distribusi normal **$N(d_2) = 1$.** Selanjutnya dilakukan perhitungan nilai opsi seperti berikut:

$$C = Se^{-\gamma t}N(d_1) - Ke^{-rt}N(d_2)$$
$$C = 156.489.815.454{,}33 - 1.131.782.081{,}84$$
$$C = 155.358.033.372{,}49$$

Nilai opsi yang didapatkan yaitu sebesar **Rp. 155.358.033.372,49.** Jadi, nilai eNPV yaitu:

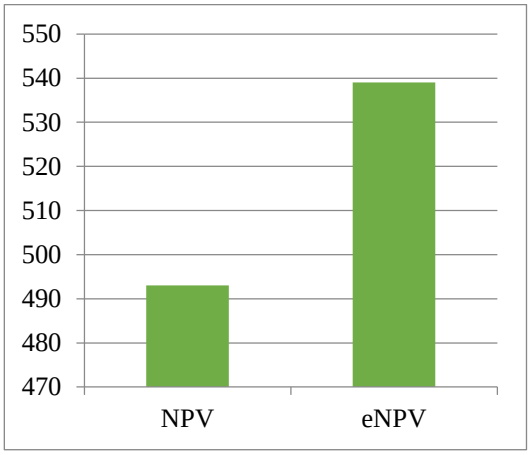
eNPV = Nilai NPV + Nilai Opsi
eNPV = Rp. 539.768.362.897,60

Dari perhitungan diatas, maka diperoleh nilai opsi dengan menggunakan formula Black-Scholes-Merton Formula

sebesar **Rp. 155.358.033.372,49** dan nilai eNPV sebesar **Rp. 539.768.362.897,60.**

5. Analisis Nilai NPV dan eNPV

Nilai eNPV yang diperoleh sebesar Rp. 539.768.362.897,60 dengan nilai opsi sebesar Rp. 155.358.033.372,49 menandakan bahwa proyek tambang bijih besi *site* Binjai memiliki faktor-faktor ketidakpastian dan memiliki nilai fleksibilitas ekonomi. Perbandingan nilai NPV dan eNPV dapat dilihat melalui diagram berikut ini:



Gambar 7. Diagram perbandingan nilai NPV dan eNPV

Pada dasarnya persamaan Black-Scholes-Merton menghitung nilai pendapatan dikurangi dengan modal atau biaya kapital. Namun, persamaan tersebut memasukkan nilai peluang resiko yang dinotasikan dengan $N(\boldsymbol{d_1})$ dan $N(\boldsymbol{d_2})$. Peluang resiko tersebut menyebabkan variabel pendapatan dan variabel modal berubah-ubah. Inilah yang dinamakan adanya fleksibilitas ekonomi. Sehingga nilai eNPV lebih besar dari nilai NPV. Nilai tersebut menunjukan ukuran deviasi dari faktor-faktor ketidakpastian proyek. Jadi, proyek ini memiliki faktor-faktor ketidakpastian yang perlu diperhatikan sebelum mengambil keputusan investasi.

Merujuk ke persamaan Black-Scholes-Merton, parameter-parameter yang mempengaruhi aliran kas proyek yaitu nilai aset pokok, umur proyek, volatilitas harga bijih besi, biaya kapital, *risk free rate*, dan *opportunity loss*. Untuk mengetahui pengaruh dari parameter tersebut terhadap nilai opsi, maka dilakukan analisis sensitivitas.

6. Analisis Sensitivitas

Dari paramater-parameter yang mempengaruhi nilai faktor ketidakpastian, kita perlu mengukur sejauh mana parameter-parameter tersebut berpengaruh terhadap nilai aliran kas perusahaan. Pengujian dilakukan dengan menaikan presentase dari nilai aset pokok, biaya kapital, volatilitas harga komoditas, *opportunity loss*, dan jangka waktu proyek. Adapun hasil perhitungan masing-masing parameter dapat dilihat melalui tabel-tabel berikut:

Tabel 2. Hasil perhitungan analisis sensitivitas Nilai Aset Pokok dan Biaya Kapital

Kenaikan	S (Juta)	K (Juta)
0%	Rp 193.380,4	Rp 193.380,4
5%	Rp 203.106,0	Rp 193.323,9
10%	Rp 212.831,5	Rp 193.267,4
15%	Rp 222.557,1	Rp 193.210,9
-15%	Rp 164.203,8	Rp 193.550,0
-10%	Rp 173.929,3	Rp 193.493,5
-5%	Rp 183.654,9	Rp 193.437,0

Tabel 3. Hasil perhitungan analisis sensitivitas Volatilitas dan *Loss of Opportunities*

Kenaikan	Volatilitas (Juta)	Loss of Opportunities (Juta)
0%	Rp 193.380,4	Rp 193.380,4
5%	Rp 193.380,4	Rp 183.788,6
10%	Rp 193.380,4	Rp 174.669,8
15%	Rp 193.380,4	Rp 166.000,7
-15%	Rp 193.380,4	Rp 225.245,6
-10%	Rp 193.380,4	Rp 214.082,4
-5%	Rp 193.380,4	Rp 203.469,8

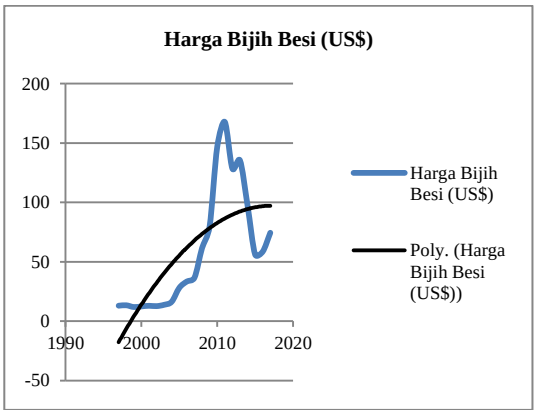
Tabel 4. Hasil perhitungan analisis sensitivitas Jangka Waktu Proyek dan *Risk Free Rate*

Kenaikan	Jangka Waktu Proyek (Miliar)	Risk Free Rate (Miliar)
0%	Rp 193.380,4	Rp 193.380,4
5%	Rp 183.929,6	Rp 193.521,4
10%	Rp 174.934,1	Rp 193.644,7
15%	Rp 166.373,0	Rp 193.752,7
-15%	Rp 224.690,5	Rp 192.825,3
-10%	Rp 213.737,5	Rp 193.035,5
-5%	Rp 203.308,7	Rp 193.219,4

Dari hasil perhitungan diatas, kenaikan nilai aset pokok dan *risk free rate* berbanding lurus dengan nilai opsi. Nilai aset pokok memiliki pengaruh yang sangat tinggi terhadap nilai opsi. Kenaikan biaya kapital, *loss of opportunities* dan jangka waktu proyek berbanding terbalik dengan nilai opsi. Parameter *loss of opportunities* memiliki sensitivitas yang paling tinggi diantara parameter biaya kapital dan jangka waktu proyek. Kenaikan nilai *loss of opportunities* sebesar 15% menyebabkan nilai opsi menurun cukup signifikan sebesar 14,15% dari nilai opsi awal yaitu Rp. 193.380.479.754 menjadi Rp. 166.000.744.920. Kenaikan nilai *loss of opportunities* mengakibatkan proyek kehilangan nilai opsi beli sebesar Rp. 27.379.734.834. Sedangkan biaya kapital tidak terlalu signifikan dalam mempengaruhi nilai opsi walaupun nilai opsinya menurun dari nilai opsi awal.

Nilai persentase penurunan nilai opsi beli hanya mencapai 0,08% dari nilai opsi awal. Skenario kenaikan 15% biaya kapital mengakibatkan penurunan nilai opsi beli sebesar Rp.169.564.786. Rendahnya nilai pengaruh kenaikan biaya kapital disebabkan oleh besaran komponen biaya-biaya operasional yang stagnan terhadap waktu. Selain itu, biaya pemeliharaan alat berat tidak mengalami kenaikan biaya yang signifikan per tahun.

Parameter volatilitas harga bijih besi tidak memberikan pengaruh yang kuat terhadap nilai opsi. Kurva histori harga bijih besi selama 20 tahun terakhir pada Gambar 8 menunjukkan bahwa harga bijih besi tergolong stabil. Hal ini dapat dilihat dari *trendline* yang terdapat pada kurva. Sehingga parameter volatilitas tidak memberikan peluang resiko yang besar terhadap nilai opsi.

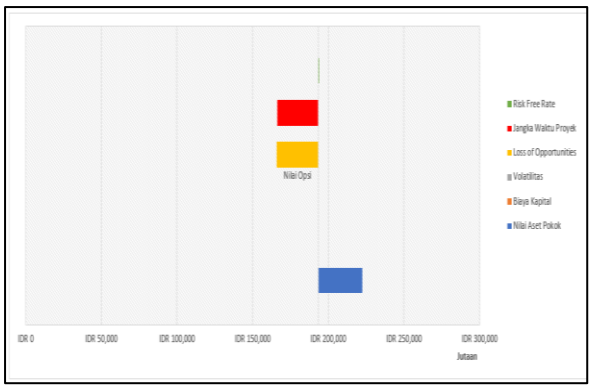


Gambar 8. Kurva histori harga bijih besi selama 20 tahun terakhir

Lamanya jangka waktu proyek memberikan pengaruh yang signifikan terhadap nilai opsi sebesar 13,96% dari nilai opsi awal. Ekstensi jangka waktu proyek hingga 40,25 tahun menyebabkan nilai opsi berkurang menjadi sebesar Rp. 166.373.034.237. Sementara itu nilai opsi meningkat signifikan menjadi Rp. 224.690.509.131 jika jangka waktu proyek dipercepat hingga 29,75 tahun.

7. Analisis Faktor – faktor Ketidakpastian

Adanya fleksibilitas ekonomi pada proyek ini menandakan bahwa setiap keputusan investasi harus didasarkan terhadap perhitungan matematis, agar tidak memiliki kerugian investasi. Hasil dari analisis sensitivitas digambarkan melalui diagram tornado berikut:



Gambar 9. *Tornado Chart* hasil analisis sensitivitas terhadap nilai opsi

Dari diagram tornado di atas, nilai opsi beli atau *call option* meningkat jika nilai aset pokok mengalami kenaikan. Namun dengan kenaikan parameter jangka waktu proyek, *loss of opportunities*, biaya kapital, memberikan pengaruh negatif terhadap nilai opsi beli dengan turunnya nilai opsi beli. Sementara itu, *risk free rate* dan volatilitas harga bijih besi memberikan pengaruh negatif terhadap nilai opsi dengan angka penurunan yang sangat kecil. Pengaruh 6 parameter di atas terhadap nilai opsi beli disimpulkan melalui Tabel 5 berikut:

Tabel 5. Pengaruh naiknya paramater-parameter BSM Formula terhadap nilai opsi beli

Parameter	Nilai Opsi Beli *(Call Option)*
Nilai Aset Pokok (S)	Naik (+)
Biaya Kapital (K)	Turun (-)
Risk Free Rate (r)	Naik (+)
Loss of Oportunities (γ)	Turun (-)
Volatilitas (σ^2)	Tidak Berpengaruh
Jangka Waktu Proyek (t)	Turun (-)

s

8. Identifikasi Resiko Ekonomi

Investasi di bidang pertambangan mineral memberikan keuntungan yang sangat besar. Namun dalam prosesnya, investasi tersebut membutuhkan jangka waktu yang panjang dengan resiko ekonomi yang tinggi. Hasil perhitungan menggunakan persamaan Black-Scholes-Merton menunjukan adanya fleksibilitas ekonomi dan analisis senstivitas menunjukan beberapa paramater yang mempengaruhi nilai opsi. Jika dilihat dari jenis resiko, terdapat 3 jenis resiko pada proyek bijih besi *site* Binjai PT. Sumber Minera Bersama, yaitu e*xpected ris, risk event*, dan *risk loss. Expected risk* merupakan faktor ketidakpastian yang bisa diperkirakan. Faktor-faktor ketidakpastian yang dapat diperkirakan meliputi naiknya biaya kapital, volatilitas harga bijih besi meningkat, bunga bebas resiko *(risk free rate), loss of opportunities* dan jangka waktu proyek.

9. Alternatif Perhitungan

Perencanaan aliran kas harus mempertimbangkan berbagai resiko. Oleh karena itu, peneliti membuat beberapa alternatif perhitungan I dan alternatif perhitungan II dengan parameter yang tertera pada Tabel 6 dan Tabel 7.

Tabel 6. Alternatif rencana perhitungan aliran kas I

Parameter	Jumlah
Produksi per tahun	230.000 ton
Harga bijih besi	US$ 66,07
Penjualan asset	20%
Suku bunga	18%
Nilai NPV	Rp. 429.663 juta
PBP	11,27 tahun
PI	3,18
Nilai eNPV	Rp. 557.317 juta

Tabel 7. Alternatif rencana perhitungan aliran kas II

Parameter	Jumlah
Produksi per tahun	235.000 ton
Harga bijih besi	US$ 57,69
Penjualan aset	35%
Suku bunga	20%
Nilai NPV	Rp. 276.901 juta
PBP	11,44 tahun
PI	2,054
Nilai eNPV	Rp. 397.145 juta

D. Kesimpulan dan Saran

1. Kesimpulan

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

a. 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,** sehinga proyek tambang

bijih besi *site* Binjai PT. Sumber Minera Bersama dinyatakan **layak.**

b. Faktor ketidakpastian yang mempengaruhi nilai aliran kas tambang bijih besi PT. Sumber Minera Bersama yaitu:
   1) Nilai aset pokok dan *risk free rate* menyebabkan nilai opsi beli menguat.
   2) Biaya kapital, *loss of opportunities,* dan jangka waktu proyek menyebabkan nilai opsi beli melemah.
   3) Volatilitas harga bijih besi tidak memiliki pengaruh terhadap nilai opsi.
   4) Waktu proyek bertambah lama.
   5) Kemungkinan resiko yang akan dihadapi perusahaan adalah *expected risk, risk event,* dan *risk loss.*

2. Saran

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

a. Perusahaan sebaiknya melakukan percepatan tahapan perizinan dan konstruksi, agar proyek dapat cepat berproduksi dan terhindar dari naiknya biaya akibat penundaan proyek yang tinggi.
b. Fluktuasi komoditas bijih besi cenderung stabil. Namun, perusahaan sebaiknya melakukan optimalisasi jumlah cadangan tertambang untuk mengimbangi biaya operasional dan pendapatan.

Catatan: Artikel ini disusun berdasarkan Tugas Akhir penulis dengan Pembimbing I **Dr. M. Giatman, M.SIE** dan Pembimbing II **Dr. Murad MS, M.T**

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

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

Kountur, R. 2008. *Mudah Memahami Manajemen Resiko Perusahaan.* Jakarta: PPM

M. Giatman. 2017. *Ekonomi Teknik.* Jakarta: Rajawali Pers

Myers, Stewart C. 1977. Determinants of corporate borrowing. Journal of Financial Economics 5

Pusvitasari, E.R. 2010. *Analisis Investasi Dengan Real Option Valuation Pada Tambang Batubara Studi Kasus Tambang Satui-Karuh PT. Arutmin Indonesia.* Bandung: ITB

Robinson, L.J. dan P.J.Barry. 1987. *The Competitive Firm's Response to Risk.* London: Macmillan Publisher

Stermole, F.J dan Stermole, J.M. 1996. *Economic Evaluation Investment Decision Methods.* USA

Sugiyono. 2003. Metode Penelitian Bisnis. Bandung: Pusat Bahasa Depdiknas