

**SKRIPSI**

**ANALISIS INVESTASI PROYEK PERTAMBANGAN EMAS  
PT XYZ MENGGUNAKAN METODE  
*REAL OPTION VALUATION***

**Disusun dan diajukan oleh:**

**NURUL ALIFIA PUTRI  
D111 19 1004**



**PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK PERTAMBANGAN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
GOWA  
2023**

**LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI**

**ANALISIS INVESTASI PROYEK PERTAMBANGAN EMAS PT  
XYZ MENGGUNAKAN METODE *REAL OPTION VALUATION***

Disusun dan diajukan oleh

**Nurul Alifia Putri  
D111 19 1004**

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka Penyelesaian  
Studi Program Sarjana Program Studi Teknik Pertambangan  
Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin  
Pada tanggal 11 Desember 2023  
dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui,

Pembimbing Utama,

Pembimbing Pendamping,



Dr. Eng. Rini Novrianti S Tui, S.T., M.T., MBA  
NIP 198311142014042001

Rizki Amalia, S.T., M.T  
NIP 199205042019016001

Ketua Program Studi,



Dr. Aryanti Virtanti Anas, S.T., M.T  
NIP 197010052008012026

## PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini ;  
Nama : Nurul Alifia Putri  
NIM : D111 19 1004  
Program Studi : Teknik Pertambangan  
Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya berjudul

*Analisis Investasi Proyek Pertambangan PT XYZ Menggunakan Metode Real  
Option Valuation*

Adalah karya tulisan saya sendiri dan bukan merupakan pengambilan alihan tulisan orang lain dan bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri.

Semua informasi yang ditulis dalam skripsi yang berasal dari penulis lain telah diberi penghargaan, yakni dengan mengutip sumber dan tahun penerbitannya. Oleh karena itu semua tulisan dalam skripsi ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab penulis. Apabila ada pihak manapun yang merasa ada kesamaan judul dan atau hasil temuan dalam skripsi ini, maka penulis siap untuk diklarifikasi dan mempertanggungjawabkan segala risiko.

Segala data dan informasi yang diperoleh selama proses pembuatan skripsi, yang akan dipublikasi oleh Penulis di masa depan harus mendapat persetujuan dari Dosen Pembimbing.

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan isi skripsi ini hasil karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Gowa, 11 Desember 2023

Yang Menyatakan



Nurul Alifia Putri

## ABSTRAK

**NURUL ALIFIA PUTRI.** *Analisis Investasi Proyek Pertambangan PT XYZ Menggunakan Metode Real option Valuation* (dibimbing oleh Rini Novrianti Sutardjo Tui dan Rizki Amalia)

PT XYZ adalah perusahaan yang bergerak di bidang pertambangan bijih emas. Perusahaan ini menerapkan sistem penambangan terbuka (*surface mining*) dengan menggunakan metode *open cast mining*. Saat ini, PT XYZ sedang menjalankan kegiatan operasi penambangan di *pit* A. Selain itu, *pit* B juga sedang dalam proses perencanaan untuk memulai produksi pada tahun 2024. Ini adalah langkah penting dalam ekspansi operasi perusahaan untuk mengakses cadangan emas yang lebih besar. Dalam konteks evaluasi proyek, PT XYZ telah menggunakan metode *Discounted Cash Flow* (DCF). Metode DCF memiliki kelemahan dimana tingkat risiko yang direpresentasikan dianggap tidak mencukupi karena pendekatannya bersifat statis dan tidak mengakomodasi unsur fleksibilitas manajemen. Oleh sebab itu, diperlukan metode *Real option Valuation* (ROV) sebagai solusi dari kelemahan tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk menilai kelayakan investasi dari proyek pertambangan emas PT XYZ di *pit* B dengan metode DCF, ROV dan membandingkan hasil analisis investasi dari masing-masing metode. Pertama, analisis investasi proyek dilakukan dengan metode DCF terlebih dahulu, selanjutnya dilanjutkan menggunakan metode *Real option Valuation* dengan mempertimbangkan volatilitas harga jual emas dengan bantuan aplikasi SLS *Real option*. Analisis metode ROV dilakukan menggunakan pendekatan *Binomial lattice* dan *Black-scholes merton formula*. Selanjutnya, dilakukan perbandingan hasil analisis investasi metode DCF dan ROV. Hasil analisis investasi menggunakan metode DCF dan ROV menunjukkan bahwa proyek dinilai layak untuk dijalankan secara ekonomi. Namun, metode ROV memiliki hasil yang lebih baik dibandingkan dengan metode DCF karena didapatkan nilai opsi tambah dari metode ROV karena memperhatikan ketidakpastian harga jual. Nilai opsi yang dihasilkan pada metode ROV adalah sebesar \$42.076.010, nilai tambah tersebut dapat diperoleh apabila proyek pertambangan dieksekusi pada waktu yang telah direncanakan tanpa menundanya agar keuntungan yang didapatkan maksimal berdasarkan perhitungan *keeping option value*.

Kata Kunci: analisis investasi, *discounted cash flow*, *real option valuation*, *binomial lattice*, *black-scholes merton formula*

## ABSTRACT

**NURUL ALIFIA PUTRI.** *Investment Analysis of Gold Mining Project PT XYZ using Real option Valuation Method* (supervised by Rini Novrianti Sutardjo Tui and Rizki Amalia)

PT XYZ is a company engaged in gold ore mining. Investment analysis in mining projects is needed to determine the economic feasibility of the mining projects so that it can be used as a reference in decision making by the Company. Currently, PT XYZ is carrying out mining operations in pit A. Apart from that, pit B is also in the planning process to start production in 2024. This is an important step in the expansion of the company's operations to access larger gold reserves. Thus far, company use the Discounted Cash Flow (DCF) method to assess and evaluate the investment value of projects, nevertheless the DCF method has the disadvantage that the level of risk represented is considered insufficient since the approach is static and does not accommodate elements of management flexibility. Therefore, the Real option Valuation (ROV) method is needed as a solution to these weaknesses. This research purpose is to assess the investment feasibility of Gold Mining Project in PT XYZ using DCF, ROV methods and to compare the results from each method. First of all, the investment analysis is carried out by the DCF method, the purpose is obtaining the investment indicators such as Net Present Value (NPV), Internal Rate of Return (IRR) and Payback Period (PBP) use Ms Excel Software. Then, investment analysis is carried out using the Real option Valuation method by considering the volatility of selling prices use SLS Real option software. The ROV method using binomial lattice and Black-scholes merton formula Approach. Furthermore, the DCF and ROV methods will be compared. The results of investment analysis using the DCF and ROV methods show that the project is considered economically feasible. However, the ROV method performs better compared to the DCF method because it obtains the value of added options from the ROV method because it considering the uncertainty of the selling price. The option value generated using the ROV method is \$42.076.010, this added value can be obtained if the mining project is executed at a predetermined time without delaying the project so that the profits obtained are maximized based on the keeping option value calculation.

Keywords: investment analysis, discounted cash flow, real option valuation, binomial lattice, black-scholes merton formula

## DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI.....	i
PERNYATAAN KEASLIAN.....	ii
ABSTRAK .....	iii
ABSTRACT .....	iv
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR GAMBAR .....	vi
DAFTAR TABEL.....	vii
DAFTAR SINGKATAN DAN ARTI SIMBOL .....	viii
DAFTAR LAMPIRAN.....	ix
KATA PENGANTAR .....	x
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Tujuan Penelitian .....	3
1.4 Manfaat Penelitian .....	4
1.5 Ruang Lingkup.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Analisis Investasi .....	5
2.2 Analisis Aliran Kas ( <i>Cash Flow</i> ).....	6
2.3 <i>Discounted Cash Flow</i> .....	14
2.4 <i>Real option Valuation</i> .....	15
2.5 Pohon Binomial ( <i>Binomial lattice</i> ) .....	23
2.6 Opsi Tunda ( <i>Option to Delay</i> ) .....	26
2.7 <i>Black Scholes Merton Formula</i> .....	28
BAB III METODE PENELITIAN.....	31
3.1 Teknik Pengumpulan Data.....	31
3.2 Teknik Analisis Data.....	36
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....	44
4.1 Penyusunan Aliran Kas ( <i>Cash Flow</i> ).....	44
4.2 Analisis <i>Discounted Cash Flow</i> .....	49
4.3 <i>Real option Valuation</i> .....	52
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	66
5.1 Kesimpulan .....	66
5.2 Saran.....	66
DAFTAR PUSTAKA .....	67

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Kondisi awal dan kondisi <i>present</i> .....	12
Gambar 2. Contoh eNPV karena adanya nilai fleksibilitas.....	17
Gambar 3. Diagram laba rugi opsi beli .....	19
Gambar 4. Diagram laba rugi opsi jual ( <i>put option</i> ).....	20
Gambar 5. <i>Call option</i> saat harga komoditas naik. ....	21
Gambar 6. <i>Put option</i> saat harga komoditas turun .....	22
Gambar 7. <i>Binomial lattice</i> .....	24
Gambar 8. Diagram Alir Penelitian .....	43
Gambar 9. Parameter <i>Real option Valuation</i> yang dimasukkan pada aplikasi <i>Real option SLS</i> . ....	56
Gambar 10. Parameter perhitungan <i>real option valuation</i> dari aplikasi <i>real option SLS</i> .....	56
Gambar 11. <i>Binomial lattice</i> dengan perhitungan <i>forward</i> .....	58
Gambar 12. <i>Binomial lattice</i> dengan perhitungan <i>backward</i> .....	59
Gambar 13. Diagram nilai NPV dari metode DCF vs BSM Formula .....	64
Gambar 14. Nilai proyek karena adanya fleksibilitas manajemen.....	65

## DAFTAR TABEL

Tabel 1. Estimasi Sumber Daya Mineral dan Cadangan.....	31
Tabel 2. Rencana produksi lapisan tanah penutup per tahun .....	32
Tabel 3. Rencana produksi bijih emas per tahun .....	32
Tabel 4. Data rencana hasil pengolahan bijih emas per tahun .....	33
Tabel 5. Data rencana hasil pengolahan bijih emas per tahun (lanjutan).....	33
Tabel 6. Data harga setiap periode .....	33
Tabel 7. Rincian Biaya Kapital .....	34
Tabel 8. Rincian biaya operasional setiap periode.....	35
Tabel 10. Hasil pendapatan .....	44
Tabel 11. Pendapatan sebelum pajak setiap periode .....	44
Tabel 12. Nilai depresiasi setiap periode .....	45
Tabel 13. Nilai deplesi komoditas.....	46
Tabel 14. Pendapatan Kena Pajak.....	46
Tabel 15. Jumlah pajak setiap periode .....	47
Tabel 16. Jumlah royalti setiap periode .....	48
Tabel 17. Laba setelah pajak.....	48
Tabel 18. Data aliran kas ( <i>cash flow</i> ) pertahun.....	49
Tabel 19 Data perhitungan <i>Net Present Value</i> .....	50
Tabel 20. Parameter analisis <i>real option valuation</i> .....	54
Tabel 21. Nilai input perhitungan Black Scholes Merton Formula .....	62

## DAFTAR SINGKATAN DAN ARTI SIMBOL

Lambang/Singkatan	Arti dan Keterangan
BSM	<i>Black-Scholes Merton</i>
CF	<i>Cash Flow</i>
d	<i>down</i>
DCF	<i>Discounted Cash Flow</i>
eNPV	<i>Expanded Net Present Value</i>
i	<i>Discount rate</i>
IRR	<i>Internal Rate of Return</i>
NPV	<i>Net Present Value</i>
P	Probabilitas
PBP	<i>Payback Period</i>
Rf	<i>Risk free rate</i>
ROV	<i>Real option Valuation</i>
S	<i>Underlying asset</i>
SLS	<i>Super Lattice Solve</i>
T	Waktu
t	<i>Stepping time</i>
U	<i>Up</i>
U <sub>i</sub>	<i>Growth rate</i>
USD	United States Dollar
U <sub>t</sub>	<i>Drift rate</i>
X	<i>Implementation Cost/Biaya Kapital</i>
$\sigma$	Volatilitas
$\gamma$	Dividen

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A. Data harga jual emas.....	71
Lampiran B. Data rincian biaya kapital .....	73
Lampiran C. Laporan aliran kas.....	79
Lampiran D. Data perhitungan volatilitas.....	82
Lampiran E. Data perhitungan <i>risk free rate</i> .....	86

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah Subhanahu Wa Ta'ala yang hingga saat ini masih memberikan kita nikmat iman dan kesehatan, sehingga penulis diberikan kesempatan untuk menulis dan menyelesaikan skripsi ini. Selawat serta salam tidak lupa selalu kita haturkan untuk junjungan nabi kita, yaitu Nabi Muhammad Shalallaahu 'Alayhi Wassalam yang telah menyampaikan petunjuk Allah Subhanahu Wa Ta'ala untuk kita semua.

Dalam proses penyusunan skripsi ini, tentunya ada hambatan yang telah penulis rasakan, oleh sebab itu dengan segala kerendahan hati penulis ucapkan banyak terima kasih kepada segenap pihak yang telah membantu penyusun dalam menyelesaikan skripsi ini khususnya kepada Ibu Dr. Eng. Rini Novrianti Sutardjo Tui, S.T., M.T., MBA dan Ibu Rizki Amalia, ST., M.T., selaku dosen pembimbing skripsi penulis yang telah banyak menyediakan waktu, tenaga, pemikiran dalam membimbing dan mengarahkan penulis dalam proses penyusunan skripsi ini. Kepada Ibu Dr. Aryanti Virtanti Anas, S.T., M.T. dan Bapak Akmal Saputno, S.T., M.T., selaku dosen penguji penulis yang telah menyediakan waktunya untuk mengarahkan dan memberikan pandangan kepada penulis dalam proses presentasi skripsi ini.

Ucapan terima kasih yang tak terhingga kepada kedua orang tua dan kakak penulis yang senantiasa memberikan dukungan baik secara moril, materiil, spiritual yang tak henti-hentinya kepada penulis hingga saat ini. Tak lupa juga kepada teman-teman seperjuangan penulis yang telah menemani penulis dari hari pertama kuliah hingga akhir proses penyelesaian skripsi ini.

Penulis berharap skripsi ini dapat bermanfaat dalam pengembangan wawasan mengenai ilmu teknik pertambangan khususnya bidang analisis investasi menggunakan metode *discounted cash flow* dan *real option valuation*.

Gowa, 11 Desember 2023

Nurul Alifia Putri

# BAB I PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang

Investasi pada industri pertambangan memiliki risiko yang tinggi dikarenakan besarnya modal investasi yang dikeluarkan dan lamanya waktu sebelum produksi. Sebelum memulai operasi penambangan, perlu dilakukan analisis investasi untuk mengetahui kelayakan dan potensi keuntungan dari usaha di pertambangan. Analisis investasi harus mencakup penilaian atas situasi dan kondisi pada saat ini dan juga memperhitungkan kondisi ketidakpastian dan perubahan yang dapat terjadi disebabkan oleh perubahan faktor perkembangan teknologi, perubahan kondisi ekonomi global yang biasanya berpengaruh kepada perubahan harga jual komoditas. Analisis ini diperlukan untuk menghitung pengeluaran dan penerimaan uang selama umur tambang (Tridianti, 2016). Analisis kelayakan investasi tambang membantu menentukan apakah proyek penambangan layak untuk dijalankan. Ini digunakan sebagai referensi dan pertimbangan bagi perusahaan saat memulai proyek. Selain itu, investor tidak akan ragu untuk berinvestasi pada proyek tersebut (Bakhsindha dkk, 2020).

PT XYZ merupakan perusahaan yang bergerak dibidang pertambangan bijih emas. Sistem penambangan yang diterapkan di PT XYZ yaitu tambang terbuka (*surface mining*) dengan menggunakan metode *open cast mining*. Saat ini, PT XYZ sedang menjalankan kegiatan operasi penambangan di *pit* A. Selain itu, *pit* B juga sedang dalam proses perencanaan untuk memulai produksi pada tahun 2024. Ini adalah langkah penting dalam ekspansi operasi perusahaan untuk mengakses cadangan emas yang lebih besar. Selama ini, perusahaan menggunakan metode *Discounted Cash Flow* (DCF) untuk menilai dan mengevaluasi nilai investasi dari proyek yang akan dan sedang dijalankan. Metode *Discounted Cash Flow* (DCF) merupakan salah satu metode tradisional dalam perhitungan nilai proyek dimana metode ini menggunakan perkiraan aliran kas pada masa depan yang didiskontokan (Benninga, 2014). Perusahaan memerlukan nilai *Net Present Value* (NPV) yang lebih besar dari nol dan nilai suku bunga keuntungan (*IRR*) yang lebih besar daripada suku bunga perbankan untuk menjalankan sebuah proyek, jika tidak maka

perusahaan perlu mengambil keputusan untuk memperbaiki situasi supaya proyek dapat dilanjutkan ke tahap selanjutnya atau perusahaan tidak jadi menjalankan proyek tersebut (Sumarti, 2017).

Banyak kegiatan pertambangan evaluasinya tidak memperhitungkan ketidakpastian, terutama ketidakpastian ekonomi. Padahal evaluasi ekonomi yang dilakukan harus menyertakan pergerakan harga komoditas yang bersifat fluktuatif, agar keputusan dapat diambil dengan lebih akurat (Haryadi, 2018). Hal yang perlu diperhatikan dalam berinvestasi adalah masalah risiko yang diakibatkan oleh ketidakpastian waktu karena hal tersebut akan sangat berpengaruh terhadap tingkat profitabilitas dari suatu proyek. Selama ini, metode *Discounted Cash Flow* (DCF) digunakan sebagai pendekatan dalam perhitungan investasi, namun dianggap tidak mencukupi karena pendekatannya terbatas/bersifat statik karena mengabaikan ketidakpastian dan dinamika yang terjadi di pasar. Oleh karena itu, diperlukan metode yang tepat untuk melakukan analisis investasi sehingga faktor risiko dapat diperhitungkan guna memaksimalkan profit dari suatu proyek. Metode *Real option Valuation* merupakan metode analisis investasi proyek dengan meninjau variabel-variabel yang menyebabkan ketidakpastian (*uncertainty*) pada proyek tersebut (Yudhanto, 2020).

Pada penelitian Tua, 2021 metode *Real option* ini digunakan untuk mengevaluasi cadangan yang tidak bernilai ekonomis berdasarkan analisis *Discounted Cash Flow*. Hasil dari penelitian tersebut menyatakan bahwa nisbah kupas yang tidak layak tambang berdasarkan metode *Discounted Cash Flow* menjadi layak secara ekonomi jika memperhitungkan ketidakpastian menggunakan metode *Real option Valuation*. Ini disebabkan oleh pendekatan yang digunakan pada *Real option Valuation* mempertimbangkan peluang dan faktor ketidakpastian yaitu harga jual, sehingga hasil analisis ekonomi akan semakin mendekati hasil yang sebenarnya sehingga dapat mempengaruhi proses pengambilan keputusan yang ada yaitu keputusan proyek akan berjalan sekarang atau lebih baik ditunda terlebih dahulu agar mendapatkan hasil yang maksimal (Azka, 2022). Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian tugas akhir ini dilakukan untuk menganalisis investasi proyek pertambangan emas PT XYZ di *pit* B menggunakan metode *Discounted Cash Flow* (DCF) dan *Real option Valuation* (ROV).

## 1.2 Rumusan Masalah

PT XYZ sedang dalam tahap perencanaan untuk membuka *pit* B yang direncanakan akan memulai produksinya pada tahun 2024. Oleh karena itu, PT XYZ perlu melakukan analisis investasi tambang untuk menentukan proyek yang akan dijalankan menguntungkan atau merugikan. Pada umumnya, metode yang sering digunakan adalah metode *Discounted Cash Flow* namun terdapat faktor ketidakpastian yaitu harga jual komoditas yang fluktuatif sehingga mempengaruhi arus kas proyek yang akan dijalankan. Oleh karena itu, metode *Real option Valuation* merupakan solusi metode investasi yang dapat memperhitungkan faktor ketidakpastian dan mempertimbangkan risiko dari ketidakpastian harga komoditas yang bersifat fluktuatif dimana hal ini dinilai dapat memperbaiki kekurangan dari metode *Discounted Cash Flow*. Berdasarkan hal tersebut, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana kelayakan investasi proyek pertambangan dengan metode *Discounted Cash Flow*?
2. Bagaimana kelayakan investasi proyek pertambangan dengan metode *Real option Valuation*?
3. Bagaimana perbandingan hasil analisis investasi metode *Discounted Cash Flow* dan *Real option Valuation*?

## 1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan uraian yang dijabarkan pada rumusan masalah, tujuan dari penelitian ini yaitu:

1. Menganalisis kelayakan investasi menggunakan metode *Discounted Cash Flow*
2. Menganalisis kelayakan investasi menggunakan metode *Real option Valuation*
3. Membandingkan hasil analisis investasi metode *Discounted Cash Flow* dan *Real option Valuation*

## 1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini dapat menjadi pengembangan baru bagi perusahaan terkait perhitungan kelayakan suatu proyek yang memiliki risiko yang tinggi menggunakan metode perhitungan *Real option Valuation*.

## 1.5 Ruang Lingkup

Penelitian ini dilakukan untuk menganalisis investasi dari proyek pertambangan emas PT XYZ dengan menggunakan metode *Real option Valuation*. Ruang lingkup penelitian ini adalah:

1. Penelitian ini hanya berfokus pada analisis investasi tambang di *pit B* PT XYZ.
2. Data teknis yang digunakan untuk perhitungan aliran kas merupakan data yang diberikan dari PT XYZ dan dipergunakan hanya untuk kepentingan penelitian.
3. Periode analisis investasi dilakukan selama periode 6 tahun berdasarkan umur tambang *pit B* PT XYZ yang direncanakan akan dimulai pada tahun 2024-2029.
4. Penentuan *option value* pada metode *Real option Valuation* mempertimbangkan ketidakpastian harga jual emas.
5. Data harga historis yang digunakan untuk menghitung volatilitas harga jual emas dan *forecasting* menggunakan data harga historis selama kurun waktu 30 tahun (1993-2023) yang bersumber pada data *London Metal Exchange*.
6. Data yang digunakan untuk menghitung *risk free rate* bersumber dari BI-7 Day *Reverse Repo Rate* (BI7DRR) yang berlaku per Agustus 2016.
7. Opsi yang terbuka pada metode *Real option Valuation* adalah opsi untuk menunda proyek (*option to delay*) dan nilai opsi yang dihitung menggunakan pendekatan *Binomial lattice* dan *Black-scholes merton formula*.

## **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

### **2.1 Analisis Investasi**

Investasi adalah penempatan uang atau dana dengan harapan untuk memperoleh tambahan atau keuntungan tertentu atas uang atau dana tersebut. Suatu investasi merupakan kegiatan menanamkan modal jangka panjang, dimana selain investasi tersebut perlu pula disadari dari awal bahwa investasi akan diikuti oleh sejumlah pengeluaran lain yang secara periodik perlu disiapkan (Rifa'i dan Prabowo, 2021). Suatu investasi merupakan kegiatan menanam modal jangka panjang, dimana selain investasi tersebut perlu pula disadari dari awal bahwa investasi akan diikuti oleh sejumlah pengeluaran lain yang secara periodik perlu disiapkan. Investasi juga didefinisikan sebagai pengeluaran perusahaan secara keseluruhan yang mencakup pengeluaran untuk membeli bahan baku atau material, mesin mesin dan peralatan pabrik serta semua modal lain yang diperlukan dalam proses produksi, pengeluaran untuk keperluan bangunan kantor, bangunan tempat tinggal karyawan dan bangunan konstruksi lainnya, juga perubahan nilai stok atau barang cadangan sebagai akibat dari perubahan jumlah harga (Afaz dan Gusman, 2021).

Tujuan dari penanaman modal atau investasi adalah untuk mendapatkan hasil dan memperoleh nilai tambah. Intinya investasi adalah penanaman modal jangka panjang dengan tujuan menghasilkan kekayaan, yang akan memberikan keuntungan atau tingkat pengembalian dengan diikuti sejumlah pengeluaran untuk keperluan perusahaan. Dalam melakukan suatu investasi perlu dipertimbangkan hal-hal sebagai berikut (Afaz dan Gusman, 2021):

1. Pengeluaran untuk penanaman modal, salah dikeluarkan yang biasanya tidak dapat ditarik kembali tanpa mengakibatkan kerugian.
2. Keputusan pembelanjaan modal, merupakan strategi keputusan yang diambil akan mempengaruhi profitabilitas, pasar dan lain-lain dikemudian hari.
3. Keputusan investasi sangat dipengaruhi oleh ketidakpastian dan risiko yang relatif tinggi disebabkan adanya keharusan untuk membuat suatu ramalan yang jauh kedepan.

4. Banyaknya ragam kebutuhan investasi yang akan mempengaruhi keputusan terhadap pembelanjaan modal yang tepat.

Pada suatu investasi dilakukan studi kelayakan yang mana studi kelayakan merupakan suatu kegiatan yang mempelajari secara mendalam tentang suatu kegiatan atau usaha yang akan dijalankan, dalam rangka menentukan layak atau tidak usaha tersebut dijalankan (Afaz dan Gusman, 2021). Analisis kelayakan usaha adalah suatu kegiatan untuk menilai sejauh mana manfaat yang dapat diperoleh dalam melaksanakan suatu kegiatan usaha agar dapat mengurangi risiko yang dihadapi di masa depan. Suatu rencana investasi perlu dianalisis secara seksama karena analisis ini akan menentukan suatu proyek dapat dikatakan layak atau tidak untuk dilaksanakan. Oleh karena itu perlu dilakukan perencanaan investasi yang lebih teliti agar tidak terlanjur menanamkan investasi pada proyek yang tidak menguntungkan (Khalisah dan Gusman, 2020).

## **2.2 Analisis Aliran Kas (*Cash Flow*)**

Model analisis yang digunakan untuk mengkaji kelayakan finansial investasi proyek penambangan adalah model aliran kas (*cash flow*). *Cash flow* merupakan aliran pemasukan dan pengeluaran uang yang terjadi selama periode operasi produksi Analisis aliran kas penting dilakukan untuk mengetahui potensi pendapatan pada masa sekarang dan pada masa yang akan datang bila dilakukan penambangan terhadap suatu endapan deposit. Komponen penyusun aliran kas adalah (Rifa'i dan Prabowo, 2021):

1. Pendapatan

Salah satu komponen paling penting dalam membuat laporan aliran suatu perusahaan adalah pendapatan. Pendapatan sangat memengaruhi keseluruhan kehidupan suatu perusahaan; semakin besar pendapatan, semakin besar kemampuan perusahaan untuk membiayai semua biaya dan kegiatan yang akan dilakukan. Selain itu, pendapatan juga memengaruhi laba rugi, yang ditunjukkan dalam laporan laba rugi. Dengan kata lain, pendapatan adalah darah kehidupan suatu perusahaan (Maulana, 2018).

## 2. Biaya

Biaya adalah suatu pengorbanan sumber daya untuk mencapai tujuan. Biaya dari hasil penjualan atau pengorbanan ekonomi barang atau jasa mendapatkan pendapatan masa kini atau mendatang, berikut merupakan pengelompokan dari biaya (Afaz, dan Gusman, 2021):

- a. Biaya operasional, juga dikenal sebagai biaya operasi, adalah biaya yang berkaitan dengan aktivitas sehari-hari perusahaan dan tidak langsung terkait dengan produk perusahaan. Analisis biaya operasional penambangan diharapkan memungkinkan perusahaan untuk melakukan aktivitas penambangan secara terstruktur dan terorganisasi. Analisis ini mencakup semua biaya yang diperlukan agar proyek penambangan dapat beroperasi dan berjalan dengan baik.
- b. Biaya produksi dibagi menjadi biaya bahan baku, biaya tenaga kerja langsung, dan biaya *overhead*. Berdasarkan pada pemahaman ini, biaya produksi dapat didefinisikan sebagai pengorbanan atas sumber ekonomi yang berkaitan dengan produksi barang atau jasa untuk mencapai suatu tujuan. Pada biaya produksi terdapat dua kategori biaya yaitu biaya langsung dan biaya tidak langsung. Biaya utama yang berkaitan langsung dengan produk yang dihasilkan adalah biaya produksi langsung, yang terdiri dari biaya bahan baku dan tenaga kerja langsung. Biaya tidak langsung, yang tidak dapat dikaitkan secara langsung dengan produk yang diproduksi, dikenal sebagai biaya *overhead* produksi, dan mencakup semua biaya material tidak langsung, tenaga kerja tidak langsung, dan biaya produksi lainnya.
- c. Biaya umum dan administrasi, biaya ini mencakup biaya untuk kebijaksanaan, perencanaan, pengarahan, dan pengawasan dalam operasi bisnis secara keseluruhan. Biaya tenaga kerja, setiap kompensasi atas jasa yang diberikan perusahaan kepada setiap karyawannya. Gaji adalah pembayaran yang diberikan kepada karyawan atau tenaga kerja berdasarkan waktu, seperti mingguan, bulanan, dan sebagainya. Sementara gaji dibayar melalui rekening *overhead*, gaji dibayar melalui rekening biaya tenaga kerja langsung. Dalam hal perkiraan tenaga kerja, metode perkiraan biaya tenaga

kerja didasarkan pada sistem gaji per jam, atau tingkat kontrak per jam. Beberapa perusahaan menggunakan perhitungan tertentu untuk menentukan satuan biaya tenaga kerja dan struktur gaji.

- d. Biaya variabel, yang berarti biaya per unit tetap meskipun jumlah berubah-ubah sebanding dengan volume kegiatan. Artinya, biaya total akan meningkat dua kali lipat jika volume kegiatan diperbesar dua kali lipat.
  - e. Biaya tetap, yang merupakan biaya yang tidak berubah secara keseluruhan saat aktivitas bisnis meningkat atau menurun
  - f. Biaya penyusutan, yang merupakan alokasi biaya perolehan atau sebagian besar harga perolehan suatu aset tetap selama masa aset tersebut.
  - g. Biaya kepemilikan, yang merupakan biaya yang dikeluarkan untuk memiliki suatu alat dan terus memeliharanya.
  - h. Biaya bahan baku adalah jumlah bahan baku yang digunakan dalam proses produksi untuk menghasilkan produk jadi. Biaya bahan baku langsung, sebaliknya, disebut biaya overhead pabrik. Salah satu alasan utama mengapa bahan dianggap sebagai bahan baku langsung adalah karena menjadi lebih mudah untuk menemukan proses pengubahan bahan tersebut sampai menjadi produk akhir. Biaya pemasaran mencakup biaya setelah produk selesai dibuat dan disimpan di gudang hingga dapat dibeli kembali.
3. Beban Operasi

Suatu perusahaan memikul tanggung jawab operasional selama menjalankan operasinya. Beban adalah manfaat ekonomi yang terjadi selama suatu periode akuntansi dalam bentuk hilangnya aktiva atau munculnya kewajiban yang disebabkan oleh pengiriman atau pembuatan barang, pemberian jasa, atau aktivitas lainnya yang menghasilkan penurunan ekuitas tanpa pembagian atau penanaman modal. Beban adalah peningkatan jumlah aset yang dihasilkan dari penjualan produk perusahaan. Jenis pendapatan yang dimiliki oleh perusahaan sangat ditentukan oleh bidang usaha yang digeluti. Beban operasi adalah biaya yang terkait dengan operasi perusahaan. Ini termasuk biaya penjualan dan administrasi (*selling and administrative expense*), biaya iklan (*administrative expense*), biaya penyusutan (*depreciation and amortization expense*), serta

perbaikan dan pemeliharaan (*repairs and maintenance expense*) (Zakry dan Diansa, 2021).

#### 4. Laba

Laba operasi adalah perbedaan antara beban usaha yang dikeluarkan oleh suatu perusahaan dan pendapatan yang diperolehnya selama periode tersebut. Tujuan perusahaan adalah keuntungan, karena dengan keuntungan ini perusahaan dapat memperluas usahanya. Kemampuan bisnis untuk memperoleh keuntungan merupakan salah satu indikator kualitas manajemen dan operasinya, yang berarti mencerminkan nilainya. Untuk membiayai seluruh kegiatan usaha yang berlangsung secara konsisten, suatu perusahaan harus memiliki tujuan untuk menghasilkan laba yang optimal. Dalam memperoleh laba, terdapat pendapatan dan beban. Manajemen selalu merencanakan peningkatan laba setiap periode, yang ditentukan oleh tujuan perusahaan. Untuk mencapai tujuan perusahaan dan mendapatkan motivasi untuk mencapainya, manajemen harus menetapkan target besarnya laba. Ini karena untuk mencapai tujuan ini, manajemen harus bekerja sama dengan baik. Hal ini sangat penting untuk mencapai tujuan perusahaan dan mengukur kinerja manajemen di masa depan. Laba operasi adalah laba yang diperoleh semata-mata dari kegiatan utama perusahaan. Salah satu tujuan perusahaan dalam menjalankan aktivitasnya adalah untuk memperoleh laba atau keuntungan (Maulana, 2018).

#### 5. Depresiasi

Depresiasi merupakan nilai penyusutan dari suatu aset. Perhitungan depresiasi ditentukan oleh jenis aset, apakah itu aset berwujud atau tidak berwujud. Depresiasi adalah penyusutan nilai suatu aset dalam suatu periode. Aset yang dapat dilihat, disentuh, atau dirasakan disebut aset berwujud. Aset tidak berwujud, seperti bangunan, mesin, mobil, peralatan kantor, dan sebagainya, tidak dapat dilihat atau disentuh, tetapi memiliki nilai bagi pemiliknya. *Franchise*, kekayaan intelektual seperti paten, *copyright*, *trademark*, dan lainnya adalah contohnya. Penurunan kondisi fisik (deteriorasi) dan penurunan fungsional atau keusangan (*obsolescence*) adalah dua faktor yang dapat

menyebabkan depresiasi aset. Penurunan kondisi fisik biasanya disebabkan oleh penggunaan yang cukup lama.

6. Pajak

Pajak adalah iuran kepada negara yang dapat dipaksakan yang dibayar oleh orang yang wajib membayarnya menurut undang-undang, tanpa menerima hasil langsung yang dapat ditunjuk. Tujuan pajak adalah untuk membiayai pengeluaran umum yang terkait dengan tanggung jawab pemerintahan. Menurut Undang-Undang ini, pajak didefinisikan sebagai kontribusi wajib kepada negara yang diberikan oleh individu atau badan yang bersifat memaksa berdasarkan Undang-Undang, tanpa mendapatkan imbalan secara langsung, dan digunakan untuk keperluan negara untuk sebesar-besarnya kemakmuran rakyat (Maulana, 2018).

7. Royalti

Royalti atau iuran eksploitasi merupakan iuran produksi yang dibayarkan kepada negara atas hasil yang diperoleh dari usaha pertambangan eksploitasi sesuatu atau lebih bahan galian. Penerimaan dari iuran produksi atau royalti berbeda-beda disesuaikan dengan komoditas bahan galian yang ditambang. Jenis dan tarif atas royalti mengacu pada Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 26 Tahun 2022.

8. Depleksi

Depleksi merupakan penghapusan harga sumber daya alam secara sistematis dan kontinyu. Depleksi merupakan istilah penyusutan yang digunakan untuk sumber daya alam. Perhitungan penyusutan sumber daya alam dan lingkungan akibat penambangan bahan galian dilakukan dengan menghitung persenan dari nilai depleksi komoditas. Nilai depleksi sebenarnya merupakan komponen biaya yang umumnya belum dimasukkan sebagai biaya kegiatan pertambangan. Nilai ini dapat diartikan juga sebagai nilai tambah yang diberikan oleh alam untuk membantu mendeplesi bahan galian yang sedang ditambang (Setiawati, 2012).

Dalam perhitungan aliran kas ini juga memasukkan faktor perhitungan depresiasi, amortisasi, pengembalian cicilan pokok dan bunga pinjaman dana investasi, faktor ekshalasi, dan lain-lain. Aliran kas tersebut dikelompokkan menjadi aliran kas pada titik awal proyek, selama tahap operasional dan pada

tahap akhir proyek. Kaidah pokok yang digunakan dalam perhitungan biaya dan analisis keuangan ini mengacu pada konsep ekuivalen, yang pada dasarnya memberikan bobot parameter waktu terhadap nilai uang yang diinvestasikan, seperti suku bunga (*interest*) dan laju pengembalian (*rate of return*) (Sari dkk, 2018).

Pemahaman konsep ekuivalen ini diperlukan pemahaman sebelum lebih lanjut melakukan penyusunan kriteria penilaian finansial. Kriteria penilaian finansial merupakan alat bantu bagi manajemen untuk membandingkan dan memilih alternatif investasi yang akan dilakukan. Ada beberapa macam kriteria penilaian finansial yang dianggap baku, yang mana diantaranya memperhitungkan konsep ekuivalen seperti *Net Present Value* (NPV), *Internal Rate of Return* (IRR). Metode periode pengembalian (*Payback Period*) merupakan kriteria penilaian yang tidak memperhitungkan konsep ekuivalen. Kriteria nilai sekarang bersih (*Net Present Value*) didasarkan pada konsep mendiskonto seluruh aliran kas (*cash flow*) ke nilai sekarang (*present value*).

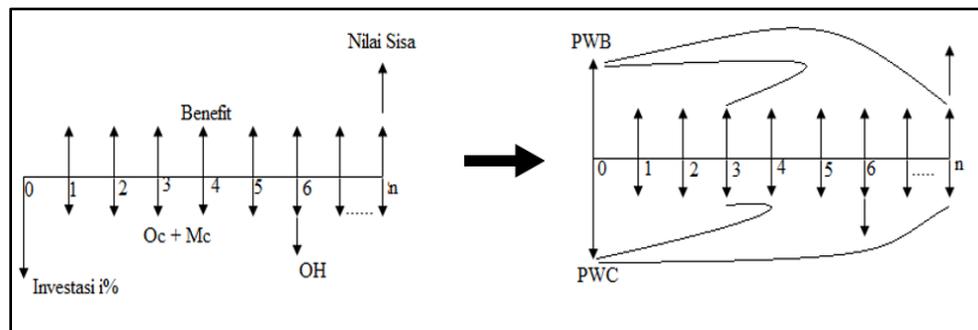
Dengan mendiskontokan semua aliran kas masuk (*cash inflow*) dan aliran kas keluar (*cash outflow*) selama umur proyek (investasi) ke nilai sekarang, kemudian menghitung nilai sekarang bersih dengan memakai dasar yang sama, yaitu harga saat ini. Dengan demikian dalam kriteria penilai NPV memperhatikan dua hal sekaligus, yaitu faktor nilai waktu dari uang dan selisih besarnya aliran kas masuk dan kas keluar. Dengan kata lain NPV dapat menunjukkan jumlah dengan arus diskonto tertentu dan memberikan berapa besar uang pada saat ini (Sari dkk, 2018).

Penilaian investasi adalah pendekatan sistematis yang digunakan untuk mengukur potensi keuntungan, risiko, dan dampak finansial dari pilihan investasi yang akan dijalankan. Dalam lingkup penelitian ini, akan difokuskan pada tiga parameter utama dalam evaluasi investasi, yaitu *Net Present Value* (NPV), *Internal Rate of Return* (IRR), dan *Payback Period* (PBP).

#### 1. *Net Present Value* (NPV)

*Net Present Value* adalah metode menghitung nilai bersih (*netto*) pada waktu sekarang (*present*). Asumsi *present* yaitu menjelaskan waktu awal

perhitungan bertepatan dengan saat evaluasi dilakukan, atau pada periode tahun ke-0 dalam perhitungan *cash flow* investasi (Zakri dan Saldy, 2020).



Gambar 1. Kondisi awal dan kondisi *present* (Zakri dan Saldy, 2016)

Dengan demikian, metode NPV pada dasarnya adalah memindahkan *cash flow* yang menyebar sepanjang masa investasi ke waktu awal investasi ( $t=0$ ) atau kondisi *present*, tentu saja dengan menerapkan konsep ekuivalensi uang. *Cash flow* terdiri dari *cash-out* atau *cash-in*. *Cash flow* yang benefit saja perhitungannya disebut dengan *Present Worth of Benefit* (PWB), sedangkan jika yang diperhitungkan hanya *cash-out* (*cost*) disebut dengan *Present Worth of Cost* (PWC). Sementara nilai NPV diperoleh dari  $PWB - PWC$  (Zakri dan Saldy, 2020).

Perhitungan NPV dapat dilakukan dengan Persamaan 1 (Giantman, 2011):

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

dimana,

- N = *Net Present Value*
- (C)t = Aliran kas masuk tahun ke-t
- (Co)t = Aliran kas keluar tahun ke-t
- n = Umur investasi (tahun)
- i = Suku Bunga
- t = tahun

Apabila hasil NPV positif ( $NPV > 0$ ), maka investasi diterima dan jika sebaiknya NPV negatif ( $NPV < 0$ ), investasi ditolak (Giantman, 2011).

## 2. Internal Rate of Return (IRR)

*Internal Rate of Return (IRR)* merupakan tingkat/laju pengembalian (*Rate of Return*) suku bunga yang dapat membuat nilai NPV suatu proyek menjadi nol. IRR digunakan untuk mengetahui berapa nilai bunga yang diperoleh agar menghasilkan NPV proyek yang masuk sama dengan NPV proyek yang keluar. Sehingga, apabila nilai IRR suatu proyek telah ditentukan, maka nilai IRR tersebut dapat dibandingkan dengan nilai suku bunga di tempat lain (misal, suku bunga *bank*). Semakin besar nilai IRR proyek yang diperoleh dari pada nilai IRR minimum, maka proyek semakin layak untuk dijalankan (Valent dkk, 2019). *Internal Rate of Return (IRR)* merupakan kriteria penilaian lain yang digunakan dalam analisis finansial dengan tujuan untuk menjelaskan apakah rencana proyek investasi penambangan yang dilakukan cukup menarik bila dilihat dari laju pengembalian yang telah ditentukan (Zakri dan Saldy, 2020).

Perhitungan *Internal Rate of Return* dapat dilakukan dengan Persamaan 2 (Arif, 2020):

$$IRR = I_{rr} + \frac{NPV_{I_r}}{NPV_{I_r} - NPV_{I_t}} \times (I_r - I_t) \quad (2)$$

dimana,

$I_r$  = tingkat *discount rate* ( $r$ ) lebih rendah

$I_t$  = tingkat *discount rate* ( $r$ ) lebih tinggi

NPV = *Net Present Value*

Kriteria keputusan dari metode ini adalah (Zakri dan Saldy, 2020):

- a.  $NPV < 0$ , investasi tidak menguntungkan/tidak layak.
- b.  $NPV = 0$ , investasi *marginal*.
- c.  $NPV > 0$ , investasi menguntungkan/layak.

Dalam menganalisis investasi dengan IRR ini ditentukan aturan sebagai berikut (Arif, 2020):

- a.  $IRR >$  (lebih besar) daripada laju pengembalian ( $i$ ) yang diinginkan (*required rate of return*), maka proyek investasi diterima.
- b.  $IRR <$  (lebih kecil) daripada laju pengembalian ( $i$ ) yang diinginkan (*required rate of return*), maka proyek investasi ditolak.

### 3. *Payback Period (PBP)*

*Payback Period* (PBP) adalah jangka waktu pengembalian biaya awal. Semakin cepat pengembaliannya maka alternatif tersebut lebih menarik dibandingkan dengan alternatif lainnya. Kelebihan dari metode *Payback Period* adalah mudah dalam penggunaan dan perhitungan, berguna untuk memilih investasi yang mana yang mempunyai masa pemulihan tercepat, masa pemulihan modal dapat digunakan untuk alat prediksi risiko ketidakpastian pada masa mendatang, dan masa pemulihan tercepat memiliki risiko lebih kecil dibandingkan dengan masa pemulihan yang relatif lebih lama (Rachadian dkk, 2013).

Kelemahan PBP adalah mengabaikan adanya perubahan nilai uang dari waktu ke waktu, mengabaikan arus kas setelah periode pemulihan modal dicapai, mengabaikan nilai sisa proses dan sering menjebak analisator jika biaya modal atau bunga kredit tidak diperhitungkan dalam arus kas yang menyebabkan usaha tidak likuid. *Payback Period* dapat dihitung dengan menggunakan Persamaan 3 (Rachadian dkk, 2013).

$$\text{Payback Period} = \frac{\text{Investasi}}{\text{Cashflow}} \times 1 \text{ tahun} \quad (3)$$

### 2.3 *Discounted Cash Flow*

Analisis *Discounted Cash Flow* (DCF) merupakan teknik evaluasi proyek investasi dengan mendiskonto arus kas yang akan dihasilkan pada tingkat diskonto tertentu. Metode ini merupakan cara konvensional dalam melakukan valuasi terhadap suatu proyek dengan NPV sebagai parameternya. Metode ini menilai proyek dengan asumsi hanya menggunakan satu harga jual dan tidak ada investasi ulang selama umur proyek tersebut. Nilai NPV didapat berdasarkan hasil aliran kas yang didiskon dengan biaya yang timbul akibat penggunaan sumber dana atau disebut *cost of capital* yang dinyatakan dalam persen. DCF membandingkan proyek dengan investasi tanpa risiko nyatanya, terutama dalam tambang, terdapat risiko terutama untuk harga jual. Sebelumnya telah dijelaskan bahwa metode ini tidak menghiraukan perubahan harga jual di waktu mendatang. Asumsi inilah yang

menjadi kekurangan mendasar DCF yang menyebabkan kurang akuratnya evaluasi yang dihasilkan (Tua dkk, 2020).

$$NPV = \sum_{t=1}^n \frac{CF_t}{(1+i)^t} - K \quad (4)$$

dimana,

$CF_t$  = Aliran kas tahun ke-t

$i$  = *Discount rate*

$K$  = Biaya kapital

Keunggulan dari perhitungan NPV menggunakan metode DCF adalah penerapan konsep nilai uang terhadap waktu dan mempertimbangkan arus kas selama umur ekonomis proyek. Sementara itu, kelemahannya adalah derajat kelayakannya selain dipengaruhi arus kas juga oleh faktor usia ekonomis proyek. Metode ini mengasumsikan risiko dari suatu proyek merupakan fungsi dari waktu, sehingga menyebabkan bias apabila diterapkan pada proyek yang memiliki durasi yang panjang seperti proyek pertambangan (Subagyo, 2007).

## 2.4 *Real option Valuation*

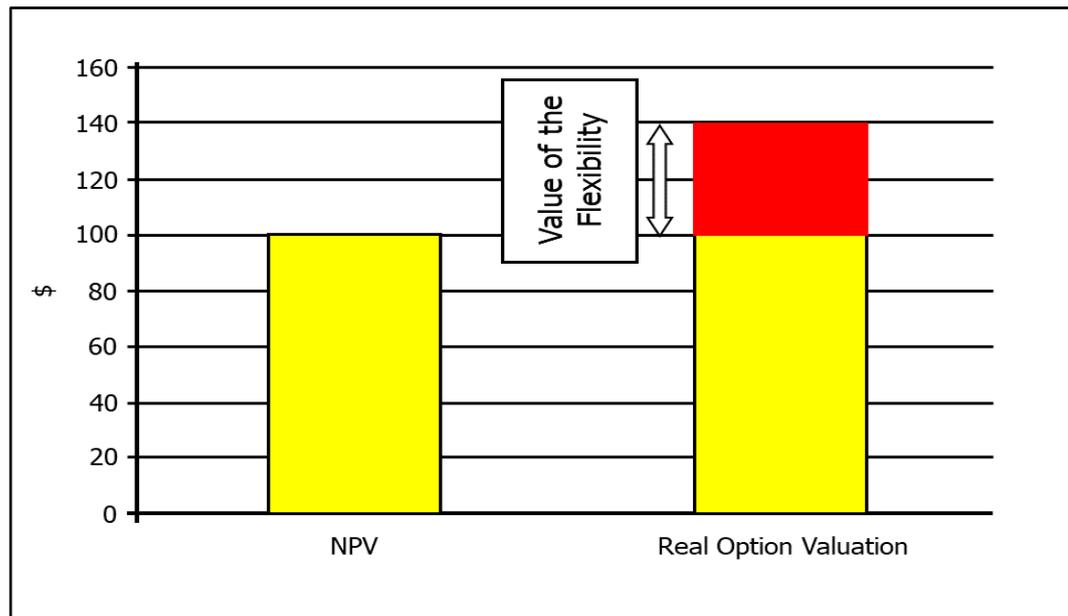
*Real option Valuation* merupakan sebuah metode yang menggunakan teknik penilaian opsi untuk membantu dalam pengambilan keputusan investasi. *Real option Valuation* dapat memperluas bidang opsi keuangan nyata dan cakupannya umumnya digunakan pada nilai proyek investasi. *Real option* biasanya diaplikasikan pada investasi atau manajemen khususnya pada aset sumberdaya mineral dimana aset sumberdaya mineral memiliki karakteristik yang fluktuatif. Metode ini dapat mempertimbangkan mengenai risiko yang bersifat tidak tetap dan berubah-ubah selama suatu periode yang akan mempengaruhi keputusan di masa depan sebagai akibat dari perubahan pasar (Da and Xing, 2014).

*Real option Valuation* (ROA) mengatasi masalah yang melekat pada valuasi deterministik tradisional *Discounted Cash Flow* (DCF), yang dibuat saat ini hanya berdasarkan informasi saat ini dan tidak mencerminkan nilai *Net Present Value* (NPV) statis mereka. Nilai yang dihasilkan akan menjadi kesempatan bagi manajemen untuk memanfaatkan proyek secara fleksibel, artinya membuat

manajemen dapat membuat keputusan berturut-turut yang dapat memaksimalkan nilai atau setidaknya meminimalkan hasil yang berpotensi merugikan secara progresif sebagai solusi dari ketidakpastian dari waktu ke waktu. Oleh karena itu, *Real option Valuation* (ROA) merupakan perpanjangan dari metode *Discounted Cash Flow* (Guj dan Chandra, 2019).

*Real option* bisa mengakomodasi faktor ketidakpastian yang terlibat dalam sebuah skema investasi, sebagai contoh turunnya harga jual komoditas tambang. Fleksibilitas yang ditawarkan oleh *real option* sangat berguna untuk melakukan penilaian investasi di industri pertambangan yang memiliki beberapa faktor penentu dengan tingkat volatilitas yang tinggi seperti nilai tukar mata uang dan permintaan komoditas. Fleksibilitas dapat melekat dalam proyek pertambangan (misalnya peluang terjadinya *trade off* disebabkan oleh potensi alam antara kadar cadangan dan tonase) atau dapat disebabkan oleh desain proyek dengan cara kontraktual (Husin dkk, 2020).

Fleksibilitas manajemen menciptakan opsi, opsinya bisa sederhana misalnya menunda, menjual ataupun memperluas proyek yang dapat dilakukan secara bersamaan. Proyek pertambangan juga sangat terpengaruh oleh perubahan harga komoditas, dimana saat harga komoditas sedang fluktuatif manajemen dapat memilih opsi untuk terus menambang pada tonase dan kadar saat ini atau memilih memperluas tonase pada kadar yang lebih rendah, atau mengontrak produksi ke kadar yang lebih tinggi atau mengabaikan proyek (Guj, 2013). 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 atau lebih sering dikenal dengan istilah *expanded NPV* (Pangestu dkk, 2018).



Gambar 2. Contoh eNPV karena adanya nilai fleksibilitas (Pusvitasari, 2010)

Banyak pendekatan *Real option Analysis* yang telah dikembangkan untuk menghitung *Real option Valuation*, dengan menggunakan berbagai metode analitik dan/atau numerik. Metode analitis memperlakukan ketidakpastian proyek sebagai variabel risiko acak yang mengikuti proses stokastik waktu kontinu, sedangkan metode numerik memperlakukannya sebagai variabel acak waktu diskrit. Perhitungan *Real option Valuation* biasanya memerlukan lima parameter perhitungan yaitu (Koller, *et al.*, 2005):

- a. Volatilitas ( $\sigma$ )
- b. Nilai aset saat ini (S)
- c. Harga pelaksanaan (X)
- d. Waktu (T)
- e. Suku bunga bebas risiko ( $R_f$ )

Input dasar adalah nilai sekarang dari aset dasar (S), nilai sekarang dari biaya implementasi opsi (X), volatilitas logaritma natural dari pengembalian arus kas bebas yang mendasari dalam persen ( $\sigma$ ), waktu kedaluwarsa dalam tahun (T), tingkat bebas risiko atau tingkat pengembalian aset tanpa risiko ( $r_f$ ), dan arus keluar dividen terus menerus dalam persen (b). Selain itu, pendekatan kisi binomial memerlukan dua set perhitungan tambahan, faktor naik dan turun (u dan d) serta ukuran probabilitas netral risiko (p). Dapat dilihat bahwa faktor naik hanyalah

fungsi eksponensial dari volatilitas arus kas dikalikan dengan akar kuadrat dari langkah waktu atau waktu loncatan ( $t$ ). *Time-steps* atau *stepping time* hanyalah skala waktu di antara langkah-langkah. Artinya, jika sebuah opsi memiliki maturitas satu tahun dan kisi binomial yang dibangun memiliki 10 langkah, setiap langkah waktu memiliki waktu loncatan 0,1 tahun. Ukuran volatilitas adalah nilai tahunan dimana mengalikannya dengan akar kuadrat dari langkah waktu memecahnya menjadi volatilitas setara langkah waktu. Faktor turun hanyalah kebalikan dari faktor naik (Koller, *et al.*, 2005).

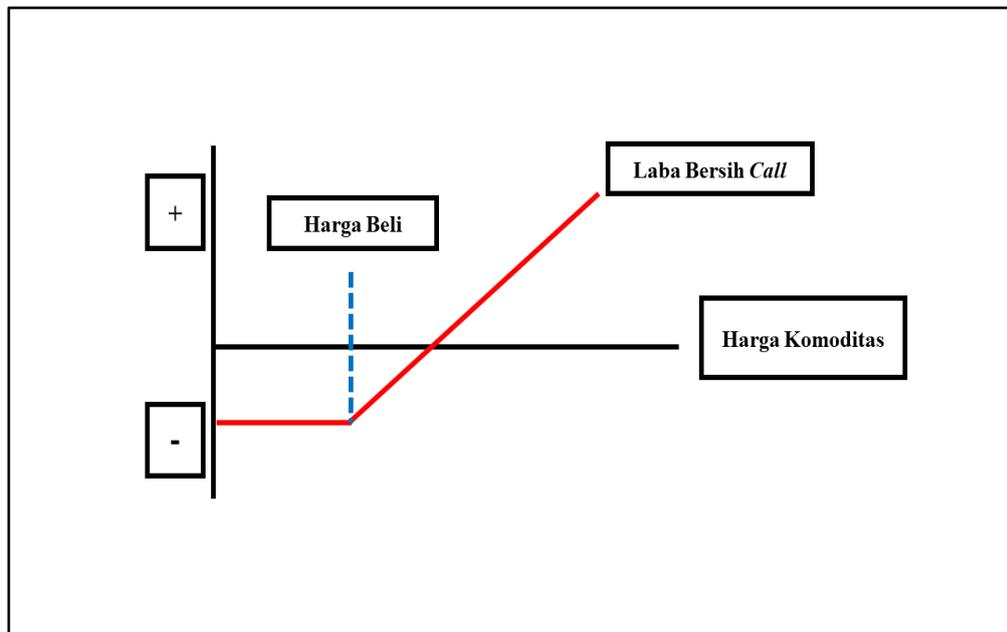
Selain itu, semakin tinggi ukuran volatilitas, semakin tinggi faktor naik dan turun. Magnitudo timbal balik ini memastikan bahwa kisi-kisi tersebut bergabung kembali karena anak tangga naik dan turun memiliki besar yang sama tetapi tanda yang berbeda; di tempat-tempat di sepanjang jalan masa depan bifurkasi binomial ini harus bertemu. Perhitungan kedua yang diperlukan adalah probabilitas risiko-netral, yang didefinisikan hanya sebagai rasio fungsi eksponensial dari perbedaan antara tingkat bebas risiko dan dividen, dikalikan dengan waktu langkah dikurangi faktor turun, dengan perbedaan antara naik dan faktor turun. Nilai probabilitas netral risiko ini adalah perantara matematis dan dengan sendirinya tidak memiliki arti khusus. Salah satu kesalahan utama yang dilakukan pengguna opsi nyata adalah mengekstrapolasi probabilitas ini sebagai semacam probabilitas subjektif atau objektif bahwa peristiwa tertentu akan terjadi. Tidak ada yang lebih jauh dari kebenaran. Tidak ada makna ekonomi atau keuangan yang melekat pada probabilitas yang dinetralkan risiko ini kecuali bahwa itu adalah langkah perantara dalam serangkaian perhitungan (Koller, *et al.*, 2005).

Teori *Real option* berpendapat bahwa risiko yang akan dihadapi oleh sebuah proyek investasi bersifat tidak tetap dan selama periode kegiatan investasi bersifat tidak tetap dan selama periode kegiatan investasi atau proyek berjalan terdapat fleksibilitas dari sisi pengambilan keputusan dikarenakan adanya informasi baru sehingga terjadi interaksi keputusan hari ini dengan keputusan dimasa yang akan datang. Ada dua tipe *Real option*, yaitu (Damodaran, 2002):

1. *Call Option*

*Call option* atau opsi beli adalah opsi yang memberikan hak kepada pemegangnya untuk membeli komoditas atau mata uang pada tingkat harga

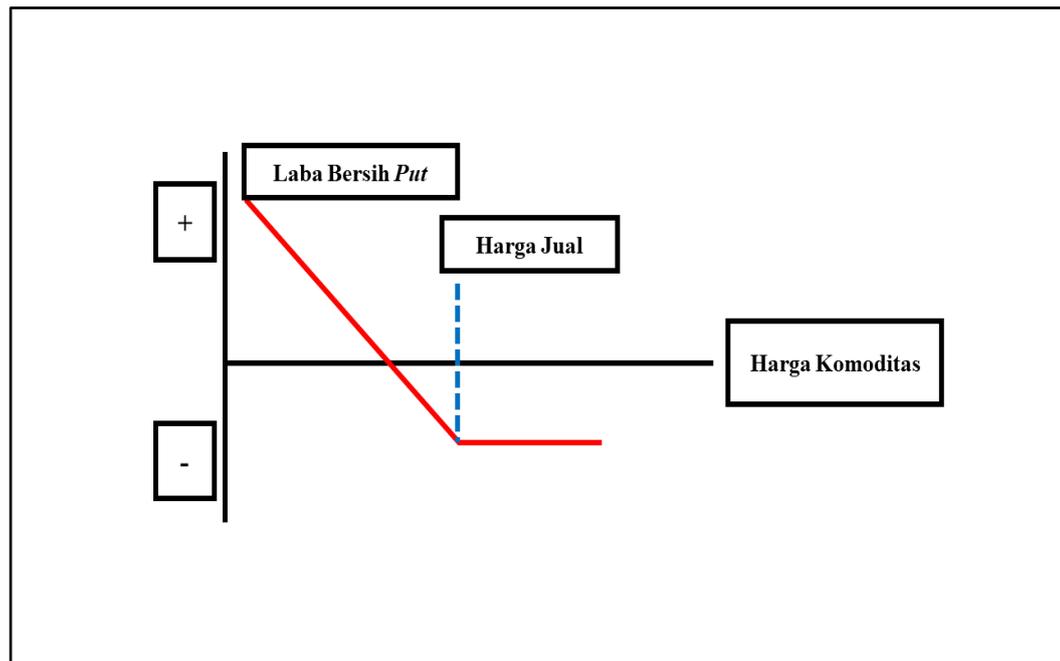
yang telah ditentukan dan pada periode waktu tertentu. Pada opsi beli ini, nilai opsi akan meningkat jika harga komoditasnya meningkat. Diagram laba rugi opsi beli (*call option*) ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Diagram laba rugi opsi beli (Damodaran, 2012).

## 2. *Put Option*

*Put Option* atau opsi jual adalah opsi yang memberikan hak kepada pemegangnya untuk menjual komoditas atau mata uang pada tingkat harga yang telah ditentukan dan pada periode waktu tertentu. Pada opsi jual ini, nilai opsi akan meningkat jika harga komoditasnya menurun. *Put option* memberikan opsi 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. Diagram laba rugi opsi jual (*put option*) ditunjukkan pada Gambar 4.



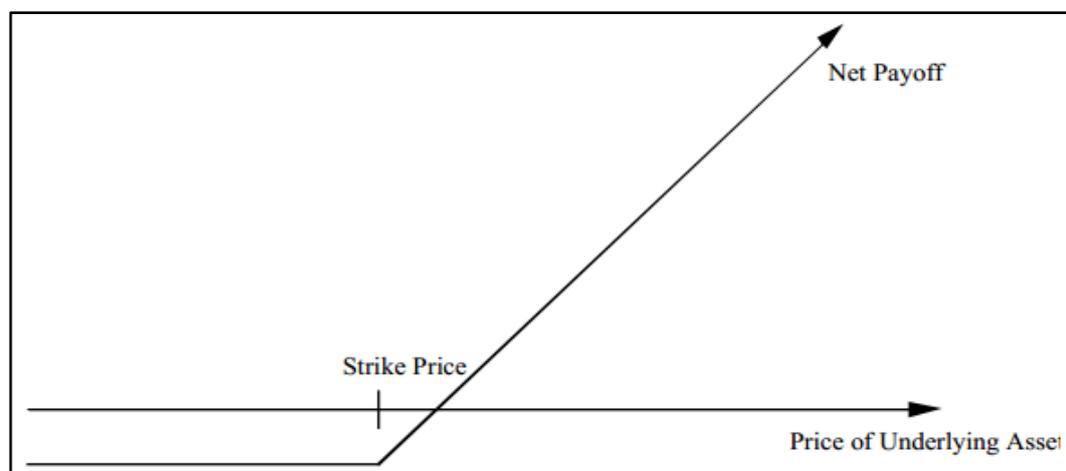
Gambar 4. Diagram laba rugi opsi jual (*put option*) (Damodaran, 2012).

*Real option Valuation* merupakan pendekatan yang relatif baru untuk solusi dari berbagai masalah penilaian dan pengambilan keputusan. pendekatan opsi nyata mempertimbangkan dua aspek penting, tingkat risiko arus kas yang dihasilkan oleh aset dan fleksibilitas, yaitu kemampuan manajemen untuk mengubah masa lalu. Keputusan atau untuk membuat yang baru dalam proyek yang sudah dilakukan. Keputusan yang mungkin terjadi di masa depan ini (tergantung pada keadaan dunia di masa depan) dimodelkan sebagai opsi beli (*call option*) dan opsi jual (*put option*), yang memiliki nilai dan dapat dilaksanakan oleh manajemen perusahaan. Nilai aset riil yang diberikan oleh aplikasi metodologi opsi riil diberikan sebagai penjumlahan dari dua komponen: nilai sekarang dari arus kas yang dapat diukur secara langsung dan nilai fleksibilitas, yang menangkap kemungkinan manajerial (opsi nyata) (Culik, 2015). *Real option Valuation* dapat dilakukan jika:

- a. Ada risiko
- b. Risiko mendorong nilai proyek
- c. Manajemen memiliki fleksibilitas.
- d. Strategi fleksibilitas *real option* dapat dikreditkan dan dieksekusi.
- e. Manajemen bersikap rasional dalam mengeksekusi opsi nyata.

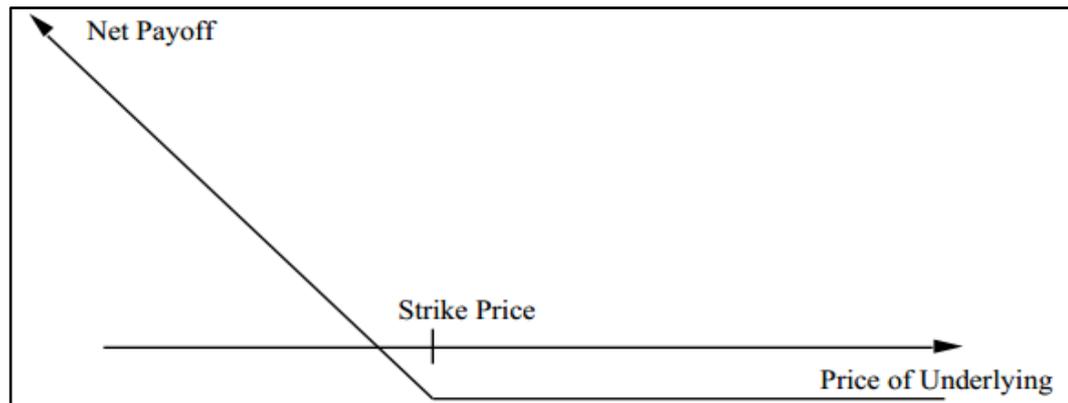
Peluang investasi manajerial masa depan yang ditangkap dalam opsi nyata dan diukur dengan model penilaian opsi keuangan mewakili komponen fleksibilitas (bagian aktif) dari nilai proyek. NPV total proyek kemudian terdiri dari dua komponen: NPV statis tradisional (pasif) dari arus kas yang diharapkan dapat diukur secara langsung, dan nilai fleksibilitas yang menangkap nilai opsi nyata di bawah manajemen aktif.

Teori ROV berpendapat bahwa risiko 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. 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.



Gambar 5. *Call option* saat harga komoditas naik (Damodaran, 2012).

*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.



Gambar 6. *Put option* saat harga komoditas turun (Damodaran, 2012)

Metode *real option* membutuhkan lima parameter utama pada perhitungannya. Pertama, nilai dari aset pokok yang merupakan jumlah dari *Net Present Value* dan biaya kapital. Kedua, *strike price* yang merupakan biaya kapital yang dibutuhkan oleh suatu proyek pertambangan. Ketiga, periode atau umur dari proyek pertambangan. Keempat, nilai volatilitas yang merupakan nilai dari risiko ekonomi karena perubahan harga komoditas. Kelima, laju pengembalian tanpa risiko sebagai pembanding tingkat pengembalian yang ingin diperoleh atau *risk free rate*. Nilai volatilitas didapatkan dengan menghitung laju pertumbuhan (*growth rate*) NPV. Laju pertumbuhan dapat dihitung dengan menggunakan Persamaan 5. Rata-rata laju pertumbuhan tersebut disebut *drift rate* yang akan digunakan untuk perhitungan nilai volatilitas. Perhitungan volatilitas harga jual dapat dilakukan dengan menggunakan Persamaan 6 berikut ini (Husin dkk, 2020):

$$\text{Growth Rate} = \ln\left(\frac{\text{Harga}_{n+1}}{\text{Harga}_n}\right) \quad (5)$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{(U_i - U_t)^2}{(n-1)}} \quad (6)$$

dimana,

$n$  = Jumlah data

$\sigma$  = Standar deviasi (volatilitas harga)

$U_i$  = Laju pertumbuhan (*growth rate*)

$U_t$  = Rata-rata laju pertumbuhan (*drift rate*)

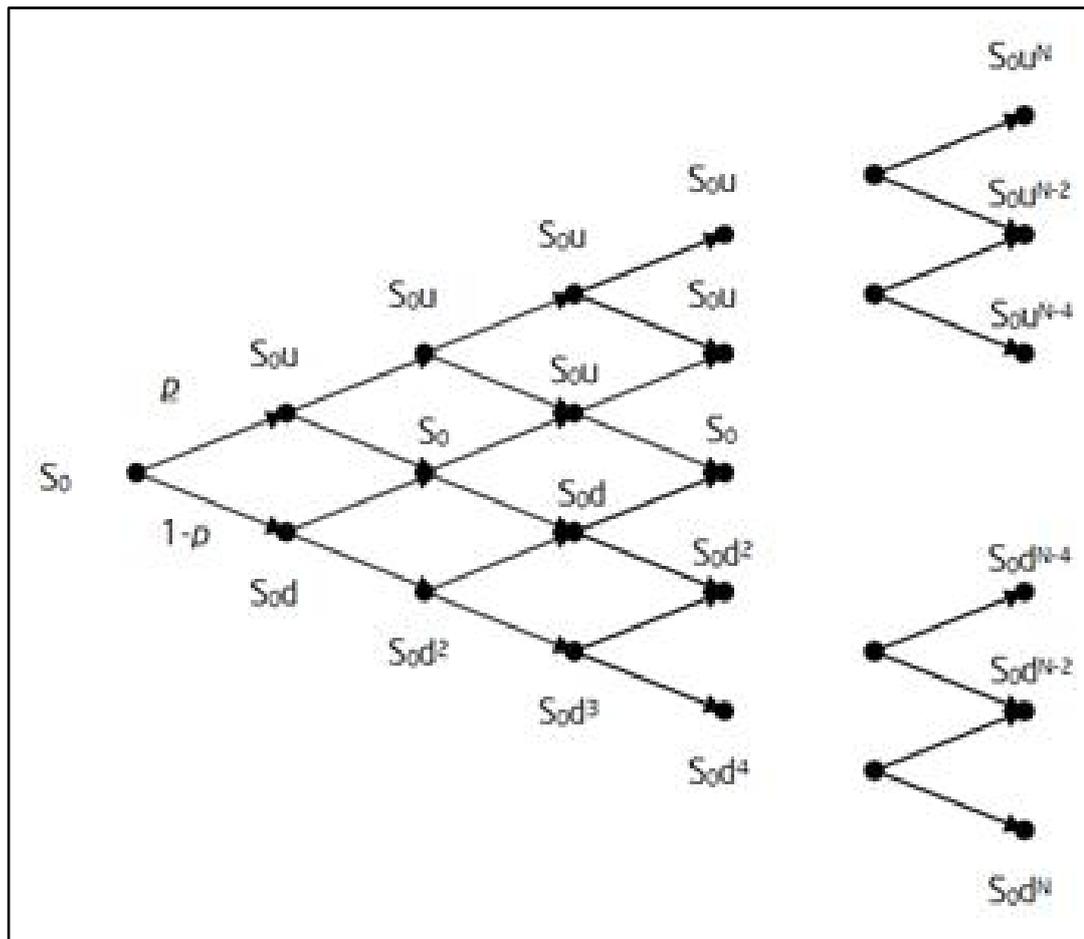
Model-model yang dapat digunakan untuk *Real option Valuation* adalah sebagai berikut:

- a. Model analitik (*Black Scholes Model*)
- b. Diskrit (*Binomial, Trinomial, Multinomial*)
- c. Simulasi (*Monte Carlo*)

Opsi yang paling sering digunakan adalah *american option* dikarenakan opsi ini dapat dibuat kapan saja sampai peluang investasi menghilang, keputusan yang diambil berdasarkan keputusan yang berada pada titik waktu tertentu, sehingga model penilaian menggunakan diskrit (binomial, trinomial dan multinomial) adalah pendekatan yang paling sering digunakan.

## 2.5 Pohon Binomial (*Binomial lattice*)

*Binomial lattice* atau sering disebut juga dengan pohon binomial (*binomial tree*), adalah alat yang digunakan dalam keuangan dan matematika untuk memodelkan perkembangan harga aset keuangan seiring waktu. Teknik dengan pendekatan *binomial lattice* menggunakan diagram pohon (*tree diagram*) untuk menggambarkan ketidakpastian (*uncertainty*) dari suatu proyek seperti yang dilakukan pada analisis *decision tree*. Pohon binomial biasanya dimulai dengan harga awal aset keuangan (misalnya, saham) di simpul awal pohon. Pohon tersebut kemudian tumbuh dalam dua arah yaitu atas dan bawah. Setiap simpul dalam pohon mewakili harga aset pada suatu titik waktu tertentu. Di setiap tahap waktu (biasanya disebut sebagai periode), harga aset memiliki dua kemungkinan: naik atau turun dengan tingkat keberhasilan tertentu. Tingkat keberhasilan ini diukur dengan menggunakan suatu parameter, biasanya probabilitas naik ( $p$ ) dan probabilitas turun ( $1-p$ ). Dalam perhitungan dengan menggunakan *binomial lattice* diperlukan beberapa parameter input dasar yaitu *present value* dari *underlying asset* ( $S$ ), *present value* dari *cost of the option* ( $X$ ), *volatility of the natural logarithm of the underlying free cash flow returns* dalam persen ( $\sigma$ ), *maturity* ( $T$ ), *risk free rate* atau *rate of return* dari *riskless assets* (RFR), dan *continuous divided outflow* ( $b$ ) (Iqbal, 2020). Diagram pohon ini dikenal dengan *lattice*. Diagram pohon tersebut dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. *Binomial lattice* (Guj dan Chandra, 2019).

Metode *binomial lattice* juga memerlukan dua perhitungan tambahan yaitu up and down factor ( $u$  dan  $d$ ) serta perhitungan *risk-neutral probability* ( $p$ ) yang diberikan oleh rumus (Mun, 2006):

$$\text{Upward move volatility factor } (u) = e^{\sigma\sqrt{\Delta t}} \quad (7)$$

$$\text{Downward move volatility factor } (d) = e^{-\sigma\sqrt{\Delta t}} \quad (8)$$

dimana,

$\sigma$  = volatilitas

$\Delta t$  = *step time* atau periode

$$\text{Risk-neutral probability } p = \frac{e^{((RFR-A)\Delta t)} - d}{u - d} \quad (9)$$

dimana,

RFR = *risk free rate*

$A$  = drift rate / rata-rata growth rate

$\Delta t$  = periode atau step time

$u$  = tingkat kenaikan atau rising rate

$d$  = tingkat penurunan atau decline rate

Nilai opsi (*option value*) pada model *binomial lattice* ditentukan dari nilai terbesar antara *project value minus exercise price* dan *hold price*. Hold price merupakan nilai investasi proyek saat proyek ditunda sampai step berikutnya. Perhitungan *hold price* dilakukan dengan menggunakan Persamaan 10.

$$\text{Hold price} = e^{(RFR \times \Delta t)} \times (p \times fu + (1 - p) \times fd) \quad (10)$$

dimana,

RFR = risk free rate

$\Delta t$  = step time atau periode

$p$  = probability

$fu$  = hold price upside

$fd$  = hold price downside

Setelah hasil didapatkan selanjutnya dilakukan sebuah penentuan keputusan berdasarkan nilai opsi yang yang didapatkan yaitu:

- Jika *option value* = NPV, maka proyek dapat dilakukan sekarang
- Jika *option value* > NPV, maka proyek harus menunggu
- Jika *option value* < NPV, maka proyek harus ditinggalkan

Apabila didapatkan nilai opsi lebih besar dari NPV, maka hal tersebut menunjukkan adanya nilai tambah atau *option premium*. Nilai tambah proyek tersebut dapat diperoleh apabila proyek ditunda selama waktu tertentu. Waktu penundaan proyek ditentukan dengan menghitung *keeping option value* terlebih dahulu dengan Persamaan 11.

$$\text{Keeping option value} = \frac{p \times PV_{n+1} + (1-p) \times (PV_{n-1})}{e^{RFR \times \Delta t}} \quad (11)$$

dimana,

$P$  = probabilitas

$PV_{n+1}$  = PV pada tahun  $n+1$

$PV_{n-1}$  = PV pada tahun  $n-1$

RFR = risk free rate

$\Delta t$  = *step time* atau periode

## 2.6 Opsi Tunda (*Option to Delay*)

Pada proses analisis investasi menggunakan metode konvensional, proyek atau investasi bisa diterima hanya jika pengembalian proyek melebihi tingkat rintangan; dalam konteks arus kas dan tingkat diskonto, ini berarti berinvestasi dalam proyek dengan nilai sekarang bersih yang positif. Metode tersebut menganalisis investasi berdasarkan arus kas yang diharapkan dan tingkat diskonto dan tidak mempertimbangkan sepenuhnya opsi yang terbuka terkait dengan investasi. Jika nilai proyek sekarang dari arus kas proyek fluktuatif dan dapat berubah dari waktu ke waktu, proyek dengan nilai sekarang bersih negatif hari ini mungkin memiliki nilai sekarang bersih positif di masa depan. Perusahaan dapat memperoleh keuntungan dengan menunggu proyek bahkan setelah proyek memiliki *Net Present Value* positif, karena opsi tersebut memiliki premi waktu yang melebihi arus kas yang dapat dihasilkan pada periode berikutnya dengan menerima proyek tersebut. Opsi ini merupakan opsi premium dalam suatu proyek dimana perusahaan memiliki hak eksklusif untuk berinvestasi dan mengubah manajemen proyek untuk menghasilkan pengembalian sesuai yang diinginkan (Damodaran, 2002).

Proyek biasanya dianalisis berdasarkan arus kas dan diskon yang diharapkan tarif pada saat analisis; nilai sekarang bersih yang dihitung atas dasar itu adalah ukuran nilai dan penerimaannya pada saat itu. Arus kas yang diharapkan dan tingkat diskonto berubah dari waktu ke waktu, demikian pula nilai sekarang bersih. Jadi, sebuah proyek yang memiliki net present value negatif sekarang mungkin memiliki *net present value* positif di masa depan. Dalam lingkungan yang kompetitif, di mana masing-masing perusahaan tidak memiliki keunggulan khusus dibandingkan pesaingnya dalam mengambil proyek, fakta bahwa nilai sekarang bersih dapat menjadi positif di masa depan mungkin tidak signifikan. Dalam lingkungan di mana proyek hanya dapat diambil oleh satu perusahaan karena pembatasan hukum atau hambatan lain untuk masuk ke pesaing, bagaimanapun, perubahan nilai proyek dari waktu ke waktu memberikan karakteristik *call option* (Damodaran, 2002).

Opsi menunda proyek dapat diasumsikan bahwa suatu proyek memerlukan investasi awal di muka sebesar  $X$  dan bahwa nilai sekarang dari arus kas masuk

yang diharapkan dari investasi dalam proyek tersebut, yang dihitung hari ini, adalah  $V$ . Nilai sekarang bersih dari proyek ini adalah selisih antara keduanya. Diasumsikan bahwa perusahaan memiliki hak eksklusif untuk proyek ini selama  $n$  tahun ke depan dan nilai sekarang dari arus kas masuk dapat berubah selama waktu itu, karena perubahan arus kas atau tingkat diskonto. Dengan demikian, proyek tersebut mungkin memiliki *net present value* negatif saat ini, tetapi mungkin masih menjadi proyek yang bagus jika perusahaan menunggu. Mendefinisikan  $V$  lagi sebagai nilai sekarang dari arus kas, aturan keputusan perusahaan pada proyek ini dapat diringkas sebagai berikut:

Jika,

$V > X$  , berinvestasi dalam proyek, proyek memiliki nilai sekarang bersih positif

$V < X$ , jangan berinvestasi dalam proyek, proyek memiliki nilai sekarang bersih negatif

Jika perusahaan tidak berinvestasi dalam proyek selama masa hidupnya, tidak ada arus kas tambahan, meskipun akan kehilangan apa yang diinvestasikan untuk mendapatkan hak eksklusif atas proyek tersebut. Saat menggunakan *American option*, opsi yang digunakan dilaksanakan saat sebelum tanggal kadaluwarsa. Saat nilai positif pada masa sekarang adalah positif, namun perusahaan memutuskan untuk menunda suatu proyek hingga mencapai nilai opsi yang maksimal, tentu saja dalam proses menunggu periode tambahan tersebut harus ada biaya keterlambatan yang harus dibayar karena hak proyek berakhir setelah jangka waktu tertentu. Setiap tahun penundaan diterjemahkan menjadi satu tahun lebih sedikit dari arus kas penciptaan nilai. Jika arus kas didistribusikan secara merata dari waktu ke waktu dan masa paten adalah  $n$  tahun, biaya penundaan dapat dihitung dengan membagi 1 dengan tahun ke  $n$ . Jadi jika hak proyek untuk 20 tahun, biaya keterlambatan tahunan mencapai 5% per tahun untuk tahun pertama. Perlu diperhatikan bahwa biaya keterlambatan ini naik setiap tahun, menjadi  $1/19$  di tahun 2,  $1/18$  di tahun 3 dan seterusnya. Namun jika arus kas tidak merata, biaya keterlambatan dapat didefinisikan secara lebih umum hal perubahan nilai sekarang yang dapat diharapkan terjadi di masa depan periode sebagai persen dari nilai sekarang hari ini. Biaya penundaan dapat dihitung menggunakan Persamaan 12.

$$\text{Cost of Delay} = \frac{\text{Net Production Revenue}}{\text{Cost of Development}} \quad (12)$$

dimana,

*Net production revenue* = besarnya keuntungan bersih setelah pajak (*net income after tax*)

*Cost of development* = biaya yang dibutuhkan untuk kegiatan pra produksi (biaya kapital)

Dalam kedua kasus tersebut, kemungkinan bahwa perusahaan akan menunda investasi dalam proyek lebih tinggi di awal periode hak eksklusif daripada di kemudian hari dan biaya akan meningkat karena kerugian nilai sekarang dari peningkatan periode menunggu.

## **2.7 Black Scholes Merton Formula**

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. Black-Scholes-Merton (BSM) adalah sebuah formula yang digunakan dalam penghargaan opsi keuangan, terutama opsi saham. Metode *Real option Valuation* (ROV) adalah cara untuk mengevaluasi investasi atau proyek bisnis dengan menganggapnya sebagai opsi nyata, yang memungkinkan untuk mengambil keputusan investasi dengan mempertimbangkan fleksibilitas yang ada dalam pengambilan keputusan di masa depan. BSM adalah salah satu model yang digunakan dalam ROV untuk menilai opsi nyata yang terkait dengan proyek atau investasi. Model ini merupakan persamaan parsial yang melibatkan penyelesaian persamaan diferensial parsial dengan kondisi batas yang ditentukan yang menggambarkan perubahan nilai opsi sehubungan dengan perubahan terukur dari variabel tertentu dalam pasar. Dalam konteks ROV, terdapat beberapa faktor penting yang harus diperhatikan antara lain (Hull, 2018):

- a. Harga Saat Ini (S): Harga saham saat ini.
- b. Harga Pelaksanaan (K): Harga di mana opsi dapat dieksekusi di masa depan.
- c. Waktu Sampai Jatuh Tempo (T): Jangka waktu yang tersisa hingga opsi kedaluwarsa.

- d. Tingkat Bunga Bebas Risiko (r): Tingkat bunga yang digunakan sebagai pengganti potensi pendapatan yang bisa diperoleh jika uang diinvestasikan tanpa risiko.
- e. Volatilitas Harga Saham ( $\sigma$ ): Ukuran volatilitas harga saham, yang mencerminkan tingkat ketidakpastian.

Nilai dari *call option* dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$\text{Call Option} = Se^{-\gamma t}N(d_1) - Ke^{-rf t}(d_2) \quad (13)$$

dimana,

$$d_1 = \frac{\ln \frac{S}{K} + \left( rf - \gamma + \frac{\sigma^2}{2} \right) t}{\sigma \sqrt{t}} \quad (14)$$

$$d_2 = d_1 - \sigma \sqrt{t} \quad (15)$$

dimana,

S = Nilai aset pokok

K = Biaya kapital

e = Bilangan antilog

t = Umur proyek

rf = *Risk free rate*

$\sigma^2$  = Variansi aset pokok

$\gamma$  = Dividen

N(d) = Distribusi normal kumulatif

Sedangkan untuk *put option* dirumuskan pada Persamaan 16.

$$C - P = Se^{-\gamma t} - Ke^{-rf t} \quad (16)$$

Dengan C adalah nilai *call option* sementara P adalah nilai *put option*. Sehingga Persamaan untuk *put option* dirumuskan pada Persamaan 17.

$$P = Ke^{-rf t}(1 - N(d_2)) - Se^{-\gamma t}(1 - N(d_1)) \quad (17)$$

Sehingga nilai NPV yang sesungguhnya dengan mempertimbangkan nilai-nilai fleksibilitas atau faktor-faktor ketidakpastian diperoleh dengan Persamaan 18.

$$eNPV = NPV + \text{nilai opsi} \quad (18)$$

Formula BSM sangat berguna dalam keuangan untuk menghitung harga teoritis dari opsi dan memahami bagaimana faktor-faktor seperti harga saham, harga kesepakatan, volatilitas, tingkat bunga, dan waktu mempengaruhi harga opsi. Ini membantu investor dan analis dalam pengambilan keputusan investasi dan manajemen risiko. Namun, perlu diingat bahwa dunia nyata seringkali lebih kompleks daripada asumsi dasar BSM, dan analis mungkin perlu menggunakan pendekatan yang lebih rumit untuk situasi yang lebih nyata. Formula BSM didasarkan pada beberapa asumsi, seperti tidak ada biaya transaksi, tidak ada dividen yang dibayarkan oleh saham, dan volatilitas harga saham konstan. Formula BSM sangat penting dalam keuangan karena memungkinkan para investor dan analis untuk menghitung nilai teoritis opsi, membantu mereka dalam pengambilan keputusan investasi dan manajemen risiko. Namun, perlu diingat bahwa formula ini memiliki asumsi yang cukup sederhana, dan di dunia nyata, volatilitas harga saham dan faktor lainnya mungkin lebih kompleks.

Dalam konteks metode ROV, BSM digunakan untuk menilai opsi nyata yang mungkin muncul dalam pengambilan keputusan investasi, seperti opsi untuk mengekspansi bisnis, menghentikan proyek, atau mengubah strategi. Ini memungkinkan perusahaan untuk menghitung nilai tambahan yang diberikan oleh fleksibilitas tersebut dan memutuskan apakah proyek tersebut layak dilanjutkan atau tidak. Dengan demikian, BSM dan metode ROV membantu perusahaan dalam menghadapi ketidakpastian dan risiko dalam pengambilan keputusan investasi. (Hull, 2018).