

VALUASI REAL OPTIONS BERBASIS QUADRINOMIAL LATTICE UNTUK UNIT PERTAMBANGAN TANJUNG ENIM PT. BUKIT ASAM

SKRIPSI

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat guna mencapai gelar
Sarjana dalam bidang ilmu Teknik Industri

Disusun oleh:

Nama : Davin Nathan
NPM : 6131801181



**PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK INDUSTRI
JURUSAN TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
BANDUNG
2022**

REAL OPTIONS VALUATION BASED ON QUADRINOMIAL LATTICE FOR TANJUNG ENIM MINING UNIT PT. BUKIT ASAM

THESIS

Submitted to fulfilled one of the requirements for achieving Bachelor
Degree in Industrial Engineering discipline

Written by:

Name : Davin Nathan

NPM : 6131801181



**INDUSTRIAL ENGINEERING UNDERGRADUATE DEPARTMENT
INDUSTRIAL ENGINEERING MAJOR
INDUSTRIAL TECHNOLOGY FACULTY
UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
BANDUNG
2022**

**FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
BANDUNG**



Nama : Davin Nathan
NPM : 6131801181
Program Studi : Sarjana Teknik Industri
Judul Skripsi : VALUASI REAL OPTIONS BERBASIS QUADRINOMIAL
LATTICE UNTUK UNIT PERTAMBANGAN TANJUNG
ENIM PT. BUKIT ASAM

TANDA PERSETUJUAN SKRIPSI

Bandung, 5 September 2022

**Ketua Program Studi Sarjana
Teknik Industri**

(Dr. Ceicalia Tesavrita, S.T., M.T.)

Pembimbing,

(Fransiscus Rian Pratikto, S.T., M.T., MIE.)

**PERNYATAAN TIDAK MENCONTEK ATAU
MELAKUKAN PLAGIAT**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Davin Nathan

NPM : 6131801181

dengan ini menyatakan bahwa Skripsi dengan Judul:

**“VALUASI REAL OPTIONS BERBASIS QUADRINOMIAL LATTICE UNTUK
UNIT PERTAMBANGAN TANJUNG ENIM PT. BUKIT ASAM”**

adalah hasil pekerjaan saya dan seluruh ide, pendapat atau materi dari sumber lain telah dikutip dengan cara penulisan referensi yang sesuai.

Pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya dan jika pernyataan ini tidak sesuai dengan kenyataan, maka saya bersedia menanggung sanksi yang akan dikenakan kepada saya.

Bandung, 4 Agustus 2022



Davin Nathan

NPM : 6131801181

ABSTRAK

Pada sebuah bisnis di industri apapun perlu dilakukan studi kelayakan secara finansial agar dapat dilakukan estimasi nilai keuntungan atau kerugian yang akan dialami bisnis. Terutama bisnis yang berkaitan dengan proyek, studi kelayakan finansial sangat penting dilakukan untuk menentukan apakah proyek layak atau tidak untuk dijalankan. PT. Bukit Asam merupakan perusahaan yang bergerak di industri batu bara dan berencana untuk menggarap proyek strategis nasional bersama pemerintah. Unit Pertambangan Tanjung Enim merupakan proyek yang dianalisis karena itu merupakan proyek utama dari PT. Bukit Asam. Ketidakpastian yang ada pada bisnis ini adalah harga batu bara yang penuh volatilitas dan laju produksi yang tidak menentu. Dengan banyaknya investor baru yang akan datang dan penuhnya ketidakpastian dalam industri ini, perlu adanya perhitungan kelayakan finansial proyek yang tepat saat ini untuk informasi investor dalam menentukan keputusan investasinya.

Valuasi proyek Unit Pertambangan Tanjung Enim dilakukan dengan metode *real options* dengan pendekatan *quadrinomial lattice* dengan periode 20 tahun sesuai UU konsesi batu bara. Opsi yang dipertimbangkan dalam valuasi ini adalah *abandon* dan *expand*. Pemilihan teknik valuasi *quadrinomial lattice* berdasarkan pada harga batu bara mengikuti proses *mean-reverting* sehingga teknik ini menjadi teknik paling cocok. Sebelum valuasi dilakukan, dilakukan pemodelan harga batu bara untuk mengeliminasi ketidakpastian. Pemodelan harga batu bara akan menggunakan model dari Schwartz-Smith yaitu *Two Factor Mean Reverting Model*. Perhitungan proyeksi laju produksi akan menggunakan model deterministik yaitu *Generalized Weng Model*. Perhitungan biaya dan nilai tukar uang dilakukan dengan model ARIMA untuk perhitungan proyeksi arus kas. Setelah harga batu bara dan laju produksi dimodelkan dan perhitungan proyeksi biaya serta nilai tukar telah dibuat, maka dilakukan valuasi proyek dari hasil perhitungan arus kas ini.

Valuasi menggunakan *real options* dengan pendekatan *quadrinomial lattice* dengan memperhitungkan berbagai opsi yaitu opsi *abandon* dan *expand* menghasilkan nilai proyek sebesar Rp 138.589.422 juta. Perhitungan nilai resiko dengan *Conditional Value at Risk* menggunakan *confidence level* sebesar 95% adalah Rp 2.415.979 juta. Dari nilai proyek dan resiko, proyek Unit Pertambangan Tanjung Enim ini sangat menguntungkan dengan menawarkan resiko asimetris dimana imba hasil jauh lebih besar dibandingkan resiko. Nilai proyek pun akan memiliki potensi keuntungan jauh lebih besar jika perusahaan berhasil menyerap seluruh anggaran ekspansi dan skala operasi berhasil diperbesar.

ABSTRACT

In a business at any industries, there is a need to do financial feasibility study in order to estimate the value of potential gains or losses of a business. Mainly business that has things to do with projects, financial feasibility study is very important to be done in order to decide whether the project is feasible or not to be run. PT. Bukit Asam is a company that operates within the coal industry and planning to work on strategic national project with government. Tanjung Enim Mining Unit is the project that will be analyzed because It is the main project of PT. Bukit Asam. The uncertainties of this business are coal price that is full of volatility and the production rate that is uncertain. With many investors that will come to invest and the industry's full of uncertainty, there is a need to do a correct financial feasibility study now for investors' information in order to decide their investment's decision.

The valuation of Tanjung Enim Mining Unit project will be done with real options method with quadrinomial lattice approach with period of 20 years as written in coal concession rules. Options considered in this valuation are abandon and expand. The choosing of quadrinomial lattice's valuation technique is based on coal price that follows mean-reverting process so this technique fits the most. Before doing the valuation, coal price modelling was done to eliminate uncertainties. Coal price modelling was done using model from Schwartz-Smith which is Two Factor Mean Reverting Model. Calculation of production rate projection was done using deterministic model of Generalized Weng Model. Cost calculation and foreign exchange rate were done using ARIMA model to calculate cash flow projection. After coal price and production rate have been modelled and cost and foreign exchange rate has been projected, then the project's valuation from the result of cash flow's calculation will be done.

Valuation using real options with quadrinomial lattice approach by calculating various options which are abandon and expand produces the project's value of Rp 138.589.422 million. The risk value calculation with Conditional Value at Risk using the confidence level of 95% is Rp 2.415.979 million. From the value of project and risk, Tanjung Enim Mining Unit project is very profitable and provides asymmetrical risk where reward is far much greater than the risk. The project's value will have more gains potential if the company is able to absorb all of expansion fund and the operation scale's enlargement is succeed to be done.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Valuasi *Real Options* Berbasis *Quadrinomial Lattice* Untuk Unit Pertambangan Tanjung Enim PT. Bukit Asam”. Skripsi dibuat sebagai salah satu syarat kelulusan guna mencapai gelar Sarjana dalam keilmuan Teknik Industri.

Dari proses pembuatan dari awal hingga akhir skripsi ini, banyak pihak-pihak yang telah membantu penulis. Penulis mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada pihak-pihak tersebut sebagai berikut.

1. Bapak Fransiscus Rian Pratikto, S.T., M.T., MIE. Selaku dosen pembimbing skripsi. Terima kasih telah membimbing dengan kesabaran serta memberikan berbagai ilmu dan masukan yang membangun sehingga skripsi ini dapat disusun dengan baik.
2. Prof. Ir. Sani Susanto, M.T., PH.D., CRMP., IPU., AER dan Ibu Ir. Catharina Badra Nawangpalupi, S.T., M.Eng.Sc., MTD., Ph.D., selaku dosen penguji sidang proposal dan skripsi yang telah memberikan segala kritik dan saran yang membangun sehingga skripsi dapat disusun dengan baik.
3. Kedua orang tua dan saudara penulis yang selalu memberikan berbagai dukungan serta doa sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
4. Agatha Michelle, Bryan Hensen, dan Jason Evander selaku sahabat penulis yang memberikan dukungan dan semangat selama proses penyusunan skripsi hingga akhir.
5. Ferdinand Adianto selaku teman penulis yang memberikan bantuan ilmu yang berkaitan dengan skripsi ini.
6. Albert, Keefe, Marvel, Henry, dan Timothy selaku teman-teman penulis yang memberikan dukungan serta menjadikan proses perkuliahan menjadi menyenangkan.
7. Teman-teman penulis lainnya yang tidak dapat disebutkan secara satu-persatu.

8. Seluruh staff pengajar dari TI UNPAR, terimakasih untuk semua ilmu yang telah diberikan selama tahun perkuliahan ini.

Dengan selesainya penulisan skripsi ini, penulis berharap bahwa skripsi ini memberikan banyak manfaat untuk berbagai pihak yang membaca skripsi ini. Penulis sadar bahwa masih terdapat banyak kekurangan dari skripsi ini sehingga penulis sangat menghargai kritik dan saran yang membangun dari pembaca. Penulis memohon maaf jika terdapat kekurangan maupun kesalahan dalam penulisan skripsi ini. Akhir kata, penulis mengucapkan terima kasih.

Bandung, 9 Agustus 2022

Davin Nathan

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
ABSTRACT	i
KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	i
DAFTAR TABEL	iii
DAFTAR GAMBAR	v
DAFTAR LAMPIRAN	vii
GLOSARIUM	ix
BAB I PENDAHULUAN	I-1
I.1 Latar Belakang Masalah	I-1
I.2 Identifikasi dan Rumusan Masalah	I-5
I.3 Pembatasan dan Asumsi Masalah.....	I-12
I.4 Tujuan Penelitian.....	I-13
I.5 Manfaat Penelitian.....	I-13
I.6 Metodologi Penelitian	I-14
I.7 Sistematika Penulisan	I-16
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	II-1
II.1 <i>Financial Options</i>	II-1
II.2 <i>Real Options</i>	II-1
II.3 <i>Contract Price</i>	II-4
II.4 Model Harga Komoditas <i>Mean-Reverting</i>	II-4
II.5 Generalized Weng Model	II-6
II.6 Metode <i>Real Options</i>	II-9
II.7 <i>ARIMA Forecasting</i>	II-13
II.8 <i>Conditional Value at Risk (C-VaR)</i>	II-14
BAB III PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA	III-1
III.1 Estimasi Parameter Harga Batu Bara	III-1
III.2 Perhitungan Proyeksi Laju Produksi	III-8
III.3 Proyeksi Biaya dan Nilai Tukar USD terhadap Rupiah.....	III-12
III.4 Perhitungan Variabel dan Probabilitas untuk <i>Lattice</i>	III-15

III.5	<i>Lattice</i>	III-20
III.5.1	<i>Lattice</i> Harga Batu Bara.....	III-20
III.5.2	<i>Lattice</i> Pendapatan.....	III-24
III.5.3	<i>Lattice</i> Arus kas bersih.....	III-27
III.5.4	<i>Lattice Expected Payoff</i>	III-28
III.7	Perhitungan Nilai Resiko dengan C-VaR	III-35
BAB IV ANALISIS		IV-1
IV.1	Analisis Metode Valuasi.....	IV-1
IV.2	Analisis Parameterisasi Harga Batu Bara	IV-4
IV.3	Analisis Kondisi Harga Batu Bara	IV-7
IV.4	Analisis Proyeksi Laju Produksi	IV-8
IV.5	Analisis Proyeksi Biaya dan Kurs Nilai Tukar.....	IV-10
IV.6	Analisis Hasil Penelitian.....	IV-13
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		V-1
V.1	Kesimpulan.....	V-1
V.2	Saran.....	V-1
DAFTAR PUSTAKA		
LAMPIRAN		
RIWAYAT HIDUP PENULIS		

DAFTAR TABEL

Tabel II.1 Jenis Teknik Valuasi <i>Real Options</i>	II-9
Tabel III.1 Data Harga Spot Batu Bara.....	III-2
Tabel III.2 Data Harga <i>Spot</i> dan <i>Futures</i> Batu Bara.....	III-2
Tabel III.3 Data Harga <i>Spot</i> dan <i>Futures</i> Batu Bara Logaritma Natural.....	III-3
Tabel III.4 Nilai Parameter Model SS untuk Harga Batu Bara	III-4
Tabel III.5 Rekapitulasi Harga Batu Bara berdasarkan <i>Confidence Band</i>	III-6
Tabel III.6 Rekapitulasi Produksi Aktual dan Hasil Proyeksi 2006-2020.....	III-9
Tabel III.7 Perbandingan Hasil Proyeksi Laju Produksi Setiap Siklus.....	III-11
Tabel III.8 Rekapitulasi Model 2 Siklus Laju Produksi	III-11
Tabel III.9 Rekap Hasil Model ARIMA.....	III-14
Tabel III.10 Hasil <i>Forecasting</i> Biaya dan Kurs Nilai Tukar.....	III-15
Tabel III.11 Perbandingan Skenario <i>Pendapatan</i>	III-26
Tabel III.12 Rekapitulasi Suku Bunga Bebas Resiko ORI	III-29
Tabel III.13 Replikasi Harga Batu Bara	III-33
Tabel III.14 Replikasi Nilai <i>Expected Payoff</i>	III-34

DAFTAR GAMBAR

Gambar I.1 Konsumsi Energi Primer Dunia Berdasarkan Sumber Energi.....	I-2
Gambar I.2 Tren Konsumsi dan Produksi Batu Bara.....	I-2
Gambar I.3 Tren Harga Batu Bara 2008-2022	I-4
Gambar I.4 Metodologi Penelitian	I-16
Gambar II.1 Korelasi Spot dan Futures Price	II-4
Gambar II.2 <i>Quadrinomial Lattice Branch Node</i>	II-11
Gambar II.3 Cabang <i>Quadrinomial Lattice</i>	II-11
Gambar II.4 VaR.....	II-14
Gambar II.5 C-VaR	II-15
Gambar III.1 Grafik Parameterisasi SS	III-4
Gambar III.2 Harga Aktual dan <i>lower confidence band</i>	III-7
Gambar III.3 Harga Aktual dengan <i>upper</i> dan <i>lower confidence band</i>	III-8
Gambar III.4 Laju Produksi <i>forecast</i> dan actual 2006-2020.....	III-10
Gambar III.5 Grafik Produksi Aktual dan <i>Forecast</i> 2021-2041	III-12
Gambar III.6 <i>Scatter Plot</i> Biaya HPP	III-13
Gambar III.7 <i>Scatter Plot</i> Beban G&A.....	III-13
Gambar III.8 <i>Scatter Plot</i> Beban S&M.....	III-13
Gambar III.9 <i>Lattice</i> nilai $v\chi$	III-17
Gambar III.10 <i>Lattice</i> probabilitas	III-20
Gambar III.11 <i>Lattice</i> Harga Jangka Panjang	III-21
Gambar III.12 <i>Lattice</i> Harga Jangka Pendek	III-22
Gambar III.13 <i>Lattice</i> Harga Logaritma Natural.....	III-23
Gambar III.14 <i>Lattice</i> Harga USD	III-23
Gambar III.15 <i>Lattice</i> Harga Rupiah.....	III-24
Gambar III.16 <i>Lattice</i> Pendapatan	III-27
Gambar III.17 <i>Lattice</i> Arus Kas Bersih	III-28
Gambar III.18 <i>Lattice No Options</i>	III-30
Gambar III.19 <i>Lattice</i> dengan Opsi <i>Abandon</i>	III-31
Gambar III.20 <i>Lattice</i> dengan <i>Multiple Options</i>	III-32
Gambar III.21 <i>Lattice</i> Keputusan	III-32

Gambar III.22 Histogram Nilai *Expected Payoff* III-35

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN A DATA HARGA SPOT BATU BARA.....	A-1
LAMPIRAN B DATA HARGA SPOT DAN FUTURES BATU BARA.....	B-1
LAMPIRAN C KODE MATLAB MODEL SS.....	C-1
LAMPIRAN D DATA HARGA SPOT DAN FUTURES BATU BARA LN.....	D-1
LAMPIRAN E REKAPITULASI HARGA BATU BARA <i>CONFIDENCE BAND</i> E-1	
LAMPIRAN F REKAPITULASI PROYEKSI SIKLUS LAJU PRODUKSI	F-1
LAMPIRAN G KODE PEMROGRAMAN ARIMA	G-1
LAMPIRAN H LATTICE NILAI V_x	H-1
LAMPIRAN I LATTICE NILAI PROBABILITAS	I-1
LAMPIRAN J LATTICE NILAI HARGA EKUILIBRIUM JANGKA PANJANG .J-1	
LAMPIRAN K LATTICE NILAI HARGA DEVIASI JANGKA PENDEK	K-1
LAMPIRAN L LATTICE NILAI HARGA LN.....	L-1
LAMPIRAN M LATTICE HARGA USD	M-1
LAMPIRAN N LATTICE HARGA RUPIAH.....	N-1
LAMPIRAN O LATTICE PENDAPATAN	O-1
LAMPIRAN P LATTICE ARUS KAS BERSIH.....	P-1
LAMPIRAN Q LATTICE TANPA OPSI	Q-1
LAMPIRAN R LATTICE DENGAN OPSI ABANDON.....	R-1
LAMPIRAN S LATTICE DENGAN <i>MULTIPLE OPTIONS</i>	S-1
LAMPIRAN T LATTICE KEPUTUSAN.....	T-1
LAMPIRAN U REPLIKASI HARGA BATU BARA	U-1
LAMPIRAN V REPLIKASI NILAI <i>EXPECTED PAYOFF</i>	V-1

GLOSARIUM

Simbol	Keterangan
S_t	Harga komoditas pada saat t
ξ_t	Level harga ekuilibrium jangka panjang pada saat t
χ_t	Deviasi jangka pendek dari ekuilibrium pada saat t
$d\xi_t$	Proses dari harga ekuilibrium jangka panjang
$d\chi_t$	Proses dari deviasi jangka pendek dari ekuilibrium
k	<i>Mean-reversion coefficient</i>
σ_ξ	Volatilitas faktor jangka panjang
σ_x	Volatilitas faktor jangka pendek
μ_ξ	Tingkat <i>drift risk-neutral</i> untuk jangka panjang
Δt	Selisih periode estimasi
$\rho_{\xi x}$	Koefisien korelasi antar bilangan acak
ε	Bilangan acak dari distribusi normal
λ	Premi resiko
$Q(t)$	Produksi batu bara saat waktu ke- t
Q_{max}	Produksi puncak
URR	<i>Ultimate Recoverable Reserves (URR)</i>
t_m	Waktu berkoresponden dengan puncak
a, b, c	Parameter statistik
$\Gamma(b + 1)$	Fungsi gamma
k	Total siklus produksi
Q_{act}	Produksi batu bara aktual
Q_{for}	Produksi batu bara <i>forecast</i>
n	Total data
$RMSE$	<i>Root-Mean-Squared Error</i>
$n - m - 1$	<i>Degrees of freedom</i>
S	Variansi
u	<i>Up factor</i>
d	<i>Down factor</i>
Δt	Selisih waktu antar waktu awal dan waktu akhir
p^{up}	Probabilitas ke atas (pada <i>quadrinomial lattice</i> probabilitas ξ naik)
p^{down}	Probabilitas ke bawah (pada <i>quadrinomial lattice</i> probabilitas ξ turun)
$p_{u u}$	Probabilitas marjinal nilai χ naik dikalikan dengan probabilitas ξ naik

$p_{u d}$	Probabilitas marginal nilai χ naik dikalikan dengan probabilitas ξ turun
$p_{d u}$	Probabilitas marginal nilai χ turun dikalikan dengan probabilitas ξ naik
$p_{d d}$	Probabilitas marginal nilai χ turun dikalikan dengan probabilitas ξ turun
p_{uu}	Probabilitas harga ekuilibrium jangka panjang naik dan harga deviasi jangka pendek naik
p_{ud}	Probabilitas harga ekuilibrium jangka panjang naik dan harga deviasi jangka pendek turun
p_{du}	Probabilitas harga ekuilibrium jangka panjang turun dan harga deviasi jangka pendek naik
p_{dd}	Probabilitas harga ekuilibrium jangka panjang turun dan harga deviasi jangka pendek turun
λ_χ	<i>Short term risk premium</i>
μ_ξ^*	<i>Drift of long term factor</i>
λ_ξ	<i>Long term risk premium</i>
Δ_ξ	Perubahan nilai harga ekuilibrium jangka panjang
Δ_χ	Perubahan nilai harga deviasi jangka pendek
v_ξ	<i>Drift</i> dari proses <i>Brownian motion</i> untuk ξ
v_χ	<i>Drift</i> dari proses <i>Ornstein-Uhlenbeck</i> untuk χ

BAB I

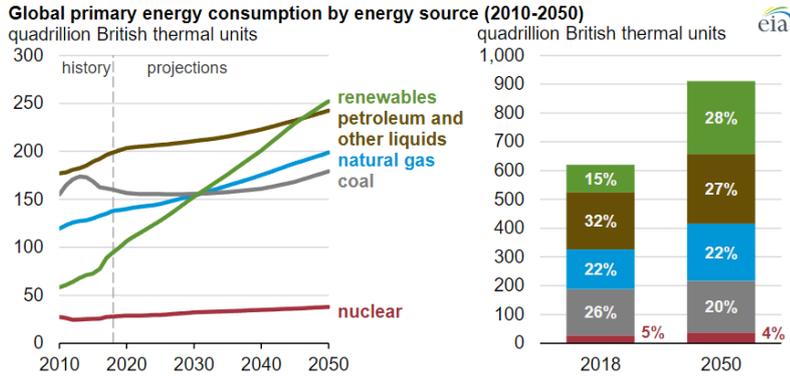
PENDAHULUAN

Bab Pendahuluan akan berisikan latar belakang masalah yang diteliti, identifikasi dan perumusan masalah, pembatasan masalah dan asumsi penelitian, tujuan penelitian, manfaat penelitian, metodologi penelitian beserta dengan sistematika penulisan. Di bawah ini merupakan penjabaran dari bab Pendahuluan.

I.1 Latar Belakang Masalah

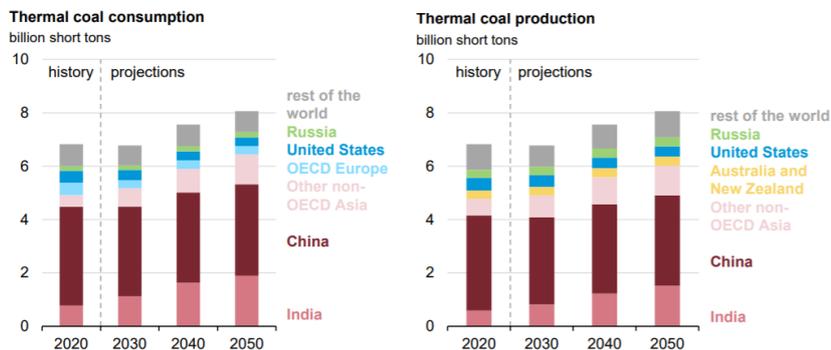
Pengertian bisnis menurut Steinfeld (1979) adalah suatu lembaga yang menghasilkan barang dan jasa yang dibutuhkan oleh masyarakat. Penghasilan barang dan jasa ini sangat beragam bentuknya, salah satunya merupakan komoditas. Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI), komoditas adalah barang dagangan utama, benda niaga; bahan mentah yang dapat digolongkan menurut mutunya sesuai dengan standar perdagangan internasional. Salah satu dari komoditas yang diperdagangkan adalah batubara. Menurut *The International Hand Book of Coal Petrography* (1963), batubara adalah batuan sedimen yang mudah terbakar, terbentuk dari sisa-sisa tanaman dalam variasi tingkat pengawetan, diikat oleh proses kompaksi dan terkubur dalam cekungan-cekungan pada kedalaman yang bervariasi, dari dangkal sampai dalam. Dalam skema berbisnis batubara, perlu adanya aktivitas pertambangan di dalamnya untuk mengekstrasi bahan mentah terkait. Proses ekstrasi bahan mentah ini biasanya diwadahi oleh istilah proyek dalam bisnis batubara. Proyek menurut Larson (2006:3) adalah usaha yang kompleks, tidak rutin, yang dibatasi oleh waktu, anggaran, sumber daya, dan spesifikasi kinerja yang dirancang untuk memenuhi kebutuhan pelanggan.

Kebutuhan energi dunia atas batubara terbilang besar. Komoditas batubara sangat krusial untuk memenuhi kebutuhan listrik. Pada dasarnya batubara ini menjadi bahan dasar untuk Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) yang nantinya akan mengeluarkan *output* berupa listrik. Permintaan untuk PLTU ini biasanya disebut sebagai konsumsi primer. Pada gambar 1 dibawah ini merupakan grafik konsumsi energi primer dunia berdasarkan sumber energi beserta proyeksinya.



Gambar I.1 Konsumsi Energi Primer Dunia Berdasarkan Sumber Energi (Sumber : www.eia.gov)

Terlihat pada gambar I.1 bahwa pada periode awal 2020 hingga ke 2025, batubara bertempat di posisi kedua setelah sumber energi *petroleum* untuk konsumsi energi primer, konvergen dengan *renewable* dan gas di 2030 dan mengalami penurunan namun tetap dikonsumsi cukup besar. Berdasarkan proyeksi pun tidak mengalami penurunan cukup tajam dari *actual* 2018 sebesar 26% ke proyeksi tahun 2050 sebesar 20%. Pada data dari EIA diasumsikan energi terbarukan memiliki pertumbuhan cukup linear dan cepat dan seakan menjadi ancaman bagi sumber energi lain untuk kehilangannya. Kenyataannya, aplikasi energi terbarukan masih sulit dengan regulasi yang masih tidak jelas oleh pemerintah baik di Indonesia maupun global. Di Indonesia sendiri skema netral karbon dicanangkan pada tahun 2060, masih jalan yang sangat panjang untuk mencapai skema tersebut.



Gambar I.2 Tren Konsumsi dan Produksi Batu Bara (Sumber : www.iea.org)

Pada gambar I.2 dapat terlihat tren konsumsi dan produksi batu bara diproyeksikan cukup stabil dan mengalami peningkatan di 2040 dan 2050. Dari

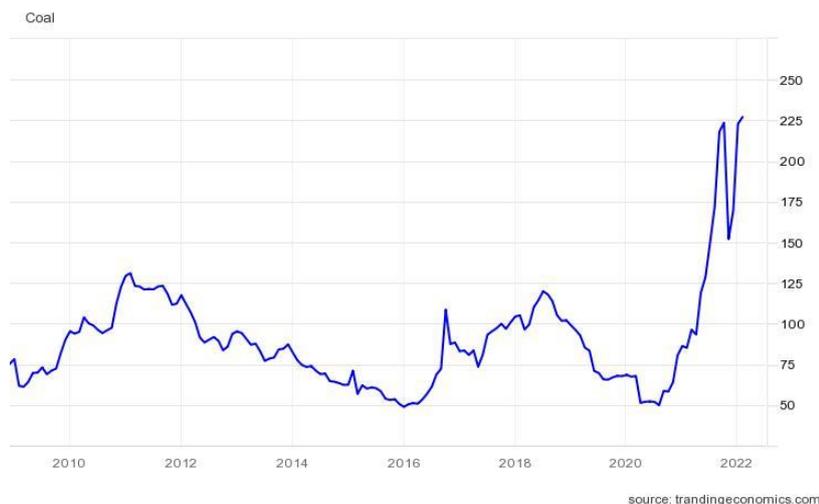
data tersebut dapat dikatakan bahwa komoditas batubara masih relevan dan tetap dibutuhkan. Dapat dilihat juga bahwa konsumsi terbanyak dari batubara berasal dari China. Menurut data statistik tahun 2020 dari Direktorat Jenderal Mineral dan Batubara, ekspor batubara terbanyak Indonesia dituju ke China dan India. Ditambah dengan adanya kebutuhan domestik yang harus dipenuhi, maka tidak dapat dipungkiri bahwa komoditas batubara memiliki permintaan yang tinggi.

Dari permintaan yang tinggi ini, perusahaan batubara perlu untuk tetap memaksimalkan bisnisnya, memenuhi permintaan, dan mendapatkan keuntungan. Hal yang menjadi tantangan adalah situasi yang tidak menentu atau ketidakpastian. Pada industri batubara, harga dari komoditas batubara yang bersifat fluktuatif menjadikan perusahaan batubara sulit untuk mendapatkan keuntungan secara stabil. Selain fluktuasi harga, adapun ketidakpastian mengenai regulasi dalam negeri yang dinamis dan birokratif. Ketidakpastian lain datang dari situasi geopolitik sehingga mempengaruhi ketidakpastian ekonomi global. Hal ini dipaparkan oleh Direktur Eksekutif Asosiasi pertambangan Batubara Indonesia (APBI) Hendra Sinadia bahwa hal yang mempengaruhi *permintaan* batu bara adalah perlambatan ekonomi global dimulai dari resiko ekonomi jika ada eskalasi perang dagang Amerika Serikat dan China, wabah COVID-19, dan juga fluktuasi nilai tukar rupiah terhadap dollar karena 70 persen komponen operasional batubara masih diperoleh secara impor. Dari banyaknya ketidakpastian pada kondisi industri batubara, perlu ada suatu cara untuk memitigasi ketidakpastian agar tetap dapat memenuhi permintaan dan memaksimalkan keuntungan.

Pertambangan menurut pasal 1 ayat 1 Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 4 tahun 2004 Tentang Mineral dan Batubara adalah Sebagian atau seluruh tahapan kegiatan dalam rangka penelitian, pengelolaan, dan pengusahaan mineral dan batubara yang meliputi penyelidikan umum, eksplorasi, studi kelayakan, konstruksi, penambangan, pengolahan dan pemurnian, pengangkutan dan penjualan. Pada aktivitas pertambangan batubara perlu adanya studi kelayakan di dalamnya. Menurut Investopedia (2017), studi kelayakan adalah analisis tentang seberapa sukses suatu proyek dapat diselesaikan, memperhitungkan faktor-faktor yang mempengaruhinya seperti faktor ekonomi, teknologi, hukum dan penjadwalan. Manajer proyek menggunakan studi kelayakan untuk menentukan potensi hasil positif dan negatif dari suatu proyek sebelum menginvestasikan banyak waktu dan uang ke dalamnya.

Di dalam studi kelayakan, hasil dari penyelidikan dan eksplorasi yang berkaitan dengan kondisi geologis akan digabungkan dengan analisa ekonomi, finansial, hukum, dan lainnya. Dari setiap data yang dihimpun seperti kondisi wilayah potensial, estimasi batubara yang dapat ditambang, peralatan yang dibutuhkan, hingga ke potensi keuntungan dari investasi ke proyek terkait perlu ada di dalam studi kelayakan. Termasuk di dalamnya analisa finansial yang diperlukan untuk melihat seberapa menguntungkan dan menarik proyek ini untuk dijalankan. Dari situ, keputusan manajerial diperlukan dalam menentukan apakah proyek tersebut layak untuk dijadikan investasi dan akan dijalankan atau tidak, ditunda terlebih dahulu, atau opsi lainnya dari hasil analisa finansial yang telah dilakukan. Apabila dari hasil analisa finansial saja proyek tersebut tidak menguntungkan maka tidak ada gunanya untuk dijalankan.

Pada analisa finansial umumnya dilakukan valuasi. Valuasi merupakan suatu aktivitas yang bertujuan untuk memberikan nilai pada suatu objek (dalam hal ini proyek) di masa sekarang. Untuk mendapatkan estimasi nilai masa sekarang umumnya dilihat dari perhitungan yang melibatkan estimasi arus kas. Untuk memperhitungkan estimasi arus kas pada valuasi, komponen dasar yang penting untuk dimasukkan yaitu biaya dan keuntungan. Dalam kasus ini, keuntungan diperoleh dari harga jual batubara dikalikan dengan kuantitas yang diperoleh. Dalam melakukan analisa finansial untuk proyek batubara, masalah yang timbul adalah ketidakpastian dalam harga batubara. Akan sulit untuk memasukkan *input* harga batubara karena sangat fluktuatif.



Gambar I.3 Tren Harga Batu Bara 2008-2022
(Sumber : www.eia.gov)

Pada gambar I.3 terlihat bahwa harga batubara dari jangka waktu 30 Desember 2008 hingga 1 Februari 2022 sangat fluktuatif sehingga untuk mengestimasi harga batubara tidak dapat dilakukan secara deterministik. Pengambilan harga di suatu titik secara deterministik akan sangat tidak tepat karena pergerakan harga mengikuti sifat stokastik. Melakukan perhitungan rata-rata harga pada jangka waktu dari satu titik ke titik lainnya pun tidak tepat karena tidak tepat untuk mengikuti harga historis karena banyak ketidakpastian dan variabel yang akan berperan dalam pergerakan harga di masa depan. Sebagai contoh, apabila melakukan estimasi harga dengan *averaging* pada tahun 2008 hingga 2019 di harga puncak tertingginya dan dilakukan analisa finansial dengan asumsi harga akan berkisar di angka tersebut dan ternyata di tahun 2020 wabah COVID-19 sangat berpengaruh terhadap harga batubara. Dari contoh tersebut, perlu ada pemodelan harga yang tepat mengikuti sifat stokastik agar estimasi arus kas pun menjadi lebih akurat.

Dengan banyak ketidakpastian dan harga komoditas yang bersifat stokastik, perlu adanya pemodelan harga yang tepat. Hal ini diperlukan agar menghasilkan estimasi arus kas yang tepat juga, sehingga pihak manajerial atau *stakeholders* dapat mengambil keputusan dengan lebih tepat dan yakin. Pemilihan metode valuasi pun perlu menjadi perhatian karena banyaknya metode yang ada. Dari sekian banyak metode, perlu dicari metode paling sesuai dari sifat proyek pertambangan batubara yang banyak unsur ketidakpastian ini.

I.2 Identifikasi dan Rumusan Masalah

Pada tambang batu bara, terdapat lima *stages* yang akan dilalui, diantaranya adalah proses pencarian (*prospecting*), eksplorasi, pengembangan, produksi, dan terakhir reklamasi. Proyek spesifik yang akan divalusi dalam penelitian adalah proyek yang sudah ada di tahap produksi. Proyek yang akan divalusi merupakan proyek batu bara yang dimiliki oleh PT. Bukit Asam. PT. Bukit Asam merupakan salah satu perusahaan produksi batu bara tertua di Indonesia dengan rekam jejak 145 tahun. Kegiatan penambangan batu bara dilakukan pada tahun 1876 dengan tipe penambangan *underground*. Pada tahun 1919, PT. Bukit Asam memulai pertambangan di situs Air Laya yang berlokasi di Tanjung Enim yang hingga saat ini masih berjalan. Lokasi Tanjung Enim ini menjadi vital bagi PT.

Bukit Asam karena daerah ini merupakan daerah penghasil produksi utama batu bara bagi perusahaan. Proyek-proyek yang ada di Tanjung Enim ini disebut sebagai Unit Pertambangan Tanjung Enim (UPTe).

Pihak manajemen sebagai pemangku keputusan perlu mengetahui perkembangan dari proyek-proyek tambang, terutama yang vital. Terlebih, proyek-proyek pertambangan di Tanjung Enim ini sudah beroperasi sejak lama dan detak jantung utama dari segala aktivitas operasional hingga pencetak laba maka pihak manajemen perlu mengetahui nilai proyek dari daerah tersebut agar dapat merencanakan dan mengambil keputusan strategis untuk perusahaan. Daerah Tanjung Enim ini meliputi pertambangan Air Laya, Muara Tiga Besar, Banko Barat dan Banko Tengah. Valuasi perlu dilakukan karena adanya rencana investasi baru pada daerah tambang tersebut. Proyek gasifikasi di Tanjung Enim untuk batu bara kalori rendah merupakan proyek strategis nasional yang digarap oleh PT Bukit Asam, PT Pertamina, dan *Air Products & Chemical Inc.* Dengan besarnya proyek ini berarti akan ada investor baru yang masuk ke proyek UPTe. Penting untuk melakukan valuasi terhadap nilai intrinsik untuk investor baru dan juga pihak manajerial. Untuk investor baru, dengan mengetahui nilai intrinsik proyek UPTe dari valuasi, maka yang bersangkutan dapat menimbang keputusan investasi lebih matang serta dapat memperkirakan resiko dan imba hasil dari nilai intrinsik dan nilai investasi yang akan dikeluarkan pada area proyek tersebut. Untuk pihak manajerial, dengan dilakukannya valuasi nilai proyek UPTe maka pihak manajerial dapat menimbang keputusan untuk proyek tersebut apakah ekspansi proyek perlu dilaksanakan sekarang, ditunda, diperbesar sedikit demi sedikit atau bahkan ditinggalkan. Keputusan ini akan vital untuk perusahaan karena termasuk dalam perencanaan strategis dan berpengaruh terhadap profitabilitas dan masa depan perusahaan karena ini merupakan keputusan yang besar.

Jenis tambang yang ada pada UPTe merupakan tambang *open pit* dengan luas 65.098 ha. Tambang jenis *open pit* ini merupakan pertambangan yang berbentuk vertikal dengan utilisasi truk serta *shovel* pembuangan sisa, pengangkutan batu bara, dan pengirimannya. Jenis tambang ini dikenal dengan CAPEX yang murah ketimbang jenis lain namun OPEX yang mahal. Dalam kasus PT. Bukit Asam, OPEX yang dikeluarkan dapat ditekan karena proses pembuangan sisa, pengangkutan batu bara, dan pengiriman dibantu kontraktor sehingga tidak perlu mengeluarkan modal operasional dan cukup membayar tarif..

Cadangan batu bara yang dapat ditambang dari UPTe adalah sebanyak 2,77 miliar ton. Perkiraan umur tambang dari UPTe adalah selama 113 tahun. Kapasitas produksi untuk setiap tahunnya mengacu kepada data historis dengan volume produksi pada tahun 2020 aktual untuk UPTe adalah sebanyak 24.234.371 ton batu bara. Ketidakpastian utama yang ada dalam melakukan penilaian area tambang ini adalah harga komoditas batu bara.

Sebagai salah satu perusahaan tambang terbesar di Indonesia, valuasi proyek sangat penting untuk mengetahui nilai proyek dan memilih keputusan strategis yang tepat agar perusahaan terus berjalan ke arah yang optimal secara finansial dan bisnis. Terlebih dengan adanya ketidakpastian ini, perlu ada metode yang tepat dalam melakukan valuasi proyek tersebut agar pihak manajemen dapat mengambil langkah strategis paling tepat dan menguntungkan bagi perusahaan.

Mengutip dari Damodaran (2012), terdapat tiga jenis metode valuasi : *Discounted Cash Flow (DCF) Valuation*, *Relative Valuation*, dan *Contingent Claim Valuation*. Metode valuasi yang umumnya dilakukan adalah metode *Discounted Cash Flow (DCF)*. Konsep DCF ini pertama kali dikemukakan oleh John Burr Williams dalam bukunya yaitu *The Theory of Investment Value*. Metode DCF ini dihitung dengan melibatkan estimasi arus kas dan *discount rate*. Dari setiap estimasi arus kas yang dilakukan, akan dilakukan potongan dengan *discount rate* sehingga pada hasil akhir akan terlihat nilai intrinsik dari objek yang divalusi tersebut berapa di masa kini.

Untuk melakukan studi kelayakan dan valuasi pada proyek-proyek komoditas, salah satunya batubara, model DCF cukup sering digunakan untuk melihat nilai intrinsik proyek tersebut. Biasanya *input* untuk estimasi arus kas akan berupa pendapatan dan pengeluaran di *Capital Expenditure (CAPEX)* atau belanja modal dan *Operational Expenditure (OPEX)* atau pengeluaran operasional. Pada komponen pendapatan, terdapat ketidakpastian berupa harga acuan batubara yang fluktuatif. Pada komponen pengeluaran, CAPEX berbicara mengenai penambahan properti penambangan, menjalankan investasi proyek tambang baru, dan penambahan alat untuk memperbesar kapasitas produksi sedangkan OPEX berbicara mengenai jasa penambangan, penyewaan alat, gaji, dan hal yang berkenaan dengan operasional.

Dari komponen-komponen untuk penyusunan estimasi arus kas, model DCF memang dapat digunakan untuk melakukan studi kelayakan dan menilai

apakah proyek tersebut menarik untuk diinvestasikan atau tidak. Namun, terdapat permasalahan dari model DCF ini. Triantis dan Hodder (1990) serta Hayes dan Abernathy (1980) menyatakan bahwa model DCF untuk analisa arus kas gagal untuk mempertimbangkan fleksibilitas untuk keputusan bisnis dari tahap manajerial. Lebihnya lagi, dari penelitian yang dilakukan oleh Adler (2000), Dessureault dan Scoble (2000), Park dan Herath (2000), Yeo dan Qiu (2003), Pless et al. (2016), serta Schachter dan Mancarella (2016) semua menyatakan bahwa model DCF lebih berfokus pada keputusan investasi yang taktikal serta *short-term* ketimbang rencana strategis *long-term*. Dengan adanya ketidakpastian pada proyek, akan sulit untuk menentukan *discount rate* yang tepat sehingga ini berpengaruh ke pengikisan arus kas di periode menjelang akhir pemodelan arus kas dimana *Net Present Value* (NPV) yang dihasilkan menjadi lebih sedikit. Terlebih, model DCF mengabaikan kesempatan masa depan dan memandang keputusan investasi sebagai tipe keputusan sekarang atau tidak pernah. Hal ini dibenarkan oleh Mun (2002) dimana model ini mengasumsikan investasi *all-in-or-nothing* dan tidak mempertimbangkan fleksibilitas manajerial yang dapat mengubah arah investasi seiring berjalannya waktu saat beberapa aspek dari ketidakpastian proyek menjadi diketahui. Dengan tidak diperhitungkannya fleksibilitas manajerial maka dapat dikatakan model DCF statis dan tidak menggambarkan dunia bisnis nyata yang penuh ketidakpastian dan perlu ada intervensi pengambilan keputusan jika memang ada informasi baru tersedia dan tersedianya berbagai opsi keputusan.

Pada valuasi modern muncul metode *Contingent Claim Valuation*, dimana pada metode ini menerapkan konsep *option pricing model*. Model ini dikembangkan oleh Fischer Black dan Myron Scholes pada tahun 1972. Dari sini muncul metode valuasi *real options*. Menurut Chance dan Peterson (2002), pada dasarnya *real options valuation* merupakan suatu metode yang mengaplikasikan *option pricing model* ke valuasi investasi kapital terhadap asset riil dimana pada metode ini akan mempertimbangkan fleksibilitas manajerial sebagai pemangku keputusan. Ketidakpastian yang sering dilupakan pada saat melakukan valuasi, fleksibilitas keputusan, dan banyaknya opsi tersembunyi membuat metode *real options* lebih cocok dengan kondisi bisnis secara nyata. Model *real options* ini menjadi cocok karena lebih realistis terhadap keadaan sebenarnya karena proyek batubara memiliki banyak ketidakpastian.

Model valuasi *real options* sendiri belum banyak dipakai dalam analisa finansial dan studi kelayakan pada sebuah bisnis di Indonesia. Dengan pengaplikasian *real options* pada teknik valuasi, diharapkan dapat mengubah *landscape* dan cara pandang dalam melakukan valuasi dengan hanya mengandalkan DCF dan dapat mengadopsi model valuasi yang lebih cocok serta lebih mirip ke realita dan ketidakpastian dunia nyata.

Ketidakpastian bisnis yang ada pada batu bara membuat penilaian kelayakan dan intrinsik bisnis PT. Bukit Asam sulit untuk diketahui. Banyaknya unsur tidak pasti dan volatilitas dalam parameter membuat estimasi arus kas menjadi sulit dalam hal akurasi dan presisi. Dari sekian banyak ketidakpastian, ada sumber ketidakpastian yang sangat berpengaruh terhadap arus kas karena berhubungan dengan proses bisnis, yaitu harga batu bara karena sifatnya yang stokastik. Harga batu bara yang sangat *volatile* membuat perlu adanya pemodelan harga mengikuti model nyata juga. Menurut Hull (2015), harga komoditas pada umumnya mengikuti *mean-reverting process* sehingga pemodelan harga untuk batu bara akan menggunakan *Mean Reversion Model*.

Selain sumber ketidakpastian, terdapat juga beberapa aspek yang perlu diperhitungkan, salah satunya yaitu terletak di volume produksi. Volume produksi setiap tahunnya perlu dimodelkan agar dapat memperhitungkan laju produksi. Volume produksi ini mempengaruhi estimasi arus kas karena berhubungan dengan penjualan. Pemodelan akan dilakukan dengan model deterministik dengan menggunakan *Generalized Weng Model*. Pemodelan volume produksi yang lazim digunakan biasanya adalah Hubbert model, namun kekurangan dari model ini adalah asumsi kurva produksi yang simetris. Kesimetrisan ini yang menyebabkan kurang cocoknya dengan kondisi dunia nyata karena menurut Brandt (2007), analisa kurva produksi yang dilakukan menunjukkan bahwa kurva produksi biasanya bersifat asimetrikal dan *positively skewed*. Hal ini diverifikasi kembali oleh Wang (2014) bahwa kurva yang *positively skewed* ini lebih cocok dalam data produksi historis. Pada tahun 1984, Weng model dikenalkan untuk melakukan forecasting volume produksi minyak dan gas di China dan pada tahun 1996, Chen mengembangkan *Generalized Weng Model*. Dalam pengukuran performa forecast, *Generalized Weng Model* menghasilkan hasil yang lebih baik ketimbang *Hubbert Model* dan lebih fit pada data produksi historis. *Generalized Weng Model* pun memiliki sifat yang *positively skewed* sehingga akan lebih cocok

untuk digunakan dalam melakukan proyeksi volume produksi untuk PT. Bukit Asam.

Kedua hal lainnya yang perlu diperhitungkan adalah biaya dan kurs nilai tukar antara USD/IDR. Biaya perlu diperhitungkan karena setiap tahunnya biaya akan selalu berbeda tergantung penjualan dan kondisi ekonomi di periode tersebut. Kurs nilai tukar antara USD/IDR juga perlu dimasukkan kedalam hitungan karena perusahaan bertransaksi dengan kurs USD untuk penjualan ke luar negeri. Kedua ketidakpastian tambahan ini akan dimodelkan dengan *time series forecasting* menggunakan ARIMA. Penggunaan ARIMA sebagai teknik *forecasting* cocok untuk perhitungan biaya dan kurs nilai tukar karena untuk menghitung ketidakpastian ini sangat bergantung kepada data historis. *Time series forecasting* dikenal dengan metode nya yang melakukan proyeksi dengan melihat data historis setiap periode dan pemodelan menggunakan ARIMA akan cocok untuk perhitungan ini.

Dalam melakukan valuasi untuk PT. Bukit Asam, aktivitas ini termasuk dalam perbaikan sistem. Sistem yang dimaksud merupakan sistem decision making dan perencanaan strategis dari manajemen. Komponen pada sistem pengambilan keputusan dan perencanaan strategis ini antara lain adalah analisa kelayakan finansial serta metrik performansi finansial diantaranya cost, keuntungan, dan volume penjualan. Di dalam analisa kelayakan finansial ini, valuasi proyek merupakan komponen penting untuk pengambilan keputusan manajemen dan investor baru. Hubungan antar komponen valuasi proyek dengan performansi finansial sangat erat. Semakin baik performansi finansial maka valuasi proyek pun akan semakin memberikan nilai intrinsik yang besar. Namun dengan pemberlakuan sistem decision making sekarang dengan penggunaan metode DCF, terkadang nilai intrinsik proyek menjadi kurang akurat dan hasil nilainya lebih rendah dari potensi seharusnya karena ketidakpastian yang tidak diperhitungkan (valuasi bersifat statis).

Apabila ditinjau hubungannya dengan performansi finansial dimana salah satu komponennya adalah keuntungan, keuntungan ini tidak stabil karena sifat komoditas yang dijual fluktuatif dan metode DCF tidak memperhitungkan ketidakpastian ini. Pemberlakuan metode valuasi real options akan memperbaiki sistem decision making dan perencanaan strategis perusahaan dengan adanya perhitungan valuasi dengan memperhitungkan berbagai opsi sehingga fleksibilitas

manajemen dimasukkan dalam valuasi. Hal ini akan menghasilkan valuasi nilai intrinsik yang lebih riil dan sesuai dunia nyata sehingga manajemen serta investor akan lebih percaya diri dalam melakukan investasi terhadap proyek dan pihak manajemen dapat merencanakan strategis lebih matang dengan berbagai opsi seperti mengubah skala operasi, atau perlu meninggalkan proyek, atau bahkan perlu mengembangkan proyek dalam hasil perhitungan nilai intrinsik dengan metode *real options* ini.

Perhitungan biaya dan kurs nilai tukar perlu diperhitungkan juga sebagai ketidakpastian tambahan yang ada hubungannya dengan sumber ketidakpastian karena menyangkut keuntungan yang dihasilkan perusahaan. Terdapat beberapa model untuk memproyeksikan biaya dan kurs nilai tukar. Pemodelan biaya dan kurs nilai tukar ini mengandalkan data historis, maka dari itu *time series forecasting* dapat dilakukan untuk melakukan proyeksi. Dari semua teknik *time series forecasting*, model ARIMA merupakan model yang paling banyak digunakan (Tlegenova,2015). Terlebih, penelitian yang dilakukan oleh Weisang et al. (2014) menunjukkan hasil bahwa terdapat relasi linear antara proyeksi kurs nilai tukar mata uang USD/EUR dengan menggunakan model ARIMA. Proyeksi biaya pun biasanya membentuk pola namun tidak musiman, atas dasar hal ini maka model ARIMA dapat digunakan pula untuk memodelkan biaya.

Selain perhitungan valuasi, penting juga untuk memperhitungkan nilai resiko yang mungkin dialami perusahaan. Informasi ini menjadi penting, terlebih jika terdapat sajian secara kuantitatif karena pihak manajemen perlu menilai resiko dan imba hasil untuk sebuah proyek. Jika resiko dan imba hasil cukup mirip, maka investor dan manajemen tentu tidak akan tertarik untuk meneruskan proyek ini. Jika ternyata imba hasil berbanding jauh dengan resiko, maka investor dan manajemen tentu akan memilih untuk tetap meneruskan proyek. Kuantifikasi dari nilai resiko ini akan sangat menentukan arah keputusan dari pihak manajemen dan investor karena mereka dapat membandingkan nilai proyek dan nilai resiko sehingga resiko dan imba hasil dapat dikuantifikasi alih-alih dihitung di luar kepala dan secara kualitatif.

Untuk mengetahui nilai proyek tambang batu bara UPTE oleh PT. Bukit Asam perlu digunakan metode valuasi *real options* agar mendekati kondisi nyata dan memperhitungkan ketidakpastian. Ketidakpastian harga komoditas akan dimodelkan dengan mengikuti *mean reverting process*. Untuk melakukan *forecast*

dari volume produksi akan dilakukan dengan metode *Generalized Weng Model Forecasting* volume produksi untuk periode ke depan diperlukan dalam proses estimasi arus kas nantinya. Opsi yang dipertimbangkan oleh perusahaan adalah antara lain adalah *expand option* dan *abandon option*. Perhitungan nilai resiko proyek akan menggunakan C-VaR. Berdasarkan metode yang telah dipaparkan dan identifikasi masalah yang telah ditemukan, dibuatlah rumusan masalah penelitian yang dilakukan sebagai berikut.

1. Berapa nilai proyek tambang batu bara UPTe PT. Bukit Asam dengan memperhitungkan ketidakpastian harga batu bara?
2. Berapa nilai resiko yang mungkin dialami oleh perusahaan terhadap proyek UPTe?

I.3 Pembatasan dan Asumsi Masalah

Pada penelitian ini dilakukan pembatasan masalah dan asumsi. Batasan masalah dibuat dengan tujuan membatasi ruang lingkup penelitian agar lebih terfokus dan tidak terlalu luas dalam melakukan penelitian agar tujuan dapat tercapai dengan baik. Adapun batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Sumber ketidakpastian terletak pada harga batu bara.
2. Penentuan *options* yang dipertimbangkan perusahaan adalah *expand* dan *abandon*.
3. Resiko skema netral karbon dan rencana energi terbarukan tidak diperhitungkan secara kuantitatif pada model ini.
4. Harga komoditas batu bara mengikuti indeks harga ICE Newcastle Coal.

Asumsi penelitian pun dilakukan dengan tujuan menyederhanakan beberapa aspek dalam penelitian. Adapun asumsi yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Harga komoditas batu bara mengikuti *two factors mean reverting process*.
2. Volume produksi mengikuti model deterministik.
3. Skema pembelian batu bara akan berdasarkan harga acuan batu bara dan tidak memperhitungkan ketidakpastian pergantian kebijakan skema pembelian.
4. Biaya OPEX dari kontraktor tidak mengalami perubahan.
5. *Expand option* muncul di tahun pertama hingga kesepuluh.

I.4 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah dibuat, maka tujuan dari penelitian yang akan dilakukan adalah sebagai berikut.

1. Menentukan nilai proyek tambang batu bara UPTE PT. Bukit Asam dengan memperhitungkan ketidakpastian harga batu bara.
2. Menentukan nilai resiko yang mungkin dialami oleh perusahaan terhadap proyek UPTE.

I.5 Manfaat Penelitian

Terdapat beberapa manfaat dari penelitian yang dilakukan untuk berbagai pihak yaitu bagi penulis, bagi perusahaan yang bergerak di bidang batubara, dan pengembangan keilmuan. Manfaat yang diperoleh dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Bagi Penulis

Berdasarkan penelitian yang dilakukan, diharapkan penulis mendapatkan manfaat sebagai berikut.

- a. Penulis mampu menerapkan ilmu pengetahuan yang telah dilakukan dalam penelitian ke dalam dunia kerja, terlebih dalam melakukan metode valuasi apabila dirasa perlu.
- b. Penulis mampu menyediakan berbagai opsi dan perhitungan nilai dalam pengambilan keputusan oleh perusahaan terkait suatu proyek.

2. Bagi Perusahaan

Berdasarkan penelitian yang dilakukan, diharapkan PT. Bukit Asam dan perusahaan lainnya yang bergerak di bidang batu bara mendapatkan manfaat sebagai berikut.

- a. Perusahaan dapat mengetahui kerangka berpikir dan metodologi dalam melakukan valuasi *real options* diluar DCF yang umumnya dilakukan dalam pemilihan proyek.
- b. Perusahaan dapat melihat nilai proyek yang mempertimbangkan berbagai opsi dan nilai resiko sehingga dapat membantu dalam proses pengambilan keputusan strategis untuk proyek tambang batubara.
- c. Perusahaan dapat mengetahui *sub model* apa saja yang digunakan dalam perhitungan proyek batu bara.

3. Bagi Pengembangan Keilmuan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, diharapkan terdapat manfaat untuk pengembangan keilmuan sebagai berikut.

- a. Penelitian ini dapat menjadi referensi untuk penelitian yang serupa.
- b. Penelitian ini dapat menyediakan kerangka berpikir, model, dan metodologi dalam melakukan valuasi proyek menggunakan *real options*.

I.6 Metodologi Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan sebuah sistematika langkah dari awal hingga akhir. Sistematika metodologi ini bertujuan agar penelitian berjalan secara beruntun dan sistematis serta terstruktur. Di bawah ini merupakan langkah-langkah yang dilakukan untuk penelitian ini.

1. Pemilihan Objek yang Akan Divaluasi

Dilakukan pemilihan objek yang akan divalusi. Pada tahap ini, penentuan objek berdasarkan dari objek apa yang cocok divalusi dan melakukan studi literatur pendahuluan terhadap objek terkait.

2. Pembuatan Identifikasi dan Rumusan Masalah

Langkah berikutnya setelah menentukan objek yang divalusi adalah identifikasi masalah pada objek tersebut. Setelah diidentifikasi masalah terkait objek tersebut selanjutnya dibuat perumusan masalah yang nantinya terjawab di bagian akhir penelitian dalam kesimpulan dan saran. Setelah identifikasi dan rumusan dibuat, langkah selanjutnya adalah penetapan batasan dan asumsi penelitian. Hal ini diperlukan agar penelitian terfokus dan tidak meluas ke berbagai arah. Tujuan penelitian dibuat untuk pengarahannya dari pencarian jawaban atas rumusan masalah. Penentuan manfaat penelitian diperlukan agar mengetahui setiap dampak dari penelitian yang dibuat untuk berbagai pihak.

3. Studi Literatur

Pada langkah ini, dilakukan studi literatur dengan mencari dan memahami setiap teori dan metode dari berbagai sumber literatur agar dapat memperdalam pemahaman dalam melakukan penelitian.

4. Pengumpulan Data

Pengumpulan setiap data yang penting dan relevan mulai dari harga objek hingga sumber literatur dilakukan guna memperkaya dan menyiapkan segala data yang diperlukan untuk penelitian.

5. Parameterisasi Harga Batu Bara

Pada langkah ini dibuat model harga batu bara dengan model *SS mean reverting* dua faktor. Hasil dari model tersebut adalah model distribusi harga batu bara dengan parameternya.

6. Pembuatan *forecast* volume produksi

Pada langkah ini akan dibuat *forecast* untuk volume produksi dari batu bara secara deterministik.

7. Valuasi tambang batu bara

Pada langkah ini akan dilakukan perhitungan arus kas bersih dan valuasi tambang batu bara UPTC dengan *quadrinomial lattice* dengan jangka waktu 20 tahun.

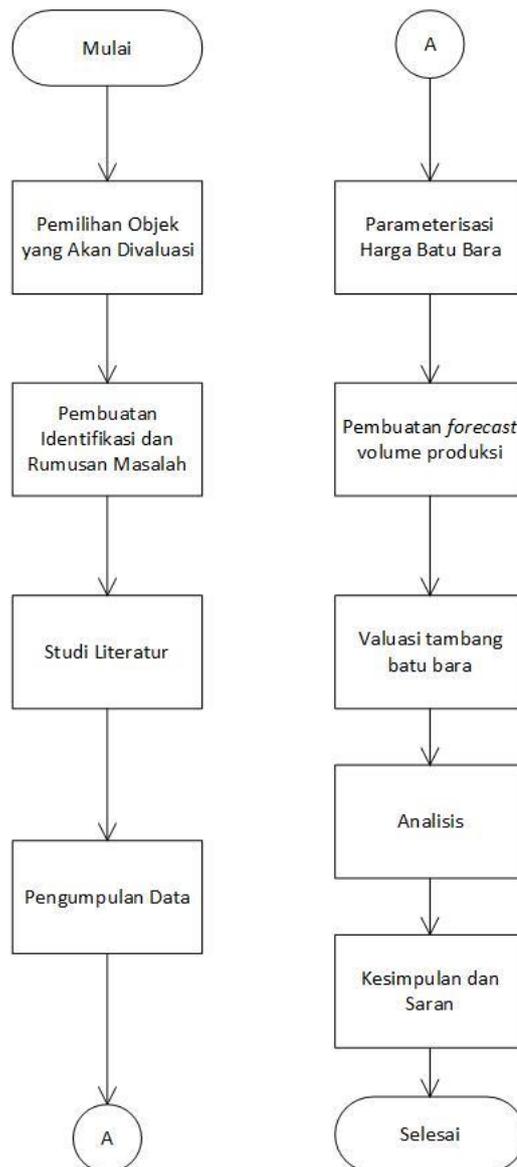
8. Analisis

Pada langkah ini dilakukan analisis perbedaan penggunaan metode *quadrinomial lattice* dan analisis lain berdasarkan pengolahan data yang dilakukan serta hasil yang didapatkan.

9. Kesimpulan dan Saran

Langkah terakhir adalah melakukan penarikan kesimpulan dari rangkaian penelitian yang telah dilakukan beserta saran.

Gambar I.4 merupakan langkah metodologi dari penelitian ini.



Gambar 1.4 Metodologi Penelitian

I.7 Sistematika Penulisan

Pada penelitian ini diperlukan sistematika penulisan agar terstruktur. Pada penelitian ini, penulisan akan terbagi menjadi lima bab. Di bawah ini merupakan penjelasan untuk setiap babnya.

BAB I PENDAHULUAN

Pada bab ini akan dijelaskan secara rinci latar belakang masalah yang diambil, pembatasan masalah dan asumsi penelitian, tujuan dan manfaat penelitian, metodologi penelitian, dan sistematika penulisan. Bab ini akan

menjadi bab dasar mengapa penelitian perlu dilakukan dan akan membahas hal yang berkaitan dengan dasar penelitian seperti asumsi dan Batasan hingga metodologi.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini akan dibahas mengenai teori apa saja yang dipakai dalam penelitian. Teori ini akan menjadi pegangan selama pengolahan data di penelitian dilakukan.

BAB III PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Pada bab ini akan dilakukan pengumpulan data yang diperlukan untuk penelitian dan dilakukan pengolahan menggunakan metode yang telah ditinjau sebelumnya. Pada bab ini akan menghasilkan perhitungan nilai valuasi dan nilai resiko proyek UPTe.

BAB IV ANALISIS

Pada bab ini akan dilakukan analisis dari pengolahan data yang telah dilakukan sebelumnya. Pada bab ini akan membahas alasan dibalik setiap metode yang digunakan pada penelitian beserta analisis hasil akhir.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini akan diberikan kesimpulan dan saran terkait penelitian yang telah dilakukan. Saran juga diberikan untuk pemangku keputusan baik perusahaan maupun pelaku industry sejenis dan untuk peneliti selanjutnya.