



**UNIVERSITAS INDONESIA**

***REAL OPTIONS ANALYSIS* SEBAGAI ALAT UNTUK PENGAMBILAN  
KEPUTUSAN PENGEMBANGAN SUMUR MINYAK DAN GAS BUMI  
(STUDI KASUS DI *PRODUCTION SHARING CONTRACT X*)**

**TESIS**

**TEGUH AGUS PRASETYO**

**0906653756**

**FAKULTAS EKONOMI  
PROGRAM STUDI MAGISTER AKUNTANSI  
JAKARTA  
JANUARI 2012**



**UNIVERSITAS INDONESIA**

***REAL OPTIONS ANALYSIS* SEBAGAI ALAT UNTUK PENGAMBILAN  
KEPUTUSAN PENGEMBANGAN SUMUR MINYAK DAN GAS BUMI  
(STUDI KASUS DI *PRODUCTION SHARING CONTRACT X*)**

**TESIS**

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk  
memperoleh gelar Magister Akuntansi**

**TEGUH AGUS PRASETYO**

**0906653756**

**FAKULTAS EKONOMI  
PROGRAM STUDI MAGISTER AKUNTANSI  
JAKARTA  
JANUARI 2012**

## HALAMAN PERNYATAAN ORISINILITAS

Skripsi/Tesis/Disertasi ini adalah hasil karya sendiri,  
dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk  
telah saya nyatakan dengan benar

Nama : Teguh Agus Prastyo

NPM : 0906653756

Tanda tangan :



Tanggal : 18 Januari 2012

## HALAMAN PENGESAHAN

Tesis ini diajukan oleh

Nama : Teguh Agus Prasetyo  
NPM : 0906653756  
Program Studi : Magister Akuntansi  
Judul Tesis : *Real Options Analysis* Sebagai Alat Untuk Pengambilan Keputusan Pengembangan Sumur Minyak dan gas Bumi (Studi Kasus di *Production Sharing Contract X*)

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Magister Akuntansi pada Program Studi Magister Akuntansi, Fakultas Ekonomi, Universitas Indonesia.

### DEWAN PENGUJI

Pembimbing : Dr. Gede Harja Wasistha



Penguji : Thomas H. Secokusumo, MBA., M.Sc



Penguji : Prof. Dr. Lindawati Gani



Ditetapkan di : Jakarta  
Tanggal : 27 Januari 2012

Mengetahui,  
Ketua Program



Prof. Dr. Lindawati Gani  
NIP. 196205041987012001

## KATA PENGANTAR/UCAPAN TERIMA KASIH

Alhamdulillahirabbilalamin saya panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmat-Nya, saya dapat menyelesaikan skripsi ini. Penulisan skripsi ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Magister Akuntansi Program Magister Akuntansi pada Fakultas Ekonomi Universitas Indonesia.

Saya menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan skripsi ini, sangatlah sulit bagi saya untuk menyelesaikan tesis ini. Oleh karena itu, saya mengucapkan terima kasih kepada:

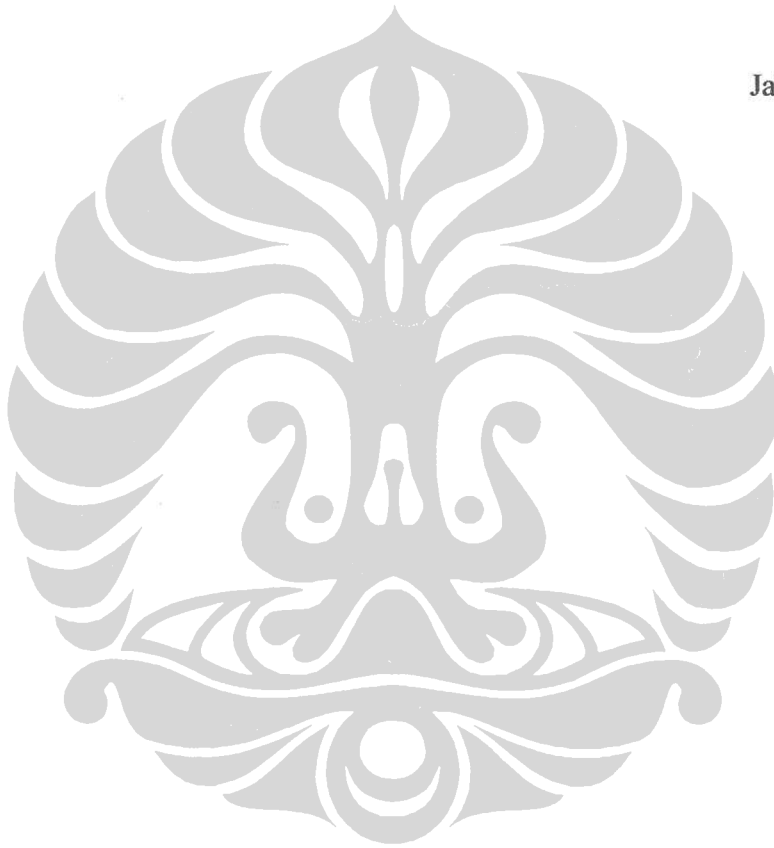
- (1) Prof. Dr. Lindawati Gani, selaku Ketua Program Maksi – PPAk Universitas Indonesia yang dalam kepemimpinannya telah menjadikan Maksi sebagai kampus yang tertata baik, disiplin dan sangat kondusif sehingga proses studi dapat berjalan dengan lancar tanpa kendala yang berarti;
- (2) Dr. Gede Harja Wasistha, selaku dosen pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga dan pikiran untuk mengarahkan penulis dalam penyusunan tesis ini
- (3) Seluruh Dosen beserta Staf akademis Program Magister Akuntansi Universitas Indonesia, yang telah membantu dan membimbing penulis selama masa perkuliahan.
- (4) Pimpinan dan karyawan *Production Sharing Contract X* yang telah banyak membantu dalam usaha memperoleh data yang saya perlukan.
- (5) Bapak, Ibu dan saudara-saudara di Purworejo dan Yogyakarta yang telah memberikan dukungan moril serta materiil selama ini.
- (6) Istriku dan DD tercinta yang telah merelakan waktu yang sudah penulis habiskan selama masa perkuliahan, dan tidak habisnya berdoa untuk keberhasilan ayah.
- (7) Teman-teman satu angkatan di Program Maksi UI G/2009-II sore, yang selalu berjuang bersama-sama selama masa perkuliahan.

- (8) Pimpinan, jajaran manajemen, dan teman-teman divisi *finance* di kantor yang telah banyak membantu dalam penyelesaian tesis ini.

Akhir kata, penulis berharap Allah SWT berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga tesis ini dapat membawa manfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan.

Jakarta, 18 Januari 2012

Teguh Agus Prasetyo





**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI  
TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

---

Sebagai sivitas akademik Universitas Indonesia, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Teguh Agus Prasetyo  
NPM : 0906653756  
Program Studi : Magister Akuntansi  
Departemen : Akuntansi  
Fakultas : Ekonomi  
Jenis Karya : Tesis

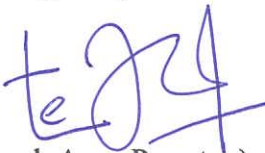
Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Indonesia **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul:

***Real Options Analysis Sebagai Alat Untuk Pengambilan Keputusan Pengembangan Sumur Minyak dan Gas Bumi (Studi Kasus di *Production Sharing Contract X*)***.

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan memublikasikan tugas karya akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di: Jakarta  
Pada tanggal: 18 Januari 2012  
Yang Menyatakan

  
(Teguh Agus Prasetyo)

## ABSTRAK

Nama : Teguh Agus Prasetyo  
Program Studi : Magister Akuntansi Universitas Indonesia  
Judul : *Real Options Analysis* Sebagai Alat Untuk Pengambilan Keputusan Pengembangan Sumur Minyak dan Gas Bumi (Studi Kasus di *Production Sharing Contract X*)

Penelitian ini menggunakan sebuah model untuk menilai dan melakukan pengambilan keputusan dengan mengintegrasikan analisis *discounted cash flow* (DCF) dan *real options analysis* (ROA) secara bersamaan dalam satu analisis. Arus kas dari suatu proyek di masa depan biasanya tidak bisa secara tepat diprediksi, dan oleh karena itu unsur ketidakpastian mengambil peranan penting dalam proses penilaian suatu proyek. Model ekonomi yang saat ini kebanyakan digunakan dalam proses pengambilan keputusan tidak selalu dapat dengan tepat mengindikasikan keuntungan dari suatu proyek. Salah satu cara untuk mengatasi masalah tersebut adalah menambahkan *real options analysis* ke dalam model ekonomi tersebut. Dalam penelitian ini, akan dijelaskan sebuah metode yang mengintegrasikan *real options analysis* dalam analisis dari proyek pengembangan sumur minyak dan gas bumi. Penelitian ini menyimpulkan bahwa nilai total dari suatu proyek akan berbeda ketika fleksibilitas (opsi manajemen) dimasukkan ke dalam perhitungan tersebut. Sehingga terlihat jelas bahwa fleksibilitas turut berkontribusi penambahan nilai suatu proyek.

Kata kunci:

*Real options analysis* (ROA), *DCF analysis*, *economic model*, fleksibilitas, dan opsi.



## ABSTRACT

Name : Teguh Agus Prasetyo  
Study Program : Magister Akuntansi Universitas Indonesia  
Title : Real Options Analysis as a Decision Tool in Oil and Gas Field Developments (Case Study at Production Sharing Contract X)

This study presents a model for valuation and decision making by integrating discounted cash flow (DCF) analysis and real options analysis (ROA) into one analysis. The future cash flow of a project is not usually predictable, and therefore uncertainty plays an important role into the process. Current economic models that support decision making process are not always capable of indicating the benefits of the projects. One way to resolve this is to add real options analysis into the economic model. The work presented on this study describes a methodology that incorporates real options analysis into the analysis of oil and gas field development project.

This study shows that there was a difference in the total value of the projects when flexibility (Management option) is accounted for. It is also highlighted the different manners that flexibility contributes to the project.

**Key words:**

Real options analysis (ROA), DCF analysis, Economic model, Flexibility, and Option

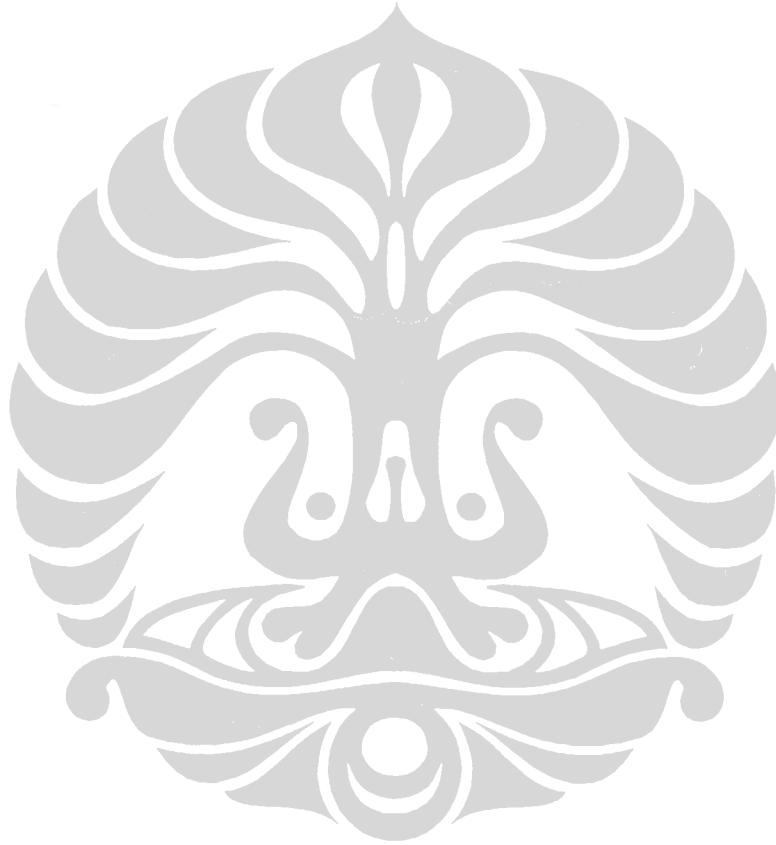
## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PERNYATAAN ORISINILITAS.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
LEMBAR PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH.....	vi
ABSTRAK.....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
1. PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Rumusan Masalah Penelitian.....	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Metode Penelitian.....	4
1.4.1 Metode Pengumpulan Data.....	4
1.4.2 Metode Analisis Data.....	4
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
1.6 Sistematika Penulisan.....	5
2. LANDASAN TEORI.....	7
2.1 Penelitian Terdahulu.....	7
2.2 Deskripsi Umum Industri Minyak dan Gas Bumi di Indonesia.....	8
2.3.1 Perhitungan Keekonomian di Model <i>Production Sharing Contract</i> (PSC).....	10
2.3.2 Faktor-Faktor Penyebab Ketidakpastian dan Risiko Dalam Industri Perminyakan.....	12
2.3 Metode Valuasi.....	12
2.3.1 Metode Berbasis <i>Discounted Cash Flow (DCF)</i> .....	13
2.3.1.1 <i>Net Present Value (NPV)</i> .....	13
2.3.1.2 <i>Internal Rate of Return (IRR)</i> .....	14
2.3.2 Metode Berbasis <i>Real option (RO)</i> .....	14
2.3.2.1 <i>Taxonomi Real Option</i> .....	15
2.3.2.2 Paradigma Dalam Konsep <i>Real Option</i> .....	17
2.3.2.3 Variabel-Variabel Dalam <i>Real Option</i> .....	17
2.3.2.4 <i>Financial Options Analogy</i> .....	19
2.3.2.4.1 Model Black Scholes Merton.....	19
2.3.2.4.2 Model Binomial.....	20
2.3.2.5 Pendekatan Empat Langkah Copeland dan Antikarov.....	24
2.3.3 Keterbatasan Pelaksanaan <i>Real Option</i> .....	25

<b>3. GAMBARAN UMUM PERUSAHAAN.....</b>	<b>27</b>
3.1 Sejarah Singkat Perusahaan.....	27
3.2 Ruang Lingkup Perusahaan.....	28
3.3 Kegiatan Bisnis Perusahaan.....	28
3.4 Visi dan Misi Perusahaan.....	29
3.5 Struktur Organisasi Perusahaan.....	30
3.6 Rencana Pengembangan Sumur Minyak M-128 <i>Offset</i> .....	31
3.6.1 Ringkasan Proyek Pengembangan Sumur Minyak M-128 <i>Offset</i> .....	32
3.7 Opsi Manajemen Atas Proyek Pengembangan Sumur Minyak M-128 <i>Offset</i> .....	34
3.7.1 Opsi Untuk Mengabaikan Proyek ( <i>Option to Abandon</i> ).....	35
3.7.2 Opsi Untuk Memperluas/Ekspansi Proyek ( <i>Option to Expand</i> )....	35
3.8 Latar Belakang Pemilihan Model Black Scholes Merton dan Model <i>Binomial Decision Trees</i> .....	36
<b>4. ANALISIS DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>37</b>
4.1 Perhitungan <i>Base Case</i> NPV.....	37
4.2 Perhitungan Nilai Opsi (Model Binomial).....	40
4.2.1 Opsi Untuk Mengabaikan Proyek ( <i>Option to Abandon</i> ).....	41
4.2.2 Opsi Untuk Memperluas Skala Proyek Investasi ( <i>Option to Expand</i> ).....	53
4.2.3 Perhitungan Nilai Opsi Secara Bersamaan ( <i>Mutually Exclusive Alternatives</i> ).....	60
4.3 Perhitungan Nilai Opsi (Model Black Scholes Merton).....	66
4.3.1 Opsi Untuk Mengembangkan Proyek ( <i>Option to Expand</i> ).....	68
4.3.2 Opsi Untuk Mengabaikan Proyek ( <i>Option to Abandon</i> ).....	71
4.4 <i>Summary</i> Nilai Opsi.....	75
4.5 Analisis Sensitivitas .....	76
<b>5. KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>78</b>
5.1 Kesimpulan.....	78
5.2 Batasan Penelitian.....	79
5.3 Saran.....	79
5.3.1 Saran Bagi Perusahaan.....	79
5.3.2 Saran Bagi Penelitian Selanjutnya.....	80
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>81</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Parameter <i>Real Options</i> .....	18
Gambar 3.1 Struktur Organisasi PSC X.....	30
Gambar 4.1 Nilai dari <i>Underlying Asset</i> untuk <i>Option to Abandon</i> .....	43
Gambar 4.2 <i>Decision Tree</i> untuk <i>Option to Abandon</i> .....	51
Gambar 4.3 <i>Decision Tree</i> untuk <i>Option to Expand</i> .....	58
Gambar 4.4 <i>Decision Tree Combinations of Option</i> .....	65
Gambar 4.5 Diagram Analisis Sensitivitas NPV dengan Perubahan Empat.....	77



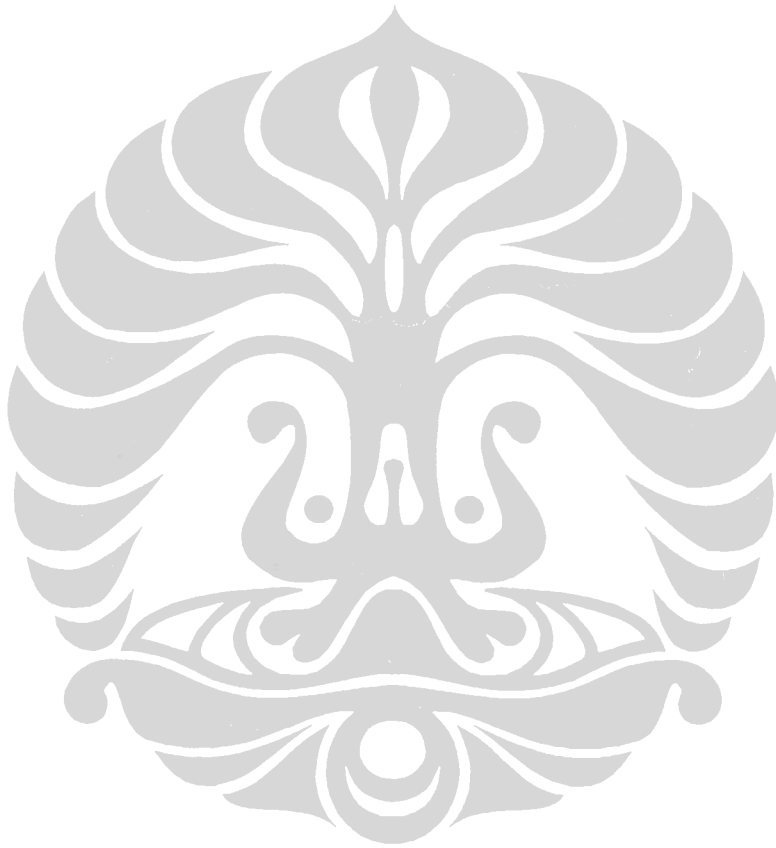
## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Analogi Antara Parameter <i>Financial Option</i> dan <i>Real Options</i> .....	19
Tabel 3.1 Data Teknis dan Komersial Pengembangan Sumur Minyak M-128 <i>Offset</i> .....	32
Tabel 4.1 Data Teknis dan Komersial Pengembangan Sumur Minyak M-128 <i>Offset</i> .....	37
Tabel 4.2 Perhitungan Arus Kas dan <i>Base Case NPV</i> .....	40
Tabel 4.3 <i>Payoff</i> Optimal Pada Titik-Titik Akhir ( <i>Option to Abandon</i> ).....	44
Tabel 4.4 Rekapitulasi Hasil Perhitungan <i>Option to Abandon</i> .....	52
Tabel 4.5 <i>Payoff</i> Optimal pada Titik-Titik Akhir ( <i>Option to Expand</i> ).....	53
Tabel 4.6 Rekapitulasi Hasil Perhitungan <i>Option to Expand</i> .....	59
Tabel 4.7 Nilai Masing-Masing <i>Real Option</i> Model Binomial.....	59
Tabel 4.8 <i>Payoff</i> di Titik-Titik Akhir ( <i>End Nodes</i> ) untuk <i>Combination of Options</i> .....	60
Tabel 4.9 Daftar Harga Rata-Rata Minyak ICP Jenis Badak Crude & BRC.....	67
Tabel 4.10 Nilai Variable $S_0$ dan $X$ <i>Option to Expand</i> dari Rumus BSM.....	69
Tabel 4.11 Asumsi <i>Option to Expand</i> dari Rumus BSM.....	69
Tabel 4.12 <i>Summary</i> Hasil Perhitungan Nilai <i>Option to Expand</i> .....	70
Tabel 4.13 Nilai Variable $S_0$ dan $X$ <i>Option to Abandon</i> dari Rumus BSM.....	72
Tabel 4.14 Asumsi <i>Option to Abandon</i> dari Rumus BSM.....	72
Tabel 4.15 Hasil Perhitungan Nilai <i>Option to Abandon</i> .....	74
Tabel 4.16 Nilai Masing-Masing <i>Real Options</i> Model BSM dan Binomial.....	75
Tabel 4.17 Analisis Sensitivitas.....	76

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1: Suku Bunga Sertifikat Bank Indonesia (SBI)

Lampiran 2: *Real Options Calculation Based on Production Sharing Contract*





# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang Masalah

Aktivitas kegiatan investasi di bidang eksplorasi minyak dan gas yang dilakukan memiliki risiko adanya kemungkinan tidak ditemukannya sumber minyak dan gas baru, atau ditemukan sumber minyak dan gas baru tetapi secara komersial tidak dapat memberikan keuntungan. Apabila hal tersebut terjadi, maka seluruh biaya eksplorasi yang telah dikeluarkan akan dibebankan sebagai biaya. Dalam hal inilah penilaian investasi proyek memegang peranan penting karena nilai perusahaan bisa secara langsung berkaitan dengan keputusan-keputusan perusahaan terkait investasi dan strategi pelaksanaan proyek tersebut.

Proyek pengembangan lapangan minyak merupakan proyek yang mengandung ketidakpastian yang tinggi (Dixit dan Pindyck, 1994). Hal itu dikarenakan obyek atas pengembangan tersebut adalah sesuatu yang berada di dalam perut bumi yang tidak secara pasti diketahui keberadaannya. Meskipun saat ini teknologi dalam industri minyak bumi sudah berkembang dengan pesat, namun hal tersebut tidak menghilangkan adanya unsur ketidakpastian secara keseluruhan. Selain ketidakpastian dalam hal teknis untuk menemukan suatu cadangan minyak, faktor non teknis lain seperti volatilitas harga minyak bumi juga patut dipertimbangkan.

Oleh karena hal tersebut diperlukan suatu metode yang tepat untuk melakukan analisis investasi agar menghasilkan keputusan yang baik dan tepat guna. Sebagian besar metode analisis investasi yang digunakan saat ini untuk pengambilan keputusan investasi adalah metode *discounted cash flow* atau *net present value* (NPV). Namun demikian, metode tersebut tidak memperhitungkan adanya variabel ketidakpastian yang mungkin ada di masa depan dan ketidakmampuan untuk membuat suatu keputusan investasi yang baik di dalam proyek yang besar (Babajide, 2007).

Kondisi ini menjadikan metode NPV menjadi tidak fleksibel karena nilai fleksibilitas untuk mempertimbangkan risiko diasumsikan tidak ada atau nol. Keputusan yang dihasilkan dengan menggunakan metode ini adalah proyek yang berpotensi akan ditolak untuk dikerjakan karena banyak faktor risiko dalam perhitungan NPV. Sedangkan proyek lain yang lebih pasti nilai NPV-nya, walaupun keuntungan yang didapat relatif kecil, akan tetap diambil.

Metode NPV didasari oleh informasi yang tersedia pada saat perhitungan dilakukan. Tetapi kondisi lingkungan bisnis yang tidak pasti membuat keputusan tersebut menjadi tidak lagi akurat dan tidak riil. Lebih spesifik, di dalam pengembangan sumur minyak bumi, keputusan investasi biasanya berdasarkan penghitungan NPV dengan harga minyak bumi yang telah ditentukan yang pasti akan berbeda-beda antar perusahaan. Oleh karena alasan ini, metode konvensional yang digunakan untuk membuat keputusan investasi proyek pengembangan sumur minyak bumi menjadi tidak efektif karena terdapat beberapa variabel ketidakpastian yang tidak dimasukkan dalam perhitungan kelayakan investasi tersebut.

Untuk itu diperlukan suatu metode tambahan selain penggunaan metode NPV sebagai bagian dalam proses analisis pengambilan keputusan. Metode tersebut harus memungkinkan para pengambil keputusan investasi tersebut memiliki opsi-opsi tertentu yang bisa diambil *contingent* terhadap keputusan sebelumnya. Adalah metode *Real Options* yang bisa digunakan sebagai alternatif dari metode standar yang sudah ada. Metode ini sudah selayaknya digunakan oleh perusahaan-perusahaan yang menghadapi banyak unsur-unsur ketidakpastian seperti halnya pengeboran lapangan minyak dan gas bumi yang menjadi objek penulisan karya akhir ini. Metode ini sudah meliputi evaluasi fleksibilitas dan strategi untuk meningkatkan nilai suatu proyek secara sistematis.

Metode *real option* ini berangkat dari filosofi *financial option* yang memberikan pemegang opsi hak untuk mengeksekusi opsi-opsi yang ada. Penekanan dari opsi ini adalah adanya hak, bukan kewajiban atau keharusan. Filosofi ini kemudian diterapkan ke dalam *real asset* dalam memandang suatu proyek investasi,

manajemen akan lebih tepat jika memandang peluang investasi sebagai sebuah opsi, bukan sebuah keputusan yang "go or no go" atau *committed*. Manajemen perlu memiliki fleksibilitas dalam merespon informasi tambahan yang diperoleh sehingga terhadap proyek ini manajemen memandangnya sebagai hak, bukan kewajiban untuk dilaksanakan. Fleksibilitas inilah yang menimbulkan *indirect cash flow* sehingga manajemen mendapatkan *total value* proyek investasi pengeboran lapangan minyak dan gas bumi ini.

## 1.2 Rumusan Masalah Penelitian

Dengan mengacu pada latar belakang masalah di atas, maka dapat ditentukan rumusan masalah adalah sebagai berikut:

1. Apakah penggunaan *Real Options Analysis* dapat memberikan nilai tambah di dalam pengambilan keputusan investasi pengembangan lapangan sumur minyak dan gas bumi pada PSC X, jika dibandingkan dengan metode konvensional (DCF dan NPV)?
2. Jika memang penggunaan *Real Options Analysis* dapat memberikan nilai tambah di dalam pengambilan keputusan investasi pengembangan lapangan sumur minyak dan gas bumi, faktor-faktor apa sajakah yang menyebabkannya?

## 1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah:

1. Untuk mengetahui adanya nilai tambah penggunaan *Real Options Analysis* di dalam pengambilan keputusan investasi pengembangan lapangan sumur minyak dan gas bumi pada PSC X, jika dibandingkan dengan metode konvensional (DCF dan NPV).
2. Untuk mengetahui faktor-faktor apa sajakah yang menyebabkan *Real Options Analysis* dapat memberikan nilai tambah di dalam pengambilan keputusan investasi pengembangan lapangan sumur minyak dan gas bumi.

## 1.4. Metode Penelitian

### 1.4.1 Metode Pengumpulan Data

Data diperoleh dari studi literatur dan data sekunder. Data-data tersebut merupakan data internal perusahaan ataupun data eksternal dari sumber-sumber penunjang lainnya di luar perusahaan. Data internal (kuantitatif maupun kualitatif) diperoleh selain mempelajari dokumen perusahaan juga lewat wawancara langsung dengan manajemen yang bertanggung-jawab terhadap proyek investasi yang dikaji.

### 1.4.2 Metode Analisis Data

Data-data yang telah diperoleh kemudian diolah dengan dua cara, yaitu dengan Model Black Scholes Merton dan Model Binomial bantuan *4 steps approach* (Copeland & Antikarov, 2001), sehingga diperoleh nilai tambahan atas NPV yang telah dihitung perusahaan. Tambahan nilai tersebut kemudian akan menjadi *total value* proyek ( $Total Value = NPV + \text{Nilai Opsi}$ ).

Dengan solusi numerik Model Black Scholes Merton dan Model Binomial, nilai *real option* dapat dihitung dengan asumsi *option* yang dimiliki manajemen adalah *simple option*, yaitu *option* dengan sumber ketidakpastian yang dapat disederhanakan hingga hanya dipengaruhi oleh satu unsur ketidakpastian saja. Hal ini kemudian disesuaikan dengan *replicating portfolio technique* yang digunakan pada model binomial yang hanya mampu menyertakan satu unsur ketidakpastian. Waktu pengamatan yang digunakan adalah triwulanan (*quarterly*) dan hanya enam bulan saja dengan asumsi tingkat bunga yang digunakan dalam enam bulan tersebut tidak berubah. Hal ini ditentukan secara intuitif mengingat umur opsi (*maturity date*) yang hanya enam bulan.

## 1.5 Manfaat Penelitian

Dengan adanya penggunaan metode *real options analysis* dalam melakukan analisis investasi di dalam pengembangan sumur minyak dan gas dibandingkan dengan metode konvensional *Discounted Cash Flow*, diharapkan manajemen

perusahaan selaku pengambil keputusan pada *oil company* dapat memperoleh manfaat nilai tambah, karena dalam metode *real options analysis* ini dalam perhitungan keekonomiannya mempertimbangkan juga variabel ketidakpastian dan fleksibilitas yang tidak dimasukkan pada perhitungan pada metode konvensional yang selama ini sering digunakan.

## 1.6 Sistematika Penulisan

Dalam penulisan karya akhir ini, keseluruhan pembahasan terbagi dalam 5 (lima) bab. Setiap bab terbagi dalam beberapa sub bab. Adapun perinciannya sebagai berikut:

### **Bab 1           PENDAHULUAN**

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai latar belakang dan motivasi penelitian, rumusan permasalahan dari penggunaan real options analysis sebagai alat dalam pengambilan keputusan investasi pengembangan sumur minyak dan gas, tujuan dan manfaat penelitian yang diharapkan, metode penelitian dan sistematika pembahasan.

### **Bab 2           LANDASAN TEORI**

Bab ini akan menguraikan tentang teori-teori yang relevan dengan penelitian dan dijadikan sebagai acuan dalam penelitian. Pada bab ini juga memuat hasil-hasil penelitian sebelumnya yang memberikan pengaruh kepada penulisan karya akhir ini.

### **Bab 3           GAMBARAN UMUM PERUSAHAAN**

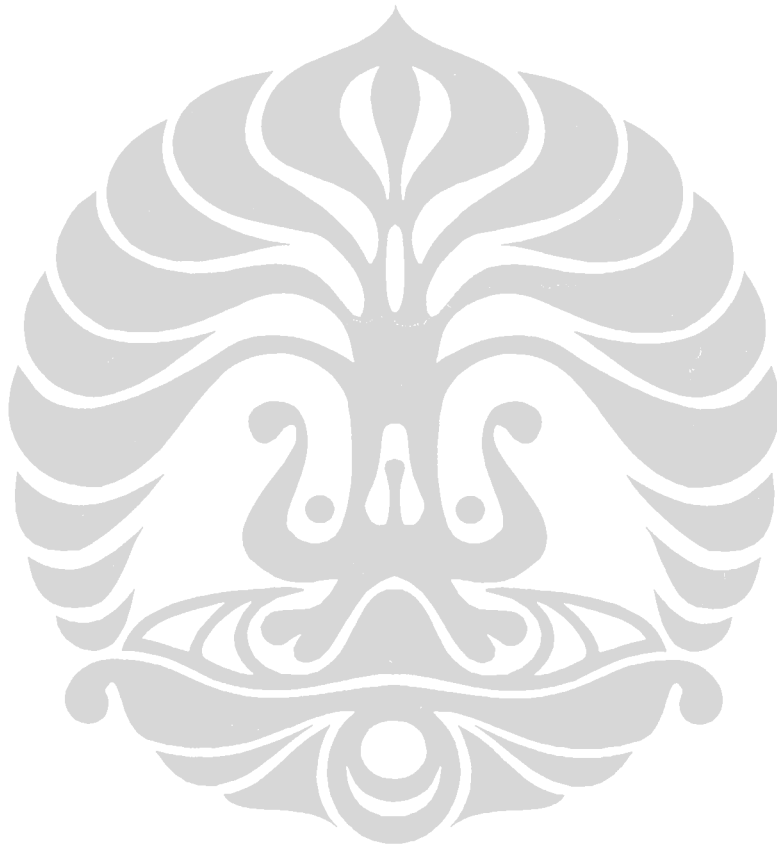
Bab ini memberikan gambaran umum perusahaan meliputi sejarah perusahaan, ruang lingkup perusahaan, kegiatan bisnis perusahaan, visi dan misi perusahaan, serta rencana pengembangan lapangan investasi lapangan minyak yang akan menjadi bahan penulisan karya akhir ini.

**Bab 4 ANALISIS DAN PEMBAHASAN**

Bab ini akan membahas dan menganalisis hasil perhitungan yang dilakukan berdasarkan metode *Real Options Analysis*.

**Bab 5 KESIMPULAN DAN SARAN**

Bab ini berisikan tentang kesimpulan yang diperoleh dari penelitian yang dilakukan dan saran yang dijadikan pertimbangan sebagai tindak lanjut terhadap hasil penelitian ini.





## BAB 2 LANDASAN TEORI

### 2.1 Penelitian Terdahulu

Penggunaan analisis *real option* sebagai suatu alat pengambilan keputusan dalam proyek investasi pengembangan lapangan sumur minyak bumi yang telah dilakukan oleh Babajide (2001) menghasilkan kesimpulan bahwa penggunaan *real option* dalam hubungannya dengan analisis keputusan akan memaksimalkan nilai ekspektasi dari proyek investasi pengembangan lapangan sumur minyak bumi. Selain itu, *real option* juga menciptakan adanya fleksibilitas terhadap keputusan yang akan diambil dalam hubungannya dengan ketidakpastian kondisi di masa depan.

Lebih lanjut, Dezen dan Morooka (2002) dalam karya *paper*-nya yang berjudul penerapan *real option* dalam pemilihan teknologi alternatif untuk pengembangan lapangan sumur minyak *offshore*, menyimpulkan bahwa *real option* adalah suatu alat yang dapat membantu manajemen dalam hal penggambaran nilai dari suatu fleksibilitas dan membantu dalam memodelkan suatu rencana eksekusi keputusan dalam hubungannya dalam tujuan strategik perusahaan.

Selanjutnya Kvalevag (2009) melakukan penelitian terhadap penggunaan *Discounted Cashflow (DCF) Analysis* dan *Real option* sebagai basis dalam pengambilan keputusan untuk investasi pengembangan lapangan minyak dan gas bumi. Hasil dari penelitian tersebut adalah perhitungan dengan model *real option* memberikan hasil perhitungan yang lebih besar dalam hal ekspektasi nilai proyek dibandingkan dengan *DCF analysis*.

Menurut Sarumpaet (2004) dalam penelitiannya yang berjudul penerapan *real options* dengan model binomial dalam penilaian proyek investasi lapangan minyak “*Oilenergy-2*”, menyimpulkan bahwa pendekatan *capital budgeting* standar NPV meng-*undervalue* seluruh nilai lapangan minyak lepas pantai, baik untuk *base case* maupun *expanded case*. Hal ini diakibatkan oleh kalkulasi yang

sifatnya tidak responsif terhadap perubahan yang mungkin terjadi sepanjang umur proyek investasi tersebut.

Seperti penelitian-penelitian di atas, penelitian dari Lima dan Suslick (2008) memberikan hasil yang positif atas penggunaan dari model *real option* dalam pengambilan keputusan dalam proyek investasi pengembangan lapangan minyak dan gas bumi. Lebih lanjut dalam kesimpulannya, bahwa perhitungan dengan model *real option* memperbaiki perhitungan dengan model konvensional NPV terutama dalam hal adanya fleksibilitas dalam menghadapi ketidakpastian proyek di masa depan.

## 2.2 Deskripsi Umum Industri Minyak dan Gas Bumi di Indonesia

Pada dasarnya seluruh kegiatan penguasaan dan pengusahaan minyak dan gas bumi di industri minyak dan gas bumi Indonesia dilaksanakan dengan mengacu pada Undang-Undang Dasar Negara Republik Indonesia pasal 33 ayat 2 dan 3. Menurut Undang-Undang Dasar Negara Republik Indonesia tersebut bahwa cabang-cabang produksi yang penting bagi negara dan menguasai hajat hidup orang banyak dikuasai oleh negara dan demikian pula bumi, air, dan kekayaan alam yang terkandung di dalamnya dikuasai oleh negara dan dipergunakan sebesar-besarnya bagi kemakmuran dan kesejahteraan rakyat.

Sedangkan secara khusus peraturan dan pengaturan tentang minyak dan gas bumi Indonesia sendiri diatur oleh Undang-Undang No. 22 Tahun 2001. Menurut Undang-Undang tersebut, penguasaan dan pengusahaan minyak dan gas bumi sepenuhnya adalah dikuasai dan diatur oleh negara. Penguasaan dan pengaturan oleh negara tersebut mengandung arti bahwa agar kekayaan nasional tersebut dimanfaatkan bagi sebesar-besarnya kemakmuran seluruh rakyat Indonesia. Dengan demikian berdasarkan undang-undang tersebut baik perseorangan, masyarakat, maupun pelaku usaha, dan sekalipun memiliki tanah hak atas sebidang tanah di permukaan tidak mempunyai hak menguasai ataupun memiliki minyak dan gas bumi yang terkandung di bawahnya.

Menurut Undang-Undang No. 22 Tahun 2001 ruang lingkup dari perusahaan minyak dan gas bumi Indonesia adalah terdiri: pertama kegiatan usaha hulu, yang mencakup eksplorasi dan eksploitasi; dan kedua kegiatan usaha hilir, yang mencakup pengolahan, pengangkutan, penyimpanan, dan niaga.

Menurut Undang-Undang No. 22 Tahun 2001, sesungguhnya kegiatan perusahaan minyak dan gas bumi adalah seperti usaha di industri lainnya, yang ditentukan oleh mekanisme persaingan pasar, akan tetapi seluruh kegiatannya diatur oleh negara. Kegiatan eksplorasi dan eksploitasi minyak dan gas bumi berdasarkan undang-undang tersebut dikelola oleh Badan Pelaksana Kegiatan Usaha Hulu Minyak dan Gas Bumi (BP-MIGAS), sedangkan pada kegiatan perusahaan di sektor hilir minyak dan gas bumi diatur oleh Badan Pengatur Kegiatan Usaha Hilir Minyak dan Gas Bumi (BPH-MIGAS) di bawah koordinasi Departemen Energi dan Sumberdaya Mineral melalui persetujuan Dewan Perwakilan Rakyat (DPR).

Untuk memberdayakan sumber daya alam, pemerintah Indonesia melakukan pendekatan inovatif bagi perjanjian bisnis dengan pihak ketiga yang pada umumnya adalah kontraktor asing. Kerjasama ini dituangkan dalam suatu bentuk kerjasama bagi hasil, yaitu *Production Sharing Contract* (PSC). PSC didefinisikan sebagai kontrak kerja sama antara pemerintah Indonesia dengan kontraktor perminyakan untuk melakukan kegiatan eksplorasi dan eksploitasi pada suatu lokasi berdasarkan pembagian atas hasil produksi. Dalam sejarahnya konsep PSC ini telah banyak berkembang dari sejak diperkenalkan pertama kali pada kurun waktu 1960-an. Pada periode tahun 1964 – 1977 (generasi PSC I), Pertamina masih sebagai manajemen operasi yang mendapat bagian sebesar 35% dari produksi setelah dikurangi pengembalian biaya dari kontraktor (*cost recovery*). Kontraktor mendapat bagian sebesar 35% dan hanya diijinkan mengembalikan biaya sebesar 40% dari pendapatan kotor. Dalam generasi ini, pajak penghasilan dari kontraktor dibayar oleh Pertamina.

Pada periode tahun 1978 – 1988 (generasi PSC II), Pertamina masih sebagai manajemen operasi, namun bagian pemerintah untuk minyak berubah menjadi

65.91% sedangkan gas menjadi 31.8%. Dalam generasi ini tidak ada batasan *cost recovery* namun pajak penghasilan sebesar 56% harus dibayar langsung oleh kontraktor kepada pemerintah. Pada tahun 1984, terjadi perubahan besaran pajak dari 56% menjadi 48%. Untuk menyesuaikan perhitungan bagi hasil setelah berlakunya pajak yang baru ini, maka untuk kontrak-kontrak yang sudah ditandatangani dilakukan amandemen agar bagian kontraktor setelah pajak tetap sama dengan perhitungan sebelumnya.

Pada periode tahun 1989 sampai sekarang (generasi PSC III), terdapat beberapa paket insentif yang dikeluarkan pemerintah, antara lain seperti paket insentif yang dikeluarkan pada tanggal 31 Agustus 1988, pemerintah dapat memberikan *investment credit* kepada kontraktor tanpa syarat pemerintah harus mendapat 49% dari pendapatan kotor. Pada paket ini juga diperkenalkan istilah *First Tranche Petroleum* (FTP) sebesar 20% dalam kontrak PSC. Pemberlakuan FTP ini dimaksudkan agar kontraktor dan pemerintah akan selalu mendapatkan bagian dari pendapatan tanpa harus menunggu habisnya biaya yang belum di-*recovery* sebelumnya (*unrecovered cost*).

### 2.2.1 Perhitungan Keekonomian di Model *Production Sharing Contract* (PSC)

Dalam perhitungan keekonomian sumur M-128 *offset* ini, ada beberapa istilah yang digunakan sebagaimana umumnya pada industri perminyakan di Indonesia. Berikut ini adalah beberapa istilah yang digunakan dalam perhitungan keekonomian tersebut:

a) *Production*

Menunjukkan jumlah minyak dan gas yang diproduksi per tahun selama kurun waktu proyek dikerjakan. Jumlah produksi diperoleh dari produksi minyak dan gas per hari dikali 365 hari (asumsi jumlah hari produksi selama setahun).

b) *Gross Revenue*

Adalah perkalian antara produksi dengan asumsi harga minyak dan gas.

c) *First Tranche Petroleum (FTP)*

FTP merupakan sistem penyisihan sejumlah tertentu hasil produksi minyak dan gas yang dihasilkan sebelum digunakan untuk pemulihan biaya (*cost recovery*). Konsep ini menetapkan adanya bagian produksi yang pasti dibagi yang merupakan penyisihan pertama produksi. Penyisihan tersebut dikenakan sebesar 20% dari produksi minyak dan gas yang tidak dibebani terlebih dahulu oleh *cost recovery* sehingga merupakan bagian produksi minyak dan gas tetap bagi Indonesia dan kontraktor pada industri perminyakan Indonesia. Ini didasari oleh pemikiran bahwa negara memperbolehkan eksplorasi dan eksploitasi dilakukan adalah untuk memperoleh manfaat dari setiap mineral yang dikeluarkan dari perut bumi Indonesia. Sehingga, betapapun besarnya risiko perusahaan, negara pemilik mineral harus menikmati jaminan penerimaan.

d) *Cost Recovery*

Adalah biaya operasi perusahaan yang dapat diperoleh kembali setelah perusahaan tersebut mulai berproduksi. Dengan adanya ketentuan ini, maka perusahaan diizinkan untuk memulihkan biaya-biaya eksplorasi, operasi, *capital cost*, depresiasi dan amortisasi, dan juga biaya-biaya yang belum dipulihkan pada tahun-tahun sebelumnya.

e) *Domestic Market Obligation (DMO)*

Pihak pemerintah mensyaratkan pihak kontraktor untuk bersedia menjual 25% minyaknya kepada Pertamina untuk didistribusikan di pasar domestik.

f) *Investment Credit*

Adalah sebuah insentif bagi kontraktor berupa izin untuk memulihkan bagian modal investasi pada saat perusahaan mulai berproduksi. *Investment credit* tidak selalu diberikan oleh Pemerintah Indonesia kepada kontraktor. Insentif ini diberikan kepada proyek-proyek pengembangan lapangan baru.

g) *Contractor Equity to be Split*

Pendapatan kotor setelah dikurangi biaya-biaya operasi (*cost recovery*) disebut *profit oil*. *Profit oil* inilah yang kemudian dibagi antara Pertamina

dengan PSC X. Setelah dipotong pajak, maka *oil profit* bagian kontraktor tersebut dapat disebut sebagai *oil equity* dari kontraktor.

h) *Net Cash Flow* (NCF)

NCF merupakan *total revenue* dikurangi dengan *total cost*.

### 2.2.2 Faktor-Faktor Penyebab Ketidakpastian dan Risiko dalam Industri Perminyakan

Ada beberapa faktor yang menyebabkan adanya ketidakpastian dan risiko dalam industri perminyakan, yaitu sebagai berikut:

a) **Harga Minyak dan Gas Bumi**

Harga minyak dan gas bumi merupakan faktor yang sangat mempengaruhi kelangsungan dari industri minyak dan gas bumi

b) **Teknologi**

Teknologi yang ada sekarang dan yang akan datang akan memungkinkan suatu kontraktor dapat mengambil manfaat dari lapangan minyak dan gas bumi yang sebelumnya dinilai sangat susah baik secara kondisi maupun cara pengambilannya.

c) **Biaya dan Inflasi**

Level dari nilai investasi dan biaya operasi adalah faktor-faktor selain yang sudah dibahas sebelumnya yang juga merupakan faktor yang mempengaruhi adanya ketidakpastian di dalam industri minyak dan gas bumi. Atau dapat dikatakan level biaya yang akan dikeluarkan akan mempengaruhi nilai keuntungan dari proyek tersebut.

### 2.3 Metode Valuasi

Adapun alat ukur dari valuasi suatu proyek adalah berapa nilai ekonomis proyek tersebut saat ini berdasarkan pendapatan yang akan diperoleh dari investasi yang dikeluarkan pada proyek tersebut. Besarnya nilai ini akan memperlihatkan



seberapa besar proyek dapat memberikan nilai tambah terhadap perusahaan. Metode valuasi proyek terbagi menjadi dua bagian yaitu:

- a) Metode berbasis *Discounted Cash Flow* (DCF)
- b) Metode berbasis *Real option* (RO)

### 2.3.1 Metode Berbasis *Discounted Cash Flow* (DCF)

Saat ini teknik penilaian proyek masih didominasi oleh DCF. Hal ini senada dengan pernyataan Emhjellen dan Alaouze (2003) bahwa metode DCF masih merupakan metode yang paling sering digunakan dalam penilaian proyek di perusahaan-perusahaan minyak. Dalam metode DCF nilai dari suatu aset merupakan *present value* dari *expected cash flow asset* tersebut yang kemudian didiskontokan pada suatu nilai *discount rate* yang menggambarkan tingkat risiko dari *expected cash flow* tersebut (Damodaran, 2006). *Expected cash flow* dapat merupakan bentuk yang berbeda, misalkan berupa dividen, *coupon/interest*, maupun *free cash flow*. Nilai *discount rate* merupakan nilai WACC (*Weighted Average Cost of Capital*) perusahaan yang terdiri dari *Cost of Equity* dan *Cost of Debt*.

Analisis DCF secara garis besar dibagi menjadi dua kategori, metode *Net Present Value* (NPV) dan metode *Internal Rate of Return* (IRR). Kedua metode ini mempunyai banyak persamaan, tetapi juga mempunyai beberapa perbedaan yang penting.

#### 2.3.1.1 *Net Present Value* (NPV)

NPV adalah nilai sekarang (*present value*) dari *cash flow* suatu investasi. Dasar dari metode ini adalah mengaplikasikan suatu *discount rate* (tingkat diskonto) tertentu untuk mengurangi nilai arus kas ke depan dari suatu proyek. Tingkat diskonto ini timbul sebagai kompensasi risiko akibat adanya ketidakpastian atas arus kas serta faktor penurunan nilai uang yang akan diterima di masa depan.

Suatu proyek dilihat nilai ekonomisnya saat ini dengan perhitungan NPV. Kriteria keputusan penilaian dengan pendekatan ini yaitu:

- a) Apabila NPV positif, maka proyek sebaiknya dijalankan.
- b) Apabila NPV negatif, maka proyek sebaiknya dibatalkan

$$NPV = -C_0 + \sum_{t=1}^n \frac{C_t}{(1+r)^t} \quad (2.1)$$

Keterangan:

$NPV$  : *Net Present Value*

$n$  : Usia aset

$C_t$  : *Cash flow* pada periode  $t$

$r$  : *Discount rate* yang merefleksikan *cash flow* yang bebas risiko

$C_0$  : Investasi awal

### 2.3.1.2 Internal Rate of Return (IRR)

IRR adalah tingkat pengembalian suatu investasi. IRR adalah tingkat suku bunga pada perhitungan NPV sehingga nilai NPV sama dengan nol. Rumus untuk menentukan IRR adalah rumus NPV. Keputusan investasi dengan indikator IRR adalah sebagai berikut:

- a) Apabila IRR lebih besar daripada  $r$  WACC maka proyek layak dijalankan.
- b) Apabila IRR lebih kecil daripada  $r$  WACC maka proyek tersebut tidak layak untuk dijalankan.

Menurut Brealey, Myers dan Allen (2006), penggunaan NPV lebih tepat daripada IRR dalam penilaian proyek di industri perminyakan karena adanya beberapa kelemahan karakteristik IRR yang bisa menimbulkan *misleading information* dalam pengambilan keputusan proyek.

### 2.3.2 Metode Berbasis *Real option* (RO)

Istilah "*Real Option*" diperkenalkan pertama kali oleh Stewart C. Myers dari MIT tahun 1977 dalam teori "*option pricing*". Aplikasi RO mulai menarik perhatian

industri sebagai suatu metode alternatif untuk melakukan suatu penilaian suatu project. Pertama kali aplikasi ini diterapkan dalam industri perminyakan yang mempunyai karakteristik industri yang tinggi faktor ketidakpastiannya. Dari sekian tulisan mengenai RO di industri perminyakan yang dipublikasikan selama kurun waktu 1980-an, model dari Paddock, Siegel dan Smith (1988) dianggap sebagai pendekatan klasik terbaik yang menganalogikan investasi di perminyakan dengan “*financial option*” di pasar keuangan. Pada dasarnya RO memiliki logika yang sama dengan *financial option*, yaitu memberikan perusahaan suatu opsi untuk memperoleh keuntungan dari ketidakpastian keadaan pasar yang akan datang. *Real option* adalah hak dan bukanlah sebuah kewajiban untuk mengambil suatu tindakan dalam hal ini investasi pada suatu harga tertentu yang disebut *exercise price* dan pada jangka waktu tertentu (Copeland, 2001). Dalam menilai cadangan minyak ada 5 parameter yang diperhitungkan dalam perhitungan *option pricing*, yaitu:

- a) Nilai saat ini dari *developed reserve* yang dapat diambil dari DCF project.
- b) Biaya investasi untuk mengembangkan *reserve* tersebut.
- c) *Depletion production* dari nilai *reserve* yang digunakan untuk memperhitungkan *return* yang diharapkan dari pemegang *interest* pada *reserve* tersebut.
- d) *Risk free interest rate* saat ini yang dapat diambil dari selisih *interest rate* dari suku bunga bank sentral dengan inflasi.
- e) Lamanya waktu hak pemegang *interest* atas kontrak pada *reserve*.

### **2.3.2.1 Taxonomi Real Option**

Menurut Trigeorgis (1993), Amram dan Kulatilaka (1999), dan Copeland dan Antikarov (2001), *real option* digolongkan berdasarkan beberapa tipe dari fleksibilitas yang didapatkan dari pilihan-pilihan yang tersedia, yaitu:

#### **a. Defferal Option**

Sebuah kesempatan untuk berinvestasi di masa mendatang dapat lebih berharga dibanding jika berinvestasi sekarang. Sebuah *defferal option*

memberikan kesempatan bagi seorang investor untuk menunggu hingga kondisi menjadi lebih baik. Suatu perusahaan minyak yang memiliki kontrak eksploitasi dan produksi migas mempunyai pilihan untuk menunggu kepastian mengenai harga atau sampai teknis baru ditemukan. Perusahaan akan menginvestasikan modalnya apabila harga minyak cukup tinggi sehingga proyek eksploitasi menjadi menguntungkan.

b. *The Option to Abandon*

Apabila harga migas turun sampai nilai yang sangat rendah, maka manajemen dapat mengambil keputusan untuk menghentikan proyek dan menjual proyek tersebut di pasar. *Option to abandon* merupakan sebuah *american put option* untuk menanggihkan sebuah proyek pada suatu nilai tertentu.

c. *The Option to Contract or Expand*

Sekali proyek dikerjakan, manajemen dapat mempercepat proyek tersebut sehingga produksi dapat dipercepat atau mengubah skala produksi menjadi lebih besar. Dalam sebuah proyek migas dimungkinkan untuk menambah sumur untuk mempercepat atau memperbesar produksi minyak.

d. *Switching Option*

Sebuah *switching option* memberikan fleksibilitas kepada manajemen untuk berpindah apabila pilihan lain lebih menguntungkan di masa depan.

e. *Compound Option*

Sebuah *compound option* merupakan sebuah opsi pada opsi. Investasi yang bertahap seperti eksplorasi, pengembangan dan produksi minyak bumi dikategorikan ke dalam opsi jenis ini.

f. *Rainbow Option*

Merupakan opsi yang sangat dipengaruhi oleh faktor ketidakpastian. Kebanyakan *real option* sangat dipengaruhi oleh faktor ketidakpastian baik itu harga jual unit sebuah barang, jumlah barang yang dapat terjual ataupun tingkat suku bunga sehingga membutuhkan model *compound rainbow option*.

Sebagai contoh, eksplorasi dan produksi minyak dan gas bumi, riset dan pengembangan, pengembangan produk baru dan lain-lain.

### 2.3.2.2 Paradigma dalam Konsep *Real Option*

*Real option* bukan hanya sekedar sebagai suatu teknik penilaian, namun lebih dari itu bagaimana merubah cara pandang kita terhadap nilai suatu proyek. Perubahan cara pandang ini tentunya membutuhkan perubahan paradigma kita dalam melakukan penilaian suatu proyek (Haq, 2009).

Paradigma lama dalam menilai suatu proyek selalu diiringi doktrin bahwa asumsi pada suatu proyek investasi sudah tidak dapat diubah dan bersifat deterministik. Asumsi ini biasanya datang dari manajemen atau para ahli yang telah diakui perusahaan sehingga hal ini menjadi tekanan dan mempersempit ruang fleksibilitas dalam menilai suatu proyek secara proporsional. Dalam paradigma baru, nilai suatu proyek tidak hanya bergantung dari asumsi parameter yang bersifat teknis, namun ada nilai strategis dari proyek yang juga harus dipertimbangkan. Dengan mengakomodasi adanya fleksibilitas manajemen, maka nilai *total value* proyek adalah:

$$\text{Total Value Project} = \text{NPV} + \text{Option Value} \quad (2.2)$$

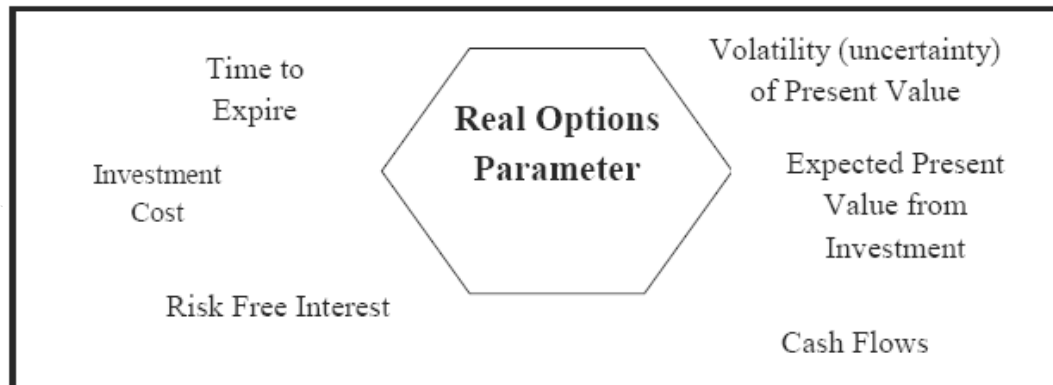
Keterangan:

*NPV* : nilai yang diperoleh dari data asumsi yang bersifat kuantitatif

*Option value* : nilai yang diperoleh dari strategi yang diterapkan manajemen.

### 2.3.2.3 Variabel-Variabel dalam *Real Option*

Selanjutnya, dalam melakukan penilaian secara *Real Option*, keenam parameter yang diperlukan untuk menghitungnya sebagaimana terlihat pada Gambar 2.1 di bawah ini:



**Gambar 2.1 Parameter *Real option***

Sumber: Haq, 2009

- a) *PV Arus Revenue*  
 Nilai arus pendapatan yang diharapkan sekarang dari investasi yang dilakukan. Peningkatan nilai ini akan meningkatkan nilai *real option*.
- b) *Volatilitas*  
 Volatilitas dari faktor-faktor yang mempengaruhi nilai proyek. Semakin tinggi tingkat volatilitas semakin tinggi nilai *real option*.
- c) *Umur Opsi*  
 Semakin lama suatu opsi itu berlaku maka semakin tinggi pula nilai *real option*-nya.
- d) *Biaya Investasi*  
 Semakin tinggi biaya investasi maka akan mengurangi nilai suatu proyek, sehingga nilai *real option*-nya akan berkurang.
- e) *Risk Free Interest Rate*  
 Semakin tinggi *risk free interest rate* maka nilai *real option* akan turun karena penyusutan nilai proyek di masa depan semakin tinggi.
- f) *Opportunity Lost*  
 Semakin tinggi *rate opportunity loss* akan menurunkan nilai *real option* jika terjadi penundaan investasi proyek.



### 2.3.2.4 Financial Options Analogy

Dalam rangka untuk memahami perhitungan dari *real option*, diperlukan pemahaman terhadap perhitungan dari *financial options* terlebih dahulu. Dalam *financial options*, parameter yang ada dalam suatu proyek dianalogikan dengan parameter yang ada dalam opsi keuangan.

#### 2.3.2.4.1 Model Black Scholes Merton

Perhitungan nilai opsi ini akan dihitung dengan formula dari model Black Scholes Merton sebagaimana terlihat di bawah ini:

$$c = S_0 N(d_1) - X e^{-rT} N(d_2) \quad (2.3)$$

$$p = X e^{-rT} N(-d_2) - S_0 N(-d_1) \quad (2.4)$$

$$d_1 = \frac{\ln(S_0/X) + (r + \sigma^2/2)T}{\sigma\sqrt{T}} \quad (2.5)$$

$$d_2 = \frac{\ln(S_0/X) + (r - \sigma^2/2)T}{\sigma\sqrt{T}} = d_1 - \sigma\sqrt{T} \quad (2.6)$$

Dalam model BSM ini, parameter-parameter yang ada dalam persamaan BSM dianalogikan dengan parameter yang ada dalam proyek investasi ini, seperti terlihat pada tabel di bawah ini:

**Tabel 2.1 Analogi Antara Parameter Financial Option dan Real Option**

Parameter	Financial Option	Real Option
$S_0$	Underlying asset	PV arus cash flow proyek
$X$	Harga eksekusi	PV biaya investasi proyek
$T$	Jangka waktu kontrak	Jangka waktu kontrak
$r$	Tingkat bebas risiko	Tingkat bebas risiko
$N$	Standar normal distribusi	Standar normal distribusi
$\sigma$	Volatilitas dari <i>financial asset</i>	Volatilitas <i>cash flow</i> dari proyek

Sumber: Lima dan Suslick, 2008

### 2.3.2.4.2 Model Binomial

Pada dasarnya model ini mirip dengan konsep *decision tree*, namun model ini mengasumsikan bahwa pada setiap akhir periode hanya ada dua kemungkinan perubahan yang akan terjadi pada harga *underlying asset*, yaitu kemungkinan harga "naik" atau "turun". Inti dari model ini adalah asumsi bahwa probabilitas harga *underlying asset* akan naik atau turun tidak bergantung pada preferensi risiko yang dimiliki oleh investor. Jadi, sifatnya "*risk neutral*". Dengan adanya asumsi ini, maka perhitungan dengan model binomial akan mengeliminasi kemungkinan kesalahan yang terjadi pada analisis *decision tree* yang memerlukan probabilitas sebagai input sehingga sifatnya cenderung subjektif, karena dalam model binomial tidak memerlukan probabilitas.

Metode ini termasuk metode yang paling sering digunakan dalam memperkirakan nilai suatu *option*. Prinsip model binomial ini adalah membuat *replicating portfolio* dengan menggunakan *risk free interest rate*. Dengan berpedoman pada *The Law of One Price*, *payoff* dari *option* tersebut tepat berkorelasi atau sama dengan *payoff portfolio* replikasi yang dibuat. Dengan kata lain, nilai *option* diperoleh dari nilai *replicating portfolio*.

Pada proses pengerjaan dengan menggunakan metode binomial ini asumsi yang dipegang adalah tidak adanya *arbitrage*. Asumsi ini sama halnya dengan yang berlaku pada solusi analitis Black-Scholes Merton.

Cox, Ross dan Rubinstein pada tahun 1979 telah menemukan hubungan yang membantu kita dalam memahami hubungan pergerakan "naik" dan "turun" pada *binomial tree* dengan standar deviasi return yang diberikan oleh *underlying asset*. Hasil yang mereka peroleh adalah sebagai berikut:

$$u = e^{\sigma\sqrt{\frac{T}{n}}}$$

$$d = e^{-\sigma\sqrt{\frac{T}{n}}}, \text{ atau } u = 1/d \quad (2.7)$$

Keterangan:

$e$  = fungsi eksponensial yang besarnya 2,7183

$T$  = umur proyek

$n$  = jumlah periode sepanjang umur proyek

$\sigma$  = standar deviasi yang diberikan oleh *underlying asset*

Sedangkan untuk memperoleh *risk neutral probabilities* pada *binomial tree*, diperoleh dengan mengandaikan setiap opsi yang dimiliki manajemen merupakan sebuah *call option* dengan nilai sekarang.

$$C_0 = \left[ \frac{pCu + (1-p)Cd}{(1+rf)} \right] \quad (2.8)$$

Selanjutnya, dalam menentukan nilai *option* yang memiliki *time to mature* (waktu jatuh tempo) pada model binomial kita dapat menggunakan salah satu dari dua buah pendekatan yang ada. Dalam penelitian ini, digunakan pendekatan pertama dari dua buah pendekatan tersebut, yang akan dijelaskan berikut ini:

a) Pendekatan *Replicating Portfolio*

Penilaian aktual opsi secara praktis telah difasilitasi oleh Cox dan Ross pada tahun 1976. Keduanya membuktikan bahwa sebuah *option* dapat diciptakan dengan upaya replikasi. Atau dengan kata lain menciptakan “*synthetic option*” dari sebuah portfolio yang setara dari sekuritas yang diperdagangkan. Replikasi ini tidak dipengaruhi oleh preferensi risiko individu yang bersangkutan, pertimbangan *capital market equilibrium*, dan oleh *expected future payoffs* (yang probabilitas aktual-nya digantikan oleh *risk neutral probabilities*).

Pada prinsipnya, *real option* pun dapat dinilai sebagaimana *financial options* sekalipun *real option* tidak diperdagangkan (Sunden dan Geijsbeek, 1978). Penilaian dapat dilakukan menggunakan “*twin security*”. Dinamakan demikian sebab sekuritas ini memiliki karakteristik yang kembar atau sama dengan *real asset* yang tidak diperdagangkan tersebut.

Upaya replikasi *real option* dilakukan dengan membentuk *replicating portfolio* yang terdiri dari sejumlah unit *underlying asset* (yaitu *twin security*) dan sejumlah tertentu obligasi bebas risiko yang bersama-sama secara tepat mereplikasi *future return* opsi pada segala titik keadaan (*any state of nature*). Karena opsi dan *replicating portfolio* akan memberikan *future return* yang sama maka untuk menghindari peluang terjadinya *arbitrage*, opsi dan *replicating portfolio* harus dijual pada harga sekarang (*current price*) yang sama. Dalam hal ini unit *twin security* pembentuk *portfolio* dilambangkan dengan abjad  $m$ . Selain itu *portfolio* diupayakan untuk melibatkan satu sekuritas yang sifatnya bebas risiko yaitu obligasi bebas risiko yang dilambangkan dengan abjad  $B$ . Dengan demikian *portfolio* akan terdiri dari  $m$  unit *twin security* dan  $B$  unit obligasi bebas risiko.

*Replicating portfolio* dilakukan dengan menggunakan model Binomial dengan asumsi bahwa pada setiap akhir periode hanya ada dua kemungkinan perubahan yang akan terjadi pada harga *underlying asset*, yaitu *real asset* yang direplikasi. Kemungkinannya hanya ada dua, nilai akan naik atau turun.

Bila  $C_u$  merupakan *payoff option* dalam kondisi naik (*up*) dan  $C_d$  dalam kondisi turun (*down*), maka  $V_u$  adalah nilai dari *twin security* dasar pada kondisi naik dan  $V_d$  pada kondisi turun. Ketika kita mendapatkan berapa unit  $m$ , *twin security*, pada *replicating portfolio*, maka kita akan mendapatkan rasio antara hasil (*payoff*) opsi inkremental terhadap perubahan pada nilai *twin security*. Rasio ini disebut juga sebagai *hedge ratio*. *Hedge ratio* adalah jumlah saham yang diperlukan untuk mereplikasi suatu opsi untuk satu periode yang akan datang. Pada suatu *state of nature* model binomial, diperlukan dua buah persamaan untuk memperoleh nilai *hedge ratio*:

$$\begin{aligned} mVu + B (1 + r_f) &= C_u \\ - [m(V_d) + B (1 + r_f) &= C_d] \end{aligned} \quad (2.9)$$

$$m = \frac{C_u - C_d}{V_u - V_d}$$

Keterangan:

$C_u - C_d$ : *Incremental option payoff*

$V_u - V_d$ : Perubahan pada nilai *twin security*

$r_f$  : Tingkat suku bunga bebas risiko

$m$  : Unit *underlying risky asset*

$B$  : Unit obligasi bebas risiko

Persamaan di atas dapat diinterpretasikan bahwa penambahan nilai, secara inkremental pada proyek investasi pada satu titik keputusan dibagi dengan besarnya perubahan nilai saham itu sendiri menentukan jumlah saham yang diperlukan untuk mereplikasi nilai *real asset* tersebut. Perubahan atas nilai saham dapat terjadi karena pada setiap titik keputusan ada kemungkinan potensi untuk naik (*up*) ataupun turun (*down*). Sedangkan jumlah obligasi bebas risiko yang diperlukan, misalnya pada suatu titik keadaan (*state of nature*), diperoleh setelah menentukan terlebih dahulu unit  $m$  yang diperlukan. Misalkan pada suatu titik keadaan, diperoleh rumusan sebagai berikut:

$$m = \frac{(C_u - C_d)}{V_0(u - d)}$$

maka,

$$m(uV_0) + (1 + r_f)B = C_u$$

atau,

$$B = \frac{C_u - m(uV_0)}{(1 + r_f)} \quad (2.10)$$

Rumusan  $B$  akan berubah tergantung pada titik keadaan yang dihadapi. Seberapa akurat replikasi atau *tracking* yang dilakukan tergantung pada berlaku atau tidaknya *The Law of One Price*. Konsekuensinya, ketidakakuratan tergantung pada karakter khas (*private risk*) perusahaan dan tempat industri perusahaan berada.

### 2.3.2.5 Pendekatan Empat Langkah Copeland dan Antikarov

Dalam proses perhitungan nilai opsi yang diperoleh lewat penerapan *real option*, penelitian ini menggunakan *four step approach* (Copeland dan Antikarov, 2001) dengan langkah-langkah sebagai berikut:

a) Langkah ke-1

Dimulai dengan penilaian nilai proyek tanpa disertai adanya fleksibilitas, yaitu dengan metode *base case NPV* (Ross, Westerfield dan Jaffe, 2010). NPV pada proses penilaian option ini merupakan *current value* dari *underlying asset*, nilai sekarang dari proyek investasi tanpa disertai adanya fleksibilitas manajerial. Pada langkah ke-1 ini juga ditentukan *exercise price* opsi, umur berlakunya opsi, tingkat suku bunga bebas risiko tahunan, dan jumlah periode per tahun. Kemudian dari informasi ini kita bisa mengkalkulasi nilai pergerakan “naik” dan “turun” per periode, *risk free rate* per periode, dan *risk neutral probabilities*.

b) Langkah ke-2

Membuat *event tree* berdasarkan sekumpulan ketidakpastian yang menentukan volatilitas proyek. Memperkirakan *volatilitas rate of return* proyek seyogyanya dilakukan dengan tahapan-tahapan simulasi yang memerlukan ratusan hingga ribuan iterasi. Iterasi tersebut dilakukan untuk memperoleh gerak Brownian yang bersifat acak (*random walk*). Hasil dari fase ke-2 adalah *event tree*. *Event tree* merupakan jaringan/keterkaitan binomial yang memodelkan perilaku stokastik dari *underlying risky asset* yang diasumsikan menjadi nilai dari proyek investasi tanpa disertai adanya fleksibilitas.

c) Langkah ke-3

Mengidentifikasi keputusan-keputusan *real option* yang tersedia bagi manajemen dan mengarahkan *event tree* menjadi *decision tree*. Pada langkah ke-3 ini, diperoleh *payoff* dari titik-titik akhir pada *underlying assets*.

d) Langkah ke-4

Menggunakan portfolio replikasi untuk menilai proyek yang telah menyertakan fleksibilitas manajemen. Inilah yang akan menjadi nilai *real option*. Nilai ini akan menambahi nilai sekarang dari proyek, sehingga diperoleh *total value* atas proyek tersebut. Persamaan-persamaan yang digunakan dalam memperoleh nilai *option* dilakukan secara bertahap dimulai dari titik akhir (*endnodes*). Bentuk umum persamaan adalah sebagaimana yang tertulis pada persamaan 2.9 dan persamaan 2.10. Namun ini akan berubah-ubah sesuai dengan *state of nature* masing-masing titik.

### 2.3.3 Keterbatasan Pelaksanaan *Real Option*

Pada penerapan *real option*, seringkali didapati kelemahan atau keterbatasan (Amran dan Kulatilaka, 1999). Secara umum ada tiga hal yang menyebabkan hal tersebut, yaitu:

a) Risiko Pemodelan (*Model Risk*)

Meskipun model penelitian opsi meningkatkan kemampuan dalam penilaian aset finansial maupun non finansial, namun ini tetaplah model. Pengalaman mengatakan bahwa risiko ini disebabkan oleh input dan model strukturnya buruk sehingga gagal menangkap pemicu utama dari nilai opsi.

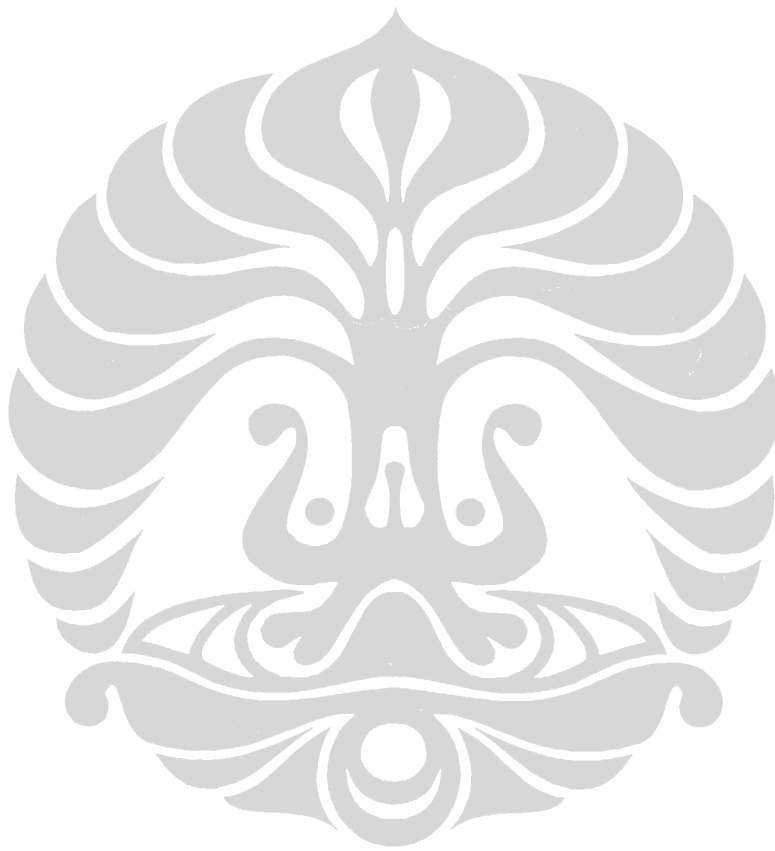
Membuat kerangka sebuah model memunculkan *trade-off*. Jika memasukkan terlalu banyak sumber ketidakpastian pada kerangka model, potensi terjadinya kesalahan *tracking* atau *replicating portfolio* menjadi semakin besar. Terlalu menspesifikkan risiko khas (*private risk*) juga berpotensi menyebabkan kesalahan model.

b) Risiko Dasar (*Basic Risk*)

Risiko ini muncul ketika terjadi perbedaan antara sekuritas yang diperdagangkan dengan aset dasar yang sesungguhnya.

c) Risiko Khas Perusahaan (*Private Risk*)

Risiko khas hampir ditemui pada semua perusahaan. Risiko jenis ini cukup berpengaruh dalam aplikasi real option. Termasuk dalam risiko ini adalah sebaran ukuran dari sebuah reservoir (cadangan) minyak yang masih berada di dalam bumi. Sifat dasar risiko ini adalah khas dan dapat berubah dari waktu ke waktu.





## BAB 3

### GAMBARAN UMUM PERUSAHAAN

#### 3.1 Sejarah Singkat Perusahaan

*Production Sharing Contract (PSC) X* merupakan suatu *joint venture* yang berada di bawah pengendalian bersama LASMO Sanga Sanga *Limited* dan BP *East Kalimantan Limited*. Menurut Undang-Undang No. 22 Tahun 2001, PSC X merupakan Bentuk Usaha Tetap (BUT) yang didirikan dan berbadan hukum di luar wilayah Negara Kesatuan Republik Indonesia yang melakukan kegiatan di wilayah Negara Kesatuan Republik Indonesia dan wajib mematuhi perundang-undangan yang berlaku di Republik Indonesia.

Perusahaan menandatangani perjanjian kerjasama pengelolaan minyak dan gas bumi dengan Pemerintah Indonesia pertama kali pada tahun 1968. Perjanjian kerjasama ini dikenal dengan istilah *Production Sharing Contract (PSC)*. PSC tahun 1968 ini sendiri dapat dikelompokkan menjadi PSC generasi pertama (1965 - 1975). PSC tahun 1968 ini berlaku hingga 30 tahun dimulai sejak tanggal 8 Agustus 1968. Setelah PSC tahun 1968 habis masa berlakunya pada tanggal 7 Agustus 1998, perjanjian baru yakni PSC *Extension* 1998 kemudian disepakati. Penandatanganan perjanjian ini dilakukan pada tanggal 23 April 1990, dan berlaku sejak tanggal 8 Agustus 1998. PSC *Extension* tahun 1998 ini dikelompokkan menjadi PSC generasi ketiga (1988 - sekarang). PSC tahun 1998 berlaku selama 20 tahun sampai dengan tanggal 7 Agustus 2018.

Permulaan operasional perusahaan diawali lebih dari sekitar empat puluh tahun yang lalu, yaitu sebuah perusahaan minyak bumi independen dari Amerika Serikat yang bernama *Huffington Company (Huffco)* yang dipimpin oleh Roy M. Huffington dan *General Arch Sproul* yang melakukan eksplorasi di cekungan Kutai di sungai Delta Mahakam, Kalimantan Timur. Dengan menggandeng Perusahaan *Ultramar Indonesia Limited*, *Union Texas East Kalimantan Limited* dan *Universe Tankships, Inc.*, pada bulan Februari 1972 Huffco menemukan daerah "Bdk" sebagai salah satu cadangan gas dan minyak bumi terbesar di

Kalimantan Timur. Pada awalnya perusahaan berusaha untuk menemukan cadangan minyak bumi, namun pada kenyataannya mereka menemukan cadangan gas alam yang sangat berlimpah dan menjadi catatan sebagai salah satu penemuan sumber energi terbesar di Indonesia.

Cadangan gas tersebut berada di lapangan "Bdk" yang terletak di tengah belantara hutan yang harus ditempuh ribuan mil. Kemudian dalam perkembangannya terciptalah suatu teknologi pencairan gas alam tersebut sehingga dapat dikapalkan kepada pembeli di luar negeri. Pertamina dengan dukungan dari Huffco, menandatangani perjanjian 20 tahun kontrak penjualan *Liquified Natural Gas* (LNG) pada Desember 1973 dengan lima perusahaan energi dan baja Jepang dan kemudian mendirikan perusahaan kilang gas di Bontang sebagai tempat untuk mengolah gas alam tersebut. Pengapalan pertama atas produk gas alam tersebut terjadi pada Agustus 1977 dengan negara tujuan Jepang adapun produk gas alam cair tersebut saat ini dikenal dengan LNG.

### **3.2 Ruang Lingkup Perusahaan**

PSC X adalah sebuah perusahaan yang bergerak di bidang kegiatan eksplorasi dan pengembangan minyak dan gas bumi di wilayah kerja Kalimantan Timur. Perusahaan bertanggung jawab kepada Pemerintah Indonesia dalam hal ini Badan Pelaksana Kegiatan Hulu Migas (BPMIGAS) atas kegiatan pengembangan cadangan minyak dan gas bumi yang dilakukan.

### **3.3 Kegiatan Bisnis Perusahaan**

Saat ini minyak dan gas bumi yang dihasilkan perusahaan berasal dari tujuh lapangan utama, yaitu: "Bdk", "N", "M", "S", "P", "Brs" dan "L" dengan rata produksi di tahun 2010 adalah 18.000 *barrel* (bbl)/hari untuk minyak bumi dan 424 *Million Metric Standard Cubic Feet* (MMSCF)/hari untuk gas alam.

Sebagian besar produksi gas alam dikirimkan ke pusat penyimpanan di PT Badak NGL untuk kemudian diolah menjadi LNG dan dikirimkan ke para pembeli di

Jepang, Korea dan Taiwan. Sementara itu, sebagian kecil produksi gas alam juga dikirimkan kepada beberapa industri methanol dan pupuk di dalam negeri yang berada di kawasan Kalimantan Timur, yaitu PT. Pupuk Kalimantan Timur, PT. Kalimantan Methanol Indonesia, PT. Kaltim Parna Industri dan PT. Kaltim Pasifik Indonesia. Sedangkan untuk produksi minyak bumi, seluruhnya dikirimkan kepada terminal penyimpanan di Santan, Kalimantan Timur dan kemudian dijual secara ekspor dan sebagian lagi untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri.

### 3.4 Visi dan Misi Perusahaan

Visi dan misi Perusahaan adalah sebagai berikut:

1) Visi Perusahaan

PSC X memiliki visi sebagai perusahaan energi yang dinamis, kompetitif, dan dapat diandalkan, serta memberikan kemakmuran terhadap para pekerja, pemegang saham dan Pemerintah Indonesia dengan tetap mempertahankan keunggulan di bidang operasi dan HSE (*Health, Safety, and Environment*).

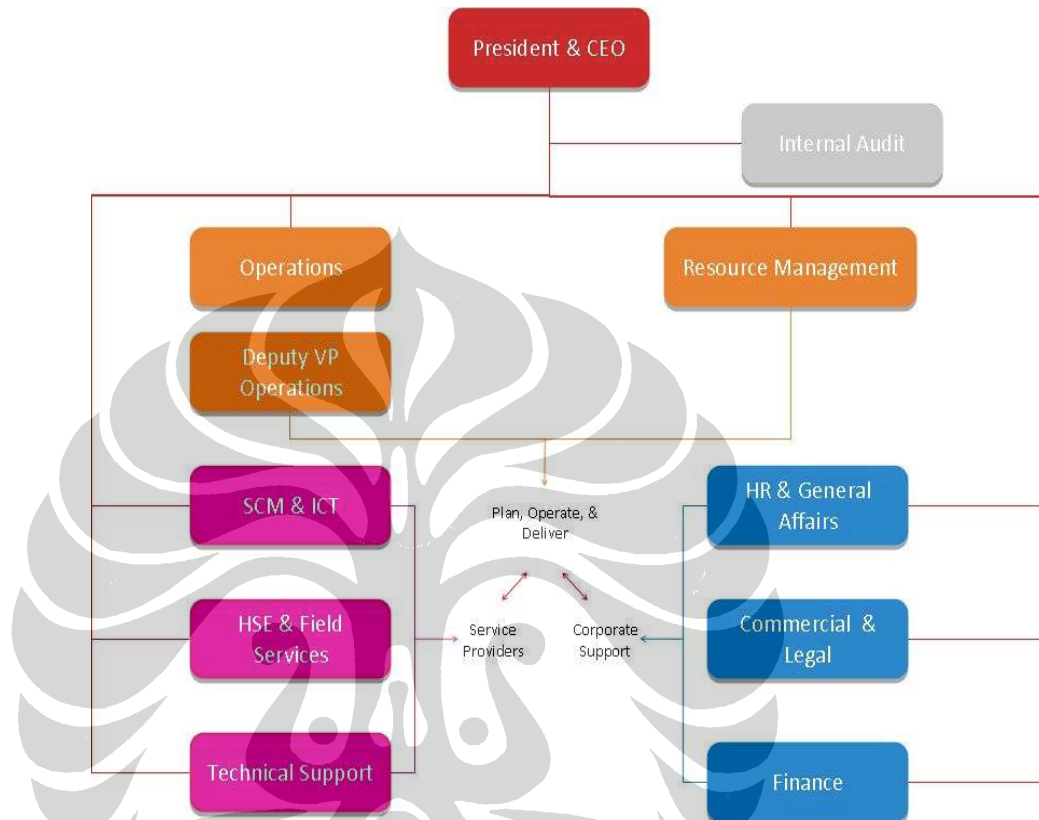
2) Misi Perusahaan

Sedangkan misi dari perusahaan yaitu, mengembangkan, menghasilkan dan mengirimkan gas dan minyak bumi dari Kalimantan Timur dengan cara yang dapat diandalkan untuk kemakmuran bagi Indonesia dan pemegang saham melalui:

- Penerapan teknologi tepat guna dan standar HSE Internasional yang tertinggi.
- Melaksanakan efektifitas biaya melalui perbaikan yang berkesinambungan di segala proses bisnis.
- Menciptakan lingkungan kerja yang terbaik bagi para profesional untuk mengembangkan potensinya secara maksimal.
- Meningkatkan kualitas hidup bagi semua pihak yang terkait termasuk masyarakat di sekitarnya.

### 3.5 Struktur Organisasi Perusahaan

Secara umum, perusahaan memiliki struktur organisasi sebagai berikut:



**Gambar 3.1 Struktur Organisasi PSC X**

(Situs Web PSC X. Telah diolah kembali. Diakses pada 13 Oktober 2011)

PSC X dipimpin oleh seorang *President & CEO* yang membawahi sembilan divisi. Kesembilan divisi tersebut, yaitu *Operations*, *Resource Management*, *Supply Chain Management (SCM) & Information, Communication, and Technology (ICT)*, *Health and Safety Environment (HSE) & Field Services*, *Technical Support*, *Human Resource (HR) & General Affairs*, *Commercial & Legal*, *Internal Audit*, dan *Finance*.

### 3.6 Rencana Pengembangan Sumur Minyak M-128 *Offset*

Sumur Minyak M-128 *Offset* terletak di bagian utara lapangan “M” yang merupakan sebuah lapangan minyak dan gas yang terletak di selatan Sungai Mahakam di barat kota kecil Handil. Lapangan ini mengelola tiga daerah, yakni “M”, “Brs”, dan “P”. Lapangan “M” merupakan yang terbesar dari ketiga daerah tersebut. Diantara ketiga lapangan tersebut, lapangan “Brs” adalah yang mempunyai *reservoir* minyak terbesar dan terletak di bagian selatan Lapangan “M”. Sedangkan lapangan “P” terletak di utara Lapangan “M” di tepi Sungai Dondang, dan merupakan lapangan yang pertama dikelola di antara ketiga daerah tersebut. Sampai dengan saat ini 77 sumur telah dibor di lapangan “M” dan “Brs” dan 31 sumur telah dibor di lapangan “P”. Peningkatan produksi gas terjadi di tahun 1999 dan tahun 2003 yang merupakan hasil dari strategi memaksimalkan pemulihan lapangan.

Pengembangan sumur tersebut direncanakan berdasarkan parameter-parameter biaya yang diperkirakan sebelumnya dan dievaluasi kembali pada proyek skala *pilot* (percobaan). Parameter-parameter tersebut kemudian digunakan sebagai masukan dalam analisis perhitungan keekonomian pengembangan sumur minyak M-128 *offset*. Penghitungan akan dilakukan menggunakan metode 4 langkah (Copeland dan Antikarov, 2001) dan sejalan dengan kerangka konsep perhitungan model kontrak PSC.

### 3.6.1 Ringkasan Proyek Pengembangan Sumur Minyak M-128 *Offset*

Berikut adalah data teknis dan komersial dari sumur M-128 *offset*:

**Tabel 3.1. Data Teknis dan Komersial Pengembangan Sumur Minyak M-128 *offset***

Data Input	Unit
<b>1. Data Teknis</b>	
<i>Project Name</i>	M-128 offset well
<i>Remaining Reserve</i>	707 MBOE
<i>Recoverable Reserve</i>	707 MBOE
Total investasi drilling dan fasilitas	4,308 US\$ ribu
Mulai produksi	Mei - 2011
Lamanya tahap produksi	3 tahun
Total biaya operasi	1,300 US\$ ribu
Unit biaya operasi (\$/bbl)	1.84 \$/bareil
<b>2. Data Komersial</b>	
<i>FTP share</i>	20%
<i>Contractor split share</i>	28.8462%
<i>Government split share</i>	71.1538%
<i>Final Tax rate</i>	48.00%
<i>DMO share</i>	25%
<b>3. Asumsi Keekonomian</b>	
Harga minyak sama selama produksi	114.41 \$/bareil
<i>Discount rate</i>	15%
<i>Rate depresiasi</i>	25%
<i>Metode depresiasi</i>	<i>Double declining</i>

Proyek pengembangan sumur minyak M-128 *offset* ini bertujuan untuk mengembangkan cadangan minyak dan gas di lapangan "M". Dari tabel 3.1 di atas dapat dijelaskan sebagai berikut:

#### 1) Data Teknis

- *Remaining* dan *Recoverable Reserve*

Dari hasil studi Geologi dan Geofisika (G&G) oleh perusahaan, diperoleh data bahwa dalam waktu 3 tahun ke depan, sumur ini akan berproduksi sebanyak 707 *Million Barrels of Oil Equivalent* (MBOE).

- Biaya Drilling dan Fasilitas

Biaya *drilling* dan fasilitas sebesar US\$4,308,000 ini adalah *capital expenditure* dari proyek yang terdiri dari biaya *intangible*, biaya *tangible*, biaya *flowline* (jaringan pipa pengangkut minyak dan gas) dan biaya fasilitas pendukung dari proyek sumur tersebut.

- Mulai dan Lamanya Produksi

Diperkirakan sumur M-128 offset akan mulai menghasilkan minyak dan gas pada bulan Mei 2011 dan akan terus menghasilkan sampai dengan tahun 2013.

- Biaya Operasi

Biaya operasi sebesar US\$1,300,000 ini adalah biaya untuk kegiatan operasi selama proyek ini berlangsung dan selama sumur ini masih berproduksi.

- Unit Biaya Operasi

Adalah nilai biaya yang dikeluarkan untuk setiap barel yang diproduksi, yaitu sebesar 1.84 \$/barrel.

## 2) Data Komersial

- *FTP Share*

FTP merupakan sistem penyisihan sejumlah tertentu hasil produksi minyak dan gas yang dihasilkan sebelum digunakan untuk pemulihan biaya (*cost recovery*). Konsep ini menetapkan adanya bagian produksi yang pasti dibagi yang merupakan penyisihan pertama produksi. Penyisihan tersebut dikenakan sebesar 20% dari produksi minyak dan gas yang tidak dibebani terlebih dahulu oleh *cost recovery* sehingga merupakan bagian produksi minyak dan gas tetap bagi Indonesia dan kontraktor pada industri perminyakan Indonesia.

- *Contractor Split Share*

Ini merupakan persentase bagian pendapatan dari kontraktor/perusahaan, tetapi belum dipotong pajak, yaitu sebesar 28.8462%.

- *Government Split Share*

Ini merupakan persentase bagian pendapatan dari negara, tetapi belum termasuk pajak dari kontraktor/perusahaan, yaitu sebesar 71.1538%.

- *Final Tax Rate*

Merupakan tarif pajak final perusahaan sebesar 48%.

- *DMO Share*

Kewajiban dari pemerintah yang mensyaratkan pihak kontraktor/perusahaan untuk menjual 25% produksi minyaknya kepada Pertamina untuk didistribusikan di pasar domestik.

### 3) Asumsi Keekonomian

- Harga Minyak

Harga minyak sebesar \$114.41 adalah harga proyeksi minyak rata-rata selama sumur tersebut berproduksi.

- *Discount Rate*

Besarnya tarif diskon memperhitungkan risiko pasar, risiko lapangan minyak, risiko lainnya terhadap operasional lapangan minyak dan berdasarkan perhitungan valuasi yang telah dilakukan sebelumnya di perusahaan maka digunakan tarif diskon 15%.

- Metode dan Tarif Depresiasi

Sesuai dengan perjanjian dalam *Production Sharing Contract* (PSC) antara pemerintah dan kontraktor, metode depresiasi atas aset dalam proyek ini adalah metode *double declining* dengan tarif depresiasinya adalah 25%.

### 3.7 Opsi Manajemen Atas Proyek Pengembangan Sumur Minyak M-128 Offset

Seperti yang telah dijelaskan dalam Bab 2, langkah pertama yang dilakukan adalah melakukan perhitungan *Net Present Value* (NPV) atas proyek tersebut. NPV yang dihasilkan tersebut menggambarkan nilai suatu proyek tanpa adanya unsur fleksibilitas di dalamnya. Fleksibilitas yang dimaksud adalah pilihan opsi yang dapat ditempuh manajemen terhadap proyek tersebut. Untuk kepentingan penulisan tesis ini, penelitian ini sengaja membatasi hanya terdapat dua opsi yang bisa ditempuh oleh manajemen terhadap proyek ini, yaitu *option to abandon* dan *option to expand*. Kedua opsi ini merupakan *simple options* seperti yang telah dijelaskan pada Bab 2.



### 3.7.1 Opsi Untuk Mengabaikan Proyek (*Option to Abandon*)

Opsi ini akan ditempuh jika terdapat informasi baru dari masa produksi awal yang membuktikan secara meyakinkan bahwa *reserves* tidak menunjukkan cadangan dan laju produksi seperti yang semula direncanakan dan perbedaannya sangat signifikan. Opsi ini dalam *financial option* dapat dianalogikan sebagai suatu *put option*. Apabila opsi ini dilakukan, maka seluruh biaya atas proyek ini yang telah dikeluarkan tidak dapat diperoleh kembali. Kemungkinan yang bisa dilakukan adalah menjual aset-aset atas proyek tersebut. Estimasi harga jual atas aset-aset dari lapangan minyak ini diperkirakan adalah sebesar US\$2,500,000 sampai dengan 6 bulan ke depan setelah proyek ini mulai berjalan (*maturity date* dari opsi ini) berdasarkan perhitungan oleh perusahaan.

### 3.7.2 Opsi Untuk Memperluas/Ekspansi Proyek (*Option to Expand*)

Opsi ini dilakukan jika informasi baru mampu membuktikan secara meyakinkan bahwa *proven reserves* yang mampu dikembangkan ternyata lebih besar dari yang semula diperkirakan. Opsi ini dalam *financial option* dapat dianalogikan sebagai suatu *call option*. PSC X berencana untuk menerapkan opsi memperluas skala proyek (*option to expand*) dengan menambah biaya investasi sebesar US\$360 (dalam US\$ ribu). Ekspansi ditempuh dengan cara melakukan usaha-usaha untuk menambah produksi minyak dengan menggunakan salah satu teknologi yang lebih baru seperti; memasang *mini station*, menginstalasi *water injection*, memakai *permanent coiled tubing gas lift* (PCTGL), melakukan *deliquification*, atau memasang *wellhead booster compressor* dan juga menambah jangka waktu produksi dari 3 tahun menjadi 4 tahun. Diharapkan dengan usaha tersebut, nilai dari proyek ini akan meningkat sebesar 10%.

### 3.8 Latar Belakang Pemilihan Model Black Scholes Merton dan Model *Binomial Decision Trees*

Metode penilaian keekonomian proyek modern mulai muncul ketika diaplikasikannya konsep opsi keuangan (*financial option*), metode ini dikenal dengan sebutan metode *real options*. Dalam praktiknya sendiri terdapat beberapa metode perhitungan *real options* dan yang akan digunakan penulis dalam perhitungan keekonomian proyek pada tesis ini adalah model Black Scholes Merton (BSM) dan model *Binomial Decision Trees*. Model BSM adalah model yang pertama kali ditemukan untuk memformulasikan perhitungan opsi. Dan dalam model ini, parameter yang ada dalam suatu proyek dianalogikan dengan parameter yang ada dalam opsi keuangan. Sedangkan menurut Haq (2009) pendekatan model binomial relatif lebih mudah dipahami karena dasar pemahamannya hampir sama dengan analisa *decision tree* yang lebih dulu banyak digunakan oleh praktisi penilaian proyek. Selain itu, kelebihan lain pendekatan ini menurut Copeland dan Antikarov (2001) adalah mampu mengarahkan perhitungan menjadi bersifat aljabar sehingga cenderung mudah untuk dipahami.

**BAB 4**  
**ANALISIS DAN PEMBAHASAN**

**4.1 Perhitungan *Base Case* NPV**

Berikut adalah data teknis dan komersial dari sumur M-128 *offset* yang merupakan komponen dalam menghitung nilai *net present value* (NPV) tanpa adanya unsur fleksibilitas:

**Tabel 4.1 Data Teknis dan Komersial Pengembangan Sumur Minyak M-128**

<i>Offset</i>	
<i>Data Input</i>	<i>Unit</i>
<b>1. Data Teknis</b>	
<i>Project Name</i>	M-128 offset well
<i>Remaining Reserve</i>	707 MBOE
<i>Recoverable Reserve</i>	707 MBOE
<b>Total investasi <i>drilling</i> dan fasilitas</b>	4,308 US\$ ribu
<b>Lamanya tahap konstruksi</b>	2 tahun
<b>Mulai produksi</b>	Mei - 2011
<b>Lamanya tahap produksi</b>	3 tahun
<b>Total biaya operasi</b>	1,300 US\$ ribu
<b>Unit biaya operasi (\$/bbl)</b>	1.84 \$/barel
<b>2. Data Komersial</b>	
<i>FTP share</i>	20%
<i>Contractor split share</i>	28.8462%
<i>Government split share</i>	71.1538%
<i>Final Tax rate</i>	48.00%
<i>DMO share</i>	25%
<b>3. Asumsi Keekonomian</b>	
<b>Harga minyak sama selama produksi</b>	114.41 \$/barel
<i>Discount rate</i>	15%
<b>Rate depresiasi</b>	25%
<b>Metode depresiasi</b>	<i>Double declining</i>

Dari tabel 4.1 di atas dapat dijelaskan sebagai berikut:

1) Data Teknis

- *Remaining dan Recoverable Reserve*

Dari hasil studi Geologi dan Geofisika (G&G) oleh perusahaan, diperoleh data bahwa dalam waktu 3 tahun ke depan, sumur ini akan berproduksi sebanyak *707 Million Barrels of Oil Equivalent (MBOE)*.

- *Biaya Drilling dan Fasilitas*

Biaya *drilling* dan fasilitas sebesar US\$4,308,000 ini adalah *capital expenditure* dari proyek yang terdiri dari biaya *intangibile*, biaya *tangible*, biaya *flowline* (jaringan pipa pengangkut minyak dan gas) dan biaya fasilitas pendukung dari proyek sumur tersebut.

- *Mulai dan Lamanya Produksi*

Diperkirakan sumur M-128 offset akan mulai menghasilkan minyak dan gas pada bulan Mei 2011 dan akan terus menghasilkan sampai dengan tahun 2013.

- *Biaya Operasi*

Biaya operasi sebesar US\$1,300,000 ini adalah total biaya untuk kegiatan operasi selama proyek ini berlangsung dan selama sumur ini masih berproduksi yang diperkirakan selama 3 tahun.

- *Unit Biaya Operasi*

Adalah nilai biaya yang dikeluarkan untuk setiap barel yang diproduksi, yaitu sebesar 1.84 US\$/*barrel*.

2) Data Komersial

- *FTP Share*

FTP merupakan sistem penyisihan sejumlah tertentu hasil produksi minyak dan gas yang dihasilkan sebelum digunakan untuk pemulihan biaya (*cost recovery*). Konsep ini menetapkan adanya bagian produksi yang pasti dibagi yang merupakan penyisihan pertama produksi. Penyisihan tersebut dikenakan sebesar 20% dari produksi minyak dan gas yang tidak dibebani terlebih

dahulu oleh *cost recovery* sehingga merupakan bagian produksi minyak dan gas tetap bagi Indonesia dan kontraktor pada industri perminyakan Indonesia.

- *Contractor Split Share*

Ini merupakan persentase bagian pendapatan dari kontraktor/perusahaan, tetapi belum dipotong pajak, yaitu sebesar 28.8462%.

- *Government Split Share*

Ini merupakan persentase bagian pendapatan dari negara, tetapi belum termasuk pajak dari kontraktor/perusahaan, yaitu sebesar 71.1538%.

- *Final Tax Rate*

Merupakan tarif pajak final perusahaan sebesar 48%.

- *DMO Share*

Kewajiban dari pemerintah yang mensyaratkan pihak kontraktor/ perusahaan untuk menjual 25% produksi minyaknya kepada Pertamina untuk didistribusikan di pasar domestik.

### 3) Asumsi Keekonomian

- *Harga Minyak*

Harga minyak sebesar US\$114.41 adalah harga proyeksi minyak rata-rata selama sumur tersebut berproduksi.

- *Discount Rate*

Besarnya tarif diskon bersifat *given* dari perusahaan dengan memperhitungkan risiko pasar, risiko lapangan minyak, risiko lainnya terhadap operasional lapangan minyak dan berdasarkan perhitungan valuasi yang telah dilakukan sebelumnya di perusahaan maka digunakan tarif diskon 15%.

- *Metode dan Tarif Depresiasi*

Sesuai dengan perjanjian dalam *Production Sharing Contract (PSC)* antara pemerintah dan kontraktor, metode depresiasi atas aset dalam proyek ini adalah metode *double declining* dengan tarif depresiasinya adalah 25%.

Dari data asumsi-asumsi yang terdapat di dalam tabel 4.1. kemudian dimasukkan ke dalam suatu perhitungan simulasi model *cash flow* berbasis *production sharing contract* (PSC) selama 3 tahun dari tahun 2011 hingga akhir tahun 2013. Hasil perhitungan *base case* NPV secara ringkasan dapat dilihat pada tabel 4.2 dan untuk perhitungan lebih rinci dapat dilihat pada lampiran 2:

**Tabel 4.2 Perhitungan Arus Kas dan *Base Case* NPV**

<b><i>PSC Calculation</i></b>	<b>Tahun</b>	<b>2010</b>	<b>2011</b>	<b>2012</b>	<b>2013</b>
<b><i>Total Contractor share</i></b>		-	2,909	6,416	2,836
Opex			369	875	56
Capex		4,208	100	-	-
<b><i>Net Cash Flow</i></b>		<b>(4,208)</b>	<b>2,440</b>	<b>5,541</b>	<b>2,780</b>

**Hasil Keekonomian**

DCF-NPV	\$3,419	ribu \$
IRR	63%	

Hasil perhitungan NPV dari proyek pengembangan sumur M-128 *offset* ini adalah sebesar US\$3,419 (dalam US\$ ribu) pada *discount rate* 15% dan basis tahun evaluasi adalah awal tahun 2010. Ini adalah nilai NPV proyek investasi tanpa adanya unsur fleksibilitas. Berdasarkan kriteria keekonomian NPV, proyek pengembangan sumur M-128 *offset* ini ekonomis karena nilai NPV-nya lebih besar dari 0.

#### 4.2 Perhitungan Nilai Opsi (Model Binomial)

Perhitungan nilai opsi ini akan dihitung dengan langkah-langkah yang telah ditentukan dalam pendekatan empat langkah (*four steps approach*) yang dikembangkan oleh Copeland dan Antikarov (2001) sebagaimana telah dijelaskan dalam Bab 2. Pendekatan empat langkah tersebut merupakan pendekatan sistematis yang dapat digunakan pada dua jenis cara perhitungan yang dipakai, yaitu dengan metode solusi model binomial dan simulasi Monte Carlo.

#### 4.2.1 Opsi Untuk Mengabaikan Proyek (*Option to Abandon*)

Langkah pertama yang dilakukan adalah melakukan perhitungan *base case Net Present Value* (NPV) proyek tanpa adanya unsur fleksibilitas. Perhitungan *base case Net Present Value* (NPV) untuk proyek ini telah dilakukan sebelumnya, dengan hasil NPV proyek ini adalah US\$3,419. Setelah memperoleh nilai NPV proyek, langkah ke-2 adalah menghitung *objective probabilities* dan *event tree* proyek. Sebelumnya nilai pergerakan naik (“*u*”) dan nilai pergerakan turun (“*d*”) dihitung terlebih dahulu dengan rumusan yang terdapat pada persamaan berikut (Cox, Ross & Rubinstein, 1979):

$$u = e^{\sigma \sqrt{\frac{T}{n}}} \quad (4.1)$$

$$d = e^{-\sigma \sqrt{\frac{T}{n}}}, \text{ atau } u = 1/d$$

Keterangan:

$e$  = fungsi eksponensial yang besarnya 2,7183

$T$  = umur proyek

$n$  = jumlah periode sepanjang umur proyek

$\sigma$  = standar deviasi yang diberikan oleh *underlying asset*

Umur proyek ini adalah 3 tahun dengan jumlah periode sepanjang umur proyek adalah 12 periode (dalam 1 tahun terdapat 4 periode). Dengan demikian nilai pergerakan naik (“*u*”) dan nilai pergerakan turun (“*d*”) adalah sebagai berikut:

$$u = e^{0.25 \sqrt{\frac{3}{12}}}$$

$$u = e^{0.25 \times 0.5} = e^{0.125} = 1.133148$$

$$d = 1/1.133148 = 0.882496$$

“*u*” dan “*d*” adalah *up movement* dan *down movement* untuk tiap periode. Untuk perhitungan *objective probabilities* dapat dilakukan dengan menggunakan triangularitas yang terjadi antara tiga parameter, yaitu *objective probabilities* (*p* dan *1-p*), *cost of capital* dan *expected payoff* pada tiap akhir periode (*uV<sub>0</sub>* dan *dV<sub>0</sub>*) berdasarkan volatilitas. Persamaan triangularitas (Copeland & Antikarov, 2001) tersebut adalah:

$$V_0 = p.u.V_0.e^{-kt} + (1-p).d.V_0.e^{-kt} \quad (4.2)$$

Dengan membagi sisi kiri dan kanan dengan *V<sub>0</sub>* diperoleh persamaan baru sebagai berikut:

$$1 = p.u.e^{-kt} + (1-p).d.e^{-kt} \quad (4.3)$$

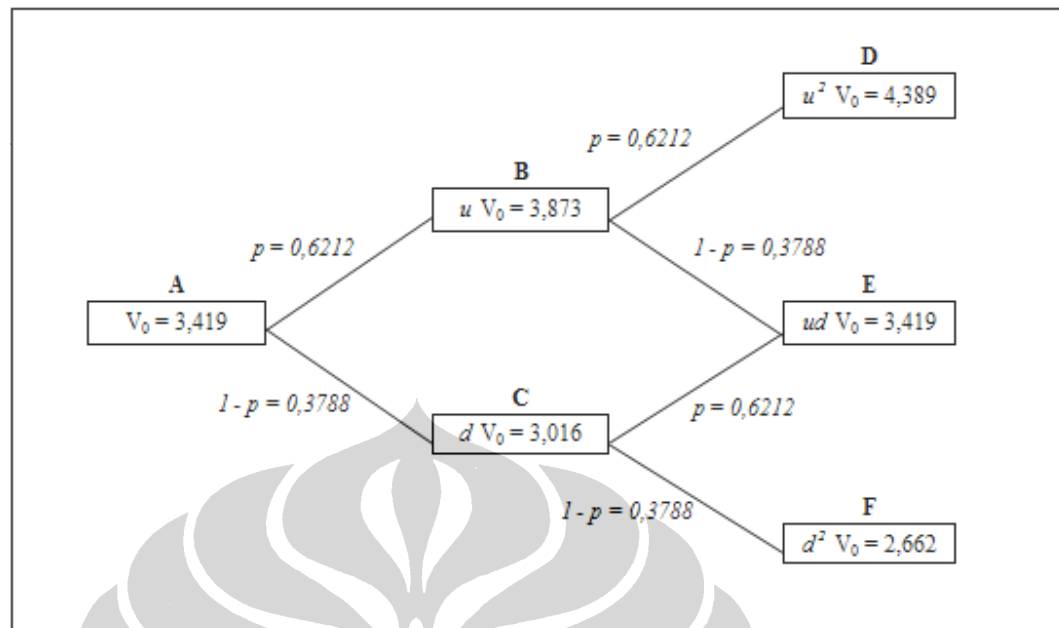
Kita telah mengetahui dua dari tiga nilai parameter tersebut di atas, sehingga nilai parameter lain dapat dihitung. Parameter yang akan dihitung nilainya adalah parameter *objective probabilities* (*p* dan *1-p*) untuk tiap periode.

$$\begin{aligned} 1 &= p.1.133148.e^{-0.15/4} + (1-p).0.882496.e^{-0.15/4} \\ 1 &= p.1.1022 \times 0.963194 + (1-p).0.882496 \times 0.963194 \\ 1 &= 1,091441 p + 0,850016 - 0,850016 p \\ p &= 0,621245 \\ 1 - p &= 0,378755 \end{aligned}$$

*Objective probabilities* menunjukkan estimasi probabilitas suatu keterjadian. Kemungkinan terjadinya pergerakan naik tiap periode adalah 62.12% sementara pergerakan turun kemungkinannya adalah 37.88%.

Setelah memperoleh volatilitas yang dinyatakan dalam wujud pergerakan naik dan turun, maka selanjutnya kita dapat menentukan *event tree*. *Event tree* menampilkan nilai dari *underlying asset* sesuai dengan volatilitas yang dimilikinya.





**Gambar 4.1 Nilai dari Underlying Asset untuk Option to Abandon  
(dalam US\$ ribu)**

Di dalam gambar 4.1, terlihat bahwa titik A memiliki nilai yang sama dengan titik E, hal ini terjadi karena pergerakan naik dan pergerakan turun saling simetris satu sama lain. Jika subinterval diperluas hingga tiga triwulan, maka pergerakan turun pada titik D, akan memiliki nilai yang sama dengan titik B.

Dalam langkah ketiga, untuk mencari solusi perhitungan nilai proyek dengan menambahkan fleksibilitas lewat *option to abandon*, maka perhitungan dimulai dari *decision tree* di titik-titik terakhir (D, E, F) yang memiliki hasil (*payoff*) optimal dan kemudian, perhitungannya dilakukan secara *backward*. Menurut Copeland & Antikarov pada tahun 2001 *payoff* pada tiap titik akhir diperoleh dengan menggunakan kriteria sebagai berikut:

$$payoff = MAX[V_t, X]$$

Kriteria ini menunjukkan bahwa *payoff* pasti lebih besar daripada *exercise price* yang telah ditetapkan, yaitu sebesar US\$3,000,000. Dengan demikian *payoff* optimal yang diperoleh untuk masing-masing titik akhir adalah:

**Tabel 4.3 *Payoff* Optimal Pada Titik-Titik Akhir (*Option to Abandon*)**

Titik	<i>Payoff</i>	Keputusan
D	$MAX[u^2 V, X] = MAX[4389, 3000]$	<i>Go</i>
E	$MAX[udV, X] = MAX[3419, 3000]$	<i>Go</i>
F	$MAX[d^2 V, X] = MAX[2662, 3000]$	<i>Abandon</i>

(dalam US\$ ribu)

*Payoff option* pada titik D dan E lebih besar pada *exercise price*. Tetapi pada titik F, nilai pasar dari *underlying asset* lebih kecil daripada *exercise price* yang dimiliki. Oleh karena itu, perusahaan lebih baik meng*exercise option to abandon* di titik F. *Payoff* optimal pada titik-titik akhir yang telah dihitung menjadi dasar untuk menyusun *replicating portfolio*.

Pada langkah ke-4, kita menghitung *replicating portfolio* berdasarkan perhitungan yang telah diperoleh dari langkah-langkah sebelumnya. *Portfolio* yang digunakan untuk mereplikasi *payout* pada titik B, C, dan A terdiri dari sejumlah  $m$  unit *underlying risky asset* dan sejumlah  $B$  unit obligasi bebas risiko. Selanjutnya perhitungan *backward* akan dilakukan pada titik C terlebih dahulu. Nilai opsi sekarang dari titik C adalah:

$$\text{Replicating portfolio: } mdV_0 + B = \text{Nilai put option di titik C}$$

Titik C ditentukan oleh dua titik, yaitu titik E dan titik F. *Payoff portfolio* replikasi pada kondisi “*up*” (titik E) dan kondisi “*down*” (titik F) harus sama dengan *put option payoff* pada titik-titik tersebut.

$$\text{Titik E: } m(duV_0) + (1 + r_f) B = 3,419 \quad (4.4)$$

$$\text{Titik F: } -[m(d^2 V_0) + (1 + r_f) B = 3,000] \quad (4.5)$$


---


$$mdV_0(u - d) = C_{du} - C_{dd}$$

$$m = \frac{(C_{du} - C_{dd})}{dV_0(u - d)} \quad (4.6)$$

Persamaan (4.6) menyatakan bahwa jumlah lembar saham dari *underlying risk asset* (proyek) pada replikasi *portfolio* ini akan sama dengan perbedaan antara *payoff* opsi pada kondisi “up” ( $C_{du}$ ) dikurangi dengan *payoff* opsi pada kondisi “down” ( $C_{dd}$ ), dibagi dengan nilai *underlying asset* pada awal periode,  $dV_0$  kemudian dikalikan dengan selisih antara pergerakan “up” dan “down”,  $(u - d)$ . Dengan mensubstitusikan angka-angka yang diperoleh pada titik C ke dalam persamaan (4.6) diperoleh:

$$m = \frac{(3,419 - 3,000)}{3,016(1.133148 - 0.882496)}$$

$$m = \frac{419}{755.97} = 0.55$$

Untuk memperoleh nilai  $B$ , digunakan persamaan (4.4):

$$m(duV_0) + (1 + r_f)B = C_{du}$$

$$B = \frac{C_{du} - mduV_0}{(1 + r_f)} \quad (4.7)$$

Dengan mensubstitusi nilai  $m$  dari persamaan (4.6) ke dalam persamaan (4.7) maka diperoleh:

$$B = \left\{ C_{du} - \left[ \frac{C_{du} - C_{dd}}{dV_0(u - d)} \right] duV_0 - \right\} \div (1 + r_f)$$

$$= \left[ \frac{Cdu(u-d) - (Cdu - Cdd)u}{u-d} \right] \div (1+r_f) \quad (4.8)$$

$$B = \left[ \frac{uCdd - dCdu}{u-d} \right] \div (1+r_f)$$

Persamaan ini menyatakan bahwa jumlah unit obligasi sama dengan parameter pergerakan naik,  $u$ , dikalikan dengan *payout* pada kondisi pergerakan turun ( $C_{dd}$ ), dikurangi parameter pergerakan turun,  $d$ , dikalikan dengan *payout* dari opsi pada kondisi naik ( $C_{du}$ ), kemudian dibagi dengan selisih antara pergerakan naik dan turun ( $u-d$ ), dan kemudian didiskontokan pada tingkat suku bunga bebas risiko ( $r_f$ ) yang besarnya 1.5% per periode atau kuartalan. Dengan mensubstitusi nilai-nilai yang diketahui ke dalam parameter tersebut, diperoleh:

$$B = \left[ \frac{1.1331(3,000) - 0.8825(3,419)}{(1.1331 - 0.8825)} \right] \div (1.015)$$

$$= \left[ \frac{382.03}{0.2506} \right] \div (1.015)$$

$$= 1,524.46 \div 1.015 = 1,501.93$$

Dengan demikian *option* disusun dengan menggunakan 0.55 unit *underlying risky asset* dan dengan menginvestasikan US\$1,501.93 obligasi bebas risiko. Nilai *replicating portfolio* sama dengan nilai *put option* di titik C, yaitu:

$$m(dV_0) + B = 0.55(3,016) + 1,501.93 = 1,658.8 + 1,501.93 = 3,160.73 \text{ (dalam US\$ ribu)}$$

Karena nilai proyek dengan memperhitungkan fleksibilitas di titik C adalah 3,160.73 (dalam US\$ ribu), sementara *exercise price put options* hanya sebesar 3,000 (dalam US\$ ribu), maka perusahaan tidak perlu meng-*exercise option to abandon* di titik ini.

Selanjutnya penghitungan secara *backward* beralih ke titik B. Titik B berhubungan dengan dengan titik akhir D dan titik akhir E. *Replicating portfolio* digunakan untuk mendekati nilai *option to abandon*. *Replicating portfolio* terdiri dari  $m$  unit *underlying risky asset* dan  $B$  unit obligasi bebas risiko. *Payoff portfolio* pada kondisi “up” (titik D) dan pada kondisi “down” (titik E) tepat sama dengan *put option payoff* di titik-titik tersebut.

***Replicating portfolio:  $muV_0 + B = \text{Nilai put option di titik B}$***

$$\text{Titik E: } m(uuV_0) + (1 + r_f)B = 4,389 \quad (4.9)$$

$$\text{Titik F: } - [m(duV_0) + (1 + r_f)B = 3,419] \quad (4.10)$$

$$muV_0(u - d) = C_{ud} - C_{ud}$$

$$m = \frac{(C_{uu} - C_{ud})}{uV_0(u - d)} \quad (4.11)$$

Jumlah unit *underlying risky asset* (proyek) pada *replicating portfolio* adalah selisih *payoff* pada kondisi “up” ( $C_{uu}$ ) di titik D dan *payoff* pada kondisi “down” ( $u - d$ ). Dengan mensubstitusikan angka-angka yang diperoleh pada titik D dan titik E ke persamaan (4.11) diperoleh:

$$m = \frac{(4,389 - 3,419)}{3,873(1.1331 - 0.8825)}$$

$$m = \frac{970}{970.57} = 0.99940$$

Untuk memperoleh nilai B, digunakan persamaan (4.9):

$$m(uuV_0) + (1 + r_f)B = C_{uu}$$

$$B = \frac{C_{uu} - muuV_0}{(1 + r_f)} \quad (4.12)$$

Dengan mensubstitusi nilai  $m$  dari persamaan (4.11) ke dalam persamaan (4.12) maka diperoleh:

$$\begin{aligned}
 B &= \left\{ C_{uu} - \left[ \frac{C_{uu} - C_{ud}}{uV_0(u-d)} \right] uuV_0 - \right\} \div (1 + r_f) \\
 &= \left[ \frac{C_{uu}(u-d) - (C_{uu} - C_{ud})u}{u-d} \right] \div (1 + r_f) \\
 &= \left[ \frac{uC_{ud} - dC_{uu}}{u-d} \right] \div (1 + r_f)
 \end{aligned} \tag{4.13}$$

$$\begin{aligned}
 B &= \left[ \frac{1.1331(3,419) - 0.8825(4,389)}{(1.1331 - 0.8825)} \right] \div (1.015) \\
 &= \left[ \frac{0.7764}{0.2506} \right] \div (1.015) \\
 &= 3.098 \div 1.015 = 3.05
 \end{aligned}$$

Dengan demikian, telah diperoleh  $m$  unit *underlying risky asset* dan  $B$  unit obligasi bebas risiko yang menyusun *portfolio* yaitu sebanyak 0.99940 unit *underlying risky asset* dan menginvestasikannya US\$3.05 pada unit obligasi bebas risiko pada tingkat suku bunga bebas risiko majemuk berlanjut sebesar 6% per tahun. Berdasarkan persamaan *replicating portfolio* di perhitungan titik B, maka nilai *put option* di titik B adalah:

$$m(uV_0) + B = 0.99940(3,873) + 3.05 = 3,870.67 + 3.05 = 3,873.73 \text{ (dalam US\$ ribu)}$$

Karena nilai proyek dengan memperhitungkan fleksibilitas di titik B adalah 3,873.73 (dalam US\$ ribu), sementara *exercise price put options* hanya sebesar 3,000 (dalam US\$ ribu), maka perusahaan tidak perlu meng-*exercise option to abandon* di titik ini.

Selanjutnya, perhitungan secara *backward* dilanjutkan ke titik A. *Replicating portfolio* digunakan untuk mendekati nilai *put option* di titik A.

**Replicating portfolio:  $mV_0 + B = \text{Nilai put option di titik A}$**

Payoff dari *portfolio* replikasi pada kondisi “up” (titik B) dan kondisi “down” (titik C) harus sama dengan *put option payoff* di titik B dan titik C.

$$\text{Titik B: } m(uV_0) + (1 + r_f)B = C_u \quad (4.14)$$

$$\text{Titik C: } -[m(dV_0) + (1 + r_f)B = C_d] \quad (4.15)$$

$$mV_0(u - d) = C_u - C_d$$

$$m = \frac{(C_u - C_d)}{V_0(u - d)} \quad (4.16)$$

Dengan mensubstitusikan angka-angka yang diperoleh pada titik B dan Titik C ke persamaan (4.16) maka diperoleh:

$$m = \frac{(3,873.73 - 3,160.73)}{3,419(1.1331 - 0.8825)}$$

$$m = \frac{713}{856.80} = 0.83$$

Untuk memperoleh nilai B (obligasi bebas risiko), nilai-nilai yang telah diperoleh dapat disubstitusikan ke persamaan:

$$m(uV_0) + (1 + r_f)B = C_u$$

$$B = \frac{C_u - muV_0}{(1 + r_f)} \quad (4.17)$$

Dengan mensubstitusi nilai  $m$  dari persamaan (4.16) ke dalam persamaan (4.17) maka diperoleh:

$$\begin{aligned}
 B &= \left\{ C_u - \left[ \frac{C_u - C_d}{V_0(u - d)} \right] uV_0 - \right\} \div (1 + r_f) \\
 &= \left[ \frac{C_u(u - d) - (C_u - C_d)u}{u - d} \right] \div (1 + r_f) \\
 &= \left[ \frac{uC_d - dC_u}{u - d} \right] \div (1 + r_f)
 \end{aligned} \tag{4.18}$$

Perhitungan untuk mendapatkan nilai unit obligasi yang diperlukan pada *replicating portfolio* adalah:

$$\begin{aligned}
 B &= \left[ \frac{1.1331(3,160.73) - 0.8825(3,873.73)}{1.1331 - 0.8825} \right] \div (1.015) \\
 &= \left[ \frac{162.856}{0.2506} \right] \div (1.015) \\
 &= 649.87 \div 1.015 = 640.262
 \end{aligned}$$

Dengan demikian, telah diperoleh  $m$  unit *underlying risky asset* dan  $B$  unit obligasi bebas risiko yang menyusun portfolio yaitu sebanyak 0.83 unit *underlying risky asset* dan menginvestasikannya US\$640.262 pada unit obligasi bebas risiko pada tingkat suku bunga bebas risiko majemuk berlanjut sebesar 6% per tahun. Berdasarkan persamaan *replicating portfolio* di perhitungan titik A, maka nilai *put option* di titik A adalah:

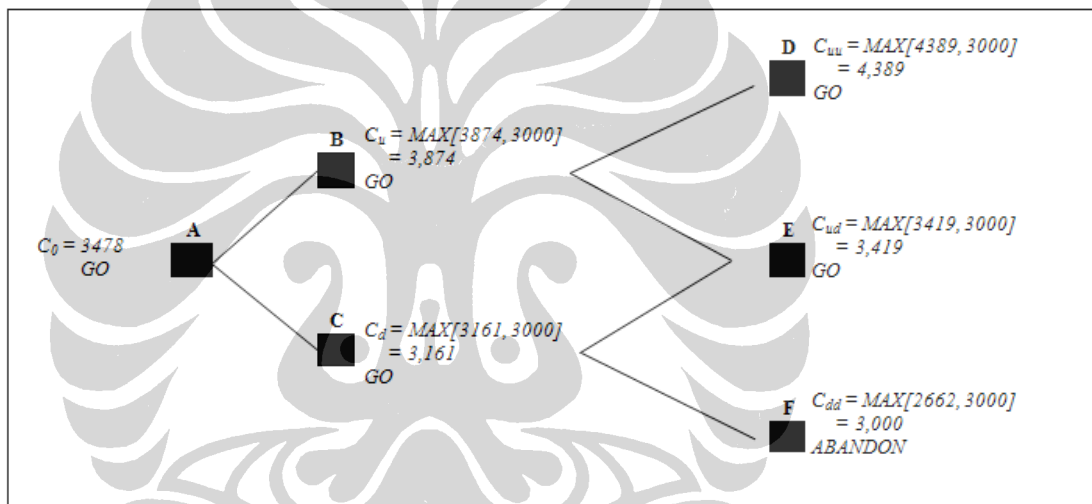
$$m(V_0) + B = 0.83(3,419) + 640.262 = 2,837.77 + 640.262 = 3,478.03 \text{ (dalam US\$ ribu)}$$

Nilai ini merupakan *total value* proyek lapangan investasi. *Total Value* = NPV + nilai *option to abandon*. Dengan demikian tambahan nilai yang diperoleh dengan menyertakan *option* yaitu:



$$\text{US\$3,478,030} - \text{US\$3,419,000} = \text{US\$59,030}$$

Sekarang setelah semua hasil perhitungan pada masing-masing titik diketahui, maka kemudian disusunlah ke dalam sebuah *decision tree*. *Option to abandon* dapat di-*exercise* sebelum masa *maturity date*. Artinya, keputusan *exercise* tidak harus menunggu jatuh tempo, yaitu setelah 6 bulan sesuai dengan umur opsi ini. Opsi dapat di-*exercise* pada periode pertama (kuartal 1) jika kondisi menunjukkan hal itu lebih menguntungkan bagi perusahaan dibandingkan meneruskan pengembangan proyek investasi ini.



**Gambar 4.2 Decision Tree untuk Option to Abandon**  
(dalam US\$ ribu)

Pada titik A, yaitu posisi sekarang dari proyek, telah diperoleh *value* proyek investasi lewat adanya tambahan nilai (*indirect cashflow*) lewat dimilikinya *option to abandon* oleh perusahaan. Pada titik B, yaitu pada triwulan pertama, *underlying asset* meningkat nilainya sebesar 1.1138 kali, yaitu US\$3,874 (dalam US\$ ribu), nilai ini lebih besar daripada nilai *exercise price* yaitu US\$3,000 (dalam US\$ ribu). Perusahaan lebih baik tidak meng-*exercise* opsi yang dimiliki pada titik ini. Pada Titik C, *underlying asset* mengalami penurunan nilai sebesar 0.9088 kali, sehingga nilainya

menjadi US\$3,161 (dalam US\$ ribu). Tetapi nilai ini juga masih lebih besar daripada nilai *exercise price* yang ada, sehingga perusahaan tidak perlu untuk melakukan *exercise* opsi pada titik ini. Sehingga dapat disimpulkan, pada triwulan pertama, mengeksekusi opsi secara dini lebih baik tidak dilakukan oleh perusahaan, karena pada konsisi “*up*” maupun “*down*”, nilai *underlying asset* masih lebih besar daripada nilai *exercise price*-nya.

Lebih lanjut ke subinterval berikutnya, yaitu masa *maturity* opsi pada triwulan kedua, terdapat tiga titik keputusan. Pada titik D, merupakan kondisi *forward* dari titik B untuk kondisi nilai *underlying asset* mengalami pergerakan naik. Nilai yang diperoleh melalui *replicating portfolio* adalah US\$4,389 (dalam US\$ ribu). Jelas sekali bahwa jauh lebih baik apabila perusahaan tidak meng-*exercise* opsi yang dimiliki. Titik E merupakan kondisi *forward* dari titik B yang merupakan nilai *underlying asset* yang mengalami pergerakan turun. Titik ini memiliki kondisi yang sama dengan titik D, sehingga lebih baik perusahaan tidak memutuskan untuk mengeksekusi opsi yang dimiliki.

Titik F adalah titik *forward* dari titik C, nilai *underlying asset* mengalami penurunan untuk yang kedua kalinya ( $C_{dd}$ ). Dari perhitungan diperoleh nilai *underlying asset* hanya US\$2,662 (dalam US\$ ribu) sementara nilai *exercise price* besarnya adalah US\$3,000 (dalam US\$ ribu). Sehingga pada titik ini perusahaan lebih baik memutuskan untuk mengeksekusi *option to abandon* yang dimiliki.

**Tabel 4.4 Rekapitulasi Hasil Perhitungan *Option to Abandon***

Titik	<i>m units</i>	<i>B Bonds</i>	Nilai (dalam US\$ ribu)	Keputusan
D	n/a	n/a	4389	<i>Go</i>
E	n/a	n/a	3419	<i>Go</i>
F	n/a	n/a	3000	<i>Abandon</i>
B	0.99940	3.05	3874	<i>Go</i>
C	0.55000	1501.93	3161	<i>Go</i>
A	0.83000	640.26	3478	<i>Go</i>

#### 4.2.2 Opsi Untuk Memperluas Skala Proyek Investasi (*Option to Expand*)

Jika suatu proyek berlangsung lebih baik daripada yang telah direncanakan, seringkali manajemen mengambil keputusan untuk memperluas skala proyek tersebut. Tentu dibutuhkan tambahan biaya investasi, dan investasi tambahan tersebut merupakan *exercise price* dari *option to expand* tersebut atau biasanya disebut *American Call*. Tambahan investasi yang diperlukan perusahaan adalah US\$360 (dalam US\$ ribu), dan akan memberikan kenaikan atau memperbesar skala proyek menjadi  $\pm 10\%$ .

Dalam perhitungan *option to expand* ini, dalam penelitian ini akan menggunakan nilai NPV (tabel 4.2) dan memakai *event tree* dari *underlying asset* (gambar 4.1) dari perhitungan *option to abandon* sebagaimana telah dihitung sebelumnya. Meskipun *event tree* yang dipakai sama, tetapi akan menghasilkan *decision tree* yang berbeda seperti terlihat di bawah:

**Tabel 4.5 Payoff Optimal pada Titik-Titik Akhir (*Option to Expand*)**

Titik	Payoff	Keputusan
D	$MAX [4389, (1.1) 4389 - 360] = 4468$	<i>Expand</i>
E	$MAX [3419, (1.1) 3419 - 360] = 3419$	<i>Go</i>
F	$MAX [2662, (1.1) 2662 - 360] = 2662$	<i>Go</i>

(dalam US\$ ribu)

*Payoff option* pada titik E dan F lebih besar pada *exercise price*. Tetapi pada titik D, nilai pasar dari *underlying asset* lebih kecil daripada *exercise price* yang dimiliki. Oleh karena itu, perusahaan lebih baik meng-*exercise option to expand* di titik D. *Payoff* optimal pada titik-titik akhir yang telah dihitung menjadi dasar untuk menyusun *replicating portfolio*.

Selanjutnya pada langkah ke-4, dengan menggunakan *payoff* optimal pada titik-titik akhir, dilakukan penentuan nilai opsi dengan menggunakan *replicating portfolio* yang terdiri dari  $m$  unit *underlying risky asset* dan  $B$  unit obligasi bebas risiko. Bila pada

perhitungan *option to abandon*, pengerjaan *backward* dimulai dari titik C, maka pada opsi ini pengerjaan *backward* dimulai pada titik B.

**Replicating portfolio :  $muV_0 - B = \text{Nilai call option di titik B}$**

$$\text{Titik D: } m(uuV_0) - (1 + r_f) B = C_{uu} \quad (4.19)$$

$$\text{Titik E: } -[m(duV_0) - (1 + r_f) B = C_{ud}] \quad (4.20)$$

$$muV_0(u - d) = C_{uu} - C_{ud}$$

$$m = \frac{(C_{uu} - C_{ud})}{uV_0(u - d)} \quad (4.21)$$

Dengan mensubstitusikan angka yang telah dihitung sebelumnya, maka akan diperoleh:

$$m = \frac{(4,468 - 3,419)}{3,873(1.1331 - 0.8825)}$$

$$m = \frac{1,049}{970.57} = 1.081$$

Dengan memasukkan nilai  $m$  yang telah didapat ke dalam persamaan (4.21), maka akan didapat nilai  $B$ , sebagai berikut:

$$B = \left[ \frac{-68.94}{0.2506} \right] \div (1.015)$$

$$= -275.10 \div 1.015 = -271.04$$

Berdasarkan persamaan *replicating portfolio* di perhitungan titik B, maka nilai *payoff* di titik B adalah:

$$m(uV_0) - B = 1.081(3,873) + 271.04 = 4,186.71 + 271.04 = 4,457.75 \text{ (dalam US\$ ribu)}$$

Kemudian kita lanjutkan ke perhitungan *backward* ke titik C. Nilai opsi sekarang dari Titik C adalah:

**Replicating portfolio :  $mdV_0 - B = \text{Nilai call option di titik C}$**

Titik C ditentukan oleh dua titik, yaitu titik E dan titik F. *Payoff* portfolio replikasi pada kondisi “up” (titik E) dan kondisi “down” (titik F) harus sama dengan *call option payoff* pada titik-titik tersebut.

$$\text{Titik E: } m(udV_0) - (1 + r_f) B = C_{ud} \quad (4.22)$$

$$\text{Titik F: } - [m(duV_0) - (1 + r_f) B = C_{dd}] \quad (4.23)$$

$$mdV_0(u - d) = C_{ud} - C_{dd}$$

$$m = \frac{(C_{ud} - C_{dd})}{dV_0(u - d)} \quad (4.24)$$

Dengan mensubstitusikan angka-angka yang diperoleh pada *event tree* ke dalam persamaan (4.24) diperoleh:

$$m = \frac{(3,419 - 2,662)}{3,016(1.1331 - 0.8825)}$$

$$m = \frac{757}{755.81} = 1.0016$$

Perhitungan untuk memperoleh nilai unit obligasi ( $B$ ) yang diperlukan pada *replicating portfolio* adalah:

$$B = \left[ \frac{dC_{ud} - uC_{dd}}{u - d} \right] \div (1 + r_f)$$

$$\begin{aligned}
&= \left[ \frac{0.8825(3,419) - 1.1331(2,662)}{(1.1331 - 0.8825)} \right] \div (1.015) \\
&= \left[ \frac{0.9553}{0.2506} \right] \div (1.015) \\
&= 3.812 \div 1.015 = 3.756
\end{aligned}$$

Berdasarkan persamaan *replicating portfolio* di perhitungan titik B, maka nilai *payoff* di titik C adalah:

$$m(dV_0) - B = 1.0016(3,016) - 3.756 = 3,020.75 - 3.756 = 3,017.07 \text{ (dalam US\$ ribu)}$$

Nilai dari titik B dan titik C telah diperoleh. Nilai titik-titik ini merupakan penyusun dari titik A. Dengan kedua nilai titik inilah, dapat dibentuk *replicating portfolio* untuk memperoleh nilai di titik A.

***Replicating portfolio* :  $mV_0 - B = \text{Nilai call option di titik A}$**

Titik A ditentukan oleh dua titik, yaitu titik B dan titik C. *Payoff portfolio* replikasi pada kondisi “up” (titik B) dan kondisi “down” (titik C) harus sama dengan *call option payoff* pada titik-titik tersebut.

$$\text{Titik B: } m(uV_0) - (1 + r_f)B = C_u \quad (4.25)$$

$$\text{Titik C: } - [m(dV_0) - (1 + r_f)B = C_d] \quad (4.26)$$

$$mV_0(u - d) = C_u - C_d$$

$$m = \frac{(C_u - C_d)}{V_0(u - d)} \quad (4.27)$$

Dengan mensubstitusikan angka-angka yang diperoleh ke dalam persamaan (4.27) diperoleh:

$$m = \frac{(4,458 - 3,017)}{3,419(1.1331 - 0.8825)}$$

$$m = \frac{1,441}{856.80} = 1.6818$$

Perhitungan untuk memperoleh nilai unit obligasi ( $B$ ) yang diperlukan pada *replicating portfolio* adalah:

$$\begin{aligned} B &= \left[ \frac{dCu - uCd}{u - d} \right] \div (1 + rf) \\ &= \left[ \frac{331.83}{0.2506} \right] \div (1.015) \\ &= 1,321.56 \div 1.015 = 1,302.03 \end{aligned}$$

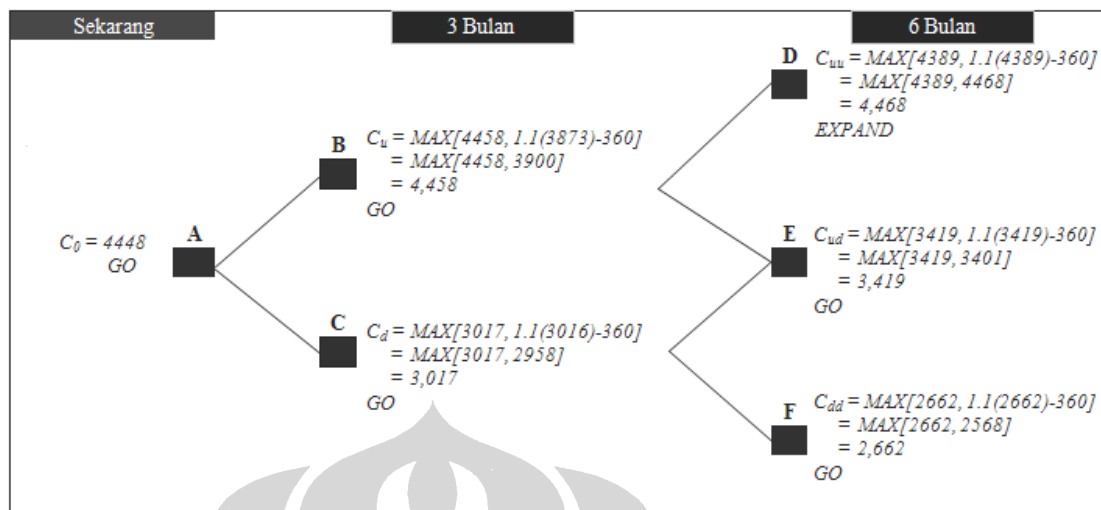
Berdasarkan persamaan *replicating portfolio* di perhitungan nilai unit obligasi  $B$ , maka nilai di titik A sekarang adalah:

$$m(V_0) - B = 1.6818(3,419) - 1,302.07 = 5,750.07 - 1,302.03 = 4,448.04 \text{ (dalam US\$ ribu)}$$

Berdasarkan nilai ini, kita mendapatkan *total value* dari proyek investasi mengalami penambahan sebesar:

$$\text{US\$}4,448.04 - \text{US\$}3,419 = \text{US\$}1,029.04 \text{ (dalam US\$ ribu)}$$

Sekarang setelah semua hasil perhitungan pada masing-masing titik diketahui, maka kemudian disusunlah ke dalam sebuah *decision tree*:



**Gambar 4.3 Decision Tree untuk Option to Expand**  
(dalam US\$ ribu)

Pada titik A, yaitu posisi sekarang dari proyek, telah diperoleh *value* proyek investasi lewat adanya tambahan nilai (*indirect cashflow*) lewat dimilikinya *option to expand* oleh perusahaan. Pada titik B, yaitu pada triwulan pertama, *underlying asset* meningkat nilainya sebesar 1.002 kali, yaitu US\$4,458 (dalam US\$ ribu), nilai ini lebih besar daripada nilai *exercise price* yaitu US\$3,900 (dalam US\$ ribu). Perusahaan lebih baik tidak meng-*exercise* opsi yang dimiliki pada titik ini. Pada Titik C, *underlying asset* mengalami penurunan nilai sebesar 0.678 kali, sehingga nilainya menjadi US\$3,017 (dalam US\$ ribu). Tetapi nilai ini juga masih lebih besar daripada nilai *exercise price* yang ada, sehingga perusahaan tidak perlu untuk melakukan *exercise* opsi pada titik ini. Sehingga dapat disimpulkan, pada triwulan pertama, mengeksekusi opsi secara dini lebih baik tidak dilakukan oleh perusahaan, karena pada kondisi “*up*” maupun “*down*”, nilai *underlying asset* masih lebih besar daripada nilai *exercise price*-nya.

Lebih lanjut ke subinterval berikutnya, yaitu masa *maturity* opsi pada triwulan kedua, terdapat tiga titik keputusan. Pada titik D, merupakan kondisi *forward* dari titik B untuk kondisi nilai *underlying asset* mengalami pergerakan naik. Nilai yang diperoleh melalui *replicating portfolio* adalah US\$4,468 (dalam US\$ ribu). Nilai ini lebih besar



daripada nilai *underlying asset*-nya, yaitu sebesar US\$4,389 (dalam US\$ ribu). Sehingga pada titik ini perusahaan lebih baik mengeksekusi *option to expand* yang dimiliki. Titik E merupakan kondisi *forward* dari titik B, yang merupakan nilai *underlying asset* mengalami pergerakan turun. Titik ini memiliki kondisi yang sama dengan titik D, sehingga lebih baik perusahaan tidak memutuskan untuk mengeksekusi opsi yang dimiliki.

Titik F adalah titik *forward* dari titik C, nilai *underlying asset* mengalami penurunan untuk yang kedua kalinya ( $C_{dd}$ ). Dari perhitungan diperoleh nilai *underlying asset* US\$2,662 (dalam US\$ ribu) dan nilai *exercise price* masih lebih kecil daripada nilai *underlying asset*-nya. Sehingga pada titik ini perusahaan lebih baik tidak memutuskan untuk mengeksekusi opsi yang dimiliki.

**Tabel 4.6 Rekapitulasi Hasil Perhitungan *Option to Expand***

Titik	<i>m units</i>	<i>B Bonds</i>	Nilai (dalam US\$ M)		Keputusan
			<i>If Kept Alive</i>	<i>If Exercised</i>	
D	n/a	n/a	4,389	4,468	<i>Expand</i>
E	n/a	n/a	3,419	3,401	<i>Go</i>
F	n/a	n/a	2,662	2,568	<i>Go</i>
B	1.081	-271.04	4,458	3,900	<i>Go</i>
C	1.0016	3.756	3,017	2,958	<i>Go</i>
A	1.6818	1,302.03	4,448	3,419	<i>Go</i>

**Tabel 4.7. Nilai Masing-Masing *Real Option Model Binomial***

Nilai <i>Option to Abandon</i>	: US\$59.03 (dalam ribu)
Nilai <i>Option to Expand</i>	: US\$1,029.04 (dalam ribu)

### 4.2.3 Perhitungan Nilai Opsi Secara Bersamaan

Dalam mempertimbangkan opsi mana yang akan dipilih terhadap proyek ini maka perlu dilakukan penilaian secara bersamaan (tinjauan kombinasi) sehingga dapat diketahui keputusan apa yang akan diambil pada tiap titik keputusan. Dengan demikian, *decision tree* akan sedikit berubah dari segi kuantitas opsi yang akan dicakup. *Decision tree* pada tinjauan kombinasi ini akan terdiri dari opsi-opsi yang mungkin ditempuh (*option to abandon* dan *option to expand*) dan tentu saja *option* untuk tidak meng-*exercise option* tersebut (tetap menjalankan proyek sesuai dengan *base scale*). Tidak meng-*exercise option* mungkin dilakukan bila perhitungan menunjukkan bahwa nilainya lebih optimal daripada bila meng-*exercise* salah satu opsi yang ada. Artinya, hanya satu opsi yang paling optimal yang akan dipilih sebagai keputusan.

Sama seperti perhitungan-perhitungan sebelumnya, proses akan dimulai dari keputusan optimal pada titik-titik akhir (*endnodes*) dan selanjutnya pengerjaan akan dilakukan secara *backward*.

**Tabel 4.8 Payoff di Titik-Titik Akhir (End Nodes) untuk Combination of Options**

Titik	Payoff			Keputusan
D	MAX [4389;	3000;	(1.1) 4389 - 360]	<i>Expand</i>
	MAX [4389;	3000;	4468]	
	<i>Go</i>	<i>abandon</i>	<i>expand</i>	
E	MAX [3419;	3000;	(1.1) 3419 - 360]	<i>Go</i>
	MAX [3419;	3000;	3401]	
	<i>Go</i>	<i>abandon</i>	<i>expand</i>	
F	MAX [2662;	3000;	(1.1) 2662 - 360]	<i>Abandon</i>
	MAX [2662;	3000;	2568]	
	<i>Go</i>	<i>abandon</i>	<i>expand</i>	

*Payoff* setiap keputusan yang bersifat *mutually exclusive* dinilai dari titik akhir. Keputusan dengan *payoff* tertinggi adalah keputusan yang dipilih sebagai keputusan optimal. Selanjutnya, pengerjaan secara *backward* dilakukan menuju titik C, titik B dan titik A. Dan seperti perhitungan-perhitungan sebelumnya, pada langkah ke-4 dari *Four Steps Method* (Copeland dan Antikarov, 2001), kita akan membentuk *replicating portfolio* untuk menghitung jumlah nilai *underlying asset* dan besaran *risk free bonds*. Perbedaan pada nilai kombinasi opsi-opsi ini adalah bahwa kita memperhitungkan seluruh opsi secara bersamaan pada masing-masing titik.

*Replicating portfolio* :  $muV_0 + B = \text{Nilai put option di titik B}$

$$\text{Titik D: } m(uuV_0) - (1 + r_f) B = C_{uu} \quad (4.28)$$

$$\text{Titik E: } -[m(duV_0) - (1 + r_f) B = C_{ud}] \quad (4.29)$$

$$\frac{muV_0(u - d) = C_{uu} - C_{ud}}{m = \frac{(C_{uu} - C_{ud})}{uV_0(u - d)}} \quad (4.30)$$

Dengan mensubstitusikan angka-angka yang telah diperoleh sebelumnya, kemudian dimasukkan ke dalam persamaan (4.30):

$$m = \frac{(4,468 - 3,419)}{3,873(1.1331 - 0.8825)}$$

$$m = \frac{1,049}{970.57} = 1.081$$

Dengan memasukkan nilai  $m$  yang telah didapat ke dalam persamaan (4.18), maka akan didapat nilai  $B$ , sebagai berikut:

$$B = \left[ \frac{0.8825(4,468) - 1.1331(3,419)}{(1.1331 - 0.8825)} \right] \div (1.015)$$

$$= \left[ \frac{68.94}{0.2506} \right] \div (1.015)$$

$$= 275.10 \div 1.015 = 271.04$$

Dengan demikian nilai *payoff* di titik B adalah:

$$m(uV_0) + B = 1.081(3,873) + 271.04 = 4,186.71 + 271.04 = 4,457.75 \text{ (dalam US\$}$$

ribu)

Selanjutnya kita bandingkan nilai proyek (dengan fleksibilitas) dengan *payoff* yang dimiliki setiap opsi untuk memperoleh nilai yang paling tinggi di titik B adalah sebagai berikut:

$$MAX[4458; 3000; (1.1) 3873 - 360]$$

$$MAX[4458; 3000; 3900]$$

Go      abandon      expand

↳ Optimal = US\$4,458 (dalam ribu)

Selanjutnya pengerjaan secara *backward* beralih ke titik C:

$$\text{Titik E: } m(duV_0) + (1 + r_f) B = 3,419 \quad (4.31)$$

$$\text{Titik F: } -[m(d^2 V_0) + (1 + r_f) B = 3,000] \quad (4.32)$$

$$mdV_0(u - d) = C_{du} - C_{dd}$$

$$m = \frac{(C_{du} - C_{dd})}{dV_0(u - d)} \quad (4.33)$$

Dengan mensubstitusikan angka-angka yang diperoleh pada titik C ke dalam persamaan (4.33) diperoleh:

$$m = \frac{(3,419 - 3,000)}{3,016(1.1331 - 0.8825)}$$

$$m = \frac{419}{755.81} = 0.55$$

Dengan mensubstitusi nilai  $m$  dari persamaan (4.31) ke dalam persamaan (4.33) maka diperoleh:

$$B = \left[ \frac{uCdd - dCdu}{u - d} \right] \div (1 + rf) \quad (4.34)$$

$$B = \left[ \frac{1.1331(3,000) - 0.8825(3,419)}{(1.1331 - 0.8825)} \right] \div (1.015)$$

$$= \left[ \frac{382.03}{0.2506} \right] \div (1.015)$$

$$= 1524.47 \div 1.015 = 1501.94$$

Dengan demikian *option* disusun dengan menggunakan 0.55 unit *underlying risky asset* dan dengan menginvestasikan US\$ 1,501.94 obligasi bebas risiko. Nilai *replicating portfolio* sama dengan nilai *put option* di titik C, yaitu:

$$m(dV_0) + B = 0.55(3,016) + 1,501.94 = 1,658.8 + 1,501.94 = 3,160.74 \text{ (dalam US\$ ribu)}$$

Karena nilai proyek dengan memperhitungkan fleksibilitas di titik C adalah 3,160.74 (dalam US\$ ribu), sementara *exercise price put options* hanya sebesar 3,000 (dalam US\$ ribu), maka perusahaan tidak perlu meng-*exercise option to abandon* di titik ini. Sama halnya dengan yang telah kita lakukan sebelumnya, pada titik C ini pun dihitung apakah opsi lebih baik di-*exercise* atau tidak berdasarkan nilai optimal yang diberikan. Kita membandingkan ketiga nilai yaitu nilai proyek bila tidak meng-

exercise opsi, *payoff* jika meng-*exercise option to abandon*, dan *payoff* dari *option to expand*. Nilai ketiganya adalah sebagai berikut:

$$MAX[3161; 3000; (1.1) 3016 - 360]$$

$$MAX[3161; 3000; 2958]$$



*abandon expand*

Optimal = US\$3,161 (dalam ribuan)

Sejauh ini telah diperoleh nilai *payoff option* di titik B dan titik C. Kedua titik ini merupakan penyusun titik A. Nilai di titik A, yaitu US\$4,458 (dalam US\$ ribuan) untuk kondisi naik ( $C_u$ ) dan US\$3,161 (dalam US\$ ribuan) untuk kondisi turun ( $C_d$ ). Dengan kedua nilai ini, dapat dibentuk *replicating portfolio* untuk memperoleh nilai di titik A.

*Replicating portfolio* :  $muV_0 + B = \text{Nilai call option di titik A}$

$$\text{Titik B: } m(uV_0) + (1 + r_f) B = C_u \quad (4.35)$$

$$\text{Titik C: } -[m(dV_0) + (1 + r_f) B = C_d] \quad (4.36)$$

$$mV_0(u - d) = C_u - C_d$$

$$m = \frac{(C_u - C_d)}{V_0(u - d)} \quad (4.37)$$

Dengan mensubstitusikan angka-angka yang diperoleh pada titik B dan titik C ke persamaan (4.37) maka diperoleh:

$$m = \frac{1,297}{856.80} = 1.5138$$

Untuk memperoleh nilai  $B$  (obligasi bebas risiko), nilai-nilai yang telah diperoleh dapat disubstitusikan ke persamaan:

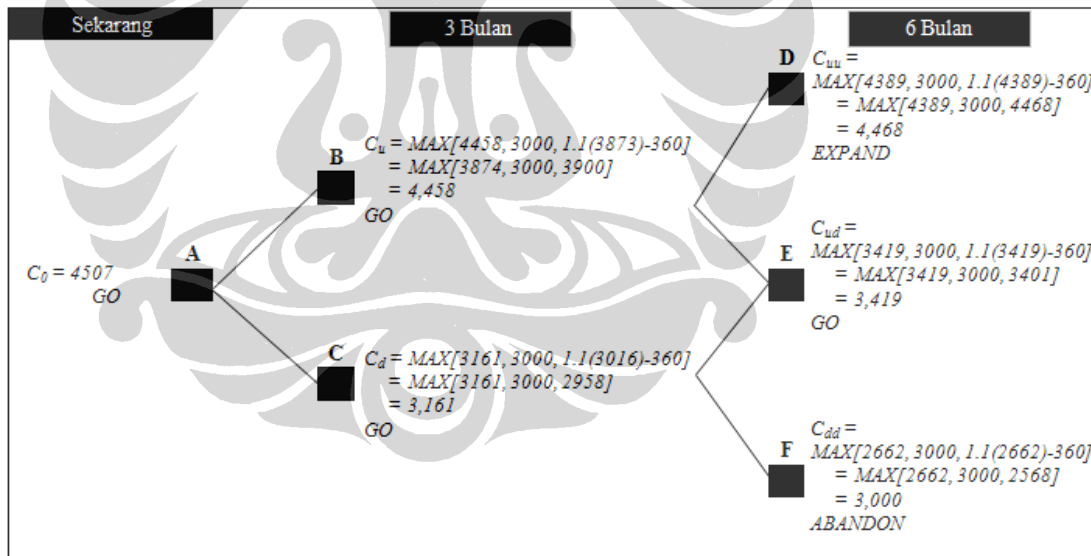
$$B = \left[ \frac{-170.04}{0.2506} \right] \div (1.015)$$

$$= -678.54 \div 1.015 = -668.51$$

Berdasarkan persamaan *replicating portfolio* di perhitungan nilai unit obligasi B, maka nilai di titik A sekarang adalah:

$$m(V_0) + B = 1.5138(3,419) - 668.51 = 5,175.58 - 668.51 = 4,507.07 \text{ (dalam US\$ ribu)}$$

Nilai yang kita peroleh dari perhitungan nilai *option* di titik A menunjukkan bahwa dengan penilaian secara kombinasi, nilai proyek juga mengalami kenaikan dibandingkan dengan *Net Present Value (NPV)* untuk *base case* (US\$3,419).



Gambar 4.4 Decision Tree Combinations of Option

(dalam US\$ ribu)

### 4.3 Perhitungan Nilai Opsi (Model Black Scholes Merton)

Menurut Ross, Westerfield dan Jaffe (2010), model binomial yang telah dihitung sebelumnya mempunyai kelemahan karena tidak mungkin dalam dunia bisnis nyata hanya ada dua kemungkinan perubahan saja (*discrete probability*). Untuk itulah dalam penulisan karya akhir ini, untuk perbandingan akan digunakan model selain binomial, yaitu model Black Scholes Merton yang mempunyai sifat *continuous probability*.

Perhitungan nilai opsi ini akan dihitung dengan formula dari model Black Scholes Merton (BSM) sebagaimana telah dijelaskan di Bab 2. *Risk free discount rate* ( $r$ ) yang digunakan diproyeksikan adalah sebesar 6% per tahun berdasarkan pada tingkat suku bunga Sertifikat Bank Indonesia (SBI) selama tahun 2011 untuk jatuh tempo 6 bulan (terdapat di lampiran 1). Penggunaan SBI sebagai *risk free discount rate* dikarenakan SBI merupakan surat utang jangka pendek yang dikeluarkan oleh BI sehingga memiliki risiko *default* yang sangat kecil. Sedangkan *cost of capital* yang ditetapkan perusahaan adalah *given* sebesar 15% setiap tahunnya.

Nilai volatilitas dari proyek ini adalah nilai volatilitas *cash flow* dari proyek. *Cash flow* proyek terbentuk dari nilai cadangan minyak dan gas bumi yang ada dikalikan dengan harga minyak bumi dikurangi dengan biaya investasi. Harga minyak bumi diperlakukan sebagai *stochastic variable*, bergerak naik dan turun sesuai dengan proses *multiplicative binomial* dan juga sebagai standar deviasi tahunan. Standar deviasi tahunan atau volatilitas yang digunakan dalam perhitungan proyek ini adalah 20%. Menurut Lund (1999) dan Paddock *et al.* (1988), volatilitas dari harga minyak rata-rata berada pada *level range* 15% dan 25%, tergantung dari lamanya rentang waktu dari kemampuan sumur tersebut bisa berproduksi.

Standar deviasi tahunan atau volatilitas dari perhitungan proyek ini yang sebesar 25% didapatkan dari perhitungan volatilitas cadangan produksi dari *proven reserved* yang



telah diproyeksi oleh manajemen perusahaan dan juga dari volatilitas harga minyak bumi yang dihitung dengan cara yang akan dipaparkan sebagai berikut.

Berikut adalah salah satu cara untuk mendapatkan volatilitas harga minyak bumi menurut Haq (2009). Diketahui data aktual dari harga minyak ICP jenis Badak *Crude* & Bontang *Return Condensate* (BRC) selama tahun 2010 seperti terlihat dalam tabel 4.9.

**Tabel 4.9 Data Harga Rata-Rata Minyak ICP Jenis Badak Crude & BRC**

Bulan	Avg ICP Price	$\ln(P_t/P_{t-1})$
Jan-10	78.36	
Feb-10	76.55	-0.0234
Mar-10	79.39	0.0364
Apr-10	83.27	0.0477
May-10	80.81	-0.0300
Jun-10	84.09	0.0398
Jul-10	72.11	-0.1536
Aug-10	74.56	0.0334
Sep-10	75.64	0.0144
Oct-10	80.97	0.0681
Nov-10	80.66	-0.0039
Dec-10	92.48	0.1368

Sumber: [www.esdm.go.id](http://www.esdm.go.id)

Perhitungan volatilitas dilakukan dengan menggunakan fungsi *stdevp* yang terdapat dalam *Microsoft Excel* dengan rumusan sebagai berikut:

$$= \text{stdevp} \left( \sum_n \ln \frac{P_t}{P_{t-1}} \right) \quad (4.38)$$

Keterangan:

$\ln(P_t/P_{t-1})$ : Perhitungan logaritma dari pembagian harga rata-rata minyak ICP jenis Badak *Crude* dan BRC pada bulan  $t$  dengan bulan sebelumnya ( $t-1$ ).

Atas deret  $\ln(P_t/P_{t-1})$  tersebut, kemudian dilakukan perhitungan standar deviasi, yang menghasilkan angka volatilitas bulanan dari harga rata-rata minyak ICP jenis Badak Crude dan BRC sebesar 7.2%. Untuk mendapatkan angka volatilitas tahunan harga minyak, maka hasil volatilitas bulanan tersebut harus dikalikan dengan akar 12 seperti di bawah ini:

$$\text{Volatilitas tahunan} = 7.2\% \times \sqrt{12} = 25\%$$

#### 4.3.1 Opsi Untuk Mengembangkan Proyek (*Option to Expand*)

Opsi ini akan dilakukan jika dalam jangka waktu 6 bulan (*maturity date* dari opsi), terdapat informasi baru yang membuktikan secara meyakinkan bahwa *proven reserve* (cadangan minyak dan gas terbukti) yang mampu dikembangkan ternyata lebih besar dari yang semula diperkirakan. Opsi ini dalam *financial option* dapat dianalogikan sebagai suatu *call option*. PSC X berencana untuk menerapkan opsi memperluas skala proyek (*option to expand*) dengan menambah biaya investasi sebesar US\$360 (dalam US\$ ribu). Ekspansi ditempuh dengan cara melakukan usaha-usaha untuk menambah produksi minyak dengan menggunakan salah satu teknologi yang lebih baru seperti; memasang *mini station*, menginstalasi *water injection*, memakai *permanent coiled tubing gas lift* (PCTGL), melakukan *deliquification*, atau memasang *wellhead booster compressor* dan juga menambah jangka waktu produksi dari 3 tahun menjadi 4 tahun. Diharapkan dengan usaha tersebut, nilai dari proyek ini akan meningkat sebesar 10%.

Langkah pertama yang dilakukan adalah memisahkan antara arus pendapatan dan arus investasi tiap tahunnya untuk mendapatkan nilai *present value* (PV) atas arus *cash flow* proyek ( $S_0$ ) dan nilai PV atas biaya investasi proyek ( $X$ ).

Tabel 4.10 Nilai Variable  $S_0$  dan  $X$  Option to Expand dari Rumus BSM

<b>PSC Calculation</b>		<b>Tahun</b>	<b>2010</b>	<b>2011</b>	<b>2012</b>	<b>2013</b>
<b>Total Contractor share</b>			-	2,909	6,416	2,836
	Opex			369	875	56
	Capex		4,208	460	-	-
<b>Net Cash Flow</b>			(4,208)	2,080	5,541	2,780

<b>Financial Analysis</b>		<b>PV</b>	<b>Tahun</b>	<b>2010</b>	<b>2011</b>	<b>2012</b>	<b>2013</b>
<b>Revenue Stream (<math>S_0</math>)</b>	<b>PV :</b>	7,154		-	2,540	5,541	2,780
<b>Invest. Stream (<math>X</math>)</b>	<b>PV :</b>	4,379		4,208	460	-	-
<b>Net Cash Flow</b>	<b>NPV Total :</b>	2,774		(4,208)	2,080	5,541	2,780

Arus pendapatan ( $S_0$ ) dihitung dari *total contractor share* dikurangi dengan biaya operasi (*operational expenditure*), sedangkan arus investasi ( $X$ ) adalah arus *capital expenditure* yang terjadi tiap tahunnya. Nilai *present value* (PV) dari arus pendapatan akan menjadi inputan dari variabel  $S_0$ , sedangkan nilai PV dari arus investasi akan menjadi inputan dari variabel  $X$  pada persamaan Black Scholes-Merton (BSM).

Tabel 4.11 Asumsi Option to Expand dari Rumus BSM

<b>Asumsi</b>		
$S_0$	Arus cash flow proyek	7,154
$X$	Arus investasi proyek	4,379
$T$	Jangka waktu <i>options</i> (thn)	0.5
$r_f$	<i>Risk free rate</i>	6%
$\sigma$	Volatilitas	25%

Dengan menggunakan variabel asumsi di atas maka perhitungan nilai opsi untuk *option to expand* berdasarkan rumus BSM adalah:

$$d_1 = \frac{\ln(S_0/X) + (r + \sigma^2/2)T}{\sigma\sqrt{T}}$$

$$= \frac{\ln(7,154/4,379) + (0.06 + 0.25^2/2)0.5}{0.25\sqrt{0.5}}$$

$$= 3.03$$

$$\begin{aligned}
 d_2 &= \frac{\ln(S_0/X) + (r - \sigma^2/2)T}{\sigma\sqrt{T}} = d_1 - \sigma\sqrt{T} \\
 &= d_1 - \sigma\sqrt{T} \\
 &= 3.03 - 0.25\sqrt{0.5} \\
 &= 2.86
 \end{aligned}$$

$$N(d_1) = 1.00 \quad N(d_2) = 1.00$$

$$\begin{aligned}
 c &= S_0N(d_1) - Xe^{-rT}N(d_2) \\
 &= 7,154 \times 1.00 - 4,379 \times 2.7183^{-0.06 \times 0.5} \times 1.00 \\
 &= 2,904
 \end{aligned}$$

**Tabel 4.12 Summary Hasil Perhitungan Nilai Option to Expand**

<i>Option valuation</i>	
<i>Time to expiration (yrs)</i>	0.5
<i>Risk free rate</i>	6.00%
<i>Volatility</i>	25%
<i>d<sub>1</sub></i>	3.03
<i>N(d<sub>1</sub>)</i>	1.00
<i>d<sub>2</sub></i>	2.86
<i>N(d<sub>2</sub>)</i>	1.00
<i>Call value</i>	2,904

Dari tabel 4.12 dapat dijelaskan sebagai berikut:

- 1) *Risk free rate* yang digunakan adalah 6%, berdasarkan pada tingkat suku bunga Sertifikat Bank Indonesia (SBI) selama tahun 2011 untuk jatuh tempo 6 bulan (terdapat di lampiran 1).
- 2) *Volatility* atau standar deviasi tahunan menggunakan angka 25% berdasarkan dari informasi dari volatilitas harga minyak dan volatilitas nilai cadangan minyak dari sumur M-128 *offset* tersebut sebagai pembentuk dari volatilitas *cash flow* proyek pengembangan sumur tersebut.

- 3) Nilai  $d_1$  sebesar 3.03 diperoleh dari perhitungan dengan memasukkan variabel asumsi yang telah dipaparkan sebelumnya ke dalam rumus 2.4 di Bab 2.
- 4) Hasil  $N(d_1)$  adalah perhitungan *normal distribution* dari  $d_1$ , sehingga menghasilkan nilai 1.00.
- 5) Nilai  $d_2$  sebesar 2.86 diperoleh dari perhitungan dengan memasukkan variabel asumsi yang telah dipaparkan sebelumnya ke dalam rumus 2.5 di Bab 2.
- 6) Hasil  $N(d_2)$  adalah perhitungan *normal distribution* dari  $d_2$ , sehingga menghasilkan nilai 1.00.
- 7) Nilai *option to expand* atau *call value* dari proyek ini sesuai dengan rumus 2.2 di Bab 2 adalah US\$2,904 (dalam ribuan). Sehingga *total value* dari proyek ini adalah; NPV + nilai *option to expand*, yaitu:  $Total Value = US\$3,419 + US\$2,904 = US\$6,323$  (dalam ribu).

#### 4.3.2 Opsi Untuk Mengabaikan Proyek (*Option to Abandon*)

Opsi ini akan ditempuh perusahaan jika dalam waktu 6 bulan (*maturity date* dari opsi), terdapat informasi yang baru yang membuktikan secara meyakinkan bahwa *proven reserve* (cadangan minyak dan bumi terbukti) tidak menunjukkan cadangan dan laju produksi seperti yang diharapkan semula dan perbedaannya sangat signifikan. Opsi ini dalam *financial option* dapat dianalogikan sebagai *put option*.

Apabila opsi ini dilakukan, maka seluruh biaya atas proyek ini yang telah dikeluarkan tidak dapat diperoleh kembali. Kemungkinan yang bisa dilakukan adalah menjual aset-aset atas proyek tersebut. Estimasi harga jual atas aset-aset dari lapangan minyak ini diperkirakan adalah sebesar US\$3,000,000 sampai dengan 6 bulan ke depan setelah proyek ini mulai berjalan (*maturity date* dari opsi ini) berdasarkan perhitungan oleh perusahaan.

Langkah pertama yang dilakukan adalah memisahkan antara arus pendapatan dan arus investasi tiap tahunnya untuk mendapatkan nilai *present value* (PV) arus *cash flow* proyek ( $S_0$ ) dan nilai PV biaya investasi proyek ( $X$ ).

**Tabel 4.13 Nilai Variable  $S_0$  dan  $X$  Option to Abandon dari Rumus BSM**

<b>PSC Calculation</b>		<b>Tahun</b>	<b>2010</b>	<b>2011</b>	<b>2012</b>	<b>2013</b>
<b>Total Contractor share</b>			-	2,909	6,416	2,836
	Opex			369	875	56
	Capex		4,208	460	-	-
<b>Net Cash Flow</b>			(4,208)	2,080	5,541	2,780

<b>Financial Analysis</b>		<b>PV</b>	<b>Tahun</b>	<b>2010</b>	<b>2011</b>	<b>2012</b>	<b>2013</b>
<b>Revenue Stream (<math>S_0</math>)</b>	<b>PV :</b>	7,154		-	2,540	5,541	2,780
<b>Invest. Stream (<math>X</math>)</b>	<b>PV :</b>	4,379		4,208	460	-	-
<b>Net Cash Flow</b>	<b>NPV Total :</b>	2,774		(4,208)	2,080	5,541	2,780

Arus pendapatan dihitung dari *total contractor share* dikurangi dengan biaya operasi (*operational expenditure*), sedangkan arus investasi adalah arus *capital expenditure* yang terjadi tiap tahunnya. Nilai *present value* (PV) dari arus pendapatan akan menjadi inputan dari variabel  $S_0$ , sedangkan nilai PV dari arus investasi akan menjadi inputan dari variabel  $X$  pada persamaan Black Scholes-Merton (BSM).

**Tabel 4.14 Asumsi Option to Abandon dari Rumus BSM**

<b>Asumsi</b>		
$S_0$	Arus <i>cash flow</i> proyek	7,154
$X$	Arus investasi proyek	4,379
$T$	Jangka waktu <i>options</i> (thn)	0.5
$r_f$	<i>Risk free rate</i>	6%
$\sigma$	Volatilitas	25%

Dengan menggunakan variabel asumsi di atas maka perhitungan nilai opsi untuk *option to abandon* berdasarkan rumus BSM adalah:

$$\begin{aligned}
 d_1 &= \frac{\ln(S_0/X) + (r + \sigma^2/2)T}{\sigma\sqrt{T}} \\
 &= \frac{\ln(7,154/4,389) + (0.06 + 0.25^2/2)0.5}{0.25\sqrt{0.5}} \\
 &= 3.03
 \end{aligned}$$

$$-d_1 = -3.03$$

$$\begin{aligned}
 d_2 &= \frac{\ln(S_0/X) + (r - \sigma^2/2)T}{\sigma\sqrt{T}} = d_1 - \sigma\sqrt{T} \\
 &= d_1 - \sigma\sqrt{T} \\
 &= 3.03 - 0.25\sqrt{0.5} \\
 &= 2.86
 \end{aligned}$$

$$-d_2 = -2.86$$

$$N(d_1) = 1.00 \quad N(d_2) = 1.00$$

$$N(-d_1) = 0.001 \quad N(-d_2) = 0.001$$

$$\begin{aligned}
 p &= Xe^{-rT} N(-d_2) - S_0 N(-d_1) \\
 &= 4,379 \times 2.7183^{-0.06 \times 0.5} \times 0.001 - 7,154 \times 0.001 \\
 &= 0.45
 \end{aligned}$$

Tabel 4.15 Hasil Perhitungan Nilai *Option to Abandon*

<i>Option valuation</i>	
<i>Time to expiration (yrs)</i>	0.5
<i>Risk free rate</i>	6.00%
<i>Volatility</i>	25%
$d_1$	3.03
$-d1$	-3.03
$N(d_1)$	1.00
$N(-d1)$	0.00
$d_2$	2.86
$-d2$	-2.86
$N(d_2)$	1.00
$N(-d2)$	0.00
<i>Put value</i>	0.45

Dari tabel 4.15 dapat dijelaskan sebagai berikut:

- 1) *Risk free rate* yang digunakan adalah 6%, berdasarkan pada tingkat suku bunga Sertifikat Bank Indonesia (SBI) selama tahun 2011 untuk jatuh tempo 6 bulan (terdapat di lampiran 1).
- 2) *Volatility* atau standar deviasi tahunan menggunakan angka 25% berdasarkan dari informasi dari volatilitas harga minyak dan volatilitas nilai cadangan minyak dari sumur M-128 *offset* tersebut sebagai pembentuk dari volatilitas *cash flow* proyek pengembangan sumur tersebut.
- 3) Nilai  $-d_1$  sebesar -3.03 diperoleh dari perhitungan dengan memasukkan variabel asumsi yang telah dipaparkan sebelumnya ke dalam rumus 2.4 di Bab 2.
- 4) Hasil  $N(-d_1)$  adalah perhitungan *normal distribution* dari  $-d_1$ , sehingga menghasilkan nilai 0.001.
- 5) Nilai  $-d_2$  sebesar -2.86 diperoleh dari perhitungan dengan memasukkan variabel asumsi yang telah dipaparkan sebelumnya ke dalam rumus 2.5 di Bab 2:
- 6) Hasil  $N(-d_2)$  adalah perhitungan *normal distribution* dari  $d_2$ , sehingga menghasilkan nilai 0.001.
- 7) Nilai *option to abandon* atau *put value* dari proyek ini sesuai dengan rumus 2.3 di Bab 2 adalah US\$0.45 (dalam ribu). Sehingga *total value* dari proyek ini



adalah; NPV + nilai *option to abandon*, yaitu:  $Total Value = US\$3,419 + US\$0.45 = US\$3,419.45$  (dalam ribu)

#### 4.4 Summary Nilai Opsi

Setelah dilakukan perhitungan nilai opsi dengan metode Black Scholes Merton dan model binomial, dapat disimpulkan bahwa dengan adanya pendekatan perhitungan *real option*, terdapat nilai tambah (nilai opsi) yang akan menambah perhitungan *base case* NPV menjadi *total value* dari proyek. Dalam tabel 4.12 di bawah akan terlihat nilai masing-masing opsi hasil dari perhitungan sebelumnya dengan metode Black Scholes Merton dan metode binomial.

Terlihat pula bahwa hasil perhitungan nilai opsi dari model BSM lebih relatif lebih besar daripada perhitungan nilai opsi dari model binomial. Hal ini dikarenakan nilai opsi dari perhitungan model BSM lebih bisa merespon adanya perubahan di setiap waktu dan di setiap kemungkinan karena bersifat *continous probability*. Berbeda dengan model binomial yang hanya merespon setiap perubahan di setiap akhir periode saja (3 bulanan, 6 bulanan, dst) dan perubahannya hanya ada dua kemungkinan saja (*discrete probability*). Selain itu adanya perbedaan *time factor* dalam perhitungan nilai opsinya, yaitu model BSM dihitung secara langsung 6 bulan, sedangkan model binomial menggunakan 2 *lattices* masing-masing 3 bulan.

**Tabel 4.16 Nilai Masing-Masing Real Options Model BSM & Binomial**

##### **Model Black Scholes Merton**

Nilai <i>Option to Abandon</i>	: US\$0.45 (dalam ribu)
Nilai <i>Option to Expand</i>	: US\$2,904.00 (dalam ribu)

##### **Model Binomial**

Nilai <i>Option to Abandon</i>	: US\$59.03 (dalam ribu)
Nilai <i>Option to Expand</i>	: US\$1,029.04 (dalam ribu)
Nilai <i>Option Mutually Exclusive Alternatives</i>	: US\$1,088.07 (dalam ribu)

#### 4.5 Analisis Sensitivitas

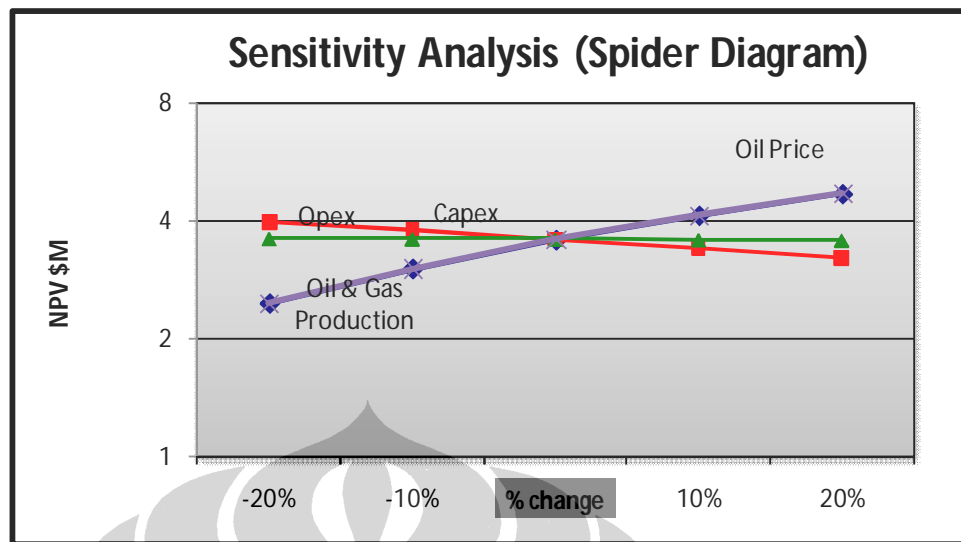
Analisis sensitivitas dilakukan dengan melakukan perubahan persentase dari parameter input hasil perhitungan nilai NPV di point 4.1 sebelumnya. Tujuan dari analisis sensitivitas adalah melihat bagaimana pengaruh masing-masing parameter keekonomian terhadap beberapa indikator keekonomian. Dalam analisis ini, dilakukan uji sensitivitas pada empat parameter yaitu harga minyak dan gas bumi, besaran produksi, serta pencapaian *capital expenditure* dan *operational expenditure*.

Hasil analisis sensitivitas dari empat parameter terangkum pada tabel 4.17

**Tabel 4.17 Analisis Sensitivitas**

Oil & Gas Price	-20%	-10%	0	10%	20%
DCF NPV	2.45	3.01	3.56	4.12	4.67
Oil & Gas Production	-20%	-10%	0	10%	20%
DCF NPV	2.45	3.01	3.56	4.12	4.67
CAPEX Target	-20%	-10%	0	10%	20%
DCF NPV	3.94	3.75	3.56	3.37	3.18
OPEX Target	-20%	-10%	0	10%	20%
DCF NPV	3.58	3.57	3.56	3.55	3.54

Hasil sensitivitas dari empat parameter di atas dapat digambarkan dalam sebuah grafik di bawah ini. Grafik ini dikenal dengan nama *spider diagram* (diagram laba-laba).



**Gambar 4.5 Diagram Analisis Sensitivitas NPV dengan Perubahan Empat Parameter**

Dari spider diagram ini, kita dapat tentukan parameter mana yang paling sensitif dalam mempengaruhi nilai proyek ini. Semakin tajam kemiringan dari suatu garis parameter, maka semakin sensitif parameter tersebut. Pada gambar 4.5 menunjukkan bahwa perubahan produksi dan harga minyak dan gas bumi memberikan perubahan yang sangat sensitif terhadap nilai NPV proyek, baik dengan penambahan maupun pengurangan kedua parameter tersebut. Sedangkan perubahan biaya *capital expenditure* dan *operational expenditure* kurang memberikan perubahan yang sensitif terhadap nilai NPV proyek.

## BAB 5

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

Setelah melalui proses perhitungan yang dimulai dari identifikasi opsi (*real option*) yang dimiliki manajemen hingga ke proses penerapan dan perhitungan nilainya maka dengan demikian dapat disimpulkan bahwa:

- a) Penggunaan *real option analysis* dapat memberikan nilai tambah di dalam pengambilan keputusan investasi pengembangan lapangan sumur minyak dan gas bumi pada *Production Sharing Contract* (PSC) X, jika dibandingkan dengan metode konvensional (DCF dan NPV).
- b) Faktor-faktor yang menyebabkannya penggunaan *real option analysis* dapat memberikan nilai tambah di dalam pengambilan keputusan investasi pengembangan lapangan sumur minyak dan gas bumi pada PSC X, jika dibandingkan dengan metode konvensional (DCF dan NPV) adalah sebagai berikut:
  - Pendekatan metode DCF meng-*undervalue* nilai sumur baik untuk *base case* maupun *expanded case*. Hal ini diakibatkan oleh kalkulasi yang bersifat statik dan tidak responsif terhadap perubahan atau setiap peluang yang mungkin terjadi sepanjang umur proyek investasi tersebut.
  - Pendekatan metode DCF gagal dalam mengidentifikasi *total value* sebuah proyek investasi, karena ketidakmampuan mengikutsertakan *indirect cashflow* yang diperoleh dari fleksibilitas atau opsi yang dimiliki manajemen atas proyek yang sedang dijalankan.
  - *Real option analysis* adalah salah satu model perhitungan keekonomian suatu proyek yang mengembangkan metode DCF dengan memperhitungkan fleksibilitas, unsur ketidakpastian (*uncertainties*) dan adanya informasi baru di masa mendatang.

- Perhitungan *real option analysis* sudah menggunakan *risk free rate* yang lebih tepat dibandingkan metode DCF yang menggunakan *risk adjusted discount rate*. *Rate* tersebut sudah terbebas dari segala macam risiko di masa depan.

## 5.2 Batasan Penelitian

Penelitian ini membatasi karya akhir ini hanya pada satu proyek investasi saja, yaitu pengembangan sumur minyak M-128 *offset* dengan pilihan pembiayaan yang bersifat "given" ditentukan oleh perusahaan. Metode yang digunakan dalam analisis keekonomian adalah metode konvensional standar *discounted cash flow* dibandingkan dengan dua model *real options analysis* yaitu metode Black Scholes – Merton (BSM) dan metode binomial.

Dalam analisa keekonomian dengan metode BSM dan metode binomial, nilai *real options* dihitung dengan asumsi *option* yang dimiliki manajemen adalah *simple option*, yaitu *option* dengan sumber ketidakpastian yang dapat disederhanakan oleh satu saja unsur ketidakpastian saja. Tetapi tipe *simple option* yang digunakan dalam karya akhir ini hanya *option to abandon* dan *option to expand* saja.

## 5.3 Saran

### 5.3.1 Saran Bagi Perusahaan

Melalui tinjauan kombinasi dalam model binomial, dapat disimpulkan bahwa terdapat dua opsi yang layak di-*exercise* pada periode 6 bulan yang akan datang, yaitu titik D (*option to expand*), proyek mengalami kenaikan dua kali berturut-turut. Kondisi ini bisa dikatakan kondisi terbaik yang mungkin dialami pada proyek pengembangan sumur minyak perusahaan selama masa berlakunya opsi (6 bulan). Dan pada titik F (*option to abandon*), proyek mengalami penurunan dua kali berturut-turut. Kondisi ini bisa dikatakan kondisi terburuk yang mungkin dialami pada proyek pengembangan sumur minyak perusahaan selama masa berlakunya opsi (6 bulan).

Tetapi nilai pada titik A menunjukkan bahwa terjadi kenaikan nilai. Nilai ini bagi manajemen dapat dianggap sebagai tambahan keyakinan bahwa proyek tidak perlu ditunda pelaksanaannya. Dengan catatan bahwa faktor-faktor yang lain tetap, maka proyek pengembangan sumur minyak M-128 *offset* ini memiliki nilai strategis yang tinggi. Dibuktikan dengan signifikannya *indirect cashflow* yang diperoleh dengan memilikinya kedua *real option* (*option to abandon* dan *option to expand*).

Apabila perusahaan memakai model BSM dalam melakukan perhitungan nilai opsinya, maka opsi yang layak dilakukan adalah melakukan *expand* terhadap proyek tersebut. Karena nilai opsi yang dihasilkan sangatlah tinggi.

### 5.3.2 Saran Bagi Penelitian Selanjutnya

- a) Penelitian tentang penilaian keekonomian suatu proyek berikutnya sebaiknya membandingkan perhitungan beberapa proyek untuk mendapatkan konsep filosofi dari perhitungan *real options analysis* yang lebih sempurna.
- b) Di dalam menghitung nilai *real options* dalam penelitian ini dihitung dengan menggunakan *simple option* dengan tipe yang digunakan hanya *option to abandon* dan *option to expand* saja. Sebaiknya dalam penelitian berikutnya digunakan *option-option* lain yang memiliki unsur ketidakpastian yang lebih kompleks, untuk memperoleh kesimpulan yang lebih komprehensif.
- c) Proyek investasi ini dievaluasi dengan cara perhitungan *real option* model Black Scholes Merton dan model Binomial saja. Sebagai perbandingan, akan lebih baik jika digunakan metode perhitungan *real option analysis* selain metode BSM dan metode binomial di dalam penelitian berikutnya, seperti metode *simulations* dan metode *risk neutral probabilities*.
- d) Analisa sensitivitas yang dilakukan dalam penelitian ini masih menggunakan program MS excel biasa, untuk lebih mendapatkan hasil yang lebih akurat harus dilakukan analisa sensitivitas menggunakan bantuan beberapa *software sensitivity analysis* seperti *crystal ball*, *at risk*, *real options SLS*, dll.

## DAFTAR PUSTAKA

- Amram, M. & Kulatikala, N. (1999). *Real options: Managing strategic investment in an uncertain world*. Boston: Harvard Business School Press.
- Babajide, A. (2001). *Real Options Analysis as a Decision Tool in Oil Field Developments*. Massachusetts Institute of Technology.
- Brealey, R., Myers, S. And F. Allen. (2006). *Principles of Corporate Finance*, 8th.edition. McGraw-Hill, New York, NY.
- Copeland, T. & Antikarov, V. (2001). *Real options: A practitioner's guide*. New York: Texere.
- Cox, J.C. & A. Ross. (1976). The Valuation of Options for Alternative Stochastic Processes. *Journal of Financial Economics*, vol. 3, January/March 1976, pp. 154-166.
- Cox, J.C. & S.A. Ross & M. Rubinstein. (1979). Option Pricing: A Simplified Approach. *Journal of Economic Theory*, vol. 20 June 1979, pp 381-408.
- Damodaran, A. (2002). *Investment valuation: Tool and techniques for determining the value of any asset*. John Wiley & Sons, Inc.
- Deezen, F. & Celso K. Morooka. (2002). *Real Options Applied to Selection of Technological Alternative for Offshore Oilfield Development*. Paper presented at SPE Annual Technical Conference and Exhibition held in San Antonio, Texas, 29 September–2 October 2002.
- Dixit, A. K. & Pindyck, R. S. (1994). *Investment under uncertainty*. Princeton University Press, New Jersey.
- Emhjellen, M. & C.M. Alaouze. (2003). A comparison of Discounted Cash Flow and Modern Asset Pricing Methods. *Energy Policy* 30 (2): 91-96
- Haq, N. (2009). *A new era of project economics and investment decision techniques: from conventional DCF to modern real options methods*. Fira Publishing.
- Kvalevag, T. (2009). *How do discounted cash flow analysis and real options differ as basis for decision making about oil and gas field developments?.* Copenhagen Business School.
- Lima, Gabriel A. C. & S. B. Suslick. (2008). Investment decision in oil and gas projects using real option and risk tolerance models. *Int. Journal Oil, Gas and Coal Technology*, Vol. 1, 2-23.

- Paddock, J. Siegel, D. & Smith, J. (1988). *Option valuation of claims on physical assets: The case of offshore petroleum leases*. Quarterly Journal of Economics.
- Ross, Stephen A., Westerfield, Randolph W. And J. Jaffe. (2010). *Corporate Finance*, 9th.edition. McGraw-Hill, New York, NY.
- Sarumpaet, V. (2004). *Penerapan Real Options Dengan Model Binomial Dalam Penilaian Proyek Investasi Lapangan Minyak "Oil Energy-2"*. Tesis pada Universitas Indonesia.
- Trigeorgis, L. (1993). .The Nature of Option Interaction and the Valuation of Investments with Multiple Real Options. *Journal of Financial and Quantitative Analysis* 28, no 1 (March), 1-20.
- UUD 1945, Pasal 33, ayat 2, ayat 3
- UU Minyak dan Gas Bumi Indonesia, No. 22 tahun 2001.
- Data Harga Rata-Rata Minyak ICP Jenis Badak Crude & BRC. [www.esdm.go.id](http://www.esdm.go.id). 8 Oktober 2011
- Struktur Organisasi Production Sharing Contract X. [www.vico.co.id](http://www.vico.co.id). 13 Oktober 2011.
- Suku Bunga SBI. [www.bi.go.id](http://www.bi.go.id). 18 Desember 2011.



**Lampiran 1**  
**Suku Bunga SBI**  
**Starting Jan 2011**

**Suku Bunga Sertifikat Bank Indonesia**

Periode : 12 Jan 2011  - 09 Jun 2011

Tanggal Lelang	Tenor			
	1 Bulan %	3 Bulan %	6 Bulan %	9 Bulan %
09 Jun 2011				7.36317
12 May 2011				7.36011
14 Apr 2011				7.18
09 Mar 2011				6.71887
09 Feb 2011				6.70542
12 Jan 2011			6.08058	6.49936

**Lampiran 2**  
**Perhitungan Discounted Cash Flow & Real Options BSM**

Project Name	M-128 Offset		
Gas Equity	Weighted Average		
F T P	20%		
TAX	48%		
Discount Rate	15%		
Market Risk-Adjusted Discount Rate/Cost of Capital	15%		
Private-Risk Discount Rate	6%		
Depreciation			
Gas	Category	Group 3	
	Period	8 Years	
	Percentage	10%	
Oil	Category	Group 2	
	Period	5 Years	
	Percentage	25%	

			1	2	3	4
			2010	2011	2012	2013
<b>Incremental Production</b>			365	222	366	365
	Gas	MMCFD	0.000	0.000	0.300	0.300
	Oil	BOPD	0.000	811.959	985.017	439.000
<b>Yield</b>						
	Field Condensate	BBL/MMSCF	0.00	8.04	8.18	0.00
	BRC	BBL/MMSCF	0.00	0.00	0.00	0.00
<b>Incremental Production (VICO Operated)</b>						
<b>Most Likely</b>						
	Gas	MMSCF	0	0	110	110
	F Cond	BBL	0	2,804	2,804	0
	BRC	BBL	0	0	0	0
	Oil	BBL	0	180,255	360,516	160,235
	AS Gas	MMSCF	0	0	0	0
<b>Capital Investment</b>						
	Intangible	\$M	2,379.0	100.0	0.0	0.0
	Tangible	\$M	377.0	0.0	0.0	0.0
	Flowline	\$M	202.0	0.0	0.0	0.0
	Facility	\$M	1,250.0	0.0	0.0	0.0
<b>Operating Cost</b>						
	Unit Opex	\$/BBL	0.00	0.00	0.00	0.00
	Common Opex	\$M	0	369	875	56
<b>LNG Basket Price</b>						
		\$/BBL	0.0	60.0	60.0	60.0
<b>Capital Investment</b>						
<b>Gas</b>						
	Intangible	\$M	1,665	70	0	0
	Tangible	\$M	264	0	0	0
	Flowline	\$M	141	0	0	0
	Facility	\$M	875	0	0	0
<b>Liquid</b>						
	Intangible	\$M	714	30	0	0
	Tangible	\$M	113	0	0	0
	Flowline	\$M	61	0	0	0
	Facility	\$M	375	0	0	0
	<b>Total Capex</b>	\$M	4,208	100	0	0
<b>Operating Cost</b>						
	Common - Gas	Fraction	0.00	0.00	0.05	0.11
<b>Share/Equity</b>						
	Weighted Average Gas Equity After Tax		0.00%	29.80%	30.00%	30.00%
	Gas Equity After Tax		0.00%	29.80%	30.00%	30.00%
	Gas Equity Before Tax		0.00%	57.30%	57.69%	57.69%
	Liquid Equity After Tax		0.00%	15.00%	15.00%	15.00%
	Liquid Equity Before Tax		0.00%	28.85%	28.85%	28.85%
<b>Investment Credit</b>						
	Gas		0%	0%	0%	0%
	Liquid		0%	0%	0%	0%
<b>Depreciation</b>						
	Tan Cost to be Depreciated for Gas		0	0	0	0
	<b>Gas Depreciation</b>		0	0	0	0
	Tan Cost to be Depreciated for Liquid		0	0	0	0
	<b>Liquid Depreciation</b>		0	0	0	0

**Lampiran 2**  
**Perhitungan Discounted Cash Flow & Real Options BSM**

Prices						
<b>Weighted Average Gas Price</b>						
	High	\$/MSCF		15.50	16.00	16.50
<b>Crude (Oil and Field Condensate)</b>						
	High	\$/BBL		114.41	115.55	116.71
<b>BRC</b>						
	High	\$/BBL		102.32	103.34	104.38

**Cash Flows Calculation**

<b>Most Likely Prod</b>					
<b>Gas Cash Flows, \$M</b>					
	2010	2011	2012	2013	
Gross Revenue	0	0	1,757	1,807	
FTP	0	0	351	361	
Intangible Costs	1,665	70	0	0	
Opex	0	0	43	6	
Tangible Costs	1,280	0	0	0	
Depreciation	0	0	0	0	
Investment Credit	0	0	0	0	
Recoverable Costs	0	70	43	6	
Recov'ble Costs + Carry Fwd UnRC	0	70	113	6	
Available Revenue for CR	0	0	1,405	1,445	
Recovered Cost	0	70	113	6	
Unrecovered Costs	0	70	0	0	
Available Revenue from Liquid CF	0	16,356	32,755	14,911	
Carry Forward Unrecovered Costs	0	0	0	0	
Revenue to be Split	0	-70	1,405	1,445	
Contractor's Equity Before Tax	0	-40	811	834	
DMO Losses	0	0	0	0	
Taxable Income	0	-40	1,014	1,042	
Tax	0	-19	486	500	
Contractor's Profit	0	49	640	548	
Total Cash Costs	2,944	70	43	6	
Contractor's Net Cash Flows	-2,944	-21	597	542	
Gol's FTP + DMO + Share	0	-30	743	764	
Gol's Net Cash Flows	-1,400	-49	1,230	1,265	
<b>Liquid Cash Flows, \$M</b>					
Gross Revenue	0	20,944	41,983	18,701	
FTP	0	4,189	8,397	3,740	
Intangible Costs	714	30	0	0	
Opex	0	369	832	50	
Tangible Costs	549	0	0	0	
Depreciation	0	0	0	0	
Investment Credit	0	0	0	0	
Recoverable Costs	0	399	832	50	
Recov'ble Costs + Carry Fwd UnRC	0	399	832	50	
Available Revenue for CR	0	16,755	33,586	14,961	
Recovered Cost	0	399	832	50	
Unrecovered Costs	0	0	0	0	
Available Revenue from Gas CF	0	0	1,292	1,439	
Carry Forward Unrecovered Costs	0	0	0	0	
Revenue to be Split	0	16,286	32,755	14,911	
Contractor's Equity Before Tax	0	4,698	9,448	4,301	
DMO Losses	0	1,174	2,362	1,075	
Taxable Income	0	4,732	9,508	4,305	
Tax	0	2,271	4,564	2,066	
Contractor's Profit	0	2,859	5,776	2,289	
Total Cash Costs	1,264	399	832	50	
Contractor's Net Cash Flows	-1,264	2,460	4,944	2,238	
Gol's FTP + DMO + Share	0	15,743	31,643	14,346	
Gol's Net Cash Flows	-601	18,014	36,207	16,412	
<b>Consolidated Cash Flows, \$M</b>					
Gross Revenue	0	20,944	43,740	20,508	
FTP	0	4,189	8,748	4,102	
Intangible Costs	2,379	100	0	0	
Opex	0	369	875	56	
Tangible Costs	1,829	0	0	0	
Depreciation	0	0	0	0	
Investment Credit	0	0	0	0	
Recoverable Costs	0	469	875	56	
Recov'ble Costs + Carry Fwd UnRC	0	469	945	56	
Available Revenue for CR	0	16,755	34,992	16,406	
Recovered Cost	0	469	945	56	
Unrecovered Costs	0	70	0	0	
Available Revenue from Outside	0	16,356	34,047	16,350	
Carry Forward Unrecovered Costs	0	0	0	0	
Revenue to be Split	0	16,216	34,160	16,356	
Contractor's Equity Before Tax	0	4,658	10,259	5,135	
DMO Losses	0	1,174	2,362	1,075	
Taxable Income	0	4,692	10,522	5,347	
Tax	0	2,252	5,051	2,567	
Contractor's Profit	0	2,909	6,416	2,836	
Total Cash Costs	4,208	469	875	56	
Contractor's Net Cash Flows	-4,208	2,440	5,541	2,780	
Gol's FTP + DMO + Share	0	15,713	32,386	15,110	
Gol's Net Cash Flows	-2,001	17,965	37,436	17,677	

**Lampiran 2**  
**Perhitungan Discounted Cash Flow & Real Options BSM**

<b>Financial Analysis</b>						
Revenue Stream	PV :	\$7,153.61	0	2,540	5,541	2,780
Invest. Stream	PV :	\$4,379.21	4,208	460	0	0
Net Cash Flow	NPV Total :	\$2,774.40	-4,208	2,080	5,541	2,780

<b>Hasil Keekonomian Contractors</b>		
DCF-NPV	\$3,419	ribu \$
IRR	63%	

<b>Option valuation</b>	
Time to expiration (yrs)	0.5
Risk free rate	6.00%
Volatility	25%
$d_1$	3.03
$-d_1$	-3.03
$N(d_1)$	1.00
$N(-d_1)$	0.00
$d_2$	2.86
$-d_2$	-2.86
$N(d_2)$	1.00
$N(-d_2)$	0.00
Call value	2,904
Put value	0.45

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

$$d_2 = \frac{\ln\left(\frac{S}{X}\right) + \left(r - \frac{\sigma^2}{2}\right)t}{\sigma\sqrt{t}}$$

