

## PEMODELAN KASUS OPSI RIIL PADA PROYEK PERMINYAKAN DENGAN PENDEKATAN BLACK-SCHOLES

Bayu Ary Firgiawan<sup>1</sup>, Dr. Deni Saepudin<sup>2</sup>, Irma Palupi<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Ilmu Komputasi, Fakultas Teknik Informatika, Universitas Telkom

---

### Abstrak

Contoh investasi aset riil yaitu investasi pembiayaan proyek perminyakan. Jumlah biaya yang diinvestasikan dihitung melalui pendekatan Black-Scholes. Pendekatan ini biasanya digunakan untuk perhitungan harga opsi di investasi keuangan. Perhitungan opsi riil akan diujicobakan dengan pendekatan Black-Scholes. Perhitungan opsi ini diselesaikan secara numerik dengan finite difference menggunakan metode Forward in Time Center in Space (FTCS), Backward in Time Center in Space (BTCS), dan Crank-Nicolson. Harga minyak mentah di pasar ( $V$ ) sebagai masukan awal, kemudian dari data  $V$  beberapa parameter yang dibutuhkan dalam perhitungan akan ditentukan dan digunakan untuk perhitungan harga undeveloped project ( $F$ ) serta perhitungan nilai kompensasi menunggu.

Dalam penelitian ini dilakukan beberapa kali pengujian dengan mengubah nilai parameter untuk melihat sensitivitas harga undeveloped project terhadap perubahan nilai parameter. Untuk parameter volatilitas harga pasar ( $\sigma$ ) dan parameter expected return ( $r$ ), semakin besar nilai yang diberikan maka harga undeveloped project akan semakin meningkat. Sedangkan untuk parameter besar investasi ( $K$ ) semakin besar nilai yang diberikan harga undeveloped project semakin menurun. Berkaitan dengan analisis galatnya, untuk ukuran partisi 6000 menggunakan metode FTCS tidak stabil karena tidak memenuhi syarat kestabilan galat, sedangkan untuk metode BTCS dan Crank-Nicolson memenuhi syarat kestabilan galat. Dari hasil pengujian, semakin mendekati jatuh tempo harga undeveloped project akan semakin menurun.

**Kata Kunci :** investasi, opsi riil, proyek perminyakan, Black-Scholes, finite difference, keuangan

---

### Abstract

The example of real assets investment is funding investment in petroleum project. The amount of the cost that will be invested is calculated by Black-Scholes approaches. This approaches is usually used for the calculation of option prices in financial investment. The real options calculation will be tested with Black-Scholes approaches. The calculation of this options will be solved numerically by finite difference using Forward in Time Center in Space (FTCS), Backward in Time Center in Space (BTCS), dan Crank-Nicolson methods. Crude oil price in the market ( $V$ ) as an initial input, then from  $V$  data several parameters that required in the calculation will be determined and will be used for undeveloped project ( $F$ ) calculation and waiting value calculation. In this research performed a few times of testing by changing the parameter values, in order to see the sensitivity of undeveloped project price against to the changes of parameters values. For the market price volatility parameter ( $\sigma$ ) and the expected return parameter ( $r$ ) if the greater value is given, the undeveloped project price will be increased. While for the investment amount parameter ( $K$ ) if the greater value is given, the undeveloped project price will be decreased. Related to the error analysis, for the partition size 6000 using FTCS method is unstable because it doesn't satisfy the stability of error requirement, while for BTCS and Crank-Nicolson methods satisfy the stability of error requirement. From the test result, if the time is approaching to the maturity, the undeveloped project price will be decreased.

**Keywords :** investment, real options, petroleum project, Black-Scholes, finite difference, finance

---

## BAB I

### Pendahuluan

#### 1.1 Latar belakang

Kegiatan bisnis di era modern semakin variatif, dan masyarakat harus jeli dalam menentukan dan mempertahankan bisnis yang akan dijalankan. Hal ini dimaksudkan agar penggunaan modal awal yang mungkin berjumlah besar dapat berjalan sesuai dengan harapan investor, atau paling tidak dapat menghindari risiko kerugian yang besar. Seperti yang telah diketahui bahwa prinsip melakukan kegiatan usaha adalah, menggunakan modal seminimum mungkin untuk menghasilkan keuntungan yang maksimal.

Salah satu bidang bisnis yang banyak diminati adalah investasi. Investasi yang banyak dipilih yaitu investasi aset dan saham. Investasi dalam bentuk ini cukup membuka peluang pengembalian yang menarik, namun tentunya dengan risiko yang harus dipertimbangkan secara matang. Hal ini dikarenakan bisnis yang menawarkan pengembalian yang besar biasanya memiliki risiko yang besar, demikian juga untuk bisnis yang menawarkan pengembalian kecil biasanya risiko yang dihasilkan juga kecil. Berdasarkan hal yang demikian inilah, investor harus berhati-hati dan memperhatikan faktor risiko yang akan dihadapi jika investasi tidak berjalan sesuai harapan, agar risiko kehilangan tidak terlalu besar.

Guna mengatasi permasalahan di atas, beberapa perusahaan menawarkan produk-produk untuk membatasi risiko tersebut, dimana dengan penawaran ini investor dapat membatasi risiko atas investasinya. Salah satu produk pembatas risiko yang sudah banyak dikenal adalah opsi. Opsi merupakan suatu hak yang didasarkan pada suatu perjanjian untuk membeli atau menjual aset tertentu, seperti komoditas, surat berharga keuangan, atau suatu mata uang asing, pada suatu tingkat harga dan waktu yang telah ditentukan dalam perjanjian [1].

Teori opsi berkembang tidak hanya untuk cakupan saham dan *financial market*, tapi juga kepada keuangan perusahaan, politik, energi, dan lain-lain. Dalam bisnis sendiri, opsi merupakan sebuah alternatif atau pilihan yang telah tersedia bersamaan dengan munculnya peluang dalam investasi bisnis. Opsi dapat

mencakup peluang bagi perusahaan untuk mengembangkan dan memperkecil jumlah investasi dalam suatu proyek, juga menghentikan proyek apabila telah mengetahui perkiraan di masa depan mengenai kondisi yang dapat saja muncul dari proyek investasi yang dijalankan.

Penelitian dalam tugas akhir ini akan diarahkan ke dalam permasalahan opsi atas proyek aset riil. Opsi disebut riil atau nyata karena biasanya berhubungan dengan aset berwujud seperti pelengkap modal, daripada sebagai instrumen keuangan itu sendiri. Dengan mempertimbangkan opsi di dalam investasi aset riil akan sangat memberikan pengaruh pada penilaian sebuah investasi yang potensial.

Gambaran yang dapat diberikan untuk permasalahan dalam kasus opsi riil adalah pada studi kasus dalam proyek perminyakan. Sebagai pengantar, tahapan bisnis yang ada di proyek perminyakan diawali dari eksplorasi, eksploitasi, dan produksi. Di tahap pertama adalah eksplorasi bertujuan memperoleh informasi mengenai kondisi geologis ladang minyak, prediksi jumlah sumber cadangan, rencana pembiayaan untuk operasional di titik lokasi yang sudah ditentukan berdasarkan survei umum. Tahapan kedua yaitu eksploitasi, tahapan ini bertujuan menghasilkan minyak dan gas bumi dari wilayah yang sudah ditentukan. Tahapan ketiga yaitu produksi, kegiatan yang dilakukan meliputi pengolahan lanjutan hingga penjualan [18].

Penelitian tugas akhir ini masih berada di tahap eksplorasi. Contoh kasusnya seperti, sebuah perusahaan A memiliki ladang minyak baru yang setelah dilakukan survei umum terdapat potensi sumber daya minyak. Kemudian perusahaan A menawarkan kesempatan hanya kepada satu investor yang berminat untuk berinvestasi di proyek yang akan dilaksanakan beberapa tahun kedepan. Penawaran ini berupa prospek kedepan dari ladang minyak yang masih belum diketahui jumlah pasti dari cadangan minyak yang terkandung di dalamnya. Pada tahap eksplorasi ini investor akan memperoleh informasi jumlah pasti dari cadangan minyak yang ada sebanding atau tidak dengan hasil yang akan diperoleh. Investor akan memiliki pilihan apakah menghentikan pembiayaan atau melanjutkan pembiayaan eksplorasi saat ini dan akan mengambil pilihan untuk mengeksploitasi ladang di  $n$  waktu yang akan datang, kemudian melanjutkan ke tahap produksi. Kondisi yang dikatakan bahwa jumlah cadangan yang ada tidak

sebanding yaitu apabila diperhitungkan dengan jumlah modal yang dikeluarkan serta harga pasar saat ini, hasilnya tidak akan sebanding dengan yang akan diperoleh jika dilanjutkan ke tahap eksploitasi, maka investor dapat menghentikan pembiayaan atas eksplorasi yang sedang dilakukan ini. Karena modal yang dikeluarkan cukup besar, maka perlu diperhatikan adanya faktor risiko, agar saat mengalami kegagalan investor tidak merugi dalam jumlah yang besar. Dengan menggunakan opsi inilah menjadi salah satu alternatifnya, investor dapat mempertimbangkan kelanjutan dari investasinya dengan melihat *trend* harga pasar dan dapat mempersiapkan kebutuhan atas segala kemungkinan yang akan terjadi. Hal ini kemudian menjadi latar belakang penelitian ini dilakukan agar dapat memberikan masukan bagi investor dalam menentukan keputusan saat melakukan investasi pada proyek aset riil.

Salah satu permasalahan investasi dengan konsep opsi riil adalah masalah penentuan harga. Dimana pada kasus opsi riil proyek perminyakan, nilai opsi dapat diartikan sebagai biaya investasi awal, meliputi penyewaan lahan dan pembiayaan awal keperluan tahap penelitian eksplorasi, sebelum investor mengambil keputusan melanjutkan pembiayaan untuk eksploitasi dan produksi. Penerapan konsep opsi riil dalam investasi ini adalah agar investor dapat mengetahui jumlah investasi awal yang harus dikeluarkan.

Penentuan nilai opsi dilakukan melalui pendekatan model yang dikemukakan oleh Fisher Black, Robert Merton, dan Myron Sholes yang dikenal dengan model *Black-Scholes*, model ini biasanya digunakan untuk penentuan harga opsi terkait dengan nilai saham, namun model ini juga dapat diterapkan di bidang lain, oleh karena itu, model akan digunakan sebagai pendekatan untuk menyelesaikan permasalahan opsi di kasus riil.

## 1.2 Perumusan masalah

Rumusan yang digunakan di dalam penelitian tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana pemodelan, simulasi, dan implementasi dalam melakukan investasi pada kasus opsi riil menggunakan pendekatan *Black-Scholes* ?

2. Diantara metode FTCS, BTCS, dan *Crank-Nicolson*, metode manakah yang stabil dalam menyelesaikan permasalahan kasus opsi riil menggunakan pendekatan *Black-Scholes* ?

### 1.3 Tujuan

Tujuan dilakukan penelitian tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Memperoleh pemodelan, simulasi dan implementasi dalam melakukan investasi pada kasus opsi riil menggunakan pendekatan *Black-Scholes*.
2. Mengetahui metode dari penyelesaian secara numerik yang stabil dalam menyelesaikan permasalahan kasus opsi riil menggunakan pendekatan *Black-Scholes*.

### 1.4 Batasan masalah

Batasan masalah yang digunakan di dalam penelitian tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Penelitian hanya dilakukan untuk proyek perminyakan.
2. Memodelkan dan melakukan implementasi kasus aset riil dengan pendekatan *Black-Scholes* untuk menentukan harga *undeveloped project* proyek perminyakan sebagai harga opsi *call*.
3. Akan dilakukan pengujian untuk opsi riil dengan tipe opsi Amerika.
4. Data studi kasus digunakan hanya sebagai contoh implementasi.

### 1.5 Hipotesis

Hipotesis yang digunakan di dalam penelitian tugas akhir ini adalah perhitungan harga opsi riil dapat dilakukan melalui pendekatan *Black-Scholes* untuk menentukan nilai kontrak opsi.

### 1.6 Metodologi penyelesaian masalah

Metodologi yang digunakan untuk menyelesaikan permasalahan yang diangkat dalam tugas akhir ini meliputi indentifikasi masalah, pengumpulan data,

studi literatur, analisis dan implementasi penyelesaian permasalahan dan sistem, pengujian dan analisis hasil penelitian, dan dokumentasi hasil penelitian. Dengan penjelasan dari masing-masing tahapan sebagai berikut:

1. Identifikasi Masalah dan Studi Literatur

Pada tahap ini, penulis akan melakukan identifikasi permasalahan dan dilanjutkan penelitian terhadap kasus di aset riil. Pada tahap ini, penulis akan mencari berbagai referensi dari jurnal, baik jurnal nasional maupun jurnal internasional, makalah penelitian, situs-situs internet, forum diskusi, atau sumber pendukung lainnya yang berdasarkan permasalahan yang diangkat dalam penelitian tugas akhir ini. Referensi yang dirujuk meliputi materi yang berkaitan dengan model *Black-Scholes*, pembahasan permasalahan dalam aset riil yang berhubungan dengan studi kasus.

2. Pengumpulan Data

Pada tahap ini, akan dikumpulkan data-data yang berhubungan dengan aset riil yang diangkat dalam studi kasus serta data lain yang diperlukan dalam penyelesaian menggunakan pendekatan *Black-Scholes*.

3. Analisis dan Implementasi Penyelesaian Permasalahan dan Sistem

Pada tahap ini, dilakukan analisis dan pembangunan Model dari pendekatan *Black-Scholes* untuk diterapkan di kasus aset riil.

4. Pengujian dan Analisis Hasil Penelitian

Pada tahap ini, akan dilakukan simulasi data kedalam model dan pengujian terhadap hasil perhitungan dari model hasil pendekatan *Black-Scholes* dengan dataset sampel yaitu data historis dari tahun-tahun sebelumnya.

5. Dokumentasi hasil penelitian

Pada tahap ini akan dilakukan dokumentasi atau penyusunan laporan setiap kegiatan dari awal hingga akhir penelitian dan hasil yang diperoleh dalam bentuk laporan TA.

## 1.7 Sistematika Penulisan

Pada tugas akhir ini disusun menggunakan sistematika penulisan sebagai berikut

### 1. BAB I Pendahuluan

Bab ini berisi uraian tugas akhir secara umum yang meliputi latar belakang masalah, perumusan masalah, tujuan, batasan masalah, metodologi penyelesaian masalah, dan sistematika penulisan.

### 2. BAB II Dasar Teori

Bab ini menjelaskan teori-teori yang mendukung proses penelitian dalam penentuan harga opsi pada proyek riil dengan pendekatan *Black-Scholes*, dan analogi pendekatan *Black-Scholes* di dalam opsi riil dari studi investasi keuangan dan metode numerik untuk penyelesaian menggunakan pendekatan *Black-Scholes* yang dibuat sesuai dengan studi kasus yang digunakan

### 3. BAB III Perancangan Komputasi Numerik

Bab ini menjelaskan alur kerja yang digunakan dalam penyelesaian permasalahan.

### 4. BAB IV Implementasi dan Analisis Hasil

Bab ini berisi perangkat lunak yang akan digunakan dalam implementasi, pendefinisian parameter yang digunakan, hasil pengujian dari implementasi model menggunakan data riil dan parameter kebutuhan sesuai dengan studi kasus yang digunakan.

### 5. BAB V Kesimpulan dan Saran

Bab ini berisi kesimpulan yang diperoleh dari hasil penelitian serta saran-saran bagi para pembaca untuk dapat mengembangkan tugas akhir ini.

## BAB IV

### Kesimpulan dan Saran

#### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil percobaan yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan sebagai berikut

1. Hasil perhitungan harga *undeveloped project* dengan metode FTCS untuk partisi 6000 tidak stabil, karena tidak memenuhi syarat kestabilan galat yaitu nilai radius spektral menunjukkan bahwa nilai  $\rho > 1$ , sedangkan metode BTCS dan *Crank-Nicolson* untuk partisi 6000 stabil karena telah memenuhi syarat kestabilan galat dengan nilai  $\rho < 1$ .
2. Nilai kompensasi menunggu atau *waiting value project* ketika semakin mendekati jatuh tempo akan semakin mendekati 0 USD/Barel, dan waktu kontrak opsi mulai dapat dipertimbangkan untuk dijalankan atau dieksekusi ketika harga pasar pertama kali menyentuh harga batas *exercise*.
3. Untuk metode BTCS dan *Crank-Nicolson* dari hasil penelitian ini apabila harga pasar belum mencapai batas *exercise*, maka waktu eksekusi kontak opsi dapat ditunda, dan setelah harga pasar masuk di batas *exercise* hingga harga tertinggi pasar, maka investor dapat mempertimbangkan untuk mengeksekusi kontrak opsi.
4. Sensitivitas perubahan nilai masukan parameter terhadap harga *undeveloped project*, semakin besar tingkat risiko ( $\sigma$ ) dan *expected return* ( $\mu$ ) maka harga *undeveloped project* semakin tinggi. Sedangkan semakin besar jumlah investasi untuk melanjutkan ke tahap eksplorasi dan produksi ( $D$ ) maka harga *undeveloped project* semakin menurun.

#### 5.2 Saran

1. Pada tugas akhir ini memerlukan waktu yang lama untuk menyelesaikan perhitungan, karena domain harga dengan rentang yang sangat besar yaitu  $V \in [0, 290.58]$ , hal ini menyebabkan dalam tahapan diskritisasi harus semakin banyak partisi yang dibuat ini berakibat



proses komputasi yang lama. Solusinya dapat saja rentang harga ditransformasikan ke rentang harga tertentu dahulu kemudian diproses, lalu terakhir ditransformasikan kembali. Selain itu dapat juga digunakan alternatif lain jika program implementasi diperbaiki kembali menggunakan pembagian pengerjaan dalam *thread* untuk membagi beban *processor* dalam mengolah data dan hasil dapat diperoleh lebih cepat.

2. Pada tugas akhir ini baru meliputi harga *undeveloped project* dari proyek perminyakan di bagian eksplorasi, mungkin penelitian dapat dilanjutkan ke bagian eksploitasi dan proses produksi hingga diperoleh harga minyak mentah yang siap untuk dijual di pasar.



## Daftar Pustaka

- [1] Black F, Scholes M, 2008, *The Pricing of Options and Corporate Liabilities*, *The Journal of Political Economy*, Vol. 81, No. 3 (May-june, 1973), University Of Chicago Press.
- [2] Bandi, 2007, *Option Pricing with Applications to real option*  
Diakses melalui sumber :  
[www.bandi.staff.fe.uns.ac.id/files/2009/09/chapter-13.pdf](http://www.bandi.staff.fe.uns.ac.id/files/2009/09/chapter-13.pdf) (brigham and daves, 2004).  
Kunjungan situs pada : 22 September 2013, 10:25
- [3] Yang M, Blyth W, 2007, *Modelling Investment Risk and Uncertainties With Real Options Approach*, Paris, *International Energy Agency Working Paper Series (IEA)*.
- [4] Sick G, 1999, *Analyzing a Real Option on a Petroleum property*, Alberta-Kanada, Netherland Institute for Advance Study, University of Calgary and Real Option Group.  
Diakses melalui sumber :  
[www.realoptions.org/papers1999/SpreadsheetsPetroleumOption.pdf](http://www.realoptions.org/papers1999/SpreadsheetsPetroleumOption.pdf).  
Kunjungan situs pada : 5 Desember 2013, 18:16
- [5] McDonald R.I, 2009, *Fundamentals of Derivatives Market*, United States, Northwestern University, Prentice Hall.
- [6] *Definition of European options*, Investopedia.  
Diakses melalui sumber :  
[www.investopedia.com/terms/e/europeanoption.asp](http://www.investopedia.com/terms/e/europeanoption.asp).  
Kunjungan situs pada : 23 September 2013, 17:06
- [7] *Definition of American options*, Investopedia.  
Diakses melalui sumber :  
[www.investopedia.com/terms/a/americanoption.asp](http://www.investopedia.com/terms/a/americanoption.asp).  
Kunjungan situs pada : 23 September 2013, 17:12
- [8] *Definition of Bermuda options*, Investopedia.  
Diakses melalui sumber :  
[www.investopedia.com/terms/b/bermuda.asp](http://www.investopedia.com/terms/b/bermuda.asp).  
Kunjungan situs pada : 23 September 2013, 17:16
- [9] *Definition of Barrier options*. Investopedia.  
diakses melalui sumber :  
[www.investopedia.com/terms/b/barrieroption.asp](http://www.investopedia.com/terms/b/barrieroption.asp).  
Kunjungan situs pada : 23 September 2013, 17:24
- [10] Willmott P, 2007, *Introduces Quantitative Finance Second Edition*, The Atrium, Southern Gate, Chichester, West Sussex PO19 8SQ, England .John Wiley & Sons, Ltd.(Wilmott).
- [11] Kahinde A, Olu O.T, 2011, *Growth Option Model for Oil Field Valuation*, (USA), Global Jurnal Inc.

- [12] Dias M.A.G, 1996, *Dissertation "Investment Under Uncertainty in E&P of Petroleum"*, Rio De Janeiro, Pontifical Catholic University of Rio De Janeiro.  
Diakses melalui sumber :  
[www.marcoagd.usuarios.rdc.puc-rio.br/petmodel.html](http://www.marcoagd.usuarios.rdc.puc-rio.br/petmodel.html)  
Kunjungan situs pada : 25 September 2014, 14:56
- [13] Seydel U. R, 2009, *Universitext: Tools For Computational Finance Fourth Edition*, Köln-Germany, Universität Köln Mathematisch-Naturwiss Fakultät Mathematisches Institut Weyertal.
- [14] Urroz G.E, 2004, *Numerical Solution to Ordinary Differential Equations*, Utah, Utah University.
- [15] Higham D.J, 2004, *An Introduction to Financial Option Valuation*, United Kingdom, Cambridge University Press.
- [16] Crude Oil Historical Data,  
Diakses melalui sumber :  
[www.investing.com/commodities/crude-oil-historical-data](http://www.investing.com/commodities/crude-oil-historical-data)  
Kunjungan situs pada : 20 Februari 2014, 15:55
- [17] Konsep DCF dan Real Options, *Kajianrealoptions*, 27 Februari 2009.  
Diakses melalui sumber :  
[www.databasekajianrealoptions.wordpress.com/2009/02/27/dynamic-dcf-and-real-options-application-on-psc-block/](http://www.databasekajianrealoptions.wordpress.com/2009/02/27/dynamic-dcf-and-real-options-application-on-psc-block/)  
Kunjungan situs pada : 17 Mei 2014, 13:55
- [18] Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 22 tahun 2001 Tentang Minyak dan Gas Bumi.  
Diakses melalui sumber :  
[www.prokum.esdm.go.id/uu/2001/uu-22-2001.pdf](http://www.prokum.esdm.go.id/uu/2001/uu-22-2001.pdf)  
Kunjungan situs pada 25 Juni 2014, 19:23