

SKRIPSI

**PENENTUAN HARGA OPSI DOUBLE BARRIER DAN STEP
DOUBLE BARRIER DENGAN METODE INTERPOLASI
BINOMIAL**



Aditya Mamonto

NPM: 2014710023

**PROGRAM STUDI MATEMATIKA
FAKULTAS TEKNOLOGI INFORMASI DAN SAINS
UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
2018**

FINAL PROJECT

**PRICING DOUBLE BARRIER AND STEP DOUBLE
BARRIER OPTION USING BINOMIAL INTERPOLATED
METHOD**



Aditya Mamonto

NPM: 2014710023

**DEPARTMENT OF MATHEMATICS
FACULTY OF INFORMATION TECHNOLOGY AND SCIENCES
PARAHYANGAN CATHOLIC UNIVERSITY
2018**

LEMBAR PENGESAHAN

PENENTUAN HARGA OPSI DOUBLE BARRIER DAN STEP DOUBLE BARRIER DENGAN METODE INTERPOLASI BINOMIAL

Aditya Mamonto

NPM: 2014710023

Bandung, 15 Mei 2018

Menyetujui,

Pembimbing

Dr. Erwinna Chendra

Ketua Tim Penguji

Anggota Tim Penguji

Dr. Ferry Jaya Permana, ASAI

Liem Chin, M.Si.

Mengetahui,

Ketua Program Studi

Dr. Julius Dharma Lesmono

PERNYATAAN

Dengan ini saya yang bertandatangan di bawah ini menyatakan bahwa skripsi dengan judul:

PENENTUAN HARGA OPSI DOUBLE BARRIER DAN STEP DOUBLE BARRIER DENGAN METODE INTERPOLASI BINOMIAL

adalah benar-benar karya saya sendiri, dan saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika keilmuan yang berlaku dalam masyarakat keilmuan.

Atas pernyataan ini, saya siap menanggung segala risiko dan sanksi yang dijatuhkan kepada saya, apabila di kemudian hari ditemukan adanya pelanggaran terhadap etika keilmuan dalam karya saya, atau jika ada tuntutan formal atau non-formal dari pihak lain berkaitan dengan keaslian karya saya ini.

Dinyatakan di Bandung,
Tanggal 15 Mei 2018

Meterai Rp. 6000

Aditya Mamonto
NPM: 2014710023

ABSTRAK

Opsi *barrier* merupakan opsi jenis *path dependent* yang *payoff*-nya tergantung pada pergerakan harga aset, apakah harga aset sudah mencapai suatu batas (*barrier*) yang telah ditentukan selama masa hidup opsi. Opsi *double barrier* adalah opsi *barrier* yang memiliki dua batas (*barrier*) berupa batas atas dan batas bawah, dan opsi *double barrier* yang memiliki lebih dari satu pasang batas (*barrier*) disebut opsi *step double barrier*. Opsi *double barrier* dan *step double barrier* berbeda dengan opsi standar karena *payoff*-nya hanya akan aktif (*knock – in*) atau tidak aktif (*knock – out*) jika harga aset menyentuh batas-batas(*barrier*)-nya. Dalam menentukan harga opsi *double barrier* dan *step double barrier* dapat digunakan metode binomial, bino-trinomial, atau interpolasi binomial. Dari skripsi ini dapat disimpulkan bahwa penentuan harga opsi *double barrier* dengan metode interpolasi binomial akan lebih akurat dibandingkan dengan metode binomial, serta lebih cepat dibandingkan dengan metode bino-trinomial. Selain itu, semakin besar jarak antara batas atas dan batas bawah maka harga opsi *double barrier call knock – out* baik Eropa maupun Amerika akan semakin mahal, dan berlaku sebaliknya. Pada skripsi ini juga dilakukan analisa sensitivitas harga opsi *double barrier call knock – out* Eropa dan Amerika terhadap harga kesepakatan atau *strike price*, tingkat suku bunga bebas risiko, dan tingkat volatilitas. Semakin besar harga kesepakatan atau *strike price*, maka harga opsi *two – step double barrier call knock – out* baik Eropa maupun Amerika semakin murah. Sedangkan semakin besar tingkat suku bunga bebas risiko dan tingkat volatilitas, maka harga opsi *two – step double barrier call knock – out* Eropa semakin murah namun harga opsi *two – step double barrier call knock – out* Amerika semakin mahal.

Kata-kata kunci: Opsi *Double Barrier*, Opsi *Step Double Barrier*, Metode Interpolasi Binomial

ABSTRACT

A barrier option is a path dependent option whose payoff depends on asset price movements, whether the asset price has reached a barrier that has been determined during the lifetime of the option. A double barrier option is a barrier option type which has two barriers that are upper barrier and lower barrier, and step double barrier option which has more than one pairs of barriers. Double barrier and step double barrier options are different from standard option because the payoff will only be active (knock-in) or not active (knock-out) if the asset prices reach the barriers. The binomial, the bino-trinomial, and the interpolated binomial method can be used to determine the price of double barrier and step double barrier option. From this final project can be concluded that determines the price of double barrier option using the binomial interpolated method will be more accurate than the binomial method, and faster than the bino-trinomial method. Moreover, that the greater the distance between upper barrier and lower barrier then the double barrier call knock-out option price for both European and American style will be more expensive, and will occur otherwise. Also done in this final project the sensitivity analysis of two-step double barrier call knock-out option price for both European and American style with strike price, risk free rate, dan volatility. The greater of the strike price then the two-step double barrier call knock-out option price for both European and American style will be more cheaper. While the greater of the risk free rate and the volatility, then the two-step double barrier call knock-out option price for European style will be cheaper but the two-step double barrier call knock-out option price for American style will be more expensive.

Keywords: Double Barrier Option, Step Double Barrier Option, Interpolated Binomial Method

This final project I dedicate to my beloved parents . . .

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas berkat dan rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul "Penentuan Harga Opsi Double Barrier Dan Step Double Barrier Dengan Metode Interpolasi Binomial". Skripsi ini disusun untuk memenuhi syarat perolehan gelar Strata Satu (Sarjana), dari Jurusan Matematika Fakultas Teknologi Informasi dan Sains, Universitas Katolik Parahyangan.

Selama masa kuliah dan penyusunan skripsi ini, penulis mendapatkan banyak pelajaran, ilmu, bimbingan, bantuan, semangat, dan doa. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

- Charles Frederik Mamonto dan Tjan Yulianti, orang tua penulis yang telah mendukung, mendoakan, dan memberi motivasi kepada penulis selama ini.
- Rama Pradipta Mamonto, adik penulis yang telah banyak memberikan bantuan untuk pembuatan mayoritas gambar untuk skripsi ini.
- Stella Dewi Kartika Sari. Terima kasih atas bantuan, doa, semangat, dan motivasinya kepada penulis selama ini. Terima kasih selalu mendengarkan penulis.
- Ibu Dr. Erwinna Chendra selaku pembimbing. Terima kasih atas bimbingan dan dukungannya selama penulisan skripsi ini.
- Bapak Dr. Ferry Jaya Permana, ASAI selaku dosen penguji I dan Bapak Liem Chin, M.Si. selaku dosen penguji II. Terima kasih telah meluangkan waktu untuk menguji dan memberi saran untuk perbaikan skripsi ini.
- Bapak Iwan Sugiarto, M.Si. selaku dosen wali dan koordinator skripsi. Terima kasih atas segala nasihat dan pengetahuan selama penulis menuntut ilmu di Jurusan Matematika UNPAR, juga telah membantu penulis dalam melaksanakan proses sidang.
- Seluruh dosen dalam lingkup FTIS UNPAR. Terima kasih untuk ilmu yang telah diberikan kepada penulis selama masa perkuliahan.
- Seluruh karyawan FTIS UNPAR. Terima kasih atas bantuan yang telah diberikan selama penulis berkuliah.
- Teman-teman selama perkuliahan. Samuel, Nicholas, Billy, Indra, Erlan, Elwin, Ivan F, Kevin Liman, Kevin Billianto, Ester, Nita, Citra, Cindy, Azka, dan Enrico. Terima kasih atas pengalaman, ilmu, dan pertemanannya. Semoga kalian selalu sukses.
- Sahabat-sahabat SMA. Devina, Icha, Julio, Edo, Eggi, Aang, Danur, Dwikie, Dicky, Adi, dan Daniel. Terima kasih atas segala dukungan, doa, semangat, dan persahabatan yang tiada hentinya diberikan kepada penulis. Sukses untuk kalian.
- Semua pihak yang telah membantu kelancaran penulis selama perkuliahan dan penyusunan skripsi. Semoga Tuhan membalas kebaikan kalian.

Dalam penulisan skripsi ini, penulis menyadari bahwa masih terdapat banyak kekurangan, Oleh karena itu penulis sangat terbuka terhadap segala kritik dan saran dari semua pihak yang dapat membantu penulis dalam menyempurnakan skripsi ini.

Bandung, Mei 2018

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	xv
DAFTAR ISI	xvii
DAFTAR GAMBAR	xix
DAFTAR TABEL	xxi
1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Batasan Masalah	2
1.5 Sistematika Penulisan	2
2 LANDASAN TEORI	5
2.1 Opsi	5
2.2 Opsi Barrier	9
2.2.1 Opsi Double Barrier	12
2.2.2 Opsi Step Barrier	13
2.3 Metode Binomial	14
2.4 Metode Bino-Trinomial	22
2.5 Interpolasi Linear dan Lagrange	26
2.5.1 Interpolasi Linear	27
2.5.2 Interpolasi Lagrange	28
3 PENENTUAN HARGA OPSI DOUBLE BARRIER DENGAN METODE INTERPOLASI BINOMIAL	31
3.1 Metode Interpolasi Binomial	31
3.2 Penentuan Harga Opsi Double Barrier	33
4 OPSI STEP DOUBLE BARRIER DENGAN METODE INTERPOLASI BINOMIAL	37
4.1 Metode Interpolasi Binomial Untuk Opsi Step Double Barrier	37
4.2 Penentuan Harga Opsi Two-Step Double Barrier	39
4.3 Analisa Sensitivitas Harga Opsi Two Step Double Barrier	42
4.4 Penentuan Harga Opsi Three-Step Double Barrier	45
5 KESIMPULAN DAN SARAN	49
5.1 Kesimpulan	49
5.2 Saran	49
DAFTAR REFERENSI	51

DAFTAR GAMBAR

2.1	Ilustrasi opsi <i>up and in</i> (UI)	9
2.2	Ilustrasi opsi <i>up and out</i> (UO)	10
2.3	Ilustrasi opsi <i>down and in</i> (DI)	11
2.4	Ilustrasi opsi <i>down and out</i> (DO)	11
2.5	Ilustrasi opsi <i>knock – in</i>	12
2.6	Ilustrasi opsi <i>knock – out</i>	13
2.7	Ilustrasi opsi <i>step single barrier up and out</i>	13
2.8	Ilustrasi opsi <i>step double barrier knock – out</i>	14
2.9	Grafik perubahan harga saham dan harga opsi	14
2.10	Skema pohon binomial pergerakan harga saham	19
2.11	Skema pohon binomial pergerakan harga opsi	19
2.12	Skema pergerakan harga saham dan <i>payoff</i> opsi <i>call</i>	20
2.13	Skema perubahan harga opsi pada $f_{3,3}$	20
2.14	Skema perubahan hrsrgs opsi <i>call</i> Eropa	21
2.15	Skema perubahan hrsrgs opsi <i>call</i> Amerika	21
2.16	Pohon <i>Basic</i> Bino-Trinomial	22
2.17	Interpolasi Linear	27
3.1	Skema Metode Interpolasi Binomial Opsi <i>Double Barrier Knock – Out</i>	32
3.2	Metode Interpolasi Binomial opsi <i>double barrier knock – out</i> pada kasus ” <i>near barrier</i> ” dengan tidak ada titik di antara S_0 dan batas bawah L	32
3.3	Metode Interpolasi Binomial opsi <i>double barrier knock – out</i> pada kasus ” <i>near barrier</i> ” dengan hanya ada satu titik di antara S_0 dan batas bawah L	33
3.4	Perbandingan Kekonvergenan Harga Opsi <i>Double Barrier Call Knock – Out</i> Eropa.	34
4.1	Skema Metode Interpolasi Binomial Untuk Opsi <i>Two – Step Double Barrier Knock – Out</i>	38
4.2	Skema Metode Interpolasi Binomial Untuk Opsi <i>Three – Step Double Barrier Knock – Out</i>	39
4.3	Kekonvergenan Harga Opsi <i>Two – Step Double Barrier Put Knock – Out</i> Eropa.	40
4.4	Kekonvergenan Harga Opsi <i>Two – Step Double Barrier Put Knock – Out</i> Amerika.	40
4.5	Kekonvergenan Harga Opsi <i>Two – Step Double Barrier Call Knock – Out</i> Eropa.	41
4.6	Kekonvergenan Harga Opsi <i>Two – Step Double Barrier Call Knock – Out</i> Amerika.	41
4.7	Pengaruh Harga Kesepakatan (K) Terhadap Harga Opsi <i>Two – Step Double Barrier Call Knock – Out</i> Eropa.	42
4.8	Pengaruh Harga Kesepakatan (K) Terhadap Harga Opsi <i>Two – Step Double Barrier Call Knock – Out</i> Amerika.	43
4.9	Pengaruh Tingkat Suku Bunga Bebas Risiko (r) Terhadap Harga Opsi <i>Two – Step Double Barrier Call Knock – Out</i> Eropa.	43
4.10	Pengaruh Tingkat Suku Bunga Bebas Risiko (r) Terhadap Harga Opsi <i>Two – Step Double Barrier Call Knock – Out</i> Amerika.	44
4.11	Pengaruh Tingkat Volatilitas (σ) Terhadap Harga Opsi <i>Two – Step Double Barrier Call Knock – Out</i> Eropa.	44

4.12 Pengaruh Tingkat Volatilitas (σ) Terhadap Harga Opsi <i>Two – Step Double Barrier Call Knock – Out</i> Amerika.	45
4.13 Kekonvergenan Harga Opsi <i>Three – Step Double Barrier Call Knock – Out</i> Eropa.	46
4.14 Kekonvergenan Harga Opsi <i>Three – Step Double Barrier Call Knock – Out</i> Amerika.	46
4.15 Kekonvergenan Harga Opsi <i>Three – Step Double Barrier Put Knock – Out</i> Eropa.	46
4.16 Kekonvergenan Harga Opsi <i>Three – Step Double Barrier Put Knock – Out</i> Amerika.	47

DAFTAR TABEL

2.1	Nilai kontrak opsi <i>call</i>	6
2.2	Nilai kontrak opsi <i>put</i>	6
2.3	Relasi opsi <i>call</i> dan <i>put</i>	7
3.1	Parameter-Parameter yang Digunakan	34
3.2	Harga Opsi <i>Double Barrier Call Knock – Out</i> Eropa	35
3.3	Harga Opsi <i>Double Barrier Call Knock – Out</i> Amerika	35
3.4	Harga Opsi <i>Double Barrier Call Knock – Out</i> Eropa dan Amerika Dengan Jarak H dan L yang Berubah-ubah	35
4.1	Parameter-Parameter yang Digunakan Pada Opsi <i>Two – Step Double Barrier</i>	39
4.2	Harga Opsi <i>Two – Step Double Barrier Put Knock – Out</i> Eropa dan Amerika	41
4.3	Harga Opsi <i>Call</i> dan <i>Put</i> Pada Opsi <i>Two – Step Double Barrier Knock – Out</i> Eropa dan Amerika	42
4.4	Parameter-Parameter yang Digunakan Pada Opsi <i>Three – Step Double Barrier</i>	45
4.5	Harga <i>Call</i> dan <i>Put</i> Pada Opsi <i>Three – Step Double Barrier Knock – Out</i> Eropa dan Amerika	47

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Berkembangnya dunia investasi tidak hanya ditunjukkan dari semakin banyaknya uang yang diinvestasikan ataupun semakin banyaknya jumlah investor yang berinvestasi, tetapi juga ditunjukkan dari cara berinvestasi yang dilakukan oleh para investor. Dalam dunia keuangan investor memiliki pilihan untuk membeli aset yang diperdagangkan secara langsung di pasar keuangan seperti uang, obligasi, saham, suku bunga dan lainnya, atau membeli derivasi/turunan dari aset tersebut. Seiring perkembangan zaman, pemilik aset ingin memiliki produk derivatif yang dapat meminimumkan kerugian dan memaksimalkan keuntungan dari aset yang diperjualbelikan. Aset yang secara keseluruhan maupun sebagian nilainya merupakan turunan dari aset lain disebut derivatif. Beberapa produk derivatif antara lain : kontrak berjangka (*future contract*), kontrak *forward* dan opsi[1].

Secara numerik, ada beberapa pendekatan untuk menghitung harga opsi. Salah satu pendekatan numerik yang banyak digunakan dan mudah untuk diimplementasikan adalah metode binomial. Metode ini dikembangkan oleh Cox, Ross, dan Rubinstein (CRR) pada tahun 1979 dengan mengasumsikan bahwa dalam suatu masa berlaku opsi, harga saham akan naik dengan faktor u (*up*) dan akan turun dengan faktor d (*down*). Seiring berjalannya waktu, maraknya perdagangan opsi pada pasar modal membuat pergerakan harga saham cenderung tidak menentu, dimana pergerakan saham cenderung naik drastis atau turun drastis. Sehingga perlu solusi tepat untuk mengatasi keadaan tersebut dengan cara memberi batasan pada opsi yang disebut sebagai opsi *barrier*.

Namun untuk kasus opsi *barrier*, metode binomial memiliki kelemahan karena hasil yang diperoleh kurang akurat karena harga-harga saham pada pohon binomial tidak tepat mengenai harga pada batas atau *barrier*-nya, sehingga harga opsinya memiliki *nonlinearity error* yang besar di sekitar batas atau *barrier*-nya. Dari masalah tersebut diperkenalkanlah metode bino-trinomial oleh Dai dan Lyuu pada tahun 2010. Metode ini merupakan gabungan antara metode binomial dengan metode trinomial. Metode ini dapat mengurangi *nonlinearity error* karena titik-titik pada pohon binomialnya dapat tepat melalui batas sehingga mendapatkan hasil yang akurat.

Metode bino-trinomial memiliki waktu pengerjaan yang cukup lama. Oleh karena itu pada tahun 2014 Appolloni, Marcellino, dan Zanette memperkenalkan metode interpolasi binomial yang merupakan pengembangan dari metode bino-trinomial. Metode ini dinilai memiliki waktu pengerjaan yang lebih cepat dari metode bino-trinomial.

Salah satu jenis opsi *barrier* yang populer di pasar saham luar negeri adalah opsi *double barrier*. Opsi *double barrier* adalah opsi *barrier* yang memiliki dua batas, yakni batas atas dan batas bawah. Opsi *step double barrier* adalah opsi *double barrier* yang dalam suatu masa hidup opsi terdapat beberapa pasang batas atas dan batas bawah. Opsi jenis ini lebih fleksibel karena investor dapat mengatur batas-batas yang mereka inginkan dalam suatu masa berlaku opsi.

Untuk menentukan harga opsi *step double barrier* dapat menggunakan metode bino-trinomial, namun pengerjaannya cukup kompleks dan membutuhkan waktu yang cukup lama. Metode interpolasi binomial dinilai dapat menentukan harga opsi *step double barrier* dengan pengerjaan yang lebih mudah dan waktu yang lebih cepat. Karena itu pada skripsi ini akan diperkenalkan metode interpolasi binomial untuk penentuan harga opsi *double barrier* dan *step double barrier*. Selain itu, akan dianalisa sensitivitas harga opsi *step double barrier* terhadap beberapa parameter seperti harga kesepakatan atau *strikeprice* (K), tingkat suku bunga bebas risiko (r), dan tingkat volatilitas (σ).

1.2 Rumusan Masalah

Masalah yang akan dibahas pada skripsi ini adalah:

1. Bagaimana menentukan harga opsi *double barrier* dan *step double barrier* dengan menggunakan metode interpolasi binomial?
2. Bagaimana pengaruh dari jarak antara batas atas dan batas bawah *barrier* yang berubah-ubah terhadap harga opsi *double barrier*?
3. Bagaimana sensitivitas harga opsi *step double barrier* terhadap parameter yang digunakan dalam opsi?

1.3 Tujuan

Tujuan penulisan skripsi ini adalah:

1. Menentukan harga opsi *double barrier* dan *step double barrier* dengan menggunakan metode interpolasi binomial.
2. Menganalisa sensitivitas harga opsi *double barrier* terhadap jarak antara batas atas dan batas bawah *barrier* yang berubah-ubah.
3. Menganalisa sensitivitas harga opsi *step double barrier* terhadap harga kesepakatan atau *strikeprice* (K), tingkat suku bunga bebas risiko (r), dan tingkat volatilitas (σ).

1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah yang digunakan dalam skripsi ini adalah saham yang tertera pada opsi tidak memperhitungkan pembagian dividen dan jenis opsi *barrier* yang digunakan hanya jenis *knock – out*.

1.5 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan pada skripsi ini terdiri atas 5 bab, yakni:

BAB 1 : PENDAHULUAN

Pada bab ini akan dibahas latar belakang masalah, rumusan masalah, tujuan penulisan, batasan masalah, dan sistematika penulisan.

BAB 2 : LANDASAN TEORI

Bab ini akan membahas teori pendukung yang digunakan dalam opsi yakni opsi(definisi, jenis, dan faktor yang mempengaruhi), opsi *barrier*, opsi *double barrier* dan opsi *step double barrier*, metode

binomial, metode bino-trinomial, dan interpolasi linear dan Lagrange.

BAB 3 : PENENTUAN HARGA OPSI DOUBLE BARRIER DENGAN METODE INTERPOLASI BINOMIAL

Pada bab ini akan dibahas mengenai metode interpolasi binomial dan penentuan harga opsi *double barrier* dengan metode interpolasi binomial.

BAB 4 : PENENTUAN HARGA OPSI STEP DOUBLE BARRIER DENGAN METODE INTERPOLASI BINOMIAL

Pada bab ini akan dibahas mengenai metode interpolasi binomial untuk opsi *step double barrier*, penentuan harga opsi *two – step double barrier* dengan metode interpolasi binomial, analisis sensitivitas harga opsi *two – step double barrier* terhadap harga kesepakatan atau *strikeprice* (K), tingkat suku bunga bebas risiko (r), dan tingkat volatilitas (σ), dan penentuan harga opsi *three – step double barrier* dengan metode interpolasi binomial

BAB 5 : KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisi beberapa kesimpulan yang diambil dari pembahasan pada bab sebelumnya. Adapula saran untuk pengembangan penelitian selanjutnya.