

**SKRIPSI**

**PENENTUAN HARGA OPSI BARRIER DENGAN METODE  
MONTE CARLO PROBABILISTIK**



**Monika Dewi Pratiwi**

**NPM: 2017710038**

**PROGRAM STUDI MATEMATIKA  
FAKULTAS TEKNOLOGI INFORMASI DAN SAINS  
UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN  
2022**



**FINAL PROJECT**

**PRICING BARRIER OPTIONS WITH A PROBABILISTIC  
MONTE CARLO METHOD**



**Monika Dewi Pratiwi**

**NPM: 2017710038**

**DEPARTMENT OF MATHEMATICS  
FACULTY OF INFORMATION TECHNOLOGY AND SCIENCES  
PARAHYANGAN CATHOLIC UNIVERSITY  
2022**



# LEMBAR PENGESAHAN

## PENENTUAN HARGA OPSI BARRIER DENGAN METODE MONTE CARLO PROBABILISTIK

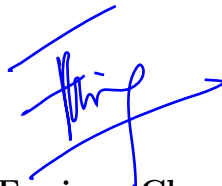
Monika Dewi Pratiwi

NPM: 2017710038

Bandung, 20 Januari 2022

Menyetujui,

Pembimbing



Dr. Erwinna Chendra

Ketua Tim Penguji



Liem Chin, M.Si.

Anggota Tim Penguji



Rizky Reza Fauzi, D.Phil.Math.

Mengetahui,

Ketua Program Studi



Dr. Livia Owen



## PERNYATAAN

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

### **PENENTUAN HARGA OPSI BARRIER DENGAN METODE MONTE CARLO PROBABILISTIK**

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 20 Januari 2022



Monika Dewi Pratiwi  
NPM: 2017710038





## ABSTRAK

Investor dapat mengurangi kerugian dan memaksimalkan keuntungan dengan memiliki produk derivatif, yaitu opsi. Opsi merupakan suatu instrumen keuangan yang dapat digunakan untuk melindungi saham. Opsi yang akan dibahas adalah opsi yang bersifat *path dependent*, yaitu opsi *barrier*. Opsi *barrier* merupakan opsi yang bergantung pada pergerakan harga saham sampai waktu jatuh tempo. Opsi *barrier* yang akan dibahas *up-and-out* dan *up-and-in* bertipe Eropa. Dalam menentukan harga opsi *barrier* secara analitik dengan menggunakan model Black-Scholes-Merton. Sedangkan, dalam menentukan harga opsi *barrier* secara numerik, yaitu dengan metode Monte Carlo dan Monte Carlo Probabilistik. Metode Monte Carlo merupakan metode untuk menghampiri nilai ekspektasi. Sedangkan, metode Monte Carlo Probabilistik merupakan modifikasi dari metode Monte Carlo dengan menghitung peluang banyaknya harga saham. Kemudian, peluangnya dikalikan dengan rata-rata sampel dari nilai diskonto *payoff* opsi *vanilla*. Pada skripsi ini, akan dilakukan simulasi untuk harga opsi *barrier up-and-in call* dan opsi *barrier up-and-out call* dengan metode Monte Carlo, Monte Carlo Probabilistik dan model Black-Scholes. Kemudian, akan dibandingkan ketiga metode tersebut untuk melihat kekonvergenannya. Harga opsi *barrier* menggunakan metode Monte Carlo Probabilistik akan lebih murah dan lebih cepat konvergen ke suatu nilai jika dibandingkan dengan metode Monte Carlo.

**Kata-kata kunci:** Monte Carlo, Monte Carlo Probabilistik, Opsi Barrier, Black-Scholes



## ABSTRACT

Investors can reduce losses and maximize profits by owning derivative products, namely options. An option is a financial instrument that can be used to protect shares. The option that will be discussed is the *path dependent* option, namely the *barrier* option. The *barrier* option is an option that depends on the movement of the stock price until maturity. The *barrier* options that will be discussed *up-and-out* and *up-and-in* are of European type. In determining the price of an analytical *barrier* option using the Black-Scholes-Merton model. Meanwhile, in determining the price of the *barrier* option numerically, using the Monte Carlo and Monte Carlo Probabilistic methods. The Monte Carlo method is a method for approaching the expected value. Meanwhile, the Monte Carlo Probabilistic method is a modification of the Monte Carlo method by calculating the probability of the number of stock prices. Then, the odds are multiplied by the sample mean of the *payoff* discount value of the *vanilla* option. In this thesis, we will simulate the price of the *barrier up-and-in call* option and the *barrier up-and-out call* option using the Monte Carlo method, the Probabilistic Monte Carlo and the Black-Scholes model. Then, the three methods will be compared to see their convergence. The price of the *barrier* option using the Probabilistic Monte Carlo method will be cheaper and faster to converge to a value when compared to the Monte Carlo method.

**Keywords:** Monte Carlo, Probabilistic Monte Carlo, Barrier Options, Black-Scholes



*Untuk Tuhan, Mama, Alm. Papa, dan Mikael.*



## KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yesus Kristus atas berkat dan penyertaan-Nya, penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Skripsi yang berjudul "Penentuan Harga Opsi Barrier dengan Metode Monte Carlo Probabilistik" disusun untuk menyelesaikan studi Strata-1 Program Studi Matematika, Fakultas Teknologi Informasi dan Sains, Universitas Katolik Parahyangan, Bandung. Penulis berharap skripsi ini dapat bermanfaat bagi setiap orang yang membacanya. Dalam menyusun skripsi ini banyak hambatan dan rintangan yang dihadapi penulis. Namun, pada akhirnya skripsi ini dapat diselesaikan melalui bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak baik secara moral maupun spiritual. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

- Orang tua dan adik yang selalu mendoakan, menyemangati, dan menasehati penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
- Ibu Dr. Erwinna Chendra selaku dosen pembimbing yang selama kurang lebih satu semester ini telah bersedia meluangkan waktu untuk mengarahkan dan membimbing penulis dengan sabar. Beliau banyak membagikan ilmu, masukan, dan menyemangati penulis serta memberi solusi dari masalah-masalah yang penulis hadapi.
- Bapak Liem Chin, M.Si. selaku dosen penguji pertama dan koordinator skripsi dan Bapak Rizky Reza Fauzi, D.Phil.Math. selaku dosen penguji kedua. Terima kasih telah meluangkan waktu untuk memberikan masukan-masukan untuk perbaikan skripsi ini.
- Ibu Farah Kristiani, Ph.D. selaku dosen wali. Terima kasih atas segala usaha dalam mengarahkan dan memotivasi penulis selama masa perkuliahan.
- Seluruh dosen, staf tata usaha, dan karyawan FTIS yang memberikan ilmu, dukungan, dan bantuan selama masa perkuliahan.
- Seluruh keluarga Sujadi dan Kismono yang telah mendoakan dan mendukung penulis.
- Raden Gemalla Rachma Dewi Wiratmadja, Cory Irene Simatupang, Gika Kartika Ginting, dan Edwin Wiryadi yang telah menjadi sahabat penulis selama masa perkuliahan yang selalu berusaha memahami, mendengarkan keluh kesah, menerima dan mendukung penulis.
- Benedicta Aryningtyas, Florencia Edgina, dan Rose Marry yang selalu menemani, mendukung, menghibur, memotivasi, dan menyemangati penulis.
- Teman-teman Jurusan Matematika Angkatan 2017 yang menemani penulis selama masa perkuliahan.
- Seluruh kakak tingkat dan adik tingkat Jurusan Matematika UNPAR yang tidak dapat disebutkan satu per satu.
- Seluruh pihak yang telah mendoakan, memberikan dukungan, dan membantu penulis dalam penulisan skripsi.

Penulis menyadari bahwa skripsi jauh dari sempurna dan masih terdapat kekurangan. Oleh karena itu, penulis dengan terbuka mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari para pembaca. Akhir kata, penulis berharap bahwa skripsi ini dapat bermanfaat dan membantu banyak pihak.

Bandung, Januari 2022

Penulis





# DAFTAR ISI

<b>KATA PENGANTAR</b>	<b>xv</b>
<b>DAFTAR ISI</b>	<b>xvii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b>	<b>xix</b>
<b>DAFTAR TABEL</b>	<b>xxi</b>
<b>1 PENDAHULUAN</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang . . . . .	1
1.2 Rumusan Masalah . . . . .	2
1.3 Tujuan . . . . .	2
1.4 Batasan Masalah . . . . .	2
1.5 Sistematika Pembahasan . . . . .	2
<b>2 LANDASAN TEORI</b>	<b>5</b>
2.1 Opsi . . . . .	5
2.1.1 Jenis-Jenis Opsi . . . . .	5
2.1.2 Manfaat dan Faktor Opsi . . . . .	7
2.2 Opsi <i>Barrier</i> . . . . .	8
2.3 Pergerakan Harga Saham . . . . .	10
2.4 Black-Scholes . . . . .	12
<b>3 METODE MONTE CARLO DAN METODE MONTE CARLO PROBABILISTIK</b>	<b>15</b>
3.1 Metode Monte Carlo . . . . .	15
3.2 Metode Monte Carlo Probabilistik . . . . .	16
<b>4 VALUASI OPSI <i>Barrier</i></b>	<b>19</b>
4.1 Kekonvergenan Harga Opsi <i>Barrier</i> . . . . .	19
4.2 Penentuan Harga Opsi <i>Barrier Up-and-In Call</i> . . . . .	21
4.3 Penentuan Harga Opsi <i>Barrier Up-and-Out Call</i> . . . . .	21
<b>5 KESIMPULAN DAN SARAN</b>	<b>23</b>
5.1 Kesimpulan . . . . .	23
5.2 Saran . . . . .	23
<b>DAFTAR REFERENSI</b>	<b>25</b>



## DAFTAR GAMBAR

2.1	Diagram <i>payoff</i> untuk opsi <i>call</i> Eropa . . . . .	6
2.2	Diagram <i>payoff</i> untuk opsi <i>put</i> Eropa . . . . .	7
2.3	<i>Knock-In barrier option</i> dengan $T$ merupakan waktu jatuh tempo . . . . .	8
2.4	<i>Knock-Out barrier option</i> dengan $T$ merupakan waktu jatuh tempo . . . . .	9
3.1	Diagram proses menentukan harga opsi <i>barrier</i> . . . . .	18
4.1	Kekonvergenan Opsi <i>Barrier Up-and-Out</i> . . . . .	20



## DAFTAR TABEL

3.1	Tabel Monte Carlo opsi <i>call up-and-in barrier</i> tipe Eropa dengan $M = 500$ . . . . .	16
4.1	Parameter . . . . .	19
4.2	Perbandingan harga opsi <i>barrier up-and-out call</i> dengan . . . . .	20
4.3	Harga opsi <i>barrier up-and-in call</i> tipe Eropa . . . . .	21
4.4	Tabel opsi <i>barrier Up and Out call</i> tipe Eropa . . . . .	22



# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Pada zaman sekarang ini, banyak masyarakat yang melakukan investasi untuk mengembangkan nilai dari uang atau harta yang dimiliki saat ini untuk memperoleh keuntungan di masa depan. Investasi dapat dilakukan pada aset *riil* seperti tanah dan emas, maupun aset keuangan seperti deposito, obligasi dan saham. Dalam berinvestasi, termasuk saham, investor dapat memperoleh keuntungan yang besar. Saham merupakan suatu instrumen keuangan yang menjanjikan pengembalian yang lebih besar daripada yang diberikan oleh bank melalui tabungan maupun deposito. Pergerakan harga saham dipengaruhi oleh berbagai bidang seperti ekonomi, politik, dan kondisi suatu negara, seperti terjadinya penyebaran penyakit COVID-19 yang terjadi saat ini. Harga saham cenderung fluktuatif, maka dari itu saham memiliki tingkat risiko yang lebih besar dibandingkan dengan jenis-jenis investasi lainnya.

Investor dapat mengurangi kerugian dan memaksimalkan keuntungan dengan memiliki produk derivatif. Derivatif merupakan suatu instrumen keuangan yang harganya ditentukan oleh harga yang lainnya. Derivatif berbentuk kontrak yang untuk mengurangi risiko kedua belah pihak atau lebih. Produk derivatif antara lain *forwards*, kontrak berjangka (*futures contract*), *swaps* dan opsi. Dalam skripsi ini akan dibahas mengenai opsi. Opsi merupakan suatu instrumen keuangan yang dapat digunakan untuk melindungi saham. Opsi memberikan hak untuk membeli (*call option*) ataupun menjual (*put option*) saham tertentu pada masa yang akan datang dengan harga tertentu. Opsi ada bermacam jenis opsi *call* dan opsi *put*, seperti opsi Amerika, opsi Asia, dan opsi *barrier*. Opsi yang akan dibahas di skripsi ini merupakan opsi yang bersifat *path dependent*, yaitu opsi *barrier*.

Opsi *barrier* merupakan opsi yang bergantung pada pergerakan harga saham sampai waktu jatuh tempo. Opsi *barrier* dapat mengatasi keadaan di mana harga saham pada pasar modal cenderung naik maupun turun drastis dengan cara memberi batasan pada opsi. Opsi *barrier* menarik bagi para investor karena dianggap lebih murah dibandingkan *regular option*. Opsi *barrier* diklasifikasikan sebagai opsi *knock-out* dan opsi *knock-in*. Opsi *knock-out* tidak berlaku ketika harga aset dasar mencapai *barrier* tertentu, sedangkan opsi *knock-in* hanya berlaku ketika harga aset dasar mencapai *barrier*. Opsi *barrier* yang akan dibahas kali ini bertipe Eropa.

Harga opsi *barrier* dapat diperoleh secara numerik atau menggunakan solusi hampiran analitik untuk kasus di mana tidak ada rebate. Rebate adalah kompensasi yang diberikan perusahaan untuk pemilik opsi yang mengalami kerugian. Harga opsi *barrier* yang diperoleh menggunakan solusi hampiran analitik adalah dengan model Black-Scholes-Merton. Sedangkan, untuk harga opsi *barrier* yang diperoleh secara numerik adalah dengan menggunakan metode Monte Carlo dan Monte Carlo Probabilistik. Metode Monte Carlo merupakan metode untuk menghampiri nilai ekspektasi harga opsi. Kekonvergenan dari metode ini diperlihatkan dengan menggunakan hukum bilangan besar. Besarnya *error* metode ini dengan solusi hampiran analitik menggunakan teori limit pusat. Metode ini akan memiliki *error* yang kecil dengan solusi yang sebenarnya, jika jumlah simulasi yang dilakukan sangatlah banyak. Metode ini juga dapat mengakomodasi fungsi-fungsi *payoff* yang kompleks, sehingga dapat menentukan harga opsi *barrier*.

Metode Monte Carlo Probabilistik merupakan modifikasi dari metode Monte Carlo. Metode ini akan menghitung peluang banyaknya harga saham yang melewati atau tidak melewati *barrier*. Kemudian, peluangnya akan dikalikan dengan rata-rata sampel dari nilai diskonto *payoff* opsi *vanilla*. Metode ini juga dapat mengakomodasi fungsi-fungsi *payoff* yang kompleks. Metode ini memiliki perhitungan harga opsi yang mirip dengan metode Monte Carlo, perbedaannya berada pada peluangnya untuk mengambil banyaknya *payoff*. Metode ini lebih stabil dan lebih mendekati solusi hampiran analitiknya jika dibandingkan dengan metode Monte Carlo.

## 1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah yang akan dibahas dalam skripsi ini adalah sebagai berikut.

1. Apa yang dimaksud dengan opsi *barrier* dan jenis-jenisnya?
2. Apa perbedaan dari metode Monte Carlo dengan metode Monte Carlo Probabilistik?
3. Bagaimana cara menentukan harga opsi *barrier* tipe Eropa dengan menggunakan metode Monte Carlo?
4. Bagaimana cara menentukan harga opsi *barrier* tipe Eropa dengan menggunakan metode Monte Carlo Probabilistik?

## 1.3 Tujuan

Tujuan pada penulisan skripsi ini adalah untuk

1. Memahami apa yang dimaksud dengan opsi *barrier* dan jenis-jenisnya,
2. Memahami perbedaan metode Monte Carlo dengan metode Monte Carlo Probabilistik,
3. Menganalisis perbandingan harga opsi *barrier* jenis Eropa dengan metode Monte Carlo, Monte Carlo Probabilistik, dan formula Black-Scholes.

## 1.4 Batasan Masalah

Pada skripsi ini memiliki batasan masalah sebagai berikut.

1. Saham yang digunakan merupakan jenis saham yang memberikan dividen.
2. Jenis opsi *barrier* yang dipilih adalah opsi *call* tipe Eropa. Opsi *barrier* yang akan dibahas merupakan opsi jenis *up-and-in* dan *up-and-out*.
3. Pergerakan harga saham mengikuti proses Gerak Brown Geometrik.
4. Opsi *barrier* memiliki rebate atau kompensasi yang diberikan perusahaan untuk pemilik opsi yang mengalami kerugian.

## 1.5 Sistematika Pembahasan

Pada skripsi ini akan terbagi menjadi beberapa bab sebagai berikut.

Bab 1 : Pendahuluan

Pada bab ini membahas mengenai latar belakang, rumusan masalah, tujuan penulisan, batasan masalah, dan sistematika pembahasan.

Bab 2 : Landasan Teori

Pada bab ini akan membahas mengenai opsi, opsi *barrier*, pergerakan harga saham, dan *Black Scholes*.

Bab 3 : Metode Monte Carlo dan Monte Carlo Probabilistik

Pada bab ini akan membahas mengenai metode Monte Carlo dan Monte Carlo Probabilistik.



**Bab 4 : Valuasi Opsi *Barrier***

Pada bab ini akan membahas mengenai valuasi opsi *barrier* dengan menggunakan metode Monte Carlo dan metode Monte Carlo Probabilistik serta kekonvergenannya.

**Bab 5 : Kesimpulan dan Saran**

Pada bab ini akan membahas mengenai kesimpulan dari skripsi dan saran kedepannya.

