

SKRIPSI

**PENENTUAN HARGA OPSI SAHAM KARYAWAN (OSK)  
DENGAN MODIFIKASI METODE TRINOMIAL**



Meilyana Novita

NPM: 6161801075

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



**FINAL PROJECT**

**PRICING EMPLOYEE STOCK OPTION (ESO) WITH A  
MODIFIED TRINOMIAL METHOD**



**Meilyana Novita**

**NPM: 6161801075**

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

# LEMBAR PENGESAHAN

## PENENTUAN HARGA OPSI SAHAM KARYAWAN (OSK) DENGAN MODIFIKASI METODE TRINOMIAL

Meilyana Novita

NPM: 6161801075

Bandung, 12 Agustus 2022

Menyetujui,

Pembimbing



Dr. Erwinna Chendra

Ketua Tim Penguji



Type text here  
Agus Sukmana, M.Sc.

Anggota Tim Penguji



Felivia Kusnadi, M.Act.Sc.

Mengetahui,

Ketua Program Studi



Dr. Livia Owen

## PERNYATAAN

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

### **PENENTUAN HARGA OPSI SAHAM KARYAWAN (OSK) DENGAN MODIFIKASI METODE TRINOMIAL**

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 12 Agustus 2022



Meilyana Novita  
NPM: 6161801075

## ABSTRAK

Dunia investasi kini semakin marak dikenal oleh masyarakat luas. Hal ini membuat semakin banyak masyarakat menjadi investor. Salah satu instrumen investasi yang cukup menarik perhatian para investor adalah Opsi Saham Karyawan (OSK). OSK merupakan kompensasi non-tunai yang ditawarkan kepada karyawan untuk memiliki saham perusahaan dengan periode waktu yang ditentukan. Kompensasi yang diberikan perusahaan berupa opsi beli. Beberapa karakteristik unik yang dimiliki OSK, yaitu: adanya masa tunggu, karyawan dapat melakukan eksekusi dini, dan adanya fitur batasan harga saham untuk mengeksekusi dini. Pada model Hull-White, harga OSK ditentukan dengan metode binomial CRR. Mengingat adanya batasan harga saham pada OSK, penggunaan metode trinomial dapat mengatasi kesalahan nonlinear. Kemudian metode trinomial dimodifikasi lagi dengan menggunakan nilai rata-rata lokal opsi pada setiap simpul pohon untuk menghitung nilai OSK. Dalam penulisan skripsi ini, akan dibahas mengenai penentuan harga OSK model Hull-White dengan metode trinomial dan modifikasi metode trinomial. Harga OSK yang didapatkan dengan metode trinomial dan modifikasi metode trinomial hampir sama. Selain itu, jika kelipatan harga saham semakin besar maka harga OSK akan semakin mahal, dan jika tingkat karyawan meninggalkan perusahaan semakin besar maka harga OSK akan semakin murah.

**Kata-kata kunci:** Opsi Saham Karyawan, Batas Harga Saham pada Opsi, Modifikasi Metode Trinomial



## ABSTRACT

Nowadays, the world of investment is becoming more well known in public. This makes more people become investors. One of the investment instruments that has attracted the attention of investors is the Employee Stock Option (ESO). ESO is a non-cash compensation offered to employees for owning their company's stock for a specified period of time. The company gives the compensation in the form of the call option. Some of the unique characteristics of ESO are: a waiting period, employees can carry out early executions, and barrier option features. Because of these characteristics, the Black-Scholes model has some limitations because it is incompatible with the characteristics of ESO. In the Hull-White model, the value of ESO is calculated with the binomial CRR method. However, the binomial CRR method has a nonlinearity error around the barrier. Considering the barrier option feature in ESO, using the trinomial method can reduce nonlinearity errors in the barrier. Then the trinomial method is modified again by using the local average value of the options at each tree node to calculate the value of the ESO. This thesis discusses the pricing of the Hull-White model ESO using the trinomial and modified trinomial methods. The price of ESO obtained by the trinomial and modified trinomial methods is almost the same. In addition, if the multiples of the stock price are bigger, the price of ESO will be more expensive, and if the level of employees leaving the company is higher, the price of ESO will be cheaper.

**Keywords:** Employee Stock Option, Barrier Option, Modified Trinomial Method

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yesus Kristus yang senantiasa memberkati dan menopang sepanjang hidup penulis. Hanya karena kasih karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi ini yang berjudul “Penentuan Harga Opsi Saham Karyawan (OSK) dengan Modifikasi Metode Trinomial”. Banyak kesulitan dan pergumulan yang penulis alami selama penyusunan skripsi ini. Namun atas tuntunan Tuhan Yesus, dukungan orang sekitar, serta usaha maksimal, penulis dapat bertahan dan menyelesaikan sampai akhir dengan baik.

Penyusunan skripsi ini dibuat untuk memenuhi salah satu syarat untuk mendapat gelar sarjana Matematika di Universitas Katolik Parahyangan, Bandung. Selain itu, skripsi ini juga dibuat sebagai salah satu wujud implementasi dari ilmu yang didapatkan selama masa perkuliahan di Program Studi Matematika Fakultas Teknologi Informasi dan Sains Universitas Katolik Parahyangan, Bandung.

Skripsi ini tentunya tidak lepas dari dukungan, doa, bimbingan, masukan, dan arahan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

- Mama dan Papa yang tidak pernah lelah berjuang memfasilitasi dan mendukung penulis untuk mendapatkan pendidikan yang terbaik.
- Adik-adik saya, Nico Chandra Silaban dan Reynaldi Mora Silaban yang selalu menyelesaikan pekerjaan rumah disaat penulis fokus menyelesaikan skripsi.
- Tante Dorlita Wati Sihombing yang selalu mendengarkan keluh kesah dan menghibur ketika penulis merasa jenuh dan patah semangat.
- Ibu Dr. Erwinna Chendra selaku dosen pembimbing tunggal yang selalu sabar dalam memberikan saran, kritik, bantuan dan arahan selama penulis menyusun dan menyelesaikan skripsi ini. Terima kasih atas waktu, motivasi, dan ilmu yang sangat berarti bagi penulis.
- Bapak Agus Sukmana, M.Sc. selaku dosen penguji 1 dan Ibu Felivia Kurnadi, M.Act.Sc. selaku dosen penguji 2. Terima kasih telah memberikan saran serta solusi yang sangat berguna dalam penyusunan skripsi ini.
- Bapak Benny Yong, Ph.D. selaku dosen wali yang selalu memberi arahan serta dukungan terkait akademik kepada penulis selama proses pendidikan di Matematika Universitas Katolik Parahyangan.
- Bapak Dr. Daniel Salim selaku koordinator skripsi yang memberikan saya kesempatan untuk mengajukan sidang ketika penulis memiliki kendala pada syarat pengajuan sidang. Terima kasih atas kesempatan yang Bapak berikan sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi di semester ini.

- Seluruh dosen Matematika, dosen MKU, dan dosen yang namanya tidak dapat disebutkan satu persatu tetapi tetap terkenang di hati penulis. Terima kasih atas ilmu yang dibagikan kepada penulis selama menjadi mahasiswa Universitas Katolik Parahyangan.
- Pdt. Bernadeth Florenza da Lopez yang sudah dianggap seperti kakak penulis. Terima kasih untuk setiap waktu yang disediakan untuk *sharring*, mendengarkan cerita, serta mendoakan penulis baik dalam hal melayani maupun pendidikan yang penulis tempuh.
- Sahabat *pinkypinky*: Ariella Vania Lynn dan Monalisa Firdaus. Terima kasih selalu ada dalam suka maupun duka yang penulis alami selama menempuh pendidikan di Universitas Katolik Parahyangan.
- Rekan-rekan keluarga cemani: Salmon Fernando Hutapea, Mario Sahala Ompusunggu, Nico Halomoan Nainggolan, Gezia Heptania Nainggolan, dan Brigitta d'Avriella. Terima kasih telah menjadi keluarga terbaik yang satu-satunya penulis temukan di Bandung yang selalu mendukung dan menjaga penulis tetap aman dari bahaya.
- Teman-teman jurusan Matematika angkatan 2018: Feliya Wu, Gita Paramita, Pepita Tumiar, Nadelya Hadi, Kimberly Blessinda, Vellina Helida, Orlin Monica, Jovan Aurelius, Chihan Susanto, Satrio Wenas, Ambrosius Adrian, Yohanes Dimas, Yohanes Reinhart, Rhandy Ghently, Novaldi Dwi Putra, Alwy Bathia, dan lainnya yang tidak dapat disebutkan satu per satu. Terima kasih telah menjadi teman seperjuangan yang saling membantu dan mendukung satu sama lain, bukan hanya saat skripsi saja, melainkan juga selama penulis menjadi bagian Matematika 18.
- Seluruh jajaran rektor, dekan, tata usaha, dan karyawan lainnya yang selalu menyediakan fasilitas kelas dan membantu bagian administrasi penulis di Universitas Katolik Parahyangan.
- Teman-teman sepelayanan di GKI Maulana Yusuf Bandung baik di Komisi Pemuda, Immanuel *Choir*, dan lainnya. Terima kasih telah menjadi tempat bertumbuh dan berbagi pengalaman iman ketika penulis merasa jenuh dengan kehidupan duniawi.
- Terakhir, penulis hendak mengucapkan terima kasih sebanyak-banyaknya untuk setiap nama yang tidak dapat penulis cantumkan satu per satu. Terima kasih atas doa yang senantiasa mengalir tanpa sepengetahuan penulis. Terima kasih sebanyak-banyaknya kepada setiap orang yang turut bersukacita atas keberhasilan penulis menyelesaikan skripsi ini. Tuhan memberkati kita semua.

Sebagai manusia biasa, tentunya penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna. Penulis memiliki banyak keterbatasan pengetahuan dan pengalaman pada topik yang diangkat dalam skripsi ini, begitu pula dalam penulisannya yang masih banyak terdapat kekurangan. Oleh karena itu, penulis akan sangat senang hati jika menerima berbagai masukan dari para pembaca baik berupa kritik maupun saran yang sifatnya membangun demi penyempurnaan penulisan-penulisan skripsi di masa yang akan datang. Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat untuk penulis dan setiap orang yang membutuhkan serta membantu pengembangan ilmu pengetahuan.

Bandung, Agustus 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>1 PENDAHULUAN</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang . . . . .	1
1.2 Rumusan Masalah . . . . .	2
1.3 Tujuan . . . . .	2
1.4 Sistematika Pembahasan . . . . .	2
<b>2 LANDASAN TEORI</b>	<b>5</b>
2.1 Opsi . . . . .	5
2.2 Opsi <i>Barrier</i> . . . . .	6
2.3 Opsi Saham Karyawan (OSK) . . . . .	9
2.4 Model Pergerakan Harga Saham . . . . .	10
2.5 Aturan Simpson . . . . .	12
2.6 Metode <i>Lattice</i> . . . . .	13
2.6.1 Metode Binomial CRR . . . . .	13
2.6.2 Metode Trinomial . . . . .	16
<b>3 MODIFIKASI METODE TRINOMIAL</b>	<b>21</b>
<b>4 PENENTUAN HARGA OPSI SAHAM KARYAWAN (OSK) MODEL HULL-WHITE</b>	<b>25</b>
4.1 Model Hull-White dengan Metode Trinomial . . . . .	25
4.2 Model Hull-White dengan Modifikasi Metode Trinomial . . . . .	27
<b>5 KESIMPULAN DAN SARAN</b>	<b>31</b>
5.1 Kesimpulan . . . . .	31
5.2 Saran . . . . .	31
<b>DAFTAR REFERENSI</b>	<b>33</b>
<b>A FORMULA PENENTUAN HARGA OPSI DENGAN MODIFIKASI METODE TRINOMIAL</b>	<b>35</b>



## DAFTAR GAMBAR

2.1 Opsi <i>Down-and-In</i> (DI) Berdasarkan Pergerakan Harga Saham . . . . .	7
2.2 Opsi <i>Up-and-In</i> (UI) Berdasarkan Pergerakan Harga Saham . . . . .	8
2.3 Opsi <i>Down-and-Out</i> (DO) Berdasarkan Pergerakan Harga Saham . . . . .	8
2.4 Opsi <i>Up-and-Out</i> (UO) Berdasarkan Pergerakan Harga Saham . . . . .	9
2.5 Ilustrasi Aturan Simpson $\frac{1}{3}$ . . . . .	12
2.6 Harga Saham dan Opsi Pada Pohon Binomial Lima Langkah . . . . .	14
2.7 Pergerakan Harga Saham Pada Opsi <i>Call</i> Eropa . . . . .	15
2.8 Penentuan Harga Opsi <i>Call</i> Eropa Dengan Metode Binomial CRR . . . . .	16
2.9 Logaritma Pergerakan Harga Saham Pada Pohon Trinomial Tiga Langkah . . . . .	18
2.10 Skema Metode Trinomial Pada Opsi <i>Barrier</i> Jenis UO Dengan Besar $\lambda$ yang Berbeda. . . . .	19
3.1 Pohon Trinomial Untuk Opsi <i>Up-and-Out</i> (UO) . . . . .	21
3.2 (Kiri) Metode Trinomial Standar. (Kanan) Modifikasi Metode Trinomial dengan Menggunakan Rata-Rata Lokal. . . . .	22
3.3 Kekonvergenan Harga Opsi <i>Put</i> Eropa <i>Up-and-Out</i> (UO) Dengan Metode Trinomial dan Modifikasinya . . . . .	24
4.1 OSK Pada Pohon Trinomial . . . . .	26
4.2 OSK pada Pohon Modifikasi Metode Trinomial . . . . .	27
4.3 Perilaku Harga OSK Berdasarkan $M$ dan $q$ . . . . .	29

# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Instrumen investasi semakin populer di kalangan masyarakat dalam beberapa dekade terakhir ini. Semakin banyak masyarakat yang menjadi investor dengan melakukan transaksi jual-beli instrumen investasi di pasar modal. Selain saham dan obligasi, ada juga instrumen investasi yang disebut sebagai derivatif keuangan seperti *forward*, *futures*, *swap*, dan opsi [1]. Salah satu jenis derivatif yang saat ini sedang marak diperdagangkan adalah opsi. Opsi adalah derivatif berupa kontrak yang melibatkan dua orang atau lebih, yaitu penjual opsi (*writer*) dan pembeli opsi (*holder*) yang nilainya didasarkan pada kesepakatan harga saham (*strike price*).

Salah satu jenis opsi yang cukup menarik perhatian investor adalah Opsi Saham Karyawan (OSK). OSK atau *Employee Stock Option* (ESO) merupakan kompensasi non-tunai yang diberikan perusahaan kepada karyawannya [2]. Kompensasi ini berupa opsi *call* yang ditawarkan kepada karyawan untuk memiliki saham perusahaan dengan periode waktu yang ditentukan dari masa kerja karyawan tersebut. Bagi perusahaan *startup*, program OSK merupakan salah satu manfaat yang dapat menjadi daya tarik bagi karyawan. OSK dapat membantu perusahaan untuk mengembangkan bisnisnya karena karyawan merasa bisnis ini seakan-akan adalah miliknya juga, sehingga karyawan menjadi termotivasi untuk bekerja lebih baik lagi. OSK memiliki manfaat yang sangat menguntungkan bagi perusahaan, karyawan, dan pihak pemegang saham. Oleh karena itu, perlu menggunakan metode yang tepat dalam menentukan harga OSK.

Sudah banyak para ahli yang memodelkan harga OSK. Salah satunya adalah model FASB 123 yang diterbitkan oleh *Financial Accounting Standards Board* pada tahun 1995. Dalam FASB 123, nilai wajar OSK dimodelkan dengan model Black-Scholes dan metode yang dikembangkan oleh Cox, Ross, dan Rubinstein (binomial CRR). Namun, model Black-Scholes ternyata kurang tepat untuk digunakan karena tidak mempertimbangkan asumsi bahwa opsi dapat dieksekusi sebelum jatuh tempo [3]. Kemudian di tahun 2004, model tersebut dikembangkan lagi oleh John Hull dan Allan White yang dikenal menjadi model Hull-White. Pada model Hull-White, penentuan harga OSK mempertimbangkan kemungkinan karyawan akan meninggalkan perusahaan selama atau setelah masa tunggu. Selain itu, terdapat kemungkinan bahwa karyawan dapat melakukan eksekusi dini setelah masa tunggu jika harga saham lebih besar sekian kali dari harga kesepakatan. Hal ini menunjukkan bahwa OSK memuat fitur opsi Amerika dan opsi *barrier*. Ciri dari opsi Amerika adalah opsi dapat di eksekusi kapanpun selama masa berlaku opsi. Dan ciri dari opsi *barrier* adalah opsi dapat di eksekusi jika telah mencapai suatu harga tertentu.

Terdapat kesalahan dalam penentuan harga opsi *barrier* dengan metode binomial CRR. Hasil yang diberikan metode binomial CRR bersifat fluktuatif karena *payoff* dari opsi *barrier* merupakan fungsi bersyarat sehingga menyebabkan *nonlinearity error* yang besar di sekitar *barrier*. Mengatasi kesalahan tersebut, Bardia Kamrad dan Peter Ritchken kemudian mengembangkan metode binomial CRR menjadi metode trinomial untuk menentukan harga opsi. Keunggulan dari metode trinomial Kamrad-Ritchken daripada metode binomial CRR adalah jarak antara baris simpul pohon dapat ditentukan besarnya sehingga simpul dapat tetap dilewati *barrier*. Namun tetap ada kesalahan harga yang diperoleh dari metode trinomial ketika *barrier* tidak berada pada simpul pohon, karena

akan memberikan dua nilai opsi yang berbeda [4].

Mempertimbangkan masalah tersebut, Kyoung Sook Moon dan Hong Joong Kim pada tahun 2011 memodifikasi metode trinomial untuk menentukan opsi *barrier* yang menggunakan rata-rata lokal dari nilai opsi pada setiap simpul untuk mengurangi kesalahan representasi. Hasil yang diperoleh dari Moon dan Kim dengan modifikasi metode trinomial dalam hal akurasi dan efektifitasnya lebih baik daripada metode trinomial Kamrad-Ritchken. Moon dan Kim juga memperoleh waktu komputasi yang lebih singkat dari yang lain. Hal ini berarti modifikasi metode trinomial lebih hemat biaya dibandingkan skema lainnya [4].

OSK memiliki periode selama 10 hingga 15 tahun dengan masa tunggu pada umumnya selama 3 sampai 4 tahun [5]. Karakteristik inilah yang membedakan OSK dengan jenis opsi lainnya. Untuk itu diperlukan metode yang tepat dalam penentuan harga OSK. Pada skripsi ini, penulis memilih modifikasi metode trinomial untuk menentukan harga OSK. Berdasarkan penelitian Moon dan Kim, hasil yang diperoleh dengan modifikasi metode trinomial untuk menentukan nilai opsi *barrier* lebih baik daripada metode trinomial. Karena pada OSK terdapat fitur *barrier*, maka penulis berharap bahwa modifikasi metode trinomial juga dapat memberikan hasil yang lebih baik dalam penentuan harga OSK daripada metode trinomial.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang pada subbab sebelumnya, maka dapat dirumuskan permasalahan dalam skripsi ini, yaitu:

1. Bagaimana menentukan harga OSK model Hull-White dengan metode trinomial dan modifikasi metode trinomial?
2. Apakah modifikasi metode trinomial lebih efektif diaplikasikan daripada metode trinomial dalam penentuan harga OSK?

## 1.3 Tujuan

Penulisan skripsi ini bertujuan untuk:

1. Menentukan harga OSK model Hull-White dengan metode trinomial dan modifikasi metode trinomial.
2. Membandingkan dan menganalisis efektifitas harga OSK antara metode trinomial dan modifikasi metode trinomial.

## 1.4 Sistematika Pembahasan

Sistematika pembahasan pada makalah ini terdiri dari lima bab yang masing-masing meliputi:

### **BAB 1 : PENDAHULUAN**

Bab ini berisi pembahasan mengenai latar belakang, rumusan masalah, tujuan, dan sistematika pembahasan.

### **BAB 2 : LANDASAN TEORI**

Bab ini berisi teori yang akan digunakan dalam pembahasan pada bab-bab selanjutnya. Materi yang akan dibahas pada bab ini antara lain adalah pengertian dan jenis-jenis opsi, opsi *barrier*, Opsi Saham Karyawan (OSK), model pergerakan harga saham, aturan Simpson, dan metode *lattice*.

### **BAB 3 : MODIFIKASI METODE TRINOMIAL**

Bab ini berisi pembahasan mengenai modifikasi metode trinomial serta pengaplikasiannya dalam menentukan nilai opsi *barrier*.

**BAB 4 : PENENTUAN HARGA OPSI SAHAM KARYAWAN (OSK) MODEL HULL-WHITE**

Bab ini berisi pembahasan mengenai penentuan harga opsi saham karyawan dengan metode trinomial dan modifikasi metode trinomial.

**BAB 5 : KESIMPULAN DAN SARAN**

Bab ini berisi kesimpulan dari keseluruhan dari penelitian dan saran untuk pengembangan penelitian berikutnya terkait OSK.