

SKRIPSI

VALUASI OBLIGASI *CALLABLE* DAN *PUTABLE* DENGAN  
METODE POHON BINOMIAL SUKU BUNGA



Audrey Eunike Heryadi

NPM: 6161801076

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



**FINAL PROJECT**

**VALUATION OF CALLABLE AND PUTABLE BOND USING  
BINOMIAL INTEREST RATE TREE**



**Audrey Eunike Heryadi**

**NPM: 6161801076**

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

# LEMBAR PENGESAHAN

## VALUASI OBLIGASI *CALLABLE* DAN *PUTABLE* DENGAN METODE POHON BINOMIAL SUKU BUNGA

Audrey Eunike Heryadi

NPM: 6161801076

Bandung, 19 Januari 2022

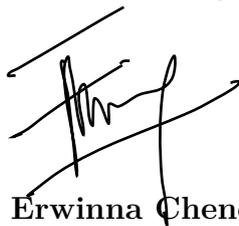
Menyetujui,

Pembimbing



Dr. Ferry Jaya Permana

Ketua Tim Penguji



Dr. Erwinna Chendra

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:

### **VALUASI OBLIGASI *CALLABLE* DAN *PUTABLE* DENGAN METODE POHON BINOMIAL SUKU BUNGA**

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 19 Januari 2022



Audrey Eunike Heryadi  
NPM: 6161801076

## ABSTRAK

Obligasi *callable* adalah obligasi yang memberi hak pada penerbitnya untuk menebus obligasi sebelum jatuh tempo, sedangkan obligasi *putable* adalah obligasi yang memberi hak pada investornya untuk meminta penerbit agar menebus obligasi sebelum jatuh tempo. Ketika obligasi memiliki opsi, maka waktu penembusannya tidak dapat ditentukan secara pasti. Baik penerbit ataupun investor dapat menebus obligasi setiap saat sebelum jatuh tempo dan bergantung pada keadaan suku bunga di pasar. Namun pada kenyataannya, suku bunga di pasar akan berubah-ubah selama masa kontrak. Hal itu menyebabkan valuasi obligasi menjadi sulit sehingga pada skripsi ini digunakan metode pohon binomial suku bunga. Dalam membentuk pohon binomial, suku bunga diproyeksikan terlebih dahulu, sedangkan harga obligasi dihitung berdasarkan suku bunga terbaru dan dievaluasi berdasarkan suku bunga pada periode-periode sebelumnya. Hasil simulasi menunjukkan harga obligasi dengan pengaruh volatilitas suku bunga, tingkat kupon, harga tebus, dan tahun jatuh tempo. Dari hasil simulasi diperoleh bahwa harga obligasi berbanding terbalik dengan volatilitas suku bunga dan tahun jatuh tempo serta berbanding lurus dengan tingkat kupon dan harga tebus.

**Kata-kata kunci:** obligasi *callable*, obligasi *putable*, suku bunga, pohon binomial, volatilitas



## ABSTRACT

*Callable* bonds are bonds that give the issuer the right to redeem the bonds before maturity, while *puttable* bonds are bonds that give investors the right to ask the issuer to redeem the bonds before maturity. When a bond has options, the redemption time is uncertain. Both the issuers or the investors can redeem the bonds at any time prior to maturity and depending on the interest rates in the market. But in reality, interest rates in the market will fluctuate during the contract period. This causes bond valuation to be difficult so that in this thesis the interest rate binomial tree method is used. In forming a binomial tree, interest rates are projected first, while bond prices are calculated based on the latest interest rates and evaluated based on interest rates in previous periods. The simulation results show bond prices with the impact of interest rate volatility, coupon rate, redemption price, and maturity year. From the simulation results, it is found that bond prices are inversely proportional to the volatility of interest rates and maturity year, while directly proportional to the coupon rate and redemption price.

**Keywords:** callable bond, puttable bond, interest rate, binomial tree, volatility

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yesus Kristus atas berkat dan penyertaan-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan lancar dan tepat waktu. Skripsi yang berjudul “Valuasi Obligasi *Callable* dan *Putable* dengan Metode Pohon Binomial Suku Bunga” disusun sebagai salah satu syarat wajib untuk menyelesaikan studi Strata-1 Program Studi Matematika, Fakultas Teknologi Informasi dan Sains, Universitas Katolik Parahyangan, Bandung. Penulis berharap skripsi ini dapat bermanfaat bagi para pembacanya. Selama masa studi maupun penyusunan skripsi, penulis telah mendapatkan banyak ilmu, bantuan, dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis juga ingin menyampaikan terima kasih kepada:

1. Papa dan mama yang selalu mendoakan, menyemangati, dan membantu penulis dalam segala hal sehingga penulis menyelesaikan skripsi ini.
2. Bapak Dr. Ferry Jaya Permana, ASAI selaku dosen pembimbing yang telah membimbing dan memberikan banyak ilmu serta arahan kepada penulis.
3. Ibu Dr. Erwinna Chendra selaku dosen penguji 1 dan Ibu Felivia, M.Act.Sc., ASAI selaku dosen penguji 2 yang telah memberikan saran dan kritik sehingga skripsi ini dapat menjadi lebih baik.
4. Bapak Liem Chin, M.Si selaku dosen koordinator skripsi yang telah memberikan arahan dan bantuan selama penulisan skripsi.
5. Seluruh dosen, staf tata usaha, dan karyawan FTIS yang telah memberikan ilmu pengetahuan dan bantuan kepada penulis selama masa perkuliahan.
6. Vellina Helida sebagai sahabat yang selalu bertukar cerita, menyemangati, dan mendengarkan keluh kesah penulis selama masa perkuliahan.
7. Nasya Kanya sebagai sahabat yang selalu menyemangati dan banyak membantu penulis selama masa perkuliahan.
8. Patrick Louis Lucin yang selalu bertukar cerita, menghibur, membantu, dan mendengarkan keluh kesah penulis selama masa perkuliahan.
9. Chihan Susanto, Elbert Louis, Gregorius Bryan, Kevin Nathaniel, dan Satrio Wenas sebagai sahabat yang banyak bertukar cerita, menghibur, dan membantu penulis selama masa perkuliahan.
10. Andrew Prestius dan Laurentco sebagai sahabat yang banyak bertukar cerita dan menghibur penulis selama masa perkuliahan.
11. Teman-teman Matematika UNPAR angkatan 2017, 2018, dan 2019 yang tidak dapat disebutkan satu per satu.
12. Semua pihak yang telah berjasa kepada penulis selama perkuliahan dan proses penyusunan skripsi.

Penulis menyadari skripsi ini masih jauh dari sempurna karena adanya keterbatasan ilmu dan pengalaman yang dimiliki. Oleh karena itu, penulis dengan terbuka mengharap kritik dan saran yang membangun dari pembaca agar skripsi ini dapat menjadi lebih baik.

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>3</b>
2.1 Opsi . . . . .	3
2.2 Obligasi . . . . .	4
2.3 Gerak Brown Geometrik . . . . .	6
2.3.1 Proses Wiener . . . . .	6
2.3.2 Proses Ito . . . . .	7
2.3.3 Pemodelan Gerak Brown Geometrik . . . . .	7
2.4 Pohon Binomial . . . . .	7
2.4.1 Pohon Binomial Satu Langkah . . . . .	7
2.4.2 Pohon Binomial Dua Langkah . . . . .	9
2.4.3 Pohon Binomial $n$ Langkah . . . . .	10
2.4.4 Pohon Binomial yang Mengikuti Gerak Brown Geometrik . . . . .	10
<b>3 PEMBENTUKAN POHON BINOMIAL SUKU BUNGA</b>	<b>13</b>
3.1 Pohon Binomial Suku Bunga . . . . .	13
3.2 Pohon Binomial untuk Obligasi Reguler . . . . .	15
3.3 Pohon Binomial untuk Obligasi <i>Callable</i> . . . . .	19
3.4 Pohon Binomial untuk Obligasi <i>Putable</i> . . . . .	23
<b>4 SIMULASI NUMERIK</b>	<b>29</b>
4.1 Data . . . . .	29
4.2 Hasil Simulasi . . . . .	30
4.2.1 Harga Obligasi dengan Pengaruh Perubahan Tingkat Kupon dan Volatilitas	30
4.2.2 Harga Obligasi dengan Pengaruh Perubahan Harga Tebus . . . . .	33
4.2.3 Harga Obligasi dengan Pengaruh Perubahan Tahun Jatuh Tempo . . . . .	33
<b>5 PENUTUP</b>	<b>35</b>
5.1 Kesimpulan . . . . .	35
5.2 Saran . . . . .	35



## DAFTAR GAMBAR

2.1 Aliran Dana Obligasi Reguler . . . . .	4
2.2 Pohon Binomial 1 Langkah . . . . .	8
2.3 Pohon Binomial 2 Langkah . . . . .	9
2.4 Pohon Binomial yang mengikuti Gerak Brown Geometrik . . . . .	11
3.1 Pohon Binomial Suku Bunga 2 Langkah (Suku Bunga Tunggal) . . . . .	13
3.2 Pohon Binomial Suku Bunga 2 Langkah . . . . .	14
3.3 Pohon Binomial Suku Bunga 2 Langkah dengan $\sigma = 10\%$ . . . . .	14
3.4 Pohon Binomial 1 Langkah untuk Obligasi Reguler . . . . .	15
3.5 Pohon Binomial Suku Bunga Obligasi Reguler Tahun Ketiga . . . . .	16
3.6 Pohon Binomial Suku Bunga Obligasi Reguler Tahun Kedua . . . . .	17
3.7 Pohon Binomial Suku Bunga Obligasi Reguler Tahun Pertama . . . . .	18
3.8 Pohon Binomial Suku Bunga Obligasi Reguler Saat Ini . . . . .	18
3.9 Pohon Binomial 1 Langkah untuk Obligasi <i>Callable</i> . . . . .	19
3.10 Pohon Binomial Suku Bunga Obligasi <i>Callable</i> Tahun Ketiga . . . . .	20
3.11 Pohon Binomial Suku Bunga Obligasi <i>Callable</i> Tahun Kedua . . . . .	21
3.12 Pohon Binomial Suku Bunga Obligasi <i>Callable</i> Tahun Pertama . . . . .	22
3.13 Pohon Binomial Suku Bunga Obligasi <i>Callable</i> Saat Ini . . . . .	23
3.14 Pohon Binomial 1 Langkah untuk Obligasi <i>Putable</i> . . . . .	23
3.15 Pohon Binomial Suku Bunga Obligasi <i>Putable</i> Tahun Ketiga . . . . .	25
3.16 Pohon Binomial Suku Bunga Obligasi <i>Putable</i> Tahun Kedua . . . . .	26
3.17 Pohon Binomial Suku Bunga Obligasi <i>Putable</i> Tahun Pertama . . . . .	27
3.18 Pohon Binomial Suku Bunga Obligasi <i>Putable</i> Saat Ini . . . . .	27
4.1 Grafik Suku Bunga dengan Tahun Jatuh Tempo yang Berbeda . . . . .	30
4.2 Grafik Harga Obligasi Terhadap Tingkat Kupon . . . . .	32
4.3 Grafik Harga Obligasi Terhadap Volatilitas . . . . .	32
4.4 Grafik Harga Obligasi Terhadap Harga Tebus . . . . .	33
4.5 Grafik Harga Obligasi Terhadap Tahun Jatuh Tempo . . . . .	34



## DAFTAR TABEL

4.1	Suku Bunga . . . . .	29
4.2	Harga Obligasi dengan Berbagai Tingkat Kupon dan Volatilitas . . . . .	31
4.3	Harga Opsi dengan Berbagai Tingkat Kupon dan Volatilitas . . . . .	31
4.4	Harga Obligasi dengan Berbagai Harga Tebus . . . . .	33
4.5	Harga Obligasi dengan Berbagai Tahun Jatuh Tempo . . . . .	34

# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Seiring perkembangan zaman, kegiatan investasi juga semakin berkembang. Banyak orang melakukan investasi untuk memperoleh keuntungan. Investasi adalah penanaman sejumlah uang atau modal dalam suatu perusahaan atau proyek dengan tujuan memperoleh keuntungan. Jenis investasi yang cukup berkembang saat ini adalah investasi instrumen keuangan seperti obligasi, saham, deposito dan lain-lain. Obligasi dapat dipilih oleh investor yang tidak ingin mengambil risiko besar karena obligasi merupakan investasi rendah risiko yang menerima pendapatan konsisten dari pembayaran kupon.

Obligasi merupakan surat utang yang diterbitkan oleh pemerintah atau perusahaan swasta kepada investor (pembeli). Obligasi umumnya hanya dapat ditebus pada tanggal jatuh tempo, biasanya disebut sebagai obligasi reguler. Akan tetapi, ada dua jenis obligasi yang dapat ditebus sebelum tanggal jatuh tempo yaitu obligasi *callable* dan obligasi *putable*. Obligasi *callable* adalah obligasi yang dapat ditebus penerbit sebelum tanggal jatuh tempo, sedangkan obligasi *putable* adalah obligasi yang pemilikinya dapat meminta penerbit untuk menebus obligasi sebelum tanggal jatuh tempo.

Obligasi *callable* lebih menguntungkan bagi perusahaan penerbit obligasi karena mereka memiliki hak untuk menebus obligasi lebih cepat. Jika suku bunga di pasar turun, maka penerbit akan menebus obligasi lebih cepat karena mereka dapat menerbitkan obligasi baru dengan tingkat imbal balik yang lebih rendah. Oleh karena itu, investor diberi kompensasi dengan tingkat kupon yang lebih tinggi dan harga obligasi *callable* yang lebih rendah. Namun, obligasi *putable* lebih menguntungkan bagi investor karena mereka memiliki hak untuk meminta penerbit agar menebus obligasi lebih cepat. Jika suku bunga di pasar naik, maka investor akan segera meminta penerbit untuk menebus obligasi agar mereka dapat membeli obligasi baru dengan tingkat imbal balik yang lebih tinggi. Oleh karena itu, kerugian penerbit dapat diminimalisir dengan tingkat kupon yang lebih rendah dan harga obligasi *putable* yang lebih tinggi.

Pada obligasi yang memiliki opsi, waktu penebusannya tidak dapat ditentukan secara pasti. Baik penerbit ataupun investor akan menggunakan haknya saat mereka diuntungkan. Obligasi yang akan ditebus bergantung pada suku bunga di pasar padahal suku bunga dapat berubah-ubah sepanjang masa kontrak. Hal itu menyebabkan perhitungan harga obligasi menjadi rumit. Ada beberapa model yang dapat digunakan untuk menghitung harga obligasi *callable* dan obligasi *putable*. Untuk model diskret, dapat digunakan metode pohon binomial suku bunga [1]. Untuk model kontinu, dapat diasumsikan bahwa pergerakan suku bunga mengikuti model Cox-Ingersoll-Ross (CIR). Ding, Fu, dan So [2] menerapkan simulasi metode Monte Carlo untuk menghitung harga obligasi *callable*, sedangkan Buttler dan Waldvogel [3] menerapkan fungsi Green untuk menghitung harga obligasi *callable*. Pada skripsi ini akan diterapkan model diskret dengan menggunakan metode pohon binomial suku bunga. Metode tersebut dipilih karena sederhana sehingga mudah diterapkan dan dapat digunakan untuk kasus suku bunga tidak tunggal.

Pohon binomial suku bunga merupakan sebuah representasi diskret dari beberapa kemungkinan suku bunga pada periode waktu yang berbeda-beda berdasarkan asumsi tentang volatilitas suku

bunga. Suku bunga dapat bergerak naik atau turun dengan peluang keduanya yang diasumsikan sama besar. Pohon binomial suku bunga biasanya digunakan untuk menentukan harga obligasi reguler, obligasi *callable*, maupun obligasi *puttable*. Pada skripsi ini juga akan diselidiki bagaimana hubungan antara volatilitas suku bunga, tingkat kupon, nilai tebus, dan tahun jatuh tempo dengan harga obligasi *callable* dan obligasi *puttable*.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang, masalah yang dirumuskan dalam skripsi ini antara lain sebagai berikut:

1. Bagaimana cara menentukan harga obligasi *callable* dengan metode pohon binomial suku bunga?
2. Bagaimana cara menentukan harga obligasi *puttable* dengan metode pohon binomial suku bunga?
3. Bagaimana pengaruh volatilitas, tingkat kupon, harga tebus, dan tahun jatuh tempo terhadap harga obligasi *callable* dan *puttable*?

## 1.3 Tujuan

Tujuan yang akan dicapai dalam skripsi ini antara lain sebagai berikut:

1. Menentukan harga obligasi *callable* dengan metode pohon binomial suku bunga.
2. Menentukan harga obligasi *puttable* dengan metode pohon binomial suku bunga.
3. Menganalisis pengaruh volatilitas, tingkat kupon, harga tebus, dan tahun jatuh tempo terhadap harga obligasi *callable* dan *puttable*.

## 1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah yang diberikan penulis dalam skripsi ini adalah tingkat kupon per tahun bernilai konstan.

## 1.5 Sistematika Pembahasan

Sistematika pembahasan dalam penulisan makalah ini adalah sebagai berikut:

### **Bab 1: Pendahuluan**

Bab ini mencakup tentang latar belakang, rumusan masalah, tujuan penulisan, batasan masalah, dan sistematika pembahasan dari makalah.

### **Bab 2: Landasan Teori**

Bab ini membahas tentang teori-teori dasar mengenai opsi, obligasi, Gerak Brown Geometrik, dan pohon binomial.

### **Bab 3: Pembentukan Pohon Binomial Suku Bunga**

Bab ini membahas tentang pembentukan binomial pohon binomial suku bunga untuk obligasi reguler, obligasi *callable*, dan obligasi *puttable*.

### **Bab 4: Simulasi Numerik**

Bab ini membahas tentang hasil simulasi yang dilakukan untuk melihat pengaruh volatilitas, tingkat kupon, dan nilai tebus terhadap harga obligasi.

### **Bab 5: Penutup**

Bab ini berisi kesimpulan yang diperoleh dari pembahasan bab-bab sebelumnya dan saran untuk pengembangan topik skripsi ini.