

LAPORAN SKRIPSI
PENENTUAN HARGA OPSI BELI EROPA MENGGUNAKAN
MODEL *BLACK-SCHOLES* DAN SIMULASI MONTE CARLO



SITI ISEU NURPARIDA

NIM. 20106010047

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

PROGRAM STUDI MATEMATIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

2024

PENENTUAN HARGA OPSI BELI EROPA MENGGUNAKAN MODEL *BLACK-SCHOLES* DAN SIMULASI MONTE CARLO

Skripsi

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh derajat Sarjana Ilmu
Matematika



Diajukan oleh:

SITI ISEU NURPARIDA

NIM. 20106010047

Kepada

PROGRAM STUDI MATEMATIKA

FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI

UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA

YOGYAKARTA

2024

PERSETUJUAN TUGAS AKHIR



Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga



FM-UINSK-BM-05-03/R0

SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR

Hal : Persetujuan Skripsi / Tugas Akhir

Lamp :

Kepada

Yth. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

di Yogyakarta

Assalamu'alaikum wr. wb.

Setelah membaca, meneliti, memberikan petunjuk dan mengoreksi serta mengadakan perbaikan seperlunya, maka kami selaku pembimbing berpendapat bahwa skripsi Saudara:

Nama : Siti Iseu Nurparida

NIM : 20106010047

Judul Skripsi : Penentuan Harga Opsi Beli Eropa Menggunakan Model *Black-Scholes* dan Simulasi Monte Carlo

sudah dapat diajukan kembali kepada Program Studi Matematika Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata Satu dalam Program Studi Matematika.


Dengan ini kami berharap agar skripsi/tugas akhir Saudara tersebut di atas dapat segera dimunaqasyahkan. Atas perhatiannya kami ucapkan terima kasih.

Wassalamu'alaikum wr. wb.

Yogyakarta, 14 Agustus 2024

Pembimbing I

Pembimbing II


Dr. Sugiyanto, S.Si., ST., M.Si.

NIP. 19800505 20081 1 028


Muhamad Rashif Hilmi, S.Si., M.Sc.

NIP. 19920309 202012 1 001

HALAMAN PENGESAHAN



**KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI**

Jl. Marsda Adisucipto Telp. (0274) 540971 Fax. (0274) 519739 Yogyakarta 55281

PENGESAHAN TUGAS AKHIR

Nomor : B-1596/Un.02/DST/PP.00.9/08/2024

Tugas Akhir dengan judul : Penentuan Harga Opsi Beli Eropa Menggunakan Model Black-Scholes dan Simulasi Monte Carlo

yang dipersiapkan dan disusun oleh:

Nama : SITI ISEU NURPARIDA
Nomor Induk Mahasiswa : 20106010047
Telah diujikan pada : Jumat, 23 Agustus 2024
Nilai ujian Tugas Akhir : A

dinyatakan telah diterima oleh Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

TIM UJIAN TUGAS AKHIR



Ketua Sidang

Dr. Sugiyanto, S.Si., ST., M.Si.
SIGNED

Valid ID: 66cbf02e20182



Penguji I

Muhamad Rashif Hilmi, S.Si., M.Sc.
SIGNED

Valid ID: 66cbd61fe7769



Penguji II

Mohammad Farhan Quadratullah, S.Si., M.Si.
SIGNED

Valid ID: 66cbcb3b081ed



Yogyakarta, 23 Agustus 2024
UIN Sunan Kalijaga
Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

Prof. Dr. Dra. Hj. Khurul Wardati, M.Si.
SIGNED

Valid ID: 66cbf5930ce19

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Siti Iseu Nurparida
NIM : 20106010047
Program Studi : Matematika
Fakultas : Sains dan Teknologi

Dengan ini menyatakan bahwa isi skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar sarjana di suatu Perguruan Tinggi dan sesungguhnya skripsi ini merupakan hasil pekerjaan penulis sendiri sepanjang pengetahuan penulis, bukan duplikasi atau saduran dari karya orang lain kecuali bagian tertentu yang penulis ambil sebagai bahan acuan. Apabila terbukti pernyataan ini tidak benar, sepenuhnya menjadi tanggung jawab penulis.

Yogyakarta, 14 Agustus 2024



Siti Iseu Nurparida

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

HALAMAN PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk kedua orang tua tercinta, karena doa dan perjuangan mereka, saya bisa melangkah sampai sejauh ini
Untuk mereka yang selalu hadir dalam tiap-tiap perjalanan



HALAMAN MOTTO

*“Tuhanmu tidak meninggalkan engkau (Muhammad) dan tidak (pula)
membencimu,”*

Q.S Ad Dhuha: 3

*“Once you build consistent, intentional action, your discipline will
grow and over time you will become unstoppable”*

(Nathan Noël)



STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

PRAKATA

Alhamdulillah puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT yang senantiasa melimpahkan Rahmat dan hidayah-Nya kepada penulis, sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul “Penentuan Harga Opsi Beli Eropa Menggunakan Model *Black-Scholes* dan Simulasi Monte Carlo”. Sholawat serta salam tidak lupa dipanjatkan kepada Nabi besar Muhammad SAW beserta keluarga dan para sahabat.

Laporan tugas akhir ini dilakukan untuk memenuhi salah satu syarat dalam menyelesaikan studi S-1 program studi Matematika di UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta. Penyusunan tugas akhir ini tidak terlepas dari adanya doa, dukungan, bimbingan dan bantuan berbagai pihak baik secara langsung maupun tidak langsung, sehingga, pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan rasa hormat dan terima kasih kepada:

1. Prof. Noorhaidi, M.A, M.Phil., Ph.D., selaku Rektor UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
2. Dr. Khurul Wardati, M.Si., selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
3. Muchammad Abrori, S.Si., M.Kom., selaku Ketua Program Studi Matematika UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
4. Sri Istiyarti Uswatun Chasanah, M.Si., selaku Dosen Penasihat Akademik.
5. Dr. Sugiyanto, S.Si., S.T., M.Si. dan Muhamad Rashif Hilmi, S.Si., M.Sc., selaku Dosen Pembimbing Skripsi yang telah memberikan arahan, dukungan, masukan dan nasihat kepada penulis sehingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik.
6. Seluruh jajaran dosen, staf dan karyawan Program Studi Matematika UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta yang telah memberikan ilmu pengetahuan dan bantuan selama masa perkuliahan.

7. Kedua orang tua tercinta, Bapak Yusup dan Ibu Kurniasih yang selalu mencurahkan kasih sayang dan doa kepada penulis, serta selalu memberikan kepercayaan, dukungan moril maupun materil dan selalu mengusahakan segala hal yang terbaik bagi penulis.
8. Kedua adik saya, Zakaria Maulana Yusup dan Muhammad Fadil yang telah memberikan dukungan dan sebagai motivasi dalam menyelesaikan skripsi ini.
9. Kepada Alivia, Fani, Dinda, dan Vidya untuk dukungan dan kebersamaan yang telah dilalui sampai sejauh ini.
10. Teman-teman satu bimbingan untuk semua bantuan dan motivasinya selama masa pengerjaan skripsi ini.
11. Kepada Ustadzah Halimah Alaydrus untuk ilmu pengetahuan dan nasihat yang membuat penulis lebih mengerti mengenai arah mana yang harus dituju dan kepada Nora untuk kalimat-kalimat yang telah membangun keyakinan dan rasa semangat penulis.
12. Teman-teman Matematika 2020 yang telah kebersamai selama sama perkuliahan.
13. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu, yang telah membantu penulis dalam penyusunan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi ini masih terdapat banyak kekurangan. Oleh karena itu, saran dan kritik yang membangun penulis harapkan agar dilain kesempatan penulis dapat memperbaiki kesalahan dan menulis dengan lebih baik lagi. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat untuk semua pihak yang membutuhkan.

Yogyakarta, 14 Agustus 2024

Penulis

DAFTAR ISI

PERSETUJUN TUGAS AKHIR	iii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iv
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN	v
HALAMAN PERSEMBAHAN	vi
HALAMAN MOTTO	vii
PRAKATA.....	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR SIMBOL	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
INTISARI.....	xvii
ABSTRACT	xviii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Batasan Masalah	6
1.3. Rumusan Masalah.....	7
1.4. Tujuan Penelitian	7
1.5. Manfaat Penelitian	8
1.6. Tinjauan Pustaka	8
1.7. Sistematika Penulisan	12
BAB II LANDASAN TEORI.....	14
2.1. Investasi	14
2.2. Instrumen Derivatif (Produk Turunan)	16
2.3. Saham.....	17
2.4. <i>Return</i>	18
2.5. Risiko	20
2.6. Suku Bunga.....	20

2.7.	Nilai Sekarang (<i>Present Value</i>)	22
2.8.	Integral	23
2.9.	Variabel Random.....	24
2.10.	Distribusi Probabilitas.....	24
2.11.	Nilai Ekspektasi (Nilai Harapan)	26
2.12.	Variansi	26
2.13.	Distribusi Normal.....	27
2.14.	Distribusi Lognormal	29
2.15.	Volatilitas	30
2.16.	Proses Stokastik	31
2.17.	Gerak Brown.....	32
2.18.	Lemma Ito	34
2.19.	Model Pergerakan Harga Saham.....	37
2.20.	Opsi (<i>Option</i>)	39
2.21.	Opsi Beli (<i>Call Option</i>).....	41
2.22.	<i>Root Mean Squared Error</i>	44
BAB III	METODE PENELITIAN.....	46
3.1.	Metode Pengumpulan Data.....	46
3.2.	Jenis Penelitian.....	46
3.3.	Tahapan Analisis Data.....	47
3.4.	<i>Flowchart</i> Perhitungan Opsi Beli Eropa dengan Model <i>Black-Scholes</i> dan Simulasi Monte Carlo	49
BAB IV	PENENTUAN HARGA OPSI BELI EROPA DENGAN MODEL <i>BLACK-SCHOLES</i> DAN SIMULASI MONTE CARLO	50
4.1.	Opsi Beli Eropa (<i>European Call Option</i>)	50
4.2.	Model <i>Black-Scholes</i>	50
4.3.	Simulasi Monte Carlo	56
4.3.1.	Penentuan Harga Opsi Beli Eropa dengan Simulasi Monte Carlo.....	58
4.3.2.	Monte Carlo Standar	59
4.3.3.	Simulasi Jalur Aset untuk Harga Saham	59

BAB V STUDI KASUS	63
5.1. Deskripsi Data.....	63
5.2. Uji Normalitas Data <i>Return</i>	63
5.3. Estimasi Nilai Volatilitas.....	66
5.4. Penentuan Harga Opsi Beli Eropa dengan Model <i>Black-Scholes</i>	67
5.5. Penentuan Harga Opsi Beli Eropa dengan Simulasi Monte Carlo	69
5.6. Perbandingan Harga Opsi Beli Eropa Menggunakan Model <i>Black-Scholes</i> dan Simulasi Monte Carlo	73
5.7. Pemilihan Model Terbaik.....	75
BAB VI PENUTUP	77
6.1. Kesimpulan	77
6.2. Saran	78
DAFTAR PUSTAKA.....	79
LAMPIRAN.....	82

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1. Posisi penelitian.....	10
Tabel 5. 1. Opsi Beli HMC 17 Januari 2025	63
Tabel 5. 2. Uji normalitas dengan kolmogorov-smirnov test.....	65
Tabel 5. 3. Parameter harga opsi beli Eropa model Black-Scholes.....	67
Tabel 5. 4. Harga opsi beli model Black-Scholes	69
Tabel 5. 5. Parameter harga opsi beli Eropa simulasi Monte Carlo	69
Tabel 5. 6. Harga opsi beli Eropa dengan simulasi Monte Carlo	71
Tabel 5. 7. Nilai opsi beli dan standar error simulasi Monte Carlo	72
Tabel 5. 8. Perbandingan harga opsi beli Eropa menggunakan model Black-Scholes dan simulasi Monte Carlo	74
Tabel 5. 9. Perbandingan harga opsi beli Eropa model Black-Scholes dan simulasi Monte Carlo terhadap harga pasar	75



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1. Hubungan antara keuntungan dan risiko.....	2
Gambar 1. 2. Klasifikasi instrumen derivatif.....	3
Gambar 2. 1. Kurva distribusi normal untuk nilai tertentu dari parameter rata-rata dan variansi	27
Gambar 2. 2. Kurva distribusi normal dengan $\mu = 0$ dan $\sigma = 1$	28
Gambar 2. 3. Bentuk kurva distribusi lognormal	30
Gambar 2. 4. Grafik keuntungan dan kerugian opsi beli dari sisi pembeli.....	43
Gambar 2. 5. Grafik keuntungan dan kerugian opsi beli dari sisi penjual	44
Gambar 3. 1. <i>Flowchart</i> penentuan harga opsi beli	49
Gambar 5. 1. Grafik pergerakan harga saham.....	64
Gambar 5. 2. Grafik return saham.....	65
Gambar 5.3. Perbandingan harga opsi beli Eropa model Black-Scholes dan simulasi Monte Carlo	74



DAFTAR SIMBOL

r_t	: <i>log return</i> saham
n	: jumlah data
μ	: nilai ekspektasi
σ^2	: variansi
e	: bilangan eksponensial
σ	: volatilitas
Z	: bilangan acak yang berdistribusi normal
$W(t)$: gerak Brown atau proses Wiener
S_0	: harga saham awal
S_T	: harga saham saat jatuh tempo
K	: <i>strike price</i>
T	: waktu jatuh tempo
r	: tingkat suku bunga bebas risiko
C	: harga opsi beli
Δt	: perubahan harga saham
M	: simulasi
$RMSE$: <i>root mean square</i>
x_i	: nilai sebenarnya
\hat{x}_i	: nilai prediksi

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Data Penutupan Harga Saham dan Return Harian Honda Motor Co.,Ltd. (HMC) Periode 18 Juni 2023 – 18 Juni 2024	82
Lampiran 2. Grafik Pergerakan Harga Saham dan Grafik Retrunk Saham	89
Lampiran 3. Uji Normalitas Kolmogorov-Smirnov	89
Lampiran 4. Penentuan Harga Opsi Beli Eropa dengan Model Black-Scholes	90
Lampiran 5. Penentuan Harga Opsi Beli Eropa dengan Simulasi Monte Carlo ...	91
Lampiran 6. Nilai Opsi Beli dan Standar Error Simulasi Monte Carlo	92
Lampiran 7. Grafik Perbandingan Harga Opsi Beli Eropa Menggunakan Model Black-Scholes dan Simulasi Monte Carlo.....	94
Lampiran 8. Menghitung Nilai RMSE.....	95
Lampiran 9. Draft Paper.....	96

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

INTISARI

PENENTUAN HARGA OPSI BELI EROPA MENGGUNAKAN MODEL *BLACK-SCHOLES* DAN SIMULASI MONTE CARLO

Oleh

SITI ISEU NURPARIDA

20106010047

Opsi memegang peran penting dalam pasar derivatif. Menurut haknya opsi dibedakan menjadi dua yaitu opsi beli dan opsi jual, sedangkan menurut waktu pelaksanaannya opsi dibedakan menjadi opsi Eropa dan opsi Amerika. Opsi beli Eropa merupakan kontrak perjanjian yang memberikan hak kepada pembeli opsi untuk membeli suatu saham pada harga tertentu saat waktu jatuh tempo. Dalam penelitian ini, harga opsi akan ditentukan menggunakan model *Black-Scholes* dan simulasi Monte Carlo. Model *Black-Scholes* merupakan metode analitik dalam penentuan nilai opsi yang sering digunakan dan model ini hanya dapat digunakan untuk opsi tipe Eropa saja. Metode simulasi Monte Carlo merupakan suatu metode numerik dengan melakukan perulangan simulasi, semakin banyak jumlah simulasi yang dilakukan, maka hasil yang didapat akan semakin akurat nilai pendekatannya. Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data saham harian Honda Motor Co.,Ltd. (HMC) untuk periode 18 Juni 2023 – 18 Juni 2024. Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk membandingkan harga opsi yang dihasilkan oleh model *Black-Scholes* dan simulasi Monte Carlo. Harga Opsi dengan simulasi Monte Carlo untuk simulasi sebanyak 300.000 kali memiliki nilai kesalahan rata-rata data harga prediksi terhadap data harga empiris sebesar 1,011, sedangkan model *Black-Scholes* menghasilkan nilai sebesar 1,017. Dalam studi kasus ini, simulasi Monte Carlo lebih akurat dalam memprediksi harga opsi beli jika dibandingkan dengan model *Black-Scholes*.

Kata kunci: Opsi beli Eropa, Model *Black-Scholes*, Simulasi Monte Carlo.

ABSTRACT

EUROPEAN CALL OPTION PRICING USING BLACK-SCHOLES MODEL AND MONTE CARLO SIMULATION

by

SITI ISEU NURPARIDA

20106010047

Options play an important role in the derivatives market. According to their rights, options can be divided into two types: call options and put options, while according to the time of exercise, options can be divided into European options and American options. European call option is an agreement contract that gives the option buyer the right to buy a stock at a certain price at maturity. In this study, the option price will be determined using the Black-Scholes model and Monte Carlo simulation. The Black-Scholes model is an analytical method in determining option value that is often used and this model can only be used for European type options. The Monte Carlo simulation method is a numerical method by performing repeated simulations, the more the number of simulations performed, the more accurate the results will be the approach value. The data used in this study are daily stock data of Honda Motor Co., Ltd. (HMC) for the period June 18, 2023 - June 18, 2024. This study was conducted with the aim of comparing the option prices generated by the Black-Scholes model and Monte Carlo simulation. Option prices with Monte Carlo simulation for a simulation of 300,000 times have an average error value of predicted price data against empirical price data of 1.011, while the Black-Scholes model produces a value of 1.017. In this case study, Monte Carlo simulation is more accurate in predicting the purchase option price when compared to the Black-Scholes model.

Keywords: European call option, Black-Scholes models, Monte Carlo simulation.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

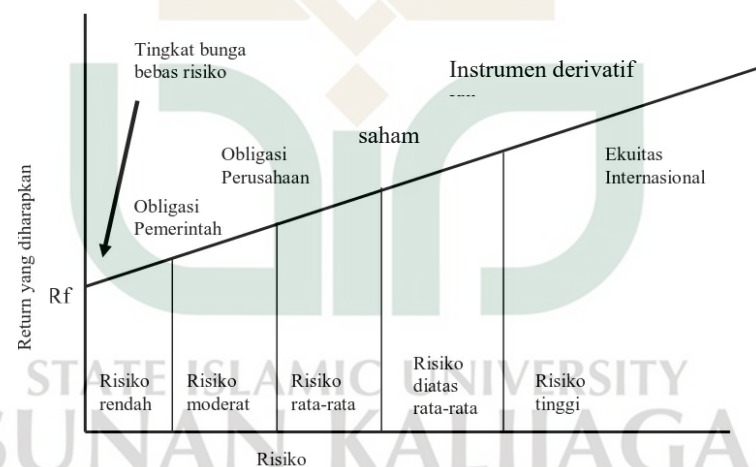
Di era globalisasi saat ini, pelaku ekonomi cenderung lebih tertarik untuk terjun dalam dunia pasar modal. Indonesia memiliki jumlah penduduk yang besar, Badan Pusat Statistik (BPS, 2024), mencatat jumlah penduduk Indonesia di pertengahan tahun 2023 berjumlah 278,696 juta jiwa. Berdasarkan data terbaru dari Kustodian Sentral Efek Indonesia atau KSEI (2023), jumlah investor di pasar modal Indonesia meningkat sebesar 17,6% dari 10,31 juta investor di tahun 2022 menjadi 12,31 juta investor di tahun 2023. Dengan 12,31 juta investor dari total 278,696 juta jiwa, presentase penduduk yang sudah menjadi investor di pasar modal Indonesia saat ini sekitar 4,42%. Meskipun jumlah investor sudah mencapai jutaan, tetapi masih ada 95,58% penduduk yang belum terlibat dalam pasar modal. Hal ini menunjukkan masih ada ruang yang sangat besar untuk meningkatkan partisipasi masyarakat Indonesia dalam berinvestasi.

Herlianto (2013) mengungkapkan bahwa pasar modal (*capital market*) merupakan tempat bertemunya penjual dan pembeli modal, didalamnya terjadi perdagangan berbagai instrumen keuangan jangka panjang berupa modal sendiri ataupun hutang, baik itu diterbitkan oleh pemerintah, *public authorities*, ataupun perusahaan swasta. Kategori instrumen keuangan dalam pasar modal menurut Undang-Undang Pasar Modal Nomor 8 Tahun 1995 diantaranya yaitu saham, obligasi, reksadana, surat berharga komersial, unit penyertaan investasi kolektif, kontrak berjangka komoditi serta instrumen derivatif.

Pasar modal memiliki peran penting dalam perekonomian dan keuangan suatu negara, karena pasar modal memiliki dua fungsi sekaligus, yaitu fungsi ekonomi dan fungsi keuangan. Pada fungsi ekonomi, pasar modal menyediakan fasilitas untuk mempertemukan pihak yang memiliki kelebihan

dana (investor) dengan pihak yang memerlukan dana (pada hal ini adalah perusahaan). Pada fungsi keuangan, pasar modal menawarkan peluang dan kesempatan bagi pemilik modal untuk memperoleh *return* sesuai dengan jenis investasi yang dipilih, sedangkan bagi pihak yang memerlukan modal, pasar modal merupakan sumber alternatif pendanaan selain bank bagi perusahaan agar dapat beroperasi tanpa harus menunggu dana dari hasil operasional perusahaan.

Para investor harus cermat dalam memilih investasi dan memperhatikan risiko yang akan dialami sebelum mengambil keputusan agar tidak mengalami kerugian, contoh risiko yang mungkin dialami oleh perusahaan adalah risiko sekuritas utama tidak terjual, penurunan harga efek utama, dan fluktuasi harga. Hubungan antara keuntungan dan risiko pada berbagai aset dapat dilihat gambar berikut:

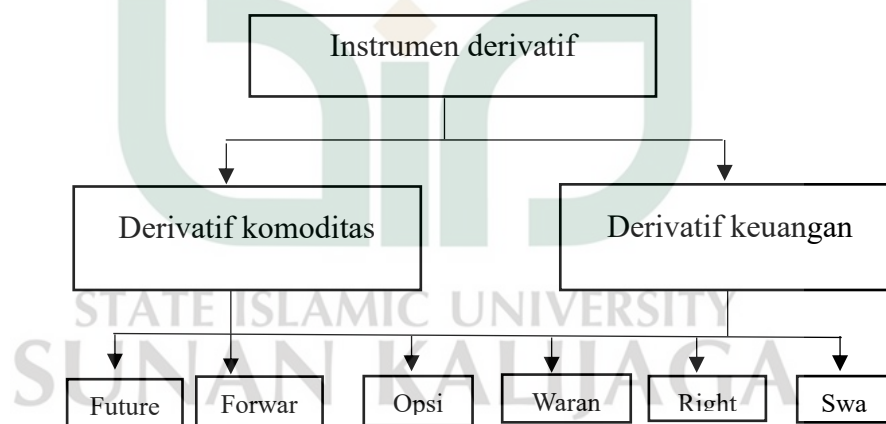


Gambar 1. 1. Hubungan antara keuntungan dan risiko
Sumber: Alteza (2010)

Investor dapat berinvestasi pada saham, obligasi, instrumen derivatif dan lain sebagainya. Semua jenis investasi yang dilakukan oleh investor pasti memiliki risiko untuk mengalami kerugian, semakin tinggi risiko yang berani diambil, maka potensi keuntungan yang didapat juga akan tinggi (Enny, 2012). Dalam berinvestasi risiko tidak bisa dihindari, tetapi bisa diminimalisir dengan cara melakukan manajemen risiko. Salah satu alat yang digunakan dalam manajemen risiko adalah dengan berinvestasi pada instrumen derivatif.

Jika dilihat pada Gambar 1.1. instrumen derivatif termasuk aset yang memiliki risiko yang tinggi, meskipun begitu instrumen derivatif merupakan salah satu alat yang efektif dalam meminimalisir risiko, sarana spekulasi, dan sebagai langkah arbitrase.(Niansyah dkk., 2018).

Instrumen derivatif adalah suatu instrumen keuangan dimana nilainya diturunkan atau didasarkan pada nilai aktiva atau komoditas lain sebagai instrumen utamanya. Berdasarkan sifatnya, instrumen derivatif dapat dibagi menjadi dua, yaitu derivatif komoditas dan derivatif keuangan (Madura, 2009). Pada derivatif komoditas, instrumen utamanya terdiri dari barang-barang komoditi seperti hasil pertambangan, hasil perkebunan, hasil pertanian dan lain-lain. Sedangkan, pada derivatif keuangan instrumen utama terdiri dari instrumen keuangan, seperti saham, obligasi, suku bunga dan lainnya. Instrumen derivatif yang diperjual-belikan di pasar modal meliputi opsi, waran, *future*, *forward*, *swap*, dan *right*.



Gambar 1. 2. Klasifikasi instrumen derivatif

Opsi merupakan suatu efek derivatif yang memberikan hak (bukan kewajiban) kepada pemiliknya untuk membeli atau menjual sejumlah aset tertentu pada harga yang telah ditentukan dalam jangka waktu tertentu (Herlianto, 2013). Djou dkk. (2021), tempat perdagangan opsi ada dua yaitu, opsi yang diperdagangkan di bursa (*listed option*) dan opsi yang diperdagangkan di luar bursa (*over the counter*). Opsi yang diperdagangkan di bursa meliputi opsi saham, indek saham, komoditi, obligasi dan kontrak

berjangka, *listed option* ini memiliki kontrak yang baku dan penyelesaian dalam pelaksanaan kontraknya dijamin oleh bursa. Opsi yang diperdagangkan di luar bursa meliputi opsi suku bunga, dan valuta asing. Pelaksanaan opsi ini tidak terlarang dan jenisnya disesuaikan dengan kebutuhan bisnis pihak yang terlibat.

Terdapat dua pihak yang terlibat dalam opsi, yaitu penulis opsi (*writer*) dan pemegang opsi (*holder*). Apabila pada saat waktu jatuh tempo (*expiration date*) hak opsi tidak digunakan oleh pemegang kontrak, maka hak tersebut akan hilang dan opsi yang dimiliki sudah tidak memiliki nilai lagi (Bodie dkk., 2013). Jones (2019) menyatakan bahwa jika dibandingkan dengan sekuritas derivatif lain opsi memiliki fleksibilitas yang sangat tinggi, karena pada kontrak opsi, pembeli kontrak mempunyai hak untuk membeli atau menjual aset pada harga kesepakatan dalam jangka waktu tertentu, tetapi tidak mempunyai kewajiban untuk melaksanakan hak tersebut.

Pasar opsi dunia pertama kali dibuka pada tanggal 26 April 1973 di *Chicago Board Option Exchange* (CBOE). Pada saat itu, CBOE mulai memperdagangkan opsi yang terdaftar atas 16 saham yang berbeda (Keown dkk., 2000). Negara-negara yang memiliki kondisi pasar modal yang maju banyak memperdagangkan opsi saham, hal ini dikarenakan opsi saham memiliki banyak manfaat bagi investor ditengah gejolak naik turunnya harga saham, manfaat-manfaat tersebut yaitu (Dewi & Ramli, 2018):

1. Alat manajemen risiko, investor yang memiliki opsi jual atas *underlying asset* dapat melakukan *hedging* dengan menunda penjualan saham yang dimilikinya jika harga *underlying asset* tiba-tiba turun secara drastis, sehingga dapat menghindari risiko kerugian. Sedangkan, investor yang memiliki opsi beli memiliki hak untuk tidak menggunakan opsi tersebut jika harga *underlying asset* jatuh dibawah harga kesepakatan, sehingga kerugian yang didapat hanya terbatas pada premi yang telah dibayar.

2. Sarana spekulasi, investor dapat memperoleh keuntungan jika dapat memprediksi harga saham naik dengan mempertimbangkan membeli opsi beli dan jika dapat memprediksi harga turun dengan mempertimbangkan membeli opsi jual.
3. *Leverage*, dapat menghasilkan keuntungan yang lebih besar jika dibandingkan dengan berinvestasi pada saham.
4. Diversifikasi, melalui perdagangan opsi, investor dapat melakukan diversifikasi portofolio untuk mengurangi risiko investasi.
5. Tambahan pendapatan, dengan menerbitkan opsi beli atas saham yang dimiliki, investor bisa mendapatkan pemasukan tambahan selain dari deviden.

Hull (2014) mengklasifikasikan bahwa jika dilihat dari jenisnya, opsi dibagi menjadi dua macam, yaitu, opsi beli (*call option*) dan opsi jual (*put option*). Opsi beli memberikan hak (bukan kewajiban) kepada pemiliknya untuk membeli aset pada harga tertentu yang disebut harga kesepakatan (*strike price*) pada saat jatuh tempo (*expiration date*). Sebaliknya, pada opsi jual, pemegang opsi memiliki hak (bukan kewajiban) untuk menjual aset pada harga kesepakatan pada saat jatuh tempo. Dilihat dari waktu jatuh temponya opsi dibedakan menjadi dua yaitu opsi Eropa dan opsi Amerika. Opsi Eropa merupakan opsi yang hanya dapat dilaksanakan pada saat waktu jatuh tempo, sedangkan opsi Amerika merupakan opsi yang dapat dilaksanakan kapan saja baik sebelum masa waktu jatuh tempo ataupun pada saat masa jatuh tempo.

Pada perkembangannya, terdapat banyak metode untuk menentukan harga opsi, diantaranya adalah metode *Black-Scholes*, metode Binomial dan metode simulasi Monte Carlo. Secara umum penentuan harga opsi dapat dibedakan menjadi dua yaitu, metode analitik dan metode numerik. Metode analitik merupakan proses perhitungan dengan nilai eksak sebagai hasil tujuan akhirnya. Model *Black-Scholes* merupakan metode analitik yang sering digunakan untuk menghitung harga opsi. Model *Black-Scholes* dikembangkan pada tahun 1973 oleh Fisher Black dan Myron Scholes.

Model ini hanya dapat digunakan untuk menghitung opsi tipe Eropa dengan asumsi tidak adanya pembayaran dividen, suku bunga bebas risiko konstan, tidak ada biaya transaksi, dan perubahan harga saham mengikuti pola acak. Keterbatasan yang dimiliki model *Black-Scholes* terdapat pada model yang tidak dapat menentukan opsi yang bersifat *path-dependent*. Oleh karena itu, opsi dengan sifat tersebut perlu menggunakan metode lain untuk menentukan harga opsinya, yaitu, dengan menggunakan metode numerik.

Metode numerik merupakan metode yang menghasilkan nilai aproksimasi atau pendekatan sehingga akan terdapat nilai error di dalamnya. Metode simulasi Monte Carlo merupakan suatu teknik penentuan harga opsi dengan melakukan iterasi. Metode ini menggunakan “*strong law of large number*” dalam melakukan perhitungannya, yang berarti semakin banyak iterasi yang dilakukan, maka akan semakin akurat nilai pendekatan yang didapat.

Berdasarkan uraian di atas, pada penelitian ini akan dilakukan penentuan harga opsi beli Eropa menggunakan model *Black-Scholes* dan simulasi Monte Carlo pada saham Honda Motor Co.,Ltd. (HMC) periode 18 Juni 2023 – 18 Juni 2024.

1.2. Batasan Masalah

Dikarenakan ruang lingkup masalah yang luas, maka untuk mendekatkan pada inti permasalahan akan diberikan batasan-batasan masalah dalam penelitian ini, yaitu sebagai berikut:

1. Jenis opsi yang digunakan dalam penelitian ini yaitu, opsi beli Eropa.
2. Penelitian ini menggunakan model *Black-Scholes* dan Simulasi Monte Carlo untuk menentukan harga opsi beli tipe Eropa.
3. Objek pada penelitian ini yaitu saham Honda Motor Co.,Ltd. (HMC) periode 18 Juni 2023 – 18 Juni 2024.

4. Penelitian ini menggunakan *Microsoft Excel* 2019 dan R. Studio
- 4.2.2

1.3. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang dan batasan masalah di atas, maka pada penelitian ini penulis merumuskan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana penentuan harga opsi beli tipe Eropa dengan menggunakan model *Black-Scholes*?
2. Bagaimana penentuan dalam menentukan harga opsi beli tipe Eropa dengan menggunakan simulasi Monte Carlo?
3. Bagaimana perbandingan antara harga opsi beli tipe Eropa pada saham Honda Motor Co.,Ltd. (HMC) periode 18 Juni 2023 – 18 Juni 2024 menggunakan model *Black-Scholes* dan simulasi Monte Carlo terhadap harga opsi pasar?
4. Diantara model *Black-Scholes* dan simulasi Monte Carlo manakah metode terbaik yang dapat digunakan untuk menentukan harga opsi beli tipe Eropa pada saham Honda Motor Co.,Ltd. (HMC) periode 18 Juni 2023 – 18 Juni 2024?

1.4. Tujuan Penelitian

Berdasarkan perumusan masalah yang telah dipaparkan, tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Dapat mengetahui cara menentukan harga opsi beli tipe Eropa dengan menggunakan model *Black-Scholes*.
2. Dapat mengetahui cara menentukan harga opsi beli tipe Eropa dengan menggunakan simulasi Monte Carlo.
3. Dapat mengetahui perbandingan antara harga opsi beli tipe Eropa saham Honda Motor Co.,Ltd. (HMC) periode 18 Juni 2023 – 18 Juni 2024 menggunakan model *Black-Scholes* dan simulasi Monte Carlo dengan harga pasar.

4. Mengetahui antara model *Black-Scholes* dan simulasi Monte Carlo mana metode terbaik yang dapat digunakan untuk menentukan harga opsi beli tipe Eropa pada saham Honda Motor Co.,Ltd. (HMC) periode 18 Juni 2023 – 18 Juni 2024.

1.5. Manfaat Penelitian

Dari hasil penyusunan penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat kepada beberapa pihak, yaitu sebagai berikut:

1. Bagi Penulis

Penelitian ini dapat memberikan tambahan wawasan dan pengetahuan mengenai cara menentukan harga opsi beli tipe Eropa menggunakan model *Black-Scholes* dan simulasi Monte Carlo.

2. Bagi Pembaca

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat membantu memberikan tambahan informasi dan bahan referensi bagi pembaca mengenai penentuan harga opsi beli tipe Eropa dengan model *Black-Scholes* dan simulasi Monte Carlo.

3. Bagi Perpustakaan UIN Sunan Kalijaga

Diharapkan dapat membantu menambah referensi pengetahuan mengenai penerapan ilmu matematika dalam bidang ekonomi terutama pada masalah penentuan harga opsi.

4. Bagi Investor

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat membantu para investor dalam membuat keputusan ketika ingin melakukan investasi pada opsi saham tipe Eropa.

1.6. Tinjauan Pustaka

Tinjauan pustaka yang digunakan dalam penelitian ini adalah penelitian-penelitian terdahulu yang relevan dengan tema yang diambil oleh penulis, antara lain:

1. Penelitian berjudul “Penentuan Harga *Call* Opsi Eropa Menggunakan Model *Black-Scholes*, *Antithetic Variate* dan *Binomial*” yang dilakukan oleh Fahrezal Zubedi, Franky Alfrits Oroh dan Muftih Alwi Aliu. Penelitian ini menggunakan tiga metode dalam menentukan harga opsi beli Eropa untuk saham PT Astra Agro Lestari TBK pada periode 1 Mei 2019 – 30 April 2020. Harga opsi dengan menggunakan model *Black-Sholes* pada penelitian ini dijadikan sebagai tolak ukur dalam menganalisis harga opsi beli Eropa dengan Teknik *Antithetic Variate* dan *Binomial*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa harga opsi yang dihasilkan oleh Teknik *Antithetic Variate* dan *Binomial* menunjukkan hasil yang konvergen dengan harga opsi beli Eropa yang dihasilkan oleh model *Black-Scholes*. Semakin banyak simulasi yang dilakukan pada *Antithetic Variate* dan semakin banyak langkah yang dilakukan pada metode *Binomial* akan menghasilkan harga opsi yang konvergen ke harga opsi yang dihasilkan oleh model *Black-Sholes*.
2. Penelitian berjudul “Analisis Perbandingan Penentuan Harga *Call Option* dengan Menggunakan Metode *Black-Sholes* dan Simulasi Monte Carlo” yang dilakukan oleh Khrisna Kusumahadi dan Widya Sastika. Penelitian ini menggunakan data indeks saham Kompas 100 pada periode September 2010 – Desember 2012. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa simulasi Monte Carlo lebih akurat dalam mengestimasi harga opsi beli dibandingkan dengan model *Black-Sholes*.
3. Penelitian berjudul “Metode *Black-Sholes* Dalam Menghitung Harga Opsi Asia (Studi Kasus Pada Saham HMS Holdings *Crop*)” yang dilakukan oleh Al Izhar Iqrami, Nelson Nainggolan dan Tohap Manurung. Penelitian ini menghitung harga Opsi beli dan jual dari opsi Asia dengan menggunakan model *Black-Sholes*. Data yang digunakan adalah data saham HMS *Holding Corp* periode 1

November 2019 – 1 November 2020. Dari penelitian ini diperoleh harga opsi beli dan opsi jual saham HMS *Holding Corp*, yang mana perbedaan harga tersebut dapat menjadi acuan investor dalam pengambilan keputusan apakah akan membeli atau menjual opsi.

4. Penelitian berjudul “Penentuan Harga Opsi Asia dengan Metode Monte Carlo” yang dilakukan oleh Surya Amami Pramuditya. Hasil dari penelitian ini adalah semakin banyak simulasi yang dilakukan maka akan semakin memperkecil selang kepercayaan 95% dan teknik reduksi varians lebih cepat memperkecil selang kepercayaan dibandingkan dengan metode standar.

Rincian dari tinjauan pustaka serta persamaan dan perbedaan penelitian ini dengan penelitian yang dipaparkan diatas dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 1.1. Posisi penelitian

No.	Penulis	Hasil	Persamaan	Perbedaan
1.	(Zubedi et al., 2020)	Hasil penelitian dari penentuan opsi beli Eropa dengan model <i>Black-Scholes</i> , <i>Antithetic Variate</i> dan Binomial pada saham PT Astra Agro Lestari TBK periode 1 Mei 2019 – 30 April 2020 menunjukkan bahwa harga opsi yang dihasilkan oleh Teknik <i>Antithetic Variate</i> dan <i>Binomial</i> konvergen dengan harga opsi beli Eropa yang dihasilkan oleh model <i>Black-Scholes</i>	Penelitian penentuan harga opsi beli Eropa menggunakan model <i>Black-Scholes</i>	Penelitian ini melakukan perbandingan harga opsi beli Eropa dengan metode Simulasi Monte Carlo <i>Antithetic Variate</i> dan <i>Binomial</i>

2.	(Kusumahadi & Sastika, 2015)	Hasil penelitian opsi beli dengan model <i>Black-Scholes</i> dan simulasi Monte Carlo pada Indeks saham Kompas 100 periode September 2010 – Desember 2012 menunjukkan bahwa simulasi Monte Carlo lebih akurat dalam mengestimasi harga opsi beli dibandingkan dengan model <i>Black-Sholes</i>	Penelitian penentuan harga opsi beli dengan model <i>Black-Sholes</i> dan Simulasi Monte Carlo	Penelitian ini menentukan harga opsi beli pada indeks saham
3.	(Iqrami et al., 2021)	Dari penelitian ini, diperoleh harga opsi beli Asia dan opsi jual Asia untuk saham HMS <i>Holding Corp</i> periode 1 November 2019 – 1 November 2020. Perbedaan harga yang dihasilkan antara kedua opsi beli dan jual tersebut dapat menjadi acuan investor dalam pengambilan keputusan apakah akan membeli atau menjual suatu opsi	Penelitian penentuan harga opsi beli menggunakan model <i>Black-Sholes</i>	Penelitian ini menentukan harga opsi beli dan jual pada opsi Asia
4.	(Pramuditya, 2017)	Hasil penelitian penentuan opsi beli dan jual Asia dengan	Penelitian penentuan harga opsi beli	Penelitian ini menentukan harga opsi

		simulasi Monte Carlo pada data fiktif, yaitu semakin banyak simulasi yang dilakukan maka akan semakin memperkecil selang kepercayaan 95% dan teknik reduksi varians lebih cepat memperkecil selang kepercayaan dibandingkan dengan metode standar	menggunakan metode simulasi Monte Carlo	jual pada opsi Asia
--	--	---	---	---------------------

1.7. Sistematika Penulisan

Tugas akhir ini disusun dengan sistematika penulisan sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini berisi latar belakang masalah yang mendasari peneliti untuk melakukan penelitian ini, kemudian terdapat batasan-batasan masalah, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, tinjauan pustaka, dan sistematika penulisan.

BAB II LANDASAN TEORI

Bab ini berisi tentang teori-teori pendukung yang digunakan dalam penelitian ini.

BAB III METODE PENELITIAN

Bab ini membahas metode yang digunakan dalam penelitian ini. Berisi penjelasan mengenai jenis penelitian, sumber data, teknik pengumpulan data, alat pengolahan data, tahapan analisis data yang terdiri dari langkah-langkah dalam melakukan penelitian, serta gambar diagram alir.

BAB IV Penentuan Harga Opsi Beli Eropa dengan Model *Black-Scholes* dan Simulasi Monte Carlo

Bab ini membahas mengenai opsi beli tipe Eropa dan metode yang digunakan dalam menentukan harga opsi tersebut, yaitu model *Black-Scholes* dan simulasi Monte Carlo.

BAB V STUDI KASUS

Bab ini membahas mengenai penerapan model *Black-Scholes* dan simulasi Monte Carlo untuk menentukan harga opsi beli tipe Eropa pada saham Honda Motor Co.,Ltd. (HMC) serta memberikan penjelasan terhadap hasil yang diperoleh.

BAB VI PENUTUP

Bab ini berisi kesimpulan yang diperoleh dari hasil penelitian yang sudah dilakukan serta saran-saran untuk peneliti yang akan melakukan penelitian pada bidang yang sama di masa depan.

BAB VI

PENUTUP

6.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil studi literatur dan pembahasan yang telah dilakukan pada data dalam penelitian ini, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Model *Black-Scholes* adalah salah satu metode analitik yang sering digunakan untuk penetapan harga opsi saham tipe Eropa. Metode ini menggunakan pendekatan penilaian risiko netral yang mengasumsikan bahwa dalam menganalisis nilai suatu nilai opsi investor tidak mempertimbangkan risiko terkait aset yang mendasarinya, selain itu terdapat asumsi lain yang dipakai dalam model ini yaitu tipe opsi yang bisa digunakan hanyalah opsi Eropa, harga saham mengikuti proses acak dengan μ dan σ konstan, tingkat bunga bebas risiko konstan selama periode kontrak opsi dan tidak ada dividen selama kontrak opsi. Solusi analitik dari opsi beli dengan model *Black-Scholes* dapat dicari menggunakan persamaan berikut:

$$C = S_0 N(d_1) - Ke^{-rT} N(d_2)$$

2. Metode Simulasi Monte Carlo merupakan metode numerik untuk menaksir nilai ekspektasi dari suatu bilangan acak yang biasa digunakan dalam bidang keuangan. Simulasi Monte Carlo dalam proses stokastik merupakan metode yang secara iterative mengevaluasi model stokastik menggunakan bilangan acak sebagai input untuk mensimulasikan proses sampling dengan data yang aktual. Metode ini menggunakan “*strong law of large number*”, artinya semakin banyak simulasi yang dilakukan maka semakin baik juga pendekatan nilai eksaknya. Rata-rata dari nilai opsi yang diperoleh pada setiap simulasi dapat dinyatakan sebagai penaksir nilai *payoff* dari harga opsi beli Eropa. Taksiran nilai harga opsi beli Eropa dengan simulasi Monte Carlo dihitung dengan persamaan berikut:

$$\hat{C}_0 = e^{-rT} \frac{1}{M} \sum_{i=1}^M C_i ; i = 1, 2, 3, \dots$$

3. Penentuan harga opsi beli Eropa menggunakan model *Black-Scholes* dan simulasi Monte Carlo pada saham Honda Motor Co.,Ltd. (HMC) periode 18 Juni 2023 – 18 Juni 2024 dengan $S_0 = 31,65$, $r = 0,015\%$, $\sigma = 1,35\%$ dan waktu jatuh tempo selama 211 hari menghasilkan harga opsi beli Eropa yang tidak jauh berbeda nilainya untuk setiap *strike price*. Contohnya untuk *strike price* sebesar \$20 model *Black-Scholes* menghasilkan harga opsi sebesar \$12,28 sedangkan pada simulasi Monte Carlo sebesar \$12,3, bahkan pada *strike price* \$50 kedua metode menghasilkan harga opsi yang sama nilainya, yaitu sebesar \$0,04.
4. Pada penelitian ini, jika dibandingkan dengan harga opsi di pasar, metode simulasi Monte Carlo memiliki nilai RMSE yang lebih kecil dibandingkan model *Black-Scholes*, artinya dalam menentukan harga opsi beli Eropa dengan studi kasus saham Honda Motor Co.,Ltd. (HMC) periode 18 Juni 2023 – 18 Juni 2024 metode simulasi Monte Carlo lebih akurat dalam memprediksi harga opsi beli dibandingkan model *Black-Scholes*.

6.2. Saran

Melihat adanya keterbatasan pada penelitian ini, bagi peneliti selanjutnya diharapkan dapat mengkaji penentuan harga opsi dengan tipe lainnya dengan menentukan harga opsi pada opsi jual atau opsi Amerika. Peneliti selanjutnya juga dapat mengembangkan penentuan harga opsi model *Black-Scholes* dengan asumsi adanya pembayaran dividen ataupun mengkaji lebih dalam simulasi monte carlo dengan teknik pengurangan varians.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustina, & Sumarti, F. (2014). Analisa Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Pergerakan Harga Saham Pada Perusahaan Pertambangan. *Jurnal Wira Ekonomi Mikroskil*, 4.
- Alteza, M. (2010). *Diktat Manajemen Investasi*.
- Bain, L. J., & Engelhardt, M. (1992). *Introduction to Probability and Mathematical Statistics* (2nd ed.). Duxbury Press.
- Black, F., & Scholes, M. (1973). The Pricing of Options and Corporate Liabilities. *Chicago Journal*.
- Bodie, Z., Kane, A., & Marcus, A. J. (2013). *Investments* (10th ed.). McGraw-Hill Education.
- BPS. (2024, June 28). *Jumlah Penduduk Pertengahan Tahun (Ribuan Jiwa), 2022-2024*. <https://www.bps.go.id/id/statistics-table/2/MTk3NSMy/jumlah-penduduk-pertengahan-tahun--ribuan-jiwa-.html>
- ChiStat Learning. (2020). *Metode Statistika; Sebaran Peluang Kontinu; Mengenal Sebaran Normal* [Video recording].
- Dewi, S., & Ramli, I. (2018). OPSI SAHAM PADA PASAR MODAL DI INDONESIA (STUDI PASAR OPSI SAAT PASAR OPSI MASIH BERLANGSUNG DI BURSA EFEK INDONESIA). *Jurnal Muara Ilmu Ekonomi Dan Bisnis*, 2(2), 300–312.
- Djou, D. R., Pudjiono, V. R., Ali, S., & Maratusaleha. (2021). Analisis Penetapan Harga dan Penilaian Opsi Pada Perusahaan. *Jurnal Valuasi: Jurnal Ilmiah Manajemen Dan Kewirausahaan*, 1.
- Enny, S. M. (2012). Mencermati Resiko Investasi. In *Optimisme Ekonomi Indonesia*.
- Gitman, L. J., & Zutter, C. J. (2014). *Principles of Managerial Finance* (14th ed.). Pearson Education.
- Hanafi, M. M. (2014). *Manajemen Risiko*. Universitas Terbuka.
- Harini, S. (2010). *Teori Peluang*. UIN Malang Press.

- Hasan, M. I. (2017). *Pokok-Pokok Materi Statistiks 2: Statistika Inferensif*. Bumi Aksara.
- Herlianto, D. (2013). *Manajemen Investasi Plus Jurus Mendeteksi Investasi Bodong*. Gosyen Publisihing.
- Hery, A. (2022). *Analisis fundamental: Trading dan investasi saham (Cetakan 1*. Yrama Widya.
- Hull, J. C. (2014). *Fundamentals of Futures and Options Markets* (8th ed.). Pearson Education, Inc.
- Iqrami, A. I., Nainggolan, N., & Manurung, T. (2021). Metode Black Scholes Dalam Menghitung Harga Opsi Asia (Studi Kasus Pada Saham HMS Holdings Corp). *Jurnal Matematika Dan Aplikasi*, 10.
- Jogiyanto. (2000). *Teori Portofolio dan Aanalisis Investasi* (2nd ed.). BPFE-Yogyakarta.
- Jones, C. P. (2019). *Investasi Prinsip dan Konsep*. Salemba Empat.
- Keown, A. J., Scott, D. F., Martin, J. D., & Petty, W. J. (2000). *Dasar-Dasar Manajemen keuangan* (7th ed.). Penerbit Salemba Empat.
- Klebaner, F. C. (2012). *Introduction to stochastic calculus with applications* (3rd ed.). Imperial College Press.
- KSEI. (2023). *Masuki Usia 26 Tahun, KSEI Siap Implementasikan 3 Rencana Startegis*. PT Kustodian Sentral Efek Indonesia.
- Kusumahadi, K., & Sastika, W. (2015). Analisi Perbandingan Penentuan Harga Call Option dengan Menggunakan Metode Black-Scholes dan Metode Simulasi Monte Carlo. *Ecodemica*, 3.
- Madura, J. (2009). *Manajemen Keuangan Internasional* (S. Emil, Ed.; 8th ed.). Erlangga.
- Montgomey, D. C., Runger, G. C., & Hubele, N. F. (2010). *Engineering Statistics* (5th ed.). John Wiley & Sons.
- Muchtar, B., Rahmidani, R., & Kurnia Siwi, M. (2016). *Bank dan Lembaga Keuangan Lain*. KENCANA.

- Niansyah, F. I. W., Indriana, P., & Firmansyah, A. (2018). Pemanfaatan Instrumen Derivatif di Indonesia dan Perbandingan Standar Akuntansi Terkait Derivatif. *Jurnal Ilmiah Akuntansi Kesatuan*, 6.
- Pramuditya, S. A. (2017). PENENTUAN HARGA OPSI ASIA DENGAN METODE MONTE CARLO. *Jurnal Matematika "MANTIKA,"* 03(01).
- Primandari, A. H. (2015). *Teori Bunga II*.
https://arumprimandari.wordpress.com/wp-content/uploads/2015/03/course-2_teoribunga-ii.pdf
- Ross, S. M. (2010a). *Introduction to Probability Models* (10th ed.). Academic Press.
- Ross, S. M. (2010b). *Introduction to Probability Models, Tenth Edition*.
- Ruppert, D., & Matteson, D. S. (2015). *Statistics and Data Analysis for Financial Engineering with R examples* (2nd ed.). Springer.
- Sidi, P. (2013). Pengukuran Bunga. In *Matematika Finansial*. Universitas Terbuka.
<https://repository.ut.ac.id/3930/1/MATA4350-M1.pdf>
- Silvina, I., Sudarja, S. E., & Tarsimah, I. (2014). *Materi Integral*.
https://solmath.weebly.com/uploads/4/4/2/9/44298799/materi__integral.pdf
- Sunariyah. (2006). *Pengantar Pengetahuan Pasar Modal*. Unit Penerbit dan Percetakan Sekolah Tinggi Ilmu Manajemen YKPN.
- Suprayogi, I., Trimaijon, & Mahyudin. (2014). *Model Prediksi Liku Kalibrasi Menggunakan Pendekatan Jaringan Saraf Tiruan (JST) (Studi Kasus: Sub DAS Siak Hulu)*.
- Sutedi, A. (2012). *Produk-Produk Derivatif dan Aspek Hukumnya*. Penerbit Alfabeta.
- Tandelilin, E. (2010). *Dasar-dasar manajemen investasi*.
- Zubedi, F., Oroh, F. A., & Aliu, M. A. (2020). Penentuan Harga Call Opsi Eropa Menggunakan Model Black-Scholes, Antithetic Variate dan Binomial. *Jurnal Riset Dan Aplikasi Matematika*, 04(02), 74–81.