

PENENTUAN HARGA OPSI RAINBOW TIPE EROPA DENGAN METODE *CRUDE MONTE CARLO* DAN *ANTITHETIC VARIATES*

HARYO TETUKO



**PROGRAM STUDI AKTUARIA
SEKOLAH SAINS DATA, MATEMATIKA, DAN INFORMATIKA
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2025**

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

PERNYATAAN MENGENAI SKRIPSI DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul “Penentuan Harga Opsi Rainbow tipe Eropa dengan Metode *Crude Monte Carlo* dan *Antithetic Variates*” adalah karya saya dengan arahan dari dosen pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir skripsi ini.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya kepada Institut Pertanian Bogor.

Bogor, Januari 2025

Haryo Tetuko
G5402201066

ABSTRAK

HARYO TETUKO. Penentuan Harga Opsi Rainbow tipe Eropa dengan Metode *Crude Monte Carlo* dan *Antithetic Variates*. Dibimbing oleh DONNY CITRA LESMANA dan RUHIYAT.

Investor melakukan diversifikasi untuk mengurangi risiko kerugian, tetapi pengelolaan risiko portofolio kompleks memerlukan instrumen derivatif seperti opsi Rainbow yang terbukti dapat mengelola risiko multi-aset dengan mempertimbangkan kinerja aset terbaik atau terburuk. Penelitian ini bertujuan untuk menghitung dan membandingkan keakuratan metode *crude Monte Carlo* dan *antithetic variates* dalam menentukan harga opsi Rainbow tipe Eropa serta menganalisis pengaruh perubahan parameter terhadap harga opsi. Harga penutupan saham mingguan pada saham BIDU, NVDA, dan MRK dari 2019-2024 digunakan untuk data penelitian. Parameter yang dianalisis pengaruh perubahannya terhadap harga opsi adalah waktu jatuh tempo, *strike price*, volatilitas, dan tingkat bunga bebas risiko. Hasil analisis menunjukkan bahwa metode *antithetic variates* menghasilkan galat relatif yang lebih rendah dibandingkan metode *crude Monte Carlo* pada seluruh jenis opsi Rainbow. Parameter waktu jatuh tempo dan volatilitas memiliki hubungan positif terhadap harga opsi, sedangkan *strike price* dan tingkat bunga bebas risiko memberikan pengaruh yang bervariasi, bergantung pada jenis opsinya.

Kata kunci: *antithetic variates*, *crude Monte Carlo*, opsi rainbow, saham.

ABSTRACT

HARYO TETUKO. Pricing European Rainbow Options Using the Crude Monte Carlo and Antithetic Variates Methods. Supervised by DONNY CITRA LESMANA and RUHIYAT.

Investors diversify to reduce the risk of loss, but complex portfolio risk management requires derivative instruments such as Rainbow option, which manage multi-asset risk by considering the best or worst asset performance. This study aims to calculate and compare the accuracy of crude Monte Carlo and antithetic variates methods in pricing European-type Rainbow options and analyze the effect of parameter changes on option prices. The weekly closing stock prices of BIDU, NVDA, and MRK stocks from 2019-2024 are used for research data. The parameters analyzed for their influence on option prices are maturity time, strike price, volatility, and risk-free interest rate. The results show that the antithetic variates method produces lower relative errors than the crude Monte Carlo method across all types of Rainbow options. Maturity time and volatility have a positive impact on the option price, while the strike price and risk-free interest rate have varying effects depending on the option type.

Keywords: antithetic variates, crude Monte Carlo, rainbow options, shares.



@Hak cipta milik IPB University

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

© Hak Cipta milik IPB, tahun 2025
Hak Cipta dilindungi Undang-Undang

Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan atau menyebutkan sumbernya. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik, atau tinjauan suatu masalah, dan pengutipan tersebut tidak merugikan kepentingan IPB.

Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apa pun tanpa izin IPB.

PENENTUAN HARGA OPSI RAINBOW TIPE EROPA DENGAN METODE *CRUDE MONTE CARLO* DAN *ANTITHETIC VARIATES*

HARYO TETUKO

Skripsi
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana pada
Program Studi Aktuaria

**PROGRAM STUDI AKTUARIA
SEKOLAH SAINS DATA, MATEMATIKA, DAN INFORMATIKA
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2025**



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Penguji pada Ujian Skripsi:
Nur Agustiani, M.Si.

Judul Skripsi : Penentuan Harga Opsi Rainbow tipe Eropa dengan Metode *Crude Monte Carlo* dan *Antithetic Variates*

Nama : Haryo Tetuko

NIM : G5402201066

Disetujui oleh

Pembimbing 1:

Dr. Donny Citra Lesmana, S.Si., M.Fin.Math.

Pembimbing 2:

Ruhyat, S.Si., M.Si., M.Act.Sc.

Diketahui oleh

Ketua Program Studi Aktuaria:

Dr. Ir. I Gusti Putu Purnaba, DEA.

NIP 196512181990021001

Tanggal Ujian: 8 Januari 2025

Tanggal Lulus:

PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah *Subhanaahu Wa Ta'ala* atas segala karunia-Nya sehingga karya ilmiah ini berhasil diselesaikan. Judul yang dipilih dalam penelitian yang dilaksanakan sejak bulan Oktober 2023 sampai bulan Oktober 2024 ini ialah “Penentuan Harga Opsi Rainbow Tipe Eropa dengan Metode *Crude Monte Carlo* dan *Antithetic Variates*.” Karya ilmiah ini disusun dengan dukungan dan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan banyak terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. Donny Citra Lesmana, S.Si., M.Fin.Math. selaku dosen pembimbing pertama dan Bapak Ruhiyat, S.Si., M.Si., M.Act.Sc. selaku dosen pembimbing kedua atas segala ilmu, inspirasi, bimbingan, motivasi, dan banyak saran kepada penulis selama penyusunan tugas akhir ini.
2. Ibu Nur Agustiani, M.Si. selaku dosen penguji atas masukan, saran, dan ilmu yang telah diberikan.
3. Bapak Cahyo Kartiko, SP dan Ibu Wulandari, SP selaku orang tua, serta seluruh keluarga besar atas kasih sayang, doa, dan dukungan yang selalu ada untuk penulis.
4. Seluruh dosen dan tenaga kependidikan Departemen Matematika IPB yang telah memfasilitasi, membimbing, mendampingi, serta memberikan ilmunya selama penulis menjalani masa perkuliahan.
5. Seluruh mahasiswa Program Studi Aktuaria Angkatan 57 serta teman-teman penulis atas ilmu, pengalaman, dan dukungan selama masa studi penulis.
6. Pihak lain yang tidak dapat disebutkan satu per satu atas bantuannya dalam menyelesaikan karya ilmiah ini.

Semoga karya ilmiah ini bermanfaat bagi pihak yang membutuhkan dan bagi kemajuan ilmu pengetahuan.

Bogor, Januari 2025

Haryo Tetuko

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan sumber ;
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.

2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR LAMPIRAN	viii
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan	2
1.3 Manfaat	2
II TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1 Investasi, Saham, dan Derivatif	3
2.2 Opsi	3
2.3 Proses Stokastik	4
2.4 Model Black-Scholes	6
2.5 <i>Return</i> dan Volatilitas Saham	6
2.6 Uji Kolmogorov-Smirnov (K-S)	8
2.7 Korelasi Pearson	9
2.8 Dekomposisi Cholesky	10
2.9 Opsi Rainbow Tipe Eropa	10
2.10 Penentuan Harga Opsi dengan Metode <i>Crude Monte Carlo</i>	13
2.11 Penentuan Harga Opsi dengan Metode <i>Antithetic Variates</i>	14
III METODE	16
3.1 Data	16
3.2 Perangkat Lunak	16
3.3 Tahapan Penelitian	16
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	19
4.1 Harga Saham	19
4.2 <i>Return</i> Saham	20
4.3 Uji Normalitas <i>Return</i> Saham	20
4.4 Volatilitas <i>Return</i> Saham	22
4.5 Matriks Korelasi Antarsaham	22
4.6 Penentuan Harga Opsi Rainbow Tipe Eropa dan Galat Relatif dari Simulasi <i>Crude Monte Carlo</i> dan <i>Antithetic Variates</i>	23
4.7 Pengaruh Perubahan Nilai Parameter	26
V SIMPULAN DAN SARAN	31
5.1 Simpulan	31
5.2 Saran	31
DAFTAR PUSTAKA	32
LAMPIRAN	34
RIWAYAT HIDUP	39



DAFTAR TABEL

1	<i>Payoff</i> pada opsi	3
2	Keputusan uji Kolmogorov-Smirnov	8
3	Kriteria korelasi Pearson	9
4	<i>Payoff</i> pada opsi Rainbow tipe Eropa	11
5	Hasil uji hipotesis dengan uji Kolmogorov-Smirnov	22
6	Korelasi antarsaham	22
7	Harga opsi <i>call on max</i> dan galat relatif	23
8	Harga opsi <i>call on min</i> dan galat relatif	24
9	Harga opsi <i>put on max</i> dan galat relatif	25
10	Harga opsi <i>put on min</i> dan galat relatif	25

DAFTAR GAMBAR

1	Pergerakan harga saham selama 5 tahun	19
2	Pergerakan <i>return</i> mingguan saham	20
3	Histogram <i>return</i> harga penutupan ketiga saham	21
4	Grafik pengaruh perubahan waktu jatuh tempo (T) terhadap harga opsi Rainbow tipe Eropa	27
5	Grafik pengaruh perubahan <i>strike price</i> K terhadap harga opsi Rainbow tipe Eropa	28
6	Grafik pengaruh perubahan volatilitas (σ) terhadap harga opsi Rainbow tipe Eropa	29
7	Grafik pengaruh perubahan tingkat bunga bebas risiko (r) terhadap harga opsi Rainbow tipe Eropa	30

DAFTAR LAMPIRAN

1	Pengaruh perubahan waktu jatuh tempo (T) terhadap harga opsi Rainbow tipe Eropa	35
2	Pengaruh perubahan <i>strike price</i> (K) terhadap harga opsi Rainbow tipe Eropa	36
3	Pengaruh perubahan volatilitas (σ) terhadap harga opsi Rainbow tipe Eropa	37
4	Pengaruh perubahan tingkat bunga bebas risiko (r) terhadap harga opsi Rainbow tipe Eropa	38