

PERBANDINGAN METODE BEDA HINGGA DAN FAST FOURIER TRANSFORM PADA VALUASI OPSI CALL EROPA

RIANA ARYANI



**PROGRAM STUDI AKTUARIA
SEKOLAH SAINS DATA, MATEMATIKA, DAN INFORMATIKA
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2026**



PERNYATAAN MENGENAI SKRIPSI DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul “Perbandingan Metode Beda Hingga dan *Fast Fourier Transform* pada Valuasi Opsi *Call* Eropa” 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, Juli 2026

Riana Aryani
G5402221019

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.

ABSTRAK

RIANA ARYANI. Perbandingan Metode Beda Hingga dan *Fast Fourier Transform* pada Valuasi Opsi *Call* Eropa. Dibimbing oleh NUR AGUSTIANI dan DONNY CITRA LESMANA.

Penelitian ini bertujuan menerapkan dan menganalisis efisiensi serta akurasi Metode Beda Hingga (MBH) tipe Crank-Nicolson dan *Fast Fourier Transform* (FFT) tipe Carr-Madan dalam valuasi opsi *call* Eropa. Studi kasus dilakukan pada 33 saham yang konsisten dimuat oleh Indeks LQ45 periode September 2023 hingga Agustus 2025. Evaluasi akurasi diukur menggunakan *Relative Percentage Error* (RPE) terhadap harga analitik Black-Scholes, sementara efisiensi diukur dari waktu komputasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kedua metode memiliki tingkat presisi yang sangat tinggi dalam mereplikasi nilai opsi Black-Scholes, dengan RPE rata-rata MBH sebesar 0.15888% dan FFT sebesar $1.63522 \times 10^{-13} \%$. Terlebih lagi, metode FFT terbukti secara signifikan lebih efisien karena hanya membutuhkan waktu komputasi 0.06 detik untuk seluruh sampel, dibandingkan MBH yang membutuhkan 30.97 detik. Berdasarkan hasil tersebut, metode FFT menunjukkan efisiensi komputasi yang lebih tinggi dibandingkan MBH, dengan tingkat akurasi yang tetap sangat tinggi pada valuasi opsi *call* Eropa berbasis model Black-Scholes.

Kata kunci: Black-Scholes, *Fast Fourier Transform*, Indeks LQ45, Metode Beda Hingga, opsi Eropa.

ABSTRACT

RIANA ARYANI. Comparison of the Crank-Nicolson Finite Difference Method and the Fast Fourier Transform for European Call Option Valuation. Supervised by NUR AGUSTIANI and DONNY CITRA LESMANA.

This study aims to apply and analyze the efficiency and accuracy of the Crank-Nicolson Finite Difference Method (FDM) and the Carr-Madan Fast Fourier Transform (FFT) in the valuation of European call options. A case study was conducted on 33 stocks that were consistently included in the LQ45 Index from September 2023 to August 2025. Accuracy was evaluated using the Relative Percentage Error (RPE) against the analytical Black-Scholes prices, while efficiency was measured based on computational time. The results indicate that both methods demonstrate a very high level of precision in replicating the Black-Scholes option values, with an average RPE of 0.15888% for the FDM and $1.63522 \times 10^{-13} \%$ for the FFT. Moreover, the FFT method proved to be significantly more efficient, requiring only 0.06 seconds of computational time for the entire sample, compared to the FDM which required 30.97 seconds. Based on these results, the FFT method demonstrates superior computational efficiency compared to the Crank-Nicolson FDM, while maintaining a very high degree of accuracy in replicating Black-Scholes option prices.

Keywords: Black-Scholes, European option, Fast Fourier Transform, Finite Difference Method, LQ45 index.



@Hak cipta milik IPB University

IPB University



IPB University
— Bogor Indonesia —

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.

Perpustakaan IPB University



@Hak cipta milik IPB University

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 2026
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.

PERBANDINGAN METODE BEDA HINGGA DAN *FAST FOURIER TRANSFORM* PADA VALUASI OPSI CALL EROPA

RIANA ARYANI

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
2026**



@Hak cipta milik IPB University

IPB University

Tim Penguji pada Ujian Skripsi:
Fendy Septyanto, M.Si.

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.



Judul Skripsi : Perbandingan Metode Beda Hingga dan *Fast Fourier Transform* pada Valuasi Opsi *Call* Eropa

Nama : Riana Aryani
NIM : G5402221019

Disetujui oleh

Pembimbing 1:
Nur Agustiani, M.Si.

Pembimbing 2:
Dr. Donny Citra Lesmana, S.Si., M.Fin.Math.

Diketahui oleh

Ketua Program Studi:
Dr. Ir. I Gusti Putu Purnaba, DEA.
NIP. 196512181990021001

Tanggal Ujian: 25 Juni 2026

Tanggal Lulus:



PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah *subhanaahu wa ta'ala* atas segala karunia-Nya sehingga karya ilmiah ini berhasil diselesaikan. Tema yang dipilih dalam penelitian yang dilaksanakan sejak bulan September 2025 sampai bulan Mei 2026 ini ialah matematika keuangan, dengan judul “Perbandingan Metode Beda Hingga dan *Fast Fourier Transform* pada Valuasi Opsi *Call* Eropa”.

Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu penulis dalam proses menyelesaikan karya ilmiah ini, yaitu:

1. Ibu Nur Agustiani, M.Si. dan Bapak Dr. Donny Citra Lesmana, S.Si., M.Fin.Math. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan, arahan, serta ilmu pengetahuan sehingga tugas akhir ini dapat diselesaikan. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada Bapak Fendy Septyanto, M.Si. selaku dosen penguji, atas berbagai saran dan masukan sehingga karya ilmiah ini menjadi lebih baik.
2. Seluruh dosen dan tenaga kependidikan Program Studi Aktuaria IPB, atas ilmu pengetahuan dan bantuan yang telah diberikan selama masa perkuliahan sehingga menjadi bekal yang berharga untuk penulis.
3. Bapak Saripudin dan Ibu Seni, selaku orang tua, serta kedua adik penulis, Adly dan Elnara, yang senantiasa mendoakan tanpa henti, memberikan kasih sayang, dan dukungan kepada penulis. Terima kasih telah menjadi rumah terbaik untuk pulang.
4. Arya, *partner* sekaligus sahabat terbaik penulis, yang selalu hadir dalam setiap proses, memberikan semangat tanpa henti, dukungan dalam berbagai bentuk, serta menjadi tempat penulis berbagi cerita selama perjalanan menyelesaikan studi ini.
5. Sahabat dan teman baik, khususnya Afni, Ica, dan Ocan, serta teman-teman lainnya yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu, yang telah mengisi perjalanan hidup dan masa perkuliahan penulis dengan kebersamaan, dukungan, dan bantuan yang sangat berarti.
6. Rekan-rekan Divisi Premium Management PT Allianz Life Indonesia, yang menjadi tempat pertama penulis mengenal dunia profesional sekaligus menjadi saksi perjalanan penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
7. Terakhir, kepada diri sendiri, terima kasih karena berani bangkit setiap kali menemui kegagalan, memilih untuk tetap bertahan dalam segala situasi, dan selalu berani untuk belajar hal baru.

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

Bogor, Juli 2026

Riana Aryani



DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR LAMPIRAN	ix
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	2
TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1 Opsi	3
2.2 <i>Return</i>	3
2.3 Uji Normalitas	3
2.4 Proses <i>Wiener</i>	4
2.5 Lema Itô	4
2.6 Volatilitas	6
2.7 Model Black-Scholes	6
2.8 Diskretisasi Persamaan Diferensial Model Black-Scholes	7
2.9 Metode Beda Hingga	8
2.10 Aturan Simpson	11
2.11 <i>Fast Fourier Transform</i>	12
2.12 <i>Relative Percentage Error</i>	14
III METODE	15
3.1 Data	15
3.2 Tahapan Penelitian	16
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	17
4.1 <i>Return</i> dan Uji Normalitas <i>Return</i> Saham	17
4.2 Standar Deviasi dan Volatilitas	18
4.3 Metode Beda Hingga Crank-Nicolson	19
4.4 Metode FFT Carr-Madan	20
4.5 Perbandingan MBH Crank-Nicolson dan FFT Carr-Madan	22
V SIMPULAN DAN SARAN	24
5.1 Simpulan	24
5.2 Saran	24
DAFTAR PUSTAKA	25
LAMPIRAN	27
RIWAYAT HIDUP	39



DAFTAR TABEL

1	Anggota tetap Indeks LQ45 dan Harga Awal (S_0) rentang waktu September 2023 hingga Agustus 2025	15
2	<i>Mean return</i> dan uji normalitas <i>return</i> saham	17
3	Standar deviasi dan volatilitas saham	18
4	<i>Relative percentage error</i> pada variasi parameter titik waktu (%)	19
5	Harga opsi <i>call</i> Eropa beserta <i>relative error</i> dengan menggunakan MBH Crank-Nicolson	20
6	<i>Relative percentage error</i> pada η (%)	21
7	Harga opsi <i>call</i> Eropa beserta <i>relative error</i> dengan menggunakan metode FFT Carr-Madan	22
8	Perbandingan MBH dan FFT	22

DAFTAR GAMBAR

1	Histogram <i>return</i> saham INCO	17
2	Grafik Q-Q plot <i>return</i> saham INCO	18

DAFTAR LAMPIRAN

1	Lampiran 1 <i>Mean log return</i> dan uji normalitas <i>return</i> saham	27
2	Lampiran 2 Visualisasi <i>Return</i> dan Q-Q Plot setiap emiten	28
3	Lampiran 3 Standar deviasi dan volatilitas saham	36
4	Lampiran 4 Harga opsi <i>call</i> Eropa beserta <i>relative error</i> dengan menggunakan MBH Crank-Nicolson	37
5	Lampiran 5 Harga opsi <i>call</i> Eropa beserta <i>relative error</i> dengan menggunakan metode FFT Carr-Madan	37
6	Lampiran 6 Program R untuk valuasi	38



@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.