

TESIS

**PREDIKSI HARGA OPSI DENGAN KOMPUTASI
PARALEL SOLUSI NUMERIK PERSAMAAN
HESTON MENGGUNAKAN METODE FINITE
DIFFERENCE PADA GRAPHICS PROCESSING
UNITS**



Matheus AlvianWikanargo

No. Mhs.: 175302752/PS/MTF

**PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNOLOGI INFORMASI
PROGRAM PASCASARJANA
UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA
2019**



UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA
PROGRAM PASCASARJANA
PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK
INFORMATIKA

PENGESAHAN TESIS

Nama : MATHEUS ALVIAN WIKANARGO
Nomor Mahasiswa : 175302752/PS/MTF
Judul Tesis : Prediksi Harga Opsi Dengan Komputasi Paralel Solusi
Numerik Persamaan Heston Menggunakan Metode
Finite Difference Pada Graphics Processing Units

Nama Pembimbing

Dr. Pranowo, S.T., M.T

Dr. I Putu Sugiarta Sanjaya, SE., M.Si.,
Ak. CA.

Tanggal

25/04/2019

25/04/2019

Tanda Tangan



UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA
PROGRAM PASCASARJANA
PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK
INFORMATIKA

PENGESAHAN TESIS

Nama : MATHEUS ALVIAN WIKANARGO
Nomor Mahasiswa : 175302752/PS/MTF
Judul Tesis : Prediksi Harga Opsi Dengan Komputasi Paralel Solusi
Numerik Persamaan Heston Menggunakan Metode
Finite Difference Pada Graphics Processing Units

Nama Pembimbing

Tanggal

Tanda Tangan

Dr. Pranowo, S.T., M.T (Ketua)

25/04/2019

Dr. I Putu Sugiarta Sanjaya, SE., M.Si.,
Ak. CA. (Anggota)

25/04/2019

Ir. Djoko Budiyanto Setyohadi, M.Eng,
PhD (Anggota)

25/04/2019



Ketua Program Studi

Prof. Ir. Suyoto, M.Sc., Ph.D



UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA
PROGRAM PASCASARJANA
PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK
INFORMATIKA

PERNYATAAN

Bersamaan dengan penelitian ini, maka saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : MATHEUS ALVIAN WIKANARGO
Nomor Mahasiswa : 175302752/PS/MTF
Judul Tesis : Prediksi Harga Opsi Dengan Komputasi Paralel Solusi
Numerik Persamaan Heston Menggunakan Metode
Finite Difference Pada Graphics Processing Units

menyatakan bahwa penelitian ini adalah hasil pemikiran sendiri dan bukan duplikasi dari karya tulis yang telah ada sebelumnya. Karya tulis yang telah ada sebelumnya dijadikan acuan oleh penulis guna melengkapi penelitian ini dan dinyatakan secara tertulis dalam penulisan acuan dan daftar pustaka.

Demikian pernyataan ini dibuat untuk digunakan sebagaimana mestinya.

Yogyakarta, April 2019

Matheus Alvian Wikanargo

INTISARI

Opsi adalah instrumen keuangan di mana dua pihak setuju untuk menukarkan aset pada harga atau strike dan tanggal atau maturity sudah ditentukan sebelumnya. Opsi memberikan investor informasi untuk mengatur strategi sehingga dapat meningkatkan keuntungan dan mengurangi resiko. Harga opsi dapat divalusi menggunakan model persamaan Heston yang populer digunakan. Model persamaan Heston memiliki kelebihan dibandingkan dengan model persamaan lainnya karena asumsi volatility tidak konstan terhadap waktu atau stochastic volatility. Volatility yang tidak konstan terhadap waktu sesuai dengan realitas karena underlying asset sebagai dasarnya bisa mengalami fluktuasi. Persamaan ini memiliki kelemahan karena merupakan persamaan derivatif. Persamaan derivatif merupakan persamaan yang susah untuk dipecahkan, salah satu cara memecahkan persamaan derivatif dengan mudah adalah menggunakan solusi numerikal. Solusi numerik dapat memecahkan persamaan derivatif namun memerlukan proses komputasi yang berat dan lambat.

Solusi numerikal metode finite difference non-uniform grids merupakan metode dapat digunakan secara fleksibel dan tidak membutuhkan pemrosesan matriks. Persamaan Heston dapat dipecahkan dengan metode finite difference non-uniform grids karena persamaan Heston dapat diasumsikan sebagai persamaan parabolik. Solusi numerikal memerlukan waktu pemrosesan komputasi yang berat dan lambat, karena terdapat banyak elemen perhitungan dan iterasi. Pemrosesan komputasi solusi numerikal dapat dilakukan menggunakan paralel programming Compute Unified Device Architecture (CUDA) untuk mempercepat proses.

Valuasi harga opsi perlu diproses secara akurat sesuai realitas dan cepat, sehingga nilai yang dihasilkan dapat dimanfaatkan pada momentum terbaik. Penelitian ini mengusulkan solusi numerikal metode finite difference non-uniform grids untuk memecahkan model persamaan Heston untuk mendapatkan hasil yang akurat dan cepat.

Kata kunci: *finite difference*, heston, harga opsi, komputasi paralel

ABSTRACT

An option is a financial instrument in which two parties agree to exchange assets at a price or strike and the date or maturity is predetermined. Options provide investors with information to set strategies so they can increase profits and reduce risk. Option prices can be evaluated using the popular Heston equation model used. The Heston equation model has advantages compared to other equation models because the assumption of volatility is not constant with time or stochastic volatility. The volatility that is not constant with time corresponds to reality because the underlying asset as a basis can experience fluctuations. This equation has a weakness because it is a derivative equation. Derivative equations are equations that are hard to solve, one way to solve derivative equations easily is to use numerical solutions. Numerical solutions can solve derivative equations but require a heavy and slow computational process.

The numerical solution of the finite difference method of non-uniform grids is a method that can be used flexibly and does not require matrix processing. Heston equations can be solved by the finite difference method of non-uniform grids because the Heston equation can be assumed as a parabolic equation. Numerical solutions require heavy and slow computational time because there are many calculation and iterative elements. Computational processing of numerical solutions can be done using Compute Unified Device Architecture (CUDA) parallel programming to speed up the process.

Valuation of option prices needs to be processed accurately according to reality and quickly so that the resulting value can be utilized at the best momentum. This study proposes a numerical solution to the finite difference non-uniform grids method for solving Heston equation models to get accurate and fast results.

Keywords: finite difference, heston, option price, parallel computing

KATA PENGANTAR

Kemuliaan kepada Bapa dan Putera dan Roh Kudus, seperti pada permulaan sekarang selalu dan sepanjang segala masa. Puji dan syukur kepada Tritunggal yang mahakuasa, atas penyertaan, perlindungan, petunjuk, berkat dan anugerahNya sehingga penelitian dan penulisan tesis ini dapat terselesaikan dengan baik.

Tesis dengan judul “Prediksi Harga Opsi Dengan Komputasi Paralel Solusi Numerik Persamaan Heston Menggunakan Metode Finite Difference Pada Graphics Processing Units” merupakan hasil penelitian yang ditulis dalam rangka memenuhi persyaratan untuk mendapatkan gelar akademik Magister Teknik Informatika (S2) pada Program Pascasarjana Universitas Atma Jaya Yogyakarta. Penulis menyadari bahwa tanpa kepedulian, bimbingan, bantuan, dorongan serta doa dari berbagai pihak, tesis ini tidak akan bisa terselesaikan dengan baik. Oleh karena itu, dengan setulus hati penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih secara khusus kepada:

1. Prof. Ir. Suyoto, M.Sc., Ph.D., selaku Ketua Program Studi Magister Teknik Informatika.
2. Dr. Pranowo, S.T., M.T selaku Dosen Pembimbing I yang telah memberikan banyak sekali masukan kepada penulis untuk menyelesaikan tesis ini.
3. Dr. I Putu Sugiarta Sanjaya, SE., M.Si., Ak. CA. selaku Dosen pembimbing II yang sudah membimbing dan mengarahkan sehingga tesis ini bisa diselesaikan.

4. Seluruh dosen Program Studi Magister Teknik Informatika dan karyawan Program Pascasarjana Universitas Atma Jaya Yogyakarta yang telah membantu penulis selama menempuh studi.
5. Semua teman-teman Magister Teknik Informatika angkatan Februari 2018, yang begitu bersahabat, yang membuat perjalanan studi di Magister Teknik Informika UAJY ini semakin menyenangkan dan bermakna.
6. Kepada semua pihak yang telah membantu menyelesaikan tesis ini, terima kasih atas semua dukungan dan doanya selama ini.

Dengan keterbatasan pengalaman dan pengetahuan, penulis menyadari bahwa tesis ini masih jauh dari kesempurnaan, masih banyak kelemahan dan perlu pengembangan lebih lanjut. Oleh sebab itu, dengan lapang dada serta semangat belajar dan memperbaiki, penulis menerima segala saran, masukan dan kritikan yang konstruktif demi perbaikan tesis ini dan pengembangan penulisan karya ilmiah yang lebih baik lagi di masa yang akan datang.

Akhir kata, penulis mengucapkan banyak terima kasih dan semoga tesis ini memberikan manfaat bagi kita semua terutama dalam bidang manajemen pemasaran.

Yogyakarta, April 2019

Penulis,

Matheus Alvian Wikanargo

DAFTAR ISI

PERSETUJUAN TESIS	ii
PENGESAHAN TESIS	iii
PERNYATAAN ORISINALITAS TESIS	iv
INTISARI.....	v
ABSTRACT.....	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
 BAB I PENDAHULUAN	 1
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Rumusan Masalah	5
1.3 Batasan Masalah.....	6
1.4 Tujuan Penelitian	6
1.5 Manfaat Penelitian	6
1.5.1 Manfaat Teoritik	6
1.5.2 Manfaat Bagi Peneliti	6
1.6 Keaslian Penulisan	7
 BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	 8

2.1 Penelitian Terdahulu	8
 BAB III LANDASAN TEORI.....	16
3.1 Harga Opsi	16
3.2 <i>Volatility</i>	18
3.2.1 <i>Stochastic Volatility</i>	19
3.3 Heston Model.....	19
3.4 <i>Finite Difference</i> untuk Heston PDE	22
3.5. Pemrograman Pararel.....	27
3.5.1 CUDA Programming Model.....	28
3.5.2 CUDA Programming Structure.....	29
 BAB IV METODOLOGI PENELITIAN	31
4.1 Studi Literatur	31
4.2 Pengumpulan Data	31
4.3 Alur Penelitian	31
4.4 Jadwal Penelitian.....	35
 BAB V ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN	36
5.1 Implementasi Data GPU	36
5.2 Hasil Numerik	41
 BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN	46
6.1 Kesimpulan	46

6.2 Saran.....	47
----------------	----

DAFTAR PUSTAKA	48
----------------------	----



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Penelitian Terdahulu	11
Tabel 3.1	Nilai Intrinsik Dari Opsi	18
Tabel 4.1	Jadwal Penelitian.....	35
Tabel 5.1	Performa : CPU vs GPU dengan 3000 langkah waktu (N_t) dan variasi <i>grids</i>	40
Tabel 5.2	Relative error solusi numerik <i>finite difference non-uniform</i> <i>grids</i> CPU dan GPU	43

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1	CUDA <i>Programming Model</i>	28
Gambar 3.2	CUDA <i>Programming Structure</i>	30
Gambar 4.1	Alur Penelitian.....	34
Gambar 5.1	Hirarki <i>Block</i> dan <i>Threads</i> GPU	37
Gambar 5.2	Diagram Alir Algoritma CPU dan GPU	38
Gambar 5.3	Performa : CPU vs GPU dengan 3000 langkah waktu (N_t) dan variasi <i>grids</i>	42
Gambar 5.4	<i>Non-uniform grids</i>	43
Gambar 5.5	Harga eksak, numerik CPU, dan numerik GPU.....	45
Gambar 5.6	Permukaan harga menggunakan <i>finite difference</i> Non-uniform grids $N_s = 125$ dan $N_v = 130$	45