

SKRIPSI

**PERBANDINGAN PERHITUNGAN VALUE AT RISK
BITCOIN MENGGUNAKAN METODE SIMULASI MONTE
CARLO, BOOTSTRAP HISTORICAL SIMULATION, DAN
MODEL GARCH(1, 1)**



DESMOND

NPM: 2015710012

**PROGRAM STUDI MATEMATIKA
FAKULTAS TEKNOLOGI INFORMASI DAN SAINS
UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
2019**

FINAL PROJECT

**COMPARISON OF VALUE AT RISK ESTIMATION ON
BITCOI USING MONTE CARLO SIMULATION, BOOTSRAP
HISTORICAL SIMULATION, AND GARCH(1, 1) MODEL**



DESMOND

NPM: 2015710012

**DEPARTMENT OF MATHEMATICS
FACULTY OF INFORMATION TECHNOLOGY AND SCIENCES
PARAHYANGAN CATHOLIC UNIVERSITY
2019**

LEMBAR PENGESAHAN

PERBANDINGAN PERHITUNGAN VALUE AT RISK BITCOIN MENGUNAKAN METODE SIMULASI MONTE CARLO, BOOTSTRAP HISTORICAL SIMULATION, DAN MODEL GARCH(1, 1)

DESMOND

NPM: 2015710012

Bandung, 19 Desember 2019

Menyetujui,

Pembimbing

Liem Chin, M.Si.

Ketua Tim Penguji

Anggota Tim Penguji

Dr. Julius Dharma Lesmono

Taufik Limansyah, M.T.

Mengetahui,

Ketua Program Studi

Dr. Erwinna Chendra

PERNYATAAN

Dengan ini saya yang bertandatangan di bawah ini menyatakan bahwa skripsi dengan judul:

PERBANDINGAN PERHITUNGAN VALUE AT RISK BITCOIN MENGUNAKAN METODE SIMULASI MONTE CARLO, BOOTSTRAP HISTORICAL SIMULATION, DAN MODEL GARCH(1, 1)

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 Desember 2019

Meterai Rp. 6000

DESMOND
NPM: 2015710012

ABSTRAK

Pada masa ini, masyarakat terutama generasi milenial, merasa bahwa pendapatan adalah segalanya. Salah satu cara untuk menghasilkan uang dengan mudah adalah melalui investasi. *Cryptocurrency*, suatu aset digital yang menarik perhatian kaum muda karena teknologi, aksesibilitas, dan juga privasi yang tidak diberikan aset lainnya. Konsep *high risk high return* sangat cocok dalam menggambarkan kondisi *cryptocurrency* saat ini dengan kenaikan dan penurunan yang sangat drastis. Akan tetapi, generasi muda bersedia mengambil risiko dalam investasi *cryptocurrency* yang dapat memberikan profit dua atau tiga kali lipat. Dalam hal ini, investor atau bahkan *trader* berharap dapat mengetahui seberapa besar risiko di balik investasi aset tersebut. Salah satu metode yang dapat memberikan hasil tersebut adalah *Value at Risk* (VaR) yang bertujuan mengukur risiko kerugian suatu aset sesuai dengan rentang waktu yang ditentukan. Estimasi VaR dapat memberi gambaran kerugian yang dapat dialami seorang investor dan juga membantu dalam memutuskan apakah keuntungan aset tersebut sepadan dengan risikonya. Dalam estimasi VaR, terdapat tiga metode yang akan digunakan, yakni simulasi Monte Carlo, *bootstrap historical simulation* dan juga model GARCH(1,1). Ketiga metode tersebut kemudian dibandingkan dengan menggunakan uji Kupiec yang menilai berdasarkan pelanggaran VaR. Dari hasil pengujian, model GARCH(1,1) memberikan hasil estimasi VaR yang terbaik.

Kata-kata kunci: Volatilitas, Ketidaknormalan Aset, *Value-at-Risk*, Simulasi Monte Carlo, *Bootstrap Historical Simulation*, Garch(1,1), Uji Kupiec

ABSTRACT

In this modern times, money is everything, especially for millennials. One of the method of making money easily is through investment. Cryptocurrency, a digital asset that attracts younger poeple because of its technology, accessibility, and privacy that are not provided by other assets. The concept of high risk high return is what describes the condition of cryptocurrency investment with its extreme ups and downs. However, the younger generation are willing to risk the investment in cryptocurrency with the potential of doubling or even tripling their money. In this case, investors or even traders would hope to know how big the risk is behind the investment. So, one of the methods that can provide this kind of result is Value at Risk or VaR as it can measure the risk of certain assets in accordance with the required timeframe. VaR estimation can give an overview of how much financial loss an investor would receive while also helps in deciding whether the investment is worth the risk. In VaR estimation, there are three methods that will be used which are Monte Carlo simulation, bootstrap historical simulation and also GARCH(1, 1) model. These three methods are then compared with Kupiec test which is based on the number of VaR exceptions. From the result of the test, Garch(1,1) model provides the best VaR estimates.

Keywords: Volatility, Asset Non-normality, Value-at-Risk, Monte Carlo Simulation, Bootstrap Historical Simulation, Garch(1,1), Kupiec Test

*Skripsi ini dipersembahkan kepada siapa pun yang membaca.
Hey, that's you right now :)*

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa, dan berkat karma baik sehingga bisa menyelesaikan skripsi dengan judul “PERBANDINGAN PERHITUNGAN VALUE AT RISK BITCOIN MENGGUNAKAN METODE SIMULASI MONTE CARLO, BOOTSTRAP HISTORICAL SIMULATION, DAN MODEL GARCH(1, 1)” sebagai syarat untuk menyelesaikan Program Sarjana (S1) pada Program Sarjana Fakultas Teknologi Informasi dan Sains Jurusan Matematika Universitas Katolik Parahyangan. Penulis berharap dengan skripsi ini dapat membantu bagi siapa saja yang ingin mempelajari lebih dalam materi di luar perkuliahan.

Dalam penyusunan skripsi ini banyak hambatan serta rintangan yang penulis hadapi namun pada akhirnya dapat melaluinya berkat adanya bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak baik secara moral maupu spiritual. Untuk itu pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

- Orang tua yang memberikan kesempatan dan juga memberi dukungan atas keputusan apapun penulis inginkan.
- Bapak Liem Chin, M.Si. selaku dosen pembimbing yang telah membantu penulis dan toleran atas segala kekurangan penulis selama proses penulisan skripsi ini.
- Bapak Taufik Limansyah, M.T. dan Bapak Dr. J. Dharma Lesmono, M.Sc. selaku dosen penguji yang telah memberikan kritik dan saran untuk skripsi ini.
- Seluruh dosen, tata usaha, dan pekarya FTIS yang memberikan bantuan dan dukungan selama penulis menjalankan kegiatan perkuliahan.
- Robyn Irawan yang memperkenalkan kesempatan untuk berkuliah di UNPAR dan selalu memberi dukungan selama perkuliahan.
- Fillyta yang telah menjadi kakak dan juga mentor yang memberikan banyak bimbingan dan juga mendorong penulis untuk mempelajari banyak hal selama perkuliahan.
- Dalai Lama yang selalu mengingatkan penulis untuk berbuat baik dan bersyukur atas segalanya.
- Alan Kurniawan, Cipman, Widyanto, Richelle, Tan Viviana, Willy Alfianto dan Kelvin Chandra Sidhi selaku teman seperjuangan sepanjang masa perkuliahan.
- Semua member kontrakan dari tahun 2015 hingga 2019 (Widyanto, Cipman, Alan Kurniawan, Alfandy, Wirolex, Louis Genio, Sandhi Kwani, Michael Prajana, Hernando, Aaron Wiranata) yang selalu memberi hiburan dan juga kenyamanan menjelang perkuliahan.
- Marcelino Miharja yang menemani penulis dalam menghadapi masa terakhir perkuliahan.
- KMB (Kominitas Mahasiswa Buddhis) dan juga semua anggotanya yang memberikan kesempatan bagi penulis untuk merubah diri menjadi pribadi lebih baik.
- Teman-teman matematika 2015 yang telah menjadi rekan selama perkuliahan.

- Semua organisasi Buddhis yang telah memberikan pengalaman dan juga nasehat yang sangat membantu penulis sepanjang perkuliahan dan bahkan seumur hidupnya.
- Siapapun orang yang penulis kenal. Terima kasih telah memberikan makna pada hidup penulis.
- Kepada pembaca yang ingin atau telah menluangkan waktunya membaca skripsi ini.

Bandung, Desember 2019

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	xv
DAFTAR ISI	xvii
DAFTAR GAMBAR	xix
DAFTAR TABEL	xxi
1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	1
1.3 Tujuan	2
1.4 Metodologi	2
1.5 Sistematika Pembahasan	2
2 LANDASAN TEORI	3
2.1 Tingkat Pengembalian Aset	3
2.2 Volatilitas	3
2.3 Uji Jarque-Bera	4
2.4 Value at Risk	4
2.5 Gerak Brown Geometrik	5
2.6 Metode Levenberg-Marquardt	6
2.7 Garch(1, 1) Model	7
3 METODOLOGI PENELITIAN	9
3.1 Simulasi Monte Carlo	9
3.2 Historical Simulation dan Bootstrapping	10
3.3 Garch(1, 1) Model dalam perhitungan VaR	11
3.4 Uji Kupiec	12
4 HASIL DAN PEMBAHASAN	13
4.1 Perbandingan Volatilitas	13
4.2 Analisis Karakteristik Distribusi	14
4.3 Estimasi VaR	15
4.4 Backtesting	17
5 KESIMPULAN DAN SARAN	21
5.1 Kesimpulan	21
5.2 Saran	21
DAFTAR REFERENSI	23

DAFTAR GAMBAR

2.1	VaR untuk distribusi normal	5
3.1	Metodologi <i>Bootstrap Historical Simulation</i>	10
4.1	Perbandingan <i>return</i> antar kedua aset	13
4.2	Perbandingan histogram <i>return</i> BTC dengan kurva normal	14
4.3	Estimasi VaR berdasarkan simulasi Monte Carlo dengan $\alpha = 5\%$	15
4.4	Estimasi VaR berdasarkan <i>bootstrap historical simulation</i> dengan $\alpha = 5\%$	16
4.5	Estimasi VaR berdasarkan model GARCH(1,1) dengan $\alpha = 5\%$	16
4.6	Tampilan hasil ketiga metode dengan masing-masing tingkat kepercayaan terhadap <i>return</i> BTC	17
4.7	Pelanggaran nilai VaR untuk simulasi Monte Carlo	18

DAFTAR TABEL

3.1	Daerah Penerimaan untuk uji-POF di bawah tingkat kepercayaan dan ukuran sampel yang berbeda	12
4.1	Perbandingan volatilitas antara <i>return</i> BTC dan IHSG	14
4.2	Uji Jarque-Bera pada BTC	15
4.3	Pelanggaran pada Estimasi VaR dari simulasi Monte Carlo	18
4.4	Hasil <i>backtesting</i> untuk ketiga model VaR	19

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Cryptocurrency, suatu aset digital yang dirancang sebagai media pertukaran yang memanfaatkan kriptografi yang kuat untuk mengamankan dan memverifikasi transaksi keuangan. *Cryptocurrency* menggunakan sistem desentralisasi (sistem tanpa otoritas seperti pemerintah) yang tidak terikat pada sistem perbankan sentral. Sistem ini dijalankan berdasarkan teknologi *blockchain*, sebuah buku besar terdistribusi yang ditegakkan oleh jaringan komputer-komputer yang berbeda. *Cryptocurrency* yang pertama kali berhasil menarik banyak pengikut adalah Bitcoin¹ yang diluncurkan pada tahun 2009 dan popularitasnya terus berkembang hingga hari ini.

Di tengah perkembangan dan kepentingan media yang besar, pasar Bitcoin dan *cryptocurrency* menghadapi regulasi hukum supaya bisa melakukan transaksi secara legal seperti negara Jepang dan Korea Selatan. Indonesia juga memutuskan atas status legal dari *cryptocurrency* dan mengenalinya sebagai komoditas perdagangan pada 15 Februari 2019.²

Pengaruh yang besar ini menarik banyak investor baru yang ingin mencoba berinvestasi dalam mata uang digital tersebut. Akan tetapi, karena pasar *cryptocurrency* masih kecil dalam skala kapitalisasi pasar tanpa banyak uang pemasukan institusional mengakibatkan pergerakan harga Bitcoin yang sangat volatil. Oleh karena itu, manajemen risiko memiliki peran yang sangat besar dalam menjamin keuntungan dan juga memotong kerugian apabila terjadi penurunan harga drastis.

Penelitian mengenai *cryptocurrency* sampai saat ini masih sedikit. Salah satu penelitian yang membahas mengenai mata uang digital tersebut adalah laporan analisis *return* dan risiko tentang *cryptocurrency* oleh Liu[1]. Berbeda dengan laporan Liu, analisis risiko yang dilakukan pada skripsi ini membahas tentang *Value at Risk* (VaR) yang berguna dalam mengukur risiko kerugian suatu aset. Analisis mengenai VaR untuk *cryptocurrency* hingga saat ini masih belum ada. Jadi, referensi yang digunakan untuk VaR adalah berdasarkan tesis yang ditulis oleh Niepolla[2].

Value at Risk (VaR) atau nilai risiko merupakan alat manajemen risiko yang mengestimasi risiko turun suatu aset secara kuantitatif. VaR dapat berguna dalam mengukur risiko Bitcoin yang selalu mengalami penurunan yang drastis. Dalam Skripsi ini, VaR akan diestimasi menggunakan beberapa metode dan menentukan metode yang cocok untuk pasar Bitcoin ataupun *cryptocurrency* secara keseluruhan.

Tujuan dari skripsi ini adalah ingin memperlihatkan apakah model VaR dapat digunakan dalam pasar *cryptocurrency*. Selain itu, nilai VaR yang diperoleh dapat juga sebagai indikasi bahwa volatilitas dari Bitcoin dapat memberikan dampak risiko dalam melakukan investasi.

1.2 Rumusan Masalah

Masalah yang akan dibahas pada skripsi ini adalah:

¹Cryptocurrency lain yang besar berdasarkan kapitalisasi pasar terdiri dari Ethereum, Ripple, Bitcoin Cash dan Litecoin yang berasal dari Bitcoin dan memiliki pergerakan yang sama.

²Chandra Gian Asmara, "Bitcoin Cs Kini Legal di RI, Ini Tanggapan BI" (<https://www.cnbcindonesia.com/tech/20190215130629-37-55738/Bitcoin-cs-kini-legal-di-ri-ini-tanggapan-bi>)Diaksespada16November, 2019.

- 1 Apakah pergerakan harga Bitcoin lebih volatil dibanding dengan IHSG (Indeks Harga Saham Gabungan)?
- 2 Apakah *return* Bitcoin berdistribusi normal?
- 3 Bagaimana cara untuk memperoleh estimasi VaR menggunakan metode Simulasi Monte Carlo, *Bootstrap Historical Simulation*, dan model Garch(1,1)?
- 4 Bagaimana cara untuk memilih metode estimasi VaR yang baik?

1.3 Tujuan

Tujuan dari skripsi ini adalah mengestimasi nilai VaR dari berbagai metode estimasi VaR dan menentukan metode yang terbaik dengan menggunakan uji Kupiec, serta menguji kenormalan data dan dampak terhadap estimasi VaR.

1.4 Metodologi

Dalam skripsi ini, data pergerakan harga untuk Bitcoin akan dilakukan analisis dan kemudian dilakukan uji dalam berbagai tahap, yaitu:

- 1 Analisis Data
Dalam hal ini, menganalisis perbandingan volatilitas pergerakan harga Bitcoin dengan harga IHSG dan menguji kenormalan data dari Bitcoin dan menarik kesimpulan.
- 2 Simulasi Metode
Melakukan simulasi untuk semua metode (GARCH(1,1), *Bootstrap Historical Simulation*, dan Simulasi Monte Carlo) dan melakukan perbandingan hasil.
- 3 Pengujian dan Penarikan Kesimpulan
Menggunakan uji Kupiec dalam menentukan metode yang terbaik dan menarik kesimpulan dari secara keseluruhan mengenai estimasi VaR.

1.5 Sistematika Pembahasan

Pembahasan untuk skripsi ini dibagi dalam beberapa bab, berupa:

BAB 1 : PENDAHULUAN

Bab ini membahas tentang latar belakang, rumusan masalah, tujuan, Metodologi, dan sistematika Penulisan.

BAB 2 : LANDASAN TEORI

Bab ini menjelaskan teori-teori dasar/umum, teori-teori khusus, dan juga definisi yang digunakan untuk pembahasan bab-bab selanjutnya.

BAB 3 : METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini menjelaskan metode-metode estimasi VaR, dan pengujian yang digunakan untuk hasil metode yang diperoleh dari analisis bab 4.

BAB 4 : HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini menampilkan hasil perbandingan volatilitas Bitcoin dengan IHSG, hasil simulasi metode dan juga pengujian untuk hasil yang diperoleh.

BAB 5 : KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisi kesimpulan yang diperoleh dari semua hasil analisis di bab 4 dan juga saran yang diusulkan untuk pengembangan lebih lanjut.