

**SKRIPSI**

**ANALISIS ASUMSI RETURN BERDISTRIBUSI NORMAL  
PADA ESTIMASI NILAI VALUE AT RISK**



**SALOMO ALVIN MANGARATUA**

**NPM: 2016710034**

**PROGRAM STUDI MATEMATIKA  
FAKULTAS TEKNOLOGI INFORMASI DAN SAINS  
UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN  
2021**



**FINAL PROJECT**

**ANALYSIS OF NORMALLY DISTRIBUTED RETURN  
ASSUMPTION IN ESTIMATING VALUE AT RISK**



**SALOMO ALVIN MANGARATUA**

**NPM: 2016710034**

**DEPARTMENT OF MATHEMATICS  
FACULTY OF INFORMATION TECHNOLOGY AND SCIENCES  
PARAHYANGAN CATHOLIC UNIVERSITY  
2021**



# LEMBAR PENGESAHAN

## ANALISIS ASUMSI RETURN BERDISTRIBUSI NORMAL PADA ESTIMASI NILAI VALUE AT RISK

SALOMO ALVIN MANGARATUA

NPM: 2016710034

Bandung, 19 Februari 2021

Menyetujui,

Pembimbing 1

Pembimbing 2

Maria Anastasia, M.Si., M.Act.Sc.

Liem Chin, M.Si.

Ketua Tim Penguji

Anggota Tim Penguji

Agus Sukmana, M.Sc.

Dr. Erwinna Chendra

Mengetahui,

Ketua Program Studi

Dr. Erwinna Chendra



## **PERNYATAAN**

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

### **ANALISIS ASUMSI RETURN BERDISTRIBUSI NORMAL PADA ESTIMASI NILAI VALUE AT RISK**

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 Februari 2021



**SALOMO ALVIN MANGARATUA**  
NPM: 2016710034



## ABSTRAK

Pada masa ini, ada bisnis yang sedang digemari oleh banyak orang, yaitu perdagangan mata uang asing atau yang lebih dikenal dengan sebutan *foreign exchange* atau biasa disebut *forex*. Industri *forex* memiliki volume perdagangan yang besar, selain itu *forex* juga memiliki volatilitas perdagangan yang besar. Volatilitas yang besar memang dapat memberikan keuntungan yang besar dalam waktu yang singkat, namun juga bisa menjadi sebaliknya. Dalam hal ini seorang *trader* tidak boleh terlalu fokus pada potensi keuntungan yang dapat diperoleh, namun juga harus mengetahui seberapa besar risiko kerugian yang akan terjadi. Salah satu metode yang dapat mengukur risiko tersebut adalah *Value at Risk* (VaR), yang bertujuan untuk mengukur risiko kerugian suatu aset dalam rentang waktu tertentu dan tingkat kepercayaan tertentu. VaR seringkali diestimasi dengan mengasumsikan pergerakan harga mengikuti distribusi normal, namun pada kenyataannya pergerakan harga umumnya tidak berdistribusi normal, sehingga perlu dilihat pengaruh asumsi normalitas terhadap estimasi nilai VaR. Uji normalitas dalam skripsi ini dilakukan dengan melakukan uji Jarque-Bera dan uji Kolmogorov-Smirnov. Metode dalam mengestimasi VaR akan dilakukan dengan menggunakan dua metode, yakni simulasi Monte Carlo dan pencocokan distribusi. Metode simulasi Monte Carlo yang digunakan pada skripsi ini mengasumsikan pergerakan harga mengikuti Gerak Brown Geometrik dan Student t Copula. Metode pencocokan distribusi dilakukan dengan mencocokkan data terhadap distribusi normal, logistik, Laplace, dan Weibull. Metode estimasi VaR akan dilakukan untuk portofolio yang dibentuk atas empat *pair*, yaitu XAUUSD, EURUSD, GBPUSD, USDJPY dengan proporsi yang sama untuk masing-masing *pair*. Setelah estimasi VaR diperoleh akan dilakukan *backtesting* untuk menguji validitas dari kedua metode. *Backtesting* pada skripsi ini akan dilakukan dengan menggunakan Uji Kupiec. Dari hasil *backtesting*, kedua metode memberikan hasil estimasi VaR yang sangat baik.

**Kata-kata kunci:** *Value-at-Risk*, Simulasi Monte Carlo, Copula, Pencocokan distribusi, Uji Kupiec.



## ABSTRACT

At this time, there was a business that was popular with many people, namely trading foreign currencies or better known as foreign exchange or commonly called as forex. Forex industry has a large trading volume, besides that, forex also has a large trading volatility. Large volatility can provide big returns in a short time, but it can also be the other way around. In this case, a trader should not be too focused on the potential profits that can be obtained, but also must know how much risk of loss that will occur. It should be noted that the volatility of forex trading is quite high. One method that can measure this risk is the Value at Risk (VaR), which aims to measure the risk of loss of an asset within a certain time frame and a certain level of confidence. VaR is often estimated by assuming that price movements follow a normal distribution, but in reality price movements are generally not normally distributed, so it is necessary to see the effect of normality assumptions on the estimated VaR value. The normality test in this thesis is carried out by performing the Jarque-Bera test and the Kolmogorov-Smirnov test. The method for estimating VaR will be carried out using two methods, namely the Monte Carlo simulation and fitting empirical distribution. The Monte Carlo simulation method used in this thesis assumes that price movements follow the Geometric Brownian Motion and Student t Copula. The fitting empirical distribution method is done by matching the data against the normal, logistical, Laplace, and Weibull distributions. The VaR estimation method will be performed for portfolios formed of four pairs, namely XAUUSD, EURUSD, GBPUSD, USDJPY with the same proportion for each pair. After the VaR estimate is obtained, backtesting will be carried out to test the validity of each method. From the backtest results, both methods provide excellent VaR estimation results.

**Keywords:** Value-at-Risk, Monte Carlo Simulation, Copula, fitting empirical distribution, Kupiec Test



*For my Mom and my Grandma*



## KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yesus Kristus atas semuanya yang telah diberikan kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul "Analisis asumsi return berdistribusi normal pada estimasi nilai Value at Risk", yang disusun sebagai salah satu syarat wajib untuk menyelesaikan studi Strata-1 Program Studi Matematika, Fakultas Teknologi Informasi dan Sains, Universitas Katolik Parahyangan. Penulis menggunakan aplikasi Latex dan Matlab untuk penyusunan skripsi ini. Apabila rekan mahasiswa membutuhkannya, dapat memintanya kepada penulis. Penulis berharap skripsi ini dapat berguna untuk mahasiswa dan pembaca lainnya.

Selama masa kuliah dan penyusunan skripsi, penulis mendapat banyak bantuan dan pelajaran dari beberapa pihak. Penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Elyzabeth Bulan dan Dony Pasaribu selaku orang tua, adik-adik, Kakek, Nenek, dan keluarga besar yang selalu mendukung, menyemangati, dan membimbing penulis.
2. Ibu Maria Anastasia, M.Si., M.Act.Sc. dan Pak Liem Chin, M.Si. sebagai pembimbing yang telah memberikan bantuan dalam menyelesaikan studi dan skripsi ini.
3. Bapak Agus Sukmana, M.Sc. dan Ibu Dr. Erwinna Chendra sebagai dosen penguji, serta Bapak Liem Chin, M.Si. sebagai dosen koordinator skripsi yang telah membantu untuk mengembangkan skripsi ini.
4. Teman-teman seperjuangan MB dan Barkos Chang: Deva, Isa, Janaka, Evan, Leo, Fransiskus Chang, Faza, Davyn, Nevan, Raisa, Muti, Fifi dan lainnya yang telah memberikan ilmu dan pengalaman selama proses belajar di UNPAR.
5. Teman-teman seperjuangan 2016: Nadya, Melia, Leo, Laureen, JC, Ivan, Rudi, Fenny, Davyn, Claresta, Aretha, JT, Geraldy, Avel, Isa, Faza, Muti, Vheren, Vivian, Niko, Julius, Chrestella, Yonathan, Alma, Al-vinda, Azka, Aldo, Felix, Salman, Asen, Widhiya, Evelyne, Edsel, Triny, Nevan, Irsyad, Farand, Lucas, Febri, Deva, Adin, Khema, Bahri, Yohanes, Raisa, Wilbert, Daniel, Fransiskus, Janaka, Agnes, Suryani, Fanny, Nitya, Nur, dan Gresel. yang telah memberikan ilmu dan pengalaman selama proses belajar di UNPAR.
6. Salman Rifky Al Faritzzy yang telah membantu mempersiapkan penulis pada saat sidang skripsi.
7. Teman-teman angkatan 2011-2019 lainnya yang telah memberikan ilmu dan pengalaman selama proses belajar di UNPAR, uga untuk seluruh staf dosen dan staf TU.
8. Ardelia Edina Tjahjono yang telah mengisi hari-hari penulis selama masa perkuliahan dan menjadi motivasi bagi penulis dalam menyelesaikan perkuliahan.
9. Claresta Felim yang telah menemani penulis selama masa perkuliahan dan menjadi motivasi bagi penulis dalam menyelesaikan perkuliahan.
10. Jodi Johanes yang selalu menghibur dan selalu ada selama masa perkuliahan di UNPAR.

Bandung, Februari 2021

Penulis



# DAFTAR ISI

<b>KATA PENGANTAR</b>	<b>xv</b>
<b>DAFTAR ISI</b>	<b>xvii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b>	<b>xix</b>
<b>DAFTAR TABEL</b>	<b>xxi</b>
<b>1 PENDAHULUAN</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang . . . . .	1
1.2 Rumusan Masalah . . . . .	2
1.3 Tujuan . . . . .	2
1.4 Batasan Masalah . . . . .	2
1.5 Metodologi . . . . .	2
1.6 Sistematika Pembahasan . . . . .	2
<b>2 LANDASAN TEORI</b>	<b>5</b>
2.1 Tingkat Pengembalian Aset dan Volatilitas . . . . .	5
2.2 Gerak Brown Geometrik . . . . .	6
2.3 Value At Risk . . . . .	7
2.4 Kovariansi dan Korelasi . . . . .	7
2.5 Copula . . . . .	8
2.5.1 Definisi . . . . .	8
2.5.2 Teorema Sklar . . . . .	9
2.5.3 Student t Copula . . . . .	9
2.6 Jenis Distribusi . . . . .	9
2.6.1 Distribusi Normal . . . . .	9
2.6.2 Distribusi Laplace . . . . .	10
2.6.3 Distribusi Logistik . . . . .	10
2.6.4 Distribusi Weibull . . . . .	10
2.7 Uji Jarque-Bera . . . . .	10
2.8 Kolmogorov-Smirnov . . . . .	11
2.9 Akaike Information Criterion (AIC) . . . . .	11
<b>3 SIMULASI MONTE CARLO, PENCOCOKAN DISTRIBUSI, DAN <i>Backtest</i></b>	<b>13</b>
3.1 Simulasi Monte Carlo . . . . .	13
3.1.1 Gerak Brown Geometrik . . . . .	13
3.1.2 Student t Copula . . . . .	14
3.2 Pencocokan Distribusi . . . . .	15
3.3 <i>Backtest</i> . . . . .	16
<b>4 ANALISIS ESTIMASI <i>Value at Risk</i></b>	<b>19</b>
4.1 Analisis Karakteristik Distribusi . . . . .	19

4.2 Hasil Estimasi VaR . . . . .	20
4.3 <i>Backtesting</i> VaR . . . . .	21
<b>5 KESIMPULAN DAN SARAN</b>	<b>25</b>
5.1 Kesimpulan . . . . .	25
5.2 Saran . . . . .	25
<b>DAFTAR REFERENSI</b>	<b>27</b>

## DAFTAR GAMBAR

2.1	VaR untuk data berdistribusi normal . . . . .	7
3.1	Histogram data <i>return</i> harian portofolio . . . . .	15
3.2	Perbandingan kurva distribusi Weibull, kurva distribusi normal, distribusi logistik dan distribusi Laplace . . . . .	16
4.1	Histogram <i>return</i> portofolio terhadap kurva distribusi normal . . . . .	19
4.2	Boxplot <i>return</i> portofolio . . . . .	22
4.3	Histogram <i>return</i> terhadap kurva distribusi normal, tanpa data <i>outlier</i> . . . . .	23



## DAFTAR TABEL

3.1	Daerah penerimaan untuk uji Kupiec dengan tingkat kepercayaan yang berbeda dan jumlah data observasi yang berbeda . . . . .	17
4.1	Hasil uji <i>Jarque-Bera</i> terhadap portofolio . . . . .	20
4.2	Hasil uji KS terhadap portofolio . . . . .	20
4.3	Hasil perbandingan estimasi VaR menggunakan 2 metode . . . . .	20
4.4	Perbandingan nilai AIC . . . . .	21
4.5	Hasil <i>backtesting</i> untuk kedua metode VaR . . . . .	22
4.6	Hasil uji <i>Jarque-Bera</i> terhadap portofolio . . . . .	22
4.7	Hasil uji KS terhadap portofolio . . . . .	23



# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Di dalam dunia bisnis, ada bisnis yang sekarang sedang digemari oleh banyak orang, yaitu perdagangan mata uang asing atau lebih dikenal dengan sebutan *foreign exchange* yang disingkat menjadi *forex*. *Forex* merupakan industri bisnis yang sangat besar, apabila dilihat dari volume perdagangannya. Serta *forex* memiliki waktu perdagangan hampir 24 jam dan berlaku di seluruh dunia. Selain itu pasar *forex* memiliki volatilitas yang cukup besar. Volatilitas inilah yang dimanfaatkan oleh banyak *trader* untuk memperoleh keuntungan. Banyak orang yang menganggap *forex* merupakan sebuah investasi, sementara pada kenyataannya *forex* bukanlah sebuah investasi, *forex* merupakan perdagangan, sehingga pelakunya disebut sebagai *trader* bukan investor. *Trading forex* biasanya dilakukan dengan mata uang yang berpasang-pasangan, misalnya GBPUSD, EURUSD, USDJPY, dan lainnya. Pasangan mata uang ini di dalam *forex* disebut sebagai *pair*. *Pair* juga dapat terdiri dari instrumen perdagangan lainnya, misalkan XAUUSD, yaitu pasangan komoditas emas dan mata uang *USD*.

Beberapa *pair* ini merupakan *pair* yang sangat digemari oleh banyak *trader*, karena memiliki volatilitas yang cukup besar. Salah satu alasan mengapa volatilitas beberapa *pair* tersebut cukup besar, yaitu karena beberapa *pair* tersebut berhubungan dengan *US Dollar*, yang merupakan mata uang acuan yang digunakan oleh seluruh negara di dunia. Volatilitas yang besar ini memang bisa menghasilkan keuntungan yang besar dalam waktu yang singkat, namun bisa menjadi kerugian yang besar dalam waktu yang singkat juga, apabila seorang *trader* tidak menganalisis seberapa besar risiko yang akan terjadi. Oleh karena itu diperlukan analisis risiko yang baik sebelum melakukan perdagangan di beberapa *pair* tersebut ataupun secara umum di pasar *forex*.

Pada skripsi ini, risiko kerugian akan diestimasi menggunakan *Value At Risk* (VaR) harian pada portofolio yang dibentuk dari 4 *pair* yaitu XAUUSD, EURUSD, GBPUSD, dan USDJPY. Alasan pemilihan 4 *pair* tersebut adalah karena mata uang EUR, GBP, dan JPY merupakan mata uang yang memiliki pengaruh signifikan terhadap *US Dollar*. *Pair* XAUUSD juga dipilih karena XAUUSD merupakan *pair safe haven*, yang berarti XAUUSD merupakan *pair* yang relatif lebih aman untuk jangka panjang apabila dibandingkan dengan mata uang. Pada saat terjadi krisis atau kondisi ekonomi yang tidak stabil, investor lebih cenderung menginvestasikan uangnya pada emas dibandingkan dengan mata uang. VaR dapat berguna dalam mengukur risiko perdagangan *forex* yang sangat *volatile*. Estimasi VaR seringkali diperoleh dengan menggunakan asumsi *return* berdistribusi normal. Namun pada kenyataannya distribusi *return* pada umumnya tidak berdistribusi normal. Maka dari itu, perlu dilihat pengaruh dari penggunaan asumsi normalitas terhadap hasil estimasi VaR. Perhitungan nilai VaR dilakukan menggunakan dua metode yaitu simulasi Monte Carlo dan pencocokan distribusi. Lalu hasil perhitungan kedua metode simulasi tersebut akan dibandingkan serta diuji validitasnya menggunakan metode *backtesting*. Simulasi Monte Carlo dengan model Gerak Brown Geometrik digunakan untuk melihat hasil estimasi VaR terhadap asumsi normalitas, model student t Copula digunakan untuk melihat hasil estimasi VaR dengan mengasumsikan harga mengikuti distribusi student t, karena distribusi student t merupakan distribusi yang erat kaitannya dengan distribusi normal. Metode pencocokan distribusi dilakukan untuk melihat hasil estimasi

VaR terhadap distribusi yang paling baik terhadap data.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang di atas, masalah yang akan dibahas adalah:

1. Apakah *return* portofolio berdistribusi normal?
2. Bagaimana cara memperoleh estimasi VaR ?
3. Bagaimana pengaruh kegagalan pengujian kenormalan distribusi *return* portofolio terhadap estimasi VaR.

## 1.3 Tujuan

Tujuan dari skripsi ini adalah mengestimasi nilai VaR dengan metode simulasi Monte Carlo dan pencocokan distribusi. Lalu akan dilihat perbandingan hasil estimasi VaR dari kedua metode tersebut. Setelah itu akan ditentukan metode yang terbaik dalam mengestimasi nilai VaR dengan Uji Kupiec, serta menganalisis nilai VaR tersebut.

## 1.4 Batasan Masalah

*Value at Risk* yang dihitung adalah VaR dari suatu portofolio yang dibentuk dari XAUUSD, EURUSD, GBPUSD, dan USDJPY dengan proporsi yang sama untuk masing-masing aset, dan dengan periode pengambilan data harga harian dari 3 Januari 2011 hingga 31 Desember 2019.

## 1.5 Metodologi

Dalam skripsi ini, akan dilakukan estimasi nilai VaR dari portofolio yang dibentuk oleh 4 *pair* XAUUSD, EURUSD, GBPUSD, dan USDJPY<sup>1</sup>. Periode waktu yang digunakan adalah dari tanggal 3 Januari 2011 hingga 31 Desember 2019. Tahapan-tahapan yang dilakukan adalah:

1. Analisis Data  
Menganalisis *return* harian untuk setiap *pair*, serta membentuk sebuah portofolio yang terdiri dari XAUUSD, EURUSD, GBPUSD, USDJPY dengan proporsi yang sama untuk masing-masing *pair*.
2. Simulasi Metode  
Melakukan Simulasi untuk setiap metode (Monte Carlo dan pencocokan distribusi) dan melakukan perbandingan hasil.
3. Pengujian dan Penarikan Kesimpulan  
Menggunakan Uji Kupiec untuk membandingkan ketiga hasil simulasi dan menentukan metode yang terbaik dalam mengestimasi nilai VaR, serta menarik kesimpulan dari hasil yang diperoleh.

## 1.6 Sistematika Pembahasan

Pembahasan dalam skripsi ini dibagi menjadi beberapa BAB, berupa :

### **BAB 1: PENDAHULUAN**

Bab ini membahas tentang latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, metodologi, dan sistematika penulisan.

---

<sup>1</sup>Data *return* XAUUSD, EURUSD, GBPUSD, USDJPY diambil dari website <https://www.investing.com>

**BAB 2: LANDASAN TEORI**

Bab ini menjelaskan teori-teori dasar yang akan digunakan pada skripsi ini. Hal-hal yang akan dibahas berupa tingkat pengembalian aset dan volatilitas, *Value At Risk*, Gerak Brown Geometrik, Kovariansi dan Korelasi, Copula, dan *Akaike Information Criterion*.

**BAB 3: METODOLOGI PENELITIAN**

Bab ini menjelaskan metode-metode dalam mengestimasi nilai VaR yaitu simulasi Monte Carlo dan pencocokan distribusi. Lalu uji yang akan dilakukan untuk hasil metode yang diperoleh.

**BAB 4: HASIL DAN PEMBAHASAN**

Bab ini menampilkan hasil perbandingan kedua metode dalam mengestimasi nilai VaR, dan juga pengujian untuk hasil yang diperoleh.

**BAB 5: KESIMPULAN DAN SARAN**

Bab ini berisi kesimpulan yang diperoleh dari semua hasil analisis dan juga saran untuk penelitian lebih lanjut.