

PERHITUNGAN *VALUE AT RISK*
PADA PORTOFOLIO SAHAM MENGGUNAKAN COPULA
(Studi Kasus : Saham-Saham Perusahaan di Indonesia
Periode 13 Oktober 2011 - 12 Oktober 2016)



SKRIPSI

Disusun Oleh :
OKTAFIANI WIDYA NINGRUM
24010213130046

DEPARTEMEN STATISTIKA
FAKULTAS SAINS DAN MATEMATIKA
UNIVERSITAS DIPONEGORO
SEMARANG
2017

PERHITUNGAN *VALUE AT RISK*
PADA PORTOFOLIO SAHAM MENGGUNAKAN COPULA
(Studi Kasus : Saham-Saham Perusahaan di Indonesia
Periode 13 Oktober 2011 - 12 Oktober 2016)

Disusun Oleh :

OKTAFIANI WIDYA NINGRUM

24010213130046

Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar
Sarjana Sains pada Departemen Statistika FSM UNDIP

DEPARTEMEN STATISTIKA
FAKULTAS SAINS DAN MATEMATIKA
UNIVERSITAS DIPONEGORO

SEMARANG

2017

HALAMAN PENGESAHAN I

Judul Skripsi : Perhitungan *Value at Risk* pada Portofolio Saham Menggunakan Copula (Studi Kasus : Saham- Saham Perusahaan di Indonesia Periode 13 Oktober 2011 - 12 Oktober 2016)

Nama : Oktafiani Widya Ningrum

NIM : 24010213130046

Departemen : Statistika

Telah diujikan pada sidang Tugas Akhir dan dinyatakan lulus pada tanggal 24 Maret 2017

Semarang, 27 Maret 2017

Mengetahui,

a.n. Ketua Departemen Statistika
Fakultas Sains dan Matematika Undip
Sekertaris



Dr. Tatik Widiharin, M.Si
NIP. 196109281986032002

Panitia Penguji Ujian Tugas Akhir

Ketua



Dr. Tarno, M.Si

NIP. 196307061991021001

HALAMAN PENGESAHAN II

Judul Skripsi : Perhitungan *Value at Risk* pada Portofolio Saham Menggunakan Copula (Studi Kasus : Saham- Saham Perusahaan di Indonesia Periode 13 Oktober 2011 - 12 Oktober 2016)

Nama : Oktafiani Widya Ningrum

NIM : 24010213130046

Departemen : Statistika

Telah diujikan pada sidang Tugas Akhir dan dinyatakan lulus pada tanggal 24 Maret 2017

Semarang, 27 Maret 2017

Dosen Pembimbing I



Dr. Tarno, M.Si
NIP. 196307061991021001

Dosen Pembimbing II



Dr. Di Asih I Maruddani, S.Si, M.Si
NIP. 197307111997022001

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT yang senantiasa memberikan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan laporan seminar proposal Tugas Akhir yang berjudul **“Perhitungan *Value At Risk* pada Portofolio Saham Menggunakan Copula (Studi Kasus : Saham-Saham Perusahaan di Indonesia Periode 13 Oktober 2011 - 12 Oktober 2016)”**. Penulis sadar tanpa bantuan dari berbagai pihak, laporan tugas akhir ini tidak dapat diselesaikan dengan baik. Oleh karena itu pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. Tarno, M.Si selaku Ketua Departemen Statistika Fakultas Sains dan Matematika Universitas Diponegoro dan juga selaku dosen pembimbing I
2. Ibu Dr. Di Asih I Maruddani, M.Si selaku dosen pembimbing II
3. Semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian laporan seminar Tugas Akhir ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu.

Penulis menyadari bahwa laporan seminar proposal Tugas Akhir ini jauh dari sempurna. Oleh karena itu penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun dan semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi semua pihak.

Semarang, Maret 2017

Penulis

ABSTRAK

Investasi merupakan salah satu cara yang banyak dilakukan oleh orang untuk mencapai keuntungan di masa yang akan datang. Data saham merupakan data yang diperoleh dari pengamatan harga saham yang dapat dikategorikan ke dalam data runtun waktu, yang biasanya memiliki kecenderungan berfluktuasi secara cepat dari waktu ke waktu sehingga variansi dari residualnya akan selalu berubah setiap waktu atau tidak konstan, atau sering disebut kasus heterokedstisitas. Peramalan dan analisis data ini bertujuan untuk memperkecil risiko dan faktor-faktor ketidakpastian. Risiko-risiko tidak dapat dihindari namun dapat dikelola dan diperkirakan menggunakan alat ukur *Value at Risk* (VaR). Teori copula merupakan salah satu alat yang dapat digunakan untuk memodelkan distribusi gabungan karena tidak mensyaratkan asumsi normalitas dari data sehingga cukup fleksibel untuk berbagai data terutama untuk data keuangan. Penelitian ini dilakukan menggunakan metode copula-GARCH untuk memodelkan data *return* tiga saham perusahaan di Indonesia yang memiliki volatilitas tinggi yaitu PT Vale Indonesia Tbk (INCO), PT Bank Central Asia Tbk (BCA), dan PT Indocement Tunggal Prakarsa Tbk (INTP) periode 13 Oktober 2011 hingga 12 Oktober 2016 ke dalam model ARIMA-GARCH. Analisis dilanjutkan dengan copula pada dua saham yang memiliki korelasi residual ARIMA GARCH tertinggi yaitu BCA dan INTP. Copula Gumbel dipilih sebagai copula terbaik dengan nilai $\hat{\theta}$ sebesar 1,337. Besar risiko yang diperoleh dari perhitungan *Value at Risk* (VaR) pada tingkat kepercayaan 99% adalah 3,922% , pada tingkat kepercayaan 95% sebesar 2,397%, dan pada tingkat kepercayaan 90% sebesar 1,745%.

Kata kunci : *Value at Risk*, Copula, GARCH

ABSTRACT

Investment is one of the way that is widely performed by people to achieve profitability in the future. Stock data is a data that is obtained from the observation that stock prices can be categorized into time series data, which usually have a tendency to fluctuate rapidly by the time so the variance of the residual will always change all the time or not constant, or often called heteroscedasticity case. Forecasting and data analysis is intended to minimize the risk and uncertainty factors. The risks can not be avoided but can be managed and estimated using Value at Risk (VaR) measurement tool. Copula theory is one of the tool that can be used to fit the joint distribution because it does not require the assumption of normality of the data so it is flexible enough for a variety of data, especially for financial data. This research is conducted using the method of Copula-GARCH to fit the three stocks of companies return data in Indonesia which have high volatility, those are PT Vale Indonesia Tbk (INCO), PT Bank Central Asia Tbk (BCA), and PT Indocement Tunggak Tbk (INTP) in period of October 13, 2011 to October 12, 2016 into ARIMA-GARCH model. The analysis is followed by copula on two stocks that have the highest ARIMA-GARCH residual correlation, those are BCA and INTP. Copula Gumbel is selected as the best copula with the amount of $\hat{\theta}$ is 1,337. The risk derived from the calculation of Value at Risk (VaR) at the 99% confidence level is 3,922%, at the 95% confidence level is 2,397%, and at the 90% confidence level is 1,745%.

Keywords : Value at Risk, Copula, *GARCH*

DAFTAR ISI

| | |
|---|-----|
| HALAMAN JUDUL | i |
| HALAMAN PENGESAHAN I | ii |
| HALAMAN PENGESAHAN II | iii |
| KATA PENGANTAR | iv |
| ABSTRAK | v |
| ABSTRACT | vi |
| DAFTAR ISI | vii |
| DAFTAR TABEL | x |
| DAFTAR GAMBAR | xi |
| DAFTAR LAMPIRAN | xii |
| BAB I PENDAHULUAN | |
| 1.1 Latar Belakang..... | 1 |
| 1.2 Rumusan Masalah..... | 4 |
| 1.3 Batasan Masalah | 5 |
| 1.4 Tujuan Penelitian | 5 |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA | |
| 2.1 Saham | 6 |
| 2.2 Portofolio Saham | 7 |
| 2.3 Saham-Saham Perusahaan di Indonesia | 7 |
| 2.4 <i>Return</i> Saham..... | 8 |
| 2.5 Risiko..... | 9 |

| | |
|--|----|
| 2.6 Analisis Runtun Waktu..... | 10 |
| 2.6.1 Stasioneritas | 10 |
| 2.6.2 Proses <i>Autoregressive</i> (AR)..... | 13 |
| 2.6.3 Proses <i>Moving Average</i> (MA) | 13 |
| 2.6.4 Proses <i>Autoregressive Moving Average</i> (ARMA)..... | 14 |
| 2.6.5 Proses <i>Proses Autoregressive Integrated Moving</i> <i>Average</i> (ARIMA)..... | 14 |
| 2.7 Tahap Pemodelan ARIMA | 15 |
| 2.7.1 Identifikasi Model ARIMA | 15 |
| 2.7.2 Estimasi Parameter Model ARIMA | 16 |
| 2.7.3 Verifikasi Model | 17 |
| 2.7.3.1 Uji Independensi Residual | 17 |
| 2.7.3.2 Uji Normalitas Residual | 18 |
| 2.7.4 Model ARCH | 19 |
| 2.7.5 Model GARCH | 20 |
| 2.7.6 Uji ARCH-LM | 21 |
| 2.7.7 Pemilihan Model Terbaik | 22 |
| 2.8 Copula..... | 23 |
| 2.9 Uji Saling Ketergantungan | 24 |
| 2.10 Bentuk Fungsi Likelihood pada Copula | 25 |
| 2.11 Estimasi Copula Archimedean | 27 |
| 2.12 <i>Value at Risk</i> | 27 |

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

| | |
|---------------------------------------|----|
| 3.1 Sumber Data | 31 |
| 3.2 Teknik Pengolahan Data..... | 32 |
| 3.3 Diagram Alir Pengolahan Data..... | 35 |

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

| | |
|--|----|
| 4.1 Deskripsi Data | 37 |
| 4.2 Pembentukan Model Runtun Waktu..... | 40 |
| 4.2.1 Identifikasi Model | 40 |
| 4.2.2 Estimasi Parameter | 43 |
| 4.2.3 Verifikasi Model..... | 47 |
| 4.2.3.1 Uji Independensi Residual | 47 |
| 4.2.3.2 Uji Normalitas Residual..... | 49 |
| 4.2.4 Pemilihan Model Terbaik | 50 |
| 4.2.5 Uji <i>Lagrange Multiplier</i> | 52 |
| 4.3 Pemodelan GARCH (1,1) pada Residual <i>Return</i> Saham..... | 53 |
| 4.4 Uji Normalitas Residual ARIMA GARCH (1,1) | 57 |
| 4.5 Copula..... | 58 |
| 4.6 Perhitungan <i>Value at Risk</i> (VaR)..... | 62 |

| | |
|----------------------------|----|
| BAB V PENUTUP | 64 |
|----------------------------|----|

| | |
|-----------------------------|----|
| DAFTAR PUSTAKA | 66 |
|-----------------------------|----|

| | |
|-----------------------|----|
| LAMPIRAN | 69 |
|-----------------------|----|

DAFTAR GAMBAR

| | |
|--|----|
| Gambar 1. Plot Runtun Waktu Data Tidak Stasioner | 11 |
| Gambar 2. Plot Runtun Waktu Data Stasioner | 11 |
| Gambar 3. Plot Fungsi Autokorelasi Data Tidak Stasioner | 11 |
| Gambar 4. Plot Fungsi Autokorelasi Data Stasioner | 12 |
| Gambar 5. Plot Runtun Waktu Harga <i>Closing Price</i> Saham | 37 |
| Gambar 6. Plot Runtun Waktu <i>Return</i> Saham | 38 |
| Gambar 7. Correlogram <i>Return</i> Saham | 41 |
| Gambar 8. <i>Scatter Plot</i> Residual model ARIMA GARCH (1,1) BCA dan INTP | 59 |
| Gambar 9. <i>Scatter Plot</i> Residual model ARIMA GARCH (1,1) BCA dan INTP pada Transformasi Uniform [0,1] | 60 |
| Gambar 10. <i>Scatter Plot</i> Copula Gumbel Residual model ARIMA GARCH (1,1) BCA dan INTP | 61 |

DAFTAR TABEL

| | |
|--|----|
| Tabel 1. Pendugaan Model Berdasarkan Plot ACF dan PACF..... | 16 |
| Tabel 2. Fungsi Copula Keluarga Archimedian Bivariat..... | 27 |
| Tabel 3. Statistika Deskriptif dari Saham INCO, BCA, dan INTP..... | 39 |
| Tabel 4. Uji Signifikansi Estimasi Parameter Model ARIMA Untuk Saham INCO | 44 |
| Tabel 5. Uji Signifikansi Estimasi Parameter Model ARIMA Untuk Saham BCA | 45 |
| Tabel 6. Uji Signifikansi Estimasi Parameter Model ARIMA Untuk Saham INTP | 46 |
| Tabel 7. Uji Independensi Residual Model..... | 48 |
| Tabel 8. Uji Normalitas Residual Model | 50 |
| Tabel 9. Model Dugaan ARIMA Beserta Nilai AIC | 51 |
| Tabel 10. Nilai Statistik Uji Lagrange Multiplier (LM) Model..... | 52 |
| Tabel 11. Uji Signifikansi Parameter Model GARCH..... | 54 |
| Tabel 12. Uji Signifikansi Parameter Model GARCH Tahap Kedua | 55 |
| Tabel 13. Uji Normalitas Residual Model ARIMA GARCH (1,1) | 57 |
| Tabel 14. Korelasi Kendall's Tau | 57 |
| Tabel 15. Estimasi Parameter Copula | 61 |
| Tabel 16. Nilai prediksi VaR $t = 1$ hari dengan bobot 0,5 | 62 |

DAFTAR LAMPIRAN

| | Halaman |
|--|---------|
| Lampiran 1. Data <i>Closing Price</i> Saham BCA, INTP, dan INCO periode 13 Oktober 2011 – 12 Oktober 2016 | 69 |
| Lampiran 2. <i>Return</i> Saham | 70 |
| Lampiran 3. Uji <i>Augmented Dickey Fuller</i> | 71 |
| Lampiran 4. <i>Correlogram</i> ACF dan PACF..... | 72 |
| Lampiran 5. Estimasi Parameter | 73 |
| Lampiran 6. Uji Independensi Residual..... | 83 |
| Lampiran 7. Uji Normalitas Residual | 100 |
| Lampiran 8. Uji ARCH-LM..... | 105 |
| Lampiran 9. Estimasi Parameter Model GARCH..... | 106 |
| Lampiran 10. Estimasi Lanjutan Parameter Model GARCH..... | 108 |
| Lampiran 11. Uji Normalitas Residual <i>Return</i> ARIMA-GARCH..... | 110 |
| Lampiran 12. Residual dari model ARIMA GARCH..... | 111 |
| Lampiran 13. Sintaks korelasi Kendall's Tau | 112 |
| Lampiran 14. Output korelasi Kendall's tau | 112 |
| Lampiran 15. Sintaks Parameter Copula..... | 114 |
| Lampiran 16. Output Parameter Copula | 116 |
| Lampiran 17. Sintaks Membangkitkan Data dengan Simulasi Monte Carlo dan Perhitungan VaR | 119 |

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Investasi merupakan salah satu cara yang banyak dilakukan oleh orang untuk mencapai keuntungan di masa yang akan datang. Ada dua pilihan aset yang dapat dipilih investor untuk berinvestasi, yaitu aset riil dan aset keuangan. Aset riil adalah aset yang memiliki wujud fisik seperti emas dan *real-estate* termasuk juga aset yang memiliki kapasitas produktif seperti tanah, bangunan dan mesin (Bodie, Kane, dan Marcus, 2005) . Wujud dari aset keuangan dapat diwakili oleh sebungkus kertas sebagai bentuk bukti klaim pada pihak yang menerbitkan, contohnya adalah saham dan obligasi (Jones, 2007). Pembelian investasi aset riil dapat dilakukan secara langsung lewat penyedia barang atau jasa yang menjual aset tersebut, sedangkan pembelian aset keuangan dapat dilakukan di pasar modal.

Saham adalah tanda penyertaan atau pemilikan seseorang atau badan dalam suatu perusahaan atau perseroan terbatas (Darmadji, 2001). Portofolio saham merupakan gabungan dua atau lebih saham yang terpilih sebagai investasi dari investor pada kurun waktu tertentu dengan suatu ketentuan tertentu. Investor mengharapkan untuk memperoleh *return* sebesar-besarnya dengan risiko tertentu dalam berinvestasi saham. *Return* merupakan tingkat pengembalian yang diperoleh dari investasi pada beberapa aset dengan bobot tertentu. Secara teknis, semakin besar *return* yang diharapkan maka risiko yang dihadapi oleh investor

juga akan semakin besar. Risiko dan *return* dapat dikatakan memiliki pola hubungan yang searah dan linier. Oleh karena itu, pembentukan portofolio yang merupakan kombinasi saham-saham tertentu ditujukan untuk memperoleh suatu investasi yang memberikan *return* yang sama namun memberikan risiko lebih rendah, atau dengan risiko yang sama namun memberikan *return* yang lebih tinggi. Investor dapat memperkirakan dari keuntungan yang telah diperoleh dan besarnya biaya yang akan dikeluarkan pada masa yang akan datang dalam mengendalikan risiko. Semakin baik perkiraan tersebut, maka akan semakin kecil varian yang akan terjadi, sehingga tingkat risikonya semakin kecil.

Data saham merupakan data yang diperoleh dari pengamatan harga saham yang dapat dikategorikan ke dalam data runtun waktu, yang biasanya memiliki kecenderungan berfluktuasi secara cepat dari waktu ke waktu sehingga variansi dari residualnya akan selalu berubah setiap waktu atau tidak konstan, atau sering disebut kasus heterokedastisitas. Pemodelan runtun waktu yang paling populer dan banyak digunakan adalah *Autoregressive Integrated Moving Average* (ARIMA) dan model *Generalized Autoregressive Conditional Heterocedasticity* (GARCH) (Makridakis, 1998). Peramalan dan analisa data ini bertujuan untuk memperkecil risiko dan faktor-faktor ketidakpastian. Misalnya, dalam masalah saham apabila tidak diketahui prediksi berapa saham yang akan dibeli pada waktu yang akan datang, maka juga tidak akan diketahui pula berapa saham yang terjual untuk periode berikutnya. Oleh karena itu data yang ada sekarang sangatlah penting sebagai alat prediksi masa depan. Risiko-risiko tidak dapat dihindari namun dapat dikelola dan diperkirakan menggunakan alat ukur *Value at Risk*

(VaR). Secara sederhana VaR dapat didefinisikan sebagai estimasi kerugian potensial yang maksimal pada periode tertentu dengan tingkat kepercayaan tertentu dan dalam kondisi pasar yang normal.

Ada beberapa pendekatan untuk estimasi VaR dalam volatilitas pasar saham seperti *variance-covariance*, *historical simulation* dan simulasi Monte Carlo. Seiring perkembangan waktu, estimasi VaR dikembangkan dengan berbagai macam metode. Pada kasus portofolio, salah satu metode yang dapat digunakan adalah copula. Copula dapat menjelaskan hubungan antara dua variabel atau lebih yang memiliki distribusi tidak normal. Teori tentang copula pertama kali diperkenalkan oleh Sklar, kemudian berkembang dan diaplikasikan dalam berbagai bidang, misalnya: bidang keuangan, asuransi, ekonometrika, runtun waktu, dan lain sebagainya. Teori copula merupakan salah satu alat yang dapat digunakan untuk memodelkan distribusi gabungan karena tidak mensyaratkan asumsi normalitas dari data sehingga cukup fleksibel untuk berbagai data terutama untuk data keuangan. Copula merupakan suatu fungsi yang dapat mengabungkan beberapa distribusi marginal menjadi distribusi bersama. Metode ini mempunyai kemampuan untuk mendeskripsikan struktur dependensi antar variabel dengan marginal yang berbeda dan memodelkan dependensi *tail*-nya. Copula memiliki beberapa keluarga, salah satu diantaranya adalah copula *Archimedean* yang cukup baik digunakan untuk data keuangan (Embrechts, Lindskog, dan McNeil, 2001).

Beberapa peneliti telah mengaplikasikan copula-GARCH untuk menghitung nilai risiko dari portofolio saham yang cenderung memiliki volatilitas

tinggi. Xu (2012) mengukur *Value at Risk* portofolio dengan copula dan menunjukkan struktur dependensi. Syahrir (2011) mengestimasi parameter copula dan mengaplikasikannya pada bidang klimatologi. Iriani (2014) mengestimasi VaR portofolio beberapa saham dengan menggunakan copula-GARCH serta simulasi Monte Carlo dengan tujuan agar investasi yang dilakukan memberikan risiko yang minimal dan return yang didapatkan optimal. Damasari (2015) mengestimasi VaR portofolio dua saham yang tergabung dalam JII menggunakan copula Gumbel yang memiliki kesensitifan yang baik terhadap risiko tinggi.

Penelitian ini digunakan data tiga saham perusahaan di Indonesia yaitu PT Vale Indonesia Tbk (INCO), PT Bank Central Asia Tbk (BCA), dan PT Indocement Tunggul Prakarsa Tbk (INTP) periode 13 Oktober 2011 hingga 12 Oktober 2016. Penelitian ini dilakukan menggunakan metode copula-GARCH untuk memodelkan data yang memiliki volatilitas tinggi dan nantinya akan dilanjutkan analisis dengan menggunakan copula dengan tujuan membentuk portofolio optimal antara dua diantara ketiga saham tersebut yang memiliki korelasi residual ARIMA GARCH tertinggi agar investasi yang dilakukan memberikan nilai *return* optimal dengan risiko minimal.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian pada latar belakang, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana karakteristik nilai *return* saham INCO, INTP, dan BCA?
2. Bagaimana pemodelan ARIMA-GARCH terhadap nilai *return* INCO,

INTP, dan BCA?

3. Bagaimana perhitungan nilai *Value at Risk* (VaR) portofolio menggunakan simulasi Monte Carlo – copula GARCH pada dua saham yang memiliki korelasi tertinggi?

1.3 Batasan Masalah

Penelitian ini mempunyai batasan masalah sebagai berikut :

1. Data saham yang digunakan dalam penelitian ini adalah data *closing price* INCO, INTP, dan BCA mulai 13 Oktober 2011 hingga 12 Oktober 2016.
2. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah copula-GARCH

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini sebagaimana rumusan masalah di atas adalah sebagai berikut :

1. Mengidentifikasi karakteristik nilai *return* saham INCO, INTP, dan BCA.
2. Mengidentifikasi bentuk pemodelan ARIMA-GARCH terhadap nilai *return* saham INCO, INTP, dan BCA.
3. Menghitung nilai VaR portofolio pada dua saham yang memiliki korelasi tertinggi dengan menggunakan copula-GARCH.