

Estimasi *Value at Risk* (VaR) Portofolio Saham yang Tergabung dalam Indeks LQ45 Periode Agustus 2014 sampai Januari 2015 Menggunakan Metode Copula GARCH

Hery Septianus Tarigan dan Haryono

Jurusan Statistika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)
Jl. Arief Rahman Hakim, Surabaya 60111 Indonesia
e-mail: haryono@statistika.its.ac.id

Abstrak—Investasi merupakan salah satu cara alternatif yang dilakukan dalam meningkatkan aset di masa mendatang. Salah satu *financial asset* yang banyak diminati adalah investasi dalam bentuk saham. *Return* yang diperoleh dalam berinvestasi pada saham lebih besar dibandingkan dengan alternatif investasi lainnya, namun resiko yang ditanggung juga lebih besar, sehingga perlu dilakukan analisis terhadap resiko yang mungkin terjadi yaitu dengan menentukan return saham, melakukan pemodelan terhadap nilai return dan menghitung estimasi nilai kerugian pada portofolio. Pada Penelitian ini dikaji bagaimana menentukan nilai return saham, mendapatkan model return dan menghitung besarnya estimasi nilai kerugian pada portofolio saham ASRI, BBTN dan BBNI. Sehingga investasi yang dilakukan menghasilkan nilai return yang optimal dengan resiko yang minimum. Saham yang digunakan adalah PT Alam Sutera Realty Tbk (ASRI), PT Bank Tabungan Negara Tbk (BBTN), dan PT Bank Negara Indonesia Tbk (BBNI) pada periode Desember 2009 hingga Maret 2015. Penelitian ini menggunakan pemodelan ARMA-GARCH untuk mendapatkan residual GARCH (1,1) yang selanjutnya digunakan untuk pemodelan copula dan estimasi VaR. Penelitian ini menunjukkan bahwa Copula *Student t* merupakan model copula terbaik berdasarkan nilai *log likelihood* terbesar sehingga mampu menangkap *heavy tail* lebih baik dibandingkan model copula lainnya. Hasil estimasi dengan menggunakan copula *Student t* diperoleh nilai estimasi VaR sebesar -0,08.

Kata Kunci—*Return, Value at Risk, Copula GARCH.*

I. PENDAHULUAN

Value at risk (VaR) adalah salah satu teknik pengukuran risiko pasar yang digunakan untuk menilai kerugian terburuk yang mungkin akan terjadi. Metode VaR menggunakan konsep distribusi normal untuk menghitung risiko dengan tingkat keyakinan tertentu, kemungkinan kerugian dihitung dari peluang kerugian lebih buruk daripada suatu persentase yang ditetapkan [1]. Teknik penghitungan

VaR dapat menggunakan metode historis, metode analitis dan simulasi *monte carlo*. Banyak peneliti yang telah menggunakan metode VaR dalam menganalisis berbagai masalah dalam penilaian portofolio. Salah satunya adalah membandingkan beberapa metode perhitungan VaR dalam volatilitas pasar saham antara lain varians-covarians, simulasi historis, GARCH, dan *Generalized Pareto Distribution* (GPD) [2].

Investasi adalah penanaman modal yang diharapkan dapat menghasilkan tambahan dana pada masa yang akan datang [3]. Bagi pelaku sektor bisnis salah satu investasi yang banyak diminati adalah investasi dalam bentuk Saham. *Return* yang diperoleh dalam berinvestasi pada saham lebih besar dibandingkan dengan alternatif investasi lainnya, namun juga memiliki risiko kerugian yang besar, sehingga perlu dilakukan analisis terhadap risiko portofolio saham yang mungkin terjadi yaitu dengan menentukan return saham, melakukan pemodelan terhadap nilai return dan menghitung estimasi nilai kerugian pada portofolio. Portofolio adalah gabungan dua atau lebih sekuritas yang dipilih sebagai investasi pada kurun waktu tertentu dengan suatu ketentuan yang berlaku. Pembentukan portofolio diharapkan dapat mengurangi risiko yang akan ditanggung yaitu jika salah satu saham mengalami kerugian maka masih ada saham lain yang diharapkan memberikan keuntungan.

Pada Penelitian ini akan dikaji bagaimana menentukan return saham, mendapatkan model nilai return dan menghitung besarnya estimasi nilai kerugian pada portofolio antara nilai saham ASRI, BBTN dan BBNI. Sehingga investasi yang dilakukan pada portofolio menghasilkan nilai return yang optimal dengan resiko yang minimum.

Penelitian ini menggunakan data saham yang tergabung dalam indeks LQ45 periode Agustus 2014 sampai Januari 2015. Dimana LQ45 merupakan salah satu indeks di Bursa Efek Indonesia (BEI) yang memiliki tingkat liquiditas yang tinggi, dan saham yang digunakan dalam penelitian ini yaitu saham PT Alam Sutera Realty Tbk (ASRI), PT Bank Tabungan Negara Tbk (BBTN), dan PT Bank Negara Indonesia Tbk (BBNI).

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Return Saham

Return saham adalah persentase hasil atau tingkat keuntungan yang diperoleh dari hasil kebijakan investasi yang telah dilakukan. Return saham dapat dihitung menggunakan Persamaan 1 berikut [4].

$$return = \left\{ \frac{[P_t - P_{t-1}]}{P_{t-1}} \right\} \times 100\% \tag{1}$$

Dimana ,

P_t = Penutupan harga saham pada hari t , dan

P_{t-1} = Penutupan harga saham pada hari $t-1$

B. Teori Portofolio

Portofolio adalah gabungan dua atau lebih sekuritas yang terpilih sebagai investasi dari investor pada kurun waktu tertentu dengan suatu ketentuan tertentu [5]. Pembentukan portofolio diharapkan dapat mengurangi risiko yang akan ditanggung yaitu jika salah satu saham mengalami kerugian maka masih ada saham lain yang diharapkan memberikan keuntungan.

C. Value at Risk

Value at Risk (VaR) adalah suatu metode pengukuran risiko secara statistik yang memperkirakan kerugian maksimum yang mungkin terjadi atas suatu portofolio pada tingkat kepercayaan (level of confidence) tertentu [6]. Definisi VaR secara umum dapat ditulus seperti Persamaan 2 berikut.

$$P(r \leq VaR) = 1 - \alpha \tag{2}$$

Dimana r adalah return saham selama periode tertentu dan α adalah tingkat kesalahan.

D. Uji Kolmogorov Smirnov

Uji Kolmogorov Smirnov digunakan untuk menguji normalitas data. Hipotesis pada Uji Kolmogorov Smirnov adalah sebagai berikut.

H_0 : Data Berdistribusi Normal,

H_1 : Data tidak berdistribusi Normal

Statistik Uji.

$$D = Sup_x |S_{(x)} - F_0(x)| \tag{3}$$

Dimana,

$S_{(x)}$ = nilai distribusi kualitatif data sampel

$F_0(x)$ = nilai distribusi kumulatif distribusi normal

Sup_x = nilai supremum untuk semua x dari $|S_{(x)} - F_0(x)|$

Berdasarkan Persamaan 3, pada taraf signifikansi α sebesar 5% (0,05), jika nilai $D_{hit} > D_{1-\alpha:n}$ maka diambil keputusan Tolak H_0 , dimana $(1-\alpha)$ adalah nilai yang diperoleh dari tabel Kolmogorov-Smirnov pada kuartil $(1-\alpha)$ dan n adalah banyaknya observasi [7].

E. Uji Ljung Box dan Lagrange Multiplier (LM)

Uji Ljung Box digunakan untuk mengetahui residual yang *white noise* dengan menggunakan statistic uji Q yang dihitung dengan nilai *autocorrelations* dari residual (ρ_k) dengan hipotesis sebagai berikut.

H_0 : $\rho_1 = \rho_2 = \dots = \rho_k = 0$ (Residual *White noise*)

H_1 : minimal ada 1 $\rho_k \neq 0$; $k = 1, 2, 3, \dots, k$ (residual tidak *white noise*)

Statistik Uji :

$$Q = n(n+2) \sum_{k=1}^K \frac{\hat{\rho}_k^2}{(n-k)} \tag{4}$$

Berdasarkan Persamaan 4, pada taraf signifikasnsi α sebesar 5% (0,05), Jika Nilai Q lebih besar dibandingkan dengan nilai tabel $\chi^2_{[\alpha;K-p-q]}$ atau $P\text{-value} < \alpha$, maka diambil keputusan Tolak H_0 , artinya residual tidak *white noise* [8].

Uji Lagrange Multiplier (LM) merupakan suatu uji terhadap kehadiran unsur *heteroskedasticity* (volatilitas dinamik), dengan mengestimasi terlebih dahulu model ARIMA dan residualnya, kemudian meregresikan residual kuadrat dengan menggunakan konstanta dan nilai residual hingga lag ke- m ($\alpha_{t-1}^2, \alpha_{t-2}^2, \dots, \alpha_{t-m}^2$). Nilai m dapat ditentukan dengan melihat plot PACF residual kuadrat. Regresi ini kemudian akan memperoleh nilai koefisien determinasi (R^2) yang akan digunakan untuk menguji hipotesis sebagai berikut.

H_0 : $\alpha_1 = \alpha_2 = \dots = \alpha_m = 0$ (tidak terdapat efek ARCH/GARCH)

H_1 : Minimal ada satu $\alpha_i \neq 0$, untuk $i=1,2,\dots,m$ (terdapat efek ARCH/GARCH)

Statistik Uji :

$$(T)R^2 \sim \chi^2_{[\alpha;m]} \tag{5}$$

Berdasarkan Persamaan 5 jika nilai hasil perkalian antara T (banyaknya observasi) dengan R^2 lebih besar dari nilai tabel $\chi^2_{[\alpha;m]}$ maka dapat disimpulkan data tersebut memiliki efek ARCH/GARCH atau bersifat *heteroskedasticity*.

F. Generalized Autoregressive Conditional Heteroscedasticity (GARCH)

Pendekatan pada metode ini adalah *autoregressive* karena GARCH pada dasarnya adalah model *time series* dengan bentuk *autoregressive*, dan disebut *conditional heteroscedasticity* karena variasi waktu pada varians bersyarat dibangun pada model tersebut [9].

Pada Model ARCH mengasumsikan bahwa varians bersyarat hari ini bergantung pada nilai residual kuadrat masa lalu. Proses ARCH (q) dengan W pada waktu t mengikuti distribusi kondisional seperti Persamaan 6 berikut.

$$W^t \sim N(0, h_t)$$

$$h_t = \beta_0 + \sum_{i=1}^q \alpha_i \varepsilon_{t-i}^2 \tag{6}$$

dengan $p \geq 0, q > 0$

$$\alpha_0 > 0, \alpha_i \geq 0, i = 1, 2, \dots, q$$

Model ARCH berkembang dengan diperbolehkannya bahwa varians bersyarat hari ini tidak hanya bergantung pada nilai residual kuadrat masa lalu tetapi juga dipengaruhi oleh varians residual masa lalu. Model tersebut dinamakan model *Generalized Autoregressive conditional Heteroscedasticity* (GARCH). Pada proses GARCH (p, q) dengan W pada waktu t mengikuti distribusi kondisional seperti Persamaan 7 berikut.

$$W^t \sim N(0, h_t)$$

$$h_t = \beta_0 + \sum_{i=1}^q \alpha_i \varepsilon_{t-i}^2 + \sum_{i=1}^p \beta_i h_{t-i} \tag{7}$$

Dengan, $p \geq 0, q > 0$

$$\alpha_0 > 0, \alpha_i \geq 0, i = 1, 2, \dots, q$$

$$\beta_i \geq 0, i = 1, 2, \dots, p$$

G. Metode Copula

Copula dipergunakan pada pemodelan distribusi bersama karena tidak memerlukan asumsi normalitas bersama sehingga cukup fleksibel dalam berbagai data terutama untuk data return saham.

Gaussian Copula adalah fungsi dependensi dengan normal bivariate, dimana fungsi distribusi kumulatif didefinisikan seperti Persamaan 8 berikut.

$$C(u, v | \rho) = \int_{-\infty}^{\phi^{-1}(u)} \int_{-\infty}^{\phi^{-1}(v)} \frac{1}{2\pi\sqrt{1-\rho^2}} \exp\left\{-\frac{(r^2 - 2\rho rs + s^2)}{2(1-\rho^2)}\right\} dr ds - 1 < \rho < 1 \tag{8}$$

Dimana ϕ^{-1} adalah invers dari *cdf* normal standard,

ρ_t adalah nilai dari dependensi parameter waktu t .

Fungsi distribusi kumulatif pada copula Student-t didefinisikan seperti Persamaan 9 berikut.

$$C(u, v; \rho, \nu) = \int_{-\infty}^{x_t} \int_{-\infty}^{y_t} \rho_t(s, t; \rho, \nu) ds dt \tag{9}$$

Dimana, $x_t = t_v^{-1}(u), y_t = t_v^{-1}(v), \rho \in (0, 1)$ dan $\nu > 0$

Sedangkan fungsi copula Archimedean

$C : [0, 1]^m \rightarrow [0, 1]$ didefinisikan seperti Persamaan 10 berikut.

$$C(u_1, u_2, \dots, u_m, v) = \phi^{-1}\{\phi(u_1) + \phi(u_2) + \dots + \phi(u_m) + \phi(v)\} \tag{10}$$

Dimana, ϕ disebut generator copula C dengan asumsi

hanya memiliki satu parameter θ [10]. Keluarga dan Generator Copula Archimedean dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Keluarga dan Generator Copula Archimedean

Keluarga	Generator $\phi(u)$	Copula Bivariat $C(u, v)$
Clayton	$\frac{u^\theta - 1}{\theta}, \theta \in (0, \infty)$	$(u^{-\theta} + v^{-\theta} - 1)^{-\frac{1}{\theta}}$

Gumbel	$(-\log(u))^\theta, \theta \in [1, \infty)$	$\exp\left\{-[(-\log(u))^\theta + (-\log(v))^\theta] \frac{1}{\theta}\right\}$
Frank	$\log\left(\frac{e^{\theta u} - 1}{e^\theta - 1}\right), \theta \in R \setminus \{0\}$	$\frac{1}{\theta} \log\left(1 + \frac{(e^{\theta u} - 1)(e^{\theta v} - 1)}{e^\theta - 1}\right)$

(sumber: Kpanzou, 2007)

Estimasi parameter copula diperoleh dengan *Maximum Likelihood Estimation* (MLE), dan nilai MLE untuk copula ini diperoleh dengan memaksimalkan fungsi *log likelihood* [11].

H. Simulasi Monte Carlo

Estimasi *VaR* dengan metode Simulasi Monte Carlo dilakukan dengan mencari estimasi kerugian maksimum pada tingkat kepercayaan ($1 - \alpha$), yaitu sebagai nilai kuantil $k - \alpha$ dari distribusi empiris *return* portofolio dengan cara melakukan simulasi nilai *return* melalui pembangkitan nilai *return* aset secara random.

III. METODOLOGI PENELITIAN

A. Sumber Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder harga penutupan (*closing price*) saham harian periode Desember 2009 sampai dengan Maret 2015 yang diperoleh dari website www.finance.yahoo.com. Harga penutupan dipilih karena biasanya digunakan sebagai indikator harga pembukaan untuk hari berikutnya. Saham yang digunakan adalah saham yang tergabung dalam anggota LQ45 untuk periode bulan agustus 2014 sampai januari 2015. Adapun ketiga perusahaan tersebut adalah PT Alam Sutera Realty Tbk (ASRI), PT Bank Tabungan Negara Tbk (BBTN), dan PT Bank Negara Indonesia Tbk (BBNI).

B. Variabel Penelitian

Variabel yang digunakan dalam penelitian ini adalah harga penutupan (*closing price*) pada ketiga saham harian perusahaan meliputi PT Alam Sutera Realty Tbk (ASRI), PT Bank Tabungan Negara Tbk (BBTN), dan PT Bank Negara Indonesia Tbk (BBNI). Pemilihan ketiga saham tersebut berdasarkan saham perusahaan yang memiliki nilai *Price Earning Ratio* (PER) terkecil dan cenderung mengandung nilai ekstrim.

C. Langkah Analisis

Estimasi *Value at Risk* dari portofolio ketiga saham dilakukan dengan menggunakan metode copula-GARCH. Berikut langkah-langkah yang dilakukan dalam analisis data.

1. Menghitung nilai *return* ketiga saham dengan menggunakan Persamaan (1) dan melakukan analisis statistika deskriptif ketiga saham.
 2. Melihat karakteristik dari nilai return ketiga saham yaitu ASRI, BBNI dan BBTN.
- Melakukan pengujian kestasioneran data dalam mean dan varian dengan menggunakan plot time series. Setelah dinyatakan stasioner dalam mean dan varian, dilanjutkan

dengan menentukan order dengan menggunakan plot ACF dan PACF.

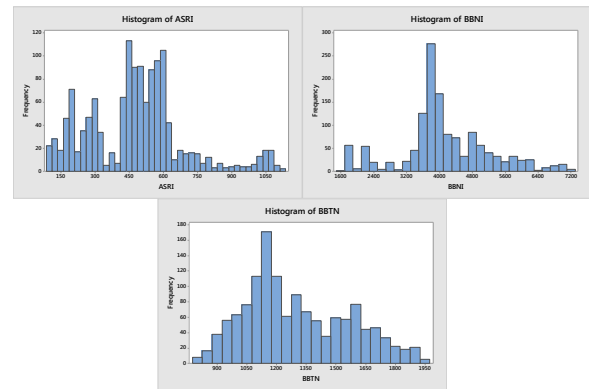
4. Melakukan pendugaan dan pengujian signifikansi parameter. Melakukan pengujian diagnostic residual untuk memperoleh model terbaik. Kemudian memilih model ARIMA terbaik berdasarkan kriteria AIC.
5. Melakukan pengujian residual kuadrat dengan menggunakan *Ljung-Box* Statistik Q atau LM dari residual kuadrat. Apabila signifikan, maka dilanjutkan dengan membuat plot ACF dan PACF dari residual kuadrat kemudian dilakukan estimasi parameter. Setelah dilakukan estimasi parameter, maka dilakukan pengujian signifikansi parameter. Jika signifikan maka dapat disimpulkan dari hasil analisis yang telah dilakukan. Apabila pengujian *Ljung-Box* statistic Q atau LM test dari residual kuadrat tidak signifikan maka dilanjutkan dengan memodelkan residual ARIMA dengan GARCH (1,1).
6. Melakukan pengujian distribusi normal pada residual GARCH (1,1). Jika residual distribusi normal, maka akan dilihat hubungan ketiga return saham tersebut menggunakan korelasi *pearson*. Sedangkan jika tidak memiliki distribusi normal, maka akan dicari distribusi yang sesuai dengan bantuan *software easyfit*.
7. Membentuk dan mengkombinasikan residual GARCH (1,1) ke dalam bentuk copula normal, copula student-t, copula gumbel, copula clayton, dan copula frank. Kemudian dipilih copula yang paling sesuai berdasarkan nilai *likelihood* terbesar.
8. Melakukan estimasi VaR dengan menggunakan metode simulasi Monte Carlo. Kemudian membuat kesimpulan dan saran hasil analisis VaR berdasarkan pemilihan model copula terbaik dan besarnya investasi saham dengan asumsi bobot ketiga saham tersebut sama.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Karakteristik Return Saham

Sebelum dilakukan estimasi nilai VaR, terlebih dahulu dilakukan analisis deskriptif untuk mengetahui karakteristik return ketiga saham meliputi ASRI, BBNI dan BBTN.

Berdasarkan Gambar 1 dapat dijelaskan bahwa histogram ketiga saham tersebut cenderung fluktuatif. Keadaan tersebut dipengaruhi oleh berbagai macam factor eksternal seperti laju inflasi, nilai tukar rupiah, cadangan devisa dan kebijakan politik tertentu yang mempengaruhi kondisi saham di pasar modal.



Gambar 1 Histogram *Close Price* Saham ASRI, BBNI dan BBTN

Selanjutnya berdasarkan data *close price* saham tersebut akan dihitung nilai return masing-masing saham. Hasil analisa dari statistika deskriptif dari ketiga data return saham ditampilkan dalam Tabel 2.

Tabel 2 Analisis Deskriptif Return saham ASRI, BBNI dan BBTN

Kode Saham	Rata-rata	Varians	Skewness	Kurtosis
ASRI	0.001704	0.000906	0.56	4.71
BBNI	0.001256	0.000442	0.2	5.84
BBTN	0.000647	0.000622	0.38	5.57

Pada Tabel 2 menunjukkan bahwa return saham ASRI, BBNI dan BBTN memiliki rata-rata return bernilai positif yang berarti ketiga saham ini akan cenderung memberikan keuntungan kepada investor. Sehingga selanjutnya ketiga saham dapat disertakan pada portofolio. Nilai varians tertinggi dimiliki oleh saham ASRI yaitu sebesar 0,000906, hal ini menunjukkan bahwa saham ASRI tersebut memiliki potensi kerugian paling besar diantara saham lainnya. Nilai skewness pada ketiga saham tidak ada yang bernilai nol yang berarti setiap saham mengalami pergeseran dari nilai mean sebesar nol yang mengindikasikan data tidak berdistribusi normal. Nilai kurtosis ketiga saham lebih besar dari 3 mengindikasikan bahwa data pada ketiga return saham tidak berdistribusi normal, dimana pada umumnya data return saham memiliki kecenderungan tidak berdistribusi normal.

B. Pemodelan ARIMA

Pemodelan ARIMA merupakan tahap awal sebelum melakukan pemodelan GARCH (1,1). Identifikasi model ARIMA dilakukan dengan melakukan pemeriksaan kestasioneran data dan pendugaan model ARIMA. Selanjutnya dilakukan pemodelan ARIMA berdasarkan pola plot ACF dan PACF dan dilanjutkan dengan penaksiran dan uji Signifikansi parameter yang ditampilkan pada Tabel 3.

Tabel 3 Penaksiran dan Uji Signifikansi Parameter Model Dugaan ARIMA

Saham	Model	Parameter	Estimasi	pvalue	
ASRI	ARIMA ([6,45,72],0,0)	ϕ_6	-0.06871	0.0118	
		ϕ_{45}	-0.06149	0.0255	
		ϕ_{72}	-0.05549	0.0447	
	ARIMA (0,0,[6,28])	θ_6	0.06984	0.0105	
		θ_{28}	-0.05716	0.0373	
		ϕ_3	-0.07137	0.0086	
BBNI	ARIMA ([3,4,7,42,81],0,0)	ϕ_4	-0.0535	0.0493	
		ϕ_7	0.05868	0.0313	
		ϕ_{42}	0.07204	0.0084	
		ϕ_{81}	-0.06228	0.023	
		ARIMA (0,0,[3,7,42,81])	θ_3	0.06442	0.0178
			θ_7	-0.06178	0.0231
θ_{42}	-0.07412		0.0067		
BBTN	ARIMA ([7,12,34],0,[68])	θ_{81}	0.06165	0.0249	
		ϕ_7	0.06552	0.0161	
		ϕ_{12}	-0.07246	0.0078	
		ϕ_{34}	-0.07618	0.0055	
		θ_{68}	-0.06296	0.0239	
		θ_7	-0.0668	0.014	
ARIMA (0,0,[7,12,34,68])	θ_{12}	0.06936	0.0108		
	θ_{34}	0.07018	0.0103		
	θ_{68}	-0.0655	0.0179		

Selanjutnya dilakukan pengujian *white noise* pada residual dugaan model ARIMA dapat dilihat pada Tabel 4 berikut.

Tabel 4 Pengujian *white noise*

Saham	Model	Lag				
		6	12	18	24	30
ASRI	ARIMA ([6,45,72],0,0)	0.345	0.333	0.502	0.493	0.337
	ARIMA (0,0,[6,28])	0.365	0.346	0.549	0.569	0.642
BBNI	ARIMA ([3,4,7,42,81],0,0)	0.149	0.566	0.737	0.803	0.905
	ARIMA (0,0,[3,7,42,81])	0.057	0.291	0.525	0.630	0.792
BBTN	ARIMA ([7,12,34],0,[68])	0.136	0.389	0.574	0.688	0.836
	ARIMA (0,0,[7,12,34,68])	0.135	0.394	0.596	0.716	0.852

Berdasarkan Tabel 4 dapat dilihat bahwa nilai setiap lag pada model dugaan ARIMA memiliki nilai lebih besar daripada nilai α (0,05) sehingga dapat disimpulkan bahwa residual model dugaan ARIMA pada ketiga saham tersebut telah memenuhi asumsi *white noise* kemudian dilanjutkan dengan pemilihan model terbaik seperti pada tabel 5.

Pada Tabel 5 menunjukkan nilai AIC dari masing-masing model dugaan, dengan mempertimbangkan nilai AIC terkecil maka dipilih model terbaik pada masing-masing saham (yang diberi tanda bintang).

Tabel 5 Pemilihan Model Terbaik

Saham	Model	Kriteria AIC
ASRI	ARIMA ([6,45,72],0,0)	-5600.45*
	ARIMA (0,0,[6,28])	-5597.94
BBNI	ARIMA ([3,4,7,42,81],0,0)	-6572.87*
	ARIMA (0,0,[3,7,42,81])	-6570.04
BBTN	ARIMA ([7,12,34],0,[68])	-6118.68*
	ARIMA (0,0,[7,12,34,68])	-6117.8

C. Pemodelan GARCH (1,1)

Setelah dilakukan pemodelan ARIMA dan pemilihan model terbaik dari masing-masing saham selanjutnya dilakukan pemeriksaan residual kuadrat pada model terbaik ARIMA dengan menggunakan uji Ljung Box Q dan uji *Lagrange Multiplier*. Berdasarkan hasil uji LM dan Q test diperoleh bahwa terdapat efek ARCH/GARCH dan ketidakstabilan varian pada ketiga return saham tersebut. Berikut pemodelan GARCH yang diperoleh dari hasil estimasi.

1. Saham ASRI

$$h_t = 0,0000359 + 0,0700 \varepsilon_{t-1}^2 + 0,8898 h_{t-1}$$

2. Saham BBNI

$$h_t = 0,0000235 + 0,1296 \varepsilon_{t-1}^2 + 0,8192 h_{t-1}$$

3. Saham BBTN

$$h_t = 0,0000318 + 0,0970 \varepsilon_{t-1}^2 + 0,8545 h_{t-1}$$

D. Copula

Setelah mendapatkan model GARCH (1,1) masing-masing return saham, selanjutnya adalah memodelkan residual GARCH (1,1) dengan menggunakan metode Copula. Sebelumnya dilakukan pengujian kenormalan untuk melihat apakah residual GARCH (1,1) memiliki distribusi normal atau tidak. Hipotesis pada Uji *Kolmogorov Smirnov* adalah sebagai berikut.

H_0 :Data residual GARCH (1,1) berdistribusi normal,

H_1 :Data residual GARCH (1,1) tidak berdistribusi normal

Tabel 6 Pengujian Distribusi Normal Residual GARCH(1,1)

Saham	D_{hit}	pvalue
ASRI	0,080	<0,01
BBNI	0,082	<0,01
BBTN	0,088	<0,01

Pada Tabel 6 diatas menunjukkan bahwa nilai *pvalue* < α (0,05) sehingga diambil keputusan tolak H_0 , yang berarti keseluruhan data residual tidak berdistribusi normal. Selanjutnya dicari distribusi yang sesuai pada masing-masing residual GARCH (1,1) dimana semakin kecil nilai pengujian *Kolmogorov Smirnov* pada masing-masing distribusi berarti semakin sesuai dengan distribusi masing-masing residual, sehingga diperoleh hasil seperti pada Tabel 7 berikut

Tabel 7 Pemilihan Distribusi residual GARCH (1,1)

Saham	Distribusi
ASRI	Johnson SU
BBNI	Laplace
BBTN	Laplace

Pada Tabel 7 diatas menunjukkan bahwa distribusi masing-masing return saham berbeda. Pada saham ASRI memiliki distribusi *Johnson SU* , sedangkan pada saham BBNI dan BBTN dipilih distribusi *Laplace*. Karena ketiga saham tersebut memiliki distribusi yang berbeda-beda dan tidak terindikasi berdistribusi normal, maka digunakan copula dalam melakukan *joint distribution* pada ketiga return saham tersebut untuk menghitung nilai kerugian.

Uji mutual dependensi dilakukan yaitu untuk mengetahui apakah ada dependensi antara masing-masing saham. Berikut adalah hipotesis yang digunakan.

H_0 : Tidak ada mutual dependensi diantara saham.

H_1 : Ada mutual dependensi diantara saham.

Pada taraf signifikansi $\alpha = 5\%$ (0,05), maka diperoleh *pvalue* sebesar 0.0004995005 sehingga diambil keputusan tolak H_0 dan dapat disimpulkan bahwa terdapat mutual dependensi antara saham-saham tersebut.

Setelah dinyatakan tidak normal dan ada dependensi dilanjutkan dengan estimasi parameter dengan menggunakan copula normal, copula student-t, copula gumbel, copula clayton, dan copula frank.

Tabel 8 Estimasi Parameter

Copula	Estimasi	Std.Error	Nilai MLE	Pr(z)
Normal	0,36180	0,01553	233,5	$< 2 \times 10^{-16}$
Student t	0,35656	0,01861	277,6	$< 2 \times 10^{-16}$
Gumbel	1,26741	0,01785	199,6	$< 2 \times 10^{-16}$
Clayton	0,4996	0,0281	235,3	$< 2 \times 10^{-16}$
Frank	2,1196	0,1157	195,4	$< 2 \times 10^{-16}$

Pada Tabel 8 menunjukkan nilai *maximum likelihood* terbesar dimiliki oleh copula *student t* yaitu 277,6 .Sehingga disimpulkan bahwa copula *student t* merupakan model copula terbaik untuk ketiga saham tersebut. Hal ini membuktikan bahwa copula *student t* sebagai model copula terbaik lebih mampu menangkap *heavy tail* dibandingkan dengan model copula lainnya.

Estimasi *value at risk* (VaR) dilakukan dalam periode 20 hari dengan tingkat kepercayaan 95%. Hasil Estimasi VaR dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 9 Estimasi *Value at Risk*

Copula	α	Nilai VaR
<i>Student t</i>	5%	-0.08

Pada Tabel 9 menunjukkan estimasi nilai *value at risk* dengan menggunakan copula *student t* sebesar -0,08. Berdasarkan nilai estimasi *value at risk* dimisalkan pada sebuah studi kasus, seorang investor menanamkan investasi awal sebesar Rp. 100.000.000,00. VaR yang diperoleh berdasarkan perhitungan simulasi monte carlo disajikan pada Tabel 10 berikut ini.

Tabel 10 Estimasi nilai *Value at Risk* pada studi kasus

Copula	α	Investasi	VaR
<i>Student t</i>	5%	Rp.100.000.000	-8.000.000

Berdasarkan Tabel 10 diatas estimasi VaR dapat diinterpretasikan bahwa, dalam jangka waktu 20 hari kedepan ada 1 hari diantaranya investor akan mengalami kerugian minimal sebesar Rp. 8.000.000,00.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan, maka diperoleh kesimpulan bahwa return saham ASRI, BBNI dan BBTN memiliki nilai return yang bernilai positif yang berarti akan cenderung memberikan keuntungan kepada investor. Ketiga return saham berfluktuasi dari waktu ke waktu dan return ketiga saham berdistribusi tidak normal. Estimasi parameter dengan metode Copula GARCH diperoleh bahwa Copula *Student t* merupakan model copula terbaik berdasarkan nilai *maximum likelihood* terbesar. Dengan menggunakan copula *Student t* diperoleh nilai estimasi VaR Portofolio sebesar -0,08 yang berarti dalam periode 20 hari kedepan dengan tingkat kepercayaan 95%, ada 1 hari diantaranya investor akan mengalami kerugian minimal 8% dari besar aset investasi.

Saran dalam penelitian selanjutnya adalah dalam mengestimasi nilai *Value at Risk* portofolio sebaiknya dilakukan dengan membandingkan berbagai model copula yang digunakan sehingga hasil estimasi VaR yang diperoleh lebih akurat dengan risiko yang minimal. Perlu dilakukan Pembobotan yang berbeda pada portofolio untuk menghitung nilai kerugian portofolio saham supaya dapat dilakukan alokasi pada masing-masing saham sehingga memperoleh kerugian yang lebih kecil.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Haryono, Akbar, M. S., & Sunaryo, S. 2012. Risiko Dini Penanaman Saham Gabungan dengan Menggunakan Value at Risk. Surabaya : ITS.
- [2] Gencay, R., Selcuk, F., & Ulugulya, A. 2003. *High Volatility, Thick Tail and Extreme Value Theory in Value-at-Risk Estimation. Mathematics and Economics* 33, 337-356.
- [3] Francis, Jack C. 1991. *Investment: Analysis and Management*, 5th edition. Singapore : McGraw-Hill Inc.
- [4] Hanafi, M. M. 2009. *Manajemen Risiko, Edisi Ke- 2*. Yogyakarta: UPP STIM YKPN.
- [5] Bierman, Harold. 1998. "A Utility Approach to the Portfolio Allocation Decision and the Investment Horizon" *Journal of Portfolio Management* Vol 25, No.1: pp. 81-87. Comel University.
- [6] Philip Best. 1998. *Implementing Value at Risk*. John Wiley & Sons, Ltd. ISBN: 0-471-97205-3.
- [7] Daniel, W. W. 1989. *Statistika Nonparametrik Terapan*. Jakarta: PT.Gramedia.
- [8] Wei, W. W. S. 2006. *Time Series Analysis: Univariate and Multivariate Methods Second Edition*. USA: Pearson Education, Inc.
- [9] Engle, R. F., & Manganelli, S. 2001. *Value at Risk Models in Finance. Working Paper No. 75*. Germany: European Central Bank (ECB).
- [10] Nelsen, R. B. 2005. *An Introduction to Copulas : Second Edition*. New York : Springer.
- [11] Mikosch, T. 2006. Discussion of "Copulas: Tales and facts". New York : Springer.
- [12] Kpanzou, T.A. 2007. *Copulas in Statistics*. African Institute for Mathematical Sciences (AIMS).