TUGAS AKHIR - SM 141501

ESTIMASI RISIKO INVESTASI SAHAM DI SEKTOR KEUANGAN MENGGUNAKAN METODE ARCH-GARCH

AYU ENITASARI APRILIA
NRP 1213 100 013

Dosen Pembimbing
Drs. Soehardjoepri, M.Si
Dra. Farida Agustini Widjajati, MS

DEPARTEMEN MATEMATIKA
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2017

TUGAS AKHIR - SM 141501

ESTIMASI RISIKO INVESTASI SAHAM DI SEKTOR KEUANGAN MENGGUNAKAN METODE ARCH-GARCH

AYU ENITASARI APRILIA
NRP 1213 100 013

Dosen Pembimbing
Drs. Soehardjoepri, M.Si
Dra. Farida Agustini Widjajati, MS

DEPARTEMEN MATEMATIKA
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2017

FINAL PROJECT - SM 141501

RISK ESTIMATION OF INVESTMENT IN STOCK FINANCIAL SECTOR USING ARCH-GARCH METHOD

AYU ENITASARI APRILIA
NRP 1213 100 013

Supervisor
Drs. Soehardjoepri, M.Si
Dra. Farida Agustini Widjajati, MS

DEPARTMENT OF MATHEMATICS
Faculty of Mathematics and Natural Sciences
Sepuluh Nopember Institute of Technolog
Surabaya 2017

LEMBAR PENGESAHAN

ESTIMASI RISIKO INVESTASI SAHAM DI SEKTOR KEUANGAN MENGGUNAKAN METODE ARCH-GARCH

RISK ESTIMATION OF INVESTMENT IN STOCK FINANCIAL SECTOR USING ARCH-GARCH METHOD

TUGAS AKHIR

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat
Untuk memperoleh gelar Sarjana Sains
Pada bidang studi Riset Operasi dan Pengolahan Data
Program Studi S-1 Departemen Matematika
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya

Oleh :
AYU ENITASARI APRILIA
NRP. 1213 100 013

Menyetujui,

Dosen Pembimbing II,	DosenPembimbing I,
Dra. Farida Agustini Widjajati, MS	Drs. Soehardjoepri, M.Si
NIP. 19540817 198103 2 003	NIP. 19620504 198701 1 007

Mengetahui,

Kepala Departemen Matematika
FMIPA ITS

KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
DEPARTEMEN MATEMATIKA

Dr. Imam Mukhlash, S.Si, MT
NIP. 19700831 199403 1 003
Surabaya, Juli 2017

ESTIMASI RISIKO INVESTASI SAHAM DI SEKTOR KEUANGAN MENGGGUNAKAN METODE ARCH-GARCH

Nama Mahasiswa	**: AYU ENITASARI APRILIA**
NRP	**: 1213 100 013**
Jurusan	**: Matematika**
Dosen Pembimbing	**: Drs. Soehardjoepri, M.Si**
	Dra. Farida Agustini Widjajati, MS

Abstrak

Dalam berinvestasi, tentunya seorang investor tidak hanya memikirkan besarnya return saja melainkan juga harus memikirkan besar risiko yang diterima. Adanya risiko dalam berinvestasi saham, menuntut investor untuk melakukan analisis terhadap berbagai saham sesuai dengan kondisi terkini. Keberhasilan investor dalam melakukan investasi ditentukan oleh keahlian investor tersebut dalam mengestimasi dan mengelola risiko.

Salah satu cara untuk mengestimasi risiko adalah dengan menggunakan Value at Risk (VaR). VaR memiliki hubungan erat dengan model ARCH-GARCH, yang sering digunakan jika terjadi heteroskedastisitas pada data log return. Dari analisis data log return yang dilakukan, model mean yang sesuai untuk saham Bank Central Asia Tbk (BBCA) adalah ARMA([3],[3,32]) dan model variannya adalah ARCH(1). Sedangkan untuk saham Bank Negara Indonesia Tbk (BBNI) model mean yang sesuai adalah ARMA([1],[28]) dan model variannya adalah ARCH(3). Perhitungan estimasi risiko dengan menggunakan simulasi Monte Carlo pada saham BBCA menghasilkan nilai risiko sebesar Rp. 21.181.676,00 sedangkan untuk saham BBNI adalah Rp. 13.165.936,00.

Kata Kunci : ARCH-GARCH, ARMA, log return,VaR

RISK ESTIMATION OF INVESTMENT IN STOCK FINANCIAL SECTOR USING ARCH-GARCH METHOD

Name	**: AYU ENITASARI APRILIA**
NRP	**: 1213 100 013**
Department	**: Matematika**
Supervisors	**: Drs. Soehardjoepri, M.Si**
	Dra. Farida Agustini Widjajati, MS

Abstract

In investing not only think about the magnitude of return, but also have to think much risk are obtained. So the risk estimation becomes very important to do.

One way to estimation of risk is using Value at Risk (VaR). If the log return data is data type that has a heteroscedastic so one way to modeling the log return data is using the Autoregressive Conditionl Heteroscedastic (ARCH) and Generalized Autoregressive Conditionl Heteroscedastic (GARCH). From the analysis undertaken, mean that the model is appropriate for BBCA ARMA ([3],[3,32]) and the method of its variants is ARCH(1). As for BBNI models corresponding to the mean BBNI is ARMA ([1],[28]) and the method of its variants is ARCH (3). For an Rp 100.000.000,00 investment, risk value for BBCA is Rp. 21.181.676,00 while risk value for BBNI is Rp. 13.165.936,00.

Keywords : ARMA, ARCH-GARCH, log return, Value at Risk

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb
Alhamdulillahhirobbil'aalamin, segala puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT yang telah memberikan limpahan rahmat, taufik serta hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul "Estimasi Risiko Investasi Saham di Sektor Keuangan Menggunakan Metode ARCH-GARCH" yang merupakan salah satu persyaratan akademis dalam menyelesaikan Program Sarjana Departemen Matematika,Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

Tugas Akhir ini dapat diselesaikan dengan baik berkat kerja sama, bantuan,dan dukungan dari banyak pihak. Sehubungan dengan hal itu, penulis ingin mengucapkan terima kasih dan penghargaan kepada:

1. Dr. Imam Mukhlash, S.Si., M.Si selaku Ketua Jurusan Matematika ITS yang telah memberikan dukungan dan motivasi selama perkuliahan hingga selesainya Tugas Akhir ini.
2. Drs. Soehardjoepri,M.Si dan Dra. Farida Agustini Widjajati, MS selaku Dosen Pembimbing yang telah memberikan bimbingan dan motivasi kepada penulis dalam mengerjakan Tugas Akhir ini sehingga dapat selesai dengan baik.
3. Drs. Suharmadi, Dipl.Sc, M.Phil, Endah Rokhmati Merdika Putri, Ph.D, dan Drs. Sadjidon, M.Si selaku Dosen Penguji yang telah memberikan saran demi perbaikan Tugas Akhir.
4. Drs. Subiono selaku Dosen Wali yang telah memberikan dukungan dan motivasi selama perkuliahan hingga selesainya Tugas Akhir ini.
5. Seluruh jajaran dosen dan staff jurusan Matematika ITS yang tidak dapat penulis sebutkan satu-persatu.
6. Bapak, Ibu, Mas Iwan, Mas Alif, Mbak Fery, Kariz dan keluarga besar terima kasih untuk doa, nasihat dukungan dan

kasih sayang yang selalu diberikan kepada penulis dalam menyelesaikan studi di ITS.

7. Vicky, Retno, Winny, Palupi, Sinar, Iim, Via, Widya, Azizah, Rofiqoh terimakasih semangat dan dukungannya.
8. Ciptya, Mega, Novia Yuliani, Intan, Lendy terima kasih sudah menjadi sahabat terbaik yang selalu memberikan motivasi kepada penulis.
9. Virga, Mbak Nanda Iramatul Izza, Mb Tutus, Mb Auliya dan Hartanto Setiawan atas bantuan dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
10. Sahabat perjuangan Kabinet Generator 15/16, Endev 15/16 dan teman-teman HIMATIKA ITS yang telah memberikan doa, semangat dan pengalaman yang sangat berharga.
11. Teman-teman MATEMATIKA ITS 2013 yang telah memberikan kenangan dan pengalaman selama proses perkuliahan.
12. Serta banyak pihak yang telah membantu penulis dan tidak dapat disebutkan satu per satu.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan saran dan kritik dari pembaca. Akhir kata, semoga Tugas Akhir ini bermanfaat bagi semua pihak yang berkepentingan.
WassalamualaikumWr. Wb.

Surabaya, 25 Juli 2017

Penulis

DAFTAR ISI

DAFTAR GAMBAR

DAFTAR TABEL

DAFTAR LAMPIRAN

DAFTAR SIMBOL

$R(t)$	: *log return* pada periode *t* periode ke-t-1
P_t	: nilai saham pada periode *t*
x_i	: data pengamatan ke-i
n	: jumlah sampel
$\emptyset_1, \emptyset_2, \dots, \emptyset_p$	: parameter-parameter *autoregressive*
$\theta_1, \theta_2, \dots, \theta_q$	: parameter-parameter *moving average*
α_t	: nilai kesalahan pada waktu ke-t
k	: lag maksimum
$\widehat{\alpha_\iota}$	: nilai estimasi parameter lag ke-i
$\hat{\rho}_k$	: autokorelasi residual untuk lag ke-k
$F(x)$	: fungsi distribusi yang belum diketahui
$F_0(x)$	: fungsi distribusi yang dihipotesiskan berdistribusi normal
$S(x)$	: fungsi distribusi kumulatif dari data sampel
$\hat{\sigma}^2$	: varians dari residual
μ	: rata-rata pada data
Z_α	: nilai z-tabel
σ_t	: nilai volatilitas pada periode *t*
W_0	: besarnya investasi pada saham

BAB I
PENDAHULUAN

Bab ini membahas latar belakang yang mendasari penulisan Tugas Akhir. Didalamnya mencakup indentifikasi permasalahan yang kemudian dirumuskan menjadi permasalahan dan diberikan batasan-batasan untuk membatasi pembahasan pada Tugas Akhir ini.

1.1 LatarBelakang

Kondisi perekonomian suatu negara cenderung berfluktuasi dari tahun ke tahun. Salah satu cara yang dapat digunakan untuk mengetahui perkembangan perekonomian suatu negara adalah dengan melihat perkembangan pasar modal sebagai *leading indicator* perekonomian [1]. Perkembangan pasar keuangan menunjukkan, bahwa semakin maju peradaban ekonomi suatu masyarakat, semakin besar peran pasar modal. Pasar modal adalah tempat atau sarana bertemunya antara permintaan dan penawaran atas instrumen keuangan jangka panjang (lebih dari satu tahun) seperti saham, obligasi, waran, reksadana, dan berbagai instrumen derivatif seperti opsi, kontrak berjangka, dan instrumen lainnya [2]. Adanya pasar modal memberikan sarana alternatif bagi masyarakat maupun perusahaan untuk menginvestasikan uangnya, dengan harapan mendapatkan keuntungan. Sehingga bisa digunakan sebagai pengembangan usaha atau penambahan modal kerja.

Secara umum investasi dapat dibedakan menjadi dua, yaitu investasi sector *real* dan investasi sector finansial. Salah satu bentuk investasi sector finansial yang marak seiring makin berkembangnya perdagangan global dan majunya teknologi informasi adalah investasi saham di pasar modal. Dalam melakukan investasi, tentunya seorang investor akan memilih menginvestasikan dana pada perusahaan yang memberikan rasa aman pada investasinya. Pada tingkat keamanan tersebut, seorang investor memiliki ekspektasi pengembalian (*return*) yang sebesar-besarnya pada tingkat risiko tertentu. Risiko adalah besarnya penyimpangan antara tingkat pengembalian yang diharapkan (*expected return*) dengan tingkat pengembalian aktual (*actual return*). Saham memiliki karakteristik *high risk-high return* yang artinya saham merupakan surat berharga yang memberikan peluang keuntungan yang tinggi namun juga memiliki resiko tinggi. Perusahaan terbuka (*go public*) yang tercatat di Bursa Efek Indonesia (BEI) cenderung memiliki tingkat risiko yang besar. Hal ini dikarenakan perusahaan tersebut memiliki nilai saham yang sensitif terhadap perubahan-perubahan ekonomi dan politik, baik di dalam maupun di luar negri [1]. Adanya risiko dalam berinvestasi saham, menuntut investor untuk melakukan analisis terhadap berbagai saham yang ada sesuai dengan kondisi terkini. Keberhasilan investor dalam melakukan investasi ditentukan oleh keahlian investor tersebut dalam mengestimasi dan mengelola risiko.

Oleh sebab itu, perlu adanya alat ukur tingkat resiko agar investor aman dalam berinvestasi dan terhindar dari kerugian. Sejak pengenalannya pada tahun 1994 oleh J.P. Morgan Riskmetrics, Metode *VaR (Value at Risk)* merupakan metode yang sangat popular dan cukup baik untuk digunakan karena kesederhanaan dan kemampuan implementasinya dalam berbagai metodologi statistika [3].

Krisis keuangan yang pernah terjadi di Asia pada tahun 1997-1998 mengingatkan pemerintah bahwa krisis di sektor keuangan, khususnya perbankan, dapat mengganggu kegiatan perekonomian secara menyeluruh. Sektor keuangan adalah salah satu sektor perusahaan yang ikut berperan aktif dalam pasar modal, karena sektor keuangan merupakan penunjang sektor rill dalam perekonomian Indonesia. Sekitar 87,1% dari total aset industri keuangan dikuasai oleh perbankan, jika terjadi krisis pada sektor perbankan maka akan terjadi krisis di sektor keuangan. Subsektor perbankan merupakan perusahaan yang saat ini banyak diminati para investor, karena *return* atas saham yang akan diperoleh menjanjikan [4]. Selain itu, perusahaan perbankan semakin aktif dalam perdagangan saham dilihat dari peningkatan jumlah bank yang tercatat di BEI. Pergerakan saham perbankan yang sudah *go public* diperkirakan dapat mempengaruhi kestabilan sistem keuangan. Hal ini mengingat bahwa dari 139 bank yang ada di Indonesia saat ini, sebanyak 26 bank sudah *go public*. Sekitar 67% aset industri keuangan atau 75,2 % dari aset perbankan telah dikuasai oleh 26 bank yang sudah *go public* tersebut. Hal ini akan mendorong investor untuk semakin selektif dan lebih berhati-hati dalam mengambil keputusan berinvestasi saham di sektor perbankan [5]. Investor harus dapat mengukur tingkat kerugian atau risiko yang akan ditanggung untuk mengurangi terjadinya risiko yang tidak diinginkan.

Pada tugas akhir Sholichah, dibahas mengenai model ARCH-GARCH yang digunakan untuk menganalisis volatilitas saham *bluechips*. Model ARCH-GARCH tersebut kemudian digunakan dalam menghitung nilai Value at Risk (VaR) sehingga diperoleh nilai kerugian minimal saat berinvestasi pada saham tersebut [6]. Sedangkan pada Tugas Akhir Nurhidayah, perhitungan VaR dilakukan dengan menggunakan simulasi monte carlo pada model GARCH-*mean*. Data yang digunakan pada tugas akhir tersebut merupakan data saham Bank Mandiri Tbk. Diperoleh kemungkinan kerugian maksimum saat investasi saham di Bank Mandiri pada periode tertentu. Selain itu, dengan menggunakan simulasi keakuratan hasil perhitungan lebih akurat [7]. Berdasarkan latar belakang tersebut, pada tugas akhir ini dilakukan perhitungan estimasi risiko dengan menggunakan metode ARCH-GARCH pada data saham sektor keuangan. Selain itu digunakan simulasi monte carlo untuk mendapatkan hasil estimasi risiko yang lebih akurat.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut didapatkan rumusan masalah sebagai berikut :

1. Bagaimana model terbaik dari metode ARCH-GARCH pada data saham di sektor keuangan?

2. Berapa estimasi risiko dengan menggunakan model ARCH-GARCH terbaik pada data saham di sektor keuangan?

1.3 Batasan Masalah

Berdasarkan rumusan masalah tersebut, batasan masalah dari Tugas Akhir ini adalah:

1. Data yang digunakan adalah data sekunder harga penutupan saham di sektor keuangan khususnya subsektor perbankan.
2. Data saham perusahaan yang digunakan yaitu Bank Central Asia Tbk (BBCA), dan Bank Negara Indonesia Tbk (BBNI) pada periode 1 Januari 2015 sampai dengan 28 Februari 2017.

1.4 Tujuan

Adapun tujuan Tugas Akhir ini sebagai berikut:

1. Mendapatkan model ARCH-GARCH terbaik dari metode ARCH-GARCH pada data saham di sektor keuangan.
2. Mendapatkan estimasi risiko dengan menggunakan model ARCH-GARCH terbaik.

1.5 Manfaat

Adapun manfaat Tugas Akhir ini adalah memberikan masukan dan membantu investor dalam memilih sasaran investasi yang terbaik dan meminimalisir kerugian dalam berinvestasi.

1.6 Sistematika Penulisan Tugas Akhir

Sistimatika penulisan dalam laporan Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut :

1. BAB I : PENDAHULUAN

   Bab ini menjelaskan latar belakang penyusunan Tugas Akhir, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan, manfaat dan sistimatika penulisan laporan Tugas Akhir.

2. BAB II : DASAR TEORI
   Bab ini menjelaskan tentang teori-teori yang terkait dengan permasalahan dalam tugas akhir ini. Pertama, akan dibahas mengenai *return* saham. Selanjutnya, akan dibahas mengenai bentuk umum model ARIMA, ARCH/GARCH, VaR dan simulasi Monte Carlo.

3. BAB III : METODOLOGI
   Bab ini menjelaskan tentang tahap-tahap yang dilakukan dalam penyusunan Tugas Akhir ini.

4. BAB IV :ANALISIS DAN PEMBAHASAN
   Bab ini menjelaskan tentang pembahasan secara keseluruhan dalam menentukan model ARCH-GARCH untuk mengestimasi risiko pada saham tersebut.

5. BAB V : PENUTUP
   Bab ini menjelaskan tentang kesimpulan yang diperoleh dari pembahasan masalah pada bab sebelumnya serta saran yang diberikan untuk pengembangan penelitian selanjutnya.

BAB II
DASAR TEORI

Pada bab ini dibahas teori-teori yang terkait dengan permasalahan dalam tugas akhir ini. Pertama,dibahas mengenai *return* saham. Kedua, dibahas mengenai bentuk umum model ARIMA, ARCH/GARCH, VaR dan simulasi Monte Carlo.

2.1 Penelitian Terdahulu

Sebelumnya telah dilakukan penelitian menggunakan metode ARCH-GARCH oleh Sholichah untuk menganalisis volatilitas pada saham *bluechips.* Selain itu juga dilakukan perhitungan VaR untuk mengetahui risiko yang diterima ketika melakukan investasi pada saham tersebut. Hasil dari penelitian tersebut yaitu dari beberapa saham yang telah diteliti ada satu saham yang memiliki nilai risiko terkecil [6].

Nurhidayah melakukan penelitian terhadap harga saham Bank Mandiri Tbk. Pada penelitian ini dilakukan anlalisis risiko dengan menggunakan simulasi Monte Carlo. Perhitungan VaR dengan menggunkan simulasi Monte Carlo menghasilkan nilai risiko yang lebih akurat dibandingkan dengan menggunakan perhitungan biasa [7].

Pada tugas akhir ini dilakukan estimasi risiko menggunakan simulasi Monte Carlo setelah diperoleh model ARCH-GARCH terbaik dari metode ARCH-GARCH. Adapun data saham yang digunakan merupakan saham di sektor keuangan khususnya pada sub sektor perbankan.

2.2 Return Saham

Hal mendasar dalam keputusan investasi adalah tingkat keuntungan yang diharapkan (*return*) dan risiko [8]. *Return* adalah tingkat pengembalian yang diperoleh sebagai akibat dari investasi yang dilakukan. Ada beberapa jenis return yang biasa digunakan dalam perhitungan risiko, yaitu *simple net return* (r_t) dan *log return* (R_t),

$$r_t = \frac{P_t - P_{t-1}}{P_{t-1}} = \frac{P_t}{P_{t-1}} - 1 \tag{2.1}$$
$$R_t = ln\left(\frac{P_t}{P_{t-1}}\right) = ln(P_t) - ln(P_{t-1}) \tag{2.2}$$

dengan,

r_t : *simple net return* pada periode *t*,
R_t : *log return* pada periode *t*,
P_t : nilai saham pada periode *t*,
P_{t-1} : nilai saham pada periode *t-1*.

Dari persamaan (2.1) dan (2.2) dapat diperoleh hubungan *log return* dan *simple net return*, yaitu: $R_t = ln(r_t + 1)$.Jika terdapat T observasi, maka ekspetasi *return* yang diharapkan dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$E(R_t) = \bar{R} = \frac{\sum_{t=1}^{T} R_t}{T}$$

2.3 Time Series

Time series adalah pengamatan yang diambil berdasarkan urutan waktu dan antara pengamatan yang berdekatan saling berkorelasi. Syarat yang harus dipenuhi dalam penggunaan *time series* adalah kestasioneran dalam *mean* dan kestasioneran dalam variansi. Suatu deret waktu dikatakan *stasioner* dalam *mean* jika deret berfluktuasi disekitar *mean* (nilai tengah). *Stasioner* dalam variansi jika deret tersebut berfluktuasi dalam variansi yang konstan. Apabila terjadi ketidakstasioneran dalam *mean*, maka untuk menghilangkan ketidakstasionerannya dilakukan *differencing*. Apabila tidak *stasioner* dalam variansi maka dilakukan transformasi. Proses *stasioneritas* dalam mean maupun varians bertujuan agar rata-rata, variansi dan *autokorelasi* dari runtun waktunya konstan terhadap waktu.

2.4 Identifikasi model ARIMA *(Autoregressive Integrated Moving Average)*

Identifikasi terhadap deret waktu dilakukan dengan membuat plot time series dari data deret waktu tersebut. Berdasarkan plot time series dapat diketahui perilaku dari data. Melalui plot ACF (*Autocorrelation Function*) dan PACF (*Partial Autocorrelation Function)* dari data yang stasioner dapat diduga model yang sesuai dengan data tersebut. Untuk menduga model ARIMA dari suatu deret waktu ada beberapa pedoman yang diberikan dan dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Karakteristik ACF dan PACF pada model ARIMA

Model ARIMA (p,d,q)	**Plot ACF**	**Plot PACF**
1,d,0	Turun secara exponensial	Satu PACF signifikan, yang lain cenderung mendekati 0
2,d,0	Turun secara exponensial/seperti gelombang sinus	Dua PACF signifikan, yang lain cenderung mendekati 0
0,d,1	Satu ACF yang signifikan yang lain mendekati 0	Turun secara exponensial
0,d,2	Dua ACF signifikan, yang lain mendekati 0	Turun secara exponensial/seperti gelombang sinus
1,d,1	Turun secara exponensial dari lag 1	Turun secara exponensial dari lag 1

Dasar pemikiran *time series* adalah pengamatan sekarang (Z_t) tergantung pada satu atau beberapa pengamatan sebelumnya

(Z_{t+k}). Model *time series* dibuat karena secara statistik ada korelasi antar deret pengamatan [9]. Model-model time series :

1. *Autoregressive* (AR)
   Secara umum untuk proses AR orde ke-p sebagai berikut:
   ARIMA (p,0,0)
   $$Z_t = \emptyset_1 Z_{t-1} + \emptyset_2 Z_{t-2} + \cdots + \emptyset_p Z_{t-p} + a_t$$

   dengan,
   $\emptyset_1, \emptyset_2, \dots, \emptyset_p$ = parameter AR ke-p,
   a_t = nilai kesalahan pada saat t.

2. *Moving Average* (MA)
   Secara umum untuk proses MA orde ke- q sebagai berikut:
   ARIMA (0,0,q)
   $$Z_t = a_t - \theta_1 a_{t-1} - \theta_2 a_{t-2} - \cdots - \theta_q a_{t-q}$$

   dengan,
   $\theta_1, \theta_2, \dots\dots \theta_q$ = parameter MA ke-q,
   a_t = nilai kesalahan pada saat t,

3. *Autoregressive Moving Average* (ARMA)
   Secara umum model ARMA (p, q) adalah :
   $$Z_t = \emptyset_1 Z_{t-1} + \cdots + \emptyset_p Z_{t-p} + a_t - \theta_1 a_{t-1} - \cdots - \theta_p a_{t-p} \quad (2.3)$$

4. *Autoregressive Integrated Moving Average* (ARIMA)

Proses ARIMA (p,d,q) berarti suatu runtun waktu non stasioner yang setelah diambil selisih dari lag tertentu atau dilakukan differencing menjadi stasioner yang mempunyai model AR derajat p dan MA derajat q. Model ARIMA (p,d,q) dinyatakan dalam rumus sebagai berikut :

$$a_p(B)(1 - B)^d X_t = b_0 + b_q(B)$$

dengan,

$a_p B = 1 - a_1 B - \cdots - a_p B^p$, merupakan operator AR yang stasioner,

$b_q B = 1 - b_1 B - \cdots - b_q B^q$, merupakan operator MA yang stasioner.

2.5 Autocorrelation Function (ACF) dan Partial Autocorrelation Function (PACF)

Fungsi ACF dan fungsi PACF merupakan alat untuk mengidentifikasi model dari suatu data *time series* yang akan diramalkan. ACF merupakan ukuran korelasi antara dua nilai X_t dan X_{t+k}, dengan jarak k bagian. X_t yang stasioner terdapat nilai mean $E(X_t) = \mu$ dan varian $Var\ (X_t) = E(X_t - \mu)^2 = \sigma^2$ adalah konstan. Autokovarian antara $X_t$dan X_{t+k} sebagai berikut :

$$\gamma_k = cov(X_t, X_{t+k}) = E(X_t - \mu)(X_{t+k} - \mu)$$

dan korelasi antara X_t dan X_{t+k}, adalah

$$\rho_k = \frac{cov\ (Z_t, Z_{t+k})}{\sqrt{var\ (Z_t) var (Z_{t+k})}}\ , var\ (Z_t) var\ (Z_{t+k}) > 0$$

atau $\rho_k = \frac{\gamma_k}{\gamma_0}$, dengan $var(X_t) = var(X_{t+k}) = \gamma_0$.

Pada analisis *time series*, γ_k disebut sebagai fungsi autokovarian dan ρ_k disebut sebagai ACF [9]. Koefisien fungsi autokorelasi ρ_k dapat dihitung dengan :

$$r_k = \frac{\sum_{i=1}^{n-k}(Z_t - \bar{Z})(Z_{t+k} - \bar{Z})}{\sum_{i=1}^{n}(Z_t - \bar{Z})^2}, k = 0, 1, 2, \ldots$$

dengan,

r_k = koefisien autokorelasi pada lag ke-k,

Z_t = data pengamatan pada waktu ke-t,

$\bar{Z}$ = data rata-rata pengamatan.

PACF digunakan untuk mengukur tingkat keeratan hubungan antara X_t dan X_{t+k} apabila pengaruh dari time lag $1,2,\ldots,k-1$ dianggap terpisah [10]. Taksiran dari PACF adalah berdasarkan koefisien autokorelasi pada persamaan Yule-Walker untuk time lag *k* yaitu [11]:

$$\rho_1 = \emptyset_{k1} + \emptyset_{k2}\rho_1 + \cdots + \emptyset_{kk}\rho_{k-1}$$

$$\rho_2 = \emptyset_{k1} + \emptyset_{k2} + \cdots + \emptyset_{kk}\rho_{k-2}$$

$$\vdots$$

$$\rho_k = \emptyset_{k1}\rho_{k-1} + \emptyset_{k2}\rho_{1-2} + \cdots + \emptyset_{kk}$$

Sehingga didapatkan pendugaan nilai PACF sebagai berikut :

$$\emptyset_{kk} = \frac{\rho_k - \sum_{j=1}^{k-1} \emptyset_{k-1,j}\, \rho_{k-j}}{1 - \sum_{j=1}^{k-1} \emptyset_{k-1,j}\, \rho_j}, j = 1, \ldots, k$$

dengan,

$\emptyset_{kj} = \emptyset_{k-1,j} - \emptyset_{kk}\emptyset_{k-1,j-k}$ untuk $j = 1,2,\ldots,k-1$.

dimana,

$\emptyset_{kk}$ = koefisien autokorelasi parsial pada lag-*k*,

ρ_k = koefisien autokorelasi pada lag *k* yang diduga dengan r_k,

ρ_j = koefisien autokorelasi pada lag *j* yang diduga dengan r_j,

ρ_{k-j} = koefisien autokorelasi pada lag (*k*-*j*) yang diduga dengan r_{k-j}.

Identifikasi model ARMA dapat secara langsung dilakukan dengan melihat *lag* yang keluar pada plot ACF dan PACF.

2.6 Estimasi Parameter

Untuk pendugaan parameter dalam model *mean* digunakan metode *Least-Square*. Metode *Least-Square* merupakan suatu metode yang dilakukan untuk mencari nilai parameter yang meminimumkan jumlah kuadrat kesalahan (selisih antara nilai aktual dan peramalan).
Seperti pada model AR(1) ini,

$$Z_t - \mu = \emptyset_1(Z_{t-1} - \mu) + a_t$$

Model *Least-Square* untuk AR(1) ditunjukkan dalam persamaan berikut:

$$S(\emptyset, \mu) = \sum_{t=2}^{n} a_t^2 = \sum_{t=2}^{n} [(Z_t - \mu) - \emptyset(Z_{t-1} - \mu)]^2$$

Kemudian $S(\emptyset, \mu)$ diturunkan terhadap μ dan $\emptyset$ dan disama denganken nol.

Turunan $S(\emptyset, \mu)$ terhadap μ menghasilkan

$$\frac{\partial S}{\partial \mu} = \sum_{t=2}^{n} 2[(Z_t - \mu) - \emptyset(Z_{t-1} - \mu)](-1 + \emptyset) = 0$$

dengan demikian diperoleh nilai estimasi parameter μ dari model AR(1) sebagai berikut:

$$\mu = \frac{\sum_{t=2}^{n} Z_t - \emptyset \sum_{t=2}^{n} Z_{t-1}}{(n-1)(1-\emptyset)}$$

Turunan $S(\emptyset, \mu)$ terhadap $\emptyset$ menghasilkan

$$\frac{\partial S}{\partial \emptyset} = -2\sum_{t=2}^{n}[(Z_t - \mu) - \emptyset(Z_{t-1} - \mu)](Z_{t-1} - \mu) = 0$$

didapatkan nilai taksiran sebagai berikut:

$$\emptyset = \frac{\sum_{t=2}^{n}(Z_t - \mu)(Z_{t-1} - \mu)}{\sum_{t=2}^{n}(Z_{t-1} - \mu)^2}$$

2.7 Uji Signifikansi

Setelah dilakukan pengecekan kestasioneran, selanjutnya perlu dilakukan estimasi parameter. Setelah didapatkan nilai estimasi parameter dari persamaan model ARIMA (*p*,*d*,*q*), langkah selanjutnya adalah melakukan pengujian signifikansi parameter dengan menggunakan Uji-t.

Hipotesis:

H_0 :estimasi parameter = 0 (parameter model tidak signifikan)
H_1 :estimasi parameter ≠ 0 (parameter model signifikan)

Statistik uji:

$$t_{hitung} = \frac{estimasi\ parameter}{st.deviasi\ parameter}, \text{ st. deviasi parameter} \neq 0$$

Kriteria pengujian:

Dengan menggunakan $\alpha = 0.05$,jika $|t_{hitung}| > t_{\frac{\alpha}{2},(n-p-1)}$ maka parameter model signifikan.

2.8 Uji Diagnostik Model ARIMA

Uji diagnostik dilakukan setelah uji signifikansi taksiran parameter untuk membuktikan bahwa model tersebut memenuhi kecukupan model. Asumsi yang harus dipenuhi dalam menentukan model yang memenuhi kecukupan yaitu residual bersifat *white noise* dan berdistribusi normal. Suatu residual dianggap bersifat *white noise* yakni apabila tidak terdapat pola dari residual. *White noise* didefinisikan sebagai suatu bentuk variabel acak yang tidak saling berkorelasi dan mengikuti distribusi normal. Pengujian asumsi residual *white noise* dilakukan dengan menggunakan Uji *Ljung-Box*. Sedangkan pengujian asumsi distribusi normal dapat dilakukan dengan menggunakan Uji *Kolmogorov-Smirnov*.

2.8.1 Uji *Ljung-Box*

Hipotesis :

$H_0 : \rho_1 = \rho_2 = \cdots = \rho_k = 0$

H_1 : minimal ada satu $\rho_j \neq 0$, dimana $j = 1,2, \ldots, k$

Statistik Uji *Ljung Box* :

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

dengan,

k : lag maksimum,

n : jumlah pengamatan,

$\hat{\rho}_k$: autokorelasi residual untuk lag ke-*k*.

Kriteria pengujian :

Nilai Q dibandingkan dengan nilai tabel $X^2_{[\alpha, df=K-p-q]}$. Jika nilai Q lebih besar maka H_0 ditolak sehingga model belum sesuai karena residual tidak *White Noise*.

2.8.2 Uji *Kolmogorov-Smirnov*

Hipotesis :

H_0 : $F(x) = F_0(x)$ untuk semua *x* (berdistribusi mormal)

H_1 : $F(x) \neq F_0(x)$ untuk beberapa *x* (tidak berdistribusi normal)

Statistik Uji:

$$D = max\,|S(x) - F_0(x)|$$

dengan,

$F(x)$: fungsi distribusi yang belum diketahui,
$F_0(x) \approx N(\mu, \sigma^2)$: fungsi distribusi yang dihipotesiskan berdistribusi normal,
$S(x)$: fungsi distribusi komulatif dari data sampel.
Kriteria pengujian :

Jika niai $D_{hitung} < D_{\alpha,n}$ maka H_0 diterima maka residual model berdistribusi normal.

2.9 Identfikasi Adanya Proses ARCH

Setelah model ARIMA terbentuk maka perlu dilakukan identifikasi apakah varian dari residual yang dihasilkan model ARIMA mengandung heteroskedastisitas atau homokedastisitas. Heteroskedastisitas merupakan suatu kondisi dimana data memiliki varians residual yang tidak konstan. Adanya masalah heteroskedastisitas juga menjadi indikasi adanya proses ARCH-GARCH.

Pengidentifikasian adanya proses ARCH dilakukan sebelum melakukan analisa model ARCH-GARCH. Uji adanya unsur ARCH pada residual kuadrat melalui ACF dan PACF dapat menggunakan Uji Ljung-Box.

Hipotesis:
H_0 : Tidak terdapat unsur ARCH-GARCH (homokedastisitas)
H_1 : Terdapat unsur ARCH-GARCH (heterokedastisitas)

Statistik Uji:

$$LB = n(n+2)\sum_{k=1}^{m}\frac{\rho_k^2}{n-k}$$

dimana $\hat{\rho}_k$ adalah autokorelasi residual kuadrat lag-k.

Selanjutnya nilai *LB* dibandingkan dengan nilai tabel *Chi-Square* (χ^2). Jika Nilai Statistik $LB > \chi^2_{\alpha,k-p-q}$ maka H_0 ditolak yang artinya ada unsur ARCH-GARCH [12].

2.10 Model ARCH dan GARCH

Data time series dari sektor keuangan memiliki nilai volatilitas yang sangat tinggi. Volatilitas yang tinggi tersebut ditunjukkan oleh suatu keadaan dimana fluktuasinya relatif tinggi dan diikuti dengan fluktuasi yang rendah dan tinggi kembali. ARCH-GARCH merupakan suatu model yang dapat digunakan untuk memodelkan data deret waktu bidang finansial yang sangat tinggi volatilitasnya.

Secara umum bentuk model ARCH (p) adalah

$$\sigma_t^2 = \alpha_0 + \alpha_t\varepsilon_{t-1}^2 + \cdots + \alpha_p\varepsilon_{t-p}^2$$
$$= \alpha_0 + \sum_{i=1}^{p} \alpha_i\varepsilon_{t-i}^2 \quad (2.4)$$

Pada tahun 1986 Bollerslev menyatakan bahwa *conditional variance* hari ini (σ_t^2) tidak hanya dipengaruhi oleh kuadrat residual periode yang lalu (ε_{t-p}^2) tetapi juga dapat dipengaruhi oleh varian residual periode yang lalu (σ_{t-q}^2). Oleh karena itu, dibentuklah suatu model yang dapat mengatasi kekurangan model ARCH yaitu model GARCH.

Secara umum model GARCH (p,q):

$$\sigma_t^2 = \alpha_0 + \alpha_1\varepsilon_{t-1}^2 + \cdots + \alpha_p\varepsilon_{t-p}^2 + \beta_1\sigma_{t-1}^2 + \cdots + \beta_q\sigma_{t-q}^2 \quad (2.5)$$

2.11 Pemilihan Kriteria Terbaik

Dalam analisis time series terdapat banyak data sehingga akan menghasilkan banyak model untuk menggambarkannya. Kadang-kadang pemilihan model terbaik memang mudah namun dilain waktu pemilihan modelnya menjadi lebih sulit. Oleh karena itu dibutuhkan kriteria untuk menentukan model yang terbaik dan akurat. Beberapa kriteria pemilihan model terbaik terdiri dari :

1. AIC (*Akaike's Information Criterion*)
   Suatu kriteria pemilihan model terbaik yang mempertimbangkan banyaknya parameter dalam model. Kriteria AIC dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$AIC(M) = n \ln\left(\frac{SSE}{n}\right) + 2f + n + n \ln(2\pi)$$

   dengan,
   f : banyak parameter dalam model,
   n : banyak pengamatan,
   SSE : *Sum Square Error,*
   ln : natural log.

2. SBC (*Schwartz's Bayesian Criterion*)

$$SBC(M) = n \ln\left(\frac{SSE}{n}\right) + f\ ln\, n + n + n \ln(2\pi)$$

   dengan,
   f : banyak parameter dalam model,
   n : banyak pengamatan,
   SSE : *Sum Square Error,*
   ln : natural log.

2.12 *Value at Risk* (VaR)

Salah satu aspek penting dalam analisis resiko adalah perhitungan VaR. VaR merupakan metode yang cukup baik dan banyak digunakan untuk mengukur resiko. VaR adalah estimasi kerugian maksimum yang mungkin dialami dalam rentang waktu periode tertentu dengan tingkat kepercayaan tertentu (*a given level of confidence*).

VaR memiliki hubungan erat dengan model ARCH dan GARCH, yang sering digunakan jika terjadi ketidakhomogenan varians dari data tingkat pengembalian dan menduga nilai volatilitas yang akan datang. Hal terebut merupakan kelebihan metode ARCH-GARCH dibanding penduga varians biasa [13]. VaR biasanya ditulis dalam bentuk VaR(α) atau VaR(α, T) yang menunjukkan bahwa VaR bergantung pada nilai α dan T. Estimasi Var(α) pada waktu t hari adalah :

$$VaR_{(1-\alpha)}(t) = W_0 R^* \sqrt{t^*} \tag{2.6}$$

dengan $R^*(\alpha - quantile)$ adalah nilai kritis yang merupakan transformasi dari distribusi normal standar $Z^\alpha = \frac{R^*-\mu}{\sigma}$. Apabila data *return* berdistribusi normal $N(\mu, \sigma^2)$, maka persamaan dari R^* memenuhi :

$$R^* = \mu + Z_\alpha \sigma \tag{2.7}$$

dengan :

$W_0 =$ besarnya dana investasi

μ = rata-rata pada data

Z_α = nilai z-tabel

σ = nilai volatilitas atau standar deviasi data.

Maka dengan mensubstitusikan persamaan (2.6) ke dalam persamaan (2.7) estimasi VaR(α) dalam periode t hari adalah:

$$VaR_{1-\alpha}(t) = W_0 \times (\mu + Z_\alpha\, \sigma)\sqrt{t^*} \tag{2.8}$$

Menggunakan tingkat kesalahan $\alpha = 5\%$, sehingga tingkat kepercayaan $(1 - \alpha) = 95\%$ dengan nilai $Z_{\frac{\alpha}{2}} = 1.96$. data yang digunakan merupakan data harga saham harian dengan tipe data *time series* sehingga periode waktu $\sqrt{t^*} = 1$.
Sehingga :

$$VaR_{1-\alpha}(t) = W_0(Z_t + 1.96\sqrt{\sigma_t^2})$$
$$VaR_{1-\alpha}(t) = W_0(Z_t + 1.96\,\sigma_t) \qquad (2.9)$$

2.13 Simulasi Monte Carlo

Penggunaan simulasi Monte Carlo untuk mengestimasi risiko telah diperkenalkan oleh Boyle pada tahun 1977. Dalam menghitung nilai VaR baik pada aset tunggal maupun portofolio, simulasi Monte Carlo mempunyai beberapa jenis algoritma. Namun pada intinya adalah melakukan simulasi dengan membangkitkan bilangan random berdasarkan karakteristik dari data yang akan dibangkitkan, kemudian digunakan dalam perhitungan VaR.

Kelebihan simulasi Monte Carlo dibandingkan dengan metode perhitungan VaR yang lainnya adalah simulasi Monte Carlo memberikan hasil perhitungan yang lebih akurat untuk semua jenis instrumen. Selain itu simulasi Monte Carlo dapat digunakan pada semua jenis asumsi distribusi.

Secara umum, algoritma perhitungan VaR menggunakan simulasi Monte Carlo sebagai berikut :

1. Menentukan nilai parameter dari *log return*. *Log return* diasumsikan mengikuti distribusi normal dengan mean μ dan varian σ^2 .
2. Mensimulasikan nilai *log return* dengan membangkitkan secara random *log return* dengan parameter yang diperoleh dari langkah (1) sebanyak *n* buah sehingga terbentuk distribusi empiris dari *log return* hasil simulasi.

3. Mencari estimasi risiko maksimum pada tingkat kepercayaan $(1-\alpha)$ yaitu sebagai nilai kuantil ke-α dari distribusi empiris *log return* yang diperoleh pada langkah (2), dinotasikan R^*.
4. Menghitung nilai VaR pada tingkat kepercayaan $(1-\alpha)$ dalam periode waktu t hari yaitu
$$VaR_{1-\alpha}(t) = W_0 R^* \sqrt{t}$$
Nilai VaR yang diperoleh merupakan kerugian maksimum yang akan diterima oleh investor.
5. Mengulangi langkah (2) sampai langkah (4) sebanyak *m* sehingga mencerminkan berbagai kemungkinan nilai VaR yaitu VaR_1, VaR_2, ... , VaR_m.
6. Menghitung rata-rata hasil dari langkah (5) untuk menstabilkan nilai karena nilai VaR yang dihasilkan oleh tiap simulasi berbeda.

BAB III
METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini menjelaskan langkah-langkah yang digunakan dalam penyelesaian masalah pada Tugas Akhir. Disamping itu, dijelaskan pula prosedur dan proses pelaksanaan tiap-tiap langkah yang dilakukan dalam menyelesaikan Tugas Akhir.

3.1 Sumber Data

Jenis data pada penelitian tugas akhir ini adalah data sekunder dari www.google.finance.com. Data yang digunakan adalah data penutupan empat saham di subsektor perbankan yaitu Bank Central Asia Tbk (BBCA), dan Bank Negara Indonesia Tbk (BBNI). Periode yang diambil adalah data harian penutupan harga saham mulai 1 Januari 2015 sampai 28 Februari 2017.

3.2 Langkah Penelitian

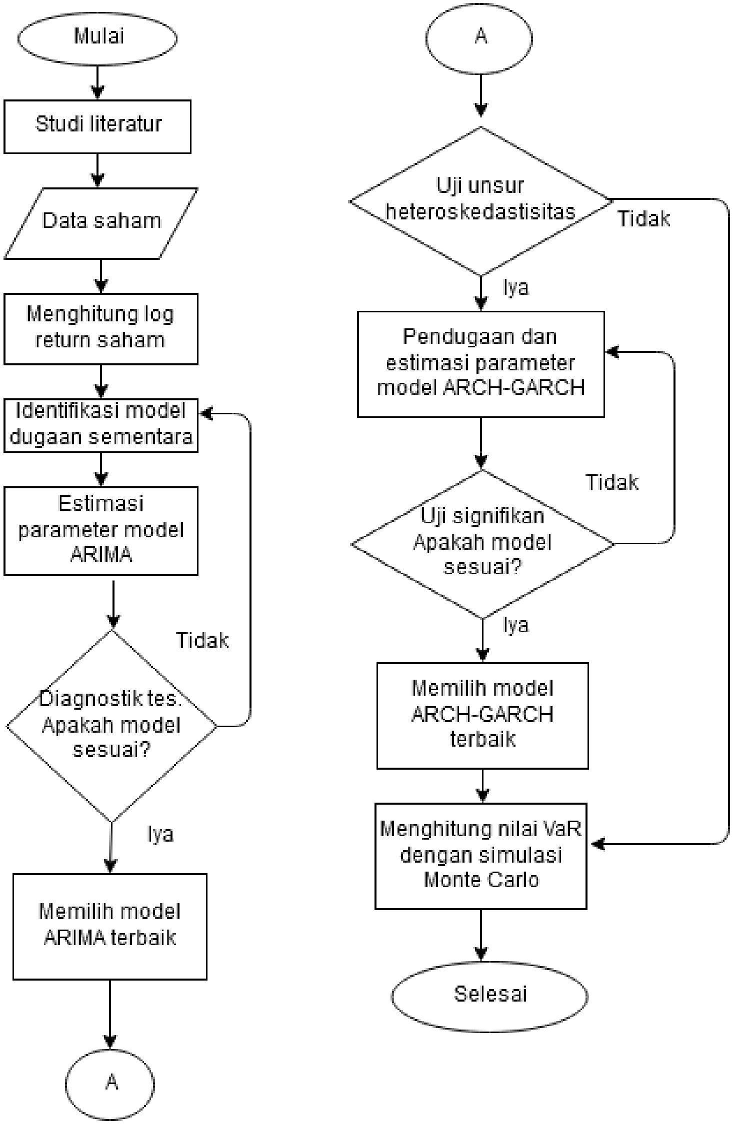
Langkah-langkah yang dilakukan pada penelitian tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Merumuskan masalah penelitian untuk dapat mencapai tujuan penelitian, sehingga masalah-masalah yang telah dirumuskan dapat diselesaikan dengan baik.
2. Melakukan studi literatur untuk membantu pelaksanaan penelitian dan mencari metode yang sesuai dengan kondisi data yang ada.
3. Mengidentifikasikan variabel penelitian tugas akhir sesuai dengan studi literatur yang dilakukan.
4. Mengumpulkan data penutupan saham yaitu Bank Central Asia Tbk (BBCA) dan Bank Negara Indonesia Tbk (BBNI) selama periode 1 Januari 2015 sampai 28 Februari 2017.
5. Menghitung statistik deskriptif *return* masing-masing saham dan membuat *time series plot* pada masing-masing saham.

6. Menguji stasioneritas data terhadap mean maupun stasioneritas terhadap varians, sehingga bisa dilakukan pendugaan model ARIMA.
7. Melakukan uji signifikansi parameter dan uji diagnosa residual pada model ARIMA yang terbentuk. Selanjutnya dipilih model ARIMA terbaik berdasarkan nilai AIC atau SBC terkecil.
8. Menguji residual dari model ARIMA yang terbaik menggunakan uji Lagrange Multiplier apakah terdapat efek heteroskedastisitas sehingga layak dimodelkan dengan ARCH-GARCH.
9. Melakukan pendugaan model ARCH-GARCH dan melakukan uji signifikansi parameter dan uji diagnosa residual pada model ARCH-GARCH yang terbentuk. Selanjutnya dipilih model ARCH-GARCH yang terbaik dari nilai AIC atau SBC yang terkecil.
10. Menghitung *Value at Risk* (VaR) dengan simulasi monte carlo beberapa lamanya waktu investasi yaitu 1 hari pada model ARCH-GARCH saham.

3.3 Diagram Alir Metode Penelitian

Secara umum tahapan-tahapan yang dilakukan dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini ditampilkan dalam diagram alir penelitian pada Gambar 3.1:



Gambar 3.1 Diagram Alur Metodologi Penelitian

BAB IV
ANALISIS DAN PEMBAHASAN

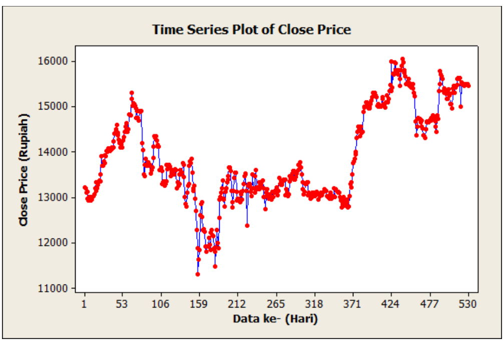
Pada bab ini dilakukan analisis dan pembahasan mengenai langkah-langkah dalam pembentukan model ARIMA dan ARCH-GARCH dari data log *return* saham untuk menghitung estimasi risiko dengan VaR.

4.1. Bank Cental Asia Tbk

Data observasi pada subbab ini adalah harga saham penutupan harian dari Bank Central Asia Tbk (BBCA) pada periode 1 Januari 2015 – 28 Februari 2017. Karakteristik data yang dianalisis merupakan data log *return (Continously Compounded Return)* harga saham penutupan.

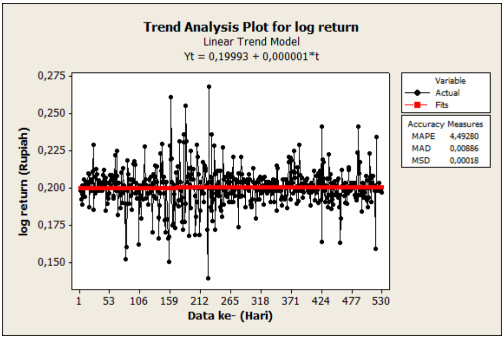
4.1.1. Pemodelan ARIMA

Identifikasi model ARIMA terdiri dari uji kestasioneran dan pendugaan model ARIMA. Langkah awal untuk menentukan model ARIMA adalah plot grafik dari data penutupan saham dan data log *return* perusahaan. Hasilnya dapat dilihat pada Gambar 4.1 dan Gambar 4.2. Agar model yang dihasilkan sesuai, maka data harus memenuhi kondisi stasioner dalam *mean* maupun dalam *varian*.

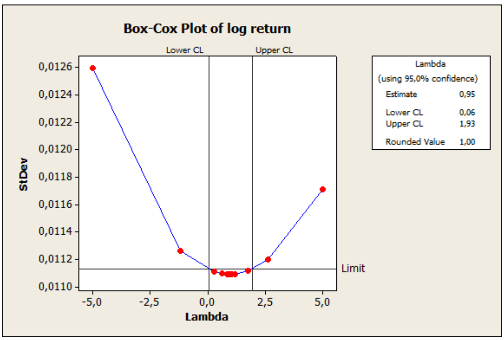


Gambar 4.1. Grafik Harga Saham Penutupan Bank Central Asia Tbk

Dari Gambar 4.2 terlihat bahwa grafik log *return* saham Bank Central Asia Tbk telah stasioner dalam *mean*. Hal ini dibuktikan dengan rata-rata deret pengamatan yang berfluktuasi di sekitar nilai tengah. Pemeriksaan stasioneritas terhadap varians dilakukan dengan Transformasi Box-Cox. Pada Gambar 4.3 diperoleh nilai *rounded value* sama dengan satu, artinya data sudah stasioner dalam *varian*.

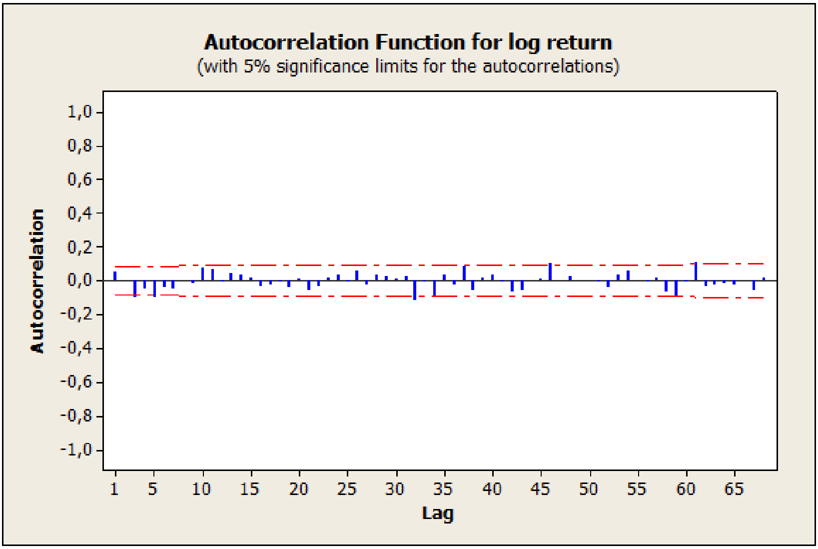


Gambar 4.2. Trend Analisis Log *return* Harga Saham Penutupan Bank Central Asia Tbk



Gambar 4.3. Plot Box-Cox Log *return* Harga Saham Penutupan Bank Central Asia Tbk

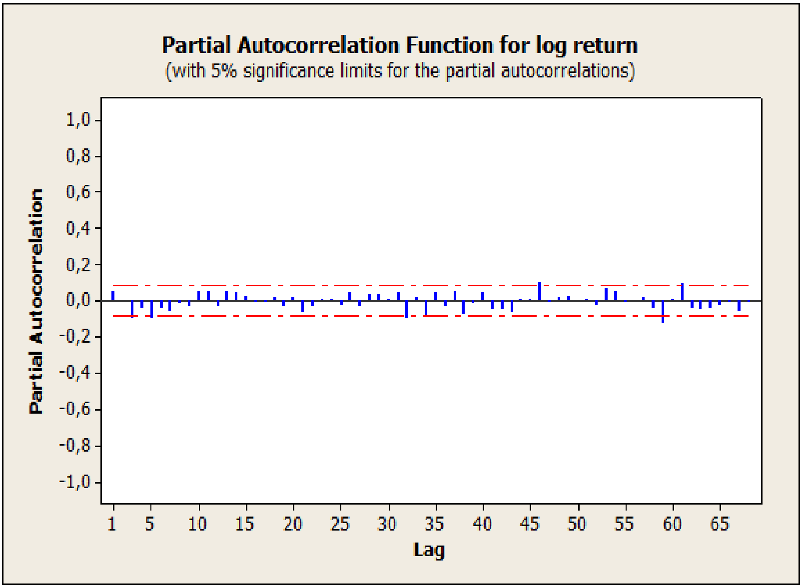
Selanjutnya dilakukan identifikasi model yang bertujuan untuk mendapatkan dugaan model ARIMA yang sesuai untuk data log *return* saham BBCA. Identifikasi ini dilakukan dengan plot *time series* ACF dan PACF pada Gambar 4.4 dan Gambar 4.5.



Gambar 4.4. Plot ACF Data Log *return* Bank Central Asia Tbk

Terlihat pada Gambar 4.4 plot dari ACF terdapat *cuts off* pada lag ke-3, 5 dan 32 serta pada Gambar 4.5 plot dari PACF *cuts off* pada lag ke-3,5 dan 59, maka dugaan model sementara untuk data log *return* saham adalah ARIMA([3,5,32],0,[3,5,59]).

Setelah didapatkan dugaan model sementara, selanjutnya dilakukan estimasi parameter dan uji signifikansi parameter untuk model sementara, hasilnya ditunjukkan pada Tabel 4.1.



Gambar 4.5. Plot PACF Data Log *return*
Bank Central Asia Tbk

Tabel 4.1. Estimasi Parameter Dugaan Model ARMA Saham BBCA

Model	Para meter	Koefisien	SE	t-stat.	P-*value*
Dengan Konstanta (μ)					
ARMA ([3,5,59],[3,5,32])	$\emptyset_3$	0.410358	0.090081	4.555435	0.0000
	$\emptyset_5$	-0.313323	0.093435	-3.353383	0.0000
	$\emptyset_{59}$	-0.077309	0.039715	-1.946607	0.0522
	θ_3	-0.551575	0.078157	-7.057227	0.0000
	θ_5	0.227655	0.080397	2.831657	0.0048
	θ_{32}	-0.188031	0.036749	-5116606	0.0000

Uji signifikan parameter menggunakan uji-t *student*.

1. Menguji parameter AR(3) = $\emptyset_3$

Hipotesis:

H_0: $\emptyset_3$= 0 (parameter model tidak signifikan)

H_1: $\emptyset_3 \neq 0$ (parameter model signifikan)

Statistik Uji:

$$t_{hitung} = \frac{\emptyset_3}{st.dev\,(\emptyset_3)}$$
$$= \frac{0.410358}{0.090081}$$
$$= 4.555435$$
$$t_{tabel} = t_{0,025;526}$$
$$= 1.9726$$

dengan $\alpha = 0.05$, diperoleh hasil bahwa $|t_{hitung}| > t_{0,025;189}$ sehingga H_0 ditolak. Artinya parameter signifikan.

2. Menguji parameter AR(5) = $\emptyset_5$

Hipotesis:
H_0: $\emptyset_5 = 0$ (parameter model tidak signifikan)
H_1: $\emptyset_5 \neq 0$ (parameter model signifikan)

Statistik Uji:

$$t_{hitung} = \frac{\emptyset_5}{st.dev\,(\emptyset_5)}$$
$$= \frac{-0.313323}{0.093435}$$
$$= -3.353383$$
$$t_{tabel} = t_{0,025;526}$$
$$= 1.9726$$

dengan $\alpha = 0.05$, diperoleh bahwa $|t_{hitung}| > t_{0,025;189}$ sehingga H_0 ditolak. Artinya parameter signifikan.

3. Menguji parameter AR(59) = $\emptyset_{59}$

Hipotesis:
H_0: $\emptyset_{59} = 0$ (parameter model tidak signifikan)

H_1: $\emptyset_{59} \neq 0$ (parameter model signifikan)

Statistik Uji:

$$t_{hitung} = \frac{\emptyset_{59}}{st.dev\ (\emptyset_{59})}$$
$$= \frac{-0.077309}{0.039715}$$
$$= -1.946607$$
$$t_{tabel} = t_{0,025;526}$$
$$= 1.9726$$

dengan $\alpha = 0.05$, diperoleh bahwa $|t_{hitung}| < t_{0,025;189}$ sehingga H_0 diterima. Artinya parameter tidak signifikan.

4. Menguji parameter MA(3) = θ_3

Hipotesis:

H_0: $\theta_3 = 0$ (parameter model tidak signifikan)

H_1: $\theta_3 \neq 0$ (parameter model signifikan)

Statistik Uji:

$$t_{hitung} = \frac{\theta_3}{st.dev\ (\theta_3)}$$
$$= \frac{-0.551575}{0.078157}$$
$$= -7.057227$$
$$t_{tabel} = t_{0,025;526}$$
$$= 1.9726$$

dengan $\alpha = 0.05$, karena $|t_{hitung}| > t_{0,025;189}$ maka H_0 ditolak. Artinya parameter signifikan.

5. Menguji parameter MA(5) = θ_5

Hipotesis:

H_0: $\theta_5 = 0$ (parameter model tidak signifikan)

H_1: $\theta_5 \neq 0$ (parameter model signifikan)

Statistik Uji:

$$t_{hitung} = \frac{\theta_5}{st.dev\ (\theta_5)}$$
$$= \frac{0.227655}{0.080397}$$
$$= 2.831657$$
$$t_{tabel} = t_{0,025;526}$$
$$= 1.9726$$

dengan$\alpha = 0.05$, karena $|t_{hitung}| > t_{0,025;530}$ maka H_0 ditolak. Artinya parameter signifikan.

6. Menguji parameter MA(32) = θ_{32}
Hipotesis:
H_0: $\theta_{32} = 0$ (parameter model tidak signifikan)
H_1:$\theta_{32} \neq 0$ (parameter model signifikan)

Statistik Uji:

$$t_{hitung} = \frac{\theta_{32}}{st.dev\ (\theta_{32})}$$
$$= \frac{-0.188031}{0.036749}$$
$$= -5.116606$$
$$t_{tabel} = t_{0,025;526}$$
$$= 1.9726$$

dengan $\alpha = 0.05$, diperoleh bahwa$|t_{hitung}| > t_{0,025;530}$ sehingga H_0 ditolak. Artinya parameter signifikan.

Berdasarkan hasil uji signifikansi parameter, model ARMA([3,5,59],[3,5,32]) menghasilkan dugaan model ARIMA yang tidak signifikan. Selanjutnya dilakukan uji *white noise*.

Pengujian asumsi residual *white noise* dapat dilakukan dengan menggunakan uji Ljung-Box.

Hipotesis:
$H_0 : \rho_1 = \cdots = \rho_5 = 0$
H_1 : minimal ada satu $\rho_j \neq 0$, dengan $j = 1,2,\ldots,5$

Statistik Uji:
Untuk k (lag maksimum) = 8, maka :

$$Q = n(n+2)\sum_{k=1}^{8}\frac{\hat{\rho}_k^2}{n-k}, \hat{\rho}_k\ autokorelasi\ residual\ lag-k$$

$$= 470(470+2)\left(\frac{(0.032)^2}{530-1}+\frac{(-0.013)^2}{530-2}+\frac{(0.009)^2}{530-3}+\frac{(-0.054)^2}{530-4}+\frac{(-0.004)^2}{530-5}+\frac{(0.015)^2}{530-6}+\frac{(-0.046)^2}{530-7}+\frac{(-0.001)^2}{530-8}\right)$$

$$= 470(472)(0.0000140573)$$

$$= 3.118463$$

dengan tabel Distribusi Chi-*square* diperoleh:
$\chi^2{}_{(0,05;8-3-3)} = 5.99$

dengan $\alpha = 0.05$, diperoleh $Q < \chi^2{}_{(0.05;8-3-3)}$ sehingga H_0 diterima artinya residual bersifat *white noise*.

Selanjutnya pengujian asumsi residual berdistribusi normal dilakukan dengan menggunakan uji Kolmogorov-Smirnov.

Hipotesis:
$H_0 : F(x) = F_0(x)$ untuk semua x (berdistribusi normal)
$H_1 : F(x) \neq F_0(x)$untuk beberapa x (tidak berdistribusi normal)
Statistik Uji:
$D = \max |S(x) - F_0(x)|$
$= 0.098297$
$D_{0.05,470} = 0.062732$

dengan $\alpha = 5\%$, diperoleh $D > D_{0.05;470}$ sehingga H_0 ditolak, sehingga residual model tidak berdistribusi normal.

Berdasarkan nilai ACF dan PACF terdapat lebih dari satu model ARMA, sehingga dilakukan *overfitting* untuk mendapatkan model alternatif lainnya, yang kemudian dicari model terbaik diantara model tersebut. Adapun model-model alternatif yang diujikan adalah sebagai berikut:

1. ARMA ([5,59],[3,4,32])
2. ARMA ([3],[0])
3. ARMA ([3],[32])
4. ARMA ([3],[3,32])
5. ARMA ([5],[32])

Pemilihan model terbaik ARMA dilakukan dengan memilih model ARMA yang memenuhi semua asumsi, yaitu parameter signifikan, residual memenuhi asumsi *white noise* dan berdistribusi normal, serta memiliki nilai AIC dan SIC terkecil. Hasil pengujian dapt dilihat pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2. Hasil Overfitting Model ARMA Saham BBCA.

Model	Uji Signifikansi Parameter	Uji Asumsi *White Noise*	Uji Asumsi Berdistribusi Normal	AIC	SIC
ARMA ([5,59],[3,5,32])	Signifikan	*White Noise*	Tidak normal	-5.75717	-5,70416
ARMA ([3],[0])	Signifikan	*White Noise*	Tidak normal	-5.79742	-5.79107
ARMA ([3],[32])	Signifikan	*White Noise*	Tidak normal	-5.80791	-5.78358
ARMA ([3],[3,32])	Signifikan	*White Noise*	Tidak normal	-5.80993	-5.77749
ARMA ([5],[32])	Signifikan	*White Noise*	Tidak normal	-5.80704	-5.78264

Tabel 4.2 terlihat bahwa ada ketidaknormalan dari residual. Hal ini dapat mengindikasikan kondisi heteroskedastisitas yang menunjukkan adanya proses ARCH-GARCH. Setelah ditemukan ketidaknormalan pada residual, langkah selanjutnya dilakukan pengujian kuadrat residual dari data saham BBCA.

Uji kehomogenan dapat dilakukan dengan menggunakan uji Ljung-Box dari kuadrat residual seperti pada pengujian asumsi residual *white noise*. Pengujian ini dilakukan untuk melihat kuadrat residual bersifat homoskedastisitas atau heteroskedastisitas.

Hipotesis:

H_0 : $\rho_1 = \rho_2 = \cdots = \rho_k = 0$ (homokedastisitas)

H_1 : Minimal ada satu ρ_i yang tidak sama dengan nol, $i = 1,2, \dots k$ (heterokedastisitas)

Statistik Uji:

Dengan menggunakan nilai $k = 6$ pada model ARMA ([5],[32]) diperoleh nilai Q sebagai berikut :

$$Q = n(n+2)\sum_{k=1}^{m}\frac{\rho_k^2}{n-k}$$

$$= 524(524+2)\left(\frac{(0.326)^2}{524-1} + \frac{(0.130)^2}{524-2} + \frac{(0.115)^2}{524-3} + \frac{(0.094)^2}{528-4} + \frac{(0.046)^2}{524-5} + \frac{(0.100)^2}{524-6}\right)$$

$$= 524(526)(0.000301)$$

$$= 83.05608$$

$${\chi^2}_{(0,05;4)} = 9.49$$

dengan $\alpha = 0.05$, diperoleh $Q > {\chi^2}_{(0.05;4)}$ sehingga H_0 ditolak artinya terdapat unsur ARCH-GARCH. Dengan metode yang sama untuk lag 12,18,24 disajikan pada Tabel 4.3. dan didapatkan kesimpulan adanya unsur ARCH-GARCH (heterokedastisitas).

Tabel 4.3. Hasil Uji Kehomogenan Model ARMA ([5],[32])

Lag(m)	Q-Stat	$\chi^2_{(0.05;k-p-q)}$	P-*value*
6	0.000301	9.49	0,000
12	92.173	18.31	0,000
18	100.6468	26.30	0,000
24	122.0598	33.92	0,000

Berikut adalah uji kehomogenan untuk residual kuadrat pada beberapa model alternatif lainnya yang ditunjukkan pada Tabel 4.4

Tabel 4.4. Hasil Uji Kehomogenan Lag 6

Model ARMA	Q	$\chi^2_{(0.05;k-p-q)}$	AIC	SIC
([5,59],[3,5,32])	69.99666	3.84	-5.75717	-5,70416
([3],[0])	77.26069	11.07	-5.79742	-5.79107
([3],[32])	81.97861	9.49	-5.80791	-5.78358
([3],[3,32])	78.70175	7.81	-5.80993	-5.77749
([5],[32])	83.05608	9.49	-5.80704	-5.78264

Berdasarkan uji kehomogenan yang terdapat pada Tabel 4.3 terlihat bahwa $Q_{hitung} > X^2_{(0.05;k-p-q)}$, sehingga dapat diartikan bahwa terdapat kondisi heteroskedastisitas yang mengindikasikan adanya proses ARCH-GARCH pada model tersebut.

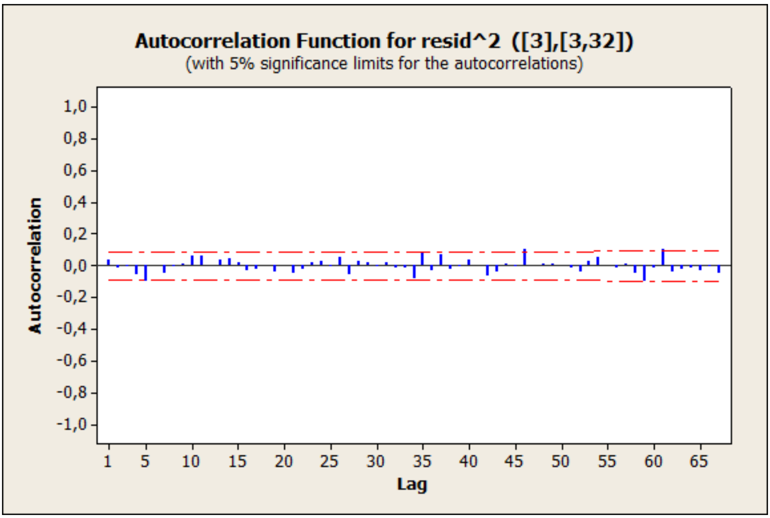
Selanjutnya dilakukan pemilihan model terbaik dengan menggunakan nilai AIC dan SIC terkecil. Berdasarkan Tabel 4.3, diperoleh model ARMA ([3],[3,32]) sebagai model terbaik.

4.1.2. Pemodelan ARCH-GARCH

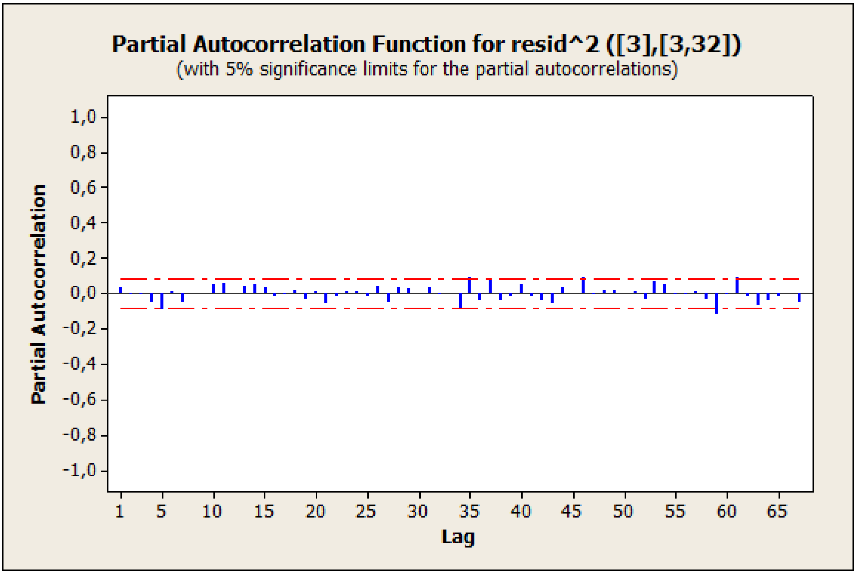
Karena pada model ARIMA masih terdapat unsur heterokedastisitas maka diperlukan model *varian* ARCH-GARCH, untuk menyelesaikan masalah volatilitas di dalam heterokedastisitas.

Untuk menentukan model ARCH-GARCH akan dilakukan plot ACF dan PACF dari residual kuadrat untuk menentukan dugaan model yang sesuai. Berdasarkan Gambar 4.6 menunjukkan hasil bahwa terdapat model ARCH-GARCH pada lag-5, sehingga model sementaranya adalah ARCH (5) yaitu :

$$\sigma_t^2 = \alpha_0 + \alpha_1\varepsilon_{t-1}^2 + \alpha_2\varepsilon_{t-2}^2 + \alpha_3\varepsilon_{t-3}^2 + \alpha_4\varepsilon_{t-4}^2 + \alpha_5\varepsilon_{t-5}^2$$



Gambar 4.6. Plot ACF Residual Kuadrat



Gambar 4.7. Plot PACF Residual Kuadrat

Setelah mendapatkan dugaan model sementara, selanjutnya dilakukan estimasi parameter menggunakan metode *maximum likelihood*, hasilnya ditunjukkan pada Tabel 4.4. Estimasi parameter dilakukan untuk mendapatkan parameter yang signifikan untuk model *varian*.

Tabel 4.5. Estimasi Parameter Dugaan Model ARCH Saham BBCA

Model	Parameter	Koefisien	SE	z-stat.	P-*value*
ARCH(5)	α_0	8.17E-05	6.35E-06	12.87397	0.0000
	α_1	0.246748	0.052576	4.693141	0.0000
	α_2	0.079337	0.034266	2.315325	0.0206
	α_3	0.131503	0.047871	2.747021	0.0060
	α_4	0.084938	0.041873	2.028471	0.0425
	α_5	-0.001898	0.019961	-0.095066	0.9243

Untuk melihat apakah dugaan model sesuai dengan data yang ada, dilakukan uji signifikansi parameter individu, akan ditunjukkan untuk model ARCH(5) dengan uji-t.

1. Uji signifikansi parameter $\hat{\alpha}_0$
   Hipotesis:
   H_0: $\hat{\alpha}_0 = 0$, $\hat{\alpha}_0$ (tidak signifikan atau tidak masuk model)
   H_1: $\hat{\alpha}_0 \neq 0$, $\hat{\alpha}_0$ (parameter model signifikan)

   Statistik Uji:
   $$t_{hitung} = \frac{\hat{\alpha}_0}{sd(\hat{\alpha}_0)}$$
   $$= \frac{0.0000817}{0.00000635}$$
   $$= 12.87397$$
   $$t_{tabel} = t_{0,025;529}$$
   $$= 1.9724$$

   dengan $\alpha = 0.05$, diperoleh $\left|t_{hitung}\right| > t_{0,025;529}$ sehingga H_0 ditolak, artinya parameter signifikan.

2. Uji Signifikansi parameter $\hat{\alpha}_1$
   Hipotesis:
   H_0: $\hat{\alpha}_1 = 0$ (parameter model tidak signifikan)
   H_1: $\hat{\alpha}_1 \neq 0$ (parameter model signifikan)

   Statistik Uji:
   $$t_{hitung} = \frac{\hat{\alpha}_1}{sd(\hat{\alpha}_1)}$$
   $$= \frac{0.246748}{0.052576}$$
   $$= 4.693141$$
   $$t_{tabel} = t_{0,025;529}$$
   $$= 1.9724$$

dengan $\alpha = 0.05$, diperoleh $|t_{hitung}| > t_{0,025;192}$ sehingga H_0 ditolak, artinya parameter signifikan.

3. Uji Signifikansi parameter $\hat{\alpha}_2$
   Hipotesis:
   $H_0: \hat{\alpha}_2 = 0$ (parameter model tidak signifikan)
   $H_1: \hat{\alpha}_2 \neq 0$ (parameter model signifikan)

   Statistik Uji:
   $$t_{hitung} = \frac{\hat{\alpha}_2}{sd(\hat{\alpha}_2)}$$
   $$= \frac{0.079337}{0.034266}$$
   $$= 2.315325$$
   $$t_{tabel} = t_{0,025;529}$$
   $$= 1.9724$$

   dengan $\alpha = 0.05$, diperoleh $|t_{hitung}| > t_{0,025;192}$ sehingga H_0 diterima artinya parameter signifikan.

4. Uji Signifikansi parameter $\hat{\alpha}_3$
   Hipotesis:
   $H_0: \hat{\alpha}_3 = 0$ (parameter model tidak signifikan)
   $H_1: \hat{\alpha}_3 \neq 0$ (parameter model signifikan)

   Statistik Uji:
   $$t_{hitung} = \frac{\hat{\alpha}_3}{sd(\hat{\alpha}_3)}$$
   $$= \frac{0.131503}{0.047871}$$
   $$= 2.747021$$
   $$t_{tabel} = t_{0,025;529}$$
   $$= 1.9724$$

dengan $\alpha = 0.05$, diperoleh $|t_{hitung}| > t_{0,025;192}$ sehingga H_0 ditolak artinya parameter signifikan.

5. Uji Signifikansi parameter $\hat{\alpha}_3$
   Hipotesis:
   H_0: $\hat{\alpha}_3 = 0$ (parameter model tidak signifikan)
   H_1: $\hat{\alpha}_3 \neq 0$ (parameter model signifikan)

   Statistik Uji:
   $$t_{hitung} = \frac{\hat{\alpha}_3}{sd(\hat{\alpha}_3)}$$
   $$= \frac{0.084938}{0.041873}$$
   $$= 2.028471$$
   $$t_{tabel} = t_{0,025;529}$$
   $$= 1.9724$$

   dengan $\alpha = 0.05$, diperoleh $|t_{hitung}| > t_{0,025;192}$ sehingga H_0 ditolak artinya parameter signifikan.

6. Uji Signifikansi parameter $\hat{\alpha}_4$
   Hipotesis:
   H_0: $\hat{\alpha}_4 = 0$ (parameter model tidak signifikan)
   H_1: $\hat{\alpha}_4 \neq 0$ (parameter model signifikan)

   Statistik Uji:
   $$t_{hitung} = \frac{\hat{\alpha}_4}{sd(\hat{\alpha}_4)}$$
   $$= \frac{-0.001898}{0.019961}$$
   $$= -0.095066$$
   $$t_{tabel} = t_{0,025;529}$$
   $$= 1.9724$$

dengan $\alpha = 0.05$, diperoleh $|t_{hitung}| < t_{0,025;192}$ sehingga H_0 diterima artinya parameter tidak signifikan

Selanjutnya dilakukan tahapan *overfitting* dengan menduga model lain berdasarkan plot ACF dan PACF residual kuadrat model ARMA terbaik yang dijelaskan pada Tabel 4.5

Tabel 4.6. Estimasi Parameter Dugaan Model ARCH-GARCH Saham BBCA

Model	Parameter	Koefisien	SE	z-stat.	P-*value*
ARCH(1)	$\hat{\alpha}_0$	0.000113	0.00000576	19.65995	0.0000
	$\hat{\alpha}_1$	0.351759	0.064484	5.454980	0.0000
GARCH (1,1)	$\hat{\alpha}_0$	0.0000292	0.000000705	4.140134	0.0000
	$\hat{\alpha}_1$	0.198865	0.037721	5.271951	0.0000
	$\hat{\beta}_1$	0.629807	0.0667777	9.431470	0.0000
ARCH(5)	$\hat{\alpha}_0$	0.0000817	0.00000635	12.87397	0.0000
	$\hat{\alpha}_1$	0.246748	0.052576	4.693141	0.0000
	$\hat{\alpha}_2$	0.079337	0.034266	2.315325	0.0206
	$\hat{\alpha}_3$	0.131503	0.047871	2.747021	0.0060
	$\hat{\alpha}_4$	0.084938	0.041873	2.028471	0.0425
	$\hat{\alpha}_5$	-0.001898	0.019961	-0.095066	0.9243
GARCH (5,5)	$\hat{\alpha}_0$	0.0000899	0.00000259	3.467265	0.0005
	$\hat{\alpha}_1$	0.216772	0.044356	4.887150	0.0000
	$\hat{\alpha}_2$	0.085091	0.028299	3.006811	0.0026
	$\hat{\alpha}_3$	0.029918	0.013116	2.281054	0.0225
	$\hat{\alpha}_4$	-0.051677	0.028315	-1.825048	0.0680
	$\hat{\alpha}_5$	-0.206697	0.044400	-4.655319	0.0000

Model	Parameter	Koefisien	SE	z-stat.	P-*value*
GARCH (5,5)	$\hat{\beta}_1$	-0.031217	0.095419	-0.327157	0.7435
	$\hat{\beta}_2$	-0.112551	0.116167	-0.968872	0.3326
	$\hat{\beta}_3$	0.401693	0.098251	4.088453	0.0000
	$\hat{\beta}_4$	0.746720	0.116635	6.402194	0.0000
	$\hat{\beta}_5$	-0.126838	0.087892	-1.443111	0.1490

Tahapan *overfitting* dilakukan dengan membandingkan beberapa model yang telah diduga dengan melihat syarat, yaitu parameter yang signifikan serta memiliki nilai AIC dan SIC terkecil. Hasil *overfitting* dapat dilihat pada Tabel 4.6.

Pada Tabel 4.6, terlihat bahwa terdapat model lain yang memenuhi uji signifikansi dan ARCH (1) terpilih sebagai model terbaik karena memenuhi uji signifikansi dan mempunyai nilai AIC dan SIC terkecil.

Tabel 4.7. Hasil *Overfitting* Model ARCH-GARCH Saham BBCA

Model	Hasil Uji Signifikansi	AIC	SIC
ARCH(1)	**Signifikan**	**-5.94046**	**-5.89202**
GARCH(1,1)	Tidak signifikan	-5.97925	-5.92273
ARCH(5)	Tidak Signifikan	-5.96840	-5.88767
GARCH(5,5)	Tidak Signifikan	-6.04018	-5.91907

Sehingga didapatkan model ARCH(1) dengan model *mean* ARMA([3],[3,32]) sebagai berikut:

$$Z_t = 0.200392 + 0.465777\, Z_{t-3} - (-0.517608)a_{t-3} - (-0.139383)a_{t-32} \quad (4.1)$$

$$\sigma_t^2 = 0.000113 + 0.351759\varepsilon_{t-1}^2 \quad (4.2)$$

4.1.3. Perhitungan VaR *(Value at Risk)*

Setelah mendapat model ARMA ([3],[3,32]) sebagai model *mean* dan ARCH (1) sebagai model varians, selanjutnya dilakukan perhitugan VaR.

Dengan VaR dapat diketahui besar kerugian maksimum yang diterima para investor, sehingga bisa dijadikan pertimbangan dalam pengambilan keputusan dalam berinvestasi. Keputusan yang diambil diharapkan dapat membantu investor sehingga terhindar dari kerugian.

Berdasarkan persamaan model *mean* (4.1) dan persamaan varian (4.2), selanjutnya dihitung $\hat{Z}_{531}$ dan $\hat{\sigma}_{531}^2$, sehingga didapatkan :

$$\begin{aligned}
\hat{Z}_{531} &= 0.200392 + 0.465777\, Z_{531-3} - (-0.517608)a_{531-3} - \\
&\quad (-0.139383)a_{531-32} \\
&= 0.200392 + 0.465777(0) - (-0.517608)(-0.000515) - \\
&\quad (-0.139383)(-0.004041) \\
&= 0.199562
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\hat{\sigma}_{531}^2 &= 0.000113 + 0.351759\varepsilon_{531-1}^2 \\
&= 0.000113 + 0.351759(0.000016) \\
&= 0.000119
\end{aligned}$$

$$\hat{\sigma}_{531} = 0.01090871$$

Selanjutnya dihitung nilai VaR dengan menggunakan persamaan (2.9). Jika diasumsikan dana yang dialokasikan untuk investasi sebesar Rp 100.000.000,00 maka nilai resiko yang didapat adalah sebagai berikut :

$$VaR_{1-\alpha}(t) = W_0(Z_t + 1.96\,\sigma_t)$$

$$\begin{aligned}
VaR_{1-\alpha}(t) &= 100000000(0.199562 + 1.96\,(0.01090871\,)) \\
&= 22094307
\end{aligned}$$

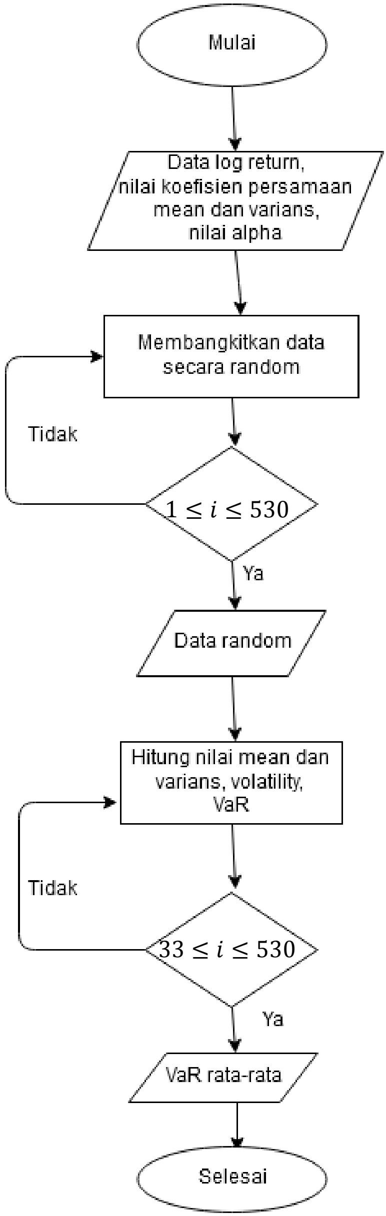
Estimasi risiko pada periode ke-531 dengan tingkat kepercayaan 95%, kemungkinan kerugian maksimum yang dapat ditolerir oleh seorang investor dari dana yang telah diinvestasikan sebesar Rp 100.000.000,00 adalah Rp 22.094.307,00. Artinya 5% peluang terjadinya kerugian yang melebihi Rp 22.094.307,00 pada periode ke-531.

Langkah-langkah perhitungan estimasi risiko dengan menggunakan simulasi Monte Carlo untuk Bank Central Asia Tbk sebagai berikut :

1. Mendapatkan model *mean* dan *varian* dari data log *return* saham Bank Central Asia Tbk
   $$Z_t = 0.200392 + 0.465777\, Z_{t-3} - (-0.517608)a_{t-3} - (-0.139383)a_{t-32}$$
   $$\sigma_t^2 = 0.000113 + 0.351759\varepsilon_{t-1}^2$$
2. Mensimulasikan nilai log *return* dengan membangkitkan secara random log *return* saham Bank Central Asia Tbk sebanyak *n*=530 kali.
   Pada langkah ini digunakan fungsi =randperm(), yang berfungsi untuk membangkitkan bilangan acak bulat positif sebanyak n. Bilangan ini nantinya digunakan untuk mengacak bilangan yang sudah ada.
3. Melakukan perhitungan nilai *mean* dan *varian* berdasarkan hasil dari langkah (2). Nilai *mean* dan *varian* tersebut digunakan untuk menghitung nilai VaR.
   Perhitungan VaR tersebut berdasarkan persamaan (2.9)
   $$VaR_{1-\alpha}(t) = W_0(Z_t + 1.96\, \sigma_t)$$
   Diasumsikan bahwa nilai investasi awal sebesar Rp 100.000.000,00 ,sehingga diperoleh nilai kerugian maksimum yang diterima investor saat menginvestasikan dananya pada saham Bank Central Asia Tbk.

4. Mengulangi langkah (2) sampai langkah (3) sebanyak m sehingga diperoleh berbagai kemungkinan nilai VaR saham Bank Central Asia Tbk.
5. Menghitung rata-rata dari langkah (4) untuk menstabilkan nilai VaR.

Perhitungan estimasi risiko dengan menggunakan simulasi Monte Carlo pada saham Bank Central Asia mengahasilkan rata-rata nilai VaR sebesar Rp 21.181.676,00. Hal ini dapat diartikan dengan tingkat keyakinan 95% bahwa kerugian maksimum yang mungkin akan diterima investor dari dana yang telah diinvestasikan sebesar Rp 100.000.000, adalah Rp 21.181.676,00. dalam jangka waktu 24 jam kedepan.



Gambar 4.8. *Flowchart* simulasi Monte Carlo Bank Central Asia Tbk

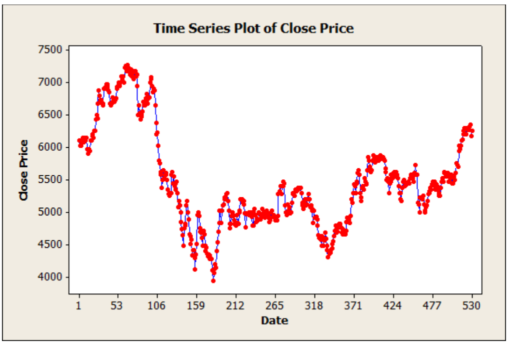
4.2 Bank Negara Indonesia Tbk

Data observasi pada subbab ini adalah harga saham penutupan harian dari Bank Negara Indonesia Tbk (BBNI) pada periode 1 Januari 2015 – 28 Februari 2017. Karakteristik data yang dianalisis merupakan data log *return (Continously Compounded Return)* harga saham penutupan.

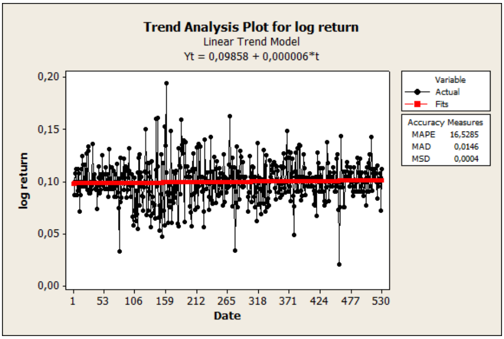
4.2.1. Pemodelan ARIMA

Langkah awal untuk menentukan model ARIMA adalah plot grafik dari data penutupan saham dan data log *return* perusahaan. Hasilnya dapat dilihat pada Gambar 4.8 dan Gambar 4.9.

Agar model yang dihasilkan sesuai, maka data harus memenuhi kondisi stasioner dalam *mean* maupun dalan *varian*.



Gambar 4.9. Grafik Harga Saham Penutupan Bank Negara Indonesia Tbk

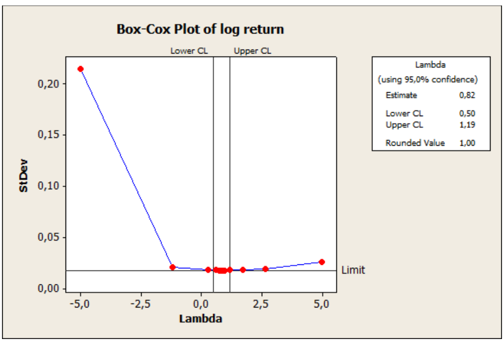


Gambar 4.10. Trend Analisis Log *return* Harga Saham Penutupan Bank Negara Indonesia Tbk

Pada Gambar 4.10 menunjukkan bahwa grafik log *return* saham Bank Negara Indonesia Tbk telah stasioner dalam *mean*. Terlihat dari rata-rata deret pengamatan nilai log *return* yang berfluktuasi di sekitar nilai tengah.

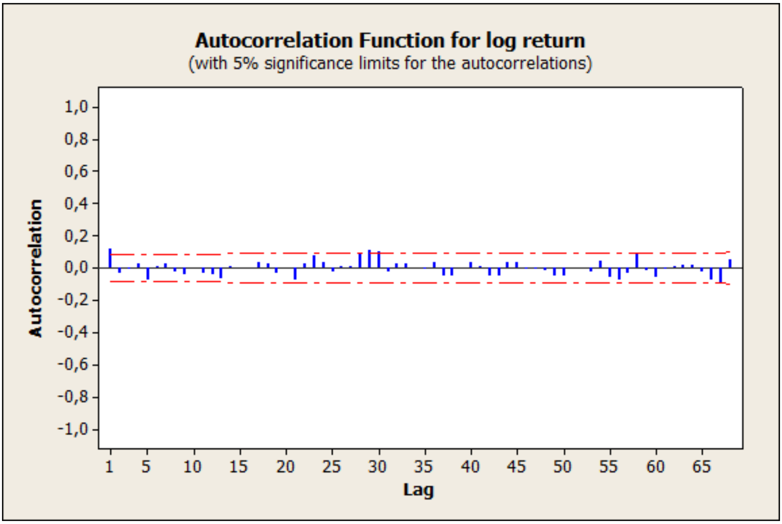
Data log *return* juga telah stasioner dalam *varian* dilihat melalui plot Box-Cox, pada Gambar 4.11. Pada Gambar 4.11 didapatkan nilai *rounded value* sama dengan satu, artinya data sudah stasioner dalam *varian*.

Karena data telah stasioner dalam *mean* dan *varian* maka tahapan berikutnya adalah identifikasi model.



Gambar 4.11. Plot Box-Cox Log *return* Harga Saham Penutupan Bank Negara Indonesia Tbk

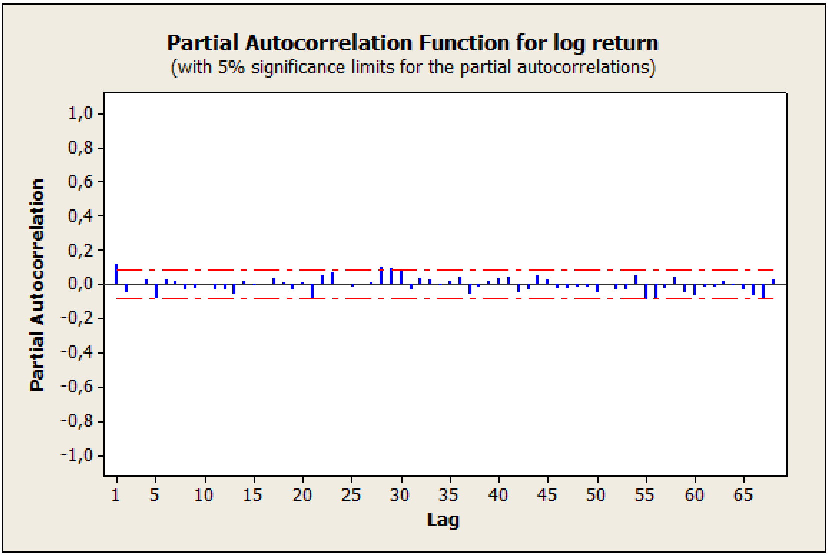
Identifikasi model yang bertujuan untuk mendapatkan model yang sesuai untuk data log *return* saham. Identifikasi ini dilakukan dengan plot *time series* ACF dan PACF. Hasilnya ditunjukkan pada Gambar 4.12 dan Gambar 4.13.



Gambar 4.12. Plot ACF Data Log *return*
Bank Negara Indonesia Tbk

Terlihat pada Gambar 4.12 plot dari ACF terdapat *cuts off* pada lag ke-1,29 dan 30 serta pada Gambar 4.13 plot dari PACF *cuts off* pada lag ke-1, 21 dan 28, maka dugaan model sementara berdasarkan orde terjadi *cuts off* untuk data log *return* saham adalah ARIMA([1,29,30],0,[1,21,28]).

Setelah didapatkan dugaan model sementara, selanjutkan dilakukan estimasi parameter menggunakan metode *Least-Square*, hasilnya ditunjukkan pada Tabel 4.8. Estimasi dilakukan untuk melihat apakah parameter model signifikan atau tidak.



Gambar 4.13. Plot PACF Data Log *return*
Bank Negara Indonesia Tbk

Tabel 4.8. Estimasi Parameter Dugaan Model ARMA Saham BBNI

Model	Para meter	Koefisien	SE	t-stat.	P-*value*
Dengan Konstanta (μ)					
ARMA ([1,29,30],[1,21,28])	$\emptyset_1$	-0.247390	0.232512	-1.063987	0.2879
	$\emptyset_{29}$	0.114463	0.051230	2.444062	0.0149
	$\emptyset_{30}$	0.114463	0.046793	2.446160	0.0148
	θ_1	0.364650	0.223604	1.630785	0.1036
	θ_{21}	-0.065523	0.042527	-1.540713	0.1240
	θ_{28}	0.093750	0.045240	2.072276	0.0388

Untuk melihat apakah model sesuai dengan data yang ada dilakukan pengujian parameter individu, berikut akan ditunjukkan uji parameter untuk model ARMA ([1,29,30],[1,21,28]) dengan menggunakan uji-t.

1. Uji signifikansi parameter $\emptyset_1$
   Hipotesis:
   H_0 : $\emptyset_1$ = 0 (parameter model tidak signifikan)
   H_1 : $\emptyset_1 \neq$ 0 (parameter model signifikan)

   Statistik Uji:
   $$t_{hitung} = \frac{\emptyset_1}{st.(\emptyset_1)}$$
   $$= \frac{-0.247390}{0.232512}$$
   $$= -1.063987$$
   $$t_{tabel} = t_{0,025;526}$$
   $$= 1.960$$

   dengan $\alpha = 0.05$, diperoleh $|t_{hitung}| < t_{0,025;526}$ sehingga H_0 ditolak artinya parameter tidak signifikan.

2. Uji signifikansi parameter $\emptyset_{29}$
   Hipotesis:
   H_0 : $\emptyset_{29}$= 0 (parameter model tidak signifikan)
   H_1 : $\emptyset_{29} \neq$ 0 (parameter model signifikan)

   Statistik Uji:
   $$t_{hitung} = \frac{\emptyset_{29}}{st.(\emptyset_{29})}$$
   $$= \frac{0.125210}{0.051230}$$
   $$= 2.444062$$

   $$t_{tabel} = t_{0,025;526}$$
   $$= 1.960$$

dengan $\alpha = 0.05$, diperoleh $|t_{hitung}| > t_{0,025;526}$ sehingga H_0 ditolak artinya parameter signifikan.

3. Uji signifikansi parameter $\emptyset_{30}$
   Hipotesis:
   H_0 : $\emptyset_{30}$= 0 (parameter model tidak signifikan)
   H_1 : $\emptyset_{30}$≠ 0 (parameter model signifikan)

   Statistik Uji:
   $$t_{hitung} = \frac{\emptyset_{30}}{st.(\emptyset_{30})}$$
   $$= \frac{0.114463}{0.0476793}$$
   $$= 2.446160$$
   $$t_{tabel} = t_{0,025;526}$$
   $$= 1.960$$

   dengan $\alpha = 0.05$, diperoleh $|t_{hitung}| > t_{0,025;526}$ bahwa H_0 ditolak artinya parameter signifikan.

4. Uji signifikansi parameter θ_1
   Hipotesis:
   H_0 : θ_1= 0 (parameter model tidak signifikan)
   H_1 : θ_1≠ 0 (parameter model signifikan)

   Statistik Uji:
   $$t_{hitung} = \frac{\theta_1}{st.(\theta_1)}$$
   $$= \frac{0.364650}{0.223604}$$
   $$= 1.630785$$

   $$t_{tabel} = t_{0,025;526}$$
   $$= 1.960$$

dengan $\alpha = 0.05$, diperoleh $|t_{hitung}| < t_{0,025;526}$ bahwa H_0 ditolak artinya parameter tidak signifikan.

5. Uji signifikansi parameter θ_{21}
   Hipotesis:
   H_0 : θ_{21}= 0 (parameter model tidak signifikan)
   H_1 : θ_{21}≠ 0 (parameter model signifikan)

   Statistik Uji:
   $$t_{hitung} = \frac{\theta_{21}}{st.(\theta_{21})}$$
   $$= \frac{-0.065523}{0.042527}$$
   $$= -1.540713$$
   $$t_{tabel} = t_{0,025;526}$$
   $$= 1.960$$

   dengan $\alpha = 0.05$, diperoleh $|t_{hitung}| < t_{0,025;526}$ bahwa H_0 ditolak artinya parameter tidak signifikan.

6. Uji signifikansi parameter θ_{28}
   Hipotesis:
   H_0 : θ_{28}= 0 (parameter model tidak signifikan)
   H_1 : θ_{28}≠ 0 (parameter model signifikan)

   Statistik Uji:
   $$t_{hitung} = \frac{\theta_{28}}{st.(\theta_{28})}$$
   $$= \frac{0.093750}{0.045240}$$
   $$= 2.072276$$
   $$t_{tabel} = t_{0,025;526}$$
   $$= 1.960$$

dengan $\alpha = 0.05$, diperoleh $|t_{hitung}| > t_{0,025;526}$ bahwa H_0 ditolak artinya parameter signifikan.

Berdasarkan hasil uji signifikansi parameter, model ARMA([1,29,30],0,[1,21,28]) menghasilkan dugaan model ARMA yang tidak signifikan.Selanjutnya dilakukan *overfitting* untuk mendapatkan model alternatif lainnya, yang kemudian dicari model terbaik diantara model tersebut. Adapun model-model alternatif yang diujikan adalah sebagai berikut:

1. ARMA ([1],[21])
2. ARMA ([1],[28])
3. ARIMA ([1,29],0)
4. ARIMA ([1,29],[28])

Pemilihan model terbaik ARMA dilakukan dengan memilih model ARMA yang memenuhi semua asumsi, yaitu parameter signifikan, residual memenuhi asumsi *white noise* dan berdistribusi normal, serta memiliki nilai AIC dan SIC terkecil. Hasil pengujian dapt dilihat pada Tabel 4.9.

Tabel 4.9. Hasil *Overfitting* Model ARMA Saham BBNI

Model ARMA	Uji Signifi-kansi	Uji Asumsi *white noise*	Uji Residual Normal	AIC	SIC
ARMA ([1],[21])	sign.	*white noise*	normal	-5.02052	-4.99626
ARMA ([1],[28])	**sign.**	***white noise***	**normal**	**-5.02110**	**-4.99685**
ARMA ([1,29],0)	sign.	*white noise*	normal	-5.00092	-4.97563
ARMA ([1,29],[28])	sign.	*white noise*	normal	-5.00492	-4.9712

Berdasarkan hasil *overfitting* model ARMA([1],[28]) sesuai untuk data yang ada. Model tersebut telah memenuhi uji signifikansi parameter, asumsi *white noise*, serta residual berdistribusi normal. Pengujian asumsi *white noise* dapat dilakukan dengan menggunakan uji Ljung-Box.

Hipotesis:
$H_0 : \rho_1 = \cdots = \rho_5 = 0$
H_1 : minimal ada satu $\rho_j \neq 0$, dengan $j = 1,2,\ldots,5$

Statistik Uji:

$$Q = n(n+2)\sum_{k=1}^{6}\frac{\hat{\rho}_k^2}{n-k}, \hat{\rho}_k\ autokorelasi\ residual\ lag - k$$

$$= (528+2)\left(\frac{(0.006)^2}{528-1} + \frac{(-0.055)^2}{528-2} + \frac{(-0.001)^2}{528-3} + \frac{(0.032)^2}{528-4} + \frac{(-0.088)^2}{528-5} + \frac{(0.012)^2}{528-6}\right)$$

$$= 528(530)(0.000022858)$$

$$= 6.396614$$

$$\chi^2{}_{(0,05;6-1-1)} = 9,49$$

dengan $\alpha = 0.05$, karena $Q < \chi^2{}_{(0.05;5-0-2)}$ maka H_0 diterima artinya residual bersifat *white noise*.

Untuk pengujian asumsi residual berdistribusi normal menggunakan uji Kolmogorov-Smirnov.

Hipotesis:
H_0: $F(x) = F_0(x)$ untuk semua x (berdistribusi normal)
H_1: $F(x) \neq F_0(x)$ untuk beberapa x (tidak berdistribusi normal)

Statistik uji:
$D = \max|S(x) - F(x)|$

$= 0.057$
$D_{0.05,528} = 0.058$

dengan $\alpha = 5\%$, diperoleh $D < D_{0.05;528}$ sehingga H_0 ditolak, dengan kata lain residual model berdistribusi normal.

Dari Tabel 4.9 terlihat bahwa model ARMA yang memenuhi uji signifikansi parameter, diagnostik, dan memiliki nilai AIC dan SIC terkecil adalah model ARMA([1],[28]), maka model yang terbaik adalah ARMA([1],[28]),

Dengan menggunakan persamaan (2), diperoleh persamaan model dari data log *return* saham sebagai berikut:
$Z_t = 0.100113 + 0.103302\, Z_{t-1} + a_t - 0.101932\, a_{t-28}$

Uji ada tidaknya unsur ARCH pada residual kuadrat dari ACF dan PACF akan dianalisa dengan Uji Statistik Ljung-Box.

Hipotesis:
$H_0 : \rho_1 = \rho_2 = \cdots = \rho_k = 0$ (homokedastisitas)
H_1 : Minimal ada satu ρ_i yang tidak sama dengan nol,
$i = 1,2, \ldots k$ (heterokedastisitas)

Statistik Uji:

$$Q = n(n+2)\sum_{k=1}^{m}\frac{\rho_k^2}{n-k}$$

$$= 528(528+2)\left(\frac{(0.042)^2}{528-1} + \frac{(0.110)^2}{528-2} + \frac{(0.162)^2}{528-3} + \frac{(0.064)^2}{528-4} + \frac{(0.063)^2}{528-5} + \frac{(0.020)^2}{528-6}\right)$$

$$= 528(530)(0.0000925116)$$

$$= 25.8884489$$

$\chi^2{}_{(0,05;4)} = 9.49$

dengan $\alpha = 0.05$, diperoleh $Q > \chi^2{}_{(0.05;4)}$ sehingga H_0 ditolak artinya terdapat unsur ARCH-GARCH. Dengan metode yang sama untuk lag 12,18,24 disajikan pada Tabel 4.10. dan didapatkan kesimpulan adanya unsur ARCH-GARCH (heterokedastisitas).

Tabel 4.10. Hasil Uji ARCH-GARCH dengan Ljung-Box

Lag(m)	Q-Stat	$\chi^2{}_{(0.05;k-p-q)}$	P-*value*
6	25.8884489	9.49	0.000
12	59.6088415	18.31	0.000
18	76.8031264	26.30	0.000
24	87.58375324	33.92	0.000

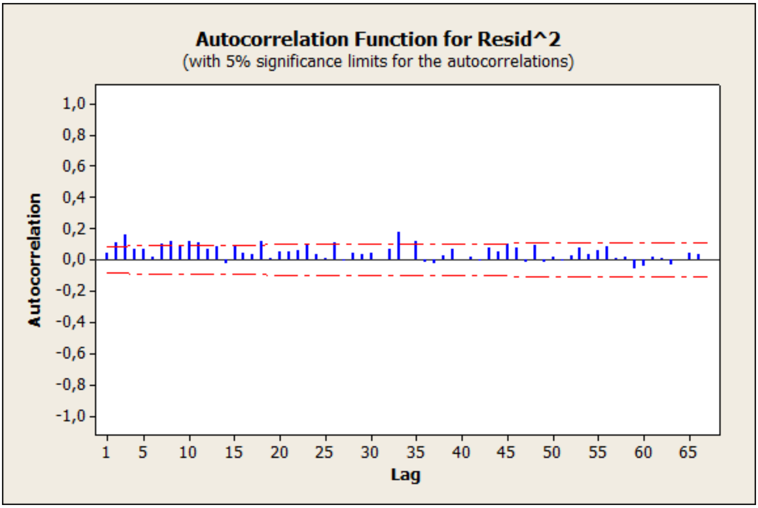
4.2.2. Pemodelan ARCH-GARCH

Untuk menentukan model ARCH-GARCH akan dilakukan plot *correlogram* dari residual kuadrat untuk menentukan dugaan model yang sesuai. Hasil plot grafik seperti pada Gambar 4.20.

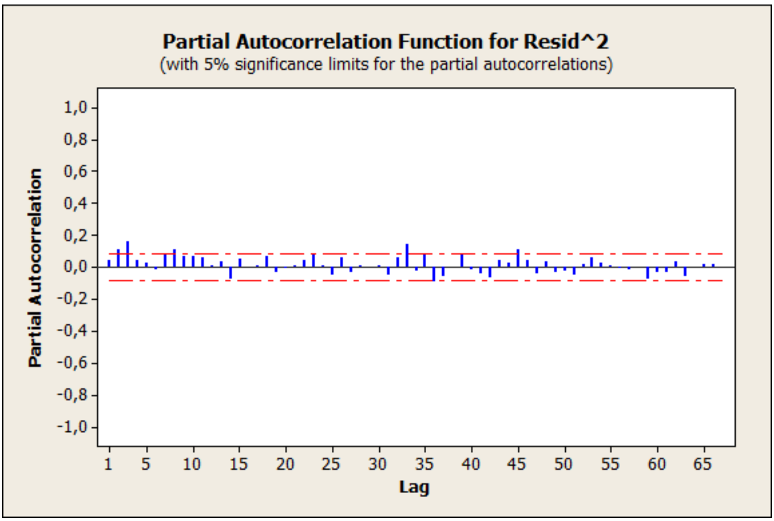
Berdasarkan Gambar 4.14 dan Gambar 4.15 menunjukkan hasil bahwa terdapat model ARCH-GARCH pada lag-3, sehingga model sementaranya adalah ARCH (3) yaitu :

$$\sigma_t^2 = \alpha_0 + \alpha_1\varepsilon_{t-1}^2 + \alpha_2\varepsilon_{t-2}^2 + \alpha_3\varepsilon_{t-3}^2$$

Setelah mendapatkan dugaan model sementara, selanjutnya dilakukan estimasi parameter menggunakan metode *ordinary least square*. Hasil estimasi parameter dengan metode ini ditunjukkan pada Tabel 4.11. Estimasi parameter dilakukan untuk melihat apakah parameter model yang diduga signifikan atau tidak.



Gambar 4.14. Plot ACF Residual Kuadrat



Gambar 4.15. Plot PACF Residual Kuadrat

Tabel 4.11. Estimasi Parameter Model ARCH Sementara Saham BBNI

Model	Parameter	Koefisien	SE	z-stat.	P-*value*
ARCH(3)	α_0	0.000235	2.17E-05	10.80122	0.0000
	α_1	0.153624	0.054154	2.836816	0.0046
	α_2	0.140282	0.049852	2.813950	0.0049
	α_3	0.111070	0.051463	2.158239	0.0309

Untuk melihat apakah dugaan model sesuai dengan data yang ada, dilakukan uji signifikansi parameter secara individu. Pengujian parameter model ARCH (3) akan ditunjukkan dengan uji-t.

1. Uji signifikansi parameter $\hat{\alpha}_0$
   Hipotesis:
   H_0: $\hat{\alpha}_0 = 0$, $\hat{\alpha}_0$ (tidak signifikan atau tidak masuk model)
   H_1: $\hat{\alpha}_0 \neq 0$, $\hat{\alpha}_0$ (parameter model signifikan)

   Statistik Uji:
   $$t_{hitung} = \frac{\hat{\alpha}_0}{sd(\hat{\alpha}_0)}$$
   $$= \frac{0.000235}{0.0000217}$$
   $$t_{hitung} = 10.80122$$
   $$t_{tabel} = t_{0,025;529}$$
   $$= 1.960$$

   dengan $\alpha = 0.05$, diperoleh $|t_{hitung}| > t_{0,025;302}$ sehingga H_0 ditolak artinya parameter signifikan.

2. Uji Signifikansi parameter $\hat{\alpha}_1$
   Hipotesis:
   H_0: $\hat{\alpha}_1 = 0$ (parameter model tidak signifikan)
   H_1: $\hat{\alpha}_1 \neq 0$ (parameter model signifikan)

Statistik Uji:

$$t_{hitung} = \frac{\hat{\alpha}_1}{sd(\hat{\alpha}_1)}$$
$$= \frac{0.153624}{0.054154}$$
$$t_{hitung} = 2.836816$$
$$t_{tabel} = t_{0,025;529}$$
$$= 1.960$$

dengan $\alpha = 0.05$, diperoleh $|t_{hitung}| > t_{0,025;302}$ sehingga H_0 ditolak artinya parameter signifikan.

3. Uji Signifikansi parameter $\hat{\alpha}_2$
   Hipotesis:
   $H_0: \hat{\alpha}_2 = 0$ (parameter model tidak signifikan)
   $H_1: \hat{\alpha}_2 \neq 0$ (parameter model signifikan)

   Statistik Uji:

$$t_{hitung} = \frac{\hat{\alpha}_2}{sd(\hat{\alpha}_2)}$$
$$= \frac{0.140282}{0.049852}$$
$$t_{hitung} = 2.813950$$
$$t_{tabel} = t_{0,025;529}$$
$$= 1.960$$

   dengan $\alpha = 0.05$, diperoleh $|t_{hitung}| > t_{0,025;302}$ sehingga H_0 ditolak artinya parameter signifikan.

4. Uji Signifikansi parameter $\hat{\alpha}_3$
   Hipotesis:
   $H_0: \hat{\alpha}_3 = 0$ (parameter model tidak signifikan)
   $H_1: \hat{\alpha}_3 \neq 0$ (parameter model signifikan)

Statistik Uji:

$$t_{hitung} = \frac{\hat{\alpha}_3}{sd(\hat{\alpha}_3)}$$
$$= \frac{0.111070}{0.051463}$$
$$t_{hitung} = 2.158239$$
$$t_{tabel} = t_{0,025;529}$$
$$= 1.960$$

dengan $\alpha = 0.05$, diperoleh $|t_{hitung}| > t_{0,025;302}$ sehingga H_0 ditolak artinya parameter signifikan.

Terlihat bahwa dari Tabel 4.16 dan uji signifikansi parameter individu didapatkan bahwa model ARCH(3) memenuhi uji tersebut. Namun diperlukan adanya tahapan lain, yaitu *overfitting*. Tahapan *overfitting* dilakukan untuk mendapatkan model lain seperti yang dijelaskan pada Tabel 4.10.

Tabel 4.12. Estimasi Parameter Dugaan Model ARCH-GARCH Saham BBNI

Model	Parameter	Koefisien	SE	z-stat.	P-*value*
ARCH(1)	α_0	0.000322	1.94E-05	16.61594	0.0000
	α_1	0.176002	0.051255	3.433862	0.0006
GARCH (1,1)	α_0	2.79E-05	1.00E-05	2.791575	0.0052
	α_1	0.106630	0.029788	3.579605	0.0003
	β_1	0.822885	0.046049	17.86962	0.0000
ARCH (3)	α_0	0.000235	2.17E-05	10.80122	0.0000
	α_1	0.153624	0.054154	2.836816	0.0046
	α_2	0.140282	0.049852	2.813950	0.0049
	α_3	0.111070	0.051463	2.158239	0.0309
GARCH (3,3)	α_0	7.94E-05	2.91E-05	2.729153	0.0063
	α_1	0.087903	0.027394	3.208892	0.0013
	α_2	0.149641	0.047784	3.131639	0.0017
	α_3	0.082373	0.024821	3.318699	0.0009

Lanjutan Tabel 4.12. Estimasi Parameter Dugaan Model ARCH-GARCH Saham BBNI

Model	Parameter	Koefisien	SE	z-stat	P-*value*
	β_1	-0.977409	0.040262	-24.27649	0.0000
	β_2	0.592071	0.070324	8.419195	0.0000
	β_3	0.862107	0.037949	22.71729	0.0000

Setelah mendapatkan model lain dalam tahapan *overfitting* dilakukan perbandingkan model lain dengan melihat syarat yaitu, parameter yang signifikan serta memiliki nilai AIC dan SIC terkecil. Model *varian* terbaik adalah model yang memenuhi seluruh syarat. Hasil tahapan *overfitting* dapat dilihat pada Tabel 4.13.

Tabel 4.13. Hasil *Overfitting* model ARCH-GARCH Saham BBNI

Model	Hasil Uji Signifikansi	AIC	SIC
ARCH(1)	Tidak Signifikan	-5.027524	-4.987156
GARCH(1,1)	Tidak Signifikan	-5.092868	-5.044426
ARCH(3)	**Signifikan**	**-5.064984**	**-5.008468**
GARCH (3,3)	Tidak Signifikan	-5.109622	-5.028885

Berdasarkan hasil *overfitting* pada Tabel 4.13, model ARCH(3) terpilih sebagai model terbaik karena memenuhi uji signifikansi parameter dan mempunyai nilai AIC dan SIC terkecil.

Sehingga didapatkan model ARCH (3) dengan model *mean* ARMA([1],[28]) sebagai berikut:

$$Z_t = 0.100821 + 0.096655\, Z_{t-1} - 0.075825\, a_{t-28}$$

$$\sigma_t^2 = 0.000235 + 0.153624\, \varepsilon_{t-1}^2 + 0.140282\, \varepsilon_{t-2}^2 + 0.111070\, \varepsilon_{t-3}^2$$

4.2.3. Perhitungan *VaR (Value at Risk)*

Setelah mendapat model ARMA ([1],[28]) sebagai model *mean* dan ARCH (3) sebagai model varians, selanjutnya dilakukan perhitugan VaR.

Dengan VaR dapat diketahui besar kerugian maksimum yang diterima para investor, sehingga bisa dijadikan pertimbangan dalam pengambilan keputusan dalam berinvestasi. Keputusan yang diambil diharapkan dapat membantu investor sehingga terhindar dari kerugian.

Berdasarkan persamaan model *mean* (4.1) dan persamaan varian (4.3), selanjutnya dihitung $\hat{Z}_{531}$ dan $\hat{\sigma}^2_{531}$, sehingga didapatkan :

$$\begin{aligned}\hat{Z}_{531} &= 0.100821 + 0.096655\, Z_{530} - 0.075825\, a_{503} \\ &= 0.100821 + 0.096655\,(0.112073) - 0.075825\,(0.02317) \\ &= 0.109897\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\hat{\sigma}^2_{531} &= 0.000235 + 0.153624\, \varepsilon^2_{530} + 0.140282\, \varepsilon^2_{529} + 0.111070\, \varepsilon^2_{528} \\ &= 0.000235 + 0.153624\,(0.00020) + 0.140282(0.00086) + \\ &\quad 0.111070(0.00001) \\ &= 0.000387\end{aligned}$$

didapatkan nilai variansi ke-531 adalah $\hat{\sigma}^2_{531} = 0.000387$, sehingga nilai volativitasnya adalah

$$\hat{\sigma}_{531} = \sqrt{0.000387} = 0.01967231$$

Selanjutnya dihitung nilai VaR dengan menggunakan persamaan (9). Jika diasumsikan dana yang dialokasikan untuk investasi sebesar Rp 100.000.000,00 maka nilai resiko yang didapat adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned}VaR_{1-\alpha}(t) &= W_0(Z_t + 1.96\, \sigma_t) \\ VaR_{1-\alpha}(t) &= 100000000(0.109897 + 1.96\,(0.01967231)) \\ &= 14845473\end{aligned}$$

Estimasi risiko pada periode ke-531 dengan tingkat kepercayaan 95%, kemungkinan kerugian maksimum yang dapat ditolerir oleh seorang investor dari dana yang telah diinvestasikan sebesar Rp 100.000.000,00 adalah Rp 14.845.473,00. Artinya 5% peluang terjadinya kerugian yang melebihi Rp 14.845.473,00 pada periode ke-531.

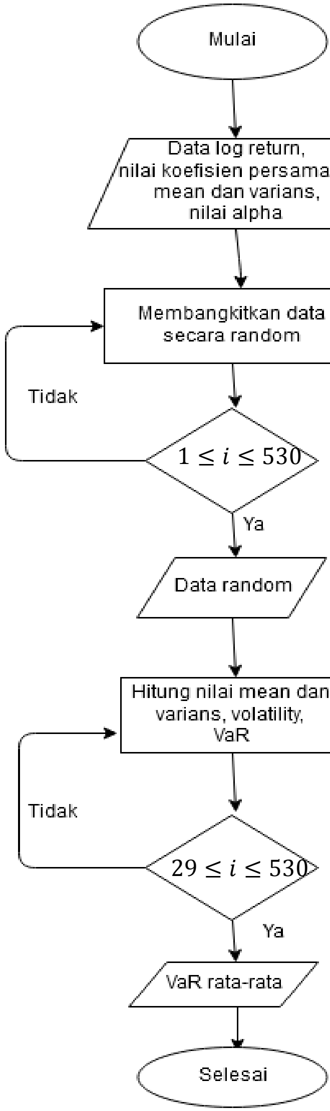
Langkah-langkah perhitungan estimasi risiko dengan menggunakan simulasi Monte Carlo untuk Bank Negara Indonesia Tbk sebagai berikut :

1. Mendapatkan model *mean* dan *varian* dari data log *return* saham Bank Negara Indonesia Tbk
   $$Z_t = 0.100821 + 0.096655\, Z_{t-1} - 0.075825\, a_{t-28}$$
   $$\sigma_t^2 = 0.000235 + 0.153624\, \varepsilon_{t-1}^2 + 0.140282\, \varepsilon_{t-2}^2 + 0.111070\, \varepsilon_{t-3}^2$$

2. Mensimulasikan nilai log *return* dengan membangkitkan secara random log *return* saham Bank Negara Indonesia Tbk sebanyak n=530 kali.
   Pada langkah ini digunakan fungsi =randperm(), yang berfungsi untuk membangkitkan bilangan acak bulat positif sebanyak n. Bilangan ini nantinya digunakan untuk mengacak bilangan yang sudah ada.
3. Melakukan perhitungan nilai *mean* dan *varian* berdasarkan hasil dari langkah (2). Nilai *mean* dan *varian* tersebut digunakan untuk menghitung nilai VaR.
   Perhitungan VaR tersebut berdasarkan persamaan (2.9)
   $$VaR_{1-\alpha}(t) = W_0(Z_t + 1.96\, \sigma_t)$$
   Diasumsikan bahwa nilai investasi awal sebesar Rp 100.000.000,00 ,sehingga diperoleh nilai kerugian maksimum yang diterima investor saat menginvestasikan dananya pada saham Bank Negara Indonesia Tbk.
4. Mengulangi langkah (2) sampai langkah (3) sebanyak m sehingga diperoleh berbagai kemungkinan nilai VaR saham Bank Negara Indonesia Tbk.

5. Menghitung rata-rata dari langkah (4) untuk menstabilkan nilai VaR.

Perhitungan estimasi risiko dengan menggunakan simulasi Monte Carlo pada saham Bank Negara Indonesia Tbk mengahasilkan rata-rata nilai VaR sebesar Rp 13.165.936,00. Hal ini dapat diartikan dengan tingkat keyakinan 95% bahwa kerugian maksimum yang mungkin akan diterima investor dari dana yang telah diinvestasikan sebesar Rp 100.000.000, adalah Rp 13.165.936,00 dalam jangka waktu 24 jam kedepan.



Gambar 4.16. *Flowchart* simulasi Monte Carlo
Bank Negara Indonesia Tbk

BAB V
KESIMPULAN

Berdasarkan dari hasil analisa data log *return* pada harga saham dari Bank Central Asia Tbk. dan Bank Negara Indonesia Tbk. dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Pada saham Bank Central Asia Tbk didaptkan model *mean* yang memenuhi adalah ARIMA ([3],[3,32]) dan model *varian* yang memenuhi ARCH(1), bentuk modelnya adalah :
   $$Z_t = 0.200392 + 0.465777Z_{t-3} - (-0.517608)e_{t-3} - (-0.139383)e_{t-32}$$
   $$\sigma_t^2 = 0{,}000113 + 0.351759\ \varepsilon_{t-1}^2$$

   Pada saham Bank Negara Indonesia Tbk didaptkan model *mean* yang memenuhi adalah ARIMA ([1],[28]) dan model *varian* yang memenuhi ARCH(3), bentuk modelnya adalah :
   $$Z_t = 0.100821 + 0.096655Z_{t-1} - (0.075825)a_{t-28}$$
   $$\sigma_t^2 = 0.000235 + 0.153624\,\varepsilon_{t-1}^2 + 0.140282\ \ \varepsilon_{t-2}^2 + 0.111070\ \ \varepsilon_{t-3}^2$$

2. Estimasi resiko dengan menggunakan metode ARCH-GARCH yang didapatkan jika menginvestasikan dana sebesar Rp. 100.000.000 dengan $\alpha = 5\%$, untuk Bank Central Asia adalah Rp 21.181.676,00 ini berarti kemungkinan kerugian maksimum yang diterima investor dari dana yang diinvestasikan sebesar Rp 21.181.676,00 dalam 24 jam kedepan, sedangkan untuk kerugian maksimum saat investasi di Bank Negara Indonesia Tbk dari dana yang diinvestasikan sebesar Rp 100.000.000,00 adalah Rp 13.165.936,00

DAFTAR PUSTAKA

[1] Nastiti, W. (2016). **"Estimasi Risiko Investasi Saham Perusahaan Sektor Telekomunikasi di Bursa Efek Indonesia Menggunakan Metode Conditional Value at Risk dan Value at Risk Dengan Pendekatan ARMA-GARCH dan Extreme Value Theory"**. Tugas Akhir S1: Jurusan Statistika, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.

[2] Samsul. (2006). **"Pasar Modal dan Manajemen Portofolio"**. Erlangga, Jakarta.

[3] Situngkir, Hokky. *"Value at Risk yang Memperhatikan Sifat Statistika Distribusi Return"*. Bandung Fe Institute.

[4] Liyandani, N. W., dan Dewi, S. (2016). *"Dampak Struktur Modal dan Inflasi Terhadap Profitabilitas dan Return Saham Perusahaan Keuangan Sektor Perbankan"*. Universitas Udayana, Bali.

[5] Indiani, N. P., dan Dewi, S. (2016). *"Pengaruh Variabel Tingkat Kesehatan Bank Terhadap Harga Saham Perbankan di Bursa Efek Indonesia"*. Universitas Udayana, Bali.

[6] Sholichah, I. (2014). **"Analisis Volatilitas dan Value at Risk Pada Saham Bluechips"**. Tugas Akhir S1: Jurusan Statistik, FMIPA, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.

[7] Nurhidayah, A. R., (2016). **"Simulasi Monte Carlo Untuk Perhitungan Value at Risk Pada Model GARCH-mean"**. Tugas Akhir S1: Jurusan Matematika,Universitas Islam

Negeri Maulana Malik Ibrahim, Malang.

[8] Tandelilin, E. (2001). **“Analisis Investasi dan Managemen Portofolio”**. Yogyakarta: BPFE.

[9] Wei, W.W.S. (2006). **“Time Series Analysis Univariate and Multivariate Methods. Second Edition”.** Pearson Education,inc.

[10] Makridakis, S., Mc Gee, E., dan Wheel, W.S. (1999). **“Metode dan Aplikasi Peramalan. Jilid I”**. Terjemahan Hari Suminto. Jakarta : Binarupa Aksara

[11] Cryer, J.D., (1986). **”Time Series Analysis”**. Boston : PWS-Kent Publishing Company.

[12] Sumaryanto. 2009. ”*Analisis volatilitas harga eceran beberapa komoditas pangan utama dengan ARCH-GARCH”*. Jurnal Agro Ekonomi Bogor.

[13] Tsay, R.S. (2002). **“Analysis of Financial Time Series”**. New Jersey : John Wiley & Sons.

LAMPIRAN A

Data Harga Saham *Close* dan Nilai *Log return* di Saham Bank Central Asia Tbk.

Tanggal	Close	Log-Rt
02/01/2015	13255	-
05/01/2015	13200	0,1981078
06/01/2015	13100	0,1923954
07/01/2015	13125	0,2019065
08/01/2015	12975	0,1885056
09/01/2015	12925	0,1961389
12/01/2015	13000	0,2057859
13/01/2015	13000	0,2
14/01/2015	12950	0,1942140
15/01/2015	12950	0,2019323
16/01/2015	12950	0,2
⋮	⋮	⋮
⋮	⋮	⋮
⋮	⋮	⋮
14/02/2017	15500	-0,0016116
16/02/2017	15500	0
17/02/2017	15475	-0,0016168
20/02/2017	15450	0,0032310
21/02/2017	15500	0,0032310
22/02/2017	15500	0
23/02/2017	15500	0
24/02/2017	15500	0
27/02/2017	15500	0
28/02/2017	15450	-0,0032310

LAMPIRAN A LANJUTAN

Data Harga Saham *Close* dan Nilai *Log return* di Saham Bank Negara Indonesia Tbk.

Tanggal	Close	Log-Rt
02/01/2016	6100	-
05/01/2016	6025	-0,0123712
06/01/2016	6025	0
07/01/2016	6075	0,0082645
08/01/2016	6075	0
09/01/2016	6150	0,0122700
12/01/2016	6075	-0,0122700
13/01/2016	6150	0,0122700
14/01/2016	6100	-0,0081633
15/01/2016	6150	0,0081633
16/01/2016	5975	-0,0288679
⋮	⋮	⋮
⋮	⋮	⋮
⋮	⋮	⋮
14/02/2017	11425	-0,0021858
16/02/2017	11200	-0,0198902
17/02/2017	11075	-0,0112235
20/02/2017	11275	0,0178975
21/02/2017	11150	-0,0111484
22/02/2017	11300	0,0133632
23/02/2017	11150	-0,0133632
24/02/2017	11100	-0,0044944
27/02/2017	11175	0,0067340
28/02/2017	11300	0,0111235

LAMPIRAN B
Output Model ARMA

Bank Central Asia Tbk

1. ARMA ([5,59],[3,5,32])

Dependent Variable: LOG_RETURN_0_2
Method: ARMA Conditional Least Squares (Gauss-Newton / Marquardt steps)
Date: 06/07/17 Time: 07:57
Sample (adjusted): 3/30/2015 2/28/2017
Included observations: 470 after adjustments
Failure to improve likelihood (non-zero gradients) after 8 iterations
Coefficient covariance computed using outer product of gradients
MA Backcast: 2/11/2015 3/27/2015

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.200186	0.000425	471.3370	0.0000
AR(5)	-0.396591	0.144889	-2.737206	0.0064
AR(59)	-0.089307	0.043695	-2.043845	0.0415
MA(3)	-0.109156	0.043077	-2.533955	0.0116
MA(5)	0.301798	0.145990	2.067259	0.0393
MA(32)	-0.192131	0.044316	-4.335454	0.0000

R-squared	0.061984	Mean dependent var	0.200142
Adjusted R-squared	0.051876	S.D. dependent var	0.013881
S.E. of regression	0.013516	Akaike info criterion	-5.757177
Sum squared resid	0.084767	Schwarz criterion	-5.704163
Log likelihood	1358.936	Hannan-Quinn criter.	-5.736320
F-statistic	6.132228	Durbin-Watson stat	1.909786
Prob(F-statistic)	0.000016		

LAMPIRAN B LANJUTAN

Output Model ARMA

2. ARMA ([3],[3,32])

Dependent Variable: LOG_RETURN_0_2
Method: ARMA Conditional Least Squares (Gauss-Newton / Marquardt steps)
Date: 06/07/17 Time: 08:07
Sample (adjusted): 1/08/2015 2/28/2017
Included observations: 526 after adjustments
Failure to improve likelihood (non-zero gradients) after 36 iterations
Coefficient covariance computed using outer product of gradients
MA Backcast: 11/25/2014 1/07/2015

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.200275	0.000332	602.9920	0.0000
AR(3)	0.513985	0.149332	3.441896	0.0006
MA(3)	-0.616391	0.134397	-4.586334	0.0000
MA(32)	-0.115608	0.038322	-3.016703	0.0027

R-squared	0.029293	Mean dependent var	0.200310
Adjusted R-squared	0.023715	S.D. dependent var	0.013357
S.E. of regression	0.013198	Akaike info criterion	-5.809934
Sum squared resid	0.090925	Schwarz criterion	-5.777498
Log likelihood	1532.013	Hannan-Quinn criter.	-5.797234
F-statistic	5.250876	Durbin-Watson stat	1.924043
Prob(F-statistic)	0.001412		

LAMPIRAN B LANJUTAN
Output Model ARMA

Bank Negara Indonesia Tbk

1. ARMA ([1],[28])

Dependent Variable: LOG_0_1
Method: ARMA Conditional Least Squares (Gauss-Newton / Marquardt steps)
Date: 06/07/17 Time: 08:14
Sample (adjusted): 1/06/2015 2/28/2017
Included observations: 528 after adjustments
Failure to improve likelihood (non-zero gradients) after 5 iterations
Coefficient covariance computed using outer product of gradients
MA Backcast: 11/27/2014 1/05/2015

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.100113	0.001043	95.95673	0.0000
AR(1)	0.103302	0.043407	2.379829	0.0177
MA(28)	0.101932	0.044097	2.311537	0.0212

R-squared	0.020796	Mean dependent var	0.100069
Adjusted R-squared	0.017066	S.D. dependent var	0.019767
S.E. of regression	0.019598	Akaike info criterion	-5.021106
Sum squared resid	0.201644	Schwarz criterion	-4.996850
Log likelihood	1328.572	Hannan-Quinn criter.	-5.011610
F-statistic	5.574866	Durbin-Watson stat	1.987265
Prob(F-statistic)	0.004020		

LAMPIRAN B LANJUTAN

Output Model ARMA

2. ARMA ([1],[21])

Dependent Variable: LOG_0_1
Method: ARMA Conditional Least Squares (Gauss-Newton / Marquardt steps)
Date: 06/07/17 Time: 08:16
Sample (adjusted): 1/06/2015 2/28/2017
Included observations: 528 after adjustments
Failure to improve likelihood (non-zero gradients) after 5 iterations
Coefficient covariance computed using outer product of gradients
MA Backcast: 12/08/2014 1/05/2015

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.100046	0.000881	113.6008	0.0000
AR(1)	0.118083	0.043356	2.723562	0.0067
MA(21)	-0.093566	0.043903	-2.131183	0.0335

R-squared	0.020222	Mean dependent var	0.100069
Adjusted R-squared	0.016490	S.D. dependent var	0.019767
S.E. of regression	0.019604	Akaike info criterion	-5.020521
Sum squared resid	0.201762	Schwarz criterion	-4.996265
Log likelihood	1328.417	Hannan-Quinn criter.	-5.011025
F-statistic	5.417939	Durbin-Watson stat	1.987470
Prob(F-statistic)	0.004688		

LAMPIRAN C

Uji Asumsi Residual *White Noise*

Bank Central Asia Tbk

1. ARMA ([5,59],[3,5,32])

Date: 06/07/17 Time: 08:46
Sample: 1/02/2015 2/28/2017
Included observations: 470
Q-statistic probabilities adjusted for 5 ARMA terms

Autocorrelation	Partial Correlation		AC	PAC	Q-Stat	Prob
		1	0.045	0.045	0.9497	
		2	-0.013	-0.015	1.0256	
		3	-0.005	-0.004	1.0382	
		4	-0.051	-0.051	2.2978	
		5	-0.001	0.004	2.2979	
		6	-0.040	-0.042	3.0783	0.079
		7	-0.056	-0.053	4.5665	0.102
		8	-0.042	-0.042	5.4188	0.144
		9	-0.044	-0.043	6.3654	0.173
		10	0.030	0.028	6.8007	0.236
		11	0.039	0.029	7.5303	0.275
		12	-0.026	-0.034	7.8496	0.346
		13	0.064	0.060	9.8431	0.276
		14	0.057	0.049	11.425	0.248
		15	0.043	0.037	12.322	0.264
		16	-0.008	-0.016	12.354	0.338
		17	-0.015	-0.003	12.460	0.409
		18	-0.004	0.003	12.470	0.490
		19	-0.028	-0.018	12.848	0.539
		20	-0.029	-0.020	13.268	0.582

LAMPIRAN C LANJUTAN

Uji Asumsi Residual *White Noise*

2. ARMA ([3],[3,32])

Date: 06/07/17 Time: 09:12
Sample: 1/02/2015 2/28/2017
Included observations: 526
Q-statistic probabilities adjusted for 3 ARMA terms

Autocorrelation	Partial Correlation		AC	PAC	Q-Stat	Prob
		1	0.038	0.038	0.7469	
		2	-0.010	-0.011	0.7991	
		3	-0.005	-0.005	0.8145	
		4	-0.050	-0.050	2.1692	0.141
		5	-0.095	-0.092	6.9725	0.031
		6	0.003	0.008	6.9764	0.073
		7	-0.048	-0.051	8.1998	0.085
		8	-0.001	-0.000	8.2000	0.146
		9	0.012	0.002	8.2776	0.218
		10	0.062	0.054	10.357	0.169
		11	0.061	0.054	12.351	0.136
		12	0.008	-0.003	12.386	0.192
		13	0.036	0.040	13.076	0.219
		14	0.044	0.048	14.140	0.225
		15	0.020	0.035	14.349	0.279
		16	-0.031	-0.021	14.871	0.316
		17	-0.022	-0.011	15.134	0.369
		18	0.000	0.018	15.134	0.442
		19	-0.039	-0.032	15.965	0.455
		20	0.007	0.009	15.989	0.525

LAMPIRAN C LANJUTAN

Uji Asumsi Residual *White Noise*

Bank Negara Indonesia Tbk

1. ARMA ([1],[21])

Date: 06/07/17 Time: 10:08
Sample: 1/02/2015 2/28/2017
Included observations: 528
Q-statistic probabilities adjusted for 2 ARMA terms

Autocorrelation	Partial Correlation		AC	PAC	Q-Stat	Prob
		1	0.005	0.005	0.0159	
		2	-0.045	-0.045	1.0861	
		3	-0.003	-0.002	1.0908	0.296
		4	0.041	0.039	1.9784	0.372
		5	-0.080	-0.081	5.3891	0.145
		6	0.014	0.019	5.4905	0.241
		7	0.035	0.028	6.1453	0.292
		8	-0.020	-0.021	6.3523	0.385
		9	-0.036	-0.026	7.0333	0.425
		10	0.001	-0.008	7.0336	0.533
		11	-0.024	-0.027	7.3513	0.601
		12	-0.034	-0.028	7.9826	0.631
		13	-0.066	-0.070	10.331	0.501
		14	0.023	0.016	10.614	0.562
		15	0.003	-0.000	10.618	0.643
		16	-0.017	-0.017	10.777	0.703
		17	0.031	0.033	11.316	0.730
		18	0.021	0.009	11.567	0.773
		19	-0.035	-0.028	12.255	0.784
		20	0.017	0.022	12.408	0.825

LAMPIRAN C LANJUTAN

Uji Asumsi Residual *White Noise*

2. ARMA ([1],[28])

Date: 06/07/17 Time: 10:11
Sample: 1/02/2015 2/28/2017
Included observations: 526
Q-statistic probabilities adjusted for 1 ARMA term

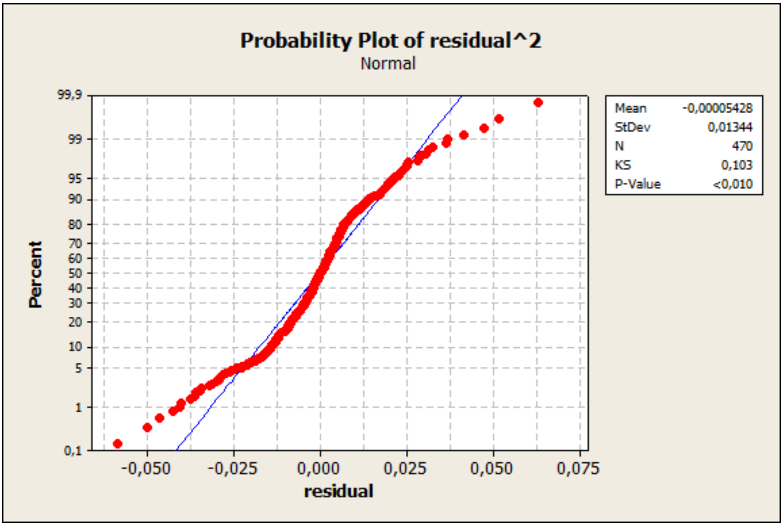
Autocorrelation	Partial Correlation		AC	PAC	Q-Stat	Prob
		1	0.114	0.114	6.8655	
		2	-0.034	-0.048	7.4868	0.006
		3	0.001	0.010	7.4870	0.024
		4	0.030	0.027	7.9647	0.047
		5	-0.072	-0.080	10.753	0.029
		6	0.008	0.029	10.784	0.056
		7	0.025	0.014	11.108	0.085
		8	-0.024	-0.029	11.415	0.122
		9	-0.042	-0.030	12.370	0.135
		10	-0.002	-0.003	12.373	0.193
		11	-0.031	-0.033	12.887	0.230
		12	-0.045	-0.033	13.970	0.235
		13	-0.065	-0.061	16.225	0.181
		14	0.013	0.020	16.316	0.232
		15	-0.001	-0.007	16.317	0.294
		16	-0.002	-0.002	16.320	0.361
		17	0.033	0.032	16.911	0.391
		18	0.021	0.004	17.152	0.444
		19	-0.032	-0.029	17.717	0.474
		20	0.003	0.009	17.721	0.541

LAMPIRAN D

Uji Asumsi Residual Berdistribusi Normal

Bank Central Asia Tbk

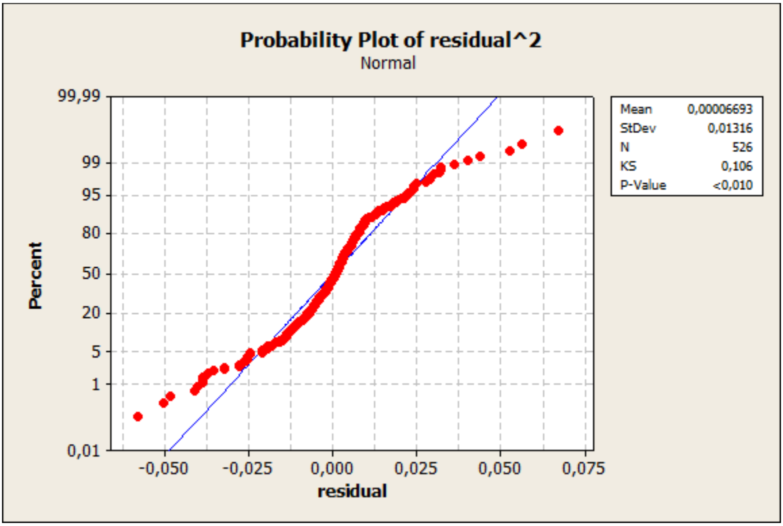
1. ARMA ([5,59],[3,5,32])



LAMPIRAN D LANJUTAN

Uji Asumsi Residual Berdistribusi Normal

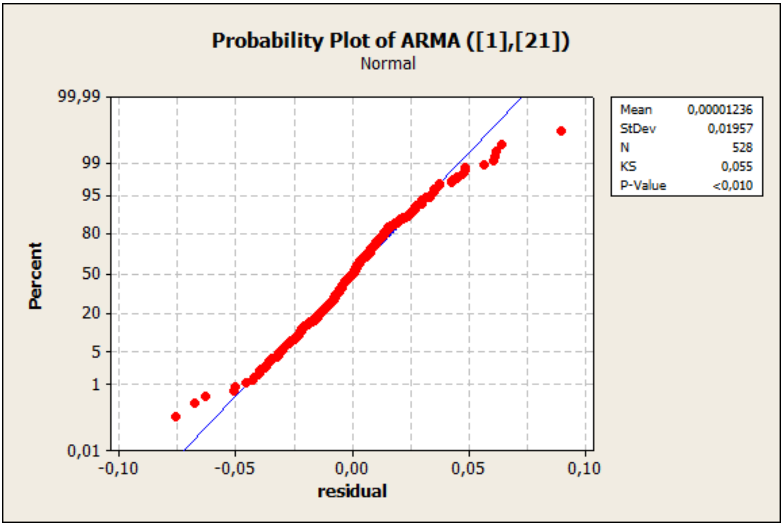
2. ARMA ([3],[3,32])



LAMPIRAN D LANJUTAN
Uji Asumsi Residual Berdistribusi Normal

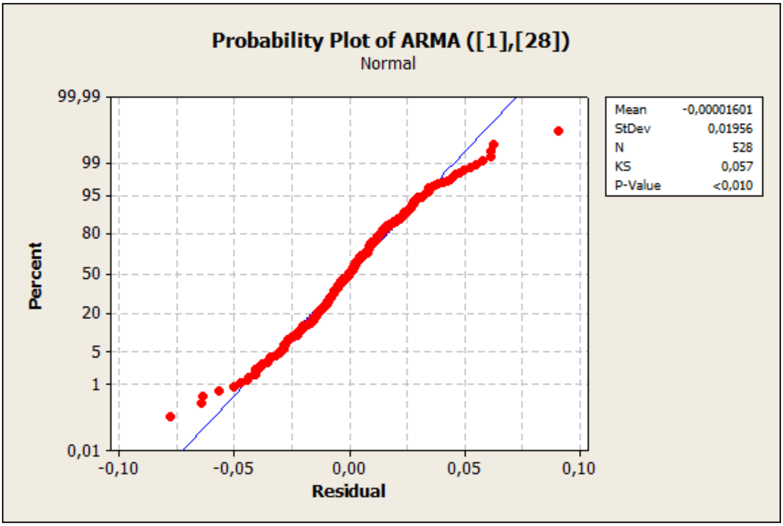
Bank Negara Indonesia Tbk

1. ARMA ([1],[21])



LAMPIRAN D LANJUTAN
Uji Asumsi Residual Berdistribusi Normal

2. ARMA ([1],[28])



LAMPIRAN E
Uji Ljung-Box Residual Kuadrat

Bank Central Asia Tbk

1. ARMA ([5,59],[3,5,32])

Date: 06/07/17 Time: 09:18
Sample: 1/02/2015 2/28/2017
Included observations: 470

Autocorrelation	Partial Correlation		AC	PAC	Q-Stat	Prob
		1	0.319	0.319	47.995	0.000
		2	0.122	0.023	55.047	0.000
		3	0.090	0.050	58.881	0.000
		4	0.084	0.043	62.201	0.000
		5	0.056	0.013	63.714	0.000
		6	0.113	0.092	69.776	0.000
		7	0.132	0.071	78.067	0.000
		8	0.015	-0.067	78.181	0.000
		9	-0.042	-0.055	79.029	0.000
		10	0.011	0.028	79.085	0.000
		11	0.060	0.052	80.828	0.000
		12	0.051	0.016	82.064	0.000
		13	0.005	-0.037	82.078	0.000
		14	-0.004	-0.012	82.085	0.000
		15	0.072	0.098	84.592	0.000
		16	0.025	-0.015	84.887	0.000
		17	0.026	0.000	85.206	0.000
		18	0.086	0.061	88.856	0.000
		19	0.078	0.032	91.847	0.000
		20	0.025	-0.002	92.156	0.000
		21	0.059	0.039	93.853	0.000
		22	0.085	0.027	97.451	0.000
		23	0.012	-0.040	97.524	0.000
		24	0.089	0.101	101.48	0.000

LAMPIRAN E LANJUTAN

Uji Ljung-Box Residual Kuadrat

2. ARMA ([3],[3,32])

Date: 06/07/17 Time: 09:21
Sample: 1/02/2015 2/28/2017
Included observations: 526

Autocorrelation	Partial Correlation		AC	PAC	Q-Stat	Prob
		1	0.324	0.324	55.413	0.000
		2	0.128	0.026	64.091	0.000
		3	0.107	0.065	70.132	0.000
		4	0.093	0.042	74.729	0.000
		5	0.045	-0.005	75.810	0.000
		6	0.106	0.092	81.807	0.000
		7	0.124	0.064	90.020	0.000
		8	0.015	-0.063	90.137	0.000
		9	-0.023	-0.034	90.413	0.000
		10	0.031	0.035	90.923	0.000
		11	0.060	0.043	92.878	0.000
		12	0.041	0.009	93.768	0.000
		13	-0.001	-0.041	93.769	0.000
		14	0.002	-0.002	93.772	0.000
		15	0.093	0.115	98.435	0.000
		16	0.014	-0.047	98.549	0.000
		17	0.034	0.022	99.188	0.000
		18	0.066	0.033	101.54	0.000
		19	0.076	0.046	104.66	0.000
		20	0.037	0.010	105.40	0.000
		21	0.061	0.022	107.42	0.000
		22	0.120	0.071	115.36	0.000
		23	0.030	-0.037	115.86	0.000
		24	0.094	0.096	120.74	0.000

LAMPIRAN E LANJUTAN
Uji Ljung-Box Residual Kuadrat

Bank Negara Indonesia Tbk

1. ARMA ([1],[21])

Date: 06/07/17 Time: 22:05
Sample: 1/02/2015 2/28/2017
Included observations: 528

Autocorrelation	Partial Correlation		AC	PAC	Q-Stat	Prob
		1	0.059	0.059	1.8291	0.176
		2	0.115	0.112	8.8935	0.012
		3	0.151	0.141	21.101	0.000
		4	0.076	0.052	24.172	0.000
		5	0.054	0.018	25.712	0.000
		6	0.030	-0.007	26.186	0.000
		7	0.093	0.070	30.875	0.000
		8	0.110	0.094	37.425	0.000
		9	0.105	0.081	43.337	0.000
		10	0.101	0.057	48.895	0.000
		11	0.093	0.039	53.554	0.000
		12	0.069	0.015	56.122	0.000
		13	0.081	0.036	59.675	0.000
		14	-0.033	-0.080	60.278	0.000
		15	0.093	0.056	64.978	0.000
		16	0.046	0.014	66.129	0.000
		17	0.024	-0.006	66.434	0.000
		18	0.127	0.086	75.341	0.000
		19	-0.006	-0.054	75.361	0.000
		20	0.053	0.001	76.930	0.000
		21	0.034	-0.005	77.567	0.000
		22	0.057	0.038	79.353	0.000
		23	0.089	0.070	83.709	0.000
		24	0.033	0.007	84.306	0.000

LAMPIRAN E LANJUTAN
Uji Ljung-Box Residual Kuadrat

2. ARMA ([1],[28])

Date: 06/07/17 Time: 22:09
Sample: 1/02/2015 2/28/2017
Included observations: 528

Autocorrelation	Partial Correlation		AC	PAC	Q-Stat	Prob
		1	0.042	0.042	0.9379	0.333
		2	0.110	0.109	7.4316	0.024
		3	0.162	0.155	21.382	0.000
		4	0.064	0.044	23.546	0.000
		5	0.063	0.029	25.680	0.000
		6	0.020	-0.018	25.903	0.000
		7	0.103	0.080	31.566	0.000
		8	0.120	0.106	39.365	0.000
		9	0.088	0.067	43.511	0.000
		10	0.117	0.071	50.892	0.000
		11	0.110	0.059	57.426	0.000
		12	0.063	0.010	59.569	0.000
		13	0.086	0.037	63.585	0.000
		14	-0.022	-0.071	63.844	0.000
		15	0.089	0.047	68.192	0.000
		16	0.038	0.004	68.995	0.000
		17	0.035	0.007	69.663	0.000
		18	0.114	0.065	76.815	0.000
		19	0.007	-0.037	76.842	0.000
		20	0.047	-0.012	78.048	0.000
		21	0.053	0.012	79.620	0.000
		22	0.060	0.040	81.583	0.000
		23	0.098	0.073	86.869	0.000
		24	0.035	0.010	87.545	0.000

LAMPIRAN F
Output Model ARCH-GARCH

Bank Central Asia Tbk

ARMA([3],[3, 32])

1. ARCH (1)

Dependent Variable: LOG_RETURN_0_2
Method: ML ARCH - Normal distribution (OPG - BHHH / Marquardt steps)
Date: 06/07/17 Time: 09:51
Sample (adjusted): 1/05/2015 2/28/2017
Included observations: 529 after adjustments
Convergence achieved after 40 iterations
Coefficient covariance computed using outer product of gradients
Presample variance: backcast (parameter = 0.7)
GARCH = C(5) + C(6)*RESID(-1)^2

Variable	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
C	0.200392	0.000334	599.3193	0.0000
AR(3)	0.465777	0.131007	3.555356	0.0004
MA(3)	-0.517608	0.121496	-4.260281	0.0000
MA(32)	-0.139383	0.031568	-4.415397	0.0000
		Variance Equation		
C	0.000113	5.76E-06	19.65995	0.0000
RESID(-1)^2	0.351759	0.064484	5.454980	0.0000

R-squared	0.022910	Mean dependent var	0.200294
Adjusted R-squared	0.017327	S.D. dependent var	0.013324
S.E. of regression	0.013208	Akaike info criterion	-5.940465
Sum squared resid	0.091591	Schwarz criterion	-5.892022
Log likelihood	1577.253	Hannan-Quinn criter.	-5.921502
Durbin-Watson stat	1.915846		

LAMPIRAN F LANJUTAN

Output Model ARCH-GARCH

2. GARCH (1,1)

Dependent Variable: LOG_RETURN_0_2
Method: ML ARCH - Normal distribution (OPG - BHHH / Marquardt steps)
Date: 06/07/17 Time: 09:50
Sample (adjusted): 1/05/2015 2/28/2017
Included observations: 529 after adjustments
Convergence achieved after 44 iterations
Coefficient covariance computed using outer product of gradients
Presample variance: backcast (parameter = 0.7)
GARCH = C(5) + C(6)*RESID(-1)^2 + C(7)*GARCH(-1)

Variable	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
C	0.200246	0.000398	503.2718	0.0000
AR(3)	0.349204	0.256579	1.361000	0.1735
MA(3)	-0.414790	0.243614	-1.702654	0.0886
MA(32)	-0.098703	0.032627	-3.025155	0.0025
		Variance Equation		
C	2.92E-05	7.05E-06	4.140134	0.0000
RESID(-1)^2	0.198865	0.037721	5.271950	0.0000
GARCH(-1)	0.629807	0.066777	9.431468	0.0000

R-squared	0.024098	Mean dependent var	0.200294
Adjusted R-squared	0.018521	S.D. dependent var	0.013324
S.E. of regression	0.013200	Akaike info criterion	-5.979250
Sum squared resid	0.091480	Schwarz criterion	-5.922735
Log likelihood	1588.512	Hannan-Quinn criter.	-5.957127
Durbin-Watson stat	1.914950		

LAMPIRAN F LANJUTAN
Output Model ARCH-GARCH

3. ARCH (5)

Dependent Variable: LOG_RETURN_0_2
Method: ML ARCH - Normal distribution (OPG - BHHH / Marquardt steps)
Date: 06/07/17 Time: 09:52
Sample (adjusted): 1/05/2015 2/28/2017
Included observations: 529 after adjustments
Convergence achieved after 56 iterations
Coefficient covariance computed using outer product of gradients
Presample variance: backcast (parameter = 0.7)
GARCH = C(5) + C(6)*RESID(-1)^2 + C(7)*RESID(-2)^2 + C(8)*RESID(-3)^2
+ C(9)*RESID(-4)^2 + C(10)*RESID(-5)^2

Variable	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
C	0.200126	0.000394	508.3003	0.0000
AR(3)	0.390313	0.239706	1.628301	0.1035
MA(3)	-0.458559	0.231957	-1.976911	0.0481
MA(32)	-0.089551	0.031093	-2.880078	0.0040
Variance Equation				
C	8.17E-05	6.35E-06	12.87397	0.0000
RESID(-1)^2	0.246748	0.052576	4.693141	0.0000
RESID(-2)^2	0.079337	0.034266	2.315324	0.0206
RESID(-3)^2	0.131503	0.047871	2.747019	0.0060
RESID(-4)^2	0.084938	0.041873	2.028472	0.0425
RESID(-5)^2	-0.001898	0.019961	-0.095066	0.9243

R-squared	0.023933	Mean dependent var	0.200294
Adjusted R-squared	0.018355	S.D. dependent var	0.013324
S.E. of regression	0.013201	Akaike info criterion	-5.968408
Sum squared resid	0.091495	Schwarz criterion	-5.887671
Log likelihood	1588.644	Hannan-Quinn criter.	-5.936803
Durbin-Watson stat	1.915177		

LAMPIRAN F LANJUTAN
Output Model ARCH-GARCH

4. GARCH (5,5)

Dependent Variable: LOG_RETURN_0_2
Method: ML ARCH - Normal distribution (OPG - BHHH / Marquardt steps)
Date: 06/07/17 Time: 09:53
Sample (adjusted): 1/05/2015 2/28/2017
Included observations: 529 after adjustments
Failure to improve likelihood (non-zero gradients) after 18 iterations
Coefficient covariance computed using outer product of gradients
Presample variance: backcast (parameter = 0.7)
GARCH = C(5) + C(6)*RESID(-1)^2 + C(7)*RESID(-2)^2 + C(8)*RESID(-3)^2 + C(9)*RESID(-4)^2 + C(10)*RESID(-5)^2 + C(11)*GARCH(-1) + C(12) *GARCH(-2) + C(13)*GARCH(-3) + C(14)*GARCH(-4) + C(15)*GARCH(-5)

Variable	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
C	0.200119	0.000397	503.8208	0.0000
AR(3)	0.558370	0.279076	2.000780	0.0454
MA(3)	-0.592317	0.270039	-2.193451	0.0283
MA(32)	-0.066496	0.028598	-2.325144	0.0201
Variance Equation				
C	2.98E-05	1.11E-05	2.682226	0.0073
RESID(-1)^2	0.235014	0.051071	4.601764	0.0000
RESID(-2)^2	-0.060837	0.056297	-1.080659	0.2798
RESID(-3)^2	-0.043989	0.042171	-1.043112	0.2969
RESID(-4)^2	0.180689	0.073418	2.461089	0.0139
RESID(-5)^2	-0.107966	0.054812	-1.969774	0.0489
GARCH(-1)	0.507881	0.141668	3.584995	0.0003
GARCH(-2)	0.400493	0.136723	2.929225	0.0034
GARCH(-3)	-0.255203	0.142572	-1.789994	0.0735
GARCH(-4)	-0.181801	0.122961	-1.478519	0.1393
GARCH(-5)	0.154748	0.105662	1.464563	0.1430

R-squared	0.018362	Mean dependent var	0.200294
Adjusted R-squared	0.012752	S.D. dependent var	0.013324
S.E. of regression	0.013239	Akaike info criterion	-5.984447
Sum squared resid	0.092018	Schwarz criterion	-5.863341
Log likelihood	1597.886	Hannan-Quinn criter.	-5.937040
Durbin-Watson stat	1.908264		

LAMPIRAN F LANJUTAN
Output Model ARCH-GARCH

Bank Negera Indonesia Tbk

ARMA([1],[28])

1. ARCH (1)

Dependent Variable: LOG_0_1
Method: ML ARCH - Normal distribution (OPG - BHHH / Marquardt steps)
Date: 06/07/17 Time: 22:17
Sample (adjusted): 1/05/2015 2/28/2017
Included observations: 529 after adjustments
Convergence achieved after 32 iterations
Coefficient covariance computed using outer product of gradients
Presample variance: backcast (parameter = 0.7)
GARCH = C(4) + C(5)*RESID(-1)^2

Variable	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
C	0.100434	0.001022	98.31715	0.0000
AR(1)	0.072452	0.052450	1.381357	0.1672
MA(28)	0.063390	0.038260	1.656795	0.0976
		Variance Equation		
C	0.000322	1.94E-05	16.61594	0.0000
RESID(-1)^2	0.176002	0.051255	3.433862	0.0006

R-squared	0.018054	Mean dependent var	0.100046
Adjusted R-squared	0.014320	S.D. dependent var	0.019756
S.E. of regression	0.019614	Akaike info criterion	-5.027524
Sum squared resid	0.202360	Schwarz criterion	-4.987156
Log likelihood	1334.780	Hannan-Quinn criter.	-5.011722
Durbin-Watson stat	1.920137		

LAMPIRAN F LANJUTAN

Output Model ARCH- GARCH

2. GARCH (1,1)

Dependent Variable: LOG_0_1
Method: ML ARCH - Normal distribution (OPG - BHHH / Marquardt steps)
Date: 06/07/17 Time: 22:16
Sample (adjusted): 1/05/2015 2/28/2017
Included observations: 529 after adjustments
Convergence achieved after 28 iterations
Coefficient covariance computed using outer product of gradients
Presample variance: backcast (parameter = 0.7)
GARCH = C(4) + C(5)*RESID(-1)^2 + C(6)*GARCH(-1)

Variable	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
C	0.100860	0.000989	102.0304	0.0000
AR(1)	0.106226	0.049317	2.153954	0.0312
MA(28)	0.071543	0.042501	1.683331	0.0923
		Variance Equation		
C	2.79E-05	1.00E-05	2.791575	0.0052
RESID(-1)^2	0.106630	0.029788	3.579605	0.0003
GARCH(-1)	0.822885	0.046049	17.86962	0.0000

R-squared	0.018809	Mean dependent var	0.100046
Adjusted R-squared	0.015078	S.D. dependent var	0.019756
S.E. of regression	0.019607	Akaike info criterion	-5.092868
Sum squared resid	0.202205	Schwarz criterion	-5.044426
Log likelihood	1353.064	Hannan-Quinn criter.	-5.073906
Durbin-Watson stat	1.983995		

LAMPIRAN F LANJUTAN
Output Model ARCH-GARCH

3. ARCH (3)

Dependent Variable: LOG_0_1
Method: ML ARCH - Normal distribution (OPG - BHHH / Marquardt steps)
Date: 06/07/17 Time: 22:19
Sample (adjusted): 1/05/2015 2/28/2017
Included observations: 529 after adjustments
Convergence achieved after 27 iterations
Coefficient covariance computed using outer product of gradients
Presample variance: backcast (parameter = 0.7)
GARCH = C(4) + C(5)*RESID(-1)^2 + C(6)*RESID(-2)^2 + C(7)*RESID(-3)^2

Variable	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
C	0.100821	0.001032	97.65285	0.0000
AR(1)	0.096655	0.048098	2.009559	0.0445
MA(28)	0.075825	0.037391	2.027871	0.0426
		Variance Equation		
C	0.000235	2.17E-05	10.80122	0.0000
RESID(-1)^2	0.153624	0.054154	2.836816	0.0046
RESID(-2)^2	0.140282	0.049852	2.813950	0.0049
RESID(-3)^2	0.111070	0.051463	2.158239	0.0309

R-squared	0.018980	Mean dependent var	0.100046
Adjusted R-squared	0.015250	S.D. dependent var	0.019756
S.E. of regression	0.019605	Akaike info criterion	-5.064984
Sum squared resid	0.202170	Schwarz criterion	-5.008468
Log likelihood	1346.688	Hannan-Quinn criter.	-5.042861
Durbin-Watson stat	1.967015		

LAMPIRAN F LANJUTAN
Output Model ARCH-GARCH

4. GARCH (3,3)

Dependent Variable: LOG_0_1
Method: ML ARCH - Normal distribution (OPG - BHHH / Marquardt steps)
Date: 06/07/17 Time: 22:18
Sample (adjusted): 1/05/2015 2/28/2017
Included observations: 529 after adjustments
Convergence achieved after 92 iterations
Coefficient covariance computed using outer product of gradients
Presample variance: backcast (parameter = 0.7)
GARCH = C(4) + C(5)*RESID(-1)^2 + C(6)*RESID(-2)^2 + C(7)*RESID(-3)^2
+ C(8)*GARCH(-1) + C(9)*GARCH(-2) + C(10)*GARCH(-3)

Variable	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
C	0.100781	0.000938	107.4212	0.0000
AR(1)	0.076140	0.048727	1.562566	0.1182
MA(28)	0.088451	0.042679	2.072482	0.0382
		Variance Equation		
C	7.94E-05	2.91E-05	2.729153	0.0063
RESID(-1)^2	0.087903	0.027394	3.208892	0.0013
RESID(-2)^2	0.149641	0.047784	3.131639	0.0017
RESID(-3)^2	0.082373	0.024821	3.318699	0.0009
GARCH(-1)	-0.977409	0.040262	-24.27649	0.0000
GARCH(-2)	0.592071	0.070324	8.419195	0.0000
GARCH(-3)	0.862107	0.037949	22.71729	0.0000

R-squared	0.018668	Mean dependent var	0.100046
Adjusted R-squared	0.014937	S.D. dependent var	0.019756
S.E. of regression	0.019608	Akaike info criterion	-5.109622
Sum squared resid	0.202234	Schwarz criterion	-5.028885
Log likelihood	1361.495	Hannan-Quinn criter.	-5.078018
Durbin-Watson stat	1.931097		

LAMPIRAN G
SIMULASI MONTE CARLO

1. Bank Central Asia Tbk

```
clear all;

Y3 = xlsread ('Perhitungan
Data.xlsx','D2:D531');
Y4 = xlsread ('Perhitungan
Data.xlsx','E2:E531');
Y5 = xlsread ('Perhitungan
Data.xlsx','F2:F531');

matrik_data = [Y3 Y4 Y5]

a= 0.000113;
b= 0.351759;
c= 0.200392;
d= 0.465777;
e= -0.517608;
f= -0.139383;
z_alpha=1.96;

sampel=randperm(530);

varian (1)=0;
for i=33:531;
     yb(i)= c+ d*(B(i-3,1))-e*(B(i-3,2))-
f*(B(i-32,2))
   % yb (i)=a+B(i,2);
    varianb (i)= a+b*(B(i-1,3));
   % varianb(i)=b+c*varian(i-1)+d*B(i-1,3);
     volatilityb(i)=sqrt(varianb(i));

Rb(i)=abs(yb(i)+((z_alpha)*volatilityb(i)));
```

```
    VaRb(i)=100000000*Rb(i);
end
VaRb
VaRrata2b=vpa(mean(VaRb))
```

LAMPIRAN G LANJUTAN
SIMULASI MONTE CARLO

2. Bank Negara Indonesia Tbk

```
clear all;
Y3 = xlsread ('Data.xlsx','D2:D531');
Y4 = xlsread ('Data.xlsx','E2:E531');
Y5 = xlsread ('Data.xlsx','F2:F531');

matrik_data = [Y3 Y4 Y5]

a= 0.100821;
b= 0.096655;
c= 0.075825;
d= 0.000235;
e= 0.153624;
f= 0.140282;
g= 0.111070;
h= 100000000;
z_alpha=1.96;

sampel=randperm(530);

varian (1)=0;
for i=29:531;
    yb(i)= a+ b*(B(i-1,1))-c*(B(i-28,2));
     %yb(i)= c+ d*(B(i-3,1))-e*(B(i-3,2))-
f*(B(i-32,2))
     varianb (i)= d + e*B(i-1,3)+ f*B(i-2,3)+
g*B(i-3,3);
    %varianb (i)= a+b*B(i-1,3);
     volatilityb(i)=sqrt(varianb(i));

Rb(i)=abs(yb(i)+((z_alpha)*volatilityb(i)));
    VaRb(i)= 100000000*Rb(i);
```

```
end
VaRb
VaRrata2b=vpa(mean(VaRb))
```

BIODATA PENULIS

Penulis memiliki nama lengkap Ayu Enitasari Aprilia dan dilahirkan di Pacitan, 23 April 1995 dari pasangan Siswadi dan Istiyah. Penulis merupakan anak kedua dari dua bersaudara, dengan kakak laki-laki yang bernama Choirul Ikhwan. Penulis bertempat tinggal di Jalan Brigjen Katamso No 88 Pacitan. Penulis telah menempuh pendidikan formal mulai dari TK RA Perwanida Ngoro Mojokerto, SDN Pacitan, SMPN 2 Pacitan, dan SMAN 1 Pacitan. Setelah lulus dari SMA, penulis melanjutkan studinya di S1 Jurusan Matematika FMIPA ITS Surabaya tahun 2013. Selama perkuliahan penulis aktif mengikuti kegiatan kepanitiaan di KM ITS, seperti KEPO (KESMA EXPO) 2015 sebagai *Committee of Secretarial*. Penulis tidak hanya mengikuti kegiatan akademis, namun juga aktif di beberapa ormawa ITS. Penulis pernah menjadi *Head of Entrepreneur Development Department* HIMATIKA ITS 2015/2016. Pada tahun 2016 penulis melakukan kerja praktek di Kantor Perwakilan Bank Indonesia Surabaya. Segala saran dan kritik yang membangun untuk Tugas Akhir ini serta bagi yang ingin berdiskusi lebih lanjut dengan penulis dapat menghubungi via email : ayuaprilia23@gmail.com.