



**PENERAPAN METODE ARCH GARCH UNTUK ANALISIS
PERAMALAN NILAI EKSPOR INDONESIA**

Tugas Akhir

disusun sebagai salah satu syarat

untuk memperoleh gelar Ahli Madya

Program Studi Statistika Terapan dan Komputasi

oleh

Nella Angraeny

4112316006

JURUSAN MATEMATIKA

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

2019

PERNYATAAN

Dengan ini, saya

Nama : Nella Angraeny

NIM : 4112316006

Program studi : Statistika Terapan dan Komputasi

Menyatakan bahwa tugas akhir berjudul Penerapan Metode ARCH GARCH untuk Analisis Peramalan Nilai Ekspor Indonesia bebas dari plagiat dan apabila dikemudian hari terbukti terdapat plagiat dalam tugas akhir ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai ketentuan peraturan perundang-undangan.

Semarang, 23 Agustus 2019



Nella Angraeny

NIM 4112316006

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir yang berjudul *Penerapan Metode ARCH GARCH untuk Analisis Peramalan Nilai Ekspor Indonesia* karya Nella Angraeny (NIM 4112316006) telah dipertahankan dalam Ujian Tugas Akhir FMIPA UNNES pada tanggal 15 Agustus 2019 dan disahkan oleh Panitia Ujian.

Semarang, 19 Agustus 2019

Panitia

Ketua,

Sugianto, M.Si.
NIP. 196102191993031001



Sekretaris,


Drs. Arief Agoestanto, M.Si.
NIP. 196807221993031005

Penguji,


Dr. Dr. Wardono, M.Si.
NIP. 196202071986011001

Penguji II/Pembimbing,


Dra. Sunarmi, M.Si.
NIP. 195506241988032001

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

MOTTO

Selalu bersyukur dalam menjalani hidup, ikhlas dalam melakukan semua hal. Setiap perbuatan pasti ada hikmahnya dan setiap masalah pasti ada jalan keluarnya. Tetap semangat, tetap berusaha dan jangan pernah menyerah. Keep strong and always happy.

PERSEMBAHAN

Untuk Bapak, Ibu, dan Adekku Rizky,

Untuk keluarga besar,

Untuk sahabat-sahabat saya,

Untuk teman-teman Statistika Terapan dan Komputasi 2016.

PRAKATA

Segala puji dan syukur kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini berjudul **“Penerapan Metode ARCH GARCH untuk Analisis Peramalan Nilai Ekspor Indonesia ”**. Disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Diploma (D3) pada Program Studi Statistika Terapan dan Komputasi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam.

Keberhasilan dalam menyusun Tugas Akhir ini tidak lepas dari bantuan serta dorongan semangat berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada:

1. Prof. Dr. Fathur Rohman, M.Hum., Rektor Universitas Negeri Semarang.
2. Dr. Sugianto, M.Si., Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Semarang.
3. Drs. Arief Agoestanto, M.Si, Ketua Jurusan Matematika Universitas Negeri Semarang.
4. Dr. Dr. Wardono, M.Si., Koordinator Prodi Statistika Terapan dan Komputasi FMIPA Universitas Negeri Semarang.
5. Dra. Sunarmi, M.Si, Dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan dan motivasi kepada penulis selama penyusunan Tugas Akhir ini.
6. Bapak dan Ibu Dosen Jurusan Matematika yang telah memberi ilmu kepada penulis dalam penyusunan Tugas Akhir ini..

7. Bapak dan Ibu tercinta serta keluarga yang telah memberikan motivasi dan dorongan semangat dalam mengerjakan Tugas Akhir ini.
8. Semua pihak yang telah membantu penulis baik langsung maupun tidak langsung sehingga Tugas Akhir ini dapat terselesaikan.

Dalam penyusunan Tugas Akhir penulis menyadari bahwa masih banyak sekali kekurangan, Untuk itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari pembaca demi kesempurnaan Tugas Akhir berikutnya. Penulis berharap Tugas Akhir ini dapat menambah informasi, pengetahuan dan bermanfaat bagi pembaca.

Semarang, Agustus 2019

Penulis

ABSTRAK

Angraeny, Nella. 2019. *Penerapan Metode ARCH GARCH untuk Analisis Peramalan Nilai Ekspor Indonesia*. Tugas Akhir, Prodi Statistika Terapan dan Komputasi Jurusan Matematika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Semarang, Pembimbing: Dra. Sunarmi, M.Si.

Kata Kunci : Peramalan, ARCH GARCH, Nilai Ekspor Indonesia

Peramalan merupakan suatu teknik memperkirakan suatu nilai pada masa yang akan datang dengan memperhatikan data masa lalu maupun data saat ini. Salah satu masalah yang dihadapi dalam proses peramalan adalah masalah heteroskedastisitas. Heteroskedastisitas banyak terjadi terutama pada bidang ekonomi seperti data keuangan, data saham, data nilai ekspor. Dalam menangani data dengan kasus tersebut dapat digunakan metode ARCH GARCH. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk memperoleh model terbaik yang digunakan untuk meramalkan nilai ekspor Indonesia.

Data yang digunakan pada penelitian ini adalah data sekunder dari BPS Republik Indonesia. Data bulanan nilai ekspor Indonesia periode bulan Januari 2009 sampai dengan bulan April 2019 merupakan data yang akan di analisis dalam penelitian ini. Prosedur atau langkah-langkah yang digunakan pada penelitian ini adalah merumuskan masalah, pengumpulan data, analisis data dan penarikan kesimpulan. Data dianalisis dengan menggunakan bantuan *software* Eviews.

Hasil dari penelitian ini adalah diperoleh model terbaik yaitu model ARIMA(1,1,2) Tanpa Konstanta – GARCH(1,3) yang akan digunakan untuk meramalkan nilai ekspor Indonesia periode bulan Mei 2019 sampai dengan bulan Desember 2019. Dari model tersebut didapatkan hasil peramalan nilai ekspor Indonesia periode bulan Mei 2019 sampai dengan bulan Desember 2019 adalah sebagai berikut US\$ 9.623.311.460 juta, US\$ 11.408.307.973 juta, US\$ 12.418.748.544 juta, US\$ 8.946.312.426 juta, US\$ 13.788.483.977 juta, US\$ 9.017.268.243 juta, US\$ 12.305.724.621 juta, dan US\$ 11.428.196.550 juta. Dari hasil ramalan tersebut dapat disimpulkan bahwa nilai ekspor Indonesia di masa mendatang akan mengalami kenaikan dan penurunan dari periode bulan yang satu ke periode bulan selanjutnya.

DAFTAR ISI

	Halaman
PERNYATAAN.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
MOTTO DAN PERSEMBAHAN	iv
PRAKATA.....	v
ABSTRAK	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xv
BAB I 1	
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	5
1.3 Pembatasan Masalah	5
1.4 Tujuan Penelitian.....	6
1.5 Manfaat Penelitian.....	6
1.6 Sistematika Penulisan.....	7
BAB II.....	9

TINJAUAN PUSTAKA	9
2.1 Data Runtun Waktu	9
2.2 Peramalan	11
2.3 Uji Stasioneritas	12
2.4 Model ARIMA	14
2.4.1 Model Autoregressive (AR)	14
2.4.2 Model Moving Average (MA).....	15
2.4.3 Model Autoregressive Moving Average (ARMA).....	16
2.5 Prosedur Pembentukan ARIMA.....	16
2.5.1 Identifikasi Model.....	16
2.5.2 Estimasi Parameter	17
2.7 Heteroskedastisitas	19
2.8 Model Autoregressive Conditional Heteroskedasticity (ARCH)	19
2.9 Uji ARCH-Lagrange Multiplier (ARCH-LM)	20
2.10 Model Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity (GARCH).....	22
2.11 Metode Maximum Likelihood atau Uji Likelihood Ratio	24
2.12 Uji Jarque Bera.....	25
2.13 Kriteria Akaike dan Schwarz (AIC dan SIC).....	26
2.14 Akurasi Peramalan	27

2.13.1	<i>The Mean Absolute Deviation (MAD)</i>	27
2.13.2	<i>The Mean Squared Error (MSE)</i>	27
2.13.3	<i>The Mean Percentage Error (MPE)</i>	28
2.13.4	<i>Root Mean Squared Error (RMSE)</i>	29
2.15	Ekspor.....	29
2.16	<i>Software</i> Eviews.....	30
2.17	Kerangka Berpikir.....	31
BAB III		34
METODE PENELITIAN.....		34
3.1	Ruang Lingkup.....	34
3.2	Metode Pengumpulan Data.....	34
3.3	Analisis Data.....	34
3.4	Pengolahan Data dengan <i>Software</i> Eviews.....	35
3.5	Penarikan Kesimpulan.....	43
BAB IV		44
HASIL DAN PEMBAHASAN.....		44
4.1	HASIL.....	44
4.1.1	<i>Pengujian Stasioneritas</i>	44
4.1.2	<i>Identifikasi Model ARIMA</i>	47
4.1.3	<i>Estimasi Model ARIMA</i>	48

4.1.4	<i>Pemilihan Model ARIMA Terbaik</i>	49
4.1.5	<i>Pendugaan Parameter GARCH</i>	50
4.1.6	<i>Pemilihan Model GARCH Terbaik</i>	51
4.1.7	<i>Uji Diagnostic ARCH LM Test</i>	51
4.1.8	<i>Akurasi Peramalan</i>	51
4.1.9	<i>Peramalan Nilai Ekspor Indonesia</i>	52
4.2	<i>Pembahasan</i>	53
BAB V.....		56
PENUTUP.....		56
5.1	<i>Simpulan</i>	56
5.2	<i>Saran</i>	57
DAFTAR PUSTAKA.....		58
LAMPIRAN.....		61

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
2. 1 Identifikasi Orde Model ARIMA	17
4. 1 Estimasi dan Overfitting Parameter ARIMA	48
4. 2 Pendugaan Parameter GARCH.....	50
4. 3 Hasil Peramalan Nilai Ekspor Indonesia	53

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2. 1 Contoh Plot Pola Data Horizontal	10
2. 2 Contoh Plot Pola Data Trend.....	10
2. 3 Contoh Plot Pola Gerakan Siklik.....	11
2. 4 Contoh Plot Pola Data Musiman	11
2. 5 Diagram Alur Kerangka Berpikir	33
3. 1 Tampilan Kotak Dialog <i>Workfile Create</i>	36
3. 2 Mengimport Data dari Excel	36
3. 3 Langkah Membuat Plot Data <i>Time Series</i>	37
3. 4 Tampilan Uji <i>Unit Root Test</i>	37
3. 5 Tampilan Proses <i>Differencing</i>	38
3. 6 Tampilan Membuat Plot ACF dan Plot PACF	38
3. 7 Tampilan Tahap Estimasi Model ARIMA	39
3. 8 Tampilan Estimasi model GARCH	40
3. 9 Tampilan Uji <i>ARCH-Lagrange Multiplier</i>	40
3. 10 Tampilan Akurasi Peramalan <i>Jarque Bera</i>	41
3. 11 Tampilan <i>Forecast Data</i>	41
3. 12 Diagram Alur Peramalan ARCH GARCH	43
4. 1 Plot Data <i>Time Series</i> Nilai Ekspor Indonesia.....	44
4. 2 Uji Akar Unit ADF	45
4. 3 Plot Data Time Series Setelah di <i>Differencing</i> Satu Kali	46
4. 4 Uji Akar Unit ADF Setelah di <i>Differencing</i> Satu Kali	46

4. 5	<i>Output</i> Plot ACF dan Plot PACF.....	47
4. 6	Uji ARCH- <i>Lagrange Mutiplier</i>	51
4. 7	Uji Akurasi Peramalan dengan <i>Jarque Bera</i>	52

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Data Nilai Ekspor Indonesia (US\$) Bulan Januari 2009 Sampai Dengan Bulan April 2019.....	61
2. <i>Output Plot Time Series</i>	63
3. <i>Output Plot Time Series Setelah Differencing Satu Kali</i>	64
4. <i>Output Uji Akar Unit ADF Sebelum Differencing Satu Kali</i>	65
5. <i>Output Uji Akar Unit ADF Setelah Differencing Satu Kali</i>	66
6. <i>Output Plot ACF dan Plot PACF</i>	67
7. <i>Output Estimasi Model ARIMA</i>	68
8. <i>Output Estimasi Model GARCH</i>	72
9. <i>Output Uji ARCH LM</i>	77
10. <i>Output Akurasi Peramalan</i>	78
11. <i>Output Hasil Peramalan Nilai Ekspor Indonesia</i>	79

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Penghubung antara perekonomian nasional dengan perekonomian internasional yaitu perdagangan internasional. Integrasi keduanya menjadi peranan penting pada pendapatan nasional yang berpengaruh pada perekonomian Indonesia. Perdagangan internasional adalah perdagangan yang dilakukan oleh penduduk suatu negara dengan penduduk negara lain atas dasar kesepakatan bersama. Ketergantungan Indonesia pada perdagangan internasional sebagai mesin penggerak perekonomian nasional cukup besar (Safitriani, 2014). Menurut (Salvatore, 2007) salah satu aktivitas perekonomian yang tidak dapat dilepaskan dari perdagangan internasional adalah aktivitas aliran modal, baik yang sifatnya masuk maupun keluar, dari suatu negara.

Ekspor adalah penjualan barang ke luar negeri dengan menggunakan sistem pembayaran, kualitas, kuantitas dan syarat penjualan lainnya yang telah disetujui oleh pihak eksportir dan importir. Ekspor adalah bagian penting dari perdagangan internasional, pengaruh ekspor terhadap perdagangan internasional dan perkembangan ekonomi sebuah negara sangat besar (Nopirin, 2011). Pertumbuhan nilai ekspor Indonesia selama tujuh belas tahun terakhir (2002-2018) mengalami fluktuasi. Nilai ekspor mengalami pertumbuhan yang positif selama tahun 2002-2018. Pada tahun 2019, nilai ekspor mengalami penurunan sebesar 14,97 persen. Penurunan ini di akibatkan dari krisis finansial global. Nilai

ekspor Indonesia mengalami perbaikan pada tahun 2010 dan 2011. Tahun 2011 dapat dikatakan sebagai puncak kejayaan ekspor Indonesia , karena nilai ekspor pada tahun 2011 mencapai 203.496,6 juta dolar AS. Pada tahun-tahun berikutnya nilai ekspor Indonesia terus menerus mengalami penurunan. Penurunan ini disebabkan oleh penurunan harga minyak dan beberapa komoditas lainnya (BPS, Statistika Perdagangan Luar Negeri Indonesia Ekspor Jilid II, 2018) .

Pada Tahun 2018 nilai ekspor Indonesia menunjukkan perkembangan yang positif dengan mengalami peningkatan sebesar 6,62 persen dan nilainya mencapai 180.012,7 juta dolar AS. Peningkatan nilai ekspor Indonesia pada tahun 2018 disebabkan oleh peningkatan ekspor komoditas migas dan nonmigas. Pada tahun 2018 nilai ekspor komoditas migas mencapai 17.171,7 juta dolar AS, atau meningkat 9,07 persen dari tahun 2017. Sedangkan nilai ekspor komoditas nonmigas pada tahun 2018 mencapai 162.841,0 juta dolar AS, meningkat sebesar 6,37 persen dari tahun 2017 (BPS, Statistika Perdagangan Luar Negeri Indonesia Ekspor Jilid II, 2018).

Nilai ekspor Indonesia akan dilakukan peramalan dengan menggunakan analisis peramalan *time series*. Peramalan tersebut dilakukan berdasarkan perilaku data di masa lalu, dimana jumlah data yang diambil selama beberapa periode digunakan sebagai dasar penyusunan suatu ramalan untuk beberapa periode ke depan. Menurut (Rosyidah, D, & D, 2005) analisis *time series* merupakan suatu metode analisis data yang ditujukan untuk melakukan suatu estimasi maupun peramalan pada masa yang akan datang. Untuk itu dalam analisis ini dibutuhkan berbagai macam informasi atau data yang cukup banyak dan diamati dalam periode

waktu yang relatif cukup panjang. Metode yang sering digunakan dalam analisis peramalan *time series* adalah *Autoregressive Integrated Moving Average* (ARIMA) atau sering dikenal dengan sebutan Box-Jenkins. Model ARIMA merupakan model ARMA untuk data tidak stasioner hasil *differencing*. Model ARMA itu sendiri merupakan gabungan dari model AR (*Autoregressive*) yaitu metode untuk melihat pergerakan suatu variabel melalui variabel itu sendiri dan MA (*Moving Average*) yaitu model untuk mengetahui pergerakan suatu variabel dengan residualnya di masa lalu (Salwa, 2018).

Namun berbeda pada analisis *time series* dalam bidang ekonomi seperti data keuangan, data saham, data inflasi, dan data nilai ekspor yang cenderung menunjukkan adanya heterokedastisitas. Adanya heterokedastisitas dalam data mengakibatkan variasi dari estimator menjadi lebih besar, yang selanjutnya akan berakibat pada semakin melebarnya interval konfidensi estimator. Untuk mengatasi data dengan asumsi varian dari residual yang bersifat heterokedastis, pada tahun 1982 Engle memperkenalkan model *Autoregressive Conditional Heteroscedastic* (ARCH). Dimana konsep dari model ARCH adalah varian residual bergantung pada fluktuasi residual kuadrat dari beberapa periode yang telah lampau. Kemudian pada tahun 1986 model ARCH dikembangkan menjadi model *Generalized Autoregressive Conditional Heteroscedastic* (GARCH) oleh Bollerslev. Pada model ini, perubahan variansinya dipengaruhi oleh data acak sebelumnya dan variansi dari data acak sebelumnya (Tsay, 2005).

Dalam melakukan analisis statistik guna meramalan suatu data dapat diolah secara manual maupun dengan menggunakan *software* statistik. Dari dua cara

tersebut memiliki kelebihan dan kekurangan masing-masing. Jika menggunakan perhitungan secara manual dapat mengetahui tahap demi tahap proses perhitungan, akan tetapi membutuhkan waktu yang lama serta perlu ketelitian dalam proses perhitungan. Sedangkan jika menggunakan *software* statistik, dalam proses perhitungan lebih cepat dan hasil yang diperoleh lebih akurat. Akan tetapi perhitungan menggunakan *software* statistik tidak dapat diketahui tahap demi tahap secara rinci. Dengan itu, pada penelitian ini untuk memudahkan dalam pengolahan data serta dapat mendapat hasil yang lebih akurat, *software* statistik menjadi pilihan dalam melakukan pengolahan.

Software statistik yang digunakan untuk pengolahan data pada penelitian ini adalah *software* Eviews. Eviews itu sendiri merupakan kepanjangan dari *econometrics views*. Jadi banyak digunakan untuk menyelesaikan kasus-kasus bidang ekonometrika. *Software* Eviews juga dapat dipakai untuk analisis statistik runtun waktu (*time series*). Keunggulan *software* Eviews adalah dapat digunakan untuk perhitungan yang memiliki sampel besar dan memiliki fitur yang lengkap untuk jenis model peramalan analisis runtun waktu (*time series*).

Berdasarkan penjelasan di atas, penulis mengajukan penelitian dengan judul “Penerapan Metode ARCH GARCH untuk Analisis Peramalan Nilai Ekspor Indonesia”.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas dapat dirumuskan masalah sebagai berikut :

1. Bagaimana model terbaik untuk meramalkan nilai ekspor Indonesia pada bulan Januari 2009 sampai dengan bulan April 2019 dengan metode ARCH GARCH?
2. Bagaimana hasil peramalan nilai ekspor Indonesia untuk periode bulan Mei 2019 sampai dengan bulan Desember 2019 dengan menggunakan metode ARCH GARCH?

1.3 Pembatasan Masalah

Pembatasan masalah bertujuan untuk memperjelas tujuan penelitian yang akan dilakukan. Batasan masalah dalam penelitian ini sebagai berikut :

1. Data yang diteliti adalah data bulanan nilai ekspor Indonesia yang diperoleh dari hasil publikasi website Badan Pusat Statistik Republik Indonesia (*bps.go.id*) periode bulan Januari 2009 sampai dengan bulan April 2019.
2. Data yang telah didapatkan digunakan untuk meramalkan nilai ekspor Indonesia untuk periode bulan Mei 2019 sampai dengan bulan Desember 2019.
3. Analisis data yang digunakan adalah dengan Metode ARCH GARCH berbantuan *software Eviews*.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai dari rumusan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Untuk memperoleh model ARCH GARCH terbaik yang digunakan untuk meramalkan nilai ekspor Indonesia periode bulan Mei 2019 sampai dengan bulan Desember 2019.
2. Untuk memperoleh hasil peramalan nilai ekspor Indonesia periode bulan Mei 2019 sampai dengan bulan Desember 2019 menggunakan metode ARCH GARCH berbantuan *software Eviews*.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang ingin diberikan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagi Mahasiswa
 - a. Menerapkan ilmu yang telah diperoleh pada saat perkuliahan sehingga menunjang persiapan untuk terjun ke dalam dunia kerja.
 - b. Menambah wawasan yang lebih luas dan memberikan gambaran tentang peramalan menggunakan metode ARCH GARCH.
2. Bagi Jurusan Matematika
 - a. Dapat dijadikan referensi sebagai bahan studi kasus bagi pembaca dan bahan acuan untuk penelitian selanjutnya.
 - b. Sebagai bahan referensi bagi pihak perpustakaan dan bahan bacaan yang dapat menambah ilmu pengetahuan bagi pembaca.

3. Bagi Pemerintah

Sebagai acuan dan bahan masukan untuk melakukan kegiatan perdagangan internasional terutama dalam bidang ekspor.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan berguna untuk memudahkan dalam memahami jalan pemikiran secara keseluruhan tugas akhir. Secara garis besar tugas akhir ini dibagi menjadi tiga bagian, yakni :

1. Bagian Awal

Bagian ini terdiri atas halaman judul, pernyataan keaslian tulisan, halaman pengesahan, persembahan, motto, kata pengantar, abstrak, daftar isi, daftar tabel, daftar gambar, daftar lampiran.

2. Bagian Isi

Bagian ini merupakan bagian laporan penelitian yang terdiri atas lima bab dengan rincian sebagai berikut.

BAB 1 PENDAHULUAN

Berisi latar belakang, rumusan masalah, pembatasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian dan sistematika penulisan tugas akhir.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

Berisi tentang uraian teoritis atau teori-teori yang mendasari pemecahan tentang masalah-masalah yang berhubungan dengan judul tugas akhir.

BAB 3 METODE PENELITIAN

Berisi ruang lingkup, metode pengumpulan data, metode analisis data dan penarikan kesimpulan.

BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

Berisi tentang hasil penelitian dan pembahasan dari permasalahan.

BAB 5 PENUTUP

Berisi kesimpulan hasil penelitian dan saran.

3. Bagian Akhir

Bagian ini terdiri dari daftar pustaka dan lampiran-lampiran.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

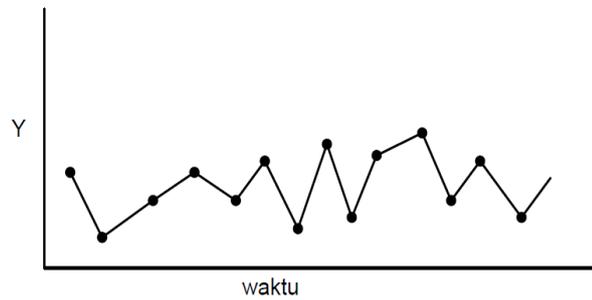
2.1 Data Runtun Waktu

Data runtun waktu merupakan hasil pengamatan atas sebuah variabel yang terjadi dalam kurun waktu tertentu berdasarkan indeks waktu secara berurutan dengan interval waktu tetap (konstan). Analisis runtun waktu (ARW) merupakan salah satu prosedur statistika yang diterapkan untuk meramalkan struktur probabilistik keadaan yang akan terjadi di masa yang akan datang dalam rangka pengambilan keputusan untuk sebuah perencanaan tertentu (Hendikawati, 2015). Tujuan analisis runtun waktu adalah untuk menemukan bentuk pola dari data di masa lalu dan menggunakan pengetahuan ini untuk melakukan peramalan terhadap sifat-sifat dari data di masa lalu yang akan datang (Suhartono, 2008).

(Makridakis, Wheelwright, & McGee, 1999) mengungkapkan bahwa langkah penting dalam memilih suatu metode runtun waktu (*time series*) yang tepat adalah dengan mempertimbangkan jenis pola data. Pola data dapat dibedakan menjadi empat yaitu :

1. Pola Horizontal

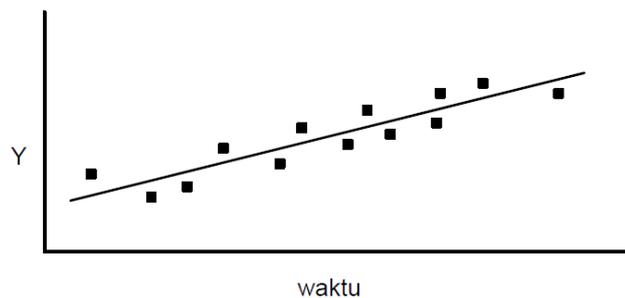
Pola horizontal adalah suatu pergerakan data yang berfluktuasi di sekitar nilai konstan atau rata-rata yang membentuk garis horizontal. Data ini juga disebut data stasioner. Pola horizontal dapat dilihat pada gambar dibawah ini



Gambar 2. 1 Contoh Plot Pola Data Horizontal

2. Pola Trend

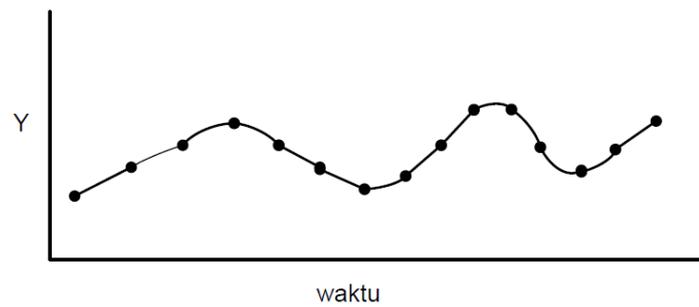
Pola Trend adalah jika suatu data bergerak pada jangka waktu tertentu dan cenderung menuju ke satu arah baik naik atau turun, sehingga pola kecenderungan dalam jangka panjang jarang sekali menunjukkan suatu pola yang konstan. Pola trend dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 2. 2 Contoh Plot Pola Data Trend

3. Pola Siklis

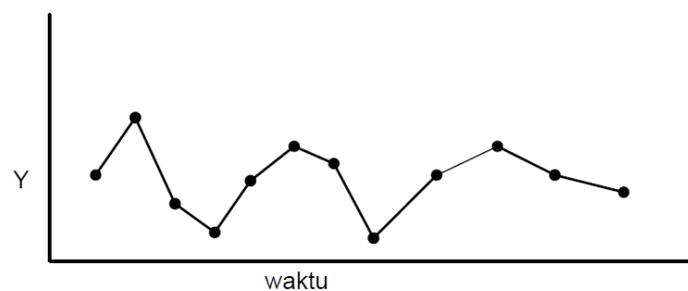
Pola Siklis adalah pola yang terjadi bilaman datanya dipengaruhi oleh fluktuasi ekonomi jangka panjang seperti yang berhubungan dengan siklus bisnis. Penjualan produk seperti mobil, baja, dan peralatan utama lainnya menunjukkan jenis pola ini.



Gambar 2. 3 Contoh Plot Pola Gerakan Siklik

4. Pola Musiman

Pola musiman adalah pola yang gerakan berulang-ulang secara teratur selama kurang lebih satu tahun. Pola musiman ini dapat ditunjukkan oleh data yang dikelompokkan secara mingguan, bulanan, atau kuartalan, tetapi untuk data yang berbentuk data tahunan tidak terdapat pola musimannya. Pola musiman ini harus dihitung setiap minggu, bulan, atau kuartalan tergantung pada data yang digunakan untuk setiap tahunnya.



Gambar 2. 4 Contoh Plot Pola Data Musiman

2.2 Peramalan

Peramalan merupakan suatu teknik memperkirakan suatu nilai pada masa yang akan datang dengan memperhatikan data masa lalu maupun data saat ini. Peramalan merupakan bagian integral dalam pengambilan keputusan sebab efektif atau tidaknya suatu keputusan umumnya bergantung pada beberapa faktor yang

tidak dapat dilihat pada waktu keputusan itu diambil (Aswi & Sukarna, 2006). Menurut (Subagyo, 1986) *forecasting* adalah peramalan yang akan terjadi pada waktu yang akan datang. Peramalan bertujuan untuk mendapatkan ramalan yang dapat meminimumkan kesalahan meramal yang dapat diukur dengan *Mean Absolute Percent Error (MAPE)*. Peramalan pada umumnya digunakan untuk memprediksi sesuatu yang kemungkinan besar akan terjadi misalnya kondisi permintaan, banyaknya curah hujan, kondisi ekonomi, dan lain-lain. Menurut (Whitten, Bentley, & Dittman, 2007) metode peramalan dibagi menjadi dua yaitu:

1. Metode Kualitatif

Metode kualitatif digunakan apabila data historis yang ada tidak cukup representative untuk meramalkan masa mendatang. Peramalan dalam metode ini mempertimbangan pendapat-pendapat para pakar yang ahli. Oleh karena itu, hasil peramalan bersifat subyektif sehingga dikatakan kurang ilmiah.

2. Metode Kuantitatif

Penggunaan metode kuantitatif didasari adanya ketersediaan data historis dan serangkaian kaidah matematis untuk meramalkan hasil di masa mendatang. Metode kuantitatif dibedakan menjadi dua, yaitu metode regresi (*causal*) dan metode runtun waktu (*time series*).

2.3 Uji Stasioneritas

Stasioneritas merupakan konsep yang penting dalam pemodelan. Stasioner adalah keadaan mean dan varians konstan (Bowerman & O'Connell, 1993). Menurut (Makridakis, Wheelwright, & McGee, 1999) suatu data pengamatan dapat

dinyatakan stasioner apabila data tersebut memiliki nilai rata-rata yang relatif konstan, tidak tergantung pada waktu dan variansi dari fluktuasi tersebut. Maka dengan kata lain stasioneritas berarti bahwa tidak terdapat perubahan yang drastis pada data. Data *time series* dikatakan stasioner jika rata-rata dari variansinya konstan, tidak ada unsur *trend* dalam data, dan tidak ada unsur musiman.

Di dalam analisis runtun waktu, asumsi stasioneritas dari data merupakan sifat yang penting dalam analisis data time series. Pada model stasioneritas, sifat-sifat statistik di masa yang akan datang dapat diramalkan berdasarkan data historis yang telah terjadi di masa lalu. Menurut (Rosadi, 2012) pengujian stasioneritas dari suatu data runtun waktu dapat dilakukan dengan beberapa cara, yaitu sebagai berikut:

1. Untuk mendeteksi ketidak-stasioneritas data dalam mean dapat digunakan plot dari data dalam urutan waktu, plot fungsi autokorelasi (ACF) dan plot fungsi autokorelasi parsial (PACF). Jika data mengandung trend maka plot ACF/PACF akan meluruh secara perlahan dan data non stasioner dalam mean.
2. Untuk mendeteksi ketidak-stasioneran data dalam mean dapat digunakan plot ACF/PACF dari residual kuadrat. Series dikatakan stasioner bila nilai probabilitas $BJ < \text{probabilitas critical value}$ atau nilai $Q_statistik BJ < \text{nilai chi squares}$ ($df = \text{lag maksimal}$ $\alpha=5\%$).
3. Uji unit root untuk pengujian akar-akar unit diperlakukan untuk melihat apakah data yang digunakan stasioner (non-stochastic) ataukah tidak stasioner (stochastic). Data yang stasioner adalah data time series yang tidak

mengandung akar-akar unit, begitu pula sebaliknya. Stasioner data juga dapat diperiksa dengan mengamati apakah runtun waktu mengandung akar unit, yakni apakah terdapat komponen trend yang berupa random walk dalam data. Terdapat berbagai metode untuk melakukan unit akar, diantaranya Dickey-Fuller, Augmented DickeyFuller, dan lain-lain. Untuk uji akar unit dengan metode ADF data dikatakan stasioner jika nilai statistik ADF > nilai kritis MacKinnon pada $\alpha=1\%$, $\alpha=5\%$ dan $\alpha=10\%$.

2.4 Model ARIMA

2.4.1 Model Autoregressive (AR)

Model stokastik yang bermanfaat untuk mempresentasikan suatu proses yang terjadi pada data runtun waktu adalah model *autoregressive*. Dalam model ini, nilai saat ini dari suatu proses dinyatakan dalam bilangan berhingga, kumpulan linear dari data lampau dari proses dan kejadian tak terduga a_t . *Autoregressive* (AR) merupakan suatu observasi pada waktu t dinyatakan sebagai fungsi linear terhadap p waktu sebelumnya ditambah dengan residual acak a_t yang white noise yaitu independen dan berdistribusi normal dengan rata-rata 0 dan varian konstan σ_a^2 , ditulis $a_t \sim N(0, \sigma_a^2)$. Banyaknya nilai lampau yang digunakan pada model (p) menunjukkan tingkat dari model itu. Jika hanya digunakan satu nilai lampau disebut model AR tingkat satu atau AR(1) (Hendikawati, 2015).

Menurut (Winarno, 2017) apabila periode yang mempengaruhi nilai Y_t tidak hanya satu atau dua periode, tetapi hingga p periode, maka modelnya dapat dituliskan menjadi :

$$Y_t = \beta_i + \beta_1 Y_{t-1} + \beta_2 Y_{t-2} + \dots + \beta_p Y_{t-p} + e_t \quad (2.1)$$

dimana

Y_t = nilai variabel pada waktu ke-t

β_i = koefisien regresi ($i = 1, 2, \dots, p$)

e_t = nilai error atau residual pada waktu ke-t

2.4.2 Model Moving Average (MA)

Moving average (MA) digunakan untuk menjelaskan suatu fenomena bahwa suatu observasi pada waktu t dinyatakan sebagai kombinasi linear dari sejumlah *error* acak (Hendikawati, 2015). Menurut (Winarno, 2017) selain memperkirakan nilai Y_t dengan menggunakan nilai Y pada periode-periode sebelumnya, nilai Y_t juga dapat diperkirakan menggunakan nilai residualnya. Model moving average (MA) dengan orde q dinotasikan MA (q). Bentuk umum model MA (q) adalah sebagai berikut :

$$Y_t = \alpha_0 + \alpha_1 e_t + \alpha_2 e_{t-1} + \dots + \alpha_q e_{t-q} \quad (2.2)$$

dimana

Y_t = nilai variabel pada waktu ke-t

α_i = koefisien regresi ($i = 1, 2, \dots, q$)

e_t = nilai error atau residual pada waktu ke-t

2.4.3 Model Autoregressive Moving Average (ARMA)

(Winarno, 2017) Model *Autoregressive Moving Average* (ARMA) merupakan suatu kombinasi dari model AR dan MA. Model ARMA memiliki karakteristik seperti model AR dan MA, diantaranya dipengaruhi data pada *lag* periode-periode sebelumnya. Secara matematis bentuk umum model ARMA dengan orde (p,q) adalah sebagai berikut :

$$Y_t = \beta_0 + \beta_1 Y_{t-1} + \dots + \beta_p Y_{t-p} + \alpha_1 e_t + \alpha_2 e_{t-1} + \dots + \alpha_q e_{t-q} \quad (2.3)$$

dimana

Y_t = nilai variabel pada waktu ke-t

β_i = koefisien regresi ($i = 1, 2, 3, \dots, p$)

α_1 = koefisien regresi ($i = 1, 2, 3, \dots, q$)

e = nilai error atau residual pada waktu ke-t

2.5 Prosedur Pembentukan ARIMA

Langkah-langkah pembentukan model ARIMA terdiri atas beberapa tahapan sebagai berikut :

2.5.1 Identifikasi Model

Hal pertama yang perlu diperhatikan adalah bahwa kebanyakan *time series* bersifat non stasioner dan bahwa aspek-aspek AR dan MA dari model ARIMA hanya berkenaan dengan deret berkala yang stasioner (Makridakis, Wheelwright, & McGee, 1995).

Model AR dan MA dari suatu data time series dapat diidentifikasi dengan melihat grafik ACF dan PACF. Tabel 2.1 merupakan identifikasi orde model AR dan MA dengan plot ACF dan PACF.

Tabel 2. 1 Identifikasi Orde Model ARIMA

Model	ACF	PACF
AR (p)	Menurun secara bertahap menuju nol	Menuju nol setelah lag ke-p
MA (q)	Menuju nol setelah lag ke-p	Menurun secara bertahap menuju nol
ARMA (p,q)	Menurun secara bertahap menuju nol	Menurun secara bertahap menuju nol

Dari tabel 2.1 dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. Jika plot ACF menurun secara bertahap menuju nol dan plot PACF menuju nol setelah lag ke-p, maka dugaan modelnya adalah AR(p).
2. Jika plot ACF menuju nol setelah lag ke-q dan plot PACF menurun secara bertahap menuju nol, maka dugaan modelnya adalah MA(q).
3. Jika plot ACF dan plot PACF menurun secara bertahap menuju nol, maka dugaan modelnya adalah ARMA(p,q).

2.5.2 *Estimasi Parameter*

Tahap estimasi parameter digunakan untuk mengetahui parameter AR, MA, *differencing* (jika ada), dan konstanta signifikan atau tidak. Jika parameter-

parameter tersebut signifikan maka model layak digunakan. Jika diperoleh beberapa model yang signifikan maka selanjutnya dipilih sebuah model terbaik.

2.6 Volatilitas

Volatilitas adalah suatu kondisi di mana rata-rata dan ragam tidak konstan (Widarjono, 2005). Volatilitas secara bahasa mengandung arti tidak stabil, suatu kondisi dimana data bergerak naik turun, kadang secara ekstrem. Data deret waktu terutama data di sektor keuangan sangat tinggi volatilitasnya. Volatilitas yang tinggi ditunjukkan dari suatu fase yang fluktuasinya relatif tinggi kemudian diikuti fluktuasi yang rendah dan kembali tinggi (Ariefianto, 2012).

Volatilitas digunakan sebagai salah satu ukuran untuk melihat seberapa besar dan seringnya perubahan atau fluktuasi yang terjadi pada indikator-indikator ekonomi. Biasanya besaran ini dinyatakan sebagai standar deviasi perubahan data deret waktu keuangan. Ukuran volatilitas adalah sebagai berikut (Gujarati, 2003).

$$x_t^2 = (dW_t - d\bar{W}_t)^2 \quad (2.4)$$

dengan

x_t^2 = nilai volatilitas

dW_t = nilai *differencing*

$d\bar{W}_t$ = rata-rata *differencing*

2.7 Heteroskedastisitas

Asumsi penting dalam analisis regresi adalah varians residual yang konstan. Varians dari residuals tidak berubah dengan berubahnya satu atau lebih variabel bebas. Jika asumsi ini terpenuhi, maka residual bersifat homoskedastisitas. Jika varian variabel tidak konstan maka residual bersifat heterkedastisitas. Heterokedastisitas dinyatakan dengan persamaan.

$$\text{var}(u|y_1, y_2, \dots, y_k) = \sigma_i^2 \quad (2.5)$$

dimana indeks i menunjukkan bahwa varians berubah dari observasi ke observasi. Metode yang paling cepat dan mudah dilakukan dalam menguji adanya masalah heteroskedastik adalah dapat dilakukan dengan mendeteksi pola residual melalui sebuah grafik. Yaitu dapat diketahui jika residual mempunyai varian yang sama (homoskedastik) maka tidak mempunyai pola yang pasti dari residual. Sebaliknya jika residual mempunyai sifat heteroskedastik, residual ini akan menunjukkan pola yang tertentu.

2.8 Model Autoregressive Conditional Heteroskedasticity (ARCH)

Model *Autoregressive Conditional Heteroskedasticity* (ARCH) merupakan model *autoregresif* yang terjadi dalam keadaan variansi tidak konstan. Volatilitas merupakan ukuran ketidakpastian dari data runtun waktu yang ditunjukkan dengan adanya fluktuasi. Fluktuasi ini menyebabkan varian dari residual tidak konstan dan bersifat heterokedastisitas. Pada tahun 1982 Engle menunjukkan model ARCH (*Autoregressive Conditional Heteroskedasticity*) untuk memodelkan dan mengatasi data dengan asumsi varian dari residual yang bersifat heterkedastis. Model ini

menunjukkan adanya ketidakstabilan variansi pada model runtun waktu sehingga dapat dijadikan alternative untuk menghitung dan memodelkan data.

Konsep dasar dari model ARCH adalah varians residual kuadrat dari beberapa periode yang telah lampau. Model ARCH dengan orde p dinotasikan ARCH(p) dinyatakan dalam dua persamaan yaitu persamaan rata-rata dan persamaan ragamnya.

$$Y_t = \beta_0 + \beta_1 X_{1t} + \varepsilon_t \quad (2.6)$$

dan

$$\sigma_t^2 = \alpha + \alpha_1 \varepsilon_{t-1}^2 \quad (2.7)$$

dengan Y variabel dependen, X variabel independen, ε residual, σ_t^2 varian residual, $\alpha_1 \varepsilon_{t-1}^2$ disebut dengan komponen ARCH (Vogelvang, 2005).

Komponen-komponen dalam varian residual terdiri dari dua komponen, yaitu konstanta dan residual dari periode sebelumnya. Itulah sebabnya model ini disebut model bersyarat (*conditional*), karena varian residual periode sekarang (t) dipengaruhi oleh periode sebelum-sebelumnya ($t - 1, t - 2$, dan seterusnya). Persamaan (2.5) disebut dengan persamaan rata-rata bersyarat (*conditional mean*) dan persamaan (2.6) disebut dengan persamaan varian bersyarat (*conditional variance*) (Winarno, 2017).

2.9 Uji ARCH-Lagrange Multiplier (ARCH-LM)

Uji ARCH-LM digunakan untuk mengetahui ada tidaknya gejala heterokedastisitas pada suatu data deret waktu. Ide pokok uji ini adalah bahwa

varian residual bukan hanya merupakan fungsi dari variabel independen tetapi tergantung pada residual kuadrat pada periode sebelumnya (Widarjono, 2007).

$$\sigma_t^2 = \alpha_0 + \alpha_1 e_{t-1}^2 + \alpha_2 e_{t-2}^2 + \dots + \alpha_p e_{t-p}^2 \quad (2.8)$$

Langkah pengujian ARCH-LM adalah

Hipotesis:

$H_0 = \alpha_1 = \alpha_2 = \dots = \alpha_p = 0$ (tidak terdapat efek ARCH)

$H_1 = \exists \alpha_i \neq 0, i = 1, 2, \dots, p$ (terdapat efek ARCH)

Taraf signifikansi atau $\alpha = 0,05$.

Statistik Uji:

$$F = \frac{\frac{SSR_0 - SSR_1}{p}}{\frac{SSR_1}{T - 2p - 1}} \quad (2.9)$$

dengan

$$SSR_0 = \sum_{t=p+1}^T (e_t^2 - \omega)^2 \quad (2.10)$$

$$\omega = \frac{\sum_{t=1}^T e_t^2}{T} \quad (2.11)$$

$$SSR_1 = \sum_{t=p+1}^T w_t^2 \quad (2.12)$$

ω = rata-rata sampel dari e_t^2

w_t^2 = residual kuadrat terkecil

Kriteria keputusan :

H_0 ditolak jika $F > x_p^2(\alpha)$ atau $prob < \alpha$.

2.10 Model Generalized Autoregressive Conditional Heterokedasticity (GARCH)

Analisis model yang mengatasi adanya masalah heterokedastisitas pertama kali muncul model ARCH dikenalkan oleh Engle (1982) dan pada tahun 1986 Bollorsev memperkenalkan model GARCH (*Generalized Autoregressive Conditional Heteroscedaticity*) yang merupakan perluasan dari model ARCH. GARCH merupakan salah satu pendekatan untuk memodelkan runtun waktu dengan kondisi error bervariasi menurut waktu (heterkedastisitas). GARCH dianggap memberikan hasil yang lebih sederhana karena menggunakan lebih sedikit parameter sehingga mengurangi tingkat kesalahan dalam perhitungan. Konsep dasar dari GARCH adalah varians tidak hanya dipengaruhi oleh residual yang lampau tetapi juga oleh lag varians kondisional itu sendiri.

Dengan demikian varians kondisional pada model GARCH terdiri atas dua komponen, yakni komponen lampau dari residual kuadrat (dinotasikan dengan

derajat p) dan komponen lampau dari varians kondisional (dinotasikan dengan derajat q), dalam bentuk matematis

$$\sigma_t^2 = \omega + \sum_{i=1}^p \alpha_i u_{t-1}^2 + \sum_{j=1}^q \beta_j \sigma_{t-1}^2 \quad (2.13)$$

(Ariefianto, 2012)

Jika $q = 0$ maka diperoleh model ARCH Engle, sementara jika $p = q = 0$, dimiliki proses *white noise* dengan varian ω . Disini terlihat bahwa meskipun proses q_t bersifat tidak berkorelasi namun proses ini tidak bersifat independen.

Dalam model GARCH (p, q) , proses u_t dapat didefinisikan dengan menggunakan persamaan

$$u_t = \sigma_t v_t \quad (2.14)$$

Dimana σ_t adalah akar dari σ_t^2 dan v_t adalah proses i.i.d (*independent and identically distributed*), sering kali diasumsikan berdistribusi normal standard $N(0,1)$.

Koefisien-koefisien dari model GARCH (p, q) bersifat sebagai berikut.

$$\omega > 0 \quad (2.15)$$

$$\alpha_i \geq 0, i = 1, 2, \dots, p \quad (2.16)$$

$$\beta_j = 0, j = 1, 2, \dots, q \quad (2.17)$$

$$\sum_{i=1}^p \sum_{j=1}^q (\alpha_i + \beta_j) < 1 \quad (2.18)$$

Kondisi (2.18) diperlukan agar model bersifat stasioner, sedangkan (2.15), (2.16), dan (2.17) diperlukan agar $\sigma_t^2 > 0$ (Rosadi, 2012).

2.11 Metode Maximum Likelihood atau Uji Likelihood Ratio

Metode Maximum atau Uji Likelihood Ratio adalah uji likelihood Ratio (LR) berdasarkan metode maximum likelihood (ML), Misalnya diasumsikan model regresi

$$Y_t = \beta_0 + \beta_1 X_{1i} + \beta_2 X_{2i} + e_i \quad (2.19)$$

Apabila variabel X_2 merupakan variabel independen yang tidak penting atau dengan kata lain membuat hipotesis nol $\beta_2 = 0$ bahwa sehingga modelnya sebagai berikut.

$$Y_t = \beta_0 + \beta_1 X_{1i} + e_i \quad (2.20)$$

Tujuan menggunakan maximum likelihood sebagaimana rumusnya untuk mengatasi parameter agar probabilitas dari nilai Y setinggi mungkin. Untuk mengasumsikan fungsi tersebut dilakukan dengan cara melakukan diferensi. Nilai log likelihood dapat diestimasi dengan rumus sebagai berikut

$$\text{loglikelihood} = \frac{AIC - 2k}{-2} \quad (2.21)$$

dengan,

k = banyaknya parameter dalam model

Sehingga model yang baik adalah model yang memiliki nilai estimasi *log likelihood* terbesar. Uji likelihood mengikuti distribusi *Chi Squares* (χ^2) dengan *degree of freedom* (df) sebesar jumlah variabel yang dihilangkan. Jika nilai hitung statistik χ^2 lebih besar dari nilai kritisnya maka menolak hipotesis nol dan menolak menghilangkan variabel χ^2 di dalam model. Sehingga model persamaan (2.20) adalah model yang tepat. Sebaliknya bila nilai hitung statistik χ^2 lebih kecil dari nilai kritisnya maka menerima hipotesis nol yang berarti penghilangan variabel χ^2 dibenarkan. Maka model yang tepat adalah persamaan (2.21).

2.12 Uji Jarque Bera

Metode Jarque Bera didasarkan pada sampel besar, menggunakan perhitungan skewness dan kurtosis. Uji *Jarque Bera* dinyatakan dengan persamaan sebagai berikut.

$$JB = \frac{n}{6} \left(S^2 + \frac{(K - 3)^2}{4} \right) \quad (2. 22)$$

dengan

$$S = \frac{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (Z_i - \bar{Z})^3}{\left(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (Z_i - \bar{Z})^2 \right)^{\frac{3}{2}}} \quad (2. 23)$$

$$K = \frac{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (Z_i - \bar{Z})^4}{\left(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (Z_i - \bar{Z})^2\right)^2} \quad (2.24)$$

Nilai statistik JB ini didasarkan pada distribusi *Chi Squares*. Jika nilai probabilitas p dari statistik JB besar atau dengan kata lain nilai statistik dari JB tidak signifikan maka gagal menolak hipotesis bahwa residual mempunyai distribusi normal karena nilai statistik JB mendekati nol. Sebaliknya jika nilai probabilitas p dari statistik JB kecil atau signifikan maka menolak hipotesis bahwa residual mempunyai distribusi normal karena nilai statistik JB tidak sama dengan nol (Larasati, 2015).

2.13 Kriteria Akaike dan Schwarz (AIC dan SIC)

Kriteria *Akaike* dan *Schwarz* (AIC dan SIC) dalam pemilihan model juga dapat dilakukan dengan menggunakan *Akaike Information Criterion* (AIC) dan *Schwarz Information Criterion* (SIC).

$$AIC = e^{2\frac{k}{n}} \frac{\sum u_i^2}{n} = e^{2\frac{k}{n}} \frac{SSR}{n} \quad (2.25)$$

$$SIC = e^{\frac{k}{n}} \frac{\sum u_i^2}{n} = e^{\frac{k}{n}} \frac{SSR}{n} \quad (2.26)$$

dimana :

e = 2,718

u = residual

k = jumlah variabel parameter estimasi

SSR = jumlah residual kuadrat (sum of squared residual)

n = jumlah observasi (sampel)

Model yang dipilih adalah model yang memiliki AIC, SSE, dan SIC terkecil.

2.14 Akurasi Peramalan

2.13.1 *The Mean Absolute Deviation (MAD)*

Satu metode untuk mengetahui metode peramalan menggunakan jumlah dari kesalahan-kesalahan yang absolut. *The Mean Absolute Deviation (MAD)* mengukur ketepatan ramalan dengan merata-rata kesalahan dugaan (nilai absolut masing-masing kesalahan). MAD paling berguna ketika orang yang menganalisa ingin mengukur kesalahan ramalan dalam unit yang sama sebagai deret asli.

$$MAD = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n |Y_t - \hat{Y}_t| \quad (2.27)$$

2.13.2 *The Mean Squared Error (MSE)*

Metode lain untuk mengevaluasi metode peramalan. Masing-masing kesalahan atau sisa dikuadratkan. Kemudian dijumlahkan dan dibagi dengan jumlah observasi. Pendekatan ini mengatur kesalahan peramalan yang besar karena kesalahan-kesalahan itu dikuadratkan. Suatu teknik yang menghasilkan kesalahan moderat mungkin lebih baik untuk salah satu yang memiliki kesalahan kecil tapi kadang-kadang menghasilkan sesuatu yang besar.

Berikut ini rumus untuk menghitung MSE :

$$MSE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n (Y_t - \hat{Y}_t) \quad (2.28)$$

Ada kalanya persamaan ini sangat berguna untuk menghitung kesalahan-kesalahan peramalan dalam bentuk presentase daripada jumlah.

2.13.3 *The Mean Percentage Error (MPE)*

The Mean Percentage Error (MPE) digunakan dalam kasus ini. MPE dihitung dengan mencari kesalahan pada tiap periode dibagi nilai nyata untuk periode itu. Kemudian, merata-rata kesalahan persentase ini. Jika pendekatan peramalan tak bias, MPE akan menghasilkan angka yang mendekati nol. Jika hasilnya mempunyai persentase negatif yang besar, metode peramalannya dapat dihitung. Jika hasilnya mempunyai persentase positif yang besar, metode peramalan tidak dapat dihitung. MPE dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$MPE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \frac{(Y_t - \hat{Y}_t)}{Y_t} \quad (2.29)$$

Bagian dari keputusan untuk menggunakan teknik peramalan tertentu melibatkan penentuan apakah teknik ini akan menghasilkan kesalahan peramalan yang dinilai cukup kecil. Metode khusus yang digunakan dalam peramalan meliputi perbandingan metode mana yang akan menghasilkan kesalahan-kesalahan ramalan yang cukup kecil. Metode ini baik untuk memprediksi metod peramalan sehingga menghasilkan kesalahan ramalan yang relatif kecil dalam dasar konsisten.

2.13.4 *Root Mean Squared Error (RMSE)*

RMSE digunakan untuk membandingkan beberapa model estimasi dari sebuah realisasi runtun waktu yang sama. Akan lebih disukai model yang memiliki RMSE yang lebih rendah, karena model tersebut akan lebih cocok atau lebih mendekati data yang ada. Model dengan RMSE yang lebih kecil cenderung akan memiliki variansi galat ramalan yang lebih kecil. Rumus untuk menghitung RMSE sebagai berikut:

$$\frac{\sum \sqrt{(\hat{Z}_t - Z_t)^2}}{n} \quad (2.30)$$

2.15 Ekspor

Ekspor adalah sistem perdagangan dengan cara mengeluarkan barang-barang dari dalam negeri ke luar negeri dengan memenuh ketentuan yang berlaku. Ekspor merupakan total barang dan jasa yang dijual oleh sebuah negara ke negara lain, diantaranya barang-barang, asuransi, dan jaa-jasa. Ekspor merupakan faktor penting dalam pertumbuhan ekonomi suatu negara. Ekspor akan memperbesar kapasitas konsumsi suatu negara untuk meningkatkan output dunia, serta memberikan akses terhadap sumber daya langka dan pasar-pasar internasional yang berpotensi untuk produk ekspor. Dengan ekspor suatu negara dapat mengambil keuntungan dari skala ekonomi yang dimiliki. Untuk meningkatkan pertumbuhan ekonomi dan pembangunan, setiap negara harus merumuskan dan menerapkan kebijakan-kebijakan internasional yang berorientasi ke luar (Todaro & S, 2004).

Fungsi penting komponen ekspor dalam perdagangan internasional adalah negara mendapat keuntungan dan pendapatan nasional naik, yang nantinya akan

menaikkan jumlah output dan laju pertumbuhan ekonomi. Dengan tingkat output yang meningkat, kemiskinan dapat dipatahkan dan pembangunan ekonomi dapat ditingkatkan (Jhingan, 2000).

Kondisi ekspor pada tahun 2002-2018 mengalami fluktuasi. Dimana nilai ekspor Indonesia tertinggi pada tahun 2011. Pada tahun 2018 kondisi ekspor Indonesia mengalami perkembangan yang positif dan menunjukkan peningkatan presentase dari pada tahun 2017. Nilai ekspor Indonesia pada tahun 2019 juga mengalami fluktuasi. Nilai ekspor Indonesia pada bulan Januari 2019 sebesar US\$ 13,87 Miliar, bulan Februari 2019 sebesar US\$ 12,53 Miliar, bulan Maret 2019 sebesar US\$ 14,03 Miliar, bulan April 2019 sebesar US\$ 12,60 Miliar, bulan Mei 2019 sebesar US\$ 14,74 Miliar, bulan Juni 2019 sebesar US\$ 11,78 Miliar (BPS, Berita Resmi Statistik, 2019).

Kegiatan ekspor akan memberikan dampak positif apabila sektor ekspor dominan dalam struktur ekonomi. Kegiatan ekspor mempunyai hubungan positif dalam pertumbuhan ekonomi suatu negara. Semakin banyak kegiatan ekspor, maka pertumbuhan ekonomi akan naik. Hal ini akan berdampak pada iklim investasi yang semakin tumbuh beriringan dengan kegiatan ekspor tersebut (Anne, 1988).

2.16 Software Eviews

Eviews adalah program komputer yang digunakan untuk mengolah data statistika dan data ekonometrika. Program ini dapat dijalankan pada sistem operasi Ms Windows, sejak versi XP atau sesudahnya. Eviews merupakan kelanjutan dari program MicroTS, yang dikeluarkan pada tahun 1981. Program Eviews dibuat oleh

QMS (*Quatitative Micro Software*) yang berkedudukan di Irvine, California, Amerika Serikat. Eviews dapat digunakan untuk menyelesaikan masalah-masalah yang berbentuk *time series*, *cross section*, maupun data panel (Winarno, 2017).

Eviews menyediakan analisis data yang canggih, prosedur regresi, dan prosedur peramalan pada komputer berbasis Windows. Dengan menggunakan Eviews, kita dapat dengan cepat membangun hubungan statistik yang berasal dari data yang kita miliki, kemudian menggunakan hubungannya itu untuk meramalkan nilai masa depan data. Eviews dapat digunakan untuk analisis data ilmiah dan evaluasi, analisis keuangan, peramalan ekonomi makro, simulasi, peramalan penjualan, dan analisis biaya (Sarwono & S, 2014).

Keunggulan Eviews terletak pada kemampuannya untuk mengolah data yang bersifat *time series*, meskipun tetap dapat mengolah data *cross section* maupun data panel. Selain itu, Eviews tidak memerlukan langkah yang panjang seperti pada program sejenis untuk mengolah data. Hasil analisis Eviews selalu ditampilkan dalam satu layar, sehingga mudah untuk dianalisis. Terdapat juga kelemahan Eviews adalah cara penggunaannya yang tidak biasa seperti program lainnya. Kelemahan lainnya adalah untuk mengolah data grafik memberikan hasil yang kurang maksimal (Winarno, 2017).

2.17 Kerangka Berpikir

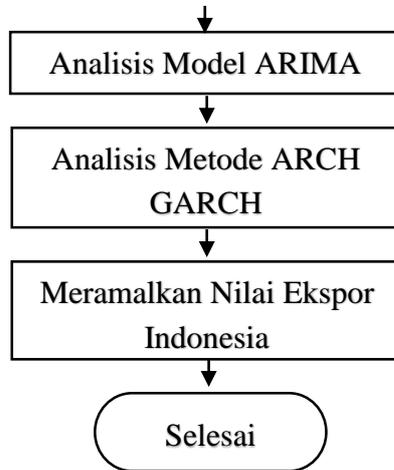
Peramalan muncul karena adanya waktu senjang (*timelag*) antara kesadaran akan peristiwa mendatang dengan peristiwa itu sendiri. Secara garis besar peramalan terdapat dua pendekatan yaitu kualitatif dan kuantitatif. Hasil peramalan

kualitatif didasarkan pada pengamatan kejadian-kejadian di masa sebelumnya digabung dengan pemikiran dari penyusunnya, sedangkan hasil peramalan kuantitatif tergantung pada metode yang digunakan.

Time series merupakan hasil pengamatan terhadap suatu variabel yang diambil dari waktu ke waktu dan dicatat secara berurutan menurut urutan waktu kejadian dengan interval waktu yang tetap. Beberapa peramalan dengan metode *time series* yang sering digunakan diantaranya *moving average*, *Autoregressive Integrated Moving Average* (ARIMA), dan *Autoregressive Conditional Heteroscedasticity - Generalized Autoregressive Conditional Heteroscedasticity* (ARCH GARCH). Untuk meramalkan data nilai ekspor Indonesia dipilih metode ARCH GARCH, karena untuk data ekonomi termasuk nilai ekspor cenderung menunjukkan adanya heterokedastisitas dan metode ARCH GARCH salah satu metode *time series* yang tidak memandang adanya gejala heterokedastisitas dalam data. Hasil peramalan menggunakan metode ARCH GARCH dipilih model yang terbaik, yang digunakan untuk meramalkan nilai ekspor Indonesia pada periode selanjutnya.

Software yang digunakan untuk meramalkan data nilai ekspor Indonesia adalah *software* Eviews. Eviews digunakan untuk mengolah data statistika dan data ekonometrika. Dengan menggunakan *software* Eviews proses peramalan dapat dilakukan secara mudah, cepat, dan mendapat hasil yang akurat. Berikut gambaran secara umum dari kerangka penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 2.5.





Gambar 2. 5 Diagram Alur Kerangka Berpikir

BAB V

PENUTUP

5.1 Simpulan

Dari hasil penelitian dan pembahasan yang telah dilakukan, dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut.

1. Model terbaik untuk meramalkan nilai ekspor Indonesia pada bulan Mei 2019 sampai dengan bulan Desember 2019 adalah model ARIMA(1,1,2) Tanpa Konstanta – GARCH(1,3). Dimana persamaannya adalah sebagai berikut.

$$Y_t = 0,878208Y_{t-1} - 1,523133e_{t-2} + 0,623693e_{t-1} + e_t$$

dan

$$\sigma_t^2 = 1,06 \times 10^{18} + 0,024012\varepsilon_{t-1}^2 - 0,966219\sigma_{t-1}^2 + 0,271452\sigma_{t-2}^2 + 0,726127\sigma_{t-3}^2$$

2. Hasil peramalan nilai ekspor Indonesia periode bulan Mei 2019 sampai dengan Desember 2019 dengan metode ARCH GARCH dapat dilihat pada tabel berikut.

Periode Tahun 2019	Hasil Peramalan (juta)
Mei	9.623.311.460
Juni	11.408.307.973
Juli	12.418.748.544
Agustus	8.946.312.426
September	13.788.483.977
Oktober	9.017.268.243
November	12.305.724.621
Desember	11.428.196.550

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka peneliti memberikan saran, diantaranya sebagai berikut.

1. Dalam penelitian ini metode yang digunakan metode ARCH GARCH. Alangkah baiknya jika dapat dikembangkan dan dibandingkan dengan metode lain agar mendapatkan hasil peramalan yang mendekati dengan data aktual.
2. Dalam penelitian ini mengolah data dengan bantuan *software* Eviews. Disarankan lebih teliti saat mengolah menggunakan *software* Eviews, dikarenakan setiap menu memiliki pilihan yang berbeda-beda.

DAFTAR PUSTAKA

- Adibah, F. N. (2016). *Analisis Peramalan Laju Inflasi Provinsi Jawa Tengah Menggunakan Metode GARCH*. Tugas Akhir, Semarang: Universitas Negeri Semarang.
- Anne, K. (1988). *Interaction Between Inflation and Trade Regime Objective in Stabilization Programme*. Washington.
- Ariefianto, M. D. (2012). *Ekonometrika Esensi dan Aplikasi dengan Menggunakan Eviews*. Jakarta: Erlangga.
- Aswi, & Sukarna. (2006). *Analisis Deret Waktu : Teori dan Aplikasi*. Makassar: Andhira Publisher.
- Bollerslev. (1985). Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity. *Journal of Econometrics*.
- Bowerman, B. L., & O'Connell, R. T. (1993). *Forecasting and Time Series*. California: Duxbury Press.
- BPS. (2018). *Statistika Perdagangan Luar Negeri Indonesia Ekspor Jilid II*. Badan Pusat Statistik.
- BPS. (2019). *Berita Resmi Statistik*. Jakarta: Badan Pusat Statistik.
- Desvina, A. P. (2016). Penerapan Metode ARCH/GARCH Dalam Peramalan Indeks Harga Saham Sektor. *Jurnal Sains Matematika dan Statistika*, Vol. 2, No. 1.
- Engle, R. (2001). GARCH 101 : The Use of ARCH/GARCH Models in Applied Econometrics. *Journal of Economic Perspective Volume 15*.
- Gujarati, D. (2003). *Ekonometrika Dasar. Terjemahan Sumarno Zain*. Jakarta: Erlangga.
- Hendikawati, P. (2015). *Peramalan Data Runtun Waktu Metode dan Aplikasinya dengan Minitab dan Eviews*. Semarang: FMIPA Universitas Negeri Semarang.
- Iriawan, N., & Astuti, S. P. (2006). *Mengolah Data Statistik dengan Mudah Menggunakan Minitab 14*. Yogyakarta: Penerbit ANDI.
- Jhingan, M. L. (2000). *Ekonomi Pembangunan dan Perencana, Edisi Pertama*. Jakarta: PT Raja Grafindo Persada.

- Larasati, E. N. (2015). *Analisis Volatility Forecasting Sembilan Bahan Pokok Menggunakan Metode ARCH GARCH dendan Program R*. Skripsi, Semarang: FMIPA Universitas Negeri Semarang.
- Makridakis, S., Wheelwright, S. C., & McGee, V. E. (1999). *Metode dan Aplikasi Peramalan*. Jakarta: Bina Rupa Aksara.
- Makridakis, Wheelwright, & McGee. (1995). *Metode dan Aplikasi Peramalan*. Jakarta: Erlangga.
- Nopirin. (2011). *Ekonomi Moneter*. Yogyakarta: Penerbit BPFE.
- Raneo, A. P. (2018). Penerapan Metode GARCH Dalam Peramalan Volatilitas di Bursa Efek Indonesia. *Jurnal Manajemen dan Bisnis Sriwijaya Vol.15* .
- Rosadi, D. (2012). *Ekonometrika dan Analisis Runtun Waktu Terapan dengan Eviews*. Yogyakarta: Andi Yogyakarta.
- Rosyidah, U., D, T., & D, S. (2005). Pemodelan Arima Dalam Peramalan Penumpang Kereta Api pada Daerah Operasi (DAOP) IX Jember . *Jurnal FMIPA*.
- Safitriani, S. (2014). Perdagangan Internasional dan Foreign Direct Investment di Indonesia. *Buletin Ilmiah Litbang Perdagangan, VOL.8 NO. 1*.
- Salvatore, D. (2007). *Internasional Economics*. Prentice-Hall.
- Salwa, N. (2018). Peramalan Harga Bitcoin Menggunakan Metode ARIMA . *Journal of Data Analysis Vol.1 No.1*.
- Sarwono, J., & S, H. N. (2014). *Eviews : Cara Operasi dan Prosedur Analisis*. Yogyakarta: Penerbit ANDI.
- Subagyo, P. (1986). *Forecasting Konsep dan Aplikasi*. Yogyakarta: BPFE.
- Suhartono. (2008). *Analisis Statistik Data dengan R*. Surabaya: ITS.
- Todaro, M. P., & S, C. S. (2004). *Pembangunan Ekonomi di Dunia Ketiga, Edisi Kedelapan*. Jakarta: Erlangga.
- Tsay, R. S. (2005). *Analysis of Financial Time Series*. New York: Inc. Publication.
- Vogelvang, B. (2005). *Econometrics Theory and Applications with Eviews*. England.
- Whitten, Bentley, & Dittman. (2007). *System Analysis and Design Methods*. New York: McGraw-Hill.
- Widarjono, A. (2005). *Ekonometrika Pengantar dan Aplikasinya*. Yogyakarta: Ekonosia.

Widarjono, A. (2007). *Ekonometrika : Teori dan Aplikasi untuk Ekonomi dan Bisnis*. Yogyakarta: Penerbit Ekonosia UII.

Winarno, W. W. (2017). *Analisis Ekonometrika dan Statistika dengan Eviews*. Yogyakarta: STIM YKPN.