

**PREDIKSI BEBAN LISTRIK JANGKA PENDEK MENGGUNAKAN  
METODE *AUTOREGRESSIVE INTEGRATED MOVING AVERAGE*  
(ARIMA)**

**(Skripsi)**

**Oleh**

**RASYID HAKIM**



**FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG  
2019**

## **ABSTRAK**

### **PREDIKSI BEBAN LISTRIK JANGKA PENDEK MENGGUNAKAN METODE *AUTOREGRESSIVE INTEGRATED MOVING AVERAGE* (ARIMA)**

**Oleh**

**RASYID HAKIM**

Saat ini metode prediksi banyak digunakan untuk berbagai disiplin ilmu, tidak terkecuali pada prediksi konsumsi energi listrik. Metode tersebut digunakan dengan tujuan untuk mengetahui besarnya kebutuhan energi listrik yang akurat pada waktu yang akan datang. Penelitian ini membahas penggunaan metode prediksi jangka pendek *Autoregressive Integrated Moving Average* atau ARIMA untuk menghitung besarnya konsumsi energi listrik di Gedung H Fakultas Teknik Unila pada bulan Juni dan Juli tahun 2019. Penelitian ini menggunakan data yang sudah tersimpan pada komputer server di gedung TIK Universitas Lampung dengan menggunakan peralatan *Smart Monitoring* Pengukuran Besaran Listrik yang sudah dipasang pada gedung H Fakultas Teknik Unila. Data yang digunakan untuk metode ini adalah data pada bulan April dan Mei tahun 2019. Observasi yang dilakukan adalah menghitung prediksi data deret waktu berupa hubungan antara konsumsi energi listrik terhadap waktu. Analisis prediksi menggunakan metode ARIMA (2,1,0) memberikan hasil penambahan konsumsi energi listrik sebesar 7,67% dari data referensi dan nilai galat hasil prediksi rata-rata sebesar 29,59%.

**Kata Kunci : Prediksi, ARIMA, Energi Listrik, Galat, Gedung H Fakultas Teknik Unila**

## **ABSTRACT**

### **SHORT TERM LOAD FORECASTING AUTOREGRESSIVE INTEGRATED MOVING AVERAGE (ARIMA) METHODS**

**By**

**RASYID HAKIM**

*Nowadays, forecasting methods have been widely used for various disciplines, in terms of electrical energy application, they are used to determine the amount of electrical energy consumption in the future. This research will discuss short term forecasting method Autoregressive Integrated Moving Average or ARIMA for determining the amount of electrical energy consumption in the H Building of Electrical Engineering and Mechanical Engineering Department of the Faculty of Engineering, University of Lampung in June and July 2019. This research uses data stored in a server computer in the University of Lampung's ICT building by using the Electricity Measurement Smart Monitoring equipment that has been installed in the H building of the Faculty of Engineering, University of Lampung. The data used for this method is the data in April and May 2019. The observation is then used to forecast time series data, electrical energy consumption (kWh) against time. Forecasting analysis using the ARIMA (2,1,0) method showed the results of the addition of electrical energy consumption of 7.67% and an average 29,59% of error value.*

**Keywords : Forecasting, ARIMA, Electrical Energy, Error, H Building  
The Faculty of Engineering University of Lampung**

**PREDIKSI BEBAN LISTRIK JANGKA PENDEK MENGGUNAKAN  
METODE *AUTOREGRESSIVE INTEGRATED MOVING AVERAGE*  
(ARIMA)**

**Oleh**

**RASYID HAKIM**

**Skripsi**

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar  
**SARJANA TEKNIK**

Pada

**Jurusan Teknik Elektro  
Fakultas Teknik**



**FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG  
2019**



Judul Skripsi

**: PREDIKSI BEBAN LISTRIK JANGKA  
PENDEK MENGGUNAKAN METODE  
AUTOREGRESSIVE INTEGRATED  
MOVING AVERAGE (ARIMA)**

Nama Mahasiswa

**: Rasyid Hakim**

Nomor Pokok Mahasiswa : 1315030173

Program Studi

**: Teknik Elektro**

Fakultas

**: Teknik**

**MENYETUJUI**

**1. Komisi Pembimbing**

**Dr. Eng. Ir. Dikpride Despa, S.T., M.T., IPM. NIP 19720428 199803 2 001**

**Dr. Eng. Lukmanul Hakim, S.T., M.Sc. NIP 19720923 200012 1 002**

**2. Ketua Jurusan Teknik Elektro**

**Dr. Herman H. Sinaga, S.T., M.T.**

**NIP 19711130 199903 1 003**



## MENGESAHKAN

### 1. Tim Penguji

Ketua

: **Dr. Eng. Ir. Dikpride Despa, S.T., M.T., IPM.** .....

Sekretaris

: **Dr. Eng. Lukmanul Hakim, S.T., M.Sc.** .....

Penguji

Bukan Pembimbing : **Herri Gusmedi, S.T., M.T.** .....

### 2. Dekan Fakultas Teknik



**Prof. Suharno, M.Sc., Ph.D.**

NIP 19620717 198703 1 002

**Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 28 Mei 2019**



## SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Rasyid Hakim  
NPM : 1315031073  
Jurusan : Teknik Elektro  
Fakultas : Teknik  
Perguruan Tinggi : Universitas Lampung

menyatakan dengan sesungguhnya dan sejujurnya, bahwa skripsi saya berjudul:

**“Prediksi Beban Listrik Jangka Pendek Menggunakan Metode  
*Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA)*”**

baik gagasan, data, maupun pembahasannya adalah **benar** karya saya sendiri yang saya susun dengan mengikuti norma dan etika akademik yang berlaku dan saya memastikan bahwa tingkat similaritas skripsi ini tidak lebih dari 20%.

Jika di kemudian hari terbukti pernyataan saya ini tidak benar, saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar sarjana maupun tuntutan hukum.

Bandarlampung, 31 Juli 2019

Yang menyatakan,



(Rasyid Hakim)

NPM: 1315031073

## **RIWAYAT HIDUP**



Penulis lahir di Lampung Tengah, pada tanggal 15 Maret 1996, sebagai putra pertama dari pasangan Bapak Hasmoro dan Ibu Dahlia Asri. Penulis memulai pendidikan pertama di Taman Kanak-Kanak Desa Pujodadi dari tahun 2000 hingga tahun 2001, Sekolah Dasar di SD Negeri 1 Pujodadi dari tahun 2001 hingga tahun 2007, Sekolah Menengah Pertama di SMP Negeri 6 Metro dari tahun 2007 hingga tahun 2010 dan menyelesaikan Sekolah Menengah Atas di SMA Muhammadiyah 1 Metro dari tahun 2010 dan lulus pada tahun 2013. Setelah lulus di sekolah menengah atas, penulis melanjutkan ke Perguruan Tinggi sebagai mahasiswa Jurusan Teknik Elektro di Fakultas Teknik Universitas Lampung melalui jalur SNMPTN pada tahun 2013. Selama menjadi mahasiswa, penulis pernah menjadi anggota Bidang Kewirausahaan di dalam organisasi Himpunan Mahasiswa Teknik Elektro (HIMATRO) Fakultas Teknik pada periode 2014-2016. Penulis juga pernah menjadi asisten di Laboratorium Teknik Pengukuran Besaran Elektrik pada tahun 2014 hingga 2016. Penulis melaksanakan Kerja Praktik (KP) di PT. Pertamina RU III Plaju pada bulan Agustus 2016 Penulis juga telah melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Desa Teba, Kecamatan Kota Agung Timur, Kabupaten Tanggamus pada bulan Maret tahun 2015.





*Dengan Mengharapkan Ridho Alloh Subhanahu Wata'ala  
Kupersembahkan Karya Sederhana Ini Untuk:*

*Ayahanda dan Ibunda Tercinta  
Bpk. Hasmoro & Ibu Dahlia Asri*

*Adik-adikku Tersayang  
Fajriani Nur Matin dan Rahma Azizah*

*Sahabat-Sahabat Karibku*

*Seluruh Civitas Akademika  
Jurusan Teknik Elektro*

*Almamaterku  
Universitas Lampung*

## MOTTO

*"Sesungguhnya Allah tidak akan merubah nasib suatu kaum,  
sebelum mereka mengubah keadaan mereka sendiri"*

*(QS. Ar-Ra'd: 11)*

*"Harga kebaikan manusia adalah diukur menurut apa yang  
telah dilaksanakan/diperbuatnya"*

*(Ali Bin Abi Thalib)*

*"Allah tidak membebani seseorang, melainkan sesuai  
dengan kesanggupannya."*

*(QS. Al Baqarah: 286)*



## SANWACANA

Bismillahirrohmanirrohim.

Puji syukur kepada Allah Subhanahu wa Ta'ala, karena atas rahmat, karunia dan hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi yang merupakan salah satu syarat akademis menempuh pendidikan Sarjana di Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Lampung.

Skripsi dengan judul “Prediksi Beban Listrik Jangka Pendek Menggunakan *Metode Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA)*” Penulis menyadari masih banyak kekurangan dalam penulisan skripsi ini.

Dalam kesempatan ini penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Suharno, M.Sc., Ph.D., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Lampung.
2. Bapak Dr. Herman H. Sinaga, S.T., M.T., selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Universitas Lampung.
3. Ibu Dr. Eng. Ir. Dikrpide Despa, S.T., M.T., IPM., selaku Dosen Pembimbing utama yang senantiasa membimbing, memberikan arahan, membantu penulis dan memberi saran yang membangun selama penyusunan skripsi.

4. Bapak Dr. Eng. Lukmanul Hakim, S.T., M.Sc., selaku Dosen Pembimbing kedua yang senantiasa membimbing, memberikan kritik, menjelaskan dan memberi saran yang membangun dalam proses penyelesaian skripsi.
5. Bapak Herri Gusmedi, S.T., M.T., selaku Dosen Penguji Utama yang senantiasa memberi masukan dan arahan, serta ide dan nasihat yang membangun dalam proses penyelesaian skripsi.
6. Bapak Dr. Yul Martin, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing Akademik.
7. Bapak dan Ibu Dosen beserta Staff Jurusan Teknik Elektro Universitas Lampung yang telah memberikan ilmu, pengalaman, dan bantuannya yang sangat berarti selama masa perkuliahan.
8. Kedua orang tuaku yang tercinta Bapak Hasmoro dan Ibu Dahlia Asri yang telah segenap hati memberikan dukungan, bantuan, bimbingan, arahan, semangat air mata dan do'anya di setiap sholat dan sujudnya kepada Allah Subhanahu wa Ta'ala.
9. Adik-adikku, Fajriani Nur Matin dan Rahma Azizah yang selalu mengingatkan saya dalam kebaikan.
10. Nisa Ul Fitri, yang selalu memberikan dukungan, semangat, menjadi tempat bercerita, tempat suka dan duka selama penulisan skripsi, yang sering membantu penulis ketika memerlukan bantuan, terimakasih untuk semuanya.
11. Rendi Febrianto sebagai partner selama menjalani aktivitas perkuliahan serta sahabat yang memberikan memiliki rasa kepedulian tinggi.
12. Seluruh teman-teman di Teknik Elektro 2013 yang telah menemani semasa perkuliahan, berpartisipasi dalam seminarku dan membantuku.



13. Seluruh pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu yang telah membantu dan mempermudah penulis.
14. Serta almamater tercinta Universitas Lampung.

Akhir kata, penulis menyadari masih banyak kekurangan dalam penulisan dan penyusunan skripsi ini, namun besar harapan penulis semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi kita semua.

Bandar Lampung, 31 Juli 2019

Penulis,

**Rasyid Hakim**

## DAFTAR ISI

<b>ABSTRAK .....</b>	<b>ii</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>iii</b>
<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	<b>iv</b>
<b>HALAMAN PERSETUJUAN .....</b>	<b>v</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN.....</b>	<b>vi</b>
<b>PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI.....</b>	<b>vii</b>
<b>RIWAYAT HIDUP .....</b>	<b>viii</b>
<b>SANWACANA .....</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>xiv</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xvi</b>
<b>DAFTAR TABEL.....</b>	<b>xvii</b>

## **BAB I PENDAHULUAN**

1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Tujuan Penelitian.....	3
1.3. Perumusan Masalah.....	3
1.4. Batasan Masalah .....	4
1.5. Manfaat Penelitian.....	4
1.6. Hipotesis .....	5
1.7. Sistematika Penulisan.....	6



## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Prediksi ( <i>Forecasting</i> ) .....	7
2.1.1 Pengertian Prediksi .....	7
2.1.2 Klasifikasi Teknik Prediksi ( <i>Forecasting Technique</i> ) .....	7
2.1.3 Metode Prediksi ( <i>Forecasting Methods</i> ) .....	8
2.1.4 Prinsip Prediksi .....	13
2.1.5 Tahapan Prediksi .....	14
2.1.6 Persentase Kesalahan .....	14
2.2 Jenis Data .....	16
2.3 Konsumsi Beban Listrik .....	19
2.4 Metode Prediksi <i>Autoregressive Integrated Moving Average</i> .....	21
2.5 Definisi Analisis Deret Waktu ( <i>Time Series Analysis</i> ) .....	25

## BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat .....	27
3.2 Alat dan Bahan .....	27
3.3 Tahap Penelitian .....	28
3.4 Diagram Alir Penelitian .....	29
3.5 Metode <i>Time Series Analysis</i> .....	30
3.6 Prosedur Metode ARIMA .....	30
3.7 Diagram Alir Metode Prediksi .....	33
3.8 Perangkat Lunak Pengolah Data Prediksi .....	34

## **BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN**

4.1 Pengamatan Data .....	35
4.2 Pengolahan Data Historis .....	36
4.3 Prediksi Data Hasil Pemodelan .....	48
4.4 Representasi Penggunaan Metode ARIMA .....	50
4.4.1 Prediksi Energi Listrik Teknik Elektro Fasa R .....	50
4.4.2 Prediksi Energi Listrik Teknik Elektro Fasa S .....	54
4.4.3 Prediksi Energi Listrik Teknik Elektro Fasa T .....	58
4.4.4 Prediksi Energi Listrik Teknik Mesin Fasa R .....	62
4.4.5 Prediksi Energi Listrik Teknik Mesin Fasa S .....	65
4.4.6 Prediksi Energi Listrik Teknik Mesin Fasa T .....	69

## **BAB V KESIMPULAN**

5.1 Kesimpulan .....	73
5.2 Saran .....	74

## **DAFTAR PUSTAKA**

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Taksonomi pada Metode Prediksi .....	13
Gambar 2.2 Contoh Pola <i>tren</i> pada Plot Grafik .....	20
Gambar 2.3 Contoh Grafik Konsumsi Energi Listrik Berdasarkan Sektor.....	23
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian.....	27
Gambar 3.2 Plot ACF Data Stasioner .....	28
Gambar 3.3 Diagram Alir Metode Prediksi ARIMA.....	32
Gambar 3.4 Perangkat Lunak EViews .....	37
Gambar 4.1 Profil Konsumsi Energi Listrik di Teknik Elektro .....	38
Gambar 4.2 Profil Total Konsumsi Energi Listrik di Teknik Elektro.....	40
Gambar 4.3 Profil Rata-Rata Konsumsi Energi Listrik di Teknik Elektro .....	41
Gambar 4.4 <i>Output</i> Proses Prediksi pada Data Total.....	51
Gambar 4.5 <i>Output</i> Proses Prediksi pada Data Rata-Rata .....	52
Gambar 4.6 Profil Konsumsi Energi Listrik Gedung H Fasa R.....	54
Gambar 4.7 <i>Output</i> Proses Prediksi pada Data Energi Listrik Fasa R.....	58
Gambar 4.8 Profil Konsumsi Energi Listrik Gedung H Fasa S .....	59
Gambar 4.9 <i>Output</i> Proses Prediksi pada Data Energi Listrik Fasa S .....	60
Gambar 4.10 Profil Konsumsi Energi Listrik Gedung H Fasa T .....	61
Gambar 4.11 <i>Output</i> Proses Prediksi pada Data Energi Listrik Fasa T .....	64
Gambar 4.12 Profil Konsumsi Energi Listrik Teknik Mesin Fasa R .....	65
Gambar 4.13 <i>Output</i> Proses Prediksi pada Data Energi Listrik Fasa R.....	68



Gambar 4.14 Profil Konsumsi Energi Listrik Teknik Mesin Fasa S .....	69
Gambar 4.15 <i>Output</i> Proses Prediksi pada Data Energi Listrik Fasa S .....	71
Gambar 4.16 Profil Konsumsi Energi Listrik Teknik Mesin Fasa T .....	72
Gambar 4.17 <i>Output</i> Proses Prediksi pada Data Energi Listrik Fasa T .....	75

## DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Korelogram Data Total Energi Listrik Gedung H T. Elektro .....	41
Tabel 4.2 Korelogram Data Rata-Rata Energi Listrik Gedung H T. Elektro.....	42
Tabel 4.3 Hasil Uji <i>Unit Root Test</i> Data Total Energi Listrik Gedung H.....	44
Tabel 4.4 Hasil Uji <i>Unit Root Test</i> Data Rata-Rata Energi Listrik Gedung H.....	45
Tabel 4.5 Hasil Uji Korelogram Differensiasi Pertama Data Total .....	46
Tabel 4.6 Hasil Uji <i>Unit Root</i> Differensiasi Pertama Data Total.....	48
Tabel 4.7 Hasil Uji Korelogram Differensiasi Pertama Data Rata-Rata.....	49
Tabel 4.8 Hasil Uji Unit Root Differensiasi Pertama Data Rata-Rata .....	50
Tabel 4.9 Hasil Estimasi Model ARIMA Data Total.....	51
Tabel 4.10 Hasil Estimasi Model ARIMA Data Rata-Rata .....	52
Tabel 4.11 Hasil Uji <i>Unit Root</i> Data Fasa R.....	56
Tabel 4.12 Hasil Uji <i>Unit Root</i> Data Fasa R Differensiasi Kedua.....	57
Tabel 4.13 Hasil Estimasi Model ARIMA Data Fasa R .....	58
Tabel 4.14 Hasil Uji <i>Unit Root</i> Data Fasa S .....	60
Tabel 4.15 Hasil Uji <i>Unit Root</i> Data Fasa S Differensiasi Kedua .....	61
Tabel 4.16 Hasil Estimasi Model ARIMA Data Fasa S.....	62
Tabel 4.17 Hasil Uji <i>Unit Root</i> Data Fasa T .....	64
Tabel 4.18 Hasil Uji <i>Unit Root</i> Data Fasa T Differensiasi Kedua .....	65
Tabel 4.19 Hasil Estimasi Model ARIMA Data Fasa T .....	66

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Energi listrik sebagai sarana untuk membantu aktivitas manusia akan mengalami peningkatan seiring berjalannya waktu dalam penggunaannya. Hal tersebut dikarenakan energi listrik merupakan bagian yang penting bagi kemajuan peradaban manusia di berbagai bidang, baik dari sisi ekonomi, teknologi, sosial serta budaya. Peningkatan kebutuhan energi listrik tersebut mengharuskan pihak penyedia energi listrik untuk dapat memberikan pelayanan berupa penyaluran kebutuhan listrik konsumen agar stabilitas multibidang di masyarakat secara umum dapat terjamin. Jika konsumsi yang terus bertambah tersebut tidak diperkirakan, maka sistem kelistrikan di waktu yang akan datang dapat mengalami kelebihan beban yang dapat menyebabkan kerusakan pada peralatan suatu sistem kelistrikan, tidak terkecuali sistem energi listrik yang digunakan pada area distribusi tenaga listrik Universitas Lampung (UNILA).

Penggunaan energi listrik di UNILA terus meningkat seiring berjalannya waktu, sehingga memaksa peralatan sistem distribusi energi listrik pada area tersebut untuk beroperasi lebih maksimal dalam menyuplai energi listrik. Namun apabila pertumbuhan beban tersebut tidak diikuti dengan peningkatan suplai energi listrik, maka peralatan sistem distribusi yang saat ini sedang terpasang

dapat mengalami kelebihan beban dan akhirnya harus berhenti beroperasi pada keadaan tersebut.

Oleh karena itu, perlu adanya prediksi beban listrik (*load forecasting*) untuk mengatasi pertumbuhan beban listrik pada sistem kelistrikan di Universitas Lampung. Prediksi yang memperhitungkan keadaan beban yang rinci setiap hari adalah prediksi jangka pendek (*short term forecasting*).

Universitas Lampung merupakan instansi pendidikan yang sudah mempunyai ketersediaan internet yang baik disaat internet menjadi salah satu kebutuhan pokok untuk menggali informasi. Salah satu implementasi penggunaan internet adalah pada sistem *monitoring* energi listrik tiga fasa online yang berbasis mikrokontroler yang membuat besar konsumsi energi listrik di Universitas Lampung terkhusus pada Gedung H Fakultas Teknik dapat diketahui nilainya secara langsung (*real time*). [1]

Sampai saat ini Fakultas Teknik Universitas Lampung (FT-UNILA) memiliki data-data konsumsi energi listrik di Gedung H FT-UNILA yang didapatkan dari studi pemantauan (*monitoring*) dan audit-audit penggunaan energi listrik tersebut, akan tetapi belum pernah dilakukan prediksi konsumsi energi listrik di Gedung H FT- UNILA pada waktu yang akan datang. Oleh karena itu penulis mencoba menggunakan data-data tersebut untuk melakukan prediksi beban listrik jangka pendek di Gedung H FT-UNILA agar penggunaan energi listrik pada waktu yang akan datang dapat dikelola dengan mempertimbangkan hasil prediksi tersebut. Pada penelitian ini penulis akan membuat analisa dan perhitungan untuk prediksi penggunaan beban listrik di Gedung H FT-UNILA untuk beberapa waktu kedepan menggunakan metode *autoregressive integrated moving average* (ARIMA).



## 1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan dilakukan penelitian skripsi ini adalah:

1. Menyajikan cara dan teknik prediksi beban listrik menggunakan metode analisa deret waktu (*time series analysis*).
2. Mengetahui prinsip model *Autoregressive Integrated Moving Average* (ARIMA) dalam membuat prediksi beban listrik.
3. Memberikan metode yang dapat memperbaiki keakuratan prediksi beban listrik.
4. Mengetahui penggunaan konsumsi energi listrik pada sistem kelistrikan Gedung H Teknik Elektro Unila.

## 1.3 Perumusan Masalah

Perumusan masalah pada tugas akhir ini terkait dengan jumlah penggunaan energi listrik yang semakin meningkat dari waktu ke waktu yang disebabkan karena semakin banyaknya populasi manusia dan berdampak pada banyaknya peralatan listrik yang terpasang pada sistem jaringan listrik, tidak terkecuali pada wilayah Gedung H Teknik Elektro Universitas Lampung. Berdasarkan masalah tersebut maka perlu adanya perhitungan untuk prakiraan beban listrik agar masalah pertumbuhan beban dapat diprediksi, sehingga baik pihak penyedia maupun pengguna energi listrik dapat mempersiapkan tindakan yang harus dilakukan untuk mengatasi hal tersebut di waktu yang akan datang. Penelitian tentang prediksi konsumsi energi listrik telah banyak dilakukan dan metode yang sering digunakan adalah metode deret waktu dan model yang digunakan adalah

*autoregressive integrated moving average* (ARIMA), dimana metode tersebut digunakan untuk memperhitungkan variabel bebas dan variabel terikat pada sistem jaringan listrik, sehingga beban listrik yang akan terpasang di waktu yang akan datang dapat diprediksi.

#### **1.4 Batasan Masalah**

Batasan masalah pada penelitian skripsi ini yaitu:

1. Metode *forecasting* pada penelitian ini menggunakan model *autoregressive integrated moving average* (ARIMA).
2. Variabel dependen yang diperhitungkan pada analisa adalah energi listrik (dalam KWh).
3. Area investigasi dan prediksi beban listrik yang dilakukan hanya di Gedung H Teknik Elektro Unila.

#### **1.5 Manfaat Penelitian**

Manfaat dari penelitian tugas akhir ini adalah:

1. Memberikan informasi mengenai pola penggunaan energi listrik di FT-UNILA.
2. Memberikan informasi tentang metode yang akurat untuk prediksi beban listrik jangka pendek.
3. Memberikan informasi kepada penulis mengenai analisa metode deret waktu dan model *autoregressive integrated moving average* (ARIMA) dalam melakukan prediksi konsumsi energi listrik.

4. Dapat menjadi referensi bagi badan pengelola energi listrik dalam mengatur sistem kelistrikan di FT-UNILA.

## 1.6 Hipotesis

Metode prakiraan *time series* merupakan prediksi di waktu yang akan datang yang dilakukan berdasarkan nilai masa lalu dari suatu variabel atau kesalahan yang ada di masa lalu. Model yang digunakan untuk membuat prediksi dengan metode *time series* adalah model *autoregressive integrated moving average* (ARIMA). Model ARIMA adalah model yang efisien digunakan untuk prediksi jangka pendek.

Model ARIMA merupakan metode yang paling cocok untuk menganalisa runtun waktu (*time series*) untuk meningkatkan analisa dari data dan untuk memprediksi data yang belum diketahui seperti pada studi statistik, bisnis ekonometrik, terkhusus pada analisa runtun waktu.[2]

Setelah melakukan prediksi menggunakan metode tersebut maka pada waktu yang akan datang sistem kelistrikan di FT-UNILA dapat dikelola dengan baik dengan mempertimbangkan keadaan yang muncul dari hasil prediksi beban tersebut.

## 1.7 Sistematika Penulisan

Laporan akhir ini dibagi menjadi lima bab yaitu:

### BAB I. PENDAHULUAN

Pada bab ini memaparkan latar belakang, masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, perumusan masalah, batasan masalah, hipotesis, dan sistematika penulisan.

### BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini menjelaskan teori-teori pendukung materi penelitian yang diambil dari berbagai sumber ilmiah yang digunakan dalam penulisan laporan tugas akhir ini.

### BAB III. METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini memaparkan waktu dan tempat penelitian, alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian, metode penelitian yang digunakan, serta pelaksanaan dan pengamatan penelitian

### BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini akan dijelaskan hasil penelitian dan pembahasan dari tugas akhir ini berupa data hasil prediksi konsumsi energi listrik menggunakan metode *autoregressive integrated moving average* (ARIMA).

### BAB V. KESIMPULAN

Pada bab ini menjelaskan kesimpulan yang didasarkan pada hasil data dan pembahasan dari tugas akhir ini.



## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Prediksi (*Forecasting*)**

##### **2.1.1 Pengertian Prediksi**

Prediksi adalah proses prakiraan mengenai terjadinya suatu kejadian ilmiah di waktu yang akan datang. Pada proses perencanaan, prediksi menjadi tahap pertama dari proses tersebut. Prediksi dilakukan dengan menggunakan data dari masa lalu dari satu atau lebih variabel untuk mengestimasi nilai di masa yang akan datang. Prediksi dibutuhkan oleh hampir semua instansi yang dalam hal ini adalah penyedia energi listrik untuk mengambil keputusan terkait dengan jumlah daya listrik yang harus dibangkitkan di masa yang akan datang. Prediksi yang efektif sangat dibutuhkan untuk mencapai tujuan strategis dan operasional dari semua institusi atau industri. Pada penyedia energi listrik, prediksi dilakukan untuk memperkirakan kebutuhan (*demand*) atau beban (*load*) energi listrik. Prakiraan dapat mengendalikan sistem kendali produksi (pembangkitan) dan pendistribusian yang berdasarkan kebutuhan. Pada sektor publik, prakiraan merupakan bagian yang tidak terpisahkan dari perancangan kebijakan dan program, baik dalam bidang ekonomi, pendidikan, maupun kesehatan masyarakat. [3]

### 2.1.2 Klasifikasi Teknik Prediksi (*Forecasting Technique*)

Teknik prediksi dapat dibedakan menjadi beberapa jenis bergantung pada sudut pandangnya, diantaranya :

1. Berdasarkan Sifat Pelaku Prediksi
  - a. Prediksi subjektif, yaitu prediksi yang menjadikan subjek atau pelaku prediksi sebagai penentu utama baik tidaknya hasil prediksi tersebut.
  - b. Prediksi objektif, yaitu prediksi yang didasarkan atas data yang relevan pada masa lalu dengan menggunakan teknik atau metode tertentu.
2. Berdasarkan Jangka Waktu Prediksi
  - a. Prediksi jangka pendek, yaitu prediksi yang dilakukan untuk memprakirakan keadaan yang akan muncul dalam setiap jam hingga waktu satu minggu. Prediksi jangka pendek biasa digunakan untuk mendapatkan perbandingan antara prakiraan dan keadaan aktual (*realtime*).
  - b. Prediksi jangka menengah (*medium term forecasting*), yaitu prediksi yang dilakukan untuk dalam jangka waktu satu minggu hingga satu tahun.
  - c. Prediksi jangka panjang (*long term forecasting*), yaitu prediksi yang dilakukan untuk memprakirakan suatu keadaan pada masa yang akan datang dalam jangka waktu beberapa tahun kedepan.
3. Berdasarkan Sifat Prediksi
  - a. Pediksi kualitatif, yaitu prediksi yang didasarkan pada data kualitatif pada masa lalu.
  - b. Prediksi kuantitatif, yaitu prediksi yang didasarkan atas pada data kuantitatif pada masa lalu. Hasil prediksi kuantitatif akan sangat bergantung pada metode yang digunakan dalam prediksi tersebut.

### 2.1.3 Metode Prediksi (*Forecasting Methods*)

Berikut adalah metode prediksi berdasarkan jangka waktu prediksinya. [4]

#### 1. Metode Prediksi Jangka Pendek

Pada prediksi jangka pendek, data yang dijadikan acuan prediksi diambil pada jangka waktu jam hingga harian. Berbagai teknik statistik telah banyak dikembangkan sebagai metode prediksi beban jangka pendek.

##### a. Metode Regresi

Metode ini merupakan salah satu teknik yang penggunaannya paling luas. Pada studi prediksi beban listrik, metode regresi biasanya digunakan untuk memodelkan hubungan antara konsumsi daya listrik dan faktor lain. Metode ini menggunakan suatu fungsi yang mendekati data yang dikumpulkan.

##### b. Pendekatan Hari yang Sama

Pendekatan ini didasarkan pada pencarian data histori pada hari-hari tertentu selama satu sampai tiga tahun yang memiliki karakteristik sama dengan hari yang diprediksi.

##### c. *Time Series*

Metode *time series* didasarkan pada asumsi bahwa data memiliki struktur internal, seperti autokorelasi, tren atau variasi musiman.

##### d. Jaringan Syaraf (*Neural Network*)

Jaringan syaraf tiruan (*Artificial Neural Network*) atau sering disebut secara sederhana dengan jaringan syaraf (*Neural Network*) telah secara luas

dkembangkan sebagai studi teknik prediksi beban listrik sejak 1990. *Output* dari suatu jaringan syaraf tiruan adalah beberapa fungsi matematis linear maupun non-linear dari nilai *input*-nya. Nilai *input* bisa saja merupakan *output* dari unsur jaringan lainnya seperti *input* jaringan aktualnya.

#### e. Expert System

Metode ini menggabungkan aturan dan prosedur yang digunakan oleh para ahli kedalam suatu perangkat lunak yang selanjutnya dapat secara otomatis melakukan prediksi atau peramalan tanpa bantuan manusia lagi. Sistem ini mulai digunakan pada 1960 untuk penerapan prospek geologi dan komputer desain. Metode ini akan berjalan dengan baik ketika para ahli bekerja sama dengan para *software developer*. Selain itu, pengetahuan seorang ahli harus sesuai dengan kodifikasi pada aturan perangkat lunak yang digunakan, misalnya para ahli tersebut harus mampu menjelaskan proses pengambilan keputusan kepada pemrogram *software* tersebut.

#### f. Logika Fuzzy (*Fuzzy Logic*)

*Fuzzy logic* adalah pendekatan generalisasi dari logika Boolean yang digunakan pada desain rangkain digital. *Input* pada Boolean bernilai “0” atau “1”. Dibawah logika fuzzy ini terdapat sebuah *input* yang sudah diasosiasikan dengan rentang kualitatif tertentu. Misalnya beban suatu transformator adalah “rendah”, “sedang” atau “tinggi”. Logika *fuzzy* memungkinkan seseorang untuk menyimpulkan *output* secara logis dari



suatu *input fuzzy*. Dalam hal ini logika *fuzzy* adalah salah satu dari sekian banyak teknik untuk pemetaan *input* terhadap *output*.

## 2. Metode Prediksi Jangka Menengah dan Panjang

Metode yang digunakan untuk melakukan prediksi jangka menengah dan jangka panjang antara lain sebagai berikut.

### a. Model Penggunaan Terakhir (*End-Use Models*)

Metode ini secara langsung mengestimasi konsumsi energi dengan menggunakan informasi ekstensif pada penggunaan terakhir dan konsumsi dari pengguna terakhir, seperti peralatan, umur, ukuran rumah dan lainnya. Data statistik konsumen dan perubahan dinamisnya menjadi dasar prediksi yang akan dilakukan. Model ini didasarkan pada prinsip bahwa kebutuhan energi listrik berasal dari kebutuhan pengguna seperti pencahayaan, pendingin, pemanas, refrigerator dan lainnya. Maka dengan demikian model ini menampilkan kebutuhan energi sebagai fungsi dari jumlah peralatan yang dijual kepada konsumen.

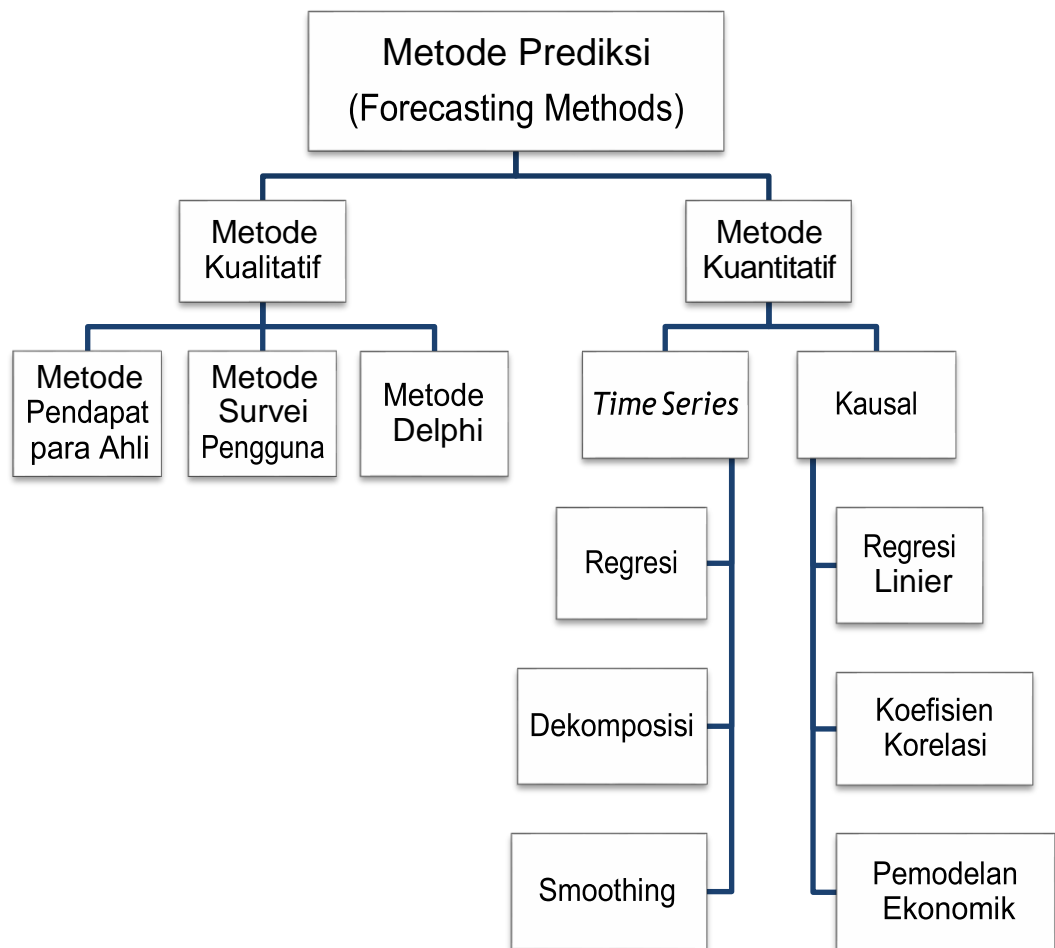
### b. Model Ekonometrik

Model ekonometrik mengkombinasikan teori ekonomi dan teknik statistik untuk melakukan prediksi kebutuhan energi listrik. Pendekatan ini mengestimasi hubungan antara konsumsi energi dan faktor yang mempengaruhi konsumsi energi tersebut. Salah satu pilihan dalam kerangka ini adalah untuk menghimpun pendekatan ekonometrik ketika konsumsi energi yang diprediksi terdiri dari banyak sektor, misalnya perumahan, perdagangan, industri dan sebagainya dihitung sebagai fungsi

*weather*, ekonomik dan variabel lainnya, kemudian estimasi dilakukan dengan mengumpulkan data historis.

c. Pembelajaran Berbasis Model Statistik

Metode ekonometrik dan model *end-use* membutuhkan banyak informasi yang relevan mengenai peralatan, pengguna, ekonomi dan sebagainya. Penerapan kedua metode tersebut cukup rumit dan membutuhkan kontribusi dan partisipasi manusia.



**Gambar 2.1** Taksonomi metode prediksi (*Forecasting*)

#### 2.1.4 Prinsip Prediksi

Prediksi atau peramalan memiliki empat karakteristik atau prinsip-prinsip yang membantu agar mendapatkan peramalan yang lebih efektif. [5]

1. Prediksi akan memunculkan nilai galat (*error*)
2. Prediksi akan lebih akurat untuk kelompok atau grup.
3. Prediksi lebih akurat untuk jangka waktu yang lebih dekat.

#### 2.1.5 Tahapan Prediksi

Dalam menyusun perancangan metode prediksi diperlukan beberapa tahap yang harus dilalui, yaitu:

1. Menentukan jenis data yang digunakan dan melakukan analisis pola data dan karakteristik yang dimilikinya.
2. Memilih metode prediksi yang digunakan. Ada banyak jenis metode prediksi yang dapat digunakan, maka penggunaan metode harus disesuaikan dengan jenis data untuk mendapatkan persentase galat yang sekecil-kecilnya.
3. Menentukan parameter-parameter yang dapat membantu meningkatkan akurasi dari metode prediksi yang telah ditentukan agar persentase galatnya dapat diperkecil.
4. Mengaplikasikan data-data acuan ke dalam metode yang telah ditentukan dan hasilnya akan menghasilkan nilai perkiraan beserta persentase galatnya sebagai perbandingan antara nilai perkiraan dengan nilai aktualnya.

#### 2.1.4 Persentase Kesalahan

Keakuratan prediksi dapat diukur oleh beberapa indikator kesalahan prediksi, yaitu:

##### 1. Rata-rata galat (*average/mean error*)

Galat menunjukkan besar selisih antara nilai aktual dengan nilai yang diramalkan,  $e_t = X_t - F_t$ . Maka nilai galat dapat bernilai positif ataupun negatif. *Mean Error* (ME) dapat dinotasikan dalam persamaan berikut.

$$ME = \frac{\sum_{i=1}^n e_i}{n}$$

Keterangan :

$ME$  = galat rata-rata (*Mean Error*)

$e_i$  = nilai galat ke  $i$

$n$  = jumlah data

##### 2. *Mean Absolute Deviation* (MAD)

Pada MAD ini nilai galat dari peramalan dengan aktual diubah kedalam nilai mutlak positif. Persamaan MAD dinotasikan sebagai berikut.

$$MAD = \frac{\sum_{i=1}^n |e_i|}{n}$$

Keterangan :

$MAD$  = deviasi mutlak rata-rata (*Mean Absolute Deviation*)

$e_i$  = nilai galat ke  $i$

$n$  = jumlah data

### 3. *Mean Squared Error (MSE)*

*Mean Squared Error (MSE)* merupakan perhitungan nilai kuadrat di setiap selisih perhitungan. Perbedaan dengan *mean absolute deviation (MAD)* adalah *MSE* menilai kesalahan untuk penyimpangan yang lebih ekstrem daripada *MAD*.

Persamaan dari *MSE* ini dapat ditulis dalam persamaan:

$$MSE = \frac{\sum_{i=1}^n e_i^2}{n}$$

Keterangan :

*MSE* = kuadrat galat rata-rata (*Mean Squared Error*)

$e_i$  = nilai galat ke  $i$

$n$  = jumlah data

### 4. *Percentage Error (PE)*

*Percentage Error* adalah persentase kesalahan dari nilai aktual  $X_t$  dengan hasil perhitungan nilai peramalan  $F_t$ .

$$PE_t = \frac{X_t - F_t}{X_t} 100$$

Keterangan :

$PE_t$  = persentase galat (*Percentage Error*)

$X_t$  = nilai aktual

$F_t$  = nilai perhitungan



### 5. *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE)

*MAPE* juga merupakan nilai rata-rata kesalahan absolute pada selisih nilai aktual dengan nilai hasil prediksi.

$$MAPE = \frac{\sum_{i=1}^n |PE_i|}{n}$$

Keterangan :

$PE_t$  = persentase galat (*Percentage Error*)

*MAPE* = rata-rata dari persentase kesalahan mutlak

## 2.2 Jenis Data

Data dapat dikatakan sebagai hasil pencatatan kejadian yang terjadi pada masa lalu, baik berupa fakta ataupun angka. Terdapat beberapa jenis pembagian data, diantaranya adalah sebagai berikut.

### 1. Berdasarkan Sifatnya

- a. Data kualitatif, yaitu data yang tidak berupa angka
- b. Data kuantitatif, yaitu data yang berbentuk angka.

### 2. Berdasarkan Sumber Data

- a. Data internal, yaitu data yang menggambarkan keadaan dalam suatu organisasi (misalnya: suatu perusahaan, departemen, negara). Data internal misalnya pada suatu perusahaan meliputi data tenaga kerja, data keuangan, data peralatan/mesin, data kebutuhan bahan mentah, data produksi, dan data hasil penjualan.
- b. Data eksternal, yaitu data yang menggambarkan keadaan di luar suatu organisasi. Kehidupan suatu perusahaan misalnya dipengaruhi oleh faktor-

faktor yang berasal baik dari dalam maupun dari luar perusahaan tersebut. Data menggambarkan faktor-faktor yang mungkin mempengaruhi kehidupan perusahaan antara lain daya beli masyarakat, selera masyarakat, konsumsi listrik masyarakat, saingan dari barang sejenis baik dari impor maupun produksi domestik, perkembangan harga, dan keadaan perekonomian pada umumnya.

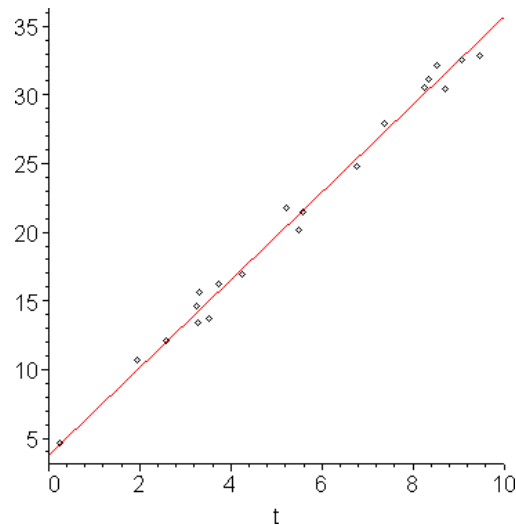
### 3. Berdasarkan Cara Memperolehnya

- a. Data primer, yaitu data yang dikumpulkan langsung dari objeknya, misalnya data konsumsi listrik oleh PLN, departemen perdagangan mengumpulkan harga langsung dari pasar, biro pusat statistik mengumpulkan data industri langsung mendatangi perusahaan kemudian mengolahnya.
- b. Data sekunder, yaitu data yang diperoleh oleh suatu organisasi atau perusahaan dalam bentuk yang sudah jadi berupa publikasi. Suatu departemen atau perusahaan memperoleh data penduduk, pendapatan nasional, indeks harga konsumen dari biro pusat statistik dan data perbangkan dari Bank Indonesia.

### 4. Berdasarkan Waktu Pengumpulannya

- a. Data *cross section*, ialah data yang dikumpulkan pada suatu waktu tertentu untuk menggambarkan keadaan pada waktu tersebut. Misalnya pendapatan nasional pada tahun tertentu, produksi dan penjualan suatu perusahaan, data beban listrik lain sebagainya.
- b. Data berkala (*time series*), ialah data yang dikumpulkan dari waktu ke waktu untuk menggambarkan perkembangan/pertumbuhan. Perkembangan

dari suatu data berkala (*time series*) dapat dilihat menggunakan penarikan garis trend seperti pada gambar di bawah ini.



**Gambar 2.2** Contoh Pola Tren pada Plot Grafik

Dari data yang telah diambil dapat dibentuk grafik yang menunjukkan pola perkembangan data menurut waktunya. Grafik tersebut dapat berupa:

a. Tren (*Trend*)

Pola perkembangan data ini membentuk karakteristik yang mendekati garis linier. Gradient yang naik atau turun menunjukkan peningkatan atau pengurangan nilai data sesuai dengan waktu.

b. Musiman (*Seasonality*)

Pola ini terbentuk karena adanya pola yang terulang dari data dalam suatu periode kecil

c. Acak (*Random*)

Pola acak terjadi karena data yang diambil tidak dipengaruhi oleh faktor-faktor khusus sehingga pola menjadi tidak menentu dan tidak dapat diperkirakan secara biasa.

d. Siklis

Pola siklis mirip dengan pola musiman, perbedaannya adalah pola ini memiliki periode pengulangan yang lebih panjang.

### 2.3 Konsumsi Beban Listrik

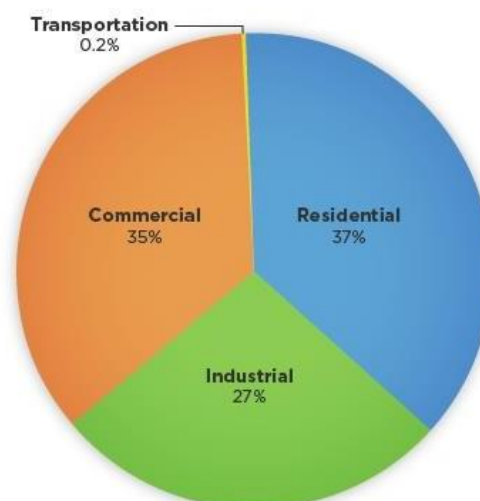
Beban listrik merupakan keseluruhan peralatan yang terkoneksi dengan sistem energi listrik sehingga mengkonsumsi energi listrik. Berdasarkan jenis konsumen energi listrik, secara umum beban dapat dikelompokkan menjadi 4 jenis, yaitu:

1. Beban rumah tangga (*residential*), yaitu beban yang digunakan pada sektor perumahan baik perumahan tunggal maupun kompleks pemukiman. Seiring dengan grafik pertumbuhan penduduk yang semakin meningkat, maka beban listrik yang digunakan akan semakin banyak pula. Secara umum, peralatan pada sektor perumahan yang paling banyak mengkonsumsi energi listrik diantaranya adalah pemanas, pendingin (misalnya *air conditioner*), pencahayaan dan peralatan elektronika. Karakteristik beban rumah tangga adalah bahwa beban akan memuncak pada peralihan dari waktu siang menuju malam, karena saat itu pencahayaan berupa lampu mulai dihidupkan. Terlebih ketika musim panas maka AC (*air conditioner*) akan mulai dihidupkan pada waktu tersebut.
2. Beban komersial, yaitu beban yang digunakan pada sektor bisnis, misalnya fasilitas yang ada pada pemerintahan, peralatan pendingin yang digunakan pada restoran, supermarket dan hotel, penerangan yang digunakan untuk reklame dan sebagainya. Beban pada sektor ini akan meningkat pada waktu-

waktu saat peralatan pada sektor tersebut beroperasi dan biasanya akan menurun pada waktu malam hari atau pada akhir pekan.

3. Beban industri, yaitu beban listrik yang terpakai oleh sektor industri, dimana pada sektor ini biasanya energi listrik digunakan pada proses pengolahan, produksi barang, atau saat perakitan suatu barang, termasuk berbagai industri seperti manufaktur, pertambangan, pertanian dan konstruksi. Penggunaan listrik pada sektor ini cenderung tidak fluktuatif sepanjang hari atau tahun seperti pada sektor perumahan dan sektor bisnis, terutama pada fasilitas manufaktur yang beroperasi sepanjang hari.
4. Beban fasilitas umum, yaitu beban yang digunakan untuk peralatan atau fasilitas yang bersifat umum. Contoh dari beban ini adalah pada penerangan jalan, rambu lalu-lintas (*traffic light*) dan fasilitas lainnya.

**Electricity Consumption by Sector (2013)**



**Gambar 2.3** Contoh grafik konsumsi energi listrik berdasarkan sektor [6]

Skema diatas merupakan salah satu contoh representasi dari konsumsi energi listrik berdasarkan sektor konsumen, terlihat bahwa nilai konsumsi energi

listrik paling besar merupakan sektor perumahan (*residential*). Sedangkan konsumsi energi listrik paling sedikit adalah pada sektor fasilitas umum yang dalam hal ini adalah transportasi. Grafik tersebut akan berbeda pada setiap wilayah atau negara, karena setiap negara memiliki persentase konsumsi energi listrik yang berbeda pada setiap sektornya.

### 1.3 Metode Prediksi *Autoregressive Integrated Moving Average* (ARIMA)

Model *Autoregressive Integrated Moving Average* (ARIMA) merupakan model ARMA nonstasioner yang telah dilakukan *differencing* sehingga menjadi model stasioner. Beberapa model ARIMA yang dapat digunakan pada data *time series*, yaitu: [7]

#### 1. Model *Autoregressive* (AR)

*Autoregressive* adalah suatu bentuk regresi tetapi bukan yang menghubungkan variabel tak bebas, melainkan menghubungkan nilai-nilai sebelumnya pada *time lag* (selang waktu) yang bermacam-macam. Jadi suatu model *Autoregressive* akan menyatakan suatu ramalan sebagai fungsi nilai-nilai sebelumnya dari *time series* tertentu. Model *Autoregressive* (AR) dengan order  $p$  dinotasikan dengan  $AR(p)$ . Bentuk umum model  $AR(p)$  adalah:

$$X_t = \phi_1 X_{t-1} + \phi_2 + \dots + \phi_p X_{t-p} + \varepsilon_t$$

Dimana,

$X_t$  = nilai variabel pada waktu ke- $t$

$\phi_i$  = koefisien regresi,  $i: 1, 2, 3, \dots, p$

$\varepsilon_t$  = nilai *error* pada waktu ke- $t$

$p$  = order AR

$X_{t-1}, X_{t-2}, \dots, X_{t-p}$  = nilai masa lalu dari *time series* yang bersangkutan pada waktu  $t-1, t-2, \dots, t-p$ .

Pada umumnya, order *AR* yang sering digunakan dalam analisis *time series* adalah  $p = 1$  atau  $p = 2$ , yaitu model *AR* (1) dan *AR* (2). Bentuk umum model *Autoregressive* order 1 atau *AR* (1), yaitu:

$$X_t = \phi_1 X_{t-1} + \varepsilon_t$$

Bentuk umum model *Autoregressive* order 2 atau *AR* (2), yaitu:

$$X_t = \phi_1 X_{t-1} + \phi_2 X_{t-2} + \varepsilon_t$$

## 2. Model *Moving Average* (MA)

*Moving Average* (MA) merupakan nilai *time series* pada waktu  $t$  yang dipengaruhi oleh unsur kesalahan pada saat ini dan unsur kesalahan terbobot pada masa lalu. Model *Moving Average* dengan order  $q$  dinotasikan menjadi MA (q). Secara umum, model MA(q) adalah:

$$X_t = \varepsilon_t + \theta_1 \varepsilon_{t-1} + \theta_2 \varepsilon_{t-2} + \dots + \theta_q \varepsilon_{t-q}; \varepsilon_t \sim N(0, \sigma_t^2)$$

dengan,

$X_t$  = nilai variabel pada waktu ke- $t$

$\theta_i$  = koefisien regresi,  $i: 1, 2, 3, \dots, q$

$\varepsilon_t$  = nilai error pada waktu ke- $t$

$q$  = order MA

$\varepsilon_t, \varepsilon_{t-1}, \varepsilon_{t-2}, \dots, \varepsilon_{t-q}$  : nilai-nilai dari error pada waktu  $t, t-1, t-2,$

$\dots, t-q$  dan  $\varepsilon_t$  diasumsikan *White Noise* dan normal

Secara umum, order MA yang sering digunakan dalam analisis *time series* adalah  $q=1$  atau  $q=2$ , yaitu MA (1) dan MA (2). Model Moving Average order 1 atau MA (1) secara matematis didefinisikan menjadi:

$$X_t = \varepsilon_t + \theta_1 \varepsilon_{t-1}$$

Sedangkan model Moving Average order 2 atau MA (2) secara matematis didefinisikan:

$$X_t = \varepsilon_t + \theta_1 \varepsilon_{t-1} + \theta_2 \varepsilon_{t-2}$$

### 3. Model *Autoregressive Moving Average* (ARMA)

Model Autoregressive Moving Average (ARMA) merupakan suatu kombinasi dari model AR dan MA. Bentuk umum model ARMA, yaitu:

$$X_t = \phi_1 X_{t-1} + \dots + \phi_p X_{t-p} + \varepsilon_t + \theta_1 \varepsilon_{t-1} + \dots + \theta_q \varepsilon_{t-q}$$

Persamaan di atas menjadi:

$$X_t - \phi_1 X_{t-1} - \dots - \phi_p X_{t-p} = \varepsilon_t + \theta_1 \varepsilon_{t-1} + \dots + \theta_q \varepsilon_{t-q}$$

dengan,

$X_t$  = nilai variabel pada waktu ke- $t$

$\phi_i$  = koefisien regresi ke- $i$ ,  $i = 1, 2, 3, \dots, p$

$p$  = order AR

$\theta_i$  = koefisien regresi,  $i: 1, 2, 3, \dots, q$

$q$  = order MA

$\varepsilon_t, \varepsilon_{t-1}, \varepsilon_{t-2}, \dots, \varepsilon_{t-q}$  : nilai error pada saat  $t, t-1, t-2, \dots, t-q$ .



#### 4. Model *Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA)*

Secara umum model *ARIMA* ( $p, d, q$ ) untuk suatu data *time series*  $X_t$  adalah sebagai berikut :

$$\phi B(1 - B)^d X_t = \theta(B)\varepsilon_t \quad ; \quad \varepsilon_t \sim N(0, \sigma_t^2)$$

Persamaan di atas dapat ditulis menggunakan operator  $B$  (*backshift*), menjadi:

$$1 - B^d \quad 1 - \phi_1 B - \phi_2 B^2 - \dots - \phi_p B^p X_t = (1 + \theta_1 B + \theta_2 B^2 + \dots + \theta_p B^p) \varepsilon_t$$

Sehingga diperoleh

$$\begin{aligned} 1 - B^d X_t - \phi_1 X_{t-1} - \phi_2 X_{t-2} - \dots - \phi_p X_{t-p} \\ = \varepsilon_t + \theta_1 \varepsilon_{t-1} + \theta_2 \varepsilon_{t-2} + \dots + \theta_p \varepsilon_{t-p} \end{aligned}$$

dengan,

$X_t$  = data observasi ke- $t$

$B$  = operator *back shift*

$1 - B^d X_t$  = *time series* yang stasioner pada pembedaan ke- $d$

$\varepsilon_t$  = nilai *error* pada waktu ke- $t$

$p$  = orde *AR*

$d$  = orde pembedaan

$q$  = orde *MA*

Apabila pembedaan pertama dilakukan terhadap model agar menjadi stasioner, maka model menjadi *ARIMA* (1,1,1) didefinisikan sebagai berikut:

$$1 - B \quad 1 - \phi_1 B X_t = (1 + \theta_1 B) \varepsilon_t$$

## 2.5. Definisi Analisis Deret Waktu (*Time Series Analysis*)

Deret waktu (*time series*) merupakan observasi yang diambil secara sekuensial dalam lingkup waktu tertentu. Hasil dari observasi ini nantinya akan dapat diproses melalui analisa sehingga didapatkan hasil perkiraan untuk masa depan. Proses analisa ini sangat beragam namun intinya menggunakan pola data deret waktu (*time series*) untuk memproyeksikan masa depan melalui mekanisme tertentu dan proses analisa inilah yang disebut sebagai analisis deret waktu (*time series analysis*). Ciri-ciri deret waktu ini adalah melihat fungsi probabilitas dari variabel random berdistribusi bersama.

Ada beberapa istilah yang sering ditemui dalam analisis deret waktu :

1. Stasioneritas. Berarti tidak terdapat pertumbuhan atau penurunan data.

Merupakan asumsi yang sangat penting dalam suatu deret waktu. Bila tidak terdapat perubahan pada tren deret waktu maka dapat disebut stasioner. Maksudnya, rata-rata deret pengamatan di sepanjang waktu selalu konstan. Apabila suatu data tidak stasioner maka diperlukan diferensiasi pada data tersebut. Pengertian diferensiasi adalah menghitung perubahan atau selisih nilai data yang diobservasi. Bila data masih belum stasioner maka perlu didiferensiasi lagi hingga stasioner.

2. *Autocorrelation Function* (ACF). Merupakan korelasi antarderet pengamatan suatu deret waktu yang disusun dalam plot setiap lag.

3. *Partial Autocorrelation Function* (PACF). Hampir sama dengan fungsi autokorelasi, autokorelasi parsial merupakan korelasi antar deret pengamatan dalam lag-lag pengamatan yang mengukur keeratan antarpengamatan suatu deret waktu.

4. *Cross Correlation*. Sama halnya autokorelasi, cross correlation mengukur pula korelasi antar deret waktu, tetapi korelasi yang diukur adalah korelasi dari dua deret waktu.
5. Proses *White Noise*. Proses ini merupakan proses stasioner suatu data deret waktu yang didefinisikan sebagai deret variabel acak yang independen.
6. Analisis tren. Analisis ini digunakan untuk menaksir model tren suatu data deret waktu.

## **BAB III**

### **METODOLOGI PENELITIAN**

#### **3.1 Waktu dan Tempat**

Penelitian pada skripsi ini dilaksanakan secara bertahap yang dimulai pada bulan Maret 2018 dan berakhir pada bulan bulan Desember 2018 di Gedung H Teknik Elektro dan Laboratorium Terpadu Teknik Elektro, Jurusan Teknik Elektro, Universitas Lampung.

#### **3.2. Alat dan Bahan**

Alat dan bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah:

1. Satu unit laptop dengan spesifikasi *Intel(R) Core(TM) i7-2670QM, processor 2.20GHz*, dan sistem operasi *Windows 10 Pro 64 bit* sebagai media perhitungan dan prakiraan.
2. Perangkat lunak Eviews Statistics sebagai perangkat lunak utama yang telah terinstal dalam unit laptop untuk perhitungan dan pengolahan data.
3. Data konsumsi energi listrik di Gedung H Teknik Elektro Universitas Lampung.

### 3.3 Tahap Penelitian

Berikut ini adalah langkah kerja yang dilakukan untuk menyelesaikan tugas akhir ini:

#### 1. Studi Literatur

Studi literatur yaitu mempelajari materi yang berkaitan dengan tugas akhir. Materi tersebut berasal dari berbagai referensi atau sumber – sumber ilmiah lainnya seperti jurnal ilmiah, skripsi – skripsi dan buku – buku yang terkait dengan tugas akhir.

#### 2. Studi Bimbingan

Penulis juga melakukan studi bimbingan yaitu dengan cara berdiskusi dan tanya jawab dengan dosen pembimbing untuk menambah wawasan dan menyelesaikan kendala yang terjadi saat melaksanakan tugas akhir.

#### 3. Pembuatan Alat

Pada proses penelitian ini, penulis merancang alat yang digunakan sebagai perangkat utama pengambilan data penelitian. Pembuatan alat mengacu pada penelitian sebelumnya, yaitu *Online Monitoring Sistem Distribusi Tenaga Listrik Berbasis Arduino* (Khairul Anwar, 2012) dimana perangkat yang dibuat adalah pendeteksi besaran arus, tegangan, frekuensi, daya dan energi yang terdapat pada Gedung H Teknik Elektro UNILA. Alat tersebut menggunakan komponen dasar berupa arduino yang kemudian terhubung dengan *server* Pusat Komputer Unila. Data yang didapatkan dari *server* tersebut yang kemudian akan digunakan sebagai referensi untuk prediksi beban listrik di Gedung H Teknik Elektro. [8]

#### 4. Pengumpulan dan Pengolahan Data

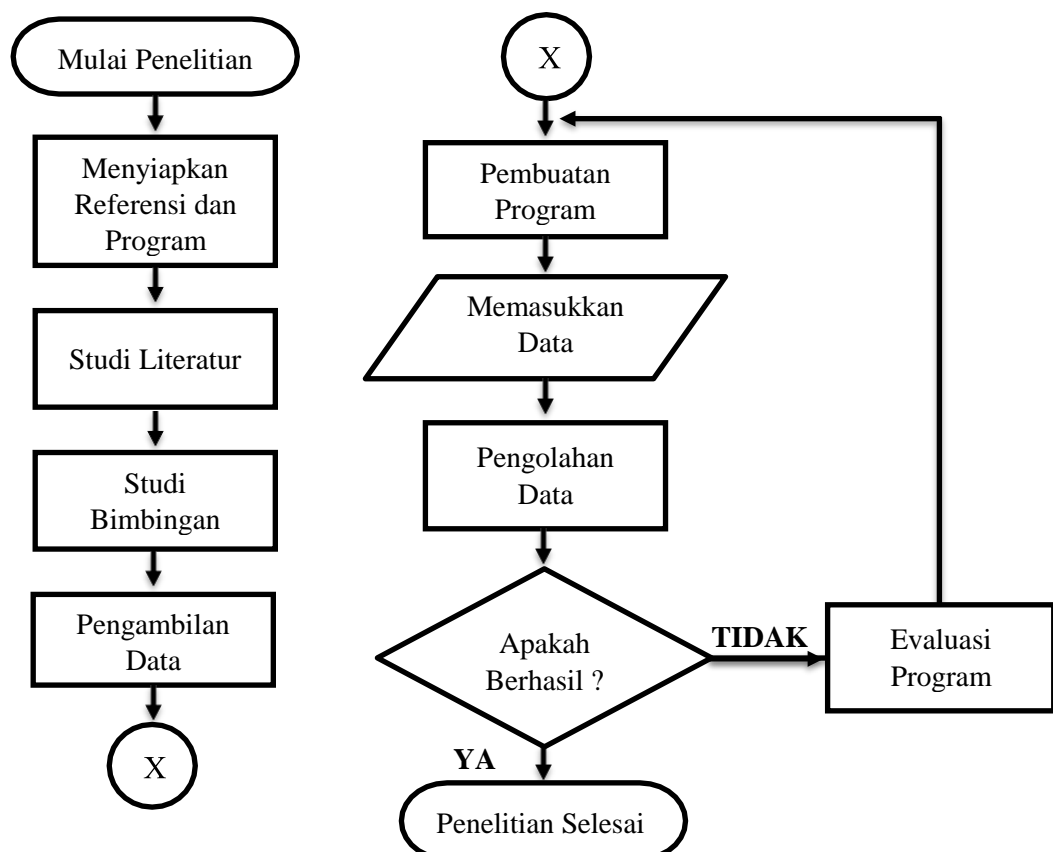
Pada tahap ini penulis melakukan pengumpulan data berupa data primer dan data sekunder yang nantinya akan diolah dan dianalisa menggunakan perangkat lunak. Data yang akan digunakan adalah data konsumsi beban listrik di Gedung H Teknik Elektro UNILA.

#### 5. Pembuatan Laporan

Tahap ini berfungsi untuk menuliskan hasil yang telah didapat dan sebagai sarana pertanggungjawaban terhadap penelitian yang telah dilakukan. Laporan dibagi kedalam dua tahap, yaitu laporan awal yang digunakan untuk seminar usul dan laporan akhir yang digunakan untuk seminar hasil.

### 3.4 Diagram Alir Penelitian

Gambar 3.1 berikut ini merupakan diagram alir dari penelitian tugas akhir ini.



**Gambar 3.1** Diagram alir penelitian

### 3.5 Metode *Time Series Analysis*

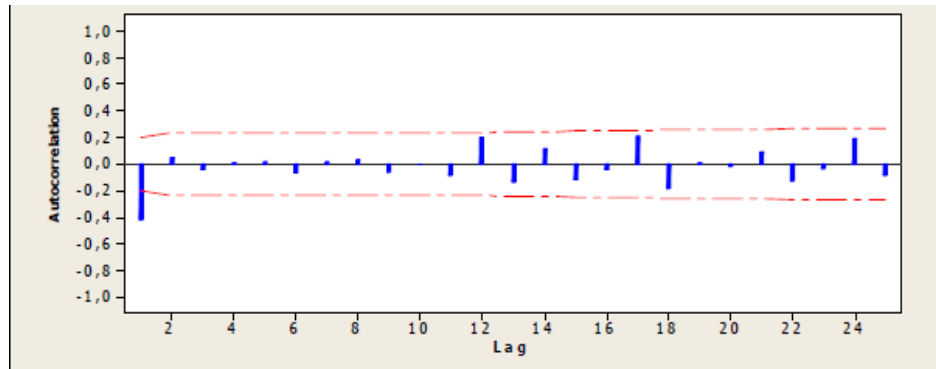
Data *time series* merupakan suatu rangkaian atau seri dari nilai-nilai suatu variabel hasil observasi, dalam hal ini adalah nilai konsumsi beban listrik yang dicatat pada jangka waktu berurutan. Sedangkan metode *time series* merupakan metode prediksi dengan menggunakan pola hubungan antara variabel yang akan diperkirakan dengan variabel waktu.

Hal yang perlu diperhatikan pada saat melakukan proses prediksi adalah pada galat yang akan dihasilkan pada proses tersebut. Pada proses prediksi, untuk mendapatkan hasil yang mendekati nilai sebenarnya, maka pelaku prediksi harus berusaha membuat nilai galat tersebut sekecil mungkin.

### 3.6 Prosedur Metode ARIMA

#### 1. Pembentukan Plot Data *Time Series*

Pembuatan plot data *time series* bertujuan untuk melihat apakah data tersebut stasioner atau tidak. Data dikatakan stasioner jika pola data berada di sekitar nilai rata-rata dan varian yang konstan selama waktu tertentu. Selain itu, stasioneritas dapat dilihat dari plot *Autocorrelation Function (ACF)* dari data tersebut seperti gambar di bawah ini. Autokorelasi menunjukkan hubungan antara nilai-nilai yang beruntun dari variabel yang sama. [9]



**Gambar 3.2** Plot *Autocorrelation Function* (ACF)

## 2. Menentukan Orde *Autoregressive* (AR) dan *Moving Average* (MA)

Menentukan orde *Autoregressive* (AR) dapat dilakukan dengan cara melihat plot ACF dan PACF dari data tersebut. Plot *Autocorrelation Function* (ACF) dan *Partial Autoregressive Function* (PACF) akan *cut off* setelah proses pada orde ke-  $p$  atau  $lag-p$ . Proses ini disebut dengan identifikasi model tentatif. Pemilihan model yang tepat dilakukan dengan mengidentifikasi orde *Autoregressive* (AR) dan *Moving Average* (MA).

## 3. Estimasi Parameter Model

Metode yang digunakan untuk mengestimasi parameter *autoregressive* yaitu metode kuadrat terkecil (*least square method*). Model  $AR(p)$  dinyatakan dalam bentuk:

$$X_t = \phi_1 X_{t-1} + \phi_2 X_{t-2} + \dots + \phi_p X_{t-p} + \varepsilon_t$$

Keterangan :

$X_t$  = data observasi ke- $t$

$\phi_p$  = operator *back shift*

$\varepsilon_t$  = nilai *error* pada waktu ke- $t$



#### 4. Pemeriksaan Diagnosa

Setelah melakukan penaksiran nilai-nilai parameter dari model ARIMA yang ditetapkan sementara, selanjutnya perlu dilakukan pemeriksaan diagnosa untuk membuktikan bahwa model tersebut memadai.

#### 5. Prediksi (*Forecasting*)

Tujuan analisis *time series* adalah untuk memprediksi suatu nilai pada waktu yang akan datang dan tujuan dari prediksi tersebut adalah untuk menghasilkan prediksi optimal yang menghasilkan nilai galat yang kecil. Jika nilai galat yang dihasilkan semakin kecil, maka hasil prediksi akan semakin mendekati tepat. Setelah semua tahap dilakukan dan diperoleh model yang diinginkan, maka model ini selanjutnya dapat digunakan untuk melakukan prediksi untuk data periode selanjutnya.

Alat ukur yang digunakan untuk menghitung kesalahan prediksi, yaitu:

$$MAPE = \frac{\sum_{i=1}^n |PE_i|}{n}$$

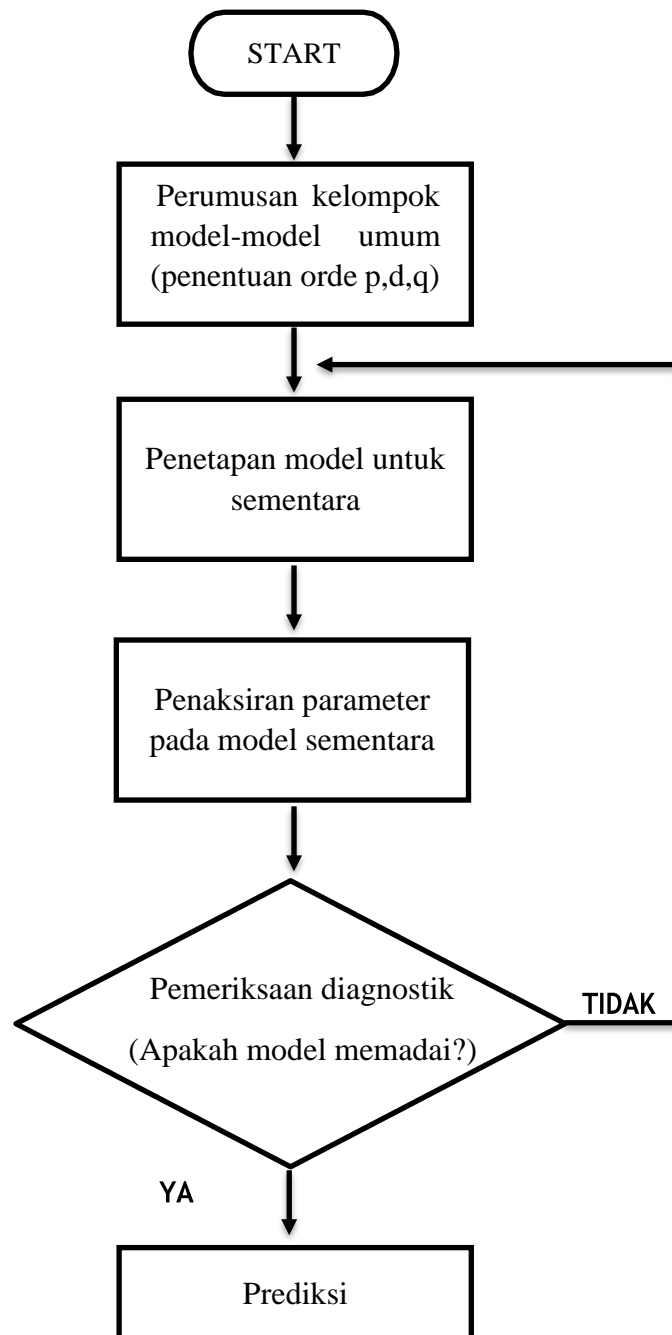
Keterangan :

$PE_t$  = persentase galat (*Percentage Error*)

$MPE$  = rata-rata dari persentase kesalahan

$MAPE$  = rata-rata dari persentase kesalahan mutlak

### 3.7 Diagram Alir Metode Prediksi



**Gambar 3.3** Diagram alir metode prediksi ARIMA

### 3.8 Perangkat Lunak Pengolah Data Prediksi



**Gambar 3.4** Perangkat Lunak Eviews Statistics [10]

Terdapat beberapa perangkat lunak atau *software* yang dapat digunakan sebagai media pengolahan data statistik, salah satu diantaranya adalah EViews Statistics. Perangkat lunak Eviews merupakan perangkat lunak berbasis windows yang sering digunakan pada analisis statistik dan juga sebagai media komputasi untuk ekonometrika jenis deret waktu atau *time series*. Sejak pertama perangkat lunak tersebut dirilis sampai saat ini sudah terdapat banyak versi dari Eviews dan versi terbaru saat ini adalah Eviews versi 10, namun Eviews yang digunakan pada penelitian ini adalah Eviews versi 9.

Eviews merupakan program yang dapat digunakan oleh berbagai kalangan sebagai media untuk mengakses alat hitung statistik, prediksi dan pemodelan yang *powerfull* melalui tampilan antarmuka yang berorientasi objek dan mudah digunakan. Kelebihan dari Eviews diantaranya terdapat pada kelengkapan model statistik yang diberikan untuk mempermudah pengguna dalam melakukan analisis maupun estimasi sesuai dengan metode yang ingin digunakan.

## **BAB V**

### **KESIMPULAN**

#### **5.1. Kesimpulan**

Berdasarkan hasil yang diperoleh pada penelitian ini, terdapat kesimpulan sebagai berikut.

1. Metode autoregressive integrated moving average (ARIMA) dapat digunakan untuk memprediksi data konsumsi energi listrik di Gedung H FT-Unila.
2. Hasil observasi pada penelitian ini memberikan informasi bahwa pembagian beban listrik pada masing-masing fasa di Gedung H FT-Unila tidak seimbang.
3. Berdasarkan hasil perhitungan prediksi konsumsi energi listrik di Gedung H FT-Unila Fasa R, S dan T didapatkan nilai galat MAPE pada prediksi menggunakan metode ARIMA (1,2,0) masing-masing sebesar 30,2%; 30,21% dan 28,5%.
4. Hasil prediksi menunjukkan bahwa konsumsi energi listrik mengalami kenaikan rata-rata pada ketiga fasanya sebesar 7,67% dari data referensi.

## **5.2. Saran**

Sebagai masukan untuk memudahkan penelitian yang akan dilakukan selanjutnya, berikut ini saran-saran yang perlu diperhatikan:

1. Pada penelitian selanjutnya perlu diperhitungkan kembali parameter pada metode prediksi yang digunakan agar didapatkan hasil prediksi yang lebih akurat dan nilai galat yang lebih kecil.
2. Pihak yang bertanggung jawab terhadap penggunaan energi listrik di Gedung H Fakultas Teknik Unila perlu melakukan peninjauan ulang pada pembagian beban listrik setiap fasanya agar dapat dibuat lebih seimbang.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Despa, Dikpride, Gigih Forda Nama and Mardiana. "*Real-time Monitoring System of Electrical Quantities on ICT Centre Building University of Lampung Based on Embedded Single Board Computer BCM2835*", International Conference on Informatics and Computing (ICIC), Indonesia, 2016.
- [2] A. Gheeta and G.M. Nasira, "*Time Series Modeling and Forecasting: Tropical Cyclon Production Using ARIMA Model*", International Conference on Computing for Sustainable Global Development, India, 2016.
- [3] Febi Satya Purnomo, "Penggunaan Metode ARIMA (*Autoregressive Integrated Moving Average*) Untuk Prakiraan Beban Konsumsi Listrik Jangka Pendek (*Short Term Forecasting*)", Jurnal UNS, Semarang, 2015.
- [4] Chow, Joe H. "*Applied Mathematics for Restructured Electric Power Systems*", Springer Science, United States of America, 2005.
- [5] Arnold, J.R. Tony. "*Introduction to Material Management*" (pp. 170-171), Prentice-Hall Inc., New Jersey, 2004.
- [6] U.S. Energy Information Administration, Annual Energy Outlook, 2014.
- [7] Liu, Lon-Mu and Gregory B. Hudak, "*Forecasting And Time Series Analysis Using The Sca Statistical System*", Scientific Computing Associates Corp., Chicago, 1992.

- [8] Despa, Dikpride, Gigih Forda Nama, MA Muhammad, Khairul Anwar.  
*“The Implementation Internet of Things (IoT) Technology in Real Time Monitoring of Electrical Quantities”*, IOP Conference Series: Materials Science and Engineering 335 (1), Indonesia, 2018.
- [9] Istiqomah, "Aplikasi Model Arima untuk Forecasting Produksi Gula Pada Pt. Perkebunan Nusantara IX (Persero)", UNNES Scientific Journals, Semarang, 2006.
- [10] Juanda, Bambang. “Ekonometrika Deret Waktu (Teori dan Aplikasi)”, IPB Press, Bogor, 2012.