

Prediksi Beban Listrik Jangka Pendek Menggunakan Metode *Autoregressive Integrated Moving Average (Arima)*

Rasyid Hakim¹, Dikpride Despa², Lukmanul Hakim³

Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Lampung
Jalan Prof. Dr. Sumantri Brojonegoro No. 1, Bandar Lampung, 35141

¹rasyidhakim75@gmail.com

²despa@eng.unila.ac.id

³lukmanul.hakim@eng.unila.ac.id

ABSTRAK

Intisari - Penelitian ini bertujuan untuk menjelaskan bagaimana cara menggunakan metode ARIMA (*Autoregressive Integrated Moving Average*) untuk memprakirakan beban konsumsi listrik jangka pendek dan mengetahui seberapa besarkah tingkat akurasi dari metode ARIMA (*Autoregressive Integrated Moving Average*) yang digunakan. Metode prediksi jangka pendek *Autoregressive Integrated Moving Average* atau ARIMA digunakan sebagai metode untuk memperhitungkan besarnya penggunaan energi listrik di Gedung H Teknik Elektro dan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Lampung pada bulan Juni dan Juli tahun 2019 dengan menggunakan data penggunaan energi listrik pada bulan April dan Mei tahun 2019. Observasi yang dilakukan adalah memperhitungkan prediksi data deret waktu berupa hubungan antara Energi listrik (kWh) terhadap waktu. Analisis prediksi menggunakan metode ARIMA (2,1,0) memberikan nilai galat rata-rata sebesar 29,59%.

Kata kunci - *Prediksi, ARIMA, Energi Listrik, Galat*

Abstract - Nowadays forecasting methods have been widely used for various disciplines, with no exception for electrical energy. That methods 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 determine 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 that has been stored on 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 to forecast time series data, electrical energy consumption (kWh) againts time. Forecasting analysis using the ARIMA (2,1,0) method showed an average 29,59% of error value.

Keywords - *Forecasting, ARIMA, Electrical Energy, Error*

I. PENDAHULUAN

Prediksi beban listrik berdampak besar dalam operasi sistem tenaga listrik yang cenderung berubah setiap harinya. sehingga Perusahaan penyedia energi listrik harus bisa memprediksi kebutuhan beban listrik setiap harinya, ada banyak cara dalam dalam memprediksi beban listrik sehingga sangat diperlukan pemilihan metode dalam memprediksi beban listrik karena dibutuhkan keakuratan yang tepat, sehingga dapat menekan biaya dalam memproduksi energi listrik. Oleh karena itu, pada penelitian ini dilakukan analisa prediksi beban listrik yang terkhusus pada Gedung H Teknik Elektro UNILA.

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, akan tetapi belum pernah dilakukan prediksi konsumsi energi listrik pada waktu yang akan datang. Oleh karena itu penulis mencoba menggunakan data-data tersebut untuk melakukan prediksi beban listrik jangka pendek agar penggunaan energi listrik pada waktu yang akan datang dapat dikelola dengan mempertimbangkan hasil prediksi tersebut. [1]

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).

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]

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Prediksi (*Forecasting*)

Prediksi merupakan suatu proses prakiraan mengenai terjadinya suatu kejadian ilmiah di waktu yang akan ating berdasarkan keadaan di waktu lampau.

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 yang efektif sangat dibutuhkan untuk mencapai tujuan strategis dan operasional dari semua institusi atau industri. [3]

B. Metode ARIMA (*Autoregressive Integrated Moving Average*)

Metode *Autoregressive Integrated Moving Average* (ARIMA) yang biasa disebut dengan metode Box-Jenkins merupakan metode yang dikembangkan oleh George Box dan Gwilym Jenkins pada tahun 1970. Metode ARIMA adalah metode yang digunakan untuk prediksi nilai jangka pendek. Penggunaan metode ARIMA dalam prediksi jangka pendek sangat tepat digunakan karena metode ARIMA memiliki ketepatan yang sangat akurat. Dan juga menentukan hubungan statistik yang baik antar variabel yang akan diprediksi dengan nilai yang digunakan untuk prediksi. Sedangkan untuk prediksi jangka panjang ketepatan prediksinya kurang baik. Biasanya nilai prediksi akan cenderung konstan untuk periode yang cukup panjang.

C. Klasifikasi Teknik Prediksi (*Forecasting Technique*)

Berdasarkan Jangka Waktu Prediksinya, prediksi dapat dibagi menjadi tiga jenis, prediksi jangka pendek, prediksi jangka menengah (*medium term forecasting*) dan prediksi jangka panjang (*long term forecasting*).

D. Konsumsi Energi Listrik

Beban listrik merupakan keseluruhan peralatan yang terkoneksi dengan sistem energi listrik sehingga mengkonsumsi energi listrik. Konsumen energi listrik dapat dibedakan menjadi beberapa sektor, diantaranya sektor perumahan (*residential*), fasilitas umum dan instansi. [4]

E. Metode Prediksi *Autoregressive Integrated Moving Average* (ARIMA)

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.

- 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.
- 3) Model *Autoregressive Moving Average (ARMA)*
Model *Autoregressive Moving Average (ARMA)* merupakan suatu kombinasi dari model AR dan MA.
- 4) Model *Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA)*
Model ARIMA merupakan model yang memiliki karakter AR, I, dan MA.

F. Definisi Analisis Deret Waktu (*Time Series Analysis*)

Deret waktu (*time series*) merupakan observasi yang diambil secara sekuensial dalam lingkup waktu tertentu. Ada beberapa istilah yang sering ditemui dalam analisis deret waktu:

- 1) Stasioneritas. Berarti tidak terdapat pertumbuhan atau penurunan data.
- 2) *Autocorrelation Function (ACF)*. Merupakan korelasi antarderet pengamatan suatu deret waktu yang disusun dalam plot setiap lag.
- 3) *Partial Autocorrelation Function (PACF)*. Autokorelasi parsial merupakan korelasi antar deret pengamatan dalam lag-lag pengamatan yang mengukur keeratan antarpengamatan suatu deret waktu.
- 4) *Cross Correlation*. Sama halnya dengan 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.

III. METODOLOGI PENELITIAN

Berikut ini langkah-langkah dalam pengujian metode prediksi autoregressive integrated moving average (ARIMA) pada konsumsi energi listrik di Gedung H Fakultas Teknik Universitas Lampung.

A. Pengambilan Data Referensi

Pada penelitian ini, data diambil dari perangkat pengukuran besaran listrik dimana besaran yang diukur adalah arus, tegangan, frekuensi, daya dan energi yang terdapat pada Gedung H Fakultas Teknik UNILA. Perangkat 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. [5]

B. Pembentukan Plot Data Time Series

Setelah didapatkan data yang digunakan sebagai referensi, maka tahap selanjutnya adalah pengamatan terhadap plot data tersebut. 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.

C. Penentuan 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)*.

D. Estimasi Parameter Model

Metode yang digunakan untuk mengestimasi parameter autoregressive yaitu metode kuadrat terkecil (*least square method*).

E. 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.

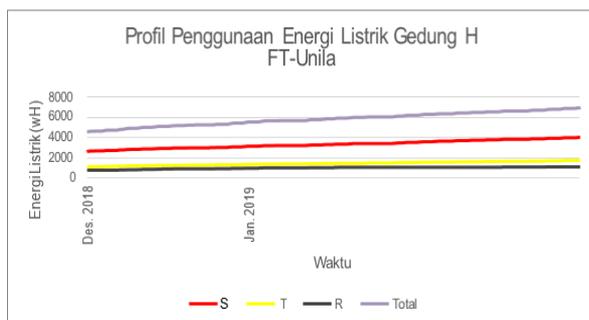
F. Prediksi (Forecasting)

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. Perangkat lunak yang digunakan untuk membantu proses prediksi yang dilakukan adalah Eviews statistics yang dinilai cocok dalam prediksi jangka pendek pada suatu data. [6]

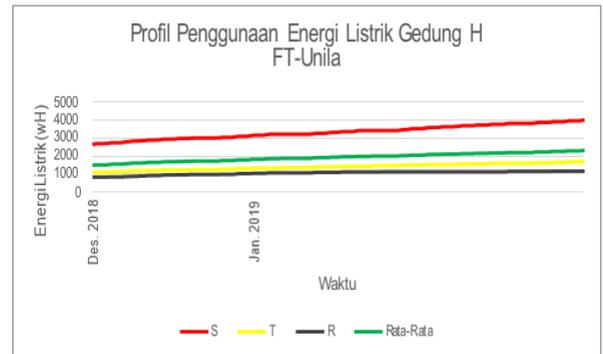
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pengamatan Data

Pengamatan data dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui karakteristik data yang akan digunakan sebagai referensi proses perhitungan atau prediksi. Data yang digunakan pada penelitian ini adalah konsumsi data energi listrik di Gedung H FT-Unila yang dinyatakan dalam satuan kWh. Data yang tersedia merupakan data sampel pemakaian energi listrik selama empat bulan. Pengamatan yang dilakukan adalah dengan menginvestigasi besar dan pola pemakaian energi listrik pada area panel tenaga listrik teknik elektro masing-masing fasa.



Gbr. 1 Profil total konsumsi energi listrik di gedung H FT-Unila



Gbr. 2 Profil rata-rata konsumsi energi listrik di gedung H FT-Unila

Gambar 1 dan 2 diatas merupakan grafik konsumsi energi listrik total dan rata-rata di Gedung H FT-Unila. Data yang digunakan sebagai acuan adalah data penggunaan energi listrik di Gedung H FT-Unila setiap 5 detik pada jangka waktu 16 Desember 2018 hingga 28 Januari 2019.

B. Pengujian Data Historis

Proses pengujian data historis dilakukan untuk mengetahui apakah data referensi yang digunakan bersifat stasioner atau tidak. Suatu data dapat dikatakan stasioner apabila data tidak mengalami perubahan pada rata-rata dan ragamnya. Apabila syarat tersebut tidak terpenuhi, maka data tersebut bersifat tidak stasioner dan harus distasionerkan melalui proses differensiasi sebelum dilakukan proses identifikasi menggunakan metode ARIMA. Pengujian kestasioneran data dapat dilakukan dengan menggunakan *unit root test* atau uji akar unit, dimana data dikatakan stasioner apabila proses *unit root test* memenuhi keadaan $|ADF \text{ test statistics}| > |\text{critical value}|$.

Tabel 1. Hasil *unit root test*

No.	Jenis Data	t-Statistics	
		ADF test stats	Critical value
1	Data Total	-2,494191	-2,861490
2	Data Rata-Rata	-2,494191	-2,566784

Berdasarkan tabel hasil *unit root test* diatas dapat dilihat bahwa pada kedua jenis data tersebut tidak memenuhi kestasioneran data.

Maka, data tersebut harus didiferensiasikan terlebih dahulu hingga didapatkan data yang stasioner.

Tabel 2. Hasil *unit root test* diferensiasi data

No.	Jenis Data	t-Statistics	
		ADF test stats	Critical value
1	Data Total	-13,40755	-2,861490
2	Data Rata-Rata	-13,40755	-2,566784

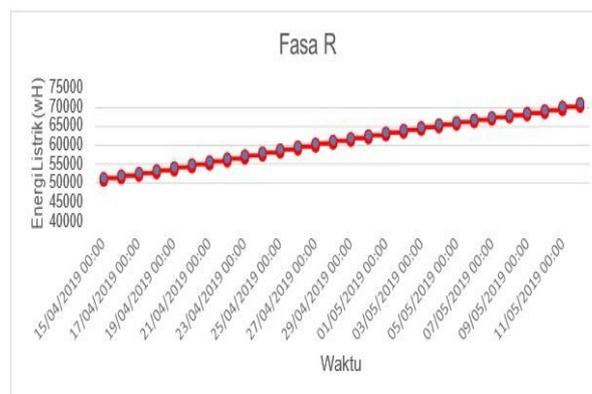
Setelah dilakukan proses diferensiasi, didapatkan nilai uji yang tertera pada tabel, dimana nilai tersebut menunjukkan bahwa data sudah stasioner pada diferensiasi pertama.

C. Prediksi Menggunakan Metode ARIMA

Setelah dilakukan pengujian metode, maka tahap selanjutnya adalah proses pengolahan data dengan dilakukan prediksi energi listrik jangka pendek pada Gedung H FT-Unila menggunakan metode ARIMA. Pada proses ini dilakukan beberapa tahapan, yaitu uji kestasioneran data, pengujian model dan prediksi data historis. Data yang digunakan sebagai referensi pada tahap ini adalah konsumsi energi listrik di Gedung H FT-Unila yang diambil pada tanggal 15 Juni sampai dengan 12 Juli tahun 2019. Proses prediksi konsumsi energi listrik dilakukan pada sistem kelistrikan di Gedung H FT-Unila pada masing-masing fasa R,S dan T.

D. Prediksi Energi Listrik Gedung H Fasa R

Proses prediksi yang pertama dilakukan adalah pada data konsumsi energi listrik di Gedung H FT-Unila pada fasa R, dimana fasa R tersebut merupakan sistem yang penggunaan listriknya paling kecil jika dibandingkan fasa S dan fasa T sesuai dengan grafik pada gambar 3. Berikut adalah grafik konsumsi energi listrik di Gedung H FT-Unila pada fasa R.



Gbr. 3 Profil konsumsi energi listrik gedung H fasa R

Tahap selanjutnya adalah uji stasioneritas dengan menggunakan *unit root test* pada data tersebut. Hasil uji stasioneritas pada data konsumsi energi listrik di Gedung H FT-Unila fasa R ditunjukkan pada tabel dibawah ini.

Tabel 3. Hasil *unit root test* data fasa R

No.	Critical level	Critical value	ADF test stats
1	1 %	- 3,430992	0,712995
2	5 %	- 2,861708	0,712995
3	10 %	- 2,566901	0,712995

Berdasarkan *unit root test* diatas terlihat bahwa nilai $|ADF\ test\ statistics|$ masih lebih kecil dari $|critical\ value|$ pada toleransi 5% yakni $|0,712995| < |- 2.861708|$, maka dapat dinyatakan bahwa data tersebut belum stasioner, maka perlu dilakukan differensiasi pada data tersebut.

Tabel 4. Hasil *unit root test* diferensiasi data fasa R

No.	Critical level	Critical value	ADF test stats
1	1 %	-3.430993	-87.52063
2	5 %	-2.861709	-87.52063
3	10 %	-2.566901	-87.52063

Setelah dilakukan proses diferensiasi, data tersebut dinyatakan stasioner karena memenuhi persyaratan kestasioneran data, yaitu $|ADF\ test\ statistics| > |critical\ value|$. Tahap selanjutnya adalah estimasi model ARIMA yang akan digunakan pada proses prediksi data tersebut.

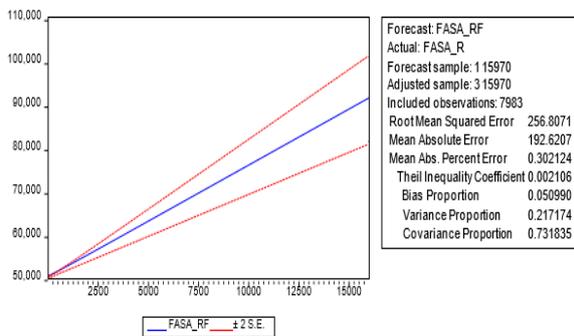
Tabel 5. Hasil estimasi model ARIMA data fasa R

No.	Variabel	Koefisien	t-Statistics
1	C	2.775365	8.112257
2	AR (1)	0.999099	638.3477
3	R-Square	0.997858	0.997858

Berdasarkan hasil estimasi model ARIMA menggunakan metode kuadrat terkecil (*least squared*) diatas, maka didapatkan persamaan model ARIMA sebagai berikut.

$$D(\text{Fasa_R})_t = 2.775365 + 0.999099Y_{t-1} + e$$

Tahap terakhir dari proses prediksi yang dilakukan adalah analisa prediksi data referensi menggunakan model ARIMA yang telah didapatkan. Grafik dan karakteristik hasil prediksi ditampilkan pada gambar dibawah ini.



Gbr. 4 Hasil prediksi data konsumsi energi listrik gedung H fasa R

Hasil prediksi pada prediksi energi listrik gedung H fasa R diatas menunjukkan bahwa nilai *Mean Absolute Percent Error* (MAPE) atau galat mutlak yang didapatkan adalah sebesar 30,2 %.

E. Prediksi Energi Listrik Gedung H Fasa S

Proses prediksi selanjutnya dilakukan pada data konsumsi energi listrik di Gedung H FT-Unila pada fasa S. Fasa S memiliki grafik yang nilai maksimumnya berada diantara fasa R dan T. Berikut adalah grafik konsumsi energi listrik di Gedung H FT-Unila pada fasa S. Hasil uji stasioneritas menggunakan *unit root test* pada data konsumsi energi listrik di Gedung H FT-Unila fasa S ditunjukkan pada tabel dibawah ini.



Gbr. 5. Profil konsumsi energi listrik gedung H fasa S

Tabel 6. Hasil *unit root test* data fasa S

No.	Critical level	Critical value	ADF test stats
1	1 %	-3.430992	0.913508
2	5 %	-2.861708	0.913508
3	10 %	-2.566901	0.913508

Unit root test diatas menunjukkan bahwa nilai $|ADF\ test\ statistics|$ masih lebih kecil dari $|critical\ value|$ pada toleransi 5% yakni $|0.913508| < |-2.861708|$, maka dapat dinyatakan bahwa data tersebut belum stasioner, maka perlu dilakukan differensiasi pada data tersebut.

Tabel 7. Hasil *unit root test* diferensiasi data fasa S

No.	Critical level	Critical value	ADF test stats
1	1 %	-3.430993	-89.33134
2	5 %	-2.861709	-89.33134
3	10 %	-2.566901	-89.33134

Data tersebut telah memenuhi syarat kestasioneran data setelah dilakukan differensiasi. Tahap selanjutnya adalah estimasi model ARIMA yang akan digunakan pada proses prediksi data tersebut.

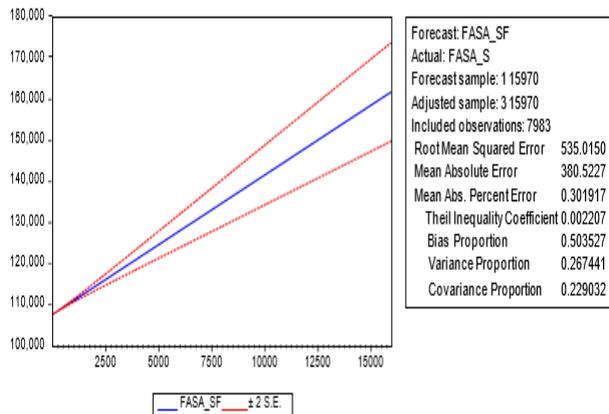
Tabel 8. Hasil estimasi model ARIMA data fasa S

No.	Variabel	Koefisien	t-Statistics
1	C	3.398392	8.621803
2	AR (1)	0.999339	849.6961
3	R-Square	0.998826	0.998826

Berdasarkan hasil estimasi model ARIMA diatas, maka didapatkan persamaan model ARIMA untuk fasa S sebagai berikut.

$$D(\text{Fasa_S})_t = 3.398392 + 0.999339Y_{t-1} + e$$

Setelah dilakukan prediksi menggunakan model diatas, didapatkan grafik dan karakteristik hasil prediksi yang ditampilkan pada gambar dibawah ini.

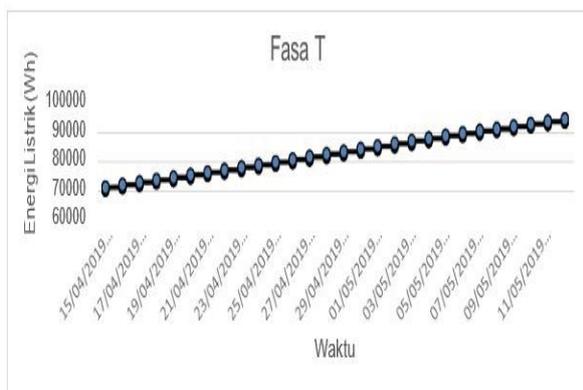


Gbr. 6. Hasil prediksi data konsumsi energi listrik gedung H fasa S

Hasil prediksi pada prediksi energi listrik gedung H fasa S diatas menunjukkan bahwa nilai *Mean Absolute Percent Error* (MAPE) atau galat mutlak yang didapatkan adalah sebesar 30,21 %.

F. Prediksi Energi Listrik di Gedung H Fasa T

Proses prediksi selanjutnya dilakukan pada data konsumsi energi listrik di Gedung H FT-Unila pada fasa T. Fasa T memiliki grafik yang nilai maksimumnya paling tinggi diantara fasa R dan S. Berikut adalah grafik konsumsi energi listrik di Gedung H FT-Unila pada fasa T.



Gbr. 7. Profil konsumsi energi listrik gedung H fasa T

Hasil uji stasioneritas menggunakan *unit root test* pada data konsumsi energi listrik di Gedung H FT-Unila fasa T ditunjukkan pada tabel dibawah ini.

Tabel 9. Hasil *unit root test* data fasa T

No.	Critical level	Critical value	ADF test stats
1	1 %	-3.430992	-1.322568
2	5 %	-2.861708	-1.322568
3	10 %	-2.566901	-1.322568

Unit root test diatas menunjukkan bahwa nilai $|ADF \text{ test statistics}|$ masih lebih kecil dari $|critical \text{ value}|$ pada toleransi 5% yakni $|-1.322568| < |-2.861708|$, maka dapat dinyatakan bahwa data tersebut belum stasioner, maka perlu dilakukan differensiasi pada data tersebut.

Tabel. 10 Hasil *unit root test* diferensiasi data fasa T

No.	Critical level	Critical value	ADF test stats
1	1 %	-3.430993	-87.33171
2	5 %	-2.861709	-87.33171
3	10 %	-2.566901	-87.33171

Data tersebut telah memenuhi syarat kestasioneran data setelah dilakukan differensiasi. Tahap selanjutnya adalah estimasi model ARIMA yang akan digunakan pada proses prediksi data tersebut.

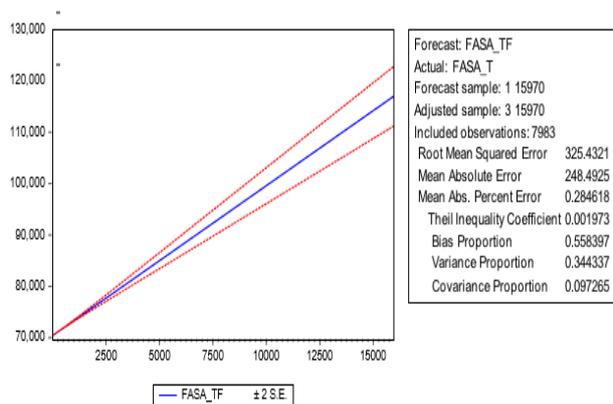
Tabel. 11. Hasil estimasi model ARIMA data fasa T

No.	Variabel	Koefisien	t-Statistics
1	C	2.952019	15.36542
2	AR (1)	0.999482	767.5600
3	R-Square	0.999010	0.999010

Berdasarkan hasil estimasi model ARIMA diatas, maka didapatkan persamaan model ARIMA untuk fasa T sebagai berikut.

$$D(\text{Fasa_T})_t = 2.952019 + 0.999482Y_{t-1} + e$$

Setelah dilakukan prediksi menggunakan model diatas, didapatkan grafik dan karakteristik hasil prediksi yang ditampilkan pada gambar dibawah ini.



Gbr. 8. Hasil prediksi data konsumsi energi listrik gedung H fasa T

Hasil prediksi pada prediksi energi listrik gedung H fasa T diatas menunjukkan bahwa nilai *Mean Absolute Percent Error* (MAPE) atau galat mutlak yang didapatkan adalah sebesar 28,5 %. Setelah dilakukan prediksi konsumsi energi listrik pada gedung H FT-Unila pada fasa R, S dan T didapatkan nilai galat pada masing-masing fasa sebesar 30,2 %; 30,1 % dan 28,5 %.

V. 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 pada proses peramalan energi listrik di Gedung H Teknik Elektro Universitas Lampung Fasa R, S dan T didapatkan nilai galat MAPE pada peramalan menggunakan metode ARIMA (1,2,0) masing- masing sebesar 30,2 %; 30,21 % dan 28,5 %.

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] 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.
- [6] Juanda, Bambang. "Ekonometrika Deret Waktu (Teori dan Aplikasi)", IPB Press, Bogor, 2012.