

Peramalan Jumlah Konsumsi Energi Listrik di PT PLN (Persero) Rayon Bukittinggi Menggunakan Metode Arima

GINNA MELINDA^{#1}, MINORA LONGGOM NASUTION^{*2}, HELMA^{*3}

[#]Student of Mathematics Department State University of Padang, Indonesia

^{*}Lecturers of Mathematics Department State University of Padang, Indonesia

¹melinda_ginna@yahoo.com
²minoramath@fmipa.unp.ac.id
³helmat@fmipa.unp.ac.id

Abstrak –As a provider of electricity revenues of PLN Rayon Bukittinggi can decline. This is due to an imbalance between electric energy produced by the requested consumer. To increase the income of PLN Rayon Bukittinggi by predicting the amount of electrical energy needs far before the electrical energy used by consumers. One method of divination used i.e methods ARIMA. Formulation of the problem in this research is "how forecasting the amount of electrical energy consumption for PT PLN (Persero) Rayon Bukittinggi from June 2016until May 2017 using ARIMA". The results obtained in this study was getting models ARIMA (1,1,1)(0,1,1)¹² as a suitable model, with a form of model $Y_t = Y_{t-1} - 0,4629Y_{t-1} + 0,4629Y_{t-2} + Y_{t-12} - Y_{t-13} + 0,4629Y_{t-13} - 0,4629Y_{t-14} + e_t - 0,9263e_{t-1} - 0,7499 e_{t-12} + 0,6946 e_{t-13}$.

Keywords– Bukittinggi, Electric, Forecasting, ARIMA

Abstrak – Sebagai penyedia listrik pendapatan PLN Rayon Bukittinggi dapat mengalami penurunan. Hal ini disebabkan ketidakseimbangan antara energi listrik yang diproduksi dengan yang diminta konsumen. Untuk meningkatkan pendapatan PLN Rayon Bukittinggi salah satunya dengan meramalkan jumlah kebutuhan energi listrik jauh sebelum energi listrik tersebut dipakai oleh konsumen. Salah satu metode peramalan yang digunakan yaitu metode ARIMA. Rumusan masalah pada penelitian ini adalah “Bagaimana Peramalan Jumlah Konsumsi Energi Listrik di PT PLN (Persero) Rayon Bukittinggi dari Juni 2016 sampai Mei 2017 dengan Menggunakan ARIMA”. Hasil yang didapatkan pada penelitian ini yaitu diperolehnya model ARIMA (1,1,1)(0,1,1)¹² sebagai model yang cocok, dengan bentuk model $Y_t = Y_{t-1} - 0,4629Y_{t-1} + 0,4629Y_{t-2} + Y_{t-12} - Y_{t-13} + 0,4629Y_{t-13} - 0,4629Y_{t-14} + e_t - 0,9263e_{t-1} - 0,7499 e_{t-12} + 0,6946 e_{t-13}$.

13.

Kata kunci –Bukittinggi, Listrik, Peramalan, ARIMA

PENDAHULUAN

Energi listrik merupakan salah satu sumber utama dalam kehidupan manusia seiring perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi. Selain dapat digunakan sebagai sumber penerangan, listrik dapat digunakan dalam penggunaan mesin-mesin pabrik, kantor maupun rumah tangga. Oleh karena itu, ketersediaan energi listrik sangat dibutuhkan oleh manusia untuk memenuhi kebutuhannya.

Perusahaan Listrik Negara atau PLN merupakan sebuah BUMN yang mengurus aspek kelistrikan di Indonesia mulai dari pembangkitan, transmisi, distribusi, hingga penjualan energi listrik ke konsumen. Sebagai penyedia listrik di Indonesia, pendapatan PLN dapat mengalami penurunan, khususnya PLN Rayon Bukittinggi. Hal ini disebabkan energi yang diproduksi jauh lebih besar dibanding yang dipakai oleh konsumen, dan banyaknya energi yang hilang terjadi pada jaringan penghantar dari pembangkit sampai ke konsumen

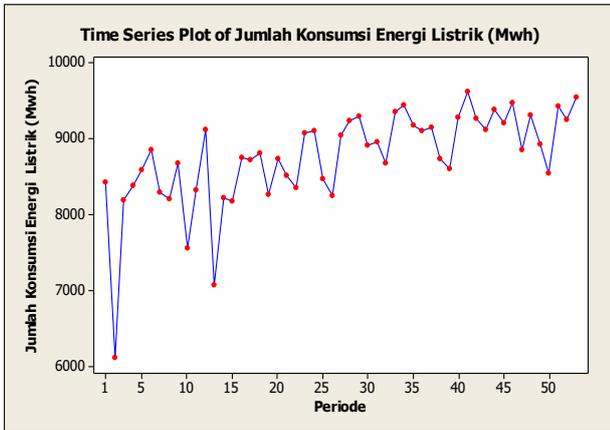
Salah satu cara untuk meningkatkan pendapatan PLN Rayon Bukittinggi adalah dengan memperkirakan jumlah kebutuhan energi listrik jauh sebelum energi listrik tersebut dipakai oleh konsumen, sehingga PLN Rayon Bukittinggi dapat merencanakan energi listrik yang diproduksi setiap bulannya. Jika hal ini dilakukan maka dapat meminimumkan perbedaan energi listrik yang diproduksi dengan energi yang dipakai oleh konsumen.

Untuk meramalkan pada masa yang akan datang dari data masa lalu tersebut memerlukan perkiraan angka pasti terhadap jumlah konsumsi listrik setiap bulannya, agar pihak PLN Rayon Bukittinggi dapat mengantisipasi pada bulan yang mengalami peningkatan jumlah konsumsi energi listrik. Salah satu bidang kajian ilmu yang dapat diterapkan dalam meramalkan jumlah konsumsi listrik di masa yang akan datang adalah metode peramalan.

Metode ARIMA merupakan suatu metode peramalan yang secara penuh mengabaikan variabel independen yang menggunakan nilai sekarang dan masa lalu dari variabel dependen. Metode ini sangat baik ketepatannya

untuk peramalan jangka pendek. Kelebihan dari metode ini yaitu dapat menangani hampir semua data deret waktu[1]

Berikut plot data jumlah konsumsi energi listrik di PT PLN Rayon Bukittinggi dari bulan Januari 2012 sampai bulan Mei 2016 dalam Mwh seperti terlihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Plot Data Deret Waktu Jumlah Konsumsi Energi Listrik di PT PLN Rayon Bukittinggi dari Januari 2012- Mei 2016

Pada Gambar 1 di atas terlihat bahwa data belum stasioner, hal ini dapat dilihat berdasarkan sebaran titik pada data yang tidak berada disekitar nilai rata-rata. Karena data bersifat non-stasioner maka perlu dilakukan proses pembedaan pertama. Setelah dilakukan proses pembedaan pertama dilakukan plot data kembali dari hasil proses pembedaan pertama. Metode ini dapat memberikan gambaran mengenai kebutuhan listrik dimasa mendatang secara sistematis dan statistik. Peramalan ini diharapkan mampu membantu, mempengaruhi, dan dijadikan pedoman bagi pihak PLN Rayon Bukittinggi dalam pengambilan keputusan dan merencanakan energi yang diproduksi setiap bulannya.

Beberapa persamaan pada metode ARIMA [4]:

$$\bar{Y} = \frac{\sum_{t=1}^N Y_t}{Z_t} \quad (1)$$

$$Y'_t = Y_t - Y_{t-1} \text{ (untuk } t = 2, 3, 4, \dots, n) \quad (2)$$

$$Y''_t = Y'_t - Y'_{t-1} \text{ (untuk } t = 3, 4, \dots, n) \quad (3)$$

$$r_k = \frac{\sum_{t=1}^{N-k} (Y_t - \bar{Y})(Y_{t+k} - \bar{Y})}{\sum_{t=1}^N (Y_t - \bar{Y})^2} \quad (4)$$

$$\Phi_{kk} = \frac{r_k - \sum_{j=1}^{k-1} \Phi_{k-1,j} r_{k-j}}{1 - \sum_{j=1}^{k-1} \Phi_{k-1,j} r_j} \quad (5)$$

$$\rho_p = \Phi_1 \rho_{p-1} + \Phi_2 \rho_{p-2} + \dots + \Phi_p \quad (6)$$

$$\rho_k = \begin{cases} \frac{-\theta_k + \theta_1 \theta_{k+1} + \dots + \theta_{q-k} \theta_q}{1 + \theta_1^2 + \dots + \theta_q^2} & (7) \\ 0 & \end{cases}$$

$$MSE = \frac{\sum_{t=1}^N (Y_t - \hat{Y}_t)^2}{N} \quad (8)$$

$$(1 - \phi_1 B)(1 - \phi_1 B^4)(1 - B)(1 - B^4)Y_t = (1 - \theta_1 B)(1 - \theta_1 B^4)e_t \quad (9)$$

METODE

Penelitian ini adalah penelitian terapan. Metode yang digunakan analisis teori-teori yang relevan dengan permasalahan yang dibahas berlandaskan kepada kajian kepustakaan.

Jenis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder yaitu data statistik dari PT PLN Rayon Bukittinggi. Data yang diambil yaitu data jumlah konsumsi energi listrik di PT PLN Rayon Bukittinggi yang dipublikasikan dari bulan Januari 2012 sampai bulan Mei 2016.

Langkah kerja yang dilakukan terbagi dalam 4 tahap, yaitu sebagai berikut:[2]

Tahap I : Identifikasi Model

- Memeriksa kestasioneran data dengan membuat plot data asal terhadap waktu sebagai alat bantu visual untuk menetapkan perilaku data.
- Melakukan pemeriksaan kestasioneran data dalam nilai tengah menggunakan persamaan (1).
- Melakukan proses pembedaan (*differencing*) jika data bersifat nonstasioner menggunakan persamaan (2) dan (3).
- Menentukan model sementara dengan membuat dan menganalisis plot ACF dan PACF menggunakan persamaan (4) dan (6).
- Melakukan *overfitting* terhadap model sementara.

Tahap II : Pendugaan parameter

- Menaksir parameter masing-masing model menggunakan persamaan (7) dan (8).
- Memilih model yang sesuai dengan menggunakan uji parameter.

Tahap III : Pemeriksaan Diagnostik

- Menghitung MSE pada setiap model-model sementara yang diperoleh menggunakan persamaan (8).
- Membuat dan menganalisis plot RACF dan RPACF.

Tahap IV : Peramalan

- Membuat persamaan dengan model ARIMA terbaik menggunakan persamaan (9).
- Meramalkan dengan menggunakan model ARIMA yang terpilih, dimana model yang diperoleh merupakan model terbaik untuk peramalan.

Peramalan dilakukan dengan menggunakan model ARIMA terpilih dimana model yang diperoleh merupakan model terbaik untuk peramalan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Deskripsi Data

Data jumlah konsumsi energi listrik di PT PLN Rayon Bukittinggi diperoleh dari kantor PLN Rayon Bukittinggi.

Data yang digunakan adalah data bulanan yang disajikan dari Januari 2012 sampai Mei 2016, dimana periode keseluruhannya adalah 53 periode. Secara umum data jumlah konsumsi energi listrik di PT PLN Rayon Bukittinggi dari Januari 2012 sampai Mei 2016 dapat dilihat pada tabel 1 berikut [3]

TABEL I
DATA JUMLAH KONSUMSI ENERGI LISTRIK DI PT PLN RAYON BUKITTINGGI DARI JANUARI 2012 SAMPAI MEI 2016 DALAM MWH

No	Bulan	Tahun				
		2012	2013	2014	2015	2016
1	Januari	8.426	7.072	8.482	9.152	8.939
2	Februari	6.115	8.225	8.256	8.746	8.550
3	Maret	8.196	8.186	9.044	8.614	9.432
4	April	8.391	8.756	9.236	9.288	9.260
5	Mei	8.587	8.733	9.309	9.626	9.558
6	Juni	8.855	8.815	8.919	9.275	
7	Juli	8.293	8.261	8.962	9.122	
8	Agustus	8.203	8.735	8.688	9.384	
9	September	8.680	8.514	9.366	9.209	
10	Oktober	7.558	8.363	9.454	9.472	
11	November	8.332	9.081	9.179	8.860	
12	Desember	9.123	9.104	9.112	9.323	
Jumlah		98.759	101.845	108.007	110.071	45.739

B. Analisis Data

1. Membuat Plot Data

Berdasarkan plot data pada Gambar 1, terlihat adanya pola musiman dan kenaikan kecenderungan (trend). Dari gambar tersebut dapat diketahui bahwa data belum stasioner karena terjadi perubahan rata-rata dari waktu ke waktu. Karena data bersifat non-stasioner maka perlu dilakukan proses pembedaan pertama. Setelah dilakukan proses pembedaan pertama lakukan plot data kembali dari hasil proses pembedaan pertama.

2. Pemeriksaan Kestasioneran

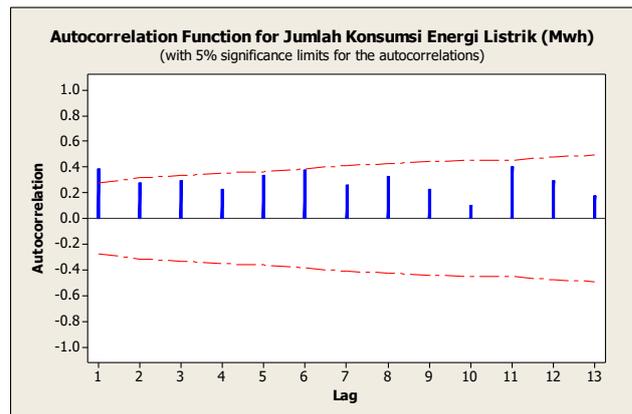
Rata-rata data jumlah konsumsi energi listrik di PT PLN Rayon Bukittinggi dengan menggunakan persamaan 1 adalah :

$$\bar{Y} = \frac{\sum_{t=1}^N Y_t}{N} = \frac{464.421}{53} = 8.762,660377 \approx 8.762,7$$

Data tidak berfluktuasi di sekitar 8.762,7. Hal ini menunjukkan bahwa data belum stasioner karena data tidak berfluktuasi di sekitar nilai rata-rata yang konstan. Pemeriksaan kestasioneran dan non-stasioneran juga dapat dilakukan dengan menganalisis plot ACF dari data. Jumlah maksimum nilai taksiran ACF adalah sebanyak:

$$\frac{n}{4} = \frac{53}{4} = 13,25 \approx 13$$

Plot ACF dari data dapat dilihat pada Gambar 2 berikut.

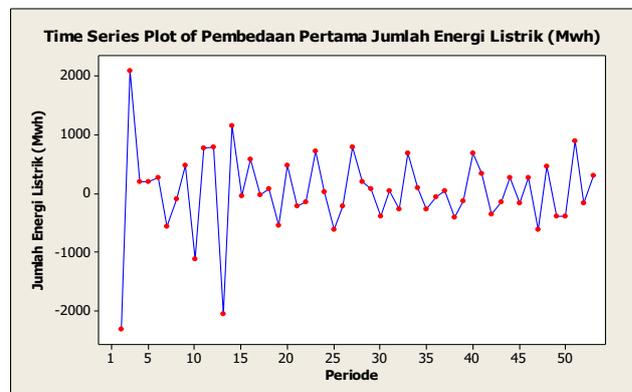


Gambar 2. Plot ACF Jumlah Konsumsi Energi Listrik PT PLN Rayon Bukittinggi Bulan Januari 2012 sampai Mei 2016

Plot ACF (*Autocorrelation Function*) digunakan untuk melihat kestasioneran data dan menemukan pola dalam data. Berdasarkan plot ACF pada Gambar 2 terlihat bahwa nilai autokorelasi cenderung turun lambat menuju nol sehingga dapat disimpulkan bahwa data belum stasioner dalam rata-rata. Data belum dapat langsung digunakan untuk mendapatkan model ARIMA terbaik, karena kestasioneran belum terpenuhi.

3. Proses pembedaan data

Untuk mengatasi data yang non-stasioner maka dilakukan proses pembedaan pertama terhadap data menggunakan persamaan (2). Setelah dilakukan proses pembedaan pertama, maka dapat dibuat plot dari data hasil proses pembedaan pertama tersebut dengan hasil sebagai berikut :



Gambar 3. Plot Data Pembedaan Pertama Jumlah Konsumsi Energi Listrik PT PLN Rayon Bukittinggi Bulan Januari 2012 sampai Mei 2016

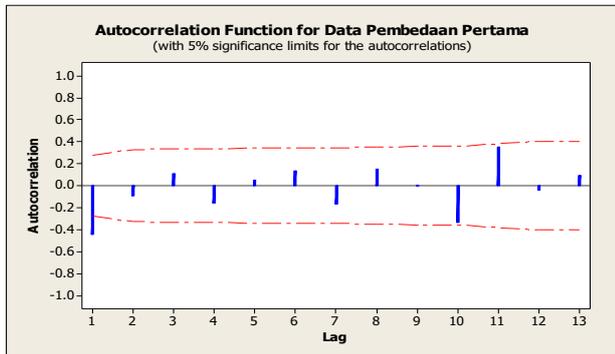
Dari Gambar 3 diketahui bahwa kestasioneran data sudah terpenuhi karena fluktuasi data berada di sekitar nilai rata-rata yang konstan.

4. Membuat dan Menganalisa Plot ACF

Karena kestasioneran dalam rata-rata telah terpenuhi, maka langkah selanjutnya adalah menentukan nilai taksiran ACF. Jumlah maksimum taksiran ACF sebagai berikut.

$$\frac{n}{4} = \frac{52}{4} = 13$$

Sementara plot ACF dari data hasil proses pembedaan pertama dapat dilihat pada gambar berikut :

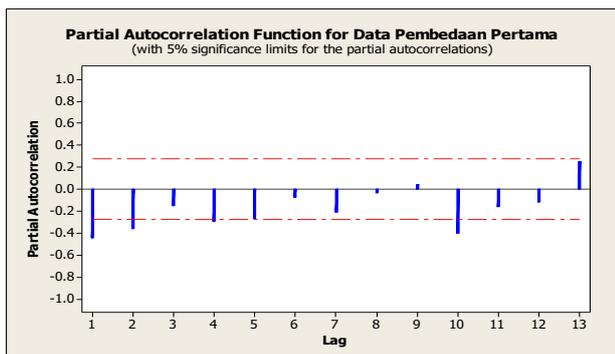


Gambar 4. Plot ACF Data Pembedaan Pertama Jumlah Konsumsi Energi Listrik PT PLN Rayon Bukittinggi Bulan Januari 2012 sampai Mei 2016

Dari Gambar 4, terlihat bahwa nilai autokorelasi sudah tidak relatif besar, selain itu nilai autokorelasi telah bernilai positif dan negatif. Dan nilai autokorelasi setelah lag 4 sudah mendekati nol sehingga dapat disimpulkan bahwa data sudah stasioner dalam rata-rata. Karena data sudah stasioner, maka langkah selanjutnya adalah menetapkan model ARIMA sementara melalui plot ACF dan PACF.

Selain untuk menentukan kestasioneran data, nilai ACF juga digunakan untuk melihat orde dari proses moving average (MA). Gambar 4 menunjukkan bahwa nilai ACF pada lag 1 keluar dari batas signifikansi, sehingga ditetapkan proses MA(1) yang non musiman sedang berlangsung. Pola musiman masih terlihat pada nilai-nilai autokorelasi data pembedaan pertama sehingga memperkuat adanya MA(1) yang musiman.

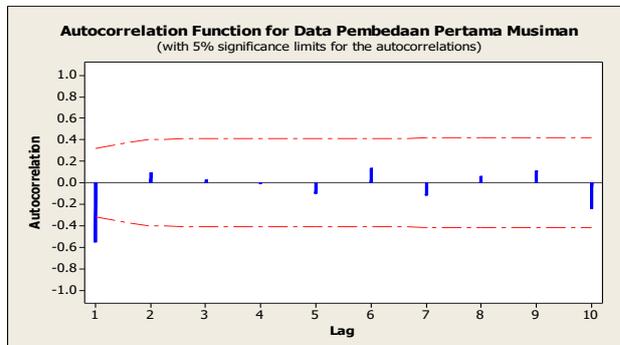
Berikut plot PACF dari data pembedaan pertama untuk menentukan orde dari proses autoregressive (AR).



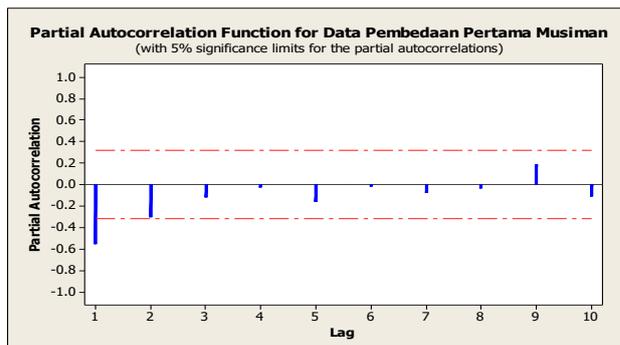
Gambar 5. Plot PACF Data Pembedaan Pertama Jumlah Konsumsi Energi Listrik PT PLN Rayon Bukittinggi Bulan Januari 2012 sampai Mei 2016

Dari Gambar 5 menunjukkan bahwa nilai PACF pada lag 1, 2, 4, dan 10 keluar dari batas signifikansi, sehingga ditetapkan proses AR(4) sedang berlangsung untuk AR yang non musiman. Berdasarkan plot deret

waktu pada Gambar 3 terlihat bahwa data belum stasioner dalam rata-rata musiman 12. Oleh karena itu dilakukan proses pembedaan pertama musiman 12 dari data pembedaan pertama non-musiman. Plot data deret waktu, plot ACF maupun PACF hasil pembedaan musiman tersebut dapat dilihat pada Gambar 6 dan Gambar 7 berikut ini



Gambar 6. Plot ACF Data Pembedaan Pertama Musiman 12 Jumlah Konsumsi Energi Listrik PT PLN Rayon Bukittinggi Bulan Januari 2012 sampai Mei 2016



Gambar 7. Plot PACF Data Pembedaan Pertama Musiman 12 Jumlah Konsumsi Energi Listrik PT PLN Rayon Bukittinggi Bulan Januari 2012 sampai Mei 2016

Dengan mengidentifikasi ACF dan PACF pembedaan pertama non-musiman dan musiman 12 diperoleh bahwa proses AR(1) dan MA(1) sedang berlangsung untuk orde AR dan MA yang musiman. Berdasarkan plot data deret waktu, plot ACF, dan plot PACF hasil pembedaan pertama non-musiman dan pembedaan pertama musiman 12 terlihat bahwa data sudah stasioner dalam rata-rata. Data sudah dapat digunakan untuk mendapatkan model ARIMA sementara untuk data jumlah konsumsi energi listrik di PT PLN Rayon Bukittinggi yaitu model ARIMA (4,1,1) (1,1,1)¹².

5. Melakukan *Overfitting*

Setelah model sementara didapatkan, maka selanjutnya adalah overfitting model dengan cara mengubah orde AR dan MA sebagai berikut.

TABEL II
KOMBINASI MODEL ARIMA (4,1,1) (0,1,1)¹²

(4,1,1) (1,1,1) ¹²	(4,1,1) (1,1,0) ¹²	(4,1,1) (0,1,1) ¹²
(4,1,1) (0,1,0) ¹²	(4,1,0) (1,1,1) ¹²	(4,1,0) (1,1,0) ¹²
(4,1,0) (0,1,1) ¹²	(4,1,0) (0,1,0) ¹²	(3,1,1) (1,1,1) ¹²
(3,1,1) (1,1,0) ¹²	(3,1,1) (0,1,1) ¹²	(3,1,1) (0,1,0) ¹²
(3,1,0) (1,1,1) ¹²	(3,1,0) (1,1,0) ¹²	(3,1,0) (0,1,1) ¹²
(3,1,0) (0,1,0) ¹²	(2,1,1) (1,1,1) ¹²	(2,1,1) (1,1,0) ¹²
(2,1,1) (0,1,1) ¹²	(2,1,1) (0,1,0) ¹²	(2,1,0) (1,1,1) ¹²
(2,1,0) (1,1,0) ¹²	(2,1,0) (0,1,1) ¹²	(2,1,0) (0,1,0) ¹²
(1,1,1) (1,1,1) ¹²	(1,1,1) (1,1,0) ¹²	(1,1,1) (0,1,1) ¹²
(1,1,1) (0,1,0) ¹²	(1,1,0) (1,1,1) ¹²	(1,1,0) (1,1,0) ¹²
(1,1,0) (0,1,1) ¹²	(1,1,0) (0,1,0) ¹²	(0,1,1) (1,1,1) ¹²
(0,1,1) (1,1,0) ¹²	(0,1,1) (0,1,1) ¹²	(0,1,1) (0,1,0) ¹²
(0,1,0) (1,1,1) ¹²	(0,1,0) (1,1,0) ¹²	(0,1,0) (0,1,1) ¹²
(0,1,0) (0,1,0) ¹²		

6. Penaksiran Parameter

Penaksiran parameter bertujuan untuk memperoleh parameter dari masing-masing model yang terpilih atau tahap *overfitting*. Parameter yang diperoleh akan diuji apakah parameter signifikan terhadap model atau tidak. Parameter signifikan jika diperoleh p-value < α. Dari hasil *overfitting*, seharusnya terdapat 40 model alternatif, tetapi dengan menggunakan Minitab16 hanya 38 model alternatif yang dapat diestimasi, sedangkan 2 model tidak dapat diestimasi.

Selanjutnya, 38 model akan dilihat model mana yang menunjukkan nilai parameternya signifikan melalui penaksiran dan pengujian parameter. Jika parameter signifikan maka model dapat dipertimbangkan sebagai model dari data.

7. Pengujian Parameter

Setelah koefisien masing-masing model diperoleh, selanjutnya dengan menggunakan uji-t dapat dilihat apakah koefisien masing-masing model tersebut mempunyai pengaruh yang nyata terhadap model ARIMA (p,d,q) yang ada. Untuk |t_{hitung}| > t_α dengan t_α = t_{0,05} = 1,99 atau P-value < α dengan α = 0,05.

Hasil pengujian parameter dari ketigabelas model terpilih dapat dilihat pada tabel 3. Setelah parameter diuji, maka selanjutnya adalah memilih model yang cocok digunakan untuk peramalan dengan melihat nilai residual dari fungsi autokorelasi (RACF) dan nilai residual dari fungsi autokorelasi parsial (RPACF) yang tidak berbeda nyata dari nol, serta nilai MSE terkecil pada tahap diagnostik.

8. Menghitung nilai MSE model ARIMA

Model yang baik untuk meramalkan suatu masalah adalah model dengan nilai MSE terkecil, semakin kecil nilai MSE maka rentang kesalahan ramalan juga semakin kecil. Dengan menggunakan persamaan (8) diperoleh nilai MSE dari ketigabelas model yang terpilih pada tahap penaksiran dan pengujian parameter sebagai berikut:

TABEL III
NILAI MSE MODEL TERPILIH PADA TAHAP PENAKSIRAN DAN PENGUJIAN PARAMETER

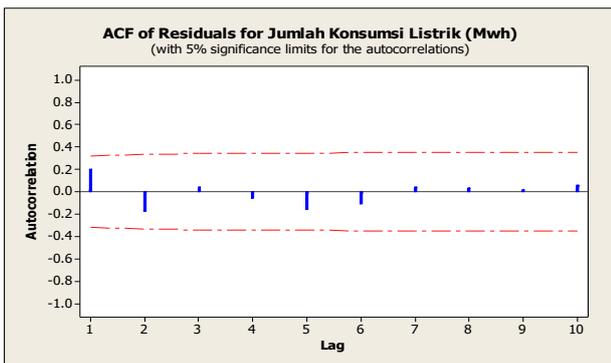
Model	Koefisien	t Hitung	P Value	MSE	Model	Koefisien	t Hitung	P Value	MSE				
ARIMA (2,1,1)(1,1,0) ¹²	φ ₁ = -1,7621	-13,09	0,000	284.818	ARIMA (1,1,1)(0,1,1) ¹²	μ' = -16,822	-9,63	0,000	94.773				
	φ ₂ = -0,8458	-6,71	0,000			φ ₁ = -0,4629	-3,46	0,001					
	Φ ₁ = -0,6542	-4,45	0,000			θ ₁ = 0,9263	14,45	0,000					
	θ ₁ = -0,9692	-15,05	0,000			θ ₁ = 0,7499	5,32	0,000					
	μ' = -58,0	-0,35	0,729			μ' = -16,822	-9,63	0,000					
ARIMA (2,1,1)(0,1,1) ¹²	φ ₁ = -1,6986	-16,14	0,000	169.700	ARIMA (1,1,1)(0,1,0) ¹²	φ ₁ = -0,5366	-4,15	0,000	213.339				
	φ ₂ = -0,8618	-8,85	0,000			φ ₁ = 0,9676	16,16	0,000					
	θ ₁ = -0,9543	-13,52	0,000			μ' = -15,074	-3,84	0,000					
	θ ₁ = 0,7429	4,97	0,000			φ ₁ = -0,6890	-5,44	0,000					
	μ' = -7,29	-0,21	0,836			Φ ₁ = -0,3678	-2,58	0,014					
ARIMA (2,1,0)(1,1,1) ¹²	φ ₁ = -0,9328	-7,37	0,000	130.218	ARIMA (1,1,0)(1,1,1) ¹²	θ ₁ = 0,7522	4,76	0,000	156.723				
	φ ₂ = -0,6653	-5,37	0,000			μ' = -38,74	-2,32	0,026					
	Φ ₁ = -0,6098	-4,29	0,000			φ ₁ = -0,7048	-5,76	0,000					
	θ ₁ = 0,7797	4,97	0,000			Φ ₁ = -0,7935	-6,21	0,000					
	μ' = -80,61	-5,76	0,000			μ' = -37,58	-0,44	0,664					
ARIMA (2,1,0)(1,1,0) ¹²	φ ₁ = -0,9344	-7,36	0,000	138.932	ARIMA (1,1,0)(0,1,1) ¹²	φ ₁ = -0,7635	-8,32	0,000	156.583				
	φ ₂ = -0,6495	-5,13	0,000			θ ₁ = 0,7629	5,93	0,000					
	Φ ₁ = -0,9521	-8,00	0,000			μ' = -25,55	-1,50	0,143					
	μ' = -76,51	-0,99	0,330			φ ₁ = -0,8821	-9,22	0,000					
	ARIMA (2,1,0)(0,1,1) ¹²	φ ₁ = -1,0891	-8,45			0,000	122.697	ARIMA (1,1,0)(0,1,0) ¹²		μ' = -15,32	-0,16	0,876	377.152
φ ₂ = -0,6516		-5,12	0,000	Φ ₁ = -0,6148	-4,77	0,000							
θ ₁ = 0,7729		5,55	0,000	θ ₁ = 0,9275	12,52	0,000							
μ' = -38,42		-2,58	0,014	θ ₁ = 0,7560	4,59	0,000							
ARIMA (2,1,0)(0,1,0) ¹²		φ ₁ = -2,155	-9,57	0,000	267.423	ARIMA (0,1,1)(1,1,1) ¹²			μ' = -27,541	-24,76	0,000	117.393	
	φ ₂ = -6473	-5,15	0,000	Φ ₁ = -0,4224			-3,53	0,001					
	μ' = -20,30	-0,25	0,805	θ ₁ = 1,0540			4839,45	0,000					
	ARIMA (1,1,1)(1,1,1) ¹²	φ ₁ = -0,3644	-2,16	0,038			100.589	ARIMA (0,1,1)(1,1,0) ¹²	μ' = -5,29126	-544,67	0,000		163.491
		Φ ₁ = -0,4748	-3,33	0,002					θ ₁ = 0,9221	10,63	0,000		
θ ₁ = 0,9128		11,83	0,000	φ ₁ = 0,7758	5,67	0,000							
θ ₁ = 0,7404		4,24	0,000	μ' = -10,873	-3,13	0,003							
μ' = -30,206		-22,19	0,000	ARIMA (0,1,1)(0,1,0) ¹²	θ ₁ = 0,9853	11,96			0,000	94.773			
ARIMA (1,1,1)(0,1,1) ¹²	φ ₁ = -0,4629	-3,46	0,001		94.773	μ' = -10,325	-1,72	0,094					
	θ ₁ = 0,9263	14,45	0,000			ARIMA (0,1,0)(0,1,1) ¹²	θ ₁ = 0,8118	6,53	0,000				
	ARIMA (1,1,1)(0,1,0) ¹²	θ ₁ = 0,7499	5,32				0,000	279,108	μ' = 13,22		0,42	0,679	

Dari kedelapan belas model yang terpilih pada tahap penaksiran dan pengujian parameter, maka model yang memiliki nilai MSE terkecil adalah ARIMA (1,1,1)(0,1,1)¹² sebesar 94.773.

9. Membuat dan menganalisis plot RACF dan RPACF

Tahap diagnostik bertujuan untuk melihat model yang paling cocok untuk meramalkan suatu masalah. Adapun yang diperhatikan pada tahap ini adalah nilai residual dari fungsi autokorelasi (RACF) dan nilai residual dari fungsi autokorelasi parsial (RPACF) serta nilai MSE model. Model yang baik adalah model yang menunjukkan nilai RACF dan RPACF tidak berbeda nyata dari nol. Apabila semua nilai RACF tidak berbeda nyata dari nol dapat disimpulkan bahwa galat e_t dengan galat sebelumnya tidak berkorelasi. Selain itu, model yang baik untuk meramalkan suatu masalah adalah model dengan nilai MSE terkecil.

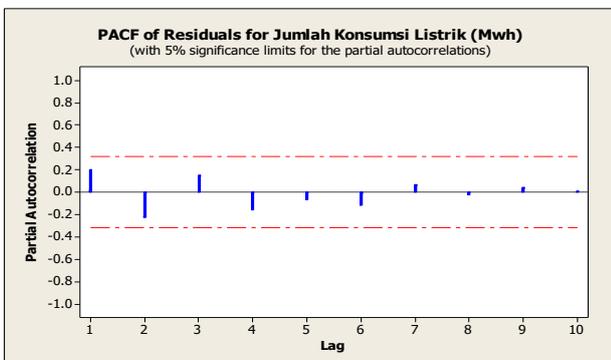
Selanjutnya akan dilihat nilai RACF dan RPACF dari model tersebut apakah berbeda nyata dari nol atau tidak. Berikut plot RACF model ARIMA (1,1,1)(0,1,1)¹² seperti terlihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Plot RACF Data Jumlah Konsumsi Energi Listrik PT PLN Rayon Bukittinggi Bulan Januari 2012 sampai Mei 2016

Dari plot RACF menunjukkan bahwa tidak ada 1 lag pun yang keluar batas. Sehingga dapat disimpulkan bahwa residual model telah independen dan dapat disimpulkan sudah baik.

Berikut plot RPACF model ARIMA (1,1,1)(0,1,1)¹² dapat dilihat pada Gambar 9 berikut ini:



Gambar 9. Plot RPACF Data Jumlah Konsumsi Energi Listrik PT PLN Rayon Bukittinggi Bulan Januari 2012 sampai Mei 2016

Berdasarkan Gambar 8 dan 9, terlihat bahwa nilai RACF dan RPACF tidak berbeda nyata dari nol. Sehingga model ARIMA (1,1,1)(0,1,1)¹² cocok digunakan untuk meramalkan Jumlah Konsumsi Energi Listrik PT PLN Rayon Bukittinggi. Oleh karena itu model ARIMA (1,1,1)(0,1,1)¹² dapat dilanjutkan ketahap berikutnya.

10. Peramalan

Berdasarkan uraian di atas dan setelah melalui tahap identifikasi, tahap penaksiran dan pengujian, serta tahap diagnostik, maka diperoleh model peramalan dengan MSE Minimum yaitu model ARIMA (1,1,1)(0,1,1)¹² dengan persamaan sebagai berikut :

$$Y_t = Y_{t-1} + \phi_1 Y_{t-1} - \phi_1 Y_{t-2} + Y_{t-12} - Y_{t-13} - \phi_1 Y_{t-13} + \phi_1 Y_{t-14} + e_t - \theta_1 e_{t-1} - \theta_1 e_{t-12} + \theta_1 \theta_1 e_{t-13}$$

$$Y_t = Y_{t-1} - 0,4629Y_{t-1} + 0,4629Y_{t-2} + Y_{t-12} - Y_{t-13} + 0,4629Y_{t-13} - 0,4629Y_{t-14} + e_t - 0,9263e_{t-1} - 0,7499e_{t-12} + 0,6946e_{t-13}$$

Dari hasil persamaan di atas, dapat diketahui bahwa model ARIMA (1,1,1)(0,1,1)¹² yang dipilih sudah baik dalam meramalkan jumlah konsumsi energi listrik PT PLN Rayon Bukittinggi untuk periode Juni 2016 sampai Mei 2017. Data penjualan energi listrik PT PLN Rayon Bukittinggi untuk periode Juni 2016 sampai Mei 2017 dengan menggunakan model ARIMA (1,1,1)(0,1,1)¹² , dapat dilihat pada Tabel berikut :

TABEL IV
HASIL PERAMALAN JUMLAH KONSUMSI ENERGI LISTRIK BERDASARKAN MODEL ARIMA (1,1,1)(0,1,1)¹² UNTUK BULAN JUNI 2016 SAMPAI MEI 2017 DALAM MWH

Bulan	Periode	Hasil Ramalan
Juni	54	9390.62
Juli	55	9117.24
Agustus	56	9135.79
September	57	9362.31
Oktober	58	9180.51
November	59	9222.77
Desember	60	9359.22
Januari	61	8918.88
Februari	62	8490.99
Maret	63	9056.68
April	64	9335.65
Mei	65	9486.03

SIMPULAN

Kesimpulan dari penelitian ini adalah :

1. Model ARIMA yang diperoleh dari analisis terhadap jumlah konsumsi energi listrik di PT PLN (Persero) Rayon Bukittinggi adalah :

$$\begin{aligned}
Y_t = & Y_{t-1} - 0,4629Y_{t-1} + 0,4629Y_{t-2} + Y_{t-12} \\
& - Y_{t-13} + 0,4629Y_{t-13} \\
& - 0,4629Y_{t-14} + e_t \\
& - 0,9263e_{t-1} - 0,7499e_{t-12} \\
& + 0,6946e_{t-13}
\end{aligned}$$

2. Hasil peramalan terhadap data jumlah konsumsi listrik di PT PLN Rayon Bukittinggi untuk Juni 2016 sampai Mei 2017 didapat bahwa terjadinya peningkatan jumlah konsumsi listrik pada bulan tertentu. Hal ini diperkirakan terjadi karena bulan Juni 2016 diperkirakan mencapai 9390,62 Mwh

yang bertepatan dengan bulan puasa dan Desember mencapai 9359.22 Mwh, ini bertepatan dengan momen akhir tahun dan perayaan natal.

REFERENSI

- [1] Arsyad, Lincoln. (1999). *Peramalan Bisnis*. Yogyakarta : BPF.
- [2] Makridakis, Spyros, dkk. (1999). *Metode dan Aplikasi Peramalan Edisi Kedua*. Jakarta: Binarupa Aksara.
- [3] PT PLN Rayon Bukittinggi. (2015). *Laporan Penjualan Tenaga Listrik Versi Pusat Total*. Bukittinggi : PT PLN Rayon Bukittinggi
- [4] Sukarna, Aswi. (2006). *Analisis Deret Waktu*. Makassar. Andira Publisher