

PERAMALAN BEBAN LISTRIK JANGKA PENDEK TERKLASIFIKASI BERBASIS METODE *AUTOREGRESSIVE INTEGRATED MOVING AVERAGE*

Helmi Wibowo, Yadi Mulyadi, Ade Gafar Abdullah

Program Studi Pendidikan Teknik Elektro FPTK UPI
Jl. Dr. Setiabudhi No. 207 Bandung
Email : helmi_wibowo@plasa.com

Diterima : 18 Maret 2012

Disetujui : 17 Juli 2012

Dipublikasikan : September 2012

ABSTRAK

Penelitian ini menerapkan metode *Autoregressive Integrated Moving Average* (ARIMA) untuk meramalkan beban listrik harian, beban puncak, dan beban dasar. Untuk melihat keakuratan peramalan menggunakan ARIMA, maka dilakukan perbandingan antara hasil ramalan ARIMA dengan metode konvensional yang digunakan PLN yaitu metode Koefisien Beban. Dengan menggunakan metode ARIMA dan Koefisien Beban diperoleh persentase absolut kesalahan rata-rata (MAPE) pada peramalan beban puncak, beban dasar, dan beban harian secara berturut-turut yaitu 0,8011%; 1,0362%; 0,9823%, dan 0,6294%; 0,7876%; 0,7571%. Dari hasil penelitian mendapatkan kesimpulan bahwa metode Koefisien Beban memberikan hasil yang lebih baik dari pada metode ARIMA.

Kata Kunci : Peramalan beban listrik jangka pendek, ARIMA, Koefisien Beban.

ABSTRACT

This research by using Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA) method for daily load forecast electricity, the top of load and based of load. The method are compared conventional method that usually PLN used that is Coefficient of Load (CL) for accurate short term forecast. The result of load forecasting electricity by ARIMA and CL are continued get 0,8011%; 1,0362%; 0,9823%, and 0,6294%; 0,7876%; 0,7571% value of Mean Absolute Percentage Error (MAPE). By these research have conclusion that Coefficient of Load method more better than ARIMA method.

Keywords : Short-term Forecasting, ARIMA, Coefficient of Load.

PENDAHULUAN

Prediksi beban listrik berdampak besar dalam operasi sistem tenaga listrik mulai dari perencanaan pembangkitan, analisis aliran daya, *unit comitment*, *hydro thermis* dan operasi ekonomis sistem tenaga. Kebutuhan energi listrik semakin hari cenderung berubah-ubah, sehingga Perusahaan Listrik Negara (PLN) sebagai 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.

Penelitian tentang prediksi beban listrik sudah banyak dilakukan oleh para peneliti. Penelitian menggunakan metode *k Nearest Neighbors* (kNN) yang dibandingkan dengan metode *Dinamic Regression* (DR) menghasilkan peramalan beban listrik selama 24 jam dengan membandingkan kesalahan rata-rata nilai maksimum dan nilai minimum dengan nilai kesalahn rata-rata prediksi DR sebesar 2,82% dan kNN sebesar 2,3% [1]. Metode *Hybrid Neural Network* yang menggabungkan antara Teori Resonansi Gaussian Adaptive (GA) dan *Generalized Regression Neural Network* (GRNN) mendapatkan keakuratan prediksi beban listrik dengan nilai GA adalah 1,2080 [3].

Adapun penelitian yang telah dilakukan menggunakan metode *Autoregressive Integrated Moving Average* (ARIMA) diantaranya menggunakan metode Correlation Dimension Estimation dan Neural Nets, dengan hasil peramalan 1 jam kedepan dalam waktu 1 minggu selama 6 bulan kedepan dengan mencari hubungan antara data sebelumnya menggunakan Autoregressive (AR) model kemudian untuk memprediksi 6 bulan berikutnya menggunakan metode Neural Nets [2]. membandingkan metode *Multilayer Perceptron* (MLP) dengan metode ARMA dengan persentase kesalahan rata-rata MLP sebesar 2,02% dan ARMA (8,2) sebesar 2,77% [2]. Penelitian terbaru pada tahun 2011 membandingkan metode ARIMA dan *Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System* (ANFIS) dengan *Mean Square Error* (MSE) ARIMA (1,1,2) sebesar 24,0842 dan MSE ANFIS sebesar 21,3410.

Pada penelitian ini menggunakan metode ARIMA dengan peramalan beban listrik harian, beban listrik dasar dan beban listrik puncak. Penelitian tersebut menggunakan metode pembandingan yaitu metode Koefisien Beban.

ARIMA sering juga disebut metode runtun waktu Box-Jenkins. ARIMA sangat baik ketepatannya untuk peramalan jangka pendek, sedangkan untuk peramalan jangka panjang ketepatan peramalannya kurang baik. Biasanya akan cenderung flat (mendatar/konstan) untuk periode yang cukup panjang [9].

Dalam membuat peramalan model ini sama sekali mengabaikan variabel independen karena model ini menggunakan nilai sekarang dan nilai-nilai lampau dari variabel dependen untuk menghasilkan peramalan jangka pendek yang akurat [9].

Metode ARIMA hanya dapat diterapkan untuk data runtun waktu (*time series*) yang stasioner atau telah dijadikan stasioner melalui proses differencing. Kelompok model *time series* linier yang termasuk dalam metode ini antara lain: autoregressive, moving average, autoregressive-moving average, dan autoregressive integrated moving average [9].

Jika data *time series integrated* dengan ordo 1 disebut I (1) artinya *differencing* pertama. Jika series itu melalui proses *differencing* sebanyak d kali dapat dijadikan stasioner, maka series itu dikatakan nonstasioner homogen tingkat d [9].

Seringkali proses random stasioner tak dapat dengan baik dijelaskan oleh model *moving average* saja atau *autoregressive* saja, karena proses itu mengandung keduanya. Karena itu, gabungan kedua model, yang dinamakan *Autoregressive Integrated Moving Average* (ARIMA) model dapat lebih efektif menjelaskan proses itu. Pada model gabungan ini series stasioner adalah fungsi dari nilai lampauya serta nilai sekarang dan kesalahan lampauya [9].

Bentuk umum model ARIMA adalah [9] :

$$Y_t = b_0 + b_1 Y_{t-1} + \dots + b_n Y_{t-n} - a_1 e_{t-1} - \dots - a_n e_{t-n} + e_t \quad (1)$$

Dimana:

Y_t	=	nilai series yang stasioner
Y_{t-1}, Y_{t-n}	=	nilai lampau series yang bersangkutan
e_{t-1}, e_{t-n}	=	variabel bebas yang merupakan lag dari residual
e_t	=	residual
b_0	=	konstanta
b_1, b_n, a_1, a_n	=	koefisien model

Proses tersebut dilambangkan dengan ARIMA (p,d,q).

Dimana :

q	menunjukkan ordo/ derajat <i>autoregressive</i> (AR)
d	adalah tingkat proses <i>differencing</i>
p	menunjukkan ordo/ derajat <i>moving average</i> (MA)

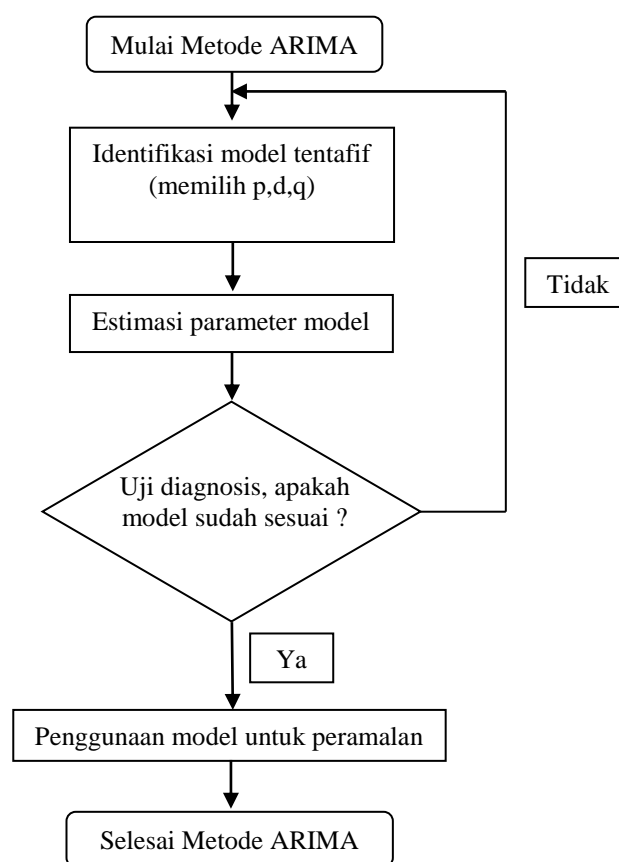
METODE

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder. Data diambil dari PT. PLN (Persero) Area III Jawa Barat UPB-Cigereleng. Data yang diambil adalah beban listrik tiap 30 menit pada bulan Mei 2009 dan tanggal 1-8 Juni 2009. Data yang akan diramal yaitu beban listrik tanggal 9-14 Juni 2009 yang terdiri dari beban puncak, beban dasar, dan beban harian.

Berikut ini adalah variabel terikat dan variabel bebas yang digunakan dalam penelitian ini.

1. Variabel terikat (Y_t) adalah data beban listrik yang dijadikan data aktual/target.
2. Variabel bebas (x) adalah data beban listrik pada waktu sebelumnya ($Y_{t-1}, Y_{t-2}, Y_{t-3}, \dots, Y_{t-n}$).

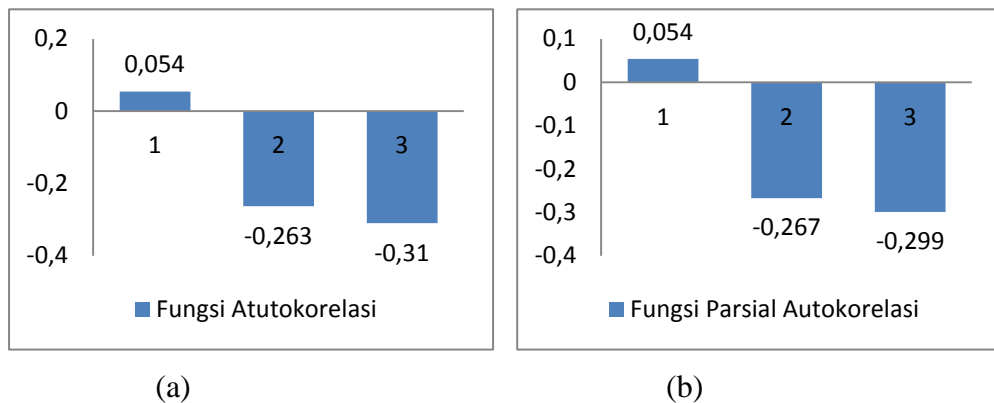
Berikut tahapan dalam bentuk flowchart model ARIMA :



Gambar 1. Flowchart model ARIMA

HASIL DAN PEMBAHASAN

Peramalan beban menggunakan metode ARIMA, langkah pertama dilakukan yaitu dengan cara pengujian stasioneritas data, setelah itu untuk menentukan nilai p, d, q pada ARIMA (p, d, q) dengan melihat hubungan tiap data dari nilai fungsi autokorelasi dan fungsi autokorelasi parsial. Penentuan nilai fungsi autokorelasi dan fungsi autokorelasi parsial menggunakan program statistik SPSS.



Gambar 2. Grafik nilai fungsi autokorelasi (a) dan nilai fungsi parsial autokorelasi (b).

Dari gambar 2, fungsi autokorelasi dan parsial autokorelasi terlihat bahwa lag 1 mempunyai nilai yang signifikan sehingga kemungkinan nilai p dan q adalah 1. Penentuan nilai d yaitu dengan melakukan pengurangan (*differencing*) agar data menjadi stasioner, karena data sudah stasioner maka tidak terjadi pengurangan (*differencing*), maka kemungkinan nilai d adalah nol sehingga model ARIMA (1,0,1).

Langkah kedua yaitu menentukan konstanta nilai AR (1) dan MA (1), berikut nilai konstanta menggunakan program SPSS.

Tabel 1. Parameter model ARIMA.

			Estimate	SE	t	Sig.
Senin_jam17.00	Constant		2.816E3	5.878	479.170	0.000
	AR	Lag 1	-0.994	68.004	-0.015	0.990
	MA	Lag 1	-0.990	60.149	-0.017	0.988
Senin_jam17.30	Constant		2.891E3	5.878	491.930	0.000
	AR	Lag 1	-0.994	68.004	-0.015	0.990
	MA	Lag 1	-0.990	60.149	-0.017	0.988
Senin_jam18.00	Constant		3.067E3	8.576	357.584	0.000
	AR	Lag 1	0.056	1.617	.035	0.976
	MA	Lag 1	-0.451	1.659	-.272	0.811
Senin_jam18.30	Constant		3.219E3	6.695	480.849	0.000
	AR	Lag 1	-0.985	51.525	-.019	0.986
	MA	Lag 1	-0.999	363.118	-.003	0.998

Dari tabel 1 mendapatkan nilai AR dan MA yang berbeda setiap jam. Penentuan nilai AR dan MA dengan melihat Standar Error (SE). Dengan mengambil nilai SE yang kecil maka nilai AR dan MA yaitu $-0,990$ dan $-0,994$ sedangkan dalam menentukan nilai konstanta (b_0) yaitu dengan rata-rata data beban listrik sebelumnya. Untuk menentukan hari selanjutnya digunakan cara yang sama dengan model ARIMA (1,0,1). Berikut persamaan ARIMA (1,0,1) :

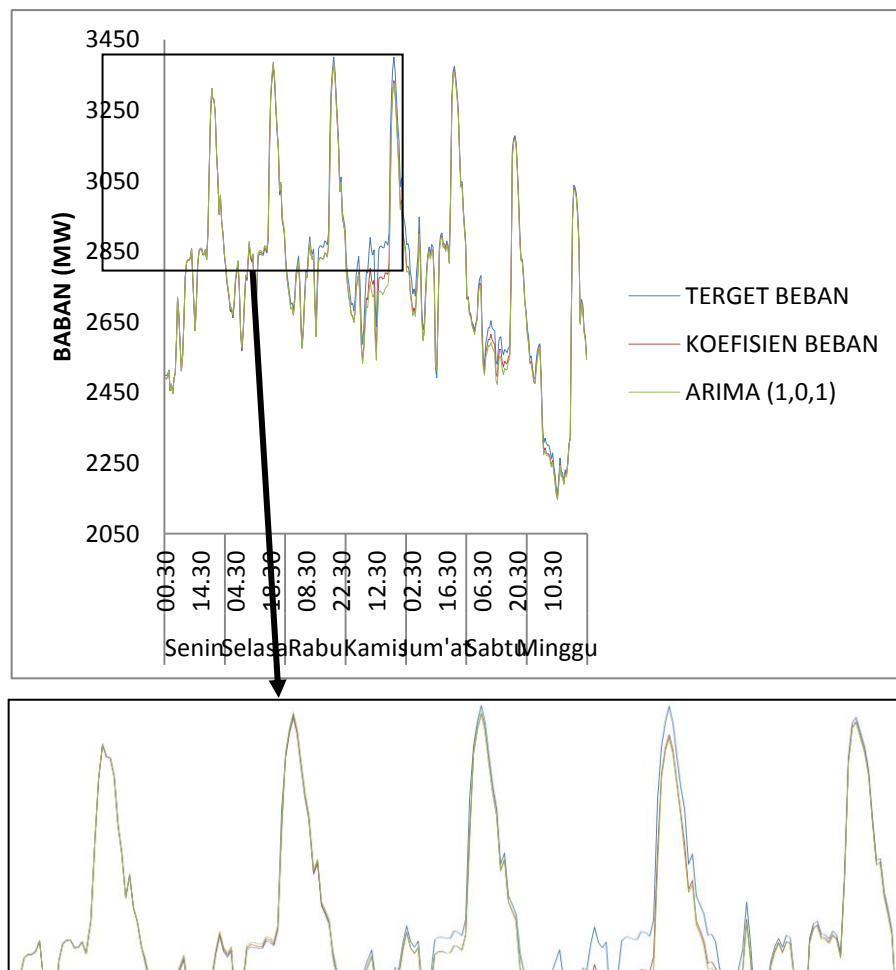
$$Y_t = b_0 + (-0,990)Y_{t-1} - (-0,994)e_{t-1} + e_t \quad (2)$$

Peramalan hari berikutnya menggunakan persamaan (2). Keakuratan peramalan model ARIMA dapat dilihat dengan menggunakan model pembandingan yaitu menggunakan metode Koefisien Beban. Berikut ini nilai persentase kesalahan absolut rata-rata (MAPE) dan nilai Persentase kesalahan rata-rata (MPE).

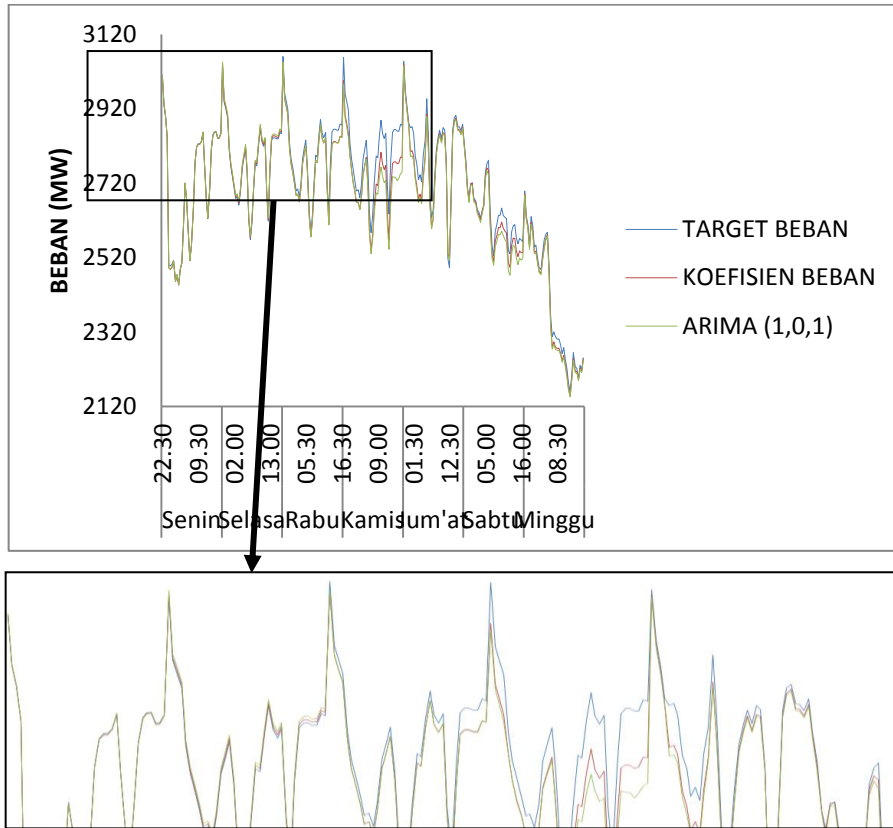
Tabel 2. Pengukuran kesalahan peramalan.

	ARIMA (1,0,1)		Koefisien Beban	
	Mean Absolute Percentage Error (MAPE) %	Mean Percentage Error (MPE) %	Mean Absolute Percentage Error (MAPE) %	Mean Percentage Error (MPE) %
Beban Puncak	0,8011	0,6961	0,6294	0,5672
Beban Dasar	1,0362	0,9290	0,7876	0,7266
Beban Harian	0,9823	0,8756	0,7571	0,6987

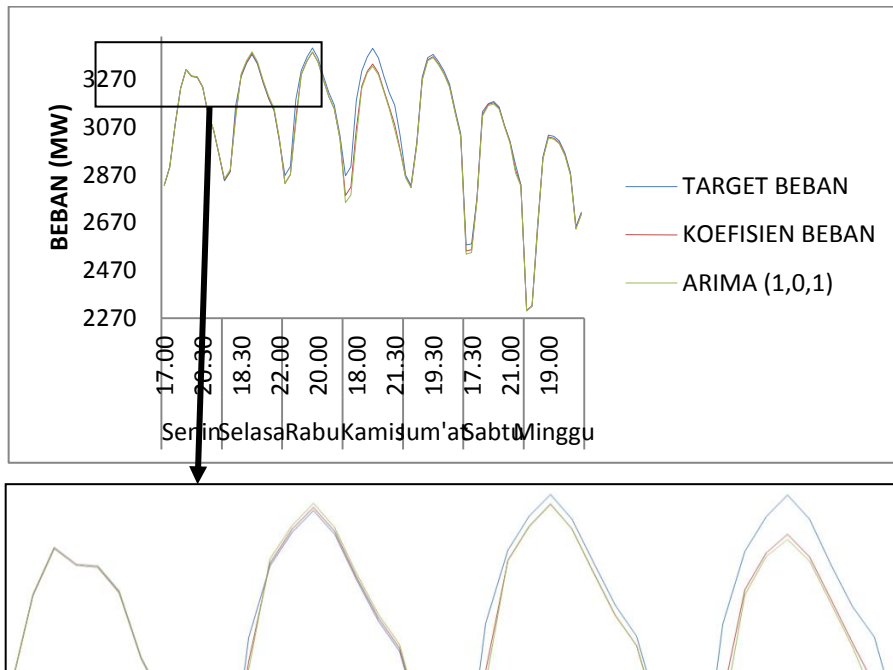
Dari tabel 2 terlihat bahwa nilai *Mean Absolut Percentage Error* (MAPE) metode ARIMA lebih besar dibandingkan metode Koefisien Beban, tetapi nilai *Mean Percentage Error* (MPE) metode ARIMA lebih kecil dibandingkan metode Koefisien Beban. Nilai MAPE menunjukkan keakuratan dalam peramalan beban listrik sedangkan nilai MPE menunjukkan metode tersebut dapat digunakan untuk meramalkan data yang akan datang, karena makin kecil nilai MPE maka metode tersebut tidak terlalu tinggi dan terlalu rendah dalam meramalkan beban listrik yang akan datang. Berikut ini grafik hasil peramalan beban listrik harian, beban listrik dasar dan beban listrik puncak.



Gambar 3. Grafik karakteristik Beban Harian.



Gambar 4. Grafik karakteristik Beban Dasar.



Gambar 5. Grafik karakteristik Beban Puncak.

KESIMPULAN

Kesimpulan pada penelitian ini yaitu nilai *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) metode ARIMA dan metode Koefisien Beban berturut-turut yaitu 0,8011%; 1,0362%; 0,9823%, dan 0,6294%; 0,7876%; 0,7571% sehingga metode Koefisien Beban lebih baik dari pada metode ARIMA.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Alicia Troncoso Lora, Jesus Manuel R.S, Jose C.R, Antonio Gomes E, and Jose Luis M.R, “*Time-Series Prediction: Application to the Short-Term Electric Energy Demand*”. CAEPIA-TTIA 2003, LNAI 3040, pp. 577-586, 2004.
- [2] Francesco Camstra and Anna Maria Colla, “*Short-term Load Forecasting based on Correlation Dimension Estimation and Neural Nets*”. Elsag Bailey-Finmeccanica S.p.A, Via G. Puccini, 2-16154 Genova (ITALY).
- [3] Keem Siah Yap, Izham Zainal A, Chee Peng Lim, and Mohd Suhairi Shah, “*Short Term Load Forecasting Using a Hybrid Neural Network*”. November 28-29, 2006, Putrajaya, Malaysia.
- [4] Rüstü Y, Mahmud H, Veysel Y, Fehim B, “*A Comparison of ANFIS and ARIMA techniques in the forecasting of electric energy consumption of Tokat province in Turkey*”. Turkey, volume 2, number 2, july 2011.
- [5] Francisco J. Nogales, Javier Contreras, Antonio J. C, Rosario E, “*Forecasting Next-Day Electricity Price by Time Series Models*”. IEEE Transactions On Power System, Vol.17, No. 2, May 2002.
- [6] Tarik Rashid, B.Q. Huang, M-T. Kechadi and B. Glessoen, “*Auto-regressive Recurrent Neural Network Approach for Electricity Load Forecasting*”. IJCI, Vol. 3, No. 1, 2006, ISSN 1304-2386.
- [7] James W. Taylor, “*An evaluation of methods for very short-term load forecasting using minute-by-minute British data*”. University of Oxford, 2008.
- [8] Nguyen-Vu Truong, Liuping wang, Peter K.C. Wong, “*Modelling and Short-term forecasting of daily peak power demand in Victoria using two-dimensional wavelet based SDP models*”. Electric Power and Energy system 30 (2008) 511-518.
- [9] Sadeq Ahmad. “*Tesis: Analisis Prediksi Indeks Harga Saham Gabungan Dengan Metode Arima*”. Universitas Diponegoro. Semarang, 2008.