



Peramalan Penjualan Tenaga Listrik pada Sektor Industri di PT PLN (Persero) Distribusi Jawa Timur

Oleh:

Inung Anggun Saputri 1313 030 082

Dosen Pembimbing:

Dr. Santi Puteri Rahayu, M.Si

Dosen Penguji:

Dra. Destri Susilaningrum, M.Si

Dr. Sutikno, S.Si, M.Si

Ujian Tugas Akhir

Diploma III Statistika ITS 2015/2016



OUTLINE

Pendahuluan

Tinjauan Pustaka

Metodologi Penelitian

Analisis dan Pembahasan

Kesimpulan dan Saran

Daftar Pustaka



PENDAHULUAN

Latar Belakang

Rumusan Masalah

Tujuan Penelitian

Manfaat Penelitian

Batasan Masalah



Latar Belakang



Industri sebagai
Tantangan &
Usulan Inovasi

Jawa Timur terus
dilirik investor

Jawa Timur lebih
ekspansif

~~Infrastruktur~~
(Air dan Listrik)

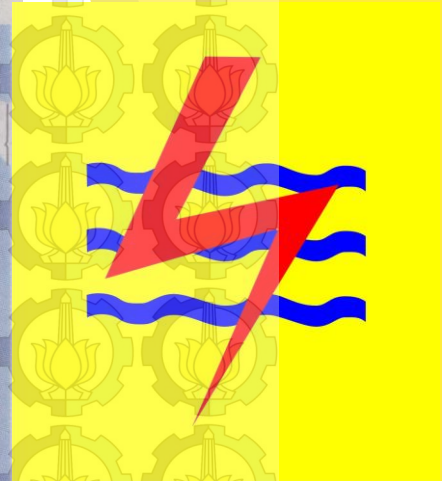
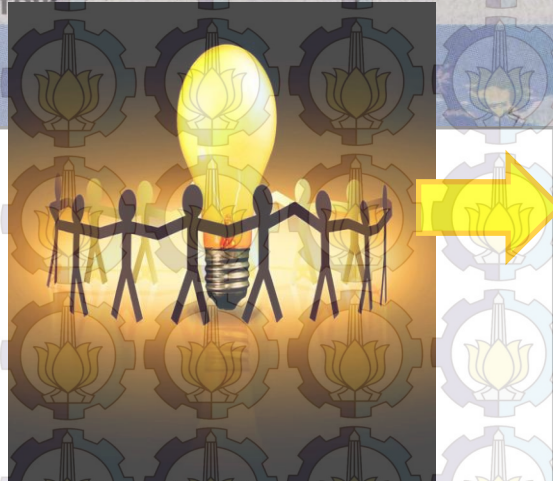
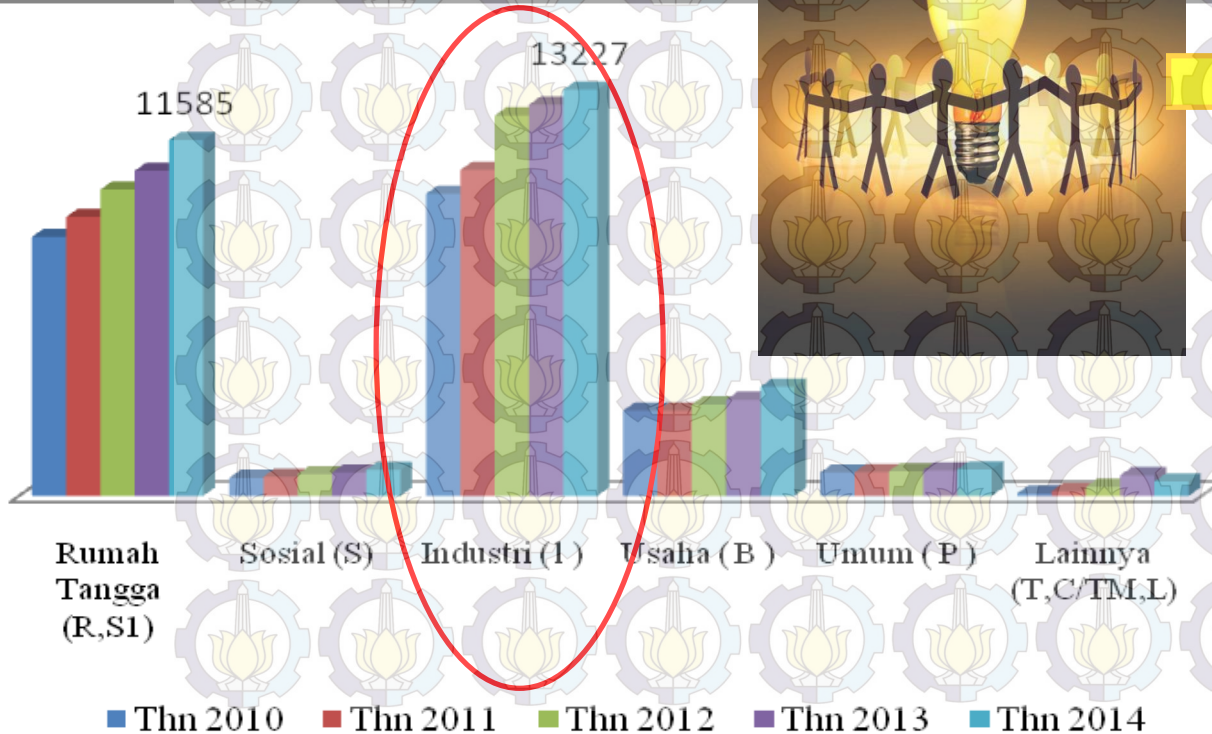




Latar Belakang



PROYEKSI PERMINTAAN ENERGI LISTRIK





Latar Belakang



Anggraeni (2012)
Peramalan Tenaga Listrik Terjual di Surabaya Barat mendapatkan model terbaik dengan *Double Exponential Smoothing* (Prabayar) dan ARIMA [2,1,0] (Pascabayar)



Sugianto (2012)
Peramalan Beban Listrik di Surabaya Selatan mendapatkan model terbaik dengan metode gabungan regresi tren linier dan ARIMA residual



Zulfa (2015)
Peramalan Beban Listrik Jangka Pendek di Jawa Timur menyatakan bahwa metode ARIMA lebih akurat dibandingkan dengan metode ANFIS



Latar Belakang



Peramalan
Penjualan Tenaga
Listrik di Jawa
Timur

Sektor Industri

ARIMA



Rumusan Masalah



Bagaimana

Karakteristik Penjualan listrik pada sektor industri di PT PLN (Persero) Distribusi Jawa Timur

Pemodelan dan peramalan Penjualan listrik pada sektor industri di PT PLN (Persero) Distribusi Jawa Timur dengan ARIMA



Tujuan Penelitian



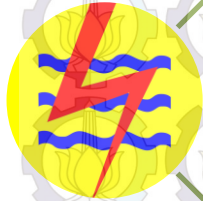
Mengetahui

Karakteristik Penjualan listrik pada sektor industri di PT PLN (Persero) Distribusi Jawa Timur

Pemodelan dan peramalan Penjualan listrik pada sektor industri di PT PLN (Persero) Distribusi Jawa Timur dengan ARIMA



Manfaat Penelitian



Mengoptimalkan pendistribusian tenaga listrik di wilayah Jawa Timur untuk periode ke depan



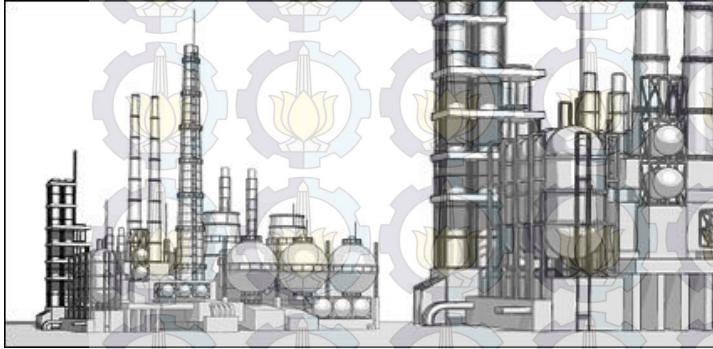
Menerapkan metode *forecasting* dalam permasalahan di lingkungan sekitar



Sebagai informasi ketenagalistrikan di Jawa Timur



Batasan Masalah



Sektor Industri

Periode Januari 2009 – Desember 2015



TINJAUAN PUSTAKA

Statistika Deskriptif

ARIMA *Box-Jenkins*

Ketenagalistrikan



Statistika Deskriptif



metode-metode yang berkaitan dengan pengumpulan dan penyajian suatu gugus data sehingga memberikan informasi yang berguna. Statistika deskriptif memberikan informasi hanya mengenai data dan sama sekali tidak menarik inferensia atau kesimpulan

Rata-rata

suatu ukuran pusat data yang menunjukkan pusat dari beberapa nilai lainnya

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

Minimum dan Maksimum

Nilai minimum adalah nilai terkecil pada suatu gugus data. Nilai maksimum adalah nilai terbesar atau nilai tertinggi pada suatu gugus data

Standar Deviasi

Ukuran penyebaran data yang sering digunakan adalah standar deviasi

$$s^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}$$
$$s = \sqrt{s^2}$$



Statistika Deskriptif



Skewness

Suatu sebaran atau distribusi dikatakan simetris apabila sebaran tersebut dapat dilipat sepanjang suatu sumbu tegak sehingga kedua belahannya saling menutupi. Apabila sebaran tersebut tidak sama antara sisi kiri dan kanan atau tidak simetris dapat dikatakan *skewed*

$$sk = \frac{3(\bar{x} - Me)}{s}$$

Kurtosis

Ukuran keruncingan atau yang disebut dengan kurtosis adalah suatu bilangan yang dapat menunjukkan runcing tidaknya bentuk kurva distribusi frekuensi

$$\alpha_4 = \frac{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^4}{s^4}$$



ARIMA *Box-Jenkins*



Stasioneritas

Stasioneritas dalam data *time series* ditunjukkan apabila rata-rata dan varians berfluktuasi konstan setiap waktu.

Stasioner dalam *mean* yaitu mempunyai rata-rata yang konstan

$$E(Z_t) = E(Z_{t+k}) = \mu$$

Jika tidak stasioner dalam mean, dilakukan *differencing*

$$Y_t = Z_t - Z_{t-1}$$

(Makridakis, Wheelwright, & McGEE, 1999)

Stasioner dalam varians yaitu mempunyai varians yang konstan

$$\text{Var}(Z_t) = \text{Var}(Z_{t+k})$$

Jika tidak stasioner dalam varians, dilakukan transformasi *Box-Cox*

$$T(Z_t) = \frac{Z_t^\lambda - 1}{\lambda}$$

(Wei, 2006)



ARIMA *Box-Jenkins*



Autocorrelation Function (ACF) merupakan suatu proses korelasi pada data *time series* antara Z_t dan Z_{t+k}

$$\rho_k = \frac{\text{Cov}(Z_t, Z_{t+k})}{\sqrt{\text{Var}(Z_t)}\sqrt{\text{Var}(Z_{t+k})}} = \frac{\gamma_k}{\gamma_0}$$

$$\hat{\rho}_k = \frac{\sum_{t=1}^{n-k} (Z_t - \bar{Z})(Z_{t+k} - \bar{Z})}{\sum_{t=1}^n (Z_t - \bar{Z})^2} \quad k = 0, 1, 2, \dots, n \quad \bar{Z} = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n Z_t$$

Partial Autocorrelation Function (PACF) digunakan untuk mengukur tingkat keamatan hubungan antara pasangan data Z_t dengan Z_{t+k} setelah pengaruh variabel $Z_{t+1}, Z_{t+2}, \dots, Z_{t+k-1}$ dihilangkan

$$\hat{\phi}_{k+1, k+1} = \frac{\hat{\rho}_{k+1} - \sum_{j=1}^k \hat{\phi}_{k,j} \hat{\rho}_{k+1-j}}{1 - \sum_{j=1}^k \hat{\phi}_{k,j} \hat{\rho}_j}$$

(Wei, 2006)



ARIMA *Box-Jenkins*



Prosedur ARIMA *Box-Jenkins*

1. Identifikasi Model ARIMA

Model	ACF	PACF
AR(p)	Turun cepat secara eksponensial	Cuts off setelah lag p
MA(q)	Cuts off setelah lag q	Turun cepat secara eksponensial
ARMA(p,q)	Turun cepat setelah lag (q-p)	Turun cepat setelah lag (p-q)

Model AR(p) $\Rightarrow \phi_p(B)\dot{Z}_t = a_t \Rightarrow \dot{Z}_t - \phi_1\dot{Z}_{t-1} - \dots - \phi_p\dot{Z}_{t-p} = a_t$

Model MA (q) $\Rightarrow \dot{Z}_t = \theta_q(B)a_t \Rightarrow \dot{Z}_t = a_t - \theta_1a_{t-1} - \dots - \theta_qa_{t-q}$

Model ARMA (p,q) $\Rightarrow \phi_p(B)\dot{Z}_t = \theta_q(B)a_t$ dimana,
 $\phi_p(B) = 1 - \phi_1B - \dots - \phi_pB^p$

Model ARIMA (p,d,q) $\Rightarrow \phi_p(B)(1-B)^d\dot{Z}_t = \theta_q(B)a_t$ $\theta_q(B) = 1 - \theta_1B - \dots - \theta_qB^q$

Model ARIMA musiman (p,d,q) $\Rightarrow \Phi_p(B^S)(1-B^S)^D\dot{Z}_t = \Theta_Q(B^S)a_t$

Model ARIMA multiplikatif (p,d,q)(P,D,Q)^s $\Rightarrow \Phi_P(B^S)\phi_p(B)(1-B)^d(1-B^S)^D\dot{Z}_t = \theta_q(B)\Theta_Q(B^S)a_t$

(Wei,2006)



ARIMA *Box-Jenkins*



Prosedur ARIMA *Box-Jenkins*

2. Estimasi Parameter

Conditional Least Square : mencari nilai parameter meminimumkan jumlah kuadrat eror atau SSE

(Cryer & Chan, 2008)

Misal untuk model AR(1)

$$S(\phi, \mu) = \sum_{t=2}^n a_t^2 = \sum_{t=2}^n [(Z_t - \mu) - \phi(Z_{t-1} - \mu)]^2$$

Turunan terhadap μ

Turunan terhadap ϕ

$$\frac{\partial S}{\partial \mu} = \sum_{t=2}^n 2[(Z_t - \mu) - \phi(Z_{t-1} - \mu)](-1 + \phi) = 0$$

$$\frac{\partial S}{\partial \phi} = \sum_{t=2}^n 2[(Z_t - \bar{Z}) - \phi(Z_{t-1} - \bar{Z})](Z_{t-1} + \bar{Z}) = 0$$

$$\hat{\mu} = \frac{\sum_{t=2}^n Z_t - \phi_1 \sum_{t=2}^n Z_{t-1}}{(n-1)(1-\phi)}$$

$$\hat{\mu} = \frac{\bar{Z} - \phi\bar{Z}}{(1-\phi)} = \bar{Z}$$

$$\hat{\phi} = \frac{\sum_{t=2}^n (Z_t - \bar{Z})(Z_{t-1} - \bar{Z})}{\sum_{t=2}^n (Z_{t-1} - \bar{Z})^2}$$



ARIMA *Box-Jenkins*



Prosedur ARIMA *Box-Jenkins*

3. Pengujian Parameter

Hipotesis,

$H_0 : \phi = 0$ (parameter model tidak signifikan)

$H_1 : \phi \neq 0$ (parameter model signifikan)

Statistik Uji:

$$t_{hitung} = \frac{\hat{\phi}}{se(\hat{\phi})}$$

Tolak H_0 jika $|t_{hitung}| > t_{\alpha/2; n-p}$

n : banyaknya observasi

p : jumlah parameter yang ditaksir



ARIMA *Box-Jenkins*



Prosedur ARIMA *Box-Jenkins*

Selang Kepercayaan

Model

$$\hat{Z}_t(l) = \mu_{t+l}$$

Komponen
Eror

$$\text{Var}(e_t(l)) = \text{Var}(Z_{t+l}) = \gamma_0$$

Selang kepercayaan

1- α

$$P \left[-z_{\alpha/2} < \frac{Z_{t+l} - \hat{Z}_t(l)}{\sqrt{\text{Var}(e_t(l))}} < z_{\alpha/2} \right] = 1 - \alpha$$

$$P \left[\hat{Z}_t(l) - z_{\alpha/2} \sqrt{\text{Var}(e_t(l))} < Z_{t+l} < \hat{Z}_t(l) + z_{\alpha/2} \sqrt{\text{Var}(e_t(l))} \right] = 1 - \alpha$$

$$\hat{Z}_t(l) \pm z_{\alpha/2} \sqrt{\text{Var}(e_t(l))}$$

$$\text{Var}(e_t(l)) = \sigma_e^2 \sum_{j=0}^{l-1} \psi_j^2$$



ARIMA *Box-Jenkins*



Prosedur ARIMA *Box-Jenkins*

4. *Diagnostic Checking*

Residual *White Noise*

Hipotesis:

$$H_0 : \rho_1 = \rho_2 = \dots = \rho_k = 0$$

$$H_1 : \text{minimal ada satu } \rho_k \neq 0, \quad k = 1, 2, \dots, K$$

Statistik Uji:

$$Q = n(n+2) \sum_{k=1}^K (n-k)^{-1} \hat{\rho}_k^2$$

Tolak H_0 jika $Q > \chi^2_{(K-m)}$

$$m = p + q$$

(Wei, 2006)

Residual Berdistribusi Normal

Hipotesis:

$$H_0 : F(a_t) = F_0(a_t)$$

$$H_1 : F(a_t) \neq F_0(a_t)$$

Statistik Uji:

$$D = \sup_x |F(a_t) - F_0(a_t)|$$

Tolak H_0 jika nilai D lebih besar dari $D_{(1-\alpha, n)}$

(Daniel, 1989)



ARIMA *Box-Jenkins*



Prosedur ARIMA *Box-Jenkins*

5. Pemilihan Model Terbaik

Data *In Sample*

$$AIC(M) = n \ln \hat{\sigma}_a^2 + 2M$$

$$SBC(M) = n \ln \hat{\sigma}_a^2 + M \ln n$$

(Wei, 2006)

Data *Out Sample*

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{t=1}^n (Z_t - \hat{Z}_t)^2}$$

$$sMAPE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \frac{|Z_t - \hat{Z}_t|}{\frac{1}{2}(Z_t + \hat{Z}_t)} \times 100\%$$

(Gooijer & Hyndman, 2006).



ARIMA *Box-Jenkins*



Prosedur ARIMA *Box-Jenkins*

Deteksi *Outlier*

Model *additive outliers*

$$Z_t = \begin{cases} X_t, & t \neq T \\ X_t + \omega, & t = T \end{cases}$$

$$= X_t + \omega I_t^{(T)}$$

$$= \frac{\theta(B)}{\phi(B)} a_t + \omega I_t^{(T)}$$

$$I_t^{(T)} = \begin{cases} 1, & t = T \\ 0 & t \neq T \end{cases}$$

Model *innovational outliers*

$$Z_t = X_t + \omega I_t^{(T)}$$

$$= \frac{\theta(B)}{\phi(B)} a_t + \omega I_t^{(T)}$$

Model umum *outlier*

$$Z_t = \sum_{j=1}^k \omega_j v_j(B) I_t^{(T)} + X_t$$

(Wei, 2006)



Ketenagalistrikan



Tenaga Listrik

Suatu bentuk energi sekunder yang dibangkitkan, ditransmisikan, dan didistribusikan untuk segala macam keperluan.

Tenaga listrik mempunyai peran yang sangat penting dan strategis dalam mewujudkan tujuan pembangunan nasional maka usaha penyediaan tenaga listrik dikuasai oleh Negara dan penyediaannya perlu ditingkatkan sejalan dengan perkembangan pembangunan agar tersedia tenaga listrik dalam jumlah yang cukup, merata, dan bermutu.

(Undang-Undang No 30 Tahun 2009)



METODOLOGI PENELITIAN

Sumber Data, Variabel Penelitian dan Struktur Data

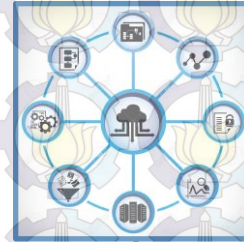
Langkah Analisis

Diagram Alir

Sumber Data dan Variabel Penelitian



- Data sekunder dari Divisi Perencanaan Perusahaan PT PLN (Persero) Distribusi Jawa Timur



- Tenaga Listrik Terjual (KWh) Sektor Industri
- Periode Januari 2009 sampai dengan Desember 2015

Struktur Data

Tahun	Bulan	Tenaga Listrik Terjual (KWh)
2009	Januari	Z_1
	Februari	Z_2
	Maret	Z_3

	Oktober	Z_{10}
	November	Z_{11}
	Desember	Z_{12}
2010	Januari	Z_{13}
	Februari	Z_{14}
	Maret	Z_{15}

	Oktober	Z_{22}
	November	Z_{23}
	Desember	Z_{24}
...
2015	Januari	Z_{73}
	Februari	Z_{74}
	Maret	Z_{75}

	Oktober	Z_{82}
	November	Z_{83}
	Desember	Z_{84}





Langkah Analisis



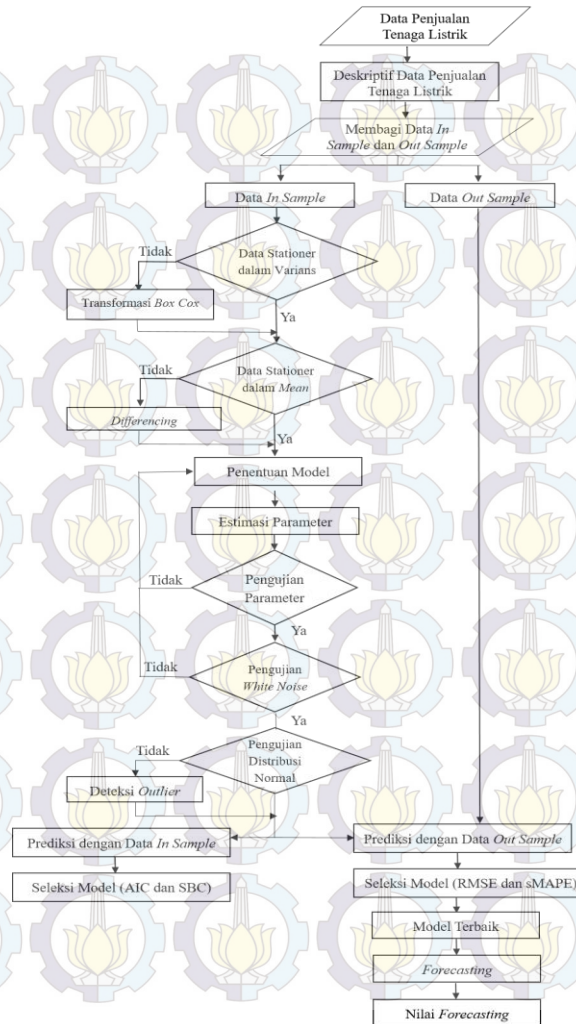
Melakukan pemodelan penjualan tenaga listrik menggunakan metode ARIMA *Box Jenkins*

- a. Identifikasi Model
 - i. Membagi data *in sample* (tahun 2009 - 2014) dan data *out sample* (tahun 2015)
 - ii. Membuat *time series plot* dan memeriksa kestasioneran data.
 - iii. Identifikasi model dengan plot ACF dan PACF
- b. Pengujian Model
 - i. Estimasi parameter
 - ii. Pengujian parameter
 - iii. Pengujian kesesuaian model (*White Noise* dan Distribusi Normal)
 - iv. Pemilihan model terbaik

Melakukan peramalan penjualan tenaga listrik menggunakan metode terbaik



Diagram Alir Penelitian



ARIMA



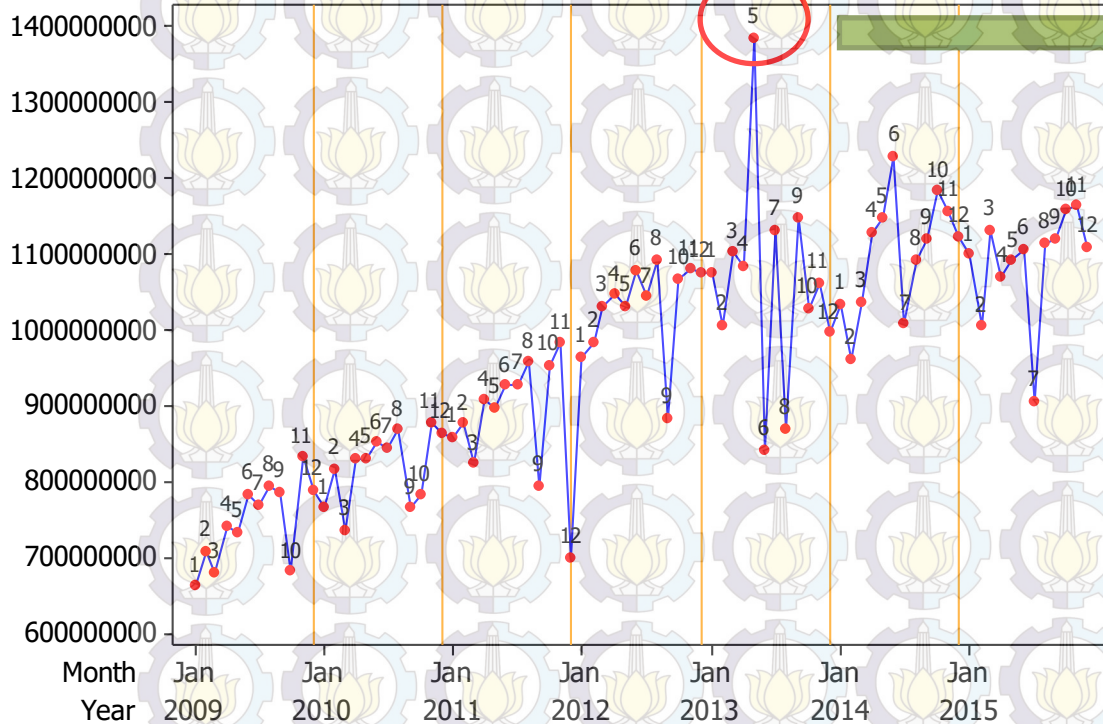
ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Penjualan Tenaga Listrik

Pemodelan Penjualan Tenaga Listrik dengan
ARIMA



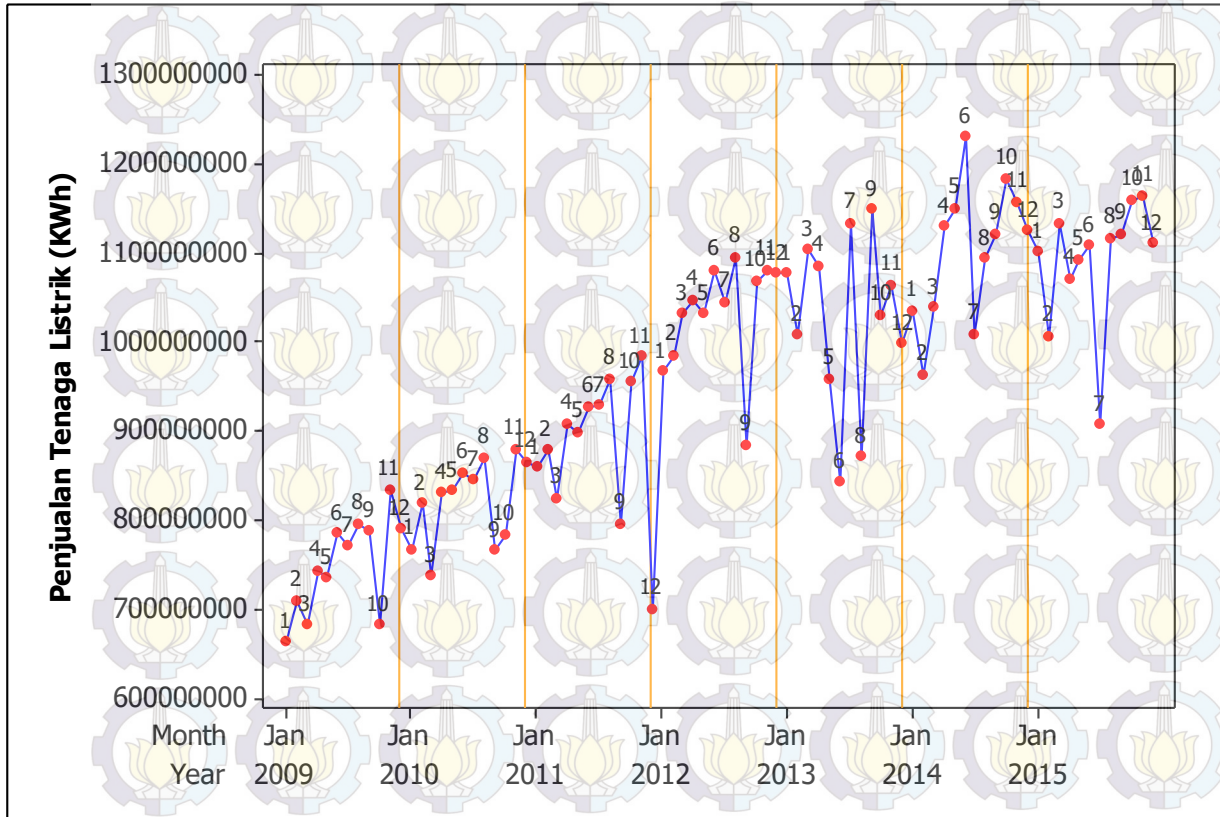
Karakteristik Penjualan Tenaga Listrik Sektor Industri di Jawa Timur



Mei 2013
Kesalahan baca meter di Surabaya Utara.
Oleh karena itu data pada Mei 2013 diganti dengan rata-rata data.



Karakteristik Penjualan Tenaga Listrik Sektor Industri di Jawa Timur

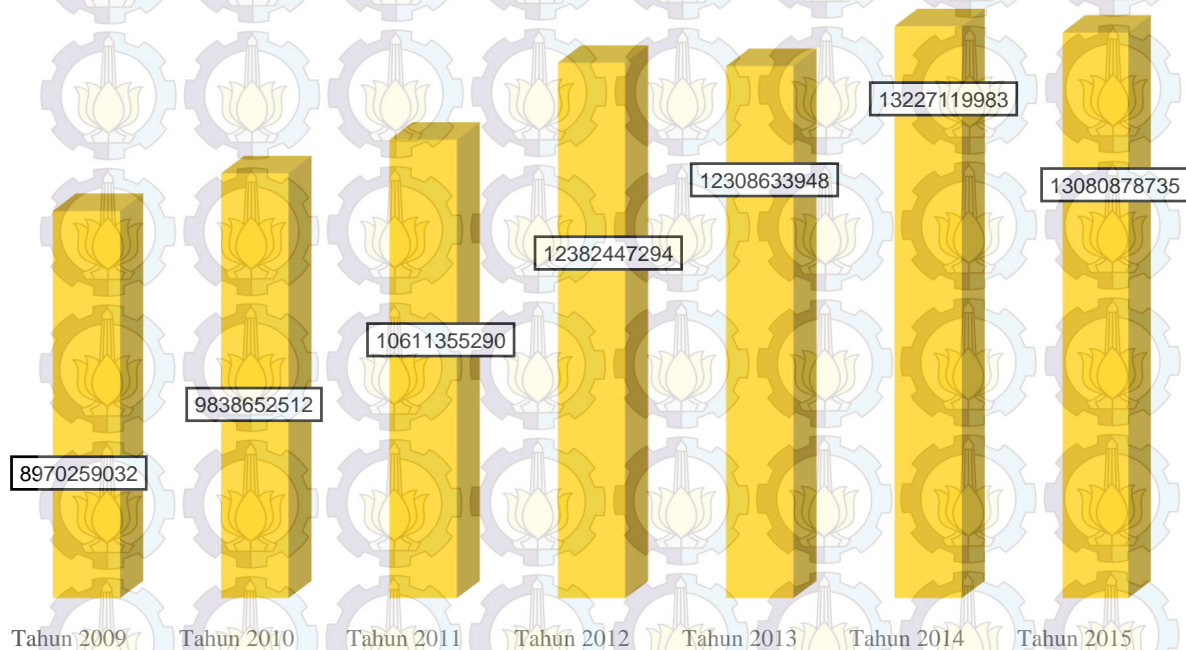




Karakteristik Penjualan Tenaga Listrik Sektor Industri di Jawa Timur



Penjualan Tenaga Listrik (KWh)





Karakteristik Penjualan Tenaga Listrik Sektor Industri di Jawa Timur



Ukuran Statistik	Nilai (KWh)
Rata-rata	957.373.176
Standar Deviasi	147.214.199
Minimum	662.973.832
Maksimum	1.228.929.724

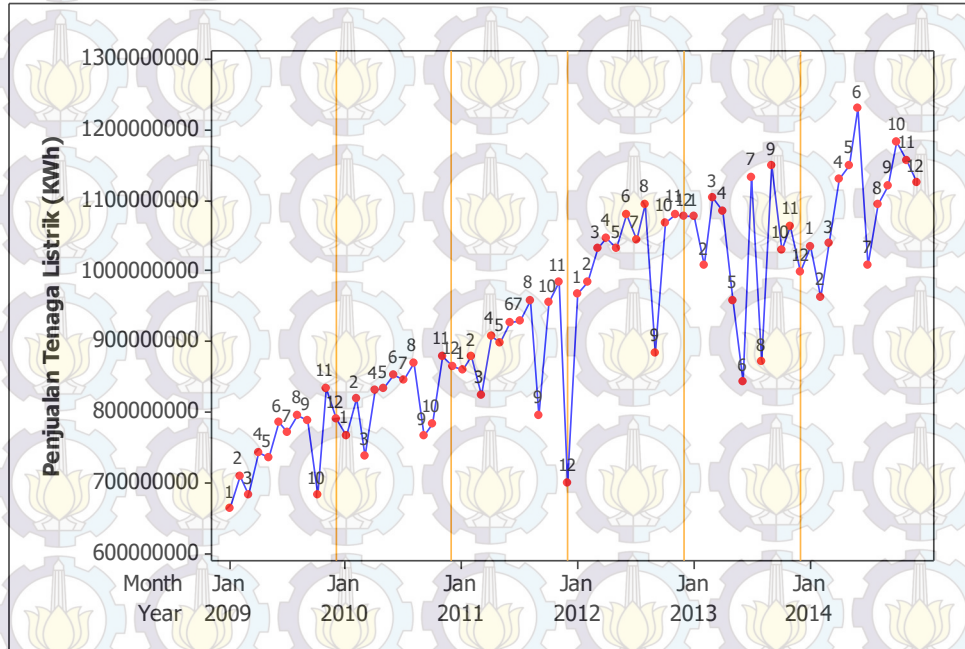
Ukuran Statistik	Nilai (KWh) pada Data In-sample	Nilai (KWh) pada Data Out-Sample
Rata-rata	935.256.501	1.090.073.228
Standar Deviasi	145.182.375	71.168.802
Minimum	662.973.832	906.262.858
Maksimum	1.228.929.724	1.164.067.285



Pemodelan Penjualan Tenaga Listrik Sektor Industri di Jawa Timur dengan ARIMA



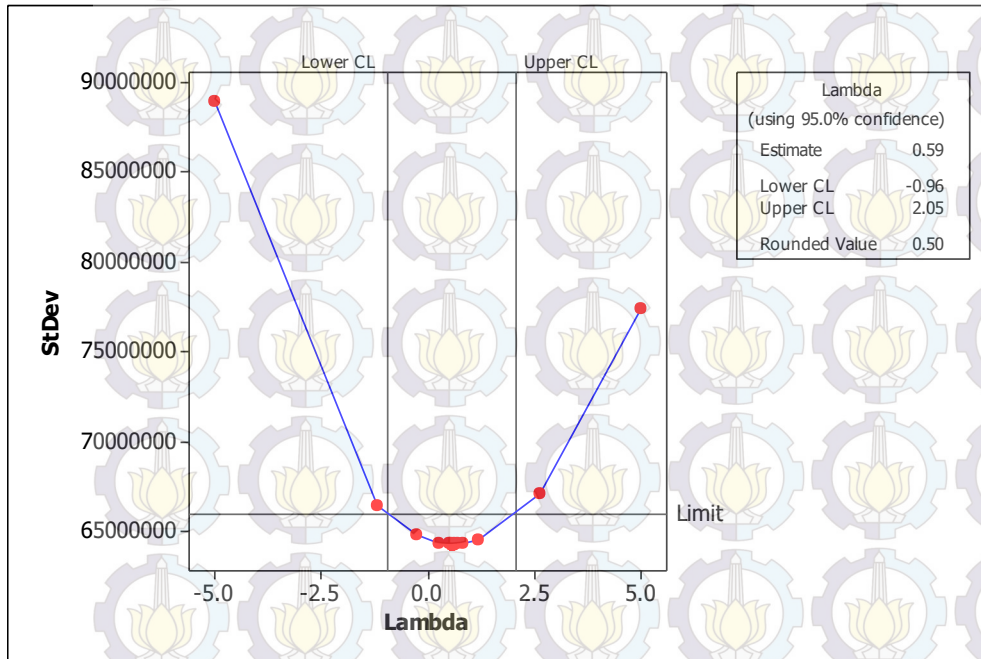
Identifikasi Model *Time Series*





Pemodelan Penjualan Tenaga Listrik Sektor Industri di Jawa Timur dengan ARIMA

Stasioneritas dalam Varians



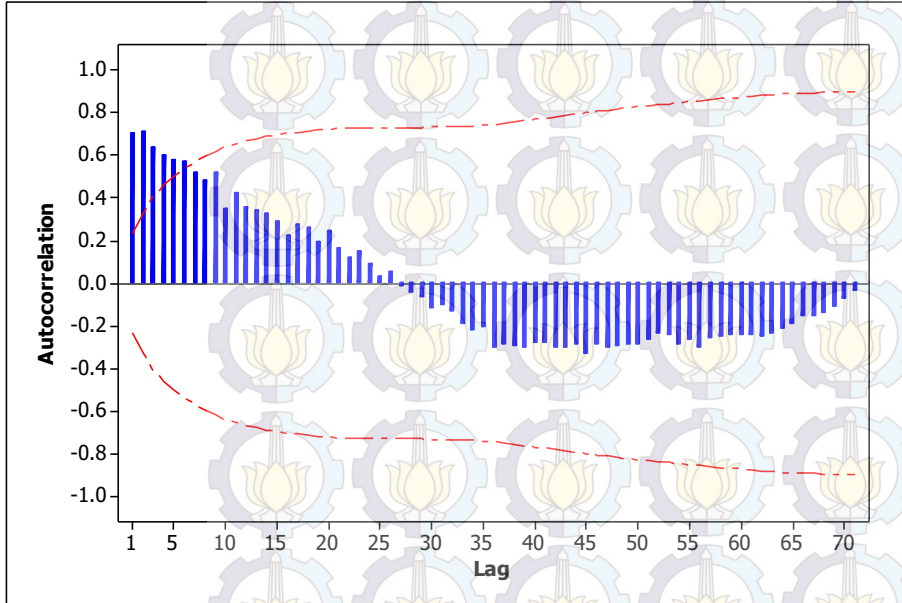
Melewati 1
"Telah Stasioner dalam Varians"



Pemodelan Penjualan Tenaga Listrik Sektor Industri di Jawa Timur dengan ARIMA



Stasioneritas dalam *Mean*



Hipotesis,

H_0 : Data tidak stasioner dalam *mean*

H_1 : Data stasioner dalam *mean*

Estimasi	0,0004056
Df	1
Standar Error	0,01321
t	0,03
P-value	0,9756

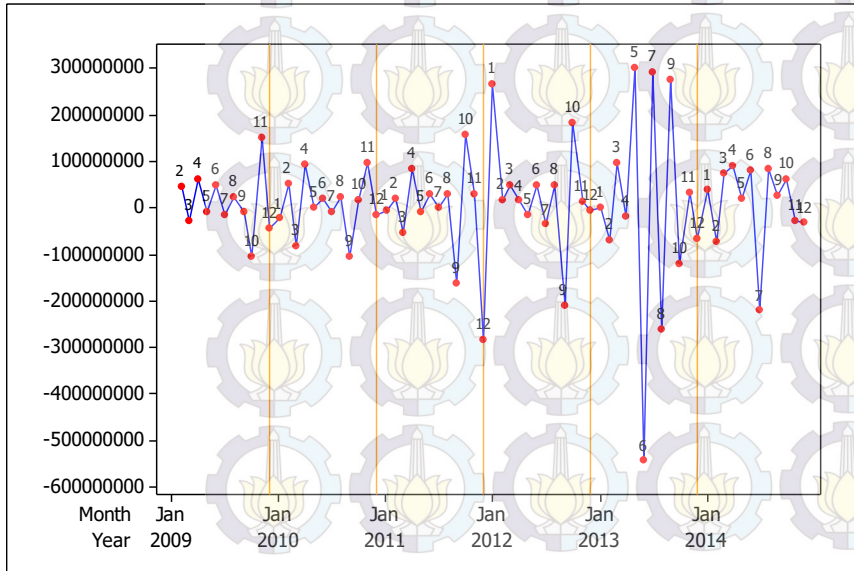
Tidak Stasioner dalam *Mean*
Maka dilakukan *Differencing*



Pemodelan Penjualan Tenaga Listrik Sektor Industri di Jawa Timur dengan ARIMA

Stasioneritas dalam *Mean*

Hasil *Differencing 1*



Hipotesis,

H_0 : Data tidak stasioner dalam *mean*

H_1 : Data stasioner dalam *mean*

Estimasi -1,58439

Df 1

Standar Error 0,09759

t -16,24

P-value < 0,0001

**Telah Stasioner
dalam *Mean***



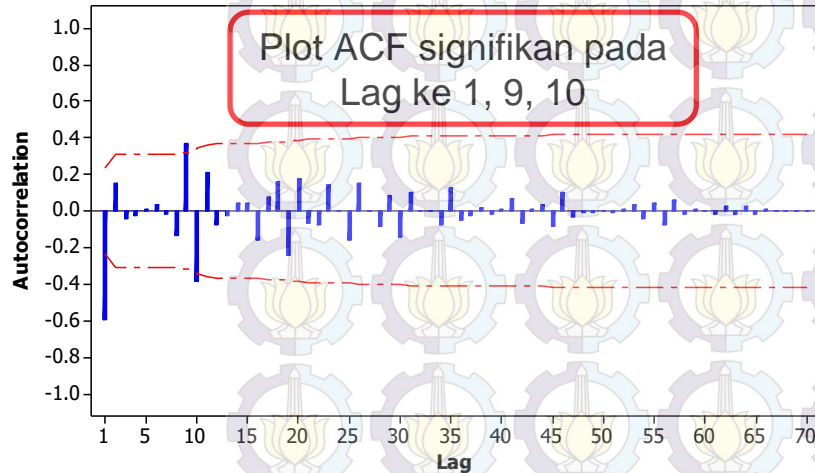
Pemodelan Penjualan Tenaga Listrik Sektor Industri di Jawa Timur dengan ARIMA



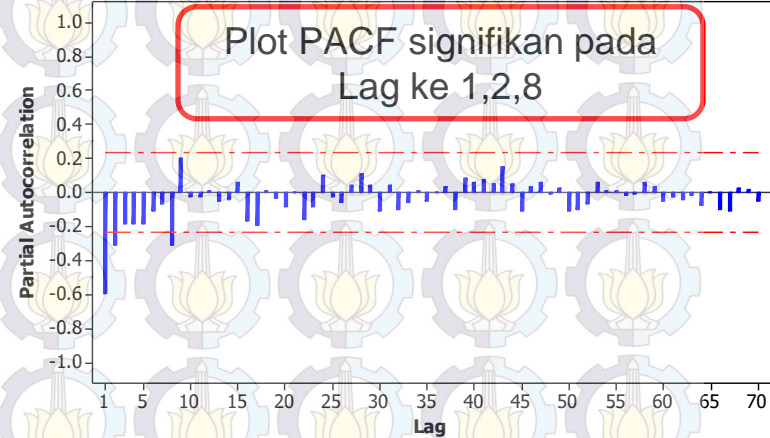
Plot ACF

Plot PACF

Autocorrelation Function for diff1
(with 5% significance limits for the autocorrelations)



Partial Autocorrelation Function for diff1
(with 5% significance limits for the partial autocorrelations)





Pemodelan Penjualan Tenaga Listrik Sektor Industri di Jawa Timur dengan ARIMA



Pengujian Parameter

Model	Parameter	Lag	Estimasi	t	P-value
ARIMA (0,1,1)	θ_1	1	0,70885	8,37	<0,0001
ARIMA (1,1,0)	ϕ_1	1	- 0,58439	- 6,02	<0,0001
ARIMA (0,1,9)	θ_1	9	-0,33774	-2,76	0,0073
ARIMA (1,1,9)	θ_1	9	- 0,28902	- 2,24	0,0283
	ϕ_1	1	- 0,56305	- 5,63	<0,0001
ARIMA (0,1,10)	θ_1	10	0,36272	3,14	0,0025

Semua parameter signifikan



Pemodelan Penjualan Tenaga Listrik Sektor Industri di Jawa Timur dengan ARIMA



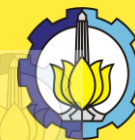
Pengujian Parameter

Model	Parameter	Lag	Estimasi	t	P-value
ARIMA (1,1,10)	θ_1	10	0,28073	2,29	0,0249
	ϕ_1	1	- 0,54848	- 5,4	<0,0001
ARIMA ([1,2],1,0)	ϕ_1	1	- 0,75346	- 6,52	<0,0001
	ϕ_2	2	- 0,28877	- 2,5	0,0149
ARIMA ([1,2],1,9)	θ_1	9	- 0,29429	- 2,24	0,0286
	ϕ_1	1	- 0,72541	- 6,21	<0,0001
	ϕ_2	2	- 0,28877	- 2,46	0,0163

Semua parameter signifikan



Pemodelan Penjualan Tenaga Listrik Sektor Industri di Jawa Timur dengan ARIMA



Pengujian Parameter

Model	Parameter	Lag	Estimasi	t	P-value
ARIMA (0,1,[1,9,10])	θ_1	1	0,70775	8,01	<0,0001
	θ_2	9	- 0,31427	- 2,43	0,0179
	θ_3	10	0,26383	2,02	0,0474



Semua parameter signifikan



Pemodelan Penjualan Tenaga Listrik Sektor Industri di Jawa Timur dengan ARIMA



Pengujian Asumsi *White Noise* dan Distribusi Normal

Model	<i>White Noise</i>				
	Lag	χ^2	df	$\chi^2_{(0,05;df)}$	P-value
ARIMA (0,1,1)	6	2,9	5	11,07	0,7159
	12	17,66	11	19,68	0,0897
	18	24,1	17	27,59	0,1168
	24	32,52	23	35,17	0,0899
ARIMA (1,1,2)	6	7,36	4	9,49	0,1181
	12	10,74	10	18,31	0,3780
	18	17,26	16	26,30	0,3690
	24	27,45	22	33,92	0,1945



Pemodelan Penjualan Tenaga Listrik Sektor Industri di Jawa Timur dengan ARIMA



Pengujian Asumsi White Noise dan Distribusi Normal

Model	<i>White Noise</i>				
	Lag	χ^2	df	$\chi^2_{(0,05;df)}$	P-value
ARIMA (1,1,10)	6	5,13	4	9,49	0,2741
	12	10,07	10	18,31	0,4348
	18	19,63	16	26,30	0,2375
	24	27,85	22	33,92	0,1807
ARIMA ([1,2],1,0)	6	3,57	4	9,49	0,4678
	12	15,04	10	18,31	0,1305
	18	21,98	16	26,30	0,1437
	24	27,05	22	33,92	0,2095



Pemodelan Penjualan Tenaga Listrik Sektor Industri di Jawa Timur dengan ARIMA



Pengujian Asumsi White Noise dan Distribusi Normal

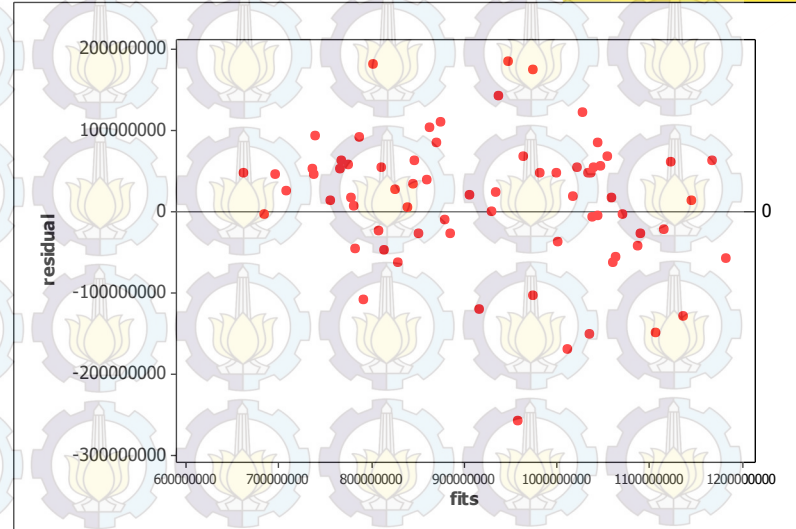
Model	White Noise				
	Lag	χ^2	df	$\chi^2_{(0,05,df)}$	P-value
ARIMA ([1,2],1,9)	6	4,2	3	7,81	0,2407
	12	7,04	9	16,92	0,6331
	18	11,31	15	25	0,7301
	24	16,2	21	32,67	0,7585
ARIMA ([1,2],1,0)	6	2,09	3	7,81	0,5531
	12	4,48	9	16,92	0,8771
	18	8,67	15	25	0,8939
	24	17,1	21	32,67	0,7053



Pemodelan Penjualan Tenaga Listrik Sektor Industri di Jawa Timur dengan ARIMA



Pengujian Asumsi Residual Identik



Variabel	Estimasi	Standar Error	t	P-value
Penjualan Tenaga Listrik	0,02031	0,04397	0,46	0,646



Pemodelan Penjualan Tenaga Listrik Sektor Industri di Jawa Timur dengan ARIMA



Pengujian Asumsi Residual Berdistribusi Normal

Model ARIMA	Kolmogorov Smirnov	Keterangan
(1,1,9)	0,121752	Berdistribusi Normal
(1,1,10)	0,094375	Berdistribusi Normal
([1,2],1,9)	0,141235	Berdistribusi Normal
(0,1,[1,9,10])	0,154734	Berdistribusi Normal



Pemodelan Penjualan Tenaga Listrik Sektor Industri di Jawa Timur dengan ARIMA



Kriteria Pemilihan Model Terbaik

Model	In Sample		Out Sample	
	AIC	SBC	RMSE	sMAPE
ARIMA (1,1,9)	2.791,189	2.795,715	10.041.4432,1	6,4932
ARIMA (1,1,10)	2.792,31	2.796,835	71.796.302,97	4,7947
ARIMA ([1,2],1,9)	2.787,103	2.793,891	109.703.637,9	7,4752
ARIMA (0,1,[1,9,10])	2.783,903	2.790,691	95.653.560,23	5,8620



Model Terbaik
ARIMA
(1,1,10)



Pemodelan Penjualan Tenaga Listrik Sektor Industri di Jawa Timur dengan ARIMA



Model Terbaik ARIMA (1,1,10)

$$(1 - \phi_1 B)(1 - B)Z_t = (1 - \theta_1 B^{10})a_t$$

$$(1 - B - \phi_1 B + \phi_1 B^2)Z_t = (1 - \theta_1 B^{10})a_t$$

$$Z_t - BZ_t - \phi_1 BZ_t + \phi_1 B^2 Z_t = a_t - \theta_1 B^{10} a_t$$

$$Z_t - Z_{t-1} - \phi_1 Z_{t-1} + \phi_1 Z_{t-2} = a_t - \theta_1 a_{t-10}$$

$$Z_t = Z_{t-1} + \phi_1 Z_{t-1} - \phi_1 Z_{t-2} + a_t - \theta_1 a_{t-10}$$

$$Z_t = Z_{t-1} - 0,54848Z_{t-1} + 0,54848Z_{t-2} + a_t - 0,28073a_{t-10}$$



Nilai peramalan dipengaruhi:

- Data 1 dan 2 bulan sebelumnya
- Kesalahan peramalan 10 bulan sebelumnya

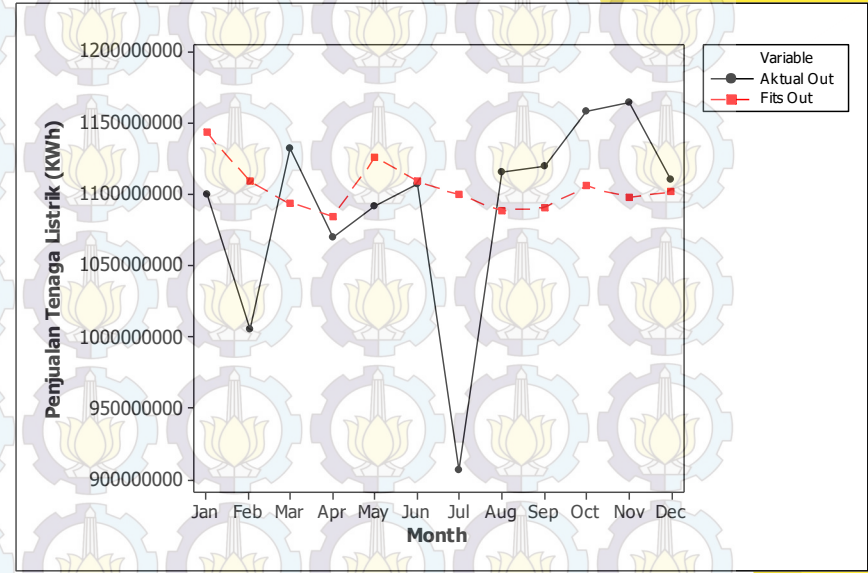
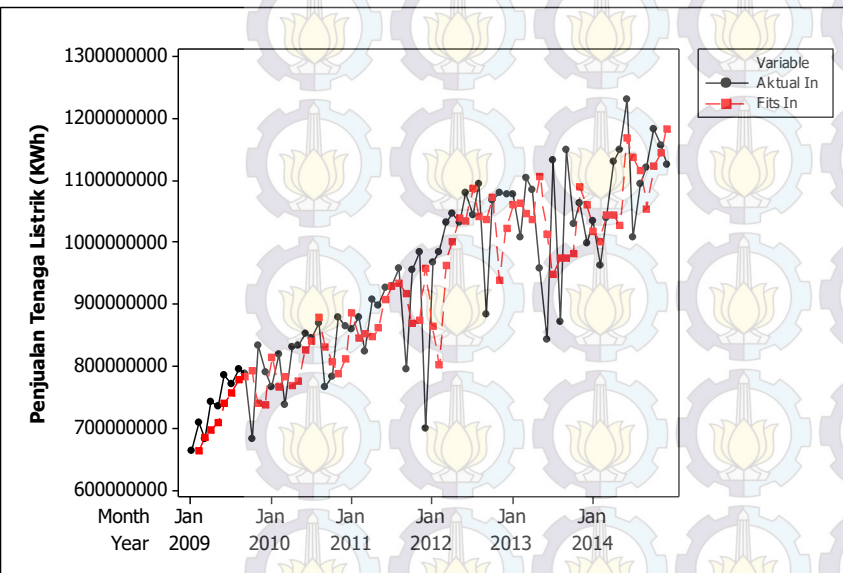


Pemodelan Penjualan Tenaga Listrik Sektor Industri di Jawa Timur dengan ARIMA



In-Sample

Out-Sample

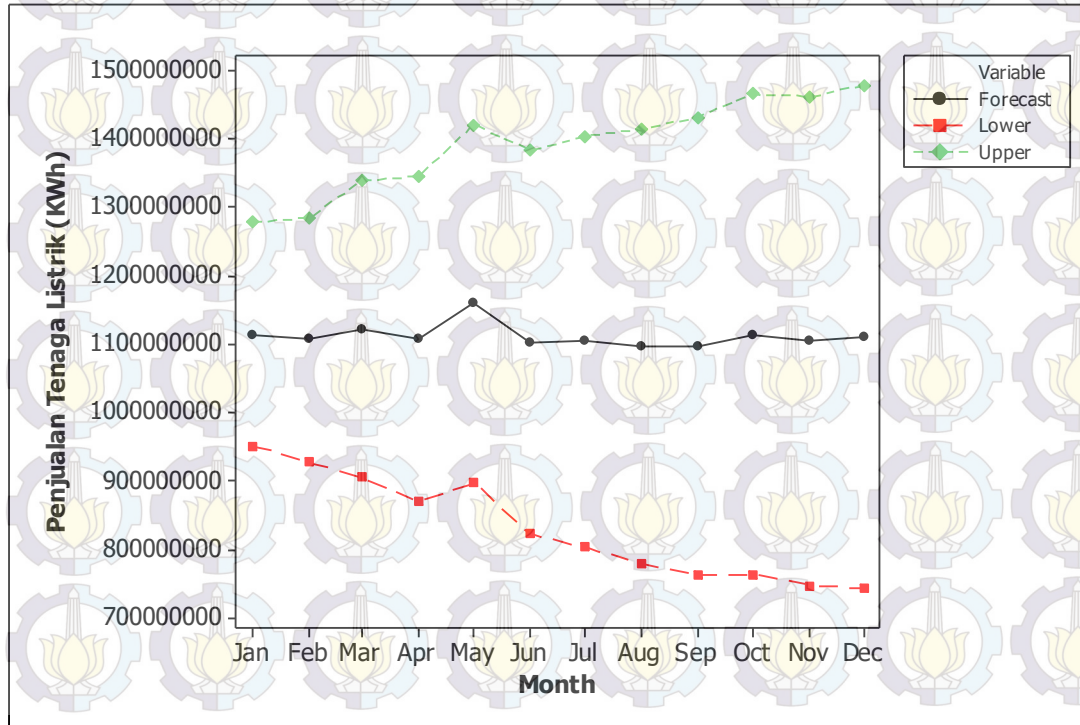




Peramalan Penjualan Tenaga Listrik Sektor Industri di Jawa Timur



Forecast





Peramalan Penjualan Tenaga Listrik Sektor Industri di Jawa Timur



Nilai *Forecast* dan
Confident Interval

Bulan	Nilai Ramalan	Batas Bawah	Batas Atas
Januari	1.114.340.078	951.198.855	1.277.481.300
Februari	1.106.210.569	927.387.049	1.285.034.088
Maret	1.122.077.733	905.159.950	1.338.995.517
April	1.107.962.649	870.963.602	1.344.961.696
Mei	1.158.927.691	897.424.183	1.420.431.200
Juni	1.102.765.234	821.989.618	1.383.540.850
Juli	1.103.681.543	803.279.589	1.404.083.496
Agustus	1.096.591.057	778.603.725	1.414.578.389
September	1.096.434.132	761.348.986	1.431.519.278
Oktober	1.114.221.912	763.099.372	1.465.344.452
November	1.104.418.739	747.289.998	1.461.547.481
Desember	1.109.821.448	742.226.672	1.477.416.225



Peramalan Penjualan Tenaga Listrik Sektor Industri di Jawa Timur



Penjualan Tenaga Listrik Tahun 2015 dan 2016

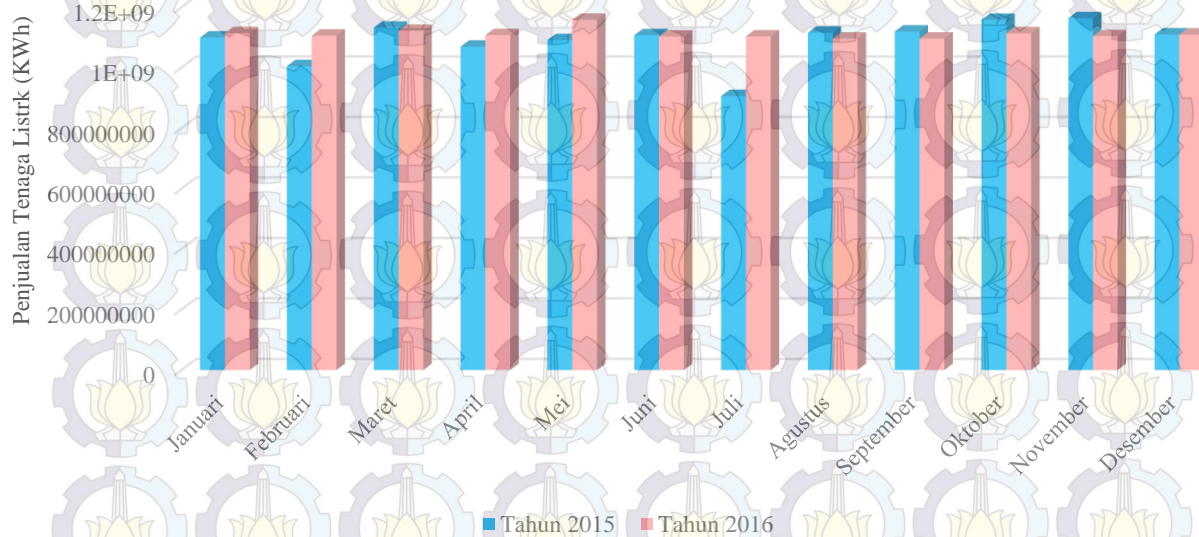
Bulan	Tahun 2015	Tahun 2016
Januari	1.099.901.911	1.114.340.078
Februari	1.005.271.529	1.106.210.569
Maret	1.132.490.912	1.122.077.733
April	1.069.636.053	1.107.962.649
Mei	1.091.348.461	1.158.927.691
Juni	1.107.492.965	1.102.765.234
Juli	906.262.858	1.103.681.543
Agustus	1.115.976.328	1.096.591.057
September	1.119.741.398	1.096.434.132
Oktober	1.158.558.172	1.114.221.912
November	1.164.067.285	1.104.418.739
Desember	1.110.130.863	1.109.821.448
Total	13.080.878.735	13.337.452.785



Peramalan Penjualan Tenaga Listrik Sektor Industri di Jawa Timur



Penjualan Tenaga Listrik Tahun 2015 dan 2016

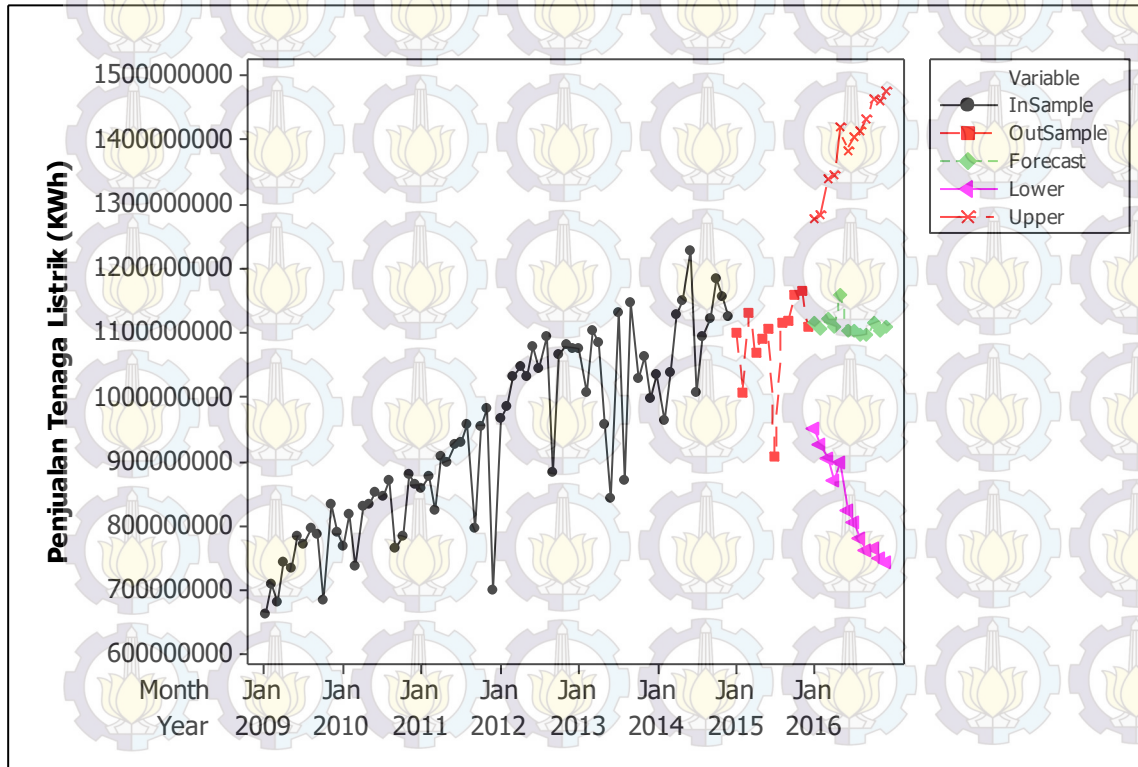




Peramalan Penjualan Tenaga Listrik Sektor Industri di Jawa Timur



ARIMA (1,1,10)





Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan

Saran



Kesimpulan



- Penjualan tenaga listrik yang paling tinggi terjadi pada Juni 2014, sedangkan penjualan yang paling rendah terjadi pada Januari 2009. Penjualan tenaga listrik memiliki pola yang fluktuatif tetapi cenderung naik dengan kenaikan total penjualan tenaga listrik yang paling tinggi adalah sebesar 16,70 % pada tahun 2012.
- Model terbaik dari penjualan tenaga listrik pada sektor industri di Jawa Timur adalah ARIMA (1,1,10)
- Penjualan tenaga listrik yang paling tinggi diprediksi terjadi pada bulan Mei 2016, sedangkan yang paling rendah terjadi pada September 2016.
- Penjualan tenaga listrik pada tahun 2016 mengalami kenaikan sebesar 1,96 % dari tahun sebelumnya.



Saran



- Mempersiapkan pasokan tenaga listrik untuk mencegah adanya defisit tenaga listrik pada periode yang diramalkan memiliki penjualan tenaga listrik yang tinggi.
 - Memperhatikan periode yang mempunyai nilai ramalan rendah supaya produksi tidak terlalu berlebihan
-
- Saran untuk peneliti selanjutnya adalah untuk menggunakan periode waktu data yang lebih kecil seperti mingguan atau harian agar pola data lebih terlihat.



Daftar Pustaka



- Anggraeni, W. (2012). *Peramalan Penjualan Listrik di PT PLN (Persero) Distribusi Jawa Timur Area Pelayanan Surabaya Barat*. Surabaya: ITS Press.
- BPS. (2016, Juni 14). *Badan Pusat Statistik Provinsi Jawa Timur*. Retrieved from <http://jatim.bps.go.id/Subjek/view/id/9#subjekViewTab1>
- Cryer, J. D., & Chan, K. S. (2008). *Time Series Analysis with Application in R*. New York: Springer.
- Daniel, W. W. (1989). In *Statistika Non Parametrik*. Diterjemahkan oleh: Alex Tri Kantjono W. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.
- Gooijer, J. D., & Hyndman, R. J. (2006). 25 Years of Time Series Forecasting. *International Journal of Forecasting* vol. 22 no. 443-473.
- Gujarati, D. N., & Porter, D. C. (2008). In *Basic Econometrics Fifth Edition*. New York: McGraw-Hill Company.
- Kementerian Koordinator Bidang Perekonomian. (2011). *Masterplan Percepatan dan Perluasan Pembangunan Ekonomi Indonesia*. Jakarta: IndoPacific Edelman.
- Makridakis, S., Wheelwright, S. C., & McGEE, V. E. (1999). *Metode dan Aplikasi Peramalan Jilid 1*. Diterjemahkan oleh: Ir. Hari Suminto. Jakarta: Binarupa Aksara Publisher.
- Maskur, F. (2015, Oktober 01). *Read: Industri Bisnis*. Retrieved from Industri Bisnis: <http://industri.bisnis.com/read/20151001/45/477882/kawasan-industri-jawa-timur-agresif-menyisir-lokasi-alternatif>



Daftar Pustaka



- PLN. (2014). *Statistik PLN*. Jakarta: Sekretariat Perusahaan PT PLN (Persero)..
- PLN. (2015, Desember). *Tentang Kami:PLN Corporation*. Retrieved from PLN Corporation:
<http://www.pln.co.id/blog/profil-perusahaan/>
- Sugianto, W. (2012). *Peramalan Beban Listrik di PT PLN APJ Surabaya Selatan Menggunakan Metode ARIMA*. Surabaya: ITS Press.
- Undang-Undang No 30 Tahun 2009. (2009). *Ketenagalistrikan*. Jakarta.
- Walpole, R. E., Myers, R. H., Myers, S. L., & Ye, K. (2012). *Probability and Statistics for Engineers and Scientists Ninth Edition*. United States of America: Pearson Education Inc.
- Wei, W. W. (2006). *Time Series Analysis Univariat and Multivariat Methods* . Canada: Addison Wesley Publishing Company.
- Zulfa, I. L. (2015). *Peramalan Beban Listrik Jangka Pendek di Jawa Timur Menggunakan Metode ARIMA dan ANFIS*. Surabaya: ITS Press.



Peramalan Penjualan Tenaga Listrik pada Sektor Industri di PT PLN (Persero) Distribusi Jawa Timur

Oleh:

Inung Anggun Saputri 1313 030 082

Dosen Pembimbing:

Dr. Santi Puteri Rahayu, M.Si

Dosen Penguji:

Dra. Destri Susilaningrum, M.Si

Dr. Sutikno, S.Si, M.Si

Ujian Tugas Akhir

Diploma III Statistika ITS 2015/2016