

**PERAMALAN DAYA LISTRIK BERDASARKAN  
JUMLAH PELANGGAN PLN MENGGUNAKAN  
MODEL FUNGSI TRANSFER DENGAN OUTLIER  
(Studi Kasus di PT PLN (Persero) Rayon Semarang Selatan)**



---

---

**SKRIPSI**

---

---

**Disusun Oleh :  
Retza Bahtiar Anugrah  
24010212130073**

**DEPARTEMEN STATISTIKA  
FAKULTAS SAINS DAN MATEMATIKA  
UNIVERSITAS DIPONEGORO  
SEMARANG  
2016**

**PERAMALAN DAYA LISTRIK BERDASARKAN  
JUMLAH PELANGGAN PLN MENGGUNAKAN  
MODEL FUNGSI TRANSFER DENGAN OUTLIER  
(Studi Kasus di PT PLN (Persero) Rayon Semarang Selatan)**

**Oleh:**

**Retza Bahtiar Anugrah**

**24010212130073**

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh  
Gelara Sarjana Sains pada Departemen Statistika FSM UNDIP**

**DEPARTEMEN STATISTIKA  
FAKULTAS SAINS DAN MATEMATIKA  
UNIVERSITAS DIPONEGORO  
SEMARANG**

**2016**

## LEMBAR PENGESAHAN I

**Judul** : Peramalan Daya Listrik Berdasarkan Jumlah Pelanggan P  
Menggunakan Model Fungsi Transfer Dengan Outlier (S  
Kasus Di PT PLN (Persero) Rayon Semarang Selatan)

**Nama** : Retza Bahtiar Anugrah

**NIM** : 24010212130073

Telah diujikan pada sidang Tugas Akhir tanggal 28 September 2016  
dinyatakan lulus pada tanggal 28 September 2016.

Semarang, 30 September 2016

**Mengetahui,**  
**Ketua Departemen Statistika**  
**FSM UNDIP**

**Panitia Penguji Ujian Tugas Akhir**  
**Ketua,**



**Dra. Hj. Dwi Ispriyanti, M.Si**

**NIP. 195709141986032001**

**Dr. Tatik Widiharih,**

**NIP. 19610928198603**

## LEMBAR PENGESAHAN II

**Judul** : Peramalan Daya Listrik Berdasarkan Jumlah Pelanggan PLN  
Menggunakan Model Fungsi Transfer Dengan Outlier (Studi Kasus Di PT PLN (Persero) Rayon Semarang Selatan)

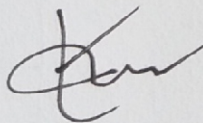
**Nama** : Retza Bahtiar Anugrah

**NIM** : 24010212130073

Telah diujikan pada sidang Tugas Akhir tanggal 28 September 2016.

Semarang, 30 September 2016

**Pembimbing I**



**Drs. Sudarno, M.Si**

**NIP. 196407091992011001**

**Pembimbing II**



**Budi Warsito, S.Si, M**

**NIP. 1975082419990310**

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT, karena atas rahmat, hidayah, kemudahan, dan segala limpahan nikmat-Nya penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini yang berjudul “Peramalan Daya Listrik Berdasarkan Jumlah Pelanggan PLN Menggunakan Model Fungsi Transfer Dengan Outlier (Studi Kasus Di Pt PLN (Persero) Rayon Semarang Selatan)”.

Penulis sadar tanpa adanya dukungan dan kerjasama dari berbagai pihak, tugas akhir ini tidak dapat diselesaikan dengan baik. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ibu Dra. Dwi Ispriyanti, M.Si selaku Ketua Departemen Statistika Fakultas Sains dan Matematika Universitas Diponegoro.
2. Bapak Drs. Sudarno, M.Si dan Bapak Budi Warsito, S.Si, M.Si, selaku dosen pembimbing I dan dosen pembimbing II.
3. Bapak dan Ibu dosen Departemen Statistika Fakultas Sains dan Matematika Universitas Diponegoro.
4. Semua pihak yang telah membantu dalam penulisan Tugas Akhir ini, yang tidak dapat penulis sebut satu per satu.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini jauh dari sempurna. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun dan semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi semua pihak.

Semarang, September 2016

Penulis

## ABSTRAK

Energi listrik merupakan salah satu komponen dari Produk Domestik Bruto yang mampu mendorong perekonomian karena sudah menjadi kebutuhan pokok di masyarakat. Dalam rangka pemenuhan energi listrik yang terus meningkat, Badan Usaha Milik Negara (BUMN) perlu mengembangkan sistem dan perencanaan yang tepat. Sehingga BUMN perlu meramalkan daya listrik berdasarkan pelanggan untuk memenuhi permintaan pasokan listrik yang memadai. Penelitian ini bertujuan untuk meramalkan daya listrik berdasarkan pelanggan listrik menggunakan model fungsi transfer dengan outlier. Penggunaan model fungsi transfer dimaksudkan untuk mengetahui peranan dari pengguna listrik yang berdampak pada daya listrik. Salah satu tahapan pemodelan fungsi transfer yaitu menetapkan orde parameter fungsi transfer yaitu  $b$ ,  $r$ , dan  $s$ . Dengan memodelkan outlier berguna untuk menghilangkan efek dari outlier itu sendiri. Hasil analisis dan pembahasan diperoleh bahwa model terbaik berdasarkan nilai AIC yaitu model fungsi transfer dengan bobot respon impuls satu parameter yaitu  $\omega_0 = 55,55652$  dan model deret *noise* dari fungsi transfer yaitu ARIMA (1,0,1) dengan 8 outlier. Rincian outlier tersebut terdiri dari satu outlier yang bertipe *Additive Outlier* pada data ke-33 dan tujuh outlier bertipe *Level Shift Outlier* pada data ke-14, 31, 9, 10, 21, 22 dan 58. Ukuran ketepatan peramalan menggunakan nilai MAPE sebesar 19,77%.

**Kata Kunci:** Fungsi transfer, outlier, ARIMA, daya listrik, AIC, MAPE

## ABSTRACT

Electrical energy is one of the components of Gross Domestic Product which able to stimulate the economic matter because it has been becoming a primary needs in the society. In order to meet the growing electrical energy, State-Owned Enterprises (SOEs) need to develop systems and proper planning. It needs a forecasting of electric power based on customer to meet a sufficient electricity supply. This study aims to predict the electrical power by electric customers using transfer function model with outliers. The use of transfer function model is intended to determine the role of power users that have an impact on the electric power. One of the stages of modeling the transfer function is to set the order of the transfer function parameters, they are b, r, and s. And by modeling the outlier is useful to eliminate the effect of outliers itself. The analysis and discussion show that based on the AIC value, the best model is the transfer function model by weighting the impulse response of the parameter that is  $\omega_0 = 55,55652$  and the noise series model of the transfer function is ARIMA (1,0,1) with 8 outliers. The details of the outliers consist of one *Additive Outliers* type in the 33<sup>rd</sup> and seven *Level Shift Outliers* in the 14<sup>th</sup>, 31<sup>st</sup>, 9<sup>th</sup>, 10<sup>th</sup>, 21<sup>st</sup>, 22<sup>nd</sup> and 58<sup>th</sup>. Size forecasting accuracy using MAPE value 19.77%.

**Keywords:** Transfer function, outliers, ARIMA, electrical power, AIC, MAPE

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>HALAMAN PENGESAHAN I</b> .....	ii
<b>HALAMAN PENGESAHAN II</b> .....	iii
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	iv
<b>ABSTRAK</b> .....	v
<b>ABSTRACT</b> .....	vi
<b>DAFTAR ISI</b> .....	vii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xi
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xii
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xiii
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Perumusan Masalah .....	4
1.3 Batasan .....	4
1.4 Tujuan .....	5
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1 Analisis Runtun Waktu .....	6
2.2 Identifikasi Model .....	6
2.2.1 Stasioneritas .....	7
2.2.2 Fungsi Autokorelasi dan Fungsi Autokorelasi Parsial .....	9

2.2.3 Model <i>Autoregressive Integrated Moving Average</i> .....	11
2.3 Estimasi Parameter .....	13
2.4 Diagnosis Model .....	17
2.4.1 Uji <i>White Noise</i> .....	17
2.4.2 Uji Normalitas Residual.....	18
2.5 Evaluasi Model .....	19
2.6 Fungsi Transfer .....	20
2.6.1 Identifikasi Model Fungsi Transfer .....	22
2.6.2 Estimasi Parameter Model Fungsi Transfer .....	28
2.6.3 Uji Diagnostik Model Fungsi Transfer .....	30
2.6.4 Pemilihan Model Fungsi Transfer Terbaik .....	31
2.7 Deteksi Outlier .....	32
2.7.1 <i>Additive Outlier</i> (AO) .....	32
2.7.2 <i>Innovational Outlier</i> (IO) .....	33
2.7.3 <i>Level Shift</i> (LS) .....	34
2.7.4 <i>Temporary Change</i> (TC) .....	34
2.7.5 Estimasi Efek Outlier .....	35
2.7.6 Pendeteksian Outlier dengan Prasedur Iteratif .....	39
2.8 Peramalan .....	40
2.9 Daya Listrik .....	41
2.10Pelanggan Listrik PLN .....	42
<b>BAB III METODE PENELITIAN</b>	
3.1 Sumber Data .....	43

3.2	Variabel Penelitian .....	43
3.3	Langkah Analisis Data .....	43
3.4	Diagram Alir .....	45
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN</b>		
4.1	Identifikasi Model ARIMA Deret Input .....	47
4.1.1	Stasioneritas Deret Input .....	47
4.1.2	Identifikasi Deret Input .....	52
4.1.3	Estimasi Parameter Deret Input .....	53
4.1.4	Diagnosis Model Deret Input .....	54
4.1.5	Evaluasi Model Deret Input .....	57
4.2	Identifikasi Bentuk Model Fungsi Transfer .....	57
4.2.1	<i>Prewhitening</i> Deret Input .....	57
4.2.2	<i>Prewhitening</i> Deret Output .....	58
4.2.3	Perhitungan Fungsi Korelasi Silang .....	58
4.2.4	Penaksiran Langsung Bobot Respon Impuls .....	60
4.2.5	Penetapan Nilai $b,s,r$ untuk Model Fungsi Transfer .....	61
4.2.6	Identifikasi Deret Noise .....	61
4.3	Estimasi Parameter Model Fungsi Transfer .....	66
4.4	Uji Diagnosis Model Fungsi Transfer .....	68
4.4.1	Pemeriksaan Korelasi Silang .....	68
4.4.2	Pemeriksaan Autokorelasi .....	69
4.4.3	Pemeriksaan Normalitas .....	70
4.5	Deteksi Outlier .....	71

4.6 Peramalan .....	74
<b>BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN</b>	
5.1 Kesimpulan .....	76
5.2 Saran .....	78
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	79
<b>LAMPIRAN</b> .....	81

## DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1 Nilai $\lambda$ dan Fungsi Transformasi .....	9
Tabel 2 Bentuk ACF dan PACF untuk Identifikasi Model ARIMA .....	13
Tabel 3 Model Fungsi Transfer dengan $r = 0$ .....	25
Tabel 4 Model Fungsi Transfer dengan $r = 1$ .....	26
Tabel 5 Model Fungsi Transfer dengan $r = 2$ .....	26
Tabel 6 Penggolongan Pelanggan Berdasarkan Peruntukan .....	42
Tabel 7 Hasil Uji ADF pada Deret Input dengan $d = 1$ .....	49
Tabel 8 Estimasi dan Uji Signifikansi Parameter .....	54
Tabel 9 Uji Asumsi Residual <i>White Noise</i> .....	55
Tabel 10 Uji Normalitas Residual .....	56
Tabel 11 Nilai Rata-rata Deret Input dan Deret Output yang telah Diputihkan .....	60
Tabel 12 Bobot Respon Impuls .....	61
Tabel 13 Estimasi dan Uji Signifikansi Parameter Model Deret <i>Noise</i> .....	63
Tabel 14 Uji Asumsi <i>White Noise</i> Residual Model Deret <i>Noise</i> .....	65
Tabel 15 Nilai AIC Model ARIMA .....	65
Tabel 16 Estimasi Parameter Model Fungsi Transfer .....	66
Tabel 17 Korelasi Silang Residual dengan Deret Input .....	68
Tabel 18 Autokorelasi Residual Model Fungsi Transfer .....	69
Tabel 19 Pengujian Normalitas Residual Model Fungsi Transfer .....	70
Tabel 20 Uji Signifikansi Parameter dan Diagnosis Model .....	72
Tabel 21 Nilai AIC .....	73
Tabel 22 Hasil Peramalan 12 Periode Ke Depan .....	74
Tabel 23 Hasil Peramalan 12 Periode Ke Depan setelah Dikembalikan ke Bentuk Sebelum Transformasi .....	75

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1 <i>Time Series</i> Plot Deret Input (Pelanggan) .....	48
Gambar 2 Plot Deret Input (Pelanggan) setelah dilakukan <i>differencing</i> dengan orde $d = 1$ .....	48
Gambar 3 Plot Box-Cox untuk Data Deret Input .....	50
Gambar 4 Plot <i>Time Series</i> dari Deret Input yang Telah Ditransformasi ....	51
Gambar 5 Plot Box-Cox untuk Deret Input yang Telah Ditransformasi .....	51
Gambar 6 Plot ACF dan PACF untuk Deret Input yang Telah Stasioner....	52
Gambar 7 Autokorelasi dari Deret Input yang Telah Diputihkan .....	59
Gambar 8 Plot CCF antara $a_t$ dan $\beta_t$ .....	60
Gambar 9 Plot ACF dan PACF dari Deret Noise Fungsi Transfer .....	62

## DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1 : Data Daya Listrik dan Pelanggan PLN Periode Mei 2011 – Mei 2016 .....	81
Lampiran 2 : Data <i>Differencing</i> ( $d = 1$ ) Daya Listrik dan Pelanggan PLN Periode Mei 2011 – Mei 2016 .....	82
Lampiran 3 : Data <i>Differencing</i> ( $d = 1$ ) Daya Listrik dan Pelanggan PLN yang Telah Ditransformasi dengan $\sqrt{X_t}$ .....	83
Lampiran 4 : Output Eviews Uji Dickey Fuller .....	84
Lampiran 5 : Tabel <i>Prewhitening</i> Deret Input ( $\alpha_t$ ) dan Deret Output ( $\beta_t$ )....	85
Lampiran 6 : Plot Korelasi Silang <i>Prewhitening</i> Deret Input dan Deret Output .....	86
Lampiran 7 : Deret Noise Fungsi Transfer .....	86
Lampiran 8 : Sintaks SAS Model ARIMA Deret Input .....	67
Lampiran 9 : Output SAS Estimasi Parameter ARIMA Deret Input .....	87
Lampiran 10: Output E-views Estimasi ARIMA Deret <i>Noise</i> .....	90
Lampiran 11: Sintaks SAS Model Fungsi Transfer .....	91
Lampiran 12: Output SAS Estimasi Fungsi Transfer .....	91
Lampiran 13: Sintaks Deteksi Outlier Fungsi Transfer .....	95
Lampiran 14: Output SAS Deteksi Outlier Fungsi Transfer .....	95
Lampiran 15: Sintaks Fungsi Tranfer dengan 8 Outlier .....	97
Lampiran 16: Output SAS Estimasi Fungsi Transfer dengan 8 Outlier .....	97
Lampiran 17: Perhitungan MAPE .....	102

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Produk Domestik Bruto (PDB) merupakan suatu indikasi penting dari keadaan perekonomian Indonesia. Salah satu komponen dari PDB yang mampu mendorong perekonomian adalah energi listrik. Hal ini didasari oleh dua alasan. Pertama, energi listrik merupakan bahan bakar bagi industri, sehingga tenaga listrik yang tersedia akan memudahkan perkembangan industri. Kedua, penerangan di malam hari merupakan faktor penting dalam mencerdaskan masyarakat. Dengan demikian dapat dikemukakan bahwa ada korelasi antara keadaan ekonomi suatu bangsa dan konsumsi energi listrik (Kadir, 1982).

Menurut Felix (1981) dalam Kadir (1982), rata-rata pertumbuhan pemakaian energi listrik di negara-negara maju pada tahun 1972-1979, mencapai 3,74 % per tahun sedangkan rata-rata pertumbuhan pemakaian energi secara keseluruhan mencapai 1,63 % per tahun. Bila dibandingkan antara pemakaian energi listrik dan energi secara keseluruhan, atau listrik : energi, maka pertumbuhan pemakaian energi listrik akan mencapai angka 0,5 dari pemakaian energi secara keseluruhan pada abad ini.

Menurut data BPS, pemakaian energi listrik di Indonesia pada tahun 2013 mencapai 188.342,41 GWh dan pada tahun 2014 mencapai 199.892,8 GWh. Sehingga dapat dikatakan bahwa pertumbuhan pemakaian energi

listrik sekitar 6,13% pada tahun 2013-2014. Angka ini akan terus meningkat seiring dengan kemajuan ekonomi di Indonesia. Sedangkan di Jawa Tengah pemakaian energi listrik pada tahun 2013 mencapai 18.205,08 GWh dan pada tahun 2014 meningkat menjadi 19.596,32 GWh.

Energi listrik sebagian besar berasal dari BUMN yang mengurus aspek kelistrikan. PT PLN (Persero) merupakan sebuah perusahaan listrik yang merencanakan dan melaksanakan proyek-proyek kelistrikan dengan *lead time* panjang, sehingga perlu adanya rencana pengembangan sistem kelistrikan jangka panjang. PLN perlu mengembangkan sistem maupun operasi dalam rangka memenuhi kebutuhan konsumsi listrik yang semakin meningkat di setiap tahunnya. Hal ini dikarenakan energi listrik sudah menjadi suatu kebutuhan pokok di masyarakat, sehingga pengguna dalam hal ini pelanggan PLN setiap bulannya meningkat. Dengan bertambahnya pelanggan maka bertambah pula daya yang dihasilkan oleh PLN. Daya sendiri merupakan laju hantaran energi listrik dalam suatu rangkaian listrik yang berada di area rumah, industri, perusahaan, perkantoran dan lain-lain.

Peramalan merupakan suatu cara untuk memprediksi apa yang terjadi di masa yang akan datang berdasarkan data masa lalu. Salah satu cara melakukan peramalan yaitu dengan menggunakan analisis runtun waktu dalam ilmu statistika. Data runtun waktu merupakan suatu deretan observasi yang diambil secara berurutan berdasarkan waktu dengan interval yang sama, bisa harian, mingguan, bulanan, tahunan atau yang lainnya (Wei, 2006). Analisis runtun waktu tidak hanya dapat dilakukan untuk satu

variabel (univariat) tetapi juga dapat untuk banyak variabel (multivariat). Pada model multivariat sendiri bisa dalam bentuk analisis data bivariat (yaitu hanya data dua runtun waktu) dan dalam bentuk data multivariat (yaitu data terdiri lebih dari dua runtun waktu). Salah satu model multivariat yaitu fungsi transfer.

Menurut Makridakis, *et al.* (1999), model fungsi transfer merupakan salah satu model peramalan kuantitatif yang dapat digunakan untuk peramalan data runtun waktu yang multivariat. Model ini menggabungkan beberapa karakteristik analisis regresi berganda dengan karakteristik runtun waktu ARIMA *Box-Jenkins*. Konsep fungsi transfer terdiri dari deret input, deret output, dan seluruh pengaruh lain yang disebut dengan gangguan (*noise*).

Dalam analisis runtun waktu kadang terjadi asumsi residual yang tidak terpenuhi, salah satunya asumsi normalitas. Penyebab ketidaknormalan salah satunya karena terdapat outlier dalam residual, sehingga diperlukan prosedur dalam pendeteksian outlier dan parameter harus ditaksir ulang dengan memodelkan outlier (Ditago, *et al.*, 2013). Setelah diperoleh model dengan outlier yang terbaik, dapat digunakan untuk peramalan ke depan secara simultan.

Berdasarkan uraian yang telah dijelaskan, peneliti tertarik untuk melakukan penelitian menggunakan model fungsi transfer dengan outlier yang dititikberatkan pada data bivariat yaitu variable daya listrik dan banyaknya pelanggan PLN yang kemudian akan dilakukan peramalan.

## **1.2 Perumusan Masalah**

Pada penulisan Tugas Akhir ini, permasalahan yang akan dibahas yaitu :

1. Bagaimana memodelkan fungsi transfer dengan outlier untuk mengetahui hubungan antara daya listrik terhadap pelanggan listrik di Semarang Selatan ?
2. Bagaimana model fungsi transfer dengan outlier yang terbaik untuk mengetahui hubungan daya listrik terhadap pelanggan listrik di Semarang Selatan ?
3. Bagaimana meramalkan daya listrik menggunakan model fungsi transfer dengan outlier terbaik selama beberapa periode ke depan di Semarang Selatan ?

## **1.3 Batasan**

Permasalahan dalam penulisan Tugas Akhir ini dibatasi pada data daya listrik dan pelanggan di Semarang Selatan pada bulan Mei tahun 2011 sampai bulan Mei tahun 2016.

#### **1.4 Tujuan**

Tujuan dalam penelitian Tugas Akhir ini adalah :

1. Mendapatkan beberapa model fungsi transfer antara daya listrik terhadap pelanggan listrik di Semarang Selatan.
2. Mendapatkan model fungsi transfer yang terbaik antara daya listrik terhadap pelanggan listrik di Semarang Selatan.
3. Mengetahui outlier dalam model fungsi transfer terbaik antara daya listrik terhadap pelanggan listrik.
4. Mendapatkan model fungsi transfer dengan outlier yang terbaik.
5. Meramalkan daya listrik menggunakan model fungsi transfer dengan penambahan outlier terbaik selama beberapa periode ke depan di Semarang Selatan.