

**PERAMALAN BEBAN PEMAKAIAN LISTRIK JAWA TENGAH
DAN DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA DENGAN
MENGGUNAKAN *HYBRID AUTOREGRESSIVE INTEGRATED
MOVING AVERAGE – NEURAL NETWORK***



Disusun oleh :

Berta Elvionita Fitriani

24010211120005

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

2015

**PERAMALAN BEBAN PEMAKAIAN LISTRIK JAWA TENGAH
DAN DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA DENGAN
MENGUNAKAN *HYBRID AUTOREGRESSIVE INTEGRATED
MOVING AVERAGE – NEURAL NETWORK***

Oleh :

BERTA ELVIONITA FITRIANI

24010211120005

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar
Sarjana Sains pada Jurusan Statistika

**JURUSAN STATISTIKA
FAKULTAS SAINS DAN MATEMATIKA
UNIVERSITAS DIPONEGORO
SEMARANG
2015**

HALAMAN PENGESAHAN I

Judul : Peramalan Beban Pemakaian Listrik Jawa Tengah dan Daerah
Istimewa Yogyakarta dengan Menggunakan *Hybrid Autoregressive
Integrated Moving Average - Neural Network*

Nama : Berta Elvionita Fitriani

NIM : 24010211120005

Telah diujikan pada sidang Tugas Akhir tanggal 15 September 2015 dan
dinyatakan lulus pada tanggal 23 September 2015

Semarang, September 2015

Mengetahui,
Ketua Jurusan Statistika
FSM UNDIP

Panitia Penguji Ujian Tugas Akhir
Ketua,

Dra. Hj. Dwi Ispriyanti, M.Si
NIP. 195709141986032001

Di Asih I Maruddani, S.Si, M.Si
NIP. 197307111997022001

HALAMAN PENGESAHAN II

Judul : Peramalan Beban Pemakaian Listrik Jawa Tengah dan Daerah
Istimewa Yogyakarta dengan Menggunakan *Hybrid Autoregressive
Integrated Moving Average - Neural Network*

Nama : Berta Elvionita Fitriani

NIM : 24010211120005

Telah diujikan pada sidang Tugas Akhir tanggal 15 September 2015

Semarang, September 2015

Pembimbing I,

Pembimbing II,

Dra. Hj. Dwi Ispriyanti, M.Si
NIP. 195709141986032001

Alan Prahutama, S.Si, M.Si
NIP. 1988042120140401002

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini yang berjudul “Peramalan Beban Pemakai Listrik Jawa Tengah dan Daerah Istimewa Yogyakarta dengan Menggunakan *Hybrid Autoregressive Integrated Moving Average - Neural Network*”.

Penulis sadar tanpa ada dukungan dan kerjasama dari berbagai pihak, tugas akhir ini tidak akan 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 Jurusan Statistika Fakultas Sains dan Matematika Universitas Diponegoro dan dosen pembimbing I.
2. Bapak Alan Prahutama, S.Si, M.Si selaku dosen pembimbing II.
3. Dosen-dosen Jurusan Statistika Fakultas Sains dan Matematika Universitas Diponegoro.
4. Semua pihak yang telah membantu dalam penulisan Tugas Akhir ini, yang tidak dapat penulis sebutkan 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 2015

ABSTRAK

Kebutuhan akan tenaga listrik saat ini sangatlah tinggi, peralatan-peralatan elektronik baik dari rumah tangga maupun industri dan perusahaan membutuhkan listrik sebagai tenaga penggerak. Perusahaan Listrik Negara (PLN) distribusi Jawa Tengah dan Daerah Istimewa Yogyakarta sebagai perusahaan yang dibentuk dengan tujuan untuk menyelenggarakan usaha penyediaan tenaga listrik harus dapat menyediakan sistem penyedia tenaga listrik yang handal dan ekonomis. Tujuan dari penelitian ini adalah mendapatkan hasil peramalan data Beban Pemakaian Listrik Jawa Tengah dan Daerah Istimewa Yogyakarta 30 hari ke depan. Terdapat tiga metode peramalan dalam penelitian ini, yaitu peramalan dengan menggunakan *Neural Network*, dan *Hybrid ARIMA-NN*. Data yang digunakan adalah data Beban Pemakaian Listrik Jawa Tengah dan Daerah Istimewa Yogyakarta periode bulan Januari 2014 sampai November 2014. Keakuratan hasil peramalan diukur berdasarkan kriteria *MSE*, dimana model terbaik yang dipilih adalah model dengan nilai *MSE* terkecil. Berdasarkan hasil analisis diperoleh peramalan beban penggunaan listrik selama 30 hari ke depan, disimpulkan bahwa hasil peramalan menggunakan menggunakan model *Neural Network* lebih baik dibandingkan model *Hybrid ARIMA-NN*.

Kata Kunci: beban pemakaian listrik, peramalan beban pemakaian listrik, ARIMA, NN, *hybrid ARIMA-NN*

ABSTRACT

Excessive use of electronic devices in household and industry has made the demand of nation's electrical power increase significantly these days. As a corporation that aim to provide national electrical power, Perusahaan Listrik Negara (PLN) that distributes electrical power to Central Java and Yogyakarta has to be able to provide an economical and reliable system of electrical power provider. This study aimed to forecast data of electrical power usage in Central Java and Yogyakarta for the next 30 days. There were three forecasting methods used in this study; *Neural Networks* and *Hybrid ARIMA-NN*. The data used in this study was electrical power usage data in January 2014 - November 2014 in Central Java and Yogyakarta. The accuracy of the study was measured based on *MSE* criteria where the best model chosen was the model that has lowest MSE value. According to the result of the analysis, using *Neural Networks* model to forecast electrical power usage for the next 30 days has better forecasting result than *Hybrid ARIMA-NN* model.

Key Word : electrical power usage, forecasting of electrical power usage, ARIMA, NN, *hybrid ARIMA-NN*

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN I	ii
HALAMAN PENGESAHAN II	iii
KATA PENGANTAR	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR LAMPIRAN	xi
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Batasan Masalah	4
1.4 Tujuan Penelitian.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Analisis Runtun Waktu.....	6
2.2 Model ARIMA Box-Jenkins	7
2.2.1 Model <i>Autoregressive</i> (AR)	7
2.2.2 Model <i>Moving Average</i> (MA)	8
2.2.3 Model ARIMA	9
2.3 Runtun Waktu Musiman.....	10
2.4 Asumsi Runtun Waktu	11
2.5 <i>Neural Network</i>	16
2.5.1 <i>Komponen Neural Network</i>	17
2.5.2 <i>Arsitektur Neural Network</i>	20
2.5 <i>Backpropagation</i>	23
2.7 <i>Hybrid</i> ARIMA-NN	27
2.8 Pemilihan Model Terbaik	28

BAB III	METODOLOGI PENELITIAN	
3.1	Data.....	30
3.2	Metode Analisis.....	30
BAB IV	HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1	Data	35
4.2	Pemodelan dan Peramalan Beban Puncak Pemakaian Listrik	35
4.2.1	Model Peramalan dengan ARIMA	36
4.2.2	Model Peramalan dengan <i>Neural Network</i>	45
4.2.3	Model Peramalan dengan <i>Hybrid ARIMA-NN</i>	53
4.3	Perbandingan Model <i>Neural Network</i> , dan <i>Hybrid</i> ARIMA-NN.....	56
BAB V	KESIMPULAN	57
	DAFTAR PUSTAKA	58
	LAMPIRAN.....	60

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Penentuan Banyaknya <i>Hidden Layer</i>	21
Tabel 2. Uji Signifikansi Parameter Model ARIMA	39
Tabel 3. Uji Normalitas Residual Model ARIMA	40
Tabel 4. Uji Independensi Residual Model ARIMA	41
Tabel 5. Uji Homoskedastisitas Residual Model ARIMA	43
Tabel 6. Nilai MSE Model ARIMA	43
Tabel 7. Perbandingan Hasil Uji Model ARIMA	44
Tabel 8. Bobot Awal dari <i>Input</i> ke <i>Hidden Layer</i> (v_{hg})	47
Tabel 9. Bobot Awal dari <i>Hidden Layer</i> ke <i>Output</i> (w_{uh})	48
Tabel 10. Bobot Akhir dari <i>Input</i> ke <i>Hidden Layer</i> (v_{hg})	50
Tabel 11. Bobot Akhir dari <i>Hidden Layer</i> ke <i>Output</i> (w_{uh})	51
Tabel 12. Hasil Peramalan Beban Penggunaan Listrik 1 November 2014 sampai dengan 30 November 2014 dengan NN	52
Tabel 13. Hasil Peramalan Beban Penggunaan Listrik 1 November 2014 sampai dengan 30 November 2014 dengan <i>Hybrid</i> ARIMA-NN.	55
Tabel 14. Perbandingan Nilai MSE	56

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Fungsi Identitas (linier)	18
Gambar 2. Fungsi Sigmoid Biner (sigmoid logistik)	19
Gambar 3. Jaringan <i>Single Layer</i>	21
Gambar 4. Jaringan <i>Multi Layer</i>	22
Gambar 5. Arsitektur <i>Backpropagation</i>	23
Gambar 6. Diagram Alir Pemodelan	33
Gambar 7. Plot <i>Time Series</i> Beban Puncak Pemakaian Listrik.....	35
Gambar 8. Plot ACF dan PACF Data Awal (Z_t)	36
Gambar 9. Plot <i>Time Series</i> Setelah <i>Differencing</i>	37
Gambar 10. Plot ACF dan PACF Setelah <i>Differencing</i>	37
Gambar 11. Arsitektur Model NN Beban Pemakaian Listrik	46
Gambar 12. Plot PACF Residual SARIMA $(2,1,0)(0,1,1)^7$	54

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Data Beban Pemakaian Listrik Jawa Tengah dan Daerah Istimewa Yogyakarta Periode 1 Januari 2014 sampai dengan 31 November 2014	60
Lampiran 2. Pemodelan Beban Pemakaian Listrik Menggunakan ARIMA	62
Lampiran 3. Pemodelan Beban Pemakaian Listrik Menggunakan NN	67
Lampiran 4. Pemodelan Beban Pemakaian Listrik Menggunakan <i>Hybrid</i> ARIMA-NN	83
Lampiran 5. MSE Peramalan Menggunakan NN dan <i>Hybrid</i> ARIMA-NN	93

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kebutuhan akan tenaga listrik saat ini sangatlah tinggi, listrik memegang peranan penting di kehidupan masyarakat saat ini karena peralatan-peralatan elektronik baik dari rumah tangga maupun industri dan perusahaan membutuhkan listrik sebagai tenaga penggerak. Tenaga Listrik tidak dapat disimpan dalam skala besar, sehingga harus disediakan pada saat dibutuhkan. Apabila daya yang dikirim dari pembangkit jauh lebih besar daripada permintaan daya pada beban, maka akan timbul pemborosan energi pada perusahaan listrik. Sedangkan apabila daya yang dibangkitkan dan dikirimkan lebih rendah atau tidak memenuhi kebutuhan konsumen maka akan terjadi pemadaman, yang akibatnya merugikan pihak konsumen. Akibatnya timbul persoalan dalam menghadapi kebutuhan daya listrik yang tidak tetap dari waktu ke waktu dan bagaimana mengoperasikan suatu sistem tenaga listrik yang selalu dapat memenuhi permintaan daya pada setiap saat dengan kualitas baik.

Saat ini, pasokan listrik di Jawa Tengah dan Daerah Istimewa Yogyakarta sangat terbatas bahkan sudah melewati batas minimal pasokan aman. Batas minimal pasokan yang aman adalah 30 persen dari total kebutuhan energi, atau sekitar 12.000 MW dari total kebutuhan 40.000 MW. Sedangkan kondisi cadangan listrik masyarakat Jawa Tengah dan Daerah Istimewa Yogyakarta hanya tinggal 20 persen (www.dok.joglosemar.co). Mengingat kebutuhan akan ketersediaan tenaga listrik saat ini sangat tinggi, maka diperlukan adanya sistem penyedia tenaga listrik yang handal dan ekonomis. Langkah pertama yang harus

dilakukan Perusahaan Listrik Negara (PLN) distribusi Jawa Tengah dan Daerah Istimewa Yogyakarta sebagai perusahaan yang dibentuk dengan tujuan untuk menyelenggarakan usaha penyediaan tenaga listrik adalah harus mengetahui beban atau permintaan daya listrik di masa depan dengan melakukan perencanaan operasi sistem yang baik dan tepat. Salah satu langkah perencanaan operasi sistem tenaga listrik yang penting yaitu peramalan kebutuhan beban listrik.

Peramalan adalah kegiatan untuk memperkirakan apa yang akan terjadi di masa yang akan datang. Model *Autoregressive Integrated Moving Average* (ARIMA) dan *Neural Network* (NN) merupakan model yang digunakan dalam peramalan. Model ARIMA merupakan metode peramalan yang bersifat linier. Salah satu syarat data *time series* dimodelkan ARIMA adalah data tersebut harus stasioner. Salah satu pemodelan yang bersifat non linier adalah *Neural Network* (NN). NN merupakan sistem pemrosesan informasi yang mempunyai karakteristik mirip jaringan syaraf biologis. Salah satu algoritma pada NN adalah algoritma *backpropagation*. Algoritma *backpropagation* merupakan algoritma pembelajaran terawasi dengan banyak lapisan untuk mengubah bobot-bobot yang terhubung dengan neuron-neuron yang ada pada lapisan tersembunyinya (*hidden layer*). Untuk mengatasi keterbatasan ARIMA, dapat dibentuk juga model gabungan antara ARIMA dengan model NN yang akan menghasilkan model *hybrid* ARIMA-NN. Menurut Zhang (2003), pada pemodelan *hybrid* ARIMA-NN data dimodelkan dengan ARIMA, sedangkan residual dari model ARIMA dimodelkan dengan NN. Dalam *hybrid* ARIMA-NN terdapat dua komponen yang harus diestimasi dari data, yaitu model ARIMA digunakan untuk menyelesaikan kasus yang linier dan residual dari model yang linier masih mengandung informasi

hubungan non-linier dimodelkan menggunakan NN. Namun, semakin kompleks metode yang digunakan belum tentu metode tersebut menghasilkan akurasi yang lebih baik dibandingkan metode sederhana (klasik). Hal ini disebutkan dalam hasil *M3 Competition* (Makridakis dan Hibon, 2000) yaitu :

- a) metode statistika yang canggih atau kompleks tidak memberikan akurasi yang lebih baik dibandingkan metode yang sederhana,
- b) ranking relatif dari performansi metode-metode peramalan bervariasi dan bergantung pada ukuran akurasi yang digunakan,
- c) akurasi ketika beberapa metode peramalan dikombinasikan, misalnya metode individu yang dikombinasikan, akan menghasilkan akurasi lebih baik jika dibandingkan dengan metode lain, dan
- d) akurasi dari metode bergantung pada panjang horizon ramalan.

Berdasarkan hasil *M3 Competition* tersebut, dalam penelitian ini akan digunakan metode ARIMA dan NN sebagai model individu serta model *hybrid* sebagai model kombinasi untuk meramalkan beban pemakaian listrik Jawa Tengah dan Daerah Istimewa Yogyakarta. Keakuratan model dalam peramalan diukur berdasarkan kriteria MSE dimana model terbaik yang dipilih adalah model dengan MSE terkecil.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang penelitian ini, maka permasalahan dalam penelitian ini dirumuskan sebagai berikut :

1. Bagaimana model peramalan dari data Beban Pemakaian Listrik Jawa Tengah dan Daerah Istimewa Yogyakarta dengan menggunakan model ARIMA.
2. Bagaimana model peramalan dari data Beban Pemakaian Listrik Jawa Tengah dan Daerah Istimewa Yogyakarta dengan menggunakan NN .
3. Bagaimana model peramalan dari data Beban Pemakaian Listrik Jawa Tengah dan Daerah Istimewa Yogyakarta dengan menggunakan *hybrid* ARIMA-NN.
4. Bagaimana akurasi ramalan data Beban Pemakaian Listrik Jawa Tengah dan Daerah Istimewa Yogyakarta hasil *hybrid* ARIMA – NN dibandingkan metode NN.

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penulisan tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Data yang akan digunakan dalam tugas akhir ini adalah data beban pemakaian listrik Jawa Tengah dan Daerah Istimewa Yogyakarta Januari 2014 sampai dengan November 2014.
2. Peramalan beban pemakaian listrik Jawa Tengah dan Daerah Istimewa Yogyakarta menggunakan model NN dan *hybrid* ARIMA-NN.

3. Algoritma pada NN yang akan digunakan untuk melakukan prediksi peramalan beban pemakaian listrik Jawa Tengah dan Daerah Istimewa Yogyakarta adalah *backpropagation*.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini berdasarkan uraian latar belakang yaitu mendapatkan hasil peramalan yang akurat berdasarkan model terbaik untuk data Beban Pemakaian Listrik Jawa Tengah dan Daerah Istimewa Yogyakarta selama satu bulan kedepan. Sehingga tujuan dalam penelitian ini dapat diuraikan sebagai berikut:

1. Mendapatkan model peramalan data Beban Pemakaian Listrik Jawa Tengah dan Daerah Istimewa Yogyakarta dengan menggunakan model ARIMA.
2. Mendapatkan model peramalan data Beban Pemakaian Listrik Jawa Tengah dan Daerah Istimewa Yogyakarta dengan menggunakan NN.
3. Mendapatkan model peramalan data Beban Pemakaian Listrik Jawa Tengah dan Daerah Istimewa Yogyakarta dengan menggunakan *hybrid* ARIMA-NN.
4. Membandingkan akurasi hasil peramalan data Beban Pemakaian Listrik Jawa Tengah dan Daerah Istimewa Yogyakarta model NN dan *hybrid* ARIMA – NN.