

Pemodelan Kebutuhan Daya Listrik Di PT. PLN (Persero) Area Pontianak dengan Menggunakan Metode Gauss-Newton

Mei Sari Soleha¹⁾, Joko Sampurno^{1*)}, Boni Pahlanop Lapanporo¹⁾

¹⁾Program Studi Fisika Jurusan Fisika FMIPA Universitas Tanjungpura

Jl.Prof.Dr.H.Hadari Nawawi Pontianak

*Email: jokosampurno@physics.untan.ac.id

Abstrak

Telah dilakukan penelitian mengenai pemodelan kebutuhan daya listrik di PT. PLN (Persero) Area Pontianak. Pemodelan ini menggunakan metode Gauss-Newton. Konsumen daya listrik tersambung ini dibagi menjadi 5 jenis, yaitu jenis pelanggan sosial, jenis pelanggan rumah tangga, jenis pelanggan bisnis, jenis pelanggan industri, dan jenis pelanggan pemerintahan. Fungsi persamaan matematika untuk kelima jenis pelanggan yang telah didapatkan dari hasil pemodelan yaitu: Eksponensial Orde 1; Polinomial Orde 4; Polinomial Orde 7; Polinomial Orde 2 dan Polinomial Orde 6. Dengan nilai koefisien korelasi hasil validasi masing-masing yaitu; 0,81; 0,80; 0,92; 0,89 dan 0,93. Sedangkan nilai RMSE untuk kelima jenis pelanggan konsumen tersebut yaitu : $6,85 \times 10^5$; $3,05 \times 10^5$; $1,06 \times 10^7$; $2,38 \times 10^5$ dan $3,55 \times 10^5$. Hasil prediksi di tahun 2015 hingga tahun 2017 menunjukkan bahwa peningkatan jumlah daya listrik tersambung yang paling tinggi adalah konsumen dari pelanggan bisnis dengan rata-rata laju pertumbuhan sebesar 136,5 % per tahun.

Kata Kunci: *Pemodelan, Gauss-Newton, Daya listrik Tersambung, PT. PLN (Persero) Area Pontianak*

1. Latar Belakang

Indonesia sebagai salah satu negara berkembang tidak lepas dari pendayagunaan energi yang salah satunya energi listrik. Persentase penggunaan energi listrik ini mencapai 55% dari total kebutuhan final. Selama kurun waktu tahun 2000-2011 pemanfaatan energi listrik di Indonesia meningkat cukup tinggi dengan laju pertumbuhan sebesar 8,4 % pertahun (Kusumawati dan Kuswanto, 2014).

PLN (Perusahaan Listrik Negara) selaku penyalur energi listrik ke masyarakat telah menjadi perusahaan penting dalam peningkatan perekonomian negara. Seringkali tingkat konsumsi listrik perkapita digunakan sebagai salah satu indikator yang menunjukkan sejauh mana tingkat kesejahteraan masyarakat secara nasional.

Adapun penyaluran energi listrik ini dikategorikan kedalam 5 jenis pelanggan yaitu di antaranya rumah tangga, industri, bidang sosial, pemerintahan, dan bisnis. Perbedaan jenis pelanggan ini yang akan mempengaruhi daya listrik yang ditansfer sehingga daya yang dialirkan dan daya yang digunakan pun dapat berbeda.

Jumlah daya yang dihasilkan pembangkit harus menyesuaikan kebutuhan daya yang ada pada konsumen. Untuk mengetahui seberapa besar daya yang harus disalurkan ke konsumen, PLN memerlukan suatu perencanaan dengan menggunakan metode pemodelan beban daya agar daya yang ditransmisikan tepat sasaran dan tepat ukuran (Khair, 2011). Hasim (2008)

menyatakan jika PLN selama ini menggunakan metode koefisien beban untuk memprediksi kebutuhan beban listrik. Namun metode ini dirasa kurang baik karena perhitungan dengan metode ini didasarkan pada pengalaman-empiris perencana penyedia listrik yang relatif sulit dilakukan terutama dalam hal koreksi-koreksi yang perlu dilakukan terhadap perubahan beban. Oleh karena itu Hasim (2008) mencoba untuk membangun suatu model prediksi beban listrik jangka pendek menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan (JST) dengan algoritma pembelajaran *backpropagation* dan fungsi aktivasi sigmoid. Lingkup pengambilan data penelitian dibatasi beban listrik pada wilayah kerja Kota Pontianak. Syeto, dkk (2010) juga menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan (JST) dengan metode Kohonen untuk menyelesaikan permasalahan beban listrik di daerah Jawa Timur dan Bali.

Pada Penelitian ini telah dimodelkan daya listrik tersambung yang digunakan oleh konsumen. Pemodelan ini bertujuan untuk mendapatkan fungsi persamaan yang dapat digunakan untuk mengestimasi atau memperkirakan penggunaan beban daya listrik tersambung di masa yang akan datang untuk menjamin keberlangsungan pelayanan energi listrik baik dari sisi pengembangan pembangkit maupun distribusi (Tinto, dkk., 2013). Salah satu faktor yang sangat menentukan dalam membuat rencana operasi sistem tenaga listrik adalah prakiraan beban listrik yang akan ditanggung oleh sistem tenaga listrik yang bersangkutan (Syafuruddin, dkk., 2014). Adapun

metode yang digunakan dalam pemodelan adalah metode Gauss-Newton.

2. Metodologi

2.1 Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data sekunder beban daya listrik tersambung (batas daya yang dapat digunakan oleh pelanggan setiap saat dan tercatat di PT PLN serta menjadi dasar perhitungan biaya beban) yang berbentuk *time-series* (berbasis waktu) selama 11 tahun pada tahun 2004 sampai dengan 2014. Data yang digunakan berasal dari PT. PLN (Persero) Area Pontianak (Rayon Kota, Mempawah, Ngabang, Sui. Kakap, Sui Jawi, Siantan dan Rasau).

2.2 Metode Pengolahan data

Data yang telah dikumpulkan akan diolah melalui beberapa tahapan, yaitu:

a. Penentuan Pola

Karakteristik pola data dilakukan dengan menggunakan metode regresi, untuk menentukan bentuk kurva apakah kurva berbentuk linier atau non-linier.

b. Pemodelan Pola

b.1 Pencocokan Kurva

Data observasi beban daya listrik yang ada diplot dan dibuat kurvanya. Kurva ini kemudian dicocokkan dengan beberapa fungsi matematika. Adapun fungsi matematika yang akan digunakan sebagai pendekatan adalah fungsi eksponensial dan fungsi polinomial. Berikut ini persamaan umum dari kedua fungsi tersebut (Zulfisari, 2012):

Fungsi eksponensial :

$$F(x) = ae^{bx} \quad (1)$$

Fungsi polinomial :

$$F(x) = p_0 + p_1x + p_2x^2 + \dots + p_nx^n \quad (2)$$

Dengan n adalah derajat suku banyak, sedangkan a, b dan p merupakan konstanta.

b.2 Estimasi

Estimasi data akan dihitung menggunakan metode Gauss-Newton. Pada pencocokan kurva sebelumnya akan didapatkan *initial value*, yang kemudian akan digunakan pada proses estimasi. Pada proses estimasi parameter model atau initial value tersebut akan digunakan atau diinput ke dalam fungsi matematika yang di dapatkan di pencocokan kurva, kemudian didapatkan model matematika. Estimasi akan diterima jika korelasi antara data observasi dengan data model berhubungan kuat yaitu bernilai $\geq 0,6$ dan jika $\leq 0,6$ maka akan

dilakukan lagi modifikasi fungsi Persamaan Matematika (*Forward Modelling*).

b.3 Validasi Data

Pada proses validasi data ini dilakukan pengkorelasi antara data model dengan data observasi untuk mengetahui tingkat hubungan di antara keduanya. Adapun data yang digunakan adalah data di tahun 2014.

2.3 Menghitung Laju Pertumbuhan dan Rata-Rata Laju Pertumbuhan

Laju pertumbuhan (*growth*) suatu variabel merupakan pertumbuhan variabel tiap tahun. Maka dapat diformulasikan pertumbuhan (g) sebagai berikut (Harifuddin, 2007):

$$\text{Laju pertumbuhan (g)} = \frac{x'' - x'}{x'} \times 100\% \quad (3)$$

Dimana:

x'' = Daya Listrik atau Variabel tahun sekarang

x' = Daya Listrik atau Variabel tahun sebelumnya

Persamaan 3 digunakan apabila data yang dimasukkan berjumlah 2 tahun saja. Jika data lebih dari 2 tahun maka laju pertumbuhan diambil dari rata-rata laju pertumbuhan pertahun. Jika terdapat sejumlah n laju pertumbuhan maka formulasinya dapat dinyatakan dalam persamaan 4:

Rata-rata laju pertumbuhan:

$$(g) = \left[\frac{\sum g_{\text{pertahun}}}{n} \right] \quad (4)$$

2.4 Root Mean Square Error (RMSE)

RMSE merupakan nilai akar rata-rata kuadrat terkecil kesalahan dari penelitian, yaitu akar jumlah dari selisih data observasi dengan data kalkulasi kuadrat dibagi dengan jumlah data. Adapun persamaan untuk mencari RMSE adalah sebagai berikut (Grandis, 2009) :

$$\text{RMSE} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (d_{\text{obs}} - d_{\text{cal}})^2}{n}} \quad (5)$$

Keterangan: d_{obs} = Data Observasi

d_{cal} = Data Kalkulasi

n = Jumlah Data

2.5 Koefisien Korelasi

Teknik korelasi ini digunakan untuk mencari hubungan dan membuktikan hipotesis hubungan dua variabel bila data kedua variabel berbentuk interval atau ratio, dan sumber data dari dua variabel atau lebih tersebut adalah sama. Koefisien korelasi positif terbesar = 1 dan

koefisien korelasi negatif terbesar = -1 , sedangkan yang terkecil adalah 0.

Berikut ini rumus yang paling sederhana yang dapat digunakan untuk menghitung koefisien korelasi : (Sugiyono, 2007)

$$r_{xy} = \frac{\sum xy}{\sqrt{\sum x^2 \sum y^2}} \quad (6)$$

Dimana:

X = Data Observasi dengan $x = (X_i - \bar{x})$

Y = Data Model dengan $y = (Y_i - \bar{y})$

\bar{x} = Rata-Rata X

\bar{y} = Rata-Rata Y

3. Hasil dan Pembahasan

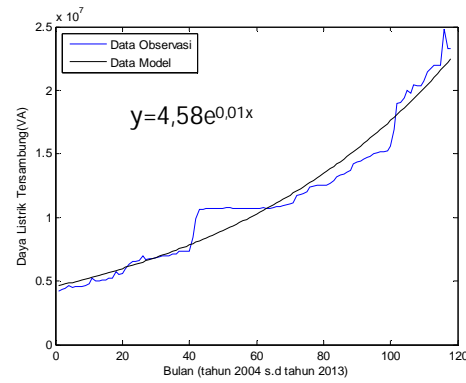
3.1 Daya Listrik Pelanggan Sosial

Pada tahap awal sebelum melakukan estimasi menggunakan metode Gauss-Newton, terlebih dahulu menentukan *initial value* atau tebakan awal dengan *curve fitting tool*. Setelah mendapatkan tebakan awal atau *initial value*, kemudian *initial value* tersebut di-input ke dalam fungsi persamaan yang akan digunakan. Untuk data daya listrik pelanggan sosial ini, dilakukanlah simulasi yang menggunakan fungsi eksponensial orde 1 hingga orde 2, sedangkan untuk fungsi polinomial dilakukan simulasi dari orde 1 hingga orde 9. Dari proses simulasi didapatkan hasil jika fungsi persamaan eksponensial orde 1 lebih baik dalam memodelkan data. Adapun hasilnya dapat dilihat pada Tabel 1 berikut ini:

Tabel 1 Hasil Koefisien Korelasi dan RMSE Data Daya Listrik Pelanggan Sosial

Korelasi Estimasi	RMSE Estimasi	Korelasi Validasi	RMSE Validasi
0,98	$1,02 \times 10^5$	0,81	$6,83 \times 10^5$

Adapun *initial value* atau tebakan awal yang digunakan dalam persamaan eksponensial orde 1 ini adalah : $a = 4,58 \times 10^6$ dan $b = 0,01$. Tahap selanjutnya, *initial value* atau tebakan awal tersebut digunakan dalam tahapan estimasi dengan metode Gauss-Newton yang akan di-input ke dalam persamaan eksponensial orde 1 untuk mendapatkan parameter model yang dianggap mampu untuk menghasilkan data model atau data observasi seperti yang terlihat pada Gambar 1.

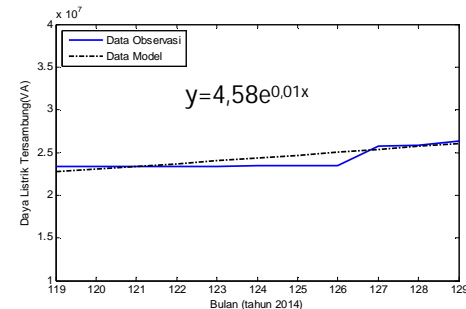


Gambar 1. Grafik Kebutuhan Daya Listrik Pelanggan Sosial

Gambar 1 merupakan grafik kebutuhan daya listrik pelanggan sosial berdasarkan data observasi dan data model. Secara umum data model yang dihasilkan mampu menghasilkan pola yang menyerupai pola data observasi walaupun untuk beberapa titik data model yang dihasilkan belum mampu mendekati nilai data observasi secara maksimal.

Adapun parameter model yang didapatkan dari tahapan estimasi yaitu : $a = 4,58 \times 10^6$ dan $b = 0,01$. Dengan nilai koefisien korelasi estimasi 0,98 dan RMSE $1,02 \times 10^5$.

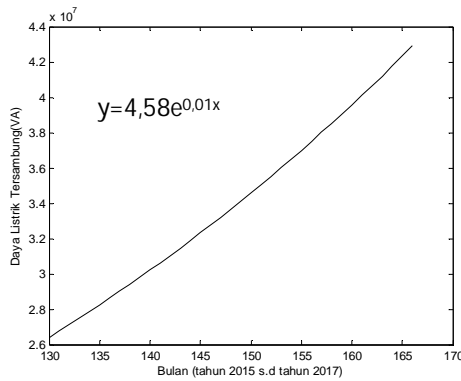
Tahapan selanjutnya adalah tahap validasi, pada tahap ini menggunakan data daya kebutuhan listrik tahun 2014. Validasi dilakukan untuk menguji keakuratan data model dan data observasi. Parameter model yang didapatkan dari proses estimasi akan digunakan dalam tahapan validasi. Parameter model tersebut di-input ke dalam Persamaan 1 sehingga di dapatkan data model yang divalidasi. Pada tahapan ini didapatkan hasil koefisien korelasi validasi dengan nilai 0,81 dan RMSE validasinya $6,85 \times 10^5$. Berikut Gambar 2 yang merupakan grafik beban kebutuhan daya listrik yang divalidasi:



Gambar 2. Grafik Validasi Model Tahun 2014

Selanjutnya parameter model ini digunakan untuk memprediksi data kebutuhan daya listrik untuk tahun berikutnya. Adapun

prediksi data kebutuhan daya listrik tersebut dapat dilihat di Gambar 3.



Gambar 3. Grafik Prediksi Kebutuhan Daya Listrik Tahun 2015 s.d Tahun 2017

Pada Gambar 3 terlihat jika daya listrik tersambung untuk pelanggan sosial akan mengalami kenaikan setiap bulannya. Dari hasil estimasi daya listrik tersambung untuk jenis pelanggan sosial diperoleh bahwa jumlah daya listrik tersambung dari tahun 2015 hingga tahun 2017 mengalami peningkatan yang linier dengan laju pertumbuhannya sebesar 17,59 % pertahun.

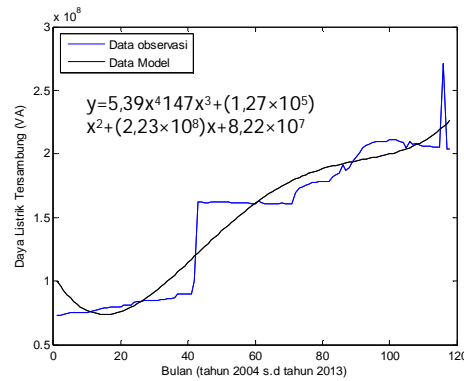
3.2 Daya Listrik Pelanggan Rumah Tangga

Tahap pertama yang dilakukan yaitu menentukan *initial value* atau tebakan awal dengan *curve fitting tool*. Kemudian melakukan tahapan estimasi dengan menggunakan metode gauss-newton. Dari hasil estimasi diperoleh bahwa persamaan yang mampu memodelkan data observasi adalah fungsi persamaan polinomial orde 4. Hasil yang diperoleh dari pemodelan data dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 2 Hasil Koefisien Korelasi dan RMSE Data Daya Listrik Pelanggan Rumah Tangga

Korelasi Estimasi	RMSE Estimasi	Korelasi Validasi	RMSE Validasi
0,96	$1,42 \times 10^7$	0,80	$3,05 \times 10^7$

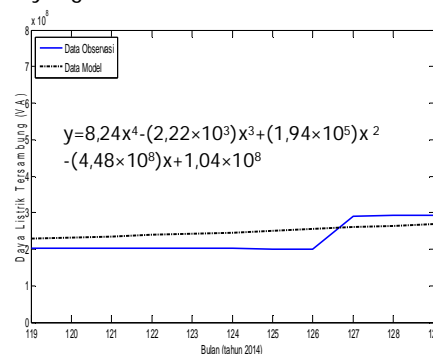
Initial value atau tebakan awal yang digunakan dalam persamaan polinomial orde 4 ini adalah: $p_1 = 5,39$; $p_2 = -147$; $p_3 = 1,27 \times 10^5$; $p_4 = -2,23 \times 10^8$; $p_5 = 8,22 \times 10^7$. Tahap selanjutnya adalah estimasi dengan metode Gauss-Newton. *Initial value* tersebut di-input ke dalam Persaman 2 untuk mendapatkan parameter model yang dianggap mampu untuk menghasilkan data model seperti yang terlihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Grafik Kebutuhan Daya Listrik Pelanggan Rumah Tangga

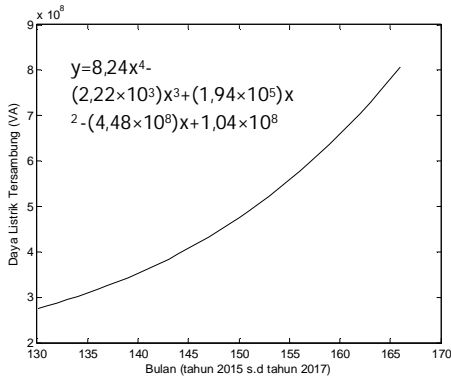
Parameter model yang didapatkan dalam tahapan estimasi yaitu: $p_1 = 8,24$; $p_2 = -2,22 \times 10^3$; $p_3 = 1,94 \times 10^7$; $p_4 = -4,48 \times 10^8$; $p_5 = 1,04 \times 10^8$. Yang menghasilkan nilai koefisien korelasi estimasi sebesar 0,96 dan nilai RMSE $1,42 \times 10^7$.

Tahapan selanjutnya adalah tahap validasi. Pada tahap ini data yang digunakan untuk validasi adalah data daya kebutuhan listrik tahun 2014. Validasi dilakukan untuk menguji keakuratan data model dan data observasi. Parameter model yang didapatkan dari proses estimasi akan digunakan dalam tahap validasi. Parameter model tersebut di-input ke dalam persamaan 2 sehingga didapatkan data model yang divalidasi. Nilai koefisien korelasi validasi yang dihasilkan yaitu 0,80 dengan nilai RMSE nya $3,05 \times 10^7$. Berikut Gambar 5 yang merupakan grafik kebutuhan beban daya listrik yang divalidasi:



Gambar 5. Grafik Validasi Model Tahun 2014

Selanjutnya parameter model ini digunakan untuk memprediksi data beban kebutuhan daya listrik untuk tahun berikutnya. Adapun prediksi data kebutuhan daya listrik dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Prediksi Kebutuhan Daya Listrik Tahun 2015 s.d Tahun 2017

Dari Gambar 6 terlihat jika penggunaan kebutuhan daya listrik pelanggan rumah tangga akan terus meningkat setiap bulan dengan peningkatan yang signifikan dari tahun 2015 hingga tahun 2017 dengan laju pertumbuhan sebesar 44,59 % pertahun.

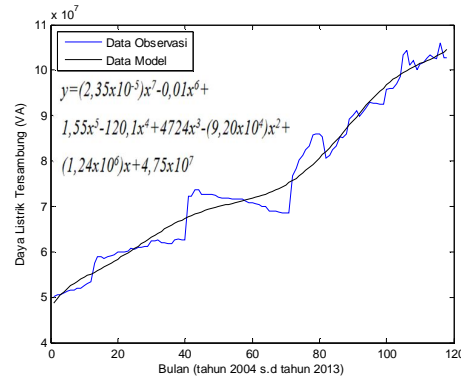
3.3 Daya Listrik Pelanggan Bisnis

Untuk data observasi ini, dilakukan simulasi menggunakan fungsi eksponensial orde 1 dan orde 2, sedangkan untuk fungsi polinomial digunakan dari orde 1 hingga orde 9. Dari simulasi diperoleh hasil jika fungsi persamaan polinomial orde 7 mampu memodelkan data observasi. Hasil yang diperoleh dari proses simulasi dapat dilihat pada Tabel 3 berikut ini:

Tabel 3 Hasil Koefisien Korelasi dan RMSE Data Daya Listrik Pelanggan Bisnis

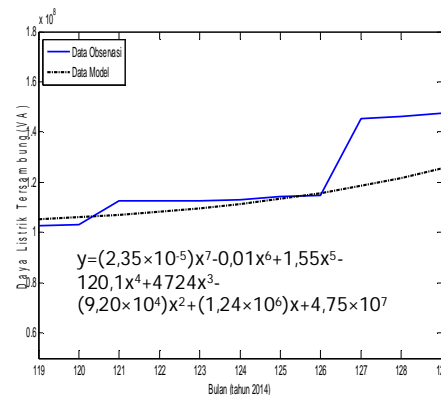
Korelasi Estimasi	RMSE Estimasi	Korelasi Validasi	RMSE Validasi
0,99	$2,70 \times 10^6$	0,92	$1,06 \times 10^7$

Initial value yang digunakan dalam fungsi persamaan polinomial orde 7 ini adalah : $p_1 = -2,35 \times 10^5$; $p_2 = -0,01$; $p_3 = 1,55$; $p_4 = -120,1$; $p_5 = 4724$; $p_6 = -9,20 \times 10^4$; $p_7 = 1,24 \times 10^6$; $p_8 = 4,75 \times 10^7$. Tahap selanjutnya, *initial value* tersebut digunakan dalam tahapan estimasi dengan metode Gauss-Newton yang akan diinput ke dalam Persamaan 2 untuk mendapatkan parameter model yang dianggap mampu untuk menghasilkan data model dari data observasi seperti yang terlihat pada Gambar 7.



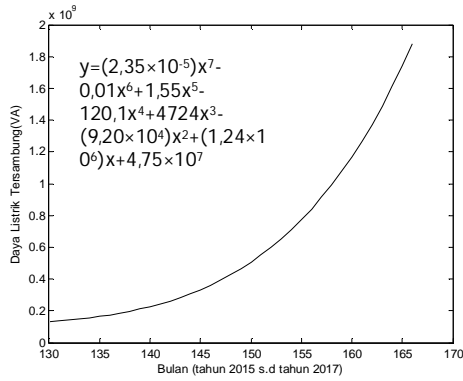
Gambar 7. Grafik Kebutuhan Daya Listrik Pelanggan Bisnis

Adapun parameter model yang didapatkan dalam tahapan estimasi yaitu : $p_1 = -2,35 \times 10^5$; $p_2 = -0,01$; $p_3 = 1,55$; $p_4 = -120,1$; $p_5 = 4724$; $p_6 = -9,20 \times 10^4$; $p_7 = 1,24 \times 10^6$; $p_8 = 4,75 \times 10^7$. Dengan nilai koefisien korelasi estimasi 0,99 dan RMSE $2,70 \times 10^6$. Tahapan selanjutnya adalah tahap validasi, pada tahap ini data yang digunakan sebagai validasi adalah data kebutuhan daya listrik di tahun 2014. Validasi dilakukan untuk menguji keakuratan data model dan data observasi. Parameter model yang didapatkan dari proses estimasi digunakan dalam tahapan validasi. Parameter model tersebut di-input ke dalam Persamaan 2 sehingga didapatkan data model yang divalidasi. Pada tahapan ini dihasilkan nilai koefisien korelasi validasi sebesar 0,92 dengan nilai RMSE-nya $1,06 \times 10^7$. Berikut Gambar 8 yang merupakan grafik kebutuhan daya listrik yang divalidasi:



Gambar 8. Grafik Validasi Model Tahun 2014

Selanjutnya parameter model yang didapatkan digunakan untuk memprediksi kebutuhan daya listrik untuk tahun berikutnya. Adapun prediksi data kebutuhan daya listrik tersebut dapat dilihat di Gambar 9.



Gambar 9. Grafik Prediksi Kebutuhan Daya Listrik Tahun 2015 s.d Tahun 2017

Dari Gambar 9 dapat dilihat jika kebutuhan daya listrik pelanggan bisnis akan mengalami peningkatan seiring berjalannya waktu. Dari hasil estimasi diperoleh bahwa jumlah daya listrik tersambung dari tahun 2015 hingga tahun 2017 mengalami peningkatan yang signifikan dengan nilai rata-rata laju pertumbuhannya sebesar 136,55 % pertahun.

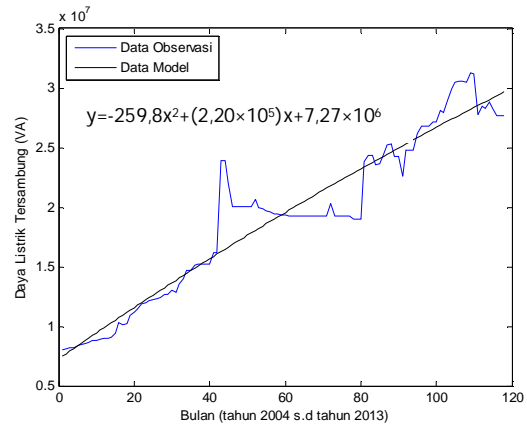
3.4 Daya Listrik Pelanggan Industri

Untuk data daya listrik pelanggan industri ini, juga dilakukan simulasi menggunakan fungsi persamaan ekponensial orde 1 dan orde 2, serta menggunakan fungsi persamaan polinomial dari orde 1 hingga orde 9. Dari simulasi didapatkan hasil jika fungsi persamaan polinomial orde 2 lebih baik dalam memodelkan data. Hasil yang diperoleh dari proses pemodelan dapat dilihat pada Tabel 4 di bawah ini:

Tabel 4 Hasil Koefisien Korelasi dan RMSE Data Daya Listrik Pelanggan Industri

Korelasi Estimasi	RMSE Estimasi	Korelasi Validasi	RMSE Validasi
0,96	$1,90 \times 10^6$	0,88	$2,38 \times 10^5$

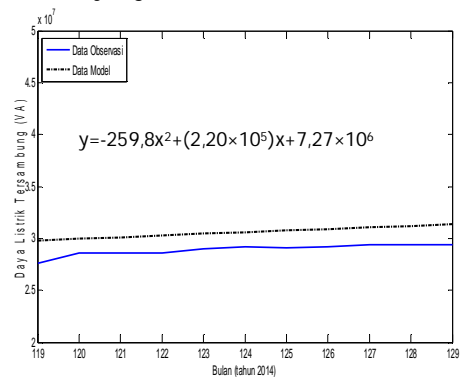
Untuk memodelkan data daya listrik pelanggan industri ini digunakanlah fungsi persamaan polinomial orde 2 dengan *initial value* atau tebakan awal sebagai berikut: $p_1 = -259,8$; $p_2 = 2,20 \times 10^5$; $p_3 = 7,27 \times 10^6$. Kemudian, *initial value* tersebut digunakan dalam tahapan estimasi dengan metode Gauss-Newton yang akan di-input ke dalam Persamaan 2 untuk mendapatkan parameter model yang dianggap mampu untuk menghasilkan data model berdasarkan data observasi seperti pada Gambar 10.



Gambar 10. Grafik Kebutuhan Daya Listrik Pelanggan industri

Gambar 10 merupakan grafik kebutuhan daya listrik pelanggan industri berdasarkan data observasi dan data model. Dapat dilihat jika data model yang dihasilkan merupakan garis linier, yang menyerupai pola data observasi walaupun untuk beberapa titik data model yang dihasilkan belum cukup mendekati nilai data observasi. Dalam tahapan estimasi didapatkan parameter model yang nilainya tidak jauh dari *initial value*.

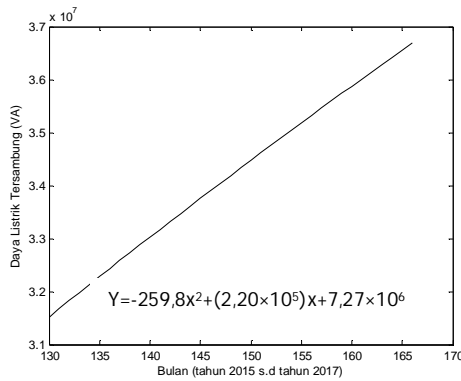
Adapun parameter model tersebut yaitu: $p_1 = -259,8$; $p_2 = 2,20 \times 10^5$; $p_3 = 7,27 \times 10^6$. Nilai koefisien korelasi estimasi yang dihasilkan yaitu 0,96 dengan nilai RMSE $1,90 \times 10^6$. Kemudian parameter model yang telah didapatkan digunakan dalam tahapan validasi. Pada tahap ini data yang digunakan adalah data kebutuhan daya listrik tahun 2014. Tujuan dari tahap validasi ini untuk menguji keakuratan data model dan data observasi. Dalam tahap ini dihasilkan koefisien korelasi validasi sebesar 0,88 dengan nilai RMSE $2,38 \times 10^5$. Berikut Gambar 11 yang merupakan grafik kebutuhan daya listrik yang divalidasi:



Gambar 11. Grafik Validasi Model Tahun 2014

Selanjutnya parameter model tersebut digunakan untuk memprediksi data kebutuhan daya listrik untuk tahun berikutnya. Adapun

prediksi data kebutuhan daya listrik tersebut dapat dilihat pada Gambar 12.



Gambar 12. Grafik Prediksi Kebutuhan Daya Listrik Tahun 2015 s.d Tahun 2017

Dari Gambar 12 dapat dilihat jika untuk prediksi kebutuhan daya listrik kedepannya akan selalu semakin meningkat. Dan dari hasil estimasi diperoleh jika jumlah daya listrik tersambung dari tahun 2015 hingga tahun 2017 mengalami peningkatan linier dengan rata-rata laju pertumbuhan sebesar 5,15 % pertahun.

3.5 Daya Listrik Pelanggan Pemerintahan

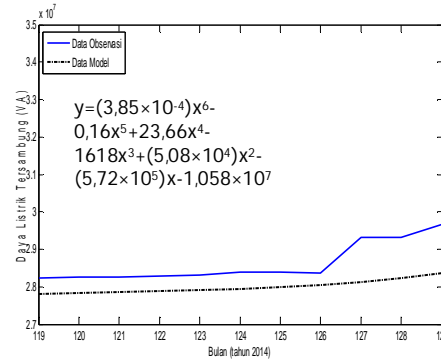
Untuk data daya listrik pelanggan pemerintahan ini, dilakukanlah simulasi yang menggunakan fungsi persamaan eksponensial orde 1 hingga orde 2, sedangkan untuk fungsi persamaan polinomial dilakukan simulasi dari orde 1 hingga orde 9. Dari hasil simulasi didapatkanlah hasil jika fungsi persamaan polinomial orde 6 dapat memodelkan data observasi. Hasil yang diperoleh dari proses pemodelan dapat dilihat pada Tabel 5 berikut ini:

Tabel 5 Hasil Korelasi dan RMSE Data Daya Listrik Pelanggan Pemerintahan

Korelasi Estimasi	RMSE Estimasi	Korelasi Validasi	RMSE Validasi
0,99	1,06 x 10 ⁶	0,94	3,55 x 10 ⁵

Adapun *initial value* atau tebakan awal yang digunakan dalam persamaan polinomial orde 6 ini adalah : $p_1 = 3,85 \times 10^{-4}$; $p_2 = -0,16$; $p_3 = 23,66$; $p_4 = -1618$; $p_5 = 5,08 \times 10^4$; $p_6 = -5,72 \times 10^5$; $p_7 = 1,058 \times 10^7$. Tahap selanjutnya, *initial value* atau tebakan awal tersebut digunakan dalam tahapan estimasi dengan metode Gauss-Newton yang akan di-input ke dalam Persamaan 2 untuk mendapatkan parameter model yang dianggap mampu untuk menghasilkan data model berdasarkan data

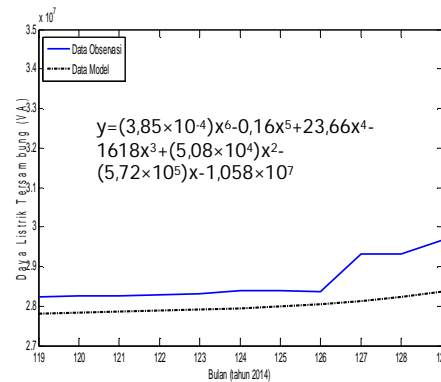
observasi seperti yang terlihat pada Gambar 13 di bawah ini.



Gambar 13. Grafik Kebutuhan Daya Listrik Pelanggan Pemerintahan

Gambar 13 merupakan grafik kebutuhan daya listrik pelanggan sosial berdasarkan data observasi dan data model. Secara umum data model yang dihasilkan mampu menghasilkan pola yang menyerupai pola data observasi.

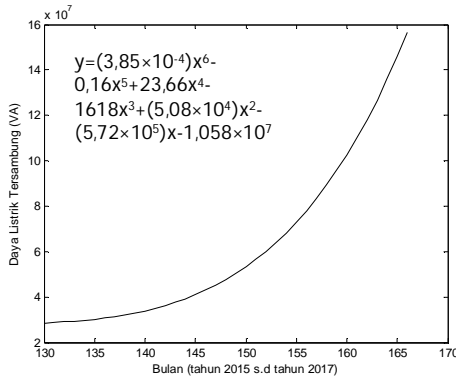
Dalam tahapan estimasi didapatkan parameter model yaitu sebagai berikut : $p_1 = 3,85 \times 10^{-4}$; $p_2 = -0,16$; $p_3 = 23,66$; $p_4 = -1618$; $p_5 = 5,08 \times 10^4$; $p_6 = -5,72 \times 10^5$; $p_7 = 1,058 \times 10^7$. Dengan nilai koefesien korelasi estimasi 0,986 dan RMSE $1,06 \times 10^6$. Tahapan selanjutnya adalah tahap validasi, pada tahap ini menggunakan data daya kebutuhan listrik tahun 2014. Validasi dilakukan untuk menguji keakuratan data model dan data observasi. Parameter model yang didapatkan dari proses estimasi akan digunakan dalam tahapan validasi. Parameter model tersebut di-input ke dalam Persamaan 2 sehingga didapatkan data model yang divalidasi. Pada tahapan ini didapatkan hasil koefesien korelasi validasi dengan nilai 0,9387 dan RMSE validasinya $3,55 \times 10^5$. Berikut Gambar 14 yang merupakan grafik kebutuhan daya listrik yang divalidasi:



Gambar 14. Grafik Validasi Model Tahun 2014

Selanjutnya parameter model yang telah didapatkan akan digunakan untuk memprediksi

data kebutuhan daya listrik untuk tahun berikutnya. Adapun prediksi data kebutuhan daya listrik tersebut dapat dilihat pada Gambar 15.



Gambar 15. Grafik Prediksi Kebutuhan Daya Listrik Tahun 2015 s.d Tahun 2017

Dari Gambar 15 dapat dilihat jika kebutuhan daya listrik pelanggan pemerintah ini akan mengalami kenaikan. Dengan peningkatan sebesar 89,17 % dari tahun 2015 hingga tahun 2017.

4. Kesimpulan

Dari penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa fungsi persamaan yang tepat untuk memodelkan lima jenis pelanggan daya listrik (sosial, rumah tangga, bisnis, industri dan pemerintahan) di PT. PLN (Persero) Area Pontianak masing-masing adalah : eksponensial orde 1, polinomial orde 4, polinomial orde 7, polinomial orde 2 dan polinomial orde 6. Dari pemodelan yang dilakukan didapatkan prediksi kebutuhan daya listrik di tahun 2015 hingga 2017 masing-masing jenis pelanggan mengalami peningkatan dengan rata-rata laju pertumbuhan sebesar : 17,59 % pertahun ; 44,59 % pertahun ; 136,55 % pertahun ; 5,15 % pertahun ; dan 89,17 % pertahun.

Daftar Pustaka

- Grandis, H., 2009, *Pengantar Pemodelan Inversi Geofisika*, Himpunan Ahli Geofisika Indonesia (HAGI), Bandung
- Harifuddin, 2007, *Estimasi kebutuhan Daya Listrik Sulawesi Selatan Sampai Tahun 2017*, Media Elektrik, Vol. 2 No. 2
- Hasim, A., 2008, *Prakiraan Beban Listrik Kota Pontianak Dengan Jaringan Syaraf Tiruan (Artificial Neural Network)*, IPB, Bogor (Tesis S2).
- Khair, A., 2011, *Peramalan Beban Listrik Jangka Pendek Menggunakan Kombinasi Metode Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA) dengan Regresi Linier Antara Suhu dan Daya Listrik*, Universitas Indonesia, Depok, (Skripsi S1).
- Kusumawati, F. A., Kuswanto, H., 2014, *Pemodelan Beban Sistem Listrik Jawa-Bali dengan Menggunakan Pendekatan Flexibel Seasonality Forecasting*, Prosiding Seminar Nasional Matematika, Universitas Jember.
- Sugiyono, 2007, *Statistika Untuk Penelitian*, Alfa Beta: Bandung.
- Syafruddin, M., Hakim, L., Despa, D., 2014, *Metode Regresi Linier Untuk Prediksi Kebutuhan Energi Listrik Jangka Panjang (Studi Kasus Provinsi Lampung)*, Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan, Vol. 1 No. 2.
- Syeto, G. J., Fariza, A., Setiawardhana, 2010, *Peramalan Beban Listrik Menggunakan Jaringan Saraf Tiruan Metode Kohonen*, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya, (<http://digilib.its.ac.id/public/its-undergraduate>, diakses pada tanggal 10 September 2015)
- Tinto, P. A., Wibawa, U., Dachlan, H,S, 2013, *Prakiraan Kebutuhan Energi Listrik Tahun 2012-2022 Pada PT. PLN Area Pelayanan Jaringan Malang dengan Metode Gabungan*, Jurnal Mahasiswa TeUB, Vol. 1 No. 1
- Zulfisari, Rismauli., 2012, *Model Curah Hujan Bulanan di Kalimantan Barat berdasarkan Metode Gauss-Newton*, Universitas Tanjungpura, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Pontianak, (Skripsi S1).