

Peramalan Beban Listrik Jangka Menengah Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan Pada Sistem Kelistrikan Kota Ambon

Soleman Sesa

leman.sesa@yahoo.com
Teknik Elektro Universitas
Brawijaya, Malang, Indonesia.

Hadi Suyono

hadis@ub.ac.id
Teknik Elektro, Universitas
Brawijaya, Malang, Indonesia.

Rini Nur Hasanah

rini.hasanah@ub.ac.id
Teknik Elektro, Universitas
Brawijaya, Malang, Indonesia.

Abstrak

Permintaan kebutuhan energi listrik di Kota Ambon cenderung terus meningkat karena peningkatan jumlah penduduknya dan pertumbuhan ekonomi setiap tahunnya yang terus bertambah. Berdasarkan data dari PT PLN (Persero) Wilayah Maluku diketahui bahwa saat ini kota Ambon menggunakan dua sistem pembangkit yang saling terinterkoneksi, yaitu PLTD Poka dan PLTD Hative Kecil (Galala). Pada paper ini disajikan peramalan permintaan beban listrik jangka menengah, yang dapat dimanfaatkan untuk memprediksi kebutuhan pemenuhan beban listrik di kota Ambon dalam jangka beberapa tahun ke depan. Perhitungan dilakukan dengan memanfaatkan jaringan syaraf tiruan. Berdasarkan nilai epoch dan mean square error (MSE) tertentu, arsitektur jaringan syaraf tiruan yang disusun digunakan untuk meramalkan permintaan beban dari tahun 2014 sampai tahun 2020, dengan menggunakan data validasi dari tahun 2007-2013. Sebagai data pembanding digunakan hasil peramalan beban menggunakan metode regresi. Hasil perbandingan menunjukkan bahwa penggunaan arsitektur jaringan syaraf tiruan hasil prediksi beban listrik pada tahun 2020 sebesar 88,223 MW dan metode regresi sebesar 52,548 MW, dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa penelitian ini metode jaringan syaraf tiruan *backpropagation* yang lebih masuk akal dibandingkan hasil peramalan menggunakan metode regresi.

Kata Kunci — Jaringan syaraf tiruan, peramalan, beban listrik

Abstract

Demand for electric energy in the city of Ambon tends to increase due to the increase in population and economic growth that continues to grow each year. Based on data from PT PLN (Persero) Region Maluku note that at this time the city of Ambon use two interconnected power systems, namely diesel and diesel Poka Small Hative (Galela). This paper presented at the electrical load demand forecasting medium term, which can be used to predict the fulfillment of the needs of the electrical load in Ambon city within the next few years. The calculation is performed by using artificial neural networks. Based on the epoch and the mean square error (MSE) specific neural network architecture which is composed used to forecast load demand from 2014 to 2020, using data validation from 2007-2013. As the comparative data used results of load forecasting using regression methods. The comparison showed that the use of architecture of neural network predictive results of electrical load in 2020 amounted to 88.223 MW and regression of 52.548 MW, thus, it can be concluded that this research method neural

network backpropagation more reasonable than the results of forecasting using regression methods.

Keywords — Neural network, forecasting, electrical load

I. PENDAHULUAN

Permintaan kebutuhan energi listrik di kota Ambon cenderung terus meningkat karena peningkatan jumlah penduduknya[1]. Di sisi lain hal ini tidak diimbangi dengan penyediaan energi listriknya. Pemenuhan kebutuhan energi listrik di kota Ambon saat ini dilakukan dengan memanfaatkan dua sistem yang saling terinterkoneksi, yaitu PLTD Poka dan PLTD Hative Kecil (Galala). Di antara mesin-mesin pembangkit yang ada, beberapa sudah tidak beroperasi lagi karena mengalami overhaul. Untuk dapat mengetahui kebutuhan pembangkitan energi listrik, perlu dilakukan prediksi kebutuhan tenaga listrik dalam beberapa tahun ke depan. Peramalan permintaan beban listrik bermanfaat untuk memprediksi besarnya beban aktual yang akan terjadi. Berdasarkan jangka waktu dikenal tiga jenis peramalan beban listrik, yaitu peramalan jangka pendek, jangka menengah dan jangka panjang [2]. Masing-masing jenis peramalan beban listrik ini mempunyai aplikasi dalam perencanaan dan pengoperasiannya.

Peramalan beban listrik jangka menengah merupakan salah satu bentuk yang cukup penting baik dalam pengalokasian perencanaan penambahan pembangkit listrik yang baru, perluasan jaringan distribusi dan kebutuhan perencanaan penjadwalan pengoperasian pembangkit energi listrik. Namun begitu, peramalan permintaan beban listrik jangka menengah tidak mudah dilakukan karena model permintaan energi listrik senantiasa berubah disamping terdapatnya banyak variabel yang mempengaruhi proses peramalan. Metode yang mampu memberikan hasil peramalan yang akurat untuk menangani keterbatasan tersebut perlu untuk selalu dikembangkan [2]. Peramalan beban listrik selalu menjadi bagian penting dalam perencanaan dan operasi sistem tenaga listrik yang efisien. Metode Artificial Neural Network mempunyai kelebihan karena dapat digunakan untuk memprediksi kebutuhan beban dengan menggunakan model peramalan yang sederhana dalam menggambarkan pola hubungan antara beban listrik dengan faktor-faktor yang mempengaruhi beban listrik tersebut [3-4].

II. METODE PERAMALAN BEBAN

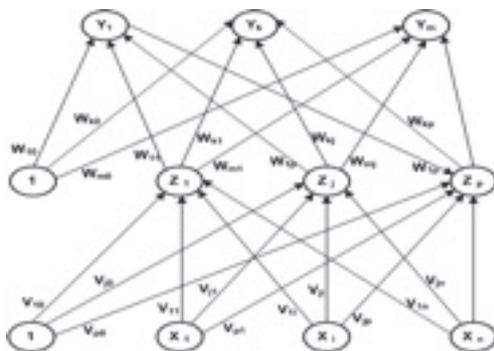
A. Jaringan Syaraf Tiruan

Penelitian jaringan syaraf tiruan yang diterapkan untuk peramalan beban listrik jangka menengah yang dilakukan pada sistem tenaga Listrik di Hongaria. menggunakan algoritma backpropagation dengan umpan maju jaringan multi layer dan satu lapisan tersembunyi (Hidden Layer) yang diaplikasikan untuk memprediksi beban listrik[5]. Dalam beberapa tahun terakhir jaringan syaraf tiruan (neural network) secara luas digunakan dalam peramalan beban listrik karena kemampuan pembelajarannya yang sangat baik dan memuaskan. Pada kebanyakan teknik konvensional, fase pembentukan model dan estimasi parameter tidak dapat ditinggalkan, tetapi pada jaringan syaraf tiruan fase ini dapat dilakukan secara otomatis melalui pembelajaran data yang sederhana. Melalui proses ini dimungkinkan untuk mendapatkan hubungan yang kompleks dan linier dari beban input, yang tidak mudah dianalisis dengan menggunakan teknik konvensional. Faktor-faktor yang mempengaruhi peramalan beban dapat ditambahkan dengan mudah dan proses training dapat dilakukan kembali. Neural network yang telah ditraining dapat digunakan untuk melakukan peramalan beban listrik. Karena kepraktisannya tersebut, neural network menjadi sangat populer dalam bidang peramalan. Terkait dengan ini, penggunaan jaringan backpropagation yang berupa sejenis aturan untuk merealisasikan mapping non-linier antara input terhadap output sangat bermanfaat. Oleh karena itu, pemilihan variabel input neural network peramalan beban listrik menjadi penting karena pemilihan input yang tepat akan menghasilkan output peramalan yang baik. Pemilihan variabel input yang optimal akan sangat berpengaruh terhadap struktur model yang dibentuk, kecepatan pembelajaran dan pada akhirnya akan mempengaruhi keakuratan peramalan [4].

B. Arsitektur Backpropagation

Backpropagation memiliki beberapa unit yang ada dalam satu atau lebih layar tersembunyi seperti pada Gambar 1.

Pada Gambar 1 ditunjukkan suatu arsitektur jaringan backpropagation dengan n buah masukan (ditambah sebuah bias), sebuah layar tersembunyi yang terdiri dari p unit (ditambah sebuah bias), serta m buah unit keluaran.



Gambar 1. Arsitektur Backpropagation

Pada Gambar 1 ditunjukkan suatu arsitektur jaringan backpropagation dengan n buah masukan (ditambah sebuah bias), sebuah layar tersembunyi yang terdiri dari p unit (ditambah sebuah bias), serta m buah unit keluaran.

Bobot garis dari unit masukan Xi ke unit layar tersembunyi Zj dinyatakan vji. Sebagai contoh, vj0 merupakan bobot garis yang menghubungkan bias di unit masukan ke unit layar tersembunyi Zj. Sementara itu, wkj merupakan bobot dari unit layar tersembunyi zj ke unit keluaran Yk (wk0 merupakan bobot dari bias di layar tersembunyi ke unit keluaran Yk).

C. Fungsi Backpropagation

Terdapat beberapa fungsi yang sering digunakan dalam backpropagation, salah satunya adalah fungsi aktivasi. Fungsi aktivasi digunakan untuk menentukan keluaran suatu neuron. Argumen fungsi aktivasi adalah jumlah net masukan (kombinasi linier masukan dan bobotnya). Jika $net = \sum x_i w_i$, maka fungsi aktivasinya adalah $f(net) = f(\sum x_i w_i)$ [4]. Beberapa fungsi yang sering dipakai adalah:

- 1) Fungsi threshold (batas ambang)

$$f(x) = \begin{cases} 1 & \text{Jika } x \geq a \\ 0 & \text{Jika } x < a \end{cases} \tag{1}$$

- 2) Fungsi sigmoid

$$f(x) = \frac{1}{1 + e^{-x}} \tag{2}$$

Fungsi sigmoid sering dipakai karena nilai fungsinya yang terletak antara 0 dan 1 dan dapat diturunkan dengan mudah.

$$f(x) = f(x)(1 - f(x)) \tag{3}$$

D. Proses Pembelajaran Jaringan Syaraf Tiruan

Proses pembelajaran merupakan suatu metoda untuk pengenalan objek yang sifatnya berkelanjutan yang selalu merespon secara berbeda dari setiap proses pembelajaran tersebut. Tujuan dari pembelajaran ini sebenarnya untuk memperkecil tingkat error dalam pengenalan suatu objek. Secara mendasar jaringan syaraf tiruan memiliki sistem pembelajaran yang terdiri dari pembelajaran terawasi (supervised learning) dan tanpa pengawasan (unsupervised learning).

E. Pelatihan Jaringan Syaraf Tiruan Backpropagation

Backpropagation merupakan algoritma pembelajaran yang terawasi (supervised learning) dan biasanya digunakan oleh perceptron dengan banyak lapisan (multi layer) untuk mengubah bobot-bobot yang terhubung dengan neuron-neuron yang ada pada lapisan tersembunyi. Algoritma backpropagation menggunakan error output untuk mengubah nilai bobot-bobotnya dalam arah mundur (backward). Untuk mendapatkan error ini, tahap perambatan maju (forward propagation) harus dikerjakan terlebih dahulu. Pada saat perambatan maju, neuron-neuron diaktifkan dengan menggunakan fungsi aktivasi sigmoid [6].

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. *Permintaan Beban Listrik Kota Ambon dan Persebarannya*

Permintaan beban listrik di Maluku khususnya kota Ambon dilayani oleh PT. PLN Distribusi Hative Kecil dan Wilayah Poka yang saling terinterkoneksi terpisah oleh Teluk Marthavon. Kedua wilayah penyediaan energi listrik ini membawahi 5 Area pelayanan dengan 2 Gardu Induk (GI) yang tersebar di kota Ambon.

Pada tabel I dapat diketahui bahwa kosentrasi terbesar pengguna energi listrik di Maluku adalah Kota Ambon (area pelayanan Rayon Kota, Rayon Nusanive, Rayon Tulehu, Rayon Hittu dan Rayon Baguala). Kondisi penggunaan energi listrik yang banyak mengalami perubahan pada tahun 2013, yaitu Kota Ambon dengan total konsumsi energi listrik sebesar 147.677 VA. Jika dibandingkan dengan konsumsi energi listrik Maluku Tengah (area pelayanan Haruku, Kobisonta, Laimu, Liang, Nusalaut, Saparua, Tehoru, Wahai) sebesar 6.639 VA dan konsumsi energi listrik Seram Bagian Barat (area pelayanan Piru, Taniwel, Luhu, Manipa, Buahno) sebesar 7.625 VA.

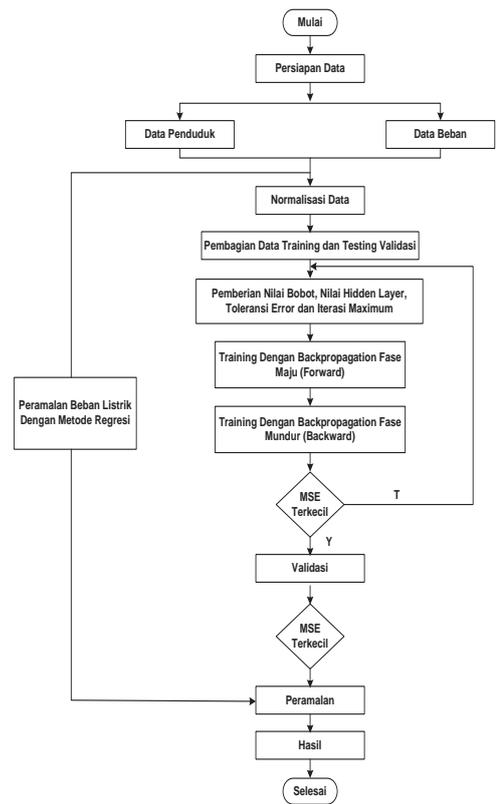
B. *Tahap Peramalan Beban*

Diagram alir peramalan beban listrik jangka menengah menggunakan jaringan syaraf tiruan sistem kelistrikan di kota Ambon ditunjukkan pada Gambar 2. Didahului pengkajian terhadap berbagai teori yang berhubungan dengan jaringan syaraf tiruan untuk peramalan beban listrik, selanjutnya dilakukan pengambilan data dari instansi terkait, berupa data permintaan beban listrik Kota Ambon selama dua puluh empat tahun terakhir, data penduduk dan beban listrik. Selanjutnya data yang diperoleh dianalisis menggunakan metode jaringan syaraf tiruan backpropagation untuk menentukan hubungan antara input dan output. Input yang menghasilkan output yang terbaik dijadikan input yang akan digunakan dalam peramalan beban listrik. Pemilihan input didasarkan pada input yang menghasilkan suatu nilai error terkecil.

Untuk peramalan beban listrik menggunakan feed forward tanpa menghitung nilai kuadrat error jaringan. Data yang digunakan untuk peramalan beban listrik sebagai input adalah data tahun sebelumnya. Peramalan beban listrik tahun 2014 menggunakan data input tahun 2013. Peramalan beban listrik tahun 2015 menggunakan data input tahun 2014. Peramalan beban listrik tahun 2016 menggunakan data input tahun 2015. Peramalan Peramalan beban listrik tahun 2017 menggunakan data input tahun 2016. Peramalan Peramalan beban listrik tahun 2018 menggunakan data input tahun 2017. Peramalan Peramalan beban listrik tahun 2019 menggunakan data input tahun 2018. Peramalan Peramalan beban listrik tahun 2020 menggunakan data input tahun 2019, yang terlihat pada Gambar 2.

TABEL I
PERSEBARAN BEBAN LISTRIK PER AREA PELAYANAN KOTA AMBON

No	Area Pelayanan	Jumlah Pelanggan	Jumlah Daya (VA)
1	Rayon Kota	35,265	71,185
2	Rayon Nusanive	13,576	18,822
3	Rayon Tulehu	6,516	5,804
4	Rayon Hittu	11,098	6,614
5	Rayon Baguala	27,363	45,252
Total konsumsi energi listrik			147,677



Gambar 2. Diagram alir peramalan beban

C. *Pembagian Data Training dan Data Validasi*

Data yang tersedia terdiri dari 24 data dan akan dibagi menjadi dua yaitu untuk keperluan prosedur training tahun 1990 sampai tahun 2006 dan untuk keperluan prosedur validasi tahun 2007 sampai dengan tahun 2013. Selanjutnya nilai bobot ditentukan secara random. Prosedur training dilakukan sebagai proses pembelajaran terhadap pola-pola yang akan dikenali. Sementara itu, prosedur validasi dilakukan untuk menguji data yang telah dilakukan pada proses training dengan memasukkan data baru yang belum

pernah dilatih sebelumnya. Pembagian data ini diilustrasikan pada Gambar 3.

Tahapan terpenting dalam pembedaan model peramalan beban listrik menggunakan jaringan syaraf tiruan adalah pemilihan variabel input. Oleh karena itu, variabel ini akan sangat menentukan struktur jaringan pada syaraf tiruan backpropagation yang mempengaruhi angka pembobotan dan hasil peramalan.

D. Analisis Training Pemilihan Learning Rate dan Hidden Layer

Proses hasil tahapan training, dilakukan percobaan untuk mendapatkan parameter *hidden layer* seperti yang ditunjukkan pada Tabel II.

Tabel II menggambarkan penentuan jumlah hidden layer yang diperlukan dalam menyelesaikan suatu masalah yang tidak dijelaskan secara mendetail. Dalam hal ini tidak ada panduan yang jelas mengenai jumlah hidden layer yang paling optimal untuk memecahkan suatu permasalahan. Pemilihan jumlah hidden layer lebih ditentukan secara percobaan (trial),.

E. Perubahan learning Rate Pada Jaringan

Tabel III menunjukkan bahwa perubahan nilai learning rate dapat mempengaruhi performansi jaringan. Semakin besar nilai learning rate maka jaringan akan semakin cepat mencapai epoch terkecil (epoch ke-50) dan nilai MSE terkecil $5,9 \times 10^{-9}$. Dari perubahan nilai learning rate tersebut maka didapatkan nilai terbaik adalah 0,5.



Gambar 3. Pembagian data untuk pemilihan input optimal

TABEL II
PERUBAHAN HIDDEN LAYER PADA JARINGAN

Arsitektur	Epoch MSE < 0,01	MSE
1-10-1	50	$5,9 \times 10^{-9}$
1-15-1	440	$1,9 \times 10^{-9}$
1-21-1	560	$1,8 \times 10^{-9}$

TABEL III
PERUBAHAN HIDDEN LAYER PADA JARINGAN

Arsitektur	Epoch MSE < 0,01	MSE
1-10-1	50	$5,9 \times 10^{-9}$
1-15-1	440	$1,9 \times 10^{-9}$
1-21-1	560	$1,8 \times 10^{-9}$

F. Arsitektur Peramalan Backpropagation

Setelah mempertimbangkan hasil analisis jumlah hidden-layer dan learning-rate maka arsitektur jaringan syaraf tiruan backpropagation yang digunakan untuk peramalan beban listrik jangka menengah dibuat seperti yang terlihat pada Gambar 4.

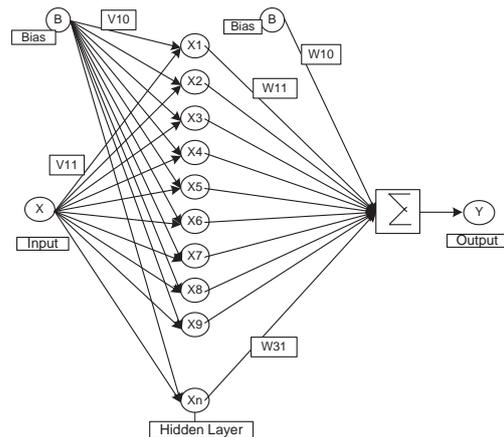
Sebelum melakukan proses peramalan terlebih dahulu dilakukan suatu perancangan arsitektur jaringan. Pada penelitian ini model jaringan syaraf tiruan backpropagation memiliki beberapa unit, yang ada dalam suatu hidden layer yang ditunjukkan pada Gambar 4.

Jumlah lapisan jaringan (*forwad multilayer*) umumnya dibangun dengan tiga lapisan, yakni lapisan input, lapisan tersembunyi dan lapisan output. Pada penelitian ini digunakan sebuah lapisan tersembunyi untuk dapat memetakan input dan target dengan tingkat ketelitian yang ditentukan dalam peramalan. Jumlah neuron pada lapisan input ditentukan berdasarkan jumlah input yang digunakan pada jaringan. Pada lapisan tersembunyi tidak ada ketentuan dalam penentuan jumlah neuron pada lapisan tersembunyi.

Arsitektur *backpropagation* pada Gambar 4 dengan input optimal untuk peramalan beban listrik adalah model arsitektur dengan 1-21-1 yaitu 1 buah input masukan, sebuah layer tersembunyi (dengan 21 unit) dan 1 keluar output ditambah sebuah bias. masing-masing variabel input mempunyai fungsi keanggotaan. Maka model matematis jaringan syaraf tiruan diperoleh sebagai berikut: $z_j = v_{10}, v_{11}, v_{12}, \dots, v_p$ dengan i adalah indeks ($i = 1, \dots, 2$).

G. Peramalan Beban Listrik dengan Jaringan Syaraf Tiruan Backpropagation

Pengujian ini dilakukan dengan menggunakan data testing yang berbeda dari data pembelajaran. Data *testing* yang digunakan adalah data permintaan beban listrik Kota Ambon tahun 2014 sampai 2020, yang menggunakan sistem jaringan syaraf tiruan *backpropagation*.



Gambar 4. Arsitektur Peramalan Beban Listrik

Hasil prediksi peramalan beban listrik menggunakan metode Jaringan syaraf tiruan backpropagation, mempunyai tingkat keakuratan yang lebih baik, kecepatan melakukan training data cukup baik dibandingkan dengan metode lain. Data yang dipakai untuk melakukan training pada peramalan beban listrik adalah data variabel input (penduduk) dari tahun 1990 sampai tahun 2006. Data target yang digunakan adalah data beban listrik. Peramalan beban listrik dengan jaringan syaraf tiruan bacpropagation mendapatkan nilai MSE (mean square error) terbaik adalah tahun 2014 sampai tahun 2020 menghasilkan MSE (mean square error) terkecil $1,28 \times 10^{-8}$.

Dari Tabel III dapat diketahui permintaan beban listrik pada periode tahun 2014 sampai tahun 2020, yang mengalami peningkatan permintaan beban puncak listrik setiap tahunnya sebesar 13% , yakni tahun 2014 (51728 MW) sampai tahun 2020 (88223 MW). Secara keseluruhan dapat diproyeksikan bahwa beban puncak yang diperkirakan dari tahun 2014 sampai tahun 2020 adalah sebesar 463331 MW dengan epoch ke-128 dan MSE (mean square error) terkecil $1,28 \times 10^{-8}$.

Dari Tabel III terlihat bahwa pada kurun waktu tahun 2014 sampai tahun 2020 kebutuhan permintaan energi listrik di Kota Ambon terus mengalami kenaikan, sehingga diperlukan suatu pembangkit baru guna mengatasi kebutuhan akan energi listrik di Kota Ambon.

H. Peramalan Beban listrik dengan Metode Regresi

Analisis regresi adalah teknik statistik untuk pemodelan dan percobaan hubungan dua atau lebih variabel. Dalam peramalan analisis regresi terdapat satu atau lebih variabel independen/prediktor yang biasa diwakili oleh variabel x dan satu variabel respon yang biasa diwakili oleh y. Jika jumlah variabel independen hanya satu, maka sering disebut dengan regresi linear sederhana dan regresi linear berganda (multiple regresi linear).

Regresi berganda adalah regresi dengan dua atau lebih variabel $X_1, X_2, X_3, \dots, X_n$ sebagai variabel bebas dan Y sebagai variabel tak bebas, sehingga merupakan perluasan dari regresi linier sederhana. Dalam regresi linier berganda, peramalan nilai variabel tak bebas Y diperoleh dengan membentuk persamaan yang menghubungkan lebih dari satu variabel yaitu X_1, X_2, \dots, X_n .

TABEL IV
PERAMALAN PERMINTAAN BEBAN LISTRIK JST (MW)

Tahun	Peramalan Beban Listrik Model JST Backpropagation	Denormalisasi Beban Listrik (MW)	Epoch	MSE
2014	0,9254	51,728	160	$1,6 \times 10^{-8}$
2015	0,9295	54,870	157	$1,57 \times 10^{-8}$
2016	0,9376	58,712	165	$2,65 \times 10^{-8}$
2017	0,9532	63,496	168	$1,68 \times 10^{-8}$
2018	0,9925	70,097	453	$4,53 \times 10^{-8}$
2019	0,9987	78,205	128	$1,28 \times 10^{-8}$
2020	0,9997	88,223	145	$1,45 \times 10^{-8}$

Rata-rata Permintaan Beban Listrik Tahun 2020 13 %

Hasil prediksi dengan model regresi ditunjukkan pada Tabel V. Terlihat bahwa hasil prediksi secara linier dengan menggunakan metode regresi menunjukkan beban listrik pada tahun 2014 sebesar 46529 MW dan hingga tahun 2020 mencapai 52548 MW. Beban listrik hasil prediksi model regresi lebih kecil dari beban aktual pada tahun 2013, yaitu sebesar 49065 MW, yang ditunjukkan dengan garis trend linier yang berada di bawah nilai tersebut. Dari data yang diperoleh pada tahun 2013 terlihat bahwa terjadi lonjakan penduduk yang cukup signifikan bila dibandingkan dengan penduduk di tahun 2012.

$$a = \frac{n \sum XY - (\sum X) \cdot (\sum Y)}{n \sum X^2 - (\sum X)^2}$$

$$= \frac{24 \cdot (257.518176.319) - (7.203.142) \cdot (842.565)}{24 \cdot 2.283.694.518.024 - (7.203.142)^2}$$

$$= 0,0380791$$

$$b = \frac{(\sum Y) \cdot (\sum X^2) - (\sum X) \cdot (\sum XY)}{n \sum X^2 - (\sum X)^2}$$

$$= \frac{842.565 \cdot 2.283.694.518.024 - 7.203.142 \cdot 257.518.176.319}{24 \cdot 2.283.694.518.024 - (7.203.142)^2}$$

$$= 23.678,167$$

dimana:

- X = Data Penduduk
- Y = Data Beban
- n = Jumlah Data
- = Prediksi

Dari persamaan trend maka, diperoleh:
a dan b = Persamaan Koefisien pertumbuhan jumlah penduduk dan beban listrik yang diperoleh dari pasangan Data (Xi, Yi).

$$\hat{Y} = aX + b$$

$$\hat{Y} = 0,0380791X + 23.678,167$$

TABEL V
PERAMALAN BEBAN LISTRIK DENGAN METODE REGRESI

Peramalan Listrik Model Regresi			
Tahun	Peramalan Beban Regresi (MW)	Permintaan Beban Listrik Tahun 2014-2020	%
2014	46,529		
2015	47,513	0,0607	6,0741
2016	48,503	0,0700	7,0020
2017	49,502	0,0815	8,2482
2018	50,509	0,1040	10,3959
2019	51,524	0,1157	11,5668
2020	52,548	0,1281	12,8099
Rata-rata Permintaan Beban Listrik Tahun 2020			2%



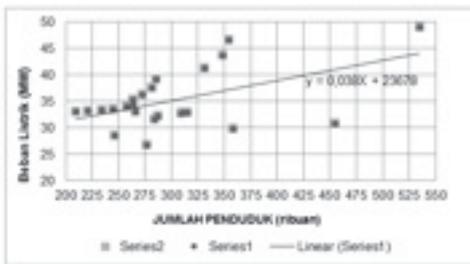
Grafik diagram pencar untuk pasangan data penduduk dan beban listrik serta garis trend linier yang merupakan pertumbuhan penduduk dan beban listrik tahun 1990 sampai tahun 2013 yang diperlihatkan pada Gambar 5.

I. Perbandingan Validasi Beban Listrik Model JST, Aktual dan Regresi

Tabel VI merupakan hasil perbandingan testing validasi antara penggunaan jaringan syaraf tiruan backpropagation dengan model regresi. Terlihat ada perbedaan hasil validasi antara logika regresi dengan jaringan syaraf tiruan. Jika kedua hasil tersebut dibandingkan dengan y sebagai data, maka metode analisis jaringan syaraf tiruan backpropagation memiliki performa hasil peramalan lebih baik.

Testing validasi beban listrik yang dilakukan dengan jaringan syaraf tiruan backpropagation tahun 2011 nilai hasil validasi yang didapat sebesar 43,107 MW, dibandingkan nilai aktual tahun 2011 sebesar 43,764 MW maka, hasil validasi dari metode jaringan syaraf tiruan dengan data aktual mempunyai selisih nilai yang sama.

Testing validasi beban listrik yang dilakukan dengan jaringan syaraf tiruan backpropagation tahun 2013 nilai hasil validasi yang didapat sebesar 47,128 MW, dibandingkan nilai aktual tahun 2013 sebesar 49,065 MW maka, hasil validasi dari metode jaringan syaraf tiruan mempunyai selisih nilai yang melebihi data aktual.



Gambar 5. Grafik Beban Listrik dengan Jumlah Penduduk

TABEL VI
PERBANDINGAN VALIDASI JST BACKPROPAGATION DENGAN REGRESI

Validasi Perbandingan Beban Listrik			
Tahun	Peramalan Beban JST Backpropagation	Peramalan Beban Model Regresi	Beban Aktual (MW)
2007	38,761	38,285	36,32
2008	38,864	39,245	37,636
2009	39,928	40,036	39,289
2010	41,244	42,078	41,319
2011	43,107	43,267	43,764
2012	42,673	44,132	46,666
2013	47,128	45,553	49,065

J. Perbandingan Peramalan Beban Listrik Model JST dengan Regresi

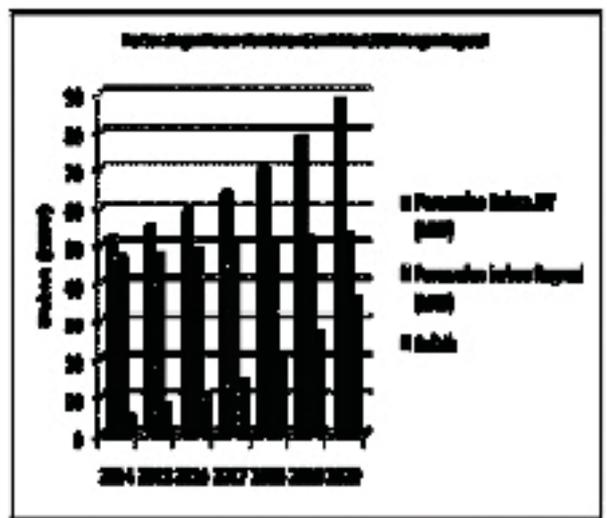
Tabel VII menunjukkan bahwa pada tahun 2015 perbandingan proyeksi konsumsi energi listrik antara penggunaan jaringan syaraf tiruan dengan model regresi mempunyai selisih sebesar 7357 MW. Karena laju permintaan beban listrik dari jaringan syaraf tiruan lebih cepat, maka pada tahun 2020 proyeksi konsumsi energi listrik menurut metode jaringan syaraf tiruan lebih besar 35675 MW dari proyeksi energi konsumsi menggunakan model regresi.

Tabel VII dan Gambar 6 merupakan proyeksi tahun 2020 total pemakaian energi listrik yang akan mencapai 88223 MW menggunakan metode jaringan syaraf tiruan backpropagation. Untuk metode regresi diperoleh hasil peramalan pemakaian energi listrik tahun 2020 sebesar 52548 MW, sehingga terdapat selisih sebesar 35675 MW.

Metode jaringan syaraf tiruan, menunjukan bahwa model terbaik pada analisis backpropagation yaitu pada epoch ke-210 dengan MSE 0,0000000128 kinerja learning rate 0,5. Metode ini memberikan presentase permintaan beban listrik tahun 2020 sebesar 13%. Maka, dapat disimpulkan bahwa pada penelitian ini metode jaringan syaraf tiruan backpropagation

TABEL VII
PERBANDINGAN BEBAN LISTRIK JST DENGAN REGRESI

Perbandingan Beban Listrik Model JST dengan Regresi			
Tahun	Peramalan Beban JST (MW)	Peramalan beban Regresi (MW)	Selisih
2014	51,728	46,529	5,119
2015	54,87	47,513	7,357
2016	58,712	48,503	10,209
2017	63,496	49,502	13,994
2018	70,097	50,509	19,588
2019	78,205	51,524	26,681
2020	88,223	52,548	35,675



Gambar 6. Perbandingan Metode JST dan Model Regresi

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis data dan pembahasan sebelumnya, maka dapat disimpulkan hal-hal sebagai berikut :

1. Dari proses hasil training dan learning rate yang dilakukan telah didapatkan nilai epoch dan mean squared error (MSE) memenuhi nilai yang telah ditetapkan, menggunakan data beban tahun 2013 untuk memprediksi beban listrik tahun 2014.

2. Hasil peramalan permintaan beban listrik memperlihatkan terjadinya peningkatan kebutuhan energi listrik pada tahun 2014 sampai tahun 2020, yang jika menggunakan jaringan syaraf tiruan mencapai 88233 MW sedangkan menggunakan model regresi sebesar 52548 MW.

3. Berdasarkan pengujian, arsitektur jaringan terbaik adalah pada hidden layer 21 dengan nilai learning rate 0,5. Nilai MSE terbaik adalah sebesar $1,28 \times 10^{-8}$ pada epoch ke-50, dimana variabel yang digunakan adalah 1 variabel input: penduduk dan 1 variabel output: beban listrik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Badan Pusat Statistik Propinsi Maluku, Kota Ambon Dalam Angka. Ambon: BPS Kota Ambon.
- [2] D. Marsudi, Operasi Sistem Tenaga Listrik. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- [3] S. Kusumadewi dan S. Hartati, Neuro – Fuzzy Integrasi Sistem Fuzzy dan Jaringan Syaraf. Yogyakarta: Graha Ilmu, Edisi Kedua.
- [4] J.J. Siang, Jaringan Syaraf Tiruan dan Pemrogramannya Menggunakan MATLAB. Yogyakarta: ANDI.
- [5] L. Varga, "Medium Term Electric Load forecasting Using Artificial Neural Networks", Electric Power Engineering. PowerTech Budapest 99. International Conference on. IEEE Conference Publications. hlm. 37, DOI: 10.1109/PTC.1999.826468. Available: <http://ieeexplore.ieee.org/xpl/login.jsp?tp=&arnumber=826468&url=ht tp%3A%2F%2Fieeexplore.ieee.org%2Fstamp%2Fstamp.jsp%3Ftp%3 D%26arnumber%3D826468> Sudjana, Teknik Analisis Regresi dan Korelasi (Bagi Para Peneliti). Tarsito Bandung.
- [6] Nurnahaludin, Analisis Perbandingan Metode Jaringan Syaraf Tiruan dan Regresi Berganda Pada Prakiraan Cuaca. Jurnal INTEKNA, Tahun XIV, No. 2, Nopember 2014 : 102 - 209.
- [7] Triwulan, Y. dkk, Peramalan Beban Puncak Listrik Jangka Pendek Menggunakan Metode Jaringan Syaraf Tiruan. Jurnal Reka Elkomika ©TeknikElektro | Itenas | Vol.1 | No.4 2337-439X Oktober 2013 Jurnal Online Institut Teknologi Nasional.
- [8] SPLN 1. Tegangan Tegangan Standar. Perusahaan Umum Listrik Negara, PT.PLN (Persero), Jakarta.

