

SHORT TERM FORECASTING BEBAN LISTRIK MENGGUNAKAN ARTIFICIAL NEURAL NETWORK

M. Muhtar¹⁾, N. A. Windarko²⁾, Setiawardhana³⁾, K. R. S. Suda⁴⁾

^{1,2} Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Elektronika Negeri Surabaya

³ Jurusan Teknik Informatika dan Komputer, Politeknik Elektronika Negeri Surabaya

⁴ Fakultas Teknik dan Kejuruan, Universitas Pendidikan Ganesha

Email: ifahlifah4@gmail.com

ABSTRAK

Pada Kota Masamba pemakaian energy listrik dipengaruhi oleh kesejahteraan penduduk. Semakin tinggi tingkat kesejahteraan penduduk maka semakin besar pemakaian listriknya. Maka, pembangkit listrik harus siap dalam mensuplai permintaan beban listrik ketika mengalami fluktuasi permintaan beban listrik secara tiba-tiba. Salah satu cara yang perlu dilakukan untuk menangani hal tersebut adalah perencanaan dan prakiraan (*forecasting*) yang terstruktur. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis hasil nilai error kemampuan prakiraan beban listrik menggunakan metode *Artificial Neural Network*. Dalam penelitian ini, metode yang digunakan yakni pendekatan kuantitatif dimana pengumpulan data dilakukan dengan studi literatur, observasi, dan wawancara langsung di kantor UP3 Palopo. Metode *Artificial Neural Network* (ANN) diprogramkan menggunakan software MATLAB. Dimana *forecasting* menggunakan ANN diperoleh nilai error terkecil sebesar 0.83% dengan perkiraan daya yang dihasilkan oleh ANN sebesar 35.991 MVA pada hari ke-2 dan untuk nilai error terbesar terdapat pada hari ke-7 dengan nilai error sebesar 8.33% dengan perkiraan daya yang dihasilkan oleh ANN sebesar 36.0836 MVA.

Kata kunci: Forecasting, Beban Listrik, Artificial Neural Network, MATLAB

ABSTRACT

In Masamba City, the use of electrical energy is influenced by the welfare of the population. The higher the level of welfare of the population, the greater the use of electricity. So, power plants must be ready to supply electricity load demand when experiencing sudden fluctuations in electricity demand. One way that needs to be done to deal with this is structured planning and forecasting. This study aims to analyze the results of the error value of the ability to forecast electrical loads using the Artificial Neural Network method. In this study, the method used is a quantitative approach where data collection is done by literature study, observation, and direct interviews at the UP3 Palopo office. The Artificial Neural Network (ANN) method is programmed using MATLAB software. Where forecasting using ANN obtained the smallest error value of 0.83% with an estimated power generated by ANN of 35,991 MVA on day 2 and for the largest error value on day 7 with an error value of 8.33% with estimated power generated by ANN of 36.0836 MVA.

Keywords : Forecasting, Electrical Load, Artificial Neural Network, MATLAB

1. PENDAHULUAN

Penggunaan listrik merupakan suatu kebutuhan penting bagi manusia dalam melakukan kegiatan sehari-hari. Ketersediaan energi listrik merupakan aspek yang sangat penting, bahkan merupakan parameter yang mendukung keberhasilan pembangunan daerah. Pada Kota Masamba pemakaian listrik dipengaruhi oleh kesejahteraan penduduk yang mana semakin tinggi tingkat kesejahteraan penduduk maka akan semakin besar pemakaian listriknya. Ketersediaan energi listrik yang memadai dan tepat sasaran akan mendorong berkembangnya pembangunan daerah seperti industri, perdagangan, pelayanan publik bahkan kualitas hidup masyarakat setempat [1]. Hal ini secara langsung maupun tidak langsung akan mempengaruhi pertumbuhan ekonomi dan tingkat kesejahteraan masyarakat. Seiring perkembangan kemajuan teknologi dan pembangunan maka kebutuhan energi listrik akan semakin meningkat [2]. Oleh karena itu, pembangkit listrik harus siap

dalam mensuplai permintaan beban listrik ketika mengalami fluktuasi permintaan beban listrik secara tiba-tiba, sehingga diperlukan perencanaan dan prakiraan (*forecasting*) yang terstruktur [3].

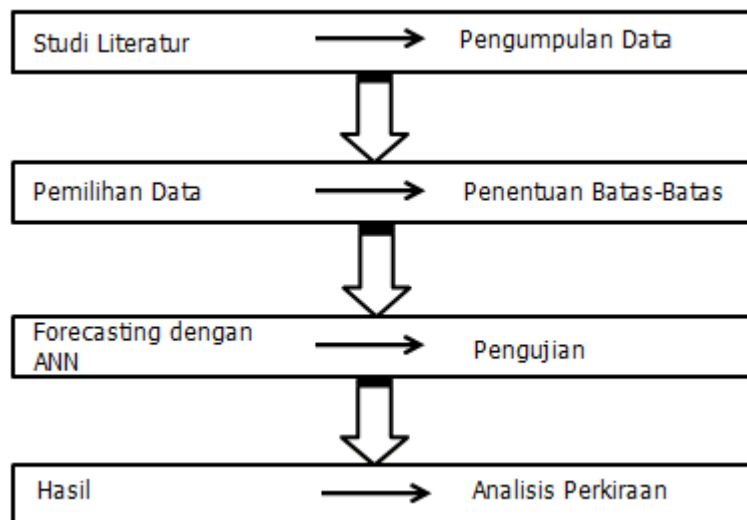
Di sisi lain, penggunaan *smart meter* telah dilakukan dengan cepat diseluruh dunia. *Smart meter* memberikan informasi tentang biaya dan jumlah konsumsi energi hampir secara *real-time* untuk pemasok dan konsumen [4]. Dalam sektor rumah tangga, sejumlah besar data yang terperinci tentang penggunaan energi tidak hanya memberi mereka tagihan yang lebih akurat tetapi juga informasi berharga tentang kebiasaan akan konsumsi listrik mereka dan tarif harga berbasis waktu. Informasi ini akan membantu mereka mengurangi penggunaan energi selama beban puncak dan jadwal peralatan mereka sesuai dengan harga listrik [5]. Data resolusi tinggi yang dihasilkan oleh *smart meter*, menyediakan pemasok dengan beberapa fungsi pengendalian seperti pemantauan kualitas daya dan identifikasi kehilangan daya [6]. Selain itu, ini membuka banyak peluang dalam analisis beban listrik seperti prakiraan beban dengan akurasi tinggi pada tingkat agregasi yang lebih rendah [7].

Adapun salah satu sistem cerdas yang dapat digunakan untuk memperkirakan kebutuhan akan energi listrik yakni Jaringan Syaraf Tiruan (*Neural Network*). *Neural Network* adalah algoritma penyelesaian masalah komputasi yang prinsip kerjanya menirukan jaringan syaraf manusia [8]. Metode ini dipilih karena mampu melakukan proses pembelajaran terhadap contoh pola yang diberikan, mampu menemukan hubungan antara karakteristik nonlinier energi dan data lain dengan baik [9]. Perencanaan perkiraan membutuhkan metode prakiraan yang sesuai dengan obyek yang akan diperkirakan. Metode prakiraan dapat menjadi alat bantu dalam menghitung sehingga dapat memudahkan proses memperkirakan beban [10].

Berdasarkan latar belakang tersebut maka peneliti mengangkat topik mengenai *forecasting* beban listrik dengan menggunakan metode Jaringan Syaraf Tiruan (*Artificial Neural Network*).

2. METODE

Dalam melakukan penelitian ini, akan menggunakan algoritma ANN jenis *Back-Propagation Neural Network*. Dalam penelitian ini juga, ada beberapa tahap yang dilakukan secara sistematis, dimulai dari tahap pra-penelitian yaitu studi literature hingga didapatkan hasil yang diinginkan. Secara singkat tahapan penelitian dapat digambarkan sebagai berikut:



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

A. Pelatihan Artificial Neural Network

Artificial neural network (ANN) merupakan representasi yang manusia ciptakan dari neuron. Jaringan saraf modern adalah alat pemodelan data statistic non-linier. Jaringan ini biasanya digunakan untuk memodelkan hubungan kompleks antara input dan output atau untuk menemukan pola dalam data. Dalam jaringan saraf backpropagation merupakan model yang paling populer dan paling banyak digunakan dalam banyak aplikasi praktis [11].

Dalam penelitian ini adapun prosedur *forecasting* beban listrik jangka pendek dengan menggunakan ANN yang dilakukan sebagai berikut :

1. Menentukan lingkup parameter pembelajaran dari ANN
2. Menentukan batas pemilihan hari-hari yang similar untuk dijadikan pembelajaran
3. Proses belajar menggunakan metode back-propagation terhadap hari-hari similar yang telah ditentukan sebelumnya.
4. Memasukkan data pengujian pada jaringan hasil pelatihan untukmendapatkan koreksi
5. *Forecasting* kurva beban listrik

Adapun Data masukkan yang dimasukkan ke dalam pelatihan ANN sebagai berikut :

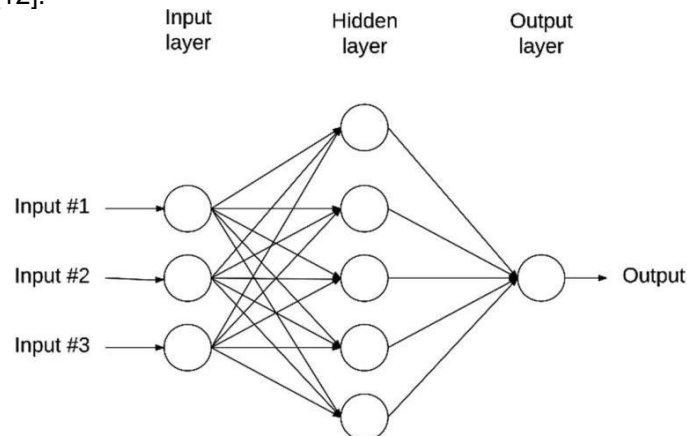
1. Data beban histori pada hari yang similar
2. Data variabel cuaca dengan pola hari yang sama dengan data beban, adapun variabel cuaca yang digunakan adalah :
 - a. Temperatur per hari
 - b. Tekanan udara per hari
 - c. Kelembaban per hari
 - d. Kecepatan angin per hari
3. Data target pelatihan ANN, yaitu beban historis. Data ini berfungsi sebagai target pembandingan bagi jaringan untuk mencapai parameter-parameter yang diinginkan.

B. Perancangan Model ANN

Perancangan Model ANN dilakukan dengan menentukan beberapa hal, diantaranya :

1. Penentuan struktur ANN seperti *input layer*, *hidden layer* dan *outputlayer*
2. Menentukan bobot dan bias ANN
3. Menentukan nilai laju pembelajaran
4. Menentukan koefisien momentum dan epoch
5. Menentukan threshold atau fungsi aktivasi sebagai fungsi proses input menjadi output
6. Melakukan verifikasi dan validasi rancangan model

Rancangan dasar bentuk model ANN yang digunakan untuk *forecasting* beban listrik seperti pada gambar di bawah ini [12].



Gambar 2. Rancangan Dasar ANN

Pada perancangan ANN dengan menggunakan algoritma *back-propagation* yang diterapkan pada proses pelatihan ANN yakni data beban listrik dan cuaca. Arsitektur yang dipakai pada penelitian ini menggunakan tiga lapisan yaitu masukan, *hidden layer*, dan keluaran [13]. Jumlah neuron yang ada pada lapisan masukan disesuaikan dengan jumlah dimensi yang akan digunakan. Untuk *hidden layer* berdasarkan dari hasil percobaan variasi jumlah *hidden layer* dengan setengah dari jumlah neuron lapisan masukan. Neuron keluaran berjumlah satu dikarenakan hasil akhir dari *forecasting* hanya berupa data beban listrik, sehingga cukup diperlukan 1 neuron saja.

Fungsi aktivasi yang digunakan pada percobaan ini berjumlah 1 yaitu fungsi sigmoid. Pemilihan fungsi aktivasi ini dilakukan berdasarkan pengalaman dan pengamatan yang selama ini dilakukan. Fungsi aktivasi sigmoid digunakan pada neuron-neuron pada *hidden layer* dan lapisan keluaran [14]. Adapun persamaan fungsi aktivasi tipe sigmoid sebagai berikut :

$$y_j = \frac{1}{1 + \exp(y_i)} \quad (1)$$

Error juga merupakan salah satu parameter yang dijadikan sebagai *stopping condition*. Pada perkiraan beban perkiraan error biasa direpresentasikan dengan menggunakan *Mean Percentage Error* (MPE) dan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE). MPE adalah rata-rata dari persentase kesalahan, yaitu selisih nilai aktual dan *forecasting* [15].

$$MPE = \frac{\sum_{i=1}^n PE_1}{n} \quad (2)$$

Tidak berbeda jauh dengan MPE, MAPE juga merupakan nilai rata-rata kesalahan, namun menentukan nilai absolut pada selisih nilai aktual dengan nilai hasil perkiraan. MAPE adalah nilai indikator yang biasa digunakan untuk menampilkan kinerja atau keakuratan pada suatu hasil proses *forecasting* [15].

$$MAPE = \frac{\sum_{i=1}^n |PE_1|}{n} \quad (3)$$

C. Forecasting Beban Listrik

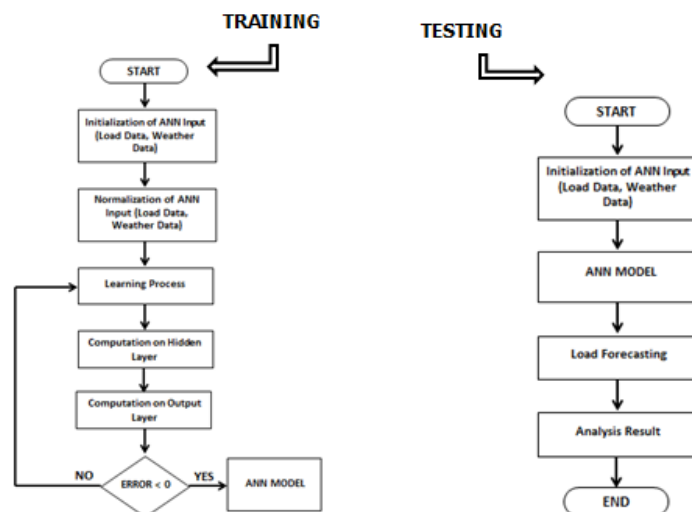
Tujuan utama dari penelitian yaitu melakukan *forecasting* beban listrik menggunakan model ANN yang sebelumnya telah dirancang. Proses *forecasting* dibantu dengan aplikasi MATLAB yang berfungsi sebagai pengolah data.

Forecasting yang tepat membantu meningkatkan keandalan sistem tenaga, mengurangi biaya pembangkitan, dan penjadwalan rencana pemeliharaan [16].

Forecasting dapat diklasifikasikan ke dalam empat kategori diantaranya adalah:

1. Jangka Sangat Pendek (Very-Short Term)
 Forecasting Jangka Sangat Pendek adalah forecasting jangka waktu untuk beberapa menit hingga satu jam ke depan.
2. Jangka Pendek (Short Term)
 Forecasting Jangka Pendek adalah forecasting jangka waktu untuk beberapa jam hingga beberapa hari ke depan.
3. Jangka Menengah (Medium Term)
 Forecasting Jangka Menengah adalah forecasting jangka waktu untuk satu minggu ke depan.
4. Jangka Panjang (Long Term)
 Forecasting Jangka Panjang adalah forecasting jangka waktu berbulan- bulan hingga bertahun-tahun.

Dalam penelitian ini lebih khususnya akan menggunakan jenis *forecasting short-term*. Adapun flowchart yang diterapkan dalam penelitian ini sebagai berikut :



Gambar 3. Flowchart ANN

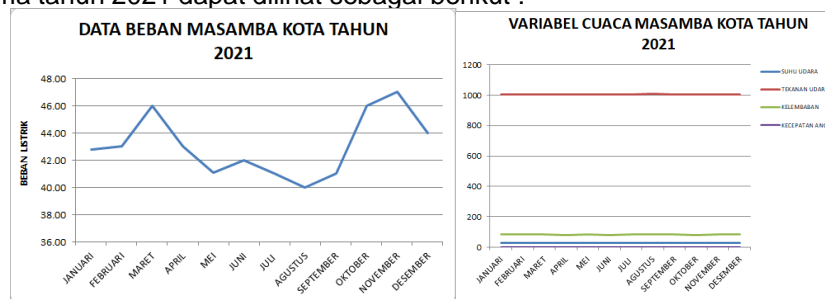
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Penentuan Hari Perkiraan

Penelitian ini, dilakukan dengan menggunakan data beban listrik dan variabel cuaca pada Kota Masamba mulai dari Januari - Desember 2021, data tersebut diperoleh dari PT. PLN UP3 Palopo. Algoritma perkiraan kebutuhan konsumsi beban listrik untuk bulan januari – juni 2021 menggunakan *neural network*. Untuk perkiraan menggunakan data masukan harian yang similar selama 5 minggu sebelum hari perkiraan. Adapun hari-hari yang dijadikan perkiraan adalah :

1. Jumat, 01 januari 2021
 Data masukan pelatihan : 01 – 14 januari 2021
 Data target pelatihan : 15 – 28 januari 2021
 Data masukan pengujian : 14 – 21 januari 2021
2. Jumat, 29 januari 2021
 Data masukan pelatihan : 29 januari – 11 february 2021
 Data target pelatihan : 12 – 25 february 2021
 Data masukan pengujian : 11 – 19 february 2021
3. Jumat, 26 february 2021
 Data masukan pelatihan : 26 february – 11 maret
 Data target pelatihan : 12 – 25 maret
 Data masukan pengujian : 11 – 19 maret 2021

Data mingguan yang digunakan sebagai acuan pembelajaran adalah 5 minggu selama tahun 2021. Data konsumsi beban yang digunakan sebagai input. Adapun grafik data beban dan cuaca kota Masamba selama tahun 2021 dapat dilihat sebagai berikut :



Gambar 4. Grafik Data Beban dan Data cuaca Kota Masamba

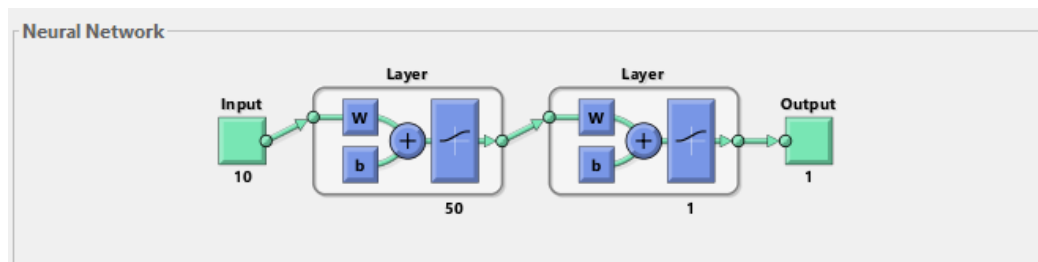
B. Proses Pembelajaran dan Prakiraan Beban Menggunakan Back-Propagation

Proses pembelajaran menggunakan 50 pola dengan 10 input dan 1 target keluaran, artinya pada saat 01 – 14 januari 2021 yang menjadi input maka akan menghasilkan data 14 – 28 januari yang menjadi target. Pola tersebut kemudian terus menerus diulang dengan mengulangi 1 minggu terlama ditambah 1 minggu baru, untuk menghasilkan minggu-minggu selanjutnya. Adapun data yang digunakan sebagai berikut.

Tabel 1. Data Inputan Perminggu

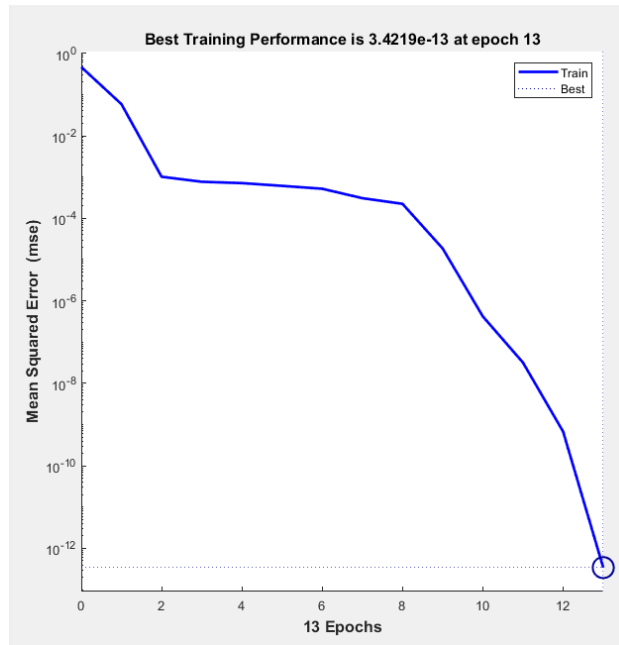
BEBAN HARI INI	BEBAN KEMARIN	CUACA HARI INI				CUACA KEMARIN			
		Suhu Udara (°C)	Tekanan Udara (mb)	Kelembaban Udara (%)	Kecepatan Angin (km/jam)	Suhu Udara (°C)	Tekanan Udara (mb)	Kelembaban Udara (%)	Kecepatan Angin (km/jam)
35.00	35.00	27.1	1003.5	85	2.1	26.5	1002.4	88	1.7
36.00	37.00	26.9	1003.4	84	2.4	28.0	1002.1	83	1.7
38.80	40.00	27.7	1003.2	82	1.9	28.7	1002.2	80	1.7
38.00	33.40	26.9	1003.0	85	1.8	27.3	1003.3	85	1.9
33.00	0.00	26.4	1003.7	87	1.7	28.0	1003.0	81	2.3
38.00	40.00	27.0	1002.6	86	2.0	28.3	1003.1	80	2.3
34.40	39.00	26.8	1002.2	87	1.0	27.8	1003.0	83	2.2
34.00	36.00	26.7	1004.2	84	2.2	26.8	1003.4	84	1.9
36.90	36.00	26.9	1004.7	82	2.8	27.2	1003.8	83	2.0
34.00	37.80	26.3	1004.8	85	2.0	27.2	1004.7	85	2.0
38.00	36.00	26.6	1004.0	84	1.8	26.7	1004.6	84	2.3
36.00	36.00	26.7	1002.6	84	1.6	26.7	1004.4	86	2.5
37.60	30.00	27.0	1002.6	82	1.7	27.0	1004.2	84	1.8
34.00	36.00	26.5	1003.2	84	1.7	26.5	1004.3	87	2.4
39.00	38.00	28.1	1004.7	83	1.9	26.9	1004.6	82	1.6
34.00	36.10	25.9	1006.1	88	2.2	26.8	1004.7	83	2.0
37.00	38.00	27.0	1005.0	78	1.6	27.5	1003.9	81	2.3
39.00	0.00	27.1	1005.0	79	3.5	27.2	1003.2	85	2.3
0.00	37.00	28.6	1004.2	77	2.5	26.8	1002.2	84	2.1
41.00	37.00	28.0	1004.2	84	1.8	27.3	1002.5	83	2.1
0.00	43.00	26.6	1004.7	85	1.4	28.8	1002.2	79	2.0
35.00	38.60	25.9	1006.6	86	2.3	26.9	1006.7	83	2.1
0.00	39.00	26.0	1006.1	84	1.8	27.7	1005.4	79	2.3
33.00	39.00	26.0	1006.2	84	2.1	27.5	1005.0	79	2.0
39.00	39.00	26.9	1005.7	83	2.3	27.4	1005.3	82	2.2
37.00	39.30	26.0	1006.0	85	1.8	26.9	1005.1	82	2.0
38.00	42.00	27.0	1005.6	82	2.2	27.9	1003.7	78	2.7
37.00	41.00	27.2	1006.1	81	2.2	27.9	1003.0	80	1.8
43.00	38.00	27.7	1003.8	83	1.8	28.0	1002.0	70	1.8
43.00	40.00	28.0	1003.0	80	1.9	29.4	1001.7	73	2.6
38.80	40.00	27.0	1003.1	86	2.5	28.4	1002.7	78	2.3
37.00	42.50	27.2	1001.9	85	1.8	28.7	1003.5	76	1.9
44.00	0.00	27.4	1001.0	85	1.7	29.1	1004.2	74	2.0
42.00	0.00	27.7	1000.7	83	1.9	27.4	1004.0	82	2.3
40.70	39.00	28.5	1001.8	82	2.1	27.0	1004.3	86	2.2

Dari data di atas, dilakukan pembuatan model ANN pada *software* Matlab. Dimana data akan dimasukkan ke dalam pemrograman Matlab fungsi ANN sehingga didapatkan hasil sebagai berikut.



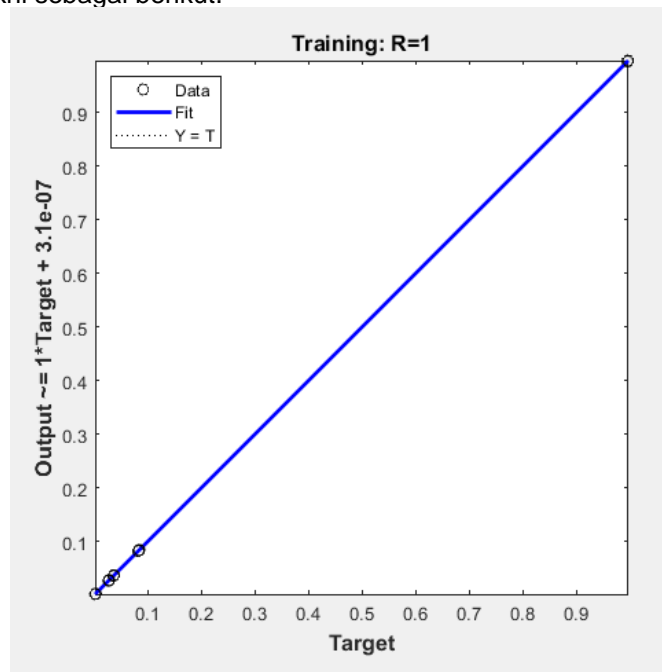
Gambar 5. Arsitektur Model ANN

Arsitektur ANN, yang dibuat seperti pada gambar 5 di atas, terdiri atas 10 variabel input dan 50 neuron hidden layer, serta mengeluarkan 1 buah output. Dimana output yang dihasilkan yakni perkiraan besarnya beban listrik yang digunakan untuk jangka waktu ke depannya. Saat, menjalankan program yang telah dibuat akan menampilkan hasil sebagai berikut.



Gambar 6. Training Performance

Dari, hasil training performance yang didapatkan bahwa pemodelan ANN yang telah dilakukan mendapatkan hasil terbaik pada saat epoch 13 dengan nilai MSE sebesar 3.4219×10^{-13} . Adapun untuk hasil lainnya yakni sebagai berikut.



Gambar 7. Training Regression

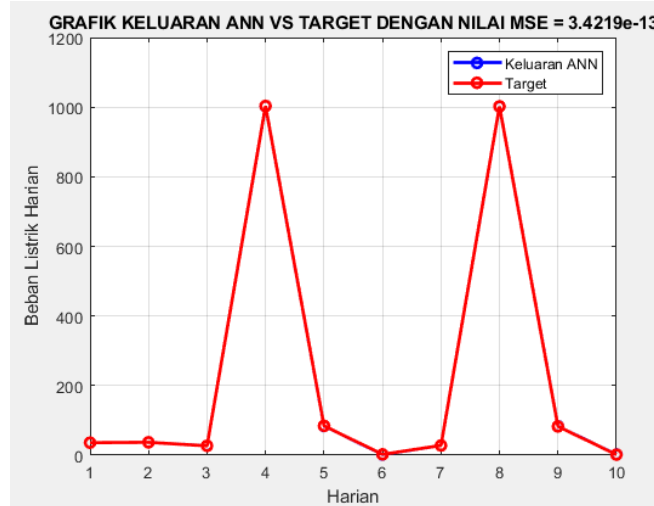
Untuk hasil training regression pada gambar di atas, dapat dilihat bahwa hubungan antara target dengan output yang dikeluarkan oleh ANN sudah cukup baik dimana nilai yang diharapkan sudah pas yakni nilai trainingnya adalah 1.

Adapun hasil output perkiraan beban listrik pada tanggal 15 – 21 Januari 2021 yang telah diolah dengan bantuan *software* Matlab dengan menggunakan algoritma ANN dapat dilihat pada tabel berikut ini.

Tabel 2. Hasil Output ANN

ANN (MVA)
36.4482
35.991
36.2545
38.0259
42.9651
40.8731
36.0836

Sehingga didapatkan hasil kurva perbandingan antara target dan keluaran yang dihasilkan oleh ANN adalah sebagai berikut.



Gambar 1. Grafik Perbandingan ANN dan Target

Dari, gambar 8 di atas menampilkan bahwa perbandingan antara keluaran ANN dan target yang diinginkan sudah pas meskipun masih memiliki nilai error. Adapun nilai error yang dihasilkan dari simulasi yang dilakukan adalah sebagai berikut.

Tabel 3. Hasil Nilai MSE

ERROR (%)
5.18
0.83
7.45
2.95
6.51
ERROR (%)

1.26
8.33

Dari nilai error yang dihasilkan oleh perkiraan beban menggunakan ANN untuk tanggal 15 - 21 Januari 2021, nilai error terbesar terdapat pada hari ke 7 dengan persentasi error sebesar 8.33% sehingga rata-rata error untuk perkiraan beban selama satu minggu sebesar 4.644%.

Sehingga didapatkan perbandingan antara target beban dengan hasil perkiraan beban dengan menggunakan ANN dalam kurun waktu 1 minggu dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 4. Perbandingan Target Beban dengan Hasil Keluaran ANN

Target Beban (MVA)	Hasil Keluaran ANN (MVA)
36.50	36.4482
36.00	35.991
37.00	36.2545
38.00	38.0259
42.80	42.9651
41.00	40.8731
35.00	36.0836

Dari hasil percobaan yang telah dilakukan dapat dilihat pada tabel 4 di atas, dimana dengan kurun waktu 1 minggu yakni dengan target data pada tanggal 15 - 21 Januari 2021 dilakukan perkiraan beban listrik menggunakan ANN dengan jumlah input sebesar 10 dan jumlah neuron *hidden layer* nya sebesar 50 ditemukan hasil yang cukup baik dengan selisih antara beban yang ditargetkan dengan hasil keluaran ANN lumayan kecil. Sehingga, untuk mengetahui hasil yang lebih baiknya peneliti merencanakan untuk melakukan beberapa variasi pada arsitektur ANN, dikarenakan jumlah neuron pada ANN sangat mempengaruhi hasil keluarannya. Salah satu caranya yakni memperbanyak data trainingnya.

4. KESIMPULAN

Dari hasil *forecasting* beban listrik yang dilakukan pada Kota Masamba di tanggal 15 sampai dengan tanggal 21 januari 2021 dengan menggunakan ANN didapatkan bahwa nilai error yang dihasilkan sekitar 0.83% - 8.33%. Dan untuk hasil perbandingan antara nilai ANN dan nilai target yang telah dilakukan ditemukan bahwa perbandingan keduanya sudah cukup pas yang menandakan bahwa perkiraan beban yang dilakukan dalam waktu 1 minggu mendapatkan hasil yang cukup baik, dan mungkin untuk hasil yang lebih baik lagi bisa menggunakan data training yang lebih banyak. Namun dapat disimpulkan bahwa penggunaan jaringan syaraf tiruan untuk memperkirakan beban listrik dapat dilakukan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ali, A. T., Tayeb, E. B., & Shamseldin, Z. M. (2016). Short Term Electrical Load Forecasting Using Fuzzy Logic. *International Journal Of Advancement In Engineering Technology, Management and Applied Science (IJAETMAS)*, 8.
- [2] Muslimin. (2015). PERAMALAN BEBAN LISTRIK JANGKA MENENGAH. *JITI*, 9.
- [3] Perdana, J. A., Soeprijanto, A., & Wibowo, R. S. (2012). Peramalan Beban Listrik Jangka Pendek Menggunakan Optimally Pruned Extreme. *Jurnal Teknik ITS*, 6.
- [4]. Alquthami, T., & Alamoudi, A. (2020). Analytics framework for optimal smart meters data processing. *Researchgate*, 10.
- [5] Khan, Z. A., & Jayaweera, D. (2020). Smart Meter Data Based Load Forecasting and Demand Side Management in Distribution. *IEEE Access*, 12.
- [6] Pirbazari, A. M., Farmanbar, M., Chakravorty, A., & Chunming, R. (2020). Short-Term Load Forecasting Using Smart Meter Data: A Generalization Analysis. *Article Processes*.
- [7] Buitrago, J., & Asfour, S. (2017). Short-Term Forecasting of Electric Loads Using Nonlinear Autoregressive Artificial Neural Networks with Exogenous Vector Inputs. *Energies*, 24.
- [8] D.P, Y. O., Afandi, A., & Putranto, H. (2018). Studi prakiraan beban listrik menggunakan metode artificial neural network. *Jurnal Teknologi Elektro dan Kejuruan*, 14.
- [9] Emidiana. (2016). PREDIKSI BEBAN LISTRIK JANGKA PENDEK WILAYAH SUMBAGSEL BERBASIS JARINGAN SYARAF TIRUAN. *Jurnal Ampera*, 8.
- [10] Munir, M. F. (2018). *Prediksi Beban Generator Menggunakan Jaringan Saraf Tiruan*. Yogyakarta: Universitas Islam Indonesia.
- [11] Amalina, N., & Riksakomara, E. (2016). *Penereapan Metode Artificial Neural Network untuk Meramalkan Nilai Ekspor Migas dan Non Migas di Indonesia*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh November.
- [12] Hammad, M., & Borut, D. D. (2020). Methods and Models for Electric load forecasting : A Comprehensive Review. *Sciendo*, 24.
- [13] Handayani, I., Alimuddin, & Suhendar. (2012). Peramalan Beban Tenaga Listrik Jangka Pendek Menggunakan. *SETRUM*, 6.
- [14] Puspitaningrum, D. (2006). *Pengantar jaringan saraf tiruan*. Indonesia: ANDI.
- [15] Zor, K., Timur, O., & Teke, A. (2017). A State-of-the-Art Review of artificial intelligence techniques for short-term electric load forecasting. *IEEE Xplore*.
- [16] Erik, M., & Moura, S. J. (2015). Gated ensemble learning method for demand-side electricity load forecasting. *ResearchGate*, 17.
- [17] Mohammad, F., Lee, K.-B., & Kim, Y.-C. (2018). Short Term Load Forecasting Using Deep Neural Networks. *Semantic Scholar*.