Journal of Power Energy System

ISSN : xxx-xxxx (p), xxx-xxxx (e)

Homepage :

PERAMALAN BEBAN LISTRIK MENGGUNAKAN METODE JARINGAN SYARAF TIRUAN DI PT.PLN (PERSERO) ULP MAROS

Sugi Astira[1], Kurniawari Naim[2], Naely Muchtar[3], Muh Zulfadi A. Suyuti[4]

[1,2,3]*Teknik Elektro, Politeknik Negeri Ujung Pandang*

[4]*Department Of Electrycal Engineering Bacharuddin Jusuf Habibie, Institute of Technology Pandang*
Jalan Perintis Kemerdekaan Km. 10 Tamalanrea, Makassar,90245
sugiastira245@gmail.com [1], nianaim09@poliupg.ac.id [2], naelymuchtar@poliupg.ac.id [3]
zulfadli@ith.ac.id [4]

Informasi Artikel

Diterima, 9 September 2024
Direvisi, 8 Oktober 2024
Disetujui, 21 Oktober 2024
Dipublikasi, 5 Maret 2025

Abstract

The amount of electricity consumption over time tends to increase, the amount of which cannot be determined with certainty. If this uncertainty is not expected, it will become a problem, because electricity demand is increasing but electricity supply is lacking. This research was conducted to forecast and predict the growth rate of electricity loads in the Maros ULP work area in 2023-2032 using artificial neural network methods and the MATLAB R2015a application. The data used is population, number of customers, and consumption of electrical energy used. Based on the results of this research, it was found that household use experienced a growth of 9% per year, public use experienced a growth of 5% per year, and industrial use experienced a growth of 1% per year. Based on forecasting results using this method, it shows that there will be an increase in the electricity load in the ULP Maros working area from 2023-2032, experiencing a significant increase each year for household and public use, however, for industrial use the increase is quite slow each year.

Key words: *Forecasting, Load, ANN, MATLAB, Backpropagation.*

Abstrak

Besarnya konsumsi listrik dari waktu ke waktu cenderung mengalami peningkatan yang besarnya tidak dapat ditentukan secara pasti. Ketidakpastian itu apabila tidak diperkirakan akan menjadi sebuah masalah, karena kebutuhan listrik semakin bertambah tetapi penyediaan listrik kurang. Penelitian ini dilakukan untuk peramalan dan memprediksi laju pertumbuhan beban listrik di wilayah kerja ULP Maros tahun 2023-2032 dengan menggunakan metode jaringan syaraf tiruan serta menggunakan aplikasi MATLAB R2015a. Adapun data yang digunakan adalah jumlah penduduk, jumlah pelanggan, dan komsumsi energi listrik yang terpakai. Berdasarkan hasil penelitian ini didapatkan pada peruntukan rumah tangga mengalami pertumbuhan sebesar 9% pertahun, untuk peruntukan publik mengalami pertumbuhan sebesar 5% pertahun dan untuk peruntukan industri mengalami pertumbuhan sebesar 1% pertahun. Berdasarkan hasil peramalan dengan menggunakan metode tersebut menunjukkan terjadi peningkatan beban listrik di wilayah kerja ULP Maros dari tahun 2023-2032 mengalami peningkatan yang signifikan tiap tahunnya pada peruntukan rumah tangga dan publik, akan tetapi pada peruntukan industri mengalami peningkatan yang cukup lambat tiap tahunnya.

Kata kunci: Peramalan, Beban, JST, MATLAB, *Backpropagation.*

1. PENDAHULUAN

Besarnya konsumsi listrik dari waktu ke waktu cenderung mengalami peningkatan yang besarnya tidak dapat ditentukan secara pasti. Ketidakpastian itu apabila tidak diperkirakan akan menjadi sebuah masalah, karena kebutuhan listrik semakin bertambah tetapi penyediaan listrik kurang. Hal ini disebabkan karena pentingnya listrik untuk kemajuan hidup manusia pada beberapa bidang yaitu bidang ekonomi, teknologi, sosial, dan budaya.

Kebutuhan listrik semakin tinggi maka perlu adanya sistem ketenagalistrikan yang menyediakan energi lisitrik lebih memadai baik jumlah maupun kualitas. Persoalan yang muncul di ULP Maros ialah jumlah penduduk yang selalu meningkat setiap tahunnya yang berbanding lurus dengan meningkatnya kebutuhan akan energi listrik. Pertumbuhan penduduk di wilayah ULP Maros ini merupakan efek dari perkembangan serta perluasan pembangunan di wilayah kerja ULP Maros.

Peramalan merupakan sebuah teknik untuk memprediksikan kebutuhan yang diinginkan untuk sebuah produk dalam beberapa periode waktu mendatang berdasarkan data historis dan memberikan hasil prediksinya dengan menggunakan metode jaringan syaraf tiruan.

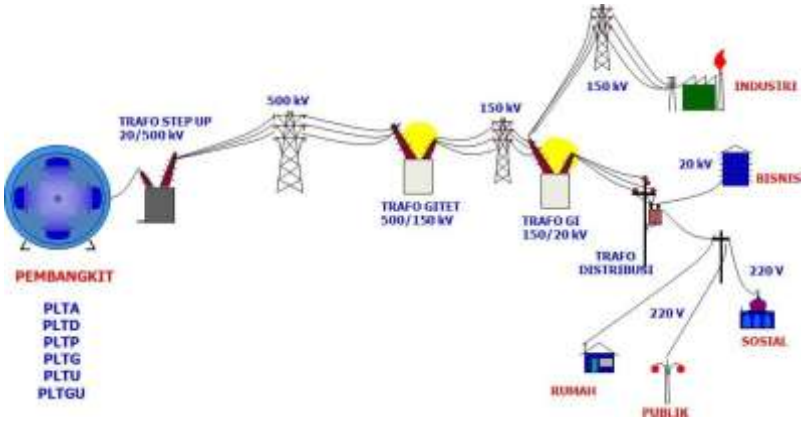
Seiring berjalannya waktu, banyak *software* dan program yang digunakan untuk menghitung perkiraan beban. Penulis di dalam penelitian ini menjabarkan suatu metode untuk meramal beban listrik jangka panjang dengan menggunakan metode jaringan syaraf tiruan di ULP Maros. Metode jaringan syaraf tiruan mempunyai kelebihan yaitu dapat digunakan untuk hubungan *non-linear* antara beban dan faktor-faktor ekonomi yang bervariasi dan faktor-faktor lainnya, mampu melakukan komputasi dengan cara

e-mail : sugiastira245@gmail.com
DOI : https://doi.org/xxx

belajar dari pola-pola yang diajarkan dan menghasilkan peramalan beban yang akurat sehingga bermanfaat sebagai acuan dalam operasi sistem.

2. METODE PENELITIAN

2.1. Sistem Tenaga Listrik



Gambar 1. Sistem Tenaga Listrik

Sistem tenaga listrik adalah suatu sistem yang terdiri dari beberapa komponen, antara lain unit pembangkitan, saluran transmisi, gardu induk dan jaringan distribusi yang berhubungan sedemikian rupa dan berkerja sama untuk melayani kebutuhan tenaga listrik bagi pelanggan sesuai kebutuhan. Secara garis besar sistem tenaga listrik dapat digambarkan dengan skema Gambar 1.

2.2. Beban Listrik

Beban listrik merupakan pemakaian energi yang digunakan oleh pelanggan (konsumen). Oleh karena itu, besar beban beban listrik serta perubahannya tergantung pada kebutuhan dan pemakaian konsumen pada waktu tertentu. Berdasarkan jenis konsumen energi listrik, secara garis besar, beban dapat dikelompokkan menjadi 4 bagian yaitu:

1. Beban rumah tangga (*domestic*), yaitu beban yang digunakan di sektor rumah tangga, misalnya berupa lampu untuk penerangan, kompor listrik, setrika listrik, mesin cuci, kulkas, pemanas air listrik (*heater*), oven listrik, AC, dan lain-lain.

2. Beban komersial, yaitu beban yang digunakan di sektor bisnis, misalnya berupa penerangan untuk reklame, dan alat-alat listrik lainnya yang diperlukan oleh restoran, hotel, perkantoran, dan sebagainya.

3. Beban Industri dibedakan atas 2 yaitu :

   a) Beban industri skala kecil, untuk beban harian pada industri kecil yang umumnya hanya bekerja pada disiang hari saja perbedaan pemakaian tenaga listrik antara siang dan malam hari sangat mencolok, karena pada malam hari listrik hanya untuk keperluan penerangan malam.
   b) Beban industri skala besar, pada industri skala besar (misalnya pengecoran baja) umumnya bekerja selama 24 jam, sehingga perubahan beban hanya terjadi pada saat jam kerja pagi untuk keperluan administrasi. Perubahan beban tersebut nilainya sangat kecil jika dibandingkan daya total yang digunakan untuk operasional industri. Selebihnya *continue*, selama 24 jam.

4. Beban fasilitas umum, beban ini adalah jenis beban konsumsi listrik yang digunakan secara umum. Pemakaian yang paling sederhana, karena pada umumnya tenaga listriknya memuncak mulai pukul 18.00 sampai dengan pukul 06.00. Misalnya untuk penerangan jalan, *traffic light*, dan sebagainya.

2.3. Peramalan (*Forecasting*)

Peramalan atau perkiraan (*forecasting*) adalah memprediksikan, memberikan gambaran, atau memberi perkiraan atau taksiran terhadap sesuatu yang mungkin akan terjadi sebelum suatu rencana yang lebih pasti dapat dilakukan. Peramalan adalah ilmu yang digunakan untuk memperkirakan keadaan yang akan terjadi di masa depan. Peramalan dapat diimplementasikan dengan mengumpulkan data yang ada di masa lalu kemudian data tersebut diimplementasikan untuk masa mendatang dengan menggunakan model matematis.

Berdasarkan jangka waktunya, peramalan dibagi menjadi 3 periode sesuai dengan materi yang diramalakannya, yaitu :

a. Peramalan jangka pendek (*Short-Term Forecasting*) adalah prakiraan dalam jangka waktu harian, per jam atau mingguan. Peramalan ini berguna untuk membuat analisis tentang aliran daya yang terjadi sehingga sistem tenaga listrik untuk beberapa jam hingga satu minggu dengan mempertimbangkan cuaca, temperatur udara dan kegiatan harian yang dilakukan masyarakat, sehingga dapat menghindari kelebihan ataupun kekurangan suplai tenaga.
b. Peramalan jangka menengah (*Mid-Term Forecasting*) adalah prakiraan yang dilakukan jangka waktu bulanan sampai dengan satu tahun. Prakiraan jangka menengah juga dapat dilakukan untuk negara-negara yang memiliki 4 musim. Permintaan daya listrik dari konsumen untuk setiap musim sangat berbeda.
c. Peramalan jangka panjang (*Long-Term Forecasting*) adalah prakiraan yang dilaksanakan dalam jangka waktu yang lama, misalnya lebih dari satu tahun. Dan data historis yang digunakan juga penting tergantung sampel data yang diramalkan. Tujuannya adalah untuk mencapai ketersediaan dari sisi pembangkit, sistem transmisi dan distribusi guna untuk memenuhi permintaan konsumen.

2.4. MATLAB R2015a

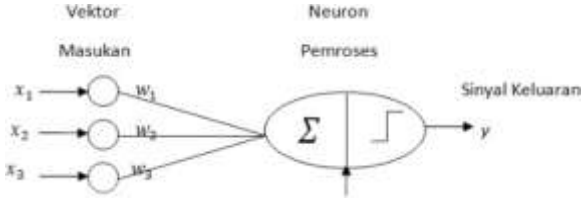
MATLAB merupakan bahasa pemrograman dalam ilmu komputer teknik yang dikembangkan menggunakan fungsi melalui metode numerik yang lebih mudah dan menarik. Nama MATLAB merupakan singkatan dari MATrix LABoratory. MATLAB dapat digunakan untuk perhitungan matematika, analisis data, pemodelan simulasi, membuat grafik, dan gambar serta pengembangan sistem algoritma.

MATLAB sudah sangat populer serta digunakan oleh para mahasiswa dalam melakukan sebuah penelitian, digunakan untuk melakukan analisis data dengan menggunakan sebuah teknik / metode tertentu.

MATLAB yang penulis gunakan dalam penelitian ini adalah MATLAB versi R2015a. Adapun fitur-fitur yang sudah banyak dikembangkan atau yang lebih kita kenal dengan nama *toolbox*. Area- area yang sudah bisa dipecahkan dengan *toolbox* saat ini meliputi pengolahan sinyal, *system* kontrol, *neural networks*, *fuzzy logic*, *wavelets*, dan lain-lain.

2.5. Jaringan Syaraf Tiruan

Jaringan syaraf tiruan adalah algoritma klasifikasi yang mensimulasikan prinsip kerja dari jaringan syaraf manusia. Analogi sistem kerja otak manusia tersebut membuat *neural network* mempunyai bagian-bagian layaknya sel syaraf manusia yakni : sebuah unit pemroses yang disebut *neuron* (dalam otak manusia disebut *akson*) yang berisi penambah dan fungsi aktivasi, sejumlah bobot (dalam otak manusia disebut *sinaps*), sejumlah vektor masukan (dalam otak manusia disebut *dendrit*). Fungsi aktivasi digunakan untuk mengatur keluaran yang diberikan oleh *neuron*. Secara umum desain *neural network* diperlihatkan pada Gambar 2.



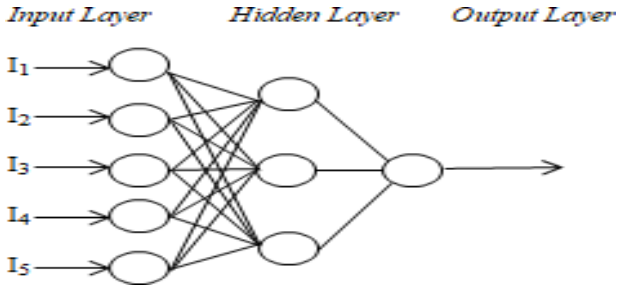
Gambar 2.2 Desain Umum *Neural Network*

2.5.1 Algoritma Neural Network

Backpropagation merupakan algoritma pelatihan untuk memperkecil tingkat *error* dengan menyesuaikan bobot berdasarkan perbedaan *output* dan target yang diinginkan. *Backpropagation* adalah salah satu pengembangan dari arsitektur *single neural network* yang digunakan untuk

arsitektur *multilayer neural network*. Arsitektur ini terdiri dari *input layer, hidden layer, dan output layer*, setiap *layer* terdiri dari satu atau lebih *neuron*. Operasional *multilayer neural network* dapat dinyatakan dalam beberapa lapisan yang antara lain:

1) Lapisan masukan (*input layer*)
   Pada lapisan ini berfungsi untuk menampung dan menyebarkan sinyal yang ada ke lapisan berikutnya.
2) Lapisan tersembunyi (*hidden layer*)
   Lapisan ini berada di antara lapisan masukan dan lapisan keluaran. Lapisan ini berfungsi mengolah sinyal yang ada dalam bentuk fungsi tranformasi *neuron*.
3) Lapisan keluaran (*output layer*) Sebagai lapisan pengeluaran hasil operasi jaringan syaraf tiruan.



Gambar 2.3 Blok Diagram Algoritma Jaringan Syaraf Tiruan

Ada beberapa proses dalam pemodelan metode jaringan syaraf tiruan untuk melakukan peramalan beban, yakni :

1) Koreksi Data
   Koreksi data terhadap data yang perlu dimasukkan, yang dimaksud adalah data historis yang akan dimasukkan / *input* pada pemodelan jaringan syaraf tiruan.
2) Normalisasi Data
   Normalisasi data diperlukan untuk mempermudah proses perhitungan yaitu dengan mentransformasi nilai data kedalam *range* atau rentang nilai tertentu. Misalnya *range* data ditransformasi menjadi antara 0 dan 1, artinya data minimal adalah 0 dan data maksimal adalah 1. Rancangan model dengan jaringan syaraf tiruan (JST).
3) Pengujian Model
   Pengujian pada model JST dilakukan untuk mengetahui ketepatan atau akurasi hasil atau *output* dari model prakiraan yang dibangun, dibandingkan dengan besar beban listrik yang sebenarnya (beban *real*). Adapun rumus normalisasi dan denormalisasi pada metode JST dapat dilihat dibawah ini :

   Rumus normalisasi data

$$X' = 0.8\frac{X - X_{min}}{X_{max} - X_{min}} + 0{,}1$$

Dengan : X = Nilai Beban
Xmax = Nilai Maksimum
Xmin = Nilai Minimum

Rumus denormalisasi data

$$F_i = \left[\frac{((F_i')-0{,}1}{0{,}8}\right] \times (Xmax - Xmin) + Xmin \quad (2)$$

Dengan :

F_i = Nilai prediksi dengan *range* data asli
F_i' = Nilai prediksi dari hasil data yang dinormalisasi
X = Data Aktual

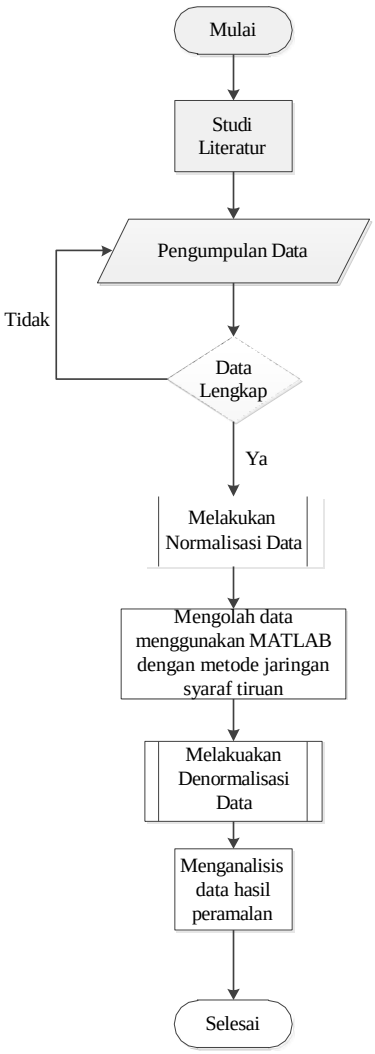
Rumus Transformasi ke Persentase Kenaikan (%)

$$\% = \left[\frac{Nilai\ Selisih}{Nilai\ Awal}\right] \times 100\%. \quad (3)$$

Dengan :

Nilai Selisih = Nilai setelah peramalan dikurangi dengan nilai sebelum peramalan.
Nilai Awal = Nilai sebelum peramalan.

Secara garis besar penelitian ini digambarkan melalui diagram alir (*Flowchart*) pada Gambar 2.4 dan Gambar 2.5 sebagai berikut:



Gambar 2.4 Diagram Alir (*flowchart)* Penelitian secara umum

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian peramalan beban listrik ini menggunakan data historis beban listrik dari tahun 2013 sampai dengan tahun 2022 yang di telah dapatkan dari ULP Maros. Selain data tersebut, terdapat juga data jumlah pelanggan dan jumlah penduduk. Sebelum dilakukan prosesing data menggunakan MATLAB, perlu dilakukan tahap *pre-processing* dimana data dirubah menjadi bentuk *decimal* atau dilakukan normalisasi data terlebih dahulu, agar data menjadi lebih kecil tanpa adanya perubahan informasi yang dikandung dengan menggunakan rumus persamaan (1). Normalisasi data dilakukan untuk mempermudah pada saat pengolahan data. Data *input* dinormalisasi tersebih dahulu dengan *range* antara 0,1 sampai 0,9. Dalam proses pengolahan data menggunakan JST dengan menggunakan *software* MATLAB dibutuhkan sebuah variabel target dan variabel *input*, dalam hal ini variabel *input* dalam proses peramalan JST yaitu variabel beban listrik dan variabel target menggunakan data jumlah pelanggan, jumlah penduduk yang kemudian dilakukan normalisasi data menjadi *decimal*.

4.1. Pelatihan Jaringan Syaraf Tiruan

Pada pelatiahan ini variabel yang dibutuhkan adalah sebagai berikut:

Tabel 1. Variabel *Input*

Input	Keterangan
X1	Jumlah Penduduk
X2	Jumlah Pelanggan (Rumah Tangga)
X3	Jumlah Pelanggan (Publik)
X4	Jumlah Pelanggan (Industri)

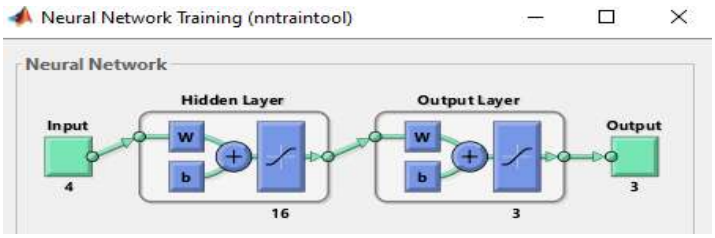
Pada tabel 3.1 merupakan variabel yang ingin dijadikan masukan / *input* dengan diberikan inisial X.

Tabel 3.2 Variabel *Output*

Output	Keterangan
Y1	Beban Listrik (Rumah Tangga)
Y2	Beban Listrik (Publik)
Y3	Beban Listrik (Industri)

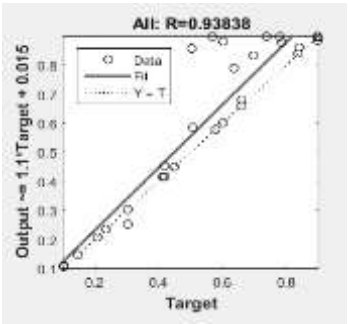
Sedangkan pada tabel 3.2 merupakan variabel yang ingin dijadikan *output* berupa beban listrik dibeberapa sektor dengan inisial Y.

Pada pelatihan ini menggunakan 17 model untuk mendapatkan arsitektur terbaik dengan menentukan jumlah *neuron*. Pada bagian ini digunakan 17 model yang dikembangkan. Kemudian dapat dilihat hasil MSE terkecil dari setiap arsitektur yang digunakan.



Gambar 3.1 Contoh Pemodelan Arsitektur (4-16-3) Jaringan Syaraf Tiruan

Adapun maksud dari tujuh belas jenis model tersebut adalah arsitektur yang dikembangkan memiliki 4 *input*, 1-17 merupakan *hidden layer*, dan 3 *output*. Pengambilan 1-17 *hidden layer*, disebabkan karena akan dilakukan perbandingan hasil arsitektur dari ketujuh belas model tersebut.



Gambar 2. Tampilan Plot Regresi Arsitektur 4-16-3

Dari gambar 2 adalah tampilan dari plot regresi, pada plot regresi ini didapatkan korelasi sebesar 0,93838. Apabila konfigurasi korelasi mendekati +1 maka kedekatan hubungan antara variabel target dan data semakin baik atau hubungan antara dua variabel tersebut berbanding lurus. Dapat dilihat pada gambar 2 untuk melihat plot regresi model 16.

4.2. Data

Setelah melakukan pelatihan jaringan maka didapatkan model arsitektur terbaik (Model 16) dengan 4 variabel *input layer*, 16 *neuron* pada *hidden layer* dan 3 *neuron output layer*, ini disebabkan karena pada model 16 memiliki korelasi sebesar 0,93838. Adapun tujuan dari dilakukannya pelatihan jaringan ini ialah untuk melihat respon dari jaringan terhadap target normalisasi. Untuk proses selanjutnya dilakukan analisis pengujian beban listrik pada tahun 2023-2032. Berikut ini merupakan hasil dari *output* data uji Y1 (Beban Listrik Rumah Tangga), Y2 (Beban Listrik Publik), dan Y3 (Beban Listrik Industri) dari pelatihan jaringan yang telah dilakukan.

Tabel 3.3 Hasil pelatihan jaringan syaraf tiruan sebelum denormalisasi

Tahun	Y1	Y2	Y3
2023	0,10834	0,23505	0,41582
2024	0,20559	0,30125	0,57775
2025	0,25303	0,45244	0,58675
2026	0,14443	0,10346	0,10394
2027	0,44789	0,60294	0,65924
2028	0,85728	0,89962	0,89905
2029	0,88147	0,89967	0,89942
2030	0,87681	0,83446	0,78909
2031	0,86039	0,8407	0,68504
2032	0,88593	0,895	0,41646

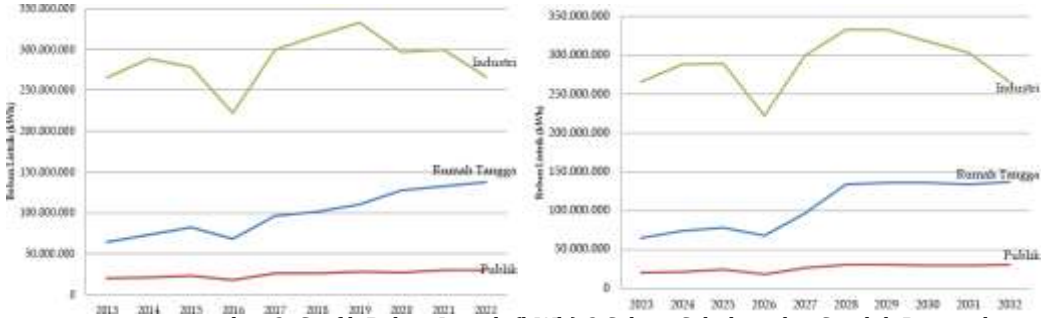
Pada tabel 3.3 adalah tabel hasil atau *output* pelatihan JST untuk beban listrik (pemakaian) peruntukan publik. Dengan model 16 sebagai model terbaik, ini disebabkan karena kolerasi mendekati 1 yaitu 0,93838. Langkah berikutnya adalah dilakukan denormalisasi data dengan mengguna- kan rumus persamaan (2).

Tabel 3.4 Hasil pelatihan jaringan syaraf tiruan setelah denormalisasi

Tahun	Rumah Tangga (kWh)	Publik (kWh)	Industri (kWh)
2023	64.758.750	20.656.096	266.190.263
2024	73.760.410	21.656.926	288.667.354
2025	78.151.554	23.942.660	289.916.622
2026	68.099.314	18.666.680	222.898.992
2027	96.188.198	26.217.962	299.978.774
2028	134.082.181	30.703.255	333.266.191
2029	136.321.257	30.704.011	333.317.550
2030	135.889.918	29.718.148	318.002.923
2031	134.370.049	29.812.486	303.560.007
2032	136.734.084	30.633.409	266.279.099

Denormalisasi perlu dilakukan untuk mengubah nilai desimal menjadi nilai yang sebenarnya. Berikut ini merupakan perhitungan denorma- lisasi data untuk analisa peramalan untuk tahun 2023-2032 ialah sebagai berikut.

4.3. Perbandingan Sebelum dan Setelah Peramalan



Gambar 3. Grafik Beban Listrik (kWh) 3 Sektor Sebelum dan Setelah Peramalan

Pada sisi sebelum peramalan terdapat penurunan yang cukup signifikan pada tahun 2019-2020 dan tahun 2021-2022 pada peruntukan industri ini disebabkan oleh adanya pandemi *COVID-19*. Sedangkan pada tahun 2015-2016 terjadi penurunan signifikan pada ketiga sektor hal ini disebabkan karena adanya pemecahan beban penyulang. Adapun laju pertumbuhan pada peruntukan industri terlihat laju pertumbuhan yang mengalami kenaikan serta penurunan beban listrik setiap tahunnya. Pada sisi setelah peramalan juga terdapat penurunan yang cukup signifikan pada tahun 2025-2026 dan tahun 2031-2032 pada peruntukan industri, serta didua sektor lainnya juga mengalami kenaikan serta penurunan pertumbuhan beban. pada bagian setelah peramalan dapat dilihat laju pertumbuhan beban mengikuti kenaikan dan penurunan pemakaian dalam satuan kWh pada sisi sebelum melakukan peramalan. Laju pertumbuhan ini merupakan prinsip dasar dari peramalan itu sendiri, yaitu melakukan proyeksi data masa lalu ke masa yang akan

datang. Oleh sebab itu, pola data yang telah terjadi pada masa lalu akan sangat berpengaruh terhadap data yang akan diramalkan. Kemudian dilakukan transformasi ke dalam bentuk persentase (%) agar memudahkan dalam proses analisis data dengan menggunakan rumus persamaan (3).

PENUTUP

Peramalan beban listrik menggunakan metode jaringan syaraf tiruan, setelah peramalan dalam kurun waktu 10 tahun (2023-2032) terjadi kenaikan serta penurunan pertumbuhan beban listrik, dari aspek rumah tangga sebesar 9% pertahunnya, publik atau fasilitas umum sebesar 5% dan pada aspek industri sebesar 1%. Hal ini menunjukkan bahwa beban listrik di wilayah kerja ULP Maros mengalami peningkatan yang cukup signifikan pada aspek rumah tangga, akan tetapi pada aspek industri laju pertumbuhannya cukup lambat.

DAFTAR REFERENSI

[1] Binoto, M., & Kristiawan, Y. (2015). Peramalan Eergi Listrik Terjual dan Daya Listrik yang Tersambung pada Sistem Ketenagalistrikan untuk jangka panjang di Solo Menggunakan Metode *Artificial Neural Network*. *Prosiding SNATIF Ke-2*, 235.

[2] Septyawan, R. (2018). Analisis Peramalan Kebutuhan Energi Listrik PLN Area Batam Menggunakan Metode Regresi Linear. Yogyakarta: Tugas Akhir Universitas Islam Indonesia.

[3] Slamet Suripto, M. (2017). *Sistem Tenaga Listrik* . Yogyakarta: LP3M UMY.

[4] Handayani, I., Alimuddin, & Suhendar. (2012). Peramalan Beban Tenaga Listrik jangka Pendek Menggunakan Metode Jaringan Syaraf Tiruan. *SETRUM, I*, 36.

[5] Suhadi, d. (2008). *Teknik Distribusi Tenaga Listrik* (1 ed.). Jakarta: Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan.

[6] Attaqwa, S. (2018). Peramlaan Jangka Pendek dengan Menggunakan Metode ARIMA pada Gedung Elektro Kampus 2 PNUP. Makassar: Skripsi Politeknik Negeri ujung Pandang.

[7] Maulidin, M. S., & Assaffat, L. (2014, Desember). Jaringan Syaraf Tiruan sebagai Metode Peramalan Beban Listrik Harian di PT.Pismatex Pekalongan. *Media Elektrika, Vol. 7 No. 2*, 36-44.

[8] Alamsyah, F. (2021). Peramalan Beban Listrik Harian Menggunakan *Artificial Neural Network.Universitas Negeri Surabaya, Volume 1 No. 1*, 205.

[9] Setiabudi, D. (2012, Oktober). Sistem Informasi Peramalan Beban Listrik jangka Panjang di Kabupaten Jember Menggunakan JST Backpropogation. *SMATICS, I*, 1-4.

[10] Tindriyani, N. A. (2017). Implementasi Neural Network pada MATLAB untuk Peramalan Komsumsi Beban Listrik Kabupaten Ponorogo Jawa Timur. Semarang: Skripsi Univesitas Negeri Semarang.

[11] Rodney, M. F. (2022). Peramalan Beban Listrik Menggunakan Kombinasi Metode Jaringan Syaraf Tiruan dan Regresi Linear di ULP Sungguminasa. Makassar: Skripsi Politeknik Negeri Ujung Pandang.

[12] Rahmah, F. (2018). Analisa Peramalan Beban Daya 900 VA Sebagai Salah Satu Acuan Perencanaan Pembangkitan Sumber Energi Alternatif. Makassar: Skripsi Politeknik Negeri Ujung Pandang.

[13] Marwan. (2018). *Komputasi Sistem Tenaga Listrik.* Yogyakarta: Andi.

[14] Robandi, I. (2019). Artificial Intelegence : Mengupas Rekayasa Kecerdasan Tiruan. Yogyakarta: Andi.

[15] Handayani, I., Alimuddin, & Suhendar. (2012). Peramalan Beban Tenaga Listrik jangka Pendek Menggunakan Metode Jaringan Syaraf Tiruan. *SETRUM, I*, 36.

[16] Tim Dosen. (2016). *Pedoman Penulisan Proposal dan Skripsi Program Diploma Empat (D-4) Bidang Rekayasa dan Tata Niaga.* Makassar: Politeknik Negeri Ujung Pandang.

[17] Badan Pusat Statistik Sulawesi Selatan,2023,http://sulsel.bps.go.id/indicator/12/83/2/jumlah-penduduk-menurut-kabupaten-kota.html, 2 Mei 2023, pukul 16.31.