

Peramalan Beban Listrik Menggunakan Metode Jaringan Syaraf Tiruan (JST) Pada Gardu Induk Surabaya Selatan Untuk Menentukan Daya Yang Dibangkitkan

Septian Haryo Bagaskoro¹, Laila Nur Afifah², dan Wahyu Setyo Pambdi³

Institut Teknologi Adhi Tama Srabaya^{1,2,3}

e-mail: bagasseptian25@gmail.com

ABSTRACT

The annual increase in Surabaya's population impacts the rise in electrical load demand. The South Surabaya Substation, responsible for distributing electricity to densely populated areas, is experiencing an increased electrical load. As a solution, generation capacity must be enhanced to meet the rising energy demands. This study aims to forecast the power generation requirements using the artificial neural network (ANN) method. Simulation results indicated that among the tested network architectures of 12-6-1, 12-12-1, 12-18-1, 12-24-1, and 12-30-1, the 12-6-1 architecture was selected due to its smallest error value of 0.7%. However, some forecasted data exhibited higher errors of around 5–10%. The comparison between actual monthly data and forecasted monthly data showed an error of approximately 2% using the 12-6-1 architecture. Thus, the application of the artificial neural network method was effective for forecasting generated power and could serve as a reference for future research..

Kata kunci: Forecasting, Artificial Neural Network, Electrical Load.

ABSTRAK

Peningkatan jumlah penduduk Kota Surabaya setiap tahun memberikan dampak peningkatan beban energi listrik. Gardu Induk Surabaya selatan sebagai distribusi energi listrik di beberapa daerah yang padat penduduk akan mengalami peningkatan beban energi listrik. Solusi permasalahan ini adalah dengan menambah kapasitas pembangkit agar dapat memenuhi permintaan energi listrik. Penelitian ini bertujuan untuk meramalkan daya yang akan dibangkitkan menggunakan metode jaringan saraf tiruan. Hasil penelitian ini berdasarkan simulasi yang menunjukkan bahwa dari arsitektur jaringan 12-6-1, 12-12-1, 12-18-1, 12-24-1, 12-30-1 yang telah digunakan dalam tahap pelatihan, maka arsitektur jaringan terpilih adalah 12-6-1 dikarenakan memiliki nilai error terkecil sebesar 0,7%. Dari semua data terdapat beberapa data yang telah di ramalkan memiliki error yang besar sekitar 5-10%. Perbandingan data aktual tiap bulan dengan data peramalan tiap bulan memiliki error sekitar 2% ketika dilakukan peramalan menggunakan arsitektur jaringan 12-6-1. Dengan demikian, penerapan metode jaringan saraf tiruan dapat digunakan untuk meramalkan daya yang dibangkitkan dengan baik serta dapat menjadi acuan pada penelitian selanjutnya.

Kata kunci: Peramalan, Jaringan Saraf Tiruan, Beban Listrik.

PENDAHULUAN

Peramalan beban listrik merupakan salah satu aspek penting dalam perencanaan dan manajemen sistem kelistrikan. Hal ini memungkinkan operator jaringan listrik untuk mengantisipasi kebutuhan energi di masa depan, sehingga dapat merencanakan infrastruktur dan sumber daya yang diperlukan secara efisien. Metode yang digunakan untuk meramalkan beban listrik dapat bervariasi, dan salah satu yang sering digunakan adalah Jaringan Syaraf Tiruan (JST). Hal ini memudahkan meminimalkan kelebihan atau kekurangan tegangan pada sistem energi listrik. Selain itu, distribusi listrik yang efektif juga dapat berdampak pada besarnya biaya yang dikeluarkan PLN untuk biaya pembangkitan listrik[1].

Untuk peramalan beban listrik menggunakan Jaringan Saraf Tiruan akan melibatkan pengumpulan data historis tentang konsumsi energi listrik di wilayah tersebut serta faktor-faktor lain yang relevan. Data ini akan digunakan untuk melatih model Jaringan Saraf Tiruan, yang

kemudian dapat digunakan untuk meramalkan beban listrik di masa depan. Hal ini dapat membantu mengoptimalkan penggunaan sumber daya dan menghindari kelebihan atau kekurangan pasokan energi, yang dapat mengakibatkan gangguan dalam penyediaan listrik kepada konsumen. Sehingga diperlukan adanya penyesuaian pembangkitan energi agar pembangkit listrik membangkitkan daya yang dapat memenuhi kebutuhan yang sesuai dengan permintaan beban. Kurang sesuainya daya yang dihasilkan dapat membuat banyak permasalahan yang timbul pada pembangkitan energi listrik, sehingga sistem pembangkitan energi listrik harus memenuhi permintaan beban dengan efisien[2].

Salah satu metode yang paling sesuai yang sering digunakan untuk meramalkan kebutuhan daya listrik yang dibangkitkan ialah Jaringan Syaraf Tiruan (Artificial Neural Network). Selain itu, metode jaringan syaraf tiruan (JST) juga dapat digunakan untuk memprediksi komponen data yang diperoleh yang memiliki kesamaan jaringan sesuai dengan jaringan syaraf manusia[3]. Penggunaan metode Jaringan Saraf Tiruan, dikarenakan metode ini mempunyai struktur yang lebih rinci pada saat melakukan peramalan daripada pada saat melakukan peramalan dengan metode peramalan data secara umum. Software MATLAB digunakan dalam melakukan peramalan pembebanan energi listrik menggunakan metode Jaringan Saraf Tiruan.

Adapun tujuan dilakukannya penelitian ini adalah :

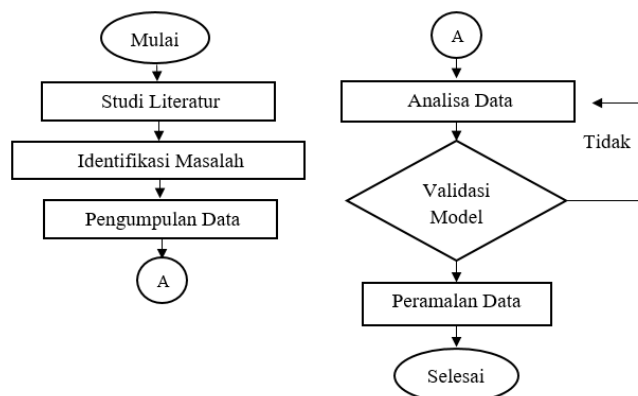
1. Mengolah data konsumsi daya listrik dari tahun 2022 hingga tahun 2024 dengan menggunakan metode Jaringan Syaraf Tiruan (JST) guna menghasilkan model prediksi yang akurat.
2. Mengetahui arsitektur jaringan terpilih untuk menentukan daya yang akan dibangkitkan.

Adapun manfaat dari dilakukannya penelitian ini ialah :

Penelitian mengenai peramalan beban listrik ini dapat membawa banyak manfaat, salah satunya dapat digunakan sebagai bahan informasi mengenai perkiraan pembebanan pada Gardu Induk setiap tahun, pada saat sekarang hingga di masa yang akan datang, pada akhirnya dapat kita ketahui secara detail memahami perkembangan beban di suatu daerah. Tujuan dari melakukan peramalan beban listrik adalah untuk meramalkan daya yang dibangkitkan dan beban listrik diwaktu yang akan datang[4].

METODE

Diagram Alir



Gambar 1. Flowchart

Gambar tersebut adalah sebuah diagram alir atau flowchart yang menggambarkan alur kerja dari sebuah proses, kemungkinan besar terkait dengan metode penelitian atau analisis data.

Penjelasan dari diagram alir :

1. Langkah awal adalah melakukan studi literatur untuk memahami konteks dan informasi yang ada terkait topik yang diteliti.

2. Setelah memahami konteks, masalah atau gap dalam pengetahuan diidentifikasi.
3. Selanjutnya data dikumpulkan untuk mendukung analisis masalah yang telah diidentifikasi.
4. Data yang telah dikumpulkan dianalisis untuk memahami pola, hubungan, atau tren yang relevan.
5. Setelah analisis, model arsitektur jaringan yang dikembangkan divalidasi. Jika model tidak valid, proses kembali ke tahap analisa data.
6. Setelah model arsitektur jaringan divalidasi, data diramalkan berdasarkan model tersebut.
7. Penelitian selesai.

Peramalan Beban Listrik

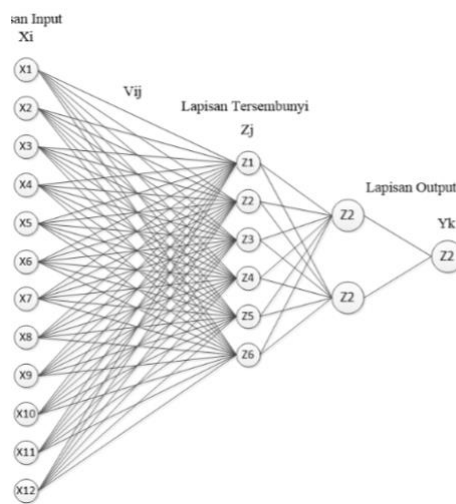
Prediksi beban listrik memiliki dampak yang signifikan terhadap perencanaan, pengoperasian dan pengendalian sistem kelistrikan. Peramalan merupakan suatu usaha riset yang bertujuan untuk memproyeksikan besarnya beban (daya aktif) sebenarnya yang akan terjadi di masa yang akan datang[5].

Peramalan beban listrik adalah ilmu memperkirakan beban listrik di masa depan berdasarkan beban yang ada di masa lalu[6]. Peramalan daya listrik disebut juga dengan peramalan pemakaian beban listrik di masa yang akan datang, sesuai dengan peramalan kebutuhan, peramalan beban tersebut mempunyai jangka waktu yang berbeda-beda.

Jaringan Saraf Tiruan

Jaringan saraf tiruan (JST) atau artificial neural network merupakan sebuah metode yang berfungsi untuk mengolah informasi serupa dengan mekanisme kerja jaringan saraf otak. Jaringan saraf tiruan adalah cerminan neuron yang dibuat oleh manusia[7].

Ada dua bagian utama dalam JST yaitu propagasi maju dan propagasi mundur. Pada forward pass, JST akan berusaha meramalkan hasil nilai keluaran, selanjutnya pada tahap backward pass, JST dapat memperbaiki diri (memperbarui bobot) yang kemudian pada forward pass pada periode selanjutnya diharapkan akan menghasilkan keluaran yang lebih baik atau mendekati nilai aktualnya.



Gambar 2. Arsitektur jaringan Saraf Tiruan

Arsitektur yang digunakan dalam peramalan beban listrik menggunakan 12 - N - 1. Untuk 12 adalah nilai masukan, untuk lapisan tersembunyi disimbolkan dengan (N) dapat diubah untuk mendapatkan peramalan yang lebih akurat dan 1 adalah nilai keluaran (output).

Fungsi Aktivasi

Fungsi aktivasi ialah operasi asas neuron buatan, yang terdiri dari menjumlahkan berat isyarat input dan menerapkannya pada output[8]. Fungsi aktivasi adalah metode dasar yang berguna dalam sebuah arsitektur jaringan. Fungsi aktivasi memiliki fungsi untuk menyalurkan informasi dari input menuju output.

Pada fungsi aktivasi sigmoid biner digunakan dalam jaringan saraf tiruan yang dilatih dengan metode propagasi mundur. Nilai fungsi aktivasi ini berada pada kisaran 0 hingga 1. Sehingga, fungsi ini biasanya digunakan pada tipe jaringan neural yang memerlukan output berada dalam rentang 0 sampai dengan 1..

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data beban listrik pada tahun 2019-2022 diolah dengan metode jaringan saraf tiruan. Agar data atau inputan mudah diolah pada metode jaringan saraf tiruan maka variabel data diubah kedalam bilangan numerik 0 sampai 1. Selanjutnya nilai masukkan atau input merupakan beban listrik dan nilai keluaran atau output adalah prediksi beban listrik tahun berikutnya.

Tabel 1 Jumlah Daya Listrik Terjual (MWH)

NO	BULAN	TAHUN		
		2019 (MWH)	2020 (MWH)	2021 (MWH)
1	Januari	302.364	380.932	305.741
2	Februari	312.456	371.364	311.485
3	Maret	322.713	362.231	317.257
4	April	332.121	349.549	321.187
5	Mei	341.134	339.485	326.271
6	Juni	348.143	334.167	332.891
7	Juli	353.459	327.164	337.538
8	Agustus	360.313	322.465	342.561
9	September	366.241	317.432	347.296
10	Oktober	374.434	308.461	353.562
11	November	380.431	304.765	358.438
12	Desember	385.432	300.248	363.434

Tabel 1 Data Pelatihan

Periode	Input												Nilai Target
	Janu	Febr	Mar	April	Mei	Juni	Juli	Agus	Sept	Okto	Nov e	Des e	
1	0,119 872	0,21 465	0,31 098	0,39 933	0,48 398	0,54 98	0,59 973	0,66 41	0,71 977	0,79 671	0,85 303	0,90 00	0,85 77
2	0,214 651	0,31 098	0,39 933	0,48 398	0,54 98	0,59 973	0,66 41	0,71 977	0,79 671	0,85 303	0,90 00	0,85 77	0,76 79
3	0,310 979	0,39 933	0,48 398	0,54 98	0,59 973	0,66 41	0,71 977	0,79 671	0,85 303	0,90 00	0,85 77	0,76 79	0,68 21
4	0,399 333	0,48 398	0,54 98	0,59 973	0,66 41	0,71 977	0,79 671	0,85 303	0,90 00	0,85 77	0,76 79	0,68 21	0,56 30
5	0,483 978	0,54 98	0,59 973	0,66 41	0,71 977	0,79 671	0,85 303	0,90 00	0,85 77	0,76 79	0,68 21	0,56 30	0,46 85
6	0,549 803	0,59 973	0,66 41	0,71 977	0,79 671	0,85 303	0,90 00	0,85 77	0,76 79	0,68 21	0,56 30	0,46 85	0,41 85
7	0,599 728	0,66 41	0,71 977	0,79 671	0,85 303	0,90 00	0,85 77	0,76 79	0,68 21	0,56 30	0,46 85	0,41 85	0,35 28

8	0,664 097	0,71 977	0,79 671	0,85 303	0,90 00	0,85 77	0,76 79	0,68 21	0,56 30	0,46 85	0,41 85	0,35 28	0,30 86
9	0,719 769	0,79 671	0,85 303	0,90 00	0,85 77	0,76 79	0,68 21	0,56 30	0,46 85	0,41 85	0,35 28	0,30 86	0,26 14
10	0,796 713	0,85 303	0,90 00	0,85 77	0,76 79	0,68 21	0,56 30	0,46 85	0,41 85	0,35 28	0,30 86	0,26 14	0,17 71
11	0,853 033	0,90 00	0,85 77	0,76 79	0,68 21	0,56 30	0,46 85	0,41 85	0,35 28	0,30 86	0,26 14	0,17 71	0,14 24
12	0,900 0	0,85 77	0,76 79	0,68 21	0,56 30	0,46 85	0,41 85	0,35 28	0,30 86	0,26 14	0,17 71	0,14 24	0,10 00

Data pelatihan pada tabel 2 menggunakan rotasi putar pada tahun 2019. Didapatkan hasil berupa skala yang lebih kecil yaitu diantara 0,1 hingga 0,9. Sehingga semua bobot data saling berkaitan satu sama lain agar dapat membentuk jaringan yang efektif dan menghasilkan nilai keluaran yang akurat.

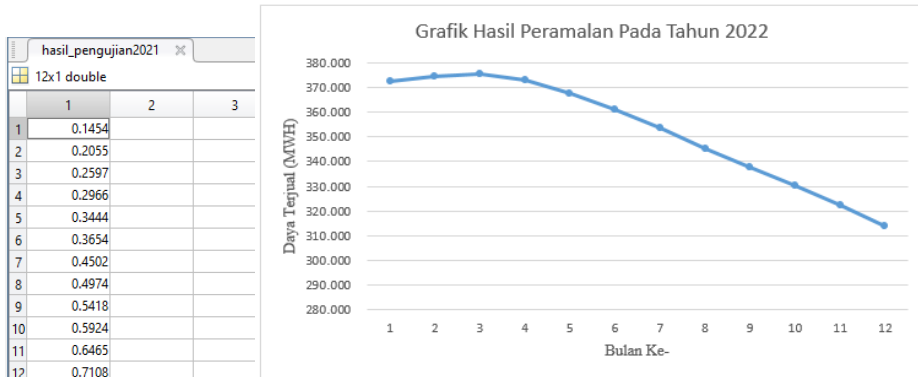
Tabel 2 Data Pengujian

Periode	Input												Nilai Target
	Janu	Febr	Mar	April	Mei	Juni	Juli	Agus	Sept	Okto	Nov	Dese	
1	0,85 77	0,76 79	0,68 21	0,56 30	0,46 85	0,41 85	0,35 28	0,30 86	0,26 14	0,17 71	0,14 24	0,10 00	0,15 16
2	0,76 79	0,68 21	0,56 30	0,46 85	0,41 85	0,35 28	0,30 86	0,26 14	0,17 71	0,14 24	0,10 00	0,15 16	0,20 55
3	0,68 21	0,56 30	0,46 85	0,41 85	0,35 28	0,30 86	0,26 14	0,17 71	0,14 24	0,10 00	0,15 16	0,20 55	0,25 97
4	0,56 30	0,46 85	0,41 85	0,35 28	0,30 86	0,26 14	0,17 71	0,14 24	0,10 00	0,15 16	0,20 55	0,25 97	0,29 66
5	0,46 85	0,41 85	0,35 28	0,30 86	0,26 14	0,17 71	0,14 24	0,10 00	0,15 16	0,20 55	0,25 97	0,29 66	0,34 44
6	0,41 85	0,35 28	0,30 86	0,26 14	0,17 71	0,14 24	0,10 00	0,15 16	0,20 55	0,25 97	0,29 66	0,34 44	0,40 66
7	0,35 28	0,30 86	0,26 14	0,17 71	0,14 24	0,10 00	0,15 16	0,20 55	0,25 97	0,29 66	0,34 44	0,40 66	0,45 02
8	0,30 86	0,26 14	0,17 71	0,14 24	0,10 00	0,15 16	0,20 55	0,25 97	0,29 66	0,34 44	0,40 66	0,45 02	0,49 74
9	0,26 14	0,17 71	0,14 24	0,10 00	0,15 16	0,20 55	0,25 97	0,29 66	0,34 44	0,40 66	0,45 02	0,49 74	0,54 18
10	0,17 71	0,14 24	0,10 00	0,15 16	0,20 55	0,25 97	0,29 66	0,34 44	0,40 66	0,45 02	0,49 74	0,54 18	0,60 07
11	0,14 24	0,10 00	0,15 16	0,20 55	0,25 97	0,29 66	0,34 44	0,40 66	0,45 02	0,49 74	0,54 18	0,60 07	0,64 65
12	0,10 00	0,15 16	0,20 55	0,25 97	0,29 66	0,34 44	0,40 66	0,45 02	0,49 74	0,54 18	0,60 07	0,64 65	0,69 34

Data pengujian pada tabel 3 menggunakan rotasi putar pada tahun 2020 yang sudah dinormalisasi. Yang selanjutnya data keluaran akan dibandingkan dengan data pada tahun 2021 menggunakan *software* MATLAB untuk menentukan *epoch* dan untuk mengetahui *error*-nya.

DISKUSI

hasil pengujian tahun sebelumnya akan digunakan untuk meramalkan tahun berikutnya. Tahap selanjutnya, arsitektur jaringan terpilih digunakan dalam perhitungan periode selanjutnya pada bulan januari hingga bulan desember. Setelah mendapatkan hasil dari perhitungan 12 bulan, kemudian dilakukan ulang tahap simulasi data input menggunakan arsitektur jaringan terpilih untuk mendapatkan hasil pada periode berikutnya.



Gambar 4. Hasil Pengujian Menggunakan ANN dan Grafik Hasil Peramalan Pada Tahun 2022

Kemudian hasil peramalan periode pertama pada gambar 4 kemudian data akan didenormalisasi ke data awal atau data asli untuk dapat dilakukan analisa dan hasil peramalan pada periode pertama akan digunakan sebagai data inputan baru untuk dapat melakukan peramalan pada tahun 2023. dapat dilihat bahwa hasil peramalan pada bulan ke- 1 hingga bulan ke- 3 mengalami kestabilan sedangkan pada ke- 4 hingga bulan ke- 12 terjadi penurunan yang tidak signifikan.



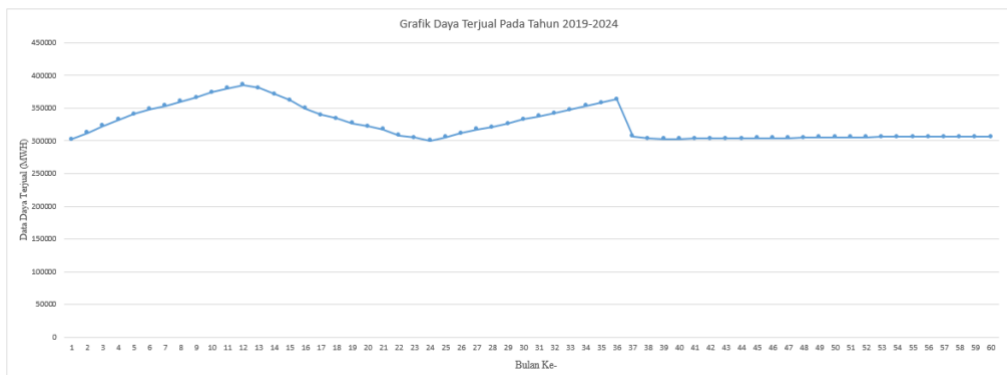
Gambar 5. Hasil Pengujian Menggunakan ANN dan Grafik Hasil Peramalan Pada Tahun 2023

Kemudian hasil peramalan gambar 5 kemudian data akan didenormalisasi ke data awal atau data asli untuk dapat dilakukan analisa dan data akan digunakan sebagai data inputan baru untuk dapat melakukan peramalan pada tahun 2024. dapat dilihat bahwa pada data pada bulan pertama memiliki hasil yang cukup besar dibandingkan dengan data lainnya. Kemudian data pada bulan selanjutnya mengalami peningkatan yang stabil.



Gambar 6. Hasil Pengujian Menggunakan ANN dan Grafik Hasil Peramalan Pada Tahun 2024

Pada gambar 6 dapat dilihat bahwa hasil peramalan pada tahun 2024 sudah mulai stabil pada setiap bulannya dan menjelaskan bahwa grafik antara bulan pertama dengan bulan kedua mengalami kenaikan yang cukup besar kemudian pada bulan-bulan selanjutnya data mulai stabil hingga bulan terakhir.



Gambar 7. Grafik Daya Yang Terjual Dari Tahun 2019-2024

Pada gambar 7 dapat dilihat bahwa pada awal periode (bulan 1 hingga sekitar bulan 12), terdapat peningkatan jumlah daya terjual yang konsisten, mencapai puncaknya sekitar bulan ke-12. Setelah mencapai puncaknya, terdapat penurunan jumlah daya terjual hingga sekitar bulan ke-24. Setelah penurunan, jumlah daya terjual cenderung stabil dengan sedikit peningkatan dan penurunan hingga sekitar bulan ke-36. Pada bulan ke-36 hingga ke-37, terdapat penurunan drastis dalam jumlah daya terjual. Setelah penurunan drastis tersebut, jumlah daya terjual kembali stabil pada nilai yang lebih rendah hingga bulan ke-60.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisa dan simulasi yang dilakukan pada sistem kelistrikan Gardu Induk Surabaya Selatan, maka dapat disimpulkan beberapa hal berikut :

1. Dari pengolahan data konsumsi daya dapat disimpulkan bahwa data aktual pada tahun 2019 hingga 2021 dapat dijadikan acuan untuk dijadikan bahan peramalan untuk meramalkan konsumsi daya pada tahun 2022 hingga 2024.
2. Hasil peramalan diatas mendapatkan hasil hampir mendekati data aktual di lapangan yang memiliki keakuratan sebesar $\pm 97\%$.
3. Dari arsitektur jaringan 12-6-1, 12-12-1, 12-18-1, 12-24-1, 12-30-1 yang telah digunakan dalam tahap pelatihan, maka arsitektur jaringan terpilih adalah 12-6-1 dikarenakan memiliki nilai error terkecil sebesar 0,7%

4. Perbandingan data aktual dengan data peramalan memiliki error $\pm 2\%$ ketika dilakukan peramalan menggunakan arsitektur jaringan 12-6-1.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] V. A. N. A. S. M. Nurfitri Imro'ah, "Model Peramalan Beban Listrik Di Kalimantan Barat Dengan Metode Fuzzy Linear Regression," *Bimaster Bul. Ilm. Mat. Stat. dan Ter.*, vol. 8, no. 1, pp. 91–96, 2019, doi: 10.26418/bbimst.v8i1.30556.
- [2] F. R. Rizqulloh and S. Prasetyono, "Analisa Perbandingan Peramalan Beban Listrik Jangka Pendek antara Metode Backpropagation Neural Network dengan Metode Regresi Linier," *J. Arus Elektro Indones.*, pp. 69–77, 2019.
- [3] M. Muhtar, N. A. Windarko, and ..., "Short Term Forecasting Beban Listrik Menggunakan Artificial Neural Network," ... *Tekno. dan Kejur.*, vol. 20, no. 1, pp. 13–22, 2023, [Online]. Available: <https://ejournal.undiksha.ac.id/index.php/JPTK/article/view/53919>
- [4] F. Alamsyah and B. Suprianto, "Peramalan Beban Listrik Harian Menggunakan Artificial Neural Network," *J. Tek. Elektro, Fak. Tek. Univ. Negeri Surabaya*, vol. 10, pp. 203–209, 2021.
- [5] W. Aribowo, "Optimizing Feed Forward Backpropagation Neural Network Based on Teaching-Learning-Based Optimization Algorithm for Long-Term Electricity Forecasting," *Int. J. Intell. Eng. Syst.*, vol. 15, no. 1, pp. 11–20, 2022, doi: 10.22266/IJIES2022.0228.02.
- [6] E. D. Kartiningrum, "Panduan Penyusunan Studi Literatur," *Lemb. Penelit. dan Pengabd. Masy. Politek. Kesehat. Majapahit, Mojokerto*, pp. 1–9, 2015.
- [7] M. Faris, "Prediksi Beban Generator Menggunakan Jaringan Saraf Tiruan," *J. Tek. Elektro Fak. Teknol. Ind. Univ. Islam Indones. Yogyakarta*, 2018.
- [8] H. Effendi, "Aplikasi Logika Fuzzy untuk Peramalan Beban Listrik Jangka Pendek Menggunakan Matlab," *Sainstek*, vol. XII, no. 1, pp. 52–58, 2009, [Online]. Available: <http://ejournal.unp.ac.id/index.php/sainstek/article/view/149>