

---

## PERAMALAN POTENSI PLTS DAN PLTB MENGUNAKAN JARINGAN SARAF TIRUAN

Mustaqim<sup>1</sup>, Muhamad Haddin<sup>2</sup>, Arief Marwanto<sup>3</sup>

Universitas Islam Sultan Agung Semarang

Jalan Kaligawe Raya KM 4 Terboyo, Kec.Genuk, Kota Semarang, Telp. (024) 6583584,

[mstqm.dpkp@gmail.com](mailto:mstqm.dpkp@gmail.com); [haddin@unissula.ac.id](mailto:haddin@unissula.ac.id); [arief@unissula.ac.id](mailto:arief@unissula.ac.id).

---

### ARTICLE INFO

Article history:

Received 28 April 2022

Received in revised form 12 Mei 2022

Accepted 22 Mei 2022

Available online 2 July 2022

---

### ABSTRACT

Energy generation should be able to be planned and adjusted. The planned production is determined based on predictions of future energy demand and the availability of new and renewable energy. Solar Power Generation System and Wind Power Generation are New Renewable Energy Generators with independent power systems, which have the best resource conditions, and have good application prospects. So, there is a need for in-depth research on forecasting the energy potential. The research approach is to forecast the energy potential of solar power plants (PLTS) and wind power plants (PLTB) using the Multi Layer Perceptrons (MLP) Artificial Neural Network (ANN) model. The results showed that forecasting the energy potential of PLTS and PLTB in Central Java in 2025, PLTS 0.0093% of energy consumption in Central Java and PLTB 0.407% of energy consumption in Central Java.

Keywords: energy forecasting, MLP, ANN and energy potential

---

### 1. Pendahuluan

Peningkatan populasi dan taraf hidup masyarakat diikuti dengan peningkatan kebutuhan energi akan berakibat pada tingginya laju pertumbuhan emisi CO<sub>2</sub>. Kondisi ini akan berdampak buruk apabila tidak diikuti dengan pemilihan jenis bahan bakar yang berkadar karbon rendah serta penggunaan teknologi yang efisien dan ramah lingkungan. Pelepasanemisi CO<sub>2</sub> yang dihasilkan dari pembakaran energi di pembangkit listrik, sektortransportasi, industri, komersial, rumah tangga, dan sektor lainnya ke atmosfer dalam jumlah tertentu akan berdampak terhadap pemanasan global. Untuk mengurangi penyebab pemanasan global dapat dilakukan melalui peningkatan efisiensi teknologi energi dan pemanfaatan sumber energi dengan kandungan rendah karbon [1].

Indonesia kaya dengan potensi energi rendah karbon dan energi terbarukan (antara lain energi surya, air, bayu, biomassa, laut, dan panas bumi) yang belum dimanfaatkan secara optimal. Menurut data ESDM, dengan teknologi yang ada saat ini, potensi listrik dari energi terbarukan mencapai 432 GW, atau 7-8 kali dari total kapasitas pembangkit terpasang saat ini. Dari potensi tersebut, baru sekitar 7 GW yang telah dimanfaatkan secara komersial, dan hingga tahun 2028, akan ada penambahan sekitar 29 GW oleh PLN berdasarkan Rencana Usaha Penyediaan Tenaga Listrik (RUPTL) 2019-2028. Sementara itu, Rencana Umum Energi Daerah (RUED) yang

---

*Received April 28, 2022; Revised Mei 12, 2022; Accepted Mei 22, 2022*

disusun oleh 34 pemerintah provinsi mengindikasikan total kapasitas terpasang energi terbarukan pada tahun 2025 mencapai 48 GW [2].

Dalam jaringan listrik, pembangkit energi seharusnya dapat direncanakan dan disesuaikan. Produksi yang direncanakan ditentukan berdasarkan prediksi permintaan energi selanjutnya dan ketersediaan energi baru terbarukan. Oleh karena itu, perlu untuk memprediksi dengan tepat ketersediaan sumber energi terbarukan dan membuat rencana pembangkit energi listrik yang efisien. Keterbatasan cadangan bahan bakar fosil mendorong pemanfaatan sumber daya energi alternatif dan energi baru terbarukan. Energi baru terbarukan sangat tergantung pada kondisi cuaca dan kondisi iklim pada wilayah tertentu mempunyai karakteristik yang berbeda beda.

Tenaga surya dan angin adalah perwakilan terbesar dari energi baru terbarukan dan prioritas penelitian dan pengembangan saat ini. Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Angin dan Tenaga Surya memiliki kemampuan pencocokan yang optimal dalam sumber daya karena adanya kesesuaian antara energi matahari dan energi angin pada waktunya. Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Angin-Tenaga Surya menjadi sistem tenaga mandiri, yang memiliki kondisi sumber daya terbaik, dan memiliki prospek penerapan yang baik [3].

Pemanfaatan energi terbarukan yang terjadi saat ini hanya melihat dari sisi pemakaian dan belum mempertimbangkan untuk masa tertentu di Jawa Tengah, akibatnya pembangunan pembangkit Energi baru terbarukan tidak mempunyai skala prioritas jangka panjang dan belum memperhitungkan ketidakpastian ketersediaan energi.

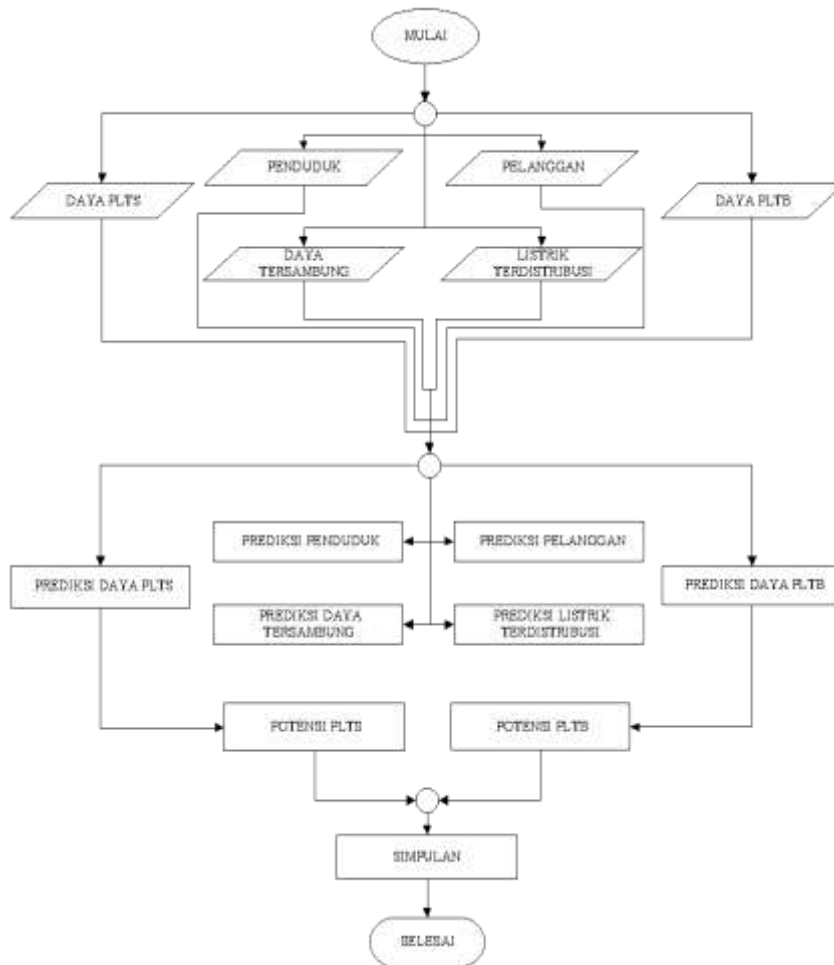
Algoritma Jaringan Saraf Tiruan (JST) atau Neural Network (NN) sangat direkomendasikan untuk prediksi konsumsi energi karena keakuratan prediksi yang baik dan waktu pengoperasian yang singkat. Studi ini membantu memandu pemilihan JST yang sesuai dan penentuan parameter terkait penggunaan algoritme dalam aplikasi teknik [4].

Sehingga diperlukan sebuah penelitian yang komprehensif untuk mengetahui pemanfaatan Energi Baru Terbarukan (EBT) Listrik Tenaga Angin dan Listrik Tenaga Surya terhadap kebutuhan listrik. Penelitian ini berjudul Peramalan potensi PLTS dan PLTB menggunakan jaringan saraf tiruan.

## 2. Metode Penelitian

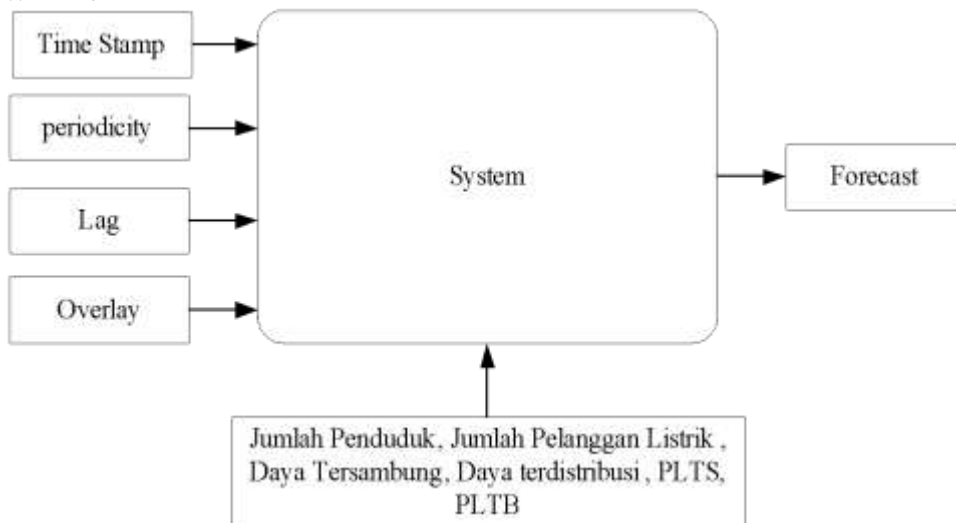
Metode penelitian merupakan prosedur atau cara ilmiah untuk mendapatkan data dengan tujuan tertentu [5]. Dalam penelitian ini metode kuantitatif deskriptif digunakan untuk menggambarkan suatu kondisi tertentu. Pendekatan menggunakan pendekatan kuantitatif karena menggunakan parameter parameter angka, dimulai dari pengumpulan data, serta penampilan dari hasil pendekatan tersebut. Gambaran tersebut dideskripsikan secara deduktif dari beberapa variabel dan teori-teori umum dan hasilnya akan diarahkan untuk membuat sebuah rumusan.

Model penelitian dapat dilihat pada gambar 3.1 sebagai berikut:



Gambar 3.1. Arsitektur Model Penelitian

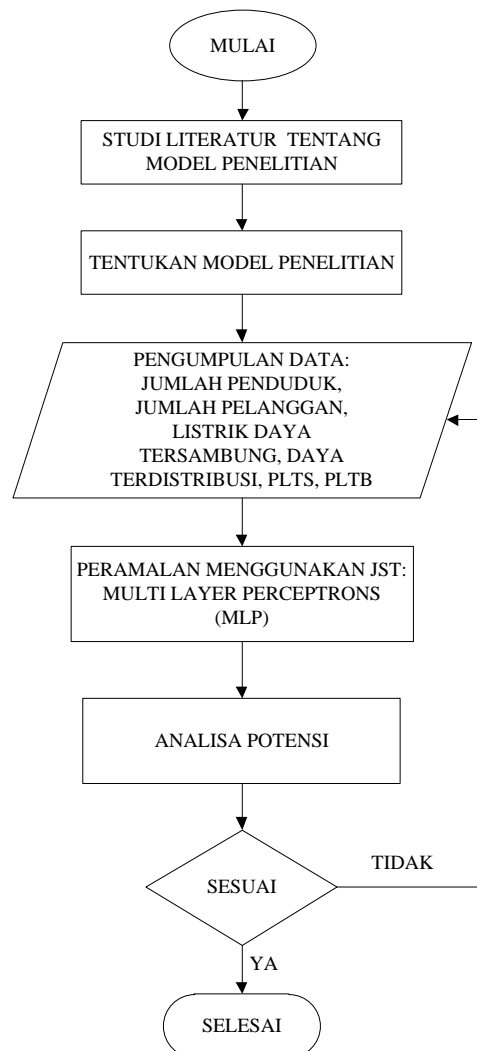
Salah satu penggunaan peramalan dalam konsep penelitian ini adalah menggunakan software Weka. Software ini dapat digunakan untuk menyelesaikan permasalahan matematika dan juga memiliki lisensi gratis (Open Source). Berikut merupakan blok diagram desain aplikasi dengan WEKA.



Gambar 3.2. Desain sistem framework

Pada gambar 3.2. merupakan diagram blok sistem framework Weka pada Peramalan JST prediksi 6 (enam) parameter data di Jawa Tengah.

Pada penelitian ini penulis membuat diagram alur agar memudahkan dalam penelitian dan dapat dideskripsikan tahapan tahapan sesuai alur tersebut. Diagram alur dapat dilihat pada gambar 3.3.



Gambar 3.3. Flowchart Penelitian

### 3. Hasil dan Analisa

#### 3.1 Hasil Penelitian

Dalam bab ini akan dibahas mengenai hasil penelitian studi literature dan data observasi yang sudah didapatkan terhadap data training yang diuji secara statistik dengan menggunakan program pengolahan data Software Weka 3.8.5. Hasil tersebut meliputi analisa tingkat akurasi, hasil yang didapatkan serta evaluasi berupa saran dan simpulan.

Proses pelatihan dan pengujian pada penelitian ini menggunakan dataset sebanyak 36 unit dan dibagi menjadi 6 kelompok. Yaitu jumlah penduduk, jumlah pelanggan, konsumsi daya/daya tersambung, daya yang didistribusikan, daya PLTS daya PLTB. Data tersebut diambil dari data publikasi beberapa tautan dari badan pusat statistik (BPS) jawa tengah <https://jateng.bps.go.id> dan <https://bps.go.id>. Data tersebut akan digunakan dalam Proses pelatihan dan pengujian WEKA dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 4.1. Tabel Dataset Penelitian Peramalan PLTS dan PLTB di Jawa Tengah

Tahun	Penduduk	Pelanggan	daya tersambung	daya terdistribusi	PLTS	PLTB
2014	33.522.663	8.456.230	9.836.461	19631,46	126,35	0
2015	33.774.141	8.866.323	10.485.466	20408,19	137,18	0
2016	34.019.095	9.191.764	11.337.632	20408,19	260,08	0
2017	34.257.865	9.603.887	12.128.181	21057,04	293,6	0
2018	34.490.835	10.011.388	12.908.427	23558,02	613,14	50
2019	34.718.204	10.393.738	15.718.345	24750,62	1027,48	50
2020	36.516.035	10.727.635	14.488.210	25090,74	1227	60

Data tersebut diubah menjadi data dengan format ekstensi .ARFF (Attribute Relation File Format). Dengan menggunakan notepad dan disimpan dengan format ARFF.

### 3.1.1 Pelatihan 1 Hidden Layer

Data input selanjutnya diproses menggunakan Software WEKA 3.8.5., dengan pengaturan GUI=true, hidden layer=a (dipilih a karena sistem akan memilih hidden layer secara automatic, walaupun bisa dipilih berapa lapisan dan neuron yang kita inginkan), Learning rate=0.3 dan momentum=0,2, dengan training time/ epoch by training.

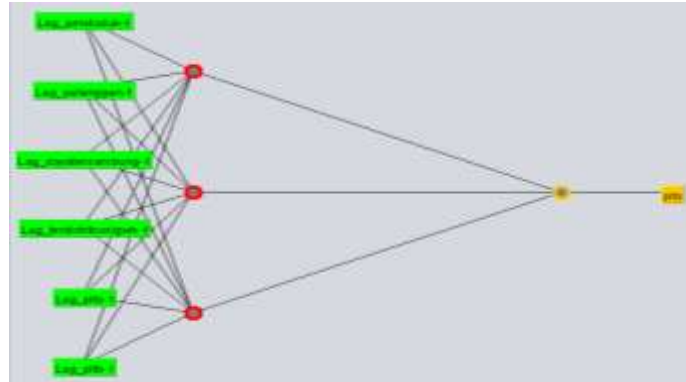
Tabel 4.2. Setting parameter Neural Network Multi Layer Perceptron

Parameter	Nilai
Nilai	Forecast // Multi Layer Perceptron
GUI	True
Hidden Layer	a "automatic"
Learning rate	0.3
momentum	0.2
Training time/ epoch	100,200,500,1000,2000
Perform evaluation	Mean absolute error (MAE), Mean squared error (MSE), Mean absolute percentage error (MAPE)
-other-	(default)

Tampilan GUI jika di atur / di setting "true", maka akan dapat dilihat jaringan jaringan yang dilakukan dalam model pembelajaran neuron neuron yang digunakan. Pengaturan parameter hasil yang dipakai dalam peramalan ini adalah sebagai berikut:

- Number of time unit to forecast diisi "5",
- time stamp diisi "tahun" dan
- periodicity "yearly".

Jadi akan ditampilkan hasil peramalan untuk 5 tahun kedepan, dengan bobot jaringan dan evaluasi error model.



Gambar 4.1. tampilan model jaringan neuron (setting hidden layer="a") pada prediksi PLTS



Gambar 4.2. tampilan model jaringan neuron (setting hidden layer="a") pada prediksi PLTB

Tampilan GUI yang ditunjukkan pada gambar 4.1 dan gambar 4.2, jaringan neuron tersebut adalah gambaran JST dalam melakukan prosesing data, memperlihatkan setiap node dan jaringan mempunyai bobot algoritma tertentu. Beberapa nilai training time atau epoch dilakukan dengan mempertimbangkan error yang lebih sedikit dan diambil data dengan nilai tertentu yang paling baik.

Tabel 4.3. Hasil Prediksi PLTS dan PLTB setting hidden layer="a"/ 1 lapis pada 2000 epoch.

=== Future predictions from end of training data ===

inst#	plts	pltb
2014	126.35	0
2015	137.18	0
2016	260.08	0
2017	293.6	0
2018	613.14	50
2019	1027.48	50
2020	1227	60
2021*	890.7882	45.8844
2022*	1377.7564	58.818
2023*	880.1737	43.6762
2024*	1359.5492	53.0541

2025*	1009.1169	44.0776			
=== Evaluation on training data ===					
Target	1-step	2-steps-ahead	3-steps-ahead	4-steps-ahead	5-steps-ahead
plts					
MAPE	0	0.1663	0.2551	0.2686	0.2495
pltb					
MAPE	0.0005	0.1279	0.2963	0.5363	0.7767

Pada tabel 4.3 ditahun 2025 setting hidden layer="a"/ 1 lapis pada 2000 epoch, hasil prediksi PLTS sebesar 1009.1169 dan hasil prediksi PLTB sebesar 44.0776 dalam satuan angka.

Performa Evaluasi pada tahun 2025 ditunjukkan pada kolom 5 steps-ahead, MAPE pada PLTS sebesar 0.2495 dan MAPE pada PLTB sebesar 0.7767 dalam satuan prosen (%).

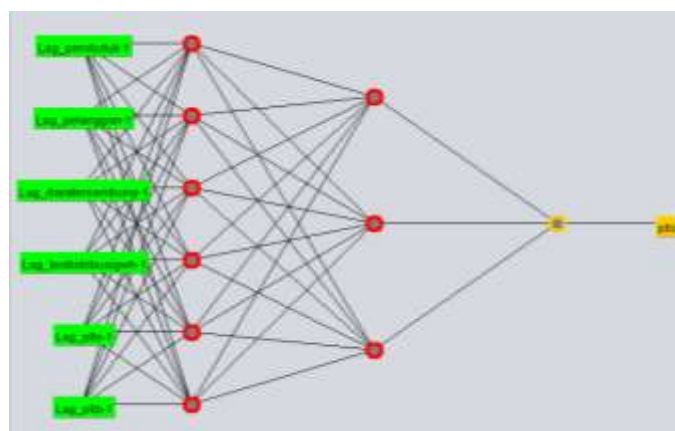
### 3.1.2 Pelatihan 2 Hidden Layer

Pada penelitian ini juga akan dilakukan dengan membuat parameter berbeda pada hidden layer, dengan harapan pembelajaran pada JST menjadi lebih baik dengan merubah menjadi 2 lapis dengan jumlah neuron 6 dan 3.

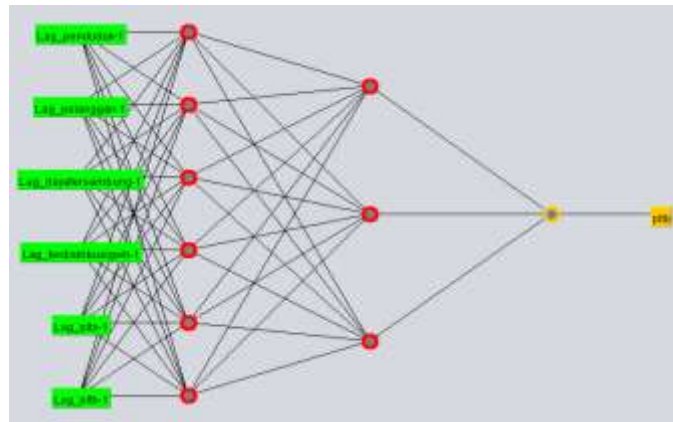
Tabel 4.4. Setting parameter Neural Network Multi Layer Perceptron dengan hidden layer 6,3.

Parameter	Nilai
Nilai	Forecast // Multi Layer Perceptron
GUI	True
Hidden Layer	6,3
Learning rate	0.3
momentum	0.2
Training time/ epoch	100,200,500,1000,2000
Perform evaluation	Mean absolute error (MAE), Mean squared error (MSE), Mean absolute percentage error (MAPE)
-other-	(default)

Tampilan GUI tetap di atur / di setting "true", dan pengaturan parameter hasil yang diinginkan tetap diatur sama, maka akan dapat dilihat jaringan jaringan yang terbangun dalam model pembelajaran neuron yang digunakan.



Gambar 4.3. tampilan model jaringan neuron (setting hidden layer="6,3"-/2 layer) pada prediksi PLTS



Gambar 4.4. tampilan model jaringan neuron (setting hidden layer="6,3"-/2 layer) pada prediksi PLTB

Pada tampilan GUI pada gambar 4.3 dan gambar 4.4, jaringan neuron tersebut adalah gambaran JST dalam melakukan prosesing data, memperlihatkan setiap node dan jaringan mempunyai bobot algoritma tertentu.

Tabel 4.5 Hasil Prediksi PLTS dan PLTB setting hidden layer="6,3"-/2 layer pada 2000 epoch

=== Future predictions from end of training data ===

inst#	plts	pltb
2014	126.35	0
2015	137.18	0
2016	260.08	0
2017	293.6	0
2018	613.14	50
2019	1027.48	50
2020	1227	60
2021*	1033.574	54.5693
2022*	1388.094	54.5692
2023*	1025.4352	54.5693
2024*	1400.921	54.5693
2025*	1079.5848	54.5693

=== Evaluation on training data ===

Target	1-step	2-steps-ahead	3-steps-ahead	4-steps-ahead	5-steps-ahead
plts					
MAPE	0	1.1695	2.5707	4.0267	3.9546
pltb					
MAPE	7.1375	7.2186	7.1235	7.0029	9.0308

Pada Tabel 4.5 dapat dilihat pada tahun 2025 dengan pengaturan hidden layer= 6,3/ 2 lapis pada 2000 epoch, hasil prediksi PLTS sebesar 1079.5848 dan hasil prediksi PLTB sebesar 54.5693 dalam satuan angka.



Performa evaluasi pada tahun 2025 ditunjukkan pada kolom 5 steps-ahead, MAPE pada PLTS sebesar 3.9546 dan MAPE pada PLTB sebesar 9.0308 dalam satuan persen (%).

### 3.2 Analisa

#### 3.2.1 Analisa Potensi Daya PLTS

Tabel 4.3 sampai dengan tabel 4.22 adalah hasil dari trial and error pada jumlah epoch dan pengaturan parameter hidden layer untuk mendapatkan model terbaik dengan menemukan nilai error terendah. Untuk hasil trial and error yang lebih lengkap akan dicantumkan pada LAMPIRAN.

Pemilihan parameter JST terbaik berdasarkan pada parameter dengan nilai MAE, MAPE dan MSE terkecil. Dari Tabel tersebut maka didapatkan hasil model JST terbaik dengan Error terkecil adalah pada jumlah epoch 2000, hidden layer = a (1-lapis), learning rate 0,3 dan momentum 0,2.

Hasil dari model terbaik yang sudah dibuat dan disortir dengan hasil evaluasi peramalan PLTS sebagai berikut:

- Training time/ epoch 2000
- Learning rate 0.3 (default)
- Momentum 0.2 (default)
- Hidden layer a (automatic; 1 lapis)
- Nilai prediksi (PLTS-2025) 1009.1169
- MAE 2.7068
- MAPE 0.2495
- MSE 8.2102

Setelah mendapatkan data analisa prediksi dari masing masing data, diambil data potensi daya PLTS terhadap daya tersambung untuk mendapatkan hasil potensi.

Dari hasil peramalan, dapat diketahui daya PLTS pada tahun 2025 adalah 1.009,1169 KW dan daya tersambung pada tahun 2025 adalah 10.811.889,667 KVA, maka dapat dihitung :

$$\begin{aligned} \text{[(Potensi)]\_PLTS} &= (\text{DAYA PLTS})/(\text{DAYA TERSAMBUNG})*100\% \\ &= (1.009,1169/10.811.889,667)*100\% \\ &= 0.0093\% \end{aligned}$$

Pada peraturan daerah provinsi jawa tengah nomor 12 tahun 2018 tentang rencana umum energi daerah provinsi jawa tengah pasal 5, pencapaian target program RUED-P diprioritaskan melalui peningkatan peran energi baru terbarukan dalam energy mix. energy mix dari energi baru terbarukan dalam rued-p pada tahun 2025 ditargetkan sebesar 21,32%. Jadi jika diasumsikan data peramalan 0.0093% tentunya masih kecil dari target tersebut. Peramalan ini diambil dari data per tahun yang mengalami fluktuasi keadaan ekonomi terdampak oleh pandemi covid 19 pada tahun 2020 dan 2021.

#### 3.2.2 Analisa Potensi Daya PLTB

Seperi halnya potensi pada PLTS, model terbaik dengan error terkecil untuk mendapatkan potensi PLTB pada tahun 2025 adalah adalah pada jumlah epoch 2000, hidden layer = a (1-lapis), learning rate 0,3 dan momentum 0,2.

Hasil dari model terbaik yang sudah dibuat dan disortir dengan hasil evaluasi peramalan PLTB sebagai berikut:

- Training time/ epoch 2000
- Learning rate 0.3 (default)

- Momentum 0.2 (default)
- Hidden layer a (automatic; 1 lapis)
- Nilai prediksi (PLTB-2025) 44.0776
- MAE 0.4042
- MAPE 0.7767
- MSE 0.2089

Setelah mendapatkan data analisa prediksi dari masing masing data, diambil data potensi daya PLTB terhadap daya tersambung untuk mendapatkan hasil potensi.

Dari hasil peramalan, dapat diketahui daya PLTB pada tahun 2025 adalah 44.0776 MW atau sama dengan 44.077,6 KW dan daya tersambung pada tahun 2025 adalah 10.811.889,667 KVA, maka dapat dihitung :

$$\begin{aligned} \text{[[Potensi]]\_PLTB} &= (\text{DAYA PLTB})/(\text{DAYA TERSAMBUNG})*100\% \\ &= (44.077,6 / 10.811.889,667)*100\% \\ &= 0.407\% \end{aligned}$$

#### 4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dalam melakukan peramalan PLTS dan PLTB di Jawa Tengah dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Penerapan algoritma jaringan saraf tiruan menggunakan Neural Network Multi Layer Perceptron berhasil dilakukan dengan menghasilkan prediksi Potensi PLTS dan PLTB pada tahun 2025.
2. Pemodelan terbaik dalam penelitian ini adalah model algoritma neural network MLP dengan hidden layer 1, learning rate 0,3, momentum 0,2 dan 2000 epoch.
3. Data dipengaruhi pada kondisi 2020 karena imbas dari pandemi covid 19. Jadi terjadi dinamisasi peramalan pada tahun 2025.

#### References

- [1] Tim Sekretaris Jenderal Dewan Energi Nasional, "OUTLOOK ENERGI INDONESIA 2019," *J. Chem. Inf. Model.*, vol. 53, no. 9, pp. 1689–1699, 2019.
- [2] IESR, "Laporan Status Energi Bersih Indonesia," 2019.
- [3] J. Li, X. Bo, and Y. Chen, "Feasibility analysis of applying the wind-solar hybrid generation system in pastoral area," *Lect. Notes Electr. Eng.*, vol. 144 LNEE, no. VOL. 2, pp. 621–628, 2012.
- [4] Z. Zhuang, Z. Peng, and W. Guo, *Comparative Study of Building Energy Use Prediction Based on Three Artificial Neural Network Algorithms*, no. Ishvac 2019. Springer Singapore, 2020.
- [5] Sugiyono, "Metode Penelitian pendidikan Metode Penelitian Pendidikan Pendekatan kuantitatif kualitatif dan R&D," pp. 37–39, 2010.
- [6] M. Zed, *Metode Penelitian Kepustakaan*. 2008.