

PREDIKSI DAYA KELUARAN PV BERBASIS JARINGAN SARAF TIRUAN PADA PUSAT PERBELANJAAN TANGERANG

Luki Mahendra^{1*}), Jauharotul Maknunah¹⁾, Bagiyo Herwono¹⁾, Yussi Anggraini¹⁾,
Karimatus Nisa²⁾

¹⁾ Program Studi Teknik Elektro, Universitas Billfath, Lamongan

²⁾ Program Studi Teknik Elektro, Universitas Islam Lamongan, Lamongan

*Email Korespondensi : lukiseptya@gmail.com

ABSTRAK

Pemanfaatan energi yang dihasilkan oleh photovoltaic (PV) dapat diprediksikan. Tujuannya adalah untuk mengetahui informasi kedepan tentang daya yang diproduksi oleh PV. Dengan mengetahui lebih awal maka pembebanan dapat disiapkan. Dari situ perlu adanya *mechine learning* untuk mempelajari data yang mempengaruhi kerja PV secara lebih lanjut. Sehingga perlu adanya kecerdasan buatan untuk mempelajari data tersebut. Kecerdasan buatan atau *Artificial Intellegent* (AI) salah satunya adalah *Artificial Neural Network* (ANN) yang dapat digunakan untuk prediksi atau *forcast*. Pada penelitian yang diajukan yaitu tentang memprediksikan daya produksi PV dengan ANN sebagai *mechine learning* pada pusat perbelanjaan di Tangerang. Salah satu faktor utama yang mempengaruhi kerja PV yaitu besarnya *irradiance*, suhu PV, suhu lingkungan dan waktu. Sehingga data yang digunakan sebagai input parameter ANN pada penelitian ini adalah *irradiance*, suhu PV, suhu *ambient* dan waktu. Sedangkan output atau targetnya adalah daya keluaran PV. Performa parameter ANN yang digunakan untuk mengukur ketepatan *forcast* adalah *Mean Squere Error* (MSE). Selanjutnya hasil prediksi akan dibandingkan dengan data pengukuran daya keluaran PV.

Kata kunci: ANN, Prediksi Daya, PV, MSE

ABSTRACT

Utilization of energy that produced by photovoltaic (PV) can be predicted. The aim is to find out future information about the power produced by PV. By knowing in advance the loading can be prepared. From there, there is a need for machine learning to further study data that affects PV work. So it is necessary to have artificial intelligence to study the data. One of them is Artificial Neural Network (ANN) which can be used for prediction or forcast. The proposed research is about predicting PV production power with ANN as a learning machine at a shopping center in Tangerang. One of the main factors that affect PV work is the amount of irradiance, PV temperature, ambient temperature and time. So that the data used as input ANN parameters in this study are irradiance, PV temperature, ambient temperature and time. While the output or target is the PV output power. The performance of the ANN parameter used to measure the accuracy of the forcast is the Mean Squere Error (MSE). Furthermore, the prediction results will be compared with the PV output power measurement data.

Keywords: ANN, PV Power Forcast, PV, MSE

PENDAHULUAN

Kebutuhan energi listrik selama ini bergantung pada energi fosil. Energi fosil menyebabkan menurunnya kesehatan lingkungan [1]. Untuk mengatasi masalah tersbut mulai banyak dikembangkan dan diteliti sumber energi pengganti dari energi fosil berupa sumbr energi terbarukan, salah satunya yaitu sumber energi matahari. Aplikasi dari pemanfaatan energi matahari salah satunya adalah sebuah solar sel.

Solar sel didalamnya terdapat *Photovoltaic* (PV) menggunakan energi cahaya matahari untuk membangkitkan energi listrik [2]. Pemanfaatan energi yang dihasilkan oleh PV dapat diprediksikan. Tujuannya adalah untuk mengetahui informasi kedepan tentang

daya yang diproduksi oleh PV. Dengan mengetahui lebih awal maka pembebanan dapat disiapkan. Seperti pada penelitian [3] yang mengimplementasikan prediksi daya yang harusnya dihasilkan oleh PV, dengan memodelkan irradiance, posisi solar dan suhu PV. Penelitian tersebut menghasilkan saat siang hari prediksi daya PV mendekati hasil kenyataannya, namun saat pagi dan sore prediksi daya PV mengalami eror yang cukup jauh. Oleh sebab tersebut perlu adanya *machine learning* untuk mempelajari data secara lebih lanjut. Sehingga perlu adanya data dan kecerdasan buatan untuk mempelajari data tersebut.

Kecerdasan buatan atau *Artificial Intellegent* (AI) salah satunya adalah *Artificial Neural Network* (ANN) yang dapat digunakan untuk prediksi atau *forecast*. Penelitian yang menggunakan ANN salah satunya adalah sebagai kontrol kompensasi tegangan *sag*. ANN dipilih karena dapat secara tepat meningkatkan kompensasi tegangan beban dibandingkan kontrol PID dan Fuzzy [4], [5]. Peneliti [4] menggunakan data input dan output terdiri dari 20.000 data, dimana dipecah menjadi sub bagian yakni 70% adalah data untuk *training*, 15% data untuk *testing* dan sub terakhir 15% untuk validasi pemodelan sistem. Selain itu penggunaan ANN dapat sebagai prediksi, seperti pada penelitian [6] yang memprediksi *duty cycle* dari *multi input DC-DC converter* dari data *irradiance* dan suhu PV. Sedangkan penelitian [7] ANN digunakan sebagai prediktor daya PV dengan data input yang digunakan sebagai *training* adalah daya PV saat ini (P_t) dan daya PV sebelumnya (P_{t-1}). Penelitian tersebut menggunakan parameter *Mean Square Error* (MSE) sebagai parameter performa ANN. MSE yang kecil menunjukkan hasil yang baik, yaitu dengan memasukkan jumlah neuron yang tidak terlalu kecil dan tidak terlalu besar. Sedangkan pada penelitian [8] ANN juga digunakan untuk *forecast* daya keluaran PV, namun dengan input data ANN yang berbeda. Input ANN tersebut antara lain adalah data daya setiap jam dari pukul 7.00 hingga 18.00, nilai maksimum dan minimum kelembaban, rata-rata kelembaban, nilai maksimum dan minimum suhu, rata-rata suhu dan rata-rata kecepatan angin. Dengan pembagian data input yang lebih banyak, hasil prediksi daya lebih mendekati hasil pengukuran. Pada penelitian yang dilakukan L. Mahendra dan kolega [9] input ANN untuk prediksi daya produksi PV adalah waktu setiap jam selama 24 jam, waktu per 10 menit selama 24 jam, *irradiance* dan suhu. Peneliti membagi dua sub waktu dengan tujuan hasil prediksi daya lebih mendekati hasil data pengukuran dengan MSE yang kecil.

Pada penelitian yang diajukan yaitu tentang memprediksikan daya produksi PV dengan ANN sebagai *machine learning* pada pusat perbelanjaan di Tangerang. Berdasarkan teori yang telah disebutkan dalam jurnal-jurnal tentang prediksi daya keluaran PV, ada beberapa faktor yang mempengaruhinya. Salah satu faktor utamanya yaitu besarnya *irradiance*, suhu PV, suhu lingkungan, kecepatan angin dan waktu. Sehingga data yang digunakan sebagai input parameter ANN pada penelitian ini adalah *irradiance*, suhu PV, suhu *ambient* dan waktu. Sedangkan outputnya adalah daya keluaran PV. Performa parameter ANN yang digunakan adalah MSE. Jumlah neuron ANN akan divariasikan untuk mengetahui prediksi yang mendekati hasil pengukuran.

METODE PENELITIAN

1. Data

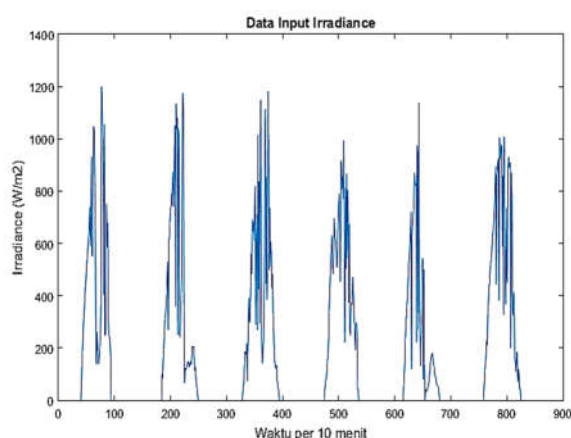
Pada penelitian ini, diperlukan data *irradiance*, suhu PV, suhu *ambient* dan waktu. Sehingga diambil data yang telah diperoleh dari salah satu pusat perbelanjaan di Tangerang yaitu Qbig BSD City yang memiliki Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) *roof top*. Seperti yang ditunjukkan Gambar.1. Data diambil dari data AWS selama 8 hari. Dimana 6 hari untuk data *training*, 2 hari untuk *testing* dan perbandingan hasil *forecast* dengan pengukuran.



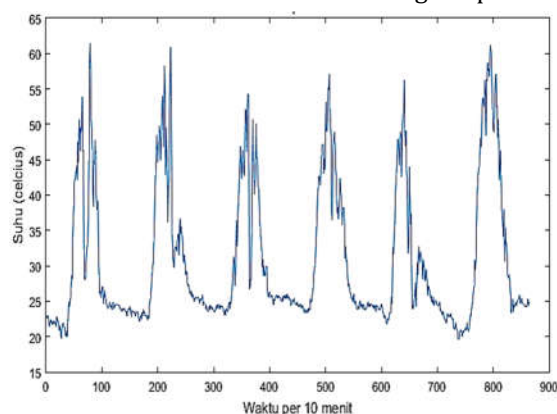
Gambar.1. Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) roof top Qbig BSD City

Data pengukuran *irradiance*, suhu PV, Suhu *Ambient* PV untuk input ANN yang diambil pada tanggal 21-29 Maret 2020 (8 hari) mulai pukul 00.00 hingga 24.00, data dicuplik setiap 10 menit. Data hari ke tujuh digunakan untuk *testing*, dan data hari ke delapan untuk perbandingan *forcast* dengan pengukuran. Gambar.2 menunjukkan profil *irradiance* selama 6 hari untuk data input *training*. Gambar.3 menunjukkan profil suhu PV selama 6 hari untuk data input *training*. Sedangkan Gambar.4 menunjukkan profil suhu selama 6 hari untuk data input *training*.

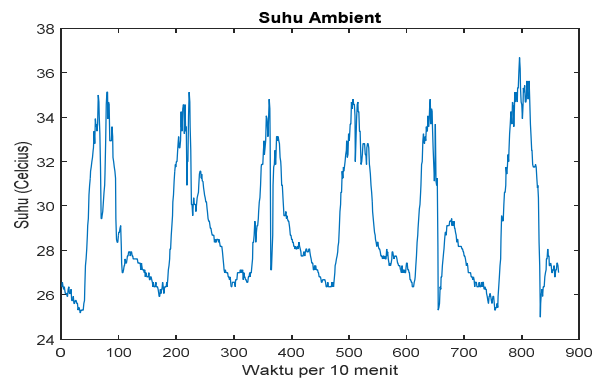
Data pengukuran daya keluaran PV untuk data target ANN yang diambil pada tanggal 21-29 Maret 2020 (8 hari) mulai pukul 00.00 hingga 24.00, data disampling tiap 10 menit. Data hari ke tujuh dan delapan digunakan untuk *testing* dan perbandingan *forcast* dengan pengukuran. Gambar.5 menunjukkan profil suhu *ambient* selama 6 hari untuk output data atau sebagai data target *training* ANN.



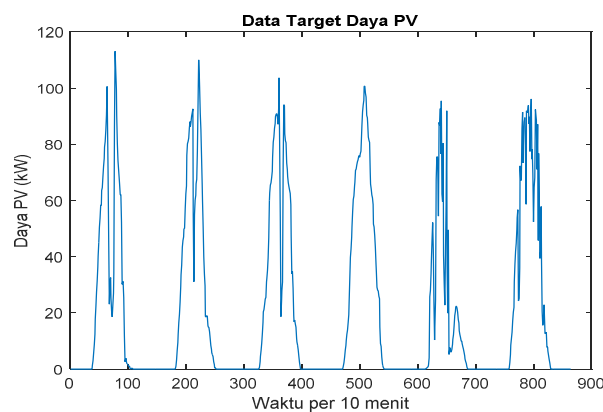
Gambar.2. Data irradiance selama 6 hari sebagai input training data



Gambar.3. Data suhu PV selama 6 hari sebagai input training data



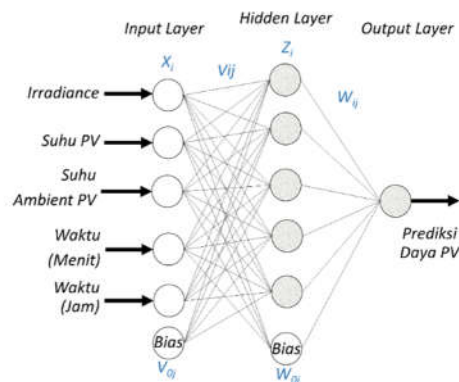
Gambar.4. Data suhu ambient selama 6 hari sebagai input training data



Gambar.5. Data daya keluaran PV selama 6 hari sebagai target data training

2. Artificial Neural Network (ANN) Prediksi daya PV

Konfigurasi ANN untuk prediksi daya keluaran PV ditunjukkan pada Gambar.6. ANN memiliki tiga *layer* yaitu, *input layer*, *hidden layer*, dan *output layer*. Input memiliki lima *neuron* masukan untuk *irradiance*, suhu PV, suhu *ambient* PV, waktu per jam dan waktu per 10 menit serta sinyal bias. *Hidden layer* ada empat puluh *neuron* termasuk bias. Output hanya memiliki satu *neuron*, dan sinyal output adalah daya maksimum yang diprediksi. *Neuron* dikelompokkan menjadi dua kelompok. Karakteristik *input/output* dari satu kelompok, *neuron* putih, bersifat langsung. Yaitu, sinyal *input* langsung dilewatkan sebagai *output*. Karakteristik kelompok lain, *neuron* abu-abu, diekspresikan dengan menggunakan fungsi aktivasi sigmoid. Di sini, harus dicatat bahwa node bias diatur untuk meningkatkan kecepatan *learning* dalam proses pelatihan [9].



Gambar.6. Arsitektur *feed forward* ANN untuk prediksi daya keluaran PV

Masing-masing neuron input dikalikan weight dan dijumlahkan dengan bias

$$Z_{in\ j} = Vo_j + \sum_{i=1}^n X_i V_{ij} \quad (1)$$

Dihitung dengan fungsi aktivasi

$$Z_j = f(Z_{in\ j}) \quad (2)$$

Jika fungsi Aktivasinya adalah sigmoid maka

$$Z_j = \frac{1}{1 + \exp^{-(Z_{in\ j})}} \quad (3)$$

Nilai output dari fungsi aktivasi dikirimkan ke hidden layer. Selanjutnya masing-masing neuron hidden layer dikalikan weight dan dijumlahkan dengan bias

$$Y_{in\ k} = Wo_k + \sum_{j=1}^p Z_j W_{jk} \quad (4)$$

Dihitung dengan fungsi aktivasi

$$Y_k = f(Y_{in\ k}) \quad (5)$$

Jika fungsi Aktivasinya adalah sigmoid maka

$$Y_k = \frac{1}{1 + \exp^{-(Y_{in\ k})}} \quad (6)$$

Untuk menghitung *Mean Square Error* (MSE) [7]

$$MSE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (Y_k - \hat{Y}_k)^2 \quad (7)$$

Dimana Y_k adalah nilai data aktual dan $\hat{Y}_k$ adalah nilai prediksi, yang selanjutnya dikuadratkan dan dirata-rata untuk mendapat eror. Semakin kecil eror maka semakin baik prediksi yang dilakukan.

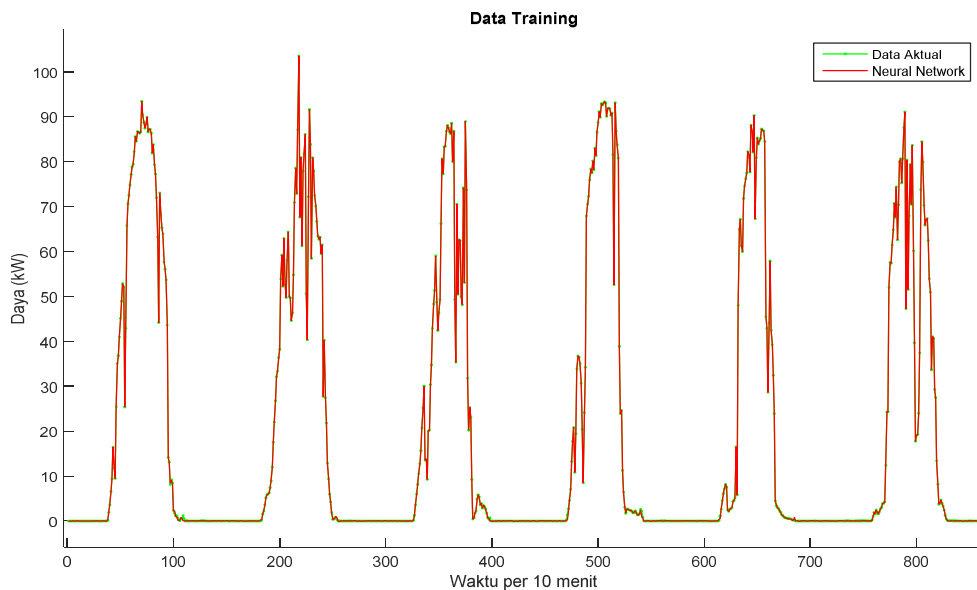
HASIL DAN PEMBAHASAN

1. *Training* ANN

ANN dapat memprediksi dari pola data yang digunakan sebagai *training*. Masukan data *training* adalah *irradiance*, suhu PV, suhu *ambient* PV dan waktu per 10 menit dan waktu per 1 jam selama 6 hari. Sedangkan target adalah data daya keluaran PV selama 6 hari. ANN yang digunakan adalah ANN berstruktur *feed-forward*. Parameter *training* ditunjukkan Tabel.1. Dimana nilai parameter ini didapat dari *tunning parameter*. Sedangkan hasil *Training* ANN ditunjukkan pada Gambar.7.

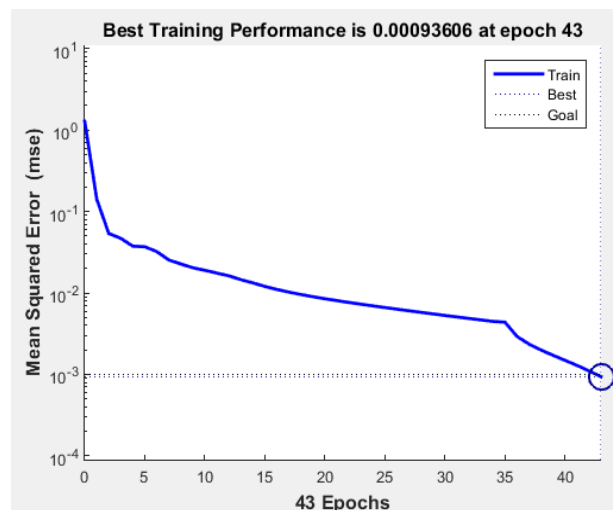
Tabel.1. Parameter training prediksi ANN

Parameter	Nilai
Jumlah <i>Neuron Layer Input</i>	4
Jumlah <i>Neuron Hidden Layer</i>	40
Jumlah <i>Hidden Layer</i>	3
Jumlah <i>Neuron Layer Output</i>	1
Algoritma <i>Training</i>	<i>Levenberg-Marquard</i>
Fungsi Performa	<i>Mean Square Error (MSE)</i>



Gambar.6. Data hasil *Training* prediksi ANN

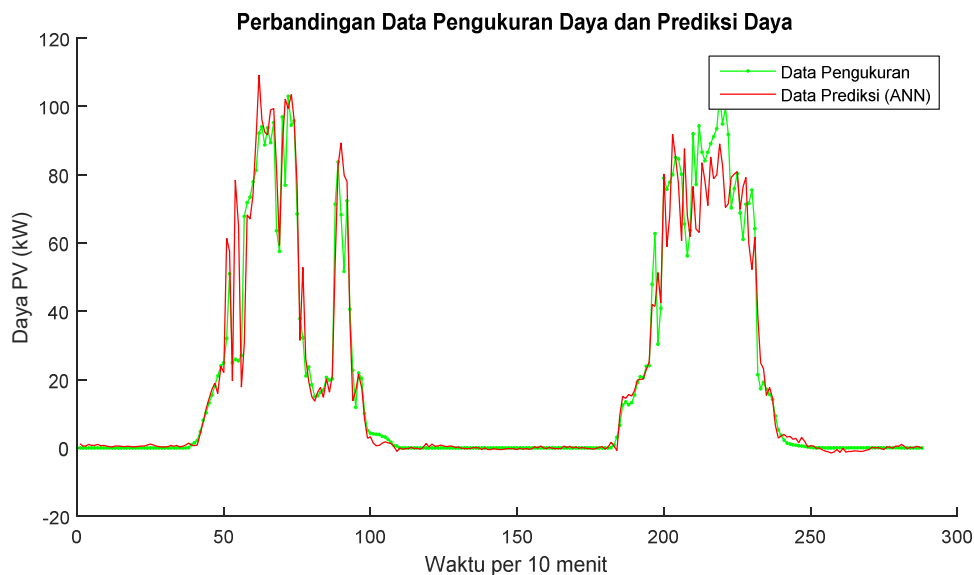
Pada training menggunakan parameter performa *mean square error* (MSE) yang cukup kecil yaitu 10^{-3} . Pada Gambar.6 ditunjukkan nilai MSE. MSE jika dicoba diperkecil maka hasilnya akan jauh dari data aktual. Sehingga setelah melakukan beberapa kali *tunning* nilai MSE, dipilihlah nilai MSE 10^{-3} .



Gambar.6. Nilai MSE.

2. Hasil Prediksi ANN

Selanjutnya setelah melakukan data *training*, maka data dilakukan *testing* prediksi ANN dengan menggunakan data *irradiance*, suhu PV, suhu *ambient* dan waktu pada hari ke tujuh dan ke delapan. Target adalah prediksi daya keluaran PV. Hasil prediksi ANN dapat dilihat pada Gambar.7. Hasil prediksi akan dibandingkan dengan data pengukuran daya keluaran PV. Dari hasil *testing* terlihat bahwa prediksi atau *forecast* daya keluaran PV (warna merah) telah mendekati daya aktualnya (warna hijau). Artinya ANN telah sesuai membaca pola dari *training*, dengan nilai parameter performa MSE adalah 0,1695.



Gambar.7. Perbandingan Data Pengukuran Daya PV dan Prediksi Daya PV ANN

KESIMPULAN

Pada penelitian ini, prediksi daya keluaran PV telah dilakukan. Prediksi dilakukan dengan menggunakan *machine learning* AI ANN. ANN tetap digunakan prediksi dengan memori pola data yang digunakan sebagai *training* dan target. Data *training* yang digunakan adalah *irradiance*, suhu PV, suhu *ambient* PV dan waktu per 10 menit dan waktu per 1 jam selama 6 hari. Sedangkan target adalah data daya keluaran PV selama 6 hari. Parameter MSE digunakan sebagai parameter performa ANN. MSE yang kecil menunjukkan hasil yang baik, yaitu dengan memasukkan jumlah neuron yang tidak terlalu kecil dan tidak terlalu besar.

Setelah melakukan data *training*, maka data dilakukan *testing* prediksi ANN dengan menggunakan data *irradiance*, suhu PV, suhu *ambient* dan waktu pada hari ke tujuh dan ke delapan. Target adalah prediksi daya keluaran PV. Hasil prediksi akan dibandingkan dengan data pengukuran daya keluaran PV. Dari hasil *testing* prediksi daya keluaran PV telah mendekati daya aktualnya. Sehingga ANN telah sesuai membaca pola dari *training*, dengan nilai performa MSE yang baik yaitu 0,1695.

REFERENSI

- [1] N. A. Windarko, A. Tjahjono, D. O. Anggriawan, and M. H. Purnomo, "Maximum Power Point Tracking of Photovoltaic System Using Adaptive Modified Firefly Algorithm," pp. 31–35, 2015.
- [2] T. Latif and S. R. Hussain, "Design of a charge controller based on SEPIC and buck topology using modified Incremental Conductance MPPT," in *8th International Conference on Electrical and Computer Engineering*, 2014, pp. 824–827.
- [3] E. Prasetyono, R. W. Wicaksana, and N. A. Windarko, "Secara Real Time Berbasis Mikrokontroler," no. 2, pp. 190–199, 2015.
- [4] M. S. H. Sunny, E. Hossain, M. Ahmed, and F. Un-Noor, "Artificial Neural Network Based Dynamic Voltage Restorer for Improvement of Power Quality," in *2018 IEEE Energy Conversion Congress and Exposition (ECCE)*, 2018, pp. 5565–5572.
- [5] A. T. Eko S, W. Wijono, and B. Siswojo, "Analisis Tegangan Sag Pada Sistem Distribusi GI Sengkaling Penyulang Pujon Menggunakan Kompensasi DVR," *J. EECCIS*, Vol 14, No 2, 2020.

- [6] F. A. Pamuji, "Predictive Duty Cycle of Maximum Power Point Tracking Based on Artificial Neural Network and Bootstrap Method for Hybrid Photovoltaic/ Wind Turbine System Considering Limitation Voltage of Grid," *JAREE (Journal Adv. Res. Electr. Eng.*, vol. 4, no. 2, pp. 79–86, 2020.
- [7] A. Prisilia and A. Siti, "Perancangan Sistem Prediktor Daya Pada Panel Photovoltaic di Buoy Weather Station," *J. Tek. Pomits*, vol. 2, no. 2, pp. 1–5, 2013.
- [8] J. Kou *et al.*, "Photovoltaic power forecasting based on artificial neural network and meteorological data," in *2013 IEEE International Conference of IEEE Region 10 (TENCON 2013)*, 2013, pp. 1–4.
- [9] L. Mahendra, V. Lystianingrum, and A. Priyadi, "Energy Management Design for Industrial Demand Considering PV Power Prediction and Battery SOC," in *2020 International Seminar on Intelligent Technology and Its Applications (ISITIA)*, 2020, pp. 357–362.