

IMPLEMENTASI JARINGAN SYARAF TIRUAN *MULTI-LAYER PERCEPTRON* UNTUK PREDIKSI PENYINARAN MATAHARI KOTA BANDUNG

Priambudi Agung Nugroho

Program Studi Sistem Informasi, Universitas Adhirajasa Reswara Sanjaya
Jalan Sekolah Internasional No. 1-2 Antapani Bandung
e-mail: priambudiagung@gmail.com

Abstrak

Informasi mengenai lama penyinaran matahari dapat membantu kelancaran aktivitas pada berbagai bidang. Berdasarkan data statistik dari BPS Kota Bandung, tingkat penyinaran matahari yang terjadi pada tahun 2016 sampai 2021 mengalami kenaikan yang tidak teratur. Penelitian ini bertujuan untuk dapat memaksimalkan potensi manfaat sinar matahari dan untuk mengantisipasi fluktuasi tingkat penyinaran matahari yang terlalu rendah atau terlalu tinggi yaitu dengan pembuatan sistem prediksi menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan model *Multi-Layer Perceptron* (JST-MLP). Implikasi internal dari penelitian ini adalah pengembangan model JST *Multi-Layer Perceptron* yang dapat digunakan untuk memprediksi perubahan radiasi matahari secara lebih akurat. Efek eksternal adalah kemungkinan penerapan sistem peramalan ini dalam kehidupan sehari-hari, seperti penggunaan dalam pertanian, perawatan kesehatan, dan produksi energi matahari. Selain itu, penelitian ini juga dapat memberikan informasi yang berguna bagi para pengambil keputusan di bidang terkait untuk meningkatkan pemanfaatan energi matahari secara efisien dan optimal. Terdapat total 72 data, 48 untuk pelatihan dan 24 untuk pengujian, dengan parameter learning rate 0,2 dan jumlah maksimal 1000 iterasi. Pada proses pelatihan didapatkan hasil MSE sebesar 0,086182 pada *epoch* ke 1000 sedangkan pada proses pengujian nilai MSE 0,10921. Model JST *Multi-Layer Perceptron* dapat digunakan untuk membangun sistem prediksi dari data yang ada, seperti yang ditunjukkan oleh temuan penelitian. Penelitian ini dapat membuka peluang untuk mengembangkan model JST lain yang dapat memprediksi fenomena alam lainnya dengan akurasi yang lebih tinggi. Penelitian ini juga dapat menjadi referensi untuk penelitian selanjutnya terkait pemanfaatan energi matahari di berbagai sektor seperti teknik pertanian, kesehatan.

Kata kunci: Jaringan Syaraf Tiruan, *Multi-Layer Perceptron*, Sinar Matahari, MSE

Abstract

Information about the length of sunlight can help smooth activities in various fields. Based on statistical data from the BPS Bandung City, the level of sunlight that occurs from 2016 to 2021 has experienced an irregular increase. This study aims to be able to maximize the potential benefits of sunlight and to anticipate fluctuations in the level of sunlight that is too low or too high, namely by making a prediction system using the Multi-Layer Perceptron Neural Network model (ANN-MLP). The internal implication of this research is the development of a multilayer perceptron ANN model that can be used to predict changes in solar radiation more accurately. External effects are the possible applications of these forecasting systems in everyday life, such as use in agriculture, healthcare, and solar energy production. In addition, this research can also provide useful information for decision makers in related fields to increase the efficient and optimal use of solar energy. There are a total of 72 data, 48 for training and 24 for testing, with a learning rate parameter of 0.2 and a maximum number of 1000 iterations. In the training process, the MSE result was 0.086182 at the 1000th epoch, while in the testing process the MSE value was 0.10921. This research can open opportunities to develop other ANN models that can predict other natural phenomena with higher accuracy. This research can also be a reference for further research related to the use of solar energy in various sectors such as agricultural engineering, health.

Keywords: Artificial Neural Network, *Multi-Layer Perceptron*, Sunlight, MSE

1. PENDAHULUAN

Penyinaran matahari berpengaruh penting terhadap keberlangsungan hidup. Informasi mengenai lama penyinaran matahari diyakini dapat membantu kelancaran aktivitas yang berhubungan dengan potensi wilayah diantaranya yaitu pada sektor pertanian, kemudian pada bidang kesehatan serta dapat dimanfaatkan sebagai pembangkit listrik bertenaga surya. Berdasarkan data statistik Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika & Badan Pusat Statistik di Kota Bandung tahun 2016 sampai 2021 mencatatkan bahwa data lama penyinaran matahari tidak mengalami perubahan yang tetap [1]. Data penyinaran matahari setiap tahunnya mengalami kenaikan yang tidak teratur, lama penyinaran matahari dapat tinggi meskipun sedang berada pada musim penghujan dan begitupun sebaliknya. Dengan kemajuan teknologi pada saat ini, tingkat penyinaran matahari pada masa mendatang dapat diramalkan dengan menggunakan berbagai metode salah satunya dengan menggunakan metode Jaringan Syaraf Tiruan. Menurut [15], peramalan artinya seni dan ilmu dengan beberapa bentuk model matematis untuk memprediksi peristiwa-peristiwa yang akan terjadi dengan menggunakan data historis dan memproyeksikan ke masa depan [15].

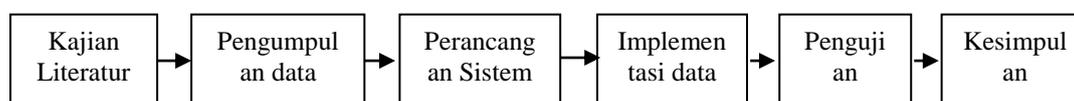
Jaringan Syaraf Tiruan merupakan sistem pemrosesan informasi dengan fitur yang karakteristiknya mirip dengan Jaringan Syaraf Biologis pada otak manusia. Jaringan Syaraf Tiruan dapat digunakan untuk sistem prediksi dengan menggunakan data lampau dan mengolahnya [2]. Jaringan Syaraf Tiruan mempunyai tiga macam arsitektur jaringan yaitu JST lapisan tunggal (*Single-Layer*), JST lapisan jamak (*Multi-Layer*) dan JST lapisan kompetitif (*Recurrent Neural Network*). Arsitektur jaringan *Multi-Layer* sering digunakan untuk melakukan proses prediksi, hal ini dikarenakan JST *Multi-Layer* dinilai dapat memberikan hasil yang akurat dengan *error* yang minimal [3].

Penelitian mengenai prediksi telah dilakukan sebelumnya oleh beberapa peneliti salah satunya oleh Steven Joses dkk [4]. Pada penelitiannya menjelaskan proses prediksi cuaca dengan menggunakan metode *Madaline Neural Network*. Penelitian selanjutnya menjelaskan prediksi curah hujan untuk mengukur tingkat curah hujan yang turun dalam kurun waktu tertentu berdasarkan data sebelumnya menggunakan metode JST *Backpropagation* [5]. Penelitian lain menjelaskan penggunaan metode *Multi-Layer Perceptron* untuk prediksi nilai valuta asing [2]. Teknik Elman Recurrent Neural Network dengan arsitektur jaringan 9-6-1 yang digunakan untuk memprediksi penyakit jantung koroner digunakan pada penelitian selanjutnya [6]. Metode JST *Backpropagation*, yang menggunakan parameter input seperti data suhu rata-rata, curah hujan, jumlah hari, kepadatan populasi, dan laju bebas jentik, digunakan dalam penelitian lain untuk menghitung laju penyebaran DBD [7]. Selanjutnya penelitian oleh [14], menggunakan metode Analisis Spektral untuk meramalkan curah hujan di Kota Bandung. Pada frekuensi $I(\omega)$ ke sepuluh, diperoleh nilai periodogram sebesar $I(\omega) = 503086,2562$ dan memberikan nilai periode $T = 12$ bulan.

Metode JST *Multi-Layer Perceptron* digunakan dalam penelitian ini karena sangat baik untuk mengolah data seperti tingkat penyinaran matahari.

2. METODOLOGI

Metode penelitian yang dilakukan meliputi 6 langkah yang dilakukan meliputi kajian literatur/kajian pustaka, pengumpulan data, rancang sistem, implementasi data, pengujian, kesimpulan yang dapat digambarkan sebagai berikut :



Gambar 1. Metode penelitian

2.1. Kajian Literatur

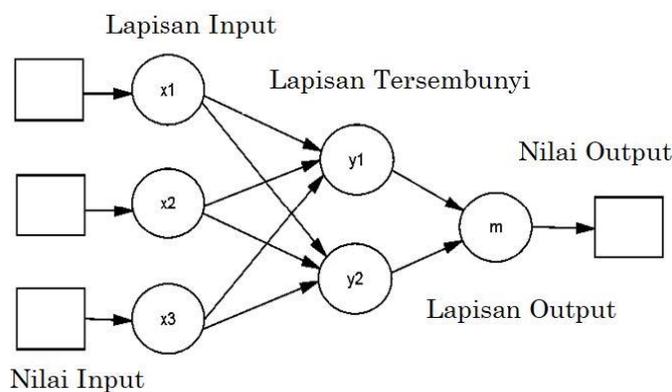
Data yang diperoleh untuk dipelajari dan dijadikan referensi adalah data dari jurnal/*paper*, *e-book*, youtube, artikel dari internet yang relevan dengan topik penelitian ini.

A. Jaringan Syaraf Tiruan

Sebuah sistem pemrosesan informasi yang disebut Jaringan Syaraf Tiruan (JST) memiliki fitur yang sangat mirip dengan Jaringan Syaraf Biologis (JSB) manusia [6]. JST dapat digunakan untuk memprediksi kinerja berdasarkan masa lalu. JST memeriksa data yang digunakan untuk membuat keputusan tentang data yang tidak pernah diperiksa atau input baru.

B. Multi-Layer Perceptron

Multi-Layer Perceptron (MLP) merupakan jaringan syaraf tiruan perambatan maju, JST MLP terdiri dari beberapa neuron yang dihubungkan dengan menghubungkan bobot. Bobot dari layer sebelumnya dan selanjutnya akan dihubungkan [8]. Arsitektur jaringan *Multi-Layer Perceptron* memiliki 3 jenis lapisan yaitu lapisan masukan (*input layer*), lapisan tersembunyi (*hidden layer*) dan lapisan keluaran (*output layer*) [7]. Arsitektur jaringan *Multi-Layer Perceptron* dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Arsitektur Jaringan *Multi-Layer Perceptron* [7]

Jaringan *Perceptron Multi-Layer* membutuhkan pembelajaran yang lebih kompleks untuk memecahkan masalah yang lebih sulit daripada jaringan *single-layer* [9]. Dengan kata lain JST-MLP dapat digunakan untuk proses prediksi dengan data yang cukup banyak seperti data penyinaran matahari. Tahapan-tahapan algoritma MLP [10] yaitu:

1. Dengan menggunakan fungsi aktivasi yang telah ditentukan sebelumnya, nilai ditransmisikan dari lapisan masukan ke lapisan tersembunyi (umpan maju) dan terakhir ke lapisan keluaran.
2. Ketika nilai keluaran dan nilai keluaran yang diharapkan dibandingkan, setiap perbedaan dilaporkan sebagai *error*.
3. Nilai *error* dikirim kembali ke lapisan masukan melalui lapisan tersembunyi.

Proses ini akan terus diulang sampai tingkat keluaran sesuai dengan target nilai keluaran yang dibutuhkan terpenuhi.

C. Fungsi Aktivasi

Dalam JST, operasi matematis untuk mengubah input menjadi output adalah fungsi aktivasi. Keluaran suatu neuron ditentukan oleh suatu fungsi yang dikenal sebagai fungsi aktivasi [4]. Fungsi aktivasi *sigmoid biner* adalah yang digunakan dalam penelitian ini. [6] Fungsi Sigmoid Biner memiliki rentang nilai dari 0 hingga 1. Persamaan untuk menghitung *sigmoid biner* [5], yaitu:

$$f(x) = \frac{1}{1+e^{-x}} \tag{1}$$

dengan turunan

$$f'(x) = f(x) (1 - f(x)) \tag{2}$$

D. Normalisasi Data

Normalisasi adalah proses penskalaan atribut dari data sehingga berada pada *range* tertentu [11]. Normalisasi data dilakukan agar sesuai dengan nilai pada fungsi aktivasi JST. Rumus untuk normalisasi data [12], yaitu:

$$x' = \frac{(x-a)}{b-a} \tag{3}$$

Keterangan:

x' = normalisasi data

a = data terendah

b = data terbesar

E. Denormalisasi Data

Denormalisasi data adalah proses mengembalikan data yang telah dinormalisasi menjadi data sebelumnya (data asli). Persamaan untuk menghitung denormalisasi data [10], yaitu:

$$x' = \frac{x (b-a)}{a} \tag{4}$$

Keterangan:

x = denormalisasi data

a = data terendah

b = data terbesar

F. MSE

Mean Square Error adalah cara lain untuk mengevaluasi metode peramalan, yang mengkuadratkan kesalahan hasil prediksi. MSE adalah perbedaan kuadrat umum antara nilai yang diharapkan dan nilai yang diperhatikan [2]. Selisih antara keluaran aktual dengan keluaran yang diinginkan merupakan kesalahan pada keluaran jaringan [3]. Persamaan untuk menghitung MSE yaitu:

$$MSE = \sum_{t=1}^n \frac{(X_t + F_t)^2}{n} \tag{5}$$

G. MATLAB

MATLAB merupakan singkatan dari *Matrix Laboratory* karena mampu menyelesaikan perhitungan dalam bentuk matriks. Pemrograman berbasis matriks, analisis, dan pemrosesan teknis dan matematis semuanya dimungkinkan oleh perangkat lunak MATLAB. MathWorks.Inc adalah perusahaan yang mengembangkan MATLAB. MATLAB dapat digunakan di dunia industri maupun Pendidikan, Di sektor industri, MATLAB digunakan untuk penelitian, pengembangan, dan analisis produk. Di perguruan tinggi, MATLAB digunakan untuk pengantar dan lanjutan matematika, sains, dan instruksi teknik. [13].

2.2. Pengumpulan Data

BMKG dan BPS Kota Bandung menyediakan data penyinaran matahari yang digunakan dalam penelitian ini untuk tahun 2016 hingga 2021. Dari total 72 data, sebanyak 48 data digunakan untuk pelatihan dan 24 data digunakan untuk pengujian. Dalam proses pelatihan dan pengujian digunakan aplikasi editor MATLAB 2018a.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Persiapan Data

Data yang akan diolah untuk sistem prediksi pada penelitian ini adalah data penyinaran matahari Kota Bandung yang bersumber dari BMKG Stasiun Geofisika Bandung dan Badan Pusat Statistik Kota Bandung pada tahun 2016 sampai tahun 2021. Berikut adalah data penyinaran matahari di Kota Bandung pada tahun 2016 sampai tahun 2021.

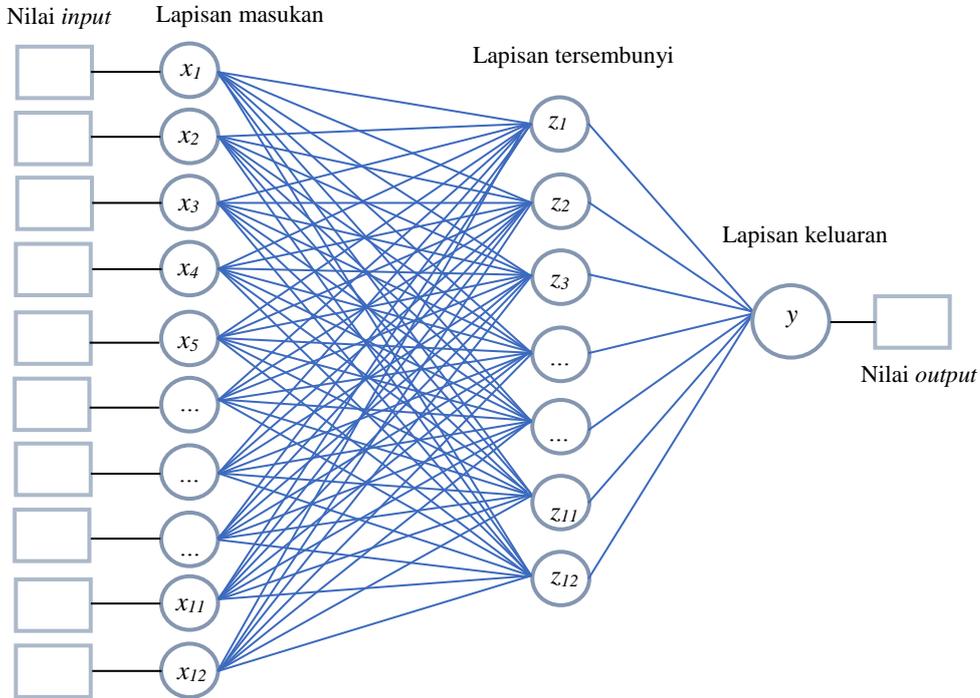
Tabel 1. Data Penyinaran Matahari Kota Bandung

	Penyinaran Matahari (%)											
	Jan	Feb	Mar	Mei	Apr	Jun	Jul	Agt	Sep	Okt	Nov	Des
2016	54.0	55.0	60.0	49.0	66.0	81.0	85.0	87.0	86.0	80.0	53.0	48.0
2017	52.0	42.0	44.0	53.0	54.0	57.0	70.0	67.0	53.0	37.0	39.0	51.0
2018	53.0	40.0	53.0	49.0	62.0	56.0	69.0	77.0	69.0	56.0	37.0	54.0
2019	44.4	33.7	50.6	63.0	55.2	74.5	79.7	81.1	81.5	57.9	58.4	47.9
2020	58.0	63.0	48.0	59.0	70.0	85.0	84.0	83.0	86.0	75.0	66.0	60.0
2021	38.5	50.0	51.7	63.0	64.6	56.1	77.9	68.0	61.0	53.8	39.8	47.2

Kemudian data dinormalisasikan dengan menggunakan persamaan min-max

3.2. Perancangan Arsitektur Jaringan

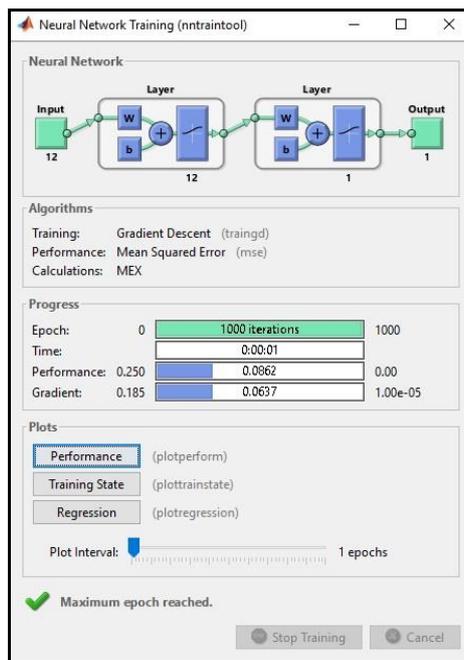
Membangun arsitektur jaringan yang mana pada JST *Multi-Layer Perceptron* terdapat tiga lapisan utama yaitu *input* sebanyak 12 neuron, *hidden layer* 12 neuron dan *output* 1 neuron. Jadi arsitektur jaringan yang digunakan adalah 12-12-1.



Gambar 3. Arsitektur *Multi-Layer Perceptron*

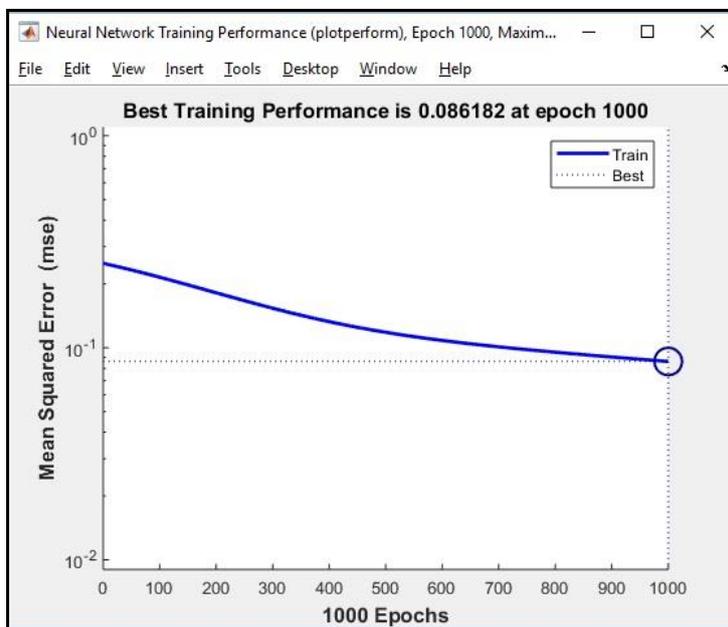
3.3. Pelatihan data

Selanjutnya melakukan pelatihan data dengan menggunakan MATLAB



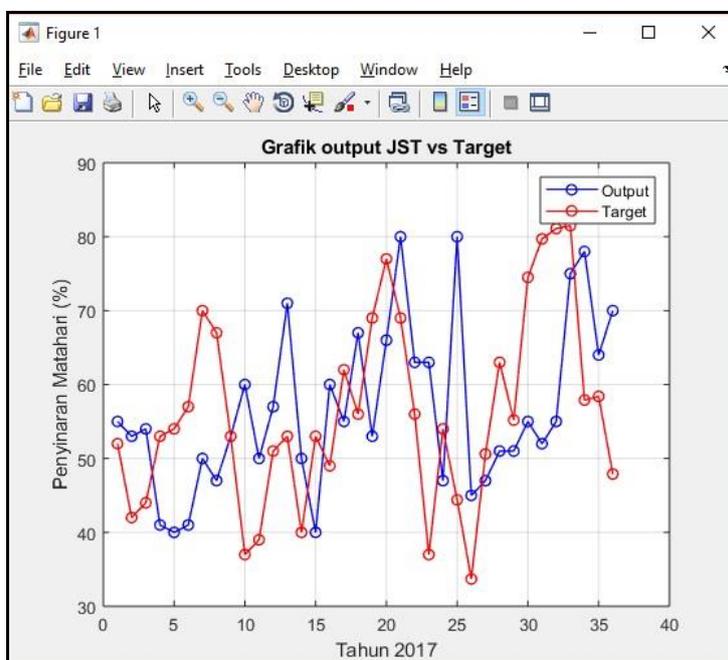
Gambar 4. Hasil pelatihan jaringan

Gambar 4 menunjukkan bahwa pelatihan berhenti di iterasi ke 1000 dengan *performance* 0,0862 dan *gradient* 0,0637 dengan waktu 3 detik yang berarti proses pelatihan berhenti setelah melakukan proses perulangan selama 1000x yang menghasilkan *performance* sebanyak 0,0862 dengan waktu selama 3 detik, pada proses pelatihan, algoritma yang digunakan yaitu *traingd* atau *training Gradient Descent*, semakin banyak proses iterasi dapat membuat *performance* menjadi lebih baik atau lebih kecil namun waktu yang ditempuh akan semakin lama.



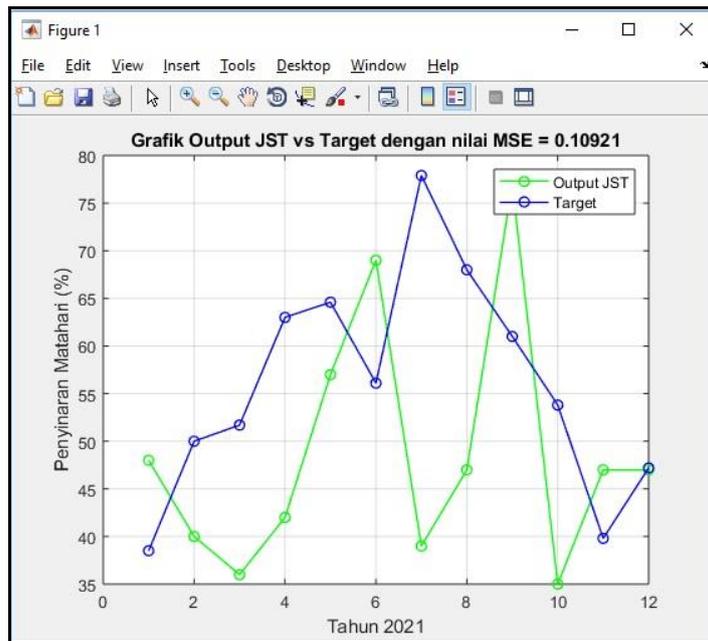
Gambar 5. Performansi terbaik

Gambar 5 menunjukkan Performansi pelatihan terbaik yaitu pada *epoch* ke 1000 dengan MSE 0,081682



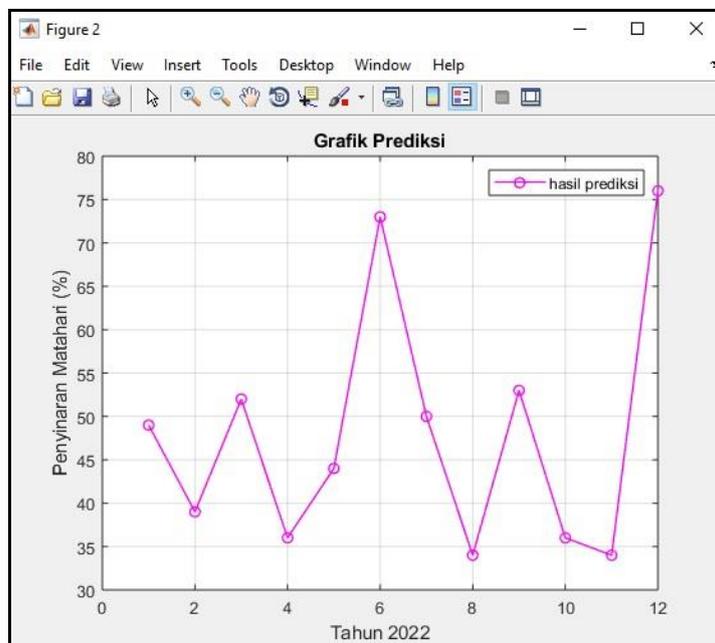
Gambar 6. Perbandingan antara output dengan target keluaran

Gambar 6 merupakan grafik perbandingan keluaran dari hasil pelatihan jaringan dengan target yang ditentukan sebelumnya, pada grafik tersebut menunjukkan bahwa keluaran yang dihasilkan cukup mendekati pada target yang dibutuhkan, meskipun tidak 100%



Gambar 7. Perbandingan nilai output dengan nilai MSE

Berdasarkan nilai *Mean Square Error* yang diperoleh pada proses pelatihan tersebut, Jaringan Syaraf Tiruan *Multi-Layer Perceptron* dapat digunakan untuk memprediksi tingkat penyinaran matahari. Pada tahap pengujian, berdasarkan nilai MSE yang diperoleh menunjukkan bahwa JST *Multi-Layer Perceptron* cukup baik dalam memprediksi tingkat penyinaran matahari. Jaringan dapat ditingkatkan performansi nya dengan menambah data latih serta mengubah parameter-parameter yang dapat mempengaruhi keluaran jaringan seperti nilai iterasi, algoritma pelatihan, arsitektur jaringan seperti pada gambar 7



Gambar 8. Grafik hasil prediksi

Pada gambar 8 ditampilkan hasil prediksi pada tahun 2022 berdasarkan dari hasil pelatihan dan pengujian jaringan. Dengan adanya prediksi dari penyinaran matahari, maka potensi sinar matahari dapat lebih dioptimalkan oleh para ahli dari bidang terkait.

4. PENUTUP

Hasil dari proses prediksi penyinaran matahari menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan model *Multi-Layer Perceptron* dipengaruhi oleh parameter-parameter dan arsitektur jaringannya. Semakin kecil *learning rate* yang ditentukan maka hasil prediksi akan semakin baik tetapi waktu yang diperlukan semakin besar. Arsitektur jaringan juga dapat mempengaruhi hasil dari prediksi. Pada penelitian ini, *hidden layer* yang semakin banyak hasilnya semakin baik. Dengan data yang telah dilatih dan diuji dapat disimpulkan bahwa Jaringan Syaraf Tiruan model *Multi-Layer Perceptron* dapat dipergunakan untuk sistem prediksi penyinaran matahari.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Badan Pusat Statistik Kota Bandung. 2022. Penyinaran Matahari 2021. Diambil dari <https://bandungkota.bps.go.id/indicator/151/191/1/penyinaran-matahari.html> 20 Juni 2022
- [2] Hadimarta, Tommy Ferdian, ani Rotul Muhima, Muchammad Kurniawan. 2020. Implementasi Multilayer Perceptron pada Jaringan Syaraf Tiruan untuk memprediksi Nilai Valuta Asing. *INTEGER : Journal of Information Technology* Vol. 5 No. 1 April 2020: 56:63
- [3] Supriyanto, Sunardi, Imam Riadi. 2022. Pengaruh Nilai Hidden Layer dan Learning Rate terhadap Kecepatan Pelatihan Jaringan Syaraf Tiruan Backpropagation. Yogyakarta. *JIKO (Jurnal Informatika dan Komputer)* Vol. 6 No. 1 Februari 2022: 27-33
- [4] Joses, Steven, Cucu Suhery, Dwi Marisa Damayanti. 2018. Penerapan *Madaline Neural Network* untuk Prakiraan Cuaca (Studi Kasus:Kota Pontianak). Pontianak. *Jurnal Coding, Sistem Komputer Untan* Volume 06, No. 02 (2018) : 57-68
- [5] Muflih, Zaida Ghufron, Sunardi, Anton Yudhana. 2019. Jaringan Syaraf Tiruan Backpropagation untuk prediksi curah hujan di wilayah Kabupaten Wonosobo. Yogyakarta. *MUST : Journal of Mathematics Education, Science and Technology* Vol. 4, No. 1, Juli 2019 : 45-56
- [6] Butarbutar, Putri, Dwi Marisa Midyanti, Tedy Rismawan. 2022. Implementasi Jaringan Syaraf Tiruan menggunakan Metode *Elman Recurrent Neural Network* untuk Prediksi Penyakit Jantung Koroner. Pontianak. *Coding : Jurnal Komputer dan Aplikasi* Volume 10, No. 01 (2022) : 103-113
- [7] Lesnussa, Yopi Andry, Lexy Janzen Sinay, Mus Rika Indah. 2017. Aplikasi Jaringan Syaraf Tiruan Backpropagation untuk Penyebaran Penyakit Demam Berdarah (DBD) di Kota Ambon. Ambon. *Jurnal Matematika Integratif* Vol. 13 No. 2 (2017) : 63-72
- [8] Suradiradja, Kahfi Heryandi. 2021. Algoritme *Machine Learning Multi-Layer Perceptron* dan *Recurrent Neural Network* untuk Prediksi Harga Cabai Merah di Kota Tangerang. Tangerang. *Factor Exacta* Vol. 14, No. 4, Desember 2021: 194-205
- [9] Pangaribuan Yohanes & Masdiana Sagala. 2017. Menerapkan Jaringan Syaraf Tiruan untuk Mengenali Pola Huruf Menggunakan Metode Perceptron. Medan. *Jurnal Teknik Informatika Unika St. Thomas (JTIUST)*, Volume 02 Nomor 02, Desember 2017 : 53-59
- [10] Lestari, Novia & Lucky Lhaura Van FC. 2017. Implementasi Jaringan Syaraf Tiruan untuk Menilai Kelayakan Tugas Akhir Mahasiswa (studi kasus di amik Bukittinggi). Pekanbaru. *Jurnal Teknologi Informasi & Komunikasi Digital Zone*, Volume 8 Nomor 1, Mei 2017: 10-24
- [11] Sutawinaya, I Putu, I Nyoman Gede Arya Astawa, Ni Kadek Dessy Hariyanti. 2017. Perbandingan Metode Jaringan Syaraf Tiruan pada Peramalan Curah Hujan. Bali. *Jurnal Logic* Vol. 17 No. 2 Juli 2017: 92-97
- [12] Hutabarat, Meychael Adi Putra, Muhammad Julham, Anjar Wanto. 2018. Penerapan Algoritma *Backpropagation* dalam Memprediksi Produksi Tanaman Padi Sawah Menurut Kabupaten/Kota di Sumatera Utara. Pematang Siantar. *semanTIK*, Vol. 4 No. 1, Jan-Jun 2018 : 77-86
- [13] Tjolleng, Amir. 2017. Pengantar Pemograman Matlab:Panduan Praktis Belajar Matlab. Jakarta. Elex Medua Komputindo, 2017
- [14] Habinuddin, Endang, Agus Binarto, Euis Sartika. 2019. Peramalan Curah Hujan Kota Bandung Dengan Menggunakan Metode Analisis Spektral. Bandung. *Sigma-Mu* Vol. 11 No. 1 Maret 2019: 1-12
- [15] Hasan, Nur Fitrianiingsih, Kusri, Hanif Al Fatta. 2019. Analisis Arsitektur Jaringan Syaraf Tiruan untuk Peramalan Penjualan Air Minum dalam Kemasan. Yogyakarta. *JURTI*, Vol. 3 No. 1, Juni 2019: 1-10