

EVALUASI MODEL JARINGAN SYARAF TIRUAN METODE BACKPROPAGATION UNTUK PREDIKSI IKLIM EKSTREM DENGAN KORELASI CURAH HUJAN DAN TINGGI MUKA LAUT DI SEMARANG

Siti Yuniar Pangestu dan Rahmat Gernowo

Jurusan Fisika, Fakultas Sains dan Matematika, Universitas Diponegoro, Semarang

E-mail: siti.yuniar@st.fisika.undip.ac.id

ABSTRACT

Global warming is an event average temperature rise of the atmosphere, ocean, and land. Atmosphere temperature changes cause the physical conditions of the atmosphere becomes unstable, causing anomalies weather parameters that cause climate change. The impact of climate changes is increasing frequency of natural disasters or extreme weather, changes in rainfall patterns, and rising sea level rise. To minimize disaster prediction is carried out by making modeling with artificial neural network method, algorithm of backpropagation models.

The research was conducted in Semarang, using data from rainfall, precipitation, temperature, cloud cover, and sea level rise in 2002 until 2012. Artificial neural network modeling was used Matlab R2010a. Network training by using one unit of input layer, two hidden layer units, and one unit of output layer. The first hidden layer with 10 neurons and the second hidden layer used 5 neurons.

The best results on the training and testing of the network by using the parameter learning rate 0.3 and a momentum 0.6. The results obtained in the training get a percentage value of correlation is 79.0% and in the testing process to get the percentage correlation is 77.5%.

Keywords: *Artificial Neural Network, Backpropagation, extreme climate, rainfall, sea level rise*

ABSTRAK

Pemanasan global merupakan peristiwa naiknya suhu rata-rata atmosfer, laut, dan daratan. Perubahan suhu atmosfer menyebabkan perubahan kondisi fisis atmosfer menjadi tidak stabil, sehingga menyebabkan timbulnya anomali-anomali parameter cuaca yang menyebabkan terjadinya perubahan iklim. Dampak terjadinya perubahan iklim dapat berupa meningkatnya frekuensi bencana alam atau cuaca ekstrem, perubahan pola curah hujan, dan meningkatnya kenaikan muka laut. Untuk meminimalisir terjadi bencana maka dilakukan prediksi dengan membuat pemodelan dengan metode jaringan syaraf tiruan, model algoritma backpropagation.

Penelitian dilakukan di Semarang, dengan menggunakan data curah hujan, kelembaban, temperatur, tutupan awan, dan tinggi muka laut pada tahun 2002-2012. Pemodelan jaringan syaraf tiruan dilakukan dengan menggunakan program Matlab R2010a. Pelatihan jaringan dengan menggunakan satu unit lapisan input, dua unit lapisan tersembunyi, dan satu unit lapisan output. Lapisan tersembunyi pertama dengan menggunakan 10 neuron dan lapisan tersembunyi kedua menggunakan 5 neuron.

Hasil terbaik pada pelatihan dan pengujian jaringan dengan menggunakan parameter learning rate sebesar 0.3 dan momentum sebesar 0.6. Hasil yang diperoleh pada pelatihan mendapatkan nilai persentase korelasi sebesar 79.0% dan pada proses pengujian mendapatkan persentase korelasi sebesar 77.5%.

Kata Kunci: *Jaringan Syaraf Tiruan, Backpropagation, iklim ekstrem, curah hujan, tinggi muka laut*

PENDAHULUAN

Perubahan iklim merupakan suatu fenomena alam yang berpengaruh terhadap kestabilan atmosfer [1]. Kestabilan atmosfer mempengaruhi siklus iklim secara lokal dan global. Fenomena iklim global dapat mempengaruhi siklus-siklus iklim dalam skala wilayah yang lebih kecil.

Fenomena tersebut telah banyak dibuktikan oleh bukti-bukti ilmiah. Pada tahun 1906 hingga 2005 rata-rata suhu permukaan global telah meningkat dengan laju $0,74^{\circ}\text{C} \pm 0,18^{\circ}\text{C}$ [2]. Fenomena iklim ekstrem ditandai dengan tinggi intensitas curah hujan yang turun di suatu daerah, kenaikan muka air laut, dan salah

satunya fenomena banjir dan rob di wilayah pesisir.

ARIMA merupakan suatu metode runtun waktu Box-Jenkins, metode ini baik ketepatannya dalam peramalan jangka pendek karena menggunakan nilai standar *error estimate* yang paling kecil. Jaringan syaraf tiruan merupakan suatu pemroses informasi yang digambarkan seperti syaraf biologis manusia dan model unyuk memperkirakan nilai di masa yang akan datang dengan data deret waktu.

Penelitian mengenai prediksi sebelumnya telah dilakukan oleh Arif pada tahun 2012, pada penelitian tersebut memprediksi curah hujan dengan pemodelan jaringan syaraf tiruan dan pemodelan ARIMA. Pada penelitian tersebut didapatkan hasil prediksi menggunakan jaringan syaraf tiruan lebih baik dibandingkan dengan pemodelan ARIMA dengan mendapatkan hasil RMSE untuk jaringan syaraf tiruan sebesar 83,75 dan pemodelan ARIMA 87.21 [3].

Penelitian ini menggunakan pemodelan jaringan syaraf tiruan model *backpropagation*. Pemodelan dengan jaringan syaraf tiruan dan model prediksi ARIMA akan dikorelasikan untuk mengetahui pemodelan yang terbaik untuk prediksi.

DASAR TEORI

Klimatologi

Klimatologi adalah ilmu yang mempelajari iklim. Ilmu ini mencoba melukiskan atau menguraikan dan menerangkan mengenai hakikat iklim, distribusinya terhadap ruang, serta variasinya terhadap waktu, hubungannya dengan berbagai unsur lain dari lingkungan alam dan aktivitas manusia. Berbagai unsur iklim tersebut meliputi suhu, curah hujan, tekanan, kelembaban, laju serta arah angin dan sebagainya [1].

Jaringan Syaraf Tiruan

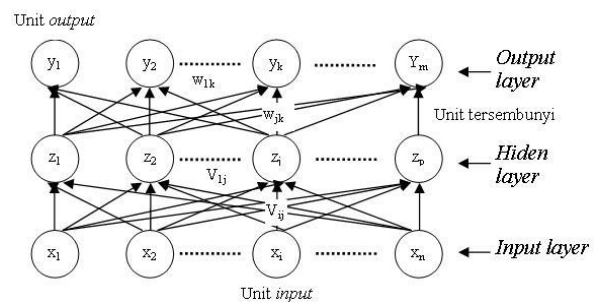
Jaringan syaraf tiruan (JST) adalah model sistem komputasi yang bekerja seperti sistem syaraf biologis pada saat berhubungan dengan

dunia luar, nama jaringan syaraf tiruan merupakan terjemahan dari “*Artificial Neural Network*”. Jaringan syaraf tiruan merupakan salah satu model untuk memperkirakan harga di masa datang memakai data deret waktu.

Tiga hal yang sangat menentukan keandalan sebuah JST adalah pola rangkaian neuron-neuron dalam jaringan yang disebut dengan arsitektur jaringan algoritma untuk menentukan bobot penghubung yang disebut algoritma pelatihan, dan persamaan fungsi untuk mengolah masukan yang akan diterima oleh neuron yang disebut dengan fungsi aktivasi [4].

Metode Pelatihan Terbimbing

Metode pelatihan terbimbing adalah metode pelatihan yang memasukkan target keluaran dalam data untuk proses pelatihannya. Metode *backpropagation* yang dikenal dengan nama lain metode propagasi balik merupakan algoritma pembelajaran yang terawasi dan biasanya digunakan oleh perceptron dengan banyak lapisan untuk mengubah bobot-bobot yang terhubung dengan neuron-neuron yang ada pada lapisan tersembunyinya.



Gambar 1. Arsitektur *Backpropagation*

Berikut merupakan prosedur pelatihan *backpropagation*, yaitu sebagai berikut:

- Langkah 0: inialisasi bobot (sebaiknya diatur nilai acak yang kecil)
- Langkah 1: jika kondisi tidak tercapai, lakukan langkah 2 hingga 9
- Langkah 2 : untuk pelatihan, lakukan langkah 3 hingga 9

Perambatan Maju

Langkah 3: tiap unit masukan ($x_i, i = 1, \dots, n$) menerima sinyal x_i dan menghantarkan sinyal ke semua unit lapisan di atasnya termasuk lapisan tersembunyi

Langkah 4: setiap unit tersembunyi ($z_i, i = 1, \dots, p$) jumlahkan bobot sinyal masukannya

$$z_{in_j} = v_{1j} + \sum_{i=1}^p x_i v_{ij} \quad (1)$$

dengan, v_{0j} sebagai bias pada unit tersembunyi j aplikasikan fungsi aktivasinya untuk menghitung sinyal keluarannya, $z_j = f(z_{in_j})$, dan kirimkan sinyal keseluruhan unit pada lapisan di atasnya (unit keluaran).

Langkah 5: setiap unit keluaran ($y_k, k = 1, \dots, m$) jumlahkan bobot sinyal masukannya.

$$y_{in_k} = w_{0k} + \sum_{j=1}^m z_j w_{jk} \quad (2)$$

dengan, w_{0k} sebagai bias pada unit keluaran k dan aplikasikan fungsi aktivasinya untuk menghitung sinyal keluarannya, $y_k = f(y_{in_k})$

Perambatan Mundur

Langkah 6: tiap unit keluaran ($y_k, k = 1, \dots, m$) menerima pola target yang saling berhubungan pada masukan pola pelatihan, hitung kesalahan informasinya

$$\delta_k = (t_k - y_k) f'(y_{in_k}) \quad (3)$$

Hitung koreksi bobotnya (digunakan untuk memperbaharui w_{jk} nantinya),

$$\Delta w_{jk} = \alpha \delta_k z_j \quad (4)$$

Hitung koreksi biasnya (digunakan untuk memperbaharui w_{0k}), dan kirimkan δ_k ke unit-unit pada lapisan dibawahnya.

Langkah 7: setiap unit lapisan tersembunyi ($z_j, i = 1, \dots, p$) jumlahkan hasil perubahan masukannya (dari unit-unit lapisan di atasnya).

$$\delta_{in_j} = \sum_{k=1}^m \delta_k w_{jk} \quad (5)$$

Kalikan dengan turunan fungsi aktivasinya untuk menghitung informasi kesalahannya,

$$\delta_j = \delta_{in_j} f'(z_{in_j}) \quad (6)$$

Hitung koreksi bobotnya (digunakan untuk memperbaharui v_{0j})

Langkah 8: tiap unit keluaran ($y_k, k = 1, \dots, m$) update bias dan bobotnya ($j = 0, \dots, p$):

$$w_{jk}(\text{baru}) = w_{jk}(\text{lama}) + \Delta w_{jk} \quad (7)$$

Tiap unit lapisan tersembunyi ($z_j, i = 1, \dots, p$) update bias dan bobotnya ($i = 0, \dots, n$):

$$v_{ij}(\text{baru}) = v_{ij}(\text{lama}) + \Delta v_{ij} \quad (8)$$

Langkah 9

METODE PENELITIAN

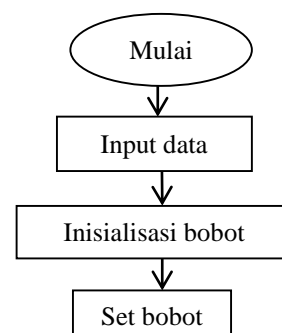
Data

Data terdiri dari tahun 2002-2012. Data yang digunakan yaitu curah hujan dan kelembaban yang diperoleh dari BMKG Klimatologi Semarang, temperatur dan tutupan awan yang diperoleh dari NOAA, dan tinggi muka laut yang diperoleh dari BMKG Maritim Semarang.

Software

Software yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari Microsoft Excel 2010 dan Matlab R2010a. Microsoft Excel untuk mengolah nilai rata-rata bulanan dan Matlab R2010a untuk memodelkan jaringan syaraf tiruan.

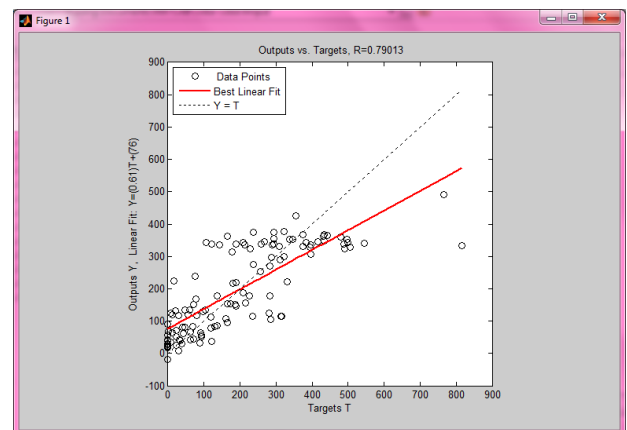
Skema Penelitian



Pelatihan dan pengujian menggunakan 1 lapisan output, 2 lapisan tersembunyi, dan 1 lapisan output. Lapisan tersembunyi terdiri dari 10 neuron dan 5 neuron. Pada penelitian ini didapat model pelatihan terbaik pada learning rate 0,1 dan momentum 0,7. Pada gambar 3 merupakan hasil pelatihan digambarkan dengan grafik linear, sehingga didapatkan hasil pelatihan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Gradien garis terbaik } (m_1) &= 0,609 \\ \text{Konstanta } (a_1) &= 76,415 \\ \text{Koefisien Korelasi } (r_1) &= 0,790 \end{aligned}$$

Pada pelatihan mendapatkan persentasi korelasi sebesar 79,0%. Hasil pelatihan termasuk baik, persentasi korelasi berada pada rentang 0,600-0,799 yang termasuk dalam kategori kuat [5].



Gambar 3. hasil pelatihan digambarkan dengan grafik linear

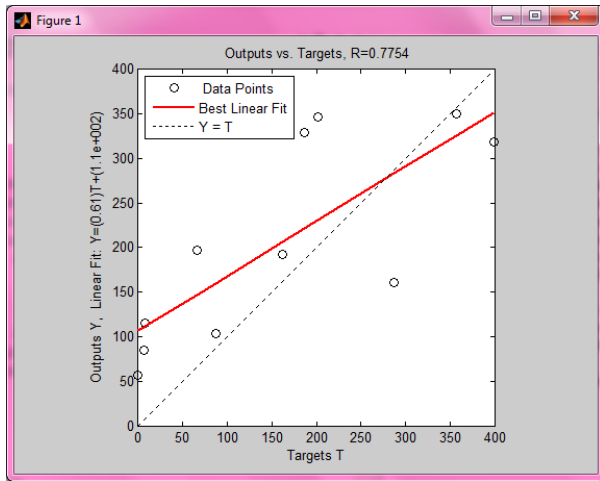
Gambar 4 merupakan hasil pengujian digambarkan dengan grafik linear. Pada proses pengujian didapat hasil sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Gradien garis terbaik } (m_2) &= 0,615 \\ \text{Konstanta } (b_1) &= 106,723 \\ \text{Koefisien Korelasi } (r_2) &= 0,775 \end{aligned}$$

Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pelatihan dan Pengujian Jaringan



Gambar 4. hasil pelatihan digambarkan dengan grafik linear

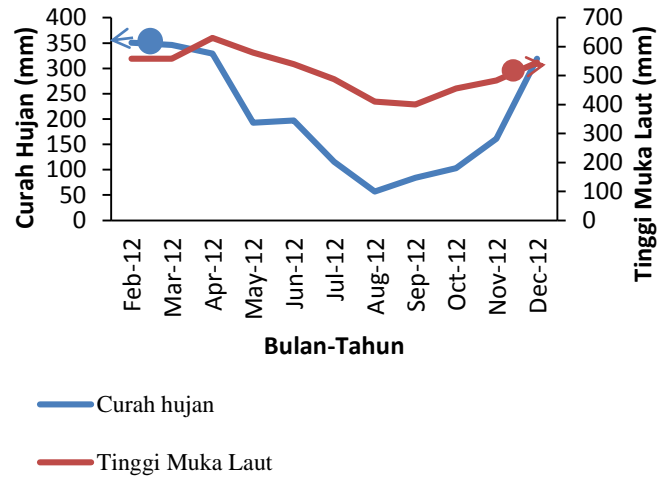
Dilakukan perbandingan antara nilai observasi, prediksi jaringan syaraf tiruan, dan hasil prediksi ARIMA untuk mengetahui bahwa pemodelan dengan jaringan syaraf tiruan baik digunakan untuk prediksi, yang disajikan pada tabel 4.1. Untuk hasil JST didapatkan nilai RMSE sebesar 101,846 dan hasil prediksi ARIMA dengan nilai RMSE sebesar 145,948. Nilai RMSE untuk JST lebih kecil dibandingkan dengan ARIMA, dapat dikatakan bahwa hasil prediksi JST lebih baik digunakan dibandingkan dengan prediksi dengan metode ARIMA.

Tabel 1. Perbandingan nilai curah hujan antara data observasi, hasil JST, dan hasil ARIMA di Semarang

Bulan	Observasi	JST	ARIMA
Jan-10	356	425	376
Feb-10	142	335	437
Mar-10	323	299	237
Apr-10	267	344	185
May-10	496	353	104
Jun-10	107	342	95
Jul-10	34	40	18
Aug-10	92	52	45
Sep-10	280	124	77
Oct-10	237	374	206
Nov-10	228	323	273
Dec-10	396	306	301
RMSE		101.846	145.948

Hubungan antara Tinggi Muka Laut dan Curah Hujan

Hasil grafik antara curah hujan dengan data tinggi muka laut digambarkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Grafik antara curah hujan dari hasil uji JST dengan data tinggi muka laut

Pada gambar 5 terlihat kesesuaian data antara nilai curah hujan dari hasil uji dengan data tinggi muka laut. Terdapat sembilan data sesuai dan dua data tidak sesuai pada bulan April dan September.

Untuk data yang sesuai terjadi karena adanya peristiwa pemanasan global yang mengakibatkan naiknya suhu permukaan laut yang akan mempengaruhi tingginya curah hujan yang turun. Intensitas curah hujan yang meningkat akan mengakibatkan kenaikan masa air laut sehingga tinggi permukaan laut meningkat.

Untuk data yang tidak sesuai dapat disebabkan oleh adanya faktor global yaitu kenaikan suhu global yang berakibat pada peningkatan gas rumah kaca. Suhu udara akan meningkat dan menyebabkan es di kutub mencair dan terjadi penambahan volume air laut seluruh dunia.

Hal ini dikuatkan oleh penelitian Wirasatriya, yang menerangkan bahwa

kenaikan muka laut di Semarang bukan merupakan faktor dominan yang karena hanya mengakibatkan kenaikan muka laut sebesar 2.65 mm per tahun. Kenaikan muka laut di Semarang yang dikarenakan oleh faktor global dan faktor lokal [6].

KESIMPULAN

Aplikasi jaringan syaraf tiruan dengan model *backpropagation* dapat digunakan untuk prediksi.

Prediksi dengan model JST lebih baik dibandingkan dengan ARIMA, dimana didapatkan model JST dengan nilai RMSE sebesar 101.846. Model terbaik prediksi dengan JST didapatkan dengan menggunakan dua unit lapisan tersembunyi yang terdiri dari 10 neuron dan 5 neuron. Dilakukan pengaturan parameter jaringan seperti *learning rate* sebesar 0.3 dan momentum sebesar 0.6. Pelatihan jaringan menghasilkan persentase korelasi sebesar 79.0% dan pengujian jaringan menghasilkan persentase korelasi 77.5%.

Korelasi antara prediksi curah hujan model JST dengan data tinggi muka laut mendapatkan pola grafik yang sesuai, dimana terdapat hubungan antara tingginya curah hujan dengan kenaikan tinggi muka laut di Semarang.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak BMKG yang telah membantu untuk data penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Prawiwardoyo, Susilo, 1996, *Meteorologi*, ITB, Bandung.
- [2]. IPCC, 2007, *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Summary for Policymakers. Intergovernmental Panel on Climate Change*, Geneva.
- [3]. Arif, F.M., Rahmat Gernowo, Agus Setyawan, dan D. Febrianty, 2012, *Analisa*

Data Curah Hujan Stasiun Klimatologi Semarang dengan Model Jaringan Syaraf Tiruan, *Berkala Fisika* Vol. 15, No.1, Januari 2012, 21-26

- [4]. Fausett, Laurence, 1994, *Fundamental of Neural Networks*, Prentice Hall Inc., New Jersey
- [5]. Sugiyono, 2007, *Statistika Untuk Penelitian*, Alfabeta, Bandung
- [6]. Wirasatriya, Anindya, Agus Hartoko, Suripin, 2006, *Kajian Kenaikan Muka Laut Sebagai Landasan Penanggulangan Rob di Pesisir Kota Semarang*, *Jurnal Pasir Laut*, Vol. 1, No. 2, Januari 2006, 31-42