

PREDIKSI KECEPATAN ANGIN MENGGUNAKAN MODEL NEURAL NETWORK UNTUK MENGETAHUI BESAR DAYA LISTRIK YANG DIHASILKAN

R. Hadapiningradja Kusumodestoni, Akhmad Khanif Zyen
Fakultas Sains dan Teknologi UNISNU Jepara
kusumodestoni@gmail.com, khanif.zyen@gmail.com

ABSTRACT

Prediction is one of the most important techniques in knowing the wind speed is generated. Decision in predicting is very important, because the predictions can calculate the amount of electrical energy generated by the amount of electricity needs and a good prediction is accurate predictions. The purpose of this study is intended to predict the magnitude of wind speed using neural network models to determine the large electric power generated. These results indicate that the application of Neural Network algorithm is able to predict the wind speed at the level of 0.378 +/- 0.200 prediction accuracy so that with this prediction may help to know a large electric power to be generated.

Keywords: *Prediction, Wind Velocity, Neural Network*

ABSTRAK

Prediksi adalah salah satu teknik yang paling penting dalam mengetahui kecepatan angin yang dihasilkan. Keputusan dalam memprediksi adalah sangatlah penting, karena dengan prediksi dapat menghitung jumlah energi listrik yang dihasilkan dengan jumlah kebutuhan listrik dan prediksi yang baik adalah prediksi secara akurat. Tujuan dari penelitian ini dimaksudkan memprediksi besarnya kecepatan angin menggunakan model neural network untuk mengetahui besar daya listrik yang dihasilkan. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa penerapan algoritma Neural Network mampu untuk memprediksi besar kecepatan angin dengan tingkat akurasi prediksi 0.378 +/- 0.200 sehingga dengan prediksi ini dapat membantu mengetahui besar daya listrik yang akan dihasilkan.

Kata Kunci : *Prediksi, Kecepatan Angin, Neural Network.*

Pendahuluan

Saat ini, banyak energi sumber daya alam yang digunakan untuk menghasilkan listrik diantaranya Air, Uap, Gas, Panas Bumi, Surya, Ombak Laut, Sampah, Nuklir, dan Angin. Salah satu energi sumber daya alam yang banyak dikembangkan secara signifikan di seluruh dunia saat ini adalah energi angin [1].

Angin merupakan sumber energi yang bebas polusi dan layak secara ekonomis untuk mengeksplorasi dalam hal memproduksi energi listrik secara besar-besaran, sehingga energi angin ini tak kalah kompetitifnya dengan sumber energi lain [2][3]. Energi angin juga berdampak aman pada lingkungan karena sesuai dengan proses produksinya energi ini tidak memancarkan gas polusi. Banyak nilai positif yang dihasilkan pada energi angin yang diproduksi menjadi energi listrik saat ini, maka pertumbuhan pembangkit listrik tenaga angin pun mulai banyak dikembangkan

((contohnya tahun 2011 terdapat sekitar 200GW energi listrik yang dihasilkan oleh angin terpasang di seluruh dunia. Hampir setengah di wilayah eropa energi listrinya dihasilkan oleh energi angin[3].

Memproduksi listrik bertenaga angin dapat dikontrol dalam margin yang dihasilkan dari produksi angin yang tersedia sehingga memiliki kapasitas kontrol yang kurang. Dibandingkan dengan sumber energi yang dihasilkan oleh batubara atau pembangkit listrik bertenaga gas alam, biaya produksi energi angin jauh lebih kecil[5]. Melihat kecilnya biaya produksi untuk menghasilkan energi listrik dengan memanfaatkan energi angin tersebut maka saat ini sudah banyak negara yang mekasimalkan energi angin tersebut. Namun untuk mengetahui berapa besar energi listrik yang dihasilkan dari energi angin tersebut maka dibutuhkan langkah untuk memprediksi besarnya kecepatan angin yang dihasilkan[3][6]. Dengan mengetahui prediksi berapa besar

kecepatan angin yang dihasilkan tiap jam atau bahkan tiap menitnya, besarnya energi listrik yang dihasilkan dapat menghitung dengan jumlah kebutuhan listrik sehingga kebutuhan akan memprediksi atau meramalkan kecepatan angin adalah sangat penting. Melihat kebutuhan akan prediksi untuk mengelola sumber daya energi khususnya sumber daya energi angin menjadi faktor penting untuk menghitung jumlah listrik yang dihasilkan dari energi angin ini maka mengharuskan penggunaan model-model khusus untuk dapat memprediksi kecepatan angin baik kecepatan angin jangka pendek maupun kecepatan angin jangka panjang untuk memproduksi listrik tersebut[2][7].

Prediksi adalah salah satu teknik yang paling penting dalam mengetahui kecepatan angin yang dihasilkan. Keputusan memprediksi sangatlah penting, karena dengan prediksi dapat menghitung jumlah energi listrik yang dihasilkan dengan jumlah kebutuhan listrik dan prediksi yang baik adalah prediksi secara akurat[8].

Untuk melakukan prediksi secara akurat, diperlukan metode yang tepat pula. Neural network atau biasa disebut juga jaringan syaraf tiruan adalah suatu metode komputasi yang dapat digunakan untuk memprediksi[7].

Berdasarkan latar belakang permasalahan yang telah disebutkan dalam uraian sebelumnya, dapat dirumuskan permasalahan, apakah model prediksi dapat memprediksi kecepatan angin guna mengetahui besar daya listrik yang dikeluarkan. Model Neural Network sebagai algoritma yang dapat memprediksi diharapkan dapat memprediksi besar kecepatan angin tersebut.

Berdasarkan latar belakang dan rumusan masalah di atas, tujuan penelitian ini adalah untuk memprediksi besar kecepatan angin yang dihasilkan menggunakan model neural network.

Landasan Teoritis Prediksi

Prediksi adalah salah satu strategi yang umum digunakan di sebagian besar perusahaan di dunia untuk merencanakan pekerjaan mereka sebelum itu benar-benar terjadi. Ada banyak jenis prediksi atau peramalan yang dihasilkan[18]. Prediksi juga merupakan suatu usaha untuk meramalkan masa depan dengan memeriksa masa lalu. Ini terdiri dari menghasilkan estimasi bisa dari besarnya masa depan beberapa variabel, seperti penjualan, atas dasar

pengetahuan masa lalu dan sekarang dan pengalaman. Esensi dari ramalan adalah dengan memperkirakan peristiwa masa depan berdasarkan pola-pola masa lalu dan menerapkan penilaian untuk proyeksi. Prediksi sangat penting untuk perusahaan bisnis modern. Prediksi yang diperlukan harus dibuat, halus dan direvisi. Perubahan terjadi jika tidak diantisipasi, hasilnya bisa menjadi bencana. Suatu perusahaan mempersiapkan untuk perubahan dengan perencanaan, yang pada gilirannya memerlukan pembuatan perkiraan, menetapkan tujuan berdasarkan perkiraan dan menentukan bagaimana busur tujuan untuk dihubungi. Singkatnya, peramalan merupakan bagian integral dari proses perencanaan [19].

Neural Network

Artificial Neural Network (ANN) sebagai cabang dari ilmu kecerdasan buatan (artificial intelligence) merupakan salah satu sistem pemrosesan informasi yang didesain dengan menirukan cara kerja otak manusia dalam menyelesaikan suatu masalah. Alexander dan Morton dalam Suyanto mendefinisikan ANN sebagai prosesor tersebar paralel yang sangat besar yang memiliki kecenderungan untuk menyimpan pengetahuan yang bersifat pengalaman dan membuatnya untuk siap digunakan[7].

Back Propagation

Metode Backpropagation

Perambatan galat mundur (*Backpropagation*) adalah sebuah metode sistematis untuk pelatihan *multiplayer* jaringan saraf tiruan. Metode ini memiliki dasar matematis yang kuat, objektif dan algoritma ini mendapatkan bentuk persamaan dan nilai koefisien dalam formula dengan meminimalkan jumlah kuadrat galat error melalui model yang dikembangkan (*training set*)[1].

- 1) Dimulai dengan lapisan masukan, hitung keluaran dari setiap elemen pemroses melalui lapisan luar.
- 2) Hitung kesalahan pada lapisan luar yang merupakan selisih antara data aktual dan target.
- 3) Transformasikan kesalahan tersebut pada kesalahan yang sesuai di sisi masukan elemen pemroses.
- 4) Propagasi balik kesalahan-kesalahan ini pada keluaran setiap elemen pemroses ke kesalahan yang terdapat pada masukan. Ulangi proses ini sampai masukan tercapai.

Langkah berikutnya adalah menghitung nilai **Mean Square Error (MSE Error)**. Dihitung sebagai berikut :

MSE = Mean Square Error
Dt = Close
Ft = Prediksi
N = Total jumlah periode

Langkah-langkah Algoritma Backpropagation

1) Algoritma Pelatihan

Pelatihan suatu jaringan dengan algoritma *backpropagation* meliputi dua tahap : perambatan maju dan perambatan mundur. Selama perambatan maju, tiap unit masukan (x_i) menerima sebuah masukan sinyal ini ke tiap-tiap lapisan tersembunyi z_1, \dots, z_p . Tiap unit tersembunyi ini kemudian menghitung aktivasinya dan mengirimkan sinyalnya (z_j) ke tiap unit keluaran. Tiap unit keluaran (y_k) menghitung aktivasinya (y_k) untuk membentuk respon pada jaringan untuk memberikan pola masukan.

Selama pelatihan, tiap unit keluaran membandingkan perhitungan aktivasinya y_k dengan nilai targetnya t_k untuk menentukan kesalahan pola tersebut dengan unit itu. Berdasarkan kesalahan ini, faktor δ_k ($k = 1, \dots, m$) dihitung. δ_k digunakan untuk menyebarkan kesalahan pada unit keluaran y_k kembali ke semua unit pada lapisan sebelumnya (unit-unit tersembunyi yang dihubungkan ke y_k). Juga digunakan (nantinya) untuk mengupdate bobot-bobot antara keluaran dan lapisan tersembunyi. Dengan cara yang sama, faktor ($j = 1, \dots, p$) dihitung untuk tiap unit tersembunyi z_j . Tidak perlu untuk menyebarkan kesalahan kembali ke lapisan masukan, tetapi δ_j digunakan untuk mengupdate bobot antara lapisan tersembunyi dan lapisan masukan. Setelah seluruh faktor δ ditentukan, bobot untuk semua lapisan diatur secara serentak. Pengaturan bobot w_{jk} (dari unit tersembunyi z_j ke unit keluaran y_k) didasarkan pada faktor δ_k dan aktivasi z_j dari unit tersembunyi z_j . didasarkan pada faktor δ_j dan aktivasi x_i unit masukan.

2) Prosedur Pelatihan

Langkah 0 : Inisialisasi bobot. (sebaiknya diatur pada nilai acak yang kecil),

Langkah 1 : Jika kondisi tidak tercapai, lakukan langkah 2-9,

Langkah 2 : Untuk setiap pasangan pelatihan, lakukan langkah 3-8,

3) Perambatan Maju :

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

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

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

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

w_{ok} = bias pada unit keluaran k dan aplikasikan fungsi aktivasinya untuk menghitung sinyal keluarannya, $y_k = f(y_{in})$.

4) 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,

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

hitung koreksi biasnya (digunakan untuk memperbaharui v_{oj} nantinya), dan kirimkan δ_k ke unit-unit pada lapisan di bawahnya,

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

kalikan dengan turunan fungsi aktivasinya untuk menghitung informasi kesalahannya,

hitung koreksi bobotnya (digunakan untuk memperbaharui w_{jk} nanti),

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

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

Tiap unit lapisan tersembunyi ($z_j, j = 1, \dots, p$)
update bias dan bobotnya

($l = 0, \dots, n$) :

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

Langkah 9 : Tes kondisi berhenti.

Prosedur Pengujian :

Setelah pelatihan, jaringan saraf backpropagation diaplikasikan dengan hanya menggunakan tahap perambatan maju dari algoritma pelatihan. Prosedur aplikasinya adalah sebagai berikut :

Langkah 0 : Inisialisasi bobot (dari algoritma pelatihan).

Langkah 1 : Untuk tiap vektor masukan, lakukan langkah 2-4.

Langkah 2 : for $i = 1, \dots, n$: atur aktivasi unit masukan x_i .

Langkah 3 : for $j = 1, \dots, p$:

Langkah 4 : for $k = 1, \dots, m$:

$$z_in_j = v_{oj} + \sum_{i=1}^n x_i v_{ij}$$

$$z_i = f(z_in_i)$$

$$y_in_k = w_{ok} + \sum_{j=1}^p z_j w_{jk}$$

$$y_k = f(y_in_k)$$

Langkah 5 : Jika $y_k \geq 0,5$ maka $y_k = 1$, else $y_k = 0$.

Metode Penelitian

Metode Pengumpulan data

Penelitian ini menggunakan data statistik kecepatan angin yang didapat dari badan meteorologi Jogjakarta dengan besar kecepatan angin yang terdapat pada daerah pantai Gunung Kidul Jogjakarta dari tanggal 1 Desember 2014 pukul 00.00 sampai dengan tanggal 3 Desember 2014 pukul 01.30 sebanyak 297 data berupa data yang terdiri atas atribut star, high, low, end. Tiap baris data adalah perubahan nilai besar kecepatan angin mulai dari kecepatan awal, kecepatan tinggi, kecepatan rendah, dan kecepatan akhir dalam selang waktu 10 menit, 30 menit, dan 60 menit.

Metode Learning dan Testing Menggunakan Neural Network (Backpropagation)

Penelitian ini menggunakan Neural Network (Backpropagation) dalam proses learning dan kemudian dilanjutkan dengan proses testing.

Metode Evaluasi dan Validasi

Terdapat banyak algoritma yang dapat dipakai untuk memprediksi salah satunya adalah model neural network. Model Neural Network ini diharapkan dapat memprediksi besar kecepatan angin yang dihasilkan. Algoritma ini akan di implementasikan dengan menggunakan Rapid Miner 5.1.001x32.

Hasil dan Pembahasan Penelitian

a. Data Awal

Penelitian ini menggunakan data statistik kecepatan angin yang didapat dari badan meteorologi Jogjakarta dengan besar kecepatan angin yang terdapat pada daerah pantai Gunung Kidul Jogjakarta dari tanggal 1 Desember 2014 pukul 00.00 sampai dengan tanggal 3 Desember 2014 pukul 01.30 sebanyak 297 data berupa data yang terdiri atas atribut star, high, low, end. Tiap baris data adalah perubahan nilai besar kecepatan angin mulai dari kecepatan awal, kecepatan tinggi, kecepatan rendah, dan kecepatan akhir dalam selang waktu 10 menit, 30 menit, dan 60 menit sebanyak 297 data.

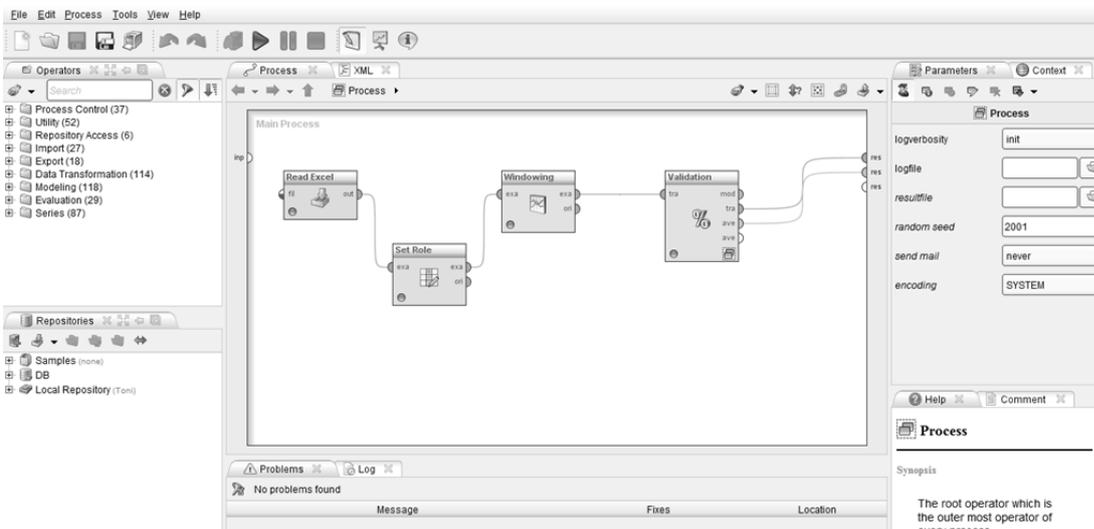
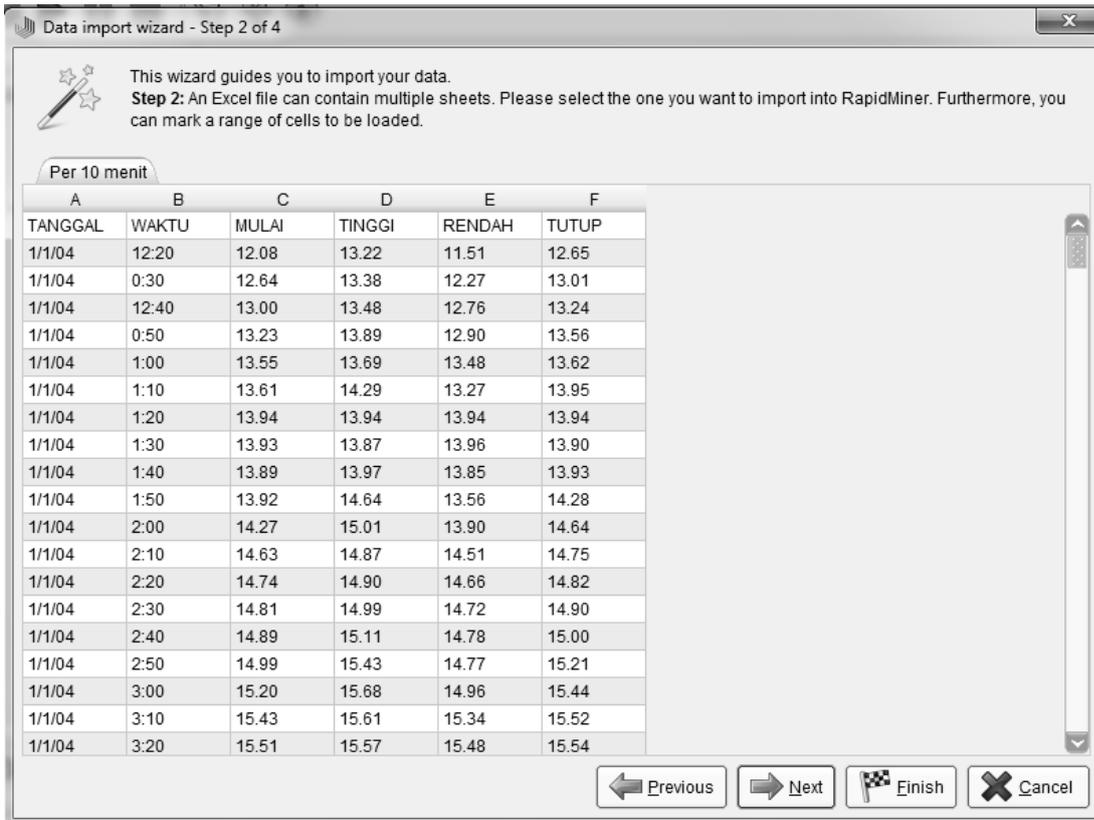
b. Hasil Penelitian

Hasil penerapan menggunakan algoritma Neural Network untuk memprediksi besar kecepatan angin maka didapat hasil bahwa algoritma Neural Network mampu memprediksi besar kecepatan angin dengan tingkat akurasi kesalahan 0.378 +/- 0.200.

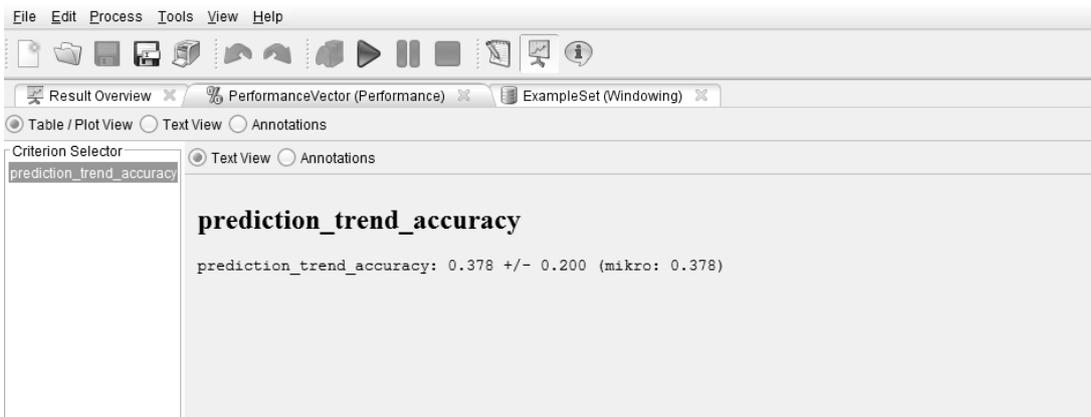
c. Pembahasan

Pengukuran Akurasi kecepatan angin menggunakan Algoritma Neural Network Backpropagation dengan menggunakan aplikasi rapid miner.

1. Input data base besar kecepatan angin
2. Proses Learning dan Testing Model Neural Network



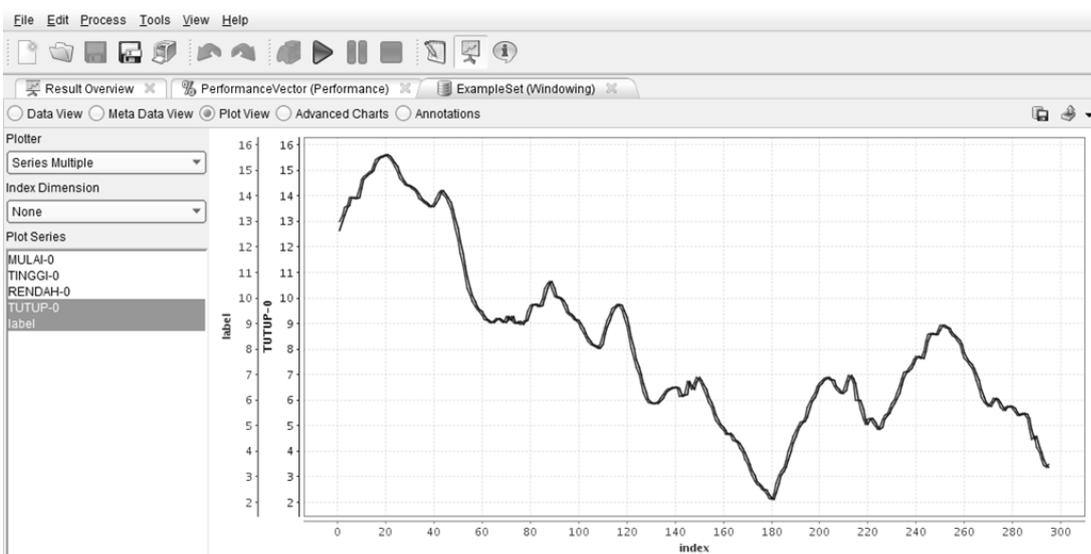
3. Hasil Testing Model Neural Network



The screenshot shows a software window with a menu bar (File, Edit, Process, Tools, View, Help) and a toolbar. The active window is titled 'ExampleSet (Windowing)'. Below the toolbar, there are radio buttons for 'Data View', 'Meta Data View', 'Plot View', 'Advanced Charts', and 'Annotations', with 'Data View' selected. The main display area shows a table with 19 rows and 7 columns. The columns are labeled 'Row No.', 'TANGGAL', 'label', 'MULAI-0', 'TINGGI-0', 'RENDAH-0', and 'TUTUP-0'. The data represents time-series measurements for each row.

Row No.	TANGGAL	label	MULAI-0	TINGGI-0	RENDAH-0	TUTUP-0
1	Jan 1, 2004	13.010	12.080	13.220	11.510	12.650
2	Jan 1, 2004	13.240	12.640	13.380	12.270	13.010
3	Jan 1, 2004	13.560	13	13.480	12.760	13.240
4	Jan 1, 2004	13.620	13.230	13.890	12.900	13.560
5	Jan 1, 2004	13.950	13.550	13.690	13.480	13.620
6	Jan 1, 2004	13.940	13.610	14.290	13.270	13.950
7	Jan 1, 2004	13.900	13.940	13.940	13.940	13.940
8	Jan 1, 2004	13.930	13.930	13.870	13.960	13.900
9	Jan 1, 2004	14.280	13.890	13.970	13.850	13.930
10	Jan 1, 2004	14.640	13.920	14.640	13.560	14.280
11	Jan 1, 2004	14.750	14.270	15.010	13.900	14.640
12	Jan 1, 2004	14.820	14.630	14.870	14.510	14.750
13	Jan 1, 2004	14.900	14.740	14.900	14.660	14.820
14	Jan 1, 2004	15	14.810	14.990	14.720	14.900
15	Jan 1, 2004	15.210	14.890	15.110	14.780	15
16	Jan 1, 2004	15.440	14.990	15.430	14.770	15.210
17	Jan 1, 2004	15.520	15.200	15.680	14.960	15.440
18	Jan 1, 2004	15.540	15.430	15.610	15.340	15.520
19	Jan 1, 2004	15.600	15.510	15.570	15.480	15.540

4. Grafik Antara Besar Kecepatan Angin Sesungguhnya dengan Besar Kecepatan Angin Prediksi Menggunakan Neural Network.



Penutup Simpulan

Simpulan hasil penelitian bahwa besar kecepatan angin dapat diprediksi dengan menggunakan model neural network. Hasil akurasi prediksi 0.378 +/- 0.200 sehingga dengan prediksi ini dapat membantu mengetahui besar daya listrik yang dihasilkan.

Saran

Berdasarkan hasil penelitian, prediksi kecepatan angin menggunakan algoritma neural network ini dapat berguna dalam memprediksi besar kecepatan angin, namun terdapat beberapa hal yang perlu penulis sarankan antara lain :

1. Penelitian selanjutnya diharapkan agar dapat menggunakan metode yang berbeda sehingga dapat meningkatkan akurasi dalam memprediksi.
2. Algoritma optimasi prediksi ini akan menghasilkan hasil yang optimal jika menggunakan data dan atribut lebih banyak.

Daftar Pustaka

- A. J. Deppe, W. a. Gallus, and E. S. Takle, "A WRF Ensemble for Improved Wind Speed Forecasts at Turbine Height," *Weather Forecast.*, vol. 28, no. 1, p. 120604134554002, Feb. 2012.
- S. M. Giebel, M. Rainer, and N. S. Aydin, "Simulation and Prediction of Wind Speeds: A Neural Network for Weibull," vol. 12, no. 2, pp. 293–319, 2013.
- U. Cali, B. Lange, J. Dobschinski, M. Kurt, C. Moehrlen, and B. Ernst, "Artificial neural network based wind power forecasting using a multi-model approach," pp. 1–6.
- M. Arma, T. Model, and A. Boone, "Simulation of Short-term Wind Speed Forecast Errors using a," *Power*, 2005.
- P. Gomes, "Wind Speed and Wind Power Forecasting using Statistical Models: Autoregressive Moving Average (ARMA) and Artificial Neural Networks (ANN)," vol. 1, no. June, pp. 36–45, 2012.
- A. Hoc, G. Report, E. Committee, I. Energy, A. Implementing, W. Energy, S. Approved, and I. E. A. Wind, "RESEARCH AND DEVELOPMENT NEEDS FOR WIND ENERGY FOR THE TIME FRAME 2012 to 2030," no. July, 2013.
- Y. Z. Jafri, "RECENT TRENDS IN TIME SERIES MODELING AND

PREDICTION OF WIND DATA: STATISTICAL AND FUZZY REASONING APPROACH RECENT TRENDS IN TIME SERIES MODELING AND PREDICTION OF WIND DATA: STATISTICAL AND FUZZY REASONING."

- S. Kalogirou, C. Neocleous, S. Pashiardis, C. Schizas, and P. O. Box, "Wind Speed Prediction Using Artificial Neural Networks * Ministry of Agriculture , Natural Resources and Environment," no. 1998.
- O. Ohashi, "Wind speed forecasting using spatio-temporal indicators," 2009.
- J. J. G. De Rosa, J. G. Ramiro, J. Melgar, A. Agüera, and A. Moreno, "Comparison of Models for Wind Speed Forecasting."
- X. Zhu, M. G. Genton, Y. Gu, and L. Xie, "Space-time wind speed forecasting for improved power system dispatch," *Test*, vol. 23, no. 1, pp. 1–25, Feb. 2014.
- J. M. Sloughter, T. Gneiting, and A. E. Raftery, "Probabilistic Wind Speed Forecasting Using Ensembles and Bayesian Model Averaging," *J. Am. Stat. Assoc.*, vol. 105, no. 489, pp. 25–35, Mar. 2010.
- H. S. Nogay, "Application of artificial neural networks for short term wind speed forecasting in Mardin , Turkey," vol. 23, no. 4, pp. 2–7, 2012.
- D. Lugt, "Improving GLAMEPS wind speed forecasts by statistical postprocessing," 2013.