

PREDIKSI DATA RUNTUN WAKTU MENGGUNAKAN JARINGAN SYARAF TIRUAN

TIME SERIES DATA PREDICTION USING ARTIFICIAL NEURAL NETWORKS

Agung Mubyarto

Prodi Teknik Elektro, Universitas Jenderal Soedirman
Jl. Kampus no.1, Grendeng, Purwokerto, Indonesia

Abstract— This research concerns about application of artificial neural networks (ANN) for predicting time series data. By modifying perceptron's activation function with linear function, we got linear networks. In order to predict time series data, these linear networks combine with adaptive LMS algorithm. And then we had completed this model with time delay function to accommodate past data in time series. The data that used in the test had varied in frequency and sampling time. Results of the test had shown that the networks work properly to predict the data series.

Keywords— Time series data, linear networks, prediction, adaptive filter

PENDAHULUAN

A. Data Runtun Waktu

Data runtun waktu didefinisikan sebagai koleksi hasil pengukuran suatu variabel data yang diambil dalam suatu selang waktu tertentu dan dengan interval pengambilan yang tetap. Himpunan data ini dapat dikomposisikan dalam komponen – komponennya yang meliputi tren, *seasonality* (pola berdasar musim / rentang waktu tertentu) dan *random noise* (Brockwell, 1987). Tren secara umum adalah naik atau turunnya nilai data, *seasonality* mengacu kepada pola yang terjadi dalam rentang waktu tertentu, sedangkan *random noise* mengacu kepada tidak adanya pola karena adanya gangguan pada sat pengukuran / pengambilan data (Kneer,C.2004).

Analisis data runtun waktu digunakan untuk memprediksi keadaan pada masa yang akan datang berdasar kepada runtun data yang sudah diketahui pada masa yang lalu. Biasanya analisis ini digunakan untuk membuat model dari suatu sistem yang berupa suatu sistem dinamis yang nilai -nilainya berubah berdasarkan waktu.

Untuk melakukan analisis data runtun waktu dapat digunakan beberapa model analisis. Model yang pertama digunakan adalah model analisis *Moving Average* (MA), yaitu dengan melakukan penghitungan rerata suatu set data dalam interval tertentu dengan menghitung rerata pada setiap subset datanya. Model analisis ini mempunyai keterbatasan hanya dapat digunakan untuk data yang stasioner dimana tidak terdapat tren dan variasi berdasarkan waktu. Model MA dapat dilihat pada persamaan 1.

$$Mt = \sum_{i=0}^{N+1} \frac{X_{t-i}}{N} \dots\dots\dots (1)$$

Model pendekatan analisis yang kedua adalah *Auto Regressive* (AR), yaitu model yang dapat digunakan untuk melakukan analisis data yang bersifat non stasioner. Cara kerja model ini adalah dengan menganggap nilai runtun data pada saat ini adalah nilai runtun pada saat sebelumnya ditambah dengan suatu variasi nilai yang acak sebagai perwujudan *noise* (gangguan) yang diperoleh pada saat pengumpulan data. Pada model ini (persamaan 2) nilai ε adalah white noise dengan zero mean.

$$X_t = a_0 + \sum_{j=1}^k a_j X_{t-j} + \varepsilon_t \dots\dots\dots (2)$$

Model yang ketiga adalah gabungan antara model AR dan MA, yaitu model ARMA (*Auto Regressive Moving Average*). Pada model ini nilai acak noise yang muncul direratakan dahulu sebelum ditambahkan kepada nilai data sebelumnya. Model ARMA (persamaan 3) mempunyai kemampuan yang lebih baik dalam memodelkan proses yang memiliki sifat rerata bergerak dan *auto regressive*. Batasan dari model ARMA adalah waktu komputasi yang tinggi dalam pemodelannya, model ARMA tidak mampu untuk memodelkan proses yang mempunyai data yang tidak simetris dengan perubahan nilai data yang tiba –tiba, selain itu model ARMA digunakan dengan asumsi sistem yang diuji adalah linear sehingga kurang optimal jika digunakan untuk model non linear.

$$X_t = a_0 + \sum_{j=1}^k a_j X_{t-j} + \sum_{j=0}^l b_j \varepsilon_{t-j} \quad \dots\dots\dots(3)$$

B. Jaringan Syaraf Tiruan

Jaringan syaraf tiruan atau sering disebut ANN (*Artificial Neural Networks*) adalah model dari suatu pikiran / otak manusia yang tersusun atas neuron – neuron dan koneksi / hubungan antar neuron yang disebut sebagai *synapsis*.

Dalam tubuh manusia, sistem syaraf yang berpusat di otak memegang peranan yang sangat penting. Sistem syaraf merupakan komponen pengolah sinyal, dalam menentukan tanggapan yang harus diberikan apabila ditemui suatu permasalahan tertentu. Sampai saat ini sistem syaraf pusat yang diyakini sebagai elemen pokok yang menyebabkan manusia mampu belajar.

Jaringan Syaraf Tiruan (JST) adalah model sistem komputasi yang dapat bekerja seperti sistem syaraf biologis pada saat berhubungan dengan “dunia luar”, nama jaringan syaraf tiruan merupakan terjemahan dari “*Artificial Neural Network*”. Terjemahan yang diambil bukan jaringan syaraf buatan seperti dalam menterjemahkan *Artificial Inteligent*. Penggunaan kata buatan dapat memberikan konotasi, bahwa manusia berusaha membuat jaringan syaraf aslinya. Maksud dari JST adalah membuat model sistem komputasi yang dapat menirukan cara kerja jaringan syaraf biologis.

Jaringan syaraf pada dasarnya terdiri dari banyak elemen pemroses sederhana yang disebut neuron, sel, unit atau simpul. Setiap sel syaraf berhubungan dengan sel syaraf lainnya memakai saluran komunikasi (*communication link*) atau penghubung yang teratur dengan suatu bobot penghubung. Bobot-bobot tersebut digunakan oleh jaringan untuk menyelesaikan masalah . JST mempunyai beberapa sifat yang dimiliki manusia, yaitu :

- a. Kemampuan untuk belajar dari pengalaman.
- b. Kemampuan melakukan perumuman (*generalization*) terhadap input baru dari pengalaman yang dimilikinya.
- c. Kemampuan memisahkan (*abstraction*) karakteristik penting dari input yang mengandung data yang tidak penting.

Setiap jaringan syaraf tiruan mempunyai tiga karakteristik sebagai berikut :

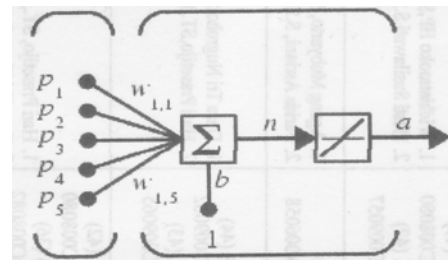
- a. Pola hubung antar sel (disebut arsitektur)
- b. Metode penentuan bobot-bobot koneksi (disebut belajar atau pelatihan dan algoritma).
- c. Fungsi aktivasi-nya.

1) Arsitektur Jaringan

Jaringan yang digunakan untuk melakukan prediksi adalah jaringan linear. Jaringan ini memiliki

arsitektur yang sama persis dengan arsitektur jaringan perceptron. Perbedaannya adalah pada fungsi aktivasinya. Secara umum terdapat tiga buah fungsi aktivasi yaitu : *hard limiter*, *threshol* dan fungsi aktivasi *sigmoid* (Haykin, 1994).

Jaringan perceptron mempunyai fungsi aktivasi hard limiter sedangkan jaringan linear menggunakan fungsi aktivasi linear. Gambar jaringan linear dapat dilihat pada gambar 1 dibawah ini.



Gambar 1. Jaringan Linear

Dari gambar 1 dapat dilihat bahwa jaringan mempunyai multi input yang disusun sebagai vektor input

$$p = [p_1, p_2, p_3, p_4, p_5] \quad \dots\dots\dots(4)$$

yang masing – masing mempunyai bobot koneksi

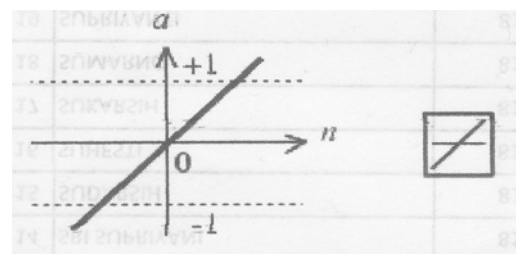
$$w = [w_{11}, \dots, w_{15}] \quad \dots\dots\dots(5)$$

b adalah bias yang bernilai 1, sedangkan n menyatakan neuron tunggal. Dari gambar 1 dapat dibuat rumusan fungsi alih jaringan linear sebagai berikut :

$$a = \sum wp + b \quad \dots\dots\dots(6)$$

2) Fungsi Aktivasi Linear

Jaringan linear mempunyai fungsi aktivasi linear seperti yang ditunjukkan pada gambar 2. Nilai aktivasi berada pada rentang -1 sampai dengan positif +1.



Gambar 2. Fungsi Aktivasi Linear

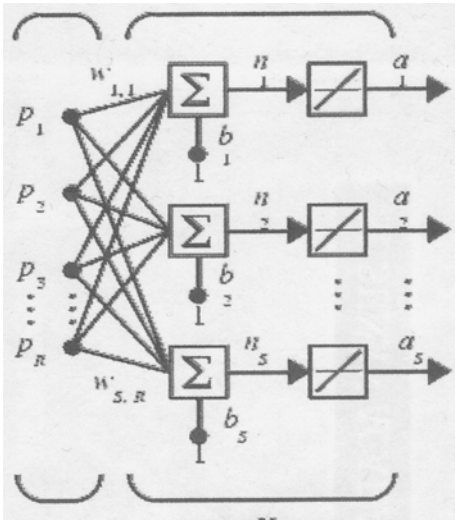
Untuk jaringan yang memiliki lebih dari satu neuron maka arsitektur jaringannya menjadi seperti pada gambar 3. Arsitektur seperti yang ditunjukkan dalam

gambar 3 dapat juga disebut jaringan linear multi lapis (*multilayer linear networks*). Keterangan gambar 3 :

- R : jumlah lapisan dalam jaringan
- S : jumlah neuron dalam 1 lapisan

Setiap lapisan pada jaringan linear multi lapis setara dengan jaringan linear lapis tunggal seperti pada gambar 1. Keluaran untuk jaringan linear multi lapis dibentuk dalam vektor keluaran jaringan

$$a : [a_1, a_2, \dots, a_s] \quad (7)$$



Gambar 3. Arsitektur jaringan linear dengan jumlah $n > 1$

C. Jaringan Syaraf Tiruan untuk Prediksi Runtun Waktu

Pada awalnya JST didesain untuk memodelkan bentuk syaraf pada otak manusia. Penelitian – penelitian saat ini secara luas dilakukan dan dimotivasi oleh adanya kemungkinan menggunakan JST sebagai suatu instrumen untuk menyelesaikan berbagai masalah aplikasi seperti pengenalan pola, pengolahan sinyal, sistem kendali dan peramalan runtun waktu (Suhartono, 2007).

Untuk dapat melakukan prediksi data runtun waktu menggunakan JST maka diperlukan perlakuan dari suatu proses yang dinamis. JST harus dapat mengakomodasi perilaku dinamis dengan cara memasukkan lag (kejadian sebelumnya) dari variabel respon atau target ke dalam himpunan input.

D. Algoritma Pembelajaran

Agar JST dapat melakukan pembaruan bobot koneksinya maka jaringan harus dilatih agar mampu

menemukan pasangan bobot yang optimum. Seperti pada perceptron maka jaringan linear melakukan pembaruan bobot secara supervisi dengan metode *Least Mean Square* (LMS). Secara umum metode pembelajaran akan menemukan bobot yang optimum untuk setiap pasangan input dan target (p,t). Input jaringan adalah vektor p dan output jaringan sebagai target adalah vektor t.

Pasangan input dan target :

$$(p_1, t_1) (p_2, t_2) \dots (p_q, t_q) \dots \dots \dots (8)$$

Selama proses pembelajaran dilakukan optimisasi error yang merupakan selisih antara input dan target. Rumusan error dapat dilihat pada persamaan 9.

Mean square error

$$mse = \frac{1}{q} \sum_{k=1}^q e(k)^2 = \frac{1}{q} \sum_{k=1}^q (t_k - a_k)^2 \dots \dots \dots (9)$$

selanjutnya secara adaptif dengan prosedur steepest descent dilakukan pembaruan bobot yang error nya sudah dicari menggunakan LMS Widrow Hopff.

Algoritma pemberuan bobotnya adalah sebagai berikut :

$$w(k+1) = w(k) + 2\alpha e(k) p^T(k) \dots \dots \dots (10)$$

Algoritma pembaruan bias :

$$b(k+1) = b(k) + 2\alpha e(k) \dots \dots \dots (11)$$

METODE PENELITIAN

A. Alat dan Bahan

Penelitian ini menggunakan alat berupa 1 set personal computer yang digunakan untuk melakukan pembuatan program aplikasi jaringan syaraf tiruan. Bahan yang digunakan adalah runtun data yang dibangkitkan secara langsung menggunakan pemrograman komputer,

B. Jalannya Penelitian

Jalannya penelitian dilakukan dalam tahapan sebagai berikut :

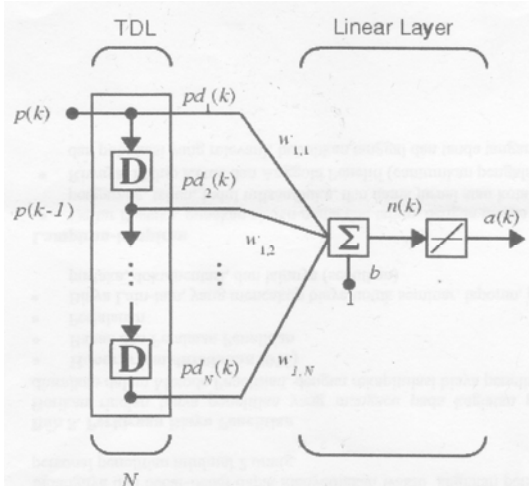
1) Pembuatan data runtun waktu

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah 3 buah runtun data yang mempunyai frekuensi berbeda - beda dan dihipung dalam suatu urutan waktu. Himpunan data tersebut adalah : (cos 4 pi, sin 8 pi, cos 12 pi) dengan interval samplingnya adalah 0.05 s, 0.024 s, dan 0.05 s.

2) Pembuatan model jaringan syaraf tiruan

Untuk dapat mengakomodasi kebutuhan prediksi data runtun waktu perlu dilakukan perubahan pada arsitektur jaringan linear. Perubahan yang perlu dilakukan ada 2 macam yaitu merubah vektor input jaringan agar dapat mengakomodasi input untuk waktu yang lalu menggunakan fungsi *delay* dan merubah arsitektur jaringan ke bentuk adaptif filter.

Jaringan tersebut berubah menjadi adaptive linear networks single layer atau sering disebut sebagai ADALINE.



Gambar 4. Arsitektur JST ADALINE

Dari gambar 4 tampak bahwa jaringan berubah menjadi jaringan adaptif dengan input yang ditunda. Keluaran jaringan adalah keadaan saat ini yang diperoleh sebagai hasil prediksi yang dilakukan jaringan.

3) Pembuatan Program Aplikasi

Program aplikasi dibuat menggunakan Bahasa Pemrograman Matlab versi 7.

4) Pengujian Program Aplikasi

Pengujian dilakukan dengan cara merubah panjang pendek vektor input

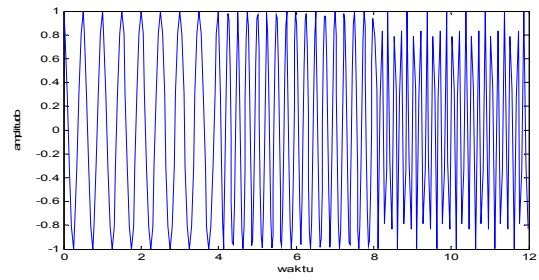
5) Analisis hasil

Analisis dilakukan untuk melakukan pembahasan mengenai hasil yang diperoleh.

HASIL DAN PEMBAHASAN

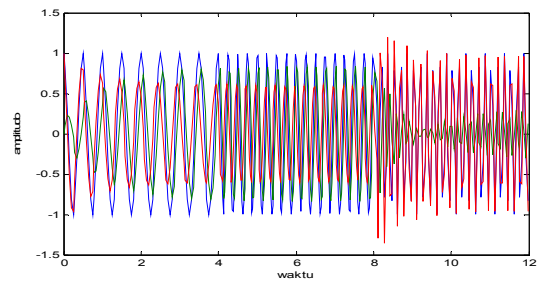
A. Hasil

Runtun data masukan adalah sebagai berikut :



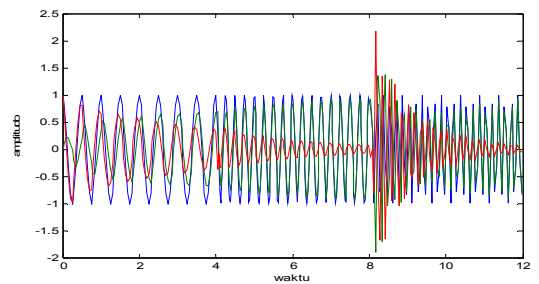
Gambar 5. Runtun data pengujian

Hasil Pengujian Panjang input = 1



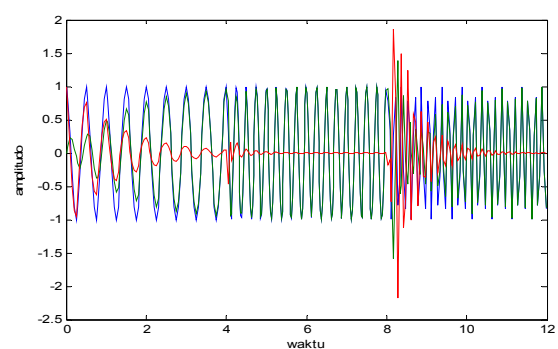
Gambar 6. Hasil Pengujian dengan panjang input = 1

Panjang input = 2



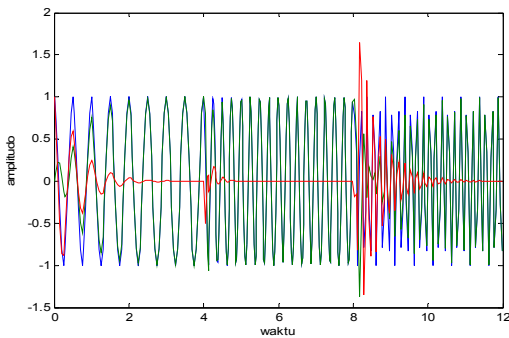
Gambar 7. Hasil Pengujian dengan panjang input = 2

Panjang input = 3



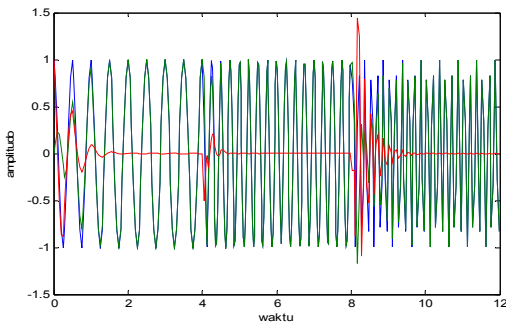
Gambar 8. Hasil Pengujian dengan panjang input = 3

Panjang input = 4



Gambar 9. Hasil Pengujian dengan panjang input = 4

Panjang input = 5



Gambar 10. Hasil Pengujian dengan panjang input = 5

Keterangan gambar

- Biru : runtun data asli
- Hijau : hasil prediksi
- Merah : error prediksi

B. Pembahasan

Berdasarkan gambar 6 sampai dengan gambar 10, maka dapat dilihat bahwa jaringan mampu mengikuti runtun data yang diberikan. Panjang pendek input yang diberikan ke jaringan sangat mempengaruhi besarnya error yang timbul. Pada jaringan dengan panjang input 1, 2, dan 3 nilai error masih cukup tinggi. Dengan menambah panjang input (4 dan 5) maka error yang timbul semakin kecil. Hal ini berarti jaringan mampu

melakukan prediksi dengan baik sesuai data runtun masukan.

Pada awal prediksi selalu terjadi error karena jaringan seolah – olah belum punya pengetahuan mengenai pola runtun data, namun selanjutnya setelah pola runtun data dapat dikenali maka error menjadi sangat kecil (mendekati nol).

Seperti diawal sudah dijelaskan bahwa runtun data merupakan gabungan runtun data yang berbeda dalam sampling dan frekuensinya, maka setiap kali prediksi melewati runtun data yang berbeda error yang terjadi cukup besar. Hal ini dapat dimengerti karena seolah – olah jaringan harus mempelajari kembali pola runtun yang baru. Namun setelah beberapa iterasi berlalu maka error mengecil kembali. Hal ini menunjukkan bahwa jaringan mampu melakukan prediksi dengan baik.

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Dari penelitian yang sudah dilakukan dapat ditarik kesimpulan bahwa :

- a. Jaringan syaraf tiruan dapat digunakan untuk melakukan prediksi data runtun waktu.
- b. Panjang pendek input yang diberikan kepada jaringan akan mempengaruhi besarnya error prediksi yang timbul sebagai selisih antara target dan input.

B. Saran

Penelitian ini dapat dikembangkan untuk meneliti berbagai hal seperti prediksi curah hujan, prediksi cuaca, dan hal – hal lain yang mempunyai model data runtun waktu.

DAFTAR PUSTAKA

- Kneer, C. B. S, 2004, Time Series Prediction Using Neural Networks, Thesis on Computer Science, Texas Tech University
- Brockwell, Peter. J dan Davis, Richard .A, 1987, Times Series : Theory and Methods, Springer Verlag-Inc, New Yorks
- Haykin. S, 1994, Neural Networks : A Comprehensive Foundation, Mac Millan Publishing Company Inc, New Yorks.
- Suhartono, 2007, *Feed Forward Neural Networks* untuk Pemodelan Runtun Waktu, Disertasi pada Program Studi Ilmu Matematika Sekolah Pasca Sarjana UGM, Yogyakarta.