

ANALISIS PERFORMANSI ALGORITMA ROUGH ADAPTIVE NEURO-FUZZY INFERENCE SYSTEM

Warah Maharani

Departemen Teknik Informatika
Institut Teknologi Telkom
Bandung, Indonesia
E-mail: wrh@stttelkom.ac.id

Abstraksi

Rough adaptive neuro-Fuzzy Inference System (RANFIS) merupakan suatu metode yang menggabungkan antara teori rough set, sistem fuzzy dan sistem jaringan syaraf tiruan (JST). Sistem ini memiliki berbagai parameter yang berperan dalam menghasilkan evaluasi prediksi yang cukup baik. Paper ini menjelaskan tentang performansi learning dari algoritma JST, kemampuan prediksi dari algoritma fuzzy serta kemampuan rough set dalam menurunkan nilai error dari keluaran JST untuk memprediksi nilai saham. Hasil pengujian menunjukkan bahwa algoritma RANFIS yang melibatkan jaringan syaraf tiruan, sistem fuzzy dan Rough Set, mampu membangun suatu sistem peramalan nilai saham yang baik dengan kontribusinya masing-masing..

Keywords: *Rough adaptive neuro-Fuzzy Inference System (RANFIS), rough set, fuzzy, jaringan syaraf.*

1. PENDAHULUAN

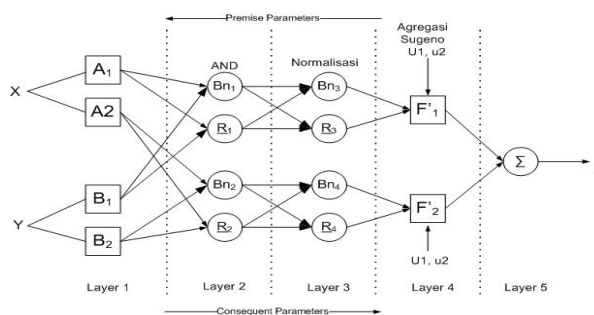
RANFIS adalah suatu metode yang dalam melakukan penyetelan aturan digunakan algoritma pembelajaran terhadap sekumpulan data yang memungkinkan juga aturan - aturan untuk beradaptasi. Sistem ini menggunakan sinergi metode dari *neuro* dan *fuzzy*, dengan menambahkan dimensi lain pada kombinasinya yaitu Rough Set yang berdasarkan prinsip klasifikasi dalam suatu rangkaian *hybrid*. Rangkaian Jaringan Syaraf Tiruan berbasis *neuron rough* memiliki kemampuan *learning* berdasarkan data-data masukan, dan membantu sistem *fuzzy* dalam menentukan *rule* yang terbaik dalam memprediksi data, sedangkan rough set sendiri akan mengklasifikasikan data acak yang melewatinya. Metode RANFIS ini digunakan untuk menemukan suatu pola perubahan tertentu, dan akan selalu belajar dari kesalahan atau error sebelumnya, sehingga akan didapatkan nilai akurasi yang sangat baik.

Paper ini membahas tentang performansi dari JST, fuzzy dan rough set dalam memprediksi pergerakan nilai saham yang terjadi beberapa waktu mendatang. Beberapa faktor yang dianalisis meliputi analisis rough set, berupa desain jaringan, fungsi node dan faktor pembangkitnya serta analisis JST, berupa arsitektur JST dan parameter estimasinya.

2. GAMBARAN UMUM SISTEM

2.1 Algoritma RANFIS

Bagian ini membahas tentang penjelasan dari algoritma RANFIS yang akan digunakan. Arsitektur RANFIS dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 0.1 Arsitektur Jaringan RANFIS

Arsitektur jaringan RANFIS diatas menggunakan 5 layer dan 15 neuron.

Jaringan RANFIS pada Gambar 2.1 terdiri dari lapisan-lapisan sebagai berikut:

1. Tiap neuron *i* pada lapisan pertama adaptif terhadap parameter suatu fungsi aktivasi, fungsi aktivasi *neuron* adalah fungsi keanggotaan fuzzy yang digunakan [4]. *Output* dari tiap *neuron* berupa derajat keanggotaan yang diberikan oleh fungsi keanggotaan input, yaitu: $\mu_{A1}[u_1]$, $\mu_{B1}[u_2]$, $\mu_{A2}[u_1]$, atau $\mu_{B2}[u_2]$. Proses ini disebut fuzzyfikasi yaitu proses perubahan nilai crisp menjadi nilai fuzzy dengan batas pada derajat keanggotaan [0,1]. Perhitungan pada layer1 adalah :

$$o_i^1 = u_i[x]$$

2. Pada lapisan ke-2 ini semua sinyal input akan dibelah menjadi dua bagian yaitu acak dan tidak acak atau teratur sesuai teori rough set, sehingga akan didapat 2 *neuron* dari tiap *neuron* rough pada layer ini. Perhitungan pada layer 2 adalah :

$$\nu_i[x] \times output_{BN_i} + \mu_{R_i}[x] \times output_{R_i}$$

3. Pada lapisan 3 dilakukan perhitungan yang sama dengan pada layer 2 untuk menghaluskan data acak yang masih terdapat pada data sinyal jaringan untuk layer 2 dan 3. Pada layer ini *firing strength* akan dinormalisasi dua kali berdasarkan fungsi output neuron rough. persamaan ini akan sama dengan persamaan pada layer ke-3.

$$o_i^3 = \mu_{BN_i}[x] \times output_{BN_i} + \mu_{R_i}[x] \times output_{R_i}$$

Hasil ini dikenal dengan nama *normalized firing strength*.

4. Pada lapisan 4 dilakukan agregasi fuzzy sugeno yang membantu menghaluskan komputasi rough pada layer 2 dan 3, hasil agregasi ini merupakan nilai defuzzyfikasi tegas/crisp sesuai input jaringan (sesuai jaringan ANFIS), tiap node pada lapisan keempat merupakan node adaptif terhadap suatu output.

$$O_i y_i = O_i (c_{i1} u_1 + c_{i2} u_2 + c_{i0}),$$

$\bar{\alpha}_i$ adalah *normalized firing strength* pada lapisan ketiga dan $\{c_{i1}, c_{i2}, c_{i0}\}$ adalah parameter-parameter pada node tersebut yang dihasilkan dari algoritma LSE (Least Square Estimator). Parameter-parameter pada lapisan tersebut disebut dengan nama *consequent parameters*.

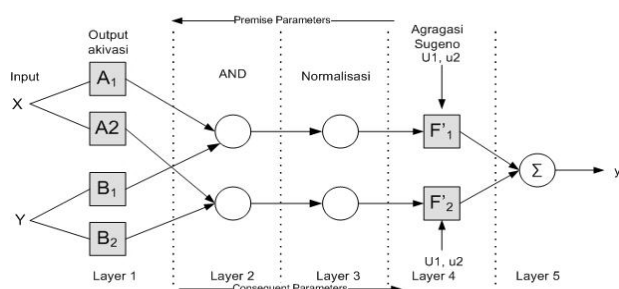
Perhitungan pada layer 4 adalah :

$$o_i^4 = o_i^3 \times f_i$$

5. Perhitungan pada layer 5 adalah :

$$o_i^5 = \sum o_i^4$$

Gambar dibawah adalah jaringan ANFIS yang merupakan jaringan yang diadopsi untuk mendapatkan struktur jaringan RANFIS di atas, dimana tiap neuron pada layer 2 dan 3 merupakan sebuah neuron homogen yang memiliki 2 subneuron berupa neuron rough.



Gambar 0.2 Arsitektur Jaringan ANFIS yang diadopsi

2.2 Fuzzy Inference System

Terdiri dari 3 bagian yaitu *rule base*, berisi pemilihan aturan-aturan fuzzy; *database*, yang menentukan fungsi keanggotaan yang digunakan dalam aturan fuzzy; dan mekanisme *reasoning*, menampilkan prosedur inference yaitu prosedur

yang dapat menghasilkan suatu kesimpulan berdasarkan aturan(*rule*) dan fakta yang diberikan.

2.2.1 Fungsi Keanggotaan

Adalah kurva yang menunjukkan pemetaan input data ke dalam nilai keanggotaannya dengan interval 0 - 1. Fungsi keanggotaan yang digunakan adalah :

- Fungsi Keanggotaan Segitiga
- Fungsi Keanggotaan Trapesium
- Fungsi Keanggotaan Bell
- Fungsi Keanggotaan Gaussian

2.3 JST

JST merepresentasikan cara kerja otak manusia dalam proses kerja komputasi. JST menggunakan fungsi aktivasi, yaitu fungsi yang akan memetakan suatu input pada bobot tertentu (bobot terdefinisi) menuju suatu output, dalam suatu neuron. Fungsi aktivasi yang digunakan pada paper ini adalah fungsi keanggotaan fuzzy (MF).

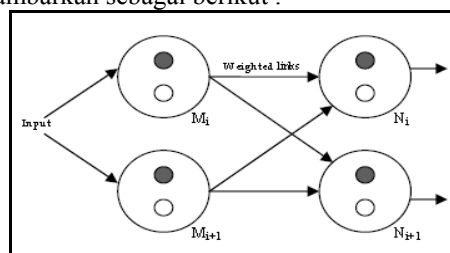
Metode pembelajaran yang digunakan adalah backpropagation yang memetakan set *input patern* menjadi set output patern, dimana nilai output *patern* sendiri telah diketahui melalui data latihan (*supervise*).

2.4 Teori Rough Set

Teori ini banyak digunakan untuk analisis klasifikasi yang melibatkan ketidakpastian, ketidakteraturan dan ketidaklengkapan informasi pada data. Tujuan analisis Rough Set adalah untuk mendapatkan perkiraan *rule* yang singkat dari suatu tabel atau sekumpulan data.

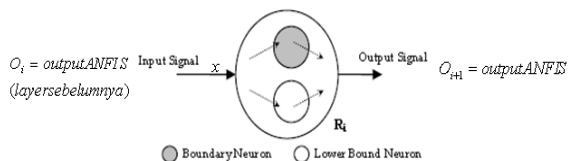
2.5 Rough Neural Network

Arsitektur dari Rough Neural Network digambarkan sebagai berikut :



Gambar 2.3 Empat rough neuron terhubung

Pertama kali dibuat keterhubungan 4 buah neuron rough pada network (gambar 2.3), *boundary* dan *lower bound* yang merupakan bagian dari neuron M_i , membagi sinyal *input* menjadi random/acak dan bagian yang teratur, dimana bagian yang teratur akan diakomodasi oleh *lower bound* dan sebaliknya bagian yang acak akan diakomodasi oleh *boundary neuron* pasangannya[1].



Gambar 2.4 1 rough neuron

- A. Output $R_i = \sum$ output dari unsur-unsur neuron.
- B. Output dari boundary neuron adalah :

$$o_{\bar{R}-R} = \frac{\text{transfer}(x_R)}{\varepsilon_R} + \frac{\text{transfer}(x_{\bar{R}-R})}{\varepsilon_{\bar{R}-R}}$$

- C. Output dari lower bound neuron adalah :

$$o_R = \min(\text{transfer}(x_R), \text{transfer}(x_{\bar{R}-R}))$$

- D. Faktor pembangkit output diberikan dengan :

$$\varepsilon_{\bar{R}-R} = - \left[\frac{\Delta(o_{i,j})}{\Delta(x_{i,j})} \right] \text{ dan } \varepsilon_R = \left[\frac{\Delta(o_{i,j})}{\Delta(x_{i,j})} \right]$$

2.6 Analisis Time Series

Analisis adalah salah satu bentuk analisis teknikal yang dapat dilakukan untuk meramal nilai saham di masa yang akan datang, dimana analisis *time series* lebih memfokuskan untuk melihat perilaku data, bagaimana data bergerak, tanpa mengkaji faktor-faktor apa yang menyebabkan pergerakan data tersebut. Terdapat dua alasan mengapa analisis *time series* tidak mengkaji faktor-faktor penyebab pergerakan data. Pertama, faktor-faktor penyebab pergerakan data tidak dimengerti, dan walaupun hal itu diketahui, sangat sulit mengukur hubungan sebab akibatnya. Kedua, perhatian utama penganalisis hanya untuk meramalkan apa yang akan terjadi dan bukan mengetahui mengapa hal itu terjadi [8].

2.7 Evaluasi sistem

Untuk mengevaluasi teknik peramalan digunakan RMSE. Root Mean Square Deviation (RMSD) atau Root Mean Square Error (RMSE) adalah suatu metode perhitungan yang sangat sering digunakan, menghitung perbedaan diantara nilai – nilai yang diprediksi dengan model atau estimator terhadap nilai sebenarnya melalui data set yang tersedia. Perhitungan ini disebut juga dengan *residual*, dan kemudian RMSE mengumpulkannya ke dalam suatu akar perkiraan tunggal.

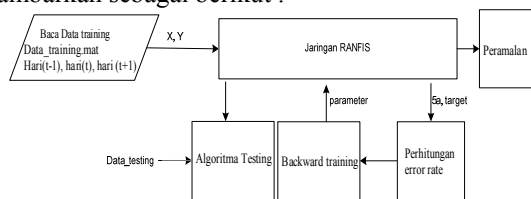
3. ANALISIS SISTEM

3.1 Analisis Data

Proses peramalan menggunakan input data saham secara *time series* yang tersimpan pada file *.xls, yang kemudian diubah menjadi matriks inputan.

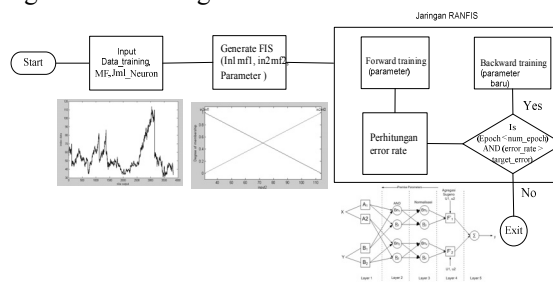
3.2 Perancangan Sistem

Sistem yang dibuat secara umum digambarkan sebagai berikut :



Gambar 3.1 Diagram blok sistem keseluruhan

Untuk jaringan RANFIS yang dibangun digambarkan sebagai berikut :



Gambar 3.2 Diagram jaringan RANFIS

Data yang dinormalisasi digunakan sebagai neuron inputan pada layer masukan dan sebagai neuron output pada layer keluaran. Paper ini menggunakan arsitektur rough adaptive neuro-fuzzy inference system yang terdiri dari input layer, hidden layer (3 layer) dan output layer. Inputnya berupa data *time series* yaitu harga penutupan indeks harga saham. Sedangkan targetnya adalah harga penutupan besok (t+1).

Arsitektur sistem ini terdiri dari 5 layer : MF neuron (membership function) pada input layer, neuron rough yang melakukan proses AND, normalisasi dan agregasi pada hidden layer, dan neuron penjumlahan pada output layer.

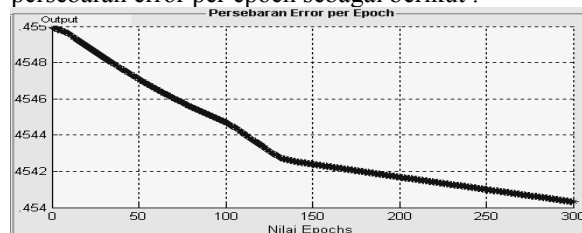
3.3 Training

Untuk menghasilkan jaringan RANFIS yang optimal dilakukan proses training yaitu forward dan backward training.

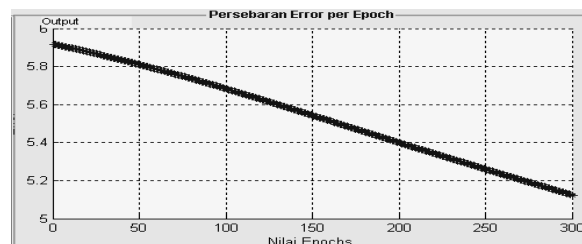
4. EVALUASI PERFORMANSI

Bagian ini menunjukkan hasil pengujian dari data saham yang sudah ditraining dengan menggunakan jaringan RANFIS dengan mengambil harga penutupan saham harian Dow Jones & Company (terdaftar pada New York Stock Exchange) dengan acuan waktu senin-jumat, dari tahun 1985 hingga 2002, yang diperoleh dari <http://lib.stat.cmu.edu/datasets/>. Data untuk training dari 2 Januari 1985 s/d 7 Maret 2000 sebanyak 3836 record. Training menggunakan jumlah epoch 300, target error 0 dan fungsi keanggotaan segitiga, trapesium, gauss dan bell yang masing-masing akan dibandingkan performansinya.

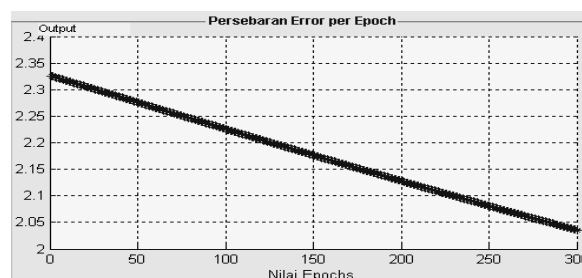
Pengujian proses training berdasarkan fungsi keanggotaan yang berbeda-beda menghasilkan persebaran error per epoch sebagai berikut :



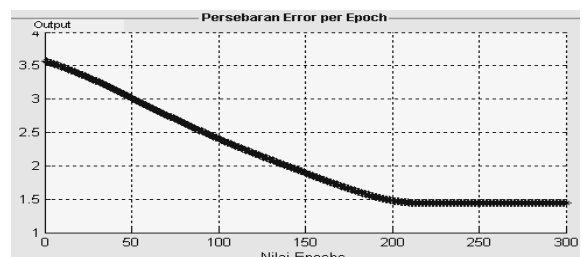
Gambar 4.1 Hasil fungsi keanggotaan segitiga



Gambar 4.2 Hasil fungsi keanggotaan trapesium



Gambar 4.3 Hasil fungsi keanggotaan gauss



Gambar 4.4 Hasil fungsi keanggotaan bell

Hasil di atas menunjukkan bahwa Error training (rmse) yang dihasilkan untuk fungsi keanggotaan segitiga, trapesium, gauss dan bell masing-masing adalah 1.4540 ; 5.1242 ; 2.0355 ; 1.4449.

Sedangkan proses testing dilakukan untuk menguji jaringan RANFIS optimal hasil training, untuk memprediksi data testing pada jangkauan *time series* yang bergerak maju.

Proses testing dilakukan pada jaringan RANFIS yang berbeda-beda dengan fungsi keanggotaan masing-masing segitiga, trapesium, gauss dan bell. Hasil pengujian menunjukkan error testing (rmse) dari proses testing dengan fungsi keanggotaan segitiga, trapesium, gauss dan bell masing-masing adalah 1.0529 ; 8.3445 ; 2.4808 ; 0.9836.

Hasil analisis training dan testing menunjukkan bahwa jenis fungsi keanggotaan sangat mempengaruhi hasil peramalan, karena turut mengubah jaringan RANFIS. Pemberian parameter epoch juga mempengaruhi nilai error dan hasil peramalan. Semakin banyak epoch yang dilakukan maka error yang dihasilkan akan berkurang ataupun tetap pada angka tertentu. Untuk perubahan error target berpengaruh pada performansi jaringan, nilai error yang dihasilkan akan naik dengan nilai < error yang diinginkan, hal ini memperbesar error namun mengurangi jumlah epoch yang dilakukan (berbanding lurus dengan lamanya training).

5. KESIMPULAN

Paper ini memberikan hasil berdasarkan pengujian yang telah dilakukan dengan algoritma RANFIS untuk memprediksi nilai saham. Fungsi keanggotaan Fuzzy dapat mengakomodasi sinyal JST dalam proses training dengan menggunakan fungsi keanggotaan tersebut sebagai fungsi aktivasi yang melakukan proses FIS pada tiap layer-nya. Perhitungan rough set secara perumusan dapat mengurangi nilai sinyal acak. Jaringan RANFIS yang melibatkan JST, sistem fuzzy dan Rough Set, mampu membangun suatu sistem peramalan yang baik dengan performansi yang dihasilkan dalam RMSE yaitu 0.9836.

REFERENCES

- [1] Chandana Sandeep, 2006, *RANFIS: Rough Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System*, International Journal of Computational Intelligence, World Enformatika Society.
- [2] Fu Limin, 1994, *Neural Networks in Computer Intelligence*, McGraw-Hill: Singapore.
- [3] J. S. R. Jang, 1997, *Neuro-fuzzy and Soft Computing*, USA, Prentice-Hall.Inc.
- [4] Lingras Pawan, 1996, *Rough Neural Networks*, Canada, Algoma University College.
- [5] Michie D, 1994, *Machine Learning, Neural and Statistical Classification*.
- [6] Mitchell Tom, 1997, *Machine Learning*, Singapore, McGraw-Hill Co, inc.
- [7] Munakata Toshinori, 1996, *Rough Control Application Of Rough Set Theory To Control*, Germany, Fourth European Congress on Intelligent Techniques and Soft Computing
- [8] Z. Pawlak, 1995, *Rough Sets*, paper vol 58 : Association for Computing Machinery, Inc.