

**PREDIKSI DATA HARGA SAHAM HARIAN MENGGUNAKAN FEED
FORWARD NEURAL NETWORKS (FFNN) DENGAN PELATIHAN
ALGORITMA GENETIKA
(Studi Kasus pada Harga Saham Harian PT. XL Axiata Tbk)**



SKRIPSI

Disusun oleh :

IRA PUSPITA SARI

24010210141005

**JURUSAN STATISTIKA
FAKULTAS SAINS DAN MATEMATIKA
UNIVERSITAS DIPONEGORO
SEMARANG
2014**

**PREDIKSI DATA HARGA SAHAM HARIAN MENGGUNAKAN FEED
FORWARD NEURAL NETWORKS (FFNN) DENGAN PELATIHAN
ALGORITMA GENETIKA
(Studi Kasus pada Harga Saham Harian PT. XL Axiata Tbk)**

Disusun oleh :

IRA PUSPITA SARI

24010210141005

Skripsi

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar Sarjana Sains pada
Jurusan Statistika Fakultas Sains dan Matematika Undip

**JURUSAN STATISTIKA
FAKULTAS SAINS DAN MATEMATIKA
UNIVERSITAS DIPONEGORO
SEMARANG
2014**

HALAMAN PENGESAHAN I

Judul : Prediksi Data Harga Saham Harian Menggunakan Feed Forward Neural Networks (FFNN) dengan Pelatihan Algoritma Genetika
(Studi Kasus pada Harga Saham Harian PT. XL Axiata Tbk)

Nama : Ira Puspita Sari

NIM : 24010210141005

Telah diujikan pada sidang Tugas Akhir tanggal 23 Juni 2014 dan dinyatakan lulus pada tanggal 27 Juni 2014.

Semarang, 30 Juni 2014

Mengetahui,

Ketua Jurusan Statistika

FSM UNDIP



Dra. Dwi Ispriyanti, M.Si

NIP. 195709141986032001

Panitia Penguji Ujian Tugas Akhir

Ketua,

Dra. Suparti, M.Si

NIP. 196509131990032001

HALAMAN PENGESAHAN II

Judul : Prediksi Data Harga Saham Harian Menggunakan Feed Forward Neural
Networks (FFNN) dengan Pelatihan Algoritma Genetika
(Studi Kasus pada Harga Saham Harian PT. XL Axiata Tbk)

Nama : Ira Puspita Sari

NIM : 24010210141005

Telah diujikan pada sidang Tugas Akhir tanggal 23 Juni 2014.

Semarang, 30 Juni 2014

Pembimbing I



Triastuti Wuryandari, S.Si, M.Si
NIP. 197109061998032001

Pembimbing II



Hasbi Yasin, S.Si, M.Si
NIP. 198212172006041003

KATA PENGANTAR

Puji Syukur penulis ucapkan atas kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulisan Tugas Akhir ini dapat terselesaikan. Tugas Akhir yang berjudul **“Prediksi Data Harga Saham Harian Menggunakan Feed Forward Neural Networks (FFNN) dengan Pelatihan Algoritma Genetika (Studi Kasus pada Harga Saham Harian PT. XL Axiata Tbk)”** ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains pada Jurusan Statistika Fakultas Sains dan Matematika Universitas Diponegoro.

Pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan terimakasih kepada :

1. Ibu Dra. Hj. Dwi Ispriyanti, M.Si selaku Ketua Jurusan Statistika Fakultas Sains dan Matematika Universitas Diponegoro
2. Ibu Triastuti Wuryandari, S.Si, M.Si dan Bapak Hasbi Yasin, S.Si, M.Si selaku dosen pembimbing I dan dosen pembimbing II
3. Bapak dan Ibu Dosen Jurusan Statistika Fakultas Sains dan Matematika Universitas Diponegoro
4. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah membantu hingga terselesaikannya penulisan Tugas Akhir ini.

Kritik dan saran dari pembaca akan menjadi masukan yang sangat berharga. Harapan penulis semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi penulis khususnya dan bagi pembaca pada umumnya.

Semarang, Juni 2014

Penulis

ABSTRAK

Jaringan syaraf tiruan (JST) atau *Neural Network* (NN) merupakan sistem pemroses informasi yang memiliki karakteristik mirip dengan jaringan syaraf biologi. JST terdiri atas neuron-neuron tersusun dalam lapisan dan mempunyai pola keterhubungan dalam dan antar lapisan yang disebut arsitektur jaringan. Model *Feed Forward Neural Networks* (FFNN) adalah model NN yang mempunyai arsitektur jaringan yang cukup sederhana dengan satu lapisan tersembunyi (*hidden layer*) dan dapat diterapkan untuk prediksi data *time series*. Pada umumnya, FFNN dilatih menggunakan algoritma Backpropagation untuk mendapatkan bobot-bobotnya. Backpropagation dapat bekerja dengan baik pada masalah pelatihan sederhana tetapi kinerjanya akan menurun dan terjebak dalam minimal lokal apabila diterapkan pada data yang mempunyai kompleksitas yang besar. Solusi untuk masalah tersebut adalah melatih FFNN menggunakan Algoritma Genetika (AG). AG adalah suatu algoritma pencarian yang berbasis pada mekanisme seleksi alam dan genetika untuk menentukan optimum global. Prediksi data *time series* menggunakan metode konvensional seperti *Autoregressive Integrated Moving Average* (ARIMA) dibatasi oleh adanya asumsi-asumsi. Adanya asumsi-asumsi yang harus dipenuhi dalam menggunakan model ARIMA menunjukkan kelemahan model tersebut untuk digunakan sebagai alat prediksi terutama untuk data-data finansial seperti data harga saham yang mempunyai pola yang cenderung rumit. Kondisi inilah yang mendorong untuk mencoba menggunakan model FFNN dengan pelatihan Algoritma Genetika untuk prediksi data harga saham, namun yang menjadi masalah adalah bagaimana memahami cara kerja pelatihan FFNN menggunakan AG, penentuan kombinasi probabilitas crossover (p_c), jumlah populasi, jumlah generasi, dan ukuran turnamen (k) pada AG untuk menghasilkan nilai prediksi yang mendekati nilai aktualnya. Salah satu pilihan yang mungkin adalah menggunakan teknik *trial-end-error* dengan melakukan percobaan untuk beberapa kombinasi dari keempat parameter tersebut. Dari 64 kali hasil uji coba penerapan AG untuk melatih model FFNN pada data harga saham harian PT. XL Axiata Tbk diperoleh hasil prediksi yang cukup akurat yang ditunjukkan oleh kedekatan target dengan output dengan probabilitas pindah silang (p_c) 0.8, jumlah populasi 50, jumlah generasi 20000 dan ukuran turnamen 4 menghasilkan RMSE pengujian sebesar 107.4769.

Kata Kunci : prediksi data harga saham harian, jaringan syaraf tiruan, *feed forward neural network*, algoritma genetika

ABSTRACT

Artificial neural network (ANN) is an information processing system that has similar characteristics with biological neural networks. ANN consists of neurons arranged in layers and has a pattern of connectedness within and between the layers called the network architecture. Feed Forward Neural Networks model (FFNN) is the NN model that have a fairly simple network architecture with one hidden layer and can be applied for the prediction of time series data. In general, FFNN trained using Backpropagation algorithm to obtain weights. Backpropagation can work well on a simple training issue but performance will decrease and trapped in a local minimum when applied to data that have great complexity. The solution to this problem is to train FFNN using Genetic Algorithm (GA). GA is a search algorithm that is based on the mechanism of natural selection and genetics to determine the global optimum. Prediction of time series data using conventional methods such as Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA) is limited by the presence of assumptions. The existence of the assumptions that must be met in using the ARIMA model shows weaknesses of the model to be used as a predictive tool especially for financial data such as stock price data that tend to have complicated patterns. These conditions encourage to try to use the model training FFNN with Genetic Algorithm for prediction of stock price data, but the problem is how to understand the workings of FFNN training using the GA, the determination of the combination crossover probability (p_c), the number of populations, the number of generations, and the tournament size (k) to produce predictive value which approaching actual value. One possible option is to use the technique of trial-end-error by experimenting for some combination of these four parameters. Of the 64 times application of the AG to train FFNN model to PT. XL Axiata's daily stock price obtained results are sufficiently accurate predictions indicated by the proximity of the target to the output with the crossover probability (p_c) 0.8, the number of populations 50, the number of generations 20000 and tournament size 4 produces the testing RMSE 107.4769.

Keywords : prediction of daily stock price data , neural networks , feed forward neural network , genetic algorithm

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN I	ii
HALAMAN PENGESAHAN II	iii
KATA PENGANTAR	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR SIMBOL	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Batasan Masalah	4
1.4 Tujuan Penulisan	5
1.5 Manfaat Penulisan	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 <i>Time Series</i>	7
2.1.1 Stasioneritas	7
2.1.2 <i>Differencing</i>	8

2.1.3 Fungsi Autokorelasi/ <i>Autocorrelation Function</i> (ACF).....	9
2.1.4 Fungsi Autokorelasi Parsial/ <i>Partial Autocorrelation Function</i> (PACF).....	10
2.1.5 Proses <i>White Noise</i>	11
2.1.6 Uji Normalitas Galat.....	11
2.1.7 Model <i>Autoregressive Integrated Moving Average</i> (ARIMA)...	12
2.2 Algoritma Genetika.....	13
2.2.1 Struktur Umum Algoritma Genetika	15
2.2.2 Komponen-Komponen Utama dalam Algoritma Genetika	16
2.2.2.1 Prosedur Inisialisasi	16
2.2.2.2 Skema Pengkodean (Teknik Penyandian)	17
2.2.2.3 Fungsi Evaluasi.....	18
2.2.2.4 Elitisme	20
2.2.2.5 LFR (<i>Linear Fitness Ranking</i>).....	20
2.2.2.6 Seleksi.....	21
2.2.2.7 Operator Genetika.....	25
2.2.2.8 Penggantian Populasi.....	29
2.3 <i>Neural Network</i>	30
2.3.1 Komponen <i>Neural Network</i>	33
2.3.2 Arsitektur <i>Neural Network</i>	36
2.3.3 <i>Pre-Processing</i> dan <i>Post-Processing</i>	40

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Metodologi Pengumpulan Data	42
---------------------------------------	----

3.2 Teknik Pengolahan Data	42
BAB IV PEMBAHASAN	
4.1 Penentuan Input dan Target Jaringan.....	47
4.2 Pembentukan Arsitektur Jaringan	49
4.3 Tahap Pelatihan FFNN dengan Algoritma Genetika	51
4.4 Hasil Pelatihan dan Pengujian FFNN dengan Algoritma Genetika.....	79
BAB V KESIMPULAN.....	87
DAFTAR PUSTAKA	78
LAMPIRAN.....	79

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1 <i>Real-number encoding</i>	17
Gambar 2 <i>Discrete decimal encoding</i>	17
Gambar 3 <i>Binary encoding</i>	17
Gambar 4 Diagram Alir Prosedur Algoritma Genetika	30
Gambar 5 Fungsi identitas (linier)	34
Gambar 6 Fungsi sigmoid biner (sigmoid logistik)	35
Gambar 7 Jaringan <i>Single Layer</i>	37
Gambar 8 Jaringan <i>Multi Layer</i>	38
Gambar 9 Ilustrasi <i>Feed Forward Neural Network</i> (FFNN)	39
Gambar 10 Diagram alir pelatihan FFNN dengan AG	46
Gambar 11 Arsitektur Jaringan FFNN.....	50
Gambar 12 Performansi Pelatihan AG dengan Kombinasi Nomor 53	82
Gambar 13 Perbandingan Target dan Output Pelatihan FFNN dengan AG	84
Gambar 14 Perbandingan Target dan Output pengujian FFNN dengan AG	85

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1 Ilustrasi metode <i>rolette wheel selection</i>	22
Tabel 2 Dekode kromosom	62
Tabel 3 Evaluasi Individu	64
Tabel 4 <i>Linier Fitness Ranking</i> (LFR)	64
Tabel 5 Seleksi Turnamen (<i>Tournament Selection</i>)	66
Tabel 6 Penyilangan Satu Titik Potong (<i>Single Point Crossover</i>)	67
Tabel 7 Mutasi Kromosom	69
Tabel 8 Bobot atau Parameter Optimum Hasil Pelatihan	83

DAFTAR SIMBOL

B	: Operator <i>Backward Shift</i>
ρ_k	: Autokorelasi pada <i>lag-k</i>
γ_k	: Autokovariansi pada <i>lag-k</i>
r_k	: Koefisien autokorelasi pada <i>lag-k</i>
\emptyset_{kk}	: Autokorelasi parsial
R	: Bilangan real positif
N	: Jumlah individu atau kromosom dalam populasi
L	: Panjang kromosom
r_b	: Batas bawah suatu interval tertentu
r_a	: Batas atas suatu interval tertentu
g_i	: Kode bit-bit yang menyusun suatu gen ($i = 1, 2, \dots, n$)
$f(i)$: Nilai fungsi <i>fitness</i> ke- i ($i = 1, 2, \dots, N$)
$R(i)$: Peringkat individu ke- i berdasarkan nilai <i>fitness</i> ($i = 1, 2, \dots, N$)
p_k	: Probabilitas turnamen
k	: Ukuran turnamen
p_c	: Probabilitas <i>crossover</i>
p_m	: Probabilitas mutasi
r	: Bilangan random dengan interval $[0, 1]$
X_t	: Target pelatihan jaringan
\hat{X}_t	: Output pelatihan jaringan
X_{t-i}	: Input pelatihan jaringan ($i = 1, 2, \dots, p$)
ψ_0	: Fungsi aktivasi yang digunakan pada <i>output layer</i>
ψ_j	: Fungsi aktivasi yang digunakan pada <i>hidden layer</i>
w_{ij}	: Bobot neuron ke- i pada <i>input layer</i> menuju neuron ke- j pada <i>hidden layer</i>

w_{bj} : Bobot bias dari *input layer* menuju neuron ke-j pada *hidden layer*

w_{jo} : Bobot neuron ke-j pada *hidden layer* menuju output

w_{bo} : Bobot bias dari *hidden layer* menuju output

Z_j : Sinyal keluaran pada *hidden layer* ($j = 1, 2, \dots, H$)

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1 Data Harga Saham Harian PT. XL Axiata Tbk Periode 3 Januari 2011 sampai dengan 28 Maret 2014	91
Lampiran 2 Penentuan Input dan Target Jaringan	99
Lampiran 3 Listing Program Fungsi <i>Fitness</i>	101
Lampiran 4 Listing Program Pelatihan dan Pengujian FFNN dengan AG Kombinasi Nomor 53	102
Lampiran 5 Output Program Pelatihan dan Pengujian FFNN dengan AG Kombinasi Nomor 53	104

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Jaringan syaraf tiruan (JST) atau yang dikenal dengan istilah *Neural Network* (NN) merupakan sistem pemroses informasi yang memiliki karakteristik mirip dengan jaringan syaraf biologi. Simon Haykin (1994) menyatakan bahwa JST adalah sebuah mesin yang dirancang untuk memodelkan cara kerja otak manusia dalam mengerjakan fungsi atau tugas-tugas tertentu. JST terdiri atas sejumlah elemen pemroses informasi yang disebut neuron. Neuron-neuron tersusun dalam lapisan dan mempunyai pola keterhubungan dalam dan antar lapisan yang disebut arsitektur jaringan. Secara umum, arsitektur JST terdiri atas beberapa lapisan, yaitu lapisan masukan (*input layer*), lapisan tersembunyi (*hidden layer*), dan lapisan keluaran (*output layer*).

Ada beberapa model NN diantaranya adalah *General Regression Neural Network* (GRNN), *Kohonen Neural Network*, *Learning Vector Quantization* (LVQ), dan *Feed Forward Neural Networks* (FFNN). Model *Feed Forward Neural Networks* (FFNN) adalah model NN yang mempunyai arsitektur jaringan yang cukup sederhana dengan satu lapisan tersembunyi (*hidden layer*) dan dapat diterapkan untuk prediksi data *time series*.

Pada umumnya, FFNN dilatih menggunakan algoritma Backpropagation untuk mendapatkan bobot-bobotnya. Warsito (2009) menerangkan bahwa

pelatihan menggunakan Backpropagation meliputi tiga tahap yaitu umpan maju (*feedforward*) dari pola input, perhitungan error dan penyesuaian bobot-bobot. Montana dan Davis (1993) telah menerangkan dalam penelitiannya bahwa Backpropagation dapat bekerja dengan baik pada masalah pelatihan sederhana tetapi kinerjanya akan menurun dan terjebak dalam minimal lokal apabila diterapkan pada data yang mempunyai kompleksitas yang besar. Solusi untuk masalah tersebut adalah melatih FFNN menggunakan Algoritma Genetika (AG).

AG adalah salah satu metode pendekatan untuk menentukan optimum global yang didasarkan pada Teori Darwin yaitu salah satu algoritma pencarian yang bertujuan untuk menemukan solusi dari suatu masalah dengan membentuk sejumlah alternatif solusi yang disebut sebagai populasi. Dalam AG, terdapat empat parameter penting yang harus ditentukan oleh *user* agar AG menghasilkan solusi yang optimal. Parameter-parameter tersebut adalah probabilitas pindah silang (p_c), jumlah populasi, jumlah generasi, dan ukuran turnamen (k). Penelitian sebelumnya oleh Yuliandar (2012) telah membuktikan bahwa AG dapat digunakan dengan baik untuk melatih model FFNN yang diterapkan pada data *time series* harian nilai tukar (kurs) Dolar Australia (AUD) terhadap rupiah.

Prediksi data *time series* biasanya dilakukan dengan menggunakan metode konvensional seperti *Autoregressive Integrated Moving Average* (ARIMA). Metode ARIMA tersebut dikatakan konvensional karena kinerja model tersebut masih sangat dibatasi dengan adanya asumsi-asumsi seperti stasioneritas data, tidak ada autokorelasi residual, dan normalitas galat. Adanya asumsi-asumsi yang harus dipenuhi dalam menggunakan model ARIMA menunjukkan kelemahan

model tersebut untuk digunakan sebagai alat prediksi terutama untuk data-data finansial seperti data harga saham.

Pada dasarnya kelemahan model ARIMA untuk prediksi data harga saham disebabkan oleh tidak sesuainya asumsi yang harus dipenuhi dengan karakteristik data saham yang mempunyai pola yang cenderung rumit.

Berdasarkan asumsi-asumsi yang sekaligus yang sekaligus menjadi kelemahan dari model konvensional dan karakteristik harga saham, memperlihatkan bahwa model konvensional tampak tidak tepat untuk digunakan sebagai alat prediksi data harga saham. Kondisi inilah yang mendorong untuk mencoba menggunakan model FFNN dengan pelatihan AG untuk prediksi data harga saham, namun yang menjadi masalah adalah bagaimana memahami cara kerja pelatihan FFNN menggunakan AG, penentuan kombinasi probabilitas crossover (p_c), jumlah populasi, jumlah generasi, dan ukuran turnamen (k) pada AG untuk menghasilkan nilai prediksi yang mendekati nilai aktualnya. Salah satu pilihan yang mungkin adalah menggunakan teknik *trial-end-error* dengan melakukan percobaan untuk beberapa kombinasi dari keempat parameter tersebut.

Berdasarkan uraian latar belakang tersebut, maka dalam menyusun tugas akhir ini penulis mengangkat judul “Prediksi Data Harga Saham Harian Menggunakan *Feed Forward Neural Network* (FFNN) dengan Pelatihan Algoritma Genetika (Studi Kasus pada Harga Saham Harian PT. XL Axiata Tbk)”.

1.2 Rumusan Masalah

Dalam penulisan tugas akhir ini, permasalahan yang akan dibahas adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana cara kerja pelatihan FFNN menggunakan Algoritma Genetika untuk prediksi data harga saham harian PT. XL Axiata Tbk?
2. Bagaimana cara mendapatkan kombinasi probabilitas pindah silang, jumlah populasi, jumlah generasi dan ukuran turnamen yang menghasilkan nilai prediksi yang mendekati nilai aktualnya?
3. Bagaimana melakukan prediksi data harga saham harian PT. XL Axiata Tbk menggunakan *Feed Forward Neural Network* (FFNN) dengan pelatihan Algoritma Genetika (AG)?

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penulisan tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Penggunaan Algoritma Genetika dengan skema pengkodean biner (*binary encoding*), seleksi kromosom orang tua dengan metode seleksi turnamen (*tournament selection*) disertakan penggunaan pindah silang satu titik (*single point crossover*) dan mutasi pada kromosom anak sebagai metode pembelajaran (*learning*) untuk Jaringan Syaraf Tiruan (JST).
2. JST dibatasi pada jumlah unit input layer sama dengan jumlah unit pada hidden layer serta fungsi aktivasi yang digunakan pada hidden layer menuju ke output layer adalah sigmoid biner (sigmoid logistik)

dan fungsi aktivasi yang digunakan untuk sinyal output adalah fungsi identitas (purelin).

3. Model JST yang akan digunakan untuk melakukan prediksi data harga saham harian adalah model *Feed Forward Neural Network* (FFNN).
4. Data yang akan digunakan dalam tugas akhir ini adalah data harga saham harian PT. XL Axiata Tbk periode 3 Januari 2011 sampai dengan 28 Maret 2014.

1.4 Tujuan Penulisan

Tujuan penulisan dari tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui cara kerja pelatihan FFNN menggunakan Algoritma Genetika untuk prediksi data harga saham harian PT. XL Axiata Tbk.
2. Merancang kombinasi probabilitas pindah silang, jumlah populasi, jumlah generasi dan ukuran turnamen untuk mendapatkan nilai prediksi yang mendekati nilai aktualnya.
3. Melakukan prediksi data harga saham harian PT. XL Axiata Tbk menggunakan *Feed Forward Neural Network* (FFNN) dengan pelatihan Algoritma Genetika (AG).

1.5 Manfaat Penulisan

Manfaat dari penulisan tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Bagi penulis, dapat menambah pengetahuan penulis mengenai penggunaan FFNN dengan pelatihan Algoritma Genetika untuk prediksi data harga saham harian.
2. Bagi pembaca, sebagai tambahan pengetahuan dan wawasan, baik bagi mahasiswa statistika atau pihak lain yang membutuhkan.