

**PREDIKSI ARAH PERGERAKAN INDEX SAHAM INDONESIA
MENGUNAKAN BACKPROPAGATION YANG
DIOPTIMALKAN DENGAN ALGORITMA GENETIKA**

Tugas Akhir

diajukan untuk memenuhi salah satu syarat

memperoleh gelar sarjana

dari Program Studi Ilmu Komputasi

Fakultas Informatika

Universitas Telkom

NIM 1302140125

NAMA Hafiz Denasputra



Program Studi Sarjana S1 Ilmu komputasi

Fakultas Informatika

Universitas Telkom

Bandung

2017-2018

LEMBAR PENGESAHAN

***PREDIKSI ARAH PERGERAKAN INDEX SAHAM INDONESIA MENGGUNAKAN
BACKPROPAGATION YANG DIOPTIMALKAN DENGAN ALGORITMA GENETIKA***

**PREDICTION OF INDONESIAN STOCK INDEX MOVEMENT USING
BACKPROPAGATION OPTIMIZED BY GENETIC ALGORITHM**

NIM : 1302140125

Hafiz Denasputra

Tugas akhir ini telah diterima dan disahkan untuk memenuhi sebagian syarat memperoleh gelar
pada Program Studi Sarjana Ilmu Komputasi

Fakultas Informatika

Universitas Telkom

Bandung, 10 Mei 2019

Menyetujui

Pembimbing I,

Pembimbing II,

Jondri, S.Si., M.Si.

Rian Febrian Umbara, S.Si., M.Si

NIP. 99750181-1

NIP. 08820481-1

Ketua Program Studi
Sarjana Ilmu Komputasi

Dr.Deni Saepudin, S.Si., M.Si.

NIP:99750013

LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini saya, Hafiz Denasputra menyatakan sesungguhnya bahwa Tugas Akhir saya dengan judul “Prediksi Arah Pergerakan Indeks Saham Indonesia Menggunakan Bacpropagation yang Dioptimalkan dengan Algoritma Genetika“ beserta dengan seluruh isinya adalah merupakan hasil karya sendiri, dan saya tidak melakukan penjiplakan yang tidak sesuai dengan etika keilmuan yang berlaku dalam masyarakat keilmuan. Saya siap menanggung resiko/sanksi yang diberikan jika di kemudian hari ditemukan pelanggaran terhadap etika keilmuan dalam buku TA atau jika ada klaim dari pihak lain terhadap keaslian karya,

Bandung, 10 Mei 2019

Yang Menyatakan

Hafiz Denasputra

Prediksi Arah Pergerakan Indeks Saham Indonesia Menggunakan Bacpropagation yang Dioptimalkan dengan Algoritma Genetika

Hafiz Denasputra¹, Jondri², Rian Febrian Umbara³

^{1,2,3}Fakultas Informatika, Universitas Telkom, Bandung

¹hafizdenasputra@telkomuniversity.ac.id, ²jondri@telkomuniversity.ac.id, ³rianum@telkomuniversity.ac.id

Abstrak

Di sektor bisnis, selalu menjadi tugas yang sulit untuk memprediksi harga indeks harga pasar harian secara tepat. Oleh karena itu, ada banyak penelitian yang dilakukan mengenai prediksi arah pergerakan indeks harga saham. Banyak faktor yang mempengaruhi pada indeks pasar saham. Dalam penelitian ini, kita membandingkan dua tipe input untuk memprediksi arah indeks pasar saham harian. Kontribusi utama penelitian ini adalah kemampuan memprediksi arah indeks harga saham di Indonesia hari ini dengan menggunakan model jaringan saraf tiruan (JST) yang dioptimalkan. Untuk meningkatkan prediksi tren indeks pasar saham ke depan, kami mengoptimalkan model JST dengan menggunakan algoritma genetika (GA). Kemudian kami membandingkan tingkat akurasi.

Kata Kunci: Jaringan Saraf Tiruan (JST), Algoritma Genetika (GA)

Abstrak

In the business sector, it is always a difficult task to predict the right daily market price index price. Therefore, there is a lot of research done about the direction of research. Many factors influence the stock index. In this study, we compare two types of inputs to predict the daily stock market direction. The main contribution of this study predicts the direction of the stock price index in Indonesia today by using an optimized neural network model (ANN). To improve market trend predictions, we optimize ANN models using the genetic algorithm (GA). Then we compare the level of accuracy.

Keywords: Artificial Neural Network (ANN), Genetic Algorithm (GA)

1. Pendahuluan

Latar Belakang

Arah indeks pasar saham mengacu pada pergerakan indeks harga atau tren fluktuasi indeks pasar saham di masa depan. Memprediksi arah adalah masalah praktis yang sangat memengaruhi keputusan pedagang keuangan untuk membeli atau menjual instrumen. Perkiraan tren indeks saham yang akurat dapat membantu investor memperoleh peluang untuk mendapatkan keuntungan di bursa saham. Oleh karena itu, perkiraan yang tepat dari tren indeks harga saham bisa sangat menguntungkan bagi investor [1]. Leung, Daouk [2] berpandangan bahwa perdagangan dapat dibuat menguntungkan dengan prediksi yang akurat tentang arah pergerakan indeks saham. Pekerjaan mereka menyarankan bahwa peramal keuangan dan pedagang harus fokus pada memprediksi secara akurat arah pergerakan sehingga dapat meminimalkan penyimpangan estimasi dari nilai-nilai aktual yang diamati.

Jaringan BP telah banyak digunakan di bidang peramalan deret waktu keuangan karena penerapannya yang luas untuk banyak masalah bisnis dan kemampuan belajarnya yang unggul [3]. Namun, banyak makalah telah melaporkan bahwa model JST, yang dilatih oleh algoritma BP, memiliki beberapa keterbatasan dalam peramalan, dan dapat dengan mudah bertemu dengan minimum regional (lokal) karena kebisingan yang luar biasa dan dimensi kompleks dari data pasar saham. Mengingat keterbatasan ini, algoritma genetika (GA) telah diusulkan untuk mengatasi masalah konvergensi lokal untuk masalah optimasi nonlinier.

Pada laporan penelitiannya ini penulis mencoba menerapkan model GA-ANN untuk meramalkan arah pergerakan harga indeks pasar saham Indonesia. Penulis berharap hal ini dapat berguna baik untuk penulis pribadi maupun untuk umum.

Topik dan Batasannya

Berdasarkan latar belakang yang telah di jabarkan di atas, ruang lingkup pada penelitian ini adalah dari segi data. Data yang digunakan adalah data indeks saham Indonesia (IHSG/JKSE). Kemudian permasalahan tersebut dirumuskan sebagai berikut:

1. Bagaimana kondisi arah pergerakan indeks harga saham Indonesiapada tahun yang akan datang?

Agar pembahasan dan penarikan kesimpulan terhadap masalah tersebut lebih focus, maka dilakukan pembatasan masalah yang dirumuskan sebagai berikut:

1. Data yang digunakan adalah data indeks saham Indonesia (ISHG/JKSE), pada periode januari 2012 s/d Desember 2017
2. Metode yang digunakan untuk memprediksi adalah menggunakan Artificial Neural Network dan Algoritma Genetika

Tujuan

1. Bagaimana memprediksi pergerakan harga index pasar saham Indonesia dengan mengimplementasikan GA-ANN?
2. Bagaimana hasil performansi yang didapatkan dari metode GA-ANN?

Organisasi Tulisan

Laporan penelitian ini berisi mengenai studi terkait penelitian, sistem yang dibangun, evaluasi, dan kesimpulan. Studi tersebut berisi teori-teori yang berhubungan dengan penelitian yang dilakukan, pada bab rancangan sistem akan menjelaskan mengenai rancangan dan sistem yang dihasilkan pada penelitian ini. Bab evaluasi berisi hasil prediksi dari penelitian yang telah dilakukan. Bagian kesimpulan memuat kesimpulan dan saran.

2. Studi terkait

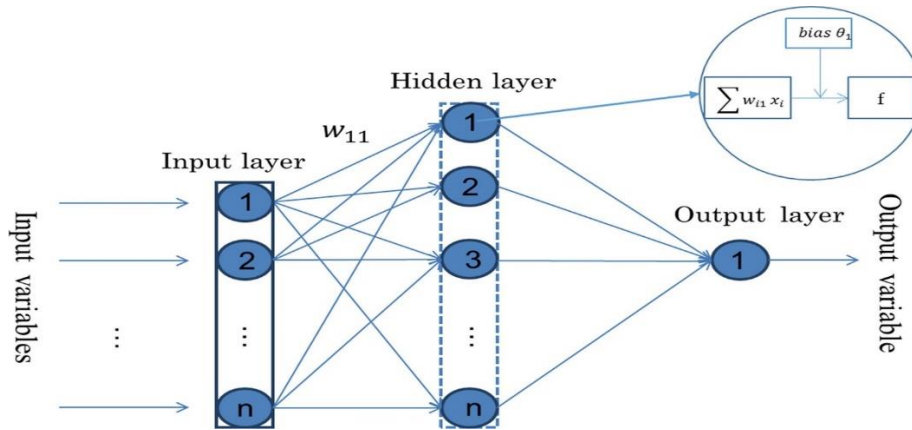
Artificial Neural Network (ANN) model

Jaringan saraf tiruan (JST) (Bahasa Inggris: artificial neural network (ANN)), atau juga disebut *simulated neural network (SNN)*, atau umumnya hanya disebut *neural network (NN)*, adalah jaringan dari sekelompok unit pemroses kecil yang dimodelkan berdasarkan sistem saraf manusia. JST merupakan sistem adaptif yang dapat mengubah strukturnya untuk memecahkan masalah berdasarkan informasi eksternal maupun internal yang mengalir melalui jaringan tersebut. Oleh karena sifatnya yang adaptif, JST juga sering disebut dengan jaringan adaptif.

Secara sederhana, JST adalah sebuah alat pemodelan data statistik non-linier. JST dapat digunakan untuk memodelkan hubungan yang kompleks antara input dan output untuk menemukan pola-pola pada data. Menurut suatu teorema yang disebut "teorema penaksiran universal", JST dengan minimal sebuah lapis tersembunyi dengan fungsi aktivasi non-linear dapat memodelkan seluruh fungsi terukur Boreal apapun dari suatu dimensi ke dimensi lainnya[4]

Back propagation (BP)

backpropagation merupakan algoritme untuk melakukan proses pembelajaran terarah (*supervised learning* Artificial Neural Network (ANN) untuk mencari beban (*weight*) pada setiap neuron yang menghasilkan nilai kesalahan seminimal mungkin melalui data pembelajaran (*training data*) yang diberikan. Metode ini memanfaatkan teknik optimasi berdasarkan penurunan gradien. Metode ini dilakukan setelah proses perambatan maju yang merambatkan data dari data masukan ke keluaran melalui koleksi neuron dan lapisan JST untuk kemudian dirambatkan balik ke belakang dari lapis keluaran ke lapis masukan untuk menghitung nilai kesalahan pada masing-masing neuron dibandingkan dengan nilai keluaran yang seharusnya (nilai target).[5]



Gambar 2.1 Arsitektur dari Backpropagation

Genetic algorithm (GA)

Dalam computer science dan operation research, suatu algoritma genetika (GA) adalah suatu metaheuristik yang diilhami oleh proses seleksi alam yang termasuk dalam kelas yang lebih besar dari algoritma evolusioner (EA). Algoritma genetika biasanya digunakan untuk menghasilkan solusi berkualitas tinggi untuk masalah optimasi dan pencarian dengan mengandalkan operator yang terinspirasi bio seperti mutasi, crossover, dan seleksi.[6]

Ada banyak penelitian yang menggunakan model hibrida berbasis GA untuk mengatasi kelemahan pendekatan BP [7-9]. Hasil penelitian ini mendukung anggapan bahwa GA dapat meningkatkan keakuratan model JST dan dapat mengurangi waktu yang dibutuhkan untuk eksperimen [10]. Dalam penelitian ini, algoritma GA digunakan untuk mengoptimalkan bobot dan bias model JST.

Mean Square Error (MSE)

Dalam statistik, MSE atau rata-rata kuadrat deviasi (MSD) dari estimator (dari prosedur untuk memperkirakan kuantitas yang tidak teramati) mengukur rata-rata kuadrat kesalahan - yaitu, perbedaan rata-rata kuadrat antara estimasi nilai dan apa yang diperkirakan. MSE adalah fungsi risiko, sesuai dengan nilai yang diharapkan dari hilangnya kesalahan kuadrat. Fakta bahwa UMK hampir selalu benar-benar positif (dan bukan nol) adalah karena keacakan atau karena penaksir tidak memperhitungkan informasi yang dapat menghasilkan perkiraan yang lebih akurat.[11]

$$MSE = \frac{1}{N} \sum_{t=0}^n (y - y_t)^2$$

Keterangan:

y :nilai sebenarnya

y_t :nilai yang diprediksi

Nilai fungsi fitness berbanding terbalik dengan error.

Mean Absolute Percentage Error (MAPE)

juga dikenal sebagai rata-rata persentase penyimpangan (MAPD), adalah ukuran akurasi prediksi metode peramalan dalam statistik, misalnya dalam estimasi tren, juga digunakan sebagai fungsi kerugian untuk masalah regresi dalam mesin belajar. Biasanya mengekspresikan akurasi sebagai persentase, dan didefinisikan oleh rumus[12]:

$$M = \frac{100\%}{n} \sum_{t=1}^n \left| \frac{A_t - F_t}{A_t} \right|$$

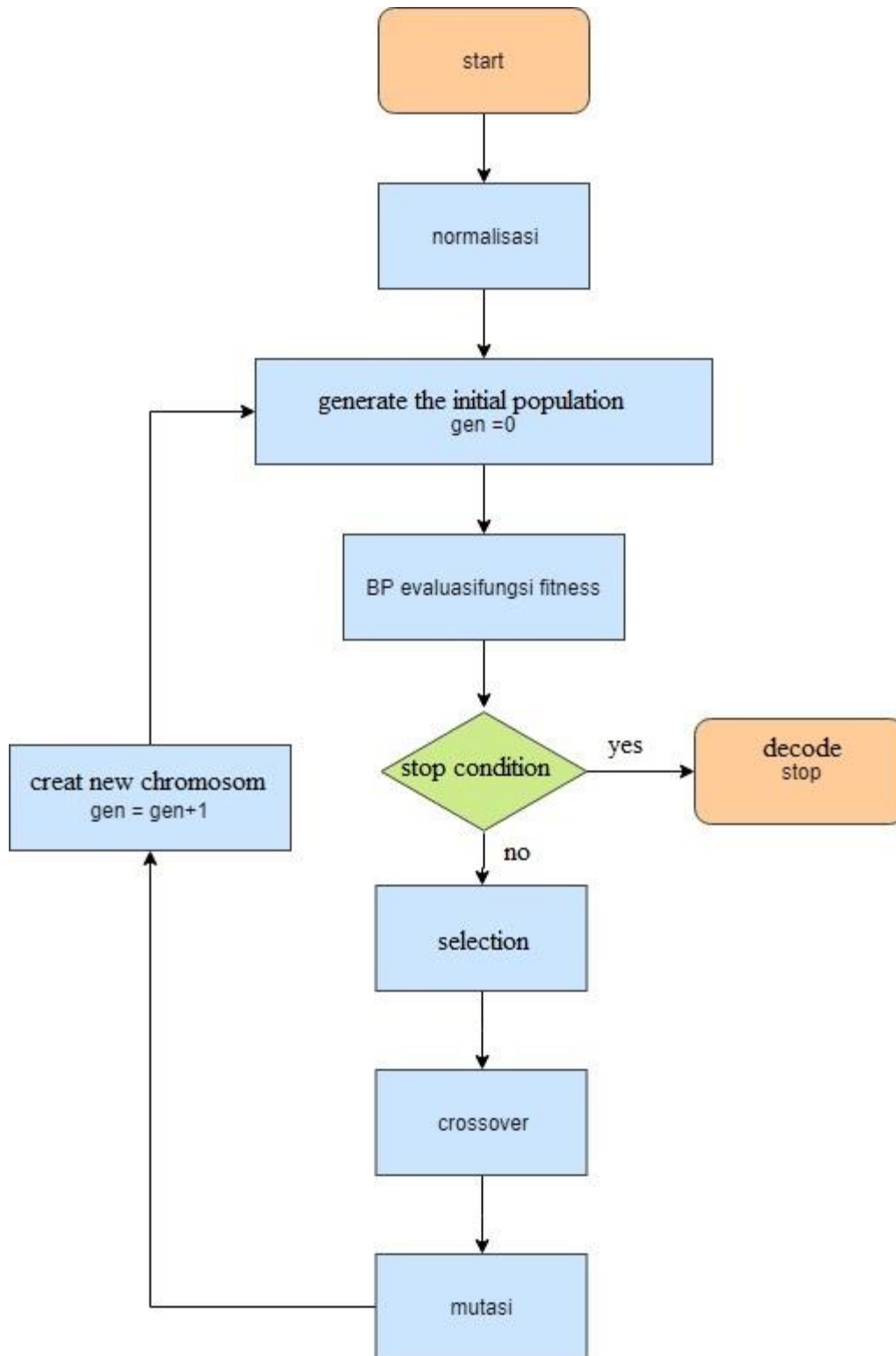
Keterangan:

A_t : nilai aktual

F_t : nilai perkiraan

Nilai absolut dalam perhitungan ini dijumlahkan untuk setiap titik perkiraan waktu dan dibagi dengan jumlah titik pas n. Mengalikan dengan 100% menjadikannya kesalahan persentase

3. Sistem yang Dibangun



Gambar 3.1 Proses flow dari GA hibrida dan algoritma BP.

Algoritma terdiri dari langkah-langkah berikut[13]:

Langkah 1: Dengan mempertimbangkan berbagai data, kita menormalkannya untuk memastikan bahwa nilai semua variabel turun hingga bervariasi antara nol dan satu. Normalisasi dilakukan sebagai berikut:

$$RN = \frac{R - Rmin}{Rmax - Rmin}$$

Keterangan:

- R : data sampel.
- RN : nilai R yang dinormalisasi,
- Rmin : nilai minimum R
- Rmax : nilai maksimum R.

Langkah 2: Menyandikan semua bobot dan bias dalam sebuah string dan menghasilkan populasi awal. Setiap solusi yang dihasilkan dari GA disebut kromosom (atau individu). Koleksi kromosom disebut populasi. Di sini setiap kromosom menggambarkan JST dengan seperangkat bobot dan nilai bias tertentu.

Langkah 3: Latih model JST menggunakan algoritma BP dan kemudian mengevaluasi setiap kromosom populasi saat ini dengan menggunakan fungsi kebugaran berdasarkan nilai MSE (mean squared error).

Langkah 4: Tentukan semua individu dengan menggunakan metode proporsi fitness dan pilih individu dengan nilai fitness yang lebih tinggi untuk diteruskan ke generasi berikutnya secara langsung.

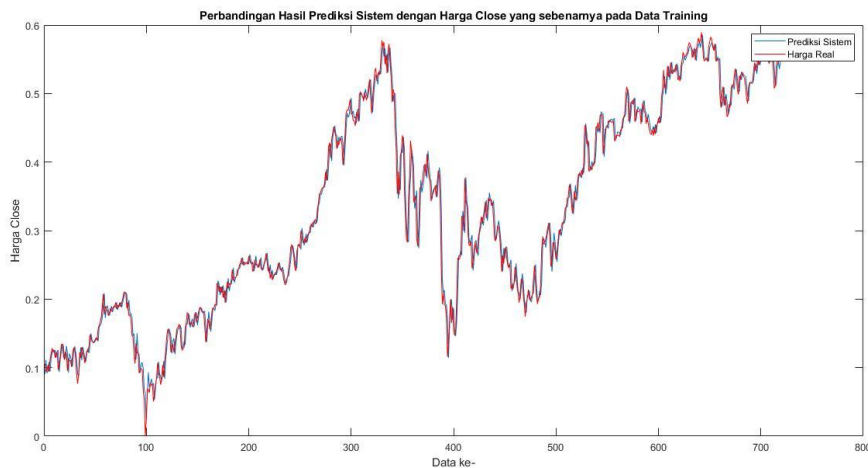
Langkah 5: Terapkan algoritma genetika (mis., Crossover, mutasi) terhadap populasi saat ini dan buat kromosom baru. Evaluasi nilai fitness dari kromosom baru dan masukkan kromosom baru ini ke dalam populasi untuk menggantikan individu yang lebih buruk dari populasi saat ini. Setelah ini, kita mendapatkan populasi baru.

Langkah 6: Ulangi Langkah 3-5 sampai kriteria stop terpenuhi

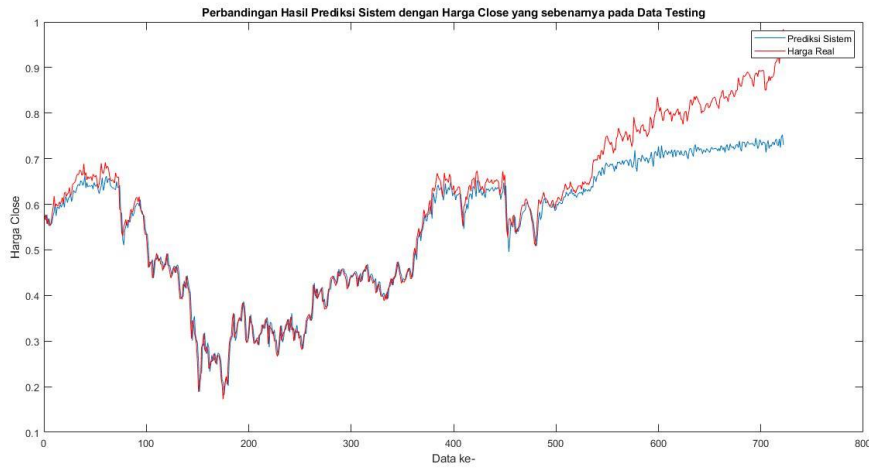
4. Evaluasi

4.1 Hasil pengujian

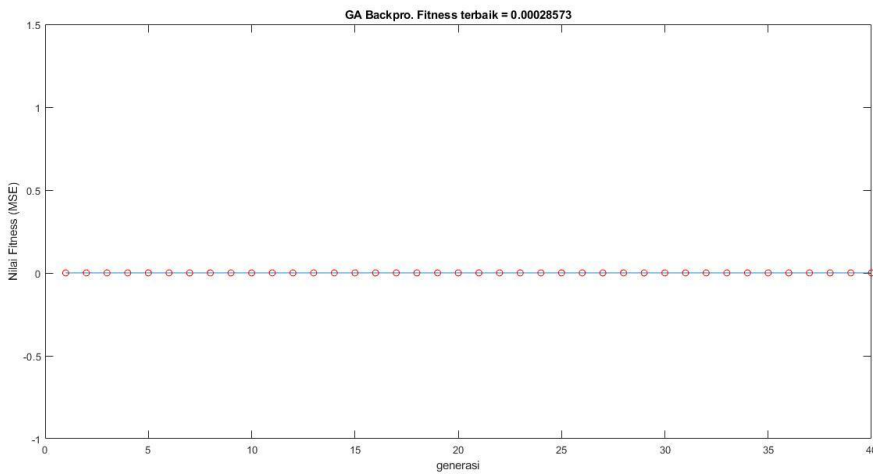
Pengujian menggunakan 5 hari data histori



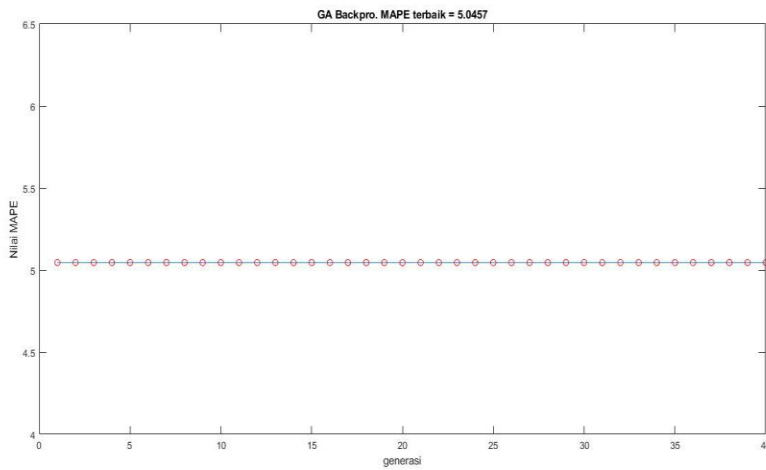
Gambar 4.1 grafik hasil perbandingan pada data training menggunakan 5 hari data histori



Gambar 4.2 grafik hasil perbandingan pada data testing menggunakan 5 hari data histori

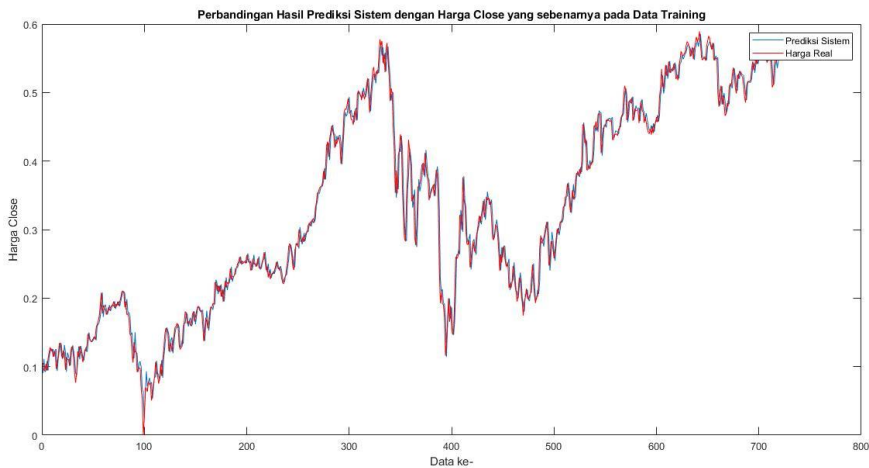


Gambar 4.3 grafik MSE menggunakan 5 hari data histori

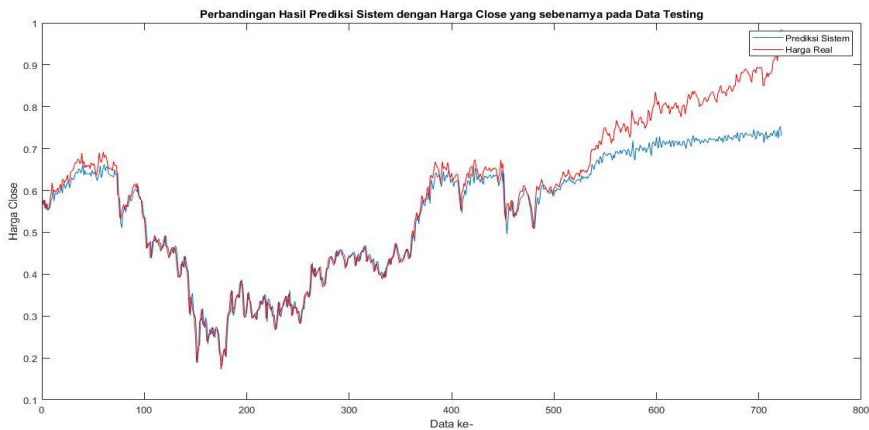


Gambar 4.4 grafik MAPE menggunakan 5 hari data histori

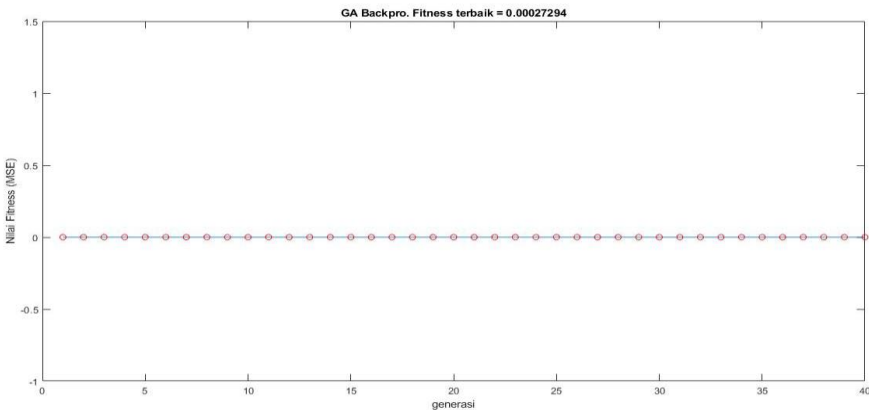
Pengujian menggunakan 7 hari data histori



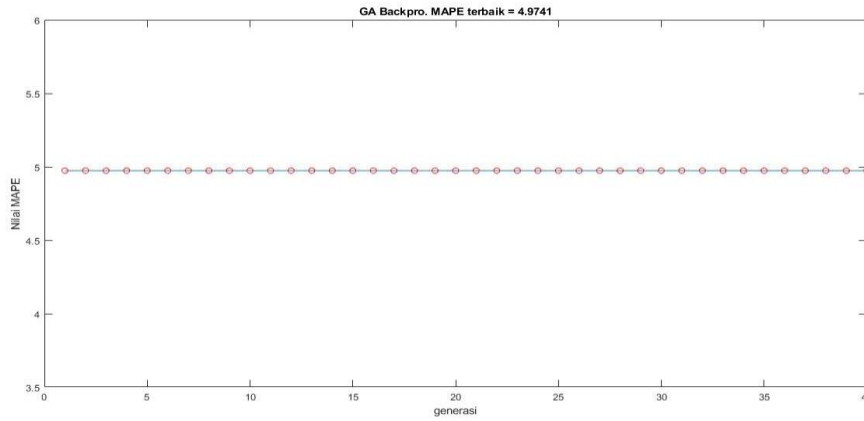
Gambar 4.5 grafik hasil perbandingan pada data training menggunakan 7 hari data histori



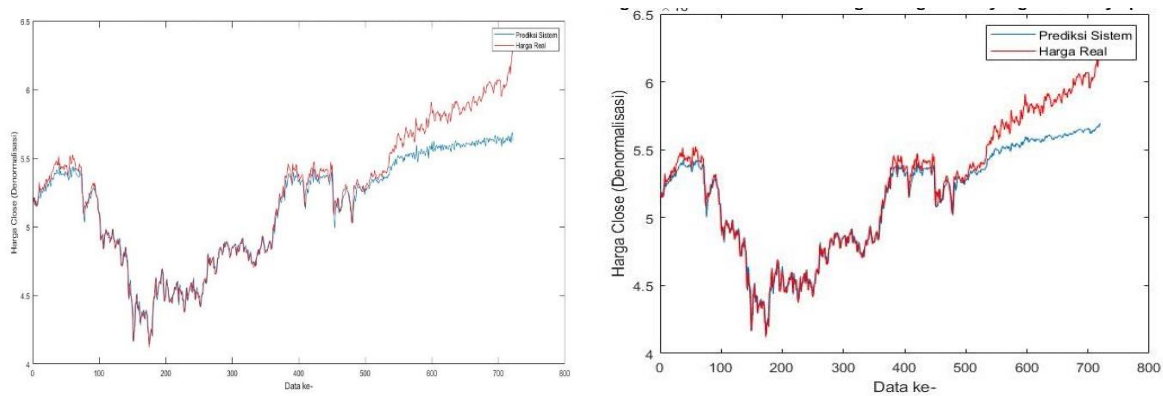
Gambar 4.6 grafik hasil perbandingan pada data testing menggunakan 7 hari data histori



Gambar 4.7 grafik MSE menggunakan 7 hari data histori



Gambar 4.8 grafik MAPE menggunakan 7 hari data histori



Gambar 4.9 grafik hasil perbandingan pada data testing 5hari data histori dan 7 hari data histori

Tabel 4.1 hasil MSE dan MAPE pada 5 hari data histori dan 7hari data histori

	5 hari data histori	7 hari data histori
MSE	0,00028573	0,00027294
MAPE	5,0457	4,9741

4.2 Analisis Hasil Pengujian

Berdasarkan hasil pengujian, dapat dilihat pada gambar 4.9 penggunaan 7 hari data histori lebih akurat dibandingkan dengan 5 hari data histori. dan didukung dengan hasil perhitungan MSE dan MAPE yang dapat kita lihat pada tabel 4.1

5. Kesimpulan

Berdasarkan analisis yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan :

1. Metode Backpropagation yang dioptimalkan menggunakan GA dapat digunakan untuk memprediksi indeks harga pasar saham
2. Penggunaan data histori 7 hari lebih baik dibandingkan data histori 5 hari

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Gholamiangonabadi D, Mohseni Taheri SD, Mohammadi A, Menhaj MB, editors. Investigating the performance of technical indicators in electrical industry in Tehran's Stock Exchange using hybrid methods of SRA, PCA and Neural Networks. Therm Power Plants IEEE 2014;2014:75–82.
- [2] Leung MT, Daouk H, Chen A. Forecasting stock indices: a comparison of classification and level estimation models. Int J Forecast. 2000;16(2):173–190.
- [3] Kim KJ. Financial time series forecasting using support vector machines. Neurocomputing. 2003;55(1):307–319.
- [4] Wikipedia. jaringan saraf tiruan yang tersedia : https://id.wikipedia.org/wiki/Jaringan_saraf_tiruan
- [5].Wikipedia. Algoritma Backpropagation yang tersedia: https://id.wikipedia.org/wiki/Algoritma_perambatan_mundur
- [6]Wikipedia. Genetic Algorithm yang tersedia https://en.wikipedia.org/wiki/Genetic_algorithm#cite_note-FOOTNOTEMitchell19962-1
- [7] Montana DJ, Davis L. Training feedforward neural networks using genetic algorithms. Int Jt Conf Artif Intell. 1989;89:762–767.
- [8] Kim K, Han I. Genetic algorithms approach to feature discretization in artificial neural networks for the prediction of stock price index. Expert Syst Appl. 2000;19(2):125–132.
- [9] Nair BB, Sai SG, Naveen A, Lakshmi A, Venkatesh G, Mohandas V. A GA-artificial neural network hybrid system for financial time series forecasting. Inf Techno Mob Commun. 2011;147:499–506.
- [10] Jadav K, Panchal M. Optimizing weights of artificial neural networks using genetic algorithms. Int J Adv Res Comput Sci Electron Eng. 2012;1(10):47–51.
- [11]Wikipedia. Mean Square Error yang tersedia: https://en.wikipedia.org/wiki/Mean_squared_error
- [12] Wikipedia.; Mean Absolute Percentage Error yang tersedia https://en.wikipedia.org/wiki/Mean_absolute_percentage_error
- [13] Mingyue Qiu ,Yu Song.9 Mei 2016..Predicting the Direction of Stock Market Index Movement Using an Optimized Artificial Neural Network Model <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0155133>

Lampiran

```
clc
clear
close all
```

```
%% parameter GA
UkPop=200; %inisial populasi
pSilang=0.7; %crossover rate
pMutasi=0.2; %mutation rate
maxGenerasi=40;
Fthreshold=0.00000001;
```

```
%% input data
[filename, pathname] = uigetfile('*.*xlsx','Pilih file excel');
```

```

[num,text,row] = xlsread('data.xlsx','Sheet2','E2:E1480');
data = [];
for i = 1:length(num)
    if not(isnan(num(i)))
        data = [data; num(i)];
    end
end

%% normalisasi data
data_normal = (data - min(data))./(max(data) - min(data));

%% pengelompokan data training dan data testing
data_train = data_normal(1:727); %data training (latih)
data_test = data_normal(728:end-1); %data testing (uji)

jml_train = 720;
ciri_latih = zeros(jml_train,length(data_train)-jml_train);
for i = 1:jml_train
    ciri_latih(i,:) = data_train(i:i+length(data_train)-jml_train-1);
end
target = data_train(length(data_train)-jml_train+1:end);

hidden_layer = 10;
net = feedforwardnet(hidden_layer);
net = train(net,ciri_latih,target');
bobot = net.IW{1};
bobot_size = size(bobot);
bias = net.B{1};
kromosom = [bobot(:); bias]';
ukurankromosom = length(kromosom);

temp=zeros(1,ukurankromosom);
for jj=1:15
    cek=false;
    while ~cek
        indeks=round(rand*(ukurankromosom-1))+1;
        if temp(indeks)==0
            temp(indeks)=1;
            cek=true;
        else
            cek = true;
        end
    end
end
end

populasi(1,1:ukurankromosom) = kromosom;
for i = 1:UkPop
    %temp_pop = rand(1,ukurankromosom);
    %populasi(i,:) = temp_pop;
    net = train(net,ciri_latih,target');
    bobot = net.IW{1};
    %bobot_size = size(bobot);
    bias = net.B{1};
    kromosom = [bobot(:); bias]';
    populasi(i,:) = kromosom;
end

```

```

end

minFitness_generasi = [];
minMape_generasi = [];

%proses evolusi
for generasi=1:maxGenerasi
    generasi
    individu = populasi(1,:);
    [net,fitness,mape] = fitness_backpro(individu,ciri_latih,target,net,bobot_size);
    Fitness = [];
    Fitness(1) = fitness;
    minFitness = fitness;
    Mape = [];
    Mape(1) = mape;
    minMape = mape;
    maxFitness = fitness;
    indeksIndividuTerbaik = 1;

    %loop semua individu
    for ii=2:UkPop
        individu = populasi(ii,:);
        [net,fitness,mape] = fitness_backpro(individu,ciri_latih,target,net,bobot_size);
        Fitness(ii) = fitness;
        Mape(ii) = mape;
        %pengecekan untuk mengganti max dan min fitness
        if Fitness(ii) < minFitness
            minFitness = Fitness(ii);
            minMape = Mape(ii);
            indeksIndividuTerbaik = ii;
            bestIndividu = individu;
        end
        if Fitness(ii) > maxFitness
            maxFitness = Fitness(ii);
        end
    end
end

minFitness_generasi = [minFitness_generasi minFitness];
minMape_generasi = [minMape_generasi minMape];

if minFitness <= Fthreshold
    break; %break jika fitnessnya sudah memenuhi kriteria
end
LinearFitness=linearFitnessRanking(Fitness,UkPop,minFitness,minFitness);
%duplikasi populasi
tempPopulasi=populasi;

%elitisme - mempertahankan individu terbaik
%jika jumlah UkPop ganjil maka dibuat satu kopi kromosom, jika Genap maka dibuat 2
if mod(UkPop,2)==1
    tempPopulasi(1,:)=populasi(indeksIndividuTerbaik,:);
    iterasi=2;
else
    tempPopulasi(1,:)=populasi(indeksIndividuTerbaik,:);
    tempPopulasi(2,:)=populasi(indeksIndividuTerbaik,:);

```

```

    iterasi=3;
end
%lf=size(LinearFitness)
%seleksi orangtua
matingpool=seleksiOrtu(tempPopulasi(iterasi:UkPop,:),UkPop,LinearFitness(iterasi:UkPop));
%mt=size(matingpool)
%pindahsilang
kk=1;
for jj=1:2:size(matingpool,1)
    if rand<pSilang
        [anak(1,:),temp]=pindahSilang(matingpool(jj,:),matingpool(jj+1,:),ukurankromosom,temp);
        [anak(2,:),temp]=pindahSilang(matingpool(jj,:),matingpool(jj+1,:),ukurankromosom,temp);
        %kk=kk+1;
        tempPopulasi(iterasi+jj,:)= anak(1,:);
        tempPopulasi(iterasi+jj+1,:)= anak(2,:);
    else
        tempPopulasi(iterasi+jj,:)= matingpool(jj,:);
        tempPopulasi(iterasi+jj+1,:)= matingpool(jj+1,:);
    end
end
end
%mutasi
for ii=iterasi:UkPop
    tempPopulasi(ii,:)=mutasi(tempPopulasi(ii,:),ukurankromosom,pMutasi);
end
populasi=tempPopulasi;

end

individu_terbaik = populasi(1,:);
%[fitness_terbaik rute_kend_terbaik] = fitness_tsp(individu_terbaik, demand, matrik_jarak, data_kend,
jam_buka_toko, jam_tutup_toko, jam_berangkat, jam_istirahat);
[net_terbaik,fitness_terbaik,mape_terbaik] = fitness_backpro(individu_terbaik,ciri_latih,target,net,bobot_size);

figure; plot(minFitness_generasi);
hold on
plot(minFitness_generasi,'ro');
hold off
title(['GA Backpro. Fitness terbaik = ',num2str(fitness_terbaik)]);
xlabel('generasi')
ylabel('Nilai Fitness (MSE)');
%htext1=text(0.5*maxGenerasi,1.1*fitness_terbaik,sprintf('MSE terbaik: %15.11f',fitness_terbaik));

figure; plot(minMape_generasi);
hold on
plot(minMape_generasi,'ro');
hold off
title(['GA Backpro. MAPE terbaik = ',num2str(mape_terbaik)]);
xlabel('generasi')
ylabel('Nilai MAPE');

hasil_terbaik = net_terbaik(ciri_latih);
figure;
plot(hasil_terbaik,'DisplayName','Prediksi Sistem');
hold on
plot(target,'r','DisplayName','Harga Real');

```

```
hold off
title('Perbandingan Hasil Prediksi Sistem dengan Harga Close yang sebenarnya pada Data Training')
xlabel('Data ke-');
ylabel('Harga Close');
legend

jml_test =720;
ciri_uji = zeros(jml_test,length(data_test)-jml_test);
for i = 1:jml_test
    ciri_uji(i,:) = data_test(i:i+length(data_test)-jml_test-1);
end
target = data_test(length(data_test)-jml_test+1:end);

hasil_uji_terbaik = net_terbaik(ciri_uji);
figure;
plot(hasil_uji_terbaik,'DisplayName','Prediksi Sistem');
hold on
plot(target,'r','DisplayName','Harga Real');
hold off
title('Perbandingan Hasil Prediksi Sistem dengan Harga Close yang sebenarnya pada Data Testing')
xlabel('Data ke-');
ylabel('Harga Close');
legend

hasil_uji_terbaik_denormal = (hasil_uji_terbaik .* (max(data) - min(data))) + min(data);
target_denormal = (target .* (max(data) - min(data))) + min(data);
figure;
plot(hasil_uji_terbaik_denormal,'DisplayName','Prediksi Sistem');
hold on
plot(target_denormal,'r','DisplayName','Harga Real');
hold off
title('Perbandingan Hasil Prediksi Sistem dengan Harga Close yang sebenarnya pada Data Testing')
xlabel('Data ke-');
ylabel('Harga Close (Denormalisasi)');
legend
```