

PREDIKSI INDEKS HARGA SAHAM DENGAN METODE GABUNGAN GENETIC FUZZY SYSTEM DAN JARINGAN SYARAF TIRUAN

Abdurrahman Muttaqin¹, Rian Febrian Umbara², Deni Saepudin³

^{1,2,3}Fakultas Informatika Prodi Ilmu Komputasi
Telkom University, Bandung

¹abdu.muttaqin@gmail.com, ²rianumbara@telkomuniversity.co.id,
³denisaepudin@telkomuniversity.ac.id

Abstrak

Indeks harga saham adalah salah satu acuan para investor untuk melihat kecenderungan pasar ke tingkat tertentu, apakah cenderung naik atau turun berdasarkan jangka waktu tersebut. Pergerakan indeks ini akan menjadi tolak ukur para investor untuk membuat keputusan apakah investor untuk menjual, mempertahankan, atau membeli saham tersebut. Akan tetapi kondisi harga saham tidak menentu, sehingga diperlukan sebuah prediksi untuk memantau perubahan tersebut dan membantu para investor untuk mengambil keputusan. Clustering Genetic Fuzzy System adalah sebuah metode untuk memprediksi indeks harga saham. Algoritma Genetika akan mengoptimasi fungsi keanggotaan, batas-batas kaki fungsi keanggotaan, dan aturan fuzzy. Fuzzy yang telah dioptimasi akan digunakan untuk memprediksi indeks harga saham. Hasil prediksi tersebut akan dibandingkan dengan metode GFS, GE, JST dan ANFIS. Hasil dari beberapa uji coba pada tugas akhir ini, menunjukkan bahwa prediksi indeks harga saham menggunakan metode Clustering Genetic Fuzzy System memiliki MAPE sebesar 0,95. Sedangkan untuk prediksi menggunakan metode GFS memiliki MAPE sebesar 9,49, metode GE memiliki MAPE sebesar 5,15, metode JST memiliki MAPE sebesar 1,15 dan untuk metode ANFIS memiliki MAPE sebesar 1,31. Dari hasil percobaan tersebut dapat disimpulkan bahwa metode CGFS dapat digunakan untuk memprediksi indeks harga saham dengan tingkat toleransi error sebesar 2.

Kata kunci: Prediksi, Indeks Harga Saham, *Genetic Fuzzy System*, Algoritma Genetika, *Fuzzy*.

Abstract

Stock price index is one of references for investors to see market preference at certain level, whether go up or go down based on the time period. This index movement is a benchmark for investors to make a decision to sell, maintain, or to buy the stock. Yet, condition of stock price is uncertain. Therefore, it needs a prediction to monitor that changes and to help investors to make a decision. This research use Clustering Genetic Fuzzy System method to predict stock price index. Genetic Algorithm is used to optimize membership function, the boundties of membership function, and rule fuzzy. The optimized fuzzy is used to predict stock price index. Futhermore, the result will be compared to GFS, GE, ANN and ANFIS method. Some trial results in this research, show the stock price index gained by Clustering Genetic Fuzzy System give 0,95 MAPE error. Meanwhile, it is obtained respectively using GFS, GE, ANN, and ANFIS method 9,49, 5,14, 1,15, and 1,31 of MAPE error. It can be concluded that the four methods can be used to predict stock price index, since these MAPE error predictions are less then 2.

Keywords: *Forecasting, Stock Price Index, Genetic Fuzzy System, Genetic Algorithm, Fuzzy*

1. Pendahuluan

Artificial Intelligence (AI) atau kecerdasan buatan merupakan sebuah metode yang digunakan dalam komputer yang meniru cara berfikir manusia. Kecerdasan buatan memiliki beberapa teknik seperti Jaringan Syaraf Tiruan (JST), *fuzzy logic*, dan *genetic algorithms* (GAs) yang populer digunakan didalam penelitian karena teknik tersebut dapat menangani masalah-masalah yang tidak dapat ditangani oleh metode-metode klasik dan teknik-teknik ini telah sukses dalam menangani sistem matematika yang rumit untuk prediksi indeks harga saham yang bersifat time-series [1].

Setiap teknik dalam AI memiliki kelebihan dan kekurangan masing-masing. Untuk menangani masalah dalam kehidupan, teknik AI tersebut tidak dapat berdiri sendiri, sehingga salah satu cara untuk menangani masalah tersebut adalah menggabungkan

beberapa teknik dari AI tersebut menjadi sebuah model hybrid yang memberikan hasil lebih baik. Pada tugas akhir ini penulis menggunakan metode hybrid gabungan *genetic fuzzy system* dengan JST. *Genetic fuzzy system* (GFS) adalah metode hybrid yang menyempurnakan *fuzzy system* dengan cara menggunakan algoritma genetika untuk membentuk fungsi keanggotaan dan aturan-aturan yang belum dibuat oleh para ahli.

Indeks harga saham merupakan salah satu indikator yang menunjukkan pergerakan harga saham. Indeks berfungsi sebagai indikator kecenderungan pasar ke tingkat tertentu, apakah cenderung naik atau turun berdasarkan jangka waktu tertentu. Biasanya indeks harga saham dipengaruhi oleh banyak faktor, seperti sosial, politik, dan kondisi ekonomi. Pergerakan indeks harga saham ini menjadi tolak ukur apakah perusahaan tersebut sedang

mendapatkan keuntungan atau sedang mengalami kerugian. Hal ini akan mempengaruhi keputusan para investor apakah mereka akan menjual, menahan, atau membeli saham tersebut [2]. Dengan adanya kondisi dimana indeks harga saham yang tidak menentu, maka prediksi diperlukan untuk memantau perubahan tersebut. Hasil prediksi ini akan membantu para investor dalam mempertimbangkan keputusan apa yang akan diambil.

Clustering genetic fuzzy system (CGFS) adalah sebuah metode hybrid dari AI yang mengkombinasikan teknik JST untuk mengclusterkan data dan GFS untuk memprediksi indeks harga tersebut. CGFS ini adalah suatu metode baru untuk memprediksi harga saham dengan tujuan untuk mengurangi error hasil prediksi. Setelah dilakukan penelitian, prediksi menggunakan metode CGFS menghasilkan error yang kecil dan metode ini cocok digunakan sebagai alat peramalan yang menangani masalah peramalan harga saham [1].

2. Landasan Teori

2.1 Indeks Harga Saham

Indeks harga saham merupakan indikator utama menggambarkan pergerakan harga saham, dengan memiliki fungsi sebagai indikator trend pasar, indikator tingkat keuntungan, tolak ukur kinerja portofolio, serta penentuan strategi pasif dan produk derivatif [5].

Terdapat delapan macam indeks harga saham yang berada dibawah PT. Bursa Efek Indonesia, yaitu Indeks Harga Saham Gabungan, Indeks Sektoral, Indeks LQ45, Jakarta Islamic Index, Indeks Kompas100, Indeks Papan Utama, Indeks Papan Pengembangan, dan Indeks Individu [5]. Dalam kesempatan ini, penulis akan memprediksi harga indeks saham LQ45 dan JII.

2.1.1 Indeks LQ 45

Indeks LQ45 diluncurkan sejak bulan Februari 1997 yang terdiri dari 45 saham dengan likuiditas tinggi, serta diseleksi melalui beberapa kriteria pemilihan. Penilaian tidak hanya terbatas pada likuiditas, LQ45 juga mempertimbangkan kapitalisasi pasar.

LQ45 melakukan evaluasi atas pergerakan urutan saham-saham tersebut setiap tiga bulan sekali, lalu akan melakukan pergantian saham setiap enam bulan sekali, yaitu pada awal bulan Februari dan Agustus.

Untuk menjamin kewajaran (fairness) pemilihan saham, BEI juga dapat minta pendapat kepada komisi penasihat yang terdiri dari para ahli dari Bapepam, Universitas profesional di bidang pasar modal yang independen.

2.1.2 Jakarta Islamic Index (JII)

Pada tanggal 3 Juli 2000, PT Bursa Efek Indonesia bekerjasama dengan PT Danareksa

Investment Management (DIM) meluncurkan indeks saham yang dibuat berdasarkan syariah Islam yaitu Jakarta Islamic Index (JII). Indeks ini diharapkan menjadi tolak ukur kinerja saham-saham yang berbasis syariah serta untuk lebih mempertimbangkan pasar modal syariah. Jakarta Islamic Index terdiri dari 30 saham yang dipilih dari saham-saham yang sesuai dengan syariah Islam.

Jakarta Islamic Index akan direview setiap 6 bulan, yaitu setiap Januari dan Juli atau berdasarkan periode yang ditetapkan oleh Bapepam-LK. Sedangkan perubahan jenis usaha emiten akan dimonitor secara terus menerus berdasarkan data public yang tersedia.

2.2 Prediksi

Prediksi adalah suatu proses memperkirakan secara sistematis tentang apa yang paling mungkin terjadi dimasa depan berdasarkan informasi masa lalu (historis) dan sekarang. Prediksi merupakan proses pembelajaran terhadap data historis untuk menemukan hubungan, kecenderungan, dan pola yang sistematis [6].

Tujuan dari peramalan adalah menjadikan para pengambil keputusan dan pembuat kebijakan memahami ketidakpastian dimasa mendatang, sehingga ketidakpastian dan resiko yang mungkin muncul dapat dipertimbangkan sewaktu membuat perencanaan. Dengan melakukan prediksi tersebut, para perencana dan pengambil keputusan akan dapat mempertimbangkan pilihan-pilihan / alternatif lain.

Dalam kenyataannya, hasil dari prediksi tidak pernah mutlak tepat, hal tersebut dikarenakan keadaan maupun kejadian dimasa depan tidak menentu. Meskipun demikian, jika semua faktor-faktor tersebut ditentukan dengan baik, maka hasil prediksi akan mendekati hasil sebenarnya.

2.3 Regresi Stepwise

Regresi *stepwise* merupakan salah satu metode untuk mengatasi adanya kasus *multikolinieritas*, yaitu suatu kondisi dimana terjadi korelasi yang kuat antara variabel-variabel bebas yang diikutsertakan dalam pembentukan model regresi. Secara definisi adalah gabungan antara metode *forward* dan *backward*.

Variabel yang pertama kali masuk adalah variabel yang korelasinya tertinggi dan *significant* dengan variabel dependent, variabel yang masuk setelahnya adalah variabel yang korelasi parsialnya tertinggi dan masih *significant*, setelah variabel tertentu masuk kedalam model maka variabel lain yang ada didalam model dievaluasi yaitu $p\text{-value} < \alpha$, jika ada variabel yang tidak *significant* maka variabel tersebut dikeluarkan. Ulangi untuk semua variabel [7]. Beberapa penelitian telah menggunakan metode ini dan mendapatkan hasil yang memuaskan [8].

2.4 Clustering

Algoritma clustering diklasifikasi menjadi dua kelompok, yaitu algoritma *agglomerative*

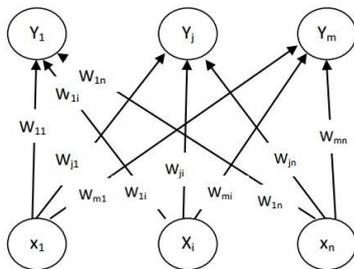
hierarchical dan algoritma nonhierarchical clustering. Contoh dari algoritma agglomerative hierarchical adalah Centroid dan Ward methods, sedangkan contoh algoritma nonhierarchical clustering adalah K-Means dan Self Organizing Map (SOM) neural networks.

Diantara algoritma clustering, SOM neural networks memiliki arsitektur yang stabil dan fleksibel, sehingga telah digunakan diberbagai penelitian. Dibuktikan pada penelitian sebelumnya yang membandingkan antara SOM neural networks dengan metode hierarchical clustering, menghasilkan bahwa SOM neural networks memiliki akurasi yang lebih baik dalam mengelompokkan data yang tidak teratur [9]. Jadi dalam tulisan ini, penulis menggunakan SOM neural networks untuk mengelompokkan data.

2.4.1 Jaringan Syaraf Tiruan Kohonen

Jaringan ini pertama kali diperkenalkan oleh Prof. Teuvo Kohonen pada tahun 1982 [10], sehingga jaringan ini sering disebut sebagai jaringan Kohonen. JST Kohonen-SOM adalah perluasan dari jaringan syaraf tiruan yang dilatih menggunakan unsupervised learning [11].

JST Kohonen-SOM terdiri dari dua lapisan (layer), yaitu layer input dan layer output. Setiap neuron dalam layer input terhubung dengan setiap neuron pada layer output. Setiap layer output mempresentasikan kelas (cluster) dari input yang diberikan.



Gambar 2.1 Arsitektur Jaringan Kohonen [10]

Jaringan syaraf akan mengelompokkan vektor input bersama tanpa menggunakan data latihan

untuk merinci ke kelompok masukkan, sehingga yang disediakan hanyalah suatu deret vektor masukan, tanpa adanya vektor-vektor keluaran target. Berikut adalah algoritma jaringan Kohonen [10]:

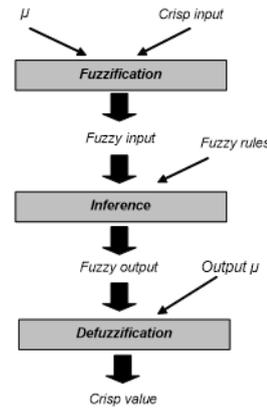
- Inisialisasi bobot w_{ji} secara random.
- Selama kondisi berhenti bernilai salah, lakukan langkah 2-6
- Untuk setiap vektor masukan x , lakukan langkah 3-5
- Hitung $\|x - w_j\| = \sum_{i=1}^n (x_i - w_{ji})^2$ untuk semua j , tentukan indeks j sedemikian hingga $\|x - w_j\|$ minimum
- Untuk setiap unit j disekitar J modifikasi bobot: $w_{ji}(t+1) = w_{ji}(t) + \alpha(x_i - w_{ji}(t))$ (1)
- Modifikasi laju pemahaman

- Uji kondisi berhenti. Kondisi penghentian iterasi adalah selisih antara w_{ij} pada iterasi sebelumnya, jika semua w_{ij} hanya berubah sedikit saja, berarti iterasi sudah mencapai konvergen sehingga dapat dihentikan.

$$|w_{ij}(t) - w_{ij}(t-1)| < \epsilon \quad (2)$$

2.5 Sistem Fuzzy

Sebuah sistem fuzzy memiliki struktur proses seperti berikut [3]:



Gambar 2.2 Diagram blok sistem berbasis fuzzy [3]

- a. **Fuzzyfication**
Fuzzification adalah proses mengubah inputan yang nilai kebenarannya berupa crisp input ke bentuk fuzzy input, yang berupa nilai linguistik yang nilai semantiknya ditentukan berdasarkan fungsi keanggotaan tertentu.
- b. **Inference**
Inference adalah proses penalaran menggunakan fuzzy input yang dihasilkan dari proses fuzzification dan aturan fuzzy yang ditentukan sehingga menghasilkan fuzzy output.
- c. **Defuzzification**
Defuzzification adalah proses yang digunakan untuk mengubah fuzzy output menjadi crisp value berdasarkan fungsi keanggotaan yang telah ditentukan. Metode yang digunakan dalam defuzzification adalah centroid method, yaitu:

$$y = \frac{\sum y \mu_r(y)}{\sum \mu_r(y)} \quad (3)$$

dimana, y adalah nilai crisp dan μ_r adalah derajat keanggotaan dari y .

2.5.1 Model Mamdani

Model mamdani memiliki perhitungan yang cukup kompleks sehingga membutuhkan waktu relatif lama, namun model ini memberikan ketelitian yang cukup tinggi [3]. Dalam penelitian ini, digunakan model mamdani untuk mendapatkan hasil prediksi yang cukup bagus. Pada model ini, aturan fuzzy didefinisikan sebagai berikut:

$(\text{atau } \mu_{A \text{ dan } B}(x) = \min(\mu_A(x), \mu_B(x)))$ (4)

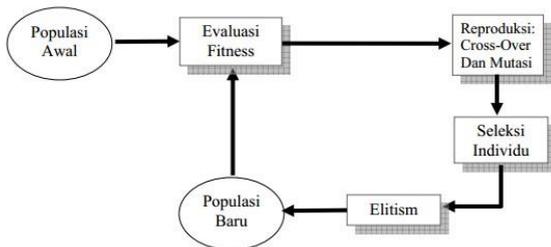
dimana $\mu_A(x)$ dan $\mu_B(x)$ adalah derajat keanggotaan x pada himpunan fuzzy A dan B masing-masing.

2.6 Algoritma Genetika

Algoritma genetika adalah cabang dari algoritma evolusi yang merupakan metode adaptive yang biasa digunakan untuk memecahkan suatu pencarian nilai dalam sebuah masalah optimasi [4]. Dalam algoritma genetika dibangkitkan sebuah populasi yang terdiri dari beberapa individu dimana setiap individu mempresentasikan sebuah solusi.

Setiap individu berisi beberapa kromosom, dimana kromosom-kromosom tersebut terdiri dari beberapa gen.

Berikut adalah proses algoritma genetika yang telah diperbaharui oleh Michalewicz dengan menambahkan operator elitism dan membalik proses seleksi setelah proses reproduksi [4].



Gambar 2.3 Siklus Algoritma Genetika yang diperbaharui oleh Michalewicz [4]

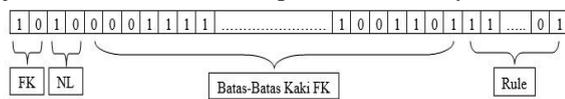
2.7 Genetic Fuzzy System

GFS adalah sebuah metode *hybrid* antara *fuzzy system* dan algoritma genetika, dimana penggunaan algoritma genetika untuk mengoptimasi fungsi

2.7.1 Optimasi bentuk, jumlah, batas kaki, dan aturan fuzzy pada sistem fuzzy

Pada penelitian ini, bentuk, jumlah, batas, dan aturan *fuzzy* direpresentasikan dari setiap kromosom

terjadi perubahan isi didalam kromosom melalui proses algoritma genetika. Berikut adalah bentuk individu didalam populasi yang akan dijadikan bentuk, jumlah, batas, dan aturan pada sistem fuzzy:



Gambar 2.4 Kromosom dengan representasi biner untuk mengkodekan bentuk, jumlah, batas dan aturan *fuzzy*

2.8 Clustering Genetic Fuzzy System

CGFS adalah sebuah metode *hybrid* untuk memprediksi sebuah data time series seperti GFS.

Menurut Hadavandi, Shavandi, dan Ghanbari dengan mengelompokkan data latih, dapat mengurangi kompleksitas dan mengurangi error [1].

Cara kerja CGFS ini sama seperti GFS, perbedaannya hanya data sebelum proses pembelajaran, data latih dibagi menjadi beberapa kelompok, dan setiap kelompok tersebut digunakan sebagai data latih dalam algoritma, jika terdapat 4

kelompok mana, lalu diuji sesuai kelompok yang didapatkan.

2.9 Mean Average Percentage Error (MAPE)

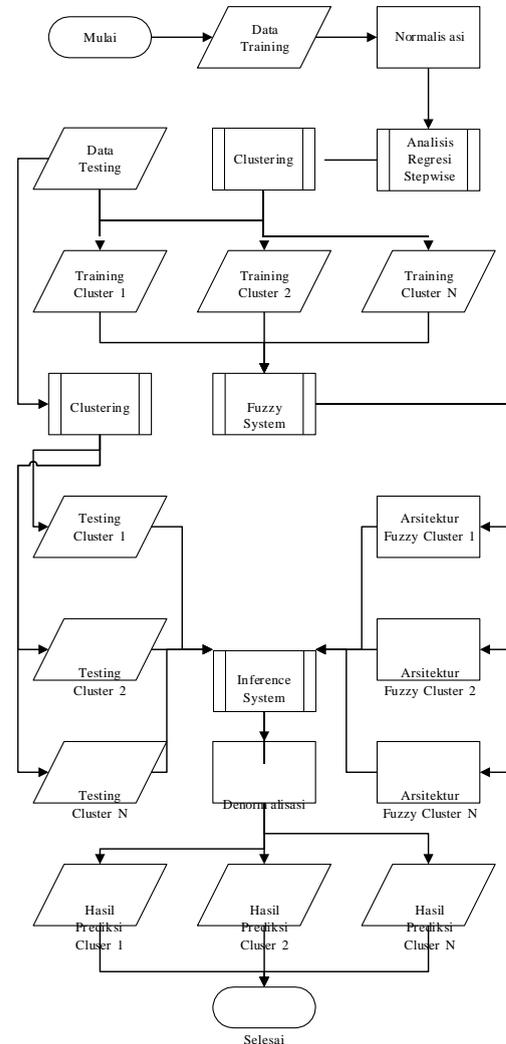
Mape merupakan rata-rata dari keseluruhan presentasi kesalahan (selisih) antara data aktual dengan data hasil peramalan. Rumus MAPE adalah [1]:

$$MAPE = 100 \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \frac{|p_t - a_t|}{a_t} \quad (5)$$

dimana:

- p_t = nilai prediksi pada periode waktu t
- a_t = data aktual pada periode waktu t
- n = jumlah observasi prediksi pada periode estimasi

3. Perancangan Umum Sistem



kelompok, maka akan dihasilkan 4 system. Sebelum dilakukan proses pengujian, data uji diuji masuk

Gambar 2.5 Diagram Sistem secara umum

- a) *Input*: data training indeks harga saham
Data yang digunakan adalah data LQ 45 dan JII dari tahun 2009 sampai tahun 2014
- b) *Proses*: Normalisasi
Data di normalisasi menjadi nilai antara 0,1-0,9.
- c) *Subproses*: Analisis Regresi Stepwise

- Pada subproses ini dihasilkan variabel input yang akan dijadikan sebagai atribut input pada sistem.
- d) Subproses: *Clustering*
Data training dibagi menjadi N cluster, dan setiap cluster sebagai data input untuk proses learning menggunakan GFS.
 - e) Subproses: GFS
Data training setiap cluster dilatih menggunakan GFS dan dihasilkan arsitektur fuzzy untuk setiap cluster.
 - f) Subproses: Fuzzy Inference System (Pengujian)
Pada proses ini, dengan menggunakan arsitektur hasil pelatihan setiap cluster, dimasukkan data testing untuk menguji hasil prediksi.
 - g) Proses: Denormalisasi
Nilai hasil prediksi dikembalikan dengan cara denormalisasi agar terlihat harga prediksi, didapatkan hasil prediksi setiap cluster.

4. Hasil Pengujian Sistem

4.1 Data LQ 45

Data LQ 45 memiliki 4 atribut, yaitu harga pembuka, harga tertinggi, harga terendah, dan harga penutup, peneliti akan memprediksi harga penutup besok.

a. Hasil Regresi Stepwise

Untuk melihat apakah keempat atribut tersebut mempengaruhi harga penutup besok, digunakan metode stepwise regression di matlab, didapatkan hasil sebagai berikut:

```
Initial columns included: none
Step 1, added column 1, p=0
Step 2, added column 4, p=1.30499e-175
Step 3, removed column 1, p=0.329191
Step 4, added column 3, p=0.213483
Final columns included: 3 4
'Coeff'      'Std.Err.'  'Status'    'P'
[-0.0108]    [ 0.0382]   'Out'       [ 0.7770]
[ 0.0104]    [ 0.0500]   'Out'       [ 0.8351]
[-0.0669]    [ 0.0537]   'In'        [ 0.2135]
[ 1.0632]    [ 0.0540]   'In'        [5.8122e-75]
```

Gambar 2.6 Hasil Regresi Stepwise

Dari hasil tersebut terlihat bahwa atribut yang dimasukkan sebagai variable input adalah atribut ketiga dan keempat yaitu harga terendah dan harga penutup.

b. Hasil Clustering

Setelah terpilihnya variabel input menggunakan stepwise, proses selanjutnya adalah clustering menggunakan jaringan kohonen, dan didapatkan hasil anggota setiap cluster sebagai berikut:

Tabel 4.1 Tabel Hasil Clustering LQ 45

No	Cluster ke-	Jumlah Data Pelatihan	Jumlah Data Pengujian
1	1	501	16
2	2	275	68
3	3	81	126
4	4	333	0

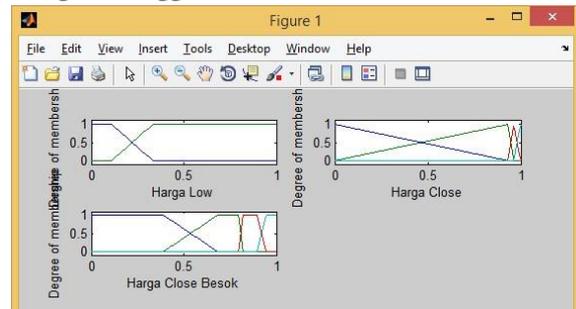
Dari hasil clustering dengan menggunakan target 4 cluster, didapatkan bahwa untuk data pengujian, data hanya terbagi menjadi 3 kelompok, dengan jumlah anggota cluster 1 sebanyak 16, cluster 2 sebanyak 68, cluster 3 sebanyak 126. Setiap cluster tersebut dilatih dengan algoritma GFS untuk mendapatkan hasil arsitektur fuzzy yang digunakan untuk memprediksi indeks harga saham besok.

c. Hasil Arsitektur dari GFS

Dengan hasil pelatihan GFS, didapatkan arsitektur *fuzzy* sebagai berikut:

- Cluster 1

Fungsi Keanggotaan



Gambar 2.7 Fungsi keanggotaan cluster 1

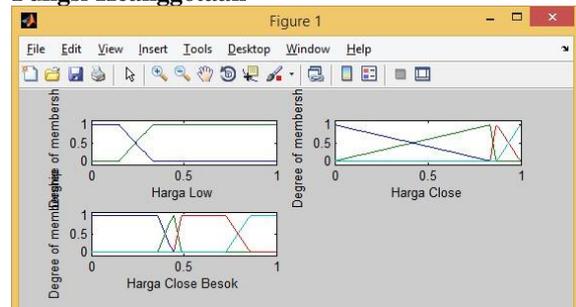
Rule

Tabel 4.2 Tabel Rule Cluster 1

No	IF FK		THEN
	Low	Close	
1	1	1	2
2	1	2	2
3	1	3	2
4	1	4	1
5	2	1	2
6	2	2	4
7	2	3	4
8	2	4	4

- Cluster 2

Fungsi Keanggotaan



Gambar 2.8 Fungsi keanggotaan cluster 2

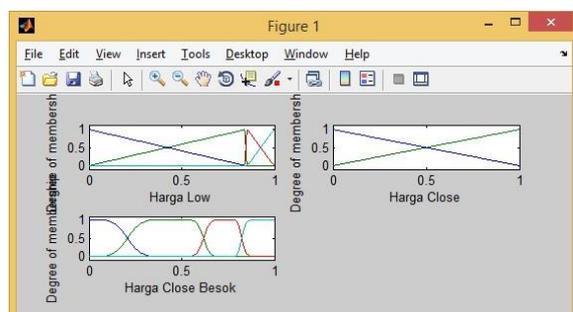
Rule

Tabel 4.3 Tabel Rule Cluster 2

No	IF FK	IF FK	THEN
	Low	Close	
1	1	1	2
2	1	2	2
3	1	3	3
4	1	4	3
5	2	1	1
6	2	2	4
7	2	3	1
8	2	4	1

- Cluster 3

Fungsi Keanggotaan



Gambar 2.9 Fungsi keanggotaan cluster 3

Tabel 4.4 Tabel Rule Cluster 3

No	IF FK	IF FK	THEN
	Low	Close	
1	1	1	2
2	1	2	2
3	1	3	3
4	1	4	4
5	2	1	4
6	2	2	3
7	2	3	4
8	2	4	3

d. Hasil Prediksi dari GFS

Tabel 4.5 Tabel Hasil Prediksi

Tanggal	Data Aktual	Hasil Prediksi	Error
20/11/2013	727,09	736,60	1,31
21/11/2013	722,01	729,88	1,09
22/11/2013	720,89	724,99	0,57
25/11/2013	723,60	726,07	0,34
...
30/09/2014	873,08	880,41	0,84

Pada tabel 4.5 terlihat hasil prediksi dan error dari setiap data hasil prediksi dan data aktual. Untuk

grafik hasil prediksi keseluruhan data, dapat dilihat dari grafik berikut:



e. Hasil MAPE dari GFS

Tabel 4.5 Tabel Hasil Clustering LQ 45

No	Cluster	MAPE		RATA-RATA MAPE	
		Training	Testing	Training	Testing
1	1	1,63	0,98	1,315	1,316
2	2	1,10	1,39		
3	3	1,20	1,58		
4	4	1,33	-		

4.2 Perbandingan Metode

Pada penelitian ini, metode CGFS akan sering digunakan dalam penelitian, yaitu GFS, GE, JST, dan ANFIS.

Perbandingan menggunakan dua data, yaitu data LQ 45 dan data JII. Hasil prediksi setiap data tersebut dibandingkan dengan metode perbandingan dan dihasilkan hasil sebagai berikut:

Tabel 4.6 Tabel Hasil Perbandingan

Algoritma	MAPE LQ 45	MAPE JII
CGFS	1,31	1,14
GFS	17,15	9,49
JST	1,11	1,15
ANFIS	1,27	1,31
GE	3,6	5,14

Dari tabel diatas terlihat bahwa untuk data LQ 45 hasil prediksi menggunakan metode CGFS memiliki MAPE rata-rata 1,31 sedangkan untuk data JII memiliki MAPE rata-rata 1. Jika dibandingkan dengan metode-metode yang sudah banyak digunakan, metode CGFS dapat diterima karena MAPE dari metode CGFS relatif lebih kecil dibandingkan dengan MAPE dari metode lainnya, namun hasil prediksi menggunakan metode CGFS tidak stabil karena metode ini menggunakan nilai random untuk inialisasi populasi awal, peluang

mutasi, dan rekombinasi untuk mendapatkan individu terbaik

5. Kesimpulan & Saran

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan analisis terhadap hasil pengujian yang telah dilakukan, penelitian tugas akhir ini memiliki beberapa kesimpulan, yaitu:

1. Berdasarkan hasil prediksi menggunakan metode CGFS pada data indeks LQ 45 dan Jakarta Islamic Index untuk memprediksi harga close besok menghasilkan parameter terbaik dengan ukuran populasi 100, probabilitas crossover 0.7 dan probabilitas mutasi 0.3, dan MAPE terbaik yang didapatkan pada penelitian ini untuk data LQ 45 sebesar 1,07 dan untuk data JII sebesar 0,95.
2. Dengan melakukan beberapa percobaan, dapat disimpulkan juga semakin banyak cluster yang digunakan, maka semakin kecil MAPE yang dihasilkan.
3. Dari hasil perbandingan MAPE dengan metode lain, untuk memprediksi indeks harga saham error terendah didapatkan dengan menggunakan algoritma CGFS untuk data JII dan ANN untuk data LQ 45.

5.2 Saran

Setelah proses pembuatan program ini, penulis menemukan beberapa saran untuk lebih mengoptimalkan memori dan kompleksitas waktu, yaitu:

1. Untuk decode kromosom, ada lebih di efisienkan pembuatan kotak kromosom, yaitu dengan melihat empat kromosom depannya sehingga dapat membuat jumlah kotak kromosom yang sesuai dengan batas kakinya.
2. Karena data dibuat per-cluster, untuk proses pembelajaran akan lebih cepat menggunakan komputer parallel atau dengan menggunakan parallel GPU.
3. Jika dibandingkan antara CGFS dan GFS, error yang dihasilkan cukup berbeda. Sesuai hasil penelitian akurasi tertinggi didapatkan dengan metode ANN, mungkin akan menghasilkan hasil yang lebih baik juga menggunakan metode C-ANN.

Daftar Pustaka

- [1] E. Hadavandi, H. Shavandi dan A. Ghanbari, "Integration of Genetic Fuzzy System and Artificial Neural Networks for Stock Price Forecasting," *Knowledge-Base Systems* 23, 2010.
- [2] R. K. Dewi, "Peramalan Indeks Harga Saham Gabungan dengan Menggunakan Metode Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System," [Online]. Available: [http://digilib.its.ac.id/public/ITS-](http://digilib.its.ac.id/public/ITS-Undergraduate-14545-5105100076-Presentation.pdf)

- Undergraduate-14545-5105100076-Presentation.pdf. [Diakses 4 4 2014].
- [3] Suyanto, *Soft Computing: Membangun Mesin Ber-IQ Tinggi*, Bandung: Informatika, 2008.
- [4] Entin, "Kecerdasan Buatan: Bab 7 Algoritma Genetika," [Online]. Available: <http://lecturer.eepis-its.edu/~entin/Kecerdasan%20Buatan/Buku/Bab%207%20Algoritma%20Genetika.pdf>. [Diakses 15 4 2014].
- [5] Indonesia Stock Exchange, *Buku Panduan: Indeks Harga Saham Bursa Efek Indonesia*, Jakarta: PT Bursa Efek Indonesia, 2008.
- [6] "Repository Universitas Sumatra Utara : Prediksi," [Online]. Available: <http://repository.usu.ac.id/bitstream/123456789/39177/4/Chapter%20II.pdf>. [Diakses 5 4 2014].
- [7] N. D. Richard dan H. Smith, *Applied Regression Analysis*, vol. 3, John Wiley & Sons, 1998.
- [8] P. -C. Chang dan C. -H. Liu, "A TSK Type Fuzzy Rule Based System for Stock Price Prediction," *Expert Systems with Applications*, 2006.
- [9] P. Mangiameli, S. K. Chen dan D. West, "A Comparison of SOM Neural Network and Hierarchical Clustering Methods," *European Journal of Operational Research*, 1996.
- [10] "Materi Kuliah Undip: Jaringan Kohonen," [Online]. Available: <http://sutikno.blog.undip.ac.id/files/2013/06/4-1-JARINGAN-KOHONEN.pdf>. [Diakses 3 5 2014].
- [11] Z. A. Leleury dan H. W. Michel Patty, "Analisis Cluster dan Diagnosa Penyakit Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan," *Prosiding FMIPA Universitas Pattimura*, 2013.