

PREDIKSI HARGA EMAS DENGAN METODE *GENETIC FUZZY SYSTEM* DAN ARIMA

GOLD PRICE PREDICTION USING GENETIC FUZZY SYSTEM AND ARIMA

Riski Hamonangan Simanjuntak, Rian Febrian Umbara, Yuliant Sibaroni
Program Studi Ilmu Komputasi, Fakultas Teknik, Universitas Telkom
Jalan Telekomunikasi No. 1 Terusan Buah Batu, Bandung 40257

riskihamonangansimanjuntak@gmail.com, rianfebrian@gmail.com, yuliant2000@yahoo.com

Abstrak

Emas merupakan salah satu barang berharga yang biasanya digunakan sebagai perhiasan dan koleksi, sekaligus benda yang dapat di gunakan sebagai investasi dalam jangka panjang. Oleh karena itu, sangat banyak orang yang ingin menjadikan emas sebagai ladang investasi. Akan tetapi, harga emas dapat naik turun maupun tetap setiap hari, oleh karena itu, diperlukan prediksi yang akurat terkait harga emas, untuk mendapatkan keuntungan yang maksimal. Pada penelitian ini, akan digunakan metode *Genetic Fuzzy System* untuk memprediksi harga emas. Algoritma Genetika akan mengoptimasi fungsi keanggotaan, batas-batas kaki fungsi keanggotaan, dan *rule fuzzy*. *Fuzzy* yang telah dioptimasi akan digunakan untuk memprediksi harga emas. Hasil prediksi tersebut akan dibandingkan dengan metode ARIMA. Hasil dari beberapa ujicoba pada tugas akhir ini, menunjukkan bahwa prediksi harga emas yang terbaik menggunakan metode *Genetic Fuzzy System* dihasilkan dari Ukuran populasi 100, generasi 50, *probabilitas crossover* 0.9, *probabilitas mutasi* 0.1 dengan *error* pelatihan 5.9013% dan *error* pengujian 3.1560%. Sedangkan untuk prediksi menggunakan metode ARIMA memiliki *error* pelatihan 2.681419% dan *error* pengujian 2.346184 %.

Kata kunci: Prediksi, Harga emas, ARIMA, *Genetic Fuzzy System*

1. PENDAHULUAN

Emas merupakan salah satu barang berharga yang biasanya digunakan sebagai perhiasan dan koleksi, sekaligus benda yang dapat digunakan sebagai investasi dalam jangka panjang, karena harga emas yang cenderung meningkat sangat menggiurkan bagi sebagian kalangan yang ingin berinvestasi. Ada banyak keuntungan investasi emas, diantaranya emas merupakan produk investasi yang *liquid* atau mudah diuangkan, tidak dikenakan pajak, dan tahan terhadap inflasi.

Harga emas dapat naik turun ataupun tetap setiap hari. Oleh karena itu, harga emas termasuk jenis data *time series*. Data *time series* adalah data yang berurutan menurut waktu tertentu. Untuk itu dibutuhkan prediksi atau peramalan harga emas yang cukup akurat, agar mendapatkan keuntungan sesuai dengan perencanaan yang telah dibuat.

Salah satu metode yang dapat digunakan dalam memprediksi harga emas adalah *fuzzy system*. *Fuzzy system* sangat baik untuk masalah dengan informasi yang kurang presisi, tidak lengkap dan memiliki kebenaran parsial [9]. *Fuzzy system* mempunyai kemampuan untuk merepresentasikan permasalahan ke dalam basis pengetahuan atau biasa di sebut kemampuan *reasoning* [10]. Akan tetapi, *fuzzy system* akan sulit dibangun apabila tidak ada pengetahuan pakar untuk variabel *lingustik*, jumlah, bentuk dan batas-batas fungsi keanggotaan. Untuk menyelesaikan masalah tersebut maka digunakan metode *Genetic Algorithm* sebagai solusinya. *Genetic Algorithm* merupakan algoritma

yang merepresentasikan teori evolusi dan seleksi alam, metode ini mempunyai kemampuan untuk mendapatkan parameter yang optimal pada *fuzzy system*, diantaranya fungsi keanggotaan, batas-batas kaki fungsi keanggotaan, dan aturan *fuzzy*. Oleh karena itu, diharapkan kedua algoritma ini akan saling melengkapi dan dapat menjadi satu metode yang sangat baik dalam memprediksi harga emas.

Dalam kasus ini akan di prediksi harga emas menggunakan metode *fuzzy system* yang di optimasi oleh algoritma *Genetic Algorithm* dan hasil prediksinya akan dibandingkan dengan metode yang sudah banyak digunakan dalam memprediksi data *time eries* yaitu ARIMA (*Autoregressive Integrated Moving Average*).

2. LANDASAN TEORI

2.1 Harga Emas

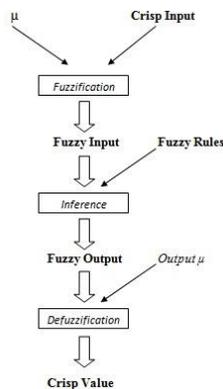
Dalam beberapa hal, harga emas selalu menempati posisi penting dalam menentukan perekonomian global. Harga emas dianggap sebagai indikator utama dari status ekonomi global. Informasi harga spot emas dunia biasanya dipublikasikan dalam berat emas Troy Ounce dan mata uang Dollar US, dimana informasi itu bisa dapat diakses beberapa situs yang biasa menjadi rujukan, misalnya www.goldprice.org dan www.gold.org [7].

2.2 Sistem Fuzzy

Sistem *Fuzzy* merupakan salah satu teknik *reasoning* (penalaran) dalam sistem kecerdasan

buatan. Sistem *Fuzzy* dapat menyelesaikan masalah yang mengandung ketidakpastian dengan merepresentasikannya ke dalam basis pengetahuan dan melakukan proses penalaran untuk menemukan solusi [9]. Pada penelitian ini, akan digunakan tiga fungsi keanggotaan untuk melakukan penalaran, yaitu *Phi*, Segitiga, dan Trapesium. Pada sistem berbasis aturan *fuzzy*, pada umumnya terdiri dari proses *fuzzification*, *inference*, dan *defuzzification*.

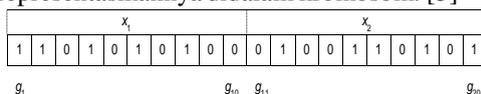
- a. **Fuzzification** merupakan proses mengubah masukan-masukan yang nilai kebenarannya bersifat pasti (*crisp input*) ke bentuk *fuzzy input*, yang berupa nilai linguistik yang nilai semantiknya ditentukan berdasarkan fungsi keanggotaan tertentu.
- b. Proses kedua yaitu proses **inference** yang merupakan proses penalaran menggunakan *fuzzy input* dan *fuzzy rule* yang telah ditentukan sehingga menghasilkan *fuzzy output*.
- c. Proses yang terakhir adalah **defuzzification**, yaitu proses yang digunakan untuk mengubah *fuzzy output* menjadi *crisp value* berdasarkan fungsi keanggotaan yang telah ditentukan. Ada beberapa metode *defuzzification* yaitu *height method*, *centroid method*, *First (or Last) of maxima*, *Mean-Max Method*, dan *Weighted Average*. Pada kasus ini, yang akan digunakan adalah *centroid method*.



Gambar 2.1 Sistem Berbasis Aturan Fuzzy[10]

2.3 Algoritma Genetika

Genetic Algorithm (GA) adalah algoritma yang merepresentasikan teori evolusi dan seleksi alam. GA memanipulasi populasi individu dengan merepresentasikannya didalam kromosom. [5]



Gambar 2.2 Representasi Kromosom Menggunakan Binary Coding [10]

2.4 Genetic Fuzzy System

Genetic Fuzzy System merupakan gabungan dari dua metode yaitu *Genetic Algorithm* yang akan

mengoptimasi metode *fuzzy system*. Di sini, GA digunakan untuk mengoptimasi bentuk, jumlah dan batas-batas fungsi keanggotaan serta bagaimana menemukan sekumpulan aturan *fuzzy* yang optimal [10].

GA dan *fuzzy system* memiliki karakteristik yang sangat berbeda dalam menyelesaikan masalah. GA sangat baik untuk optimasi, khususnya permasalahan kombinatorial, sedangkan *fuzzy system* sangat baik untuk masalah dengan informasi yang kurang presisi, tidak lengkap dan memiliki kebenaran parsial. GA memiliki kemampuan belajar, tetapi sistem *fuzzy* tidak.

2.5 ARIMA

Model *Autoregressive Integrated Moving Average* (ARIMA) merupakan metode yang diciptakan oleh George Box dan Gwilym Jenkins sehingga nama mereka sering disinonimkan dengan proses ARIMA. Metode ARIMA memanfaatkan sepenuhnya data masa lalu dan data sekarang untuk menghasilkan peramalan jangka pendek yang akurat. Metode ARIMA akan bekerja dengan baik apabila data runtut waktu yang digunakan bersifat dependen atau berhubungan satu sama lain secara statistik [10].

Secara umum model ARIMA atau Box-Jenkins dirumuskan secara notasi sebagai berikut[3]:

$$ARIMA(p,d,q) \tag{2.1}$$

Keterangan:

- p : orde/derajat *Autoregressive* (AR)
- d : orde/derajat *Differencing*
- q : orde/derajat *Moving Average* (MA)

Model AR dan MA dapat dikombinasikan untuk menghasilkan model ARIMA (*Autoregressive Integrated Moving Average*) dengan bentuk umum [3]:

$$Z_t = \phi_1 Z_{t-1} + \phi_2 Z_{t-2} + \dots + \theta_1 \epsilon_{t-1} - \theta_2 \epsilon_{t-2} \tag{2.2}$$

dimana, jika *difference* pertama, maka $Z_t = \Delta Y = Y_t - Y_{t-1}$, jika *difference* kedua, maka $Z_t = \Delta^2 Y_{t-1} = (Y_t - Y_{t-1}) - (Y_{t-1} - Y_{t-2})$, dan seterusnya. Sehingga, untuk *difference* pertama, model AR adalah sebagai berikut [1]:

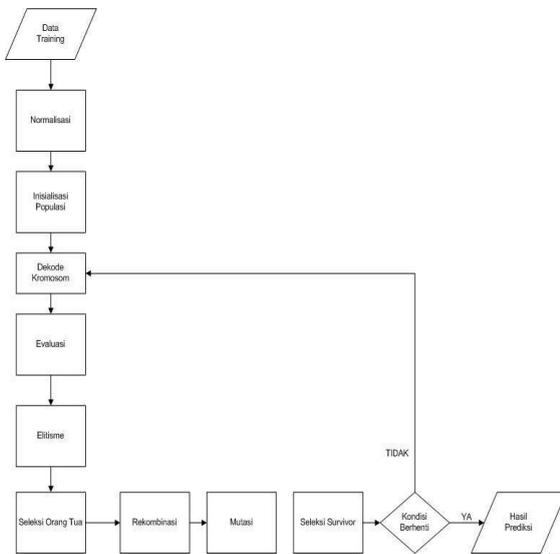
$$\epsilon_t = (1 + \phi_1) \epsilon_{t-1} + (-\phi_1 + \phi_2) \epsilon_{t-2} - \phi_2 \epsilon_{t-3} + \dots + \theta_1 \epsilon_{t-1} - \theta_2 \epsilon_{t-2} \tag{2.3}$$

Keterangan:

- ϵ_t = nilai pengamatan yang stasioner pada waktu *t*
- $\epsilon_{t-1}, \epsilon_{t-2}, \dots, \epsilon_{t-1}, \epsilon_{t-2}$ = pengamatan stasioner di waktu sebelumnya
- $\phi_1, \phi_2, \dots, \theta_1, \theta_2$ = parameter (konstanta dan koefisien) dari analisis *autoregressive*
- ϵ_t = *error* prediksi acak pada waktu *t*

3. PERANCANGAN SISTEM.

3.1. Deskripsi Genetic Fuzzy System Secara Umum



Gambar 3.1 Perancangan Sistem Secara Umum

Data emas yang akan menjadi *crisp input* pada *fuzzy*, terlebih dahulu akan dinormalisasi pada range [0.1-0.9]. Setelah itu dilakukan inisialisasi populasi untuk membangkitkan kromosom secara acak dengan fungsi *random*. Kromosom dibangkitkan sebanyak ukuran populasi yang telah ditetapkan. Setelah itu kromosom-kromosom tersebut akan di dekodekan dalam nilai *real*. Kromosom-kromosom tersebut akan dievaluasi dan akan menghasilkan nilai *fitness*. Pada seleksi orang tua digunakan algoritma *Roulette Wheel*, namun sebelum dilakukan seleksi orang tua perlu dilakukan elitisme yaitu menyalin kromosom terbaik ke dalam generasi berikutnya. Dari pasangan orang tua yang didapatkan dilakukan rekombinasi tiga titik dan mutasi untuk mendapatkan individu baru yang akan digunakan pada generasi berikutnya. Proses evolusi akan berhenti apabila sudah memenuhi jumlah generasi yang telah ditetapkan. Individu dengan nilai *fitness* terbaik yang akan digunakan sebagai pembentuk parameter dalam memprediksi harga emas.



Gambar 3.2 Struktur Kromosom yang Digunakan

Keterangan:

- FK : Fungsi Keanggotaan
- NL : Nilai Lingustik

Untuk Fungsi Keanggotaan:

$$\begin{matrix} 0 & 0 \\ \hline \hline \end{matrix} = \text{Fungsi Keanggotaan Trapesium}$$

$$\begin{matrix} 0 & 1 \\ \hline \hline \end{matrix} = \text{Fungsi Keanggotaan Trapesium}$$

$$\begin{matrix} 1 & 0 \\ \hline \hline \end{matrix} = \text{Fungsi Keanggotaan Segitiga}$$

$$\begin{matrix} 1 & 0 \\ \hline \hline \end{matrix} = \text{Fungsi Keanggotaan Phi}$$

Untuk Nilai Lingustik:

$$\begin{matrix} 0 & 0 \\ \hline \hline \end{matrix} = 2 \text{ Nilai Lingustik}$$

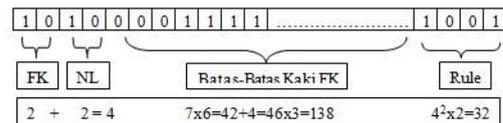
$$\begin{matrix} 0 & 1 \\ \hline \hline \end{matrix} = 2 \text{ Nilai Lingustik}$$

$$\begin{matrix} 1 & 0 \\ \hline \hline \end{matrix} = 3 \text{ Nilai Lingustik}$$

$$\begin{matrix} 1 & 0 \\ \hline \hline \end{matrix} = 4 \text{ Nilai Lingustik}$$

Batas-Batas Kaki Fungsi Keanggotaan:

Pada batas-batas kaki fungsi keanggotaan, setiap 7 bit merepresentasikan satu variabel batas kaki pada fungsi keanggotaan. Pada penelitian ini, digunakan maksimal enam variabel batas kaki (a,b,c,d,e,f).



Gambar 3.3 Contoh Kromosom Untuk H-1

3.2 Deskripsi Sistem ARIMA Secara Umum

Pada penelitian ini, untuk melakukan prediksi menggunakan metode ARIMA akan digunakan Minitab 16.2.1. Sebelum melakukan pembentukan model, perlu dilakukan penstasioneran data, apabila data belum *stasioner*. Setelah itu, akan dibentuk model berdasarkan fungsi autokorelasi dan partial autokorelasi. Model yang didapatkan, akan di uji oleh uji T dan *p-value*. Model yang lulus uji, akan menjadi dasar dalam membentuk model yang akan digunakan untuk melakukan prediksi.

4. PENGUJIAN DAN ANALISIS.

4.1. Skenario Pengujian

Penelitian ini akan dilakukan pengujian terhadap data emas tahun 2007-2013. Pada prediksi menggunakan *Genetic Fuzzy System* ada beberapa skenario yang akan diuji. Dengan inputan harga emas h-4,h-3, h-2, dan h-1.

Tabel 4.1 Tabel Skenario Genetic Fuzzy System

Data Tahun	Ukuran Populasi dan Generasi	Pc	Pm
2007-2013	100 dan 50	0,7	0,1
		0,7	0,3
		0,9	0,1
		0,9	0,3
	200 dan 50	0,7	0,1
		0,7	0,3
		0,9	0,1
		0,9	0,3

4.2. Hasil Pengujian ARIMA

Data harga emas tahun 2007-2011 belum stasioner sehingga perlu dilakukan differencing satu kali. Dari hasil uji T dan p-value menggunakan aplikasi Minitab diperoleh hasil model ARIMA yang lulus uji adalah model ARIMA (4.1.5) dengan parameter di bawah ini.

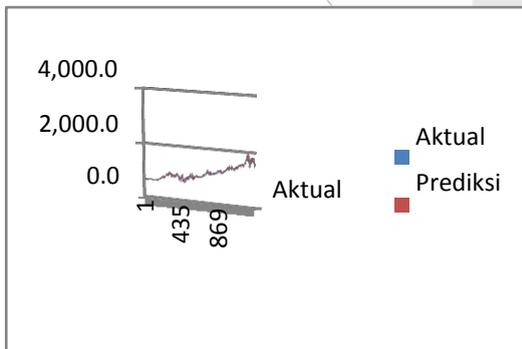
```

Final Estimates of Parameters
Type   Coef   SE Coef   T      P
AR 1   1.1928  0.0415   28.74  0.000
AR 2  -1.7700  0.0423  -41.86  0.000
AR 3   1.0831  0.0491   22.05  0.000
AR 4  -0.6027  0.0660   -9.13  0.000
MA 1   1.1914  0.0335   35.53  0.000
MA 2  -1.8021  0.0326  -55.22  0.000
MA 3   1.1442  0.0355   32.27  0.000
MA 4  -0.6862  0.0720   -9.52  0.000
MA 5   0.0680  0.0273    2.50  0.013
    
```

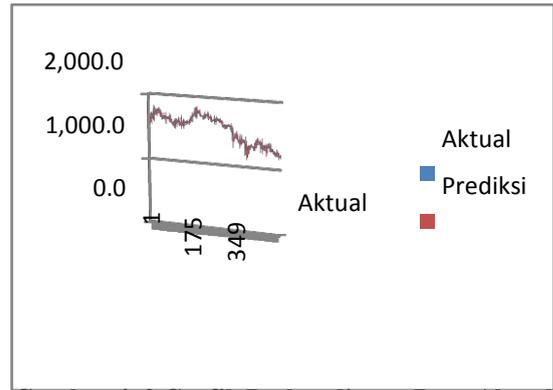
Oleh karena itu, dapat tarik sebuah kesimpulan bahwa AR(1), AR(2), AR(3), AR(4), MA(1), MA(2), MA(3), MA(4), dan MA(5) berbeda secara signifikan dari nol, sehingga model ARIMA (4.1.5) layak digunakan. Model ARIMA untuk data harga emas tahun 2007-2011 adalah :

$$Y_t = (1+1.1928)Y_{t-1} + (-1.1928-1.7700)Y_{t-2} + (1.7700+1.0831)Y_{t-3} + (-1.0831-0.6027)Y_{t-4} + 0.6027Y_{t-5} - 1.1914\phi_1 + 1.8021\phi_2 - 1.1442\phi_3 + 0.6862\phi_4 - 0.0680\phi_5$$

$$Y_t = 2.1928Y_{t-1} - 2.9628Y_{t-2} + 2.8531Y_{t-3} - 1.6858Y_{t-4} + 0.6027Y_{t-5} - 1.1914\phi_1 + 1.8021\phi_2 - 1.1442\phi_3 + 0.6862\phi_4 - 0.0680\phi_5$$



Gambar 4. 1 Grafik Perbandingan Data Aktual dan Prediksi Untuk Data Training Menggunakan Metode ARIMA



Gambar 4. 2 Grafik Perbandingan Data Aktual dan Prediksi Untuk Data Testing Menggunakan Metode ARIMA

4.3 Hasil Pengujian Metode Genetic Fuzzy System

Berdasarkan tabel skenario 4.1, ada beberapa skenario yang berbeda, dengan inputan yang berbeda pula. Setelah dilakukan pengujian, maka didapatkan hasil pengujian data testing terbaik pada masing-masing inputan dengan ukuran populasi dan generasi, serta Pc,Pm sebagai berikut:

Tabel 4.2 Hasil Pengujian Terbaik Skenario

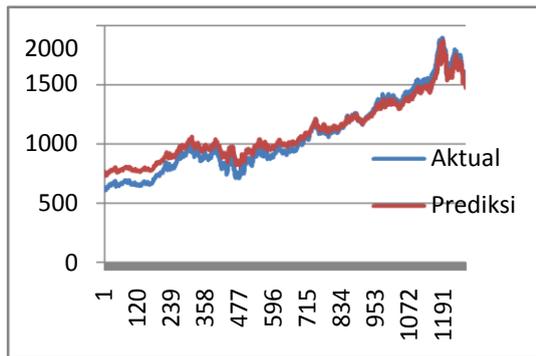
Skenario	Inputan	Ukuran Populasi dan Generasi	Pc	Pm	Error Training	Error Testing
1	H-1	100,50	0.7	0.1	4.6751	4.9068
	H-2	100,50	0.9	0.1	5.9013	3.1560
	H-3	100,50	0.7	0.1	7.0015	3.7454
	H-4	200,50	0.7	0.1	8.3348	3.2469

Tabel 4.3 Hasil Optimasi Fungsi Keanggotaan, Jumlah Nilai Linguitik, dan Batas-Batas Kaki Pada Inputan H-2

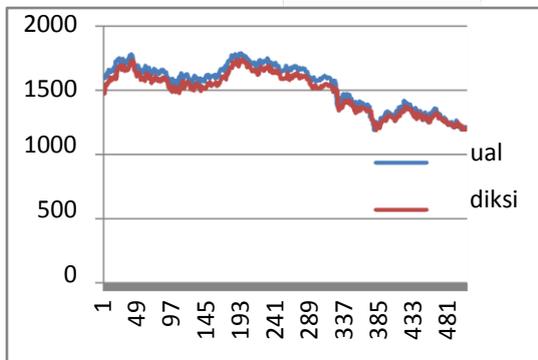
Atribut	Jenis FK	JNL	Batas Kaki
H-2	Trapeسيوم	4	0; 0; 0.8359375; 0.8974609375
			0.8359375; 0.8974609375; 0.904670715332031; 0.944142997264862
H-1	Segitiga	3	0.904670715332031; 0.944142997264862; 0.96618033037521; 0.977277409470844
			0.96618033037521; 0.977277409470844; 1; 1
H	Trapeسيوم	2	0; 0; 0.9296875
			0; 0.9296875; 1
H+1	Trapeسيوم	4	0; 0; 0.9296875; 1; 1
			0; 0; 0.9765625; 0.97930908203125
H	Trapeسيوم	2	0.9765625; 0.97930908203125; 1; 1
			0; 0; 0.0703125; 0.24462890625
H+1	Trapeسيوم	4	0.0703125; 0.24462890625; 0.474781036376953; 0.681996330618858
			0.474781036376953; 0.681996330618858; 0.827333945140708; 0.879268656953855
H	Trapeسيوم	2	0.827333945140708; 0.879268656953855; 1; 1

Rule yang didapatkan adalah sebagai berikut :

- If H-2=1 and H-1=1 and H=1 THEN H+1=1
- If H-2=1 and H-1=2 and H=1 THEN H+1=4
- If H-2=1 and H-1=3 and H=1 THEN H+1=4
- If H-2=2 and H-1=1 and H=1 THEN H+1=1
- ⋮
- ⋮
- ⋮
- If H-2=4 and H-1=3 and H=1 THEN H+1=4



Gambar 4. 3 Grafik Perbandingan Data Aktual dan Prediksi Untuk Data Training Pada Inputan H-2 Menggunakan Metode Genetic Fuzzy System



Gambar 4. 4 Grafik Perbandingan Data Aktual dan Prediksi Untuk Data Testing Pada Inputan H-2 Menggunakan Metode Genetic Fuzzy System

Tabel 4. 3 Perbandingan Error Prediksi Data Training Harga Emas Tahun 2007-2011

Tabel 4.4 Perbandingan Error Prediksi Data Testing Harga Emas Tahun 2012-2013

Berdasarkan analisis dan hasil percobaan yang telah dilakukan, maka dapat diambil kesimpulan:

1. Berdasarkan pengujian pada terhadap semua skenario, didapatkan parameter terbaik *Genetic Fuzzy System* pada ukuran populasi 100, generasi 50, Pc 0.9, Pm 0.1 dan menggunakan data H-2 dengan *error* data pelatihan 5.9013% dan *error* data pengujian 3.2496%. Sedangkan untuk ARIMA memiliki *error* data pelatihan 2.681419% dan *error* data pengujian 2.346184%.
2. Dalam pengujian menggunakan metode *Genetic Fuzzy System* perlu dilakukan kombinasi percobaan untuk mendapatkan Pc dan Pm terbaik.
3. Prediksi harga emas menggunakan metode ARIMA menghasilkan tingkat akurasi pelatihan dan pengujian yang lebih baik, dengan nilai *error* 1%-2%.

Setelah melakukan analisis dan percobaan, penulis memiliki saran yaitu, diperlukan percobaan dengan kombinasi variabel inputan, Pc,Pm,ukuran populasi dan generasi lebih banyak lagi, untuk mendapatkan hasil yang lebih baik.

DAFTAR PUSTAKA :

1. Apriani, Ridha. 2012. *Algoritma Genetika Untuk Menyelesaikan Permasalahan Penjadwalan Perkuliahan Dan Praktikum*. Universitas Sumatera Utara, Medan.
2. Cahyono, Budi Andhik. *Analisis Pemanfaatan Small Disjunct Pada Decision Tree Dengan Algoritma Genetika*. Institut Teknologi Telkom, Bandung.
3. Christina, Chintya. 2012. *Prediksi Harga Emas Menggunakan Metode Neuro-Fuzzy Tipe 2*. Telkom University, Bandung.
4. Gaynor, Patricia E. dan Rickey C. Kirkpatrick. 1994. *Time Series and Forecasting in Business and Economics*. Singapura: McGraw-Hill.Inc.
5. Hadavandi, Esmaeil, Hassan Shavandi, Arash Ghanbari. 2010. *A Genetic Fuzzy Expert System for Stock Price Forecasting*. 2010 Seventh Conference on Fuzzy Systems and Knowledge Discovery (FSKD 2010).
6. Laboudi, Zakaria dan Salim Chikhi. 2012. *Comparison of Genetic Algorithm and Quantum Genetic Algorithm*. The International Arab Journal of Information Technology, Vol.9, No3.
7. Rahmawati, Nurfika Esti. 2012. *Prediksi Data Time Series Menggunakan Fuzzy Inference System dan Particle Swarm Optimization (Studi Kasus: Prediksi Harga Emas)*. Institut Teknologi Telkom, Bandung.

5. Kesimpulan Dan Saran.

8. Riyani, Vera. 2010. *Sistem Pendukung Keputusan Penentuan Produksi Makanan Menggunakan Metode Fuzzy Mamdani Di PT. Indofood Cbp Sukses Makmur Cabang Medan*. Universitas Sumatera Utara, Medan.
9. Suyanto. 2008. *Artificial Intelligence*. Bandung: Informatika
10. Suyanto. 2010. *Soft Computing: Membangun Mesin Ber-IQ Tinggi*. Bandung: Informatika.
11. Tenaya, Narka I.M. 2009. *Diktat Kuliah Ekonometrika*. Universitas Udayana: Bali.
12. Widyadana, Agus Gede I, dan Lala Febriana. 2001. *Penerapan Evolutionary Algorithm Pada Penjadwalan Produksi(Studi Kasus: PT Brother Silver Product Indonesia)*. Universitas Kristen Petra, Jakarta.
13. Wilson, Tom, 2012." Forecast Accuracy and Uncertainty of Australian Bureau of Statistics State and Territory Population Projections". International Jurnal of Population Research
14. G Instrument, 2010. "Understanding Error and Accuracy".

