

# PREDIKSI HARGA SAHAM DENGAN MENGGUNAKAN METODE AUTOREGRESSIVE DAN ALGORITMA KELELAWAR

Bayu Prabawa<sup>1</sup>, Jondri Nasri<sup>2</sup>, Mahmud Dwi Sulistiyo<sup>3</sup>

<sup>1, 2, 3</sup>Fakultas Informatika Telkom University

Jalan Telekomunikasi 1, Dayeuh Kolot Bandung 40257 Indonesia

<sup>1</sup>prabawabayu@gmail.com, <sup>2</sup>jdn@telkomuniversity.ac.id, <sup>3</sup>mahmuddwis@telkomuniversity.ac.id

## Abstrak

*Deposito maupun tabungan di bank sudah menjadi suatu instrumen yang konvensional. Para investor telah menemukan lahan investasi baru yang lebih menjanjikan daripada deposito maupun tabungan di bank. Lahan investasi baru tersebut adalah investasi di bursa saham. Akan tetapi harga saham bergerak secara fluktuatif setiap harinya, oleh karena itu dibutuhkan sistem yang dapat memberikan prediksi harga saham tersebut untuk membantu para investor dalam mengambil tindakan yang tepat sehingga resiko yang ada dapat diminimalisir.*

*Tugas akhir ini menggunakan metode autoregressive untuk model prediksinya dan algoritma kelelawar untuk optimasinya. Metode autoregressive diperkenalkan oleh Box dan Jenkins, metode ini paling sering digunakan untuk pemodelan data time series dalam peramalan. Untuk algoritma kelelawar, diperkenalkan oleh Xin-She Yang. Algoritma ini adalah salah satu algoritma metaheuristik yang terinspirasi oleh perilaku echolocation dari kelelawar. Algoritma ini dikembangkan berdasarkan kelebihan-kelebihan dari algoritma PSO, GA, SA dan pencarian harmony.*

**Kata kunci:** *Prediksi Saham, Algoritma Kelelawar, Autoregressive,*

## Abstract

*Deposit and savings in the bank has become a conventional instrument. Investors has found a new means of investment which more promising than deposit or savings in the bank. That new mean is investment in stock price, but stock price is moving fluctuatively every day. Because of that we need a system that can give prediction of the stock price to help investors in taking the right action so that the risk can be minimalized.*

*This final project uses autoregressive for prediction modelling and bat algorithm for the optimization. Autoregressive was introduced by box and jenkins, this method is the most used method for modelling time series data in forecasting. Bat algorithm was introduced by Xin-She Yang. This metaheuristic algorithm was inspired by the echolocation behaviour of a bat. This algorithm was developed based on the advantage of PSO, GA, SA and harmony search.*

**Keywords:** *Stock Price Prediction, Bat Algorithm, Autoregressive*

## 1. Pendahuluan

Seiring dengan berkembangnya dunia investasi, deposito maupun tabungan di bank sudah menjadi suatu instrumen yang konvensional. Para investor telah menemukan lahan investasi baru yang lebih menjanjikan daripada deposito maupun tabungan di bank. Lahan investasi baru tersebut adalah dengan pembagian kepemilikan perusahaan yang diperoleh dengan memiliki surat berharga yang disebut saham. Investasi pada bursa saham rata-rata dapat menghasilkan tingkat pengembalian sebesar 10-30% tiap tahunnya, jumlah ini sekitar dua sampai tiga kali lipat lebih tinggi dibandingkan tingkat

pengembalian deposito maupun tabungan di bank yang hanya 5-10% tiap tahunnya[2].

Penelitian ini dilakukan karena investasi pada bidang saham memiliki potensi yang besar. Namun, harga saham bergerak secara fluktuatif setiap hari, sehingga resiko pada investasi bidang saham sangatlah tinggi. Karena itu tugas akhir ini dibuat untuk memodelkan sistem yang dapat memprediksi harga saham.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah algoritma kelelawar. Algoritma kelelawar adalah algoritma metaheuristic dan termasuk ke dalam swarm intelligence. Menurut[12], algoritma kelelawar(BA) lebih baik dari particle swarm

optimization (PSO), algoritma genetik(GA), SA(simulated annealing) dan pencarian harmony, karena algoritma kelelawar menggunakan kombinasi yang tepat dari kelebihan algoritma-algoritma tersebut. Dari penelitian[12], didapatkan bahwa algoritma kelelawar memiliki performansi yang lebih baik daripada algoritma genetik dan PSO baik dari segi efisiensi maupun akurasi. Sehingga diharapkan penelitian ini akan mendapatkan solusi yang optimal dibandingkan algoritma-algoritma yang sebelumnya.

## 2. Dasar Teori

### 2.1 Saham

Saham dapat didefinisikan tanda penyertaan atau kepemilikan seseorang atau badan dalam suatu perusahaan atau perseroan terbatas. Wujud saham adalah selembar kertas yang menerangkan bahwa pemilik kertas tersebut adalah pemilik perusahaan yang menerbitkan surat berharga tersebut. Porsi kepemilikan ditentukan oleh seberapa besar penyertaan yang ditanamkan di perusahaan tersebut[4][5].

Ada beberapa sudut pandang yang membedakan saham, yaitu[4][5]:

#### 2.1.1 Ditinjau dari cara peralihannya

- a. Saham atas unjuk (Bearer Stocks)
  - Pada saham tersebut tidak tertulis nama pemiliknya, agar mudah dipindahtangankan dari satu investor ke investor lainnya.
  - Secara hukum, siapa yang memegang saham tersebut, maka dialah diakui sebagai pemiliknya dan berhak untuk ikut hadir dalam RUPS.
- b. Saham atas nama (Registered Stocks)
  - Merupakan saham yang ditulis dengan jelas siapa nama pemiliknya, di mana cara peralihannya harus melalui prosedur tertentu.

#### 2.1.2 Ditinjau dari kinerja perdagangan

- a. Blue-Chip Stocks
  - Saham biasa dari suatu perusahaan yang memiliki reputasi tinggi, sebagai leader di industri sejenis, memiliki pendapatan yang stabil dan

konsisten dalam membayar dividen.

- b. Income Stocks
  - Saham dari suatu emiten yang memiliki kemampuan membayar dividen lebih tinggi dari rata – rata dividen yang dibayarkan pada tahun sebelumnya.
  - Emiten seperti ini biasanya mampu menciptakan pendapatan yang lebih tinggi dan secara teratur membagikan dividen tunai.
  - Emiten ini tidak suka menekan laba dan tidak mementingkan potensi.

### 2.2 Peramalan Harga Saham

Meskipun investasi saham menjanjikan profit yang besar, investasi saham juga memiliki resiko yang besar. Dalam investasi ini, investor dapat mengalami kerugian atau keuntungan yang besar dalam waktu yang singkat. Sehingga peramalan harga saham yang fluktuatif ini sangat diperlukan oleh investor maupun pelaku bisnis sebagai dasar pengambilan keputusan. Peramalan harga saham dapat dilakukan dengan dua jenis analisis, yaitu analisis fundamental dan analisis teknikal. Analisis teknikal berdasarkan pola pergerakan harga masa lalu untuk meramalkan harga masa yang akan datang. Sementara itu, analisis fundamental melakukan peramalan dengan berfokus pada pengaruh variabel makro ekonomi seperti, harga minyak, nilai tukar mata uang, suku bunga, tingkat inflasi dan lain sebagainya.

### 2.3 Data Time Series

Data *time series* adalah nilai-nilai suatu variabel yang berurutan menurut waktu (misal: hari, minggu, bulan, tahun)[6]. Salah satu permasalahan penting dalam analisis *time series* adalah peramalan nilai-nilai suatu variabel pada masa akan datang atau dikenal dengan istilah *forecasting*. *Forecasting* merupakan hal yang mendasar dalam sebuah perencanaan dan pengambilan kebijakan dalam suatu instansi karena adanya ketidakpastian dari nilai-nilai suatu variabel pada masa yang akan datang. Metode yang paling sering digunakan dalam pemodelan data *time series* untuk

peramalan(*forecasting*) adalah metode Box-Jenkins[1].

**2.4 Model Autoregressive**

Metode Box-Jenkins dibagi ke dalam 3 unsur[10], yaitu model autoregressive , moving average dan integrated. Model prediksi yang digunakan pada tugas akhir ini adalah model autoregressive . Sesuai dengan namanya, autoregressive adalah sebuah proses regresi dengan dirinya sendiri[11].Autoregressive menggambarkan bahwa variabel dependen dipengaruhi oleh variabel dependen itu sendiri pada periode-periode yang sebelumnya, atau autokorelasi dapat diartikan juga sebagai korelasi linier deret berkala dengan deret berkala itu sendiri dengan selisih waktu 0,1,2 periode atau lebih[7]. Berikut adalah bentuk dari autoregressive:

$$\hat{W}_t = \theta_0 + \theta_1 w_{t-1} + \theta_2 w_{t-2} + \theta_3 w_{t-3} + \dots + \theta_n w_{t-n} + \epsilon \tag{2.1}$$

Dimana,  
 $\hat{W}_t$  = Prediksi nilai harga saham pada waktu ke-*t*  
 $w_t$  = Nilai harga saham pada waktu ke-*t*  
 $\epsilon$  = Nilai *error* prediksi

Model *autoregressive* digunakan pada tugas akhir ini karena model *autoregressive* membuat model prediksi berdasarkan nilai pada periode sebelumnya[10] dan menurut[9], metode ini dapat memodelkan harga saham dengan baik.

**2.5 Algoritma Kelelawar**

Algoritma kelelawar adalah salah satu algoritma metaheuristik yang terinspirasi oleh perilaku echolocation dari kelelawar. Kemampuan

echolocation dari kelelawar memungkinkan mereka untuk mencari mangsa mereka dan membedakan

jenis-jenis serangga dalam keadaan gelap total. Untuk sederhananya, digunakan aturan-aturan berikut untuk mengidealisasikan perilaku kelelawar tersebut:

1. Kelelawar menggunakan *echolocation* untuk menentukan jarak, mereka juga dapat membedakan antara makanan/mangsa dengan hambatan.

3. Kenyaringan sonar di asumsikan berkisar dari A0 (positif) yang besar ke nilai konstan minimum Amin.

```

Fungsi Objek f(x), x = (x1, ..., xd)T
Inisialisasi populasi kelelawar xi (i = 1, 2, ..., n) dan vi
Tentukan frekuensi gelombang fi at xi
Inisialisasi pulse rate r1 dan loudness Ai
while (t < jumlah maksimal iterasi)
    Bangkitkan solusi baru dengan menyesuaikan frekuensi,
    dan memperbaharui kecepatan dan lokasi [rumus (2-1) sampai (2-3)]
    if (random > r1)
        Pilih solusi diantara solusi terbaik
        Bangkitkan solusi lokal di sekitar solusi terbaik yang dipilih
    end if
    Bangkitkan solusi baru dengan terbang secara acak
    if (rand < Ai & f(xi) < f(xn))
        Terima solusi baru
        Tambah r1 dan kurangi Ai
    end if
    Urutkan kelelawar dan cari yang terbaik saat ini xn
end while
    
```

Gambar 2.1 Pseudo code algoritma kelelawar

Berikut adalah parameter-parameter pada algoritma kelelawar:

- a. Pergerakan kelelawar *virtual*

Posisi/solusi didefinisikan sebagai xidan kecepatan vi. Solusi baru  $x_{i,t}$  dan kecepatan  $v_{i,t}$  pada selang waktu t dihasilkan oleh:

$$x_{i,t} = x_{i,t-1} + v_{i,t} \cdot \beta, \tag{2.2}$$

$$v_{i,t} = v_{i,t-1} + (r_{i,t} - v_{i,t-1}) \cdot \beta \tag{2.3}$$

$$r_{i,t} = r_{i,t-1} + \beta, \tag{2.4}$$

Dimana:

- $x_{i,t}$  = vektor frekuensi bat ke-i
- $\beta$  = vektor acak,  $\in [0,1]$  yang diambil dari distribusi *uniform*

$r_{i,t}$  = frekuensi minimal

2. Kelelawar terbang secara acak dengan kecepatan vipada posisi  $x_i$  dengan frekuensi tetap  $f_{min}$ , panjang gelombang dan kenyaringan sonar  $A_0$  yang berbeda-beda untuk mencari mangsa.



= frekuensi maksimal



= vektor kecepatan bat ke- $i$



= vektor posisi bat ke- $i$



= vektor posisi bat dengan nilai fitness

terbaik

b. *Random walk*

Untuk *local search*, digunakan *random walk*, yaitu dipilih posisi terbaik Xoldlalu dari posisi terbaik tersebut dihasilkan posisi baru dengan menggunakan rumus:

$$X_{i+1} = X_i + \epsilon \cdot \Delta f_i \quad (2.5)$$

Dimana,

- $X_i$  = vektor posisi bat ke-i
- $\Delta f_i$  = vektor posisi bat dengan nilai fitness terbaik
- $\epsilon$  = vektor acak,  $\in [-1,1]$  dari distribusi normal
- $\Delta f_i$  = rata-rata kenyaringan dari semua kelelawar pada suatu selang waktu.

c. *Loudness*(kenyaringan sonar) dan *Pulse Rate*

*Loudness* dan *pulse rate* akan di update tiap iterasi, *loudness* akan terus menurun dan *pulse rate* akan terus meningkat. Hal ini mengikuti tingkah laku kelelawar yang menurunkan kenyaringan sonarnya dan meningkatkan tingkat sonarnya saat telah menemukan mangsanya. Perubahan nilai *loudness* dan *pulse rate* ini ditentukan oleh rumus berikut:

$$L_{i+1} = L_i \cdot \alpha, \quad PR_{i+1} = PR_i \cdot (1 - \exp(-\gamma)) \quad (2.6)$$

Dimana,

- $L_{i+1}$  = *loudness* baru
- $L_i$  = *loudness* lama
- $\alpha$  = penurunan *loudness*
- $\gamma$  = peningkatan *pulse rate*
- $PR_{i+1}$
- $PR_i$  = *pulse rate* baru
- $PR_0$  = *pulse rate* awal
- $t$  = iterasi ke - t

$\alpha$  mirip dengan faktor pendingin dari jadwal pendinginan pada *simulated annealing*. Untuk  $0 < \alpha < 1$  dan  $\gamma > 0$ ,

$$L_i \rightarrow 0, \quad PR_i \rightarrow PR_0, \quad PR_0 \rightarrow \infty \quad (2.7)$$

2.6 Performansi Sistem

Pada tugas akhir ini, digunakan MAPE (*Mean Absolute Percentage Error*) untuk menghitung performansi sistem. MAPE adalah suatu metode

Dimana,

$asli_i$  = data aktual periode ke i

$prediksi_i$  = data hasil ramalan periode ke i  
 $n$  = banyaknya data

3. Analisis dan Pengujian Sistem Skenario Pengujian

Dalam tugas akhir ini ada beberapa parameter dan kombinasi proses *Bat Algorithm* yang akan menjadi fokus analisis, yaitu: jumlah populasi kelelawar, jumlah maksimum iterasi, dan tingkat penurunan *loudness*( $\alpha$ ), tingkat kenaikan *pulse rate*( $\gamma$ ) dan jumlah data sebelumnya yang diperlukan untuk prediksi. Kelima parameter tersebut akan diteliti pengaruhnya terhadap nilai optimasi yang dihasilkan sistem. Adapun penjelasan tentang kelima parameter diatas, berikut penjelasannya:

1. Jumlah maksimum iterasi  
 Jumlah maksimum iterasi menyatakan seberapa banyak pencarian solusi akan di lakukan.

Pada BA, Solusi yang dihasilkan

pada suatu iterasi akan mempengaruhi solusi yang dihasilkan pada iterasi berikutnya. Hal ini terjadi karena solusi di bangkitkan menggunakan operasi vektor, vektor posisi dari iterasi

sebelumnya mempengaruhi operasi vektor pada iterasi

selanjutnya pencarian yang dilakukan pada sistem untuk mencari solusi.

2. Jumlah Populasi Kelelawar

Pada BA, tiap solusi direpresentasikan oleh posisi kelelawar. Satu kelelawar merepresentasikan satu solusi,

untuk menghitung persentase nilai *error* antara data aktual dengan data hasil ramalan. Berikut ini adalah rumus MAPE (dalam satuan persen):

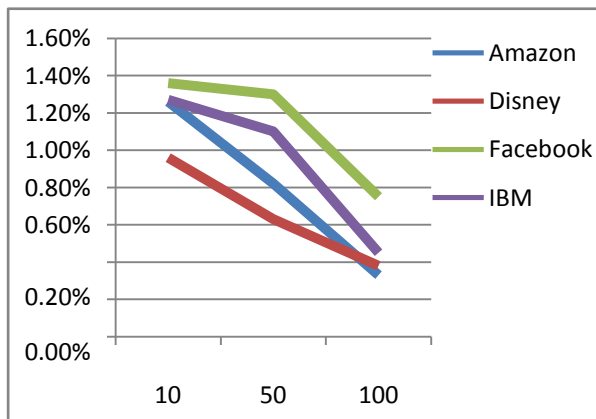
sehingga jumlah populasi kelelawar merepresentasikan jumlah solusi yang dibangkitkan tiap iterasi

$$(2.8) \quad \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{|\text{asli}_i - \text{prediksi}_i|}{\text{asli}_i} * 100 \%$$

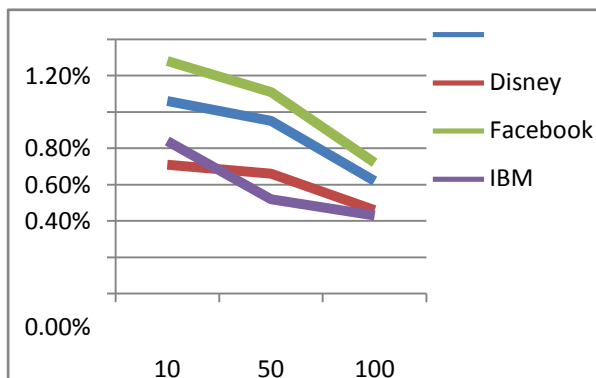
3. Tingkat Penurunan *Loudness*( $\alpha$ )  
*Loudness* pada BA digunakan untuk menentukan apakah solusi lama di update menjadi solusi baru atau tidak. Tiap solusi lama di *update*, maka *loudness* akan mengalami penurunan, dan

- nilai penurunannya ditentukan oleh  $\alpha$ .
4. Tingkat Kenaikan *Pulse Rate* ( $\gamma$ )  
*Pulse rate* pada BA digunakan sebagai parameter untuk menentukan *random walk* dilakukan atau tidak pada suatu kelewahar. Setiap solusi lama di-update, maka *pulse rate* akan mengalami kenaikan dan nilai kenaikannya ditentukan oleh  $\gamma$ .
  5. Digunakan Data Sebelumnya yang Jumlah titik prediksi sebelumnya yang digunakan untuk melakukan prediksi. Pada tugas akhir ini titik yang digunakan untuk pengujian adalah 3 titik, 5 titik dan 7 titik

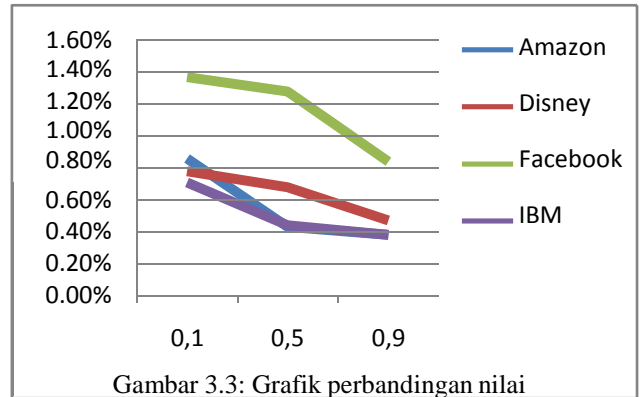
Dari hasil observasi, didapatkan hasil sebagai berikut:



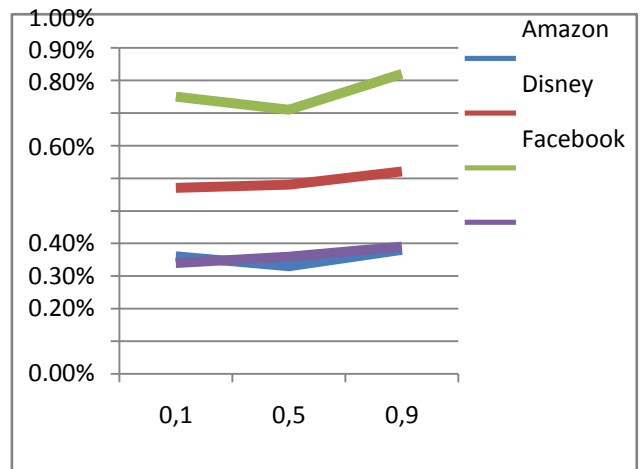
kelewahar terhadap tingkat eror



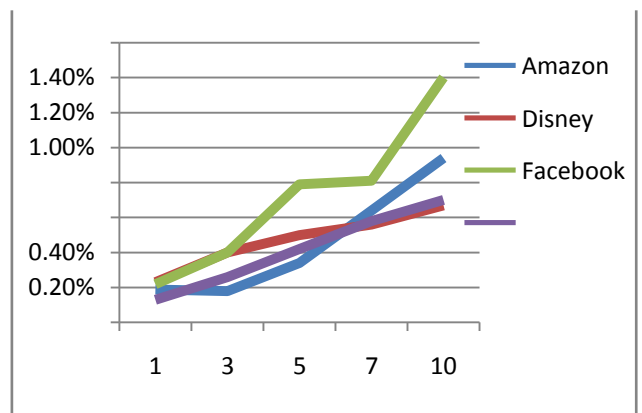
Gambar 3.2: Grafik perbandingan iterasi maksimum terhadap tingkat eror



Gambar 3.3: Grafik perbandingan nilai penurunan loudness terhadap tingkat eror



Gambar 3.4: Grafik perbandingan nilai kenaikan pulse rate terhadap tingkat eror



Gambar 3.5: Grafik perbandingan nilai dari jumlah data sebelumnya yang digunakan untuk prediksi terhadap tingkat eror

### 3. Kesimpulan Kesimpulan dan Saran

#### 3.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil dari hasil implementasi dan uji coba yang dilakukan pada Tugas Akhir ini adalah:

1. Metode autoregressive dan algoritma kelelawar dapat menyelesaikan masalah prediksi harga saham dengan tingkat eror dibawah 4% kecuali pada pengujian dengan menggunakan 10 data untuk prediksi saham amazon dan facebook bulanan tingkat eror melebihi 4%.
2. MAPE kurang tepat untuk digunakan dalam pengukuran performansi sistem dalam studi kasus prediksi harga saham, karena tidak membedakan nilai harga prediksi yang nilainya berada di atas atau di bawah nilai harga asli.
3. Sistem ini masih merupakan model dan belum dapat diimplementasikan pada investasi saham yang sebenarnya, karena masih memiliki nilai MAPE yang cukup tinggi.
4. Saat nilai  $\alpha$  mendekati angka satu, tingkat eror semakin rendah. Hal ini dikarenakan nilai loudness akan turun lebih perlahan sehingga peluang suatu solusi di update dengan solusi yang lebih baik akan semakin besar.
5. Semakin kecil atau semakin besar nilai kenaikan pulse rate tidak terlalu mempengaruhi tingkat eror, hal ini disebabkan nilai pulse rate tidak hanya dipengaruhi oleh nilai kenaikan pulse ratenya, tetapi juga nilai pulse rate awal yang didapat secara random untuk tiap kelelawar.
6. Semakin sedikit jumlah data historis, maka tingkat eror akan semakin rendah, hal ini disebabkan oleh data yang paling baru adalah data yang paling mempengaruhi data selanjutnya.

#### 3.2 Saran

Saran-saran untuk pengembangan selanjutnya antara lain :

1. Mencoba mengimplementasikan algoritma kelelawar hybrid dengan strategi evolusi diferensial
2. Mencoba melakukan prediksi pergerakan harga saham
3. Mencoba mengimplementasikan algoritma kelelawar chaotic
4. Mencoba menggunakan metode penghitungan performansi sistem yang lebih tepat



**Daftar Pustaka:**

- [1] Aini, Nur.,2010, “Analisis Statistik Terhadap Polutan Udara Partikulat (PM10) Berdasarkan Pengukuran Stasiun Pemantau Taman Prestasi Dengan Metode Bootstrap Time Series”, Surabaya: ITS.
- [2] Bakti L.S.,2014”Prediksi Pergerakan Harga Saham Menggunakan Algoritma Memetika”, Bandung: Universitas Telkom.
- [3] Box, George E.P , Jenkins, Gwilym M & Reinsel, Gregory C.1994.Time series analysis.NewJersey:Prentice Hall
- [4] Capital Market Education, 2008, “Pengertian Data Mining”, <http://coki002.wordpress.com/pengertian-saham-dan-jenis-jenis-saham/>, diakses tanggal 23Agustus 2014.
- [5] Darmadji dan Fakhruddin,2001.” *Pasar modal di Indonesia*”. Salemba Empat, Jakarta.
- [6] Digensia,2012,”Analisa Time Series”,<http://digensia.wordpress.com/2012/08/24/analisa-time-series/>, diakses tanggal 15 September 2014.
- [7] Fadli, Muhammad,2011,” Peramalan Suhu Udara Bulanan Di Kota Medan Dengan Metode Box-Jenkins”, Medan: Universitas Sumatera Utara.
- [8] Herawati, S., (2013), “Peramalan Harga Saham Menggunakan Integrasi Empirical Mode Decomposition dan Jaringan Syaraf Tiruan”,*JURNAL ILMIAH MIKROTE.*, 1, 23-28.
- [9] Kautsar TB. M.A.,2008,”Prediksi Kurs Valuta Asing Menggunakan Algoritma Memetika”, Depok: Universitas Indonesia.
- [10]Statistik Ceria,2012, “Metode Box-Jenkins(ARIMA)”, <http://statistikceria.blogspot.com/2012/12/metode-box-jenkins-arima.html>, diakses tanggal 5 September 2014.
- [11] Susetyo, Bagus Prayogo D. B. , Kristalina, Prima & Susetyoko,Ronny,2010,”Reminder Prediksi Harga Saham Perusahaan Pada Bursa Efek Via SMS dan IVR”, Surabaya: Politeknik Elektronika Negeri Surabaya Institut Sepuluh Nopember.
- [12] X.-S. Yang, A New Metaheuristic Bat-Inspired Algorithm, in: *Nature Inspired Cooperative Strategies for Optimization (NISCO 2010)* (Eds. J. R. Gonzalez et al.), Studies in Computational Intelligence, Springer Berlin, 284, Springer, 65-74 (2010).