

# PREDIKSI TIME SERIES TINGKAT INFLASI INDONESIA MENGUNAKAN EVOLUTION STRATEGIES

Rita Rismala

Universitas Telkom

Jl. Telekomunikasi No. 1, Terusan Buah Batu, Bandung

ritaris@telkomuniversity.ac.id

## Abstrak

Prediksi tingkat inflasi bisa dilakukan dengan cara mempelajari data historis masa lalu yang dinamakan dengan metode prediksi data *time series*. Permasalahan pencarian model prediksi yang paling optimal berdasarkan pola data historis ini dapat dipandang sebagai sebuah permasalahan optimasi untuk mencari model prediksi yang menghasilkan tingkat error prediksi paling kecil. *Evolution Staregies* (ES) sering digunakan untuk menyelesaikan masalah-masalah optimasi numerik seperti itu. Oleh karena itu, pada penelitian ini dilakukan prediksi *time series* tingkat inflasi Indonesia dengan menggunakan ES.

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat diketahui bahwa akurasi prediksi yang didapatkan kurang optimal, dengan MAPE 6.54%. Hal ini dikarenakan data historis tingkat inflasi di Indonesia sangat fluktuatif. Namun untuk pola data linear, ES bisa mendapatkan hasil prediksi yang akurat.

## Kata kunci :

prediksi, *time series*, tingkat inflasi, *Evolution Staregies* (ES)

## Abstract

*The inflation rate can be predicted by studying the history of past data, called time series prediction method. Problem in finding optimal prediction model based on historical data can be viewed as an optimization problem to find a predictive model that resulting the smallest prediction error rate. Evolution Staregies (ES) is often used to solve numerical optimization problems like that. Therefore, in this study was performed Indonesian inflation rate time series prediction using ES.*

*Based on the study can be seen that the accuracy of prediction was less than optimal, with MAPE 6.54%. This was because the historical data of Indonesia inflation rate was very fluctuative. However, for linear data pattern, ES can obtain accurate prediction.*

## Keywords:

*prediction, time series, inflation rate, Evolution Staregies (ES).*

## I. PENDAHULUAN

Prediksi tingkat inflasi sangat penting dalam dunia bisnis dan ekonomi serta menjadi perhatian utama bagi kaum ekonom dan para pengusaha karena hal tersebut berkaitan erat dengan nilai mata uang. Selain dilakukan dengan mengamati berbagai indikator inflasi, prediksi tingkat inflasi bisa juga dilakukan dengan cara mempelajari data historis masa lalu. Metode tersebut dinamakan metode prediksi data *time series*. Dengan menerapkan metode ini, data yang telah diurutkan berdasarkan waktu dipelajari polanya. Kemudian dibangun sebuah model prediksi berdasarkan pola data tersebut. Namun tentunya bukan hal mudah untuk mendapatkan model prediksi yang optimal, apalagi jika polanya tidak beraturan. Permasalahan pencarian model prediksi yang paling optimal ini dapat dipandang sebagai sebuah permasalahan optimasi. Dalam hal ini optimasi yang dilakukan adalah mencari model prediksi yang menghasilkan tingkat error prediksi paling kecil.

*Evolution Staregies* (ES) sering digunakan untuk eksperimen-eksperimen empiris khususnya pada masalah-masalah optimasi numerik[10]. Ciri khusus ES adalah kemampuan *self-adaptation* pada *mutation step sizes*. Proses evolusi yang paling penting untuk mendapatkan individu baru pada ES

adalah proses mutasi. Proses tersebut dilakukan secara acak dengan probabilitas tertentu. Atas dasar itulah dilakukan penelitian untuk memprediksi tingkat inflasi Indonesia menggunakan ES

## II. DATA DAN METODE

### II.1 Data

Data yang digunakan adalah data historis tingkat inflasi di Indonesia berdasarkan Indeks Harga Konsumen yang disajikan sebanyak enam tahun (2003 - 2008), yang diambil dari situs [www.bi.go.id](http://www.bi.go.id).

Pengelompokan data latih, validasi, dan uji dilakukan sesuai dengan skenario berikut:

- Data latih: 48 bulan (2003 - 2006)
- Data validasi: 12 bulan (2007)
- Data uji: 12 bulan (2008)

### II.2 Metode yang Diajukan

Secara umum sistem prediksi yang dibangun terdiri dari dua proses utama yaitu (1) proses pencarian pola data historis yang optimal dan (2) proses prediksi terhadap sejumlah data uji menggunakan fungsi optimal yang dihasilkan dari proses pencarian pola data historis.

#### II.2.1 Pencarian Pola Data Historis yang Optimal

Proses ini bertujuan untuk menemukan satu pola yang paling mendekati karakteristik data historis tingkat inflasi di Indonesia, dimana pola tersebut direpresentasikan dalam bentuk fungsi linear:

$$X = \theta_0 + \theta_1 X_1 + \theta_2 X_2 + \dots + \theta_n X_n \quad [1]$$

yang mana:

$X$ : prediksi tingkat inflasi pada bulan  $B$

$X_1 .. X_n$ : tingkat inflasi pada bulan  $B-1$  sampai  $B-n$

$\theta_0 .. \theta_n$ : koefisien-koefisien fungsi yang nilainya akan dicari dengan menggunakan ES

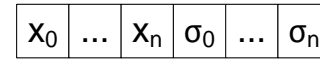
Proses ini dilakukan melalui dua tahapan yaitu pelatihan dan validasi.

#### A. Tahap Pelatihan

Tahap ini bertujuan untuk membangun model prediksi menggunakan data latih.

#### a. Representasi Individu

Untuk merepresentasikan individu ke dalam kromosom digunakan representasi real seperti ditunjukkan pada Gambar 1. Kromosom tersebut merepresentasikan fungsi prediksi yang dibangun.



Gambar 1. Representasi Kromosom ES

yang mana:

$n$  adalah jumlah data masukkan  $B_1$  sampai  $B_n$  yang merupakan tingkat inflasi pada bulan-bulan sebelumnya,  $B - 1, B - 2, \dots, B - n$ .

$x_0$  adalah variabel objek yang merepresentasikan konstanta fungsi.

$x_1, \dots, x_n$  adalah variabel objek yang merepresentasikan koefisien fungsi untuk data masukan  $B_1$  sampai  $B_n$ .

$\sigma_0, \dots, \sigma_n$  adalah *mutation step size* yang secara berurutan digunakan untuk memutasi gen-gen yang terdapat pada variabel objek

#### b. Inisialisasi Populasi

Membangkitkan populasi awal yang berisi sejumlah kromosom secara acak, dimana populasi variabel objek diinisialisasi dengan nilai *random* real  $[-2, 2]$  dengan distribusi *uniform* dan populasi *mutation step size* diinisialisasi dengan nilai *random* real positif dengan distribusi *uniform*.

#### c. Evaluasi Individu

Tujuan dari proses evaluasi individu adalah menghitung nilai fitness sesuai dengan persamaan [2]

$$f = \frac{1}{(K+b)} \dots\dots\dots [2]$$

yang mana,

$b$  = bilangan sangat kecil (untuk menghindari pembagian dengan 0).

$K$  = rata-rata presentase absolute kesalahan prediksi untuk semua data aktual.

Dengan formula K:

$$K = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \left| \frac{z-z^*}{z} \right| \dots\dots\dots [3]$$

yang mana,

N = jumlah semua data prediksi.

z = data hasil prediksi.

z\* = data yang sebenarnya

**d. Seleksi Orang Tua**

Setiap kromosom bisa terpilih sebagai orang tua dengan probabilitas yang sama tanpa memperhatikan nilai fitnessnya, yaitu dengan menggunakan distribusi *uniform*.

**e. Rekombinasi**

Rekombinasi hanya menghasilkan satu anak. Rekombinasi dilakukan secara *intermediary* global, artinya anak mewarisi nilai rata-rata dari gen orang tuanya dimana gen-gen yang diwariskan berasal dari orang tua yang berubah-ubah. Pemilihan orang tua yang berubah-ubah dilakukan agar pemilihan orang tua lebih dinamis dan lebih eksploratif. Rekombinasi dilakukan terhadap variabel objek dan *mutation step size*. Proses rekombinasi ini akan membangkitkan kromosom anak sebanyak  $\lambda$ , dimana  $\lambda$  adalah 7 kali ukuran populasi. Hal ini dilakukan agar didapatkan *selective pressure* yang tinggi.

**f. Mutasi**

Mutasi dilakukan terhadap setiap gen yang terdapat pada variabel objek dan *mutation step size*, dimana urutannya adalah mutasi terhadap *mutation step size* harus dilakukan lebih dulu daripada mutasi terhadap variabel objek. Metode mutasi yang digunakan adalah mutasi tanpa korelasi menggunakan *mutation step size* sebanyak variabel objek.

Mutasi terhadap *mutation step size* ( $\sigma$ ) dan *variabel objek* ( $x$ ) diperoleh dengan menggunakan persamaan (3) dan (4).

$$\sigma'_i = \sigma_i \cdot \exp(\eta \cdot N(0, 1)) + \tau \cdot N_i(0, 1) \dots\dots\dots [4]$$

$$x_i = x_i + \sigma'_i \cdot N_i(0, 1) \dots\dots\dots [5]$$

yang mana:

$\eta$  adalah *learning rate* untuk semua gen,  $\eta = \frac{1}{\sqrt{2n}}$

$\tau$  adalah *learning rate* untuk setiap posisi gen,  $\tau = \frac{1}{\sqrt{2n}}$

Suatu aturan ditetapkan untuk membatasi variabel objek pada *range* nilai [-2, 2].

**g. Seleksi Survivor**

Seleksi *survivor* dilakukan dengan cara memilih kromosom yang memiliki fitness paling tinggi sebanyak ukuran populasi ( $\mu$ ). Metode pemilihan yang digunakan adalah  $(\mu, \lambda)$ -*selection* dimana proses pemilihan hanya dilakukan pada kromosom-kromosom anak

**B. Tahap Validasi**

Tahap validasi dilakukan dengan tujuan untuk memvalidasi fungsi prediksi yang dihasilkan dari tahap pelatihan dengan cara menghitung kembali MAPE dan nilai fitness dari semua fungsi prediksi yang dihasilkan dari proses pelatihan dengan menggunakan data validasi sebagai acuannya. Hal ini dimaksudkan untuk menghindari terjadinya optimum local

**C. Tahap Seleksi**

Tahap seleksi dilakukan dengan tujuan untuk memilih fungsi prediksi optimal. Dengan menggunakan semua MAPE yang dihasilkan dari tahap pelatihan dan validasi, dihitung rata-rata MAPE untuk setiap fungsi prediksi. Fungsi dengan rata-rata MAPE terbaik dinyatakan sebagai fungsi prediksi optimal

**II.2.2 Prediksi Data Uji**

Pada proses prediksi data uji dilakukan prediksi tingkat inflasi Indonesia untuk sejumlah data uji dengan menggunakan fungsi prediksi optimal dan data uji sebagai inputan proses.

**III. PENGUJIAN**

**III.1 Strategi Pengujian**

Pada penelitian ini dilakukan dua jenis pengujian yaitu:

- 1) Pengujian pada proses pencarian pola data historis yang optimal

Pada pengujian ini digunakan beberapa kombinasi antara jumlah inputan *series* data dan parameter evolusi pada ES sebagai berikut:

1. Ukuran populasi: 5 x Jumlah Variabel Objek, 10 x Jumlah Variabel Objek
2. Range *Mutation Step Size*: 0.1 - 0.3, 0.01 - 0.2
3. N-Series: 2 - 7

Tujuannya adalah untuk mencari kombinasi parameter yang menghasilkan fungsi prediksi yang paling optimal.

Untuk setiap kombinasi parameter dilakukan observasi sebanyak 30 kali dengan maksimum generasi yang digunakan untuk setiap observasi adalah 1000 generasi.

## 2) Pengujian pada proses prediksi data uji

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui akurasi ES dalam memprediksi tingkat inflasi satu bulan berikutnya berdasarkan data uji dan fungsi prediksi optimal yang dihasilkan pada proses pencarian pola historis yang optimal.

Akurasi prediksi disajikan dalam bentuk *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE).

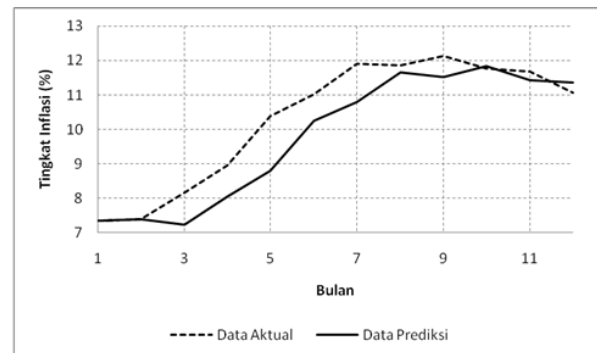
## III.2 Hasil Pengujian pada Proses Pencarian Pola Data Historis yang Optimal

Kombinasi parameter sangat berpengaruh terhadap proses evolusi untuk membangun fungsi prediksi yang optimal. Berdasarkan observasi dapat dilihat bahwa sangat sulit untuk menentukan kombinasi parameter terbaik karena tidak ada aturan yang pasti dan harus disesuaikan dengan pola data historis yang ada, sehingga harus dilakukan secara *trial-and-error*.

Adapun kombinasi parameter terbaik yang menghasilkan nilai rata-rata MAPE seleksi terkecil adalah jumlah data masukkan 2-*series*, ukuran populasi 10 X jumlah variabel objek, dan *range mutation step size* [0.1, 0.3], dengan nilai rata-rata MAPE seleksi 9.04 %.

## III.3 Hasil Pengujian pada Proses Prediksi Data Uji

Dengan  $0.082626 + 1.0586 X_1 - 0.092649 X_2$  didapatkan hasil prediksi data uji dengan MAPE 6.54%, minimum APE 0.56%, maksimum APE 15.12%, dan standar deviasi APE 4.88, seperti dapat dilihat pada Gambar 2.



**Gambar 2: Hasil Prediksi Data Uji**

Standar deviasi APE yang besar yaitu 4.88, menunjukkan bahwa data uji memiliki pola data yang sangat fluktuatif sehingga APE yang dihasilkan dari setiap prediksi data sangat beragam dan berbeda cukup besar. Minimum APE 0.56% yang didapatkan pada saat dilakukan prediksi data untuk bulan ke-10 menunjukkan bahwa fungsi yang dihasilkan ES akan akurat jika digunakan untuk memprediksi data dengan pola perbedaan nilai antara satu data dengan data yang lain tidak terlalu tajam, seperti pada pola data bulan 8 sampai 10. Maksimum APE 15.12% yang didapatkan pada saat dilakukan prediksi data untuk bulan ke-5 menunjukkan bahwa dalam kondisi dimana perbedaan nilai antara satu data dengan data yang lain sangat tajam seperti pada pola data bulan 3 sampai 5, fungsi akan menghasilkan akurasi yang buruk.

## IV. KESIMPULAN DAN SARAN

### IV.1 Kesimpulan

Dari hasil pengujian yang telah dilakukan dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Untuk menentukan kombinasi parameter terbaik harus dilakukan secara *trial-and-error* karena tidak ada aturan yang pasti dan dipengaruhi oleh pola data historis yang ada.
2. Akurasi prediksi yang dihasilkan oleh ES masih belum bisa dikatakan akurat karena MAPE yang

dihasilkan masih terlalu besar. Namun untuk pola data linear, ES bisa mendapatkan hasil prediksi yang akurat.

3. Untuk data dengan tingkat fluktuasi tinggi dan sulit diprediksi seperti data tingkat inflasi di Indonesia, penggunaan metode prediksi data *time series* dengan menggunakan ES kurang mampu untuk mengadaptasi pola data tersebut sehingga prediksi yang dihasilkan kurang optimal.

#### IV.1.1 Saran

Saran untuk pengembangan berikutnya antara lain:

1. Penggunaan model persamaan yang lebih beragam untuk membangun fungsi prediksi.
2. Mengubah kombinasi parameter serta jenis rekombinasi, jenis mutasi, dan mekanisme penggantian populasi yang digunakan.

Rosadi, Dedi, Dr., S.Si., M.Sc.. 2006. *Diktat Kuliah : Pengantar Analisa Runtun Waktu*. Diunduh pada: <http://dedirosadi.staff.ugm.ac.id/ARW/kuliah1.pdf>, 27 April 2009.

StatSoft. 2008. *Time Series Analysis*. Diunduh pada: <http://www.statsoft.com/textbook/sttimser.html>, 30 Maret 2009.

Suhartono, Dr., S.Si., M.Sc dan R. Mohamad Atok, S.Si., M.Si. 2007. *Analisis Time Series*. Slide presentasi. Diunduh pada: <http://oc.its.ac.id/ambilfile.php?idp=219>, 26 April 2009.

Suyanto, ST., MSc. 2008. *Evolutionary Computation : Komputasi Berbasis "Evolusi" dan "Genetika"*. Bandung : Informatika.

Wikipedia. *Inflasi*. Diunduh pada: <http://en.wikipedia.org/wiki/Inflasi>, 13 Maret 2009.

## REFERENSI

Bank Indonesia, 2009, *Data Inflasi*. Diunduh pada: <http://www.bi.go.id/web/id/Moneter/Inflasi/Data+Inflasi>, 13 Maret 2009.

Bank Indonesia. 2010, *Pengenalan Inflasi*. Diunduh pada: <http://www.bi.go.id/web/id/Moneter/Inflasi/Pengenalan+Inflasi>, 26 Januari 2010.

Beielstein, Thomas Bartz, 2009, *Experimental Analysis of Evolution Strategies - Overview and Comprehensive Introduction*. Diunduh pada: <http://ls11-www.cs.uni-dortmund.de/people/tom/158703.pdf>, 27 April 2009.

Bionik, 2009, *Evolution Strategies*. Diunduh pada: <http://www.bionik.tu-berlin.de/institut/xs2evost.html>, 26 April 2009.

Eiben, A.E. and J.E. Smith, 2009, *Introduction to Evolutionary Computing : Evolution Strategies*. Diunduh pada: [http://www.cs.vu.nl/~gusz/ecbook/slides/Evolution\\_strategies.ppt](http://www.cs.vu.nl/~gusz/ecbook/slides/Evolution_strategies.ppt), 30 Maret 2009.

NEO, 2009, *Evolution Strategies*. Diunduh pada : <http://neo.lcc.uma.es/CEA-web/ES.htm>, 26 April 2009.