

# Optimasi PSO Untuk Peramalan Harga Emas Secara Rentet Waktu

Iwan Fitriadi Mukhlis

Sekolah Tinggi Manajemen dan Informatika (STMIK) Indonesia Banjarmasin  
Jl. Pangeran Hidayatullah Banua Anyar Telp. (0511)4315530 – 4315531 Banjarmasin  
*e-mail*: rudy.ansari@gmail.com

## ABSTRACT

PSO is one of the best methods of AI techniques for optimization and parameter estimation . Emad et al , in the study presented a comparison between the five -based optimization algorithm AI recently , namely : GA , mathematics algorithm , particle swarm optimization , ant -colony systems , and shuffled frog . The comparison showed that the PSO is one that has algorithms that provide a solution with success rates and better quality . In this study the model rentet time PSO -based forecasting gold prices proposed using PSO algorithms for parameter estimation . Forecasting the price of gold , in terms of input , will be discussed with the use of time lags behind the price of gold as an input .

*Keywords : PSO algorithms, Forecasting, Price of gold*

## A. PENDAHULUAN

### 1. Latar Belakang

Kecenderungan naik turun harga emas di pasar adalah pertimbangan yang paling penting bagi investor emas, dan berfungsi sebagai dasar untuk menghitung keuntungan, sehingga banyak yang mencoba untuk meramalkan harga emas. Akurasi peramalan sebagai faktor utama dari pemilihan metode peramalan.

Peramalan itu sendiri adalah proses pembuatan proyeksi tentang kinerja masa depan berdasarkan data historis yang ada. Peramalan juga bisa diartikan sebagai sebuah alat bantu perkiraan yang akurat dalam pengambilan keputusan dan perencanaan untuk masa depan. Variabel peramalan melibatkan masyarakat sebagai modifikasi variabel saat ini dan yang akan datang, agar menghasilkan peramalan yang akurat sehingga menguntungkan bagi pengguna.

Investor asing biasanya berinvestasi pada emas setelah bermain di valuta asing, karena emas juga merupakan salah satu yang mempengaruhi stabilitas portfolio investasi di negara ini.

Para peneliti belakangan ini banyak menggunakan metode *artificial intelligence* sebagai metode untuk peramalan secara time series terutama di bidang peramalan keuangan. Teknik dasar *artificial intelligence* sekarang semakin berkembang seperti *neural network*, *fuzzy logic*, *genetic algorithm* dan *particle swarm optimization*. Metode – metode ini sudah banyak di aplikasikan oleh peneliti – peneliti seluruh dunia untuk

peramalan, alasan mereka karena akurasi, penalaran, fleksibilitas dan kemampuan penjelasan yang baik [1]. PSO adalah salah satu metode terbaik teknik AI untuk optimasi dan estimasi parameter. Emad et al, pada penelitian itu disajikan perbandingan antara lima optimasi AI berbasis algoritma baru-baru ini, yaitu: GA, *mathematics algorithm*, *particle swarm optimization*, *ant-colony system*, dan *shuffled frog*. Hasil perbandingan menunjukkan bahwa PSO adalah yang memiliki algoritma yang memberikan solusi dengan tingkat keberhasilan dan kualitas yang lebih baik.

Dalam penelitian ini model rentet waktu PSO-based untuk peramalan harga emas diusulkan menggunakan algoritma PSO untuk estimasi parameter. Peramalan harga emas, dalam hal input, akan dibahas dengan menggunakan waktu tertinggal dari harga emas sebagai masukan.

### 2. Perumusan masalah

Dari uraian tersebut dapat dirumuskan permasalahan yang ada yaitu membuat system aplikasi prediksi harga emas menggunakan metode *Neural Network Backpropagation* optimasi *Conjugate Gradient*.

### 3. Batasan Masalah

Agar ruang lingkup masalah yang akan dibahas tidak menjadi luas dan untuk mencapai sasaran dan tujuan

yang optimal, maka perlu dilakukan pembatasan masalah, yaitu sebagai berikut:

1. Data yang digunakan adalah data harga emas per hari..
2. Hasil-hasil dari penelitian ini tidak mempertimbangkan kejadian-kejadian luar biasa yang mungkin mempengaruhi hasil prediksi tersebut.
3. Hasil-hasil dari penelitian ini tidak mempertimbangkan pengaruh-pengaruh fundamental ekonomi yang terjadi.

## B. LANDASAN TEORI

### 1. Particle Swarm Optimization

*Particle swarm optimization*, disingkat sebagai PSO, didasarkan pada perilaku sebuah kawanan serangga, seperti semut, rayap, lebah atau burung. Algoritma PSO meniru perilaku sosial organisme ini. Perilaku sosial terdiri dari tindakan individu dan pengaruh dari individu-individu lain dalam suatu kelompok.

Kata partikel menunjukkan, misalnya, seekor burung dalam kawanan burung. Setiap individu atau partikel berperilaku secara terdistribusi dengan caramenggunakan kecerdasannya (*intelligence*) sendiri dan juga dipengaruhi perilaku kelompok kolektifnya. Dengan demikian, jika satu partikel atau seekor burung menemukan jalan yang tepat atau pendek menuju ke sumber makanan, sisa kelompok yang lain juga akan dapat segera mengikuti jalan tersebut meskipun lokasi mereka jauh di kelompok tersebut. Metode optimasi yang didasarkan pada swarm intelligence ini disebut algoritma behaviorally inspired sebagai alternatif dari algoritma genetika, yang sering disebut evolution-based procedures. Algoritma PSO ini awalnya diusulkan oleh J. Kennedy and R.C. Eberhart. Dalam konteks *optimasi multivariabel*, kawanan diasumsikan mempunyai ukuran tertentu atau tetap dengan setiap partikel posisi awalnya terletak di suatu lokasi yang acak dalam ruang multidimensi. Setiap partikel diasumsikan memiliki dua karakteristik: posisi dan kecepatan.

Setiap partikel bergerak dalam ruang/space tertentu dan mengingat posisi terbaik yang pernah dilalui atau ditemukan terhadap sumber makanan atau nilai fungsi objektif. Setiap partikel menyampaikan informasi atau posisi bagusnya kepada partikel yang lain dan menyesuaikan posisi dan kecepatan masing-masing berdasarkan informasi yang diterima mengenai posisi yang bagus tersebut. Sebagai contoh, misalnya perilaku burung-burung dalam kawanan burung. Meskipun setiap burung mempunyai keterbatasan dalam hal kecerdasan, biasanya ia akan mengikuti kebiasaan (rule) seperti berikut :

1. Seekor burung tidak berada terlalu dekat dengan burung yang lain

2. Burung tersebut akan mengarahkan terbangnya ke arah rata-rata keseluruhan burung

3. Akan memposisikan diri dengan rata-rata posisi burung yang lain dengan menjaga sehingga jarak antar burung dalam kawanan itu tidak terlalu jauh

Dengan demikian perilaku kawanan burung akan didasarkan pada kombinasi dari 3 faktor simpel berikut:

1. Kohesi - terbang bersama
2. Separasi - jangan terlalu dekat
3. Penyesuaian(alignment) - mengikuti arah bersama

Jadi PSO dikembangkan dengan berdasarkan pada model berikut:

1. Ketika seekor burung mendekati target atau makanan (atau bisa minimum atau maximum suatu fungsi tujuan) secara cepat mengirim informasi kepada burung-burung yang lain dalam kawanan tertentu
2. Burung yang lain akan mengikuti arah menuju ke makanan tetapi tidak secara langsung
3. Ada komponen yang tergantung pada pikiran setiap burung, yaitu memorinya tentang apa yang sudah dilewati pada waktu sebelumnya.

Model ini akan disimulasikan dalam ruang dengan dimensi tertentu dengan sejumlah iterasi sehingga di setiap iterasi, posisi partikel akan semakin mengarah ke target yang dituju (minimasi atau maksimasi fungsi).

Ini dilakukan hingga maksimum iterasi dicapai atau bisa juga digunakan kriteria penghentian yang lain.

### 2. Algoritma PSO

Misalkan kita mempunyai fungsi berikut

$$\min f(x)$$

$$\text{dimana } X(B) \leq X \leq X(A)$$

dimana X (B) adalah batas bawah dan X (A) adalah batas atas dari X .

Prosedur PSO dapat dijabarkan dengan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Asumsikan bahwa ukuran kelompok atau kawanan (jumlah partikel) adalah N .untuk mengurangi jumlah evaluasi fungsi yang diperlukan untuk menemukan solusi, sebaiknya ukuran N tidak terlalu besar, tetapi juga tidak terlalu kecil, agar ada banyak kemungkinan posisi menuju solusi terbaik atau optimal. Jika terlalu kecil, sedikit kemungkinan menemukan posisi partikel yang baik. Terlalu besar juga akan membuat perhitungan jadi panjang. Biasanya digunakan ukuran kawanan adalah 20 sampai 30 partikel.
2. Bangkitkan populasi awal X dengan rentang X (B) dan X (A) secara random sehingga didapat X1, X2, ..., XN . Setelah itu, untuk mudahnya, partikel j dengan kecepatan pada iterasi I dinotasi sebagai

$X_j(i)$  dan  $V_j(i)$  sehingga partikel-partikel awal ini akan menjadi  $X_1(0), X_2(0), \dots, X_N(0)$ . Vektor  $X_j(0)$ , ( $j = 1, 2, \dots, N$ ) disebut partikel atau vektor koordinat dari partikel. (seperti kromosom dalam algoritma genetika). Evaluasi nilai fungsi tujuan untuk setiap partikel dan nyatakan dengan:

$$f[X_1(0)], f[X_2(0), \dots, f[X_N(0)]$$

3. Hitung kecepatan dari semua partikel. Semua partikel bergerak menuju titik optimal dengan suatu kecepatan. Awalnya semua kecepatan dari partikel diasumsikan sama dengan nol. Set iterasi  $i = 1$ .

4. Pada iterasi ke- $i$ , temukan 2 parameter penting untuk setiap partikel  $j$  yaitu:

(a) Nilai terbaik sejauh ini dari  $X_j(i)$  (koordinat partikel  $j$  pada iterasi  $i$ ) dan nyatakan sebagai  $P_{best,j}$ , dengan nilai fungsi obyektif paling rendah (kasus minimasi),  $f[X_j(i)]$ , yang ditemui sebuah partikel  $j$  pada semua iterasi sebelumnya. Nilai terbaik untuk semua partikel  $X_j(i)$  yang ditemukan sampai iterasi ke- $i$ ,  $G_{best}$ , dengan nilai fungsi tujuan paling kecil/minimum diantara semua partikel untuk semua iterasi sebelumnya,  $f[X_j(i)]$ .

(b) Hitung kecepatan partikel  $j$  pada iterasi ke  $i$  dengan rumus sebagai berikut:

$$V_j(i) = V_j(i-1) + c1el [P_{best,j} - x_j(i-1) + c2r2[G_{best} - x_j(i-1)], j = 1, 2, \dots, N$$

dimana  $c1$  dan  $c2$  masing-masing adalah learning rates untuk kemampuan individu (cognitive) dan pengaruh sosial (group), dan  $r1$  dan  $r2$  bilangan random yang berdistribusi uniform dalam interval 0 dan 1. Jadi parameters  $c1$  dan  $c2$  menunjukkan bobot dari memory (position) sebuah partikel terhadap memory (posisi) dari kelompok (swarm). Nilai dari  $c1$  dan  $c2$  biasanya adalah 2 sehingga perkalian  $c1r1$  dan  $c2r2$  memastikan bahwa partikel-partikel akan mendekati target sekitar setengah selisihnya.

(c) Hitung posisi atau koordinat partikel  $j$  pada iterasi ke- $i$  dengan cara

$$X_j(i) = X_j(i-1) + V_j(i); j = 1, 2, \dots, N$$

Evaluasi nilai fungsi tujuan untuk setiap partikel dan nyatakan sebagai

$$f[X_1(i)], f[X_2(i)], \dots, f[X_N(i)]$$

5. Cek apakah solusi yang sekarang sudah konvergen. Jika posisi semua partikel menuju ke satu nilai yang sama, maka ini disebut konvergen. Jika belum konvergen maka langkah 4 diulang dengan memperbarui iterasi  $i = i + 1$ , dengan cara menghitung nilai baru dari  $P_{best,j}$  dan  $G_{best}$ . Proses iterasi ini dilanjutkan sampai semua partikel menuju ke satu titik solusi yang sama. Biasanya akan ditentukan dengan kriteria penghentian (stopping criteria), misalnya jumlah selisih solusi

sekarang dengan solusi sebelumnya sudah sangat kecil.

### 3. Transform data

Data sebelum di masukan ke Rapidminer di transform dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$x = 0.8 * (x^1 - a) / (b - a) + (0.1)$$

### 4. Parameter Evaluasi

Menurut Carlo Vercellis, ada dua alasan utama untuk mengukur akurasi prediksi model time series.

Pertama, pada tahap pengembangan dan identifikasi model, ukuran akurasi diperlukan untuk membandingkan model-model alternatif satu sama lain dan untuk menentukan nilai parameter yang muncul dalam ekspresi untuk fungsi prediksi  $F$ . Untuk mengidentifikasi model prediksi yang paling akurat, masing-masing model dianggap diterapkan pada data masa lalu, dan model dengan total error minimum dipilih.

Kedua, setelah model prediksi telah dikembangkan dan digunakan untuk menghasilkan prediksi untuk masa mendatang, perlu untuk secara berkala menilai keakuratan, untuk mendeteksi kelainan dan kekurangan dalam model yang mungkin timbul di lain waktu. Evaluasi keakuratan prediksi pada tahap ini membuat mungkin untuk menentukan apakah model masih akurat atau memerlukan suatu revisi. Untuk mengevaluasi akurasi dan peramalan kinerja model berbeda, penelitian ini mengadopsi tiga indeks evaluasi: *Percentage Error* (MAPE), *Mean Square Error* (MSE) atau *Root Mean Square Error* (RMSE) dan *Mean Absolute Deviation* (MAD). Formula untuk menghitung indeks ini diberikan di bawah ini:

#### Mean Absolute Percentage Error (MAPE)

*Mean Absolute Percentage Error* adalah nilai *absolute* dari persentase error data terhadap *mean*, atau dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$MAPE = \frac{\sum \frac{|Prediksi - Aktual|}{Aktual} \times 100}{n}$$

#### Mean Square Error (MSE)

*Mean Square Error* adalah penjumlahan kuadrat error atau selisih antara nilai sebenarnya (aktual) dan nilai prediksi, kemudian membagi jumlah tersebut dengan banyaknya waktu data peramalan, atau dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$MSE = \frac{\sum (Aktual - Prediksi)^2}{n}$$

#### Root Mean Square Error (RMSE)

*Root Mean Square Error* adalah penjumlahan kuadrat error atau selisih antara nilai sebenarnya (aktual) dan nilai prediksi, kemudian membagi jumlah

tersebut dengan banyaknya waktu data peramalan dan kemudian menarik akarnya, atau dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum(Aktual - Prediksi)^2}{n}}$$

**Mean Absolute Deviation (MAD)**

Mean Absolute Deviation adalah nilai absolut dari penyimpangan data terhadap mean, atau dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$MAD = \frac{\sum |Aktual - Prediksi|}{n}$$

**C. METODE PENELITIAN**

Penelitian ini dilakukan dengan metode eksperimen melalui tahapan-tahapan sebagai berikut:

1. Penentuan Masalah Penelitian  
Masalah penelitian ini adalah bagaimana menerapkan metode PSO dalam meramalkan harga emas?
2. Penentuan Pendekatan Komputasi  
Pendekatan komputasi yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah menggunakan metode PSO.
4. Evaluasi dan Validasi Hasil Penerapan  
Evaluasi dilakukan dengan mengamati hasil akurasi dari metode PSO dalam meramalkan harga emas.

**1. Metode Pengumpulan Data**

Data yang digunakan oleh peneliti dalam prediksi harga emas:

- a. Data Primer  
Adalah data yang diperoleh secara langsung dari sumber, yaitu diperoleh secara langsung dari web harga emas.
- b. Data Sekunder  
Selain data primer, peneliti juga menggunakan data sekunder yaitu data yang diperoleh secara tidak langsung, misalnya dari dokumentasi, literatur, buku, jurnal, dan informasi lainnya yang ada hubungannya dengan masalah yang diteliti.

**D. HASIL DAN PEMBAHASAN**

**1. Hasil eksperimen dan Pengujian Model**

Harga emas yang digunakan adalah arga emas dari 26 Nopember 2010 hingga 18 Januari 2011 sebagai studi kasus. Dengan menerapkan metode yang diusulkan, 35 percobaan pertama kali digunakan untuk merumuskan model dan lima pengamatan terakhir digunakan untuk mengevaluasi kinerja model.

Input pada peramalan harga emas ini adalah hari kebelakang dari target atau hari yang akan diramalkan emas sebagai masukan. Disini menggunakan 2 hari

tertinggal kebelakang harga emas sebagai variabel masukan atau input, sehingga diusulkan model *time series* berbasis PSO.

Tabel 1. Fitur terbaik hasil penerapan metode PSO

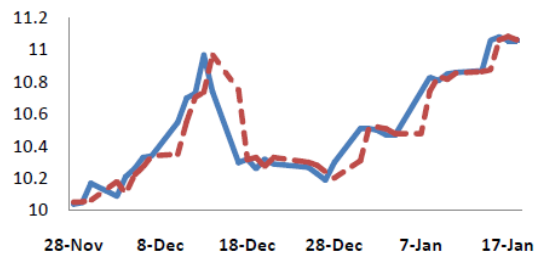
| Parameter       | Value   |
|-----------------|---|
| $C_1 = C_2$     | 2   |
| # of Particles  | 200   |
| # of Iterations | 150   |
| # of Parameters | 3   |
| Weight Function | $w^k = (0.95)^k$  |
| Cost Function   | $\text{Min } f(x) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n  E_{\text{actual}} - E_{\text{forecasted}} $ |

**2. Evaluasi dan Validasi Hasil**

Pada penelitian ini menggunakan MATLAB untuk studi kasus metode PSO *time series* yang diusulkan.

Tabel 2 Hasil prediksi dan data aktual menggunakan metode PSO

| Tanggal | Aktual | Prediksi   | Error    |
|---------|--------|------------|----------|
| 14-Jan  | 10.87  | 10.8656563 | 0.004344 |
| 15-Jan  | 11.06  | 10.8755589 | 0.184441 |
| 16-Jan  | 11.08  | 11.0612369 | 0.018763 |
| 17-Jan  | 11.06  | 11.0833762 | 0.023376 |
| 18-Jan  | 11.06  | 11.0641202 | 0.00412  |



Data aktual ———  
Data prediksi - - - - -

Gambar 1 Hasil peramalan model yang diusulkan

**E. PENUTUP**

**Kesimpulan**

Penelitian ini mengusulkan model *time series* berbasis PSO untuk peramalan harga emas yang menggunakan algoritma PSO untuk estimasi parameter. Evaluasi kemampuan model yang diusulkan dengan mengaplikasikannya pada pengamatan harian harga emas dan membandingkan hasil dengan metode

sebelumnya.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa model yang diusulkan mampu mengatasi dengan fluktuasi harga emas time series dan juga menghasilkan akurasi prediksi yang baik dan mengungguli lainnya model yang ada di literatur. Sehingga dapat dianggap sebagai alat yang cocok untuk masalah peramalan keuangan.

#### **DAFTAR PUSTAKA**

- [1] Metaxiotis K, Kagiannas A, Askounis D, and Psarras J, "Artificial intelligence in short term electric load forecasting:a," in *Energy Conversion and Management*, vol. 44, 2003, pp. 1525–1534.
- [2] Lotfi Asker Zadeh, "Fuzzy Sets," *Information and Control*, vol. 8, pp. 338-353, 1965.
- [3] M. Hellmann, *Fuzzy Logic Introduction*, 2001.
- [4] Frans Susilo, *Himpunan dan Logika Kabur serta Aplikasinya*. Yogyakarta, D.I. Yogyakarta, Indonesia: Graha Ilmu, 2006.
- [5] Chris Brenton, *Mastering Network Security*. Sybex, San Fransisco, 1999.
- [6] Kusumadewi Sri and Hartati Sri, *Neuro-Fuzzy: Integrasi Sistem Fuzzy Dan Jaringan Syaraf*, 2nd ed.: Graha Ilmu, 2010.