

SKRIPSI

**KOMBINASI METODE *HIGH-ORDER FUZZY TIME SERIES* DENGAN
ALGORITMA *FIREFLY* PADA PERAMALAN DATA IHSG**

*FORECASTING IHSG BASED ON HIGH-ORDER FUZZY TIME SERIES AND
FIREFLY CLUSTERING ALGORITHM*



Disusun oleh :

MUHAMMAD HABIBUR RAHMAN

24010117120011

**DEPARTEMEN MATEMATIKA
FAKULTAS SAINS DAN MATEMATIKA
UNIVERSITAS DIPONEGORO
SEMARANG**

2021

SKRIPSI

**KOMBINASI METODE *HIGH-ORDER FUZZY TIME SERIES* DENGAN
ALGORITMA *FIREFLY* PADA PERAMALAN DATA IHSG**

*FORECASTING IHSG BASED ON HIGH-ORDER FUZZY TIME SERIES AND
FIREFLY CLUSTERING ALGORITHM*



Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh derajat
Sarjana Matematika (S.Mat)

Disusun oleh :

MUHAMMAD HABIBUR RAHMAN

24010117120011

**DEPARTEMEN MATEMATIKA
FAKULTAS SAINS DAN MATEMATIKA
UNIVERSITAS DIPONEGORO
SEMARANG**

2021

HALAMAN PENGESAHAN

SKRIPSI

**KOMBINASI METODE *HIGH-ORDER FUZZY TIME SERIES* DENGAN
ALGORITMA *FIREFLY* PADA PERAMALAN DATA IHSG**

Telah dipersiapkan dan disusun oleh:

MUHAMMAD HABIBUR RAHMAN
24010117120011

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji
pada tanggal 6 Agustus 2021

Susunan Tim Penguji

Pembimbing II/Penguji,



Ratna Herdiana, M.Sc., Ph.D.
NIP. H.7 196411242019092001

Penguji,



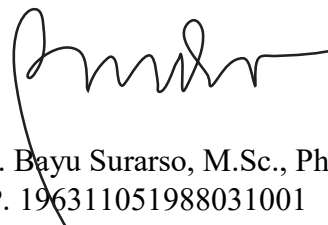
Bambang Irawanto, S.Si., M.Si.
NIP. 196707291994031001

Mengetahui,

Ketua Departemen Matematika,

Dr. Susilo Haryanto, S.Si., M.Si.
NIP. 197410142000121001

Pembimbing I/Penguji,



Drs. Bayu Surarso, M.Sc., Ph.D.
NIP. 196311051988031001

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa Skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu Perguruan Tinggi, dan sepanjang sepengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Semarang, Juni 2021

Muhammad Habibur Rahman

Kupersembahkan karya ini untuk:

Bapak dan Ibu

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas limpahan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan Skripsi yang berjudul “Kombinasi Metode *High-Order Fuzzy Time Series* dengan Algoritma *Firefly* pada Peramalan Data IHSG”. Skripsi ini disusun sebagai syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata Satu (S1) pada Departemen Matematika, Fakultas Sains dan Matematika, Universitas Diponegoro, Semarang.

Dalam penulisan Skripsi ini penulis menyadari adanya dukungan dan bantuan dari berbagai pihak, maka penulis tidak lupa menyampaikan rasa hormat dan terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. Susilo Hariyanto, S.Si., M.Si. selaku Ketua Departemen Matematika Fakultas Sains dan Matematika Universitas Diponegoro.
2. Bapak Drs. Bayu Surarso, M.Sc., Ph.D. selaku dosen pembimbing I sekaligus dosen wali yang telah bersedia meluangkan waktu dan memberikan bimbingan serta pengarahan dalam penyusunan Skripsi.
3. Ibu Ratna Herdiana, M.Sc, Ph.D. selaku dosen pembimbing II yang turut serta memberikan bimbingan serta pengarahan dalam penyusunan Skripsi.
4. Semua pihak terkait yang secara langsung maupun tidak langsung membantu dalam penulisan Skripsi ini.

Penulis sangat mengharapkan kritik dan saran agar dapat menghasilkan tulisan yang lebih baik lagi. Penulis juga berharap semoga tulisan ini dapat bermanfaat bagi semua pihak.

Semarang, Juni 2021

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
PERNYATAAN.....	iii
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR TABEL.....	viii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR ARTI LAMBANG DAN SINGKATAN	x
DAFTAR LAMPIRAN.....	xii
ABSTRAK	xiii
ABSTRACT	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Permasalahan	3
1.3 Pembatasan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
1.6 Metodologi Penelitian.....	4
1.7 Sistematika Penulisan	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Metode Peramalan	6
2.2 Konsep Peramalan Runtun Waktu.....	7

2.3	Himpunan <i>Fuzzy</i>	9
2.4	<i>Clustering</i>	12
2.5	Tingkat akurasi peramalan.....	14
BAB III PEMBAHASAN		16
3.1	Konsep Fuzzy Time Series	16
3.2	Algoritma peramalan fuzzy time series	18
3.3	High-Order Fuzzy Time Series.....	24
3.4	Algoritma <i>Firefly</i>	30
3.5	Modifikasi Interval Partisi Algoritma High-Order Fuzzy Time Series Menggunakan Algoritma <i>Firefly</i>	34
3.6	Peramalan Data IHSG.....	37
BAB IV PENUTUP		44
DAFTAR PUSTAKA		46
LAMPIRAN.....		48

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 <i>Clustering</i> dengan jarak Euclidean	14
Tabel 3.1 Contoh fuzzifikasi, FLR, serta FLRG	18
Tabel 3.2 Data Indeks Harga Saham Gabungan Tahun 2012	22
Tabel 3.3 Fuzzifikasi, FLR, dan FLRG data IHSG tahun 2012.....	23
Tabel 3.4 Hasil peramalan data IHSG tahun 2012.....	24
Tabel 3.5 Fuzzifikasi, FLR, dan FLRG data IHSG tahun 2012.....	29
Tabel 3.6 Hasil peramalan model order 2 data IHSG tahun 2012	29
Tabel 3.7 Perbandingan tahapan algoritma metode peramalan <i>High-Order</i> dan <i>Firefly High-Order</i>	34
Tabel 3.8 Interval <i>cluster</i> beserta nilai tengahnya	39
Tabel 3.9 Perbandingan nilai RMSE.....	43
Tabel 3.10 Perbandingan nilai MAPE	43

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 [14] Contoh Pola Data Tren	8
Gambar 2.2 [14] Contoh Pola Data Siklis.....	8
Gambar 2.3 [14] Contoh Pola Data Musiman.....	9
Gambar 2.4 Fungsi keanggotaan segitiga $(x;1,5,7)$	12
Gambar 3.1 Diagram alir algoritma <i>Chen Fuzzy Time Series</i>	21
Gambar 3.2 Diagram alir algoritma <i>High-Order Fuzzy Time Series</i>	28
Gambar 3.3 <i>Pseudocode</i> algoritma <i>firefly</i>	32
Gambar 3.4 Diagram alir algoritma <i>firefly</i>	33
Gambar 3.5 Diagram alir algoritma <i>firefly</i> pada tahap <i>clustering</i>	35
Gambar 3.6 <i>Pseudocode</i> algoritma peramalan <i>firefly high-order</i>	36
Gambar 3.7 Diagram alir algoritma peramalan <i>firefly high-order</i>	37
Gambar 3.8 Grafik data IHSG bulan Juni 2011 – Mei 2021	38
Gambar 3.9 Grafik perbandingan hasil peramalan dengan $n = 10$ <i>cluster</i>	40
Gambar 3.10 Grafik perbandingan hasil peramalan dengan $n = 25$ <i>cluster</i>	41
Gambar 3.11 Grafik perbandingan hasil peramalan dengan $n = 50$ <i>cluster</i>	42
Gambar 3.12 Grafik perbandingan hasil peramalan dengan $n = 100$ <i>cluster</i>	42

DAFTAR ARTI LAMBANG DAN SINGKATAN

A	: himpunan <i>fuzzy</i> A
X	: himpunan semesta X
f_A	: fungsi karakteristik pada himpunan A
d	: jarak Euclidean
C_i	: <i>cluster</i> ke- i
c_i	: pusat <i>cluster</i> C_i
x_i	: data ke- i
n	: banyak data
$F(t)$: <i>fuzzy time series</i>
$R(t, t-1)$: relasi <i>fuzzy</i> antara $F(t)$ dan $F(t-1)$
\circ	: operator <i>fuzzy time series</i>
U	: semesta pembicaraan
u_i	: interval <i>cluster</i> ke- i
m_i	: nilai tengah interval u_i
A_i	: fuzzifikasi data ke- i
x_i	: posisi awal kunang-kunang yang berada di lokasi i
x_j	: posisi akhir kunang-kunang yang berada di lokasi j
β	: nilai keaktratifan awal pada kunang-kunang
γ	: tingkat penyerapan cahaya di sekitar kunang-kunang
r_{ij}	: jarak antara kunang-kunang i dan j
α	: koefisien random yang nilainya di dalam interval $[0,1]$
ϵ	: pergerakan random dari kunang-kunang
FLR	: <i>Fuzzy Logical Relationship</i>
FLRG	: <i>Fuzzy Logical Relationship Group</i>

RMSE : *Root Mean Squared Error*
MAPE : *Mean Absolute Percentage Error*
FF : algoritma *firefly*
HO : algoritma *high-order fuzzy time series*
FFHO : algoritma *firefly high-order fuzzy time series*

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1.	Data Bulanan IHSG Bulan Juni 2011 – Mei 2021	48
Lampiran 2.	Hasil Peramalan Menggunakan 10 <i>cluster</i>	49
Lampiran 3.	Hasil Peramalan Menggunakan 25 <i>cluster</i>	53
Lampiran 4.	Hasil Peramalan Menggunakan 50 <i>cluster</i>	57
Lampiran 5.	Hasil Peramalan Menggunakan 100 <i>cluster</i>	61
Lampiran 6.	Sintaks Matlab Metode <i>FFHO Fuzzy Time Series</i>	65
Lampiran 7.	Sintaks Matlab m-file ORDER2 pada Metode <i>FFHO Fuzzy Time Series</i>	67

ABSTRAK

KOMBINASI METODE *HIGH-ORDER FUZZY TIME SERIES* DENGAN ALGORITMA *FIREFLY* PADA PERAMALAN DATA IHSG

Oleh

Muhammad Habibur Rahman

24010117120011

Pengembangan metode peramalan banyak dilakukan oleh beberapa peneliti dengan tujuan untuk mendapatkan hasil peramalan yang lebih baik. Beberapa penelitian yang ada menggunakan model order pertama dalam melakukan peramalan. Hal ini memberikan hasil yang kurang baik. Panjang interval *cluster* juga menjadi faktor yang menentukan tingkat akurasi dari hasil peramalan. Skripsi ini mempelajari modifikasi algoritma *high-order fuzzy time series* yang menggunakan model order ke-*n* dengan algoritma *firefly* yang diterapkan pada tahap *clustering*. Algoritma *firefly* membentuk *cluster* dengan panjang interval yang dinamis sehingga cocok digunakan untuk data dengan tingkat variasi yang tinggi. Indeks harga saham merupakan salah satu kasus yang umum digunakan untuk menguji algoritma peramalan yang diusulkan. Algoritma tersebut diterapkan pada data Indeks Harga Saham Gabungan (IHSG). Nilai MAPE terbaik yang didapatkan yaitu 0.1610%.

Kata kunci: *Fuzzy Time Series, High-Order Fuzzy Time Series, Algoritma Firefly,*

ABSTRACT

FORECASTING JAKARTA COMPOSITE INDEX (IHSG) BASED ON HIGH-ORDER FUZZY TIME SERIES AND FIREFLY CLUSTERING ALGORITHM

By

Muhammad Habibur Rahman

24010117120011

The development of forecasting methods has been carried out by several researchers with the aim of getting better forecasting results. Several existing methods use the first-order model to deal with forecasting problems which the forecasting results are not good enough. The length of intervals is also a factor that determines the level of accuracy of the forecasting results. This paper studies a modification of the high-order fuzzy time series algorithm that use the n th-order model with the firefly algorithm which is applied for clustering. The firefly algorithm generates dynamic length of intervals so that it is suitable for data with a high level of variation. The stock price index is one of the cases that is commonly used to test the proposed forecasting algorithm. The algorithm is applied to the Jakarta Composite Index (JCI). The best MAPE value obtained is 0.1610%.

Keywords: Fuzzy Time Series, High-Order Fuzzy Time Series, Firefly Algorithm