

SKRIPSI

Metode Peramalan *Fuzzy Time Series – Markov Chain* dengan Optimasi Interval Menggunakan Algoritma *Fuzzy Subtractive Clustering (FSC)*

Fuzzy Time Series-Markov Chain Forecasting Method with Interval Optimization Using Fuzzy Subtractive Clustering Algorithm



Noor Rahmah

24010116120009

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

2020

SKRIPSI

Metode Peramalan *Fuzzy Time Series – Markov Chain* dengan Optimasi Interval Menggunakan Algoritma *Fuzzy Subtractive Clustering (FSC)*

Fuzzy Time Series-Markov Chain Forecasting Method with Interval Optimization Using Fuzzy Subtractive Clustering Algorithm

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



Noor Rahmah

24010116120009

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

2020

HALAMAN PENGESAHAN
SKRIPSI

Metode Peramalan *Fuzzy Time Series – Markov Chain* dengan Optimasi Interval Menggunakan Algoritma *Fuzzy Subtractive Clustering (FSC)*

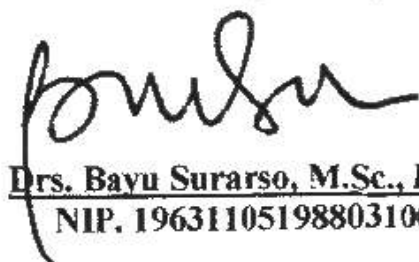
Telah dipersiapkan dan disusun oleh

Noor Rahmah
24010116120009

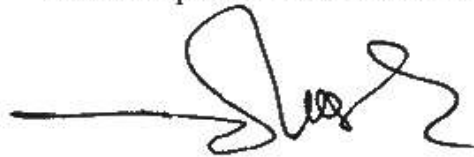
Telah dipertahankan di depan Tim Penguji
pada tanggal 05 Agustus 2020

Susunan Tim Penguji

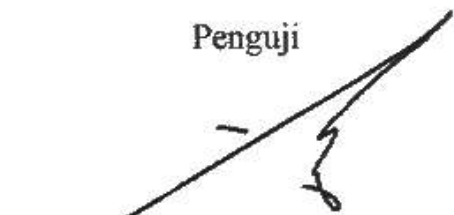
Pembimbing II/ Penguji


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


Mengetahui,
Ketua Departemen Matematika,


Dr. Susilo Haryanto, M.Si
NIP. 1997410142000121001

Penguji


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

Pembimbing I/ Penguji


Farikhin, S.Si, M.Si, Ph.D.
NIP. 197312202000121001

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa Skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu Perguruan Tinggi, dan sepanjang pengetahuan 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, 23 Juli 2020

Noor Rahmah

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Allah SWT yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang atas segala rahmat dan karunianya sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan Tugas Akhir yang berjudul “Metode Peramalan *Fuzzy Time Series – Markov Chain* dengan Optimasi Interval Menggunakan Algoritma *Fuzzy Subtractive Clustering* (FSC)”. Tugas akhir ini disusun sebagai syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata Satu (S1) pada Departemen Matematika, Fakultas Sains dan Matematika, Universitas Diponegoro, Semarang.

Pada penyusunan Tugas Akhir ini banyak pihak yang telah membantu, maka tidak lupa penulis menyampaikan rasa hormat dan terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. Susilo Haryanto, M.Si selaku Ketua Departemen Matematika Fakultas Sains dan Matematika UNDIP
2. Bapak Farikhin, S. Si., M. Si., Ph.D. selaku dosen pembimbing I yang telah meluangkan waktu memberikan bimbingan dan pengarahan dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
3. Bapak Drs. Bayu Surarso, M.Sc., Ph.D. selaku dosen pembimbing II yang telah meluangkan waktu memberikan bimbingan dan pengarahan dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
4. Bapak Bambang Irawanto, S.Si., M.Si. selaku dosen penguji yang telah meluangkan waktu dalam ujian Skripsi
5. Semua pihak yang ikut membantu hingga selesainya penyusunan Tugas Akhir ini, yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu. Semoga Allah SWT membalas segala kebaikan yang telah diberikan.

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL LUAR.....	i
HALAMAN JUDUL.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
PERNYATAAN	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR ARTI LAMBANG.....	viii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
ABSTRAK.....	xiv
ABSTRACT	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Permasalahan.....	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
1.5 Batasan Masalah.....	4
1.6 Metodologi Penulisan	4
1.7 Sistematika Penulisan	5
BAB II DASAR TEORI	6
2.1 Saham.....	6
2.2 Metode Peramalan.....	6
2.3 Teori Himpunan Fuzzy	11
2.4 <i>Fuzzy Time Series</i>	21
2.5 <i>Markov Chain</i>	23
2.6 <i>Fuzzy Clustering</i>	24

BAB III PEMBAHASAN.....	27
3.1 <i>Fuzzy Time Series-Markov Chain</i>	27
3.2 <i>Fuzzy Subtractive Clustering (FSC)</i>	43
3.3 Metode Peramalan <i>Fuzzy Time Series-Markov Chain</i> berdasarkan <i>Fuzzy Subtractive Clustering</i>	63
BAB IV KESIMPULAN	70
DAFTAR PUSTAKA	71
LAMPIRAN	76

DAFTAR ARTI LAMBANG

Y_t	: Nilai Aktual pada Periode t
F_t	: Nilai Ramalan pada Periode t
$\mu_A(x)$: Derajat Keanggotaan x pada Himpunan A
A	: Himpunan Fuzzy A
α	: Nilai Keanggotaan Nol
γ_S	: Nilai Keanggotaan Lengkap pada Kurva-S
β	: Titik Inflasi atau <i>Crossover</i>
γ	: Pusat Kurva
β_{PI}	: Lebar Kurva PI
β_{BETA}	: Setengah Lebar Kurva Beta
k	: Lebar Kurva Gauss
\cap	: Irisan
\cup	: Gabungan
A^c	: Komplemen dari A
$Y(t)$: Himpunan Bagian dari Himpunan Bilangan Real
$F(t)$: <i>Fuzzy Time Series</i> dari $Y(t)$
u_i	: Interval ke- i
P_{ij}	: Probabilitas Transisi dari <i>State</i> x_i Dan x_j Satu Langkah
$PC(c)$: <i>Partition Coefficient</i>
$CE(c)$: <i>Classification Entropy</i>
μ_{ik}	: Derajat Keanggotaan Objek ke- k dengan Pusat Kelompok ke- i

U	: Semesta Pembicaraan
$R(t - 1, t)$: Relasi Fuzzy antara t dan $t - 1$
M_{ij}	: Jumlah Transisi dari <i>State</i> i ke j Satu Langkah
M_i	: Jumlah Data yang Termasuk Dalam <i>State</i> i
P	: Matriks Transisi
D_{min}	: Minimal Data
D_{max}	: Maksimal Data
D_t	: Nilai Penyesuaian Hasil Ramalan ke- t
ℓ	: Panjang Sub Interval
s	: Banyak Transisi ke Depan
v	: Banyak Transisi ke Belakang
D_i	: Densitas atau Potensi Data ke- i
D'_i	: Densitas atau Potensi yang akan di kurangi untuk Data ke- i
C	: Pusat Cluster
r	: <i>Influence Range</i> atau Jari-jari
X_{c1}	: Titik yang Terpilih sebagai Pusat Cluster
q	: <i>Squash Factor</i>
r_b	: Konstanta Positif dimana <i>Squash Factor</i> di kali Nilai Jari-jari
T_j	: Titik yang akan di Uji Potensi nya pada Semua Titik
D_{kj}	: Hasil Pengurangan Titik yang di Uji Potensi nya dengan Titik Lain
M	: Potensi Tertinggi Awal Iterasi

V_j	: Potensi Calon Pusat Cluster $-j$
Z	: Potensi Tertinggi Titik pada Suatu Iterasi
Md	: Jarak Terdekat Calon Pusat Cluster dengan Pusat Cluster yang Ada
G_{ij}	: Jarak Calon Pusat Cluster dengan Pusat Cluster yang ada
Sd_i	: Jumlah Jarak Calon Pusat Cluster Dikuadratkan
Smd	: Jarak Calon Pusat Cluster dengan Pusat Cluster
S_{ij}	: Hasil Pengurangan Potensi tiap Titik
σ_j	: Sigma Cluster ke- j
$cluster\ u_k$: Batas Atas Interval k
$cluster\ l_k$: Batas Bawah Interval k

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Contoh Data Deret Berkala	8
Tabel 2.2 Kategori Nilai AFER	11
Tabel 3.1 Derajat Keanggotaan Segitiga setiap Data	29
Tabel 3.2 Data Harga Saham Mingguan PT Waskita Karya Tbk.	35
Tabel 3.3 Partisi Interval U	35
Tabel 3.4 Fuzzifikasi Data Historis dan Nilai Keanggotaan Fuzzy	36
Tabel 3.5 <i>Fuzzy Logical Relationship</i>	37
Tabel 3.6 <i>Fuzzy Logical Relationship Group</i>	37
Tabel 3.7 Hasil Peramalan Awal	39
Tabel 3.8 Nilai Penyesuaian Kecenderungan Hasil Peramalan.....	41
Tabel 3.9 Hasil Peramalan Akhir	42
Tabel 3.10 Data Toko Kelontong	50
Tabel 3.11 Hasil Normalisasi Data	51
Tabel 3.12 Nilai DS_i	52
Tabel 3.13 Potensi Awal (D).....	53
Tabel 3.14 Nilai ST_i	54
Tabel 3.15 Nilai DC_i	55
Tabel 3.16 Potensi Baru Iterasi 2	56
Tabel 3.17 Potensi Baru Iterasi 3	57
Tabel 3.18 Potensi Baru yang Telah Disesuaikan	58
Tabel 3.19 Potensi Baru Iterasi 4	59
Tabel 3.20 Potensi Baru yang Telah Disesuaikan.....	60
Tabel 3.21 Derajat Keanggotaan Data	62
Tabel 3.22 Banyak Pusat <i>Cluster</i> Optimal	66
Tabel 3.23 Hasil Ramalan Harga Saham PT Waskita Karya Tbk.....	67

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Pola Data Horisontal.....	9
Gambar 2.2 Pola Data Musiman	9
Gambar 2.3 Pola Data Siklis.....	10
Gambar 2.4 Pola Data Trend	10
Gambar 2.5 Himpunan Kurus, Normal dan <i>Overweight</i>	13
Gambar 2.6 Himpunan Fuzzy untuk Variabel IMT	14
Gambar 2.7 Representasi Linier Naik dan Turun.....	15
Gambar 2.8 Representasi Kurva Segitiga	16
Gambar 2.9 Representasi Kurva Trapesium	16
Gambar 2.10 Representasi Kurva Bentuk Bahu	17
Gambar 2.11 Representasi Kurva S	18
Gambar 2.12 Representasi Kurva Bentuk Lonceng PI	19
Gambar 2.13 Representasi Kurva Bentuk Lonceng BETA	20
Gambar 2.14 Representasi Kurva Bentuk Lonceng GAUSS	20
Gambar 3.1 Fungsi Keanggotaan Segitiga A_t	28
Gambar 3.2 Flowchart Algoritma <i>Fuzzy Time Series-Markov Chain</i>	33
Gambar 3.3 Diagram Transisi	38
Gambar 3.4 Rasio, <i>Accept Rasio</i> dan <i>Reject Rasio</i>	45
Gambar 3.5 Flowchart <i>Fuzzy Subtractive Clustering</i>	46
Gambar 3.6 Flowchart Algoritma <i>Fuzzy Time Series-Markov Chain</i> dengan <i>Fuzzy Subtractive Clustering</i>	64
Gambar 3.7 Harga Aktual Penutupan Saham dan Harga Peramalan	67
Gambar 3.8 Harga Aktual Pembukaan Saham dan Harga Peramalan	68
Gambar 3.9 Harga Aktual Saham Tertinggi dan Harga Peramalan	68

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Data harga penutupan, pembukaan dan saham tertinggi harian PT Waskita Karya Tbk. bulan desember tahun 2015-2019.....	77
Lampiran 2 <i>Script</i> MATLAB R2017b untuk menghitung <i>validitas clustering</i> harga saham	81
Lampiran 3 Nilai PC untuk setiap jari-jari pada masing-masing saham.	82
Lampiran 4 <i>Script</i> MATLAB R2017b Algoritma <i>Fuzzy Time Series – Markov Chain</i> berdasarkan <i>Fuzzy Subtractive Clustering</i>	84
Lampiran 5 Hasil Peramalan Harga Saham berdasarkan <i>Fuzzy Time Series – Markov Chain</i> berdasarkan <i>Fuzzy Subtractive Clustering</i>	89

ABSTRAK

METODE PERAMALAN *FUZZY TIME SERIES* – *MARKOV CHAIN* DENGAN OPTIMASI INTERVAL MENGGUNAKAN ALGORITMA *FUZZY SUBSTRUCTIVE CLUSTERING* (FSC)

Oleh

Noor Rahmah

24010116120009

Fuzzy time series-markov chain merupakan metode peramalan dimana nilai-nilainya di presentasikan dengan himpunan fuzzy yang kemudian di modifikasi dengan *markov-chain*. Peramalan dengan metode ini menggunakan partisi semesta pembicaraan untuk membentuk himpunan fuzzy, karena banyak partisi interval dapat mempengaruhi akurasi peramalan maka semesta pembicaraan di partisi menggunakan *fuzzy subtractive clustering* yang merupakan algoritma pengelompokan tidak terawasi. Solusi dari metode ini diperoleh dengan melakukan fuzzifikasi data historis ke dalam himpunan fuzzy yang dibentuk berdasarkan partisi interval, menentukan relasi fuzzy serta membentuk grup relasi fuzzy berdasarkan *current state* yang sama. Selanjutnya dihitung hasil peramalan berdasarkan matriks transisi dan menghitung nilai penyesuaian sehingga diperoleh hasil peramalan akhir. Dari hasil perhitungan pada harga saham diperoleh banyak interval optimal 64, 74 dan 76 untuk masing-masing harga penutupan, harga pembukaan dan harga saham tertinggi dimana hasil peramalan yang diperoleh untuk periode selanjutnya adalah Rp.1485, Rp.1505,625, Rp.1520. Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan, dapat diketahui bahwa metode *fuzzy time series - markov chain* dan algoritma *fuzzy subtractive clustering* memberikan akurasi ramalan yang sangat baik berdasarkan nilai AFER yakni 2,1506%, 2,9296%, 1,9804% dan MSE yakni 31,183, 50,605, 37,720.

Kata Kunci : Peramalan, *Fuzzy Time Series-Markov Chain*, *Fuzzy Subtractive Clustering*.

ABSTRACT

FUZZY TIME SERIES-MARKOV CHAIN FORECASTING METHOD WITH INTERVAL OPTIMIZATION USING FUZZY SUBSTRUCTIVE CLUSTERING ALGORITHM

by

Noor Rahmah

24010116120009

Fuzzy time series - markov chain is a forecasting method in which values are presented with fuzzy sets modified with markov chains. Forecasting with this method uses the partition of the universe of discourse to form a fuzzy set, because many interval partitions can affect the accuracy of forecasting, the universe of discourse partitioned using fuzzy subtractive clustering (FSC, which is an unsupervised grouping algorithm. One of the problems that can be solved by this method is stock price forecasting, where each stock will be fuzzified into a fuzzy set which is formed based on interval partitions, determine fuzzy relations and form fuzzy relations groups based on the same current state. Next, the forecasting results be calculated based on the transition matrix and calculate the adjustment value so that the final forecasting results are obtained. From the calculation results on the stock prince, it is found that the optimal intervals are 64, 74 and 76 for each closing price, opening price and highest stock price where forecast results obtained for next period based on the average forecast value were Rp. 1485, Rp.1505,625, and Rp.1520. Based on the result of the tests carried out, it can be seen that the fuzzy time series - markov chain method and the fuzzy subtractive clustering algorithm provide excellent prediction accuracy based on the AFER value of 2,1506%, 2,9296%, 1,9804% and MSE of 31,183, 50,605, 37,720.

Keywords : *Forecasting, Fuzzy Time Series- Markov Chain, Fuzzy Subtractive Clustering.*