UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Optimasi Model Peramalan Fuzzy Time Series dengan Integrasi Fuzzy Clustering, Prinsip Justifiable Granularity, dan Particle Swarm Optimization (Studi Kasus Harga Penutupan Saham Sektor Energi)
Syeikha Kirana Dewi, Prof. Dr. Abdurakhman, S.Si., M.Si.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL . . . . . **i**
HALAMAN PENGESAHAN . . . . . **ii**
HALAMAN PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI . . . . . **iii**
HALAMAN PERSEMBAHAN . . . . . **iv**
HALAMAN MOTTO . . . . . **v**
PRAKATA . . . . . **vi**
DAFTAR ISI . . . . . **ix**
DAFTAR TABEL . . . . . **xiii**
DAFTAR GAMBAR . . . . . **xvi**
INTISARI . . . . . **xvii**
ABSTRACT . . . . . **xviii**
I PENDAHULUAN **1**
1.1. Latar Belakang 1
1.2. Rumusan Masalah 7
1.3. Pembatasan Masalah 7
1.4. Tujuan dan Manfaat Penelitian 8
1.5. Tinjauan Pustaka 9
1.6. Metodologi Penelitian 12
1.7. Sistematika Penulisan 13
II LANDASAN TEORI **15**
2.1. Data Runtun Waktu 15
2.1.1. Definisi Data Runtun Waktu 15
2.1.2. Klasifikasi Data Runtun Waktu 15
2.1.3. Pola Data Runtun Waktu 17
2.2. Peramalan 18
2.3. Teori Himpunan *Fuzzy* 19
2.3.1. Himpunan *Fuzzy* 20
2.3.2. Fungsi Keanggotaan *Fuzzy* 20
2.3.3. Bilangan *Fuzzy* 23
2.3.4. Logika *Fuzzy* 23
2.3.5. Relasi *Fuzzy* 24
2.4. Model Peramalan *Fuzzy Time Series* 24
2.4.1. *Fuzzy Time Series* (FTS) 25

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Optimasi Model Peramalan Fuzzy Time Series dengan Integrasi Fuzzy Clustering, Prinsip Justifiable Granularity, dan Particle Swarm Optimization (Studi Kasus Harga Penutupan Saham Sektor Energi)
Syeikha Kirana Dewi, Prof. Dr. Abdurakhman, S.Si., M.Si.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

2.4.2. Orde *Fuzzy Time Series* (FTS) . . . 27
2.4.3. *Universe of Discourse* . . . 28
2.4.4. Pembentukan Interval *Fuzzy* . . . 28
2.4.5. Proses Fuzzifikasi . . . 30
2.4.6. *Fuzzy Logical Relationship* (FLR) . . . 31
2.4.7. Proses Peramalan . . . 32
2.4.8. Proses Defuzzifikasi . . . 32
2.5. Granula Informasi . . . 33
2.5.1. Konsep Dasar Granula Informasi . . . 33
2.5.2. *Coverage* dan *Specificity* . . . 33
2.6. *Particle Swarm Optimization* (PSO) . . . 35
2.6.1. Konsep Dasar *Particle Swarm Optimization* . . . 35
2.6.2. Inisialisasi Parameter . . . 36
2.6.3. *Velocity Update* . . . 36
2.6.4. *Position Update* . . . 37
2.6.5. Fungsi *Fitness* . . . 37
2.6.6. Proses Optimasi . . . 37
2.7. Uji ADF . . . 38
2.8. Uji ARCH-LM . . . 39
2.9. Uji BDS . . . 40
2.10. Saham . . . 43
2.10.1. Jenis Harga Saham . . . 44
2.10.2. Indeks Saham LQ45 . . . 45
2.11. Evaluasi Kinerja Model . . . 46
2.11.1. *Root Mean Square Error* (RMSE) . . . 46
2.11.2. *Mean Absolute Error* (MAE) . . . 47
2.11.3. *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) . . . 47
III OPTIMASI MODEL *FUZZY TIME SERIES* DENGAN INTEGRASI *FUZZY C-MEANS CLUSTERING*, PRINSIP *JUSTIFIABLE GRANULARITY*, DAN *PARTICLE SWARM OPTIMIZATION* . . . 48
3.1. Model Peramalan *Fuzzy Time Series* Tsaur . . . 48
3.1.1. Tahapan Model Peramalan FTS Tsaur . . . 48
3.1.2. Karakteristik FTS Tsaur . . . 52
3.2. *Fuzzy C-Means Clustering* (FCM) . . . 53
3.3. Prinsip *Justifiable Granularity* (PJG) . . . 56
3.4. *Particle Swarm Optimization* (PSO) . . . 58

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Optimasi Model Peramalan Fuzzy Time Series dengan Integrasi Fuzzy Clustering, Prinsip Justifiable Granularity, dan Particle Swarm Optimization (Studi Kasus Harga Penutupan Saham Sektor Energi)
Syeikha Kirana Dewi, Prof. Dr. Abdurakhman, S.Si., M.Si.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

3.5. Integrasi *Fuzzy C-Means Clustering* pada Model Peramalan *Fuzzy Time Series* (FTS-FCM) 61
3.6. Integrasi *Fuzzy C-Means Clustering* dan *Particle Swarm Optimization* pada Model Peramalan *Fuzzy Time Series* (FTS-FCM-PSO) . . 65
3.7. Integrasi *Fuzzy C-Means Clustering*, Prinsip *Justifiable Granularity* dan *Particle Swarm Optimization* pada Model Peramalan *Fuzzy Time Series* (FTS-FCM-PJG-PSO) 69
IV STUDI KASUS 76
4.1. Data dan Sumber Data 76
4.2. Pemilihan Saham 77
4.2.1. Uji Stasioner Data 79
4.2.2. Volatilitas dan Heteroskedastisitas 80
4.2.3. Autokorelasi dan Ketergantungan Temporal 81
4.2.4. Hubungan Temporal Nonlinier 86
4.2.5. Perubahan Struktural 88
4.2.6. Distribusi Data 91
4.2.7. Kepadatan Data 93
4.2.8. Rangkuman Karakteristik Empiris *Return* Saham 95
4.3. *Data Splitting* 99
4.4. *Data Preprocessing* 100
4.5. *Universe of Discourse* 101
4.6. Pemodelan *Fuzzy Time Series* Tsaur 102
4.6.1. Jumlah Interval Optimal 102
4.6.2. Partisi dan Interval *Fuzzy* Optimal 103
4.6.3. Fuzzifikasi 106
4.6.4. *Fuzzy Logical Relationship* (FLR) dan *Fuzzy Logical Relationship Group* (FLRG) 107
4.6.5. Matriks Probabilitas Transisi 109
4.6.6. Peramalan dan Defuzzifikasi 111
4.6.7. Evaluasi Model 115
4.7. Pemodelan Integrasi *Fuzzy C-Means Clustering* pada Model Peramalan *Fuzzy Time Series* (FTS-FCM) 115
4.7.1. Jumlah Interval Optimal 116
4.7.2. Partisi dan Interval *Fuzzy* Optimal 117
4.7.3. Fuzzifikasi 122
4.7.4. *Fuzzy Logical Relationship* (FLR) dan *Fuzzy Logical Relationship Group* (FLRG) 123

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Optimasi Model Peramalan Fuzzy Time Series dengan Integrasi Fuzzy Clustering, Prinsip Justifiable Granularity, dan Particle Swarm Optimization (Studi Kasus Harga Penutupan Saham Sektor Energi)
Syeikha Kirana Dewi, Prof. Dr. Abdurakhman, S.Si., M.Si.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

4.7.5. Matriks Probabilitas Transisi . . . 125
4.7.6. Peramalan dan Defuzzifikasi . . . 126
4.7.7. Evaluasi Model . . . 126
4.8. Pemodelan Integrasi *Fuzzy C-Means Clustering* dan *Particle Swarm Optimization* pada Model Peramalan *Fuzzy Time Series* (FTS-FCM-PSO) . . . 127
4.8.1. Jumlah Interval Optimal . . . 127
4.8.2. Partisi dan Interval *Fuzzy* Optimal . . . 128
4.8.3. Fuzzifikasi . . . 133
4.8.4. *Fuzzy Logical Relationship* (FLR) dan *Fuzzy Logical Relationship Group* (FLRG) . . . 134
4.8.5. Matriks Probabilitas Transisi . . . 135
4.8.6. Peramalan dan Defuzzifikasi . . . 136
4.8.7. Evaluasi Model . . . 137
4.9. Pemodelan Integrasi *Fuzzy C-Means Clustering*, Prinsip *Justifiable Granularity* dan *Particle Swarm Optimization* pada Model Peramalan *Fuzzy Time Series* (FTS-FCM-PJG-PSO) . . . 138
4.9.1. Jumlah Interval Optimal . . . 138
4.9.2. Partisi dan Interval *Fuzzy* Optimal . . . 139
4.9.3. Fuzzifikasi . . . 148
4.9.4. *Fuzzy Logical Relationship* (FLR) dan *Fuzzy Logical Relationship Group* (FLRG) . . . 148
4.9.5. Matriks Probabilitas Transisi . . . 150
4.9.6. Peramalan dan Defuzzifikasi . . . 151
4.9.7. Evaluasi Model . . . 152
4.10. Perbandingan Kinerja Model . . . 153
V PENUTUP . . . 156
5.1. Kesimpulan . . . 156
5.2. Saran . . . 157
DAFTAR PUSTAKA . . . 159
A Data . . . 165
B *Syntax* Phyton . . . 166