UNIVERSITAS
GADJAH MADA
**Penerapan dan Analisis Kompoaratif Metode Fuzzy Time Series Chen dan Hybrid Quantile Fuzzy Time
Series-Genetic Algorithm untuk Peramalan Harga Cryptocurrency Bitcoin**
Muhammad Fakhri Zain Pribadi, Dr. Irwan Endrayanto Aluicius, S.Si., M.Sc
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 . . . . . **viii**
DAFTAR TABEL . . . . . **xii**
DAFTAR GAMBAR . . . . . **xiii**
INTISARI . . . . . **xiv**
ABSTRACT . . . . . **xv**
I PENDAHULUAN **1**
1.1. Latar Belakang 1
1.2. Rumusan Masalah 4
1.3. Pembatasan Masalah 4
1.4. Tujuan dan Manfaat Penelitian 5
1.4.1. Tujuan Penelitian 5
1.4.2. Manfaat Penelitian 6
1.5. Tinjauan Pustaka 6
1.6. Metodologi Penelitian 10
1.7. Sistematika Penulisan 10
II LANDASAN TEORI **12**
2.1. Konsep Runtun Waktu 12
2.1.1. Pengelompokan Model Runtun Waktu 12
2.1.1.1. Model Stasioner 12
2.1.1.2. Model Nonstasioner 13
2.1.1.3. Model Univariat 13
2.1.1.4. Model Multivariat 13
2.1.2. Pola Data Runtun Waktu 13
2.1.2.1. Pola Horizontal 14
2.1.2.2. Pola Musiman 14
2.1.2.3. Pola Siklis 14
2.1.2.4. Pola Tren 15

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
**Penerapan dan Analisis Kompoaratif Metode Fuzzy Time Series Chen dan Hybrid Quantile Fuzzy Time
Series-Genetic Algorithm untuk Peramalan Harga Cryptocurrency Bitcoin**
Muhammad Fakhri Zain Pribadi, Dr. Irwan Endrayanto Aluicius, S.Si., M.Sc
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

2.2. Peramalan 15
2.3. Himpunan Fuzzy 15
2.4. Fungsi Keanggotaan *(Membership Function)* 17
2.4.1. Bentuk-Bentuk Fungsi Keanggotaan 18
2.5. Logika Fuzzy 21
2.5.1. Fuzzifikasi 22
2.5.2. Defuzzifikasi 23
2.6. *Fuzzy Time Series* 23
2.7. *Quantile* 25
2.8. *Soft Computing* 26
2.8.1. Optimasi 27
2.8.2. Data Latih dan Data Uji 28
2.8.3. *Genetic Algorithm* 29
2.9. Ukuran Akurasi Peramalan 31
2.9.1. *Root Mean Squared Error* (RMSE) 31
2.9.2. *Mean Absolute Error* (MAE) 32
2.9.3. *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) 32
III *FUZZY TIME SERIES* CHEN DAN *HYBRID QUANTILE FUZZY TIME SERIES–GENETIC ALGORITHM* 33
3.1. Metode *Fuzzy Time Series* Chen 33
3.1.1. Representasi Runtun Waktu dalam Kerangka Fuzzy 34
3.1.2. Penentuan Semesta Pembicaraan *(Universe of Discourse)* . 35
3.1.3. Pembagian Interval dan Pembentukan Himpunan Fuzzy . . 36
3.1.3.1. Rentang 36
3.1.3.2. Penentuan Jumlah dan Panjang Interval 37
3.1.3.3. Titik Tengah Interval (*Midpoint*) 39
3.1.4. Pembentukan Himpunan Fuzzy (Fuzzifikasi) 39
3.1.5. Pembentukan Relasi Logika Fuzzy 41
3.1.5.1. *Fuzzy Logical Relationship* (FLR) 41
3.1.5.2. *Fuzzy Logical Relationship Group* (FLRG) 41
3.1.6. Mekanisme Peramalan 42
3.1.7. Ilustrasi Numerik Sederhana Metode FTS Chen 44
3.1.8. Interpretasi Model 46
3.2. Metode *Hybrid Quantile Fuzzy Time Series–Genetic Algorithm* . . . 47
3.2.1. Input dan Data Aktual untuk Pelatihan dan Pengujian 48
3.2.1.1. *Data Training* 49

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
**Penerapan dan Analisis Kompoaratif Metode Fuzzy Time Series Chen dan Hybrid Quantile Fuzzy Time
Series-Genetic Algorithm untuk Peramalan Harga Cryptocurrency Bitcoin**
Muhammad Fakhri Zain Pribadi, Dr. Irwan Endrayanto Aluicius, S.Si., M.Sc
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

3.2.1.2. *Data Validation* 49
3.2.1.3. *Data Testing* 50
3.2.2. Partisi Berbasis Kuantil 50
3.2.2.1. Pembentukan Interval untuk Variabel Harga . . . 51
3.2.2.2. Pembentukan Interval untuk Variabel Volume . . 52
3.2.3. Fuzzifikasi Dua Dimensi pada Hybrid QFTS–GA 52
3.2.3.1. Fuzzifikasi pada Variabel Harga 53
3.2.3.2. Fuzzifikasi pada Variabel Volume 54
3.2.4. Pembentukan Pola Historis dan Kemiripan Pola 55
3.2.4.1. Pemetaan Nilai ke Interval 56
3.2.4.2. Pembentukan Pola Historis Sepanjang m Periode 56
3.2.4.3. Korespondensi dengan Himpunan Fuzzy 57
3.2.4.4. Definisi Kemiripan Pola pada Implementasi . . . 57
3.2.4.5. Penentuan Indeks Historis Representatif 58
3.2.5. Agregasi Nilai Prediksi 59
3.2.6. Rekonstruksi Return ke Harga 60
3.2.7. Optimisasi Parameter dengan *Genetic Algorithm* 61
3.2.8. Ilustrasi Konseptual Sederhana Hybrid QFTS–GA 64
IV STUDI KASUS 68
4.1. Deskripsi Data 69
4.1.1. Deskripsi Harga Penutupan Bitcoin 70
4.1.2. Deskripsi Volume Transaksi Bitcoin 71
4.2. Implementasi *Fuzzy Time Series* Chen 72
4.2.1. Pembagian Data 72
4.2.2. Pembentukan Himpunan Semesta 73
4.2.3. Penentuan Interval Himpunan Semesta 73
4.2.4. Pembentukan Himpunan Fuzzy dan Proses Fuzzifikasi . . . 75
4.2.5. Pembentukan *Fuzzy Logical Relationship* (FLR) dan *Fuzzy Logical Relationship Group* (FLRG) 77
4.2.6. Defuzzifikasi 79
4.2.7. Hasil Peramalan Menggunakan Metode *Fuzzy Time Series* Chen 80
4.2.7.1. Hasil Peramalan Data Pelatihan (*In-Sample*) . . . 80
4.2.7.2. Hasil Peramalan Data Pengujian (*Out-of-Sample*) 81
4.2.8. Visualisasi Hasil Peramalan 82
4.2.9. Evaluasi Kinerja Model 83

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
**Penerapan dan Analisis Kompoaratif Metode Fuzzy Time Series Chen dan Hybrid Quantile Fuzzy Time
Series-Genetic Algorithm untuk Peramalan Harga Cryptocurrency Bitcoin**
Muhammad Fakhri Zain Pribadi, Dr. Irwan Endrayanto Aluicius, S.Si., M.Sc
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

4.3. Implementasi *Hybrid Quantile Fuzzy Time Series–Genetic Algorithm* 84
4.3.1. Transformasi Data 85
4.3.2. Pembagian Data 88
4.3.3. Pembentukan Interval Berbasis Kuantil 88
4.3.4. Fuzzifikasi Dua Dimensi 90
4.3.5. Pemetaan Nilai ke Interval 91
4.3.6. Pembentukan Pola Historis 92
4.3.7. Korespondensi dengan Himpunan Fuzzy 93
4.3.8. Pencarian Kemiripan Pola 95
4.3.8.1. Penentuan Indeks Historis Representatif 99
4.3.8.2. Agregasi Nilai Prediksi 100
4.3.8.3. Prediksi Akhir dengan *Shrinkage* 102
4.3.8.4. Rekonstruksi Return ke Harga 103
4.3.9. Optimasi Parameter Menggunakan *Genetic Algorithm* . . . 104
4.3.9.1. Evaluasi pada Data Validasi 105
4.3.9.2. Evaluasi pada Data Pengujian 106
4.3.9.3. Visualisasi Hasil Peramalan 107
V PENUTUP 109
5.1. Kesimpulan 109
5.2. Saran 110