UNIVERSITAS GADJAH MADA
Penerapan Metode Improved Complete Ensemble Empirical Mode Decomposition with Adaptive Noiseâ€“Singular Value Decompositionâ€“Long Short-Term Memory (ICEEMDANâ€“SVDâ€“LSTM) untuk Peramalan Harga Saham
Yustian Faza, Dr. Vemmie Nastiti Lestari, 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 . . . . . **xi**
DAFTAR GAMBAR . . . . . **xii**
DAFTAR LAMBANG . . . . . **xiv**
INTISARI . . . . . **xvi**
ABSTRACT . . . . . **xvii**
I PENDAHULUAN **1**
1.1. Latar Belakang 1
1.2. Rumusan Masalah 6
1.3. Pembatasan Masalah 6
1.4. Tujuan dan Manfaat Penelitian 7
1.5. Tinjauan Pustaka 7
1.6. Metodologi Penelitian 11
1.7. Sistematika Penulisan 12
II LANDASAN TEORI **14**
2.1. Variabel Random 14
2.1.1. Definisi Variabel Random 14
2.1.2. Fungsi Distribusi Kumulatif 15
2.1.3. Variabel Random Kontinu 16
2.1.4. Nilai Harapan (Ekspektasi) 17
2.1.5. Variansi dan Deviasi Standar 18
2.2. Peramalan 19
2.3. Konsep Runtun Waktu 20
2.3.1. Pengelompokan Model Runtun Waktu 20
2.3.2. Pola Data Runtun Waktu 21
2.3.3. Proses Stokastik 22
2.3.4. *White Noise* dan *Gaussian White Noise* 23

UNIVERSITAS GADJAH MADA
Penerapan Metode Improved Complete Ensemble Empirical Mode Decomposition with Adaptive Noiseâ€“Singular Value Decompositionâ€“Long Short-Term Memory (ICEEMDANâ€“SVDâ€“LSTM) untuk Peramalan Harga Saham
Yustian Faza, Dr. Vemmie Nastiti Lestari, S.Si., M.Sc.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

2.3.5. *Wide-Sense* Stasioner dan *Strictly* Stasioner 24
2.3.6. Uji *Augmented Dickey-Fuller* (ADF) 26
2.3.7. Uji Linearitas Data Runtun Waktu 28
2.4. Matriks 31
2.4.1. Operasi Dasar Matriks 32
2.4.2. Matriks Khusus 34
2.4.3. Determinan dan Invers Matriks 36
2.4.4. *Eigenvalue* dan *Eigenvector* 38
2.5. Interpolasi *Cubic Spline* 41
2.5.1. Definisi *Cubic Spline* 41
2.5.2. Penentuan Koefisien Polinomial Kubik 42
2.6. *Empirical Mode Decomposition* (EMD) 43
2.7. *Ensemble Empirical Mode Decomposition* (EEMD) 47
2.8. *Complete Ensemble Empirical Mode Decomposition with Adaptive Noise (CEEMDAN)* 50
2.9. *Machine Learning* 54
2.9.1. Pengertian *Machine Learning* 54
2.9.2. Metode Pembelajaran pada *Machine Learning* 54
2.9.3. Pembagian *Dataset* 55
2.10. *Min–Max Normalization* 56
2.11. *Deep Learning* 56
2.12. Jaringan Saraf Tiruan (*Artificial Neural Network*) 56
2.12.1. Konsep Dasar *Artificial Neural Network* 56
2.12.2. Struktur Neuron pada *Artificial Neural Network* 57
2.12.3. Arsitektur *Artificial Neural Network* 57
2.12.4. Fungsi Aktivasi 59
2.12.5. *Hyperparameter* pada *Neural Network* 59
2.12.6. Optimasi *Adaptive Moment Estimation* (Adam) 60
2.13. *Recurrent Neural Network* (RNN) 61
2.14. Ukuran Kesalahan Peramalan 62
2.14.1. *Mean Squared Error* (MSE) 62
2.14.2. *Root Mean Squared Error* (RMSE) 62
2.14.3. *Mean Absolute Error* (MAE) 63
2.14.4. *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) 63
III *IMPROVED COMPLETE ENSEMBLE EMPIRICAL MODE DECOMPOSITION WITH ADAPTIVE NOISE–SINGULAR VALUE DECOMPOSITION–LONG SHORT-TERM MEMORY* (ICEEMDAN–SVD–LSTM) 64

UNIVERSITAS GADJAH MADA
Penerapan Metode Improved Complete Ensemble Empirical Mode Decomposition with Adaptive Noiseâ€“Singular Value Decompositionâ€“Long Short-Term Memory (ICEEMDANâ€“SVDâ€“LSTM) untuk Peramalan Harga Saham
Yustian Faza, Dr. Vemmie Nastiti Lestari, S.Si., M.Sc.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

3.1. *Improved Complete Ensemble Empirical Mode Decomposition with Adaptive Noise* (ICEEMDAN) . . . 64
3.2. *Singular Value Decomposition* (SVD) . . . 70
3.2.1. Representasi Matriks Hankel untuk Deret Waktu . . . 70
3.2.2. Model Sinyal dengan *Noise* dan Representasi Hankel . . . 72
3.2.3. Definisi dan Penurunan Dasar SVD . . . 73
3.2.4. SVD untuk Pemisahan *Signal Subspace* dan *Noise Subspace* 75
3.2.5. Rekonstruksi Matriks dan Sinyal Setelah *Denoising* . . . 76
3.3. *Long Short-Term Memory* (LSTM) . . . 77
3.3.1. *Cell State* . . . 79
3.3.2. Mekanisme Kerja LSTM . . . 80
3.4. Model Peramalan ICEEMDAN–SVD–LSTM . . . 85
3.5. Ilustrasi Numerik ICEEMDAN–SVD–LSTM pada Data Sederhana . 86
IV STUDI KASUS . . . 91
4.1. Deskripsi Data . . . 91
4.2. Transformasi *Min-Max* . . . 94
4.3. Pembagian Data . . . 94
4.4. Pembuatan Model Peramalan dengan Metode ICEEMDAN–SVD–LSTM . . . 94
4.4.1. Dekomposisi dengan ICEEMDAN . . . 95
4.4.2. *Hankel-SVD Denoising* . . . 97
4.4.3. Pembuatan Model Peramalan dengan LSTM . . . 100
4.5. Perbandingan dengan Model Lain . . . 103
4.6. Hasil Peramalan dengan Metode ICEEMDAN–SVD–LSTM . . . 108
V PENUTUP . . . 111
5.1. Kesimpulan . . . 111
5.2. Saran . . . 112
DAFTAR PUSTAKA . . . 112
A Data Harga Penutupan Saham BBRI . . . 117
B Data Harga Penutupan Saham UNVR . . . 118
C Data Harga Penutupan Saham UNTR . . . 119
D Kode Python . . . 120