

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL</b>	<b>i</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b>	<b>ii</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN</b>	<b>iii</b>
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b>	<b>iv</b>
<b>PRAKATA</b>	<b>v</b>
<b>DAFTAR ISI</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR TABEL</b>	<b>xii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b>	<b>xiv</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b>	<b>xvi</b>
<b>INTISARI</b>	<b>.xviii</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>xix</b>
<b>I PENDAHULUAN</b>	<b>1</b>
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	5
1.3. Pembatasan Masalah	5
1.4. Tujuan Penelitian	6
1.5. Manfaat Penelitian	7
1.6. Tinjauan Pustaka	7
1.7. Metodologi Penelitian	10
1.8. Sistematika Penulisan	10
<b>II LANDASAN TEORI</b>	<b>12</b>
2.1. Variabel Random	12
2.2. Analisis Regresi	12
2.3. Runtun Waktu	13
2.3.1. Klasifikasi Model Runtun Waktu	13
2.3.2. Proses Stokastik	14
2.3.3. Proses Stasioner	15
2.4. Pola Data Runtun Waktu	15
2.5. Dekomposisi Klasik	16
2.5.1. Dekomposisi Aditif	16
2.5.2. Dekomposisi Multiplikatif	17
2.6. Model Runtun Waktu Stasioner	18
2.6.1. Proses <i>White Noise</i>	18

2.6.2. Proses <i>Autoregressive</i> (AR)	18
2.6.3. Proses <i>Moving Average</i> (MA)	19
2.6.4. Proses <i>Autoregressive Moving Average</i> (ARMA)	19
2.7. Model <i>Autoregressive Integrated Moving Average</i> (ARIMA)	20
2.8. Transformasi	20
2.8.1. Transformasi Kuasa	21
2.8.2. Transformasi <i>Box-Cox Power</i>	21
2.9. <i>Differencing</i>	21
2.10. Uji Kausalitas Granger	22
2.11. Uji Akar Unit	22
2.12. Sampel <i>Autocorrelation Function</i> (ACF)	23
2.13. Sampel <i>Partial Autocorrelation Function</i> (PACF)	24
2.14. Estimasi Parameter Model	25
2.15. Uji Signifikansi Parameter	26
2.16. Uji Multikolinieritas	26
2.17. Uji Asumsi Klasik	27
2.17.1. Uji <i>White Noise Residual</i>	27
2.17.2. Uji Normalitas Residual	28
2.18. Pemilihan Model Terbaik	28
2.18.1. <i>Akaike's Information Criterion</i> (AIC)	29
2.18.2. <i>Akaike's Bayesian Information Criterion</i> (BIC)	29
2.18.3. <i>Schwarz's Bayesian Information Criterion</i> (SBC)	29
2.19. <i>Machine Learning</i>	30
2.20. <i>Statistical Learning</i>	31
2.20.1. Prediksi	31
2.20.2. Inferensi	32
2.21. <i>Data Mining</i>	32
2.22. <i>Feature Scaling</i>	33
2.23. <i>Feature Selection</i>	34
2.24. <i>Splitting Data</i>	35
2.25. <i>Cross-Validation</i> (CV)	36
2.26. <i>Time Series Cross-Validation</i>	37
2.27. <i>Underfitting dan Overfitting</i>	37
2.27.1. <i>Underfitting</i>	38
2.27.2. <i>Overfitting</i>	38
2.28. <i>Artificial Neural Network</i>	38

2.29. <i>Deep Learning</i> . . . . .	38
2.30. <i>Recurrent Neural Network (RNN)</i> . . . . .	40
2.31. <i>Hyperparameter</i> . . . . .	41
2.32. <i>Hyperparameter Tuning</i> . . . . .	42
2.32.1. <i>Grid Search</i> . . . . .	43
2.32.2. <i>Random Search</i> . . . . .	43
2.33. <i>Adaptive Moment Estimation (Adam) Optimizer</i> . . . . .	43
2.34. Fungsi Aktivasi . . . . .	44
2.34.1. <i>Logistic Sigmoid (sigmoid)</i> . . . . .	45
2.34.2. <i>Hyperbolic Tangent (tanh)</i> . . . . .	45
2.34.3. <i>Rectified Linier Unit (ReLU)</i> . . . . .	46
2.35. Evaluasi Kinerja Model . . . . .	46
2.35.1. <i>Root Mean Square Error (RMSE)</i> . . . . .	46
2.35.2. <i>Mean Absolute Error (MAE)</i> . . . . .	47
2.35.3. <i>Mean Absolute Percentage Error (MAPE)</i> . . . . .	47
2.36. Indeks Harga Saham Gabungan . . . . .	48
<b>III ALGORITMA GENETIKA DAN MODEL HIBRIDA AUTOREGRES-</b>	
<b><i>SIVE INTEGRATED MOVING AVERAGE DENGAN VARIABEL EKSOGEN-</i></b>	
<b><i>LONG SHORT-TERM MEMORY</i> . . . . .</b>	<b>49</b>
3.1. Algoritma Genetika . . . . .	49
3.1.1. Istilah Dalam Algoritma Genetika . . . . .	49
3.1.2. Konsep Dasar Algoritma Genetika . . . . .	50
3.1.3. Representasi Kromosom . . . . .	50
3.1.4. Fungsi <i>Fitness</i> . . . . .	51
3.1.5. Seleksi Kromosom . . . . .	51
3.1.6. Operator Algoritma Genetika . . . . .	51
3.2. Algoritma Genetika Sebagai Metode Seleksi Fitur . . . . .	52
3.2.1. Kromosom dan Representasi Fitur . . . . .	53
3.2.2. Inisialisasi Populasi . . . . .	53
3.2.3. Fungsi <i>Fitness</i> . . . . .	53
3.2.4. Seleksi Kromosom . . . . .	54
3.2.5. <i>Crossover</i> dan Mutasi . . . . .	54
3.2.6. Evolusi Generasi . . . . .	55
3.2.7. Kriteria Penghentian . . . . .	55
3.3. <i>Autoregressive Integrated Moving Average</i> dengan Variabel Ekso-	
gen (ARIMAX) . . . . .	55

3.3.1.	Algoritma <i>Autoregressive Integrated Moving Average</i> dengan Variabel Eksogen (ARIMAX) . . . . .	56
3.4.	<i>Long Short-Term Memory</i> (LSTM) . . . . .	58
3.4.1.	Struktur <i>Gate</i> pada <i>Long Short-Term Memory</i> (LSTM) . . . . .	59
3.4.2.	Algoritma <i>Long Short-Term Memory</i> (LSTM) . . . . .	61
3.5.	Hibrida <i>Autoregressive Integrated Moving Average</i> dengan Variabel Eksogen dan <i>Long Short-Term Memory</i> (ARIMAX-LSTM) dengan Pendekatan Dekomposisi . . . . .	63
3.6.	Hibrida <i>Autoregressive Integrated Moving Average</i> dengan Variabel Eksogen dan <i>Long Short-Term Memory</i> (ARIMAX-LSTM) . . . . .	66
3.7.	Hibrida <i>Autoregressive Integrated Moving Average</i> dengan Variabel Eksogen dan <i>Long Short-Term Memory</i> Berbasis Algoritma Genetika (ARIMAX-LSTM-GA) . . . . .	68
3.8.	Hibrida <i>Autoregressive Integrated Moving Average</i> dengan Variabel Eksogen dan <i>Long Short-Term Memory</i> Berbasis Algoritma Genetika (ARIMAX-LSTM-GA) Untuk Peramalan Indeks Harga Saham Gabungan (IHSG) . . . . .	70
<b>IV</b>	<b>STUDI KASUS</b> . . . . .	<b>73</b>
4.1.	Alat Analisis . . . . .	73
4.2.	Deskripsi Data . . . . .	73
4.3.	<i>Data Preprocessing</i> . . . . .	76
4.4.	Gambaran Variabel Endogen . . . . .	77
4.5.	<i>Splitting Data</i> . . . . .	78
4.6.	Pemodelan <i>Autoregressive Integrated Moving Average</i> dengan Variabel Eksogen (ARIMAX) . . . . .	79
4.7.	Normalisasi Data . . . . .	93
4.8.	<i>Reshaping Data</i> . . . . .	93
4.9.	<i>Hyperparameter Tuning</i> . . . . .	94
4.10.	Pemodelan <i>Long Short-Term Memory</i> (LSTM) . . . . .	95
4.11.	Pemodelan Hibrida <i>Autoregressive Integrated Moving Average</i> dengan Variabel Eksogen dan <i>Long Short-Term Memory</i> (ARIMAX-LSTM) dengan Pendekatan Dekomposisi . . . . .	97
4.12.	Pemodelan Hibrida <i>Autoregressive Integrated Moving Average</i> dengan Variabel Eksogen dan <i>Long Short-Term Memory</i> (ARIMAX-LSTM) . . . . .	112
4.13.	Seleksi Fitur dengan Algoritma Genetika . . . . .	114
4.14.	Pemodelan <i>Autoregressive Integrated Moving Average</i> dengan Variabel Eksogen Berbasis Seleksi Fitur (ARIMAX-GA) . . . . .	116

4.15. Pemodelan <i>Long Short-Term Memory</i> Berbasis Seleksi Fitur (LSTM-GA) . . . . .	119
4.16. Pemodelan Hibrida <i>Autoregressive Integrated Moving Average</i> dengan Variabel Eksogen dan <i>Long Short-Term Memory</i> Berbasis Seleksi Fitur (ARIMAX-LSTM-GA) dengan Pendekatan Dekomposisi . . . . .	121
4.17. Pemodelan Hibrida <i>Autoregressive Integrated Moving Average</i> dengan Variabel Eksogen dan <i>Long Short-Term Memory</i> Berbasis Seleksi Fitur (ARIMAX-LSTM-GA) . . . . .	126
4.18. Perbandingan Kinerja Model Hibrida . . . . .	129
4.19. Perbandingan Kinerja Model Peramalan . . . . .	132
4.20. Peramalan Data Runtun Waktu Dengan Model Terbaik . . . . .	133
<b>V PENUTUP . . . . .</b>	<b>137</b>
5.1. Kesimpulan . . . . .	137
5.2. Saran . . . . .	137
<b>DAFTAR PUSTAKA . . . . .</b>	<b>139</b>
<b>LAMPIRAN . . . . .</b>	<b>144</b>