

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN PEMBIMBING	iii
HALAMAN PENGESAHAN PENGUJI.....	iv
SURAT PERNYATAAN KARYA ASLI TUGAS AKHIR	v
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI	vi
ABSTRAK	vii
<i>ABSTRACT</i>	viii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR MODUL PROGRAM	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	4
1.6 Tahapan Penelitian.....	4
1.7 Sistematika Penulisan	5
BAB II TINJAUAN LITERATUR.....	7
2.1 Landasan Teori.....	7
2.1.1 WTI <i>Crude oil</i>	7
2.1.2 Prediksi (<i>Forecasting</i>)	8
2.1.3 Optimalisasi	8
2.1.4 Sliding Window	9
2.1.5 Normalisasi <i>Min-Max</i>	10
2.1.6 <i>Recurrent Neural Network</i> (RNN).....	10
2.1.7 <i>Long Short Term Memory</i> (LSTM).....	12
2.1.8 ADAM	15
2.1.9 <i>Hyperparameter Tuning</i>	16
2.1.10 <i>Grid search</i>	18
2.1.11 Denormalisasi	19
2.1.12 <i>Mean Squared Error</i> (MSE).....	20
2.1.13 <i>Mean Absolute Error</i>	20
2.1.14 <i>Mean Absolute Percentage Error</i> (MAPE)	20

2.2	Studi Literatur.....	21
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		28
3.1	Identifikasi Masalah	29
3.1.1	Identifikasi Masalah	29
3.1.2	Studi Literatur.....	29
3.2	Pengumpulan Data.....	29
3.3	<i>Data preprocessing</i>	30
3.3.1	Normalisasi Data	30
3.3.2	<i>Sliding Window</i>	32
3.3.3	<i>Splitting Data</i>	33
3.4	Pembangunan Model	33
3.5	Pelatihan Model.....	34
3.5.1	Inisialisasi <i>Hyperparameter</i>	34
3.5.2	<i>Training</i> Model dengan <i>Grid search</i>	36
3.5.3	Evaluasi Kombinasi Nilai <i>Hyperparameter</i>	37
3.5.4	Proses <i>Retraining</i> Model	39
3.5.5	Adam	40
3.5.6	Denormalisasi	42
3.6	Pengujian dan Evaluasi Model	42
3.7	Pengembangan Sistem.....	43
3.7.1	Analisis kebutuhan sistem	44
3.7.2	Perancangan Sistem.....	44
3.7.3	Deployment	47
3.7.4	Pengujian dan Validasi Sistem.....	47
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		49
4.1	Hasil.....	49
4.1.1	Pengumpulan Data.....	49
4.1.2	<i>Data preprocessing</i>	50
4.1.3	Pembangunan Model	52
4.1.4	Kombinasi <i>Hyperparameter</i> Terbaik dengan <i>Grid search</i>	57
4.1.5	Pelatihan Model.....	59
4.1.6	Denormalisasi	60
4.1.7	Pengujian dan Evaluasi Model	61
4.1.8	Pengujian Implementasi Hasil	68

4.1.9 Pengembangan dan Pengujian Sistem	73
4.1.10 Validasi Sistem	75
4.2 Pembahasan	76
BAB V PENUTUP	78
5.1 Kesimpulan.....	78
5.2 Saran	79
DAFTAR PUSTAKA	80
LAMPIRAN	84

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Kriteria Nilai MAPE	21
Tabel 2. 2 State of The Art	25
Tabel 2. 3 Lanjutan State of The Art	26
Tabel 2. 4 Lanjutan State of The Art	27
Tabel 3. 1 Sampel Dataset Harga OHLC WTI Crude oil.....	30
Tabel 3. 2 Data Contoh Hasil Perhitungan Normalisasi	31
Tabel 3. 3 Rancangan Sliding Window	32
Tabel 3. 4 Hasil Sliding Window	32
Tabel 3. 5 Inisialisasi Hyperparameter.....	34
Tabel 3. 6 Rencana Pengujian Kombinasi Hyperparameter	35
Tabel 3. 7 Lanjutan Rencana Pengujian Kombinasi Hyperparameter	36
Tabel 3. 8 Evaluasi Kombinasi Hyperparameter Terbaik	38
Tabel 3. 9 Rencana Perbandingan Pengujian Model.....	43
Tabel 3. 10 Skenario Pengujian Black Box.....	48
Tabel 3. 11 Rencana Pengujian Validasi	48
Tabel 4. 1 Hasil Kombinasi Hyperparameter Terbaik.....	57
Tabel 4. 2 Perbandingan Hasil Evaluasi Model	67
Tabel 4. 3 Konfigurasi Model Pengujian	68
Tabel 4. 4 Perbandingan Komponen Harga Pembukaan (Open)	69
Tabel 4. 5 Perbandingan Komponen Harga Tertinggi (High)	70
Tabel 4. 6 Perbandingan Komponen Harga Terendah (Low).....	71
Tabel 4. 7 Perbandingan Komponen Harga Penutupan (Close).....	72
Tabel 4. 8 Pengujian Sistem	75

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1	Grafik Kenaikan Harga WTI Crude oil (Investing.com)	7
Gambar 2. 2	Grafik Penurunan Harga WTI Crude oil (Investing.com).....	8
Gambar 2. 3	Ilustrasi Teknik Sliding Window (Yang, 2018).....	9
Gambar 2. 4	Arsitektur Recurrent Neural Network (Nurashila et al., 2023)	11
Gambar 2. 5	Struktur Memory Cell LSTM (MLArchive, 2024)	12
Gambar 2. 6	Algorithmic Steps Grid Search (Zakir et al., 2024)	18
Gambar 3. 1	Tahapan Penelitian	28
Gambar 3. 2	Grafik Data Harga WTI Crude oil.....	29
Gambar 3. 3	Flowchart Normalisasi Data.....	31
Gambar 3. 4	Flowchart Pembagian Data	33
Gambar 3. 5	Grafik Pembagian Data Training dan Testing	33
Gambar 3. 6	Flowchart Pelatihan Dengan Grid search.....	37
Gambar 3. 7	Flowchart Pelatihan Ulang Model	39
Gambar 3. 8	Flowchart Perhitungan Adam.....	41
Gambar 3. 9	Arsitektur Sistem.....	44
Gambar 3. 10	DFD Level 0.....	45
Gambar 3. 11	DFD Level 1	45
Gambar 3. 12	Halaman Utama.....	46
Gambar 3. 13	Halaman Tentang.....	47
Gambar 3. 14	Halaman Prediksi	47
Gambar 4. 1	Hasil Proses Pembangunan Model LSTM-Adam	53
Gambar 4. 2	Hasil Proses Pembangunan Model LSTM-RMSProp.....	55
Gambar 4. 3	Hasil Proses Pembangunan Model RNN-Adam	57
Gambar 4. 4	Visualisasi Grafik Loss dan Metrik Evaluasi Model LSTM-Adam..	62
Gambar 4. 5	Visualisasi Hasil Pengujian Model LSTM-Adam.....	62
Gambar 4. 6	Visualisasi Grafik Loss dan Metrik Model LSTM-RMSProp	63
Gambar 4. 7	Visualisasi Hasil Pengujian Model LSTM-RMSProp.....	64
Gambar 4. 8	Visualisasi Grafik Loss dan Metrik Evaluasi Model RNN	65
Gambar 4. 9	Visualisasi Hasil Pengujian Model RNN	66
Gambar 4. 10	Halaman Utama.....	73
Gambar 4. 11	Halaman Tentang.....	73
Gambar 4. 12	Halaman Evaluasi Model	74
Gambar 4. 13	Halaman Prediksi	74
Gambar 4. 14	Validasi Sistem	75

DAFTAR MODUL PROGRAM

Modul Program 2. 1	Algoritma RNN (Nurashila et al., 2023).....	11
Modul Program 2. 2	Algoritma Model LSTM (Moghar & Hamiche, 2020)	15
Modul Program 2. 3	Algoritma Grid Search	19
Modul Program 4. 1	Import Library	49
Modul Program 4. 2	Import Data	49
Modul Program 4. 3	Normalisasi	50
Modul Program 4. 4	Sliding Window	51
Modul Program 4. 5	Splitting Data	51
Modul Program 4. 6	Lanjutan Splitting Data	52
Modul Program 4. 7	Pembangunan Model LSTM-Adam.....	52
Modul Program 4. 8	Lanjutan Pembangunan Model LSTM-Adam	53
Modul Program 4. 9	Pembangunan Model LSTM-RMSProp	54
Modul Program 4. 10	Pembangunan Model RNN	56
Modul Program 4. 11	Pelatihan Model	59
Modul Program 4. 12	Denormalisasi	60
Modul Program 4. 13	Model Evaluation	61