

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN PEMBIMBING .....	ii
HALAMAN PENGESAHAN PENGUJI.....	iii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT .....	iv
SURAT PERNYATAAN.....	v
KARYA ASLI TUGAS AKHIR.....	v
HALAMAN PERSEMBAHAN .....	vi
ABSTRAK .....	vii
ABSTRACT.....	viii
KATA PENGANTAR.....	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR MODUL PROGRAM.....	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
1.6 Metodologi Penelitian dan Pengembangan Sistem.....	3
1.6.1 Metode Penelitian.....	3
1.6.2 Metode Pengembangan Sistem.....	3
1.7 Sistematika Penulisan.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Kelembaban Tanah.....	5
2.1.1 Faktor yang Mempengaruhi Perubahan Kelembaban Tanah.....	5
2.2 Anomali.....	6
2.3 Deteksi Anomali.....	7
2.3.1 Jenis Data.....	8
2.3.2 Jenis Anomali.....	8
2.3.3 Label Data.....	9
2.4 Anomaly Detection in Time Series (Deteksi Anomali pada Deret Waktu).....	9
2.4.1 Klasifikasi Time Series.....	10
2.5 Deep Learning.....	11
2.5.1 Prediksi.....	12
2.5.2 Recurrent Neural Network.....	12
2.5.3 Long Short-Term Memory.....	14
2.5.4 Deep Learning untuk Anomaly Detection pada IoT Data Sensor.....	17
2.5.5 Pra-Proses Data Deret Waktu (Preprocessing).....	22
2.5.6 Data Cleaning.....	24
2.5.7 Normalisasi.....	25
2.5.8 Data Correlation.....	25
2.5.9 Contoh Kalkulasi LSTM.....	26

2.6	Anomaly Detector.....	29
2.6.1	Prediction Confidence Interval.....	29
2.7	Mean Squared Error.....	31
2.8	Proposed Solution.....	31
BAB III METODOLOGI PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN SISTEM.....		34
3.1	Metodologi Penelitian.....	34
3.2	Analisis Kebutuhan Sistem.....	35
3.3	Analisis Kebutuhan Sistem.....	36
3.4	Proses Desain.....	36
3.4.1	Perancangan Arsitektur.....	37
3.4.2	Perancangan Proses.....	38
3.5	Skenario Pengujian.....	57
3.5	Skenario Pengujian Deteksi Anomali.....	62
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....		63
4.1	Hasil Penelitian.....	63
4.2	Modul Preprocessing.....	63
4.3	Modul Koefisien Korelasi.....	64
4.4	Modul Preprocessing LSTM.....	65
4.5	Modul Algoritma LSTM.....	67
4.6	Modul MSE.....	68
4.7	Skenario Uji.....	69
4.7.1	Pengujian Model.....	70
4.7.2	Uji Skenario Anomali.....	77
4.8	Pembahasan.....	90
BAB V KESIMPULAN.....		92
5.1	Kesimpulan.....	92
5.2	Saran.....	92
DAFTAR PUSTAKA.....		93

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Jenis Data.....	8
Tabel 2.2 Jenis Layer RNN.....	13
Tabel 2.3 Perhitungan LSTM.....	27
Tabel 2.3 Perhitungan LSTM(lanjutan).....	28
Tabel 2.4 State of Art.....	31
Tabel 2.4 Lanjutan State of Art.....	32
Tabel 3.1 Time Series Data Sensor.....	41
Tabel 3.2 Contoh Perhitungan Koefisien Suhu Tanah.....	42
Tabel 3.3 Beberapa Contoh data Suhu dan Kelembaban Tanah.....	43
Tabel 3.4 Contoh Data Input.....	48
Tabel 3.5 Contoh Bobot dan Bias.....	50
Tabel 3.6 Hasil Prediksi.....	59
Tabel 3.7 Data Ground Truth.....	61
Tabel 3.8 Skenario perubahan parameter epoch dan batch size pada proses training.....	62
Tabel 3.9 Skenario pengujian hasil deteksi.....	62
Tabel 4.1 Data Training Harian.....	69
Tabel 4.2 Tabel Sampel Data Latih.....	70
Tabel 4.3 Pembagian Data Dalam Pengujian.....	71
Tabel 4.4 Pengujian Epoch dan Batch.....	72
Tabel 4.5 Sampel Data Anomali Ground Truth.....	78
Tabel 4.6 Sampel Data Simulasi.....	81
Tabel 4.6 Sampel Data Simulasi Lanjutan.....	82
Tabel 4.7 Sampel Data Simulasi.....	84
Tabel 4.7 Sampel Data Simulasi Lanjutan.....	85
Tabel 4.8 Sampel Data Simulasi.....	88
Tabel 4.9 Sampel Data Deteksi.....	89

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Hubungan Suhu Tanah Dan Kelembaban Tanah.....	6
Gambar 2.2. Jenis Anomali.....	8
Gambar 2.3. Perbandingan Performa <i>Neural Networks</i> .....	11
Gambar 2.4. <i>Flowchart Memory Cells LSTM</i> .....	14
Gambar 2.5. (a) Kinerja Deteksi Anomali Pada Suhu Panel; (b) Kinerja Deteksi Anomali Pada Tegangan Listrik.....	17
Gambar 2.6. Anomaly Temporal.....	18
Gambar 2.7. Struktur Omnianomaly.....	22
Gambar 2.8. Diagram Outlier Detection.....	29
Gambar 2.9. <i>Outlier Detection Dengan PCI</i> .....	30
Gambar 3.1. Tahapan Penelitian.....	34
Gambar 3.2. Arsitektur Sistem.....	37
Gambar 3.3. Diagram Alir Secara Umum.....	39
Gambar 3.4. Flowchart Preprocessing Data.....	40
Gambar 3.5. Arsitektur LSTM.....	45
Gambar 3.6. Flowchart LSTM.....	46
Gambar 3.7. Arsitektur Cell LSTM.....	47
Gambar 3.8. Flowchart Training LSTM.....	49
Gambar 3.9. Flowchart Forgate Gates.....	51
Gambar 3.10. Flowchart Input Gates.....	52
Gambar 3.11. Flowchart Memory Cell.....	54
Gambar 3.12. Flowchart Output Gates.....	55
Gambar 3.13. Flowchart Adam Optimizer.....	57
Gambar 3.14. Flowchart Testing LSTM.....	58
Gambar 3.15. Flowchart Pci.....	59
Gambar 4.1. MSE Training dan Testing.....	73
Gambar 4.2. MSE Training dan Testing.....	74
Gambar 4.3. MSE Training dan Testing.....	75

Gambar 4.4. MSE Training dan Testing.....	76
Gambar 4.5. Grafik Anomali.....	79
Gambar 4.6. Tampilan Tabel Data Anomali.....	81
Gambar 4.7. Grafik Anomali.....	83
Gambar 4.8. Tampilan Tabel Data Anomali.....	84
Gambar 4.9. Grafik Anomali Lanjutan.....	86
Gambar 4.10. Tampilan Tabel Data Anomali.....	87

## DAFTAR MODUL PROGRAM

Modul Program 2.1 Algoritma Distributed Learning.....	20
Modul Program 2.2 Algoritma Steps LSTM.....	22