

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN PEMBIMBING	iii
HALAMAN PENGESAHAN PENGUJI.....	iv
SURAT PERNYATAAN KARYA ASLI TUGAS AKHIR.....	v
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI.....	vi
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR.....	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
1.6 Tahapan Penelitian	4
1.7 Sistematika Penulisan	5
BAB II TINJAUAN LITERATUR.....	6
2.1 Pertanian Presisi.....	6
2.2 Prediksi Curah Hujan sebagai Data Deret Waktu	6
2.3 Metode Prediksi Deret Waktu	7
2.3.1 Model <i>Long Short-Term Memory</i> (LSTM).....	8
2.3.2 Model <i>Autoregressive Integrated Moving average</i> (ARIMA).....	11
2.4 Model <i>Hybrid LSTM–ARIMA</i>	13
2.5 <i>Hyperparameter Tuning</i> pada Pemodelan <i>Deep Learning</i>	15
2.6 Evaluasi Model Prediksi	16
2.6.1 <i>Mean Absolute Error</i> (MAE).....	17
2.6.2 <i>Root Mean Square Error</i> (RMSE)	17
2.7 Analisis Kebutuhan Air Irigasi	18
2.7.1 Evapotranspirasi Referensi (ET _o).....	18
2.7.2 Evapotranspirasi Tanaman (ET _c)	19
2.7.3 Curah Hujan Efektif (P _e)	19
2.7.4 Net Irrigation Requirement (NIR)	19
2.8 Pemanfaatan Prediksi Curah Hujan untuk Estimasi Irigasi	20
2.9 Penelitian Terdahulu	22

BAB III METODOLOGI PENELITIAN	25
3.1 Studi Literatur	26
3.2 Pengumpulan Data	26
3.2.1 Data Curah Hujan	26
3.2.2 Data Temperatur Harian	27
3.2.3 Data Kelembapan Udara	27
3.2.4 Data Lama Penyinaran Matahari	28
3.3 <i>Pre-processing</i> Data	28
3.3.1 Data <i>Cleaning</i>	28
3.3.2 Validasi dan Perbaikan Tanggal	30
3.3.3 <i>Resampling</i> Data Harian	30
3.3.4 Imputasi <i>Missing Value</i>	31
3.4 Data <i>Splitting</i>	32
3.5 Pemodelan LSTM	33
3.5.1 Normalisasi Data	33
3.5.2 Pembentukan <i>Sequence</i>	33
3.5.3 Hyperparameter Tuning Model LSTM	35
3.5.4 Perhitungan <i>Gate</i> dan <i>State</i> LSTM	36
3.5.5 Denormalisasi Data	38
3.6 Pemodelan ARIMA	38
3.6.1 Uji Stasioneritas Data (<i>ADF Test</i>)	39
3.6.2 <i>Differencing</i>	40
3.6.3 Identifikasi Parameter	41
3.6.4 Pemilihan Model Terbaik Menggunakan AIC	41
3.6.5 Estimasi Parameter Model	42
3.7 Pemodelan <i>Hybrid</i> LSTM-ARIMA	43
3.7.1 Prediksi Awal Menggunakan LSTM	43
3.7.2 Perhitungan Residual LSTM	45
3.7.3 Pemodelan Residual Menggunakan ARIMA	45
3.7.4 Prediksi Akhir Model <i>Hybrid</i> LSTM-ARIMA	46
3.8 Evaluasi Model	47
3.8.1 <i>Mean Absolute Error</i> (MAE)	47
3.8.2 <i>Root Mean Square Error</i> (RMSE)	48
3.9 Integrasi Prediksi untuk Rekomendasi Irigasi	49
3.9.1 Evapotranspirasi Referensi (ET_0)	50
3.9.2 Evapotranspirasi Tanaman (ET_c)	51

3.9.3 Curah Hujan Efektif (P_e)	52
3.9.4 <i>Net Irrigation Requirement</i> (NIR)	52
3.9.5 Volume Air Irigasi.....	52
3.10 Skenario Rencana Pengujian	53
3.10.1 Pengujian <i>Hyperparameter Tuning</i> LSTM.....	53
3.10.2 Pengujian Stasioneritas dan Pemodelan Residual	54
3.10.3 Evaluasi Kinerja Prediksi.....	54
3.10.4 Pengujian Simulasi Kebutuhan Air Irigasi.....	55
BAB IV HASIL PENGUJIAN DAN PEMBAHASAN	56
4.1 Implementasi.....	56
4.1.1 Pengumpulan Data.....	56
4.1.2 Pre-processing Data	56
4.1.3 Normalisasi Data.....	59
4.1.4 Pembagian Data Latih.....	60
4.1.5 Pembuatan Sequence untuk LSTM.....	60
4.1.6 Hyperparameter Tuning dan Pelatihan Model LSTM	60
4.1.7 Analisis Stasioneritas dan Pemodelan ARIMA pada Residual	62
4.1.8 Penggabungan Hybrid LSTM–ARIMA.....	63
4.1.9 Evaluasi.....	63
4.1.10 Hasil Prediksi dan Perhitungan Irigasi.....	64
4.2 Hasil Implementasi	65
4.2.1 Hasil Pengumpulan Data	65
4.2.2 Hasil Pre-processing Data.....	66
4.2.3 Hasil Hyperparameter Tuning Model LSTM.....	66
4.2.4 Hasil Pelatihan Model LSTM	67
4.2.5 Hasil Analisis Stasioneritas dan Model ARIMA pada Residual	70
4.2.6 Hasil Penggabungan Hybrid LSTM-ARIMA.....	73
4.2.7 Evaluasi Model, Prediksi, dan Simulasi Irigasi	74
4.3 Pembahasan	77
BAB V PENUTUP	80
5.1 Kesimpulan	80
5.2 Saran	80
DAFTAR PUSTAKA	82