

DAFTAR ISI

PERNYATAAN KEASLIAN DAN PERSETUJUAN UNGGAH KARYA TUGAS AKHIR	ii
PERSETUJUAN DOSEN PEMBIMBING TUGAS AKHIR.....	v
PERSETUJUAN TIM PENGUJI TUGAS AKHIR.....	vi
ABSTRAK.....	vii
<i>ABSTRACT</i>	viii
KATA PENGANTAR.....	ix
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR TABEL.....	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Batasan Masalah.....	4
1.5 Manfaat Penelitian.....	5
1.6 Sistematika Penulisan.....	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	8
2.1 Hutan	8
2.2 Karakteristik Kebakaran Hutan dan Kebutuhan Sistem Prediksi.....	9
2.3 Indikator dan Faktor Penyebab Kebakaran Hutan dan Lahan.....	10
2.4 <i>Remote Sensing</i>	11
2.4.1 Data Satelit MODIS (<i>Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer</i>)	13
2.4.2 Hansen Global Landcover Dataset	15
2.4.3 Data Cuaca Historis (WeatherAPI.com).....	15
2.5 <i>Machine Learning</i>	16
2.5 <i>Long Short-Term Memory</i> (LSTM)	20
2.6 <i>Random Forest</i> dan Seleksi Fitur	29
2.7 Perbandingan Metode Pemantauan Kebakaran Hutan	32
2.8 Penelitian Terdahulu	34
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	40

3.1 Metodologi Penelitian	40
3.2 Jenis dan Pendekatan Penelitian	42
3.3 Sumber Penelitian.....	43
3.4 Metode Pengumpulan dan Pembersihan Data	44
3.4.1 Pengumpulan Data Hotspot MODIS MOD14A1 V6.1	45
3.4.2 Penyaringan Data Berdasarkan <i>Confidence Level</i> (>70%).....	45
3.4.3 Penyaringan Data Berdasarkan Hansen Global Landcover Dataset (>30% <i>Tree Cover</i>)	46
3.4.4 Pengumpulan Data Cuaca Historis	46
3.4.5 Sintesis Data Non-Kebakaran.....	47
3.5 Metode Pemrosesan Data	47
3.6 Metode Pemodelan dan Analisis	50
3.6.1 Arsitektur Model	51
3.6.2 Optimasi Model	52
3.6.3 Strategi Pelatihan dan <i>Callback</i>	52
3.7 Indikator Pencapaian	55
3.8 Peralatan dan Perangkat Lunak yang Digunakan	56
3.8.1 Perangkat Keras (<i>Hardware</i>)	56
3.8.2 Perangkat Lunak (<i>Software</i>)	57
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	59
4.1 Eksplorasi Data dan Pra-Pemrosesan	59
4.1.1 Perolehan Dataset Fire	59
4.1.2 Sintesis Dataset <i>Non-Fire</i>	71
4.1.3 Eksplorasi Data Awal.....	77
4.1.4 Identifikasi Data Hilang dan Pembersihan Data.....	83
4.1.5 <i>Feature Selection</i> dengan Random Forest	84
4.1.6 Analisis Korelasi Antar Variabel.....	89
4.2 Tahapan Transformasi Data dan Persiapan Model	92
4.2.1 Import Library.....	92
4.2.2 Pemanggilan dan Pembuatan Label Dataset.....	92
4.2.3 Pembagian Data Sebelum Penggabungan dan Validasi Sampel	93
4.2.4 Urutan Waktu untuk Pelatihan, Transformasi dan Normalisasi Fitur ...	94
4.2.5 Pembentukan Urutan Data (<i>Sequence Generation</i>) untuk LSTM	96
4.2.6 Perhitungan dan Penyesuaian Bobot Kelas	100

4.3 Training dan Hasil Pemodelan	101
4.3.1 Konfigurasi Eksperimen	101
4.3.2 Optimasi dan Parameter Model	103
4.3.3 Pengaturan <i>Early Stopping</i> dan <i>Learning Rate Scheduler</i>	104
4.3.4 Proses Pelatihan Model.....	105
4.4 Evaluasi Model.....	106
4.4.1 Hasil Evaluasi Kuantitatif.....	106
4.4.2 <i>Classification Report</i>	109
4.4.3 Visualisasi Perfoma Model	110
4.5 Perbandingan dan Justifikasi Konfigurasi Model.....	113
4.5.1 Perbandingan Panjang Sequence (Sequence Length).....	114
4.5.2 Perbandingan Arsitektur LSTM.....	114
4.5.3 Visualisasi Hasil Evaluasi Model.....	116
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	121
5.1 Kesimpulan	121
5.2 Saran	122
DAFTAR PUSTAKA	124

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Statistika Kebakaran Hutan di Indonesia 2001-2020. Sumber: Global Forest Watch.....	8
Gambar 2. 2 Peta Sebaran Hotspot MODIS 2022. Sumber: MDPI.com	13
Gambar 2. 3 Hasil Prediksi Hotspot 2021. Sumber: E.A. Kadir dkk.....	19
Gambar 3. 1 Diagram Alur Penelitian	40
Gambar 4. 1 Merging Data Tahunan	60
Gambar 4. 2 Lima Baris Pertama Isi Dataset Sebelum Pengolahan	62
Gambar 4. 3 Informasi Dataset Sebelum Pengolahan.....	62
Gambar 4. 4 Stastistika Deskriptif Data Sebelum Pengolahan	63
Gambar 4. 5 Jumlah Data Setelah Filtering Confidence ≥ 70	64
Gambar 4. 6 Dataset Setelah Filtering Hansen Global Forest Change	66
Gambar 4. 7 Tipe Data dalam Dataset Fire	70
Gambar 4. 8 Tipe Data dalam Dataset Non-Fire.....	77
Gambar 4. 9 Analisis Statistik Deskriptif Dataset Non-Fire	78
Gambar 4. 10 Analisis Statistik Deskriptif Dataset Fire	80
Gambar 4. 11 Frekuensi Kebakaran Hutan Berdasarkan Tahun	82
Gambar 4. 12 Hasil Feature Selection Menggunakan Random Forest Classifier. 87	
Gambar 4. 13 Visualisasi Heatmap Korelasi Antar Variabel	89
Gambar 4. 14 Hasil Pembagian Data	94
Gambar 4. 15 Classification Report	109
Gambar 4. 16 Loss dan Accuracy over Epochs.....	110
Gambar 4. 17 Visualisasi Confusion Matrix	111
Gambar 4. 18 Visualisasi Precision - Recall Curve	112
Gambar 4. 19 Visualisasi ROC Curve.....	113
Gambar 4. 20 Loss and Accuracy Over Epoch Sequence Length 30.....	116
Gambar 4. 21 Visualisasi Confusion Matrix Sequence Length 30	116
Gambar 4. 22 Visualisasi Precision - Recall Curve Sequence Length 30.....	116
Gambar 4. 23 Visualisasi ROC Curve Sequence Length 30	117
Gambar 4. 24 Loss dan Accuracy Over Epochs Sequence Length 70	118
Gambar 4. 25 Visualisasi Confusion Matrix Sequence Length 70	118
Gambar 4. 26 Visualisasi Precision - Recall Curve Sequence Length 70.....	118
Gambar 4. 27 Visualisasi ROC Curve Sequence Length 70	119

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Variabel Dataset MODIS MOD14A1.....	14
Tabel 2. 2 Variabel Dataset Cuaca WeatherAPI.com	16
Tabel 2. 3 Penelitian Terdahulu.....	37
Tabel 3. 1 Library Python yang Digunakan	58
Tabel 4. 1 Sebelum dan Sesudah Normalisasi	96
Tabel 4. 2 Contoh Penerapan Sequence Generation	99
Tabel 4. 3 Tabel Metrik Pencapaian Pada Data Training	107
Tabel 4. 4 Tabel Metrik Pencapaian Pada Data Testing	107
Tabel 4. 5 Perbandingan Penggunaan Jumlah Sequence Length	114
Tabel 4. 6 Perbandingan Layer LSTM Yang Digunakan	115

