



DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERNYATAAN	iii
HALAMAN MOTTO DAN PERSEMBAHAN	iv
PRAKATA	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xii
INTISARI	xiv
ABSTRACT	xv
I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang Masalah	1
1.2. Pembatasan Masalah	3
1.3. Tujuan Penelitian	4
1.4. Manfaat Penelitian	5
1.5. Tinjauan Pustaka	5
1.6. Metodologi Penelitian	7
1.7. Sistematika Penulisan	8
II DASAR TEORI	10
2.1. Konsep Statistika Numerik	10
2.2. Probabilitas	12
2.3. Variabel Random	12
2.4. Matriks	13
2.5. Operasi Hadamard	14
2.5.1. Sifat-sifat Operasi Hadamard	15
2.5.2. Aplikasi Operasi Hadamard dalam Pembelajaran Mesin	16
2.6. Pembelajaran Mesin (<i>Machine Learning</i>)	17
2.6.1. Jenis-Jenis Pembelajaran Mesin	17
2.6.2. Data Latih dan Data Uji	19
2.6.3. <i>Underfitting</i> dan <i>Overfitting</i>	20
2.6.4. <i>K-Fold Cross Validation</i>	21
2.6.5. <i>Hyperparameter</i>	22
2.7. Jaringan Saraf Tiruan (<i>Artificial Neural Network</i>)	23
2.7.1. Struktur dan Komponen Jaringan Syaraf Tiruan	23
2.7.2. <i>Multilayer Perceptron</i> (MLP)	28
2.7.3. <i>Backpropagation</i>	29



2.8. <i>Natural Language Processing</i>	34
2.8.1. <i>Text Preprocessing</i>	35
2.9. <i>Word Clouds</i>	36
2.10. <i>N-Grams</i>	36
2.11. <i>Web Scraping</i>	37
III ANALISIS SENTIMEN DENGAN MODEL CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK, LONG SHORT-TERM MEMORY, DAN BIDIRECTIONAL LONG SHORT-TERM MEMORY	38
3.1. Analisis Sentimen	38
3.2. Kelas Data Tidak Seimbang	39
3.3. <i>Convolutional Nueral Network</i> (CNN)	40
3.3.1. Definisi <i>Convolutional Neural Network</i>	40
3.3.2. <i>Input Layer</i>	42
3.3.3. <i>Convolutional Layer</i>	43
3.3.4. <i>Pooling Layer</i>	45
3.3.5. <i>Fully Connected Layer</i>	45
3.3.6. <i>Output Layer</i>	45
3.4. <i>Long Short-Term Memory</i> (LSTM)	47
3.5. <i>Bidirectional Long Short-Term Memory</i> (BiLSTM)	50
3.6. <i>Feature Extraction</i>	52
3.6.1. Tokenisasi	52
3.6.2. <i>Padding Sequences</i>	53
3.6.3. <i>Word Embedding</i>	54
3.7. Optimasi Adam	54
3.7.1. Persamaan Dasar Adam	55
3.7.2. Penerapan Adam dalam Analisis Sentimen dan <i>Text Classification</i>	55
3.8. Evaluasi Model	56
3.9. Alur Analisis	59
IV Studi Kasus	62
4.1. Spesifikasi Perangkat Keras	62
4.2. Deskripsi Data	63
4.3. Pelabelan Kelas Sentimen	66
4.4. Eksplorasi dan Visualisasi Data Asli	67
4.4.1. Pemeriksaan Data Hilang dan Data Duplikat	67
4.4.2. Visualisasi Perbandingan Karakteristik Sentimen Ulasan	68
4.4.3. <i>Text Preprocessing</i>	70
4.4.4. Gambaran Opini Pengguna	73
4.4.5. Pembagian Data Latih dan Data Uji	77
4.4.6. Penanganan Kelas Tidak Seimbang	77
4.4.7. <i>Feature Extraction</i>	79



4.4.8.	Klasifikasi Sentimen dengan <i>Convolutional Neural Network, Long Short-Term Memory</i> , dan <i>Bidirectional Long Short-Term Memory</i>	82
4.4.9.	Klasifikasi Sentimen dengan <i>Convolutional Neural Network-Long Short-Term Memory (CNN-LSTM)</i>	92
4.4.10.	Klasifikasi Sentimen dengan <i>Convolutional Neural Network-Bidirectional Long Short-Term Memory (CNN-BiLSTM)</i>	96
4.4.11.	Perbandingan Akhir Performa Klasifikasi	99
V	Penutup	105
5.1.	Kesimpulan	105
5.2.	Saran	106
	DAFTAR PUSTAKA	107
	DAFTAR LAMPIRAN	112
A	Sintaks <i>Web Scraping</i>	113
B	Sintaks <i>Text Preprocessing</i>	116
C	Sintaks <i>Word Clouds</i> dan <i>N-Gram</i>	125
D	Sintaks Pembentukan Model Data Tidak Seimbang	133
E	Sintaks Pembentukan Model Data Seimbang	144
F	Sintaks Model CNN	151
G	Sintaks Model CNN	157
H	Sintaks Model LSTM	163
I	Sintaks Model BiLSTM	169
J	Sintaks Model CNN-LSTM	176
K	Sintaks Model CNN-BiLSTM	182