

DAFTAR ISI

HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI	v
ABSTRAK.....	vi
ABSTRACT	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan dan Manfaat.....	4
1.4 Ruang Lingkup	5
1.5 Sistematika Penulisan.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Penelitian Terkait.....	7
2.2 <i>Natural Language Processing</i> (NLP).....	10
2.3 Analisis Sentimen.....	11
2.4 Prapemrosesan Teks	11
2.4.1 <i>Label Encoding</i>	12
2.4.2 Penghapusan <i>HTML Tags</i>	12
2.4.3 Normalisasi Spasi Sebelum Tanda Baca	12
2.4.4 Normalisasi <i>Whitespace</i>	12
2.4.5 Tokenisasi Teks	13
2.5 <i>Transformer</i>	13
2.5.1 <i>Encoder-Decoder</i>	13
2.5.2 <i>Self-Attention</i>	15
2.5.3 <i>Multi-Head Attention</i>	16
2.5.4 <i>Feed Forward Network</i> (FFN)	17
2.5.5 <i>Positional Encoding</i>	18

2.6	<i>Bidirectional Encoder Representations from Transformers (BERT)</i>	18
2.6.1	<i>Pretrained BERT</i>	19
2.6.2	<i>Masked Language Modelling (MLM)</i>	20
2.6.3	<i>Next Sentence Prediction (NSP)</i>	21
2.6.4	<i>Fine-Tuning BERT</i>	21
2.7	<i>Word Embedding BERT</i>	21
2.7.1	<i>Tokenisasi WordPiece</i>	22
2.7.2	<i>Representasi Input BERT</i>	22
2.7.3	<i>Contextual Embedding</i>	24
2.8	<i>Recurrent Neural Network (RNN)</i>	24
2.8.1	<i>Long Short-Term Memory (LSTM)</i>	26
2.8.2	<i>Gated Recurrent Unit (GRU)</i>	30
2.8.3	<i>Bidirectional Long Short-Term Memory (BiLSTM)</i>	33
2.8.4	<i>Bidirectional Gated Recurrent Unit (BiGRU)</i>	35
2.9	<i>Model Hibrida</i>	36
2.9.1	<i>Model BERT-BiLSTM</i>	37
2.9.2	<i>Model BERT-BiGRU</i>	37
2.10	<i>Classification Layer</i>	38
2.11	<i>Stratified K-Fold Cross Validation</i>	39
2.12	<i>Hyperparameter Tuning</i>	40
2.13	<i>Cross Entropy Loss</i>	41
2.14	<i>Metrik Evaluasi</i>	42
2.14.1	<i>Confusion Matrix</i>	42
2.14.2	<i>Accuracy</i>	43
2.14.3	<i>Precision</i>	43
2.14.4	<i>Recall</i>	43
2.14.5	<i>F1-Score</i>	44
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....		45
3.1	<i>Pengumpulan Data</i>	46
3.2	<i>Eksplorasi dan Pemahaman Data</i>	46
3.2.1	<i>Analisis Distribusi Label</i>	46
3.2.2	<i>Pemeriksaan Missing Values</i>	47
3.2.3	<i>Analisis Statistik Deskriptif</i>	47

3.2.4 Visualisasi Histogram Panjang Teks	47
3.2.5 Analisis Frekuensi Kata Dominan Berdasarkan Sentimen.....	48
3.3 Pembagian Data.....	49
3.4 Prapemrosesan Data	50
3.4.1 <i>Label Encoding</i>	50
3.4.2 Penghapusan HTML <i>Tags</i>	50
3.4.3 Normalisasi Spasi Sebelum Tanda Baca	51
3.4.4 Normalisasi <i>Whitespace</i>	51
3.4.5 Tokenisasi Teks	51
3.5 Pelatihan dan Validasi Data.....	56
3.5.1 Persiapan Input Model.....	56
3.5.2 <i>Stratified 5-Fold Cross Validation</i>	59
3.5.3 <i>Embedding Layer</i> BERT	60
3.5.4 <i>Encoder Layer</i> BERT	62
3.5.5 Pembangunan Model BERT-BiLSTM	63
3.5.6 Pembangunan Model BERT-BiGRU	66
3.5.7 <i>Hyperparameter Tuning</i>	68
3.5.8 Seleksi Konfigurasi <i>Hyperparameter</i> Terbaik	71
3.5.9 <i>Final Training</i>	72
3.6 Pengujian dan Evaluasi.....	73
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	74
4.1 Lingkungan dan Perangkat yang Digunakan untuk Penelitian.....	74
4.2 Skenario Eksperimen.....	74
4.3 Hasil dan Analisis Pelatihan dan Validasi Model	74
4.3.1 Hasil dan Analisis <i>5-Fold Cross Validation</i> Model BERT-BiLSTM	75
4.3.2 Hasil dan Analisis <i>5-Fold Cross Validation</i> Model BERT-BiGRU.....	79
4.3.3 Hasil dan Analisis <i>Final Training</i> Model BERT-BiLSTM pada Skenario 8	84
4.3.4 Hasil dan Analisis <i>Final Training</i> Model BERT-BiGRU pada Skenario 12	85
4.4 Hasil Pengujian dan Perbandingan Model BERT-BiLSTM dan BERT-BiGRU	86
BAB V PENUTUP	91
5.1 Kesimpulan.....	91
5.2 Saran.....	92
DAFTAR PUSTAKA.....	93

LAMPIRAN 1. Contoh Perhitungan Pembentukan Input <i>Embedding</i> BERT.....	99
LAMPIRAN 2. Contoh Perhitungan Komponen <i>Encoder</i> BERT.....	101
LAMPIRAN 3. Contoh Perhitungan <i>Long Short-Term Memory</i> (LSTM).....	104
LAMPIRAN 4. Contoh Perhitungan <i>Gated Recurrent Unit</i> (GRU).....	107
LAMPIRAN 5. Contoh Perhitungan <i>Bidirectional</i> LSTM (BiLSTM)	109
LAMPIRAN 6. Contoh Perhitungan <i>Bidirectional</i> GRU (BiGRU).....	111
LAMPIRAN 7. Contoh Perhitungan <i>Classification Layer</i>	113
LAMPIRAN 8. Contoh Perhitungan <i>Cross Entropy Loss</i>	115
LAMPIRAN 9. Contoh Perhitungan Matriks Evaluasi	117