

DAFTAR ISI

HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI.....	v
ABSTRAK	vi
<i>ABSTRACT</i>	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	5
1.3 Tujuan dan Manfaat.....	6
1.4 Ruang Lingkup.....	6
1.5 Sistematika Penulisan.....	7
BAB II LANDASAN TEORI	9
2.1 <i>State of the Arts</i>	9
2.2 Pengolahan Bahasa Alami.....	16
2.3 Pra-Pemrosesan Data.....	17
2.4 Ekstraksi Fitur	17
2.4.1 BERT	17
2.4.1.1 <i>Input Representations</i>	19
2.4.1.2 <i>Token Embeddings</i>	19
2.4.1.3 <i>Segment Embeddings</i>	19
2.4.1.4 <i>Positional Embeddings</i>	20
2.4.1.5 <i>Pre-Training BERT</i>	21
2.4.1.6 <i>Fine-tuning BERT</i>	22
2.4.2 IndoBERT.....	22
2.5 <i>Transformers</i>	23
2.6 <i>Mekanisme Attention</i>	25
2.7 <i>Hierarchical BERT + Attention</i>	27

2.7.1	<i>Input Layer</i>	27
2.7.2	<i>Word Encoder</i>	28
2.7.3	<i>Word Attention</i>	28
2.7.4	<i>Sentence Positional Encoding Layer</i>	31
2.7.5	<i>Sentence Attention</i>	33
2.7.6	<i>Mean Pooling</i>	35
2.7.7	<i>Fully Connected Layer</i>	37
2.7.8	<i>Output Layer</i>	38
2.8	Fungsi Aktivasi	40
2.9	<i>Forward dan Backward Pass</i>	41
2.10	<i>Hyperparameter Tuning</i>	42
2.10.1	<i>Grid Search</i>	43
2.10.2	<i>Freeze Layers</i>	43
2.11	<i>Optimizer AdamW (Adam with Weight Decay)</i>	44
2.12	<i>Hyperparameter</i>	46
2.13	<i>Metrik Evaluasi</i>	49
2.14	<i>Tools dan Library</i>	53
2.14.1	<i>Google Colaboratory</i>	53
2.14.2	<i>Visual Studio Code</i>	53
2.14.3	<i>NumPy</i>	54
2.14.4	<i>Pandas</i>	54
2.14.5	<i>Matplotlib</i>	54
2.14.6	<i>Scikit-learn</i>	55
2.14.7	<i>PyTorch</i>	55
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		57
3.1	Pengumpulan Data	57
3.2	Pra-pemrosesan Data	59
3.2.1	Pengubahan Format Data	59
3.2.2	Pemilihan Kolom (<i>Feature Selection</i>)	59
3.2.3	Pembuatan Label	62
3.2.4	Penghapusan Baris Kosong	63
3.2.5	Pengubahan Format Kata	63
3.2.6	Penggabungan Teks	64
3.2.7	Pengubahan Label Menjadi Angka	64

3.3	Pemahaman Data.....	64
3.4	Pembagian Data.....	65
3.5	BERT.....	65
3.5.1	Tokenisasi dengan IndoLEM-IndoBERT.....	66
3.5.2	Pembuatan <i>Dataset</i> PyTorch dan <i>Dataloader</i>	68
3.5.3	<i>Pre-training</i> Model BERT.....	70
3.5.3.1	<i>Token Embeddings</i>	71
3.5.3.2	<i>Segment Embeddings</i>	72
3.5.3.3	<i>Positional Embeddings</i>	72
3.5.3.4	Penjumlahan Token, Segmen, dan <i>Positional Embeddings</i>	73
3.5.3.5	Arsitektur BERT	73
3.5.4	Pelatihan dan Evaluasi Pada Model BERT.....	77
3.5.4.1	<i>Forward Pass</i> dan <i>Backward Pass</i>	78
3.5.4.2	Pengaturan <i>Hyperparameter</i>	79
3.5.4.3	<i>Fine Tuning</i> BERT dengan <i>Grid Search</i>	80
3.6	<i>Hierarchical BERT + Attention</i>	80
3.6.1	Tokenisasi dengan IndoLEM-IndoBERT.....	81
3.6.2	Pembuatan <i>Dataloader</i>	83
3.6.3	<i>Pre-training</i> Model <i>Hierarchical BERT + Attention</i>	85
3.6.3.1	<i>Token Embeddings</i>	86
3.6.3.2	<i>Segment Embeddings</i>	87
3.6.3.3	<i>Positional Embeddings</i>	88
3.6.3.4	Penjumlahan Token, Segmen, dan <i>Positional Embeddings</i>	88
3.6.3.5	Arsitektur Model <i>Hierarchical BERT + Attention</i>	89
3.6.4	Pelatihan dan Evaluasi Pada Model <i>Hierarchical BERT + Attention</i>	97
3.6.4.1	<i>Forward Pass</i> dan <i>Backward Pass</i>	97
3.6.4.2	Pengaturan <i>Hyperparameter</i>	99
3.6.5	<i>Fine Tuning</i> Model <i>Hierarchical BERT + Attention</i>	101
3.6.5.1	<i>Grid Search</i>	101
3.6.5.2	<i>Freeze Layers</i>	101
3.7	<i>Evaluasi</i>	103
3.8	Lingkungan Pengujian.....	105
3.9	Skenario Eksperimen.....	106

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	109
4.1 Data Penelitian.....	109
4.2 Pengolahan Data Penelitian.....	110
4.3 Hasil dan Analisis Model	114
4.3.1 Hasil dan Analisis BERT	114
4.3.2 Hasil dan Analisis BERT <i>Fine-tuning</i>	118
4.3.3 Hasil dan Analisis <i>Hierarchical BERT + Attention</i>	121
4.3.3.1 Hasil dan Analisis <i>Hierarchical BERT + Attention Fine-Tuning</i>	124
4.3.3.2 Hasil dan Analisis <i>Hierarchical BERT + Attention With Freeze</i> <i>Layers</i>	127
4.4 Hasil dan Analisis Skenario.....	130
4.4.1 Hasil Skenario 1: Pencarian <i>Hyperparameter</i> Terbaik untuk BERT <i>Base</i> <i>Fine-Tuning</i>	130
4.4.2 Hasil Skenario 2: Perbandingan <i>Fine-tuning Hierarchical BERT +</i> <i>Attention</i>	132
4.4.3 Hasil Skenario 3: Perbandingan <i>Fine-tuning Hierarchical BERT + Attention</i> dengan BERT <i>Fine-tuning</i>	133
BAB V PENUTUP	136
5.1 Kesimpulan.....	136
5.2 Saran.....	137
DAFTAR PUSTAKA	138
LAMPIRAN 1. Hasil Pemrosesan Pada Model BERT.....	146
LAMPIRAN 2. Hasil Pemrosesan Pada Model <i>Hierarchical BERT + Attention</i>	158
LAMPIRAN 3. Proses Model BERT.....	185
LAMPIRAN 4. Proses Model <i>Hierarchical BERT + Attention</i>	204
LAMPIRAN 5. Arsitektur <i>Hierarchical BERT + Attention</i>	216
LAMPIRAN 6. Arsitektur <i>Hierarchical BERT + Attention With Freeze Layers</i>	217