

HALAMAN PENGESAHAN PEMBIMBING .....	ii
HALAMAN PENGESAHAN PENGUJI .....	iii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI .....	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN .....	v
KATA PENGANTAR .....	vii
DAFTAR ISI .....	viii
DAFTAR TABEL .....	xiii
DAFTAR GAMBAR .....	xv
DAFTAR SINGKATAN.....	xvi
INTISARI.....	xvii
ABSTRACT .....	xviii
BAB I Pendahuluan .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	4
1.3 Tujuan Penelitian.....	5
1.4 Batasan Penelitian .....	6
1.5 Manfaat Penelitian .....	7
1.6 Sistematika Penulisan.....	7
BAB II Tinjauan Pustaka dan Dasar Teori .....	9
2.1 Tinjauan Pustaka .....	9
2.1.1 Klasifikasi ICD berbasis <i>Machine Learning</i> Tradisional .....	9
2.1.2 Klasifikasi ICD berbasis <i>Deep Learning</i> .....	9
2.1.3 Klasifikasi ICD berbasis <i>Transformer</i> .....	11
2.1.4 Rangkuman Penelitian Klasifikasi ICD .....	16
2.2 Dasar Teori .....	19
2.2.1 Semantik dan Leksikal.....	19
2.2.2 <i>Natural Language Processing</i> .....	19
2.2.3 Pembelajaran Mesin .....	20
2.2.4 <i>Artificial Neural Network</i> .....	20
2.2.5 <i>Deep Learning</i> .....	20
2.2.6 <i>Activation Function</i> .....	21
2.2.6.1 Fungsi Sigmoid .....	21
2.2.6.2 Fungsi Tanh (Hyperbolic Tangent).....	21
2.2.6.3 Fungsi ReLU (Rectified Linear Unit).....	21
2.2.6.4 Fungsi Softmax .....	22
2.2.7 <i>Language Model</i> .....	22

2.2.8	<i>Transformer</i> .....	23
2.2.8.1	<i>Encoder</i> .....	24
2.2.8.2	<i>Decoder</i> .....	25
2.2.8.3	<i>Position-wise Feed-Forward Networks</i> .....	25
2.2.8.4	<i>Positional Encoding</i> .....	26
2.2.9	BERT .....	26
2.2.9.1	Representasi Sintaksis pada BERT .....	26
2.2.9.2	Representasi Semantik pada BERT .....	27
2.2.9.3	IndoBERT .....	28
2.2.9.4	DistilBERT .....	28
2.2.10	ICD Coding .....	29
2.2.11	Klasifikasi Multilabel .....	30
2.2.12	<i>Label Aware Attention</i> .....	30
2.2.12.1	Proses <i>Label Attention</i> .....	30
2.2.12.2	Prediksi Label .....	31
2.2.13	Fungsi Kehilangan .....	31
2.2.14	Matriks Evaluasi .....	32
2.2.14.1	F1-score Makro .....	32
2.2.14.2	F1-score Mikro .....	33
2.2.15	K-Fold Cross Validation .....	34
2.2.16	<i>Repeated Run</i> .....	34
2.3	Analisis Perbandingan Metode .....	35
2.3.1	Analisis Perbandingan Metode <i>Preprocessing</i> .....	35
2.3.2	Analisis Perbandingan Metode NLP untuk Klasifikasi <i>Multilabel</i> ICD-10 .....	36
2.3.3	Analisis Perbandingan Metode <i>Pretrained</i> Model BERT .....	36
2.3.4	Analisis Perbandingan Metode Klasifikasi <i>Multilabel</i> .....	38
2.4	Pertanyaan Tugas Akhir .....	39
BAB III	Metode Penelitian .....	40
3.1	Alat dan Bahan Tugas akhir .....	40
3.1.1	Alat Tugas akhir .....	40
3.1.2	Bahan Tugas Akhir .....	41
3.2	Metode yang Digunakan .....	41
3.2.1	<i>Pretrained</i> BERT .....	41
3.2.2	Arsitektur Model .....	42
3.2.2.1	Arsitektur Model tanpa Mekanisme Perhatian Label ....	43
3.2.2.2	Arsitektur Model dengan Mekanisme Perhatian Label ..	43
3.2.3	<i>Preprocessing</i> .....	45
3.2.4	<i>Feature Extraction</i> .....	45

3.2.5	<i>Fine-tuning</i> .....	45
3.2.6	<i>Label Aware Attention</i> .....	46
3.2.7	Evaluasi Model .....	46
3.2.8	<i>Hyperparameter Tuning</i> .....	47
3.2.9	<i>Grid Search</i> dengan 5-fold cross validation .....	47
3.2.10	Metode Analisis .....	47
3.2.11	<i>Repeated Run</i> .....	48
3.2.12	Pemilihan Konfigurasi Metrik .....	48
3.3	Alur Tugas Akhir .....	48
3.3.1	Persiapan Eksperimen .....	50
3.3.1.1	Pengumpulan Data .....	50
3.3.1.2	<i>Preprocessing</i> Awal .....	56
3.3.1.3	Penggabungan Atribut Data .....	56
3.3.1.4	Eksplorasi Data .....	57
3.3.1.5	Penggabungan Data .....	58
3.3.1.6	<i>Preprocessing</i> Data .....	59
3.3.1.7	Penentuan Jumlah Data .....	61
3.3.1.8	Pelabelan Data .....	61
3.3.1.9	Validasi dan Pengecekan Manual Data .....	61
3.3.1.10	Statistik Akhir .....	62
3.3.1.11	Pembagian <i>Test Set</i> dan <i>Train Set</i> .....	64
3.3.1.12	Pembagian 5 <i>Fold</i> dari <i>Train Set</i> .....	64
3.3.2	<i>Fine-tuning</i> .....	64
3.3.2.1	Kombinasi <i>Hyperparameter</i> .....	65
3.3.2.2	Inisiasi Model .....	65
3.3.2.3	<i>Fine-tuning</i> Model .....	66
3.3.2.4	Evaluasi Keseluruhan Metrik setiap <i>Fold</i> Model .....	66
3.3.2.5	Pemilihan <i>Hyperparameter</i> Terbaik .....	66
3.3.3	Evaluasi Model .....	67
3.4	Model <i>Fine-tuned Transformer</i> .....	68
3.5	Pertimbangan Etis dan <i>Ethical Clearance</i> .....	69
BAB IV	Hasil dan Pembahasan .....	70
4.1	Analisis Pengaruh <i>Hyperparameter</i> Terhadap Kinerja Model .....	70
4.2	Analisis Perbandingan Keseluruhan Model .....	71
4.2.1	Pemilihan Model Terbaik .....	71
4.2.2	Analisis Distribusi <i>Repeated Run</i> .....	72
4.2.3	Analisis Distribusi Nilai F1-score setiap Kode ICD-10 Hasil Model <i>Grid Search</i> .....	73
4.2.3.1	IndoBERT .....	74

4.2.3.2	IndoBERT dengan <i>Label Aware Attention</i> .....	74
4.2.3.3	mBERT .....	75
4.2.3.4	mBERT dengan <i>Label Aware Attention</i> .....	76
4.2.3.5	DistilBERT .....	76
4.2.3.6	DistilBERT dengan <i>Label Aware Attention</i> .....	77
4.2.3.7	Kesimpulan Analisis Distribusi F1-score setiap Kode ICD-10 .....	77
4.3	Analisis Pengaruh <i>Label Aware Attention</i> .....	78
4.3.1	IndoBERT .....	78
4.3.2	mBERT .....	79
4.3.3	DistilBERT .....	80
4.3.4	Analisis Umum Pengaruh <i>Label Aware Attention</i> .....	81
4.4	Kelebihan dan Kekurangan Penelitian .....	81
4.5	Diskusi .....	82
BAB V	Kesimpulan dan Saran .....	83
5.1	Kesimpulan .....	83
5.2	Saran .....	83
DAFTAR PUSTAKA	.....	85
LAMPIRAN	.....	L-1
L.1	Hasil <i>Grid Search</i> tiap Model .....	L-1
L.1.1	Model IndoBERT .....	L-1
L.1.2	Model IndoBERT + <i>Label Aware Attention</i> .....	L-1
L.1.3	Model mBERT .....	L-2
L.1.4	Model mBERT + <i>Label Aware Attention</i> .....	L-2
L.1.5	Model DistilBERT .....	L-3
L.1.6	Model DistilBERT + <i>Label Aware Attention</i> .....	L-3
L.2	Hasil <i>Repeated Run</i> .....	L-3
L.3	Kode <i>Fine-tuning</i> .....	L-5
L.3.1	Inisiasi Awal .....	L-5
L.3.2	Inisiasi <i>Seed</i> .....	L-5
L.3.3	<i>Load Data</i> .....	L-6
L.3.4	<i>Hyperparameter Tuning</i> .....	L-6
L.3.5	Inisiasi <i>Dataset</i> BERT .....	L-6
L.3.6	Inisiasi Model .....	L-7
L.3.6.1	BERT .....	L-7
L.3.6.2	BERT dengan <i>Label Aware Attention</i> .....	L-8
L.3.7	Inisiasi <i>Loss Function</i> dan <i>Optimizer</i> .....	L-9
L.3.8	Inisiasi Fungsi <i>Train</i> .....	L-9
L.3.9	Inisiasi Fungsi <i>Validation</i> .....	L-10

L.3.10 <i>Fine-tuning</i> Model .....	L-10
L.3.10.1 <i>Fine-tuning</i> dengan 5 Fold Cross Validation .....	L-10
L.3.10.2 <i>Fine-tuning</i> Keseluruhan <i>Train Set</i> .....	L-13