

## DAFTAR ISI

PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI .....	iv
PRAKATA.....	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR ARTI LAMBANG DAN SINGKATAN .....	xii
ABSTRAK.....	xiii
ABSTRACT.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	3
1.3. Batasan Penelitian.....	3
1.4. Tujuan Penelitian .....	3
1.5. Keaslian dan Kontribusi Penelitian.....	4
1.6. Manfaat Penelitian .....	8
1.7. Sistematika Penulisan .....	8
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI.....	10
2.1. Tinjauan Pustaka.....	10
2.2. Landasan Teori .....	11
2.2.1. PT. PLN (Persero).....	11
2.2.2. Natural Language Processing (NLP) .....	12
2.2.3. Chatbot.....	13
2.2.4. Pre-processing Text .....	14
2.2.5. Bidirectional Encoder Representations from Transformers (BERT).....	15
2.2.6. Term Frequency-Inverse Document Frequency (TF-IDF) .....	16
2.2.7. Naive Bayes Classifier.....	17
2.2.8. Word2Vec.....	17
2.2.9. Support Vector Machine (SVM).....	18
2.2.10. FastText .....	18
2.2.11. Multilingual BERT (mBERT) .....	19
2.2.12. Evaluasi Metrik.....	19
2.2.13 Intention Recognition dalam NLP .....	22
2.3. Pertanyaan Penelitian.....	23

BAB III METODE PENELITIAN .....	24
3.1. Alat dan Bahan.....	24
3.1.1. Alat Penelitian.....	24
3.1.2. Bahan .....	24
3.2. Tahapan Penelitian.....	24
3.3. Penjabaran Langkah Penelitian.....	25
3.3.1. Pengumpulan Data dan Informasi.....	25
3.3.2. Text Preprocessing.....	26
3.3.3. Vektorisasi Text.....	27
3.3.4. Pembangunan Model BERT .....	27
3.3.5. Evaluasi Model .....	28
3.3.6. Deployment.....	28
3.4. Proses Pelatihan Model IndoBERT .....	28
3.4.1. Inisialisasi dan Instalasi Library .....	28
3.4.2. Persiapan dan Eksplorasi Dataset .....	29
3.4.3. Pra-pemrosesan dan Label Encoding.....	29
3.4.4. Inisialisasi Tokenizer dan Model IndoBERT .....	30
3.4.5. Tokenisasi dan Pembentukan DataLoader.....	30
3.4.6. Pengaturan Parameter Pelatihan .....	31
3.4.7. Proses Pelatihan dan Evaluasi.....	31
3.4.8. Penyimpanan Model .....	32
3.4.9. Prediksi dan Integrasi Chatbot .....	32
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....	34
4.1 Deskripsi Penelitian .....	34
4.2 Analisis Sistem .....	36
4.3 Rancangan Sistem.....	36
4.3.1 Pemrosesan Knowledge Base .....	36
4.3.2 Pemrosesan Terhadap Query Pengguna .....	37
4.4 Rancangan Pengujian.....	38
4.4.1 Hasil Evaluasi Kinerja Model.....	41
4.4.2 Analisis Statistik Signifikansi .....	42
4.4.3 Robustness Cross-Validation .....	43
4.4.4 Trade-Off Antara Akurasi dan Efisiensi .....	43
4.4.5 Analisis Komprehensif Efisiensi Sistem.....	44

4.4.6	Analisis Waktu Pelatihan.....	44
4.4.7	Perbandingan Detail Per Metrik .....	45
4.4.8	Analisis Intention Recognition .....	46
4.5	Implementasi dan Deployment .....	46
4.5.1	Lingkungan Implementasi .....	46
4.5.2	Implementasi Aplikasi Flask .....	46
4.5.3	Integrasi Interface Website .....	48
4.6	Analisis Pengaruh Chatbot terhadap Efisiensi Waktu Kerja Petugas.....	51
4.7	Analisis Fungsionalitas Chatbot IndoBERT .....	52
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....		56
5.1.	Kesimpulan .....	56
5.2.	Saran .....	57
DAFTAR PUSTAKA .....		59
LAMPIRAN.....		1
A.	Inisialisasi - Import dan install Library/Package .....	1
B.	Persiapan Dataset .....	2
C.	EDA (Exploratory Data Analysis).....	2
D.	Preprocessing Data .....	2
E.	Inisiasi BERT Tokenizer dan IndoBERT .....	3
F.	Setup indoBERT Tokenizer .....	3
G.	Matriks Evaluasi .....	3

## DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Kode Inisialisasi dan <i>Instalasi library</i> 1	29
Tabel 3.2 Kode Inisialisasi dan <i>Instalasi library</i> 2	29
Tabel 3.2 Kode Persiapan dan Eksporasi Dataset 1	30
Tabel 3.2 Kode Persiapan dan Eksporasi Dataset 2	30
Tabel 3.2 Kode Pra-pemrosesan dan Label Encoding 1	30
Tabel 3.2 Kode Pra-pemrosesan dan Label Encoding 2	30
Tabel 3.2 Kode Pra-pemrosesan dan Label Encoding 3	31
Tabel 3.2 Kode Inisialisasi Tokenizer dan Model IndoBERT	31
Tabel 3.2 Kode Tokenisasi dan Pembentukan DataLoader	31
Tabel 3.2 Kode Tokenisasi dan Pembentukan DataLoader 2	31
Tabel 3.2 Kode Pengaturan Parameter Pelatihan 1	32
Tabel 3.2 Kode Pengaturan Parameter Pelatihan 2	32
Tabel 3.2 Kode Proses Pelatihan dan Evaluasi 1	32
Tabel 3.2 Kode Proses Pelatihan dan Evaluasi 2	32
Tabel 3.2 Kode Penyimpanan Model	33
Tabel 3.2 Kode Prediksi dan Integrasi Chatbot 1	33
Tabel 3.2 Kode Prediksi dan Integrasi Chatbot 2	33
Tabel 3.2 Kode Prediksi dan Integrasi Chatbot 3	33
Tabel 4.5 Hasil Pengukuran Masing-Masing Model	44
Tabel 4.6 Implementasi Aplikasi Flask – Backend	49
Tabel 4.7 Implementasi Aplikasi Frontend (Javascript)	50

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Arsitektur BERT	20
Gambar 2.2 Visualisasi <i>Confusion matrix</i>	24
Gambar 3.3 Diagram Alur Penelitian	26
Gambar 4.4 Diagram Alur Persiapan Knowledge Base Chatbot	39
Gambar 4.5 Diagram Alur Pemrosesan Query Pengguna oleh Chatbot	40
Gambar 4.6 Perbandingan Multi-Kriteria Kinerja Model (Radar Chart)	43
Gambar 4.7 Critical Difference Diagram – Nemenyi Test	44
Gambar 4.8 Distribusi dan Variabilitas Hasil CV – Boxplot dan Violin Plot	44
Gambar 4.9 Trade-off Akurasi vs Waktu Pelatihan	45
Gambar 4.10 Analisis Performa vs Efisiensi Model	46
Gambar 4.11 Perbandingan Waktu Pelatihan – Skala Linear dan Logaritmik	46
Gambar 4.12 Perbandingan Model Berdasarkan Akurasi, Presisi, Recall, dan <i>F1-Score</i>	47
Gambar 4.13 PLN <i>Mobile</i> Chatbot Interface Screenshot	49
Gambar 4.14 Implementasi Tampilan Chatbot	52
Gambar 4.15 Respon chatbot untuk bahasa yang tidak baku	53
Gambar 4.16 Respon chatbot untuk input yang tidak berkaitan	54
Gambar 4.17 Respon chatbot untuk input terlalu singkat	54

## DAFTAR ARTI LAMBANG DAN SINGKATAN

PLN	Perusahaan Listrik Negara
NLP	<i>Natural Language Processing</i>
ULP	Unit Layanan Pelanggan
UP3	Unit Pelaksana Pelayanan Pelanggan
UID	Unit Induk Distribusi
BERT	<i>Bidirectional Encoder Representations from Transformers</i>
TF-IDF	<i>Term Frequency-Inverse Document Frequency</i>
mBERT	<i>Multilingual Bidirectional Encoder Representations from Transformers</i>
IndoBERT	<i>Indonesian Bidirectional Encoder Representations from Transformers</i>
SVM	<i>Support Vector Machine</i>
LSTM	<i>long short-term memory</i>
TN	<i>True Negatif</i>
FP	<i>False Positive</i>
TP	<i>True Positive</i>
FN	<i>False Negatif</i>
MCC	<i>Matthews Correlation Coefficient</i>
JSON	<i>JavaScript Object Notation</i>
RAM	<i>Random-access memory</i>
CPU	<i>Central Processing Unit</i>
GPU	<i>Graphics Processing Unit</i>