

## DAFTAR ISI

PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI .....	iv
PRAKATA.....	v
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR TABEL.....	viii
DAFTAR GAMBAR .....	ix
DAFTAR ARTI LAMBANG DAN SINGKATAN.....	viii
ABSTRACT.....	xii
ABSTRAK.....	xiii
BAB 1 PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	4
1.3 Batasan Penelitian.....	5
1.4 Keaslian dan Kontribusi Penelitian.....	5
1.5 Tujuan Penelitian .....	10
1.6 Manfaat Penelitian .....	10
1.7 Sistematika Penulisan .....	10
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI.....	12
2.1 Tinjauan Pustaka.....	12
2.1.1. Tinjauan Pustaka Kompleksitas Analisis Sentimen Berbasis Aspek .....	12
2.1.2. Tinjauan Pustaka Kompleksitas Komputasi Metode Sentimen Aspek .....	13
2.2 Landasan Teori .....	13
2.2.1. Analisis Sentimen Berbasis Aspek (ABSA).....	13
2.2.2. Arsitektur Transformer.....	15
2.2.3. BERT .....	24
2.2.4. <i>Hyperparameter Tuning</i> .....	33
2.2.5. <i>Hugging Face</i> .....	33
2.2.6. <i>Confusion Matrix</i> .....	34
2.2.7. Manajemen Pelayanan Pelanggan .....	35
2.2.8. Strategi Pengembangan Bisnis .....	37
2.3 Kerangka Pikir Penelitian .....	38
2.4 Pertanyaan Penelitian.....	38
BAB 3 METODE PENELITIAN .....	39
3.1 Alat dan Bahan .....	39
3.1.1 Alat .....	39
3.1.2 Bahan .....	39
3.2 Jalannya Penelitian .....	41
3.3 Perancangan Penelitian.....	41
3.3.1. Pengumpulan Dataset.....	42



3.3.2.	Labelisasi Dataset.....	44
3.3.3.	Pre Processing Data.....	45
3.3.4.	Pembagian Data .....	48
3.3.5.	Pelatihan Model .....	50
3.3.6.	Pengujian Model .....	50
3.3.7.	Evaluasi.....	51
<b>BAB 4</b>	<b>HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>52</b>
4.1	Klasifikasi Data .....	52
4.2	Training dan Test Data .....	60
4.2.1.	Simulasi Tahap 1.....	61
4.2.2.	Simulasi Tahap 2.....	65
4.3	Analisis Data .....	67
<b>BAB 5</b>	<b>KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>73</b>
5.1	Kesimpulan.....	73
5.2	Saran.....	73
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	<b>.....</b>	<b>75</b>

## DAFTAR TABEL

<b>TABEL 1.1</b> Indeks Kepuasan Pelanggan PT. PLN (Persero) Tahun 2018 – 2022.....	2
<b>TABEL 1.2</b> Perbandingan Usulan Penelitian dengan Penelitian Terdahulu.....	6
<b>TABEL 2.1</b> Contoh ABSA pada Studi Kasus : Yoiko Ramen 415 Restaurant .....	14
<b>TABEL 3.1</b> Spesifikasi Perangkat Keras yang Digunakan.....	39
<b>TABEL 3.2</b> Spesifikasi Perangkat Lunak yang Digunakan.....	39
<b>TABEL 3.3</b> Detail pembagian label aspek dan label sentimen.....	40
<b>TABEL 3.4</b> Detail pembagian data sentimen ke dalam data aspek beserta kriteria. ....	40
<b>TABEL 3.5</b> Contoh Case Folding. ....	45
<b>TABEL 3.6</b> Contoh Tokenisasi. ....	45
<b>TABEL 3.7</b> Contoh Normalisasi Kata. ....	46
<b>TABEL 3.8</b> Keseluruhan Jumlah Data Sentimen Per Aspek. ....	49
<b>TABEL 3.9</b> Pembagian Data Sentimen. ....	49
<b>TABEL 3.10</b> Pembagian Data Aspek. ....	49
<b>TABEL 3.11</b> Jenis Model BERT, DistilBERT dan RoBERTa. ....	50
<b>TABEL 3.12</b> Hyperparameter Dataset terhadap BERT, DistilBERT dan RoBERTa. ....	50
<b>TABEL 4.1</b> Analisis Aspek Pelayanan Pelanggan ( <i>Customer Service</i> ). ....	53
<b>TABEL 4.2</b> Analisis Aspek Ketersediaan Produk ( <i>Produk Availability</i> ). ....	53
<b>TABEL 4.3</b> Analisis Aspek Kebijakan Usaha ( <i>Store Policy</i> ). ....	54
<b>TABEL 4.4</b> Analisis Aspek Pemulihan Layanan ( <i>Service Recovery</i> ). ....	54
<b>TABEL 4.5</b> Komparasi BERT, DistilBERT, RoBERTa. ....	57
<b>TABEL 4.6</b> <i>Training Testing</i> Kelas Sentimen <i>Epoch 5</i> . ....	61
<b>TABEL 4.7</b> <i>Training Testing</i> Kelas Sentimen <i>Epoch 10</i> . ....	62
<b>TABEL 4.8</b> <i>Training Testing</i> Kelas Aspek <i>Epoch 5</i> . ....	63
<b>TABEL 4.9</b> <i>Training Testing</i> Kelas Aspek <i>Epoch 10</i> . ....	64
<b>TABEL 4.10</b> <i>Training Testing</i> Awal Tahap 2. ....	66
<b>TABEL 4.11</b> <i>Training Testing</i> Gabungan Tahap 2. ....	67
<b>TABEL 4.12</b> Analisis <i>Confusion Matrix</i> DistilBERT. ....	68
<b>TABEL 4.13</b> Analisis <i>Confusion Matrix</i> BERT. ....	68
<b>TABEL 4.14</b> Analisis <i>Confusion Matrix</i> RoBERTa. ....	69
<b>TABEL 4.15</b> Data Hasil <i>Confusion Matrix</i> Keseluruhan Model BERT. ....	70
<b>TABEL 4.16</b> Perbandingan Labelisasi Sentimen Manual dan Otomatis. ....	71
<b>TABEL 4.17</b> Perbandingan Labelisasi Aspek Manual dan Otomatis. ....	72

## DAFTAR GAMBAR

<b>GAMBAR 1.1</b>	Alur Penanganan Pengaduan Pelanggan di PLN Mobile .....	2
<b>GAMBAR 2.1</b>	Ilustrasi <i>Attention</i> pada Transformer .....	15
<b>GAMBAR 2.2</b>	Arsitektur Transformer, <i>Encoder</i> dan <i>Decoder</i> .....	16
<b>GAMBAR 2.3</b>	Proses <i>Embedding</i> dan <i>Position Encoding</i> .....	16
<b>GAMBAR 2.4</b>	Rumus sinus kosinus dan visualisasi matrik <i>position encoding</i> .....	17
<b>GAMBAR 2.5</b>	Dimensi Matriks <i>Embedding</i> & <i>Position Encoding</i> .....	18
<b>GAMBAR 2.6</b>	<i>Encoder</i> , <i>Self-attention</i> dan <i>Feed-forward</i> dalam Transformer .....	18
<b>GAMBAR 2.7</b>	<i>Decoder</i> dalam Transformer .....	19
<b>GAMBAR 2.8</b>	<i>Attention</i> dalam Transformer .....	20
<b>GAMBAR 2.9</b>	<i>Multi-Head Attention</i> dalam Transformer .....	21
<b>GAMBAR 2.10</b>	<i>Encoder Self-Attention</i> dan <i>Encoder-Decoder-Attention Scores</i> .....	22
<b>GAMBAR 2.11</b>	Hasil Keluaran Transformer .....	23
<b>GAMBAR 2.12</b>	Perbandingan arsitektur Transformer, GPT dan BERT .....	25
<b>GAMBAR 2.13</b>	MLM pada BERT .....	26
<b>GAMBAR 2.14</b>	NSP pada BERT .....	27
<b>GAMBAR 2.15</b>	Distribusi probabilitas berbeda berdasarkan temperatur T .....	28
<b>GAMBAR 2.16</b>	Fungsi Kerugian DistilBERT .....	29
<b>GAMBAR 2.17</b>	Perbandingan BERT vs DistilBERT (pada dataset GLUE) .....	29
<b>GAMBAR 2.18</b>	Masking Dinamis pada RoBERTa .....	31
<b>GAMBAR 2.19</b>	NSP pada RoBERTa .....	31
<b>GAMBAR 2.20</b>	NSP pada RoBERTa .....	32
<b>GAMBAR 2.21</b>	Diagram <i>Confusion Matrix</i> .....	34
<b>GAMBAR 3.1</b>	Tahapan Proses Penelitian .....	41
<b>GAMBAR 3.2</b>	Tahapan Perancangan Sistem .....	42
<b>GAMBAR 3.3</b>	Surat Ijin Permohonan dan Permintaan Data .....	43
<b>GAMBAR 3.4</b>	Aplikasi APKT-EIS PLN .....	44
<b>GAMBAR 3.5</b>	Data APKT-EIS PLN dengan Label Sentimen dan Aspek .....	44
<b>GAMBAR 3.6</b>	Alur <i>PreProcessing</i> Data .....	45
<b>GAMBAR 3.7</b>	Representasi <i>Input Embedding</i> BERT ( <i>single sentence</i> ) .....	47
<b>GAMBAR 3.8</b>	Ilustrasi Proses <i>Input</i> dan <i>Ouput</i> pada teks klasifikasi BERT .....	48
<b>GAMBAR 4.1</b>	<i>Word Cloud</i> Data Keluhan Pelanggan 2023-2024 .....	52
<b>GAMBAR 4.2</b>	Persebaran Data APKT-EIS PLN berdasarkan Sentimen dan Aspek .....	56
<b>GAMBAR 4.3</b>	Alur Proses Pembangunan Sistem BERT .....	57
<b>GAMBAR 4.4</b>	Pembagian Data Tanpa dan Dengan <i>Stratified</i> .....	58
<b>GAMBAR 4.5</b>	Pembagian Performa Data Tanpa dan Dengan <i>Weighted Loss Function</i> .....	59
<b>GAMBAR 4.6</b>	Simulasi dan Evaluasi Training Data Tahap 1 .....	61
<b>GAMBAR 4.7</b>	Simulasi dan Evaluasi Training Data Tahap 2 .....	65
<b>GAMBAR 4.8</b>	Proses Prediksi Otomatis Sentimen dan Aspek. ....	71

## DAFTAR ARTI LAMBANG DAN SINGKATAN

$PE(pos, 2i)$	=	Positional encoding pada posisi ke-pos dan dimensi ke- $2i$
$PE(pos, 2i+1)$	=	Positional encoding pada posisi ke-pos dan dimensi ke- $(2i + 1)$
$pos$	=	Posisi token dalam urutan input
$i$	=	Indeks dimensi
$dmodel$	=	Dimensi vektor representasi model (embedding size)
$\rho_i$	=	Nilai probabilitas/attention weight untuk elemen ke- $i$
$z_i$	=	Skor atau input logit ke- $i$
$z_j$	=	Skor atau input logit ke- $j$ , digunakan dalam penjumlahan seluruh elemen
$T$	=	Temperatur (temperature), digunakan untuk mengatur kekontrasan distribusi probabilitas
$e$	=	Bilangan Euler (basis logaritma natural)
ABSA	=	Aspect-based sentiment analysis
AI	=	Artificial Intelligence
ALBERT	=	A Lite BERT
APKT	=	Aplikasi Pengaduan dan Keluhan Terpadu
BERT	=	Bidirectional Encoder Representations from Transformers
CNN	=	Convolutional Neural Network
DeBERTa	=	Decoding-enhanced BERT with disentangled attention
DistilBERT	=	Distilled Bidirectional Encoder
EIS	=	Executive Information System
ELECTRA	=	Efficiently Learning an Encoder that Classifies Token Replacements Accurately
FN	=	False Negatif
FP	=	False Positif
GLUE	=	General Language Understanding Evaluation
GPT	=	Generative Pre-trained Transformer
GPU	=	Graphics Processing Unit
GRU	=	Gated Recurrent Unit
LLM	=	Large Language Model
LSTM	=	Long Short Term Memory
mBERT	=	Multilingual BERT
ML	=	Machine Learning
MLM	=	Masked Language Model
NER	=	Named Entity Recognition
NLI	=	Natural Language Inference
NLP	=	Natural Language Processing
NLU	=	Natural Language Understanding



**SENTIMEN ANALISIS BERBASIS ASPEK DATA KELUHAN PELANGGAN MENGGUNAKAN BERT  
DALAM LAYANAN PLN**

Raditya Arizal Pranata, Dr. Indriana Hidayah S.T. M.T., Syukron Abu Ishaq Alfarozi S.T. Ph.D.

Universitas Gadjah Mada, 2025 | Diunduh dari <http://etd.repository.ugm.ac.id/>

UNIVERSITAS  
GADJAH MADA

NN	=	Neural Network
NSP	=	Next Sentence Prediction
OS	=	Open Source
PLN	=	Perusahaan Listrik Negara
RAM	=	Random Access Memory
RoBERTa	=	Robustly Optimized BERT approach
RTX	=	Ray Tracing eXperimental
SKP	=	Survey Kepuasan Pelanggan
TN	=	True Negatif
TP	=	True Positif