



PENDEKATAN AUGMENTASI DATA BERBASIS GPT-4O UNTUK KLASIFIKASI SENTIMEN MULTIKELAS PADA MODEL INDOBERT-LORA DAN *HYBRID* INDOBERT-CNN-BILSTM

MUHAMMAD YUSRAN



**PROGRAM STUDI MAGISTER STATISTIKA DAN SAINS DATA
SEKOLAH SAINS DATA, MATEMATIKA, DAN INFORMATIKA
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2026**



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



PERNYATAAN MENGENAI TESIS DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa tesis dengan judul “Pendekatan Augmentasi Data Berbasis GPT-4o untuk Klasifikasi Sentimen Multikelas pada Model IndoBERT-LoRA dan *Hybrid* IndoBERT-CNN-BiLSTM” adalah karya saya dengan arahan dari dosen pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir tesis ini.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya kepada Institut Pertanian Bogor.

Bogor, Agustus 2026

Muhammad Yusran
M0501241064

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



RINGKASAN

MUHAMMAD YUSRAN. Pendekatan Augmentasi Data Berbasis GPT-4o untuk Klasifikasi Sentimen Multikelas pada Model IndoBERT-LoRA dan *Hybrid* IndoBERT-CNN-BiLSTM. Dibimbing oleh FARIT MOCHAMAD AFENDI dan ANWAR FITRIANTO.

Perkembangan pesat layanan keuangan digital di Indonesia mendorong meningkatnya penggunaan dompet digital seperti GoPay. Ulasan pengguna yang tersedia pada *platform* Google Play Store mengandung informasi penting berupa opini dan pengalaman pengguna yang dapat dimanfaatkan untuk memahami persepsi publik terhadap kualitas layanan. Analisis sentimen menjadi pendekatan yang relevan untuk mengekstraksi informasi tersebut secara sistematis. Namun, data ulasan pengguna umumnya memiliki distribusi yang tidak seimbang, dengan dominasi kelas sentimen positif, sedangkan kelas netral dan negatif memiliki proporsi yang jauh lebih kecil. Ketidakseimbangan ini menyebabkan model klasifikasi cenderung bias terhadap kelas mayoritas, sehingga performa pada kelas minoritas menjadi kurang optimal.

Selain ketidakseimbangan jumlah data, perbedaan karakteristik linguistik antar kelas sentimen juga menjadi tantangan tersendiri. Kelas sentimen positif umumnya memiliki ekspresi yang eksplisit dan evaluatif, sedangkan kelas sentimen negatif cenderung memuat deskripsi masalah yang lebih rinci dan kontekstual. Sebaliknya, kelas sentimen netral memiliki karakteristik yang lebih ambigu, dengan teks yang singkat, tentatif, dan minim ekspresi emosional. Variasi bahasa yang terbatas pada kelas ini menyebabkan model kesulitan dalam mengenali pola yang konsisten, sehingga kelas netral menjadi yang paling sulit diklasifikasikan. Oleh karena itu, diperlukan pendekatan yang tidak hanya meningkatkan jumlah data, tetapi juga mampu memperkaya representasi linguistik kelas minoritas tanpa menyimpang dari karakteristik aslinya.

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi kualitas data hasil augmentasi berbasis GPT-4o serta mengkaji pengaruhnya terhadap peningkatan representasi kelas minoritas dan performa klasifikasi sentimen multikelas. Selain itu, penelitian ini juga bertujuan untuk membandingkan performa model IndoBERT-LoRA dan model *hybrid* IndoBERT-CNN-BiLSTM, serta menganalisis stabilitas dan ketidakpastian performa model menggunakan pendekatan *bootstrapping*.

Metode penelitian meliputi pengumpulan data ulasan GoPay dari Google Play Store, pelabelan sentimen secara manual ke dalam tiga kelas, serta *preprocessing* teks dalam dua tahap. Augmentasi data dilakukan menggunakan GPT-4o melalui dua pendekatan, yaitu *prompt-based* dan *fine-tuning*. Data sintetis yang dihasilkan dievaluasi menggunakan metrik *novelty*, *diversity*, dan *duplication* untuk memastikan kualitasnya sebelum digunakan dalam pelatihan model. Pemodelan klasifikasi dilakukan menggunakan IndoBERT-LoRA dan model *hybrid* IndoBERT-CNN-BiLSTM. Evaluasi performa dilakukan menggunakan metrik *accuracy*, *precision*, dan *recall* berbasis *macro-average*. Analisis lanjutan dilakukan menggunakan *bootstrapping* untuk memperoleh distribusi metrik performa dan selang kepercayaan.

Hasil eksplorasi menunjukkan bahwa data memiliki ketidakseimbangan yang signifikan, dengan kelas netral sebagai kelas dengan proporsi paling kecil dan

variasi linguistik paling terbatas. Dari sisi semantik, kelas netral didominasi oleh teks pendek dan bersifat tentatif, sehingga menyulitkan model dalam membedakan kelas tersebut dari kelas lainnya. Hasil augmentasi menunjukkan bahwa kedua pendekatan mampu mempertahankan karakteristik utama masing-masing kelas. Namun, pendekatan *fine-tuning* menghasilkan data sintetis yang lebih natural, lebih kaya secara linguistik, serta memiliki tingkat duplikasi yang lebih rendah dibandingkan *prompt-based*, khususnya pada kelas netral yang cenderung memiliki pola bahasa berulang.

Pada skenario tanpa augmentasi, kedua model menunjukkan performa yang tinggi secara umum, tetapi mengalami keterbatasan dalam mengenali kelas netral. IndoBERT-LoRA menunjukkan nilai *recall* yang rendah pada kelas netral, yang mengindikasikan bahwa sebagian besar data netral tidak teridentifikasi dengan baik. Model *hybrid* IndoBERT-CNN-BiLSTM menunjukkan performa yang lebih baik dalam menangani kelas netral, namun peningkatan tersebut belum sepenuhnya optimal. Setelah penerapan augmentasi, terjadi peningkatan yang signifikan pada kemampuan model dalam mengenali kelas minoritas, yang terutama tercermin pada peningkatan nilai *recall*.

Pendekatan *prompt-based* menghasilkan peningkatan performa yang relatif stabil dengan keseimbangan antara *precision* dan *recall* yang lebih terjaga. Sebaliknya, pendekatan *fine-tuning* memberikan peningkatan yang lebih kuat pada *recall* kelas netral, yang menunjukkan bahwa model menjadi lebih sensitif terhadap data yang sebelumnya sulit dikenali. Namun, peningkatan ini disertai dengan penurunan *precision*, yang menunjukkan adanya *trade-off* antara sensitivitas dan ketepatan prediksi. Hal ini mengindikasikan bahwa augmentasi yang lebih agresif mampu meningkatkan cakupan klasifikasi, tetapi juga meningkatkan risiko kesalahan klasifikasi antar kelas.

Analisis menggunakan *bootstrapping* menunjukkan bahwa peningkatan performa pada skenario augmentasi bersifat konsisten dan bukan disebabkan oleh fluktuasi acak. Hal ini ditunjukkan oleh pergeseran distribusi metrik performa ke arah nilai yang lebih tinggi serta selang kepercayaan yang lebih sempit dibandingkan *baseline*. Selain itu, analisis probabilitas prediksi menunjukkan bahwa pendekatan *fine-tuning* mampu meningkatkan tingkat keyakinan model dalam mengklasifikasikan data, khususnya pada kelas netral. Distribusi probabilitas yang lebih terpusat menunjukkan bahwa model tidak hanya menjadi lebih akurat, tetapi juga lebih konsisten dalam memberikan prediksi.

Secara keseluruhan, penelitian ini menunjukkan bahwa augmentasi data berbasis GPT-4o efektif dalam meningkatkan kualitas data sintetis, memperbaiki ketidakseimbangan kelas, serta meningkatkan performa dan stabilitas model klasifikasi sentimen multikelas. Pendekatan *fine-tuning* memberikan kontribusi yang lebih signifikan dalam meningkatkan sensitivitas terhadap kelas minoritas, khususnya kelas netral, meskipun disertai dengan *trade-off* pada *precision*. Temuan ini menegaskan bahwa integrasi augmentasi berbasis *large language model* dengan model klasifikasi berbasis *transformer* dan arsitektur *hybrid* dapat menjadi pendekatan yang efektif dalam mengatasi permasalahan klasifikasi sentimen pada data yang tidak seimbang.

Kata kunci: Augmentasi Data, GPT-4o, IndoBERT, Ketidakseimbangan Kelas, Klasifikasi Sentimen



SUMMARY

MUHAMMAD YUSRAN. GPT-4o-Based Data Augmentation Approach for Multiclass Sentiment Classification on IndoBERT-LoRA and Hybrid IndoBERT-CNN-BiLSTM Models. Supervised by FARIT MOCHAMAD AFENDI and ANWAR FITRIANTO.

The rapid development of digital financial services in Indonesia has led to the increasing use of digital wallets such as GoPay. User reviews available on the Google Play Store contain valuable information in the form of opinions and user experiences, which can be utilized to understand public perceptions of service quality. Sentiment analysis serves as a relevant approach to systematically extract such information. However, user review data generally exhibit an imbalanced distribution, where positive sentiment dominates, while neutral and negative sentiments are significantly underrepresented. This imbalance causes classification models to be biased toward the majority class, resulting in suboptimal performance on minority classes.

In addition to data imbalance, differences in linguistic characteristics across sentiment classes present further challenges. Positive sentiment is typically expressed explicitly and evaluatively, while negative sentiment often contains more detailed and contextual descriptions of problems. In contrast, neutral sentiment is more ambiguous, characterized by short, tentative expressions with minimal emotional content. The limited linguistic variation in this class makes it difficult for models to learn consistent patterns, rendering the neutral class the most challenging to classify. Therefore, an approach is required that not only increases the quantity of data but also enriches the linguistic representation of minority classes without deviating from their inherent characteristics.

This study aims to evaluate the quality of synthetic data generated through GPT-4o-based augmentation and to examine its impact on improving the representation of minority classes and the performance of multiclass sentiment classification. In addition, this study compares the performance of IndoBERT-LoRA and a hybrid IndoBERT-CNN-BiLSTM model, while also analyzing the stability and uncertainty of model performance using a bootstrapping approach.

The research methodology includes collecting GoPay user reviews from the Google Play Store, manually labeling sentiments into three classes, and performing text preprocessing in two stages. Data augmentation is conducted using GPT-4o through two approaches, namely prompt-based and fine-tuning. The generated synthetic data are evaluated using novelty, diversity, and duplication metrics to ensure quality before being used for model training. The classification models employed are IndoBERT-LoRA and the hybrid IndoBERT-CNN-BiLSTM. Model performance is evaluated using accuracy, precision and recall based on macro-average metrics. Further analysis is conducted using bootstrapping to obtain the distribution of performance metrics and their confidence intervals.

The exploratory analysis reveals a significant class imbalance, with the neutral class having the smallest proportion and the most limited linguistic variation. Semantically, neutral reviews are dominated by short and tentative expressions, making it difficult for models to distinguish them from other classes. The augmentation results show that both approaches are able to preserve the core

characteristics of each sentiment class. However, the fine-tuning approach produces more natural and linguistically rich synthetic data with lower duplication rates compared to the prompt-based approach, particularly for the neutral class, which tends to exhibit repetitive language patterns.

Under the baseline scenario without augmentation, both models achieve high overall performance but struggle to accurately identify the neutral class. IndoBERT-LoRA exhibits low recall for neutral sentiment, indicating that many neutral instances are misclassified. The hybrid IndoBERT-CNN-BiLSTM model demonstrates better performance in handling the neutral class, although the improvement remains limited. After applying data augmentation, both models show significant improvements in recognizing minority classes, particularly reflected in increased recall values.

The prompt-based approach yields relatively stable performance improvements while maintaining a better balance between precision and recall. In contrast, the fine-tuning approach leads to a more substantial increase in recall for the neutral class, indicating improved sensitivity to previously difficult instances. However, this improvement is accompanied by a decrease in precision, highlighting a trade-off between sensitivity and predictive accuracy. This suggests that more aggressive augmentation enhances class coverage but also increases the risk of misclassification across classes.

The bootstrapping analysis demonstrates that the performance improvements observed under augmentation scenarios are consistent and not due to random fluctuations. This is indicated by the shift of performance metric distributions toward higher values and narrower confidence intervals compared to the baseline. Furthermore, the analysis of prediction probabilities shows that the fine-tuning approach improves the model's confidence in classification, particularly for the neutral class. The more concentrated probability distributions indicate that the model becomes not only more accurate but also more consistent in its predictions.

Overall, this study demonstrates that GPT-4o-based data augmentation is effective in improving the quality of synthetic data, addressing class imbalance, and enhancing both the performance and stability of multiclass sentiment classification models. The fine-tuning approach provides a more substantial contribution in improving sensitivity toward minority classes, especially the neutral class, albeit with a trade-off in precision. These findings highlight that integrating large language model-based augmentation with transformer-based and hybrid deep learning architectures constitutes an effective approach for addressing sentiment classification challenges in imbalanced datasets.

Keywords: Data Augmentation, GPT-4o, IndoBERT, Class Imbalance, Sentiment Classification



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

© Hak Cipta milik IPB, tahun 2026
Hak Cipta dilindungi Undang-Undang

Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan atau menyebutkan sumbernya. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik, atau tinjauan suatu masalah, dan pengutipan tersebut tidak merugikan kepentingan IPB.

Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apa pun tanpa izin IPB.



PENDEKATAN AUGMENTASI DATA BERBASIS GPT-4O UNTUK KLASIFIKASI SENTIMEN MULTIKELAS PADA MODEL INDOBERT-LORA DAN *HYBRID* INDOBERT-CNN-BILSTM

MUHAMMAD YUSRAN

Tesis
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Magister Sains pada
Program Studi Statistika dan Sains Data

**PROGRAM STUDI MAGISTER STATISTIKA DAN SAINS DATA
SEKOLAH SAINS DATA, MATEMATIKA, DAN INFORMATIKA
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2026**



@Hak cipta milik IPB University

IPB University

Tim Penguji pada Ujian Tesis:
Dr. Bagus Sartono, S.Si., M.Si.



IPB University
— Bogor Indonesia —

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Perpustakaan IPB University



Judul Tesis : Pendekatan Augmentasi Data Berbasis GPT-4o untuk Klasifikasi Sentimen Multikelas pada Model IndoBERT-LoRA dan *Hybrid* IndoBERT-CNN-BiLSTM.

Nama : Muhammad Yusran

NIM : M0501241064

@Hak cipta milik IPB University

Disetujui oleh

Pembimbing 1:

Dr. Farit Mochamad Afendi, S.Si., M.Si.

Pembimbing 2:

Dr. Anwar Fitrianto, S.Si., M.Sc.

Diketahui oleh

Ketua Program Studi:

Dr. Agus Mohamad Soleh, S.Si., M.T.
NIP 197503151999031004

Dekan Sekolah Sains Data, Matematika dan Informatika

Prof. Dr. Ir. Agus Buono, M.Si., M.Kom.
NIP. 196607021993021001

Tanggal Ujian: 3 Agustus 2026

Tanggal Pengesahan:



PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah *subhanahu wa ta'ala* atas segala limpahan rahmat, karunia, serta hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tesis yang berjudul “Pendekatan Augmentasi Data Berbasis GPT-4o untuk Klasifikasi Sentimen Multikelas Pada Model IndoBERT-LoRA dan *Hybrid* IndoBERT-CNN-BiLSTM”. Tesis ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Magister Sains pada Program Studi Magister Statistika dan Sains Data. Penyusunan tesis ini tidak terlepas dari bantuan, arahan, dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih dan penghargaan yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Dr. Farit Mochamad Afendi, S.Si., M.Si. dan Bapak Dr. Anwar Fitrianto, S.Si., M.Sc. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan arahan, bimbingan, dan motivasi secara konsisten dalam proses penyusunan tesis ini.
2. Bapak Dr. Bagus Sartono, S.Si., M.Si. selaku penguji luar komisi pembimbing atas saran dan masukan yang diberikan, serta kepada Ibu Dr. Yenni Angraini, S.Si., M.Si. selaku pimpinan sidang ujian tesis yang telah memberikan arahan dan masukan selama proses sidang tesis.
3. Lembaga Pengelola Dana Pendidikan (LPDP) Kementerian Keuangan Republik Indonesia yang telah memberikan dukungan penuh melalui beasiswa pendidikan kepada penulis.
4. Keluarga tercinta, terutama orang tua, yang selalu memberikan doa, kasih sayang, dan dukungan moral maupun spiritual tanpa henti.
5. Seluruh dosen dan tenaga kependidikan di Program Studi Magister Statistika dan Sains Data IPB University yang telah memberikan ilmu dan layanan akademik terbaik selama masa studi.
6. Keluarga Besar Ambalan Garuda Pancasila, Pasukan Rimbas, Kwartir Ranting Gerakan Pramuka Turikale dan Kwartir Cabang Gerakan Pramuka Maros. Terima kasih telah menjadi rumah kedua bagi penulis untuk pulang dan memberikan kesempatan kepada penulis untuk mendapatkan pengetahuan dan pengalaman yang sangat berkesan.
7. Himpunan Profesi Pascasarjana Statistika IPB University, khususnya Divisi Analisis Data, yang telah memberikan kesempatan kepada penulis untuk belajar berorganisasi, berkolaborasi, dan mengembangkan kemampuan kepemimpinan.
8. Teman-teman mahasiswa Magister Statistika dan Sains Data angkatan 2024 yang telah menjadi rekan diskusi, belajar bersama, dan saling mendukung sepanjang masa studi.
9. Serta kepada seluruh pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu. Terima kasih setinggi-tingginya untuk segala dukungan, partisipasi, dan apresiasi yang diberikan kepada penulis.

Semoga karya ilmiah ini dapat memberikan manfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan, khususnya dalam bidang analisis data teks dan pemrosesan bahasa alami berbahasa Indonesia.

Bogor, Agustus 2026

Muhammad Yusran



DAFTAR ISI

DAFTAR ISI	xiii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan	5
1.4 Manfaat	5
TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Analisis Sentimen	6
2.2 Ketidakseimbangan Kelas dalam Klasifikasi Teks	6
2.3 Augmentasi Data Berbasis GPT-4o	7
2.4 <i>Indonesia Bidirectional Encoder Representations from Transformers</i>	7
2.5 <i>Low-Rank Adaptation Fine-Tuning</i>	11
2.6 <i>Convolutional Neural Network</i>	12
2.7 <i>Bidirectional Long Short-Term Memory</i>	13
2.8 Evaluasi Hasil Augmentasi Data	15
2.9 Evaluasi Klasifikasi Multikelas	16
III METODOLOGI PENELITIAN	18
3.1 Data	18
3.2 Tahapan Penelitian	18
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	25
4.1 Eksplorasi Data Kuantitatif	25
4.2 <i>Preprocessing</i> Tahap 1	27
4.3 Eksplorasi Data Semantik	27
4.4 Pembagian Data	33
4.5 Hasil Augmentasi Data	34
4.6 Evaluasi Kualitas Augmentasi Data	39
4.7 <i>Preprocessing</i> Tahap 2	42
4.8 Skenario Data Latih	42
4.9 Evaluasi Performa Klasifikasi	44
4.10 Analisis Selang Kepercayaan	60
V SIMPULAN DAN SARAN	68
5.1 Simpulan	68
5.2 Saran	69
DAFTAR PUSTAKA	70
LAMPIRAN	74
RIWAYAT HIDUP	84



DAFTAR TABEL

1	Spesifikasi arsitektur dari BERT _{BASE} dan BERT _{LARGE}	8
2	Contoh <i>confusion matrix</i> untuk 3 kelas	17
3	Konfigurasi model IndoBERT–LoRA	22
4	Konfigurasi model <i>hybrid</i> IndoBERT–CNN–BiLSTM	22
5	Contoh data ulasan	25
6	Contoh hasil <i>preprocessing</i> tahap 1	27
7	Distribusi data pada setiap <i>subset</i>	33
8	Jumlah data hasil augmentasi	34
9	Tingkat duplikasi data sintetis pada metode augmentasi	41
10	Contoh hasil <i>preprocessing</i> tahap 2	42
11	Distribusi data latih pada setiap skenario	43
12	Performa klasifikasi pada skenario <i>baseline</i>	44
13	Performa klasifikasi pada skenario <i>prompt-based</i>	48
14	Performa klasifikasi pada skenario <i>fine-tuning</i>	53
15	Selang kepercayaan 95% metrik performa model	61
16	Selang kepercayaan 95% waktu komputasi model	63

DAFTAR GAMBAR

1	Representasi <i>Input</i> pada BERT (Devlin <i>et al.</i> 2019)	9
2	Ilustrasi <i>pre-training</i> dan <i>fine-tuning</i> BERT (Devlin <i>et al.</i> 2019)	10
3	Proses <i>fine-tuning</i> dengan LoRA (Hu <i>et al.</i> 2022)	12
4	Arsitektur LSTM (Yu <i>et al.</i> 2019)	14
5	Struktur BiLSTM (Jang <i>et al.</i> 2020)	15
6	Diagram alir penelitian	24
7	Distribusi kelas sentimen	26
8	<i>Wordcloud</i> (a) <i>unigram</i> dan (b) <i>bigram</i> pada kelas sentimen positif	28
9	<i>Density plot</i> panjang teks pada kelas sentimen positif	29
10	<i>Wordcloud</i> (a) <i>unigram</i> dan (b) <i>bigram</i> pada kelas sentimen netral	30
11	<i>Density plot</i> panjang teks pada kelas sentimen netral	30
12	<i>Wordcloud</i> (a) <i>unigram</i> dan (b) <i>bigram</i> pada kelas sentimen negatif	31
13	<i>Density plot</i> panjang teks pada kelas sentimen negatif	32
14	<i>Wordcloud</i> (a) <i>unigram</i> dan (b) <i>bigram</i> hasil augmentasi <i>prompt-based</i> pada kelas sentimen netral	34
15	<i>Density plot</i> panjang teks hasil augmentasi <i>prompt-based</i> pada kelas sentimen netral	35
16	<i>Wordcloud</i> (a) <i>unigram</i> dan (b) <i>bigram</i> hasil augmentasi <i>prompt-based</i> pada kelas sentimen negatif	35
17	<i>Density plot</i> panjang teks hasil augmentasi <i>prompt-based</i> pada kelas sentimen negatif	36
18	<i>Wordcloud</i> (a) <i>unigram</i> dan (b) <i>bigram</i> hasil augmentasi <i>fine-tuning</i> pada kelas sentimen netral	37
19	<i>Density plot</i> panjang teks hasil augmentasi <i>fine-tuning</i> pada kelas sentimen netral	37
20	<i>Wordcloud</i> (a) <i>unigram</i> dan (b) <i>bigram</i> hasil augmentasi <i>fine-tuning</i> pada kelas sentimen negatif	38
21	<i>Density plot</i> panjang teks hasil augmentasi <i>fine-tuning</i> pada kelas sentimen negatif	38



22	Perbandingan skor <i>novelty</i> pada metode augmentasi data	39
23	Perbandingan skor <i>diversity</i> pada metode augmentasi data	40
24	Distribusi Kelas pada Setiap Skenario Data Latih	43
25	Distribusi metrik hasil <i>bootstrap</i> pada skenario <i>baseline</i> : (a) metrik <i>macro</i> , (b) kelas positif, (c) kelas netral, dan (d) kelas negatif	46
26	Distribusi waktu hasil <i>bootstrap</i> pada skenario <i>baseline</i>	47
27	Distribusi metrik hasil <i>bootstrap</i> pada skenario <i>prompt-based</i> : (a) metrik <i>macro</i> , (b) kelas positif, (c) kelas netral, dan (d) kelas negatif	51
28	Distribusi waktu hasil <i>bootstrap</i> pada skenario <i>prompt-based</i>	52
29	Distribusi metrik hasil <i>bootstrap</i> pada skenario <i>fine-tuning</i> : (a) metrik <i>macro</i> , (b) kelas positif, (c) kelas netral, dan (d) kelas negatif	56
30	Distribusi waktu hasil <i>bootstrap</i> pada skenario <i>fine-tuning</i>	57
31	Selang kepercayaan 95% probabilitas prediksi sampel kelas positif	64
32	Selang kepercayaan 95% probabilitas prediksi sampel kelas netral	65
33	Selang kepercayaan 95% probabilitas prediksi sampel kelas negatif	66

DAFTAR LAMPIRAN

1	<i>Template Prompt</i> untuk Augmentasi <i>Prompt-based</i> pada Kelas Netral	75
2	<i>Template Prompt</i> untuk Augmentasi <i>Prompt-based</i> pada Kelas Negatif	76
3	Contoh Data Pelatihan <i>Fine-Tuning</i> untuk Kelas Netral	77
4	Contoh Data Pelatihan <i>Fine-Tuning</i> untuk Kelas Negatif	78
5	<i>Template Prompt</i> untuk Augmentasi <i>Fine-tuning</i> pada Kelas Netral	79
6	<i>Template Prompt</i> untuk Augmentasi <i>Fine-tuning</i> pada Kelas Negatif	80
7	Performa klasifikasi pada data latih skenario tanpa augmentasi	81
8	Performa klasifikasi pada data latih skenario augmentasi <i>prompt-based</i>	82
9	Performa klasifikasi pada data latih skenario augmentasi <i>fine-tuning</i>	83