

EVALUASI SMOTE DAN GPT-4o UNTUK AUGMENTASI TEKS DALAM PENINGKATAN AKURASI ANALISIS SENTIMEN TEKS BERBAHASA INDONESIA PADA DATA TIDAK SEIMBANG

USWATUN HASANAH



**PROGRAM STUDI MAGISTER STATISTIKA DAN SAINS DATA
SEKOLAH SAINS DATA, MATEMATIKA, DAN INFORMATIKA
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2025**

- 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 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 “Evaluasi SMOTE dan GPT-4o untuk Augmentasi Teks dalam Peningkatan Akurasi Analisis Sentimen Teks Berbahasa Indonesia pada Data Tidak Seimbang” 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, Desember 2025

Uswatun Hasanah
G1501231040

- 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.



RINGKASAN

USWATUN HASANAH. Evaluasi SMOTE dan GPT-4o untuk Augmentasi Teks dalam Peningkatan Akurasi Analisis Sentimen Teks Berbahasa Indonesia pada Data Tidak Seimbang. Dibimbing oleh AGUS MOHAMAD SOLEH dan CICI SUHAENI.

Ulasan pengguna aplikasi *mobile banking* merupakan sumber informasi penting karena secara langsung merefleksikan pengalaman dan kepuasan nasabah terhadap kualitas layanan digital perbankan. Analisis sentimen terhadap ulasan ini berperan strategis dalam meningkatkan kualitas produk dan menjaga loyalitas nasabah. Namun, penelitian kadang menghadapi tantangan utama berupa ketidakseimbangan kelas (*class imbalance*), di mana jumlah ulasan negatif jauh lebih dominan dibandingkan ulasan positif. Ketidakseimbangan ini menyebabkan model klasifikasi cenderung bias terhadap kelas mayoritas sehingga kemampuan mendeteksi kelas minoritas menurun, dan informasi penting berisiko terabaikan.

Berbagai upaya telah dilakukan untuk mengatasi masalah tersebut, salah satunya adalah *Synthetic Minority Oversampling Technique (SMOTE)*, sebuah pendekatan klasik yang menghasilkan sampel sintetis dengan interpolasi antar tetangga terdekat. Metode ini terbukti efektif meningkatkan representasi kelas minoritas, tetapi memiliki keterbatasan dari sisi efisiensi komputasi dan potensi menghasilkan sampel yang terlalu mirip dengan data asli. Seiring perkembangan *Large Language Models (LLM)*, muncul alternatif baru berupa augmentasi teks berbasis GPT yang mampu menghasilkan data sintetis yang bervariasi, natural, dan semantik. GPT-4o, sebagai model generatif terbaru, berpotensi memperbaiki representasi kelas minoritas sekaligus menjaga kebermaknaan linguistik.

Penelitian ini mengevaluasi efektivitas GPT-4o untuk augmentasi teks dibandingkan dengan SMOTE dalam meningkatkan akurasi klasifikasi sentimen pada data tidak seimbang. Dua dataset digunakan, yaitu *Livin' by Mandiri* (8,057 ulasan negatif dan 1,828 ulasan positif) serta *BCA Mobile* (15,780 ulasan negatif dan 3,792 ulasan positif), yang dikumpulkan dari *Google Play Store* pada Desember 2024–Januari 2025. Augmentasi GPT-4o dilakukan dengan *few-shot prompting* menggunakan lima contoh ulasan positif, disertai variasi hyperparameter *temperature* (0.5, 1.0, dan 1.5) untuk menghasilkan teks sintetis. Sebagai pembandingan, SMOTE diterapkan pada representasi vektor *IndoBERT*.

Model klasifikasi yang diuji meliputi *Long Short-Term Memory (LSTM)* dan *Bidirectional Long Short-Term Memory (BiLSTM)* dengan mekanisme *early stopping* dan *cross-validation* untuk memastikan hasil yang stabil. Evaluasi kinerja dilakukan menggunakan metrik *balanced accuracy*, sensitivitas, *G-Mean*, serta waktu komputasi untuk menilai *trade-off* antara akurasi dan efisiensi.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa augmentasi GPT-4o secara konsisten meningkatkan performa dibandingkan *baseline* tanpa penyeimbangan. *Temperature* 1.5 menghasilkan keluaran paling bervariasi, minim duplikasi, dan stabil dari sisi kinerja. Pada dataset *Livin' by Mandiri*, GPT-4o meningkatkan *balanced accuracy* BiLSTM dari 0.851 menjadi 0.892, sedangkan SMOTE mencapai 0.905. Sementara itu, pada dataset *BCA Mobile*, GPT-4o menaikkan *balanced accuracy* BiLSTM dari 0.937 menjadi 0.946, sedangkan SMOTE menghasilkan *balanced accuracy* sebesar 0.955.

Meski SMOTE memberikan peningkatan numerik terbesar, teknik ini membutuhkan waktu komputasi yang lebih lama dibanding augmentasi dengan GPT-4o. Sebaliknya, GPT-4o menawarkan keseimbangan antara akurasi dan efisiensi, sekaligus menghasilkan data sintetis yang bermakna secara linguistik. BiLSTM terbukti konsisten lebih unggul dibandingkan LSTM dalam semua skenario, meskipun dengan konsekuensi waktu pelatihan yang lebih panjang.

Studi ini menegaskan bahwa SMOTE tetap menjadi acuan yang kuat dalam penanganan data tidak seimbang karena memberikan performa paling stabil dan unggul pada berbagai metrik evaluasi. Namun, GPT-4o menunjukkan kinerja yang kompetitif sekaligus menawarkan efisiensi komputasi yang lebih baik serta relevansi semantik yang tinggi, sehingga dapat dipertimbangkan ketika terdapat kebutuhan untuk menjaga keseimbangan antara kualitas hasil dan keterbatasan sumber daya. Temuan ini memberikan kontribusi bagi pengembangan strategi penyeimbangan data pada analisis sentimen berbahasa Indonesia, khususnya dalam konteks layanan perbankan digital, sekaligus membuka peluang pemanfaatan model generatif dalam penelitian statistika terapan.

Kata kunci: analisis sentimen, augmentasi teks, data tidak seimbang, GPT-4o, SMOTE.



SUMMARY

USWATUN HASANAH. Evaluation of GPT-4o for Text Augmentation and SMOTE in Improving the Accuracy of Sentiment Analysis of Indonesian Text on Imbalanced Data. Supervised by AGUS MOHAMAD SOLEH and CICI SUHAENI.

User reviews of mobile banking applications are an important source of information as they directly reflect customer experiences and satisfaction with digital banking services. Sentiment analysis of these reviews plays a strategic role in improving service quality and maintaining customer loyalty. However, a major challenge in sentiment analysis is class imbalance, where negative reviews significantly outnumber positive ones. This imbalance causes classification models to be biased toward the majority class, thereby reducing their ability to identify minority class reviews and potentially overlooking valuable information.

Various approaches have been proposed to address this issue, one of which is the Synthetic Minority Oversampling Technique (SMOTE), a classical method that generates synthetic samples of minority classes through interpolation of their nearest neighbors. While SMOTE has proven effective in increasing minority class representation, it suffers from limitations such as computational inefficiency and the risk of producing overly similar samples. Alongside traditional methods, generative models have emerged as promising alternatives. Generative Pre-trained Transformer (GPT) models can generate natural and varied synthetic text, thereby enriching minority class representation. GPT-4o, as the latest generation, offers stronger linguistic quality and diversity, with the potential to improve sentiment classification performance on imbalanced data.

This study evaluates the effectiveness of GPT-4o for text augmentation compared to SMOTE in improving sentiment classification on imbalanced data. Two datasets were employed, namely Livin' by Mandiri (8,057 negative and 1,828 positive reviews) and BCA Mobile (15,780 negative and 3,792 positive reviews), collected from the Google Play Store between December 2024 and January 2025. GPT-4o augmentation was conducted using few-shot prompting with five positive examples and temperature variations (0.5, 1.0, and 1.5) to generate synthetic reviews. Meanwhile, SMOTE was applied to IndoBERT vector representations.

The classification models tested were Long Short-Term Memory (LSTM) and Bidirectional Long Short-Term Memory (BiLSTM) with early stopping and repeated cross-validation to ensure stable results. Model performance was evaluated using balanced accuracy, sensitivity, G-Mean, and computation time to assess the trade-off between accuracy and efficiency.

The results show that GPT-4o augmentation consistently improved performance compared to the baseline without rebalancing. A temperature of 1.5 produced the most diverse, duplication-free, and stable outputs. On the Livin' by Mandiri dataset, GPT-4o improved the balanced accuracy of BiLSTM from 0.851 to 0.892, while SMOTE achieved 0.905. On the BCA Mobile dataset, GPT-4o increased balanced accuracy from 0.937 to 0.946, whereas SMOTE reached 0.955.

Although SMOTE provided the highest numerical improvements, it required significantly longer computation times. In contrast, GPT-4o offered a better balance between accuracy and efficiency while also producing linguistically meaningful



synthetic data. BiLSTM consistently outperformed LSTM across scenarios, despite requiring longer training times.

This study confirms that SMOTE remains a strong benchmark for handling imbalanced data, but GPT-4o augmentation emerges as an efficient, adaptive, and semantically meaningful alternative. These findings contribute to the development of data balancing strategies in sentiment analysis of Indonesian text, particularly in the digital banking sector, and highlight the potential of generative models in applied statistical research.

Keywords: imbalanced data, GPT-4o, sentiment analysis, SMOTE, text augmentation.

- 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 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 2025
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.



EVALUASI SMOTE DAN GPT-4o UNTUK AUGMENTASI TEKS DALAM PENINGKATAN AKURASI ANALISIS SENTIMEN TEKS BERBAHASA INDONESIA PADA DATA TIDAK SEIMBANG

USWATUN HASANAH

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

**PROGRAM STUDI MAGISTER STATISTIKA DAN SAINS DATA
SEKOLAH SAINS DATA, MATEMATIKA, DAN INFORMATIKA
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2025**

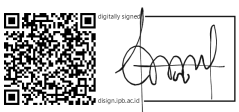


@Hak cipta milik IPB University

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.

Penguji Luar Komisi Pembimbing pada Ujian Tesis:
Dr. Anwar Fitrianto, S.Si., M.Sc





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.

Judul Tesis : Evaluasi SMOTE dan GPT-4o untuk Augmentasi Teks dalam Peningkatan Akurasi Analisis Sentimen Teks Berbahasa Indonesia pada Data Tidak Seimbang
Nama : Uswatun Hasanah
NIM : G1501231040

Disetujui oleh

Pembimbing 1:
Dr. Agus Mohamad Soleh, S.Si., M.T



Pembimbing 2:
Cici Suhaeni, S.Si., M.Si., Ph.D



Diketahui oleh

Ketua Program Studi:
Dr. Agus Mohamad Soleh, S.Si., M.T.
NIP. 19750315 199903 1 004



Dekan Sekolah Sains Data, Matematika, dan Informatika
Prof. Dr. Ir. Agus Buono, M.Si., M.Kom.
NIP. 19660702 199302 1 001



Tanggal Ujian:
27 November 2025

Tanggal Lulus:



PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah subhanaahu wa ta'ala atas segala karunia-Nya sehingga karya ilmiah ini berhasil diselesaikan. Tema yang dipilih dalam penelitian yang dilaksanakan sejak bulan Desember 2024 sampai bulan Desember 2025 ini ialah klasifikasi teks, dengan judul “Evaluasi SMOTE dan GPT-4o untuk Augmentasi Teks dalam Peningkatan Akurasi Analisis Sentimen Teks Berbahasa Indonesia pada Data Tidak Seimbang”.

Terima kasih penulis ucapkan kepada para pembimbing, Bapak Dr. Agus Mohamad Soleh, S.Si., M.T. dan Ibu Cici Suhaeni, S.Si., M.Si., Ph.D., yang telah membimbing dan banyak memberi saran sejak awal hingga selesainya penyusunan karya ilmiah ini. Ucapan terima kasih juga penulis sampaikan kepada Bapak Dr. Anwar Fitrianto, S.Si., M.Sc. selaku penguji luar komisi pembimbing atas saran dan masukan yang diberikan, serta kepada Ibu Dr. Yenni Angraini, S.Si., M.Si. selaku moderator sidang yang telah memberikan arahan dan masukan selama proses sidang tesis.

Di samping itu, penghargaan penulis sampaikan kepada tim anotator data, yaitu Dwi Fitriani dan Rahmi Anadra, yang telah membantu selama proses pengumpulan dan pelabelan data penelitian. Penghargaan juga disampaikan kepada seluruh dosen pengajar serta staf administrasi Program Studi Statistika dan Sains Data IPB University atas ilmu, bimbingan akademik, serta bantuan yang diberikan selama penulis menempuh pendidikan magister.

Ungkapan terima kasih juga penulis sampaikan kepada rekan-rekan mahasiswa Pascasarjana Program Studi Statistika dan Sains Data angkatan 2023 atas dukungan dan kebersamaannya selama masa studi, serta kepada orang tua, kakak, adik, dan seluruh keluarga atas doa, dukungan, serta kasih sayang yang tiada henti kepada penulis.

Semoga karya ilmiah ini bermanfaat bagi pihak yang membutuhkan dan bagi kemajuan ilmu pengetahuan.

Bogor, Desember 2025

Uswatun Hasanah

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 mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



@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.

DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan	4
1.4 Manfaat	4
II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Analisis Sentimen pada Sektor Perbankan	5
2.2 Klasifikasi Teks	5
2.3 Ketidakseimbangan Kelas (<i>Class Imbalance</i>)	6
2.4 <i>Synthetic Minority Oversampling Technique</i> (SMOTE)	6
2.5 Pembangkitan Teks Sintetis dengan GPT-4o	7
2.6 Strategi <i>Few-Shot Prompting</i> untuk Pembangkitan Teks Sintetis	8
2.7 Peran <i>Temperature</i> terhadap Keragaman dan Kualitas Teks Sintetis	8
2.8 <i>Indonesia Bidirectional Encoder Representations from Transformers</i> (IndoBERT)	9
2.9 <i>Long Short-Term Memory</i> (LSTM)	10
2.10 <i>Bidirectional Long Short-Term Memory</i> (BiLSTM)	11
2.11 Evaluasi Kualitas Teks Sintetis	12
2.12 Evaluasi Kinerja Model Klasifikasi	13
III METODOLOGI PENELITIAN	15
3.1 Data	15
3.2 Tahapan Analisis Data	16
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	23
4.1 Eksplorasi Data	23
4.2 Pra-pemrosesan Data	27
4.3 Evaluasi Kualitas Teks Sintetis	28
4.4 Evaluasi Performa Model Klasifikasi	34
4.5 Pemilihan Metode Terbaik	44
V SIMPULAN	50
DAFTAR PUSTAKA	51
LAMPIRAN	56
RIWAYAT HIDUP	63



DAFTAR TABEL

1	Ilustrasi <i>Confusion matrix</i>	14
2	Contoh Normalisasi Kata Tidak Baku	17
3	Hasil Pra-pemrosesan Data	28
4	Ringkasan statistik skor kebaruan pada berbagai <i>temperature</i>	29
5	Ringkasan statistik skor keragaman pada berbagai <i>temperature</i>	31
6	Analisis Duplikasi pada Hasil Teks Sintetis	34
7	Performa Model Klasifikasi Tanpa Penyeimbangan Data	35
8	Performa Model Klasifikasi dengan Penyeimbangan Data SMOTE	38
9	Performa Model Klasifikasi dengan Penyeimbangan Data melalui Augmentasi Teks berbasis GPT-4o	41

DAFTAR GAMBAR

1	Arsitektur IndoBERT (Rai <i>et al.</i> 2022)	9
2	Arsitektur LSTM (Mahadevaswamy dan Swathi 2022)	10
3	Arsitektur BiLSTM (Mukherjee <i>et al.</i> 2019)	11
4	Diagram alir tahapan pembangkitan teks sintetis	20
5	Diagram alir tahapan penelitian	22
6	Distribusi kelas sentimen pada dataset <i>Livin' by Mandiri</i> dan <i>BCA Mobile</i>	23
7	Visualisasi awan kata pada dataset <i>Livin' by Mandiri</i> : (a) Ulasan Positif (b) Ulasan Negatif, dan (c) Ulasan Netral	24
8	Visualisasi awan kata pada dataset <i>BCA Mobile</i> : (a) Ulasan Positif, (b) Ulasan Negatif, dan (c) Ulasan Netral	26
9	Distribusi skor kebaruan pada dataset <i>Livin by Mandiri</i>	30
10	Distribusi skor kebaruan pada dataset <i>BCA Mobile</i>	30
11	Distribusi skor keragaman pada dataset <i>Livin' by Mandiri</i>	32
12	Distribusi skor keragaman pada dataset <i>BCA Mobile</i>	33
13	Boxplot perbandingan performa model tanpa penyeimbangan data antara model LSTM dan BiLSTM pada dataset <i>Livin' by Mandiri</i> berdasarkan empat metrik evaluasi: (a) <i>Balanced Accuracy</i> , (b) Sensitivitas, (c) <i>G-Mean</i> , dan (d) Waktu Komputasi.	36
14	Boxplot perbandingan performa model tanpa penyeimbangan data antara model LSTM dan BiLSTM pada dataset <i>BCA Mobile</i> berdasarkan empat metrik evaluasi: (a) <i>Balanced Accuracy</i> , (b) Sensitivitas, (c) <i>G-Mean</i> , dan (d) Waktu Komputasi.	37
15	Boxplot perbandingan performa model dengan penyeimbangan data SMOTE antara model LSTM dan BiLSTM pada dataset <i>Livin' by Mandiri</i> berdasarkan empat metrik evaluasi: (a) <i>Balanced Accuracy</i> , (b) Sensitivitas, (c) <i>G-Mean</i> , dan (d) Waktu Komputasi.	39
16	Boxplot perbandingan performa model dengan penyeimbangan data SMOTE antara model LSTM dan BiLSTM pada dataset <i>BCA Mobile</i>	

	berdasarkan empat metrik evaluasi: (a) <i>Balanced Accuracy</i> , (b) Sensitivitas, (c) <i>G-Mean</i> , dan (d) Waktu Komputasi.	40
17	Boxplot perbandingan performa model dengan penyeimbangan data melalui augmentasi teks dengan GPT-4o antara model LSTM dan BiLSTM pada dataset <i>Livin' by Mandiri</i> berdasarkan empat metrik evaluasi: (a) <i>Balanced Accuracy</i> , (b) Sensitivitas, (c) <i>G-Mean</i> , dan (d) Waktu Komputasi.	42
18	Boxplot perbandingan performa model dengan penyeimbangan data melalui augmentasi teks dengan GPT-4o antara model LSTM dan BiLSTM pada dataset <i>BCA Mobile</i> berdasarkan empat metrik evaluasi: (a) <i>Balanced Accuracy</i> , (b) Sensitivitas, (c) <i>G-Mean</i> , dan (d) Waktu Komputasi.	43
19	Boxplot perbandingan performa model dengan berbagai skenario penyeimbangan data pada model LSTM dan BiLSTM pada dataset <i>Livin by Mandiri</i> berdasarkan empat metrik evaluasi <i>balanced cccuracy</i> , sensitivitas, <i>G-Mean</i> , dan waktu komputasi	45
20	Boxplot perbandingan performa model dengan berbagai skenario penyeimbangan data pada model LSTM dan BiLSTM pada dataset <i>BCA Mobile</i> berdasarkan empat metrik evaluasi <i>balanced cccuracy</i> , sensitivitas, <i>G-Mean</i> , dan waktu komputasi	47

DAFTAR LAMPIRAN

1	Contoh Data Ulasan Pengguna dari Aplikasi <i>Livin' by Mandiri</i>	57
2	Contoh Data Ulasan Pengguna dari Aplikasi <i>BCA Mobile</i>	58
3	<i>Template Prompt</i> dan Mekanisme Augmentasi GPT-4o untuk Dataset <i>Livin' by Mandiri</i>	59
4	<i>Template Prompt</i> dan Mekanisme Augmentasi GPT-4o untuk Dataset <i>BCA Mobile</i>	60
5	Contoh Hasil Pembangkitan dan Evaluasi Kualitas Augmentasi menggunakan GPT-4o pada dataset <i>Livin' by Mandiri</i>	61
6	Contoh Hasil Pembangkitan dan Evaluasi Kualitas Augmentasi menggunakan GPT-4o pada dataset <i>BCA Mobile</i>	62