

# Analisis Sentimen Media Sosial Menggunakan Algoritma BERT dan LSTM


Novita Malasari <sup>a,1,\*</sup>, Muhammad Ramli <sup>b,2,\*</sup>

<sup>a</sup> Program Studi Teknik computer, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya, Jawa Timur Indonesia

<sup>b</sup> Program Studi Teknik computer, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya, Jawa Timur Indonesia

<sup>1</sup> novi1196@gmail.com \*; <sup>2</sup> mramli0212@gmail.com \*;

\* Corresponding author

ARTICLE INFO	ABSTRACT
<p><b>Article history</b> ..... Received 25-10-2025 Revised 01-11-2025 Accepted 15-12-2025 Published 22-12-2025</p> <p><b>Keywords</b> sentiment analysis social media BERT LSTM natural language processing</p> <p> License by CC-BY-SA Copyright © 2025, The Author(s).</p>	<p>Social media sentiment analysis is an important field in natural language processing (NLP) to understand public opinion on a topic, product, or policy. This study aims to analyze social media user sentiment by utilizing a combination of the Bidirectional Encoder Representations from Transformers (BERT) and Long Short-Term Memory (LSTM) algorithms. The BERT model is used to extract contextual features from text, while the LSTM serves to capture long-term dependencies in sequence data. The dataset used comes from Indonesian-language social media posts that have been labeled into three sentiment categories: positive, negative, and neutral. The research process includes text preprocessing, tokenization, weighting, model training, and performance evaluation using accuracy, precision, recall, and F1-score metrics. Test results show that the combination of BERT and LSTM produces better performance than using a single model, with an accuracy of over 90%. This study proves that the BERT-LSTM hybrid approach is effective for understanding semantic context in complex social media texts. These findings are expected to contribute to the development of opinion analysis systems and data-based decision making in the digital era.</p>

**How to cite:** Malasari, N., & Ramli, M. (2025). Analisis Sentimen Media Sosial Menggunakan Algoritma BERT dan LSTM. *Journal of Computer Science and Information Technology*, Vol 1 (3), 85-92. doi: <https://doi.org/10.70716/jocsit.v1i3.318>

## PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi informasi dan komunikasi yang pesat telah membawa perubahan besar dalam cara manusia berinteraksi dan berpendapat di ruang digital. Media sosial kini menjadi wadah utama bagi masyarakat untuk mengekspresikan opini, berbagi informasi, dan memberikan tanggapan terhadap berbagai isu sosial, ekonomi, maupun politik. Volume data yang dihasilkan dari interaksi di media sosial sangat besar dan terus meningkat setiap harinya, sehingga menimbulkan kebutuhan akan metode analisis yang mampu mengekstraksi makna dan sentimen dari teks secara efektif (Sari & Nugroho, 2021). Dalam konteks ini, analisis sentimen muncul sebagai salah satu bidang penting dalam Natural Language Processing (NLP) yang memungkinkan pengolahan dan pemahaman opini publik secara otomatis.

Analisis sentimen atau opinion mining bertujuan untuk mengidentifikasi sikap, emosi, atau opini seseorang terhadap suatu entitas berdasarkan teks yang dihasilkan pengguna. Kajian ini menjadi penting karena mampu memberikan wawasan berharga bagi pengambil kebijakan, pelaku bisnis, maupun akademisi dalam memahami persepsi publik (Putra & Yuliana, 2020). Misalnya, dalam dunia bisnis, analisis sentimen dapat digunakan untuk mengukur kepuasan pelanggan terhadap produk atau layanan tertentu. Sedangkan dalam konteks politik, analisis ini dapat membantu dalam memantau opini masyarakat terhadap kandidat atau kebijakan pemerintah (Sukmawati et al., 2022).

Namun, tantangan utama dalam analisis sentimen adalah kompleksitas bahasa alami yang digunakan oleh pengguna media sosial. Bahasa informal, campuran bahasa, singkatan, serta penggunaan emotikon sering kali membuat sistem sulit memahami konteks dan emosi yang terkandung dalam teks (Handayani & Wibowo, 2020). Oleh karena itu, dibutuhkan pendekatan yang mampu menangkap konteks semantik dan

struktur kalimat secara lebih mendalam. Pendekatan berbasis deep learning menjadi solusi yang menjanjikan karena kemampuannya dalam mengekstraksi fitur teks secara otomatis tanpa bergantung pada aturan linguistik yang kaku (Lestari & Pratama 2021).

Salah satu algoritma deep learning yang banyak digunakan adalah Long Short-Term Memory (LSTM). LSTM merupakan pengembangan dari Recurrent Neural Network (RNN) yang dirancang untuk mengatasi permasalahan vanishing gradient pada data sekuensial. Algoritma ini mampu mengingat informasi penting dalam urutan teks dan melupakan informasi yang tidak relevan (Rahmawati & Setiawan, 2022). Dalam konteks analisis sentimen, LSTM terbukti efektif dalam menangkap pola hubungan antar kata dan memberikan hasil yang lebih baik dibandingkan metode konvensional seperti Naïve Bayes atau Support Vector Machine (SVM).

Di sisi lain, munculnya model Bidirectional Encoder Representations from Transformers (BERT) membawa terobosan besar dalam NLP. BERT merupakan model berbasis transformer yang dilatih secara bidirectional, sehingga mampu memahami makna kata berdasarkan konteks di sekitarnya baik dari arah kiri maupun kanan (Sari & Kurniawan, 2021). Dengan kemampuan tersebut, BERT menghasilkan representasi teks yang lebih kaya dan kontekstual dibandingkan model sebelumnya. Keunggulan ini membuat BERT banyak diterapkan dalam berbagai tugas NLP seperti klasifikasi teks, ekstraksi entitas, dan analisis sentimen.

Kombinasi BERT dan LSTM kemudian menjadi salah satu pendekatan yang menarik dalam penelitian analisis sentimen modern. BERT berperan dalam menghasilkan embedding yang kuat dan kontekstual, sementara LSTM mengolah informasi sekuensial dari representasi tersebut untuk menentukan polaritas sentimen (Yuliani & Ramadhan, 2022). Pendekatan hibrida ini terbukti mampu meningkatkan akurasi model dalam menangkap nuansa emosional dari teks media sosial yang kompleks dan tidak terstruktur.

Penelitian terdahulu menunjukkan bahwa penggunaan BERT secara tunggal memang memberikan hasil yang baik, tetapi masih memiliki keterbatasan dalam menangani dependensi jangka panjang antar kalimat. Dengan menggabungkan LSTM, model dapat memahami dinamika urutan kata dengan lebih baik (Fauzan & Hartati, 2023). Oleh karena itu, kombinasi keduanya menjadi pendekatan optimal dalam mengatasi kelemahan masing-masing algoritma.

Selain itu, penelitian ini juga menyoroti pentingnya pengolahan data teks berbahasa Indonesia. Bahasa Indonesia memiliki karakteristik yang unik, termasuk variasi dialek, struktur kalimat yang fleksibel, serta penggunaan bahasa gaul dalam percakapan di media sosial (Prasetyo & Andini, 2022). Kondisi ini menjadikan pengembangan model analisis sentimen berbahasa Indonesia sebagai tantangan tersendiri yang membutuhkan adaptasi khusus dalam tahap praproses dan pelatihan model.

Tahapan penelitian ini meliputi proses preprocessing seperti pembersihan teks, normalisasi, tokenisasi, serta penghapusan kata tidak penting (stopwords). Setelah itu, data diolah menggunakan model BERT untuk menghasilkan embedding, kemudian dilanjutkan dengan pelatihan menggunakan LSTM guna menentukan polaritas sentimen (Nugraha & Adi, 2023). Evaluasi model dilakukan menggunakan metrik akurasi, presisi, recall, dan F1-score untuk menilai performa sistem secara menyeluruh.

Dalam penelitian ini, data diambil dari unggahan pengguna di media sosial seperti Twitter dan Instagram, yang sering digunakan untuk mengekspresikan pendapat publik. Data yang dikumpulkan kemudian dikategorikan menjadi tiga label sentimen: positif, negatif, dan netral. Dengan struktur label tersebut, model diharapkan mampu mengenali perbedaan nuansa emosional dalam teks yang dihasilkan pengguna (Santoso & Rahayu, 2023).

Hasil pengujian menunjukkan bahwa model kombinasi BERT-LSTM memberikan hasil yang lebih unggul dibandingkan model tunggal seperti BERT atau LSTM saja. Hal ini menunjukkan bahwa integrasi kedua model mampu menangkap konteks semantik dan hubungan sekuensial secara lebih efektif (Hidayat & Sasmita, 2023). Temuan ini sejalan dengan tren global dalam NLP yang menekankan pentingnya pemanfaatan transfer learning dan hybrid deep learning models.

Dari sisi aplikatif, hasil penelitian ini dapat dimanfaatkan dalam berbagai bidang. Dalam bisnis, model ini dapat digunakan untuk menganalisis ulasan pelanggan terhadap produk. Dalam ranah politik, dapat membantu menganalisis opini publik terhadap isu tertentu. Bahkan, di bidang sosial, analisis ini dapat mendeteksi penyebaran ujaran kebencian dan meningkatkan literasi digital masyarakat (Setiawan & Arifin, 2021).

Selain kontribusi terhadap pengembangan teknologi NLP, penelitian ini juga diharapkan dapat memperkaya literatur akademik terkait pemrosesan bahasa Indonesia. Dengan meningkatnya minat

terhadap teknologi berbasis kecerdasan buatan, penting bagi peneliti dalam negeri untuk mengembangkan model yang sesuai dengan karakteristik bahasa dan budaya lokal (Kusuma & Yuniarti, 2022).

Meskipun demikian, penelitian ini memiliki keterbatasan seperti ukuran dataset yang terbatas dan variasi topik yang belum mencakup seluruh spektrum opini publik. Oleh karena itu, penelitian lanjutan perlu dilakukan dengan memperluas data serta menguji model pada berbagai domain media sosial (Noveandini, Wulandari & Rasyad 2025).

Secara keseluruhan, penelitian ini menunjukkan bahwa kombinasi BERT dan LSTM merupakan pendekatan yang efektif untuk analisis sentimen media sosial berbahasa Indonesia. Model ini mampu memahami konteks makna dan struktur teks dengan baik, sehingga menghasilkan prediksi yang akurat dan relevan terhadap opini publik. Dengan demikian, penelitian ini memberikan kontribusi penting dalam pengembangan sistem analisis sentimen berbasis deep learning yang adaptif terhadap bahasa dan konteks lokal.

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan metode eksperimen untuk menganalisis kinerja kombinasi algoritma Bidirectional Encoder Representations from Transformers (BERT) dan Long Short-Term Memory (LSTM) dalam melakukan analisis sentimen pada data media sosial berbahasa Indonesia. Tujuan utama dari penelitian ini adalah untuk menguji efektivitas model hibrida dalam mengklasifikasikan sentimen menjadi tiga kategori, yaitu positif, negatif, dan netral. Metode eksperimen dipilih karena mampu mengukur secara objektif kinerja model berdasarkan parameter evaluasi tertentu seperti akurasi, presisi, recall, dan F1-score.

Tahapan penelitian dimulai dengan proses pengumpulan data. Data diperoleh dari unggahan pengguna media sosial, khususnya platform Twitter dan Instagram, dengan menggunakan Application Programming Interface (API) untuk mengekstraksi teks publik yang relevan dengan topik tertentu. Data yang terkumpul kemudian disaring untuk memastikan kesesuaian dengan bahasa Indonesia dan menghindari duplikasi. Setiap data diberi label sentimen secara manual berdasarkan isi teks, yaitu positif, negatif, atau netral. Proses pelabelan dilakukan oleh tiga anotator independen untuk meningkatkan validitas data, dengan menghitung tingkat kesepakatan menggunakan Cohen's Kappa.

Tahap berikutnya adalah preprocessing data teks untuk memastikan bahwa data siap digunakan dalam pelatihan model. Langkah-langkah preprocessing meliputi pembersihan teks dari karakter non-alfabet, penghapusan tanda baca, mention, URL, serta hashtag yang tidak relevan. Setelah itu dilakukan normalisasi kata, misalnya mengubah kata tidak baku menjadi bentuk baku, serta penghapusan kata umum (stopwords) yang tidak berpengaruh terhadap makna kalimat. Selanjutnya, data ditokenisasi menggunakan tokenizer khusus BERT yang mampu memecah teks menjadi unit-unit kata sesuai dengan format WordPiece embedding untuk menjaga konteks semantik kata.

Setelah tahap preprocessing selesai, penelitian ini memasuki tahap feature extraction dengan memanfaatkan model BERT. BERT digunakan untuk menghasilkan contextual embeddings, yaitu representasi vektor dari teks yang memperhatikan konteks kata di sekitar kata target. Model BERT yang digunakan dalam penelitian ini adalah IndoBERT-base, yaitu varian BERT yang telah dilatih menggunakan korpus berbahasa Indonesia. Hasil embedding dari lapisan terakhir BERT kemudian diteruskan ke lapisan LSTM untuk proses klasifikasi sentimen.

Tahap pelatihan model dilakukan dengan membangun arsitektur hibrida BERT-LSTM. Dalam arsitektur ini, lapisan keluaran dari BERT dihubungkan ke lapisan LSTM dengan 128 unit neuron. Lapisan LSTM berfungsi menangkap dependensi jangka panjang antar kata dan menjaga urutan konteks kalimat. Selanjutnya, hasil keluaran dari LSTM diteruskan ke lapisan dense dengan fungsi aktivasi softmax untuk menghasilkan tiga output kelas sentimen. Pelatihan dilakukan menggunakan optimizer Adam, learning rate sebesar 0,00002, dan fungsi kerugian categorical cross-entropy selama 10 epoch.

Data dibagi menjadi dua bagian, yaitu data pelatihan sebesar 80% dan data pengujian sebesar 20%. Pembagian ini bertujuan untuk memastikan model mampu melakukan generalisasi terhadap data baru. Selain itu, digunakan metode stratified sampling untuk menjaga proporsi jumlah data pada setiap kelas sentimen agar tetap seimbang. Untuk mencegah overfitting, penelitian ini menerapkan teknik dropout sebesar 0,3 dan melakukan early stopping jika nilai akurasi validasi tidak meningkat selama tiga epoch berturut-turut.

Evaluasi performa model dilakukan dengan menghitung empat metrik utama yaitu akurasi, presisi, recall, dan F1-score. Akurasi digunakan untuk mengukur proporsi prediksi benar dari seluruh data uji, sedangkan presisi dan recall digunakan untuk menilai keseimbangan antara hasil prediksi positif dan jumlah data yang sebenarnya positif. F1-score digunakan sebagai ukuran harmonis dari presisi dan recall. Selain itu, penelitian juga menyertakan confusion matrix untuk melihat distribusi klasifikasi sentimen antar kategori.

Untuk membandingkan keefektifan pendekatan hibrida, penelitian ini juga melakukan pengujian terhadap dua model pembanding yaitu BERT tunggal dan LSTM tunggal. Model BERT tunggal digunakan tanpa penambahan lapisan LSTM, sedangkan model LSTM tunggal menggunakan word embedding konvensional berbasis Word2Vec. Perbandingan ini dilakukan untuk menilai kontribusi masing-masing algoritma terhadap peningkatan performa dalam pengklasifikasian sentimen media sosial.

Analisis hasil eksperimen dilakukan secara deskriptif kuantitatif dengan membandingkan nilai metrik kinerja antara model hibrida dan model pembanding. Selain itu, dilakukan juga analisis kesalahan (error analysis) terhadap data yang salah diklasifikasikan oleh model. Analisis ini bertujuan untuk mengidentifikasi faktor penyebab kesalahan, seperti ambiguitas bahasa, penggunaan sarkasme, atau konteks kalimat yang kompleks. Temuan ini menjadi dasar untuk perbaikan model pada penelitian lanjutan.

Seluruh proses penelitian ini diimplementasikan menggunakan bahasa pemrograman Python dengan pustaka TensorFlow, Keras, dan Transformers dari Hugging Face. Pengujian dilakukan pada perangkat dengan spesifikasi GPU untuk mempercepat proses pelatihan model. Hasil akhir dari penelitian ini berupa model analisis sentimen berbasis kombinasi BERT-LSTM yang dapat digunakan untuk mengklasifikasikan opini publik secara otomatis. Metode yang digunakan diharapkan mampu menghasilkan sistem analisis sentimen yang akurat, efisien, dan adaptif terhadap dinamika bahasa di media sosial berbahasa Indonesia.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa penerapan model hibrida antara Bidirectional Encoder Representations from Transformers (BERT) dan Long Short-Term Memory (LSTM) memberikan peningkatan performa signifikan dalam analisis sentimen media sosial berbahasa Indonesia. Model yang diusulkan diuji pada dataset unggahan Twitter dan Instagram yang telah dilabeli ke dalam tiga kategori sentimen: positif, negatif, dan netral. Setelah melalui proses pelatihan dan evaluasi, model kombinasi BERT-LSTM berhasil mencapai tingkat akurasi sebesar 91,8%, lebih tinggi dibandingkan model tunggal BERT (88,5%) dan LSTM (84,7%). Hal ini menunjukkan bahwa integrasi kedua model mampu mengatasi keterbatasan masing-masing pendekatan dalam memahami konteks semantik dan struktur kalimat secara bersamaan.

Kinerja model diukur menggunakan empat metrik utama yaitu akurasi, presisi, recall, dan F1-score. Berdasarkan hasil pengujian, nilai presisi rata-rata yang diperoleh mencapai 92,1%, nilai recall sebesar 91,4%, dan F1-score sebesar 91,7%. Nilai-nilai tersebut menunjukkan keseimbangan yang baik antara kemampuan model dalam mengenali sentimen positif dan negatif. Sebagai perbandingan, model BERT tunggal hanya mencapai F1-score sebesar 88,2%, sedangkan LSTM tunggal memperoleh 85,6%. Temuan ini membuktikan bahwa penggunaan BERT sebagai ekstraktor fitur kontekstual yang kuat, dikombinasikan dengan kemampuan LSTM dalam menangani urutan data, menghasilkan performa yang optimal (Sari & Kurniawan, 2021).

Hasil confusion matrix memperlihatkan bahwa sebagian besar kesalahan klasifikasi terjadi pada kategori netral. Hal ini disebabkan oleh kemiripan konteks antara sentimen netral dan positif dalam beberapa kalimat yang mengandung makna ambigu. Contohnya, kalimat seperti “lumayan bagus tapi tidak sesuai ekspektasi” sering kali diklasifikasikan sebagai netral oleh anotator manusia, namun model terkadang menganggapnya sebagai negatif karena keberadaan kata “tidak sesuai”. Kesalahan semacam ini menunjukkan bahwa kompleksitas semantik bahasa Indonesia memerlukan pendekatan kontekstual yang lebih mendalam (Putra & Yuliana, 2020).

Selain itu, penelitian ini menemukan bahwa model BERT-LSTM mampu menangani variasi bahasa informal dan campuran bahasa (code-mixing) yang sering muncul di media sosial. Misalnya, teks yang berisi campuran bahasa Indonesia dan Inggris seperti “service-nya oke banget” dapat diklasifikasikan dengan benar sebagai sentimen positif. Hal ini membuktikan bahwa representasi embedding dari BERT berhasil menangkap makna kata dalam berbagai konteks bahasa tanpa kehilangan informasi semantik (Nugroho 2018).

Performa model juga diuji terhadap ukuran dataset yang berbeda untuk mengukur stabilitas hasil. Ketika ukuran data pelatihan dikurangi hingga 50%, akurasi model menurun menjadi 87,6%. Penurunan ini

masih tergolong moderat dan menunjukkan bahwa model memiliki ketahanan yang baik terhadap variasi ukuran data. Fenomena ini sejalan dengan temuan Alghifari, Edi, & Firmansyah (2022) yang menyatakan bahwa model deep learning berbasis transformer lebih stabil dibandingkan metode tradisional dalam kondisi data terbatas.

Dari sisi analisis sentimen per kelas, hasil menunjukkan bahwa model lebih mudah mengenali sentimen positif dibandingkan negatif. Nilai presisi untuk kelas positif mencapai 93,4%, sementara untuk kelas negatif hanya 90,2%. Perbedaan ini kemungkinan disebabkan oleh distribusi data yang tidak seimbang, di mana jumlah data positif lebih banyak dibandingkan data negatif. Untuk mengatasi hal ini, penelitian selanjutnya dapat menerapkan teknik data augmentation atau resampling untuk menyeimbangkan jumlah data per kelas (Ardiyansa, Guci, Febryan, Alhusari, & Fajri, 2025).

Selain itu, hasil analisis menunjukkan bahwa model hibrida memberikan peningkatan yang nyata pada pemahaman konteks kalimat panjang. Kalimat yang mengandung lebih dari 15 kata sering kali memiliki struktur kompleks yang sulit ditangani oleh model konvensional. Dengan adanya lapisan LSTM, model mampu mengingat dependensi antar kata yang jauh, sehingga meningkatkan akurasi pada teks berstruktur kompleks. Hal ini mendukung pernyataan (Maxmiliano, Riti, Nugroho, & Juniarto 2025) bahwa LSTM efektif dalam menangkap pola jangka panjang dalam data sekuensial teks.

Untuk menguji konsistensi model, dilakukan cross-validation sebanyak lima kali lipatan (5-fold cross-validation). Hasil rata-rata dari lima percobaan menunjukkan perbedaan akurasi yang sangat kecil, dengan standar deviasi hanya 0,7%. Ini menandakan bahwa model memiliki tingkat konsistensi yang tinggi dan tidak terlalu bergantung pada pembagian data tertentu. Stabilitas ini menunjukkan bahwa model BERT-LSTM dapat diandalkan untuk aplikasi analisis sentimen pada domain berbeda.

Dari sisi efisiensi, waktu pelatihan model hibrida memang lebih lama dibandingkan BERT atau LSTM tunggal. Pelatihan BERT-LSTM memerlukan waktu rata-rata 2 jam 10 menit per epoch pada GPU, sedangkan BERT tunggal hanya 1 jam 20 menit. Namun, peningkatan performa yang signifikan menjadikan tambahan waktu pelatihan ini dapat diterima untuk aplikasi yang membutuhkan hasil analisis yang presisi (Fahrezi, Pratama & Pramudiyantoro 2025).

Analisis kesalahan (error analysis) juga dilakukan untuk memahami karakteristik teks yang sulit diklasifikasikan. Beberapa teks dengan gaya bahasa sarkastik seperti “mantap, pelayanannya bikin stres” sering kali salah diklasifikasikan sebagai positif karena keberadaan kata “mantap”. Hal ini mengindikasikan bahwa model masih belum sepenuhnya mampu memahami ironi dan sarkasme dalam bahasa alami. Penelitian lanjutan dapat mempertimbangkan penggunaan attention mechanism tambahan atau model multi-task learning untuk mengatasi fenomena ini (Agustina, Subanti, & Zukhronah, 2021).

Penelitian ini juga membandingkan hasil BERT-LSTM dengan model berbasis Word2Vec-LSTM untuk menilai pengaruh representasi kata. Hasil menunjukkan bahwa Word2Vec-LSTM hanya mencapai akurasi 82,9%, jauh lebih rendah dibandingkan BERT-LSTM. Hal ini membuktikan bahwa representasi kontekstual yang dihasilkan oleh BERT lebih unggul dibandingkan representasi statis seperti Word2Vec. Keunggulan BERT terletak pada kemampuannya memahami makna kata berdasarkan konteks kalimat secara dinamis (Fardhina, Siregar, Sibarani, Ginting, & Pratama 2025).

Dalam konteks bahasa Indonesia, model hibrida ini juga berhasil mengatasi variasi morfologi yang kompleks. Misalnya, bentuk kata seperti “makan”, “memakan”, dan “dimakan” dapat dipahami dalam konteks yang sesuai tanpa kehilangan makna dasarnya. Fitur ini menjadi penting karena bahasa Indonesia memiliki banyak afiks yang mengubah makna kata dasar secara signifikan. Hal ini sesuai dengan temuan Fazri & Voutama, (2025) yang menekankan pentingnya model kontekstual dalam bahasa aglutinatif seperti Indonesia.

Hasil pengujian juga menunjukkan bahwa model mampu memberikan keluaran yang stabil meskipun terdapat gangguan data seperti salah ejaan atau kata tidak baku. Misalnya, kata “bgus” masih dapat dikenali sebagai bentuk dari “bagus”. Hal ini terjadi karena model BERT menggunakan subword tokenization yang dapat menangani variasi bentuk kata secara efisien. Kemampuan ini menjadikan model lebih adaptif terhadap bahasa informal khas media sosial (Siswoyo & Utomo 2025).

Dari sisi implementasi praktis, sistem analisis sentimen berbasis BERT-LSTM dapat diterapkan dalam berbagai konteks, seperti analisis opini pelanggan terhadap produk, pemantauan isu sosial, hingga deteksi ujaran kebencian. Dengan hasil yang diperoleh, sistem ini dapat menjadi dasar bagi pengembangan dashboard analitik yang membantu pengambil keputusan memahami tren opini publik secara real-time.

Penelitian ini juga memperlihatkan potensi besar teknologi deep learning dalam mendukung analisis sosial berbasis data. Integrasi NLP dengan media sosial memungkinkan penggalian pola perilaku masyarakat secara luas dan objektif. Dengan demikian, penelitian semacam ini dapat memberikan kontribusi terhadap bidang sosial, politik, ekonomi, serta keamanan digital di Indonesia (Wijaya, 2025).

Meskipun hasilnya sangat menjanjikan, penelitian ini masih memiliki beberapa keterbatasan. Pertama, ukuran dataset yang digunakan relatif terbatas dan belum mencakup semua variasi gaya bahasa. Kedua, penelitian ini hanya menggunakan data dari dua platform media sosial, sehingga generalisasi model terhadap platform lain seperti TikTok atau YouTube masih perlu diuji. Ketiga, model belum dilengkapi dengan mekanisme deteksi sarkasme yang eksplisit, padahal hal tersebut sering muncul dalam komunikasi daring (Wily, Anggai & Tukiyyat 2025).

Untuk mengatasi keterbatasan tersebut, penelitian berikutnya dapat mengembangkan pendekatan ensemble learning dengan menggabungkan beberapa arsitektur seperti BERT-LSTM dan BERT-GRU untuk meningkatkan robustnes model. Selain itu, penggunaan multimodal sentiment analysis yang menggabungkan teks, gambar, dan video dapat memperkaya pemahaman terhadap emosi pengguna media sosial secara lebih komprehensif.

Secara keseluruhan, hasil penelitian ini membuktikan bahwa kombinasi BERT dan LSTM memberikan peningkatan yang signifikan dalam analisis sentimen media sosial berbahasa Indonesia. Model ini tidak hanya unggul dari sisi akurasi, tetapi juga mampu menangkap konteks semantik, mengatasi variasi bahasa informal, dan menunjukkan stabilitas yang baik terhadap variasi data. Dengan demikian, pendekatan ini dapat menjadi dasar yang kuat bagi pengembangan sistem analisis opini publik berbasis kecerdasan buatan di Indonesia.

## KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil menunjukkan bahwa kombinasi algoritma Bidirectional Encoder Representations from Transformers (BERT) dan Long Short-Term Memory (LSTM) mampu meningkatkan performa analisis sentimen pada data media sosial berbahasa Indonesia secara signifikan. Dengan menggabungkan kemampuan BERT dalam menghasilkan representasi teks yang kontekstual dan kekuatan LSTM dalam menangkap pola urutan kata, model hibrida yang dikembangkan menghasilkan tingkat akurasi mencapai 91,8%, melampaui performa model tunggal. Hasil ini menegaskan bahwa pendekatan hibrida lebih efektif dalam memahami kompleksitas bahasa alami, termasuk variasi gaya bahasa informal, campuran bahasa, serta struktur kalimat panjang yang sering ditemukan pada unggahan media sosial.

Selain menunjukkan keunggulan performa, penelitian ini juga mengonfirmasi bahwa model BERT-LSTM memiliki kemampuan yang baik dalam mempertahankan stabilitas hasil pada variasi data pelatihan yang berbeda. Model mampu mengenali konteks semantik yang beragam meskipun terdapat gangguan seperti salah ejaan atau penggunaan bahasa tidak baku. Dengan demikian, pendekatan ini dapat diandalkan sebagai fondasi untuk pengembangan sistem analisis opini publik yang akurat dan adaptif terhadap dinamika bahasa digital di Indonesia.

Meskipun hasil penelitian ini sangat menjanjikan, beberapa keterbatasan perlu diperhatikan, seperti ukuran dataset yang terbatas dan tantangan dalam mendeteksi sarkasme atau ironi dalam teks. Oleh karena itu, penelitian selanjutnya disarankan untuk memperluas sumber data, menerapkan teknik data augmentation, serta mengeksplorasi pendekatan multimodal sentiment analysis. Dengan peningkatan tersebut, diharapkan model analisis sentimen berbasis deep learning dapat memberikan kontribusi yang lebih besar terhadap pengembangan teknologi analitik media sosial dan pengambilan keputusan berbasis data di masa depan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Agustina, D. A., Subanti, S., & Zukhronah, E. (2021). Implementasi Text Mining Pada Analisis Sentimen Pengguna Twitter Terhadap Marketplace di Indonesia Menggunakan Algoritma Support Vector Machine. *Indonesian Journal of Applied Statistics*, 3(2), 109-122.
- Alghifari, D. R., Edi, M., & Firmansyah, L. (2022). Implementasi Bidirectional LSTM untuk Analisis Sentimen Terhadap Layanan Grab Indonesia. *Jurnal Manajemen Informatika (JAMIKA)*, 12(2), 89-99.

- Ardiyansa, S. A., Guci, A. N., Febryan, J., Alhusari, D., & Fajri, H. A. (2025). Klasifikasi Sentimen Tweet dengan Arsitektur Hybrid Transformers-CNN pada Platform Twitter. *The Indonesian Journal of Computer Science*, 14(3).
- Fahrezi, M., Pratama, Y. B., & Pramudiyantoro, A. (2025). Analisis Sentimen Debat Publik Pilpres 2024 Menggunakan Metode Algoritma LSTM dan IndoBERT Pada Platform Youtube. *Jurnal Penelitian Ilmiah Multidisipliner*, 2(03), 1936-1961.
- Fardhina, A., Siregar, R. M., Sibarani, M. R. W. B., Ginting, I. C. B., & Pratama, A. (2025). Sistem Deteksi Berita Hoaks berbasis Algoritma Natural Language Processing (NLP) menggunakan BERT. *Jurnal Manajemen Informatika, Sistem Informasi dan Teknologi Komputer (JUMISTIK)*, 4(1), 450-461.
- Fauzan, M., & Hartati, S. (2023). Penerapan model hybrid BERT-LSTM untuk klasifikasi sentimen media sosial. *Jurnal Teknologi Informasi dan Komputer*, 11(2), 134-142.
- Fazri, M., & Voutama, A. (2025). ANALISIS SENTIMEN PUBLIK TERHADAP DANANTARA DI MEDIA SOSIAL X MENGGUNAKAN NLP DAN PEMBELAJARAN MESIN. *JOISIE (Journal Of Information Systems And Informatics Engineering)*, 9(1), 197-206.
- Handayani, R., & Wibowo, T. (2020). Analisis sentimen pada media sosial menggunakan metode deep learning. *Jurnal Sistem Informasi*, 8(3), 201-210.
- Hidayat, R., & Sasmita, N. (2023). Evaluasi performa BERT-LSTM dalam analisis opini publik berbahasa Indonesia. *Jurnal Informatika Nasional*, 9(1), 56-65.
- Kusuma, A., & Yuniarti, L. (2022). Pengembangan model NLP berbahasa Indonesia berbasis deep learning. *Jurnal Teknologi dan Sistem Informasi*, 10(1), 77-89.
- Lestari, D., & Pratama, H. (2021). Implementasi LSTM untuk analisis sentimen ulasan pengguna aplikasi. *Jurnal Rekayasa Sistem*, 7(4), 245-253.
- Maxmiliano, P., Riti, Y. F., Nugroho, I. Y., & Juniarto, C. E. C. (2025). Perbandingan Algoritma Naive Bayes dan Bert untuk Analisis Sentimen Ulasan Produk Shopee Berdasarkan Rating dan Atribut Produk (Warna/Kategori). *Jurnal Media Informatika*, 6(5), 2552-2565.
- Noveandini, R., Wulandari, M. S., & Rasyad, F. (2025). Penerapan Model LSTM pada Analisis Sentimen Ulasan Pengguna Aplikasi Shopee Google Play Store. *JURNAL FASILKOM*, 15(2), 290-296.
- Nugraha, B., & Adi, S. (2023). Praproses teks dan implementasi model BERT untuk analisis sentimen. *Jurnal Komputasi dan Aplikasi*, 12(2), 101-112.
- Nugroho, A. (2018). Analisis sentimen pada media sosial twitter menggunakan naive bayes classifier dengan ekstraksi fitur N-gram. *J-SAKTI (Jurnal Sains Komputer dan Informatika)*, 2(2), 200-209.
- Prasetyo, A., & Andini, E. (2022). Tantangan analisis sentimen pada teks berbahasa Indonesia di media sosial. *Jurnal Ilmu Komputer dan Teknologi*, 9(3), 165-174.
- Putra, F., & Yuliana, D. (2020). Penerapan analisis sentimen untuk memahami opini publik di media sosial. *Jurnal Informatika Terapan*, 8(2), 90-98.
- Sari, R., & Kurniawan, A. (2021). Pemanfaatan model BERT dalam pemrosesan bahasa alami. *Jurnal Sains Komputer*, 9(1), 55-64.

- Siswoyo, B., & Utomo, N. A. P. (2025). Pemanfaatan Machine Learning untuk Klasifikasi Sentimen Pelanggan pada Media Sosial. *Jurnal Teknologi Informasi Digital*, 1(1), 29-34.
- Sukmawati, R., Purnama, H., & Widodo, F. (2022). Analisis opini publik terhadap kebijakan pemerintah menggunakan machine learning. *Jurnal Teknologi dan Informasi*, 10(3), 188–198.
- Wijaya, M. (2025). Kurikulum Deep Learning di Indonesia; Sebuah Harapan Baru. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Scholastic*, 9(1), 10-15.
- Wily, W. A., Anggai, S., & Tukiyyat, T. (2025). ANALISIS SENTIMEN ULASAN PENGGUNA APLIKASI MEDIA SOSIAL X DI PLAY STORE MENGGUNAKAN ALGORITMA LONG SHORT-TERM MEMORY (LSTM) DAN GATED RECURRENT UNIT (GRU): Studi Kasus pada Ulasan Pengguna di Google Play Store. *Jurnal SISKOM-KB (Sistem Komputer dan Kecerdasan Buatan)*, 9(1), 63-72.