

# KLASIFIKASI SENTIMEN ULASAN PENGGUNA APLIKASI DIGITALENT MENGUNAKAN ALGORITMA NAIVE BAYES BERBASIS TF-IDF

Anggun Awalia<sup>1</sup>, Rudi Kurniawan<sup>2</sup>, Bani Nurhakim<sup>3</sup>, Raditya Danar Dana<sup>4</sup>.

Program Studi Teknik Informatika<sup>12</sup>  
Program Studi Manajemen Informatika<sup>34</sup>

STMIK IKMI Cirebon  
<https://ikmi.ac.id/page/18/?lang=de>  
[awaliaanggun06@gmail.com](mailto:awaliaanggun06@gmail.com)

(\* ) Corresponding Author : [awaliaanggun06@gmail.com](mailto:awaliaanggun06@gmail.com)  
Published : 30 Maret 2026

**Abstract**—This research aims to develop an automatic classification system capable of identifying user sentiment toward the Digitalent application. This application is part of a national digital transformation effort in the field of digital skills training. The main challenge in analyzing user reviews lies in the diversity of language styles and the large volume of data, which are difficult to process manually. Therefore, a Machine Learning approach using the Naive Bayes algorithm and TF-IDF feature representation was adopted. The study began with the collection of user reviews from official platforms, followed by text preprocessing stages such as tokenization, stopword removal, and stemming. The results show that the Naive Bayes model with TF-IDF features can classify sentiment into positive, negative, and neutral categories with satisfactory performance, as measured by evaluation metrics such as accuracy, Precision, recall, and F1-score. These findings indicate that the approach is effective in understanding user perception and can be implemented to support the real-time development of digital services based on user feedback. The implications of this research not only enhance the efficiency of sentiment analysis but also enrich the literature on natural language processing in Indonesian and its application in public sector digital service development.

**Keywords** : Sentiment Analysis, User Reviews, Naive Bayes, TF-IDF, Digitalent, Machine Learning, NLP

**Abstrak**—Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem klasifikasi otomatis yang dapat mengidentifikasi sentimen pengguna terhadap aplikasi *Digitalent*. Aplikasi ini merupakan bagian dari upaya transformasi digital nasional di bidang pelatihan kompetensi. Tantangan utama dalam menganalisis ulasan pengguna terletak pada keberagaman gaya bahasa dan tingginya volume data, yang sulit ditangani secara manual. Oleh karena itu, digunakan pendekatan berbasis *Machine Learning* dengan algoritma *Naive Bayes* dan representasi fitur *TF-IDF*. Penelitian ini dimulai dengan pengumpulan ulasan pengguna dari platform resmi, dilanjutkan dengan tahap *preprocessing* teks seperti tokenisasi, stopword removal, dan stemming. Hasil penelitian menunjukkan bahwa model *Naive Bayes* berbasis *TF-IDF* mampu mengklasifikasikan sentimen ke dalam kategori positif, negatif, dan netral dengan performa yang cukup baik berdasarkan metrik evaluasi seperti akurasi, presisi, *recall*, dan *F1-score*. Temuan ini menunjukkan bahwa pendekatan yang digunakan cukup efektif untuk memahami persepsi pengguna dan dapat diimplementasikan untuk mendukung pengembangan layanan digital berbasis umpan balik pengguna secara real-time. Implikasi dari penelitian ini tidak hanya meningkatkan efisiensi analisis sentimen, tetapi juga memperkuat literatur tentang pengolahan bahasa alami dalam bahasa Indonesia serta pemanfaatannya dalam pengembangan aplikasi digital di sektor publik.

**Kata Kunci** : Analisis Sentimen, Ulasan Pengguna, Naive Bayes, TF-IDF, Digitalent, Machine Learning, NLP

## INTRODUCTION

Perkembangan bidang Informatika dalam beberapa tahun terakhir telah menunjukkan kemajuan yang signifikan. Salah satu aspek utama dari kemajuan ini adalah kemunculan

berbagai inovasi dalam aplikasi digital, yang merambah ke sektor bisnis, pemerintahan, dan pendidikan. Digitisasi telah menciptakan ekosistem informasi yang dinamis di mana data dari interaksi pengguna, termasuk ulasan aplikasi, menjadi

sumber informasi krusial untuk menilai kualitas layanan tersebut. Analisis sentimen telah diakui sebagai metode yang vital untuk menggali persepsi pengguna dan meningkatkan pengalaman pengguna di dalam aplikasi-aplikasi ini [1], [2], [3]. Dalam era big data, kemampuan untuk memproses data dalam jumlah besar menjadi hal yang esensial. Analisis sentimen, yang juga dikenal sebagai opinion mining, telah diakui secara luas sebagai metode untuk menganalisis emosi dan sikap yang diekspresikan dalam teks. Melalui teknik seperti klasifikasi sentimen, para peneliti dapat mengidentifikasi polaritas sentimen positif, netral, atau negatif yang terdapat dalam komentar online, seperti review produk atau layanan [3], [4], [5]. Metode ini dapat diterapkan dalam konteks yang lebih spesifik, seperti dalam pendidikan untuk menilai umpan balik terhadap pengajaran dan pengalaman belajar [6]. Dengan kemajuan teknologi, diperlukan metode yang lebih canggih dalam melakukan klasifikasi sentimen. Misalnya, penggunaan algoritme pembelajaran mesin seperti *Support Vector Machines (SVM)* dan fitur berbasis konteks seperti *Long Short-Term Memory (LSTM)* telah terbukti efektif dalam meningkatkan akurasi analisis sentimen [5]. Penelitian terbaru menunjukkan penerapan teknik hibrida dan model berbasis perhatian yang mampu meningkatkan representasi kata dalam klasifikasi sentimen pada level aspek [2]. Oleh karena itu, banyak pendekatan baru yang diteliti untuk memperbaiki ketepatan analisis, mencerminkan peluang dan tantangan dalam pengolahan data besar di era digital ini. Penerapan analisis sentimen dalam aplikasi seperti *Digitalent* menunjukkan bagaimana pengolahan data pengguna dapat digunakan untuk memahami kebutuhan masyarakat dan meningkatkan kompetensi digital. Aplikasi ini tidak hanya menyediakan platform untuk pembelajaran tetapi juga menciptakan feedback loop yang memfasilitasi pengembang menyesuaikan layanan berdasarkan analisis sentimen pengguna [7]. Dengan demikian, integrasi antara teknologi analisis data dan inovasi layanan berdampak luas bagi masyarakat modern, memperkuat keberadaan teknologi di semua aspek kehidupan.

Dalam konteks perkembangan aplikasi digital seperti *Digitalent*, tantangan dalam memahami persepsi dan pengalaman pengguna menjadi isu yang cukup signifikan. Banyak platform digital masih mengandalkan penilaian bintang sebagai indikator kualitas layanan, namun ulasan teks yang bersifat lebih naratif

dapat memberikan informasi yang lebih kaya dan mendalam mengenai pengalaman pengguna [8], [9]. Proses analisis manual terhadap ulasan ini menciptakan tantangan tersendiri, terutama ketika jumlah ulasan sangat besar, karena bisa jadi proses tersebut tidak hanya lambat, tetapi juga rawan bias [10]. Merujuk pada pentingnya analisis sentimen secara otomatis, penelitian yang mengadopsi algoritma *Naive Bayes* telah terbukti sebagai metode yang efektif, meskipun dengan beberapa kendala. *Naive Bayes* seringkali digunakan dalam berbagai konteks untuk pengklasifikasian sentimen, termasuk pada ulasan produk dan analisis opini di media sosial, dengan akurasi yang bervariasi tergantung pada jenis data dan teknik *preprocessing* yang diterapkan [11], [12]. Keberagaman gaya bahasa yang sering digunakan dalam ulasan, seperti penggunaan bahasa informal dan pengabaian struktur kalimat standar, menggambarkan kebutuhan mendesak akan teknik *preprocessing* yang sesuai agar analisis dapat dilakukan secara optimal [13]. Selain itu, jenis ulasan yang diperoleh dari pengguna *Digitalent* berpotensi memiliki variasi polaritas yang kompleks, yang memerlukan model klasifikasi yang mampu membedakan antara sentimen positif, negatif, dan netral secara akurat [14], [15]. Dalam penelitian tentang aplikasi *Digitalent*, terdapat celah yang signifikan dalam literatur di bidang Informatika untuk mengembangkan metode analisis sentimen yang khusus berfokus pada konteks aplikasi pendidikan berbasis digital [16]. Penelitian yang telah ada mengindikasikan bahwa model berbasis *Convolutional Neural Network* dapat memberikan akurasi yang lebih tinggi dibandingkan dengan *Naive Bayes* dalam konteks analisis sentimen [14]. Perluasan metode analisis sentimen berbasis *Machine Learning*, termasuk implementasi teknik-teknik terbaru dan melakukan penelitian lebih mendalam, menjadi sangat relevan untuk meningkatkan kualitas layanan *Digitalent*. Penelitian ini tidak hanya berkontribusi pada pengintegrasian analisis sentimen dalam pelayanan publik tetapi juga memperkaya literatur di bidang Informatika terkait pemodelan sentimen pada aplikasi pelatihan digital yang belum banyak dieksplorasi [17], [18].

Penelitian ini berfokus pada pengembangan model klasifikasi sentimen untuk menganalisis tanggapan pengguna terhadap aplikasi *Digitalent* secara otomatis. Model ini menggunakan algoritma *Naive Bayes* dengan representasi fitur berbasis *TF-IDF*, yang merupakan pendekatan klasik dalam pemrosesan bahasa alami (NLP). Algoritma *Naive Bayes* populer dalam klasifikasi teks karena efisiensinya dan kemampuan untuk memproses data dengan karakteristik yang

beragam [19], [20] Model ini juga terbukti efektif dalam konteks analisis sentimen, terutama dengan penerapan *TF-IDF* yang meningkatkan representasi fitur dari data yang diolah Sistem yang dikembangkan bertujuan untuk secara otomatis mengklasifikasikan ulasan ke dalam kategori positif, negatif, atau netral. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa kombinasi antara *TF-IDF* dan *Naive Bayes* dapat memberikan baseline yang kuat bagi banyak tugas klasifikasi, termasuk analisis sentimen [21] Selain itu, hasil klasifikasi dapat berkontribusi pada penanganan umpan balik pengguna secara lebih responsif, yang menurut sejumlah studi dapat meningkatkan kepuasan pengguna dan kualitas layanan ([22] Dalam konteks aplikasi pelatihan digital, penting untuk mengevaluasi kinerja algoritma pada data berbahasa Indonesia yang bersifat informal dan bervariasi. Terdapat bukti bahwa *Naive Bayes* dapat berfungsi dengan baik pada data jenis ini, meskipun mungkin tidak seakurat model-model yang lebih kompleks [23] Hal ini akan memberikan gambaran yang lebih jelas mengenai efektivitas pendekatan ini untuk memahami persepsi pengguna terhadap aplikasi *Digitalent*. Lebih lanjut, hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi praktis bagi pengembang dan pengelola aplikasi dalam merespons kebutuhan pengguna yang lebih baik dan mengatasi kesenjangan layanan yang ada [24] Secara akademis, kontribusi penelitian ini sangat penting dalam literatur analisis sentimen di lingkungan digital, yang diharapkan dapat menyediakan wawasan baru dalam meningkatkan kemampuan digital masyarakat. Hal ini sejalan dengan upaya untuk memanfaatkan teknologi dalam meningkatkan keterampilan digital, serta memberikan panduan berbasis data untuk pengambilan keputusan yang lebih informatif di dalam pengembangan aplikasi pelatihan digital di Indonesia [25], [26]

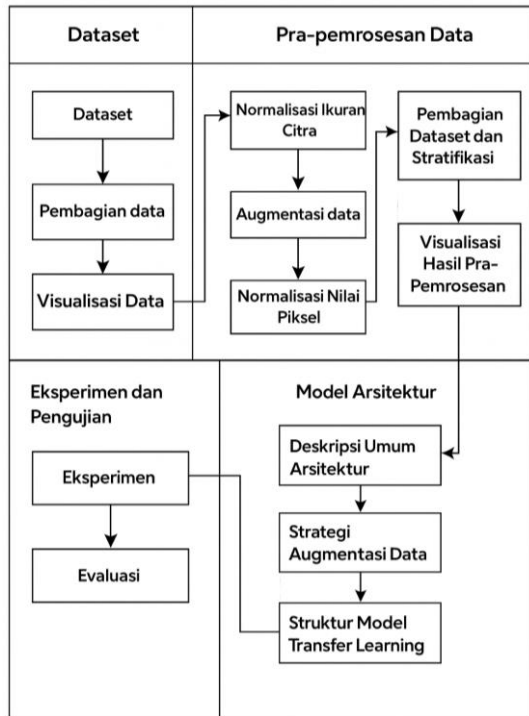
Penelitian ini bertujuan untuk memberikan kontribusi signifikan terhadap pengembangan metode analisis sentimen berbahasa Indonesia melalui penerapan teknik *TF-IDF* dan algoritma *Naive Bayes*. Dengan menggunakan pendekatan ini, studi ini berpotensi memperkaya pengetahuan dalam bidang Informatika mengenai bagaimana teknologi dapat digunakan untuk memproses ulasan pengguna yang menyampaikan pandangan secara informal dan tidak terstruktur. Teknik *TF-IDF* telah terbukti efektif dalam mengubah teks menjadi representasi numerik yang dapat diproses oleh algoritma

pembelajaran mesin, termasuk *Naive Bayes* yang dikenal karena efisiensinya dalam klasifikasi teks [27], [28] dan kemampuannya menangani berbagai bentuk data teks dengan baik, sehingga hasil klasifikasi dapat diandalkan dalam konteks analisis sentimen. Di samping itu, fokus penelitian ini pada konteks aplikasi pelatihan digital seperti *Digitalent* menunjukkan potensi untuk mengevaluasi dan meningkatkan kualitas layanan berdasarkan sentimen yang diekspresikan oleh pengguna. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa model analisis sentimen yang baik dapat memberikan wawasan berharga mengenai pengalaman pengguna dan umpan balik mereka terhadap fitur aplikasi, yang pada gilirannya dapat membantu pengembang dalam meningkatkan stabilitas sistem dan kualitas interaksi pengguna [29], [30] Misalnya, pemanfaatan model klasifikasi sentimen dapat membantu dalam menyaring masukan pengguna secara real-time, berpotensi mengganti proses analisis manual yang memakan waktu [30] penelitian ini membuka peluang bagi riset lanjutan untuk membandingkan efektivitas algoritma yang berbeda atau menggunakan teknik representasi teks yang lebih canggih, seperti word embedding dan arsitektur transformer. Studi menunjukkan bahwa pendekatan ini dapat meningkatkan akurasi klasifikasi dan menangkap hubungan semantik dalam data teks [31], [32] Selain itu, eksplorasi lebih lanjut dalam algoritma seperti Long Short Term Memory (LSTM) juga dapat memberikan kontribusi tambahan terhadap efektivitas analisis sentimen, mengingat kemampuan LSTM dalam menangkap urutan dan konteks dalam data berbasis teks, sesuatu yang sangat relevan untuk data ulasan pengguna yang beragam. Secara keseluruhan, penelitian ini diharapkan tidak hanya memberikan dasar kuat untuk evaluasi pengembangan aplikasi *Digitalent* tetapi juga mengkhususkan diri dalam penggunaan teknik analisis sentimen untuk meningkatkan pemahaman kita tentang interaksi pengguna di platform digital di Indonesia. Dengan memanfaatkan metode yang telah terbukti dan membandingkan dengan pendekatan terbaru, penelitian ini dapat berkontribusi pada pengembangan teknologi pengolahan bahasa alami di masa depan, serta penerapannya dalam konteks layanan digital yang terus berkembang [33]

## MATERIALS AND METHODS

Desain penelitian dalam pemodelan klasifikasi teks yang dimaksud mencakup beberapa tahap penting yang mengikuti algoritma text mining, termasuk akuisisi data, prapemrosesan teks, pelabelan sentimen, ekstraksi fitur, pembagian

dataset, pelatihan dan evaluasi model, serta visualisasi hasil. Tahapan-tahapan ini berfungsi untuk memastikan bahwa analisis sentimen dapat dilakukan secara efektif dan efisien dengan menggunakan metode yang sudah teruji dan valid.



Gambar 1. Alur Penelitian.

**Akuisisi Data:** Langkah pertama dalam penelitian ini adalah mengumpulkan data ulasan dari aplikasi *Digitalent* yang terdaftar di Google Play Store. Penggunaan pustaka pemanen data (scraper) untuk mengambil data ini merupakan praktik umum dalam analisis data, mengoptimalkan pengumpulan data dalam format yang terstruktur seperti CSV (Puspasari et al., 2024). Dalam penelitian oleh Puspasari et al. (Puspasari et al., 2024), metode ini digunakan untuk mengekstrak informasi dari ulasan pengguna pada platform aplikasi, mengilustrasikan relevansi dan keefektifan teknik ini dalam pengumpulan data besar pada platform digital.

**Prapemrosesan Teks:** Setelah pengumpulan data, teks ulasan harus dipersiapkan untuk analisis lebih lanjut. Prapemrosesan teks biasanya melibatkan beberapa langkah, seperti membersihkan data, case folding, normalisasi kata, tokenisasi, penghilangan kata tidak bermakna (stopword removal), dan stemming. Pengolahan ini penting untuk meminimalkan noise dalam data, mengoptimalkan model klasifikasi bekerja

dengan informasi yang lebih bersih dan relevan. Metode yang diadopsi dalam penelitian ini juga mencerminkan praktik berulang dalam studi lain yang menunjukkan pentingnya tahap ini untuk hasil yang baik dalam analisis sentimen (Fesseha et al., 2021; Doloksaribu & Samuel, 2022).

**Pelabelan Sentimen:** Setiap ulasan kemudian diberi label sentimen positif, negatif, atau netral berdasarkan kriteria yang telah ditentukan. Proses pelabelan ini krusial untuk menciptakan dataset terannotasi yang diperlukan untuk melatih model klasifikasi. Berbagai penelitian telah menunjukkan bahwa penggunaan leksikon atau model pelabelan yang konsisten dapat meningkatkan akurasi klasifikasi sentimen dengan secara jelas mendefinisikan kategori yang relevan (Amada et al., 2023; Mustolih et al., 2023; Soliha et al., 2023).

**Ekstraksi Fitur dan Pembagian Dataset:** Setelah pelabelan, langkah selanjutnya adalah mengubah dokumen teks menjadi vektor fitur numerik menggunakan representasi berbasis *TF-IDF*. Teknik ini tidak hanya membantu dalam mengkuantifikasi teks tetapi juga berkontribusi pada akurasi klasifikasi yang lebih tinggi, sebagaimana dibuktikan dalam beberapa penelitian yang menunjukkan efektivitas *TF-IDF* dalam pengelolaan data berbasis teks (Kzar & Safi, 2023; Fikri et al., 2022). Dataset kemudian dibagi menjadi dua bagian: data latih dan data uji, untuk memastikan bahwa model dapat dievaluasi dengan metode yang valid (Hadjadj & Sayoud, 2021).

**Pelatihan dan Evaluasi Model:** Model klasifikasi, khususnya *Naive Bayes* yang didasarkan pada *TF-IDF*, akan dilatih dan dievaluasi. Penggunaan metrik evaluasi seperti akurasi, presisi, dan *recall* selama proses evaluasi merupakan bagian integral untuk menilai kinerja model klasifikasi serta potensi perbaikan yang mungkin diperlukan (Setiawan et al., 2022; Syahrin et al., 2024; Naulak, 2022). Penelitian sebelumnya juga menunjukkan bahwa *Naive Bayes* adalah salah satu algoritma yang paling efisien untuk analisis sentimen berkat kesederhanaannya dan kemampuannya dalam memproses teks dalam jumlah besar (Sani et al., 2022; Alkhatib, 2021).

## RESULTS AND DISCUSSION

Visualisasi hasil merupakan tahapan penting yang bertujuan untuk menyajikan informasi dari proses analisis dan evaluasi model secara lebih intuitif dan mudah dipahami. Dalam penelitian ini, berbagai bentuk visualisasi digunakan untuk menggambarkan distribusi data, hasil pelabelan sentimen, proporsi pembagian dataset, serta performa model klasifikasi. Teknik visualisasi

seperti diagram batang, tabel warna (*color-coded table*), dan grafik distribusi memungkinkan peneliti dan pembaca untuk dengan cepat mengidentifikasi pola, kecenderungan, serta kelemahan dari sistem yang dikembangkan. Visualisasi ini juga berfungsi sebagai alat bantu dalam proses interpretasi hasil dan pengambilan keputusan berbasis data.

**Naive Bayes Confusion Matrix**

		Predicted		
		Negatif	Netral	Positif
Actual	Negatif	16	9	7
	Netral	5	26	23
	Positif	5	5	45

**Gambar 2 Visualisasi Matriks**

tersebut menunjukkan confusion matrix dari model naïve bayes yang digunakan untuk mengklasifikasikan ulasan pengguna ke dalam tiga kategori sentimen: Negatif, Netral, dan Positif. Confusion matrix adalah representasi visual dari hasil klasifikasi model, yang menunjukkan jumlah prediksi benar dan salah untuk masing-masing kelas secara rinci.

Pembahasan secara komprehensif terhadap hasil yang diperoleh dari seluruh tahapan eksperimen yang telah dilakukan dalam penelitian ini. Pembahasan tidak hanya berfokus pada pencapaian nilai-nilai metrik evaluasi seperti akurasi, precision, *recall*, dan *F1-score*, tetapi juga pada interpretasi makna dari hasil tersebut serta analisis mendalam terhadap kekuatan dan kelemahan sistem klasifikasi yang dibangun.

Model klasifikasi yang digunakan, yaitu Naive bayes, menunjukkan performa yang cukup baik dalam mengidentifikasi sentimen positif dengan nilai *F1-score* tertinggi dibandingkan kelas lainnya. Namun demikian, masih terdapat tantangan dalam membedakan ulasan dengan sentimen netral dan negatif, yang tercermin dari hasil confusion matrix dan nilai *F1-score* yang lebih rendah pada dua kategori tersebut. Hal ini mengindikasikan bahwa ekspresi pengguna dalam ulasan yang bersifat ambigu atau bernada

campuran masih menjadi tantangan tersendiri dalam pemrosesan bahasa alami (Natural Language Processing/NLP).

Bagian ini juga akan mengevaluasi efektivitas dari setiap tahapan prapemrosesan, seperti normalisasi teks, tokenisasi, dan penghapusan stopword, serta bagaimana tahapan-tahapan tersebut berkontribusi dalam meningkatkan kebersihan dan kualitas data untuk pelatihan model. Proses pelabelan sentimen berbasis skor rating juga akan dianalisis lebih lanjut untuk menilai akurasi dalam merepresentasikan opini sebenarnya dari pengguna.

Hasil yang diperoleh akan dikaitkan dengan temuan-temuan pada studi sebelumnya untuk memberikan gambaran komparatif dan memperkuat kontribusi penelitian ini terhadap bidang analisis sentimen, khususnya dalam konteks aplikasi layanan publik berbasis digital. Pembahasan juga mencakup implikasi dari hasil yang diperoleh terhadap pengembangan teknologi informasi, serta potensi aplikasi lebih luas dalam mendukung pengambilan keputusan strategis berbasis opini pengguna.

## CONCLUSION

Penelitian ini berhasil merancang dan membangun sebuah model klasifikasi sentimen otomatis untuk menganalisis ulasan pengguna aplikasi Digitalent. Proses penelitian dilakukan secara sistematis, dimulai dari perumusan masalah, pengumpulan data ulasan melalui teknik web scraping, tahap preprocessing teks, hingga pemodelan menggunakan metode pembelajaran mesin. Hasil dari rangkaian proses tersebut memungkinkan sistem untuk mengklasifikasikan opini pengguna secara efisien ke dalam tiga kategori sentimen, yaitu positif, negatif, dan netral. Penerapan algoritma Naive Bayes yang dikombinasikan dengan representasi fitur TF-IDF terbukti efektif dalam proses klasifikasi sentimen. Teknik TF-IDF mampu mengubah data teks menjadi representasi numerik berdasarkan tingkat kepentingan kata dalam dokumen, sehingga memudahkan algoritma Naive Bayes dalam menghitung probabilitas kemunculan fitur pada masing-masing kelas sentimen. Kombinasi metode ini memungkinkan model untuk menangkap pola linguistik yang relevan dalam ulasan pengguna. Evaluasi performa model dilakukan menggunakan metrik akurasi, precision, recall, dan *F1-score*. Hasil pengujian menunjukkan bahwa model memiliki kinerja yang cukup baik, khususnya dalam mengklasifikasikan sentimen positif dan negatif. Meskipun klasifikasi sentimen netral masih menghadapi tantangan akibat karakteristiknya yang cenderung ambigu, secara

keseluruhan model yang dikembangkan telah mencapai tingkat akurasi yang memadai dan dapat digunakan sebagai alat analisis ulasan pengguna pada aplikasi edukasi digital.

REFERENCE

- [1] L. Zhou, "Research on Quantitative Model of Brand Recognition Based on Sentiment Analysis of Big Data," *Front. Psychol.*, vol. 13, 2022, doi: 10.3389/fpsyg.2022.915443.
- [2] M. Zhang, V. Palade, Y. Wang, and Z. Ji, "Attention-Based Word Embeddings Using Artificial Bee Colony Algorithm for Aspect-Level Sentiment Classification," *Inf. Sci. (N Y)*, vol. 545, pp. 713–738, 2021, doi: 10.1016/j.ins.2020.09.038.
- [3] T. Vaiyapuri *et al.*, "Sustainable Artificial Intelligence-Based Twitter Sentiment Analysis on COVID-19 Pandemic," *Sustainability*, vol. 15, no. 8, p. 6404, 2023, doi: 10.3390/su15086404.
- [4] L. Alzubaidi *et al.*, "Review of Deep Learning: Concepts, CNN Architectures, Challenges, Applications, Future Directions," *J. Big Data*, vol. 8, no. 1, 2021, doi: 10.1186/s40537-021-00444-8.
- [5] G. A. Buntoro, R. Arifin, G. N. Syaifuddin, A. Selamat, O. Krejcar, and H. Fujita, "The Implementation of the Machine Learning Algorithm for the Sentiment Analysis of Indonesia's 2019 Presidential Election," *Iium Engineering Journal*, vol. 22, no. 1, pp. 78–92, 2021, doi: 10.31436/iiumej.v22i1.1532.
- [6] P. Theerthagiri and J. Vidya, "Cardiovascular Disease Prediction Using Recursive Feature Elimination and Gradient Boosting Classification Techniques," *Expert Syst.*, vol. 39, no. 9, 2022, doi: 10.1111/exsy.13064.
- [7] J. Zhang, D. Li, H. Lan, L. Tang, and M. Guo, "Research on Hotel Reservation Scheme Based on Random Forest Model Prediction," *Advances in Computer and Communication*, vol. 4, no. 6, pp. 358–362, 2024, doi: 10.26855/acc.2023.12.003.
- [8] M. S. Hossain and M. F. Rahman, "Customer Sentiment Analysis and Prediction of Insurance Products' Reviews Using Machine Learning Approaches," *Fiib Business Review*, vol. 12, no. 4, pp. 386–402, 2022, doi: 10.1177/2319714522115793.
- [9] K. Chan and S. Im, "Sentiment Analysis by Using Naïve-Bayes Classifier With Stacked CARU," *Electron. Lett.*, vol. 58, no. 10, pp. 411–413, 2022, doi: 10.1049/ell2.12478.
- [10] D. Alghazzawi, A. G. A. Alquraishee, S. Badri, and S. H. Hasan, "ERF-XGB: Ensemble Random Forest-Based XG Boost for Accurate Prediction and Classification of E-Commerce Product Review," *Sustainability*, vol. 15, no. 9, p. 7076, 2023, doi: 10.3390/su15097076.
- [11] R. Hakiki, A. Pambudi, and Asriyanik, "Classification of Public Sentiment Toward 2024 Presidential Candidates on Social Media Platform X Using Naïve Bayes Algorithm," *J. Of Artif. Intell. And Eng. Appl.*, vol. 3, no. 2, pp. 551–556, 2024, doi: 10.59934/jaiea.v3i2.422.
- [12] Y. S. Mehanna and M. Mahmuddin, "The Effect of Pre-Processing Techniques on the Accuracy of Sentiment Analysis Using Bag-of-Concepts Text Representation," *SN Comput. Sci.*, vol. 2, no. 4, 2021, doi: 10.1007/s42979-021-00453-7.
- [13] J. A. Wahid *et al.*, "Topic2features: A Novel Framework to Classify Noisy and Sparse Textual Data Using LDA Topic Distributions," *PeerJ Comput. Sci.*, vol. 7, p. e677, 2021, doi: 10.7717/peerj-cs.677.
- [14] P. A. Aritonang, M. E. Johan, and I. Prasetiawan, "Aspect-Based Sentiment Analysis on Application Review Using Convolutional Neural Network," *Ultima Infosys Jurnal Ilmu Sistem Informasi*, vol. 13, no. 1, pp. 54–61, 2022, doi: 10.31937/si.v13i1.2684.
- [15] Y. Hou and J. Huang, "Natural Language Processing for Social Science Research: A Comprehensive Review," *Chin. J. Sociol.*, vol. 11, no. 1, pp. 121–157, 2025, doi: 10.1177/2057150x241306780.
- [16] M.-S. Sung and Y. Lee, "Examining How Preschool Teachers' Positive Psychological Capital Impacts Digital Education Innovation: A Moderated Moderation Analysis of Effort Expectancy and Behavioral Intention," *Behavioral Sciences*, vol. 15, no. 7, p. 952, 2025, doi: 10.3390/bs15070952.
- [17] M. F. Fakhrezi, A. F. Rochim, and D. M. K. Nugraheni, "Comparison of Sentiment Analysis Methods Based on Accuracy Value Case Study: Twitter Mentions of Academic Article," *Jurnal Resti (Rekayasa Sistem Dan Teknologi Informasi)*, vol. 7, no. 1, pp. 161–167, 2023, doi: 10.29207/resti.v7i1.4767.
- [18] B. Cardone, F. D. Martino, and S. Senatore, "Improving the Emotion-based

- Classification by Exploiting the Fuzzy Entropy in FCM Clustering,” *International Journal of Intelligent Systems*, vol. 36, no. 11, pp. 6944–6967, 2021, doi: 10.1002/int.22575.
- [19] A. Haber and Z. Waks, “Classification and Geotemporal Analysis of Quality-of-Life Issues in Tenant Reviews,” 2021, doi: 10.18653/v1/2021.findings-emnlp.217.
- [20] C. Raj, A. Agarwal, G. Bharathy, B. Narayan, and M. Prasad, “Cyberbullying Detection: Hybrid Models Based on Machine Learning and Natural Language Processing Techniques,” *Electronics (Basel)*, vol. 10, no. 22, p. 2810, 2021, doi: 10.3390/electronics10222810.
- [21] L. Zhang, “Features Extraction Based on Naive Bayes Algorithm and TF-IDF for News Classification,” *PLoS One*, vol. 20, no. 7, p. e0327347, 2025, doi: 10.1371/journal.pone.0327347.
- [22] S. Agarwal, M. Varun, and S. Prabakeran, “Interactive Web App for Fake News Detection,” *Itm Web of Conferences*, vol. 53, p. 03003, 2023, doi: 10.1051/itmconf/20235303003.
- [23] R. Elnadree, A. B. El-Sisi, and W. Atwa, “Performance Investigation of Features Extraction and Classification Approaches for Sentiment Analysis Systems,” *Ijci International Journal of Computers and Information*, vol. 0, no. 0, pp. 0–0, 2021, doi: 10.21608/ijci.2021.65578.1044.
- [24] Q. Xie, J. Huang, P. Du, M. Peng, and J. Nie, “Inductive Topic Variational Graph Auto-Encoder for Text Classification,” 2021, doi: 10.18653/v1/2021.naacl-main.333.
- [25] F. Anzum and M. L. Gavrilova, “Emotion Detection From Micro-Blogs Using Novel Input Representation,” *Ieee Access*, vol. 11, pp. 19512–19522, 2023, doi: 10.1109/access.2023.3248506.
- [26] H. Zhao, J. Xie, and H. Wang, “Graph Convolutional Network Based on Multi-Head Pooling for Short Text Classification,” *Ieee Access*, vol. 10, pp. 11947–11956, 2022, doi: 10.1109/access.2022.3146303.
- [27] A. Fan, S. Wang, and Y. Wang, “Legal Document Similarity Matching Based on Ensemble Learning,” *Ieee Access*, vol. 12, pp. 33910–33922, 2024, doi: 10.1109/access.2024.3371262.
- [28] A. R. W. Rapsanjani and E. Junianto, “Implementasi Probabilistic Neural Network Dan Word Embedding Untuk Analisis Sentimen Vaksin Sinovac,” *Jurnal Responsif Riset Sains Dan Informatika*, vol. 3, no. 2, pp. 233–242, 2021, doi: 10.51977/jti.v3i2.588.
- [29] E. I. Setiawan, “Multiview Sentiment Analysis With Image-Text-Concept Features of Indonesian Social Media Posts,” *International Journal of Intelligent Engineering and Systems*, vol. 14, no. 2, pp. 521–535, 2021, doi: 10.22266/ijies2021.0430.47.
- [30] D. Wahyudi and Y. Sibaroni, “Deep Learning for Multi-Aspect Sentiment Analysis of TikTok App Using the RNN-LSTM Method,” *Building of Informatics Technology and Science (Bits)*, vol. 4, no. 1, 2022, doi: 10.47065/bits.v4i1.1665.
- [31] T. Tukino, A. Hananto, R. A. Nanda, E. Novalia, E. Sedyono, and J. Sanjaya, “LSTM and Word Embedding: Classification and Prediction of Puskesmas Reviews via Twitter,” *E3s Web of Conferences*, vol. 500, p. 01018, 2024, doi: 10.1051/e3sconf/202450001018.
- [32] R. Liu, “Exploring the Impact of Word2Vec Embeddings Across Neural Network Architectures for Sentiment Analysis,” *Applied and Computational Engineering*, vol. 94, no. 1, pp. 106–111, 2024, doi: 10.54254/2755-2721/94/2024melb0085.
- [33] R. Kusumaningrum, I. Z. Nisa, R. Jayanto, R. P. Nawangsari, and A. Wibowo, “Deep Learning-Based Application for Multilevel Sentiment Analysis of Indonesian Hotel Reviews,” *Heliyon*, vol. 9, no. 6, p. e17147, 2023, doi: 10.1016/j.heliyon.2023.e17147.