



Department of Digital Business

Journal of Artificial Intelligence and Digital Business (RIGGS)

Homepage: <https://journal.ilmudata.co.id/index.php/RIGGS>

Vol. 5 No. 1 (2026) pp: 2377-2383

P-ISSN: 2963-9298, e-ISSN: 2963-914X

Analisis Sentimen Aplikasi M-Pajak Menggunakan Machine Learning Berbasis Algoritma Xgboost

I Putu Gede Abdi Sudiatmika¹, Dewa Ayu Mas Putriari Nusantari², Wayan Andrika Putera³

¹Politeknik Negeri Bali

³Insitut Teknologi dan Bisnis Stikom Bali

sudiatmika.abdi@pbb.ac.id, putriari.nusantari@pnb.ac.id, andrika.putera@stikom-bali.ac.id

Abstrak

Analisis sentimen terhadap ulasan pengguna aplikasi merupakan pendekatan penting untuk memahami persepsi dan tingkat kepuasan pengguna terhadap layanan digital. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis sentimen pengguna aplikasi M-Pajak pada platform Google Play Store dengan menggunakan algoritma machine learning XGBoost. Data yang digunakan dalam penelitian ini berupa 5.825 ulasan pengguna yang diperoleh melalui proses web scraping. Tahapan penelitian meliputi preprocessing data teks yang terdiri dari cleaning, case folding, normalisasi kata, tokenizing, stopword removal, dan stemming untuk menghasilkan data yang terstruktur. Pelabelan sentimen dilakukan menggunakan pendekatan lexicon-based dengan InSet Lexicon sehingga data diklasifikasikan ke dalam tiga kategori sentimen, yaitu positif, netral, dan negatif. Dataset kemudian dibagi menjadi data pelatihan dan data pengujian dengan rasio 80% dan 20% menggunakan teknik stratified sampling. Model XGBoost dilatih menggunakan representasi fitur TF-IDF dan dievaluasi menggunakan confusion matrix, accuracy, serta classification report. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sentimen negatif mendominasi dengan persentase 59,15%, diikuti oleh sentimen positif sebesar 24,80% dan sentimen netral sebesar 16,05%. Model yang dibangun menghasilkan nilai akurasi sebesar 81,21%, dengan performa terbaik pada kelas sentimen negatif yang memperoleh nilai F1-score sebesar 0,89. Temuan ini menunjukkan bahwa aplikasi M-Pajak masih menghadapi berbagai kendala teknis yang memengaruhi pengalaman pengguna, sehingga hasil penelitian ini dapat dijadikan sebagai bahan evaluasi untuk meningkatkan kualitas dan kinerja layanan aplikasi..

Kata kunci: Analisis Sentimen, M-Pajak, Google Play Store, Machine Learning, Xgboost, Text Mining

1. Latar Belakang

Transformasi digital dalam sektor pelayanan publik mendorong pemerintah untuk menyediakan layanan berbasis aplikasi yang efektif, efisien, dan mudah diakses oleh masyarakat(1). Salah satu bentuk implementasi transformasi tersebut adalah pengembangan aplikasi M-Pajak yang berfungsi sebagai sarana pembayaran, pelaporan, dan pengelolaan kewajiban perpajakan secara daring(2). Aplikasi ini memiliki peran strategis dalam meningkatkan kepatuhan pajak serta mendukung transparansi dan akuntabilitas tata kelola pemerintahan di era digital(3).

Seiring meningkatnya jumlah pengguna, aplikasi M-Pajak juga menerima beragam umpan balik dalam bentuk ulasan pengguna pada platform *Google Play Store* (4). Ulasan tersebut merepresentasikan pengalaman, persepsi, dan tingkat kepuasan pengguna secara langsung terhadap kualitas layanan aplikasi. Namun, tingginya volume ulasan dengan karakteristik teks yang tidak terstruktur menyebabkan proses evaluasi secara manual menjadi tidak efisien, memerlukan waktu yang lama, serta berpotensi menghasilkan penilaian yang subjektif(5). Oleh karena itu, analisis sentimen berbasis kecerdasan buatan menjadi pendekatan yang relevan untuk mengolah data ulasan dalam skala besar secara sistematis, objektif, dan konsisten guna memperoleh gambaran persepsi pengguna secara komprehensif(6).

Penelitian terdahulu menunjukkan bahwa analisis sentimen pada ulasan aplikasi layanan publik umumnya menggunakan algoritma machine learning seperti Naive Bayes(7), Support Vector Machine, dan Decision Tree(8) Meskipun metode-metode tersebut cukup efektif, performanya sering kali mengalami penurunan ketika dihadapkan pada data teks berdimensi tinggi, data yang bersifat sparse, serta distribusi kelas sentimen yang tidak seimbang(9). Kondisi ini dapat berdampak pada menurunnya kemampuan model dalam membedakan sentimen yang memiliki karakteristik bahasa ambigu, khususnya pada ulasan berbahasa Indonesia.

Algoritma Extreme Gradient Boosting (XGBoost) sebagai metode ensemble berbasis gradient boosting(10) menawarkan keunggulan dalam menangani data berdimensi tinggi dan data sparse, meningkatkan akurasi

klasifikasi, serta mengurangi risiko overfitting melalui proses pembelajaran bertahap. Meskipun demikian, pemanfaatan algoritma XGBoost pada analisis sentimen ulasan aplikasi layanan perpajakan, khususnya aplikasi M-Pajak dengan data ulasan berbahasa Indonesia, masih relatif terbatas dibandingkan algoritma machine learning konvensional(11).

Berdasarkan kondisi tersebut, penelitian ini dilakukan untuk mengisi kesenjangan penelitian dengan menerapkan algoritma XGBoost dalam analisis sentimen ulasan pengguna aplikasi M-Pajak(12). Penelitian ini bertujuan untuk menjawab pertanyaan mengenai bagaimana distribusi sentimen pengguna terhadap aplikasi M-Pajak serta sejauh mana performa algoritma XGBoost dalam mengklasifikasikan sentimen ulasan pengguna(13). Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan kontribusi empiris dalam pengembangan kajian analisis sentimen berbasis machine learning, sekaligus menjadi dasar pengambilan keputusan berbasis data bagi pengembang dan pemangku kebijakan dalam upaya peningkatan kualitas layanan digital perpajakan.

1.1 Penelitian Terkait

Analisis sentimen telah banyak diterapkan untuk mengevaluasi kualitas layanan berbasis aplikasi, termasuk pada sektor pelayanan publik. Beberapa penelitian memanfaatkan ulasan pengguna pada platform digital sebagai sumber data utama untuk mengukur persepsi dan tingkat kepuasan pengguna terhadap layanan yang disediakan. Pendekatan ini dinilai efektif karena ulasan pengguna merepresentasikan pengalaman nyata pengguna secara langsung dan bersifat spontan.

Penelitian terdahulu dalam konteks aplikasi M-Pajak dan layanan perpajakan digital umumnya menggunakan algoritma machine learning klasik. Faisal A. Menerapkan algoritma Support Vector Machine, Naive Bayes, dan K-Nearest Neighbor untuk analisis sentimen ulasan aplikasi M-Pajak dan menunjukkan bahwa SVM memiliki performa yang relatif lebih baik dibandingkan metode lainnya (12). Namun, penelitian tersebut juga mengungkapkan adanya keterbatasan model dalam menangani distribusi kelas sentimen yang tidak seimbang serta teks ulasan yang bersifat ambigu dan berdimensi tinggi. Penelitian serupa oleh Wijaya et al. yang membandingkan SVM dan KNN pada data ulasan M-Pajak juga menunjukkan bahwa performa klasifikasi sangat dipengaruhi oleh karakteristik data teks dan proporsi kelas sentimen(12).

Selain pada aplikasi perpajakan, analisis sentimen pada aplikasi layanan publik dan pariwisata juga banyak dilakukan menggunakan algoritma machine learning konvensional. Sudiarmika et al. melakukan analisis sentimen ulasan wisatawan menggunakan Naive Bayes dan Random Forest, dengan hasil yang cukup baik pada data yang relatif seimbang. Namun demikian, performa model menurun ketika dihadapkan pada data ulasan dengan dominasi satu kelas sentimen tertentu. Hal ini menunjukkan bahwa pemilihan algoritma memiliki peran penting dalam mengatasi permasalahan data tidak seimbang dan data sparse pada analisis sentimen (5).

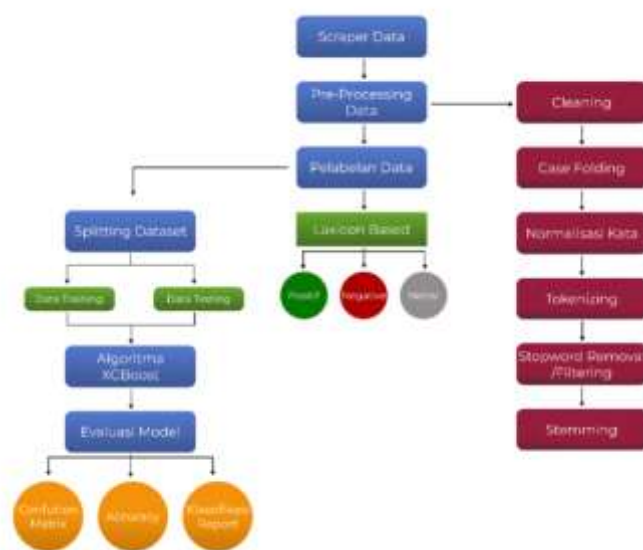
Dalam beberapa tahun terakhir, algoritma ensemble berbasis gradient boosting, khususnya Extreme Gradient Boosting (XGBoost), mulai banyak digunakan untuk menangani permasalahan klasifikasi pada data berdimensi tinggi dan data tidak seimbang. Penelitian oleh Zhang et al. (2022) menunjukkan bahwa XGBoost memiliki performa yang lebih stabil dibandingkan metode klasifikasi tradisional pada data imbalanced. Selain itu, Hakkal dan Lahcen (2024) membuktikan bahwa XGBoost mampu meningkatkan akurasi prediksi dengan memanfaatkan proses pembelajaran bertahap dan regularisasi yang efektif untuk mengurangi overfitting(14).

Meskipun demikian, penerapan algoritma XGBoost pada analisis sentimen ulasan aplikasi layanan publik berbahasa Indonesia, khususnya aplikasi perpajakan M-Pajak, masih relatif terbatas. Sebagian besar penelitian sebelumnya lebih berfokus pada perbandingan algoritma klasik atau penerapan XGBoost pada domain selain layanan publik. Oleh karena itu, penelitian ini memiliki posisi yang berbeda dengan penelitian terdahulu, yaitu dengan menerapkan algoritma XGBoost untuk menganalisis sentimen ulasan pengguna aplikasi M-Pajak menggunakan data ulasan berbahasa Indonesia yang diperoleh dari Google Play Store.

Dengan demikian, penelitian ini diharapkan dapat melengkapi penelitian sebelumnya dengan memberikan kontribusi empiris terkait efektivitas algoritma XGBoost dalam mengklasifikasikan sentimen ulasan aplikasi layanan publik, sekaligus memperkaya kajian analisis sentimen pada domain perpajakan digital di Indonesia.

2. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif eksperimental dengan tujuan mengklasifikasikan sentimen ulasan pengguna aplikasi M-Pajak menggunakan algoritma XGBoost(15). Seluruh tahapan penelitian dirancang secara sistematis agar proses analisis dapat direproduksi oleh peneliti lain. Diagram metode penelitian bisa dilihat pada gambar 1.



Gambar 1 Metode Penelitian untuk Analisis Sentimen

2.1. Pengumpulan Data

Data penelitian berupa ulasan pengguna aplikasi M-Pajak yang diambil dari *platform Google Play Store*. Pengumpulan data dilakukan menggunakan teknik *web scraping* (14) sehingga diperoleh sebanyak 5.825 ulasan pengguna dalam bentuk teks. Data yang dikumpulkan mencakup isi ulasan dan rating pengguna, kemudian disimpan dalam format dataset terstruktur untuk tahap pengolahan selanjutnya (16).

2.2. Pra-pemrosesan Data

Tahap pra-pemrosesan berfungsi sebagai proses perubahan bentuk data teks yang belum terstruktur menjadi data yang terstruktur. (Khoirudin, Wiranto, & Winarno, 2018). Dalam tahap ini, teks ulasan diproses melalui serangkaian langkah: *cleaning*, *case folding*, *normalisasi kata*, *tokenizing*, *stopword removal*, dan *stemming*. Pendekatan ini konsisten dengan praktik NLP standar untuk analisis teks dan penting untuk meningkatkan kualitas fitur. *Cleaning* dan *case folding* membantu mengurangi noise dan variasi huruf (misalnya, mengubah semua huruf menjadi huruf kecil), sedangkan *tokenizing*, *stopword removal*, dan *stemming* (misalnya dengan stemmer Bahasa Indonesia seperti Sastrawi) menghasilkan representasi kata yang lebih bersih dan bermakna.

a. Cleaning

Cleaning dilakukan untuk menghapus tanda baca, URL, karakter non-alfabet, angka, emotikon, dan elemen lain yang tidak relevan. Proses ini diperlukan untuk mengurangi noise pada teks dan meningkatkan kualitas representasi fitur.

b. Case Folding

Proses *case folding* merupakan proses untuk menghilangkan semua karakter selain huruf (seperti angka dan tanda baca) dan mengubah semua huruf menjadi huruf kecil (*lowercase*). (Khoirudin, Wiranto, & Winarno, 2018)

c. Normalisasi Kata

Normalisasi dilakukan untuk menyamakan kata-kata tidak baku, misalnya “gk” menjadi “nggak”, atau “baguuuuuus” menjadi “bagus”. Normalisasi ini penting pada Bahasa Indonesia yang kaya variasi informal.

d. Tokenizing

Tokenization merupakan proses pemotongan dokumen/ kalimat berdasarkan tiap kata yang menyusunnya. (Khoirudin, Wiranto, & Winarno, 2018) 2.5 *Stopword Removal / Filtering* *Filtering* atau disebut juga *stopword removal* merupakan proses untuk menghilangkan stopwords (kata-kata yang tidak deskriptif yang dapat dibuang dalam pendekatan *bag-of-words*). Proses ini bertujuan untuk mengurangi jumlah kata. (Khoirudin, Wiranto, & Winarno, 2018). Contoh katanya seperti: “yang”, “dan”, “di”

e. Stemming

Stemming merupakan proses pemotongan imbuhan atau pengembalian kata berimbuhan menjadi kata dasar. Dalam penelitian ini, penulis menggunakan library sastrawi, yaitu library berbasis PHP yang digunakan untuk stemming kata Bahasa Indonesia. (Khoirudin, Wiranto, & Winarno, 2018)

2.3. Pelabelan Sentimen

Pelabelan data dilakukan menggunakan pendekatan lexicon-based dengan InSet Lexicon(17). Setiap ulasan diberi label sentimen positif, netral, atau negatif berdasarkan skor sentimen kata-kata yang terkandung di dalamnya. Pendekatan ini dipilih untuk menghasilkan label awal yang objektif tanpa keterlibatan anotasi manual.

2.4. Ekstraksi Fitur dan Pembagian Data

Teks ulasan yang telah dilabeli dikonversi menjadi fitur numerik menggunakan metode Term Frequency–Inverse Document Frequency (TF-IDF). Dataset kemudian dibagi menjadi data pelatihan sebesar 80% dan data pengujian sebesar 20% menggunakan teknik stratified sampling untuk menjaga proporsi kelas sentimen.

2.5. Klasifikasi Menggunakan XGBoost

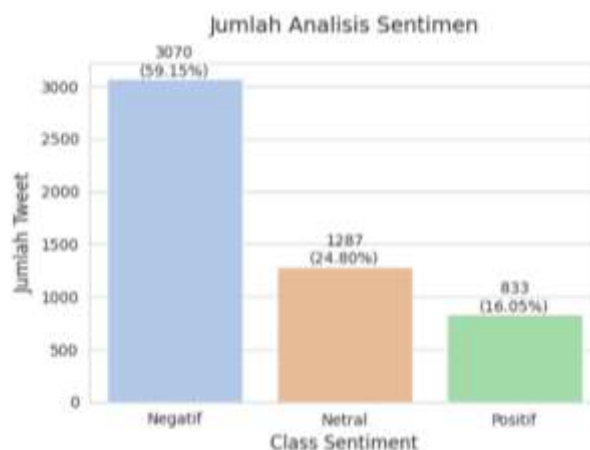
Model klasifikasi dibangun menggunakan algoritma XGBoost yang diimplementasikan pada data pelatihan(18). Algoritma ini dipilih karena kemampuannya menangani data berdimensi tinggi dan data sparse secara efisien. Model yang telah dilatih kemudian diuji menggunakan data pengujian untuk memperoleh hasil klasifikasi sentimen.

2.6. Evaluasi Model

Evaluasi kinerja model dilakukan menggunakan confusion matrix, accuracy, serta classification report yang mencakup nilai precision, recall, dan F1-score untuk setiap kelas sentimen(19). Metrik ini digunakan untuk menilai kemampuan model dalam mengklasifikasikan sentimen secara keseluruhan dan pada masing-masing kategori.

3. Hasil dan Diskusi

Hasil Hasil analisis sentimen terhadap 5.825 ulasan pengguna aplikasi M-Pajak menunjukkan bahwa sentimen negatif merupakan kategori yang paling dominan, yaitu sebesar 59,15%. Sentimen positif tercatat sebesar 24,80%, sedangkan sentimen netral sebesar 16,05% dapat dilihat pada gambar 2. Dominasi sentimen negatif mengindikasikan bahwa sebagian besar pengguna mengalami kendala dalam penggunaan aplikasi, terutama pada aspek teknis dan fungsionalitas. Pola ini sejalan dengan karakteristik ulasan aplikasi layanan publik, di mana pengguna cenderung memberikan umpan balik ketika menghadapi permasalahan dibandingkan saat layanan berjalan dengan baik.



Gambar 2 Jumlah Analisis Sentimen

Terlihat pada gambar 3, WordCloud untuk sentimen negatif menunjukkan bahwa kata-kata seperti aplikasi, susah, gagal, ribet, error, masuk, login, kirim, dan verifikasi merupakan kata yang paling dominan. Dominasi kata-kata tersebut menunjukkan bahwa sebagian besar keluhan pengguna berpusat pada kendala teknis, seperti kesulitan saat proses login, kegagalan verifikasi email atau NPWP, serta ketidakstabilan fungsi aplikasi. Temuan ini menunjukkan bahwa permasalahan utama yang dirasakan pengguna berkaitan dengan kesulitan autentikasi, kegagalan proses verifikasi, serta ketidakstabilan sistem. Sementara itu, WordCloud pada sentimen positif pada

gambar 4 didominasi oleh kata *mudah*, *bagus*, *bantu*, dan *cepat*, yang mencerminkan bahwa sebagian pengguna tetap merasakan manfaat aplikasi dalam mendukung proses pelaporan dan pembayaran pajak



Gambar 3 WordCloud Sentimen Negatif



Gambar 4 WordCloud Sentimen Positif

3.1. Analisis Confusion Matrix

Berdasarkan matriks kebingungan (confusion matrix) pada gambar 5, terlihat bahwa: Sebagian besar kesalahan klasifikasi terjadi antara kelas positif dan netral. Model lebih mudah membedakan sentimen negatif dibanding dua kelas lainnya. Kesalahan pada kelas positif terutama disebabkan oleh ulasan yang memiliki konteks ambigu atau tidak menunjukkan ekspresi emosional yang kuat. Kondisi ini juga dipengaruhi oleh distribusi data yang tidak seimbang, di mana jumlah ulasan negatif lebih besar dibandingkan ulasan positif dan netral.



Gambar 5 Confusion Matrix

3.2. Analisis Kinerja Model Klasifikasi

Model XGBoost yang dilatih menggunakan fitur TF-IDF menghasilkan nilai akurasi sebesar 81,21%, yang menunjukkan bahwa model mampu mengklasifikasikan sentimen ulasan dengan tingkat ketepatan yang baik. Evaluasi menggunakan confusion matrix menunjukkan bahwa model memiliki kemampuan terbaik dalam mengidentifikasi sentimen negatif dibandingkan sentimen positif dan netral. Hal ini terlihat dari nilai F1-score tertinggi pada kelas negatif sebesar 0,89.

Accuracy: 81.21%

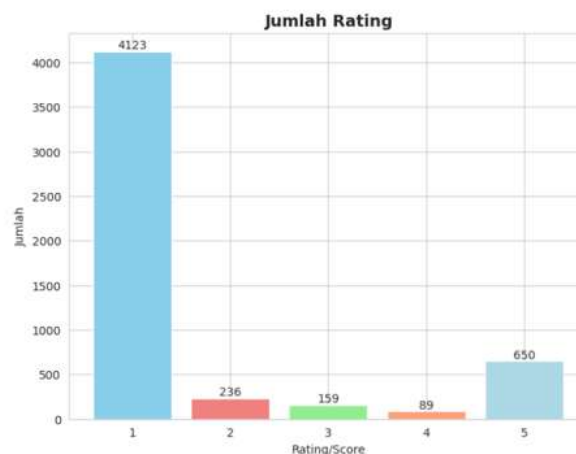
Class	Precision	Recall	F1-score	Support
Negatif	0.87	0.91	0.89	614
Netral	0.67	0.71	0.69	257
Positif	0.82	0.61	0.70	167
Accuracy			0.81	1038
Macro avg	0.79	0.74	0.76	1038
Weighted avg	0.81	0.81	0.81	1038

Gambar 6 Laporan Klasifikasi

Sebaliknya, performa terendah terdapat pada kelas sentimen positif, khususnya pada nilai recall sebesar 0,61. Kondisi ini mengindikasikan bahwa sebagian ulasan positif cenderung diklasifikasikan sebagai netral. Fenomena tersebut disebabkan oleh karakteristik teks ulasan positif yang umumnya singkat dan tidak mengandung ekspresi emosional yang kuat, sehingga sulit dibedakan dari ulasan netral oleh model.

3.3. Keterkaitan Rating dan Sentimen Pengguna

Distribusi rating aplikasi M-Pajak menunjukkan bahwa mayoritas pengguna memberikan rating 1 terlihat pada gambar 7, dengan jumlah yang jauh lebih besar dibandingkan rating lainnya. Temuan ini konsisten dengan hasil analisis sentimen yang didominasi oleh ulasan negatif. Ketimpangan distribusi rating mengindikasikan tingkat ketidakpuasan pengguna yang tinggi terhadap kualitas aplikasi. Meskipun demikian, masih terdapat sejumlah ulasan dengan rating 5 yang sejalan dengan keberadaan sentimen positif, menunjukkan bahwa aplikasi tetap memberikan nilai guna bagi sebagian pengguna.



Gambar 7 Jumlah Rating

3.4. Implikasi Temuan

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa algoritma XGBoost efektif digunakan untuk analisis sentimen ulasan aplikasi layanan publik dengan data teks berbahasa Indonesia. Selain itu, dominasi sentimen negatif memberikan indikasi kuat bahwa pengembang aplikasi M-Pajak perlu melakukan evaluasi dan perbaikan, khususnya pada aspek

stabilitas sistem, proses login, dan verifikasi. Dengan demikian, analisis sentimen berbasis machine learning dapat dimanfaatkan sebagai alat evaluasi berbasis data untuk mendukung pengambilan keputusan dalam pengembangan layanan digital pemerintah.

4. Kesimpulan

Penelitian ini berhasil melakukan analisis sentimen terhadap ulasan pengguna aplikasi M-Pajak pada platform Google Play Store dengan menggunakan algoritma XGBoost. Hasil analisis menunjukkan bahwa sentimen negatif mendominasi ulasan pengguna dengan persentase 59,15%, yang mengindikasikan masih adanya permasalahan signifikan dalam penggunaan aplikasi, khususnya terkait stabilitas sistem, proses login, dan verifikasi. Sentimen positif dan netral masing-masing hanya mencapai 24,80% dan 16,05%, menunjukkan bahwa tingkat kepuasan pengguna secara umum masih relatif rendah. Model klasifikasi berbasis XGBoost yang dibangun dalam penelitian ini menunjukkan kinerja yang baik dengan nilai akurasi sebesar 81,21%. Performa terbaik diperoleh pada kelas sentimen negatif dengan nilai F1-score sebesar 0,89, sementara kelas sentimen positif memiliki performa terendah akibat karakteristik ulasan yang cenderung singkat dan ambigu. Temuan ini menunjukkan bahwa algoritma XGBoost efektif digunakan untuk mengklasifikasikan sentimen ulasan berbahasa Indonesia pada aplikasi layanan publik. Secara keseluruhan, hasil penelitian ini memberikan kontribusi empiris dalam pemanfaatan machine learning untuk evaluasi layanan digital pemerintah. Analisis sentimen yang dilakukan dapat dijadikan sebagai dasar pengambilan keputusan bagi pengembang dan pemangku kebijakan dalam meningkatkan kualitas dan kinerja aplikasi M-Pajak agar dapat memberikan pengalaman pengguna yang lebih optimal.

Referensi

1. Singla K, Dua M, Nanda G. A language based comparison of different similarity functions and classifiers using web based Bilingual Question Answering System developed using Machine Learning Approach. In: ACM International Conference Proceeding Series. 2016.
2. Susilawaty TE, Azzahra AS. The effect of ease of use of M-Pajak and ease of use of e-form on MSMEs taxpayer compliance. *Enrich J Manag.* 2023;13(1).
3. Effendi HN, Sandra A. ANALISIS FAKTOR-FAKTOR YANG MEMENGARUHI TINDAKAN WAJIB PAJAK MELAKUKAN PENGELAPAN PAJAK. *J Akunt.* 2022;11(1).
4. Husaeri NS, Utami CK. KESADARAN WAJIB PAJAK DAN SANKSI PERPAJAKAN TERHADAP MOTIVASI MEMBAYAR PAJAK DENGAN PERAN TAX AMNESTY SEBAGAI PEMODERASI. *J Ilm Manajemen, Ekon Akunt.* 2023;7(2).
5. Sudiarmika IPGA, Saputra PS, Rahardian RL, Dewi KHS. Sentiment Analysis of Tourist Reviews on Google Maps For Pura Besakih Using Machine Learning Algorithms. *J Mandiri IT.* 2025;14(1).
6. Faisal A. Analisis Sentimen M-Pajak Menggunakan Algoritma Support Vector Machine, Naive Bayes dan KNN. *J Nas Komputasi dan Teknol Inf.* 2024;7(5).
7. Batan GA, Keytimu MJ, Katumbo FL, Binanto I, Sianipar NF. Penerapan Metode Random Forest, Gaussian NB, Dan KNN Terhadap Data Unbalance dan Data Balance Menggunakan Random Over Sampling Untuk Klasifikasi Senyawa Keladi Tikus. *Pros Semin Nas Tek Elektro, Inform Sist Inf.* 2023;2(1).
8. Hakim AR, Gata W, Widodo AZP, Kurniawan O, Syarif AR. Analisis Perbandingan Algoritma Machine Learning Terhadap Sentimen Analis Pemindahan Ibu Kota Negara. *J JTIC (Jurnal Teknol Inf dan Komunikasi).* 2023;7(2).
9. Gupta N, Kaushik B, Rahmani MKI, Lashari SA. Performance Evaluation of Deep Dense Layer Neural Network for Diabetes Prediction. *Comput Mater Contin.* 2023;76(1).
10. Arbain A, Muhammad MA, Septiana T, Septama HD. LEARNING HOAX NEWS PADA LOCAL DAN CLOUD COMPUTING DEPLOYMENT MENGGUNAKAN GOOGLE APP ENGINE. *J Inform dan Tek Elektro Terap.* 2022;10(3).
11. Munawar Z. Pengelolaan Pajak di Kerajaan Mataram Islam Masa Sultan Agung, 1613-1645 M. *JUSPI (Jurnal Sej Perad Islam.* 2020;4(1).
12. Muhammad Titan Rama Adi Wijaya, Ida Widaningrum, Angga Prasetyo, Dyah Mustikasari. Using SVM and KNN for Predicting Customer Response Sentiment of M-PAJAK Application. *Khazanah Inform J Ilmu Komput dan Inform.* 2025;11(1).
13. Gudiño-Ochoa A, García-Rodríguez JA, Ochoa-Ornelas R, Cuevas-Chávez JI, Sánchez-Arias DA. Noninvasive Diabetes Detection through Human Breath Using TinyML-Powered E-Nose. *Sensors.* 2024;24(4).
14. Zhang P, Jia Y, Shang Y. Research and application of XGBoost in imbalanced data. *Int J Distrib Sens Networks.* 2022;18(6).
15. Hakkal S, Lahcen AA. XGBoost To Enhance Learner Performance Prediction. *Comput Educ Artif Intell.* 2024;7.
16. I Gusti Ngurah PA, I Made Dwi Darma Artanaya, Komang Ayu Krisna Dewi, I Putu Gede Abdi Sudiarmika. AI-Based Tourist Guide Application in Bali Using Supervised Learning Method. *ARRUS J Eng Technol.* 2024;4(2).
17. Cahyani AD. Analisa Kinerja Metode Support Vector Machine untuk Analisa Sentimen Ulasan Pengguna Google Maps. *J Comput Syst Informatics.* 2023;4(3).
18. Imani M, Beikmohammadi A, Arabnia HR. Comprehensive Analysis of Random Forest and XGBoost Performance with SMOTE, ADASYN, and GNUS Under Varying Imbalance Levels. *Technologies.* 2025;13(3).
19. Razali MN, Manaf SA, Hanapi RB, Salji MR, Chiat LW, Nisar K. Enhancing Minority Sentiment Classification in Gastronomy Tourism: A Hybrid Sentiment Analysis Framework with Data Augmentation, Feature Engineering and Business Intelligence. *IEEE Access.* 2024;12.