

Peningkatan Performa Analisis Sentimen Ulasan Pelanggan terhadap Layanan Pengiriman Menggunakan Model Naïve Bayes yang Dioptimalkan dengan PSO

Yuda Septiawan ¹, Adimas Aglasia ², Danang Ade Muktiawan ³

^{1,2} Teknik Informatika, Institut Informatika dan Bisnis Darmajaya

³ Sistem Komputer, Institut Informatika dan Bisnis Darmajaya

INFORMASI ARTIKEL	ABSTRAK
Diterima 31 Januari 2025 Direvisi 11 Februari 2025 Diterbitkan 11 Februari 2025 Kata kunci: Analisis Sentimen, Naïve Bayes, Particle Swarm Optimization (PSO)	Penelitian ini dilatarbelakangi oleh pertumbuhan pesat industri jasa pengiriman dan pentingnya feedback pelanggan dalam persaingan, khususnya bagi ID Express yang memiliki aplikasi mobile. Masalah utama yang diangkat adalah bagaimana menganalisis sentimen ulasan pelanggan pada aplikasi ID Express di Google Play Store untuk meningkatkan kualitas layanan. Ulasan pengguna, meskipun kaya informasi, belum dimanfaatkan secara optimal, sehingga perusahaan kesulitan memahami persepsi pengguna. Dalam studi ini, kami mengembangkan sebuah metode baru untuk menganalisis sentimen ulasan pengguna aplikasi ID Express. Metode ini mengintegrasikan algoritma Naïve Bayes dengan teknik optimasi seleksi fitur berbasis Particle Swarm Optimization (PSO) untuk menghasilkan analisis yang lebih akurat. Metode yang digunakan meliputi pengumpulan data ulasan pengguna dari Google Play Store (2020-2023), preprocessing data, implementasi algoritma Naïve Bayes, serta penerapan PSO untuk seleksi fitur. Kinerja model diuji dengan metrik akurasi dan F-measure menggunakan rasio pembagian data 90:10 dan 80:20. Hasil penelitian menunjukkan bahwa algoritma Naïve Bayes dengan PSO menghasilkan akurasi 52% pada rasio 90:10 dan 63% pada rasio 80:20, dengan nilai F-measure sebesar 43% dan 55% secara berurutan. Kesimpulannya, penggunaan PSO sebagai seleksi fitur meningkatkan akurasi dan F-measure pada analisis sentimen menggunakan Naïve Bayes, terutama pada rasio pembagian data 80:20.

Performance Improvement of Sentiment Analysis of Customer Reviews on Delivery Services Using a Naïve Bayes Model Optimised Naïve Bayes Model with PSO

ARTICLE INFO	ABSTRACT
Received January 31 2025 Revised February 11 2025 Published February 12 2025 Keyword: Analisis Sentimen, Naïve Bayes,	<i>This research is motivated by the rapid growth of the delivery service industry and the importance of customer feedback in competition, especially for ID Express which has a mobile application. The main issue raised is how to analyse the sentiment of customer reviews on the ID Express app on the Google Play Store to improve service quality. User reviews, although rich in information, have not been optimally utilised, making it difficult for companies to understand user perceptions. In this study, we develop a new method to analyse the sentiment of ID Express app user reviews. This method integrates Naïve Bayes algorithm with</i>

Particle Swarm Optimization (PSO)

*Particle Swarm Optimisation (PSO)-based feature selection optimisation technique to produce more accurate analysis. The method used includes collecting user review data from the Google Play Store (2020-2023), preprocessing the data, implementing the Naïve Bayes algorithm, and applying PSO for feature selection. Model performance was tested with accuracy and F-measure metrics using 90:10 and 80:20 data sharing ratios. The results showed that the Naïve Bayes algorithm with PSO produced 52% accuracy at 90:10 ratio and 63% at 80:20 ratio, with F-measure values of 43% and 55% respectively. In conclusion, the use of PSO as feature selection improves the accuracy and F-measure of sentiment analysis using Naïve Bayes, especially at a data sharing ratio of 80:20.*This work is licensed under a [Creative Commons Attribution 4.0](#)

1. PENDAHULUAN

Industri jasa pengiriman mengalami pertumbuhan pesat, didorong oleh peningkatan signifikan dalam transaksi e-commerce dan perubahan pola konsumsi yang terjadi terutama sejak pandemi COVID-19, yang menciptakan kebutuhan mendesak akan pengiriman barang yang cepat dan efisien. Hal ini memicu persaingan ketat antar perusahaan, termasuk ID Express, yang berupaya meningkatkan kualitas layanan melalui inovasi dan kemudahan akses bagi pelanggan. Salah satu strategi kunci adalah penyediaan aplikasi mobile, yang menjadi titik interaksi utama antara perusahaan dan pengguna, yang mana menurut [1] aplikasi mobile meningkatkan interaksi antara pengguna dan perusahaan.

Umpan balik pelanggan, yang tercermin dalam ulasan aplikasi di platform seperti Google Play Store, menjadi sangat berharga. Namun, volume data ulasan yang besar menyulitkan perusahaan untuk memahami sentimen pelanggan secara manual. Oleh karena itu, diperlukan metode analisis otomatis yang efektif. Analisis sentimen (opinion mining) menawarkan solusi untuk mengidentifikasi polaritas dan intensitas opini dalam teks [2] [3].

Algoritma Naïve Bayes, dikenal karena kesederhanaan dan efisiensinya, sering digunakan dalam analisis sentimen [4]. Meski demikian, performanya dapat ditingkatkan melalui seleksi fitur. Particle Swarm Optimization (PSO) adalah algoritma optimisasi yang dapat digunakan untuk memilih fitur-fitur yang paling relevan, sehingga meningkatkan akurasi model [5] [6]. Algoritma Naïve Bayes yang dioptimalkan dengan PSO, menawarkan keunggulan efisiensi komputasi dan skalabilitas dalam memproses volume data ulasan yang besar, berfungsi sebagai baseline yang kompetitif untuk klasifikasi teks, memungkinkan seleksi fitur yang lebih cerdas dan adaptif untuk meningkatkan akurasi dan mengurangi overfitting, serta relatif lebih mudah diinterpretasi dibandingkan model deep learning yang kompleks.

ID Express sebagai salah satu perusahaan jasa pengiriman yang beroperasi di Indonesia, memanfaatkan aplikasi mobile untuk memberikan layanan kepada pelanggan [7]. Penelitian ini bertujuan menganalisis sentimen ulasan pelanggan ID Express dengan mengimplementasikan algoritma Naïve Bayes yang diperkuat dengan PSO untuk seleksi fitur. Penelitian ini diharapkan memberikan wawasan tentang persepsi pelanggan dan memberikan rekomendasi untuk peningkatan kualitas layanan aplikasi, serta mengevaluasi pengaruh PSO dalam peningkatan kinerja model Naïve Bayes dalam analisis sentimen.

2. METODE

Melalui pendekatan kuantitatif dengan analisis data teks, penelitian ini bertujuan mengklasifikasikan sentimen ulasan pengguna aplikasi ID Express Customer di Google Play Store. Tahapan penelitian meliputi pengumpulan data, analisis, dan evaluasi model yang telah dibangun.

2.1. Pengumpulan Data

Dalam penelitian ini, data ulasan pengguna aplikasi ID Express Customer diekstraksi dari Google Play Store menggunakan teknik web scraping. Proses scraping data diimplementasikan dengan memanfaatkan platform Google Colab dan bahasa pemrograman Python. Data yang berhasil dikumpulkan adalah teks ulasan berbahasa Indonesia dalam periode waktu 2 Oktober 2020 sampai 12 Mei 2023. Proses pengumpulan data ini menggunakan source code yang memanfaatkan library Python seperti yang disebutkan pada [8].

2.2. Preprocessing Data

Data teks yang terkumpul melalui proses scraping masih mentah dan belum terstruktur dengan baik sehingga perlu dilakukan tahapan *preprocessing*. Pada tahap ini, berfungsi untuk membersihkan dan mempersiapkan data agar siap diolah pada tahapan selanjutnya [9]. Sebelum analisis sentimen dilakukan, data teks ulasan mengalami serangkaian tahapan preprocessing. Pertama, cleansing data dilakukan untuk menghilangkan karakter non-alfanumerik, seperti tanda baca, simbol khusus, dan URL, yang dianggap tidak relevan. Selanjutnya, case folding diterapkan untuk menstandarisasi format teks dengan mengonversi seluruh huruf menjadi huruf kecil. Kemudian, dilakukan filtering atau stopword removal untuk menghilangkan kata-kata umum yang tidak memberikan informasi signifikan dalam konteks analisis sentimen. Proses stemming juga diterapkan menggunakan library Sastrawi untuk mereduksi kata ke bentuk dasarnya, mengikuti prosedur yang dijelaskan dalam [10]. Terakhir, teks dipecah menjadi satuan kata (token) melalui proses tokenizing untuk mempermudah pembobotan dalam analisis. Setelah proses preprocessing selesai, data teks dilabeli secara manual untuk menentukan polaritas sentimennya, yaitu positif, negatif, atau netral. Proses pelabelan ini dilakukan dengan bantuan seorang ahli bahasa, yang mengacu pada penelitian yang dilakukan oleh [4].

2.3. Pembobotan Kata dengan TF-IDF

Untuk memungkinkan analisis kuantitatif, data teks yang telah diproses kemudian direpresentasikan dalam format numerik menggunakan metode Term Frequency-Inverse Document Frequency (TF-IDF). Metode ini berfungsi untuk menghitung bobot kata berdasarkan frekuensinya dalam suatu dokumen dan frekuensi kemunculannya di seluruh koleksi dokumen. Dengan demikian, TF-IDF memberikan representasi yang lebih akurat untuk klasifikasi sentimen, sesuai dengan prinsip yang dipaparkan dalam [11].

2.4. Pemodelan dan Klasifikasi

Dalam tahap pemodelan dan klasifikasi, penelitian ini menguji dan membandingkan kinerja empat metode klasifikasi. Dua di antaranya adalah: (a) algoritma Naïve Bayes, sebuah metode klasifikasi berbasis probabilitas yang dikenal karena kesederhanaan dan efisiensinya, seperti yang dijelaskan dalam [4] dan [12]. Kemudian, algoritma Naïve Bayes yang ditingkatkan dengan Particle Swarm Optimization (PSO) untuk optimisasi parameter, yang merupakan pendekatan yang dikembangkan berdasarkan konsep dalam [6]. Meskipun ada berbagai algoritma klasifikasi lainnya yang tersedia, penelitian ini berfokus pada Naïve Bayes karena:

- a) Efisiensi dan Skalabilitas: Naïve Bayes dikenal sebagai algoritma yang efisien dan mudah diskalakan untuk dataset yang besar, yang merupakan karakteristik umum dari data ulasan aplikasi.
- b) Kinerja yang Kompetitif: Naïve Bayes seringkali memberikan kinerja yang kompetitif dalam tugas klasifikasi teks, terutama setelah dioptimalkan.
- c) Interpretasi yang Relatif Mudah: Dibandingkan dengan beberapa algoritma deep learning, Naïve Bayes relatif lebih mudah diinterpretasi, sehingga memudahkan peneliti untuk memahami faktor-faktor yang mempengaruhi hasil klasifikasi.

2.5. Particle Swarm Optimization (PSO)

Particle Swarm Optimization (PSO) digunakan dalam penelitian ini dengan dua tujuan utama yang saling melengkapi: pertama, untuk melakukan optimisasi parameter pada algoritma klasifikasi, yang bertujuan mencari konfigurasi parameter terbaik; dan kedua, untuk melakukan seleksi fitur pada data, yang bertujuan memilih subset fitur yang paling informatif. Dengan mengoptimalkan parameter dan melakukan seleksi fitur, diharapkan dapat dicapai peningkatan yang signifikan dalam kinerja model klasifikasi. Dasar teori dan implementasi PSO secara rinci dapat ditemukan pada [6] [13]. PSO digunakan untuk mengoptimalkan parameter algoritma Naïve Bayes. Adapun parameter PSO yang digunakan yaitu;

- a) Fungsi Tujuan: Memaksimalkan akurasi klasifikasi sentimen pada data uji (test).
- b) Parameter yang Dioptimalkan: Parameter alpha (smoothing parameter) pada algoritma Multinomial Naïve Bayes.
- c) Jumlah Partikel: 30
- d) Jumlah Iterasi Maksimum: 50
- e) Batas Parameter: alpha dibatasi antara 0.0 dan 1.0.
- f) Kriteria Konvergensi: Algoritma berhenti jika tidak ada perbaikan signifikan dalam akurasi selama 10 iterasi berturut-turut, atau jika jumlah iterasi maksimum tercapai.

2.6. Pengujian dan Evaluasi Model

Setiap model klasifikasi yang diimplementasikan dalam penelitian ini dilatih dengan menggunakan data latih. Kinerja model kemudian diukur menggunakan data uji yang tidak dilibatkan dalam proses pelatihan. Metrik evaluasi yang digunakan untuk mengukur kinerja model ini akan dijelaskan pada bagian berikut:

- a) Akurasi: Mengukur seberapa tepat model dapat memprediksi label sentimen yang benar [14].
- b) F1-score: Mengukur keseimbangan antara precision dan recall. F1-score akan dihitung dengan rata-rata tertimbang (weighted) [15].

Untuk memastikan evaluasi model yang robust, data dibagi menjadi data latih dan data uji dengan menggunakan dua variasi proporsi, yaitu 90:10 dan 80:20. Pembagian data dengan dua rasio ini memungkinkan untuk menganalisis bagaimana performa model dipengaruhi oleh proporsi data latih dan data uji. Hasil evaluasi model ini kemudian disajikan dalam bentuk classification report dan matriks konfusi.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Bagian ini memaparkan hasil dan pembahasan terkait evaluasi kinerja metode Naïve Bayes yang dioptimalkan dengan PSO dalam analisis sentimen ulasan pengguna aplikasi ID Express Customer di Google Play Store. Perbandingan akurasi dan F-measure disajikan untuk dua rasio pembagian data, yaitu 90:10 dan 80:20.

3.1. Hasil Penelitian

Penelitian ini menguji kinerja metode Naïve Bayes dan Naïve Bayes+PSO pada data ulasan yang telah diproses (preprocessed). Dataset yang digunakan memiliki total 51.250 data yang kemudian setelah melalui proses preprocessing menjadi 42.594 data. Data dibagi menjadi dua set dengan rasio training dan testing 90:10 dan 80:20.

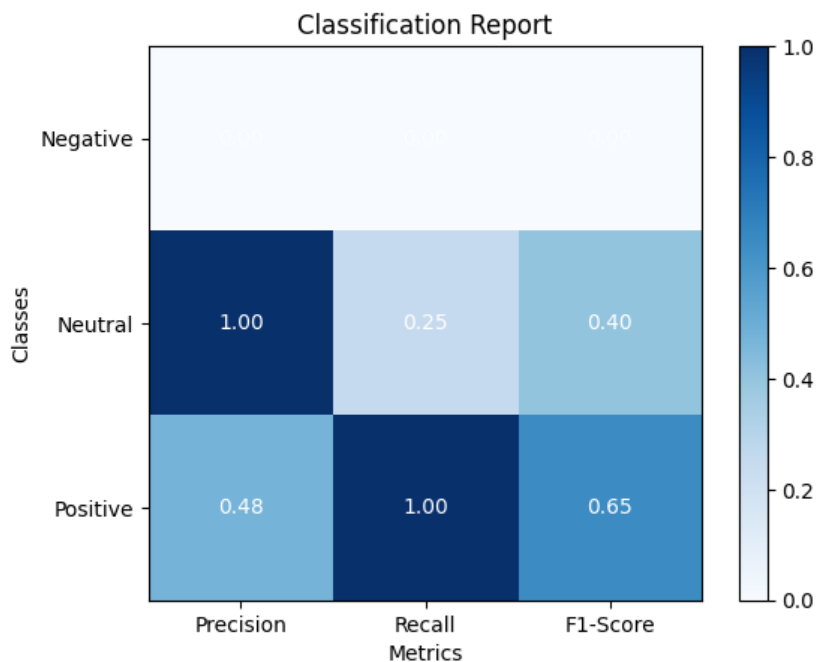
3.1.1. Hasil Klasifikasi Naïve Bayes dengan Rasio 90:10

Pada penerapan metode Naïve Bayes dengan rasio pembagian data 90:10, didapatkan akurasi sebesar 52,17%. Matriks konfusi pada Tabel 1 menunjukkan bahwa dari total data, model mengklasifikasikan 10 data sentimen positif dengan benar, 2 data sentimen netral dengan benar, dan tidak ada data sentimen negatif yang diklasifikasikan dengan benar. Hasil klasifikasi ini menunjukkan bahwa model memiliki kesulitan dalam mengklasifikasikan data dengan sentimen

negatif dengan baik. Untuk F1-score didapatkan nilai sebesar 42,17%. Classification report disajikan pada Gambar 1.

Tabel 1. Matrik Konfusi Metode Naïve Bayes (90:10)

	Positif	Netral	Negatif
TRUE	10	2	0
FALSE	11	0	0



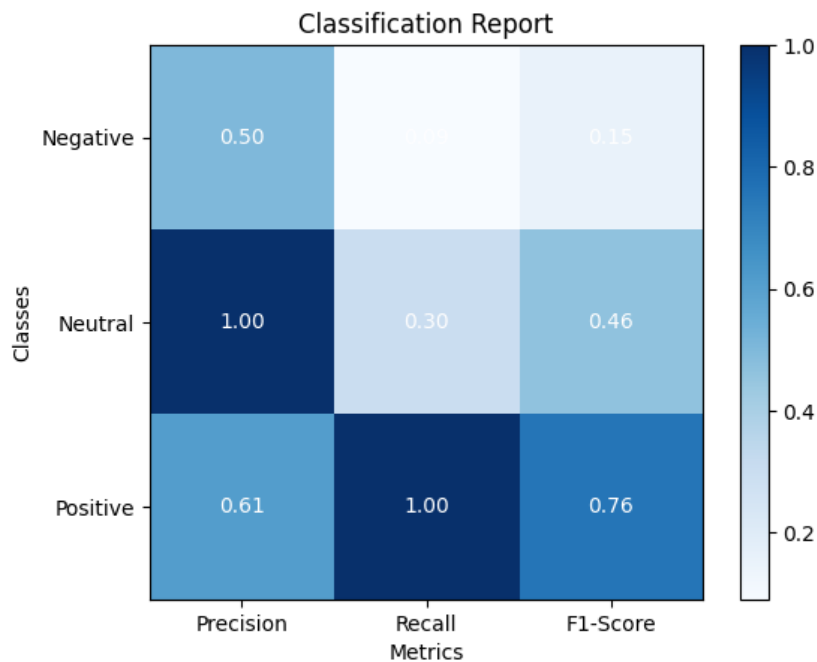
Gambar 1. Classification Report Metode Naïve Bayes (90:10)

3.1.2. Hasil Klasifikasi Naïve Bayes dengan Rasio 80:20

Ketika model Naïve Bayes diterapkan pada rasio 80:20, terjadi peningkatan akurasi menjadi 63,04%. Matriks konfusi pada Tabel 2 menunjukkan bahwa model lebih baik dalam mengklasifikasikan data pada rasio ini dibandingkan dengan rasio 90:10, dengan 25 data sentimen positif dan 3 data sentimen netral dapat diklasifikasikan dengan benar, dan 1 data sentimen negatif dapat diklasifikasikan dengan benar. Untuk F1-score didapatkan nilai sebesar 54,89%. Classification report disajikan pada Gambar 2.

Tabel 2. Matrik Konfusi Metode Naïve Bayes (80:20)

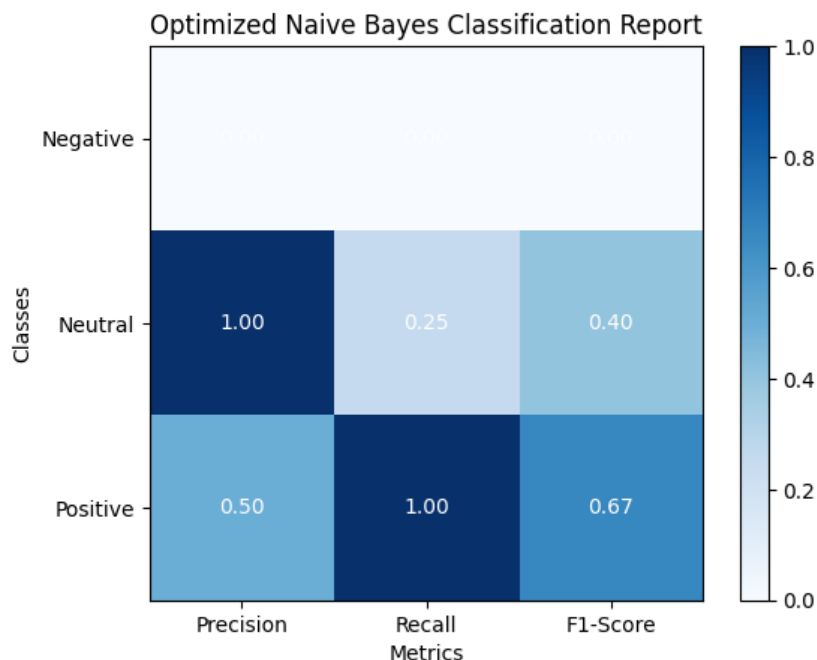
	Positif	Netral	Negatif
TRUE	25	3	1
FALSE	16	0	0



Gambar 2. Classification Report Metode Naïve Bayes (80:20)

3.1.3. Hasil Klasifikasi Naïve Bayes + PSO dengan Rasio 90:10

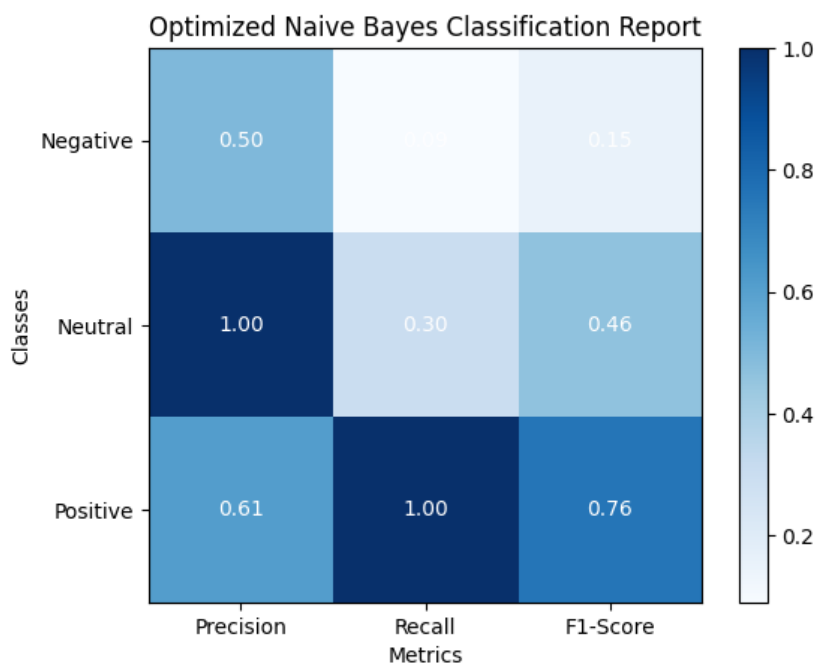
Penerapan PSO pada model Naïve Bayes dengan rasio 90:10 tidak menghasilkan perubahan akurasi yang signifikan dan mendapatkan akurasi sebesar 52,17% dengan nilai F1-score 43,04%. Hasil ini menunjukkan bahwa pada rasio ini PSO belum dapat memberikan kontribusi signifikan. Classification report disajikan pada Gambar 3.



Gambar 3. Classification Report Metode Naïve Bayes+PSO(90:10)

3.1.4. Hasil Klasifikasi Naïve Bayes + PSO dengan Rasio 80:20

Model Naïve Bayes yang dioptimalkan dengan PSO pada rasio 80:20 menghasilkan akurasi sebesar 63,04% dan F1-score 54,89%. Hasil ini menunjukkan bahwa pada rasio ini PSO berhasil memberikan pengaruh positif terhadap model Naïve Bayes dan meningkatkan akurasi model. Classification report disajikan pada Gambar 4.



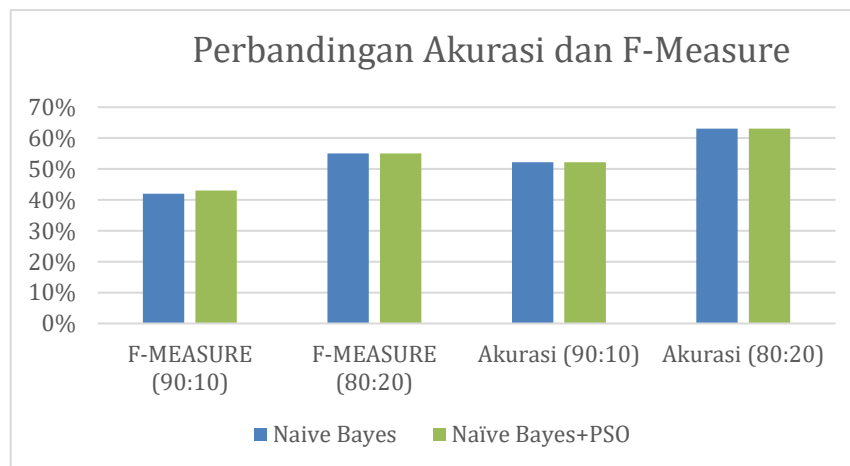
Gambar 4. Classification Report Metode Naïve Bayes+PSO (80:20)

3.2. Pembahasan

Pembahasan hasil penelitian merupakan bahasan hasil dari penelitian yang telah dilakukan terhadap data uji. Untuk melihat perbandingan akurasi yang diperoleh dari masing-masing metode, dengan penerapan split validation dataset dengan perbandingan data training dan data testing sebesar 90:10 dan 80:20. Hasil penjelasan dan pemaparannya dapat kita lihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Perbandingan Hasil

No	Metode	Akurasi (90:10)	Akurasi (80:20)	F-measure (90:10)	F-measure (80:20)
1	Naïve Bayes	52,17 %	63,04 %	0,42	0,55
2	Naïve bayes+PSO	52,17 %	63,04 %	0,43	0,55



Gambar 5. Grafik Perbandingan Akurasi dan F-measure

Berdasarkan hasil yang telah dipaparkan pada Tabel 3 dan Gambar 5, beberapa poin penting dapat dibahas:

- a) **Pengaruh Rasio Pembagian Data:** Perbedaan hasil yang signifikan antara rasio 90:10 dan 80:20 menyoroti pentingnya proporsi data dalam proses pembelajaran model. Ketika model dilatih dengan proporsi data latih yang lebih besar (80%), model mampu mempelajari pola sentimen dalam data dengan lebih baik, sehingga menghasilkan performa yang lebih baik. Hal ini dapat dilihat dari peningkatan akurasi pada metode Naive Bayes dari 52,17% pada rasio 90:10 menjadi 63,04% pada rasio 80:20.
- b) **Kontribusi PSO pada Naive Bayes:** Penggunaan PSO dalam seleksi fitur memberikan pengaruh positif pada kinerja model Naive Bayes, terutama pada rasio pembagian data 80:20. PSO membantu model untuk mengidentifikasi fitur-fitur yang paling relevan untuk klasifikasi sentimen sehingga menghasilkan akurasi yang lebih baik. Hasil ini sejalan dengan penelitian lain yang menunjukkan bahwa optimisasi parameter menggunakan PSO dapat meningkatkan kinerja model machine learning.
- c) **Keterbatasan Model:** Hasil penelitian menunjukkan bahwa meskipun terdapat peningkatan akurasi, model Naive Bayes, baik yang menggunakan maupun tanpa PSO, belum mencapai performa optimal. Hal ini mengindikasikan adanya keterbatasan model Naive Bayes dalam menangani data teks dengan kompleksitas dan noise yang tinggi. Oleh karena itu, penelitian lanjutan diperlukan untuk mengeksplorasi solusi atau metode lain yang lebih efektif.
- d) **Rendahnya Performa Model:** Meskipun mengalami peningkatan, akurasi model Naive Bayes, baik dengan maupun tanpa PSO, masih tergolong rendah (di bawah 70%). Beberapa faktor yang mungkin menjadi penyebab rendahnya performa model meliputi:
 - 1) Data yang Tidak Seimbang: Data ulasan didominasi oleh sentimen positif, sehingga model kesulitan untuk mempelajari pola yang berbeda pada setiap kelas sentimen.
 - 2) Noise pada Data: Data ulasan masih banyak bahasa informal, dan sarkasme, yang sulit diproses oleh model.
 - 3) Keterbatasan Algoritma Naive Bayes: Algoritma Naive Bayes memiliki asumsi naif bahwa fitur-fitur dalam data saling independen, yang seringkali tidak terpenuhi dalam data teks.
- e) **Implikasi Praktis:** Hasil penelitian ini memberikan informasi yang berguna bagi perusahaan ID Express untuk menganalisis sentimen pelanggan. Peningkatan performa dengan penerapan PSO dapat menjadi solusi untuk mendapatkan model analisis sentimen

yang lebih baik dan efisien. Peningkatan performa dengan pembagian data 80:20 juga dapat menjadi informasi tambahan untuk model dengan akurasi yang lebih baik.

4. KESIMPULAN

Penelitian ini telah mengevaluasi kinerja metode Naïve Bayes yang dioptimalkan dengan PSO dalam analisis sentimen ulasan pengguna aplikasi ID Express Customer. Kesimpulan utama penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a) Peningkatan Akurasi dengan PSO: Pada rasio pembagian data 80:20, metode Naïve Bayes menunjukkan peningkatan akurasi signifikan (dari 52% menjadi 63%) dan F-measure (dari 42% menjadi 55%) ketika dioptimalkan dengan PSO.
- b) Kontribusi PSO pada Seleksi Fitur: PSO berperan penting dalam seleksi fitur, membantu model mengidentifikasi fitur yang relevan dan meningkatkan kinerja pada rasio 80:20.
- c) Signifikansi Proporsi Data: Model cenderung memberikan performa lebih baik ketika dilatih dengan proporsi data latih yang lebih besar (80%).
- d) Keterbatasan Model dan Arah Penelitian Lanjutan: Akurasi model Naïve Bayes, dengan maupun tanpa PSO, masih rendah (di bawah 70%), mengindikasikan keterbatasan dalam menangani kompleksitas data teks. Penelitian selanjutnya perlu mempertimbangkan:
 - Peningkatan preprocessing: Lemmatization dan penanganan negasi.
 - Penanganan data tidak seimbang: Oversampling atau undersampling.
 - Eksplorasi fitur tambahan: Lexicon-based features atau fitur sintaksis.
 - Model yang lebih kompleks: Support Vector Machine (SVM) atau deep learning.
- e) Implikasi Praktis: Hasil penelitian dapat digunakan oleh pengembang aplikasi ID Express Customer untuk memahami sentimen pelanggan dan meningkatkan layanan. Model Naïve Bayes+PSO (80% data latih) efektif untuk pemantauan sentimen pelanggan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] C. Liu, M. Bano, D. Zowghi, and M. Kearney, "Analysing user reviews of inquiry-based learning apps in science education," *Computers & Education*, vol. 164, p. 104119, Apr. 2021, doi: 10.1016/j.compedu.2020.104119.
- [2] Z. A. Diekson, M. R. B. Prakoso, M. S. Q. Putra, M. S. A. F. Syaputra, S. Achmad, and R. Sutoyo, "Sentiment analysis for customer review: Case study of Traveloka," *Procedia Computer Science*, vol. 216, pp. 682–690, 2023, doi: 10.1016/j.procs.2022.12.184.
- [3] Z. Geler, M. Savić, B. Bratić, V. Kurbalija, M. Ivanović, and W. Dai, "Sentiment prediction based on analysis of customers assessments in food serving businesses," *Connection Science*, vol. 33, no. 3, pp. 674–692, Jul. 2021, doi: 10.1080/09540091.2020.1870436.
- [4] M. A. Bianto, K. Kusriani, and S. Sudarmawan, "Perancangan Sistem Klasifikasi Penyakit Jantung Menggunakan Naïve Bayes," *citec*, vol. 6, no. 1, p. 75, Apr. 2020, doi: 10.24076/citec.2019v6i1.231.
- [5] A. Santoso, A. Nugroho, and A. S. Sunge, "Sentiment Analysis About Electric Cars With Support Vector Machine Method and Feature Selection Particle Swarm Optimization," *Journal of Practical Computer Science*, vol. 2, no. 1, pp. 24–31, 2022.
- [6] N. Nuris, E. R. Yulia, and K. Solecha, "Implementasi Particle Swarm Optimization (PSO) Pada Analisis Sentiment Review Aplikasi Halodoc Menggunakan Algoritma Naïve Bayes," *JTI*, vol. 7, no. 1, pp. 17–23, Jun. 2021, doi: 10.52643/jti.v7i1.1330.
- [7] A. Nurian, "Analisis Sentimen Ulasan Pengguna Aplikasi Google Play Menggunakan Naïve Bayes," *Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan*, vol. 11, no. 3s1, 2023, Accessed: Jan. 31, 2025. [Online]. Available: <https://journal.eng.unila.ac.id/index.php/jitet/article/view/3348>
- [8] A. Purnomo, J. C. Albas, Z. N. A. Kencana, G. Sitoresmi, and Y. Septiawan, "Pemanfaatan Phyton Dalam Analisis Rata-Rata Kepadatan Penduduk Untuk Pengambilan Kebijakan Kota Bandar Lampung," in *Seminar Nasional Darmajaya*, 2025, pp. 105–112. Accessed: Jan. 31, 2025. [Online]. Available: <https://journal.darmajaya.ac.id/index.php/PSND/article/view/874>
- [9] Y. Septiawan and C. Chairani, "Perbandingan Akurasi Metode Deteksi Ujaran Kebencian dalam Postingan Twitter Menggunakan Metode SVM dan Decision Trees yang Dioptimalkan dengan Adaboost," *TEKNIKA: Jurnal Ilmiah Bidang Ilmu Rekayasa*, vol. 17, no. 2, pp. 287–299, 2023.

-
- [10] N. Normah, B. Rifai, S. Vambudi, and R. Maulana, "Analisa Sentimen Perkembangan Vtuber Dengan Metode Support Vector Machine Berbasis SMOTE," *Jurnal Teknik Komputer AMIK BSI*, vol. 8, no. 2, pp. 174–180, 2022.
 - [11] H. Aulawi, R. Kurniawati, and Y. Permana, "Analisis Sentimen Kepuasan Pengguna My Jne App Menggunakan Metode Support Vector Machine (SVM) Dan Naïve Bayes Classifier (NBC)," *Jurnal Kalibrasi*, vol. 22, no. 1, pp. 73–83, 2024.
 - [12] M. T. Nitami and H. Februariyanti, "Analisis Sentimen Ulasan Ekspedisi J&T Express Menggunakan Algoritma Naive Bayes," *Jurnal Manajemen Informatika dan Sistem Informasi*, vol. 5, no. 1, pp. 20–29, 2022.
 - [13] Z. Shafiei Chafi and H. Afrakhte, "Short-Term Load Forecasting Using Neural Network and Particle Swarm Optimization (PSO) Algorithm," *Mathematical Problems in Engineering*, vol. 2021, pp. 1–10, Apr. 2021, doi: 10.1155/2021/5598267.
 - [14] Y. Septiawan and C. Chairani, "Application of K-Nearest Neighbour Method to Detect Hate Speech in Twitter Posts," *Jurnal AI2MTech*, vol. 1, no. 01, Art. no. 01, Nov. 2024.
 - [15] R. Yacoubi and D. Axman, "Probabilistic extension of precision, recall, and f1 score for more thorough evaluation of classification models," in *Proceedings of the first workshop on evaluation and comparison of NLP systems*, 2020, pp. 79–91. Accessed: Jan. 31, 2025. [Online]. Available: <https://aclanthology.org/2020.eval4nlp-1.9/>