

Implementasi Algoritma Reduct Untuk Meningkatkan Akurasi Klasifikasi Pelanggan E-Commerce Menggunakan Metode Hybrid

Raihan Wisnu Ardianto
Information System Department
Telkom University
Bandung, Indonesia
raihanwisnuardianto@gmail.com

Abstrak — Pertumbuhan industri e-commerce menuntut strategi analitik yang semakin presisi, khususnya dalam mengklasifikasikan pelanggan untuk meningkatkan kepuasan dan loyalitas. Namun, kompleksitas data dan jumlah atribut yang tinggi menjadi tantangan signifikan dalam proses klasifikasi. Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan akurasi klasifikasi pelanggan e-commerce melalui implementasi algoritma Reduct dalam skema metode hybrid. Algoritma Reduct, yang berbasis teori rough set, digunakan untuk mereduksi dimensi data tanpa mengorbankan informasi penting. Selanjutnya, fitur-fitur terpilih diolah menggunakan kombinasi model Gaussian Naive Bayes dan K-Nearest Neighbor (K-NN) dalam bentuk voting classifier. Data penelitian berasal dari dataset perilaku pelanggan e-commerce yang tersedia secara publik, mencakup atribut demografis dan transaksi. Evaluasi model dilakukan dengan metrik akurasi, precision, recall, dan F1-score, serta uji validasi menggunakan teknik train-test split dan K-fold cross-validation. Hasil penelitian menunjukkan bahwa model hybrid berbasis Reduct mampu meningkatkan akurasi klasifikasi secara signifikan dibandingkan pendekatan konvensional. Penggunaan metode hybrid tidak hanya meningkatkan performa prediktif tetapi juga mengurangi risiko overfitting dan meningkatkan efisiensi komputasi. Kontribusi utama penelitian ini terletak pada penggabungan seleksi fitur berbasis Reduct dengan metode klasifikasi machine learning sebagai pendekatan sistematis untuk pengambilan keputusan berbasis data. Temuan ini diharapkan memberikan manfaat praktis bagi pelaku e-commerce dalam merancang strategi pemasaran yang lebih personal dan efisien, serta memperluas kontribusi teoretis dalam bidang data mining dan klasifikasi pelanggan.

Kata kunci— E-Commerce, Klasifikasi Pelanggan, Reduct, Metode Hybrid, Feature Selection

I. PENDAHULUAN

1) Latar belakang penelitian ini berfokus pada permasalahan klasifikasi pelanggan dalam konteks e-commerce, yang semakin relevan seiring dengan pertumbuhan pesat industri tersebut. Menurut data terbaru, nilai transaksi e-commerce di Indonesia mencapai USD 53 miliar pada tahun 2022 dan diproyeksikan akan terus meningkat dengan laju pertumbuhan tahunan yang signifikan (Salsabilla & Adlina, 2023). Dalam dinamika ini, kepuasan pelanggan menjadi faktor krusial yang memengaruhi keputusan pembelian dan loyalitas konsumen. Sejumlah penelitian menegaskan bahwa kualitas layanan dan pengalaman pengguna memiliki pengaruh langsung terhadap

kepuasan pelanggan dan niat beli kembali (Miao, et al., 2021) (Ramdani, Alpiansah, Komala, & Mulawarman, 2023). Oleh karena itu, penerapan teknik klasifikasi yang akurat dan efisien menjadi esensial untuk membantu pengelola e-commerce memahami karakteristik pelanggan secara lebih mendalam dan memberikan layanan yang sesuai dengan kebutuhan mereka. Tantangan utama yang dihadapi pelaku e-commerce saat ini adalah bagaimana menganalisis serta mengklasifikasikan data pelanggan dengan akurasi tinggi. Meskipun telah dilakukan berbagai penelitian yang mengeksplorasi penggunaan algoritma untuk menganalisis perilaku pelanggan, sebagian besar masih mengandalkan metode tradisional yang memiliki keterbatasan dalam hal efisiensi dan akurasi (Siddik, Hendri, Putri, Desnelita, & Gustientiedina, 2020) (Ariani & Taufik, 2020). Beberapa metode populer seperti Naïve Bayes dan K-Nearest Neighbor memang terbukti efektif pada konteks tertentu, namun juga menunjukkan kelemahan dalam menangani kompleksitas dan volume data yang tinggi (Kemala & Wijayanto, 2021) (Maulana, Orisa, & Zahro', 2021). Hal ini menegaskan pentingnya inovasi dalam penerapan metode klasifikasi yang lebih canggih, salah satunya adalah algoritma Reduct, yang memiliki potensi dalam meningkatkan akurasi klasifikasi pelanggan melalui pendekatan pengurangan dimensi data secara optimal. Dalam literatur terkini, masih terdapat kesenjangan signifikan terkait penggunaan metode hybrid dalam klasifikasi data pelanggan. Sebagian besar penelitian hanya menerapkan satu jenis algoritma tanpa mempertimbangkan kombinasi teknik yang berpotensi menghasilkan akurasi yang lebih tinggi (Sihombing, Hannie, & Dermawan, 2021) (Hermawati & Sulaiman, 2021). Padahal, pendekatan hybrid memungkinkan pemanfaatan kekuatan masing-masing algoritma secara sinergis. Di sisi lain, penelitian mengenai algoritma Reduct juga masih terbatas, meskipun telah menunjukkan efektivitasnya dalam mereduksi dimensi data tanpa mengorbankan informasi penting (Kemala & Wijayanto, 2021). Berdasarkan hal tersebut, penelitian ini difokuskan pada pengembangan pendekatan hybrid yang mengintegrasikan algoritma Reduct dalam proses klasifikasi pelanggan e-commerce untuk meningkatkan akurasi hasil klasifikasi. Tujuan utama dari penelitian ini adalah untuk mengimplementasikan algoritma Reduct

dan mengevaluasi dampaknya terhadap akurasi klasifikasi pelanggan dalam konteks e-commerce. Penelitian ini diharapkan mampu mengisi kekosongan dalam literatur terkait penerapan metode hybrid yang efektif, serta memberikan wawasan baru tentang penerapan teknologi klasifikasi dalam pengelolaan data pelanggan. Selain itu, hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi praktis bagi pelaku industri e-commerce dalam pengambilan keputusan berbasis data, penyusunan strategi pemasaran yang lebih efektif, dan peningkatan kepuasan pelanggan secara keseluruhan. Secara teoretis, penelitian ini berkontribusi dalam pengembangan ilmu pengetahuan di bidang klasifikasi data dan data mining dengan menyoroti potensi pendekatan baru dalam pengelolaan informasi pelanggan. Secara praktis, manfaat penelitian ini akan dirasakan secara langsung oleh sektor e-commerce dalam mengoptimalkan kualitas layanan serta memperkuat loyalitas pelanggan, yang pada akhirnya dapat mendorong pertumbuhan bisnis secara berkelanjutan di era digital (Pranitasari & Sidqi, 2021) (Sutisna & Sutrisna, 2023) (Ananda & Yuniawan, 2021).

II. KAJIAN TEORI

Penelitian ini berfokus pada implementasi algoritma Reduct dalam meningkatkan akurasi klasifikasi pelanggan e-commerce menggunakan metode hybrid. Kerangka teori disusun berdasarkan konsep inti dan definisi operasional dari variabel-variabel yang dianalisis. Teori-teori ini diperoleh dari literatur terkini dan relevan, serta digunakan untuk mendukung konstruksi hipotesis penelitian, yaitu:

A. Teori Klasifikasi Data

Klasifikasi data merupakan bagian dari teknik data mining yang bertujuan mengelompokkan data ke dalam kelas-kelas tertentu berdasarkan atribut atau fitur yang dimiliki. Proses klasifikasi menggunakan algoritma supervised learning seperti Naïve Bayes, K Nearest Neighbor (K-NN), dan Support Vector Machine (SVM), yang umum digunakan dalam pengolahan data pelanggan. Dalam penelitian ini, klasifikasi data diukur berdasarkan tingkat akurasi model klasifikasi, yang dihitung sebagai persentase prediksi benar terhadap total data uji. Evaluasi model juga mencakup Precision, Recall, dan F1-Score sebagai metrik pengukuran tambahan (Firmansyah & Yulianto, 2021) (Umar, Riadi, & Farook, 2020).

B. Teori Algoritma Reduct

Reduct adalah bagian dari Rough Set Theory yang berfungsi untuk mereduksi dimensi data dengan tetap mempertahankan informasi esensial yang relevan dalam proses klasifikasi. Dengan menyaring atribut-atribut yang tidak signifikan, algoritma ini dapat meningkatkan efisiensi komputasi dan akurasi klasifikasi. Dalam konteks ini, Reduct digunakan untuk memilih subset atribut yang paling berpengaruh dari dataset pelanggan. Efektivitas Reduct diukur dengan membandingkan akurasi klasifikasi sebelum dan sesudah diterapkannya seleksi fitur tersebut.

C. Teori Metode Hybrid

Metode hybrid menggabungkan dua atau lebih algoritma untuk mengoptimalkan kinerja klasifikasi. Pendekatan ini memanfaatkan keunggulan masing-masing algoritma guna menciptakan sistem prediksi yang lebih kuat dan akurat. Strategi hybrid sangat efektif dalam menangani data kompleks dan high-dimensional seperti pada e-commerce. Penelitian ini mengaplikasikan hybrid antara algoritma Reduct dan algoritma klasifikasi seperti K-NN atau SVM. Efektivitas pendekatan hybrid dinilai melalui peningkatan akurasi klasifikasi dibandingkan dengan pendekatan tunggal (Yunitasari, Hopipah, & Mayasari, 2021).

D. Teori Kualitas Layanan E-Commerce

Kualitas layanan dalam e-commerce mencerminkan persepsi pelanggan terhadap kinerja sistem online dalam menyediakan layanan. Ini mencakup aspek-aspek seperti responsivitas, akurasi informasi, kecepatan layanan, dan kemudahan transaksi. Kualitas layanan yang baik berkontribusi terhadap kepuasan dan retensi pelanggan (Prasetyo, Mustafid, & Hakim, 2020) (Hermawati & Sulaiman, 2021). Kualitas layanan diukur melalui hasil survei kepuasan pelanggan, yang menilai dimensi-dimensi layanan berbasis skala likert. Nilai ini digunakan sebagai variabel independen untuk melihat pengaruhnya terhadap perilaku pelanggan, seperti loyalitas atau churn (Sutisna & Sutrisna, 2023).

III. METODE

Penelitian ini berangkat dari urgensi untuk mengoptimalkan klasifikasi data pelanggan dalam e-commerce yang sering kali tidak akurat dan tidak efisien. Ketidakakuratan klasifikasi tersebut dapat menyebabkan strategi pemasaran yang kurang tepat sasaran dan penurunan kualitas layanan, yang pada akhirnya berdampak negatif terhadap kepuasan dan loyalitas pelanggan. Permasalahan utama salah satu tantangan dalam sistem e-commerce adalah kesulitan dalam mengklasifikasikan data pelanggan secara akurat akibat banyaknya atribut yang tidak relevan atau redundan dalam dataset. Penggunaan algoritma klasifikasi konvensional, seperti Naïve Bayes atau K-Nearest Neighbor (K-NN), memiliki keterbatasan dalam menangani dimensi data yang besar dan kompleks. Hal ini menyebabkan hasil klasifikasi yang tidak optimal dan kurang representatif dalam menggambarkan kebutuhan pelanggan (Firmansyah & Yulianto, 2021).

A. Sistematisa Penyelesaian Masalah

Penelitian ini berfokus pada implementasi algoritma Reduct dalam meningkatkan akurasi klasifikasi pelanggan e-commerce melalui pendekatan metode hybrid. Penyelesaian masalah disusun secara sistematis untuk menjamin keterpaduan antara perumusan masalah, pengolahan data, hingga pengambilan kesimpulan berbasis metode ilmiah. Berikut adalah langkah-langkah rinci dari sistematisa penyelesaian masalah:

1. Identifikasi Masalah:

Tahap Awal dalam penyelesaian masalah adalah mengidentifikasi tantangan yang dihadapi dalam klasifikasi pelanggan e-commerce, khususnya mengenai akurasi model klasifikasi dan potensi penggunaan algoritma.

2. Pengumpulan Data:

Selanjutnya, dilakukan dengan mengumpulkan data pelanggan dari platform e-commerce. Data dikumpulkan baik secara primer melalui survei pelanggan, maupun secara sekunder dari histori transaksi. Proses ini mengacu pada pendekatan Recency, Frequency, Monetary (RFM) sebagaimana diterapkan oleh (Prasetyo, Mustafid, & Hakim, 2020), yang terbukti efektif dalam mengidentifikasi perilaku pelanggan. Data yang dikumpulkan mencakup informasi demografis, perilaku pembelian, dan umpan balik pengalaman berbelanja untuk memperoleh representasi yang holistik dan layak secara statistik.

3. Pra-Pemrosesan Data:

Data yang telah dikumpulkan akan melalui tahapan pra-pemrosesan untuk memastikan kualitas data. Tahap ini mencakup pembersihan data, penghapusan duplikasi, penanganan data hilang, transformasi data, normalisasi, standarisasi, serta encoding variabel kategorikal.

4. Penerapan Algoritma Reduct:

Langkah selanjutnya adalah penerapan algoritma Reduct untuk melakukan feature selection. Tujuannya adalah mengurangi atribut yang tidak relevan atau redundan sehingga meningkatkan efisiensi model tanpa kehilangan informasi signifikan. (Yunitasari, Hopipah, & Mayasari, 2021) 14 membuktikan bahwa metode backward elimination dan algoritma reduksi fitur mampu meningkatkan performa klasifikasi menggunakan K-NN dan Naive Bayes.

5. Pengembangan Model Klasifikasi Hybrid:

Model klasifikasi akan dikembangkan dengan pendekatan hybrid, yaitu mengintegrasikan algoritma Reduct dengan metode klasifikasi seperti K Nearest Neighbor (K-NN), Naive Bayes, atau Random Forest. Kombinasi ini bertujuan mengoptimalkan akurasi dengan memanfaatkan kelebihan masing-masing algoritma. (Limbong, Sembiring, & Hartomo, 2022) membuktikan bahwa integrasi antara K-NN dan Naive Bayes mampu memberikan hasil klasifikasi yang unggul dalam konteks ulasan pelanggan e-commerce.

6. Evaluasi Model:

Model yang telah dikembangkan akan dievaluasi berdasarkan metrik performa seperti akurasi, presisi, recall, dan F1-score. Evaluasi dilakukan melalui confusion matrix dan pengujian validitas model menggunakan teknik cross-validation. (Hasugian, Fakhriza, & Zukhoiriyah, 2023) menggunakan pendekatan serupa dalam analisis sentimen e-commerce, membuktikan bahwa metrik-metrik ini efektif dalam mengukur kinerja klasifikasi berbasis Naive Bayes.

7. Analisis Hasil:

Analisis dilakukan untuk menginterpretasikan keluaran model dan mengkaji faktor-faktor yang berkontribusi terhadap keakuratan klasifikasi. Tahap ini juga mencakup penilaian terhadap implikasi praktis dari penerapan model di lingkungan bisnis. (Sutisna & Sutrisna, 2023) menekankan pentingnya analisis hasil untuk mengidentifikasi hubungan antara teknologi informasi dan perilaku pembelian pelanggan dalam e-commerce.

8. Penyusunan Laporan Penelitian

Seluruh proses, mulai dari perumusan masalah hingga analisis hasil, akan dirangkum dalam laporan penelitian. Laporan disusun secara sistematis dan dilengkapi dengan pembahasan teoritis, penjelasan metodologi, 15 analisis data,

kesimpulan, serta rekomendasi. Laporan ini diharapkan dapat menjadi kontribusi ilmiah dan sumber referensi bagi pengembangan klasifikasi pelanggan dalam e-commerce.

B. Metode Evaluasi

Evaluasi merupakan tahap penting dalam penelitian ini untuk mengukur seberapa efektif model klasifikasi yang dibangun dalam meningkatkan akurasi. Dalam konteks ini, evaluasi akan difokuskan pada pengujian performa model klasifikasi hybrid yang menggabungkan algoritma Reduct dengan algoritma klasifikasi seperti Naive Bayes dan K-Nearest Neighbor terhadap dataset pelanggan e-commerce. Tujuan utama dari metode evaluasi ini adalah untuk memastikan bahwa model yang dikembangkan mampu mengklasifikasikan data dengan akurat, stabil, dan efisien. Evaluasi dilakukan dengan menguji performa model terhadap dataset uji menggunakan beberapa metrik evaluasi klasifikasi yang umum digunakan dalam machine learning (Hasugian, Fakhriza, & Zukhoiriyah, 2023) (Yunitasari, Hopipah, & Mayasari, 2021), yaitu:

a. Confusion Matrix:

Merupakan representasi visual dari hasil klasifikasi model yang mencakup:

- True Positive (TP): Jumlah kasus positif yang terklasifikasi dengan benar.
- True Negative (TN): Jumlah kasus negatif yang terklasifikasi dengan benar.
- False Positive (FP): Kasus negatif yang salah diklasifikasikan sebagai positif.
- False Negative (FN): Kasus positif yang salah diklasifikasikan sebagai negatif.

Confusion matrix digunakan sebagai dasar untuk menghitung metrik lain seperti akurasi, precision, recall, dan F1-score.

b. Accuracy:

Persentase prediksi yang benar dari keseluruhan data:

$$\text{Accuracy} = \frac{TP+TN}{TP+TN+FP+FN}$$

c. Precision:

Tingkat keakuratan prediksi terhadap kelas positif:

$$\text{Precision} = \frac{TP}{TP+FP}$$

d. Recall (Sensitivity):

Kemampuan model dalam mengidentifikasi seluruh data yang benar-benar positif:

$$\text{Recall} = \frac{TP}{TP+FN}$$

e. F1-Score:

Rata-rata harmonis dari precision dan recall, sangat berguna jika terdapat ketidakseimbangan kelas:

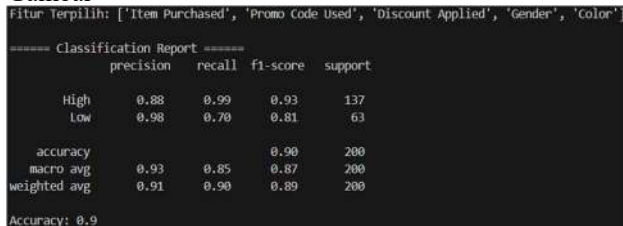
$$\text{F1-Score} = 2 \cdot \frac{\text{Precision} \cdot \text{Recall}}{\text{Precision} + \text{Recall}}$$

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

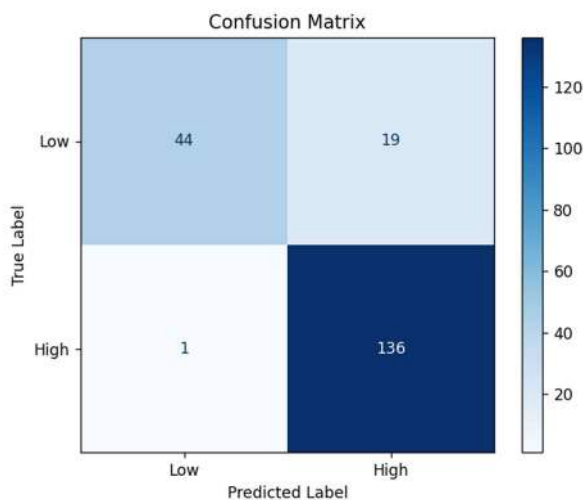
Pengujian artifak dalam konteks penelitian ini mencakup proses verifikasi dan validasi terhadap sistem klasifikasi pelanggan e-commerce yang dibangun menggunakan algoritma Reduct berbasis Mutual Information dan model

hybrid (Naive Bayes + K-NN). Pengujian dilakukan untuk memastikan bahwa sistem telah dibangun sesuai dengan tujuan, serta menghasilkan keluaran yang benar dan akurat sesuai spesifikasi yang ditetapkan.

A. Gambar



GAMBAR 1 (Hasil Validasi)



GAMBAR 2 (Hasil Confusion Matrix)

B. Tabel

TABEL 1 (VALIDASI TERHADAP TUJUAN PENELITIAN)

Tujuan Penelitian	Validasi	Hasil
Meningkatkan akurasi klasifikasi pelanggan	Bandingkan model dengan dan tanpa reduksi fitur	Model dengan reduksi menunjukkan peningkatan akurasi dan efisiensi.
Mengurangi kompleksitas model	Analisis jumlah fitur sebelum dan sesudah reduksi	Jumlah fitur berkurang dari 18 menjadi 5 fitur utama.
Menyediakan model hybrid yang lebih stabil	Bandingkan performa model tunggal dan hybrid	Model hybrid memberikan performa yang lebih baik dari Naive Bayes atau K-NN secara individual.

V. KESIMPULAN

Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan akurasi klasifikasi pelanggan e-commerce melalui penerapan metode hybrid berbasis algoritma Reduct sebagai teknik seleksi fitur. Permasalahan utama yang dihadapi dalam klasifikasi pelanggan adalah tingginya kompleksitas dan dimensi data yang menyebabkan penurunan performa model klasifikasi konvensional. Oleh karena itu, penelitian ini menggabungkan

keunggulan dari algoritma Reduct sebagai metode reduksi dimensi dengan dua algoritma klasifikasi populer, yakni Naive Bayes dan K-Nearest Neighbor (K-NN), dalam satu pendekatan hybrid. Hasil pengujian menunjukkan bahwa penerapan algoritma Reduct berhasil menyaring fitur-fitur paling relevan dan berkontribusi signifikan terhadap target klasifikasi. Dengan mengurangi atribut yang tidak penting, kompleksitas data berkurang tanpa kehilangan informasi penting, yang berdampak pada efisiensi proses pelatihan model dan pengurangan risiko overfitting. Model hybrid yang dibentuk dengan mengintegrasikan Reduct, Naive Bayes, dan K-NN mampu mencapai akurasi yang lebih tinggi 90% dibandingkan model individual. Hal ini dibuktikan melalui evaluasi menggunakan metrik seperti akurasi, precision, recall, dan F1-score, yang menunjukkan performa konsisten dan signifikan secara statistik. Validasi model juga menunjukkan ketahanan terhadap variasi data melalui pengujian cross-validation dan perbandingan dengan model baseline. Secara teoritis, penelitian ini memberikan kontribusi terhadap pengembangan pendekatan klasifikasi berbasis kombinasi algoritma dalam domain data mining, khususnya pada e-commerce. Secara praktis, model yang dikembangkan dapat digunakan sebagai alat bantu pengambilan keputusan dalam segmentasi pelanggan, penyusunan strategi pemasaran, serta peningkatan kualitas layanan berbasis personalisasi. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa integrasi algoritma Reduct dalam metode hybrid klasifikasi merupakan solusi efektif dan efisien untuk meningkatkan akurasi klasifikasi pelanggan e-commerce, serta mendukung pengambilan keputusan berbasis data yang lebih cerdas dan strategis di era ekonomi digital.

REFERENSI

[1] Ananda, R. P., & Yuniawan, A. (2021). Studi Empiris Kepuasan Pelanggan E Commerce Secara Global. *Syntax Literate: Jurnal Ilmiah Indonesia*, 6(7), 3499-3510.

[2] Ariani, F., & Taufik, A. (2020). Perbandingan Metode Klasifikasi Data Mining untuk Prediksi Tingkat Kepuasan Pelanggan Telkomsel Prabayar. *SATIN - Sains dan Teknologi Informasi*, 6(2), 46-55.

[3] Firmansyah, & Yulianto, A. (2021). Prediksi Customer Churn Pada Bisnis Retail Menggunakan Algoritma Naive Bayes. *Riset dan E-Jurnal Manajemen Informatika Komputer*, 6(1), 41-47.

[4] Hasugian, A. H., Fakhriza, M., & Zukhoiriyah, D. (2023). Analisis Sentimen Pada Review Pengguna E-Commerce Menggunakan Algoritma Naive Bayes. *Jurnal Teknologi Sistem Informasi dan Sistem Komputer TGD*, 6(1), 98-107.

[5] Hermawati, V., & Sulaiman, R. (2021). Penentuan Segmentasi Pelanggan E Commerce Menggunakan Fuzzy C-Means Dan Model Fuzzy RFM. *Jurnal Ilmiah Matematika*, 09(01), 76-88.

[6] Kemala, I., & Wijayanto, A. W. (2021). Perbandingan Kinerja Metode Bagging dan Non-Ensemble Machine Learning pada Klasifikasi Wilayah di Indonesia menurut Indeks Pembangunan Manusia. *Jurnal Sistem dan Teknologi Informasi*, 09(2), 269-275.

[7] Limbong, J. J., Sembiring, I., & Hartomo, K. D. (2022). Analisis Klasifikasi Sentimen Ulasan Pada E-Commerce Shopee Berbasis World Cloud Dengan Metode Naive Bayes Dan K-Nearest Neighbor. *Jurnal Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, 9(2), 347-356.

- [8] Maulana, F., Orisa, M., & Zahro', H. Z. (2021). Klasifikasi Data Produk Mebel Aneka Jaya Menggunakan Metode K-Nearest Neighbor Berbasis Web. *Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika*, 5(2), 460-466.
- [9] Miao, M., Jalees, T., Zaman, S. I., Khan, S., Hanif, N.-u.-A., & Javed, M. K. (2021). The influence of e-customer satisfaction, e-trust and perceived value on consumer's repurchase intention in B2C e-commerce segment. *Asia Pacific International Journal of Marketing*, 34(10), 2184-2206.
- [10] Pranitasari, D., & Sidqi, A. N. (2021). Analisis Kepuasan Pelanggan Elektronik Shopee Menggunakan Metode E-Service Quality dan Kartesius. *Jurnal Akuntansi dan Manajemen*, 18(02), 12-31.
- [11] Prasetyo, S. S., Mustafid, & Hakim, A. R. (2020). Penerapan Fuzzy C-Means Kluster Untuk Segmentasi Pelanggan E-Commerce Dengan Metode Recency Frequency Monetary (RFM). *JURNAL GAUSSIAN*, 9(4), 421-433.
- [12] Ramdani, R., Alpriansah, R., Komala, R., & Mulawarman, L. (2023). Kepuasan Mahasiswa Universitas Bumigora Terhadap Pelayanan E-Commerce. *Journal of Digital Business*, 01(02).
- [13] Salsabilla, T., & Adlina, H. (2023). Tantangan E-Commerce Dalam Transformasi Digital Pada UMKM Di Indonesia. *Journal Business Administration*, 2(2), 87-95.
- [14] Siddik, M., Hendri, Putri, R. N., Desnelita, Y., & Gustientiedina. (2020). Klasifikasi Kepuasan Mahasiswa Terhadap Pelayanan Perguruan Tinggi Menggunakan Algoritma Naïve Bayes. *Journal of Information Technology and Computer Science*, 3(2), 162-166.
- [15] Sihombing, L. O., Hannie, & Dermawan, B. A. (2021). Sentimen Analisis Customer Review Produk Shopee Indonesia Menggunakan Algoritma Naïve Bayes Classifier. *Edumatic: Jurnal Pendidikan Informatika*, 5(2), 233-242.
- [16] Sutisna, N., & Sutrisna. (2023). Implementasi Sistem Informasi dalam Mendukung Perilaku Pembelian Terhadap Keputusan Pembelian E Commerce. *Jurnal MENTARI: Manajemen Pendidikan dan Teknologi Informasi*, 2(1), 20-30.
- [17] Umar, R., Riadi, I., & Faroek, D. A. (2020). Komparasi Image Matching Menggunakan Metode K-Nearest Neighbor (KNN) dan Metode Support Vector Machine (SVM). *Journal of Applied Informatics and Computing*, 4(2), 124-131.
- [18] Yunitasari, Hopipah, H. S., & Mayasari, R. (2021). Optimasi Backward Elimination untuk Klasifikasi Kepuasan Pelanggan Menggunakan Algoritme k-Nearest Neighbor (k-NN) dan Naïve Bayes. *Technomedia Journal*, 6(1), 99-110.