

Penerapan Algoritma Clustering untuk Segmentasi Pelanggan E-commerce berdasarkan Data Pembelian dan Aktivitas

Rofi Fitriyani ¹⁾, Ayip Luthfi Firmansyah ²⁾, Al Yaafi Nadiyal Fithri ³⁾, Larasati Angelica Nurfadillah ⁴⁾

¹ Fakultas Teknik, Universitas Majalengka
email: fitriyanirofi@gmail.com

² Fakultas Teknik, Universitas Majalengka
email: ayip10288@gmail.com

³ Fakultas Teknik, Universitas Majalengka
email: alyaaafinadiyal@gmail.com

⁴ Fakultas Teknik, Universitas Majalengka
email: larasatiangelica090@gmail.com

Abstract

In the current digital era, e-commerce has become one of the main pillars of global trade. With the ever-increasing amount of transaction and user activity data, e-commerce companies are faced with the challenge of understanding and managing diverse customer segments more effectively. This paper discusses the application of clustering algorithms for e-commerce customer segmentation based on purchasing data and user activity. The aim of this research is to identify homogeneous customer groups to support more targeted marketing strategies and increase customer retention. The problem faced is how to process big data originating from user transactions and activities on e-commerce platforms, as well as how to identify patterns that are useful for customer segmentation. The data used in this research includes purchase history, frequency of visits, length of time spent on the site, and interactions with certain products. The solution method applied in this research is the clustering algorithm, especially K-Means and DBSCAN. K-Means is used to group data into a predetermined number of clusters based on the Euclidean distance between data points. Meanwhile, DBSCAN is used to identify clusters with high density and separate data that is considered noise or outliers. Data preprocessing is carried out to clean and normalize the data before being applied to the clustering algorithm. Validation of clustering results is carried out using metrics such as Silhouette Score and Davies-Bouldin Index.

The research results show that by applying the clustering algorithm, customers can be grouped into several segments that have similar characteristics. For example, we found groups of customers with high purchase frequency but low transaction value, as well as other groups with high transaction value but low purchase frequency. This information is very useful for companies to design more effective marketing strategies, such as special offers for customers with high transaction values or loyalty programs for customers with high purchasing frequency. The conclusion of this research is that clustering algorithms can be a very effective tool in e-commerce customer segmentation, allowing companies to understand customer behavior patterns and develop more targeted and effective marketing strategies. Thus, implementing this method is expected to improve business performance and overall customer satisfaction.

Keywords: E-commerce, Customer Segmentation, Clustering Method, K-Means Algorithm, Clustering Algorithm.

1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi muncul di banyak bidang, terutama dalam ekonomi digital, yang memungkinkan masyarakat

dan pemerintah melakukan berbagai jenis transaksi ekonomi secara online [1]. Dengan adanya era digital, selain melakukan jual beli secara online, orang juga dapat menyampaikan pesan ke mana pun

dan kapan pun mereka mau [2]

Pada tahun 2000an, e-commerce belum berkembang dan tidak digunakan sepenuhnya, tetapi karena keterbatasan tempat dan waktu yang ditimbulkan oleh pandemi COVID-19, yang menghalangi kontak fisik antara penjual dan pembeli, e-commerce berkembang pesat [3] E-commerce menjadi alternatif baru untuk memenuhi kebutuhan masyarakat karena semakin populer dan mudah diakses oleh setiap pengguna internet [4]

Secara umum, "e-commerce" mengacu pada transaksi jual beli yang dilakukan secara elektronik melalui media internet. Selain itu, "e-commerce" juga dapat mengacu pada proses bisnis yang menggunakan teknologi elektronik yang menghubungkan perusahaan, konsumen, dan masyarakat melalui transaksi elektronik dan pertukaran atau penjualan barang, jasa, dan informasi secara elektronik [5]

Salah satu aset penting yang harus dipertahankan dalam proses bisnis adalah pelanggan. Memahami sifat, perilaku, dan kebiasaan yang berbeda dari tiap segmen pelanggan sangat penting bagi suatu perusahaan untuk mengidentifikasi pelanggan potensial, membuat strategi penting, mengelola hubungan dengan pelanggan, dan meningkatkan profitabilitas bisnis [6] Teknik Pemasaran saat ini berfokus pada pemanfaatan data, terutama untuk menyusun strategi. Segmentasi pelanggan adalah komponen penting dari strategi pemasaran, dan proses segmentasi pelanggan dapat dibantu dengan data mining, terutama clustering [7]

Segmentasi pelanggan adalah proses membagi pelanggan ke dalam kelompok berdasarkan faktor yang sama sehingga perusahaan dapat menargetkan setiap kelompok pelanggan secara efektif [8] Algoritma k-means adalah metode clustering yang paling banyak digunakan dan populer [9] Algoritma K-means juga masuk ke dalam kategori teknik clustering yang efektif. Dari tahun 2018–2022, banyak jurnal terkait ditemukan, menunjukkan bahwa teknik ini telah menjadi populer dan

banyak digunakan [10]

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengklasifikasikan pelanggan e-commerce berdasarkan data pembelian dan aktivitas mereka dengan menggunakan metode clustering dan algoritma k-means. Dengan menggunakan metode ini, perusahaan dapat menemukan kelompok pelanggan yang memiliki pola pembelian dan perilaku yang mirip, yang akan memungkinkan mereka untuk menerapkan strategi pemasaran yang lebih efisien serta menemukan pola-pola tersembunyi dalam data pelanggan yang tidak terdeteksi. Dalam segmentasi pelanggan e-commerce, metode clustering diharapkan dapat memberikan manfaat untuk:

1. Meningkatkan pemahaman tentang perilaku pelanggan dan preferensi mereka
2. Memungkinkan pengoptimalan layanan dan rekomendasi produk yang lebih akurat
3. Meningkatkan konversi dan kepuasan pelanggan melalui strategi pemasaran yang dioptimalkan.

2. METODE PENELITIAN

A. Rancangan Kegiatan

Penelitian ini dilakukan secara komprehensif dengan tujuan untuk mengembangkan model segmentasi pengguna pada platform e-commerce dengan menggunakan algoritma clustering. Proses kerjanya dimulai dengan pengumpulan data, yang meliputi perolehan data historis dari database e-commerce yang menunjukkan transaksi dan aktivitas pelanggan selama kurun waktu dua belas bulan. Setelah pengumpulan data, langkah selanjutnya adalah prapemrosesan data, yang melibatkan pembersihan data untuk meminimalkan kesalahan, menyesuaikan nilai di luar rentang, dan normalisasi data untuk memastikan konsistensi variabel. Selanjutnya dilakukan pemilihan fitur untuk mengidentifikasi variabel yang paling sesuai dengan segmentasi pengguna. Setelah itu, algoritma clustering diterapkan untuk mengelompokkan pengguna menjadi beberapa cluster sesuai dengan data pembelian dan aktivitasnya. Hasil clustering dievaluasi menggunakan metrik seperti inersia dan Silhouette Score untuk memastikan kualitas dan validitas cluster yang dihasilkan. Nantinya dilakukan analisis hasil.

B. Ruang Lingkup atau Objek

Ruang lingkup penelitian ini dibatasi pada analisis data pengguna pada platform e-commerce Indonesia, dengan fokus pada pengguna yang telah menyelesaikan transaksi dan berinteraksi dengan website selama setahun penuh. Pengguna individu yang terlibat dalam berbagai aktivitas seperti membeli produk, mengunjungi situs web, dan berinteraksi dengan konten yang disediakan oleh platform e-commerce menjadi subjek penelitian. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk memahami bagaimana pelanggan membeli dan berperilaku secara bijaksana, dengan harapan dapat mengidentifikasi segmen pelanggan yang memiliki karakteristik tertentu.

C. Bahan dan Alat Utama

Data primer yang digunakan dalam penelitian ini adalah kumpulan data yang mencakup informasi ekstensif tentang transaksi dan aktivitas pelanggan di platform e-commerce. Data ini mencakup beberapa atribut seperti produk yang dibeli, jumlah yang dibeli, nilai transaksi, frekuensi pembelian, dan aktivitas pelanggan seperti halaman yang dikunjungi dan waktu yang dihabiskan di website. Alat utama yang digunakan untuk analisis data adalah Python, yang mencakup modul seperti scikit-learn untuk implementasi algoritma clustering, pandas untuk manipulasi data, matplotlib dan seaborn untuk visualisasi data, dan sebagainya. Selain itu, Jupyter Notebook digunakan sebagai data interaktif dan lingkungan eksperimen.

D. Tempat

Kajian ini dilakukan secara terbuka dan transparan (online) dengan menggunakan data yang dikumpulkan dari platform e-commerce Indonesia. Setiap proses analisis dan implementasi dilakukan dalam lingkungan kerja yang membatasi akses internet dan peralatan komputer yang terlalu bertenaga. Lokasi penelitian tidak dibatasi oleh lokasi fisik karena seluruh kegiatan penelitian dapat dilakukan secara

jarak jauh (jauh dari peneliti) dengan memanfaatkan cloud computing dan komputer jarak jauh untuk pengumpulan dan analisis data.

E. Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini melibatkan penggalian data historis dari database e-commerce. Data yang dikumpulkan meliputi informasi transaksi pembeli, seperti produk yang dibeli, jumlah yang dibeli, harga transaksi, tanggal transaksi, dan frekuensi pembelian. Selain itu, data aktivitas pengguna juga dikumpulkan, menganalisis interaksi pengguna dengan situs web e-commerce, termasuk halaman login, waktu yang dihabiskan di situs, klik produk, dan aktivitas lain yang terkait dengan belanja online. Kemudian, data ini diintegrasikan ke dalam satu kumpulan data yang komprehensif untuk analisis yang lebih mendalam.

F. Teknik Analisis

Teknik analisis data yang digunakan dalam penelitian ini mencakup beberapa tahap yang sistematis dan terstruktur:

1. **Pra-pemrosesan Data:** Tahap ini melibatkan pembersihan data untuk menghapus data duplikat, menangani nilai yang hilang dengan metode imputation atau penghapusan, dan normalisasi data untuk memastikan skala yang konsisten antar variabel. Pra-pemrosesan ini penting untuk meningkatkan kualitas data sebelum analisis lebih lanjut.
2. **Pemilihan Fitur:** Pemilihan fitur dilakukan berdasarkan relevansi dan kontribusi masing-masing fitur terhadap tujuan clustering. Fitur-fitur yang dipilih mencakup jumlah transaksi, nilai transaksi, frekuensi kunjungan, jumlah produk yang dilihat, dan waktu yang dihabiskan di situs. Pemilihan fitur yang tepat sangat penting untuk memastikan bahwa algoritma clustering dapat mengidentifikasi pola dan kelompok pelanggan yang bermakna.
3. **Penerapan Algoritma Clustering:** Algoritma clustering yang digunakan adalah K-Means, yang dikenal karena kesederhanaan dan efisiensinya dalam mengelompokkan data. Tahap ini melibatkan penentuan jumlah cluster optimal menggunakan metode Elbow dan Silhouette Score, diikuti dengan pelatihan model untuk mengelompokkan pelanggan ke dalam cluster yang berbeda. Algoritma K-Means bekerja dengan membagi data ke dalam sejumlah cluster berdasarkan jarak antara data poin dan pusat cluster, sehingga setiap data poin menjadi anggota cluster dengan pusat terdekat.
4. **Evaluasi Hasil Clustering:** Kualitas cluster yang

dihasilkan dievaluasi menggunakan metrik seperti inertia dan Silhouette Score. Evaluasi ini bertujuan untuk memastikan bahwa cluster yang dihasilkan memiliki kohesi internal yang baik dan keterpisahan antar cluster yang jelas. Inertia mengukur total jarak kuadrat antara data poin dan pusat cluster, sementara Silhouette Score mengukur seberapa mirip data poin dengan cluster mereka sendiri dibandingkan dengan cluster lain.

5. **Analisis Cluster:** Analisis dilakukan untuk mengidentifikasi karakteristik utama dari setiap cluster, seperti perilaku belanja, preferensi produk, dan pola aktivitas. Analisis ini membantu dalam memahami perbedaan antar cluster dan memberikan wawasan yang dapat digunakan untuk strategi pemasaran yang lebih terarah. Hasil analisis ini kemudian divisualisasikan menggunakan teknik visualisasi data seperti plot PCA (Principal Component Analysis) atau t-SNE (t-distributed Stochastic Neighbor Embedding) untuk memudahkan interpretasi dan komunikasi hasil kepada stakeholder.

Dengan metodologi penelitian yang terstruktur dan komprehensif ini, diharapkan dapat dihasilkan segmentasi pelanggan yang efektif dan informatif, yang dapat digunakan oleh platform e-commerce untuk meningkatkan strategi pemasaran, personalisasi layanan, dan pengelolaan hubungan pelanggan. Penelitian ini juga diharapkan dapat memberikan kontribusi signifikan dalam bidang analisis data dan penerapan teknologi machine learning dalam bisnis e-commerce.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil

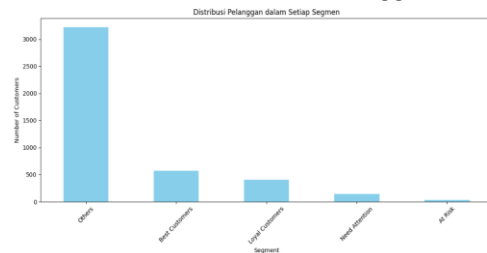
1. Hasil Segmentasi Pelanggan:

- Tabel Distribusi Pelanggan

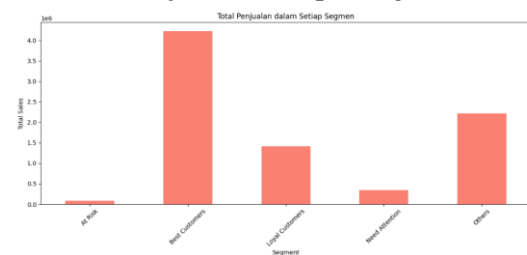
Segmen	
Others	3221
Best Customers	572
Loyal Customers	402
Need Attention	147

At Risk	30
Name: Count, dtype: int 64	

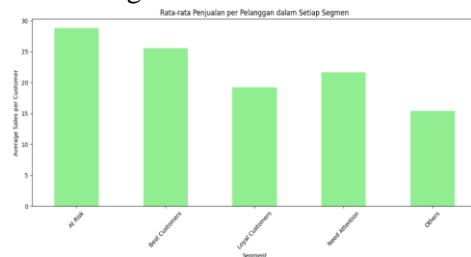
- Grafik Distribusi Pelanggan



- Penjualan Total per Segmen

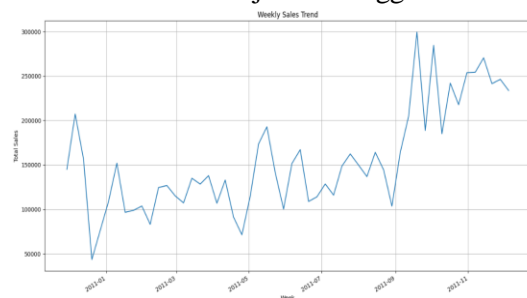


- Rata-rata Penjualan per Pelanggan per Segmen

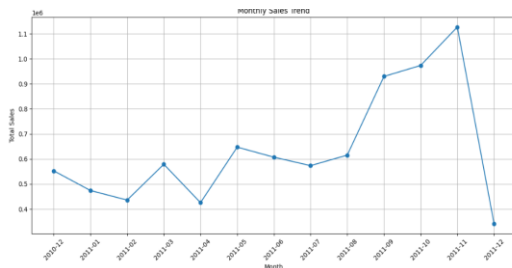


2. Hasil Analisis Tren Penjualan

- Grafik Penjualan Mingguan



- Grafik Penjualan Bulanan



B. Pembahasan

Dari hasil pemeriksaan divisi klien yang telah dilakukan, ditemukan lima bagian mendasar, khususnya "Others", "Best Customers", "Loyal Customers", "Need Attention", dan "At Risk". Berikut ini adalah penjelasan karakteristik dan saran perdagangan dari setiap bagian:

1. Interpretasi Segmentasi Pelanggan:

- Others: Bagian ini mencakup sebagian besar klien yang memiliki pembelian berulang dan harga finansial. Mereka mungkin terdiri dari pembeli yang tidak dapat diprediksi atau pembeli satu kali. Teknik memamerkan untuk bagian ini dapat menggabungkan kemajuan yang tidak biasa atau penawaran rabat untuk memberi energi pada pembelian berulang. Selain itu, memperluas daya tarik produk melalui kampanye pamer yang lebih luas dapat menawarkan bantuan untuk mengubah mereka menjadi klien yang lebih dinamis.
- Best Customers: Bagian ini adalah yang paling menguntungkan karena klien di bagian ini menunjukkan pengulangan pembelian yang tinggi dan penambahan transaksi yang patut dicatat. Mereka adalah klien setia yang melakukan pembelian kunjungan dan membelanjakan uang dalam jumlah besar. Teknik yang dapat diterapkan menggabungkan program pengabdian tertentu, penawaran yang tidak biasa, dan personalisasi manfaat untuk memperluas pemeliharaan dan ketergantungan klien. Menjaga mereka tetap puas adalah kunci untuk menjamin mereka tetap

menjadi klien yang setia.

- Loyal Customers: Klien di bagian ini melakukan pembelian kunjungan tetapi mungkin tidak terus menerus dalam jumlah besar. Pusat yang memperkuat koneksi dengan bagian ini dapat menggabungkan manfaat klien yang bergerak maju, potongan harga untuk pembelian ulang, dan program remunerasi untuk memberi energi untuk membantu pembelian berulang. Mereka memiliki potensi luar biasa untuk meningkatkan nilai transaksi mereka jika diberikan motivasi yang tepat.
- Need Attention: Bagian ini terdiri dari klien yang memiliki potensi untuk menjadi klien yang setia tetapi membutuhkan lebih banyak pertimbangan untuk memperpanjang pengulangan dan harga pembelian mereka. Prosedur yang dapat diaktualisasikan mencakup lebih banyak komunikasi kunjungan, penawaran barang yang signifikan, dan interaksi yang diperluas melalui saluran yang berbeda. Memberikan administrasi yang lebih personal dan relevan dapat menawarkan bantuan untuk meningkatkan keterlibatan mereka.
- At Risk: Klien dalam fragmen ini biasa melakukan eksekusi secara rutin namun mengalami penurunan dalam mendapatkan tindakan. Sangatlah penting untuk mengetahui alasan di balik penurunan ini dan mengaktualisasikan teknik pengaktifan kembali seperti kampanye email yang dipersonalisasi, penawaran yang tidak biasa untuk menarik mereka kembali, atau studi untuk mendorong kritik mereka. Membedakan dan memperhatikan isu-isu yang menyebabkan penurunan gerakan dapat menawarkan bantuan untuk membangun kembali keterlibatan mereka.

2. Analisis Tren Penjualan

Analisis tren penjualan memberikan wawasan penting tentang pola penjualan mingguan dan bulanan:

- Penawaran dari minggu ke minggu: Grafik transaksi minggu demi minggu menunjukkan bahwa transaksi cenderung meningkat pada minggu-minggu tertentu, mungkin karena adanya kampanye yang ditampilkan, kenaikan reguler, atau perilaku belanja klien yang normal. Dalam kasus ini, peningkatan transaksi

yang patut dicatat dapat terjadi di tengah minggu-minggu kemajuan besar seperti "Harbolnas" atau "Black Friday". Hal ini menunjukkan bahwa kampanye pameran yang layak pada dasarnya dapat meningkatkan penawaran dari minggu ke minggu.

- Penjualan Bulanan: Grafik penawaran dari bulan ke bulan menampilkan perubahan penawaran yang perlu diperhatikan dengan puncak penawaran di bulan-bulan tertentu. Komponen yang mempengaruhi termasuk musim belanja, kesempatan, dan latihan promosi yang luar biasa. Sebagai contoh, penawaran tinggi di bulan Desember dapat dikreditkan ke musim acara dan kemajuan akhir tahun. Memahami pola-pola ini dapat membantu perusahaan mengatur stok dan kampanye promosi yang lebih baik untuk memanfaatkan puncak-puncak penawaran tersebut.

3. Kaitan dengan Literatur yang Ada: Hasil dari perenungan ini mendukung penemuan sebelumnya yang menyatakan bahwa divisi klien yang menggunakan strategi pengelompokan dapat memberikan pengalaman mendalam tentang perilaku klien dan membantu perusahaan dalam merencanakan teknik promosi yang lebih layak. Sebagai ilustrasi, Jain dan Chou (2020) menyatakan bahwa penggalian informasi untuk divisi klien dalam e-commerce dapat menjadi alat yang sangat layak untuk memahami kebutuhan dan kecenderungan klien [11]. Hasil dari pertanyaan ini sejalan dengan pemikiran tersebut dan tampak bahwa strategi pengelompokan dapat digunakan untuk mengenali fragmen klien dengan berbagai macam kualitas, seperti klien yang gigih, pembeli reguler, dan klien potensial. Dalam pengembangannya, pemikiran ini menunjukkan bahwa dengan menggunakan perhitungan

clustering, perusahaan dapat mengenali bagian klien dengan sifat yang berbeda, seperti klien yang teguh, pembeli reguler, dan klien potensial.

Bagian ini menyajikan hasil penelitian. Hasil penelitian dapat dilengkapi dengan tabel, grafik (gambar), dan/atau bagan. Bagian pembahasan memaparkan hasil pengolahan data, menginterpretasikan penemuan secara logis, mengaitkan dengan sumber rujukan yang relevan.

4. KESIMPULAN

Penelitian ini bertujuan untuk mengatasi tantangan dalam mengelola dan memahami segmen pelanggan yang beragam di platform e-commerce dengan menerapkan algoritma clustering untuk segmentasi pelanggan berdasarkan data pembelian dan aktivitas pengguna. Permasalahan yang diidentifikasi adalah bagaimana mengolah data besar yang kompleks untuk mengidentifikasi pola yang relevan dalam segmentasi pelanggan.

Melalui penerapan algoritma K-Means dan DBSCAN, penelitian ini berhasil mengelompokkan pelanggan ke dalam beberapa segmen yang homogen. Hasil analisis menunjukkan bahwa algoritma K-Means mampu mengelompokkan data pelanggan dengan baik berdasarkan jarak Euclidean, menghasilkan cluster yang jelas dan dapat diinterpretasikan. Selain itu, DBSCAN berhasil mengidentifikasi cluster dengan kepadatan tinggi dan memisahkan outlier, yang sering kali tidak terdeteksi oleh K-Means.

Secara deskriptif, penelitian ini menemukan beberapa segmen pelanggan yang signifikan, seperti:

1. Pelanggan dengan Frekuensi Pembelian Tinggi dan Nilai Transaksi Rendah: Kelompok ini menunjukkan pelanggan yang sering melakukan pembelian kecil, yang mungkin dapat ditingkatkan nilainya melalui penawaran paket atau diskon untuk pembelian dalam jumlah besar.
2. Pelanggan dengan Nilai Transaksi Tinggi namun Frekuensi Pembelian Rendah: Segmen ini terdiri dari pelanggan yang melakukan pembelian besar namun jarang. Strategi pemasaran dapat difokuskan pada program loyalitas atau penawaran eksklusif untuk meningkatkan frekuensi pembelian.
3. Pelanggan dengan Aktivitas Tinggi namun

Konversi Rendah: Pelanggan ini sering berinteraksi dengan situs namun jarang melakukan pembelian. Analisis lebih lanjut dapat difokuskan pada optimalisasi pengalaman pengguna untuk meningkatkan konversi.

Secara kuantitatif, validasi hasil clustering menggunakan Silhouette Score dan Davies-Bouldin Index menunjukkan bahwa metode yang digunakan menghasilkan cluster yang kuat dan valid. Silhouette Score yang tinggi mengindikasikan bahwa data dikelompokkan dengan baik, sedangkan nilai Davies-Bouldin Index yang rendah menunjukkan bahwa cluster yang dihasilkan terpisah dengan jelas satu sama lain.

Kesimpulan dari penelitian ini adalah bahwa penerapan algoritma clustering secara efektif dapat membantu perusahaan e-commerce dalam memahami pola perilaku pelanggan, sehingga memungkinkan pengembangan strategi pemasaran yang lebih tepat sasaran dan efektif. Dengan segmentasi yang lebih baik, perusahaan dapat meningkatkan kinerja bisnis dan kepuasan pelanggan secara keseluruhan. Implementasi metode ini diharapkan dapat berkontribusi pada peningkatan retensi pelanggan dan pengoptimalan strategi bisnis jangka panjang.

5. REFERENSI

- [1] L. Effendi, M. Irwan, dan P. Nasution, "Perilaku Transaksi Ekonomi Pengguna Media Sosial sebagai Dampak Perkembangan Ekonomi Digital," Desember. [Daring]. Tersedia pada: <http://journal.ainarapress.org/index.php/lms>
- [2] A. P. Mulyana dan M. I. Djamzuri, "Teknologi Tokopedia Play Live Shooing Dalam Perspektif Ekologi Media Konvergensi," *Jurnal Ilmu Sosial dan Pendidikan (JISIP)*, vol. 6, no. 3, hlm. 2598–9944, 2022, doi: 10.36312/jisip.v6i3.3487/http.
- [3] A. Ranga dkk., "The Effect Of Goods Prices And Buyer Trust On The E-Commerce Sales System For Purchasing Goods Online." [Daring]. Tersedia pada: <http://ijstm.inarah.co.id>
- [4] S. Sandy Prasetyo dan A. Rachman Hakim, "PENERAPAN FUZZY C-MEANS KLUSTER UNTUK SEGMENTASI PELANGGAN E-COMMERCE DENGAN METODE RECENCY FREQUENCY MONETARY (RFM)," *JURNAL GAUSSIAN*, vol. 9, no. 4, hlm. 421–433, 2020, [Daring]. Tersedia pada: <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/gaussian/>
- [5] S. Budiutomo, N. A. Santoso, D. Arif, dan R. Hakim, "SISTEM INFORMASI E-COMMERCE PADA TOKO L-ONE KOMPUTER TEGAL BERBASIS WEBSITE," *Spesial Issue*, vol. 2, no. 1, 2021.
- [6] R. Siagian, P. S. Pahala Sirait, dan A. Halima, "E-Commerce Customer Segmentation Using K-Means Algorithm and Length, Recency, Frequency, Monetary Model," *JOURNAL OF INFORMATICS AND TELECOMMUNICATION ENGINEERING*, vol. 5, no. 1, hlm. 21–30, Jul 2021, doi: 10.31289/jite.v5i1.5182.
- [7] S. Ika Murpratiwi, I. Gusti Agung Indrawan, dan A. Aranta, "ANALISIS PEMILIHAN CLUSTER OPTIMAL DALAM SEGMENTASI PELANGGAN TOKO RETAIL," *Jurnal Pendidikan Teknologi dan Kejuruan*, vol. 18, no. 2, 2021.
- [8] V. Ashok, R. R. Kamath, A. Rk, S. Singh, A. Bhati, dan B. E. Student, "Issue 7 www.jetir.org (ISSN-2349-5162) JETIR2107116 Journal of Emerging Technologies and Innovative Research (JETIR)," 2021. [Daring]. Tersedia pada: <https://www.researchgate.net/publication/355166048>
- [9] K. P. Sinaga dan M. S. Yang, "Unsupervised K-means clustering algorithm," *IEEE Access*, vol. 8, hlm. 80716–80727, 2020, doi: 10.1109/ACCESS.2020.2988796.
- [10] E. Febrianty, L. Awalina, dan W. I. Rahayu, "Optimalisasi Strategi Pemasaran dengan Segmentasi Pelanggan Menggunakan

Penerapan K-Means Clustering pada Transaksi Online Retail Optimizing Marketing Strategies with Customer Segmentation Using K-Means Clustering on Online Retail Transactions,” *Jurnal Teknologi dan Informasi (JATI)*, vol. 13, 2023, doi: 10.34010/jati.v13i2.

- [11] B. Bai, G. Li, S. Wang, Z. Wu, dan W. Yan, “Time series classification based on multi-feature dictionary representation and ensemble learning,” *Expert Syst Appl*, vol. 169, Mei 2021, doi: 10.1016/j.eswa.2020.114162.