

OPTIMALISASI STRATEGI PEMASARAN MENGGUNAKAN ALGORITMA AGGLOMERATIVE HIERARCHICAL CLUSTERING PADA HASIL PENJUALAN

Federicko Ramiro Firjatullah ¹, Ahmad Faqih ², Gifthera Dwilestari ³

^{1,2} Program Studi Teknik Informatika, STMIK IKMI Cirebon, Indonesia

³ Program Studi Sistem Informasi, STMIK IKMI Cirebon, Indonesia

rickoramiro15@gmail.com

ABSTRAK

Industri fashion di Indonesia terus berkembang, menghadirkan tantangan persaingan yang semakin ketat. Toko H. Edi Jaya adalah salah satu pelaku usaha di bidang fashion yang menghadapi tantangan ini. Namun, pemanfaatan data hasil penjualan untuk mendukung strategi pemasaran masih minim. Penelitian ini bertujuan untuk mengoptimalkan strategi pemasaran di Toko H. Edi Jaya melalui analisis data penjualan menggunakan algoritma *Agglomerative Hierarchical Clustering* (AHC). Metode yang digunakan adalah pendekatan *Knowledge Discovery in Databases* (KDD), meliputi seleksi data, pra-pemrosesan, transformasi data, penerapan algoritma AHC, dan evaluasi hasil. Data penjualan dari Januari hingga Oktober 2024 digunakan sebagai dasar analisis. Hasil penelitian menunjukkan bahwa data hasil penjualan dapat dikelompokkan ke dalam empat kategori utama berdasarkan algoritma AHC, masing-masing dengan karakteristik berbeda. Evaluasi menggunakan metrik *Silhouette Score* memberikan nilai rata-rata 0,6, menunjukkan kualitas pengelompokan yang cukup baik. Strategi pemasaran berbasis analisis data yang dihasilkan membantu meningkatkan efektivitas promosi dan loyalitas pelanggan. Penelitian ini memberikan wawasan praktis untuk Toko H. Edi Jaya dalam mengembangkan strategi pemasaran berbasis data yang lebih personal dan efisien.

Kata kunci : Strategi Pemasaran, Agglomerative Hierarchical Clustering, Klasterisasi, Data Penjualan, Pengelompokan.

1. PENDAHULUAN

Industri fashion di Indonesia terus mengalami pertumbuhan signifikan dalam beberapa dekade terakhir, ditandai dengan meningkatnya permintaan akan produk-produk yang mengikuti tren modern. Namun, persaingan yang semakin ketat memaksa pelaku usaha, terutama usaha kecil dan menengah (UKM), untuk meningkatkan strategi pemasaran mereka agar dapat tetap relevan dan kompetitif. Salah satu tantangan utama yang dihadapi oleh Toko H. Edi Jaya adalah kurangnya kemampuan untuk memahami pola penjualan produk, sehingga strategi promosi yang diterapkan kurang efektif dan efisien. Pengambilan keputusan sering kali dilakukan berdasarkan intuisi tanpa menggunakan analisis data yang mendalam, yang dapat mengakibatkan pemborosan sumber daya dan peluang bisnis yang terlewatkan [1], [2]

Dalam konteks ini, pemanfaatan data historis penjualan menjadi semakin penting. Pendekatan berbasis data memungkinkan pelaku usaha untuk mendapatkan wawasan yang mendalam tentang pola penjualan, kebutuhan pelanggan, dan tren pasar. Segmentasi produk berdasarkan pola penjualan adalah salah satu metode yang dapat memberikan panduan bagi pengelolaan promosi, pengelolaan stok, dan strategi penetapan harga yang lebih baik [3]. Berbagai metode analisis data, termasuk algoritma pengelompokan (*clustering*), telah digunakan untuk memahami dinamika pelanggan atau produk. Salah satu algoritma yang sering digunakan adalah *Agglomerative Hierarchical Clustering* (AHC), yang memiliki keunggulan dalam membangun struktur hierarki berdasarkan kesamaan pola data [4]

Penelitian sebelumnya menunjukkan keberhasilan algoritma AHC dalam berbagai konteks, seperti segmentasi pelanggan di sektor perbankan [5], analisis tren penjualan di sektor ritel [6], dan optimalisasi strategi pemasaran produk di e-commerce [7]. Namun, penelitian yang secara khusus menerapkan algoritma ini untuk menganalisis pola penjualan di sektor fashion masih jarang dilakukan, terutama dalam konteks UKM di Indonesia. Penelitian ini berupaya mengisi kesenjangan tersebut dengan menawarkan pendekatan inovatif untuk segmentasi produk menggunakan algoritma AHC berbasis pola penjualan bulanan.

Dataset yang digunakan dalam penelitian ini mencakup data penjualan dari Januari hingga Oktober 2024, dengan variabel utama meliputi volume penjualan bulanan dan total penjualan tahunan. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi kelompok produk dengan karakteristik pola penjualan yang berbeda, memberikan rekomendasi strategi pemasaran yang spesifik, serta memaksimalkan efisiensi promosi. Nilai kebaruan dari penelitian ini terletak pada penerapan algoritma AHC yang terintegrasi dengan pendekatan *Knowledge Discovery in Databases* (KDD) untuk menghasilkan wawasan strategis yang mendukung pengambilan keputusan berbasis data di sektor fashion.

Pendekatan berbasis data ini diharapkan tidak hanya relevan bagi sektor fashion, tetapi juga memberikan referensi yang berharga bagi pelaku usaha kecil dan menengah di berbagai industri lainnya untuk mengadopsi strategi pemasaran yang lebih berbasis teknologi dan analisis [8], [9]

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Penelitian Terdahulu

Pada penelitian yang dilakukan oleh Widyawati [10] membahas mengenai penerapan *Agglomerative Hierarchical Clustering* untuk pengelompokan hasil penjualan dengan menggunakan pendekatan *Average Linkage* dan pengukuran jarak *Manhattan*. Hasil penelitiannya menemukan tujuh kluster pola penjualan yang berbeda berdasarkan variabel RFM (*Recency, Frequency, Monetary*). Setiap kluster mewakili kelompok pola penjualan dengan karakteristik yang berbeda-beda. Kesimpulannya algoritma ini sangat efektif untuk menghasilkan kluster pola penjualan yang dapat digunakan untuk merancang strategi pemasaran yang lebih personal dan terarah.

Pada penelitian yang dilakukan oleh Wijaya [11] mengintegrasikan algoritma *Agglomerative Hierarchical Clustering* (AHC) dengan metode *Backpropagation* untuk model peramalan penjualan. Studi ini menunjukkan bahwa proses clustering sebelum peramalan meningkatkan akurasi model dibandingkan *Backpropagation* saja. Hasil ini mengindikasikan potensi AHC dalam pengelompokan data untuk mendukung optimalisasi strategi pemasaran berbasis data.

Pada penelitian yang dilakukan oleh Zuhail, [12] membahas mengenai Perbandingan antara K-means dan *Agglomerative Hierarchical Clustering* untuk pengelompokan hasil penjualan. Hasil penelitiannya AHC menghasilkan kluster yang lebih baik dan lebih bermakna dibandingkan dengan K-means, terutama ketika diterapkan pada analisis RFM. Kesimpulannya Algoritma ini lebih baik dalam menangkap perbedaan halus antar segmen pola penjualan, menjadikannya pilihan yang lebih baik untuk analisis segmentasi.

2.2. Agglomerative Hierarchical Clustering

Agglomerative Hierarchical Clustering (AHC) adalah metode pengelompokan data yang dimulai dengan menganggap setiap objek sebagai kluster individual, kemudian secara iteratif menggabungkan pasangan kluster yang paling mirip hingga terbentuk satu kluster besar yang mencakup semua objek. Proses ini menghasilkan struktur hierarkis yang dapat direpresentasikan dalam bentuk dendrogram, yang memvisualisasikan hubungan antar kluster dan objek di dalamnya. Pemilihan pasangan kluster yang akan digabungkan didasarkan pada berbagai kriteria keterkaitan, seperti *single linkage*, *complete linkage*, dan *average linkage*. AHC telah diterapkan dalam berbagai bidang, seperti segmentasi pelanggan, analisis penjualan produk, dan pengelompokan data pendidikan. Keunggulan utama AHC adalah kemampuannya dalam mengidentifikasi struktur data tanpa perlu menentukan jumlah kluster di awal, sehingga cocok untuk eksplorasi data dengan pola yang tidak diketahui sebelumnya. [6]

2.3. Knowledge Discovery in Database (KDD)

Knowledge Discovery in Databases (KDD) adalah proses yang sistematis untuk menggali pola atau pengetahuan penting dari data besar melalui tahap-tahap seperti pemilihan data, *preprocessing*, transformasi, analisis, hingga interpretasi, yang dapat diintegrasikan dengan teknik seperti *agglomerative hierarchical clustering* (AHC) untuk pengelompokan data. Dalam AHC, KDD mendukung pembentukan kluster hierarkis berdasarkan kemiripan antar data, yang memungkinkan analisis eksplorasi tanpa memerlukan jumlah kluster awal, sehingga cocok untuk berbagai jenis data termasuk data runtun waktu. Penelitian menunjukkan bahwa KDD dengan pendekatan AHC mampu mengelompokkan data secara efektif dengan memanfaatkan ukuran kemiripan yang sesuai, menghasilkan informasi yang relevan untuk pengambilan keputusan [13].

2.4. Python

Python adalah salah satu bahasa pemrograman yang banyak digunakan dalam berbagai bidang, termasuk analisis data, pembelajaran mesin, dan klusterisasi data menggunakan algoritma seperti K-Means. Kemampuannya dalam menangani berbagai tugas pemrograman menjadikannya alat yang fleksibel untuk penelitian dan pengolahan data. Salah satu keunggulan Python adalah sintaks yang sederhana dan pustaka yang kaya, seperti NumPy, Pandas, dan Scikit-learn, yang memungkinkan pemrosesan data yang efisien serta penerapan algoritma klusterisasi secara cepat. Dalam penelitian oleh Fitri et al. (2023), Python digunakan sebagai alat utama dalam implementasi algoritma K-Means untuk mengelompokkan data penjualan berdasarkan wilayah. Hasil klusterisasi ini membantu perusahaan dalam mengidentifikasi pola penjualan dan menyusun strategi bisnis yang lebih efektif berdasarkan data historis. [14]

3. METODE PENELITIAN

3.1. Seleksi data

Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data transaksi penjualan dari Toko H. Edi Jaya, yang mencakup periode 1 Januari 2024 hingga 11 Oktober 2024. Dalam analisis, variabel-variabel yang relevan telah dipilih untuk memastikan fokus penelitian yang tepat. Variabel pertama adalah tanggal transaksi, yang memberikan informasi mengenai waktu pembelian dan memungkinkan analisis berdasarkan tren waktu. Variabel berikutnya adalah jumlah transaksi, yang menunjukkan banyaknya produk yang dibeli dalam satu transaksi. Selain itu, terdapat variabel total nilai transaksi dalam Rupiah, yang menggambarkan besarnya nilai finansial dari setiap transaksi. Variabel diskon juga disertakan, dengan mengukur persentase potongan harga yang diberikan pada setiap transaksi. Pemilihan variabel-variabel ini bertujuan untuk memastikan data yang dianalisis relevan dan mendukung pencapaian tujuan penelitian.

3.2. Pra-pemrosesan Data

Data yang telah terkumpul diperiksa dan dibersihkan terlebih dahulu untuk memastikan kualitasnya sebelum analisis dilakukan. Proses ini mencakup penghapusan data yang tidak lengkap atau mengandung outlier yang dapat mengganggu hasil analisis. Selain itu, dilakukan normalisasi data untuk memastikan bahwa setiap variabel memiliki skala yang sebanding. Langkah-langkah ini penting agar analisis yang dilakukan menjadi lebih akurat dan menghasilkan temuan yang dapat diandalkan.

3.3. Transformasi Data

Data yang telah dikumpulkan diubah ke dalam format yang sesuai untuk analisis clustering. Transformasi ini mencakup pengelompokan variabel-variabel terkait guna memastikan karakteristik pola penjualan dapat dikenali dengan jelas. Langkah ini dilakukan untuk mempermudah algoritma clustering dalam mengidentifikasi kelompok-kelompok data yang memiliki kesamaan tertentu, sehingga analisis dapat dilakukan secara lebih terstruktur dan efektif.

3.4. Agglomerative Hierarchical clustering

Tahapan ini menggunakan algoritma Agglomerative Hierarchical Clustering (AHC) untuk mengelompokkan data berdasarkan kesamaan karakteristik pola penjualan. Algoritma ini dipilih karena kemampuannya dalam mengidentifikasi hierarki klaster berdasarkan kesamaan antar data.

3.5. Evaluasi Hasil

Klasterisasi yang dihasilkan dievaluasi menggunakan metrik Silhouette Score, yang mengukur homogenitas dalam klaster dan perbedaan antar klaster.

Tabel 1. Deskripsi Aktivitas Metode Penelitian

Tahapan	Deskripsi Aktivitas
Seleksi data	Mengidentifikasi variabel transaksi yang relevan untuk analisis.
Pra-Pemrosesan Data	Membersihkan dan mempersiapkan data untuk analisis.
Transformasi Data	Mengubah data menjadi format yang sesuai untuk <i>clustering</i> .
Penerapan Algoritma <i>Agglomerative Hierarchical Clustering</i>	Melakukan klasterisasi data transaksi menggunakan algoritma <i>Agglomerative Hierarchical Clustering</i> .
Evaluasi Hasil	Mengukur kualitas klaster dengan <i>Silhouette Score</i> .

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pola penjualan Toko H. Edi Jaya berdasarkan data transaksi dari Januari hingga Oktober 2024. Pendekatan yang digunakan adalah Knowledge Discovery in Databases (KDD). Dataset yang digunakan terdiri atas data penjualan bulanan dari Januari hingga Oktober 2024.

Variabel utama dalam dataset ini meliputi volume penjualan bulanan dan total penjualan tahunan untuk setiap produk. Data ini diekstraksi dari sistem transaksi toko dan diorganisasi ke dalam format tabular untuk mempermudah analisis.

4.1. Pra-Pemrosesan Data

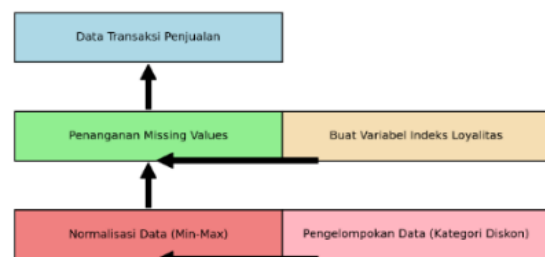
Pada tahap ini, data yang mengandung missing values diatasi dengan metode imputasi median untuk memastikan integritas dataset. Selain itu, data dinormalisasi menggunakan metode Min-Max Scaling untuk menyamakan skala variabel sehingga algoritma clustering dapat bekerja secara optimal. Normalisasi ini penting untuk memastikan bahwa variabel yang memiliki rentang nilai besar tidak mendominasi proses pengelompokan.

Tabel 2. Data Setelah Normalisasi

	Januari	Februari	Maret	April	Mei
0	0.47541	0.14286	0.5	0.2931	0.15217
1	0.08197	0.45238	0.68	1	0.82609
2	0.37705	0.69048	0.36	0.2586	0.30435
3	0.2459	0.19048	0.16	0.7069	0.47826
4	0.36066	0.47619	0.52	0.3621	0.41304
	Juni	Juli	Agustus	September	Oktober
0	0.28889	0.40984	0.18182	0.68889	0.31579
1	0.4	0.09836	0.45455	0.13333	0.31579
2	0.42222	0.52459	0.11364	0.17778	0.73684
3	0.31111	0.2623	0.56818	0.64444	0.31579
4	0.64444	0.31148	0.25	0.08889	1

4.2. Transformasi Data

Variabel tambahan, seperti rata-rata penjualan bulanan dan deviasi standar penjualan, ditambahkan untuk memberikan konteks lebih kaya dalam analisis pola penjualan. Transformasi ini bertujuan untuk meningkatkan kualitas segmentasi yang akan dilakukan oleh algoritma.



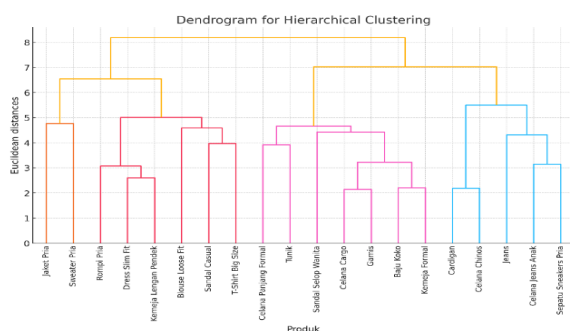
Gambar 1. Flowchart Transformasi Data

Data yang telah disiapkan dalam format analisis telah melalui proses normalisasi dan dilengkapi dengan variabel baru, seperti indeks loyalitas dan kategori diskon, sehingga menghasilkan dataset yang lebih utuh dengan menangani nilai-nilai kosong. Selain itu, variabel tambahan yang digunakan memberikan wawasan yang lebih representatif dan membantu dalam proses data mining. Transformasi ini memastikan bahwa dataset tidak hanya mencakup nilai-nilai numerik, tetapi juga mencakup konteks yang relevan untuk segmentasi dan analisis yang lebih mendalam. Dengan adanya proses transformasi ini,

data telah siap digunakan dalam tahap data mining dengan algoritma *clustering*, seperti *Agglomerative Hierarchical Clustering* (AHC), yang merupakan langkah penting dalam metodologi KDD untuk memastikan bahwa data yang digunakan memiliki nilai yang lebih bermakna dan representatif.

4.3. Dendrogram Hasil Clustering

Algoritma ini menggunakan Ward's Linkage untuk meminimalkan varian dalam klaster, dengan jarak antar data dihitung menggunakan metrik Euclidean Distance. Proses ini menghasilkan dendrogram yang memberikan gambaran visual tentang struktur hierarki klaster. Berdasarkan dendrogram, jumlah klaster optimal ditentukan untuk analisis lebih lanjut. Penggabungan klaster divisualisasikan menggunakan dendrogram, yang menunjukkan hierarki klaster dari tingkat individu hingga penggabungan ke dalam satu klaster besar. Dendrogram ini juga digunakan untuk menentukan jumlah klaster optimal berdasarkan jarak pemotongan yang sesuai. Analisis dendrogram menghasilkan empat klaster utama dengan karakteristik unik, yaitu: klaster produk dengan penjualan rendah dan fluktuatif, produk dengan penjualan sedang yang konsisten, produk dengan penjualan tinggi dan stabil, serta produk premium yang memiliki nilai transaksi tinggi tetapi dengan frekuensi pembelian rendah.



Gambar 2. Dendrogram Hasil Clustering

Analisis kluster digunakan dalam penelitian ini untuk mengelompokkan produk berdasarkan pola penjualan bulanan. Metode yang digunakan adalah Agglomerative Hierarchical Clustering (AHC). Metode ini dipilih karena mampu mengelompokkan produk ke dalam beberapa kluster berdasarkan kemiripan pola penjualan, sehingga dapat memberikan wawasan yang lebih mendalam untuk strategi pemasaran dan pengelolaan produk.

Jumlah cluster ditentukan dengan melihat dendrogram hasil analisis AHC. Dendrogram menunjukkan jarak penggabungan antar kluster. Setelah dianalisis, diputuskan untuk menggunakan empat kluster, karena memberikan pemisahan yang cukup signifikan dan relevan dengan data. Segmentasi dilakukan menggunakan algoritma Agglomerative Hierarchical Clustering (AHC) dan menghasilkan empat kluster utama. Setiap kluster memiliki karakteristik unik yang mencerminkan pola penjualan

produk. Evaluasi hasil klusterisasi menggunakan metrik Silhouette Score menunjukkan kualitas pengelompokan yang cukup baik.

Hasil klusterisasi ditampilkan dalam dendrogram yang memberikan gambaran hierarki pengelompokan produk. Berdasarkan dendrogram, jumlah kluster optimal yang dipilih adalah empat. Karakteristik utama dari masing-masing kluster dirangkum dalam Tabel 3.

Tabel 3. Karakteristik Utama

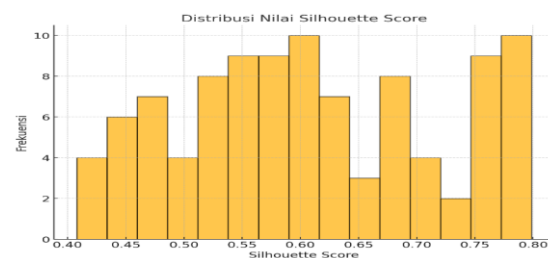
Klaster	Keterangan
Klaster 0	Produk dengan penjualan rendah dan tren fluktuatif.
Klaster 1	Produk dengan penjualan sedang dan konsisten setiap bulan.
Klaster 2	Produk dengan penjualan tinggi dan stabil.
Klaster 3	Produk premium dengan nilai tinggi tetapi frekuensi rendah.

4.4. Analisis SetiapCluster

Produk dalam klaster 0 memiliki volume penjualan yang rendah dan pola penjualan yang tidak konsisten. Produk-produk ini memerlukan strategi pemasaran seperti promosi diskon besar atau bundling untuk meningkatkan daya tariknya. Klaster 1 berisi produk dengan penjualan stabil setiap bulan. Produk ini cocok untuk dipromosikan melalui program loyalitas untuk mempertahankan konsistensi pembelian pelanggan. Produk dalam klaster 2 menunjukkan pola musiman dengan peningkatan signifikan pada waktu tertentu, seperti periode liburan atau promosi khusus. Strategi pemasaran musiman yang terarah dapat memaksimalkan potensi penjualan produk ini. Klaster 3, yang terdiri dari produk premium dengan nilai transaksi tinggi tetapi volume rendah, memerlukan pendekatan pemasaran eksklusif seperti penawaran khusus atau layanan pelanggan premium.

4.5. Evaluasi Kualitas Klasterisasi

Evaluasi menggunakan metrik Silhouette Score menghasilkan nilai rata-rata 0,6, yang menunjukkan tingkat kekompakan internal dan keterpisahan antar kluster yang memadai. Grafik distribusi nilai Silhouette Score ditampilkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Distribusi Nilai Silhouette Score

Hasil evaluasi ini menunjukkan bahwa algoritma AHC mampu mengelompokkan produk dengan pola penjualan yang homogen, yang memberikan dasar untuk strategi pemasaran yang lebih terarah.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa algoritma Agglomerative Hierarchical Clustering (AHC) dapat secara efektif digunakan untuk menganalisis pola penjualan produk Toko H. Edi Jaya. Hasil klusterisasi menghasilkan empat kelompok produk dengan karakteristik berbeda. Klaster pertama mencakup produk dengan volume penjualan rendah dan pola penjualan yang tidak konsisten, sementara klaster kedua mencakup produk dengan penjualan stabil setiap bulan. Klaster ketiga menunjukkan produk musiman yang mengalami peningkatan penjualan pada waktu-waktu tertentu, seperti musim promosi atau liburan. Klaster keempat mencakup produk premium dengan nilai transaksi tinggi tetapi frekuensi pembelian rendah.

Hasil evaluasi menggunakan Silhouette Score memberikan nilai rata-rata 0,6, yang menunjukkan bahwa algoritma mampu membentuk klaster dengan tingkat kekompakan internal dan keterpisahan antar klaster yang memadai. Temuan ini memberikan dasar yang kuat untuk menyusun strategi pemasaran berbasis data, seperti promosi diskon untuk produk dengan penjualan rendah, program loyalitas untuk produk stabil, promosi musiman untuk produk musiman, dan pendekatan eksklusif untuk produk premium.

Penelitian ini memberikan kontribusi signifikan terhadap pengembangan strategi pemasaran berbasis teknologi, khususnya di sektor fashion untuk usaha kecil dan menengah (UKM). Prospek pengembangan penelitian ini meliputi penggunaan dataset yang lebih besar dengan mencakup atribut tambahan seperti harga produk dan umpan balik pelanggan untuk memperkaya analisis. Penggunaan algoritma lain, seperti K-Means atau DBSCAN, juga dapat menjadi langkah yang menarik untuk dibandingkan dengan hasil algoritma AHC. Selain itu, integrasi hasil segmentasi ke dalam sistem manajemen pelanggan berbasis teknologi, seperti Customer Relationship Management (CRM), diharapkan dapat mengoptimalkan penerapan strategi pemasaran di masa depan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] U. Arfan and N. Paraga, "Perbandingan Algoritma K-Means, Naïve Bayes dan Decision Tree Dalam Memprediksi Penjualan Bahan Bakar Minyak," *MALCOM Indones. J. Mach. Learn. Comput. Sci.*, vol. 4, no. 4, pp. 1379–1389, 2024, doi: 10.57152/malcom.v4i4.1566.
- [2] S. I. Attaqwa, A. A. Hanafi, H. Hakim, A. A. Sofyan, and A. P. Sari, "Customer Clustering Menggunakan K-Means Agglomerative pada Pendapatan dan Pembelian daging," vol. 3, pp. 96–100, 2023.
- [3] E. F. L. Awalina and W. I. Rahayu, "Optimalisasi Strategi Pemasaran dengan Segmentasi Pelanggan Menggunakan Penerapan K-Means Clustering pada Transaksi Online Retail," *J. Teknol. dan Inf.*, vol. 13, no. 2, pp. 122–137, 2023, doi: 10.34010/jati.v13i2.10090.
- [4] W. M. Baihaqi, K. Indartono, and S. Banat, "Penerapan Teknik Clustering Sebagai Strategi Pemasaran pada Penjualan Buku Di Tokopedia dan Shopee," *Paradig. - J. Komput. dan Inform.*, vol. 21, no. 2, pp. 243–248, 2019, doi: 10.31294/p.v21i2.6149.
- [5] M. Chandra and V. U. Tjhin, "What Affects Customer'S Intention To Write an Online Review?," *J. Theor. Appl. Inf. Technol.*, vol. 100, no. 5, pp. 1213–1226, 2022.
- [6] F. Fadlia Adiwijaya, C. Hardyanto, and R. Lubis, "Analisa Data Mining Menggunakan Algoritma Agglomerative Hierarchical Clustering untuk Menentukan Strategi Promosi Calon Mahasiswa Baru," vol. 12, no. 3, pp. 549–558, 2024, doi: 10.26418/justin.v12i3.79834.
- [7] A. M. Husein and M. Harahap, "Pendekatan Data Science untuk Menemukan Churn Pelanggan pada Sector Perbankan dengan Machine Learning," *Data Sci. Indones.*, vol. 1, no. 1, pp. 8–13, 2021, doi: 10.47709/dsi.v1i1.1169.
- [8] R. P. Justitia, N. Hidayat, and E. Santoso, "Implementasi Metode Agglomerative Hierarchical Clustering Pada Segmentasi Pelanggan Barbershop (Studi Kasus : RichDjoe Barbershop Malang)," *J. Pengemb. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput.*, vol. 5, no. 3, pp. 1048–1054, 2021.
- [9] G. Ramadhan and Y. Astuti, "Perbandingan Kinerja Algoritma K-means dan Agglomerative Clustering Untuk Segmentasi Penjualan Online Pada Customer Retail," *J. Pengemb. IT*, vol. 9, no. 1, pp. 92–96, 2024.
- [10] W. Widyawati, W. L. Y. Saptomo, and Y. R. W. Utami, "Penerapan Agglomerative Hierarchical Clustering Untuk Segmentasi Pelanggan," *J. Ilm. SINUS*, vol. 18, no. 1, p. 75, 2020, doi: 10.30646/sinus.v18i1.448.
- [11] K. A. Wijaya and D. Swanjaya, "Integrasi Metode Agglomerative Hierarchical Clustering dan Backpropagation Pada Model Peramalan Penjualan," *Semin. Nas. Inov. Teknol.*, no. 1996, pp. 132–141, 2021, [Online]. Available: <https://proceeding.unpkediri.ac.id/index.php/ino tek/article/view/1092/703>.
- [12] N. K. Zuhal, "Study Comparison K-Means Clustering Dengan Algoritma Hierarchical Clustering," *Pros. Semin. Nas. Teknol. dan Sains*, vol. 1, pp. 200–205, 2022.
- [13] A. T. R. Dani, S. Wahyuningsih, and N. A. Rizki, "Penerapan Hierarchical Clustering Metode Agglomerative pada Data Runtun Waktu," *Jambura J. Math.*, vol. 1, no. 2, pp. 64–78, 2019, doi: 10.34312/jjom.v1i2.2354.
- [14] E. M. Fitri, R. R. Suryono, and A. Wantoro, "Klusterisasi Data Penjualan Berdasarkan Wilayah Menggunakan Metode K-Means Pada Pt Xyz," *J. Komputasi*, vol. 11, no. 2, pp. 157–168, 2023, doi: 10.23960/komputasi.v11i2.12582.