

PENGEMBANGAN KLASTERIASI DATA UNTUK SISTEM REKOMENDASI SEKOLAH DASAR DI MAGELANG DENGAN METODE HIERARCHY CLUSTERING

Muhammad Abdul Muin*¹⁾, Yusuf Wahyu Setiya Putra²⁾

1. STMIK Bina Patria, Magelang, Indonesia
2. STMIK Bina Patria, Magelang, Indonesia

Article Info

Kata Kunci: Hierarchy Clustering; Klasterisasi; Model; Rekomendasi; Sekolah Dasar

Keywords: Clustering; Elementary school; Hierarchy Clustering; Model; Recommendation;

Article history:

Received 12 June 2024

Revised 10 July 2024

Accepted 24 August 2024

Available online 1 September 2024

DOI :

<https://doi.org/10.29100/jipi.v9i3.6335>

* Corresponding author.

Corresponding Author

E-mail address:

muin@stmikbinapatria.ac.id

ABSTRAK

Pendidikan adalah hak semua individu dan menjadi fokus utama bagi negara dan masyarakat. Peran orang tua sangat penting dalam memilih sekolah untuk anak, terutama di tingkat sekolah dasar, karena anak-anak membutuhkan bimbingan dalam memilih sekolah yang tepat. Faktor-faktor seperti Biaya, Kurikulum, Fasilitas, Jarak dan Akreditasi. Variabel tersebut menjadi pertimbangan oleh orang tua dalam memilih sekolah dasar. Urgensi dari penelitian ini terletak pada banyaknya opsi sekolah dasar di Kabupaten Magelang, yang membuat orang tua merasa bingung dalam memilih sekolah yang cocok dengan kebutuhan dan keinginan anak-anak serta orang tua. Berdasarkan Data Pokok Pendidikan Kabupaten Magelang tahun 2024, jumlah siswa Sekolah Dasar mencapai 76.460 siswa, sementara jumlah sekolah dasar negeri dan swasta bawah Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan mencapai 596 sekolah. Oleh karena itu, diperlukan suatu sistem rekomendasi yang dapat membantu orang tua dalam menentukan pilihan sekolah dasar yang terbaik untuk anak-anak mereka. Tujuan Penelitian ini adalah untuk mengembangkan konsep klasterisasi data dengan metode Hierarchy Clustering untuk sistem rekomendasi sekolah dasar di Kabupaten Magelang. Hal ini bertujuan membantu orang tua memilih sekolah yang sesuai untuk anak-anak mereka, dengan pengembangan sistem rekomendasi yang bermanfaat bagi masyarakat, terutama dalam pemilihan sekolah dasar sebagai pondasi pendidikan di Indonesia. Metode dalam penelitian ini meliputi Studi Pustaka, Pengumpulan Data, Klasterisasi Data, Pengujian dan Evaluasi Model Sistem Rekomendasi dan Model Sistem Rekomendasi. Hasil clusterisasi diperoleh tiga cluster yaitu pada cluster 1 sebanyak 23 sekolah, cluster 2 sebanyak 14 sekolah dan cluster 3 sebanyak 9 sekolah, sedangkan hasil pengujian Silhouette Coefficient diperoleh score 0,86 artinya struktur kuat.

ABSTRACT

Education is the right of all individuals and is the main focus for the state and society. The role of parents is very important in choosing a school for their children, especially at the elementary school level, because children need guidance in choosing the right school. Factors such as Cost, Curriculum, Facilities, Distance and Accreditation. These variables are taken into consideration by parents in choosing an elementary school. The urgency of this research lies in the large number of elementary school options in Magelang Regency, which makes parents feel confused in choosing a school that suits the needs and desires of their children and parents. Based on the Basic Education Data for Magelang Regency in 2024, the number of elementary school students reached 76,460 students, while the number of public and private elementary schools under the Ministry of Education and Culture reached 596 schools. Therefore, we need a recommendation system that can help parents determine the best elementary school choice for their children. The aim of this research is to develop a data clustering concept using the Hierarchy Clustering method for an elementary school recommendation system in Magelang Regency. This aims to help parents choose appropriate schools for their children, by developing a recommendation system that is beneficial to society, especially in choosing elementary schools as the foundation of education in Indonesia. The methods in this research include literature study, data collection, data clustering, testing and evaluation of recommendation system

models and recommendation system models. The clusterization results obtained three clusters, namely in cluster 1 as many as 23 schools, cluster 2 as many as 14 schools and cluster 3 as many as 9 schools, while the results of the Silhouette Coefficient test obtained a score of 0.86, meaning a strong structure..

I. PENDAHULUAN

PENDIDIKAN adalah hak setiap individu yang diatur dengan serius oleh negara. Sekolah dasar, biasanya dimulai pada usia 6-12 tahun, merupakan landasan utama dalam pendidikan formal. Orang tua memiliki peran penting dalam memilih sekolah dasar yang sesuai dengan karakter dan perkembangan anak-anak mereka [1]- [2]. Selain sekolah dasar negeri, ada banyak sekolah dasar swasta yang menawarkan berbagai metode dan fasilitas pembelajaran. Persaingan antar lembaga pendidikan dalam menarik minat orang tua calon siswa sangat ketat dengan berbagai layanan yang ditawarkan[3]. Beberapa faktor yang menjadi pertimbangan orang tua dalam memilih sekolah dasar meliputi model pembelajaran, biaya, fasilitas, budaya sekolah, lokasi, prestasi, keamanan, dan fasilitas lingkungan sekolah[4].

Orang tua mengalami kesulitan memilih sekolah dasar karena banyaknya pilihan, sehingga diperlukan sistem rekomendasi untuk membantu mereka dalam proses pemilihan.

Dari hasil diskusi dengan orang tua murid dari beberapa SD di Kabupaten Magelang pada tanggal 14 Maret 2024 di TK Islam Ulil Albab Mertoyudan Kabupaten Magelang, disimpulkan bahwa orang tua murid dari sekolah TK tersebut, mengalami kesulitan dalam mencari sekolah dasar terbaik, sehingga berdampak masyarakat yang dapat salah dalam melakukan pengabdian keputusan pemilihan sekolah terbaik. Untuk itu diperlukan adanya konsultan atau sistem rekomendasi untuk membantu dalam memilih sekolah dasar terbaik. Hal ini disebabkan karena beragamnya model sekolah dasar yang tersebar di Kabupaten Magelang. Dampak yang

Pengembangan sistem rekomendasi pemilihan sekolah dasar terbaik sangatlah penting untuk dilakukan karena dapat membantu orang tua dalam memilih sekolah dasar terbaik sesuai faktor-faktor pertimbangan tertentu dengan pendekatan klasterisasi data. Dengan menggunakan konsep klasterisasi data melalui metode hierarchy clustering, maka dapat memberikan solusi efektif untuk mengatasi kompleksitas banyaknya pilihan sekolah dasar di kabupaten magelang[7]. Kontribusi Penelitian yang dilakukan diberikan pada penelitian secara khusus penelitian ini dapat membantu masyarakat khususnya orang tua yang henda mencari sekolah dasar terbaik. Sehingga dengan adanya Sistem rekomendasi ini diharapkan dapat membantu orang tua dalam membuat keputusan pendidikan yang tepat untuk anak-anak mereka, sehingga dapat memberikan dalam pengambilan keputusan.

Pengembangan model klasterisasi data untuk rekomendasi sekolah dasar di kabupaten magelang menggunakan Metode Hierarchy Clustering. Metode ini dipilih karena memiliki kemampuan analisis untuk membangun sebuah hirarki kelompok pada klasterisasi data[8]. Klasterisasi Data merupakan pendekatan dalam data mining untuk menemukan hubungan, pola dan informasi penting dengan teknik statistik dan matematika [9]-[10]. Kelebihan klasterisasi data dalam sistem rekomendasi adalah meningkatkan keragaman, konsistensi, dan keandalan sistem rekomendasi, serta dapat menyesuaikan perubahan preferensi pengguna dari waktu ke waktu [11]-[12]. Rekomendasi sekolah dasar terbaik didasarkan pada faktor-faktor pertimbangan dari orang tua. Maka dengan metode Hierarchy Clustering faktor-faktor tersebut dapat diolah sehingga menghasilkan suatu model rekomendasi sekolah dasar terbaik di Kabupaten Magelang.

Penelitian terdahulu yang terkait dengan penelitian ini seperti, "Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Orang Tua dalam Pengambilan Keputusan Memilih Sekolah Dasar dan Menengah Pertama Swasta Gracia di Lippo Karawaci Kabupaten Tangerang" [13]. Tujuan Penelitian ini adalah untuk mengetahui faktor-faktor yang mempengaruhi orang tua dalam pengambilan keputusan memilih sekolah dasar dan menengah pertama. Hasil penelitian menunjukkan bahwa secara parsial kualitas pelayanan, biaya sekolah, lokasi sekolah, dan kepuasan pelanggan berpengaruh signifikan terhadap pengambilan keputusan dalam memilih sekolah dasar[14].

"A systematic review and research perspective on recommender systems", Tujuan Penelitian ini untuk melakukan tinjauan terhadap tren penelitian dalam bidang sistem rekomendasi. Tinjauan tersebut mencakup teknik-teknik yang digunakan, jenis data yang diolah, fitur-fitur yang diperhatikan dalam sistem rekomendasi yang diselidiki, serta tantangan-tantangan yang dihadapi dalam pengembangan sistem rekomendasi. Hasil Penelitian ini membahas metode yang paling umum digunakan dalam sistem rekomendasi, yaitu Collaborative Filtering yang terdiri dari dua jenis, yaitu User-based collaborative filtering dan Item-based collaborative filtering [15].

"Sistem Rekomendasi Pemilihan Sekolah Menengah Tingkat Atas Menggunakan Metode Naive Bayes". Tujuan Penelitian ini untuk mengelompokkan data menggunakan algoritma naive bayes. Hasil Penelitian ini adalah

rekomendasi yang disusun dalam urutan berdasarkan peringkat yang dihitung menggunakan metode naive bayes [16].

"A New Hierarchical Clustering Algorithm", Tujuan Penelitian ini untuk menganalisis perbandingan antara beberapa metode klasterisasi, seperti metode Partitioning Clustering dengan K-means dan Hierarchy Clustering. Analisis tersebut terfokus pada waktu komputasi dan akurasi klasterisasi. Hasil Penelitian ini menunjukkan bahwa metode klasterisasi berbasis hirarki memiliki tingkat akurasi yang lebih tinggi dibandingkan dengan metode K-means, meskipun membutuhkan waktu komputasi yang lebih lama terutama pada dataset dengan dimensi yang tinggi [17].

Penelitian terkait Hierarchy Clustering telah dilakukan, termasuk untuk mengelompokkan kabupaten/kota di Jawa Timur berdasarkan indikator pendidikan. Penelitian ini memanfaatkan Algoritma Agglomerative Hierarchical Clustering untuk klasterisasi data kabupaten, dengan analisis kluster menggunakan indikator pendidikan dan pengelompokan berdasarkan jarak euclidean [18].

Kebaruan Penelitian ini adalah Penelitian ini memiliki perbedaan signifikan dengan penelitian sebelumnya. Pertama, penelitian sebelumnya umumnya menggunakan pendekatan collaborative filtering, sedangkan penelitian ini mengadopsi pendekatan klasifikasi data. Kedua, penelitian sebelumnya sering menggunakan metode klasifikasi naive bayes, berbeda dengan penelitian ini menggunakan metode Hierarchy Clustering. Ketiga, objeknya berbeda, yakni pemilihan Sekolah Dasar di Kabupaten Magelang. Faktor-faktor dalam sistem rekomendasi ini mengacu pada penelitian sebelumnya dengan analisis faktor pemilihan sekolah dasar dari data kuisisioner yang disebar kepada wali murid sekolah pra sekolah dasar. Keempat, kebanyakan metode Hierarchy Clustering digunakan untuk pengelompokan data, namun belum dimanfaatkan secara spesifik untuk mendukung sistem rekomendasi sehingga menjadi pembeda dan kebaruan dari penelitian ini.

II. METODE PENELITIAN

Penelitian ini secara umum berkontribusi dalam dalam pengembangan teknologi pada klasterisasi data sehingga membantu masyarakat dalam mencari tempat sekolah dasar terbaik. Inovasi kontribusi yang diberikan pada penelitian ini dibandingkan dengan penelitian sebelumnya yakni pada penelitian ini dalam melakukan rekomendasi sekolah dasar terbaik dilakukan dengan cara klasterisasi wilayah hal ini jarang dilakukan dari penelitian sebelumnya yang kebanyakan dalam rekomendasi dilakukan dengan metode peringkisan atau shorting pada alternatif dengan berdasarkan kriteria.

A. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilaksanakan selama 8 bulan di Kabupaten Magelang. Hasil Model ini dapat dikembangkan diseluruh wilayah Indonesia.

B. Alat dan Bahan Penelitian

Alat penelitian berupa seperangkat komputer dan Software Rapid Manner dan Microsoft Excel. Bahan penelitian berupa data sekolah dasar dan data hasil penyebaran kuisisioner terkait faktor-faktor yang mempengaruhi pemilihan sekolah dasar dari orang tua yang mensekolahkan anaknya disekolah dasar pada Kabupaten Magelang.

C. Langkah-langkah penelitian ini sebagai berikut:

1. Studi pustaka

Studi literatur ini mencari berbagai sumber referensi seperti jurnal, buku, dan artikel yang relevan dengan topik penelitian, seperti Data Mining, Klasterisasi Data, Sistem Rekomendasi, Hierarchy Clustering, dan faktor-faktor yang memengaruhi pemilihan sekolah dasar. Selain itu, penelitian ini juga mengacu pada literatur yang membahas Klasterisasi dan Metode Hierarchy Clustering.

2. Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan pada data sekolah dasar dan data kuisisioner terkait faktor-faktor yang mempengaruhi pemilihan sekolah dasar. Jumlah data sampel yang diambil sebanyak 10% dari populasi atau 60 sekolah dari 596 sekolah. Teknik sampling dilakukan secara acak random dengan melihat tingkat variatif data yang berbeda-beda. Data yang diambil di uji dengan uji validitas dan reliabilitas dilakukan pada model klasterisasi yang telah dibentuk dibandingkan dengan hasil data real. Data sekolah dasar di Kabupaten Magelang diperoleh dari Data Pokok Pendidikan Kabupaten Magelang [5]-[6] dan hasil observasi langsung ke sekolah-sekolah tersebut. Sedangkan data faktor-faktor yang memengaruhi pemilihan sekolah dasar diperoleh melalui

kuisisioner yang disebarakan kepada orang tua yang memiliki anak bersekolah di Kabupaten Magelang[19]. Metode dalam pengumpulan data sebagai berikut:

a. Metode Wawancara

Metode ini melibatkan proses interaksi dengan beberapa sekolah dasar di Kabupaten Magelang melalui wawancara. Hal ini diperlukan karena data yang tersedia dari Data Pokok Pendidikan Kabupaten Magelang hanya mencakup informasi dasar seperti nama sekolah dan jumlah siswa, sehingga perlu dilakukan wawancara khusus terkait informasi biaya pendidikan, fasilitas dan model pembelajaran yang diterapkan oleh sekolah-sekolah di Kabupaten Magelang[20].

b. Metode Observasi

Selain melakukan wawancara dengan pihak sekolah, penelitian ini juga melibatkan observasi terhadap lingkungan sekolah dan pola pembelajaran yang diterapkan. Tujuannya adalah untuk mendapatkan pemahaman yang lebih baik tentang kondisi sekolah dasar di Kabupaten Magelang dan untuk memudahkan proses klasterisasi data [21].

c. Metode Kuisisioner

Untuk memperoleh informasi tentang faktor-faktor yang memengaruhi pemilihan sekolah dasar di Kabupaten Magelang, dilakukan pengumpulan data dengan cara menyebarkan kuisisioner kepada orang tua yang memiliki anak usia sekolah dasar [22]. Penyebaran kuisisioner diambil sebanyak 10 orang persekolah. Data sekolah yang diambil sebanyak 10% dari populasi atau 60 sekolah dari 596 sekolah. Teknik sampling dilakukan secara acak random dengan melihat tingkat variatif data yang berbeda-beda. Data yang diambil di uji dengan uji validitas dan reliabilitas dilakukan pada model klasterisasi yang telah dibentuk dibandingkan dengan hasil data real.

3. Klasterisasi Data

Data yang telah dikumpulkan diproses menggunakan metode Hierarchy Clustering. Parameter-parameter yang digunakan dalam metode hierarki klastering yakni pada metrik jarak dan metode penghentian. Pada metrik jarak dilakukan dengan mengukur kesamaan dan kedekatan antara dua titik data klaster, ketika terjadi data jarak yang sama maka nilai klaster disatukan menjadi satu klaster. Sedangkan metode Penghentian dilakukan ketika tidak ada perubahan signifikan pada pusat klaster (centroid) setelah iterasi, atau ketika jumlah iterasi mencapai batas maksimum yang ditentukan. Salah satu cara untuk menentukan kualitas klaster juga bisa menggunakan siluet koefisien yang mengukur seberapa baik data dikelompokkan. Validasi klaster adalah proses untuk mengevaluasi kualitas dan konsistensi hasil dari analisis klaster. Metode ini dapat mencakup penggunaan informasi internal dari proses pengelompokan untuk menilai seberapa baik struktur klaster terbentuk, dengan menggunakan ukuran seperti C-index, silhouette index, partition entropy, dan partition coefficient. Ini penting untuk memastikan bahwa klaster yang terbentuk memiliki jarak antar klaster yang jelas dan jarak dalam klaster yang minimal. Hasil klasterisasi ini menjadi dasar untuk mengembangkan sistem rekomendasi pemilihan sekolah dasar di Kabupaten Magelang. Proses klasterisasi data sebagai berikut:

a. Pra Pemrosesan

Sebelum proses pengolahan data dimulai, dilakukan tahap pra pemrosesan data untuk memudahkan pemahaman terhadap data dan mempermudah pemilihan metode data mining. Selain itu, pra pemrosesan juga dapat meningkatkan kualitas data dan efisiensi dalam proses penambahan data [23]. Prosedur pengolahan data pada pra pemrosesan data sebagai berikut:

- 1) Pembersihan data dari nilai kosong, derau, pencilan, dan inkonsistensi data.
- 2) Integrasi data, yang merupakan penggabungan data dari berbagai sumber sebelum dilakukan proses pengolahan.
- 3) Seleksi atribut, yaitu menyeleksi atribut data sesuai dengan kebutuhan proses penelitian.

b. Klasterisasi data dengan metode Hierarchy Clustering

Klasterisasi adalah proses mengelompokkan data menjadi beberapa kelompok berdasarkan kesamaan dan perbedaan, tanpa memperhatikan label objek (unsupervised classification) [24]. Penelitian ini menggunakan metode Hierarchy Clustering, yang membangun klaster dengan mempartisi data secara rekursif dalam bentuk struktur pohon [25]-[26]. Metode Hierarchy Clustering dipilih karena metode ini memiliki kemampuan dalam menemukan grup-grup yang tidak dikenal sebelumnya, sehingga dapat membantu untuk pengelompokan data

wilayah untuk dijadikan suatu rekomendasi keputusan.

Tahapan dari Metode Hierarchy Clustering sebagai berikut:

1. Identifikasi variabel penting seperti: kualitas pendidikan, biaya, fasilitas, dan lokasi.
2. Menentukan metrik jarak pada euclidean
3. Menghitung jarak antara sekolah dasar berdasarkan variabel yang dipilih
4. Implementasi Metode Hierarchy Clustering untuk mengelompokkan sekolah berdasarkan jarak dengan tools Rapid Manner.
5. Hasil dikembangkan dalam bentuk model sebagai representasi hierarki kluster

c. Rekomendasi sistem

Hasil dari pengolahan data menggunakan metode Hierarchy Clustering menghasilkan model kluster data yang menjadi landasan utama dalam pengembangan sistem rekomendasi untuk pemilihan sekolah dasar di Kabupaten Magelang.

4. Pengujian dan Evaluasi Model Sistem Rekomendasi

Proses pengujian model melibatkan uji data testing pada model kluster yang dihasilkan dari klasterisasi data dengan metode Hierarchy Clustering [27]. Evaluasi dilakukan untuk menilai keberhasilan klasterisasi, termasuk menggunakan statistik hopkins untuk menilai tendensi klasterisasi, menentukan jumlah kluster yang optimal, dan mengukur kualitas klasterisasi dengan metode intrinsic [28]. Untuk mengevaluasi kinerja sistem rekomendasi, dapat menggunakan beberapa metrik seperti presisi, recall, dan F1-score.

1. Presisi (Precision) mengukur proporsi item yang direkomendasikan yang benar-benar relevan. Ini menunjukkan seberapa tepat rekomendasi yang diberikan.
2. Recall (Sensitivitas) mengukur proporsi item relevan yang berhasil diambil dari keseluruhan item relevan yang ada. Ini menunjukkan seberapa banyak informasi relevan yang berhasil diperoleh.
3. F1-Score adalah ukuran yang memberikan gabungan antara presisi dan recall, dengan rumus $F1\ Score = 2 * (Recall * Precision) / (Recall + Precision)$. F1-score berguna untuk memberikan gambaran yang lebih seimbang ketika kita ingin mengevaluasi keduanya, terutama dalam situasi di mana ada perbedaan signifikan antara presisi dan recall.

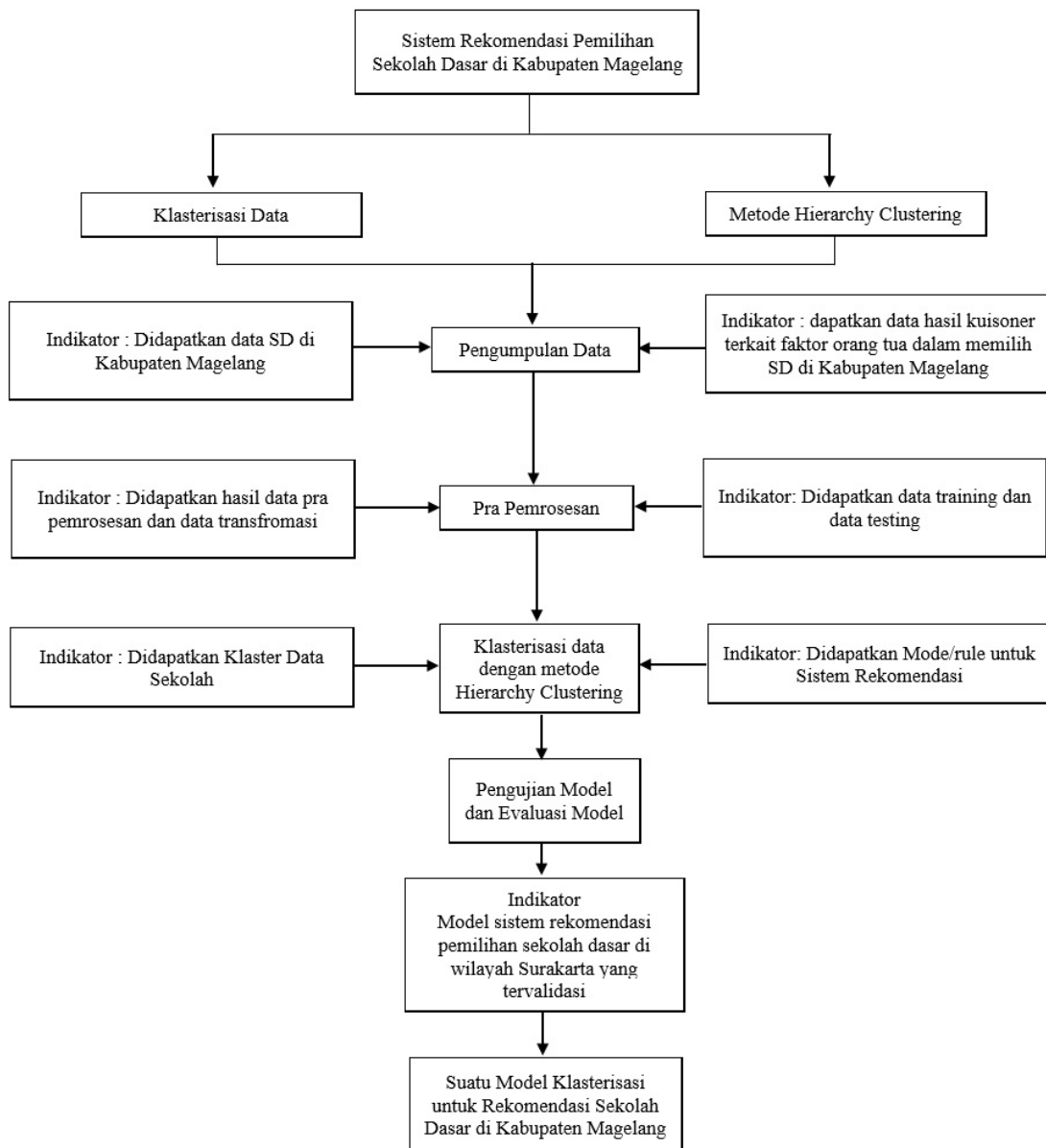
Evaluasi ini dapat dilakukan dengan membandingkan hasil rekomendasi sistem dengan data ground truth dan menghitung nilai-nilai ini untuk mendapatkan gambaran menyeluruh tentang kinerja sistem rekomendasi. Pastikan untuk memverifikasi informasi penting dan mempertimbangkan konteks penggunaan setiap metrik.

5. Model Sistem Rekomendasi

Sistem Rekomendasi bergantung pada klasterisasi data pemilihan sekolah dasar di Kabupaten Magelang, dengan memperhatikan faktor-faktor yang memengaruhi keputusan orang tua dalam pemilihan sekolah dasar. Adapun dasar-dasar aturan dalam model sistem rekomendasi untuk pemilihan sekolah dasar sebagai berikut:

- a. Sistem rekomendasi pemilihan sekolah dasar di Kabupaten Magelang didasarkan pada klasterisasi sekolah dasar, yang mengelompokkan sekolah berdasarkan kualitas pendidikan, biaya, fasilitas, dan lokasi.
- b. Penentuan pengelompokan kluster dilakukan berdasarkan data faktor yang memengaruhi keputusan orang tua dalam memilih sekolah dasar, yang diperoleh melalui kuisioner yang telah disebarluaskan [29].
- c. Cara kerja sistem rekomendasi ini melibatkan input kriteria sekolah dasar yang diinginkan, dan rekomendasi sekolah dasar diberikan berdasarkan hasil klasterisasi yang telah dilakukan [30].

Model kerangka pikir alur penelitian ini disajikan pada gambar 1.



Gambar. 1. Kerangka Alur Penelitian

III. HASILAN PEMBAHASAN

Interpretasi hasil klasterisasi melibatkan analisis mendalam mengenai karakteristik setiap kluster yang terbentuk. Setiap kluster dapat mewakili kelompok data yang memiliki kesamaan tertentu. Pada penelitian ini dalam konteks pendidikan, kluster bisa menggambarkan kelompok sekolah dengan kualitas pendidikan yang serupa. Implikasi dari karakteristik masing-masing kluster terhadap kualitas pendidikan dapat mencakup identifikasi kebutuhan spesifik untuk perbaikan, pengembangan kurikulum yang sesuai, atau penyusunan strategi peningkatan berbasis kelompok tertentu. Penting untuk memberikan nama dan interpretasi spesifik terhadap kluster agar hasil analisis dapat memberikan wawasan yang berguna dalam membuat kebijakan pendidikan yang lebih efektif.

4. Hasil dan Pembahasan

4.1 Hasil Klasterisasi

Setelah melakukan proses klasterisasi menggunakan metode Hierarchy Clustering, kami mendapatkan beberapa kluster yang mewakili kelompok SD dengan karakteristik yang serupa. Proses ini dilakukan dengan menggunakan pendekatan agglomerative, di mana setiap sekolah pada awalnya dianggap sebagai satu kluster dan kemudian digabungkan berdasarkan kemiripan hingga terbentuk beberapa kluster.

4.1.1 Penentuan Jumlah Klaster

Untuk menentukan jumlah klaster yang optimal, digunakan metode dendrogram yang menunjukkan hubungan hierarkis antar data. Selain itu, digunakan juga metode evaluasi seperti silhouette score dan Davies-Bouldin index untuk menilai kualitas klasterisasi yang dihasilkan.

- a. Silhouette Score : Nilai silhouette score yang mendekati 1 menunjukkan bahwa data terkelompok dengan baik dalam klaster yang tepat.
- b. Davies-Bouldin Index : Nilai indeks Davies-Bouldin yang lebih rendah menunjukkan klaster yang lebih baik karena adanya jarak yang lebih besar antara klaster dan jarak yang lebih kecil dalam klaster.

4.1.2 Deskripsi Klaster

Berikut adalah deskripsi singkat dari klaster yang dihasilkan:

1. Klaster 1 : Sekolah dengan Biaya Tinggi dan Fasilitas Lengkap
 - Biaya : Tinggi
 - Kurikulum : Internasional/Bilingual
 - Fasilitas : Sangat Lengkap (laboratorium, perpustakaan modern, fasilitas olahraga)
 - Jarak : Dekat dengan pusat kota
 - Akreditasi : A
2. Klaster 2 : Sekolah dengan Biaya Menengah dan Fasilitas Standar
 - Biaya : Menengah
 - Kurikulum : Nasional
 - Fasilitas : Standar (perpustakaan, ruang komputer)
 - Jarak : Sedang, tidak terlalu jauh dari pusat kota
 - Akreditasi : B
3. Klaster 3 : Sekolah dengan Biaya Rendah dan Fasilitas Terbatas
 - Biaya : Rendah
 - Kurikulum : Nasional
 - Fasilitas : Terbatas (ruang kelas, beberapa fasilitas dasar)
 - Jarak : Beragam, termasuk daerah pinggiran
 - Akreditasi : C atau belum terakreditasi

4.2 Analisis Klaster

4.2.1 Klaster 1: Sekolah dengan Biaya Tinggi dan Fasilitas Lengkap

Sekolah-sekolah dalam klaster ini cenderung memiliki biaya pendidikan yang tinggi. Namun, biaya ini sebanding dengan fasilitas yang ditawarkan, seperti laboratorium, perpustakaan modern, dan fasilitas olahraga yang lengkap. Sekolah-sekolah ini juga seringkali menawarkan kurikulum internasional atau bilingual yang dapat memberikan nilai tambah bagi siswa. Akreditasi A menunjukkan bahwa sekolah-sekolah ini memiliki standar pendidikan yang tinggi.

4.2.2 Klaster 2: Sekolah dengan Biaya Menengah dan Fasilitas Standar

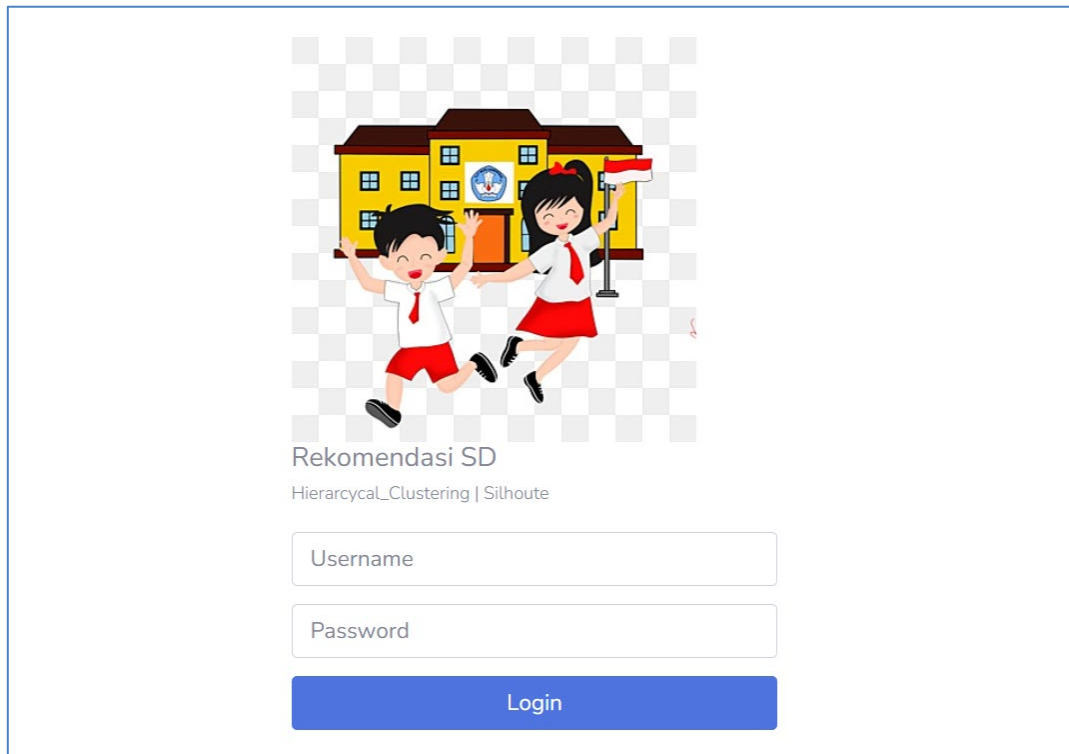
Sekolah dalam klaster ini menawarkan biaya pendidikan yang lebih terjangkau dibandingkan klaster pertama, namun tetap memiliki fasilitas yang memadai untuk menunjang proses belajar mengajar. Kurikulum nasional yang diterapkan sesuai dengan standar pendidikan yang berlaku di Indonesia, dan akreditasi B menunjukkan kualitas yang baik meskipun tidak seunggul klaster pertama.

4.2.3 Klaster 3: Sekolah dengan Biaya Rendah dan Fasilitas Terbatas

Sekolah-sekolah dalam klaster ini memiliki biaya pendidikan yang rendah, membuatnya lebih terjangkau bagi banyak keluarga. Namun, fasilitas yang tersedia cenderung terbatas, dan beberapa sekolah mungkin belum terakreditasi atau memiliki akreditasi C. Sekolah-sekolah ini tetap menerapkan kurikulum nasional, tetapi mungkin menghadapi tantangan dalam menyediakan fasilitas yang optimal untuk siswa.

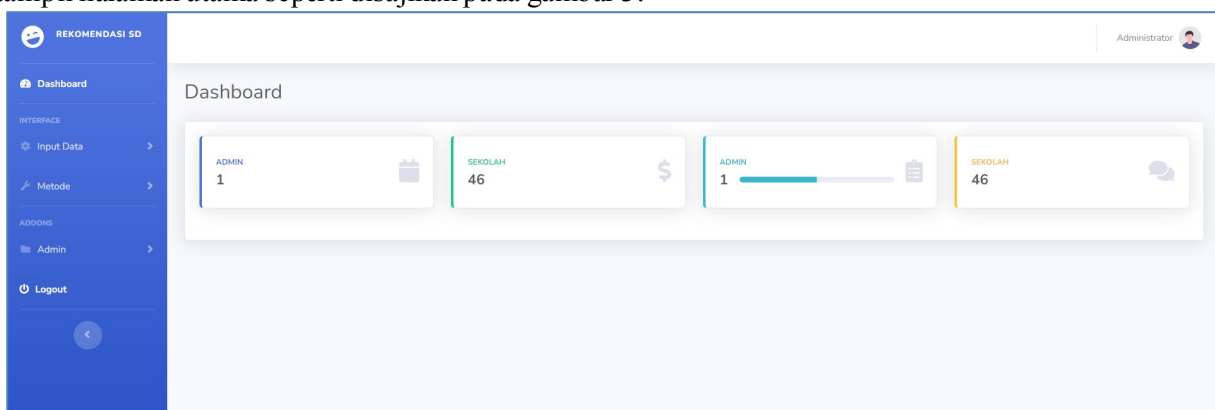
4.3 Implementasi Aplikasi

Pada penelitian ini dikembangkan dengan pada suatu program aplikasi yang dikembangkan dengan menggunakan Bahasa pemrograman PHP. Aplikasi ini didesain sesuai kebutuhan user dengan melihat fitur dan keunggulannya. Pada saat pertama kali dijalankan maka aplikasi akan menjadikan halaman awal untuk melakukan login kedalam sistem. Form login berperan penting sebagai hak akses membatasi sistem agar dapat dilakukan proses validasi sistem, Ketika user memasukan username dan password benar maka akan disajikan pada halaman utama dan sebaliknya. Adapun tampilan halaman login aplikasi seperti disajikan pada gambar 2.



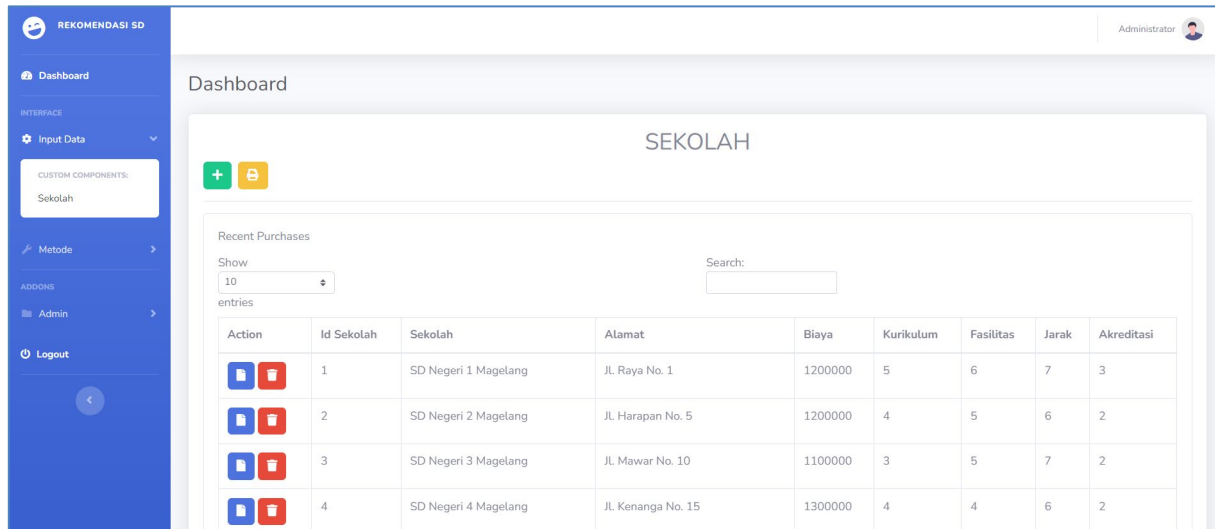
Gambar. 2. Login Program Aplikasi

Pada Aplikasi ini untuk login sistem dilakukan dengan mengisi username : admin dan password : admin maka akan tampil halaman utama seperti disajikan pada gambar 3.



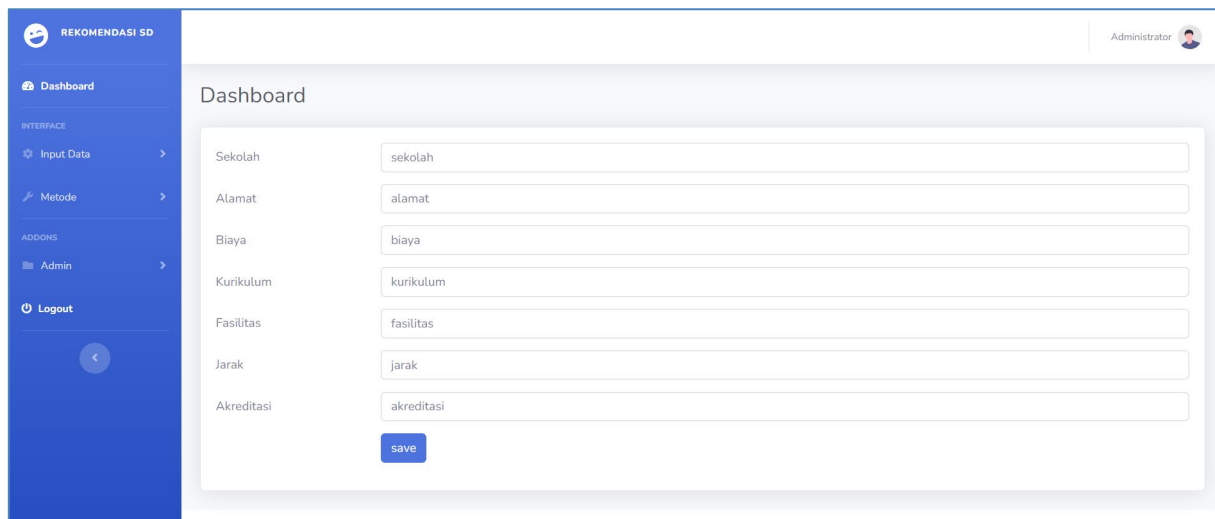
Gambar. 3. Halaman Utama Aplikasi

Pada halaman menu utama terdapat beberapa fitur penting seperti pada menu Input Data digunakan untuk menginputkan data sekolah dan parameter klasterisasi. Menu Metode berfungsi untuk melakukan proses klasterisasi dengan menggunakan Algoritma Hierarchy Clustering, sistem berjalan secara otomatis dengan rumus algoritma yang telah disistem. Pada menu tambahan seperti admin berfungsi untuk mengelola sistem sesuai dengan fungsinya. Pada aplikasi ini terdapat fasilitas untuk menginputkan data sekolah yang berguna untuk memproses data clusterisasi dengan algoritma Hierarchy Clustering. Untuk melihat data sekolah dapat mengklik menu Input Data – Sekolah maka akan tampil daftar sekolah seperti disajikan pada gambar 4.



Gambar. 4. Halaman Daftar Sekolah

Apabila ingin menambahkan data sekolah maka dapat dilakukan dengan mengklik tombol + sehingga akan tampil sebuah form untuk mengisi data sekolah beserta variabelnya seperti disajikan pada gambar 5.



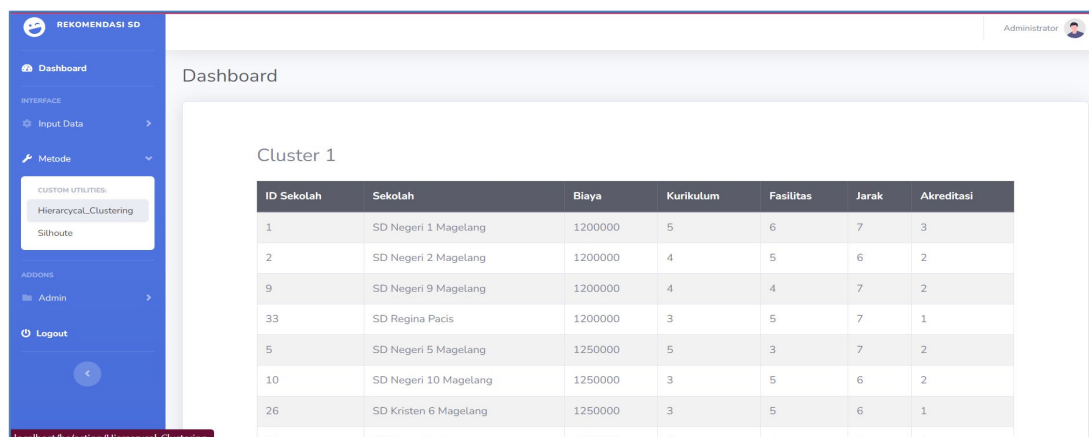
Gambar. 5. Halaman Input Data Sekolah

Data sekolah yang peneliti peroleh dari sumber dari dinas Pendidikan kabupaten magelang. Data tersebut telah peneliti konversi kedalam bentuk nilai angka agar dapat lebih mudah dalam proses perhitungan algoritma. Data sekolah dasar seperti disajikan pada tabel I.

TABEL I
 DATA SEKOLAH DASAR KOTA MAGELANG

No	Nama Sekolah	Alamat	Biaya	Kurikulum	Fasilitas	Jarak	Akreditasi
1	SD Negeri 1 Magelang	Jl. Raya No. 1	1200000	5	6	7	3
2	SD Negeri 2 Magelang	Jl. Harapan No. 5	1200000	4	5	6	2
3	SD Negeri 3 Magelang	Jl. Mawar No. 10	1100000	3	5	7	2
4	SD Negeri 4 Magelang	Jl. Kenanga No. 15	1300000	4	4	6	2
5	SD Negeri 5 Magelang	Jl. Melati No. 20	1250000	5	3	7	2
...
46	SD Advent 2 Magelang	Jl. Mawar Timur No. 25	1850000	4	5	6	2

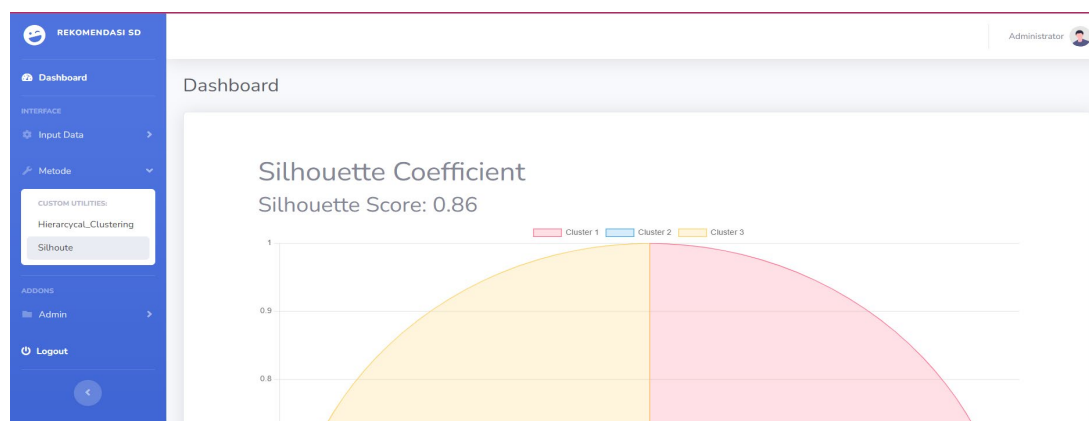
Pada menu inti dari program aplikasi ini yakni menu untuk memproses klasterisasi dengan Algoritma Hierarchy Clustering yang berguna untuk mengelompokkan tingkat klasterisasi sekolah dasar seperti disajikan pada gambar 5.



ID Sekolah	Sekolah	Biaya	Kurikulum	Fasilitas	Jarak	Akreditasi
1	SD Negeri 1 Magelang	1200000	5	6	7	3
2	SD Negeri 2 Magelang	1200000	4	5	6	2
9	SD Negeri 9 Magelang	1200000	4	4	7	2
33	SD Regina Pacis	1200000	3	5	7	1
5	SD Negeri 5 Magelang	1250000	5	3	7	2
10	SD Negeri 10 Magelang	1250000	3	5	6	2
26	SD Kristen 6 Magelang	1250000	3	5	6	1
33	SD Santa Maria	1250000	4	4	6	1

Gambar. 6. Halaman Hasil Clusterisasi Sekolah Dasar

Pada pengujian sistem yang dilakukan untuk mengetahui tingkat struktur data, maka pengujian ini dilakukan dengan metode silhouette coefficient diperoleh seperti disajikan pada gambar 7.



Gambar. 7. Halaman Pengujian Silhouette Coefficient

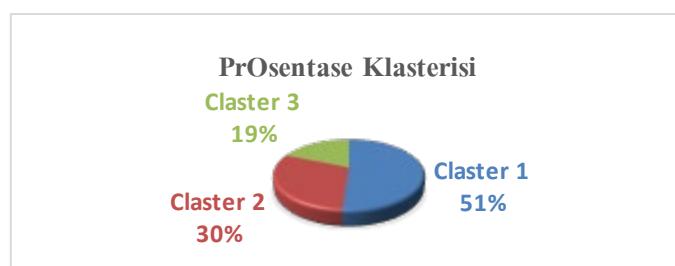
Pengujian sistem dilakukan dengan menggunakan Metode Silhouette Coefficient berguna untuk menguji tingkat struktur sistem. Pada pengujian yang telah dilakukan diperoleh score tinggi yaitu 0,86 artinya struktur sistem pada clasterisasi dinyatakan kuat. Pada pengujian ini menjadi pembeda dengan penelitian sebelumnya rata-rata hasil pengujian diperoleh nilai score dibawah 0,80. Dengan adanya score tinggi tersebut maka dapat disimpulkan bahwa struktur data klasterisasi yang telah dibentuk menunjukkan hasil yang baik dan sangat kuat.

Proses klasterisasi ini memberikan wawasan yang jelas mengenai kelompok sekolah yang ada di Kabupaten Magelang berdasarkan variabel biaya, kurikulum, fasilitas, jarak, dan akreditasi. Orang tua dapat menggunakan informasi ini untuk membuat keputusan yang lebih terinformasi mengenai sekolah yang paling sesuai untuk anak-anak mereka. Hasil pengujian dengan sistem diperoleh tiga cluster dengan pengelompokan seperti pada Cluster 1 yaitu SD Negeri 2 Magelang, SD Negeri 9 Magelang, SD Regina Pacis, SD Negeri 5 Magelang, SD Negeri 10 Magelang, SD Kristen 6 Magelang, SD Santa Maria, SD Negeri 4 Magelang, SD Kristen 5 Magelang, SD Santo Yosef, SD Negeri 6 Magelang, SD Negeri 3 Magelang, SD Negeri 8 Magelang, SD Negeri 7 Magelang, SD Kristen 4 Magelang, SD ST. Theresia, MI Al-Hikmah, SD Kristen 7 Magelang, SD Kristen 2 Magelang, SD Bunda Maria, SD Kristen 1 Magelang dan SD Frateran. Cluster 2 yaitu MI An-Nur, SD Kristen 9 Magelang, SD Tirta Marta, MI Miftahul Huda, SD Trimurti, MI At-Taqwa, MI Al-Ikhlas, SD Kristen 10 Magelang, SD Mawar Sharon, MI Al-Hidayah, SD GPIB Immanuel, SD Advent 2 Magelang dan SD Advent 1 Magelang. Cluster 3 yaitu MI Al-Falah SD Santo Petrus, MI Al-Muhajirin, SD Kristen 8 Magelang, SD Kristen 3 Magelang, SD Pancaran Iman, MI Al-Ma'arif, SD Santa Clara dan SD Bhakti Praja. Berdasarkan hasil cluster diatas dapat diambil kesimpulan jumlah cluster 1 sebanyak 23 sekolah, cluster 2 sebanyak 14 sekolah dan cluster 3 sebanyak 9 sekolah. Berdasarkan uraian diatas maka dapat disajikan pada tabel 2.

TABEL II
 HASIL KLASTERISASI SEKOLAH DASAR

No	Cluster 1	No	Cluster 2	No	Cluster 3
1	SD Negeri 2 Magelang	1	MI An-Nur	1	MI Al-Falah SD Santo Petrus
2	SD Negeri 9 Magelang	2	SD Kristen 9 Magelang	2	MI Al-Muhajirin
3	SD Regina Pacis	3	SD Tirta Marta	3	SD Kristen 8 Magelang
4	SD Negeri 5 Magelang	4	MI Miftahul Huda	4	SD Kristen 3 Magelang
5	SD Negeri 10 Magelang	5	SD Trimurti	5	SD Pancaran Iman
6	SD Kristen 6 Magelang	6	MI At-Taqwa	6	MI Al-Ma'arif
7	SD Santa Maria	7	MI Al-Ikhlas	7	SD Santa Clara
8	SD Negeri 4 Magelang	8	SD Kristen 10 Magelang	8	SD Bhakti Praja
9	SD Kristen 5 Magelang	9	SD Mawar Sharon		
10	SD Santo Yosef	10	MI Al-Hidayah		
11	SD Negeri 6 Magelang	11	SD GPIB Immanuel		
12	SD Negeri 3 Magelang	12	SD Advent 2 Magelang		
13	SD Negeri 8 Magelang	13	SD Advent 1 Magelang		
14	SD Negeri 7 Magelang				
15	SD Kristen 4 Magelang				
16	SD ST. Theresia				
17	MI Al-Hikmah				
18	SD Kristen 7 Magelang				
19	SD Kristen 2 Magelang				
20	SD Bunda Maria				
21	SD Kristen 1 Magelang				
22	SD Frateran				

Berdasarkan uraian dari tabel 1 maka dapat diambil kesimpulan bahwa jumlah klaster 1 sebanyak 22 sekolah, cluster 2 sebanyak 13 sekolah dan cluster 3 sebanyak 8 sekolah, sehingga dapat ditampilkan grafik pada gambar 8.



Gambar. 8. Hasil Prosentase Klasterisasi Sekolah Dasar

4.4 Implikasi dan Rekomendasi

Hasil penelitian ini memiliki beberapa implikasi penting:

1. Bagi Pemerintah Daerah: Hasil klasterisasi dapat digunakan untuk meningkatkan pemerataan kualitas pendidikan dengan fokus pada peningkatan fasilitas dan akreditasi sekolah dalam klaster yang memiliki keterbatasan.
2. Bagi Orang Tua : Informasi mengenai klaster sekolah dapat membantu orang tua dalam memilih sekolah yang sesuai dengan kebutuhan dan kemampuan finansial mereka.
3. Bagi Sekolah : Sekolah dapat menggunakan hasil ini untuk memahami posisi mereka dalam konteks yang lebih luas dan mengidentifikasi area yang memerlukan peningkatan.
4. Implikasi Pendidikan yang diperlukan berdasarkan hasil klasterisasi yang telah dilakukan dari ketiga cluster yang diuji maka terdapat dengan tingkat prosenetase tertinggi yakni pada cluster 1 terdapat 51%, hal ini menunjukkan bahwa rata-rata sekolah dasar di Kabupaten Magelan sekolah dasar terbaik ditandai dengan biaya tinggi, kurikulum Bilingual, sarana fasilitas yang sangat lengkap dan terakreditasi A. Hal ini memberikan gambaran bagi orang tua calon murid menjadi dasar pertimbangan dalam pengambilan keputusan.

IV. KESIMPULAN

Penelitian ini telah berhasil mengembangkan model klasterisasi data menggunakan metode Hierarchy Clustering untuk memberikan rekomendasi SD di Kabupaten Magelang. Model ini mempertimbangkan lima variabel penting yaitu biaya, kurikulum, fasilitas, jarak, dan akreditasi. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi bagi orang tua dalam memilih sekolah yang paling sesuai untuk anak-anak mereka. Selain itu, hasil klasterisasi ini juga dapat digunakan oleh pemerintah daerah untuk merancang kebijakan yang lebih efektif dalam meningkatkan kualitas pendidikan di Kabupaten Magelang. Hasil clusterisasi diperoleh tiga cluster yaitu pada cluster 1 sebanyak 23 sekolah, cluster 2 sebanyak 14 sekolah dan

clusteri 3 sebanyak 9 sekolah, sedangkan hasil pengujian Silhouette Coefficient diperoleh score 0,86 artinya struktur kuat.

UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti mengucapkan terimakasih banyak kepada Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Riset, dan Teknologi Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi, atas bantuan pendanaan hibah skim penelitian dosen pemula. Semoga hasil penelitian ini dapat bermanfaat untuk kemajuan bangsa dan negara.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. Fikriyah, A. Mayasari, U. Ulfah, and O. Arifudin, "Peran Orang Tua Terhadap Pembentukan Karakter Anak Dalam Menyikapi Bullying" *J. Tahsinia*, vol. 3, no. 1, pp. 11–19, 2022, doi: 10.57171/jt.v3i1.306.
- [2] K. Kamar, M. Asbari, A. Purwanto, W. Nurhayati, E. Agistiawati, and R. N. Sudiyono, "Membangun Karakter Asuh Orang Tua berdasarkan Genetic Personality," *J. Inov. Pembelajaran*, vol. 6, no. 1, pp. 75–86, 2020.
- [3] S. Atmojo, S. Dewi, N. Widhiyanta, and R. Utami, "Sistem Informasi Rekomendasi Pemilihan Sekolah Dasar Dengan Metode Ahp Studi Kasus Surabaya Barat," *Eduitic - Sci. J. Informatics Educ.*, vol. 7, no. 2, pp. 85–93, 2021, doi: 10.21107/edutic.v7i2.8383.
- [4] M. Azzahra and Nurrohmatul Amaliyah, "Analisis Faktor Penyebab Kesulitan Siswa Dalam Pembelajaran Tematik Di Kelas Iv Sekolah Dasar," *J. Cakrawala Pendas*, vol. 8, no. 3, pp. 851–859, 2022, doi: 10.31949/jcp.v8i3.2677.
- [5] N. Lestari, "Peningkatan Kompetensi Guru Sekolah Dasar di Kecamatan Srmbung Kabupaten Magelang," *Respository Univ. Negeri Yogyakarta*, no. 1, pp. 1–119, 2016.
- [6] N. S. Z. Andriani, "Implementasi Kurikulum Merdeka Belajar Dalam Peningkatan Kualitas Pembelajaran di Sekolah Dasar Mamba'ul Hisan Tempuran Magelang," *Khazanah Pendidikan-Jurnal Ilm. Kependidikan*, vol. 17, no. 2, pp. 326–333, 2023, doi: 10.30595/jkp.v17i2.18249.
- [7] L. Zahrotun, U. Linarti, B. H. T. Suandi As, H. Kumia, and L. Y. Sabila, "Comparison of K-Medoids Method and Analytical Hierarchy Clustering on Students' Data Grouping," *Int. J. Informatics Vis.*, vol. 7, no. 2, pp. 446–454, 2023, doi: 10.30630/joiv.7.2.1204.
- [8] P. Govender and V. Sivakumar, *Application of k-means and hierarchical clustering techniques for analysis of air pollution: A review (1980–2019)*, vol. 11, no. 1. Turkish National Committee for Air Pollution Research and Control, 2020. doi: 10.1016/j.apr.2019.09.009.
- [9] A. Diana, A. Ariesta, A. Wibowo, and D. A. B. Risaychi, "New Student Clusterization Based on New Student Admission Using Data Mining Method," *J. Pilar Nusa Mandiri*, vol. 19, no. 1, pp. 1–10, 2023, doi: 10.33480/pilar.v19i1.4089.
- [10] L. Infante, "Hierarchical clustering," *Rev. Mex. Astron. y Astrofis. Ser. Conf.*, vol. 14, no. 4, pp. 63–67, 2002, doi: 10.1145/3321386.
- [11] R. Baral, S. S. Iyengar, X. Zhu, T. Li, and P. Sniatala, "HiRecS: A Hierarchical Contextual Location Recommendation System," *IEEE Trans. Comput. Soc. Syst.*, vol. 6, no. 5, pp. 1020–1037, 2019, doi: 10.1109/TCSS.2019.2938239.
- [12] P. Alam Jusia, F. Muhammad Irfan, and S. Dinamika Bangsa Jambi Jl Jend Sudirman Thekok Jambi, "Clustering Data Untuk Rekomendasi Penentuan Jurusan Perguruan Tinggi Menggunakan Metode K-Means," *J. IKRA-ITH Inform.*, vol. 3, no. 3, p. 75, 2019.
- [13] H. Zou, "Clustering Algorithm and Its Application in Data Mining," *Wirel. Pers. Commun.*, vol. 110, no. 1, pp. 21–30, 2020, doi: 10.1007/s11277-019-06709-z.
- [14] M. R. Pratama and N. Anggraini, "Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Orang Tua dalam Pengambilan Keputusan Memilih Sekolah Dasar dan Menengah Pertama Swasta Gracia Di Lippo Karawaci ...," *YUME J. Manag.*, vol. 5, no. 3, pp. 681–692, 2022, doi: 10.37531/yume.v5i3.34653.
- [15] D. Roy and M. Dutta, "A systematic review and research perspective on recommender systems," *J. Big Data*, vol. 9, no. 1, 2022, doi: 10.1186/s40537-022-00592-5.
- [16] T. D. Salma and Y. S. Nugroho, "Sistem Rekomendasi Pemilihan Sekolah Menengah Tingkat Atas Menggunakan Metode Naive Bayes," *Khazanah Inform. J. Ilmu Komput. dan Inform.*, vol. 2, no. 2, pp. 85–94, 2016, doi: 10.23917/khif.v2i2.2306.
- [17] A. Starczewski, "A new hierarchical clustering algorithm," *Lect. Notes Comput. Sci. (including Subser. Lect. Notes Artif. Intell. Lect. Notes Bioinformatics)*, vol. 7268 LNAI, no. PART 2, pp. 175–180, 2012, doi: 10.1007/978-3-642-29350-4_21.
- [18] S. Rokhmah, "Claterization of Primary Schools In The Surakarta Region Using The K-Medoids Method Based on School Costs and Facilities," vol. 04, no. 04, pp. 183–187, 2023.
- [19] F. Fatkhurrochman and M. A. Muin, "Sistem Pendukung Keputusan Penentuan Kinerja Perawat Terbaik Di Klinik Amanah Dengan Metode Simple Additive Weighting," *J. Tek. Inf. dan Komput.*, vol. 5, no. 2, p. 351, 2022, doi: 10.37600/tekinom.v5i2.535.
- [20] T. Yusnanto, F. Fatkhurrochman, M. A. Muin, and S. Waluyo, "Pelatihan Dasar Keamanan Digital Untuk Mengurangi Pencurian Data Yang Berdampak Pada UMKM," *J. Pengabd. Masy. Bangsa*, vol. 1, no. 9, pp. 2022–2029, 2023, doi: 10.59837/jpmba.v1i9.458.
- [21] D. Ariesanti, A. Mudiono, and S. Arifin, "Analisis Implementasi Kurikulum Merdeka Dan Perencanaan Pembelajaran Di Sekolah Dasar," *SENTRI J. Ris. Ilm.*, vol. 2, no. 6, pp. 1896–1907, 2023, doi: 10.55681/sentri.v2i6.995.
- [22] M. Hertil, Leny Marlina2, "Pengaruh Pola Asuh Orang Tua Menikah Di Usia Muda Terhadap Aspek Perkembangan Kognitif Pada Anak Usia 4-6 Tahun Di Desa," *J. Ilm. Multidisiplin*, vol. 1, no. 4, pp. 667–678, 2022.
- [23] T. Ahmad and M. N. Aziz, "Data preprocessing and feature selection for machine learning intrusion detection systems," *ICIC Express Lett.*, vol. 13, no. 2, pp. 93–101, 2019, doi: 10.24507/icelet.13.02.93.
- [24] Q. Zhang, Z. Wu, G. Guo, H. Zhang, and P. Tarolli, "Explicit the urban waterlogging spatial variation and its driving factors: The stepwise cluster analysis model and hierarchical partitioning analysis approach," *Sci. Total Environ.*, vol. 763, p. 143041, 2021, doi: 10.1016/j.scitotenv.2020.143041.
- [25] K. B., "A Comparative Study on K-Means Clustering and Agglomerative Hierarchical Clustering," *Int. J. Emerg. Trends Eng. Res.*, vol. 8, no. 5, pp. 1600–1604, 2020, doi: 10.30534/ijeter/2020/20852020.
- [26] Nisha and P. J. Kaur, "Cluster quality based performance evaluation of hierarchical clustering method," *Proc. 2015 1st Int. Conf. Next Gener. Comput. Technol. NGCT 2015*, no. September, pp. 649–653, 2016, doi: 10.1109/NGCT.2015.7375201.
- [27] F. Alalyan, N. Zamzami, and N. Bouguila, "Model-Based Hierarchical Clustering for Categorical Data," *IEEE Int. Symp. Ind. Electron.*, vol. 2019-June, pp. 1424–1429, 2019, doi: 10.1109/ISIE.2019.8781307.
- [28] M. Jafarzadegan, F. Safi-Esfahani, and Z. Beheshti, "Combining hierarchical clustering approaches using the PCA method," *Expert Syst. Appl.*, vol. 137, pp. 1–10, 2019, doi: 10.1016/j.eswa.2019.06.064.
- [29] M. Naga Surya Lakshmi and Y. Radhika, "A comparative paper on measuring the performance of snort and suricata with variable packet sizes and speed," *Prog. Color. Color. Coatings*, vol. 8, no. 1, pp. 29–37, 2018, doi: 10.14419/ijet.v8i1.13971.
- [30] R. Umbu, Y. S. Dwanoko, and ..., "Sistem Rekomendasi Penerima Bantuan PKH Dengan Metode Smart Guna Mendukung Keputusan Pemerintah Desa," *J. Terap. Sains ...*, vol. 4, no. 3, pp. 182–191, 2022.