

Metode Klasterisasi Untuk Pengelompokan Potensi Wisata guna Menunjang Digitalisasi Wisata di Indonesia

Muqorobin^{1*}, Sri Supatminingsih², Dewi Hermawati Wahyuningsih³

^{1,2} Institut Teknologi Bisnis AAS Indonesia, Sukoharjo, Indonesia

³ Kepariwisataaan, Sekolah Tinggi Pariwisata Sahid, Surakarta, Indonesia

ARTICLE INFO

Article history:

Received March 18, 2024

Accepted July 13, 2024

Available online July 25, 2024

Kata Kunci:

Metode Klasterisasi, Potensi Wisata, Digitalisasi Wisata, Indonesia.

Keywords:

Clustering Method, Tourism Potential, Tourism Digitalization, Indonesia.



This is an open access article under the [CC BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license.

Copyright © 2024 by Author.

Published by Universitas Pendidikan Ganesha.

ABSTRAK

Digitalisasi wisata telah menjadi tren global yang memerlukan pendekatan sistem cerdas dalam pengelolaan dan pemasaran destinasi wisata. Pengembangan metode klasterisasi yang efektif dapat menjadi langkah kunci untuk mengidentifikasi, mengelompokkan, dan memahami potensi wisata yang beragam di Indonesia. Dengan adanya pengembangan metode klasterisasi yang canggih maka dapat memungkinkan terwujudnya strategi digital yang lebih efektif. Pengembangan Metode Klasterisasi yang efektif penting untuk mengidentifikasi dan memahami beragam potensi pariwisata di Indonesia. Hal ini menjadi urgensi masalah yang sangat penting mengingat banyak wisatawan yang kesulitan memilih tempat wisata terbaik. Tujuan Penelitian ini untuk mengembangkan metode klasterisasi untuk mendukung digitalisasi pariwisata di Indonesia, dengan mengintegrasikan Algoritma K-Means Clustering dan Weighted Product. Pendekatan yang digunakan dalam penelitian ini yakni dengan Metode untuk mengelompokkan potensi wisata dalam tiga klaster yaitu besar, sedang, dan kecil. Kemudian dilanjutkan rekomendasi wisata terbaik berdasarkan kriteria: keindahan, budaya, akses, fasilitas, aktivitas, iklim, keunikan, keamanan, keterlibatan, kebersihan, promosi. Penelitian ini meliputi studi literatur, pengumpulan data, pengembangan metode klasterisasi dan pengujian sistem. Model ini diharapkan dapat membantu pengelola pariwisata dalam mewujudkan digitalisasi yang lebih efektif di Indonesia. Hasilnya akhir dari model klasterisasi ini adalah tiga klaster pariwisata dengan tingkat potensi yang berbeda-beda yaitu pada cluster 1 adalah 12%, cluster 2 adalah 54% dan cluster 3 adalah 34%. Pengujian yang dilakukan pada uji fungsionalitas menunjukkan hasil diterima pada seluruh skenario uji dan hasil uji Silhouette Coefisien menunjukkan struktur data yang kuat dengan skor rata-rata 0,87.

ABSTRACT

Tourism digitalization has become a global trend that requires an intelligent systems approach in managing and marketing tourist destinations. Developing an effective clustering method can be a key step in identifying, grouping and understanding the diverse tourism potential in Indonesia. With the development of sophisticated clustering methods, it is possible to realize more effective digital strategies. Developing an effective Clustering Method is important for identifying and understanding the diverse tourism potential in Indonesia. This is a very important problem considering that many tourists have difficulty choosing the best tourist attractions. The aim of this research is to develop a clustering method to support the digitalization of tourism in Indonesia, by integrating the K-Means Clustering and Weighted Product algorithms. The approach used in this research is a method for grouping tourism potential into three clusters, namely large, medium and small. Then proceed with the best tourist recommendations based on the criteria: beauty, culture, access, facilities, activities, climate, uniqueness, safety, involvement, cleanliness, promotion. This research includes literature study, data collection, development of clustering methods and system testing. This model is expected to help tourism managers realize more effective digitalization in Indonesia. The final result of this clustering model is three tourism clusters with different levels of potential, namely cluster 1 is 12%, cluster 2 is 54% and cluster 3 is 34%. Tests carried out on the functionality test show acceptable results in all test scenarios and the Silhouette Coefficient test results show a strong data structure with an average score of 0.87.

1. PENDAHULUAN

Di era digitalisasi yang terus berkembang, industri pariwisata merupakan salah satu sektor yang mendapat perhatian besar (Gonçalves et al., 2022; Widari, 2021). Perkembangan pariwisata melalui program digital di era globalisasi menunjukkan pertumbuhan yang signifikan dan sangat cepat dalam komunikasi cyberteknologi. Di Indonesia, sebagai negara dengan kekayaan alam dan budaya yang melimpah, potensi pariwisata sangat besar dan menjadi salah satu sumber pendapatan yang penting. Namun, untuk mengoptimalkan potensi tersebut, diperlukan strategi manajemen yang cerdas dan efisien (Komariah et al., 2018; Lohmer et al., 2020). Di tengah pesatnya perkembangan teknologi informasi dan

*Corresponding author.

E-mail addresses: robbyaullah@gmail.com (Muqorobin)

komunikasi, industri pariwisata di Indonesia mengalami transformasi yang signifikan (Sharma et al., 2021). Perubahan perilaku wisatawan yang semakin cenderung mengandalkan platform digital untuk merencanakan dan mengatur perjalanannya menunjukkan bahwa digitalisasi telah menjadi kunci dalam pengembangan sektor pariwisata (Nyoman Crisnapati et al., 2019; SBM, 2020). Seiring dengan itu, kebutuhan untuk mengoptimalkan pengelompokan potensi wisata dan pemasaran wisata menjadi semakin mendesak (Kim et al., 2020). Permasalahan yang sering ditemukan adalah beragamnya tempat wisata di Indonesia yang memiliki potensi daerah yang berbeda-beda, sehingga banyak ditemukan wisatawan local dan manca negara yang kesulitan dalam memilih tempat wisata yang baik. Selain itu, dalam mewujudkan program digitalisasi pariwisata di Indonesia, pengelolaan pariwisata sangat membutuhkan sistem cerdas dengan model klasterisasi untuk mengelompokkan potensi pariwisata sebagai rekomendasi bagi wisatawan terbaik (Teknologi & Negeri, 2023). Strategi dalam memecahkan masalah penelitian ini adalah dengan mengembangkan metode klasterisasi berupa integrasi Algoritma *K-Means Clustering* dengan *Weighted Products* untuk mengelompokkan potensi wisata secara lebih optimal. Peran Metode Algoritma *K-Means Clustering* adalah untuk mengelompokkan pariwisata berdasarkan parameter keindahan, budaya, akses, fasilitas, aktivitas, iklim, keunikan, keamanan, keterlibatan, kebersihan dan promosi. Hasil akhir berupa pengelompokan kedalam 3 klaster yaitu besar, sedang dan kecil. Setelah itu, dilanjutkan dengan peringkatan untuk menentukan objek wisata terbaik dari masing-masing klaster dengan menggunakan Metode *Weighted Product* berdasarkan kriteria seperti : keindahan, budaya, akses, fasilitas, aktivitas, iklim, keunikan, keamanan, keterlibatan, kebersihan dan promosi. Model ini dibuat untuk mengelompokkan dan memberikan rekomendasi potensi pariwisata terbaik untuk mendukung digitalisasi pariwisata di Indonesia (Lukić et al., 2018). Penelitian ini untuk mengembangkan metode pengelompokan dengan mengintegrasikan Algoritma *K-Means Clustering* dengan Metode *Weighted Product* yang berguna untuk mengelompokkan potensi pariwisata di Indonesia dan membantu dalam memberikan rekomendasi wisata terbaik, karena banyak ditemukan permasalahan yaitu wisatawan mengalami kesulitan dalam mengelompokkan potensi wisata dan kesulitan mendapatkan rekomendasi objek wisata terbaik (Dargan et al., 2020). Dengan menggunakan pendekatan pengembangan metode *clustering* ini, diharapkan dapat terbentuk kelompok potensial pariwisata yang lebih relevan, optimal dan sesuai dengan kebutuhan digitalisasi pariwisata di Indonesia.

Temuan penelitian sebelumnya menyatakan pengembangan metode pengelompokan yang efektif dapat menjadi langkah kunci untuk mengidentifikasi, mengelompokkan dan memahami potensi pariwisata yang beragam di Indonesia (Vujko et al., 2018). Metode Algoritma yang digunakan yakni *k-means clustering*, variabel: potensi pariwisata, jarak obyek. Hasil Penelitian terbentuknya 6 klaster berdasarkan indikator perkembangan pariwisata di wilayah Ukraina pada tahun 2020 dan ciri khas pada setiap cluster (Shpak et al., 2023). *Digital Tourism Recommendation and Route Planning Model Design Based on RippleNet and Improved GA* dapat meningkatkan layanan pariwisata, mewujudkan layanan perjalanan wisata sesuai kebutuhan sehingga mendorong pengembangan ekonomi pariwisata digital (Dutka et al., 2019). Metode Algoritma menggunakan Metode *K-Means* untuk mengelompokkan 21 obyek wisata. Hasil Penelitian ini yakni membagi objek wisata menjadi tiga kelompok antara lain, (C1) high cluster, (C2) medium set, dan (C3) low cluster (Jauhari et al., 2022). Penerapan *K-Means Clustering* pada pariwisata kabupaten bojonegoro untuk mendukung keputusan strategi pemasaran. Tujuan Penelitian untuk mengelompokkan jumlah pengunjung agar terciptanya stabilitas pada pemanfaatan digital marketing. Metode Algoritma yang digunakan yaitu *K-Means Clustering*. Hasil Penelitian ini adalah terbentuknya 3 klaster pengelompokan jumlah pengunjung sehingga terciptanya manajemen yang efektif dan efisien (Al-Fahmi et al., 2023). Kebaruan Penelitian ini adalah berdasarkan uraian dari penelitian terdahulu maka terdapat kesamaan pada pengelompokan obyek wisata dengan Algoritma *K-Means Clustering*. Sedangkan kebaruan yang menjadi pembeda dengan penelitian sekarang yakni Pada Penelitian sekarang berfokus pada pengembangan Metode Klasterisasi dengan mengintegrasikan Algoritma *K-Means Clustering* dengan *Weighted Product* yang bertujuan untuk mengelompokkan potensi wisata serta memberikan rekomendasi wisata terbaik guna menunjang digitalisasi wisata di Indonesia. Integrasi Algoritma *K-Means Clustering* dengan *Weighted Product* belum banyak dibahas sehingga hal ini menjadi kebaruan dalam pengembangan metode klasterisasi. Urgensi dari penelitian ini adalah penelitian ini sangat penting karena mampu membantu program digitalisasi pariwisata di Indonesia dengan model pengembangan metode klasterisasi. Penelitian ini berfokus pada Pengembangan metode klasterisasi, yaitu mengintegrasikan algoritma *K-Means Klaster* dengan *Weighted Product* yang dapat membantu wisatawan dalam menemukan potensi wisata yang melakukan pengelompokan dan memberikan informasi rekomendasi tempat wisata terbaik. Tujuan penelitian ini untuk menciptakan metode klasterisasi untuk mendukung digitalisasi pariwisata di Indonesia, dengan mengintegrasikan Algoritma *K-Means Clustering* dan *Weighted Product*.

2. METODE

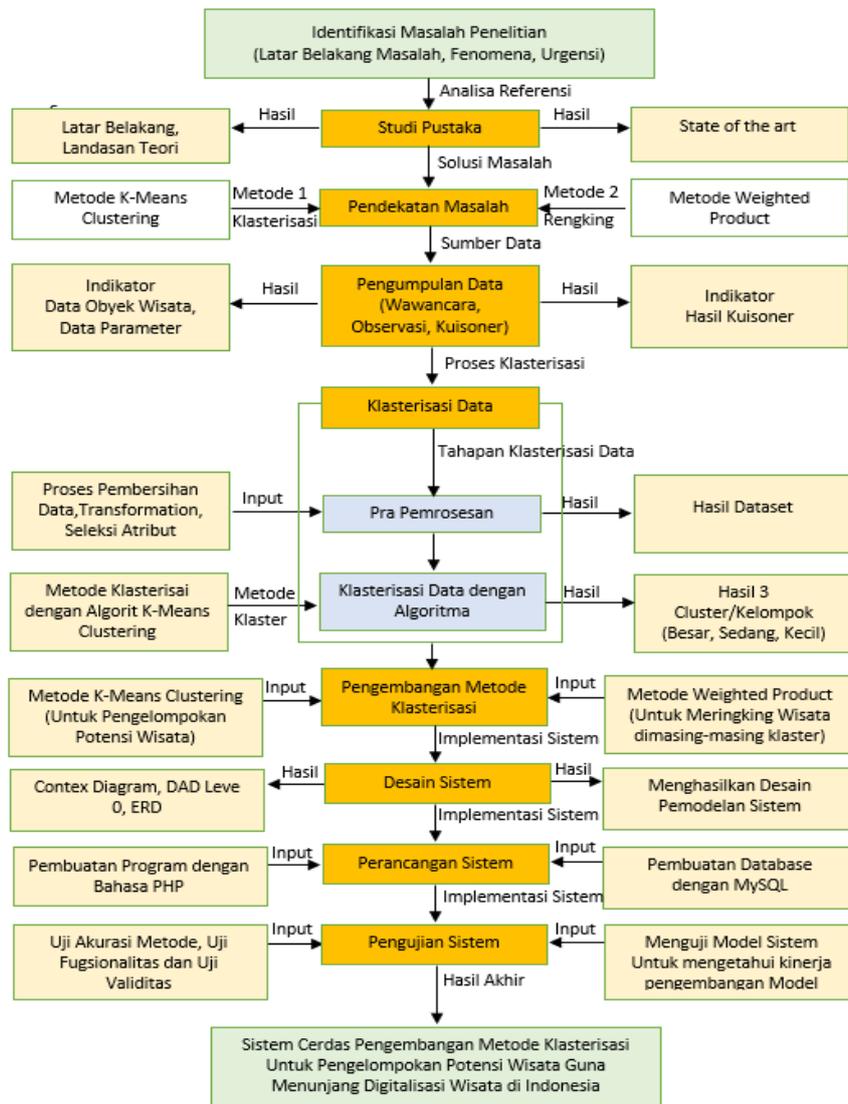
Metode penelitian merupakan suatu cara atau prosedur yang digunakan untuk mendapatkan data dan menyelesaikan masalah dalam sebuah penelitian. Metode penelitian ini dilakukan dengan sistematis dan didukung oleh data factual dengan tahapan. Pertama studi literatur, pada tahap ini mencari referensi baik dari buku, artikel dan jurnal ilmiah yang terkait dengan penelitian. Sumber informasi sebagai landasan teori meliputi Data Mining, Klasterisasi Data, Rekomendasi dan faktor-faktor pengelompokan potensi wisata, Metode *K-Means Clustering* dan *Weighted Product*. Hasil akhir sebagai pendukung dalam Latar Belakang, State of the art dan Landasan Teori (Wang et al., 2019). Kedua pengumpulan data, data yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan data sampel yakni data obyek wisata di wilayah Sragen dan data kuisioner faktor faktor pengelompokan potensi wisata terbaik (Muqorobin & Ma'ruf, 2022). Indikator dalam pengelompokan menggunakan Data Potensi Daerah dan Jumlah Pengunjung. Data Pariwisata Wilayah Sragen diambil dari DATA PEDIA (Data Perencanaan Pembangunan Terintegrasi dan Aktual) dengan URL: <https://data-bappeda.sragenkab.go.id/tabeldata/26> sedangkan untuk data Pengunjung Wisata mengambil dari Badan Pusat Statistik (BPS) Kabupaten Sragen (Sharifah et al., 2023). Data Kuisioner yang disebarakan kepada wisatawan bertujuan untuk mendapatkan informasi terkait penentuan indikator dalam pengelompokan dan rekomendasi obyek wisata terbaik.

Metode pengumpulan data menggunakan metode wawancara, observasi, dan kuisioner. Kegiatan Wawancara ini termasuk dari bentuk Focus Group Discussion (FGD) yang bertujuan untuk mendapatkan informasi secara langsung (Rinanto et al., 2023). Pada metode ini dilakukan wawancara kepada Kepala Dinas Pariwisata (DISPORA) Sragen dan beberapa Wisatawan di Wilayah Kabupaten Sragen. Dikarenakan data yang didapat dari BPS Pariwisata hanya nama dan jumlah pengunjung, maka perlu dilakukan wawancara terkait variabel yang mendukung dalam penelitian. Pengamatan dilakukan secara langsung pada Obyek wisata dengan mencatat informasi faktor-faktor potensi wisata, yang berguna sebagai gambaran kondisi obyek wisata terupdate. Metode kuisioner untuk mendapatkan kelengkapan data faktor faktor yang mempengaruhi dalam klasterisasi potensi wisata secara langsung pada para wisatawan (Ariyani, 2021). Proses Klasterisasi Data dimulai dengan menseleksi data untuk digunakan sebagai Indikator dalam Metode *K-Means Clustering*. Hasil Klasterisasi tersebut kemudian dilanjutkan Proses Peringkatan dengan Metode *Weighted Product* untuk mendapatkan Rekomendasi Obyek Wisata Terbaik dari masing-masing hasil klaster (Rodriguez et al., 2019). Penjelasan tahapan klasterisasi data adalah pra pemrosesan data dilakukan untuk membuat dataset lebih mudah dipahami, yang membantu dalam pemilihan penambangan dan meningkatkan kualitas dan efisiensi pemrosesan data (Pradana & Ha, 2021). Tahapan yang dilakukan dalam pemrosesan data, pembersihan Data yakni membersihkan data dari nilai kosong, data error, data ganda dan inkonsistensi data. Transformasi Data yaitu proses untuk menggabungkan data dari berbagai sumber yang berbeda untuk mendapatkan hasil data yang valid. Seleksi atribut yaitu menyeleksi atribut data sesuai dengan kebutuhan proses penelitian.

Klasterisasi data dengan algoritma, klasterisasi merupakan suatu prosedur yang mengelompokkan sejumlah data menjadi kelompok lain, yang memungkinkan objek dikelompokkan menurut kecenderungan kesamaan dan perbedaan. Klasterisasi adalah unsupervised classification karena klastering bersifat dipelajari dengan memperhatikan object (Sinaga & Yang, 2020). Kelebihan klasterisasi adalah dapat menemukan grup yang tidak dikenal oleh data. Untuk mengklasterisasi menggunakan Metode *K-Means Clustering*. Metode ini termasuk algoritma unsupervised machine learning yang digunakan untuk pengelompokan data dan pengenalan pola (Samudi et al., 2020). Pengembangan metode klasterisasi, pada tahap ini bertujuan untuk mengembangkan metode klasterisasi dalam pengelompokan potensi wisata. Proses Awal Klasterisasi potensi wisata dengan Metode *K-Means Clustering* untuk mendapatkan klasterisasi 3 kelompok yakni besar, sedang dan kecil. Setelah itu dilanjutkan dengan meringking dari masing-masing hasil kelompok klaster tersebut dengan Metode *Weighted Product* (Nirmal, 2019). Proses metode *weighted product* yaitu menentukan alternatif, kriteria, bobot, perbaikan bobot, menghitung vektor S dan V, Hasil Peringkatan. Konsep ini menggambarkan Integrasi dua metode sebagai Pengembangan Metode Klasterisasi dalam pengelompokan potensi wisata yang berguna untuk menunjang digitalisasi pariwisata (Moonpen et al., 2021).

Desain Sistem berguna untuk membuat pemodelan sistem seperti Desain Contek Diagram untuk menggambarkan alur sistem secara umum. Desain Diagram Arus Diagram (DFD) Level 0 untuk menggambarkan proses keseluruhan sistem atau proses analisis model sistem. *Entity Relationship Diagram* (ERD) untuk menggambarkan hubungan antara entitas (objek) dalam sebuah database (Fernandy et al., 2023). Perancangan sistem ini dilakukan untuk membuat suatu program aplikasi sebagai alat implementasi dari pengembangan metode klasterisasi. Program dibuat dengan menggunakan Bahasa pemrograman PHP dan Database MySQL (Nurrahman et al., 2020). Pengujian Sistem merupakan suatu proses testing yang bertujuan untuk memastikan bahwa semua bagian aplikasi berfungsi sesuai dengan mestinya. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui seberapa baik sistem yang dibuat memenuhi

kebutuhan yang telah ditetapkan. Pengujian sistem ini dilakukan dengan uji fungsionalitas dan uji *Silhouette Coefficient* (Rachman et al., 2020). Kerangka Penelitian bertujuan untuk memberikan alur gambaran dalam pengembangan sistem, sehingga dapat memberikan alur kerja sistem dari awal sampai akhir, desain kerangka sistem seperti disajikan pada Gambar 2.



Gambar 1. Kerangka Alur Penelitian Penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Penelitian ini berhasil mengembangkan model klasterisasi untuk mengelompokkan potensi pariwisata di Indonesia untuk mendukung digitalisasi sektor pariwisata. Dengan menggunakan Algoritma *K-Means Clustering* dan *Weighted Product* maka dapat dibentuklah model klasterisasi wisata. Pelaksanaan penelitian ini berfokus pada pengelompokan data pariwisata di Indonesia menjadi tiga klaster, yaitu besar, sedang dan kecil. Data Contoh data yang digunakan dalam penelitian ini mengambil data pariwisata di wilayah Kabupaten Sragen. Setelah melakukan proses pra-pemrosesan, diperoleh data pariwisata seperti pada Tabel 1.

Tabel 1. Data Pariwisata

No	Wisata	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10	K11
1	Taman Krido Anggo	8	7	8	8	7	8	7	9	8	8	7
2	Air Terjun Dung Rong	9	6	7	6	8	9	8	8	7	8	6

No	Wisata	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10	K11
3	Museum Sangiran	7	9	8	8	6	7	9	9	8	9	8
4	Kampoeng Batik Masaran	7	9	7	8	7	7	8	8	7	8	7
5	Waduk Kedung Ombo	8	6	8	7	9	8	7	9	7	8	6
6	Taman Wisata Alam Sewu	9	7	7	8	7	9	8	8	8	8	7
7	Pemandian Air Panas Ngunut	8	6	7	7	8	8	7	8	7	8	6
8	Goa Gong	9	6	7	6	8	9	8	8	7	8	6
9	Gunung Kemukus	9	7	6	6	8	9	8	7	7	8	6
10	Desa Wisata Pilang	7	9	7	8	7	7	8	8	8	8	7
...
41	Taman Kota Sragen	9	7	7	7	8	9	8	8	7	8	7

Penjelasan nama kriteria dari Tabel 1 adalah K1 = keindahan, K2 = budaya, K3 = akses, K4 = fasilitas, K5 = kegiatan, K6 = iklim, K7 = keunikan, K8 = keamanan, K9 = keterlibatan, K10 = kebersihan dan K11 = promosi. Pada masing-masing cluster yang terbentuk akan meningkatkan kriteria partisi, seperti fungsi perbedaan berdasarkan jarak, sehingga objek-objek di dalam cluster menjadi mirip, dan objek-objek pada cluster yang berbeda ditemukan tidak mirip dalam hal atribut dataset. Jarak Euclidean digunakan sebagai ukuran jarak dalam pendekatan K-Means untuk menyoroti kesamaan antara setiap cluster dengan jarak terkecil dan kesamaan tertinggi. Jarak Euclidean antara titik $a = (a_1, a_2, \dots, a_k)$ dan titik $b = (b_1, b_2, \dots, b_n)$ dapat dihitung dengan formula 1. Dalam proses perhitungan Algoritma K-Means Clustering dilakukan dengan menggunakan data wisata sebanyak 41 data dan 11 kriteria. Data tersebut diambil setelah proses pre-prosesing, sehingga langsung diperoleh data set nama wisata beserta nilai 11 kriteria tersebut. Untuk dapat melakukan proses klastering data maka dari seluruh nilai kriteria tersebut dijumlahkan kemudian nilai nya dijadikan sebagai nilai akhir yang digunakan untuk melakukan proses klasterisasi data. Adapun proses perhitungan secara ringkasnya dari algoritma k-means cluster dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Rekapitulasi Perhitungan Klasterisasi Wisata dengan Algoritma K-Means Clustering

No	Wisata	ALGORITMA K-MEANS CLUSTERING											Hasil K-Means Clustering	Hasil Metode Weighted Product (Rekomendasi Wisata Terbaik Sesuai Cluster)													
		Langkah 1													Langkah 2												
		0,9	0,6	0,7	0,6	0,8	0,9	0,9	0,5	0,4	0,5	0,7				498	0,0	0	0								
1	Taman Krida Anggo	7	9	8	8	6	7	9	9	8	9	8	82	4	0	4	2	B	3,3	0,55	4,17	2	Cluster 2	Sedang	524450,41	0,022	11
2	Air Terjun Dugri Rang	7	9	8	8	6	7	9	9	8	9	8	82	4	0	4	2	B	3,3	0,55	4,17	2	Cluster 2	Sedang	524450,41	0,022	11
3	Museum Sangiran	7	9	8	8	6	7	9	9	8	9	8	82	4	0	4	2	B	3,3	0,55	4,17	2	Cluster 2	Sedang	524450,41	0,022	11
4	Kampoeng Batik Masaran	7	9	7	8	7	7	8	8	7	8	7	83	5	1	3	2	B	4,3	0,45	3,17	2	Cluster 2	Sedang	5381914,03	0,023	7
5	Waduk Kedung Ombo	8	6	8	7	9	8	7	9	8	8	7	83	5	1	3	2	B	4,3	0,45	3,17	2	Cluster 2	Sedang	5448126,50	0,023	5
6	Taman Wisata Alam Sewu	9	7	7	8	7	8	8	8	9	8	7	86	8	4	0	3	A	7,3	0,45	0,17	3	Cluster 1	Besar	7649695,61	0,032	1
7	Pemandian Air Panas Ngunut	8	6	7	7	8	8	7	8	7	8	6	80	2	2	6	1	C	1,3	2,55	6,17	1	Cluster 3	Kecil	4285936,02	0,018	1
8	Goa Gong	9	6	7	6	8	9	8	8	7	8	6	82	4	0	4	2	B	3,3	0,55	4,17	2	Cluster 2	Sedang	524450,41	0,022	11
9	Gunung Kemukus	9	7	6	6	8	9	8	7	8	8	6	81	3	1	5	2	B	2,3	1,55	5,17	2	Cluster 2	Sedang	4830747,07	0,021	18
10	Desa Wisata Pilang	7	9	7	8	7	7	8	8	8	8	7	84	6	2	2	2	B	5,3	1,45	2,17	2	Cluster 2	Sedang	5656054,59	0,024	1
11	Bukit Cinta Ngargoyoso	9	7	7	7	8	9	8	8	7	8	7	85	7	3	1	3	A	6,3	2,45	1,17	3	Cluster 1	Besar	7249252,21	0,031	6
12	Taman Kota Sragen	9	7	8	8	7	8	7	9	8	8	7	85	7	3	1	3	A	6,3	2,45	1,17	3	Cluster 1	Besar	8388417,93	0,027	12
13	Pisar Sari Gondang	7	9	7	7	7	7	8	8	7	8	6	82	4	0	4	2	B	3,3	0,55	4,17	2	Cluster 2	Sedang	4818660,06	0,020	20
14	Waduk Nguntoronadi	8	6	8	7	9	8	7	9	7	8	6	83	5	1	3	2	B	4,3	0,45	3,17	2	Cluster 2	Sedang	5448126,50	0,023	5
15	Museum Dayu	7	9	8	8	6	7	9	9	8	9	8	88	10	6	2	3	A	9,3	0,45	1,83	3	Cluster 1	Besar	7539146,09	0,032	2
16	Kampung Wisata Jatirojo	7	9	7	8	7	8	8	7	8	7	6	83	5	1	3	2	B	4,3	0,45	3,17	2	Cluster 2	Sedang	5381914,03	0,023	7
17	Pemandian Air Panas Nguter	8	6	7	7	8	8	7	8	7	8	6	80	2	2	6	1	C	1,3	2,55	6,17	1	Cluster 3	Kecil	4285936,02	0,018	1
18	Goa Jepang	8	7	6	6	7	8	7	7	7	7	6	78	2	6	10	1	C	2,7	6,55	10,17	1	Cluster 3	Kecil	2913113,97	0,012	5
19	Gunung Pall Ayun	9	7	6	6	8	9	8	7	7	8	6	81	3	1	5	2	B	2,3	1,55	5,17	2	Cluster 2	Sedang	4830747,07	0,021	18
20	Desa Wisata Sironay	7	9	7	8	7	7	8	8	8	8	7	84	6	2	2	2	B	5,3	1,45	2,17	2	Cluster 2	Sedang	5656054,59	0,024	1
21	Bukit Sukoh	9	7	7	7	8	9	8	8	7	8	7	85	7	3	1	3	A	6,3	2,45	1,17	3	Cluster 1	Besar	7249252,21	0,031	6
22	Taman Kota Sragen	9	7	8	8	7	8	7	9	8	8	7	85	7	3	1	3	A	6,3	2,45	1,17	3	Cluster 1	Besar	8388417,93	0,027	12
23	Pisar Sari Ngjorok	7	9	7	7	7	7	8	8	7	8	6	82	4	0	4	2	B	3,3	0,55	4,17	2	Cluster 2	Sedang	4818660,06	0,020	20
24	Wisata Edukasi Bumi Penemahan	8	6	7	8	8	8	8	8	8	8	7	86	8	4	0	3	A	7,3	0,45	0,17	3	Cluster 1	Besar	7437687,38	0,032	4
25	Kampung Wisata Gejoring	7	9	7	8	7	7	8	8	7	8	6	83	5	1	3	2	B	4,3	0,45	3,17	2	Cluster 2	Sedang	5381914,03	0,023	7
26	Kolam Renang Tirtomoyo	8	7	8	8	8	8	7	9	8	8	7	86	8	4	0	3	A	7,3	0,45	0,17	3	Cluster 1	Besar	7106645,84	0,030	10
27	Air Terjun Jalasen	9	6	7	6	8	9	8	8	7	8	6	82	4	0	4	2	B	3,3	0,55	4,17	2	Cluster 2	Sedang	524450,41	0,022	11
28	Desa Wisata Pujuh	7	9	7	8	7	7	8	8	8	7	6	84	6	2	2	2	B	5,3	1,45	2,17	2	Cluster 2	Sedang	5656054,59	0,024	1
29	Taman Wisata Air Terjun	8	7	7	7	8	8	7	8	7	8	6	82	4	0	4	2	B	3,3	0,55	4,17	2	Cluster 2	Sedang	5200270,29	0,022	15
30	Pemandian Air Panas Pujuh	8	6	7	7	8	8	7	8	7	8	6	80	2	2	6	1	C	1,3	2,55	6,17	1	Cluster 3	Kecil	4285936,02	0,018	1
31	Gunung Mangut	9	7	7	7	8	9	8	8	7	8	6	85	7	3	1	3	A	6,3	2,45	1,17	3	Cluster 1	Besar	7249252,21	0,031	6
32	Taman Wisata Kedung Wangun	8	7	7	7	8	8	7	8	7	8	6	82	4	0	4	2	B	3,3	0,55	4,17	2	Cluster 2	Sedang	5200270,29	0,022	15
33	Pisar Sari Tanon	7	9	7	7	7	7	8	8	7	8	6	82	4	0	4	2	B	3,3	0,55	4,17	2	Cluster 2	Sedang	4818660,06	0,020	20
34	Wisata Edukasi Bumi Penemahan	8	6	7	8	8	8	8	8	8	8	7	86	8	4	0	3	A	7,3	0,45	0,17	3	Cluster 1	Besar	7437687,38	0,032	4
35	Kampung Wisata Binong	7	9	7	8	7	7	8	8	7	8	6	83	5	1	3	2	B	4,3	0,45	3,17	2	Cluster 2	Sedang	5381914,03	0,023	7
36	Kolam Renang Tirta Asri	8	7	8	8	8	8	7	9	8	8	7	86	8	4	0	3	A	7,3	0,45	0,17	3	Cluster 1	Besar	7106645,84	0,030	10
37	Air Terjun Sekarum	9	6	7	6	8	9	8	8	7	8	6	82	4	0	4	2	B	3,3	0,55	4,17	2	Cluster 2	Sedang	524450,41	0,022	11
38	Desa Wisata Pungok	7	9	7	8	7	7	8	8	8	8	7	84	6	2	2	2	B	5,3	1,45	2,17	2	Cluster 2	Sedang	5656054,59	0,024	1
39	Taman Wisata Air Sagarani	8	7	7	7	8	8	7	8	7	8	6	82	4	0	4	2	B	3,3	0,55	4,17	2	Cluster 2	Sedang	5200270,29	0,022	15
40	Pemandian Air Panas Sumber	8	6	7	7	8	8	7	8	7	8	6	80	2	2	6	1	C	1,3	2,55	6,17	1	Cluster 3	Kecil	4285936,02	0,018	1
41	Gunung Anyar	9	7	7	7	8	9	8	8	7	8	6	85	7	3	1	3	A	6,3	2,45	1,17	3	Cluster 1	Besar	7249252,21	0,031	6

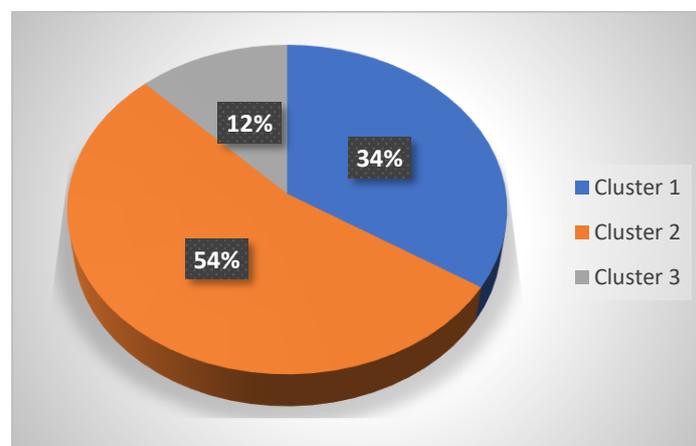
Melalui perumusan algoritma k-means cluster, itu dibentuk menjadi tiga kelompok seperti yang disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Klaster Pariwisata

No	Wisata	Class 1	Class 2	Class 3	Kelas	Pontesi	Hasil
1	Kolam Renang Tirtomoyo	6,3	2,45	1,17	3	Besar	Cluster 1
2	Kolam Renang Tirta Asri	3,3	0,55	4,17	2	Sedang	Cluster 2
3	Taman Krida Anggo	9,3	5,45	1,83	3	Besar	Cluster 1
4	Taman Kota Sragen	4,3	0,45	3,17	2	Sedang	Cluster 2
5	Taman Kota Sragen	4,3	0,45	3,17	2	Sedang	Cluster 2

No	Wisata	Class 1	Class 2	Class 3	Kelas	Pontesi	Hasil
6	Waduk Kedung Ombo	7,3	3,45	0,17	3	Besar	Cluster 1
7	Waduk Nguntoronadi	1,3	2,55	6,17	1	Kecil	Cluster 3
8	Taman Wisata Alam Sewu	3,3	0,55	4,17	2	Sedang	Cluster 2
9	Bukit Cinta Ngarogoyoso	2,3	1,55	5,17	2	Sedang	Cluster 2
10	Bukit Sukuh	5,3	1,45	2,17	2	Sedang	Cluster 2
11	Gunung Mungut	6,3	2,45	1,17	3	Besar	Cluster 1
12	Gunung Anyar	6,3	2,45	1,17	3	Besar	Cluster 1
13	Air Terjun Dung Rong	3,3	0,55	4,17	2	Sedang	Cluster 2
14	Goa Gong	4,3	0,45	3,17	2	Sedang	Cluster 2
15	Air Terjun Jatisari	9,3	5,45	1,83	3	Besar	Cluster 1
16	Air Terjun Sekararum	4,3	0,45	3,17	2	Sedang	Cluster 2
17	Taman Wisata Air Terjun	1,3	2,55	6,17	1	Kecil	Cluster 3
18	Taman Wisata Kedung Wangun	2,7	6,55	10,17	1	Kecil	Cluster 3
19	Taman Wisata Air Segaran	2,3	1,55	5,17	2	Sedang	Cluster 2
20	Gunung Kemukus	5,3	1,45	2,17	2	Sedang	Cluster 2
21	Gunung Pati Ayam	6,3	2,45	1,17	3	Besar	Cluster 1
22	Pemandian Air Panas Ngunut	6,3	2,45	1,17	3	Besar	Cluster 1
23	Pemandian Air Panas Nguter	3,3	0,55	4,17	2	Sedang	Cluster 2
24	Pemandian Air Panas Plupuh	7,3	3,45	0,17	3	Besar	Cluster 1
25	Pemandian Air Panas Sumber	4,3	0,45	3,17	2	Sedang	Cluster 2
26	Goa Jepang	7,3	3,45	0,17	3	Besar	Cluster 1
27	Wisata Edukasi Bumi Suci	3,3	0,55	4,17	2	Sedang	Cluster 2
28	Wisata Edukasi Bumi Perkemahan	5,3	1,45	2,17	2	Sedang	Cluster 2
29	Museum Sangiran	3,3	0,55	4,17	2	Sedang	Cluster 2
30	Museum Dayu	1,3	2,55	6,17	1	Kecil	Cluster 3
31	Desa Wisata Pilang	6,3	2,45	1,17	3	Besar	Cluster 1
32	Desa Wisata Sidoharjo	3,3	0,55	4,17	2	Sedang	Cluster 2
33	Desa Wisata Plupuh	3,3	0,55	4,17	2	Sedang	Cluster 2
34	Desa Wisata Pungkruk	7,3	3,45	0,17	3	Besar	Cluster 1
35	Kampoeng Batik Masaran	4,3	0,45	3,17	2	Sedang	Cluster 2
36	Kampung Wisata Jatirejo	7,3	3,45	0,17	3	Besar	Cluster 1
37	Kampung Wisata Gedong	3,3	0,55	4,17	2	Sedang	Cluster 2
38	Kampung Wisata Blimbing	5,3	1,45	2,17	2	Sedang	Cluster 2
39	Pasar Seni Gondang	3,3	0,55	4,17	2	Sedang	Cluster 2
40	Pasar Seni Nglorok	1,3	2,55	6,17	1	Kecil	Cluster 3
41	Pasar Seni Tanon	6,3	2,45	1,17	3	Besar	Cluster 1

Berdasarkan hasil klasterisasi pariwisata di Kabupaten Sragen, tingkat kecenderungannya dapat direkapitulasi seperti yang disajikan pada Gambar 2.



Gambar 3. Persentase Jumlah Klaster Pariwisata

Berdasarkan hasil klasterisasi potensi wisata maka dapat disimpulkan bahwa Cluster 1 = 14 Wisata (34%), Cluster 2 = 22 Wisata (54%) dan Cluster 3 = 5 Wisata (12%). Dari ketiga Cluster tersebut maka jumlah potensi tertinggi pada cluster 2 sebanyak 54%. Pengembangan metode klasterisasi dilakukan dengan menggabungkan Algoritma *K-Means Clustering* dengan *Weighted Products*. Implimentasi Model ini dimuali dari proses klasterisasi potensi wisata dengan Metode *K-Means Clustering*, kemudian hasilnya dilanjutkan dengan proses peringkatan dengan menggunakan Metode *Weighted Products* sehingga diperoleh hasil rekomendasi wisata terbaik. Berdasarkan hasil perhitungan dengan Metode sesuai formula 2 dan 3. Pada perhitungan ini hanya disajikan contoh perhitungan pada baris pertama untuk menghitung nilai vector S_1 dan untuk bobot diambil berdasarkan nilai kepentingan.

$$S_1 = (8^{0,9} \times 7^{0,6} \times 8^{0,7} \times 8^{0,8} \times 7^{0,8} \times 8^{0,9} \times 7^{0,9} \times 9^{0,5} \times 8^{0,4} \times 8^{0,5} \times 7^{0,7}) = 6388417,93$$

$$V_i = \frac{\prod_{j=1}^n X_{ij} w_j}{\prod_{j=1}^n (X_j^*) w_j} \tag{3}$$

$$V_1 = \frac{6388417,93}{6388417,93+5244510,41+7539416,09+...+7249252,21}$$

$V_i = 0,027$ (Kolam Renang Tirtomoyo)

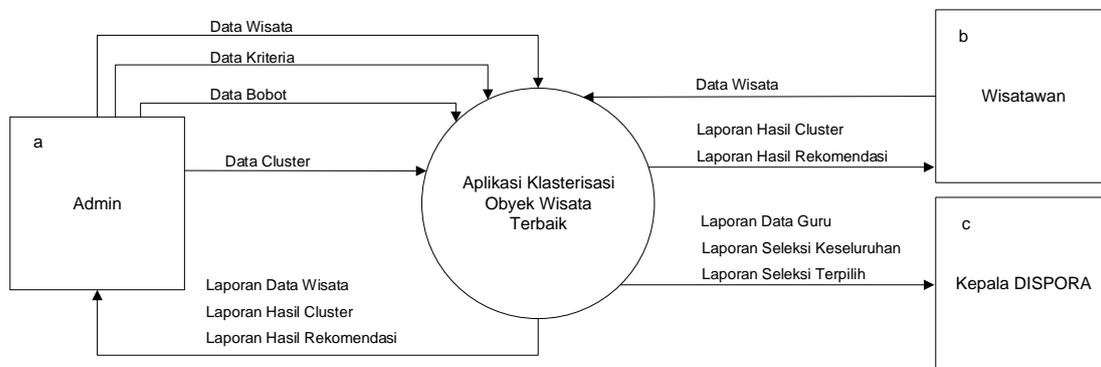
Rekapitulasi Perhitungan Peringkatan Untuk mendapatkan Rekomendasi Wisata Terbaik dengan Metode Algoritma *Weighted Products* yang telah dilakukan seperti disajikan pada [Tabel 4](#).

Tabel 4. Hasil Peringkatan Wisata Berdasarkan Cluster

No	Wisata	Nilai Vektor S_i	Nilai Vektor V_i	Cluster	Rank
1	Kolam Renang Tirtomoyo	6388417,93	0,027	Cluster 1	12
2	Kolam Renang Tirto Asri	5244510,41	0,022	Cluster 2	11
3	Taman Krido Anggo	7539416,09	0,032	Cluster 1	2
4	Taman Kota Sragen	5361914,03	0,023	Cluster 2	7
5	Taman Kota Sragen	5446126,60	0,023	Cluster 2	5
6	Waduk Kedung Ombo	7646980,61	0,032	Cluster 1	1
7	Waduk Nguntoronadi	4255936,02	0,018	Cluster 3	1
8	Taman Wisata Alam Sewu	5244510,41	0,022	Cluster 2	11
9	Bukit Cinta Ngargoyoso	4830747,07	0,021	Cluster 2	18
10	Bukit Suku	5656094,09	0,024	Cluster 2	1
11	Gunung Mungut	7249252,21	0,031	Cluster 1	6
12	Gunung Anyar	6388417,93	0,027	Cluster 1	12
13	Air Terjun Dung Rong	4818660,06	0,020	Cluster 2	20
14	Goa Gong	5446126,60	0,023	Cluster 2	5
15	Air Terjun Jatisari	7539416,09	0,032	Cluster 1	2
16	Air Terjun Sekararum	5361914,03	0,023	Cluster 2	7
17	Taman Wisata Air Terjun	4255936,02	0,018	Cluster 3	1
18	Taman Wisata Kedung Wangun	2913113,97	0,012	Cluster 3	5
19	Taman Wisata Air Segaran	4830747,07	0,021	Cluster 2	18
20	Gunung Kemukus	5656094,09	0,024	Cluster 2	1
21	Gunung Pati Ayam	7249252,21	0,031	Cluster 1	6
22	Pemandian Air Panas Ngunut	6388417,93	0,027	Cluster 1	12
23	Pemandian Air Panas Nguter	4818660,06	0,020	Cluster 2	20
24	Pemandian Air Panas Plupuh	7457687,38	0,032	Cluster 1	4
25	Pemandian Air Panas Sumber	5361914,03	0,023	Cluster 2	7
26	Goa Jepang	7108645,84	0,030	Cluster 1	10
27	Wisata Edukasi Bumi Suci	5244510,41	0,022	Cluster 2	11
28	Wisata Edukasi Bumi Perkemahan	5656094,09	0,024	Cluster 2	1
29	Museum Sangiran	5200270,29	0,022	Cluster 2	15
30	Museum Dayu	4255936,02	0,018	Cluster 3	1
31	Desa Wisata Pilang	7249252,21	0,031	Cluster 1	6
32	Desa Wisata Sidoharjo	5200270,29	0,022	Cluster 2	15
33	Desa Wisata Plupuh	4818660,06	0,020	Cluster 2	20

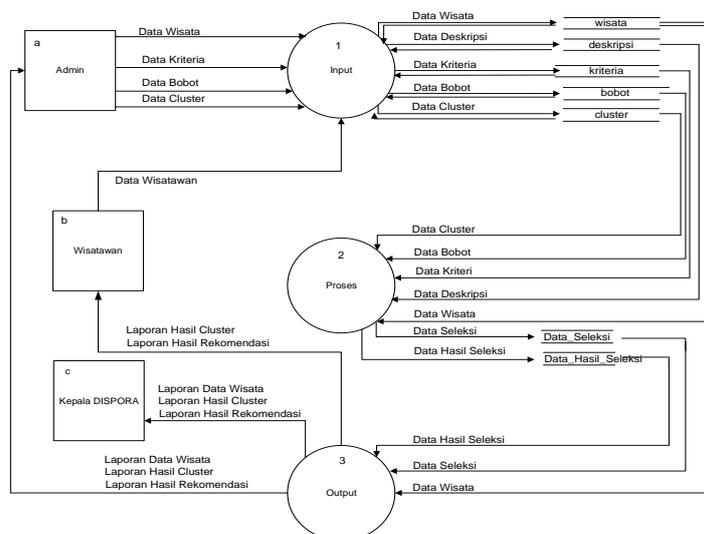
No	Wisata	Nilai Vektor Si	Nilai Vektor Vi	Cluster	Rank
34	Desa Wisata Pungkruk	7457687,38	0,032	Cluster 1	4
35	Kampoeng Batik Masaran	5361914,03	0,023	Cluster 2	7
36	Kampung Wisata Jatirejo	7108645,84	0,030	Cluster 1	10
37	Kampung Wisata Gedong	5244510,41	0,022	Cluster 2	11
38	Kampung Wisata Blimbing	5656094,09	0,024	Cluster 2	1
39	Pasar Seni Gondang	5200270,29	0,022	Cluster 2	15
40	Pasar Seni Nglorok	4255936,02	0,018	Cluster 3	1
41	Pasar Seni Tanon	7249252,21	0,031	Cluster 1	6

Berdasarkan hasil proses perhitungan peringkisan dengan Metode Weighted Product maka diperoleh rekomendasi wisata terbaik dari masing-masing cluster dengan rank 1 (terbaik) yakni Pada Cluster 1 = Waduk Kedung Ombo dengan Nilai Vektor 0,032, pada Cluster 2 = Bukit Sுகුහ dan Wisata Edukasi Bumi Perkemahan dengan Nilai Vektor = 0,024 dan Pada Cluster 3 = Taman Wisata Air Terjun, Museum Dayu dan Pasar Seni Nglorok dengan Nilai Vektor = 0,018. Desain sistem dilakukan dalam pembuatan sistem cerdas sebagai klasifikasi objek wisata terbaik sebagai gambaran keseluruhan alur sistem mulai dari Context Diagram dan DAD Level 0. Pada Desain Context Diagram dalam program aplikasi klasterisasi pariwisata disajikan pada Gambar 3.



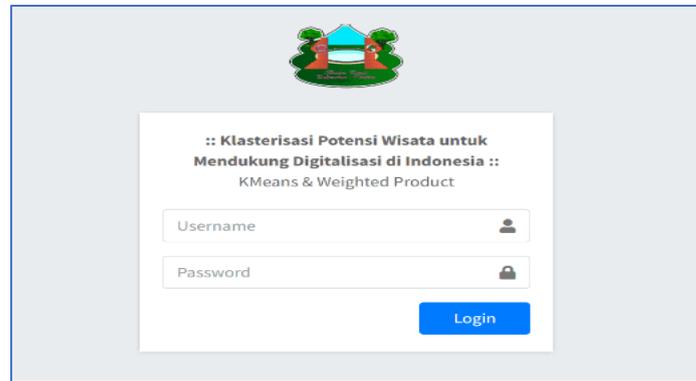
Gambar 3. Desain Context Diagram

Berdasarkan Gambar 3 desain contex diagram tersebut, maka peran admin cukup banyak, mulai dari mengelola data pariwisata hingga menerapkan sistem rekomendasi pariwisata terbaik. Sementara itu, peran Wisatawan dan Kepala DISPORA berperan hanya menerima output dari hasil klaster sistem. Desain Sistem dalam pembahasan ini difokuskan pada DAD Level 0 yang berfungsi untuk memberikan gambaran tentang proses aliran data dalam sistem komputer seperti yang disajikan pada Gambar 4.



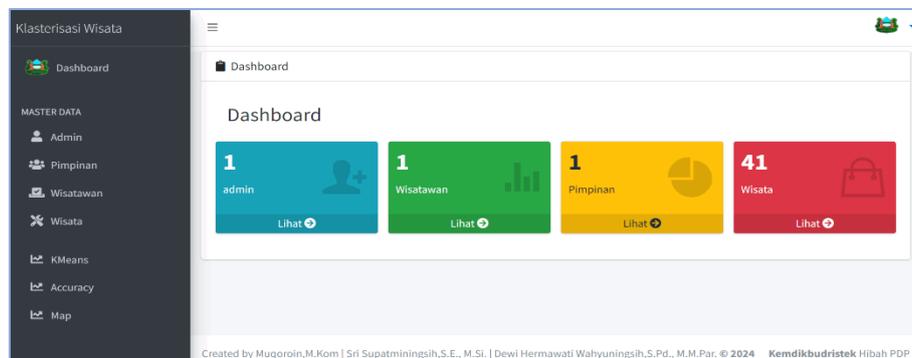
Gambar 4. Desain DAD Level 0

Implementasi system, pengembangan sistem ini dilakukan dengan menggunakan bahasa Pemrograman PHP dan Database MySQL. Implementasi sistem berfungsi sebagai antarmuka untuk pengembangan metode klusterisasi yang telah dilakukan. Bagian penting dari Program Aplikasi Klusterisasi. Pertama, login aplikasi. Pada aplikasi ini terdapat halaman login yang berguna untuk akses menuju halaman utama admin. Login admin bertujuan untuk sebagai sistem keamanan aplikasi serta membatasi akses pengguna. Untuk bisa masuk kedalam sistem admin maka masukan username : admin dan passwordnya : admin. Kemudian klik login maka akan lanjut menuju halaman admin seperti disajikan pada Gambar 5.



Gambar 6. Halaman Login Aplikasi

Halaman dashboard, apabila proses login aplikasi telah berhasil maka akan langsung diarahkan pada halaman utama administrator. Halaman utama admin ini berfungsi untuk memberikan informasi terkait data wisata serta menu untuk mengelola admin secara keseluruhan. Desain tampilan dari halaman admin seperti disajikan pada Gambar 7.



Gambar 7. Halaman Dashborad Administrator

Halaman daftar wisata, pada halaman dashboard, terdapat informasi data admin, wisatawan, pimpinan, dan pariwisata. Kemudian lanjutkan ke menu input data wisata dengan cara klik menu wisata, maka akan muncul seperti Gambar 8.

Action	id Wisata	Wisata	Deskripsi	Latitude	Longitude	Keindahan	Budaya	Akses	Fasilitas	Aktivitas	Iklim	Keamanan	Keterlibatan
	1	Taman Krida Anggo	Taman kota dengan fasilitas olahraga dan rekreasi keluarga.	-7.42315000	110.87942000	8	7	8	8	7	8	7	8
	2	Air Terjun Dung Hong	Air terjun dengan pemandangan alam yang menakutkan.	-7.46718000	110.86229000	9	8	7	6	8	9	8	7
	3	Museum Sangiran	Museum geologi dengan koleksi fosil	-7.40057000	110.87844000	7	9	8	8	6	7	9	8

Gambar 8. Halaman Informasi Data Wisata

Halaman inti klasterisasi, selanjutnya pada menu inti yaitu proses pengelompokan pariwisata dengan cara mengklik menu K-Means, maka akan muncul hasil pengelompokan wisata dalam beberapa klaster seperti disajikan pada Gambar 9, 10, dan 11.

Cluster 1

Cluster 0 : 1.Taman Kristo Anggo,Taman kota dengan fasilitas olahraga dan rekreasi keluarga,-7.42315000,110.87942000,8.7,8,8,7,9,8,8,7
 Cluster 1 : 41.Gunung Anyer,Gunung dengan pemandangan indah dan jalur pendakian,-7.37292000,110.86915000,9.7,7,8,8,8,7,8,7
 Cluster 2 : 10.Desa Wisata Pileng,Desa wisata dengan kegiatan budaya dan tradisi lokal,-7.44375000,110.87452000,7,8,7,7,8,8,8,7

Nama Obyek Wisata	Deskripsi	Latitude	Longitude	Keindahan	Budaya	Akses	Fasilitas	Aktivitas	Iklim	Keunikan	Keamanan	Keterlibatan
Kolam Renang Tirtomoyo	Kolam renang dengan wahana permainan air dan fasilitas lengkap.	-7.42418000	110.88512000	8	7	8	8	8	8	7	9	8
Kolam Renang Tirto Auri	Kolam renang dengan wahana permainan air dan fasilitas lengkap.	-7.42418000	110.88512000	8	7	8	8	8	8	7	9	8

Gambar 9. Halaman Hasil Klaster 1

Cluster 2

Nama Obyek Wisata	Deskripsi	Latitude	Longitude	Keindahan	Budaya	Akses	Fasilitas	Aktivitas	Iklim	Keunikan	Keamanan	Keterlibatan
Taman Wisata Alam Sewu	Taman wisata alam dengan flora dan fauna lokal.	-7.44618000	110.86912000	9	7	7	8	7	9	8	8	8
Bukit Cinta Ngargoyoso	Bukit dengan pemandangan indah dan spot foto menarik.	-7.54128000	110.87492000	9	7	7	7	6	9	8	8	7
Bukit Sukuh	Bukit dengan pemandangan indah dan spot foto menarik.	-7.54128000	110.87492000	9	7	7	7	8	9	8	8	7
Gunung Mungut	Gunung dengan pemandangan indah dan jalur rekreasi.	-7.38492000	110.86915000	9	7	7	7	8	9	8	8	7

Gambar 10. Halaman Hasil Klaster 2

Cluster 3

Nama Obyek Wisata	Deskripsi	Latitude	Longitude	Keindahan	Budaya	Akses	Fasilitas	Aktivitas	Iklim	Keunikan	Keamanan	Keterlibatan
Wisata Edukasi Bumi Prokemahen	Wisata edukasi dengan kegiatan perkemahan dan belajar alam.	-7.42654000	110.87645000	8	8	7	8	8	8	8	8	8
Wisata Edukasi Bumi Peremahen	Wisata edukasi dengan kegiatan perkemahan dan belajar alam.	-7.42654000	110.87645000	8	8	7	8	8	8	8	8	8
Museum Sangiran	Museum prasejarah dengan koleksi fosil manusia purba.	7.40057000	110.87814000	7	9	8	8	6	7	9	9	8

Gambar 11. Halaman Hasil Klaster 3

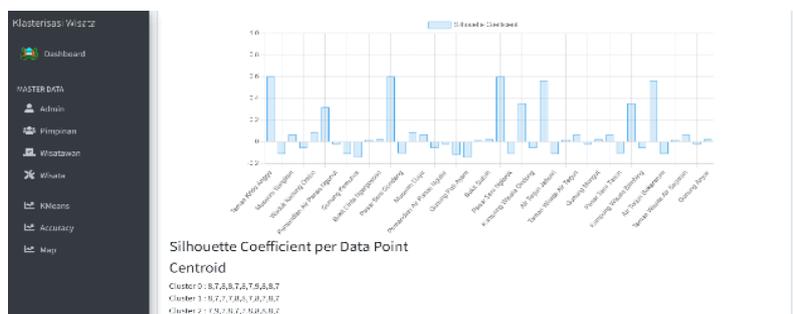
Proses penerapan ini dimulai dari perhitungan Algoritma K-Means Clustering, kemudian hasilnya dilanjutkan dengan perangkingan dengan menggunakan Algoritma Weighted Product, untuk mendapatkan data wisata sebagai rekomendasi wisata berpotensi. Pengujian sistem bertujuan untuk menguji kelayakan sistem secara keseluruhan. Baik pengujian program aplikasi maupun pengujian perhitungan algoritma sampai pada kelayakan pengguna. Dalam pengujian sistem ini dilakukan dua pengujian yaitu uji fungsionalitas dan uji akurasi Silhouette Coefficient untuk mengukur tingkat struktur dataset pada algoritma k-means cluster. Pengujian fungsionalitas bertujuan untuk menguji sistem yang telah dikembangkan. Pengujian ini dilakukan dengan menguji seluruh bagian form input dalam program aplikasi. Pada uji fungsionalitas dilakukan dengan menggunakan dua skenario uji yakni uji normal dan uji salah. Adapun hasil rekapitulasi uji fungsionalitas disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil Rekapitulasi Uji Fungsionalitas

Jenis Uji	Form	Skenario Uji	Hasil Pengujian	Status Hasil
Uji Normal	Form Login Admin	Masukan user dan password dengan benar	Masuk kehalaman utama dashboard	V
Uji Salah	Form Login	Masukan user dan password	Muncul pesan "Code	V

Jenis Uji	Form	Skenario Uji	Hasil Pengujian	Status Hasil
	Admin	dengan salah	Salah!"	
Uji Normal	Form Input Data Wisata	Masukan data wisata secara lengkap dan benar	<ul style="list-style-type: none"> • Tidak masuk admin • Data dapat menyimpan didatabase dengan baik 	V
Uji Salah	Form Input Data Wisata	Masukan data wisata secara tidak lengkap	<ul style="list-style-type: none"> • Tidak bisa disimpan • Data dapat menyimpan didatabase dengan baik 	V
Uji Normal	Form Input Kriteria	Masukan data kriteria secara lengkap dan benar	<ul style="list-style-type: none"> • Data dapat menyimpan didatabase dengan baik 	V
Uji Salah	Form Input Kriteria	Masukan data kriteria secara tidak lengkap	<ul style="list-style-type: none"> • Tidak bisa disimpan • Data dapat menyimpan didatabase dengan baik 	V
Uji Normal	Form Input Nilai Cluster	Masukan data cluster secara lengkap dan benar	<ul style="list-style-type: none"> • Data dapat menyimpan didatabase dengan baik 	V
Uji Salah	Form Input Nilai Cluster	Masukan data cluster secara tidak lengkap	<ul style="list-style-type: none"> • Tidak bisa disimpan • Data dapat menyimpan didatabase dengan baik 	V
Uji Normal	Form Input Nilai Wisatawan	Masukan data wisatawan secara lengkap dan benar	<ul style="list-style-type: none"> • Data dapat menyimpan didatabase dengan baik 	V
Uji Salah	Form Input Nilai Wisatawan	Masukan data wisatawan secara tidak lengkap	<ul style="list-style-type: none"> • Tidak bisa disimpan • Data dapat menyimpan didatabase dengan baik 	V
Uji Normal	Form Input Bobot	Masukan data bobot secara lengkap dan benar	<ul style="list-style-type: none"> • Data dapat menyimpan didatabase dengan baik 	V
Uji Salah	Form Input Bobot	Masukan data bobot secara tidak lengkap	<ul style="list-style-type: none"> • Tidak bisa disimpan 	V

Berdasarkan hasil uji fungsionalitas yang telah dilakukan, maka dapat diambil kesimpulan bahwa sistem yang telah dibuat telah mampu berjalan dengan baik, terbukti bahwa dalam semua skenario pengujian diperoleh hasil normal/diterima (v), sehingga sistem ini dinyatakan baik. Pengujian akurasi silhouette coefficient, silhouette coefficient adalah metrik evaluasi yang digunakan dalam analisis kluster untuk menentukan seberapa baik objek dalam satu kluster dibandingkan dengan objek di kluster lainnya. Metode ini mengukur komposisi cluster dengan menghitung koherensi (seberapa dekat objek dengan objek dalam cluster yang sama) dan pemisahan (seberapa jauh objek dari cluster lain). Nilai yang lebih tinggi menunjukkan bahwa kluster lebih terisolasi dan padat. Hasil uji akurasi dengan metode Silhouette Coefficient dapat dilihat langsung pada program aplikasi seperti yang disajikan pada Gambar 12.



Gambar 12. Hasil Uji Silhouette Coefficient

Berdasarkan hasil uji akurasi *Silhouette Coefficient* diperoleh hasil struktur data yang kuat dengan nilai rata-rata sebesar 0,87, dengan demikian struktur data klusterisasi pariwisata ini layak untuk diterapkan.

Pembahasan

Berdasarkan hasil uji fungsionalitas yang telah dilakukan, maka dapat diambil kesimpulan bahwa sistem yang telah dibuat telah mampu berjalan dengan baik, terbukti bahwa dalam semua skenario pengujian diperoleh hasil normal/diterima (v), sehingga sistem ini dinyatakan baik. Pengujian akurasi silhouette coefficient, silhouette coefficient adalah metrik evaluasi yang digunakan dalam analisis kluster untuk menentukan seberapa baik objek dalam satu kluster dibandingkan dengan objek di kluster lainnya. Metode ini mengukur komposisi cluster dengan menghitung koherensi (seberapa dekat objek dengan objek dalam cluster yang sama) dan pemisahan (seberapa jauh objek dari cluster lain). Nilai yang lebih tinggi menunjukkan bahwa kluster lebih terisolasi dan padat. Berdasarkan hasil uji akurasi Silhouette Coefficient diperoleh hasil struktur data yang kuat dengan nilai rata-rata sebesar 0,87, dengan demikian struktur data klusterisasi pariwisata ini layak untuk diterapkan. Peran Metode Algoritma *K-Means Clustering* adalah untuk mengelompokkan pariwisata berdasarkan parameter keindahan, budaya, akses, fasilitas, aktivitas, iklim, keunikan, keamanan, keterlibatan, kebersihan dan promosi. Hasil akhir berupa pengelompokan kedalam 3 kluster yaitu besar, sedang dan kecil. Setelah itu, dilanjutkan dengan peringkisan untuk menentukan objek wisata terbaik dari masing-masing kluster dengan menggunakan Metode Weighted Product berdasarkan kriteria seperti : keindahan, budaya, akses, fasilitas, aktivitas, iklim, keunikan, keamanan, keterlibatan, kebersihan dan promosi. Model ini dibuat untuk mengelompokkan dan memberikan rekomendasi potensi pariwisata terbaik untuk mendukung digitalisasi pariwisata di Indonesia (Lukić et al., 2018).

Temuan ini diperkuat dengan temuan penelitian sebelumnya menyatakan pengembangan metode pengelompokan yang efektif dapat menjadi langkah kunci untuk mengidentifikasi, mengelompokkan dan memahami potensi pariwisata yang beragam di Indonesia (Vujko et al., 2018). Metode Algoritma yang digunakan yakni *k-means clustering*, variabel: potensi pariwisata, jarak obyek. Hasil Penelitian terbentuknya 6 kluster berdasarkan indikator perkembangan pariwisata di wilayah Ukraina pada tahun 2020 dan ciri khas pada setiap cluster (Shpak et al., 2023). *Digital Tourism Recommendation and Route Planning Model Design Based on RippleNet and Improved GA* dapat meningkatkan layanan pariwisata, mewujudkan layanan perjalanan wisata sesuai kebutuhan sehingga mendorong pengembangan ekonomi pariwisata digital (Dutka et al., 2019). Metode Algoritma menggunakan Metode *K-Means* untuk mengelompokkan 21 obyek wisata. Hasil Penelitian ini yakni membagi objek wisata menjadi tiga kelompok antara lain, (C1) *high cluster*, (C2) *medium set*, dan (C3) *low cluster* (Jauhari et al., 2022). Implikasi penelitian ini dapat membantu program digitalisasi pariwisata di Indonesia dengan model pengembangan metode klusterisasi.

4. SIMPULAN

Pengembangan metode klusterisasi pada potensi wisata untuk mendukung digitalisasi pariwisata di Indonesia, telah dibuktikan dengan adanya program aplikasi klusterisasi yang dilengkapi dengan Integrasi Algoritma Cluster K-Means untuk menentukan cluster masing-masing wisata. Hasil uji fungsionalitas menunjukkan seluruh skenario pengujian telah berjalan dengan baik sehingga program aplikasi dapat dinyatakan layak.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Al-Fahmi, B. M., Rahmawati, E., & Sagirani, T. (2023). Penerapan K-Means Clustering Pada Pariwisata Kabupaten Bojonegoro Untuk Mendukung Keputusan Strategi Pemasaran. *Jurnal Nasional Teknologi Dan Sistem Informasi*, 9(2), 141–149. <https://doi.org/10.25077/teknosi.v9i2.2023.141-149>.
- Ariyani, N. (2021). Faktor - Faktor yang Mempengaruhi Partisipasi Pemangku Kepentingan pada Pengembangan Kawasan Wisata Kedung Ombo. *Jurnal Pariwisata Terapan*, 4(2), 147. <https://doi.org/10.22146/jpt.60678>.
- Dargan, S., Kumar, M., Ayyagari, M. R., & Kumar, G. (2020). A Survey of Deep Learning and Its Applications: A New Paradigm to Machine Learning. *Archives of Computational Methods in Engineering*, 27(4), 1071–1092. <https://doi.org/10.1007/s11831-019-09344-w>.
- Dutka, A., Savitska, O., & Savitska, N. (2019). Cluster Analysis of Activity of Tourism Activity Subjects: Regional Aspects. *Economic Analysis*, 29(29(1)), 114–125. <https://doi.org/10.35774/econa2019.01.114>.
- Fernandy, M., Darmawan, K. R., & Kristiyanto, D. Y. (2023). Comparison Analysis of Native Database Design with Object Oriented Design. *Journal of Dinda : Data Science, Information Technology, and Data Analytics*, 3(1), 6–10. <https://doi.org/10.20895/dinda.v3i1.707>.

- Gonçalves, A. R., Dorsch, L. L. P., & Figueiredo, M. (2022). Digital Tourism: An Alternative View on Cultural Intangible Heritage and Sustainability in Tavira, Portugal. *Sustainability (Switzerland)*, 14(5), 1–10. <https://doi.org/10.3390/su14052912>.
- Jauhari, A., Anamisa, D. R., & Mufarroha, F. A. (2022). Analysis of Clusters Number Effect Based on K-Means Method for Tourist Attractions Segmentation. *Journal of Physics: Conference Series*, 2406(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/2406/1/012024>.
- Kim, M. J., Lee, C. K., & Jung, T. (2020). Exploring Consumer Behavior in Virtual Reality Tourism Using an Extended Stimulus-Organism-Response Model. *Journal of Travel Research*, 59(1), 69–89. <https://doi.org/10.1177/0047287518818915>.
- Komariah, N., Saepudin, E., & Yusup, P. M. (2018). Pengembangan Desa Wisata Berbasis Kearifan Lokal. *Jurnal Pariwisata Pesona*, 3(2), 158–174. <https://doi.org/10.26905/jpp.v3i2.2340>.
- Lohmer, J., Bugert, N., & Lasch, R. (2020). Analysis of resilience strategies and ripple effect in blockchain-coordinated supply chains: An agent-based simulation study. *International Journal of Production Economics*, 228(September 2019), 107882. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2020.107882>.
- Lukić, D., Berjan, S., & El Bilali, H. (2018). Indicators of tourism development of the Serbian Danube region. *R-Economy*, 4(1), 30–38. <https://doi.org/10.15826/recon.2018.4.1.005>.
- Moonpen, U., Mungsing, S., & Banditwattanawong, T. (2021). Classification Model Development Based on Cluster-to-Class Distance Mapping for Tourism Form Prediction of Inbound Tourism Market in Thailand. *Current Applied Science and Technology*, 21(2), 393–407. <https://doi.org/10.14456/cast.2021.31>.
- Muqorobin, M., & Ma'ruf, M. H. (2022). Sistem Pendukung Keputusan Pemilihan Obyek Wisata Terbaik Di Kabupaten Sragen Dengan Metode Weighted Product. *Jurnal Teknik Informasi Dan Komputer (Tekinkom)*, 5(2), 364. <https://doi.org/10.37600/tekinkom.v5i2.536>.
- Nirmal, S. (2019). Comparative study between k-means and k-medoids clustering algorithms. *International Research Journal of Engineering and Technology*, 839, 839–844.
- Nurrahman, A. A., Husen, N. P., & Rukmana, O. (2020). Designing Information System for Student Practicum Assessment in the Laboratory. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 847(1). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/847/1/012047>.
- Nyoman Crisnapati, P., Gede Mahendra Darmawiguna, I., Windu Antara Kesiman, M., & Kusuma Wijaya, B. (2019). 3D Digitalization of Besakih Architectural Heritage: Documentation and Preservation. *Journal of Physics: Conference Series*, 1175(1), 1–6. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1175/1/012106>.
- Pradana, M. G., & Ha, H. T. (2021). Maximizing Strategy Improvement in Mall Customer Segmentation using K-means Clustering. *Journal of Applied Data Sciences*, 2(1), 19–25. <https://doi.org/10.47738/jads.v2i1.18>.
- Rachman, D. A. C., Goejantoro, R., & Amijaya, F. D. T. (2020). Implementasi Text Mining Pengelompokan Dokumen Skripsi Menggunakan Metode K-Means Clustering Implementation Of Text Mining For Grouping Thesis Documents Using K-Means Clustering. *Jurnal EKSPONENSIAL*, 11(2), 167–174.
- Rinanto, Y., Arthasyach, M. A. A., & Rangga Saputra, P. (2023). Grand Design Pengembangan Desa Wisata Berbasis Potensi Lokal (Studi Kasus di Desa Kedawung, Kecamatan Mondokan, Kabupaten Sragen). *KOMUNITA: Jurnal Pengabdian Dan Pemberdayaan Masyarakat*, 2(2), 183–188. <https://doi.org/10.60004/komunita.v2i2.78>.
- Rodriguez, M. Z., Comin, C. H., Casanova, D., Bruno, O. M., Amancio, D. R., Costa, L. da F., & Rodrigues, F. A. (2019). Clustering algorithms: A comparative approach. In *PLoS ONE* (Vol. 14, Issue 1). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0210236>.
- Samudi, S., Widodo, S., & Brawijaya, H. (2020). The K-Medoids Clustering Method for Learning Applications during the COVID-19 Pandemic. *Sinkron*, 5(1), 116. <https://doi.org/10.33395/sinkron.v5i1.10649>.
- SBM, N. (2020). Beberapa Masalah dalam Pengembangan Sektor Pariwisata di Indonesia. *Pariwisata*, 7(2), 124–131.
- Sharifah, N., Wajdi, F., Waksito, J., & Wiyadi. (2023). Innovation in Orthopedic Services: Service Excellence with C-arm Technology at Hospitals in Sragen using Business Model Canvas (BMC) and Swot Analysis. *Journal of Humanities and Social Sciences Studies*, 5(10), 23–34. <https://doi.org/10.32996/jhsss.2023.5.10.4>.
- Sharma, G. D., Thomas, A., & Paul, J. (2021). Reviving tourism industry post-COVID-19: A resilience-based framework. *Tourism Management Perspectives*, 37(October 2020), 100786. <https://doi.org/10.1016/j.tmp.2020.100786>.
- Shpak, N., Kulyniak, I., Novakivskyi, I., & Oleksiv, I. (2023). Clusterization in Tourism Development Level's Assessment of Regions: Example of Ukraine. *Journal of Tourism and Services*, 14(26), 45–56.

- <https://doi.org/10.29036/jots.v14i26.444>.
- Sinaga, K. P., & Yang, M. S. (2020). Unsupervised K-means clustering algorithm. *IEEE Access*, 8, 80716–80727. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.2988796>.
- Teknologi, U., & Negeri, M. (2023). *Digitalisasi di Kalangan Pelarian di Malaysia Digitalization Among Refugees Community in Malaysia*. 39(2), 19–36.
- Vujko, A., Gajic, T., Dimitric, D., Penić, M., & Gagić, S. (2018). Development potential of rural tourism (the case of “Tešnjarske večeri” festival). *R-Economy*, 4(1), 23–29. <https://doi.org/10.15826/recon.2018.4.1.004>.
- Wang, Y., Chen, Q., Hong, T., & Kang, C. (2019). Review of Smart Meter Data Analytics: Applications, Methodologies, and Challenges. *IEEE Transactions on Smart Grid*, 10(3), 3125–3148. <https://doi.org/10.1109/TSG.2018.2818167>.
- Widari, S. (2021). Dampak Pengelolaan Subak Jatiluwih sebagai Warisan Budaya terhadap Lingkungan. *Jurnal Kajian Dan Terapan Pariwisata*, 2(1), 38–50. <https://doi.org/10.53356/diparojs.v2i1.48>.