

Sistem Rekomendasi Tempat Wisata di Malang Raya Menggunakan Metode K-Means Clustering

Andhika Utama¹, Wilda Imama Sabilla², Rokhimatul Wakhidah³

Program Studi Teknik Informatika, Politeknik Negeri Malang, Jl. Soekarno Hatta No. 9, Malang 65141, Indonesia^{1,2,3}
Politeknik Negeri Malang^{1,2,3}

andhikautamaa04@gmail.com¹, wildaimama@polinema.ac.id², wakhidah@polinema.ac.id³

Abstrak – Malang Raya, yang berada di Jawa Timur, adalah salah satu wilayah di Indonesia yang memiliki keanekaragaman tempat wisata. Tentunya, para wisatawan yang akan berkunjung ke Malang Raya membutuhkan waktu yang tidak sedikit karena beraneka ragamnya tempat wisata di Malang Raya. Serta, memiliki keterbatasan dalam hal biaya dan waktu dalam melakukan kunjungan wisata di Malang Raya. Berdasarkan uraian tersebut, dibuatlah sistem rekomendasi tempat wisata di Wilayah Malang Raya, yang meliputi Kota Malang, Kabupaten Malang, dan Kota Batu dengan menggunakan algoritma K-Means Clustering. Tujuan dari sistem rekomendasi ini adalah untuk mengelompokkan objek wisata berdasarkan lokasi dari tempat wisata tersebut, jumlah wisatawan nusantara dan wisatawan asing, *rating*, harga tiket, fasilitas, dan akses jalan menuju tempat wisata tersebut. Penentuan nilai *cluster* pada sistem rekomendasi ini didasarkan pada jarak *minimum* atau jarak terdekat antar objek data, yang berdasarkan jumlah wisatawan nusantara dan wisatawan asing, *rating*, harga tiket, fasilitas, dan akses jalan menuju tempat wisata tersebut. Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa Metode K-Means Clustering dapat digunakan untuk menghasilkan *cluster* rekomendasi tempat wisata di Malang Raya. Berdasarkan hasil pengujian dari 2, 3, 4, dan 5 *cluster* yang dilakukan di Kota Malang, Kota Batu, dan Kabupaten Malang, terdapat 5 *cluster* yang memperoleh nilai lebih baik/optimal di Kota Malang. Di Kota Batu, 4 *cluster* mencapai nilai lebih baik/optimal. Di Kabupaten Malang, terdapat 5 *cluster* yang memperoleh nilai lebih baik/optimal. Sistem ini dibuat untuk memberikan hasil dari pengelompokan objek wisata di Malang Raya, yang kemudian *outputnya* dapat dijadikan sebagai referensi bagi wisatawan yang akan berkunjung ke Malang Raya.

Kata Kunci – Rekomendasi, Tempat Wisata, Malang Raya, K-Means Clustering

I. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara yang kaya akan kekayaan alamnya, kekayaan budayanya hingga keindahan tempat pariwisatanya. Potensi pariwisata di Indonesia sangat luar biasa sehingga menjadi primadona bagi wisatawan domestik serta wisatawan mancanegara. Sektor pariwisata merupakan salah satu sektor yang menyumbangkan devisa negara terbanyak untuk Indonesia [1]. Di Indonesia tepatnya di Malang Raya, Jawa Timur, adalah salah satu wilayah yang berpotensi untuk bisa mengembangkan pariwisatanya. Beragam tempat wisata yang terdapat di Malang Raya. Mulai dari alam yang indah, budaya yang beragam, dan tempat-tempat terkenal yang bisa dikunjungi oleh wisatawan.

Dengan beraneka ragamnya tempat wisata di kawasan Malang Raya, tentunya para wisatawan asing maupun lokal yang akan berkunjung ke Malang Raya membutuhkan waktu yang tidak sedikit untuk menjelajahi berbagai tempat wisata di Malang Raya. Para wisatawan asing maupun lokal tentunya memiliki keterbatasan dalam hal biaya dan waktu untuk melakukan kunjungan wisata. Sehingga calon wisatawan yang memilih Malang Raya menjadi tujuan wisatanya tersebut harus menentukan destinasi sesuai dengan yang dibutuhkan dan diinginkan. Dengan beraneka ragamnya tempat wisata di Malang Raya pula, tentunya permasalahan yang muncul atau yang sering dialami oleh para wisatawan yang ingin berwisata ke kawasan Malang Raya adalah sering kali merasa

kebingungan saat memutuskan untuk memilih objek wisata di kawasan Malang Raya.

Perkembangan teknologi informasi saat ini sudah sangat cepat dan banyak digunakan dalam berbagai bidang, salah satu contohnya terdapat pada sektor pariwisata. Perkembangan pada sektor pariwisata terjadi karena semakin besarnya peranan otonomi daerah, perkembangan pada sektor pariwisata tentu turut memicu perkembangan ekonomi pada suatu daerah, hal itu dikarenakan dengan majunya sektor pariwisata yang dapat memacu sektor ekonomi melalui peningkatan nilai dan pendapatan masyarakat setempat. Hal tersebut tentu saja mampu menciptakan lapangan kerja serta mengurangi angka kemiskinan [2].

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini akan membuat sistem rekomendasi tempat wisata di Wilayah Malang Raya, yang meliputi Kota Malang, Kabupaten Malang, dan Kota Batu dengan menggunakan algoritma K-Means Clustering dengan tujuan untuk mengelompokkan objek wisata berdasarkan lokasi dari tempat wisata tersebut. K-Means Clustering adalah mengelompokkan objek ke dalam K kelompok atau *cluster*.

Penggunaan Algoritma K-Means dikarenakan Algoritma K-Means memiliki ketelitian yang cukup tinggi terhadap ukuran objek, sehingga Algoritma K-Means relatif lebih efisien dan terukur untuk mengolah objek dalam jumlah yang besar. Selain itu, Algoritma K-means tidak terpengaruh dengan adanya urutan objek (Aranda, 2016) dalam [3].

Setelah melakukan *clustering* tempat wisata menggunakan algoritma K-Means Clustering, dilakukan perankingan terhadap tempat wisata pada halaman rekomendasi tempat wisata dengan menggunakan metode Simple Additive Weighting (SAW) [4]. Metode SAW dapat digunakan untuk menentukan bobot dari pemilihan kriteria tempat wisata. Metode SAW dapat menentukan nilai bobot dari setiap atribut, kemudian dilakukan pencarian bobot terbesar melalui perankingan sehingga dapat menghasilkan alternatif terbaik.

Sebelumnya, penelitian telah dilakukan oleh [5] mengenai pembuatan sistem rekomendasi wisata umbul dengan K-Means Clustering. Penelitian tersebut membahas mengenai sistem rekomendasi tempat wisata umbul di Kabupaten Klaten karena banyaknya objek wisata umbul di Klaten sehingga menjadikan

masyarakat maupun pengunjung bingung dalam mendapatkan informasi kategori objek wisata umbul yang baik sehingga perlu adanya sebuah pemetaan dan pengelompokan objek wisata umbul di klaten. Hasil dari penelitian tersebut adalah peneliti berhasil membangun Sistem Pemetaan Objek Wisata Umbul Klaten guna membantu masyarakat dan wisatawan mendapatkan informasi tentang kelayakan objek wisata umbul.

Selain itu, sudah banyak penelitian terdahulu yang menggunakan algoritma K-Means dalam melakukan *clustering* salah satunya adalah artikel yang berjudul “Data Mining: Algoritma K-Means Pada Pengelompokan Wisata Asing ke Indonesia Menurut Provinsi” oleh Riyani Wulan Sari dan Dedy Hartama dan mendapatkan hasil sesuai yang diharapkan oleh peneliti. Algoritma K-Means sangat akurat dalam ukuran objek, sehingga relatif lebih terukur dan efisien untuk memproses objek dalam jumlah yang besar [6]. Algoritma K-Means Clustering juga dinilai memiliki teknik yang sangat cepat dalam proses *clustering* untuk pengelompokan objek [7].

Penentuan nilai *cluster* pada sistem rekomendasi ini didasarkan pada jarak minimum atau jarak terdekat antar objek data, berdasarkan jumlah wisatawan pada tempat wisata tersebut, jarak menuju tempat wisata tersebut, dan rating dari tempat wisata tersebut. Diharapkan sistem ini dapat memberikan hasil dari pengelompokan objek wisata di Malang Raya yang kemudian outputnya bisa dijadikan referensi bagi wisatawan yang akan berkunjung ke Malang Raya.

II. TINJAUAN PUSTAKA

Sebelumnya, Riyani Wulan Sari dan Dedy Hartama melakukan penelitian dengan judul “Data Mining: Algoritma K-Means Pada Pengelompokan Wisata Asing ke Indonesia Menurut Provinsi”. Pada penelitian ini, peneliti bertujuan untuk melakukan pengelompokan data kunjungan dari wisatawan di hotel berbintang pada setiap provinsi selama kurun waktu tahun 2003-2016 menggunakan algoritma K-Means. Proses *clustering* ini digunakan dengan cara mengambil jarak terdekat dari setiap data yang diolah. Didapatkan pengelompokan pada iterasi 1 untuk 4 *cluster* tersebut dari data jumlah tamu

asing pada hotel bintang menurut provinsi. *Cluster* tamu asing tinggi yaitu Bali, *cluster* tamu asing sedang yaitu 2 provinsi, dan *cluster* tamu asing rendah yaitu 31 provinsi lainnya. Pada penelitian ini, peneliti berhasil mengolah data melalui Ms.Excel untuk menentukan nilai centroid dalam 3 *cluster* yakni *cluster* tinggi, sedang dan rendah [8].

Penelitian juga dilakukan oleh Eni Irfiani, dan Fintri Indriyani dengan judul “Algoritma K-Means Untuk Clustering Rute Perjalanan Wisata Pada Agen Tour & Travel”. Penelitian ini bertujuan untuk membantu menyelesaikan masalah yang terdapat pada agen tour & travel mengenai kurangnya informasi tentang rute perjalanan wisata yang paling diminati pelanggan dengan menggunakan metode K-Means Clustering. Berdasarkan hasil penelitian ini, peneliti mendapatkan tiga kelompok rute perjalanan yaitu rute perjalanan wisata paling diminati sebesar 20%, perjalanan yang sedang diminati sebesar 30% dan perjalanan yang kurang diminati sebesar 50%. Kesimpulan dari penelitian ini adalah metode *clustering* dan algoritma k-means dapat menyelesaikan masalah mengenai pengelompokan rute perjalanan dimana terdapat tiga *cluster* yaitu *cluster* paling diminati (C0), *cluster* sedang diminati (C1) dan *cluster* kurang diminati (C2) [9].

Pada penelitian yang dilakukan oleh Linda Maulida dengan judul “Penerapan Datamining dalam Mengelompokkan Kunjungan Wisatawan Ke Objek Wisata Unggulan di Provinsi DKI Jakarta Dengan K-Means” didapatkan kesimpulan bahwa pengelompokan dapat dilakukan dengan menghasilkan tiga *cluster* mengenai jumlah kenaikan kunjungan dari wisatawan. Hasil dari *cluster* tersebut nantinya akan digunakan sebagai rekomendasi perbaikan sarana dan prasarana objek wisata unggulan guna meningkatkan kunjungan yang dapat digunakan untuk mempromosikan objek wisata guna meningkatkan devisa negara [10].

A. Pariwisata

Menurut Undang-Undang Republik Indonesia No.10 Tahun 2009 Tentang Kepariwisata Pariwisata adalah berbagai macam kegiatan wisata dan didukung berbagai fasilitas serta layanan yang disediakan oleh

masyarakat, pengusaha, Pemerintah, dan Pemerintah Daerah.

Pariwisata merupakan suatu aktivitas manusia yang dilakukan secara sadar yang mendapat pelayanan secara bergantian diantara orang-orang dalam suatu Negara itu sendiri (di luar negeri), meliputi pendiaman orang-orang dari daerah lain (daerah tertentu), untuk sementara waktu mencari kepuasan yang beraneka ragam dan berbeda dengan apa yang dialaminya, dimana ia memperoleh pekerjaan. Dikatakan oleh Prof. Salah Wahab dalam Oka A Yoeti (1994 ; 116.) [11].

Sementara, A.J. Burkart dan S. Medik (1981) dalam Soekadijo (2000) mengatakan bahwa kegiatan pariwisata adalah kegiatan berpindah untuk sementara waktu dengan tujuan diluar tempat biasanya mereka hidup dan bekerja. Sedangkan Kurt Morgenroth dalam Fajri (2016) mendefinisikan pariwisata sebagai kegiatan meninggalkan tempat asal dengan tujuan menjadikan diri sebagai konsumen dari peradaban budaya dan ekonomi untuk memenuhi kebutuhan atau keinginan hidup. Di zaman yang sudah semakin berkembang ini, masyarakat Indonesia sudah tidak asing lagi dalam melakukan kegiatan pariwisata di dalam negeri atau luar negeri. Karena semakin maju dan berkembangnya pariwisata di Indonesia, membuat kegiatan pariwisata ini tidak lagi dianggap sebagai kebutuhan tersier yang hanya memberikan efek menyenangkan atau menyegarkan bagi seseorang yang melakukan wisata tersebut, namun juga terdapat kepentingan lain seperti edukasi, religi, industri, dan lainnya [12].

Kekayaan tempat wisata atau obyek wisata yang dimiliki oleh Malang Raya dapat diandalkan serta memiliki peluang dan harapan untuk dapat dikembangkan di masa yang akan datang. Mengingat obyek wisata yang terdapat di Malang Raya sangat beragam serta mempunyai daya tarik tersendiri seperti wisata alam, budaya, sejarah, belanja dan wisata buatan. Paris van Oost Java atau dalam bahasa Indonesia disebut dengan “Parisnya Jawa Timur” adalah salah satu dari beberapa sebutan yang populer di masyarakat mengenai Kota Malang. Selain itu, salah satu kota besar yang berada di Provinsi Jawa Timur ini memiliki beberapa sebutan lain seperti kota bunga, kota pendidikan, kota sejarah, kota wisata, kota apel, kota dingin dan bumi arema [13].

B. Tempat Wisata

Wardiyanta (2006:52) berpendapat bahwa tempat wisata atau objek wisata adalah suatu tempat yang dapat memikat wisatawan serta tempat memberikan kepuasan pada wisatawan. Sementara Ridwan (2012:5) mengartikan objek wisata sebagai segala sesuatu yang memiliki keunikan, keindahan, serta nilai-nilai yang berupa keanekaragaman kekayaan budaya, alam, serta hasil buatan manusia yang menjadi tempat tujuan kunjungan wisatawan. Berlandaskan keterangan tersebut, objek wisata merupakan tempat yang dikunjungi oleh wisatawan dengan berbagai macam keindahan yang didapatkan, tempat untuk melakukan kegiatan pariwisata, tempat untuk bersenang-senang demi mendapatkan kebahagiaan dengan waktu yang cukup lama, mendapatkan pelayanan yang baik, serta mendapat kenangan yang indah di tempat wisata [14].

C. Clustering

Cluster adalah teknik pengumpulan objek yang memiliki kemiripan antara satu objek dengan objek lain. Sedangkan *clustering* atau analisis *cluster* adalah metode pengelompokan satu set objek secara fisik atau abstrak ke dalam objek yang sama [9]. Sementara *clustering* adalah pengelompokan sejumlah data atau obyek ke dalam *cluster (group)* sehingga dalam setiap *cluster* akan berisi data yang semirip mungkin [15]. Tujuan utama analisis *cluster* adalah pengelompokan objek-objek tersebut. Objek tersebut akan diklasifikasikan ke dalam satu atau lebih kelompok *cluster*.

D. Algoritma K-Means

Algoritma K-means merupakan suatu algoritma yang digunakan dalam pengelompokan secara pertisi yang memisahkan data ke dalam kelompok yang berbeda. Algoritma K-Means dapat meminimalkan jarak antara data ke clusternya. Algoritma K-means akan menguji masing – masing dari setiap komponen dalam populasi data tersebut dan menandai komponen tersebut ke dalam salah satu pusat *cluster* yang telah didefinisikan sebelumnya tergantung dari jarak minimum antar komponen dengan tiap – tiap pusat *cluster*. Kemudian, posisi pusat *cluster* akan dihitung kembali sampai semua komponen data digolongkan ke dalam tiap –

tiap *cluster* dan terakhir akan terbentuk *cluster* baru [8].

K-Means memiliki kemampuan pengelompokan data dalam jumlah yang cukup besar dengan waktu komputasi yang cepat dan efisien [16]. Algoritma ini pertama kali diusulkan oleh MacQueen pada tahun 1967 dan dikembangkan oleh Hartigan dan Wong pada tahun 1975 dengan tujuan untuk dapat membagi M data point dalam N dimensi kedalam sejumlah *cluster* [17].

Proses *clustering* dapat dimulai dari melakukan indentifikasi pada data yang akan di *cluster* x_i ($i=1, \dots, n$;) dengan n adalah jumlah pada variable. Pusat dari setiap *cluster* diterapkan secara bebas, y_i ($i=1, \dots, i$;) . Lalu dihitung jarak antara data dengan tiap pusat *cluster*.

Berikut merupakan langkah-langkah yang digunakan dalam metode K-Means:

1. Tentukan jumlah *cluster* yang akan digunakan.
2. Bangkitkan *centroid* awal yang diperoleh secara acak serta jumlah *centroid* sebanyak *cluster* yang akan dibuat. Pengertian *centroid* sendiri adalah titik pusat *cluster* atau awal pusat *cluster*.
3. Lakukan perhitungan jarak pada setiap inputan data terhadap pusat *cluster* hingga ditemukan jarak paling dekat dari setiap data terhadap *centroid*. Perhitungan jarak dilakukan dengan menggunakan persamaan *Euclidian Distance* [18].

$$d(x, y) = \sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - y_i)^2}$$

Dimana:

$d(x,y)$ = Jarak data ke x ke pusat *cluster*

x_i = Data ke – i pada atribut data ke n

y_i = Data ke – j pada atribut data ke n

4. Kelompokkan setiap data terhadap jarak pada titik pusat *centroid* terdekat.
5. Ubah nilai *centroid* yang diperoleh dari rata-rata *cluster* yang bersangkutan dengan persamaan

$$c_k = \frac{1}{n_k} \sum d_i$$

Dimana:

nk = Jumlah data dalam *cluster*
 di = Jumlah dari nilai jarak yang masuk dalam masing-masing *cluster*

6. Jika anggota tiap *cluster* tidak ada yang berubah, maka iterasi atau perhitungan selesai.
7. Jika tidak, maka iterasi kembali dilakukan dari langkah nomor 2 hingga langkah nomor 5.

E. Simple Additive Weighting

Metode *Simple Additive Weighting*, atau dapat disebut juga sebagai metode penjumlahan terbobot. Konsep dasar dari metode ini adalah mencari penjumlahan terbobot dari rating kinerja pada tiap-tiap alternatif pada seluruh atribut [19]. Metode SAW memerlukan proses normalisasi matriks keputusan (X) pada suatu skala yang dapat diperbandingkan dengan semua alternatif yang ada [20].

Dalam perhitungan metode SAW dibutuhkan sebuah proses normalisasi dari data asli kedalam skala yang kemudian dibandingkan dengan semua rating pada setiap alternatif [21]. Saat penentuan nilai bobot prioritas, *benefit* dan *cost* sangat diperlukan dalam perhitungan nilai untuk dapat dijadikan normalisasi. Berikut merupakan rumus dari *benefit* dan *cost* [22]:

$$r_{ij} = \begin{cases} \frac{x_{ij}}{\max x_{ij}} \\ \frac{\min x_{ij}}{x_{ij}} \end{cases}$$

- Dimana:
- r_{ij} = Nilai rating kinerja ternormalisasi
 - x_{ij} = Nilai atribut yang dimiliki dari setiap kriteria
 - $\frac{x_{ij}}{\max x_{ij}}$ = Nilai terbesar dari setiap kriteria
 - $\frac{\min x_{ij}}{x_{ij}}$ = Nilai terkecil dari setiap kriteria
 - benefit* = Jika nilai terbesar adalah yang terbaik
 - cost* = Jika nilai terkecil adalah yang terbaik

Kemudian akan dibuat perkalian matriks $W \times R$ dan penjumlahan hasil perkalian untuk memperoleh alternatif terbaik dengan melakukan pemeringkatan nilai terbesar sebagai berikut:

$$Vi = \sum_{j=1}^n w_j r_{ij}$$

- Dimana:
- Vi = Rangking untuk setiap alternatif
 - w_j = Nilai bobot dari setiap kriteria
 - r_{ij} = Nilai rangking kinerja ternormalisasi

Nilai W merupakan nilai yang sudah ditentukan yaitu vector bobot:

$$W = (W_1 \ W_2 \ W_3 \ \dots \ W_j)$$

Setelah itu dapat dilakukan pemeringkatan untuk menghasilkan bobot prioritas dalam pemilihan tempat wisata.

F. Silhouette Coefficient

Silhouette Coefficient adalah metode pengujian yang digunakan untuk melakukan validasi *cluster* terhadap objek yang berada di dalamnya, serta digunakan untuk menguji kualitas dan kekuatan dari sebuah metode *clustering*. Metode ini merupakan metode gabungan dari dua metode, yaitu metode cohesion yang digunakan untuk mengukur seberapa dekat hubungan antar objek dalam sebuah *cluster*, dan metode separation untuk mengukur seberapa jauh sebuah *cluster* terpisah dengan *cluster* lain [23].

Berikut merupakan beberapa tahapan dalam perhitungan *Silhouette Coefficient*:

1. Menghitung rata-rata jarak antara suatu data dengan data yang lain pada suatu *cluster* dengan cara memisahkan i dengan semua data lain yang terdapat pada satu *cluster* dengan persamaan:

$$a(i) = \frac{1}{[A] - 1} \sum_{j \in A, j \neq i} d(i, j)$$

- dimana :
- $a(i)$ = Perbedaan rata-rata objek (i) ke semua objek lain pada *cluster* A
 - $d(i, j)$ = Jarak antara data i dengan data j
 - $A = Cluster$

2. Menghitung rata-rata jarak objek dengan semua objek yang lain yang terdapat pada *cluster* lain, kemudian ambil nilai paling kecil dengan persamaan

$$d(i, C) = \frac{1}{[A] - 1} \sum_{j \in C} d(i, j)$$

3. Hitung nilai *Silhouette Coefficient* dengan persamaan sebagai berikut:

$$S(i) = \frac{b(i) - a(i)}{\max(a(i), b(i))}$$

Nilai hasil dari perhitungan *Silhouette Coefficient* bervariasi pada kisaran -1 sampai dengan 1. Apabila nilai *Silhouette Coefficient* semakin mendekati angka positif atau 1, maka semakin baik pengelompokan data dalam *cluster*. Sebaliknya apabila nilai yang dihasilkan mendekati angka negatif atau -1, maka semakin buruk pengelompokan data nya dalam *cluster* [24].

Untuk menilai suatu nilai *Silhouette Coefficient* dapat dilihat seperti pada tabel 2.1 yang telah dibuat Kaufman dan Rousseeuw berikut [25].

TABEL 2.1
INTERPRETASI NILAI SILHOUETTE COEFFICIENT

Nilai <i>Silhouette Coefficient</i>	Interpretasi
0,71 – 1,00	Terdapat <i>cluster</i> yang Baik
0,51 – 0,71	Terdapat <i>cluster</i> yang Cukup Baik
0,26 – 0,50	Terdapat <i>cluster</i> yang Lemah
≤0,25	Tidak dapat dikatakan sebagai <i>cluster</i>

III. ANALISA DAN PERANCANGAN SISTEM

A. Metode Pengambilan Data

Pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini adalah dengan cara melakukan kajian pustaka serta studi lapangan. Teknik pengumpulan data tersebut dilakukan dengan cara membaca serta mempelajari literatur seperti artikel, buku, sumber-sumber dari internet serta sumber informasi lainnya. Data yang digunakan berasal dari Dinas Kepemudaan, Olahraga, dan Pariwisata Kota Malang, Dinas Pariwisata dan Kebudayaan kabupaten Malang, serta Dinas Pariwisata Kota Batu. Berikut merupakan contoh tabel data wisata Kota Malang:

TABEL 3.1
CONTOH TABEL DATA WISATA KOTA MALANG

No	Tempat Wisata	Wisatawan Nusantara (Orang)	Wisatawan Asing (Orang)	Rating	Harga Tiket	Fasilitas	Akses Jalan
1.	Museum Brawijaya	34,514	250	4.4	3,000	1	1
2.	Museum Mpu Purwa	35,473	208	4.5	0	1	1
3.	Museum Musik Indonesia	23,559	66	4.4	5,000	2	1
4.	Kampung 1000 Topeng	13,022	57	4.1	5,000	1	2
5.	Brawijaya Edupark	99,733	120	4.1	20,000	1	1
6.	Taman Singha Merjosari	200,793	218	4.4	0	1	1
7.	Taman Cerdas Trunojoyo	329,579	311	4.4	0	1	1
8.	Taman Merbabu	157,448	329	4.3	0	2	2
9.	Taman Slamet	179,636	57	4.4	5,000	2	1
10.	Taman Kunang Kunang	340,122	143	4.3	10,000	2	1

B. Metode Pengambilan Data

Pada pengolahan data, data yang digunakan adalah data wisata tahun 2019. Pengolahan yang dilakukan yaitu dengan cara mengelompokkan data berdasarkan jumlah wisatawan nusantara dan wisatawan mancanegara, rating dari tempat wisata tersebut, harga tiket tempat wisata, fasilitas dari tempat wisata, dan akses jalan menuju tempat wisata.

Pengolahan data yang dilakukan dalam pengelompokan objek wisata terdapat 6 variable seperti tabel 3.2.

TABEL 3.2
TABEL NOMOR KRITERIA

Nomor Kriteria	Kriteria
1	Jumlah Wisatawan Nusantara
2	Jumlah Wisatawan Asing
3	Rating tempat wisata
4	Harga Tiket tempat wisata
5	Fasilitas Tempat Wisata
6	Akses Jalan Tempat Wisata

Tabel 3.3 adalah contoh tabel data tempat wisata setelah dilakukan normalisasi data guna melakukan pengolahan data yang diambil dari data wisata yang terdapat di Kota Malang. Data ini diperoleh dari Dinas Kepemudaan, Olahraga, dan Pariwisata Kota Malang. Terdapat data tempat wisata, jumlah wisatawan nusantara dan wisatawan asing pada tahun 2019, rating dari tempat wisata tersebut, harga tiket tempat wisata, fasilitas dari tempat wisata, dan akses jalan menuju tempat wisata.

TABEL 3.3
TABEL DATA WISATA SETELAH NORMALISASI

No	Tempat Wisata	Wisatawan Nusan- tar a (Orang)	Wisatawan Asing (Orang)	Rati- ng	Harga Tiket	Fasi- litas	Akses Jalan
1.	Museum Brawijaya	0,03	0,05	0,50	0,04	0,00	0,00
2.	Museum Mpu Purwa	0,04	0,04	0,67	0,00	0,00	0,00
3.	Museum Musik Indonesia	0,02	0,01	0,50	0,07	0,50	0,00
4.	Kampung 1000 Topeng	0,00	0,01	0,00	0,07	0,00	1,00
5.	Brawijaya Edupark	0,14	0,02	0,00	0,27	0,00	0,00
6.	Taman Singha Merjosari	0,30	0,04	0,50	0,00	0,00	0,00
7.	Taman Cerdas Trunojoyo	0,51	0,06	0,50	0,00	0,00	0,00
8.	Taman Merbabu	0,23	0,06	0,33	0,00	0,50	1,00
9.	Taman Slamet	0,27	0,01	0,50	0,07	0,50	0,00
10.	Taman Kunang Kunang	0,53	0,03	0,33	0,13	0,50	0,00
11.	Perpustakaan Kota Malang	0,44	0,00	0,50	0,00	0,00	0,00
12.	Club House Istana Dieng	0,00	0,00	0,50	0,47	0,00	1,00
13.	Hawai Waterpark	0,41	1,00	0,50	1,00	0,00	0,00
14.	Kampung Tridi	0,40	0,22	0,67	0,07	0,00	0,00
15.	Alun Alun Kota Malang	1,00	0,41	0,67	0,00	0,00	0,00
16.	Alun Alun Tugu Balaikota	0,84	0,38	0,83	0,00	0,50	0,00
17.	Car Free Day (Taman Jalan Ijen)	0,63	0,16	1,00	0,00	0,50	0,00
18.	Kampung Biru Arema	0,00	0,15	0,67	0,03	1,00	0,00

C. Proses Perhitungan Data

1. Metode K-Means Clustering

Pada tahap ini, data seperti yang tertera pada tabel 3.3. akan dihitung atau diproses menggunakan Metode K-Means Clustering. Dalam implementasi dari algoritma k-means, dihasilkan nilai centroid dari data yang didapat dengan ketentuan bahwa clusterisasi yang diinginkan adalah 3. Dalam penetapan atau penentuan cluster ini dilakukan dengan mengambil nilai data ke 3 untuk (C1), nilai data ke 14 untuk (C2), nilai data ke 16 untuk (C3). Nilai tersebut dapat diketahui seperti pada tabel berikut 3.4.

TABEL 3.4

NILAI CENTROID DATA AWAL

C1	0,02	0,01	0,50	0,07	0,50	0,00
C2	0,40	0,22	0,67	0,07	0,00	0,00
C3	0,84	0,38	0,83	0,00	0,50	0,00

Berikut adalah contoh dari perhitungan metode K-Means Clustering Kota Malang yang dimulai dari Iterasi ke-1

Iterasi ke-1 :

d1 = 0.02, 0.01, 0.50, 0.07, 0.50, 0.00 (nilai data ke 3)

d2 = 0.40, 0.22, 0.67, 0.07, 0.00, 0.00 (nilai data ke 14)

d3 = 0.84, 0.38, 0.83, 0.00, 0.50, 0.00 (nilai data ke 16)

1. Berikut adalah contoh dari perhitungan atau pengelolaan data 2 ke cluster 1, 2, dan 3.

$$= d_1 \sqrt{(0,03 - 0,02)^2 + (0,05 - 0,01)^2 + (0,50 - 0,50)^2 + (0,04 - 0,07)^2 + (0,00 - 0,00)^2 + (0,00 - 0,00)^2}$$

$$= d_2 \sqrt{(0,03 - 0,40)^2 + (0,05 - 0,22)^2 + (0,50 - 0,67)^2 + (0,04 - 0,07)^2 + (0,00 - 0,00)^2 + (0,00 - 0,00)^2}$$

$$= d_3 \sqrt{(0,03 - 0,84)^2 + (0,05 - 0,38)^2 + (0,50 - 0,83)^2 + (0,04 - 0,00)^2 + (0,00 - 0,50)^2 + (0,00 - 0,00)^2}$$

2. Berikut adalah contoh dari perhitungan atau pengelolaan data 2 ke cluster 1, 2, dan 3.

$$= d_1 \sqrt{(0,04 - 0,02)^2 + (0,04 - 0,01)^2 + (0,67 - 0,50)^2 + (0,00 - 0,07)^2 + (0,00 - 0,50)^2 + (0,00 - 0,00)^2}$$

$$= d_2 \sqrt{(0,04 - 0,40)^2 + (0,04 - 0,22)^2 + (0,67 - 0,67)^2 + (0,00 - 0,07)^2 + (0,00 - 0,00)^2 + (0,00 - 0,00)^2}$$

$$= d_3 \sqrt{(0,04 - 0,84)^2 + (0,04 - 0,38)^2 + (0,67 - 0,83)^2 + (0,00 - 0,00)^2 + (0,00 - 0,50)^2 + (0,00 - 0,00)^2}$$

3. Berikut adalah contoh dari perhitungan atau pengelolaan data ke 18 ke 1, 2, dan 3.

$$= d_1 \sqrt{(0,00 - 0,02)^2 + (0,15 - 0,01)^2 + (0,67 - 0,50)^2 + (0,03 - 0,07)^2 + (1,00 - 0,50)^2 + (0,00 - 0,00)^2}$$

$$= d_2 \sqrt{(0,00 - 0,40)^2 + (0,15 - 0,22)^2 + (0,67 - 0,67)^2 + (0,03 - 0,07)^2 + (1,00 - 0,00)^2 + (0,00 - 0,00)^2}$$

$$= d_3 \sqrt{(0,00 - 0,84)^2 + (0,15 - 0,38)^2 + (0,67 - 0,83)^2 + (0,03 - 0,00)^2 + (1,00 - 0,50)^2 + (0,00 - 0,00)^2}$$

Perhitungan ini, menghasilkan Iterasi ke-1 seperti pada contoh tabel 3.5. Perhitungan terus dilakukan hingga menghasilkan beberapa iterasi perhitungan hingga kelompok cluster tidak berpindah. Berikut merupakan tabel 3.4 yang merupakan tabel hasil dari iterasi ke-1.

TABEL 3.5
HASIL DARI ITERASI KE-1

No	Tempat Wisata	C1	C2	C3	Jarak Minimum
1.	Museum Brawijaya	0.5	0.4	1.0	0.44
2.	Museum Mpu Purwa	0.5	0.4	1.0	0.41
3.	Museum Musik Indonesia	0.0	0.6	0.9	0.00
4.	Kampung 1000 Topeng	1.2	1.2	1.6	1.22
5.	Brawijaya Edupark	0.7	0.7	1.2	0.75
6.	Taman Singha Merjosari	0.5	0.2	0.8	0.27
7.	Taman Cerdas Trunojoyo	0.7	0.2	0.7	0.27
8.	Taman Merbabu	1.0	1.1	1.3	1.04
9.	Taman Slamet	0.2	0.5	0.7	0.25
10.	Taman Kunang Kunang	0.5	0.6	0.7	0.54
11.	Perpustakaan Kota Malang	0.6	0.2	0.8	0.29
12.	Club House Istana Dieng	1.1	1.1	1.5	1.18
13.	Hawai Waterpark	1.5	1.2	1.3	1.23
14.	Kampung Tridi	0.6	0.0	0.7	0.00
15.	Alun Alun Kota Malang	1.1	0.6	0.5	0.55
16.	Alun Alun Tugu Balaikota	0.9	0.7	0.0	0.00
17.	Car Free Day (Taman Jalan Ijen)	0.8	0.6	0.3	0.34
18.	Kampung Biru Arema	0.5	1.0	1.0	0.55

Tabel 3.6 merupakan contoh tabel dari kelompok *cluster* hasil iterasi ke-1.

TABEL 3.6
KELOMPOK CLUSTER HASIL ITERASI KE-1

No	Tempat Wisata	Kelompok Cluster
1.	Museum Brawijaya	Cluster 2
2.	Museum Mpu Purwa	Cluster 2
3.	Museum Musik Indonesia	Cluster 1
4.	Kampung 1000 Topeng	Cluster 1
5.	Brawijaya Edupark	Cluster 1
6.	Taman Singha Merjosari	Cluster 2

7.	Taman Cerdas Trunojoyo	Cluster 2
8.	Taman Merbabu	Cluster 1
9.	Taman Slamet	Cluster 1
10.	Taman Kunang Kunang	Cluster 1
11.	Perpustakaan Kota Malang	Cluster 2
12.	Club House Istana Dieng	Cluster 2
13.	Hawai Waterpark	Cluster 2
14.	Kampung Tridi	Cluster 2
15.	Alun Alun Kota Malang	Cluster 3
16.	Alun Alun Tugu Balaikota	Cluster 3
17.	Car Free Day (Taman Jalan Ijen)	Cluster 3
18.	Kampung Biru Arema	Cluster 1

Dari hasil jarak minimum yang diperoleh dari tabel 3.6 beserta kelompok cluster pada tabel 3.6, dapat disimpulkan bahwa:

1. Jarak minimum atau jarak terdekat dari Museum Brawijaya adalah pada c2/cluster2, sehingga Museum Brawijaya masuk ke cluster 2.
2. Jarak minimum atau jarak terdekat dari Museum Mpu Purwa adalah pada c2/cluster2, sehingga Museum Mpu Purwa masuk ke cluster 2.

Demikian seterusnya sehingga dari proses ini diperoleh anggota tiap cluster pada Tabel 3.7.:

TABEL 3.7
ANGGOTA DARI CLUSTER YANG TERBENTUK PADA ITERASI 1

Cluster	Tempat Wisata
Cluster 1	Museum Musik Indonesia, Kampung 1000 Topeng, Brawijaya Edupark, Taman Merbabu, Taman Slamet, Taman Kunang Kunang, Kampung Biru Arema
Cluster 2	Museum Brawijaya, Museum Mpu Purwa, Taman Singha Merjosari, Taman Cerdas Trunojoyo, Perpustakaan Kota Malang, Club House Istana Dieng, Hawai Waterpark, Kampung Tridi
Cluster 3	Alun Alun Kota Malang, Alun Alun Tugu Balaikota, Car Free Day (Taman Jalan Ijen)

Demikian seterusnya perhitungan dengan *centroid* terus dilakukan sampai data ke-n yang merupakan data ke-18 dari tabel data wisata pada tabel 3.3. Setelah itu akan diperoleh matriks jarak yaitu C1, C2, dan C3. Jarak dari hasil perhitungan ini akan dilakukan perbandingan, serta akan dipilih jarak terdekat antara data dengan pusat *cluster*. Jarak ini akan menunjukkan bahwa data tersebut berada dalam satu kelompok dengan pusat *cluster* terdekat. Setelah memasukkan setiap data berdasarkan

jarak dengan *centroid* (nilai terkecil), selanjutnya adalah mengubah *centroid* baru dengan menghitung rata-rata *cluster* dengan menggunakan rumus:

$$v_{iw} = \frac{1}{N_i} \left(\sum_{k=1}^{N_i} X_{kw} \right)$$

Dimana:

i, w = Indeks dari *cluster*

w = Indeks dari *variable*

v_{iw} = *Centroid*/rata-rata cluster ke-I untuk *variable* ke-w

v_{kw} = Nilai data ke-k yang ada di dalam *cluster* tersebut untuk *variable* ke-w

N_i = Jumlah data yang menjadi anggota *cluster* ke-i

Berikut merupakan data yang sudah diolah pada Tabel 3.8 di bawah ini:

TABEL 3.8
CENTROID CLUSTER BARU

Cluster	Centroid					
1	0.17	0.04	0.33	0.09	0.43	0.29
2	0.27	0.18	0.54	0.20	0.00	0.13
3	0.82	0.32	0.83	0.00	0.33	0.00

Setelah mendapatkan nilai *centroid cluster*, baru kemudian dilakukan iterasi selanjutnya sampai ke iterasi pada tiap *cluster* yang tidak berubah atau tetap. Pada contoh perhitungan dengan 18 data tempat wisata di Kota Malang, iterasi berhenti pada iterasi ke-4 karena kelompok *cluster* dari iterasi ke-4 dan iterasi ke-3 tidak berubah.

Tabel 3.9 merupakan contoh dari iterasi terakhir atau iterasi ke-34 dari contoh perhitungan metode K-Means Clustering Kota Malang 3 cluster yang memiliki kelompok *cluster* yang sama dengan iterasi ke-3.

TABEL 3.9
HASIL DARI ITERASI KE-4

No	Tempat Wisata	C1	C2	C3	Jarak Minimum
1.	Museum Brawijaya	0.6 3	0.3 1	0.9 6	0.31
2.	Museum Mpu Purwa	0.6 8	0.3 8	0.9 2	0.38
3.	Museum Musik Indonesia	0.4 7	0.6 0	0.9 4	0.47
4.	Kampung 1000 Topeng	0.8 4	1.1 6	1.6 1	0.84
5.	Brawijaya Edupark	0.7 4	0.5 3	1.2 0	0.53

6.	Taman Singha Merjosari	0.6 4	0.2 2	0.7 5	0.22
7.	Taman Cerdas Trunojoyo	0.7 2	0.3 1	0.6 2	0.31
8.	Taman Merbabu	0.6 0	1.1 5	1.3 0	0.60
9.	Taman Slamet	0.4 6	0.5 4	0.7 4	0.46
10.	Taman Kunang	0.5 8	0.6 0	0.6 8	0.58
11.	Perpustakaan Kota Malang	0.6 9	0.3 0	0.6 8	0.30
12.	Club House Istana Dieng	0.8 1	1.0 9	1.4 9	0.81
13.	Hawai Waterpark	1.4 6	1.1 7	1.3 6	1.17
14.	Kampung Tridi	0.7 3	0.2 5	0.5 8	0.25
15.	Alun Alun Kota Malang	1.1 4	0.7 9	0.4 2	0.42
16.	Alun Alun Tugu Balaikota	0.9 9	0.8 7	0.1 8	0.18
17.	Car Free Day (Taman Jalan Ijen)	0.9 0	0.8 2	0.3 4	0.34
18.	Kampung Biru Arema	0.7 9	1.0 7	1.0 9	0.79

Iterasi ke 4 merupakan itersi terakhir dari contoh perhitungan metode K-Means Clustering Kota Malang 3 cluster. Iterasi ke 4 menjadi iterasi terakhir karena kelompok data tempat wisata tidak berubah dari iterasi sebelumnya.

2. Simple Additive Weighting

Pengujian Metode SAW dilakukan dengan cara melakukan pengolahan data secara manual dan pengolahan data yang dilakukan pada sistem, dengan hasil dari pengolahan data secara manual dan secara sistem tersebut adalah membandingkan hasil 96 perankingan tempat wisata dari perhitungan secara manual dengan hasil perankingan tempat wisata dari pengolahan data yang dilakukan pada sistem.

Tabel 3.10 merupakan tabel yang berisi bobot dari setiap kriteria, dimana C1 merupakan kriteria dengan bobot tertinggi, dan C6 merupakan kriteria dengan bobot terendah.

TABEL 3.10
BOBOT KRITERIA METODE SAW

C1	C2	C3	C4	C5	C6
0.3	0.25	0.17	0.13	0.1	0.05

Terdapat 3 contoh data yang berada pada Cluster 3 Kota Malang, yang digunakan sebagai contoh untuk simulasi ini. Terdapat 3 tempat wisata yang berada pada Cluster 3 Kota Malang, yaitu Alun Alun Kota Malang, Alun Alun Tugu Balaikota, dan Car Free Day (Taman Jalan Ijen).

TABEL 3.11
SAMPEL PENGUJIAN DATA

X	C1	C2	C3	C4	C5	C6
A	0.3	0.102479659	0.113333	0	0	0
B	0.251930165	0.095263464	0.141667	0	0.05	0
C	0.190468823	0.041069353	0.17	0	0.05	0

Keterangan :

- C1 = Wisatawan Nusantara
- C2 = Wisatawan Asing
- C3 = Rating
- C4 = Harga Tiket
- C5 = Fasilitas
- C6 = Akses Jalan
- A = Museum Brawijaya
- B = Museum Mpu Purwa
- C = Museum Musik Indonesia
- D = Kampung 1000 Topeng

Berdasarkan hasil perhitungan manual dengan menggunakan Metode SAW dan perhitungan yang terdapat pada sistem, didapatkan hasil perankingan tempat wisata yang diurutkan berdasarkan bobot tertinggi seperti pada tabel 3.12

TABEL 3.12
TABEL PERANKINGAN HASIL PENGUJIAN

x	Hasil Perhitungan Manual	Hasil Perhitungan Sistem	Hasil
A	Alun Alun Tugu Balaikota	Alun Alun Tugu Balaikota	Berhasil
B	Alun Alun Kota Malang	Alun Alun Kota Malang	Berhasil
C	Car Free Day (Taman Jalan Ijen)	Car Free Day (Taman Jalan Ijen)	Berhasil

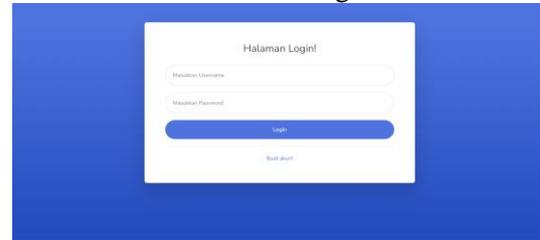
IV. IMPLEMENTASI DAN PEMBAHASAN

A. Hasil

Berikut merupakan tampilan dari website Sistem Rekomendasi Tempat Wisata di Malang Raya Menggunakan Metode K-Means Clustering.

1. Tampilan Form Login

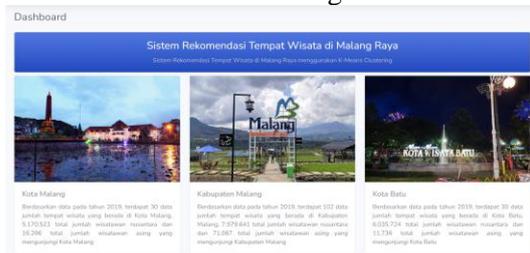
Berikut adalah tampilan form login pada website Sistem Rekomendasi Tempat Wisata di Malang Raya Menggunakan Metode K-Means Clustering



Gambar 4. 1 Tampilan Halaman Login

2. Tampilan Halaman Dashboard

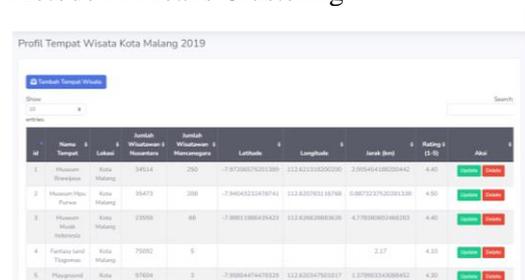
Berikut adalah tampilan dashboard pada website Sistem Rekomendasi Tempat Wisata di Malang Raya Menggunakan Metode K-Means Clustering



Gambar 4. 2 Tampilan Halaman Dashboard

3. Tampilan Halaman Profil Tempat Wisata

Berikut adalah tampilan profil tempat wisata pada website Sistem Rekomendasi Tempat Wisata di Malang Raya Menggunakan Metode K-Means Clustering



Gambar 4. 3 Tampilan Halaman Profil Tempat Wisata

4. Tampilan Halaman Clustering Tempat Wisata

Berikut adalah tampilan halaman clustering tempat wisata pada website Sistem Rekomendasi Tempat Wisata di Malang Raya Menggunakan Metode K-Means Clustering

Raya Menggunakan Metode K-Means Clustering

Tempat Wisata	Latensi	Widening	Widening	Widening	Widening	Widening	Widening	Widening	Widening	Widening	Widening	Widening	Widening	Widening	Widening	Widening	Widening	Widening	Widening	Widening	
Museum Brawijaya	Kota Malang	36514	203	2.91254188220442	4.40	0.26477697149259	0.64920048221229	0.33323672569													
Museum Mpu Purwa	Kota Malang	35473	208	0.887321723231328	4.36	0.40244252810289	0.48823020276149	0.23461100239													
Museum Musik Indonesia	Kota Malang	23223	65	4.77820862348222	4.40	0.4028890779613	0.67452322276829	0.888791322326													
Parkway Day	Kota Malang	76262	4	2.27	4.38	0.2386322481272	0.88242861488269	0.22258498222													
Pemandangan	Kota Malang	87604	3	1.37890343888432	4.30	0.2844872227756	0.88888204432236	0.27829888888													
Kampung	Kota Malang	32222	57	1.13289427488826	4.30	0.88888204432236	1.37890343888432	0.27829888888													

Gambar 4. 4 Tampilan Halaman Clustering Tempat Wisata

5. Tampilan Form Preferensi Tempat Wisata

Berikut adalah tampilan form preferensi tempat wisata pada website Sistem Rekomendasi Tempat Wisata di Malang Raya Menggunakan Metode K-Means Clustering

Gambar 4. 5 Tampilan Form Preferensi Tempat Wisata

6. Tampilan Detail atau Hasil dari Preferensi Tempat Wisata

Berikut adalah tampilan detail atau hasil dari preferensi tempat wisata pada website Sistem Rekomendasi Tempat Wisata di Malang Raya Menggunakan Metode K-Means Clustering

Gambar 4. 6 Detail atau Hasil dari Preferensi Tempat Wisata

B. Silhouette Coefficient

Setelah dilakukannya clustering menggunakan metode K-Means Clustering,

maka perlu dilakukan pengujian pada kualitas cluster dengan menerapkan algoritma Silhouette Coefficient. Proses dari pengujian tersebut yaitu dengan menghitung jarak antar cluster yang dihitung menggunakan rumus jarak euclidean.

Pertama, menghitung rata – rata jarak dari setiap tempat wisata i yang berada pada cluster yang sama (ai). Selanjutnya menghitung rata – rata jarak antar tempat wisata i pada cluster sebelumnya dengan tempat wisata yang berada pada cluster lainnya. Maka dari rata – rata semua jarak diambil nilai minimum (bi). Terakhir tempat wisata i tersebut dihitung nilai silhouette coefficient dengan cara membagi nilai bi dikurangi ai dengan nilai terbesar dari bi dan ai.

Berikut merupakan contoh dari hasil dari pengujian silhouette coefficient wisata Kota Malang 3 cluster.

TABEL 5 SILHOUETTE COEFFICIENT KOTA MALANG 3 CLUSTER

No.	Objek Wisata	ai	bi	si
1	Museum Musik Indonesia	94093.94	332795.7	0.717262
2	Kampung 1000 Topeng	97366.34	343261.6	0.71635
3	Taman Merbabu	110584.2	237626.8	0.534631
4	Taman Slamet	119819.7	223797.4	0.464606
5	Taman Kunang Kunang	234180.6	168709.7	-0.27957
6	Club House Istana Dieng	104456.6	343577.9	0.695974
7	Kampung Biru Arema	97554.75	342916.9	0.715515
8	Museum Brawijaya	146555	291308.4	0.496908
9	Museum Mpu Purwa	146121.9	291154.1	0.498129
10	Brawijaya Edupark	118706.3	263030	0.548697
11	Taman Singha Merjosari	106949	228224.9	0.531387
12	Taman Cerdas Trunojoyo	155744.6	209951.1	0.258187
13	Perpustakaan Kota Malang	128819.6	215752.6	0.402929
14	Hawai Waterpark	133125.7	232576.5	0.427605
15	Kampung Tridi	119603.8	219733.7	0.455687
16	Alun Alun Kota Malang	108085.2	483311.8	0.776365
17	Alun Alun Tugu Balaikota	75119.02	384610.3	0.804688
18	Car Free Day (Taman Jalan Ijen)	117270.8	258765	0.546806
Total Rata – Rata				0.517342

Pada hasil pengujian *silhouette coefficient* kota malang untuk 3 *cluster* mendapatkan nilai sebesar **0,517342**.

C. Evaluasi Cluster dengan Silhouette Coefficient

Proses ini menentukan jumlah kelompok atau *cluster* yang ideal dengan menggunakan Metode *Silhouette Coefficient*. Metode *Silhouette Coefficient* sendiri adalah gabungan dari dua metode. Metode pertama adalah metode *cohesion*. Metode ini digunakan untuk mengukur seberapa dekat relasi atau hubungan antara suatu objek dengan objek lain dalam suatu *cluster*. Metode kedua adalah metode *separation*. Metode ini berguna untuk mengukur berapa jauh suatu *cluster* yang terpisah dengan *cluster* yang lain.

D. Pembahasan

Pada hasil pengujian *silhouette coefficient* yang telah dilakukan, 3 *cluster* Kota Malang mendapatkan nilai *silhouette* sebesar **0,517342**, 2 *cluster* Kota Malang mendapatkan nilai *silhouette* sebesar **0,351045**, 4 *cluster* Kota Malang mendapatkan nilai *silhouette* sebesar **0,490614**, dan 5 *cluster* Kota Malang mendapatkan nilai *silhouette* sebesar **0,551881**.

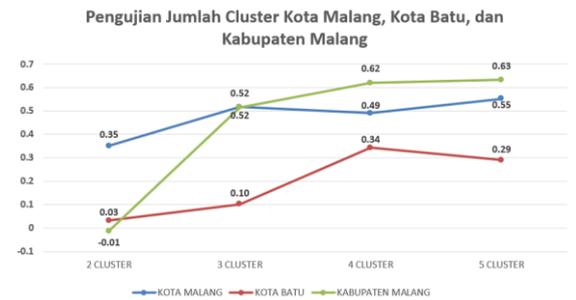
Sementara itu, untuk Kota Batu, didapatkan nilai *silhouette coefficient* untuk 3 *cluster* sebesar **0,102264**, 2 *cluster* Kota Batu mendapatkan nilai *silhouette* sebesar **0,03148**, 4 *cluster* Kota Batu mendapatkan nilai *silhouette* sebesar **0,343435**, dan 5 *cluster* Kota Batu mendapatkan nilai *silhouette* sebesar **0,289551**.

Sementara itu, untuk Kabupaten Malang, didapatkan nilai *silhouette coefficient* untuk 3 *cluster* sebesar **0,515709**, 2 *cluster* Kabupaten Malang mendapatkan nilai *silhouette* sebesar **-0,01276**, 4 *cluster* Kabupaten Malang mendapatkan nilai *silhouette* sebesar **0,6199**, dan 5 *cluster* Kabupaten Malang mendapatkan nilai *silhouette* sebesar **0,632323**.

Semakin nilai *silhouette coefficient* yang didapatkan mendekati nilai 1 maka akan lebih baik pengclusteran dari suatu *cluster* tersebut. Sebaliknya, apabila nilai *silhouette coefficient* mendekati nilai -1 maka semakin buruk pengclusteran datanya pada suatu *cluster*.

Berdasarkan hasil pengujian menggunakan *silhouette coefficient*, pada Kota Malang, 5

cluster mendapatkan nilai yang lebih baik/optimal daripada 2, 3, dan 4 *cluster*. Sedangkan pada Kota Batu, 4 *cluster* mendapatkan nilai yang lebih baik/optimal daripada 2, 3, dan 5 *cluster*. Sementara pada Kabupaten Malang, 5 *cluster* mendapatkan nilai yang lebih baik/optimal daripada 2, 3, dan 4 *cluster*.



Gambar 4. 7 Grafik Penguujian Jumlah Cluster

V. PENGUJIAN

Metode pengujian sistem akan menggunakan pengujian *Black box*. Pengujian *black box* merupakan metode pengujian perangkat lunak yang lebih terfokus kepada pengujian fungsionalitas. Pengujian ini digunakan untuk menguji perangkat lunak tanpa mengetahui detail dari struktur internal kode atau program pada sistem. Adapun pengujian sistem menggunakan teknik pengujian *black box*.

TABEL 5.1
HASIL PENGUJIAN

Skenario	Prosedur Pengujian	Hasil yang Diharapkan	Hasil Pengujian
Pengujian Login	Melakukan Login dengan memasukkan <i>username</i> dan <i>password</i>	Berhasil Login dengan memasukkan <i>username</i> dan <i>password</i> lalu masuk ke halaman admin	Sesuai
Pengujian Tampil Data Tempat Wisata	Memilih menu Pariwisata lalu memilih menu tempat wisata pada Kota Malang, Kabupaten Malang atau Kota Batu.	Sistem menampilkan halaman profil tempat wisata yang berisikan tabel data tempat wisata yang tersimpan	Sesuai
Pengujian Tambah Data	Klik <i>button</i> tambah tempat wisata, lalu	Data tempat wisata yang sudah	Sesuai

Tempat Wisata	masukkan nama tempat wisata, lokasi tempat wisata, jumlah wisatawan nusantara dan mancanegara, jarak serta rating pada <i>form</i> lalu klik tombol tambah wisata	ditambahkan berhasil disimpan ke dalam tabel dat tempat wisata		Pengujian Preferensi Pengunjung	Memilih menu Preferensi tempat wisata pada halaman pengunjung, lalu masuk ke halaman preferensi wisata dengan memilih wilayah tempat wisata, lalu pilih dan masukkan kriteria tempat wisata dari kriteria 1 sampai 6.	Sistem menampilkan halaman preferensi pengunjung yang terdiri dari beberapa kriteria serta wilayah tempat wisata yang akan dituju dan tempat wisata yang pernah atau ingin dikunjungi.	Sesuai
Pengujian Edit Data Tempat Wisata	Klik <i>button Update</i> pada tabel data tempat wisata yang terdapat pada halaman profil tempat wisata, lalu ubah nama tempat wisata, lokasi tempat wisata, jumlah wisatawan nusantara dan mancanegara, jarak serta rating pada <i>form</i> lalu klik tombol <i>update</i>	Data tempat wisata pada tabel wisata yang diubah berhasil diubah	Sesuai	Pengujian Metode SAW	Mengisi semua kriteria yang terdapat pada halaman preferensi tempat wisata	Setelah mengisi semua kriteria, sistem diharapkan dapat memberikan hasil berupa perankingan rekomendasi tempat wisata dengan menggunakan metode saw, sesuai dengan kriteria yang dimasukkan.	Sesuai
Pengujian Hapus Data Tempat Wisata	Klik <i>button</i> hapus pada tabel data tempat wisata yang terdapat pada halaman profil tempat wisata	Data tempat wisata yang dihapus akan terhapus dari tabel tempat wisata	Sesuai	Pengujian Logout Sistem	Klik <i>button logout</i> yang terdapat di <i>sidebar</i>	Berhasil <i>logout</i> dari sistem	Sesuai
Pengujian Clustering Data Tempat Wisata	Memilih menu <i>Clustering</i> lalu memilih menu tempat wisata pada Kota Malang, Kabupaten Malang atau Kota Batu yang akan dilakukan <i>clustering</i>	Berhasil melakukan <i>clustering</i> data tempat wisata	Sesuai				
Pengujian Hasil Clustering Data Tempat Wisata	Melakukan proses iterasi pada <i>button</i> proses iterasi selanjutnya hingga proses iterasi terakhir dan muncul halaman hasil <i>clustering</i>	Data tempat wisata yang sudah dihitung atau diproses dengan menggunakan metode <i>K-Means Clustering</i> dapat dikelompokkan sesuai dengan <i>cluster</i> nya masing-masing	Sesuai				

VI. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dari Sistem Rekomendasi Tempat Wisata di Malang Raya menggunakan Metode *K-Means Clustering*, maka diperoleh kesimpulan bahwa Metode *K-Means Clustering* dapat digunakan dalam menghasilkan *cluster* data rekomendasi tempat wisata di Malang Raya.

Setelah dilakukan proses *clustering* menggunakan Metode *K-Means Clustering*, selanjutnya dilakukan pengujian *kelompok cluster* menggunakan *silhouette coefficient* untuk menghitung nilai dari setiap *cluster*. Semakin nilai *silhouette coefficient* yang didapatkan mendekati nilai 1 maka akan lebih baik pengclusteran dari suatu *cluster* tersebut. Sebaliknya, apabila nilai *silhouette coefficient* mendekati nilai -1 maka semakin buruk pengclusteran datanya pada suatu *cluster*.

Setelah dilakukan proses *clustering* menggunakan Metode *K-Means Clustering*, dan perhitungan nilai dari setiap cluster menggunakan *silhouette coefficient*, data tempat wisata kemudian diolah menggunakan metode SAW (*Simple Additive Weighting*) untuk menentukan perankingan dari tempat wisata pada halaman rekomendasi tempat wisata, sehingga didapatkan alternatif terbaik mengenai rekomendasi tempat wisata.

REFERENSI

- [1] [1] V. L. Sabon, M. Tommy, P. Perdana, P. Citra, and S. Koropit, "Strategi Peningkatan Kinerja Sektor Pariwisata Indonesia Pada Asean Economic Community," vol. 8, no. April, pp. 163–176, 2018, doi: 10.15408/ess.v8i2.5928.
- [2] N. Dwi Saksono, Y. Arum Sari, and R. Kartika Dewi, "Rekomendasi Lokasi Wisata Kuliner Menggunakan Metode K-Means Clustering Dan Simple Additive Weighting," *J. Pengemb. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput.*, vol. 2, pp. 3835–3842, 2018.
- [3] A. Asroni, H. Fitri, and E. Prasetyo, "Penerapan Metode Clustering dengan Algoritma K-Means pada Pengelompokan Data Calon Mahasiswa Baru di Universitas Muhammadiyah Yogyakarta (Studi Kasus: Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan, dan Fakultas Ilmu Sosial dan Ilmu Politik)," *Semesta Tek.*, vol. 21, no. 1, pp. 60–64, 2018, doi: 10.18196/st.211211.
- [4] D. Widiyawati, D. Dedih, and W. Wahyudi, "Implementasi Metode Maut Dan Saw Dalam Pemilihan Tempat Wisata Di Kabupaten Karawang," *J. Interkom J. Publ. Ilm. Bid. Teknol. Inf. dan Komun.*, vol. 17, no. 2, pp. 71–80, 2022, doi: 10.35969/interkom.v17i2.231.
- [5] F. Pamungkas, D. Nugroho, and Y. R. W. Utami, "Rekomendasi Wisata Umbul dengan K-Means Clustering," *J. Teknol. Inf. dan Komun.*, vol. 8, no. 2, pp. 11–18, 2020, doi: 10.30646/tikomsin.v8i2.478.
- [6] N. Putu, E. Merliana, and A. J. Santoso, "Analisa Penentuan Jumlah Cluster Terbaik pada Metode K-Means," pp. 978–979.
- [7] R. Prasojo, Y. R. Wahyu Utami, and R. Tri Vuldari, "IMPLEMENTASI K-MEANS CLUSTERING PADA PENGELOMPOKAN POTENSI KERJASAMA PELANGGAN," *J. TIKomSiN*, vol. 7, pp. 8–17, 2019, [Online]. Available: https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwjRh8q-uPT1AhVsS2wGHafKAtMQFnoECBQQAQ&url=https%3A%2F%2Fp3m.sinus.ac.id%2Fjurnal%2Findex.php%2FTIKomSiN%2Farticle%2Fdownload%2F435%2F367&usg=AOvVaw3fic9YjLfb5UsqG1_s1jV7
- [8] R. W. Sari and D. Hartama, "Data Mining : Algoritma K-Means Pada Pengelompokan Wisata Asing ke Indonesia Menurut Provinsi," *Semin. Nas. Sains Teknol. Inf.*, pp. 322–326, 2018.
- [9] E. Irfiani and F. Indriyani, "Algoritma K-Means Untuk Clustering Rute Perjalanan Wisata Pada Agen Tour & Travel," *Indones. J. Comput. Sci.*, vol. 9, no. 1, pp. 44–52, 2020, doi: 10.33022/ijcs.v9i1.244.
- [10] L. Maulida, "Penerapan Datamining Dalam Mengelompokkan Kunjungan Wisatawan Ke Objek Wisata Unggulan Di Prov. Dki Jakarta Dengan K-Means," *JISKA (Jurnal Inform. Sunan Kalijaga)*, vol. 2, no. 3, p. 167, 2018, doi: 10.14421/jiska.2018.23-06.
- [11] H. K. Siradjuddin, "Sistem Informasi Pariwisata Sebagai Media Promosi Pada Dinas Kebudayaan Dan Pariwisata Kota Tidore Kepulauan," *IJIS - Indones. J. Inf. Syst.*, vol. 3, no. 2, pp. 46–55, 2018, doi: 10.36549/ijis.v3i2.43.
- [12] A. N. Narendra, S. K. Habsari, and D. T. Ardianto, "Kepemilikan Serta Pembentukan Modal Sosial Oleh Wisatawan Dalam Memilih House of Sampoerna Sebagai Daya Tarik Wisata," *J. Pariwisata Pesona*, vol. 4, no. 1, pp. 67–80, 2019, doi: 10.26905/jpp.v4i1.2503.
- [13] M. D. Setioko, "Analisis Strategi Pengembangan Wisata Kota Di Kota Malang," *J. Pariwisata Pesona*, vol. 4, no. 1, pp. 81–88, 2019, doi: 10.26905/jpp.v4i1.2524.
- [14] M. Jamaludin, "Pengelolaan Objek Wisata Curug Bojong Oleh Kelompok Penggerak Pariwisata di Desa Sukahurip Kecamatan Pangandaran Kabupaten Pangandaran," *e-Journals Unigal Repos.*, vol. 01, pp. 513–525, 2021.
- [15] M. Iqbal, "Klasterisasi Data Jamaah Umroh Pada Auliya Tour & Travel Menggunakan Metode K-Means Clustering," *JURTEKSI (Jurnal Teknol. dan Sist. Informasi)*, vol. 5, no. 2, pp. 97–104, 2019, doi: 10.33330/jurteks.v5i2.352.
- [16] R. Nainggolan and E. Purba, "Perbaikan Performa Cluster K-Means Menggunakan

- Sum Squared Error (Sse) Pada Analisis Online Customer Review Terhadap Produk Toko Online,” *J. TIMES*, vol. VIII, no. 2, pp. 1–8, 2019.
- [17] P. P. Sari and Kismiantini, “Pengelompokan kecamatan berdasarkan alat kontrasepsi menggunakan algoritma k-means (Studi kasus kecamatan di Provinsi DI Yogyakarta),” *Semin. Nas. Off. Stat. 2022*, vol. 2022, no. 1, pp. 723–730, 2022.
- [18] A. Chusyairi and P. Ramadar Noor Saputra, “Pengelompokan Data Puskesmas Banyuwangi Dalam Pemberian Imunisasi Menggunakan Metode K-Means Clustering,” *Telematika*, vol. 12, no. 2, pp. 139–148, 2019, doi: 10.35671/telematika.v12i2.848.
- [19] R. Y. Simanullang, Melisa, and Mesran, “Sistem Pendukung Keputusan Penerima Bantuan Covid 19 menggunakan Metode Simple Additive Weighting (SAW),” *Univ. Budi Darma, Medan, Indones.*, vol. 1, no. 2, pp. 1–8, 2021.
- [20] A. Saputra, B. Mulyawan, and T. Sutrisno, “Rekomendasi Lokasi Wisata Kuliner di Jakarta Menggunakan Metode K-means Clustering dan Simple Additive Weighting,” *J. Ilmu Komput. dan Sist. Inf.*, vol. 7, no. 1, pp. 14–21, 2019.
- [21] M. S. . Utomo, “Penerapan Metode Saw (Simple Additive Weight) Pada Sistem Pendukung Keputusan Untuk Pemberian Beasiswa Pada Sma Negeri 1 Cepu Jawa Tengah,” *Fak. Ilmu Komput. Univ. Dian Nuswantoro, Semarang*, pp. 1–12, 2015.
- [22] B. S. Wicaksono, “Sistem Pendukung Keputusan Pemberian Kredit Elektronik pada PT. Premium Central Indosarana Menggunakan Metode Simple Additive Weighting (SAW),” *J. Inform. Univ. Pamulang*, vol. 3, no. 1, p. 1, 2018, doi: 10.32493/informatika.v3i1.1422.
- [23] D. F. Pramesti, Lahan, M. Tanzil Furqon, and C. Dewi, “Implementasi Metode K-Medoids Clustering Untuk Pengelompokan Data,” *J. Pengemb. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput.*, vol. 1, no. 9, pp. 723–732, 2017, doi: 10.1109/EUMC.2008.4751704.
- [24] M. Rahmah, A. Candra, and R. W. Sembiring, “Identifikasi Predikat Hasil Pengelompokan Data Kualitas Udara dengan Menggunakan Affinity Propagation dan Silhouette Coefficient,” *InfoTekJar J. Nas. Inform. dan Teknol. Jar.*, vol. 6, no. 2, pp. 177–180, 2022, [Online]. Available: <https://jurnal.uisu.ac.id/index.php/infotekjar/article/view/4670>
- [25] D. S. Utami and D. R. S. Saputro, “Pengelompokan Data Yang Memuat Pencilandengan Kriteria Elbow Dan Koefisien Silhouette (Algoritme K-Medoids),” *Knpmp Iii 2018*, pp. 448–456, 2018.