Rekomendasi Wisata Umbul dengan *K-Means Clustering*

Fajar Pamungkas¹⁾; Didik Nugroho²⁾; Yustina Retno Wahyu Utami³⁾

¹⁾²⁾³⁾Program Studi Informatika STMIK Sinar Nusantara

Email : ¹⁾fajarssin@gmail.com; ²⁾masdidikhoho@sinus.ac.id; ³⁾yustina_retno@sinus.ac.id

ABSTRACT

District Klaten has many springs that are used by people for many things; one of them used for tourist attractions is umbul tourism. It is difficult to use K-Means Clustering Method for determine umbul tourism according to classification and spread in district Klaten. K-Means Clustering is a method of grouping data by taking parameters of a number clusters, and partitioning data into clusters, based on similarities between data in one cluster and dissimilarities between different clusters, the center of the cluster is the average of the cluster member values it called as centroid. The results of this study are grouping the umbul truism which are divided into three clusters namely Enough, Good and The Best. The result of the data, there are 4 umbul tourisms in the first cluster is Beautiful category, namely Tirtomoyo, Buto, Pancuran, and Besuki. In the third cluster of umbul tourism has good category, namely Tirta Mulyani umbul, Gedaren, Sumber Nila, Manten, Sigidang, and Kajen. In the best category in the second cluster has 8 umbul tourisms, namely Nila umbul, Tirta Mulyono, Ingas, Lumban Tirta, Ponggok, Tirta Raharjo, Jolotundo, and Tirtomulyono.

Keywords: *K-Means Clustering, Umbul, Umbul Category, Tourist Destination*

I. PENDAHULUAN

Kabupaten Klaten terletak di lereng Gunung Merapi yang merupakan salah satu gunung berapi paling aktif di Indonesia. Hal ini menjadikan berkah tersendiri bagi warga lainnya karena ternyata beberapa tempat di Kabupaten Klaten terdapat umbul atau sumber mata air yang deras dan jernih. Sumber air ini dapat dimanfaatkan warga masyarakat untuk kebutuhan sehari-hari, pengairan sawah, kolam ikan, pemancingan, dan objek wisata air atau biasa disebut dengan objek wisata umbul. Beberapa objek wisata umbul yang ada di Klaten antara lain Umbul Ponggok, Umbul Manten, Umbul Pluneng, Cokro tulung, Jolotundo, Umbul Sigidang dan lain-lain.

Banyaknya objek wisata umbul di Klaten menjadikan masyarakat maupun pengunjung kesulitan dalam mendapatkan informasi kategori objek wisata umbul yang baik, sehingga perlu adanya sebuah pemetaan dan pengelompokan objek wisata umbul di Klaten. Saat ini kota Klaten belum memiliki sistem untuk mengelompokkan objek wisata umbul, maka dari itu untuk mengelompokkan objek wisata tersebut penulis menggunakan Algoritma *K-Means Clustering*. Cluster akan dibagi menjadi tiga Cukup, Baik, dan Sangat Baik, hal ini dilakukan agar pengunjung dan masyarakat dapat mengetahui seberapa baik dan layak objek wisata umbul Klaten

K-Means adalah metode pengelompokan data dengan mengambil parameter sejumlah

cluster, dan mempartisi data kedalam cluster tersebut, dengan berpatokan pada kemiripan antar data dalam satu cluster dan ketidakmiripan di antar cluster yang berbeda, pusat dari cluster adalah rata-rata dari nilai anggota cluster yang disebut *centroid*. Selain itu algoritma *K-Means Clustering* dinilai memiliki teknik yang sangat cepat dalam proses *clustering* untuk pengelompokan objek wisata umbul Klaten [1].

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terkait

Berikut tiga jurnal penelitian terdahulu yang terkait dengan pengelompokan data menggunakan metode *K-Means Clustering*:

1. Penelitian yang dilakukan oleh Hartatik, STMIK Amikom Yogyakarta pada tahun 2014 dengan studi Pengelompokan Mahasiswa Berdasarkan Nilai Ujian Nasional dan Ipk Menggunakan Metode *K-means*. Dalam penelitian ini penulis menggunakan 2 kriteria yaitu nilai Tes Seleksi dan nilai UN yang berfungsi sebagai parameter. Dalam penentuan jumlah cluster, penulis menentukannya menjadi 3 Cluster. Kemudian data nilai 2 kriteria tersebut dimasukan kedalam sistem dan dilakukan proses *K-Means*, kemudian di temukan hasil akhir berupa pola pengelompokan mahasiswa yang menunjukan bahwa mahasiswa yang

masuk dengan nilai UN tidak selamanya memiliki lpk terbaik [2].

2. Penelitian yang dilakukan oleh Nasari & Darma, Universitas Potensi Utama tahun 2015 dengan studi Penerapan *K-Means Clustering* Pada Data Penerimaan Mahasiswa Baru. Dalam penelitian ini data yang akan diolah berjumlah 278 data. Penulis menggunakan 3 kriteria antara lain nilai UAN, asal sekolah dan prodi. *Cluster* yang ditentukan berjumlah 2 *cluster*. Setelah dilakukan perhitungan *K-Means*, disimpulkan bahwa siswa yang berasal dari sekolah SMA rata-rata memilih jurusan Sistem Informatika dan siswa yang berasal dari sekolah SMK rata-rata memilih jurusan Teknik Informatika [3].
3. Penelitian yang dilakukan oleh Febrizal Alfarasy Syam, STMIK Dharmapala Riau, tahun 2017 dengan studi Implementasi Metode *Klastering K-Means* Untuk Mengelompokan Hasil Evaluasi Mahasiswa. Penelitian ini dilakukan untuk memantau perkembangan kinerja akademik kedalam kategori yang sesuai dengan kinerja mahasiswa. Data yang akan diolah berjumlah 94 data. Jumlah *cluster* yang di tentukan adalah 4 *cluster* antara lain *cluster* mahasiswa berprestasi, berpotensi berprestasi, berpotensi bermasalah dan *cluster* mahasiswa bermasalah. Kriteria yang di hunikan ada 3 yaitu IPK1, IPK2, dan rata-rata kehadiran. Setelah dilakukan perhitungan *K-Means*, dihasilkan pola pengelompokan sesuai kinerja mahasiswa, sehingga memudahkan pemantauan perkembangan kinerja akademik [4].

2.2 K-Means Clustering

Pengelompokan *K-means* merupakan metode analisis kelompok yang mengarah pada pemartisian N (objek pengamatan) ke dalam K kelompok (*cluster*) dimana setiap objek pengamatan dimiliki oleh sebuah kelompok dengan *mean* (rata-rata) terdekat, dimana keduanya mencoba untuk menemukan pusat dari kelompok dalam data sebanyak *iterasi* perbaikan yang dilakukan oleh kedua algoritma [5].

K-Means Clustering pada dasarnya hanya mengambil sebagian dari banyaknya komponen yang didapat untuk kemudian dijadikan pusat *cluster* awal, pada penentuan pusat *cluster* ini ditentukan secara acak (*random*). Kemudian algoritma *K-means* akan

menguji masing-masing dari setiap komponen dalam populasi data tersebut dengan persamaan *euclidean distance* 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*. Selanjutnya menghitung *centroid* dari *mean* di setiap *cluster*, sehingga akan terbentuk *cluster* baru. [5]

Algoritma *K-Means* pada dasarnya melakukan 2 proses yakni proses pendeteksian lokasi pusat *cluster* dan proses pencarian anggota dari tiap-tiap *cluster*. Pusat *cluster* (*centroid*) awal yang digunakan untuk memulai proses *clustering* dengan metode *K-Means* ditentukan secara random. Untuk mengukur jarak antara pusat *cluster* di gunakan rumus *Euclidean Distance* dengan persamaan :

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

Dimana:

x : Titik data pertama

y : Titik data kedua

n : Jumlah karakteristik (attribut)

d(x,y) : *Euclidian distance* yaitu jarak antara data pada titik x dan titik y menggunakan kalkulasi matematika

Parameter yang digunakan dalam penelitian ini adalah *iterasi* dalam proses perhitungan *K-means* dengan jarak terpendek dan memiliki anggota tetap atau perbedaan jarak antar *centroid* dengan *iterasi* sebelumnya. Untuk menghitung pusat *cluster* baru V_{ik} , digunakan rumus sebagai berikut :

$$v_{ik} = \frac{\sum_{k=1}^{N_1} x_{ik}}{N_i} \quad (2)$$

Nilai *centroid* baru (V_{ik}) adalah jumlah data pada *cluster* ke-i dibagi jumlah data yang menjadi anggota *cluster* ke-i (N_i) [6].

III. METODE PENELITIAN

Perancangan sistem pemetaan objek wisata umbul dilakukan dengan metode *Waterfall* dan metode pengumpulan data serta perancangan sistem.

3.1 Metode Pengumpulan Data

Tahap ini digunakan untuk mendapat informasi yang tepat dan akurat penulis berusaha menggunakan metode pengumpulan

data yang sesuai dengan pokok permasalahan yang akan diteliti. Data diperoleh dari jenis data kualitatif dan kuantitatif. Sumber data berasal dari data primer dan data sekunder yang diperoleh dengan cara observasi, wawancara, dan pencatatan secara sistematis di Dinas Kebudayaan Pariwisata Pemuda dan Olahraga dan Objek Wisata Umbul Klaten.

3.2 Metode Perancangan Sistem

Pada tahap ini dibutuhkan metode yang dapat mendefinisikan data secara jelas. Tahapan-tahapan yang dilakukan untuk membuat aplikasi sebagai berikut.

1. Tahap analisis sistem

Tahapan analisis data dengan algoritma *K-Mean clustering* untuk rekomendasi objek wisata ini adalah:

- 1) Menentukan jenis-jenis kriteria yang akan digunakan dalam melakukan perhitungan *K-Means*, karena jenis kriteria akan menjadi persyaratan utama dalam menentukan pemetaan objek wisata umbul.
- 2) Menentukan kategori / *cluster* yang akan digunakan dalam pengelompokan perhitungan *K-Means Clustering*.
- 3) Menghitung data kuesioner untuk penilaian tiap-tiap kriteria pada objek wisata, dimana hasil akhir nilai tersebut digunakan untuk proses perhitungan *K-Means*.
- 4) Membuat tabel kemunculan setiap nilai untuk kriteria dari setiap data objek wisata.
- 5) Melakukan proses perhitungan *K-Means Clustering*.
- 6) Kategori obyek wisata.

2. Tahap desain sistem

Tahap ini memberikan gambaran tentang apa yang akan dikerjakan dan bagaimana bentuk tampilannya. Tahap ini memenuhi semua kebutuhan pengguna sesuai dengan hasil yang dianalisa yaitu rancangan sistem pemetaan objek wisata umbul di Klaten, dan membantu mendefinisikan arsitektur sistem secara keseluruhan.

3. Tahap implementasi sistem

Implementasi sistem ini menerapkan perancangan sistem ke dalam sistem berbasis web dengan menggunakan PHP sebagai bahasa pemrograman dan MySQL sebagai database.

4. Tahap pengujian sistem

Ada dua tahap pengujian yaitu pengujian fungsionalitas dan validasi. Pengujian fungsionalitas sistem dengan *blackbox* untuk mengetahui bila terjadi kesalahan atau kekurangan sehingga sistem yang dibuat dapat diperbaiki untuk menghasilkan sistem sesuai yang diharapkan. Pengujian validasi dengan cara membandingkan sistem yang telah dibangun dengan *K-means* dibandingkan dengan aplikasi *Microsoft excel* untuk mengetahui tingkat akurasi aplikasi yang dibuat [7].

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Menentukan jenis kriteria

Kriteria diperoleh dari wawancara dan masukan terhadap pengunjung wisata. Ke-6 kriteria tersebut antara lain tingkat kebersihan wisata, ruang ganti, kamar mandi, penjaja makanan, akses jalan dan keamanan wisata. Ke-6 kriteria tersebut adalah hal yang paling sering dipertimbangkan / dipertanyakan saat menentukan kondisi untuk penilaian terhadap objek wisata umbul.

Setiap kriteria akan diberikan nilai 1-3, apabila 1 artinya Cukup, apabila 2 artinya Baik dan apabila 3 artinya Sangat Baik. kriteria tersebut adalah:

1. Kebersihan.

Kebersihan tempat wisata dinilai dari banyak sedikitnya sampah yang berserakan yang dapat mengganggu kenyamanan wisatawan.

2. Ruang ganti

Ruang ganti yang memadai juga berpengaruh terhadap baik tidaknya fasilitas tempat wisata umbul, karena tempat wisata umbul adalah wisata air yang mana kondisi dan jumlah ruang ganti yang memadai sangat diperlukan.

3. Kamar mandi

Kamar mandi merupakan fasilitas yang wajib ada di setiap tempat wisata, sehingga jumlah kamar mandi menentukan kriteria baik tidaknya fasilitas tempat wisata umbul.

4. Penjaja makanan

Penjaja makanan merupakan aktifitas jual beli makanan yang terdapat di tempat wisata, jumlah penjaja makanan menentukan kriteria baik tidaknya tempat wisata, karna setiap wisatawan akan sangat membutuhkan sesuatu untuk dimakan setelah puas bermain air.

5. Akses jalan

Akses jalan dinilai dari kelayakan jalan dan luas jalan yang akan dilewati untuk menuju lokasi tempat wisata, karena dengan adanya akses jalan yang baik, mampu menampung jumlah pengunjung dalam partai besar misalkan dengan menggunakan bus pariwisata.

6. Keamanan

Tingkat keamanan wisata dinilai dari ada dan tidaknya loker penitipan barang yang ada ditempat wisata, karena dengan adanya loker penitipan barang maka keamanan barang bawaan akan lebih terjamin.

4.2 Perhitungan K-Means

Metode *K-Means Clustering* digunakan untuk mengelompokkan suatu data dengan menentukan *cluster* yang nantinya akan di gunakan untuk sistem pemetaan objek wisata umbul Klaten. Ada 18 Data umbul yang akan di hitung dengan *K-Means* sesuai dengan kriteria masing-masing. Data umbul ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Data Umbul

No	Nama	kbrsihan	Ruang ganti	Kmr mandi	Penj makanan	Akses jalan	Kamanan wisata
1	Umbul Tirtomoyo	1	1	1	1	1.3	1.2
2	Umbul Buto	1	1	1	1	2.3	1.2
3	Umbul Nila	2.3	1.8	2.8	2.6	2.3	1.7
4	Umbul Tirta Mulyono	2.8	2.3	2.8	2.2	2.9	2.1
5	Umbul Tirta Mulyani	2.2	1.3	1.7	2.2	2.6	1.9
6	Umbul Gedaren	2.7	1.1	1.1	2.7	3	1.6
7	Umbul Ingas	2.2	2.1	2.8	3	3	2.1
8	Umbul Lumban	2.7	2.8	2.1	2.8	3	2.2
9	Umbul Sumber Nila	2.4	1.8	1.8	1.4	1.7	1.7
10	Umbul Ponggok	2.8	3	3	3	3	2.8
11	Umbul Tirta Raharjo	2.6	2.6	2.2	2.4	3	2.2
12	Umbul Manten	2.3	1.4	1.9	2.4	2.9	2.3
13	Umbul Sigedang	2.7	1.4	1.6	2.6	1.8	2
14	Umbul Jolotundo	2.4	2.8	2.8	2.6	2.9	2.1
15	Umbul Her Pancuran Sidomulyo	1.7	1	1.1	1.1	1.8	1.2
16	Umbul Besuki	1.4	1	1	1	1.7	1.2
17	Umbul Susuhan	2.7	2.9	3	2.3	3	2.7
18	Umbul Kajen	2.6	1.3	1.3	1.4	1.3	1.2

Pusat *cluster* (*centroid*) awal yang digunakan untuk memulai proses clustering dengan metode *K-Means* diperoleh dengan cara acak / random. Untuk mengukur jarak antara pusat *cluster* di gunakan rumus *Euclidean Distance*, kemudian akan di dapat nilai matriks jarak yaitu, C1, C2, dan C3. Rumus *Euclidian Distance*.

Berikut ini perhitungan untuk menentukan nilai *cluster* pada iterasi pertama dengan Centroid 1, Centroid 2, Centroid 3 berdasarkan rumus (1). Pusat *cluster* untuk perhitungan pertama sebagai berikut:

$$C1 = (1, 1, 1, 1, 1.3, 1.2)$$

$$C2 = (1.7, 1, 1.1, 1.1, 1.8, 1.2)$$

$$C3 = (2.6, 1.3, 1.3, 1.4, 1.3, 1.2)$$

Jarak pusat *cluster* pertama

$$d_1 = \sqrt{(1-1)^2 + (1-1)^2 + (1-1)^2 + (1-1)^2 + (1.3-1.3)^2 + (1.2-1.2)^2} = 0,000$$

Jarak pusat *cluster* kedua

$$d_2 = \sqrt{(1-1.7)^2 + (1-1)^2 + (1-1.1)^2 + (1-1.1)^2 + (1.3-1.8)^2 + (1.2-1.2)^2} = 0,872$$

Jarak pusat *cluster* ketiga

$$d_3 = \sqrt{(1-2.6)^2 + (1-1.3)^2 + (1-1.3)^2 + (1-1.4)^2 + (1.3-1.3)^2 + (1.2-1.2)^2} = 1,703$$

Dari hasil perhitungan di atas maka dihasilkan nilai *cluster* 1 yaitu 0.000 *cluster* 2 yaitu 0.872 dan *cluster* ke 3 yaitu 1.703. Hasil perhitungan di atas ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil perhitungan iterasi ke 1

NO	NAMA	Cluster 1	Cluster 2	Cluster 3	Jarak Terpendek
1	Umbul Tirtomoyo	0.000	0.872	1.703	0.000
2	Umbul Buto	1.000	0.872	1.975	0.872
3	Umbul Nila	3.063	2.577	2.298	2.298
4	Umbul Tirta Mulyono	3.603	3.003	2.702	2.702
5	Umbul Tirta Mulyani	2.375	1.744	1.772	1.744
6	Umbul Gedaren	2.975	2.274	2.198	2.198
7	Umbul Ingas	3.686	3.195	3.051	3.051
8	Umbul Lumban Tirta	3.804	3.251	2.958	2.958
9	Umbul Sbr Nila	1.952	1.404	0.975	0.975
10	Umbul Ponggok	4.549	4.053	3.719	3.719
11	Umbul Tirta Raharjo	3.523	2.951	2.718	2.718
12	Umbul Manten	2.897	2.296	2.287	2.287
13	Umbul Sigedang	2.619	2.074	1.562	1.562
14	Umbul Jolotundo	3.791	3.300	3.058	3.058
15	Umbul Her Pancuran Sidomulyo	0.872	0.000	1.131	0.000
16	Umbul Besuki	0.566	0.346	1.393	0.346
17	Umbul Susuhan	4.163	3.654	3.378	3.378
18	Umbul Kajen	1.703	1.131	0.000	0.000

Setelah mendapatkan hasil dari perhitungan *iterasi* pertama pada tabel 1. Hitung kembali titik pusat (*centroid*) pada masing-masing *cluster* dengan menggunakan perhitungan rata-rata yaitu total nilai dari data pada *cluster* n dimensi ke-k dibagi jumlah data dari *cluster* n dimensi ke-k. Berikut perhitungan untuk menentukan pusat *cluster* dari tabel 1.

Cluster pertama ada 1 data:

$$C1 = \frac{\text{Jumlah nilai atribut 1 cluster 1}}{\text{Jumlah data anggota cluster 1}} = \frac{1}{1} = 1$$

$$C1 = \frac{\text{Jumlah nilai atribut 2 cluster 1}}{\text{Jumlah data anggota cluster 1}} = \frac{1}{1} = 1$$

$$C1 = \frac{\text{Jumlah nilai atribut 3 cluster 1}}{\text{Jumlah data anggota cluster 1}} = \frac{1}{1} = 1$$

$$C1 = \frac{\text{Jumlah nilai atribut 4 cluster 1}}{\text{Jumlah data anggota cluster 1}} = \frac{1}{1} = 1$$

$$C1 = \frac{\text{Jumlah nilai atribut 5 cluster 1}}{\text{Jumlah data anggota cluster 1}} = \frac{1,3}{1} = 1,3$$

$$C1 = \frac{\text{Jumlah nilai atribut 6 cluster 1}}{\text{Jumlah data anggota cluster 1}} = \frac{1,2}{1} = 1,2$$

Cluster ke dua ada 4 data:

$$C2 = \frac{\text{Jumlah nilai atribut 1 cluster 2}}{\text{Jumlah data anggota cluster 2}} = \frac{6,3}{4} = 1,575$$

$$C2 = \frac{\text{Jumlah nilai atribut 2 cluster 2}}{\text{Jumlah data anggota cluster 2}} = \frac{4,3}{4} = 1,075$$

$$C2 = \frac{\text{Jumlah nilai atribut 3 cluster 2}}{\text{Jumlah data anggota cluster 2}} = \frac{4,8}{4} = 1,2$$

$$C2 = \frac{\text{Jumlah nilai atribut 4 cluster 2}}{\text{Jumlah data anggota cluster 2}} = \frac{5,3}{4} = 1,325$$

$$C2 = \frac{\text{Jumlah nilai atribut 5 cluster 2}}{\text{Jumlah data anggota cluster 2}} = \frac{8,4}{4} = 2,1$$

$$C2 = \frac{\text{Jumlah nilai atribut 6 cluster 2}}{\text{Jumlah data anggota cluster 2}} = \frac{5,5}{4} = 1,375$$

Cluster ke tiga ada 13 data:

$$C3 = \frac{\text{Jumlah nilai atribut 1 cluster 3}}{\text{Jumlah data anggota cluster 3}} = \frac{33,2}{13} = 2,553$$

$$C3 = \frac{\text{Jumlah nilai atribut 2 cluster 3}}{\text{Jumlah data anggota cluster 3}} = \frac{27,3}{13} = 2,1$$

$$C3 = \frac{\text{Jumlah nilai atribut 3 cluster 3}}{\text{Jumlah data anggota cluster 3}} = \frac{29,2}{13} = 2,246$$

$$C3 = \frac{\text{Jumlah nilai atribut 4 cluster 3}}{\text{Jumlah data anggota cluster 3}} = \frac{31,4}{13} = 2,415$$

$$C3 = \frac{\text{Jumlah nilai atribut 5 cluster 3}}{\text{Jumlah data anggota cluster 3}} = \frac{33,8}{13} = 2,6$$

$$C3 = \frac{\text{Jumlah nilai atribut 6 cluster 3}}{\text{Jumlah data anggota cluster 3}} = \frac{26,7}{13} = 2,053$$

Setelah pusat *cluster* (*centroid*) ke 2 di tentukan, ulangi perhitungan untuk menentukan nilai *cluster* pada tiap data untuk menghasilkan nilai pada *Iterasi* ke 2. *Iterasi* ke 2 ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil iterasi ke 2

NO	NAMA	Cluster 1	Cluster 2	Cluster 3	Jarak Terpendek
1	Umbul Tirtomoyo	0.000	1.074	3.098	0.000
2	Umbul Buto	1.000	0.743	2.828	0.743
3	Umbul Nila	3.063	2.320	0.843	0.843
4	Umbul Tirta Mulyono	3.603	2.737	0.739	0.739
5	Umbul Tirta Mulyani	2.375	1.408	1.065	1.065
6	Umbul Gedaren	2.975	2.007	1.668	1.668
7	Umbul Ingas	3.686	2.854	0.967	0.967
8	Umbul Lumban Tirta	3.804	2.953	0.928	0.928
9	Umbul Sumber Nila	1.952	1.356	1.510	1.356
10	Umbul Ponggok	4.549	3.754	1.580	1.580
11	Umbul Tirta Raharjo	3.523	2.650	0.660	0.660
12	Umbul Manten	2.897	1.942	0.908	0.908
13	Umbul Sigedang	2.619	1.907	1.267	1.267
14	Umbul Jolotundo	3.791	3.001	0.973	0.973
15	Umbul Her Pancuran Sidomulyo	0.872	0.450	2.520	0.450
16	Umbul Besuki	0.566	0.610	2.763	0.566
17	Umbul Susuhan	4.163	3.369	1.349	1.349
18	Umbul Kajen	1.703	1.337	2.233	1.337

Proses *iterasi* akan terus berulang hingga posisi data sudah tidak mengalami perubahan. Hasil pengelompokkan *iterasi* dibandingkan dengan hasil sebelumnya dan pada perhitungan ini berhenti pada *iterasi* 8.

Hasil *iterasi* ke 8 ditunjukkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil iterasi ke-8

NO	NAMA	Cluster 1	Cluster 2	Cluster 3	Jarak Terpendek
1	Umbul Tirtomoyo	0.550	2.257	3.722	0.550
2	Umbul Buto	0.594	2.065	3.417	0.594
3	Umbul Nila	2.801	1.406	1.122	1.122
4	Umbul Tirta Mulyono	3.259	1.742	0.561	0.561
5	Umbul Tirta Mulyani	1.988	0.522	1.733	0.522
6	Umbul Gedaren	2.552	1.154	2.243	1.154
7	Umbul Ingas	3.380	1.900	0.719	0.719
8	Umbul Lumban Tirta	3.475	1.895	0.694	0.694
9	Umbul Sumber Nila	1.704	1.011	2.128	1.011
10	Umbul Ponggok	4.265	2.683	0.920	0.920
11	Umbul Tirta Raharjo	3.176	1.662	0.550	0.550
12	Umbul Manten	2.518	0.979	1.426	0.979
13	Umbul Sigedang	2.375	0.709	1.933	0.709
14	Umbul Jolotundo	3.495	2.082	0.357	0.357
15	Umbul Her Pancuran Sidomulyo	0.439	1.589	3.190	0.439
16	Umbul Besuki	0.150	1.870	3.413	0.150
17	Umbul Susuhan	3.862	2.427	0.756	0.756
18	Umbul Kajen	1.512	1.336	2.920	1.336

Hasil yang diperoleh pada perhitungan berhenti pada Iterasi ke 8. dengan pusat *cluster* C1 : (1.275, 1, 1.025, 1.025, 1.775, 1.2), C2 : (2.483, 1.383, 1.566, 2.116, 2.216, 1.783) dan C3 : (2.562, 2.537, 2.687, 2.612, 2.877, 2.237)

Kesimpulan yang dapat diambil dari perhitungan pada tabel Iterasi ke 8 *Cluster* ke 1 memiliki nilai titik pusat *cluster centroid* (1.275, 1, 1.025, 1.025, 1.775, 1.2) Ada 4 umbul dengan kriteria Cukup, *Cluster* ke 2 memiliki nilai titik pusat *cluster centroid* (2.483, 1.383, 1.566, 2.116, 2.216, 1.783) Ada 6 umbul dengan kriteria Baik, *Cluster* ke 3 memiliki nilai titik pusat *cluster centroid* (2.562, 2.537, 2.687, 2.612, 2.877, 2.237) Ada 8 umbul dengan kriteria Sangat Baik.

4.2 Implementasi

Implementasi berisi paparan gambar asli dari sistem yang dikerjakan oleh penyusun dengan masalah menentukan dan memetakan objek wisata umbul Klaten sesuai dengan kategori, dan aplikasi ini nantinya akan digunakan untuk masyarakat dan wisatawan. Hasil dari implementasi program yang telah

dibangun dapat terlihat seperti pada tampilan pada gambar berikut.

Halaman ini menampilkan data pengguna (admin) *multi user*. Tampilan halaman data pengguna ditunjukkan pada Gambar 1.

Gambar 1. Halaman data admin

Halaman manajemen umbul menampilkan dua menu yaitu Tambah Umbul dan Hitung *K-means*, serta menampilkan peta umbul dan Daftar Umbul. Halaman manajemen umbul ditunjukkan pada Gambar 2.

Gambar 2. Halaman manajemen umbul

Halaman ini menampilkan hitungan *iterasi* dan pusat *clusternya*. Sistem ini berhenti pada hitungan iterasi ke 8. Tampilan halaman hitungan *K-Means* ditunjukkan pada Gambar 3.

Iterasi	Centroid 1	Centroid 2	Centroid 3	Jarak Terpendek
1	1.275	1.025	1.775	1.2
2	2.483	1.383	1.566	1.783
3	2.562	2.537	2.687	2.237
4	2.562	2.537	2.687	2.237
5	2.562	2.537	2.687	2.237
6	2.562	2.537	2.687	2.237
7	2.562	2.537	2.687	2.237
8	2.562	2.537	2.687	2.237

Gambar 3. Halaman hitung K-means

Halaman ini menampilkan data hasil akhir hitungan *K-means clustering* pada sistem pemetaan objek wisata umbul Klaten. Tampilan halaman hasil akhir di tunjukkan pada Gambar 4.

PREDIKAT	UMBUL	Hasil	Hasil yang diharapkan
Cukup Baik	UMBUL TIRTOMOYO	DK KEDUNGAN KEC PEDAN	0.55
	UMBUL BUTO	DK KEDUNGAN KEC PEDAN	0.584
	UMBUL HER PANCURAN SIDOMULYO	DK PANDANAN DS SOROPATEN KEC KARANGANOM	0.439
	UMBUL BESUKI	DS PONGGOK KEC POLANHARJO	0.15
Baik	UMBUL TIRTO MULYANI	DS PLUNENG KEC KEBONARUM	0.522
	UMBUL GEDAREN	DS GEDAREN KEC JATINOM	1.154
	UMBUL SUMBER NILA	DS JANTI KEC POLANHARJO	1.011
	UMBUL MANTEN	DS JANTI KEC POLANHARJO	0.979
	UMBUL SIGEDANG	DS PONGGOK KEC POLANHARJO	0.709
	UMBUL KAJEN	DS PONGGOK KEC POLANHARJO	1.338
Sangat Baik	UMBUL NILA	DS JANTI KEC POLANHARJO	1.122
	UMBUL TIRTO MULYONO	DS PLUNENG KEC KEBONARUM	0.551
	UMBUL COKRO INGAS	DS COKRO KEC TULUNG	0.719
	UMBUL LUMBAN TIRTO	DS DELEMAN KEC TULUNG	0.594
	UMBUL PONGGOK	DS PONGGOK KEC POLANHARJO	0.92
	UMBUL TIRTO RAHARJO	DS PONGGOK KEC POLANHARJO	0.55
	UMBUL JOLOTUNDO	DK JOLOTUNDO DS JAMBEYAN KEC KARANGANOM	0.357
	UMBUL SUSUHAN	DS MANJUNGAN KEC NGAWEN	0.758

Gambar 4. Halaman hasil akhir

4.3 Hasil Uji Sistem

Sistem pemetaan objek wisata umbul ini telah diuji secara fungsional dan perbandingan sistem hitung dengan aplikasi *Microsoft excel* dari pengujian di dapatkan hasil bahwa fungsi sistem sesuai dengan fungsinya dan hasil perbandingan dari aplikasi *Microsoft excel* sama dengan sistem yang telah dibuat. Penjelasan dari fungsional sistem ditunjukkan pada Tabel 5.

Tabel 5. Uji fungsional

No	Komponen yang diuji	Skenario Uji	Hasil yang diharapkan	Hasil Penguji
1	Login Admin/User	<ul style="list-style-type: none"> Masukan username dan password dengan benar Masukan username dan password kosong Masukan username dengan benar dan password kosong. Masukan username dan password dengan salah 	<ul style="list-style-type: none"> Tampil halaman utama beranda Muncul pesan "please fill out this field" pada kolom. Muncul pesan "please fill out this field" pada kolom password. Muncul pesan "invalid credential" 	<ul style="list-style-type: none"> Hasil Sesuai Hasil Sesuai Hasil Sesuai Hasil Sesuai
2	Input Tambah Umbul	<ul style="list-style-type: none"> Masuk menu tambah umbul Masukan data daftar umbul dengan lengkap dan simpan. Masukan data daftar umbul dengan hanya mengisi nama dan alamat lalu simpan. Masukan data daftar umbul dengan hanya mengisi kolom latitude dan longitude lalu simpan. 	<ul style="list-style-type: none"> Tampil halaman proses tambah daftar umbul Muncul pesan "berhasil menambahkan umbul baru" Muncul pesan "berhasil menambahkan umbul baru" Muncul pesan "please fill out this field" pada kolom nama umbul 	<ul style="list-style-type: none"> Hasil Sesuai Hasil Sesuai Hasil Sesuai Hasil Sesuai
3	Edit Daftar Umbul	<ul style="list-style-type: none"> Pilih menu "ubah" pada daftar umbul Ubah daftar umbul dengan benar dan 	<ul style="list-style-type: none"> Tampil halaman proses edit daftar umbul Muncul pesan "1" 	<ul style="list-style-type: none"> Hasil Sesuai Hasil Sesuai

No	Komponen yang diuji	Skenario Uji	Hasil yang diharapkan	Hasil Penguji
		simpan	umbul berhasil diubah	
4	Hapus Daftar Umbul	<ul style="list-style-type: none"> Pilih menu "hapus" pada daftar umbul 	<ul style="list-style-type: none"> Tampil halaman manajemen umbul dan umbul berhasil dihapus. 	<ul style="list-style-type: none"> Hasil Sesuai
5	Input Data Survei Umbul	<ul style="list-style-type: none"> Pilih daftar umbul dan pilih menu "tambah penilaian" Masukan nama dan penilaian dengan benar lalu simpan Kosongkan nama dan beri penilaian dengan benar lalu simpan Masukan nama dengan benar dan kosongkan penilaian, simpan. 	<ul style="list-style-type: none"> Tampil halaman tambah penilaian data survey. Muncul pesan "penilaian umbul berhasil di input" "the nama wisatawan field is required" "the penilaian field is required" 	<ul style="list-style-type: none"> Hasil Sesuai Hasil Sesuai Hasil Sesuai Hasil Sesuai
6	Hitung K-Means	<ul style="list-style-type: none"> Pilih Normal data Pilih Iterasi Pilih Hasil Akhir 	<ul style="list-style-type: none"> Tampil halaman proses normal data Tampilan proses Iterasi sampai selesai Tampilan hasil akhir 	<ul style="list-style-type: none"> Hasil Sesuai Hasil Sesuai Hasil Sesuai
7	Input Data Admin /Pengguna	<ul style="list-style-type: none"> Pilih manajemen pengguna Pilih menu "tambah" Masukan data admin / pengguna dengan benar lalu simpan. Masukan data admin / pengguna dengan mengosongkan kolom atau tidak lengkap, simpan 	<ul style="list-style-type: none"> Muncul halaman admin/pengguna Tampil halaman tambah pengguna untuk mengisi kolom. Muncul pesan "Berhasil menambahkan pengguna baru" Muncul pesan "please fill out this field" pada kolom yang belum diisi. 	<ul style="list-style-type: none"> Hasil Sesuai Hasil Sesuai Hasil Sesuai Hasil Sesuai
8	Edit Data Admin /Pengguna	<ul style="list-style-type: none"> Masuk data admin/ pengguna Ubah data admin/ pengguna lalu simpan 	<ul style="list-style-type: none"> Muncul halaman admin/pengguna Muncul pesan "berhasil mengubah admin/ pengguna" 	<ul style="list-style-type: none"> Hasil Sesuai Hasil Sesuai
9	Hapus Data Admin / Pengguna	<ul style="list-style-type: none"> Pilih data admin/ pengguna yang akan dihapus 	<ul style="list-style-type: none"> Muncul pesan "berhasil menghapus admin/ pengguna" dan kembali ke halaman pengguna. 	<ul style="list-style-type: none"> Hasil Sesuai

Berdasarkan uji fungsional pada Tabel 5 menunjukkan sistem yang telah dibuat bebas dari kesalahan dan secara fungsional mengeluarkan hasil yang sesuai yang diharapkan, dibuktikan dengan pengujian *blackbox*.

V. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis dan pengolahan data yang ada maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Telah terbangunnya Sistem Pemetaan Objek Wisata Umbul Klaten guna membantu masyarakat dan wisatawan mendapatkan informasi tentang kelayakan objek wisata umbul dan mengetahui kategori setiap objek wisata umbul apakah tergolong dalam kategori Cukup, Baik atau Sangat Baik. Terdapat 4 umbul yang termasuk dalam kategori Cukup yaitu umbul Tirtomoyo, umbul Buto, umbul Pancuran, dan umbul Besuki. Kategori Baik meliputi umbul Tirta Mulyani, Gedaren, Sumber Nila, Manten, Sigedang, dan Kijen. Kategori Sangat Baik meliputi umbul Nila, Tirta Mulyono, Ingas, Lumban Tirta, Ponggok, Tirta Raharjo, Jolotundo, dan Susuhan.
2. Pada uji fungsionalitas sistem dengan metode *blackbox*, Sistem Pemetaan Objek Wisata Umbul Klaten bebas dari kesalahan sintaks dan secara fungsional mengeluarkan hasil yang sesuai dengan apa yang di harapkan.

5.2 Saran

1. Sistem Pemetaan Objek Wisata Umbul perlu segera direalisasikan secara langsung agar bisa dimanfaatkan oleh calon wisatawan. Selain itu agar dapat diketahui dimana letak kekurangan aplikasi ini yang belum sesuai dengan pencatatan di lapangan guna pengembangan sistem selanjutnya.
2. Penginputan data survei disarankan selalu rutin dilakukan pembaharuan maksimal 1 tahun sekali agar data yang dihasilkan selalu *up to date*.
3. Pengembangan sistem kedepan, dapat dilakukan penambahan penilaian atribut agar mendapatkan data yang lebih lengkap seperti harga tiket masuk, tempat parkir, fasilitas sewa alat renang, dan tingkat kepuasan pengunjung.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] H. Kamber, "Data Mining Concepts and Techniques." Canada: Morgan Kaufmann, 2011.
- [2] Hartatik, "Pengelompokan Mahasiswa Berdasarkan Nilai Ujian Nasional Dan Ipk Menggunakan Metode K-Means," *Pros. Semin. Nas. Inform.*, pp. 35–40,

2014.

- [3] F. Nasari and S. Darma, Penerapan K-Means Clustering Pada Data Penerimaan Mahasiswa Baru (Studi Kasus: Universitas Potensi Utama), Seminar Nasional Teknologi Informasi dan Multimedia, pp. 6–8, 2015.
- [4] F. A. Syam, "Implementasi Metode Klastering K-Means Untuk Mengelompokan Hasil Evaluasi Mahasiswa," *Ilmu Komput. dan Bisnis*, vol. 8, no. Sunjana 2010, pp. 1841–1846, 2017.
- [5] P. Eko, *Data Mining - Konsep dan Aplikasi Menggunakan MATLAB*. Yogyakarta: Penerbit Andi, 2012.
- [6] N. Rohmawati, S. Defiyanti, and M. Jajuli, "Implementasi Algoritma K-Means Dalam Pengklasteran Mahasiswa Pelamar Beasiswa," *J. Ilm. Teknol. Inf. Terap.*, vol. 1, no. 2, pp. 62–68, 2015.
- [7] R.S Pressman, *Rekayasa Perangkat Lunak (Pendekatan Praktisi) Edisi 7 Buku 1*. Yogyakarta: Penerbit Andi, 2012.