Klasterisasi Penyakit Berdasarkan Wilayah dengan Metode K-Means (Studi Kasus: Propinsi Jawa Timur)

Shynta Ayu Dwi Darmawan[1)], Karmilasari[2)]
[1]Magister Sistem Informasi, Program Pascasarjana Magister, Universitas Gunadarma
[2]Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Gunadarma
Korespodensi author *karmila@staff.gunadarma.ac.id

Info Artikel

Diajukan: 18 Maret 2024
Diterima: 30 April 2024
Diterbitkan: 30 April 2024

Keywords:
Clustering; K-Means; Disease; Region (city/district)

Kata Kunci:
Klasterisasi; K-Means; Penyakit; Wilayah (kota/kabupaten)

Check for updates

Lisensi: *cc-by-sa*

Copyright © 2020 S. A. D. Darmawan, Kamilasari

Abstract

Based on the East Java Province Health Profile book for 2017 to 2021, there are around 13 diseases of concern in 38 cities or districts in East Java. The data presented does not show the grouping of the number of sufferers both by disease and region (city/district). This makes it difficult to identify priority areas for disease management based on the existing health profile. The aims of this research are to group cases into relevant and identifiable groups, and to build a website-based system as a medium for implementing clustering. The stages of this research are (1) developing a clustering model using K-Means, (2) system development with a MySQL database, PHP backend, Angular frontend. The research results show the success of implementing clustering in 3 clusters: low, medium and high. In addition, disease case trend predictions were successfully carried out using historical data for 5 periods. Functional and browser compatibility tests show that the system performs as expected in a variety of environments. Usability testing shows an average score of 4.34 (very good with a maximum score of 5) which shows the success of the system in meeting user needs.

Abstrak

Berdasarkan buku Profil Kesehatan Provinsi Jawa Timur tahun 2017 hingga 2021, ada sekitar 13 penyakit yang menjadi perhatian di 38 kota atau kabupaten di Jawa Timur. Data yang disajikan belum menunjukan pengelompokan jumlah penderita baik dari penyakitnya dan daerah (kota/kabupaten). Hal tersebut mengakibatkan sulitnya mengidentifikasi wilayah prioritas penanganan penyakit berdasarkan profil kesehatan yang ada. Tujuan dari penelitian ini adalah mengelompokkan kasus ke dalam kelompok-kelompok yang relevan dan dapat diidentifikasi, dan membangun sistem berbasis website sebagai media penerapan clustering. Tahapan penelitian ini adalah (1) pengembangan model clustering menggunakan K-Means, (2) pengembangan sistem dengan database MySQL, PHP backend, Angular frontend. Hasil penelitian menunjukkan keberhasilan penerapan clustering pada 3 cluster: rendah, sedang, dan tinggi. Selain itu, prediksi tren kasus penyakit berhasil dilaksanakan dengan menggunakan data historis selama 5 periode. Uji kompatibilitas fungsional dan browser menunjukkan bahwa sistem berjalan sesuai yang diharapkan di berbagai lingkungan. Pengujian usability menunjukkan skor rata-rata sebesar 4,34 (sangat baik dengan skor maksimal 5)yang menunjukkan keberhasilan sistem dalam memenuhi kebutuhan pengguna.

Cara mensitasi artikel:
S. A. D. Darmawan, Kamilasari, "Klasterisasi Penyakit Berdasarkan Wilayah dengan Metode K-Means (Studi Kasus: Propinsi Jawa Timur)," Jurnal Teknologi Informasi: Teori, Konsep, dan Implementasi (JTI-TKI), vol. 15, no. 1, pp. 16—27, April 2024, https://doi.org/10.36382/jti-tki.v15i1.517

PENDAHULUAN

Penanganan kesehatan merupakan tanggung jawab semua pihak termasuk pemerintah di tingkat provinsi. Pemerintah provinsi berperan dalam memantau kualitas layanan dan fasilitas kesehatan yang disediakan di tingkat provinsi dan memastikan bahwa layanan tersebut mematuhi pedoman dan standar nasional. Dinas Kesehatan Provinsi Jawa Timur bertanggung jawab membawahi 38 Dinas Kesehatan Kota atau Kabupaten di wilayah tersebut. Salah satu tanggung jawab Dinas Kesehatan memonitor kasus penyakit yang ada di wilayahnya. Ada sekitar 13 jenis penyakit sesuai dengan ketentuan dari Kementrian Kesehatan RI yang harus selalu dipantau dan dilaporkan. Saat ini publikasi jumlah kasus setiap penyakit setiap tahun di provinsi Jawa Timur masih terbatas pada laporan Profil Kesehatan yang dikeluarkan oleh Dinas Kesehatan Jawa Timur dalam bentuk PDF dan hanya dapat diakses oleh kalangan terbatas, sehingga *stakeholder* lain atau masyarakat luas tidak mengetahui adanya publikasi tersebut. Padahal di sisi lain informasi mengenai kasus penyakit di suatu daerah penting untuk diketahui secara luas sehingga penanganannya menjadi lebih komprehensif dan melibatkan berbagai pihak.

Pada masa keterbukaan informasi saat ini, informasi mengenai jumlah kasus penyakit di suatu daerah seharusnya dapat diakses secara luas dengan memanfaatkan teknologi informasi. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem informasi terkait dengan pengelompokan jumlah kasus penyakit tiap kota atau kabupaten di Jawa Timur. Beberapa penelitian sejenis sebelumnya di antaranya dilakukan oleh Tanty, dkk yang melakukan penelitian mengenai pengelompokan penyakit pada pasien berdasarkan usia [1]. Penelitian lain dilakukan oleh Sembiring, dkk yang melakukan penelitian pengelompokan penyebaran demam berdarah dengue

(DBD) di Deli Serdang [2], penelitian oleh Zaliman, dkk di Kaleka, Kalimantan Tengah [3], dan penelitian oleh Adiputra di RS Dharma Kerti [4]. Penelitian Sulistyo, dkk mengelompokkan kasus Tuberkulosis [5], sedangkan Purwanto, dkk mengelompokkan penyebaran TBC di puskesmas Kabupaten Jember [6]. Penelitian Firdaus, dkk mengelompokan penyakit di posyandu lansia [7]. Syamfithriani, dkk yang melakukan penelitian lain mengelompokkan lokasi penanganan diare pada balita [8]. Poningsih dkk melakukan penelitian tentang penularan penyakit ISPA di Riau [9], dan Agoestina dkk di Pematangsiantar [10]. Rivan, dkk melakukan penelitian pengelompokkan data pasien penyakit jantung [11]. Penelitian pengelompokkan penyakit di RS oleh Nurhidayah, dkk [12]. Penelitian terkait analisis clustering ingkat kerawanan wilayah terhadap kasus penyakit di Kabupaten Sleman dilakukan oleh Rokhimah [13]. Wahyuni Tri Utami membuat aplikasi *datamining clustering* penyakit pasien di puskesmas Jatibening menggunakan algoritma K-Means berbasis web [14] Terakhir penelitian oleh Sari, dkk mengelompokkan penularan penyakit HIV/AIDS [15].

Penelitian ini bertujuan untuk melakukan pengelompokan melalui klasterisasi 13 penyakit di 38 Dinas Kesehatan Kota/Kabupaten yang merupakan wilayah kerja Dinas Kesehatan Propinsi Jawa Timur, yang disajikan dalam bentuk website. Diharapkan melalui penelitian ini Dinas Kesehatan Provinsi maupun Kota Kabupaten dan stakeholder terkait serta masyarakat luas dapat memantau jumlah kasus penyakit di daerah masing-masing, sehingga munculnya kasus penyakit di masa mendatang bisa diantisipasi lebih awal.

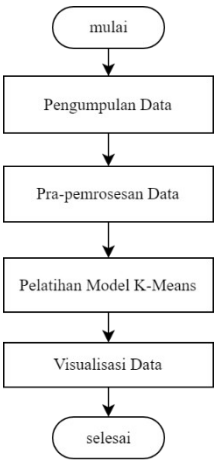
METODE

State of the art dari penelitian ini didasarkan penelitian yang dilakukan oleh Rokhimah [13], dan Wahyuni Tri Utami [14]. Dalam penelitian Rokhirmah, peneliti melakukan *clustering* dengan metode K-Means pada variable penyakit DBD, diare, TBC, hepatitis B dan campak pada 17 kecamatan di kabupaten Sleman pada tahun 2020. Penelitian tersebut mengggunakan indeks validasi metode *elbow, silhouette coefficient, dunn index* dan menghasilkan 3 cluster (tinggi, sedang dan rendah). Sedangkan dalam penelitian Utami, *clustering* dilakukan pada 10 penyakit pasien di puskesmas Jatibening, Jakarta dalam kurun waktu 2015-2017, dengan metode K-Means dengan labelisasi *cluster 1,2* dan 3. Suatu aplikasi berbasis web dibangun untuk memudahkan pengguna memantau hasil *clustering* tersebut.

Ruang lingkup penelitian ini lebih luas dari penelitian-penelitian terdahulu, dimana cakupan areanya meliputi semua kota/kabupaten di propinsi Jawa Timur dengan 17 penyakit yang tercatat di Dinas Kesehatan Propinsi. Metode penelitian ini terdiri dari 2 tahap, yaitu: pengembangan model klasterisasi dan pengembangan system.

A. Pengembangan Model Klasterisasi

Pada tahap ini dilakukan beberapa kegiatan, seperti tampak pada gambar 1.



Gambar 1. Pengembangan model klasterisasi

Proses pengumpulan data dari Buku Profil Kesehatan Provinsi Jawa Timur, yang diterbitkan oleh Dinas Kesehatan Provinsi Jawa Timur tahun 2017 hingga 2021 [16], [17], [18], [19], [20] dan dapat diakses melalui situs web resmi di https://dinkes.jatimprov.go.id. Buku tersebut berisi informasi mendalam mengenai kondisi kesehatan di wilayah Provinsi Jawa Timur. Buku ini diterbitkan setiap tahun, memberikan data aktual yang diperlukan untuk pemantauan dan evaluasi kesehatan masyarakat. Proses pengumpulan data dimulai dengan mengunduh buku tersebut dalam format PDF.

Setelah unduhan selesai, langkah berikutnya adalah pra-pemrosesan data. Data berupa jumlah kasus penyakit dalam sebuah buku profil kesehatan yang tersedia dalam format PDF. Penelitian ini berfokus pada 13 penyakit utama: tuberkulosis, kusta, HIV/AIDS, pneumonia, diare, malaria, tetanus, campak, demam berdarah, difteri, filariasis, hipertensi, dan pertusis. Kasus penyakit tuberkulosisi merupakan fokus dari sampel data yang digunakan dalam tahap pra-pemrosesan data. Penyakit-penyakit tersebut dipilih berdasarkan tingkat kepentingannya dalam konteks kesehatan masyarakat dan kegunaannya dalam menilai jumlah kasus penyakit di masa depan. Untuk mengubah data ini menjadi format yang lebih mudah diolah, dapat dilakukan dengan langkah-langkah berikut:

1. *Melakukan Screenshot*

Melakukan *screenshot* halaman-halaman yang mengandung tabel atau informasi yang ingin diekstrak. Hasil dari langkah ini adalah *file* gambar yang memuat data yang akan diolah.

2. *Mengkonversi image*

Mengkonversi *image* hasil *screenshoot* ke dalam bentuk format excel dengan aplikasi online https://nanonets.com/image-to-excel.

3. Filterisasi Data

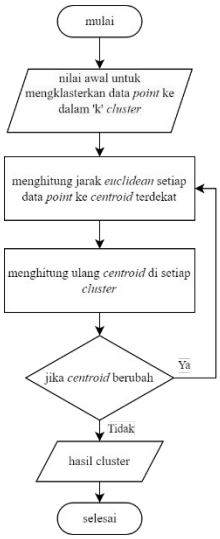
Tidak semua data yang ada pada kolom hasil dari konversi gambar ke tabel excel yang digunakan dalam penelitian. Oleh karena itu beberapa kolom dan data yang tidak diperlukan akan dihilangkan sehingga hanya bersisa tabel dengan kolom daerah, yang menunjukan kota/kabupaten dan kolom jumlah yang menunjukkan jumlah kasus penyakit. Hal yang sama dilakukan untuk semua penyakit dan semua daerah untuk rentang periode waktu dari 2017 hingga 2021. Tabel gabungan ini menjadi dasar untuk proses klasterisasi. Tabel 1 menunjukan data bersih dari jumlah kasus tuberkolosis untuk 38 daerah kota/kabupaten untuk periode waktu 2017 hingga 2021.

Tabel 1. Data Jumlah Kasus Tuberkolosis

Daerah Nama	2017	2018	2019	2020	2021
Kab. Pacitan	214	611	362	288	212
Kab. Ponorogo	977	1065	1158	904	687
Kab. Trenggalek	401	465	552	402	239
Kab. Tulungagung	1043	1188	1236	821	716
Kab. Blitar	462	695	853	641	485
Kab. Kediri	1735	1709	1874	1542	1262
Kab. Malang	2160	2362	2783	1828	1762
Kab. Lumajang	1270	1258	1926	1129	1222
Kab. Jember	1516	3397	4208	3047	3028
Kab. Banyuwangi	2016	2216	2635	2005	1892
Kab. Bondowoso	1089	1144	1483	892	934
Kab. Situbondo	1210	1270	1249	977	914
Kab. Probolinggo	1371	999	1682	1165	1193
Kab. Pasuruan	2393	2735	3181	1770	1708
Kab. Sidoarjo	2092	3127	3540	2520	2713
Kab. Mojokerto	1164	1464	1558	1080	1046
Kab. Jombang	1089	1522	1677	1288	1244
Kab. Nganjuk	431	564	1068	719	682
Kab. Madiun	1084	1103	1242	590	567
Kab. Magetan	535	555	766	472	447
Kab. Ngawi	835	811	1046	755	660
Kab. Bojonegoro	1785	1785	1852	1431	1225
Kab. Tuban	1219	1227	2000	1286	1260
Kab. Lamongan	2377	2072	2270	1495	1632
Kab. Gresik	2115	2305	2505	1463	1771
Kab. Bangkalan	1556	1250	1445	999	998
Kab. Sampang	1153	1028	1111	818	917
Kab. Pamekasan	1043	827	1101	729	801
Kab. Sumenep	1057	1657	1865	1612	1536
Kota Kediri	301	820	867	578	661
Kota Blitar	271	263	276	238	161
Kota Malang	1783	1818	2218	1377	1342
Kota Probolinggo	436	692	786	348	359
Kota Pasuruan	499	569	581	521	584
Kota Mojokerto	497	391	455	330	482
Kota Madiun	634	692	709	526	447
Kota Surabaya	6338	7007	7950	4151	4631
Kota Batu	32	200	241	185	140

4. Proses Klasterisasi

Berdasarkan tabel yang sudah dibentuk, dilakukan proses klasterisasi, dengan tahapan seperti tampak pada gambar 2.



Gambar 2. Alur kerja klasterisasi K-Means

Langkah pertama klasterisasi K-Meas dimulai dengan menentukan nilai awal data point ke dalam 'k' cluster. Klaster yang digunakan adalah 3 pusat cluster awal, yang akan mewakili 3 tingkatan yang berbeda (tinggi, sedang, rendah). Langkah berikutnya adalah menentukan centroid yang akan digunakan untuk menghitung jarak *euclidean* setiap data point ke centroid terdekat. Centroid awal ini ditentukan secara acak dari data yang ada, dan berikut adalah 3 centroid awal: Centroid untuk cluster C1 diambil dari data Kabupaten Pacitan, Centroid untuk cluster C1 diambil dari data Kabupaten Ponorogo, Centroid untuk cluster C1 diambil dari data Kabupaten Trenggalek (tabel 2).

Tabel 2. Centroid Awal

Centroid	y1	y2	y3	y4	y5
C1	214	611	362	288	212
C2	977	1065	1158	904	687
C3	401	465	552	402	239

Perhitungan jarak *Euclidean* dilakukan dengan persamaan (1).

$$d(p,q) = \sqrt{\sum_{i=1}^{n}(p_i - q_i)^2} \quad (1)$$

dengan d(p,q) adalah Euclidean distance antara dua titik p dan q, p adalah data point pertama, q adalah data point kedua, n adalah jumlah dimensi atau atribut dalam data.

Setiap daerah menjalani proses pencarian nilai terkecil di antara 3 cluster yang ada. Nilai yang ditampilkan dengan latar belakang warna hijau, mencerminkan angka terkecil dan merepresentasikan jarak terdekat dari objek data ke centroid. Contoh hasil penghitungan jarak antara

setiap objek data (kasus penyakit tuberkolosis pada setiap kota/kabupaten) dan masing-masing centroid diuraikan detail pada Tabel 3. Informasi ini memberikan gambaran visual yang jelas tentang seberapa dekat atau jauhnya setiap objek data terhadap pusat cluster yang ada.

Tabel 3. Hasil Perhitungan Jarak Data Ke Centroid Pada Iterasi Pertama Untuk Penyakit Tuberkolosis

No	Nama Daerah	C1	C2	C3
1	Kab. Pacitan	0,0	1423,7	325,7
2	Kab. Ponorogo	1423,7	0,0	1229,5
3	Kab. Trenggalek	325,7	1229,5	0,0
4	Kab. Tulungagung	1523,8	182,5	1343,8
5	Kab. Blitar	713,2	777,9	514,6
6	Kab. Bondowoso	1786,7	430,8	1588,8
7	Kab. Situbondo	1783,4	401,8	1604,5
8	Kab. Probolinggo	2227,7	870,8	1998,8
9	Kab. Mojokerto	2093,6	717,0	1924,4
10	Kab. Nganjuk	976,9	769,1	757,4
11	Kab. Madiun	1410,9	364,6	1221,7
12	Kab. Magetan	598,7	923,8	346,4
13	Kab. Ngawi	1145,6	346,6	924,1
14	Kab. Bangkalan	2122,6	746,7	1918,4
15	Kab. Sampang	1547,4	308,0	1351,9
16	Kab. Pamekasan	1349,6	328,4	1125,8
17	Kota Kediri	769,4	841,8	666,6
18	Kota Blitar	369,9	1624,7	408,5
19	Kota Probolinggo	510,7	993,4	353,3
20	Kota Pasuruan	568,9	982,2	393,0
21	Kota Mojokerto	460,2	1245,1	297,2
22	Kota Madiun	644,4	811,7	434,9
23	Kota Batu	482,2	1816,1	600,0
24	Kab. Kediri	2912,1	1496,5	2724,1
25	Kab. Malang	4181,9	2780,6	4002,9
26	Kab. Lumajang	2389,0	1024,6	2183,3
27	Kab. Jember	6308,0	5010,4	6162,9
28	Kab. Banyuwangi	4093,9	2692,6	3913,5
29	Kab. Pasuruan	4651,9	3267,9	4479,1
30	Kab. Sidoarjo	5585,1	4229,1	5429,6
31	Kab. Jombang	2321,6	973,9	2156,7
32	Kab. Bojonegoro	2898,1	1490,0	2716,4
33	Kab. Tuban	2483,3	1126,1	2273,8
34	Kab. Lamongan	3731,9	2335,1	3545,9
35	Kab. Gresik	3858,4	2476,8	3689,2
36	Kab. Sumenep	2751,3	1441,8	2592,6
37	Kota Malang	3134,7	1730,0	2946,7
38	Kota Surabaya	13055,3	11673,8	12888,8

Langkah berikutnya adalah memberi label nilai terkecil dengan 1, menandakan bahwa nilai tersebut termasuk dalam cluster tersebut, sedangkan nilai lainnya diberi label 0. Pada iterasi pertama, hasilnya menunjukkan bahwa terdapat 3 daerah yang masuk ke dalam cluster 1, 27 daerah dalam cluster 2, dan 8 daerah dalam cluster 3. Rincian hasil pengelompokan pada iterasi pertama dapat dilihat dalam tabel 4. Informasi ini mencerminkan hasil awal dari proses clustering yang telah dilakukan, menunjukkan sebaran daerah ke dalam cluster yang telah dibentuk.

Tabel 4. Hasil Klasterisasi Iterasi Pertama

No	Nama Daerah	C1	C2	C3
1	Kab. Pacitan	1	0	0
2	Kab. Ponorogo	0	1	0
3	Kab. Trenggalek	0	0	1
4	Kab. Tulungagung	0	1	0
5	Kab. Blitar	0	0	1
6	Kab. Bondowoso	0	1	0
7	Kab. Situbondo	0	1	0
8	Kab. Probolinggo	0	1	0
9	Kab. Mojokerto	0	1	0
10	Kab. Nganjuk	0	0	1
11	Kab. Madiun	0	1	0
12	Kab. Magetan	0	0	1
13	Kab. Ngawi	0	1	0
14	Kab. Bangkalan	0	1	0
15	Kab. Sampang	0	1	0
16	Kab. Pamekasan	0	1	0
17	Kota Kediri	0	0	1
18	Kota Blitar	1	0	0
19	Kota Probolinggo	0	0	1
20	Kota Pasuruan	0	0	1
21	Kota Mojokerto	0	0	1
22	Kota Madiun	0	0	1
23	Kota Batu	1	0	0
24	Kab. Kediri	0	1	0
25	Kab. Malang	0	1	0
26	Kab. Lumajang	0	1	0
27	Kab. Jember	0	1	0
28	Kab. Banyuwangi	0	1	0
29	Kab. Pasuruan	0	1	0
30	Kab. Sidoarjo	0	1	0
31	Kab. Jombang	0	1	0
32	Kab. Bojonegoro	0	1	0
33	Kab. Tuban	0	1	0
34	Kab. Lamongan	0	1	0
35	Kab. Gresik	0	1	0
36	Kab. Sumenep	0	1	0
37	Kota Malang	0	1	0
38	Kota Surabaya	0	1	0
Jumlah		3	27	8

Langkah berikutnya menghitung ulang centroid di setiap cluster. Setelah data point ditempatkan dalam cluster-cluster berdasarkan jarak Euclidean ke centroid terdekatnya, centroid di setiap cluster dihitung ulang. Perhitungan ulang ini melibatkan menentukan rata-rata dari semua data point yang termasuk dalam cluster tersebut. Tujuannya memaksimalkan kesamaan antara data point dalam satu cluster sambil meminimalkan jarak antara centroid dengan data point yang ada dalam cluster tersebut. Perhitungan centroid baru pada iterasi ke 2 disajikan pada tabel 5.

Tabel 5. Centroid baru pada iterasi kedua

Centroid	y1	y2	y3	y4	y5
C1	172,3	358,0	293,0	237,0	171,0
C2	1671,9	1859,5	2184,4	1449,0	1448,5
C3	466,2	604,8	737,4	504,1	487,3

Jika centroid berubah maka ulangi langkah 2, hingga mencapai konvergensi. Konvergensi dapat tercapai jika posisi centroid dalam 2 iterasi berturut-turut tidak mengalami perubahan yang signifikan atau jika perubahan tersebut di bawah suatu ambang batas tertentu, disini peneliti menggunakan nilai 0,0001.

Konvergensi mengindikasikan bahwa algoritma telah mencapai solusi yang stabil. Selanjutnya cluster yang telah terbentuk akan dikelompokkan menjadi 3 kategori berdasarkan rata-rata dari semua nilai yang terkandung di dalam cluster tersebut.

Pengelompokan ini dilakukan dengan menggunakan fungsi statistik minimal dan maksimal, dimana nilai minimal akan masuk ke dalam cluster rendah, nilai maksimal akan masuk ke dalam cluster tinggi, dan nilai-nilai yang berada di antara keduanya akan termasuk ke dalam cluster sedang. Proses ini menghasilkan output akhir yang direpresentasikan dalam Tabel 6 setelah menjalani 14 kali iterasi. Tabel ini memberikan gambaran tentang distribusi nilai di dalam cluster rendah, sedang, dan tinggi, memberikan pemahaman yang lebih baik tentang karakteristik cluster-cluster tersebut.

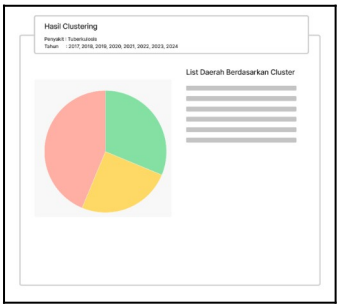
Tabel 6. Hasil akhir klasterisasi penyakit tuberkolosis

No	Nama Daerah	2017	2018	2019	2020	2021	Cluster	Keterangan
1	Kota Batu	32	200	241	185	140	0	rendah
2	Kab. Probolinggo	1371	999	1682	1165	1193	0	rendah
3	Kab. Ponorogo	977	1065	1158	904	687	0	rendah
4	Kab. Tulungagung	1043	1188	1236	821	716	0	rendah
5	Kab. Ngawi	835	811	1046	755	660	0	rendah
6	Kab. Pacitan	214	611	362	288	212	0	rendah
7	Kota Blitar	271	263	276	238	161	0	rendah
8	Kab. Trenggalek	401	465	552	402	239	0	rendah
9	Kota Mojokerto	497	391	455	330	482	0	rendah
10	Kab. Bangkalan	1556	1250	1445	999	998	0	rendah
11	Kab. Pamekasan	1043	827	1101	729	801	0	rendah
12	Kab. Situbondo	1210	1270	1249	977	914	0	rendah
13	Kab. Bondowoso	1089	1144	1483	892	934	0	rendah
14	Kab. Blitar	462	695	853	641	485	0	rendah
15	Kab. Magetan	535	555	766	472	447	0	rendah
16	Kab. Nganjuk	431	564	1068	719	682	0	rendah
17	Kab. Sampang	1153	1028	1111	818	917	0	rendah
18	Kota Probolinggo	436	692	786	348	359	0	rendah
19	Kota Madiun	634	692	709	526	447	0	rendah
20	Kab. Mojokerto	1164	1464	1558	1080	1046	0	rendah
21	Kota Pasuruan	499	569	581	521	584	0	rendah
22	Kota Kediri	301	820	867	578	661	0	rendah
23	Kab. Madiun	1084	1103	1242	590	567	0	rendah
24	Kota Surabaya	6338	7007	7950	4151	4631	1	tinggi
25	Kab. Sumenep	1057	1657	1865	1612	1536	2	sedang
26	Kab. Malang	2160	2362	2783	1828	1762	2	sedang
27	Kab. Jember	1516	3397	4208	3047	3028	2	sedang
28	Kab. Tuban	1219	1227	2000	1286	1260	2	sedang
29	Kab. Sidoarjo	2092	3127	3540	2520	2713	2	sedang
30	Kab. Lumajang	1270	1258	1926	1129	1222	2	sedang
31	Kab. Lamongan	2377	2072	2270	1495	1632	2	sedang
32	Kab. Banyuwangi	2016	2216	2635	2005	1892	2	sedang
33	Kab. Bojonegoro	1785	1785	1852	1431	1225	2	sedang
34	Kab. Pasuruan	2393	2735	3181	1770	1708	2	sedang
35	Kota Malang	1783	1818	2218	1377	1342	2	sedang
36	Kab. Jombang	1089	1522	1677	1288	1244	2	sedang
37	Kab. Gresik	2115	2305	2505	1463	1771	2	sedang
38	Kab. Kediri	1735	1709	1874	1542	1262	2	sedang

Hasil akhir dari algoritma K-Means adalah 3 cluster, dengan cluster berkategori rendah yang berisi 23 daerah, cluster berkategori sedang yang terdiri dari 14 daerah, dan cluster berkategori tinggi hanya berisi 1 daerah. Proses yang sama dilakukan untuk penyakit yang lain.

5. Membuat Visualisasi Data.

Visualisasi data adalah bagian penting dari proses analisis data karena membantu untuk mendefinisikan dan menyajikan informasi dengan cara yang mudah dimengerti dan bermanfaat. Visualisasi menjadi alat yang kuat untuk menyampaikan hasil penelitian yang rumit kepada pihak Dinas Kesehatan Provinsi Jawa Timur sebagai pemangku kepentingan. Menggambarkan data dengan cara yang mudah dipahami dan mengilustrasikan hubungan, pola, atau distribusi yang terkandung dalam data dengan memanfaatkan beberapa jenis grafik, seperti diagram lingkaran untuk menunjukkan pengelompokan. Diagram lingkaran adalah alat yang berguna untuk mengilustrasikan kategorisasi atau pengelompokan data. Diagram ini menawarkan pengetahuan cepat tentang bagaimana data diurutkan ke dalam kelompok-kelompok yang berbeda. Implementasi visualisasi diagram lingkaran digunakan untuk menyajikan hasil clustering meng-gunakan metode K-Means, ditunjukkan pada gambar 3.



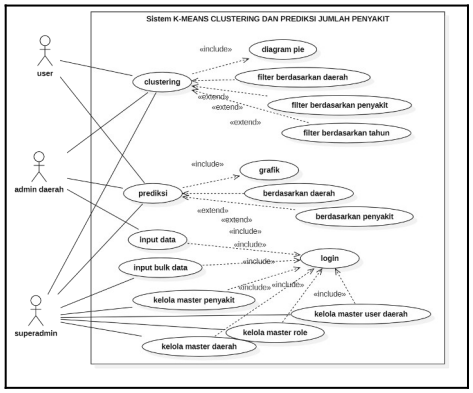
Gambar 3. Diagram lingkaran hasil clustering metode K-Means

B. Pengembangan Sistem

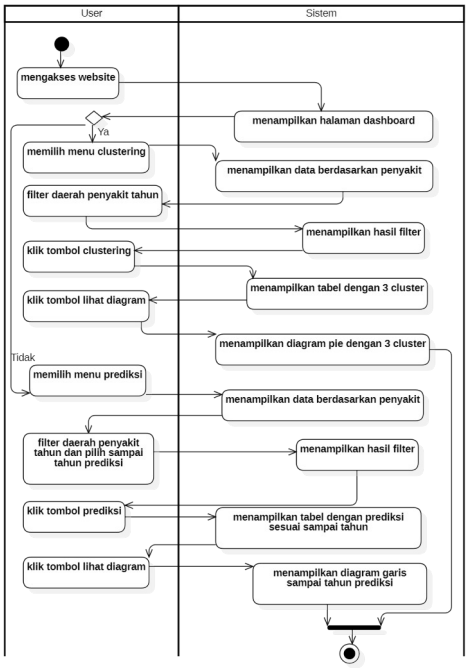
Proses pengembangan sistem dibagi menjadi 4 tahap, yaitu : (i) inisialisasi dan perencanaan, (ii) perancangan, (iii) implementasi sistem, (iv) pengujian sistem.

Pada tahap inisialisasi dan perencanaan dilakukan kegiatan menganalisis permasalahan yang ada dengan mengamati buku profil Kesehatan di propinsi Jawa Timur dan informasi yang tersedia di website instansi terkait. Sejumlah data yang relevan dengan penelitian dikumpulkan, begitu pula tinjauan literatur penelitian sejenis sebelumnya sebagai bahan komparasi.

Pada tahap perancangan sistem melibatkan berbagai tindakan yang menentukan struktur dan fungsi sistem yang akan dibangun. Pembuatan diagram menggunakan bahasa pemodelan seperti *Unified Modeling Language* (UML) dengan notasi diagram *use case, activity* dan *class.* Diagram *use case* digunakan untuk menentukan fungsionalitas mana yang ada di dalam sistem dan siapa yang memiliki akses ke sana. Gambar 4 menunjukkan pemodelan diagram *use case*. Terdapat 3 aktor dan beberapa *use* case, antara lain: (a) *User*, dimana *user* dapat melihat data penyakit berdasarkan tahun dan daerah, serta dapat menyaring data berdasarkan daerah, penyakit dan tahun. *User* juga memiliki 2 akses fitur utama. Pertama adalah kemampuan untuk melakukan klasterisasi dan melihatnya dalam bentuk diagram lingkaran, (b) *Admin* Daerah, memiliki use case yang serupa dengan user biasa, namun dengan tambahan harus *login* terlebih dahulu sebelum dapat memasukkan data jumlah kasus penyakit per tahun, yang terbatas pada daerah yang mereka tangani, (c) *Superadmin*, yang memiliki use case yang mirip dengan *user* biasa, namun harus login terlebih dahulu sebelum dapat memasukkan data dalam jumlah yang banyak mengenai jumlah kasus penyakit setiap tahunnya untuk berbagai daerah. *Superadmin* juga dapat mengontrol area lain, seperti *create, read, update*, dan *delete data master* yang berhubungan dengan penyakit, daerah, user daerah, dan *role*.

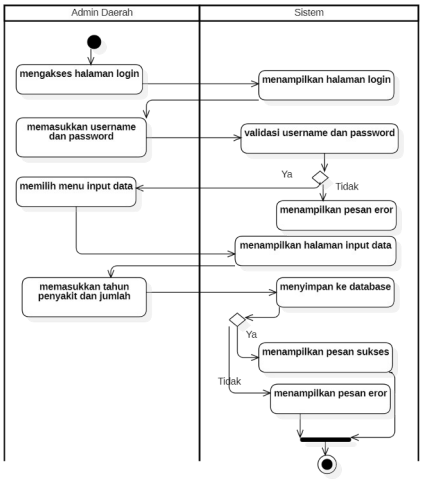


Gambar 4 Diagram *use case*

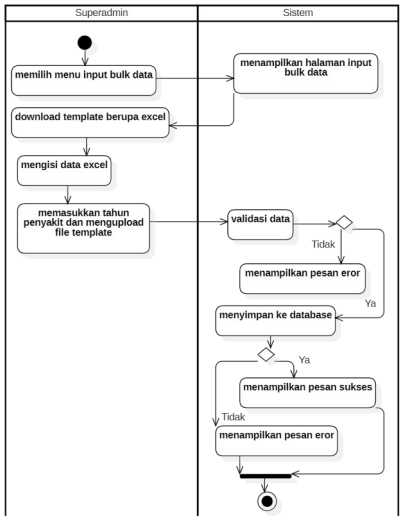


Gambar 5. Diagram *activity* dari *user*

Diagram *activity* adalah penggambaran grafis dari alur kerja aktivitas dalam sebuah sistem. Activity diagram *user*, admin daerah dan *superadmin* menggambarkan aktivitas yang dapat diakses oleh pengguna sesuai kewenagannya, dapat dilihat pada gambar 5, gambar 6 dan gambar 7.

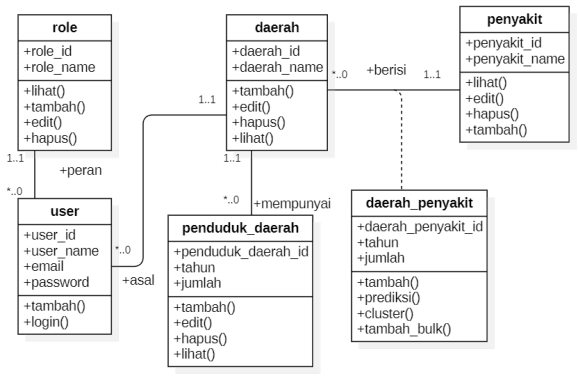


Gambar 6. Diagram *activity* dari admin daerah



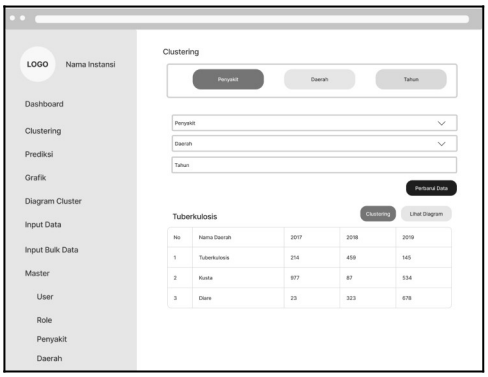
Gambar 7. Diagram *activity* dari *superadmin*

Diagram *class* adalah representasi visual dari struktur sistem yang menunjukkan definisi kelas-kelas yang dibutuhkan untuk membangun sistem. Gambar 8 menunjukkan diagram *class* untuk sistem.



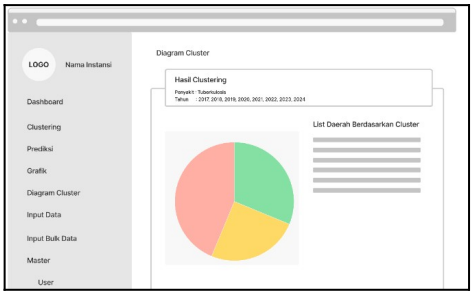
Gambar 8. Diagram *class*

Langkah selanjutnya pada tahap perancangan adalah membuat *mockup* desain antarmuka pengguna. Dalam tahap ini, antarmuka pengguna berbasis web akan dirancang dengan menggunakan Figma. *Mockup* ini menggambarkan tampilan visual dari website yang akan digunakan untuk menampilkan hasil clustering penyakit kepada pengguna. *Mockup* membantu dalam merencanakan tata letak, navigasi, dan elemen-elemen penting yang akan ada pada antarmuka. Pada halaman c*lustering* digunakan untuk menjalankan proses klasterisasi. Berdasarkan filter yang digunakan, halaman ini menampilkan data penyakit berdasarkan daerah dan tahun. *Mockup* halaman clustering dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9. Mockup halaman *clustering*

Diagram lingkaran hasil clustering ditampilkan pada halaman Diagram *Cluster*. *User* harus melakukan *clustering* agar diagram lingkaran dapat ditampilkan. *Mockup* halaman diagram *cluster* dapat dilihat pada Gambar 10.



Gambar 10. Mockup halaman diagram *clustering*

Setelah melakukan perancangan langkah berikutnya adalah implementasi. Dalam tahap ini, proses *coding backend* menjadi fokus utama, di mana algoritma K-Means *clustering* diterjemahkan menjadi kode yang berjalan. Pengembang mengimplementasikan algoritma K-Means untuk mengelompokkan jenis penyakit berdasarkan data yang diolah, sambil memastikan parameter dan inisialisasi pusat cluster diatur dengan benar. Selain *coding backend*, tahap ini juga melibatkan *coding frontend*, di mana antarmuka pengguna yang telah direncanakan sebelumnya diterjemahkan menjadi kode yang memberikan pengguna kemampuan untuk berinteraksi dengan hasil clustering penyakit. Integrasi dengan *webservice* juga dilakukan di sini, memastikan bahwa *frontend* dan *backend* berkomunikasi dengan lancar dan data diterima dan dikeluarkan dengan benar. Setelah implementasi, tahap *hosting* dilakukan untuk membuat sistem dapat diakses secara online. *Hosting* melibatkan peluncuran website ke server sehingga dapat diakses oleh pengguna melalui internet. Proses *hosting* juga mempertimbangkan keamanan dan performa website, serta memastikan bahwa semua komponen sistem berjalan sesuai yang diharapkan.

Setelah proses implementasi selesai dilakukan, berikutnya adalah proses pengujian. Pengujian dilakukan melalui pengujian *blackbox,* pengujian pengguna dan pengujian kompatibilitas sistem. Pada pengujian blackbox, dilakukan fungsionalitas dan interaksi sistem diuji secara menyeluruh tanpa memperhatikan implementasi internal. Tujuan dari pengujian blackbox adalah memastikan bahwa sistem memberikan hasil analisis sesuai yang diharapkan, serta menemukan dan memperbaiki potensi masalah yang mungkin muncul. Pengujian kedua pengujian pengguna, dimana peneliti menyebar kuesioner kepada responden dari berbagai latar belakang dan pengalaman untuk mendapatkan perspektif yang mendalam mengenai aplikasi yang dikembangkan. Instrumen kuesioner dibuat menggunakan kerangka kerja WebQual 4.0, dengan penekanan khusus pada komponen *usability*.

Tabel 7. Daftar Pertanyaan Kuisioner

No	Penilaian mengenai aplikasi	Penilaian Responden				
		SS	S	N	TS	STS
		5	4	3	2	1
1	Apakah pengguna merasa mudah untuk memahami cara mengoperasikan situs web (P1)					
2	Apakah interaksi antara situs web dan pengguna jelas dan sederhana (P2)					
3	Apakah mudah bagi pengguna untuk menjelajahi situs web (P3)					
4	Apakah pengguna merasa situs web mudah digunakan (P4)					
5	Apakah website memiliki tampilan yang menarik (P5)					
6	Apakah desainnya sesuai dengan jenis situs web (P6)					
7	Apakah pengguna merasa mudah untuk menemukan informasi yang mereka butuhkan (P7)					

Tabel 7 menunjukan pertanyaan yang terstruktur dengan baik yang mencakup faktor-faktor penting untuk mengevaluasi sejauh mana aplikasi memenuhi kebutuhan dan harapan pengguna dalam hal kegunaan dan tampilan. Responden diharapkan memberikan umpan balik pada berbagai bagian dari aplikasi dengan menggunakan skor tertentu. Setiap responden diminta untuk menilai aplikasi menggunakan skor yaitu : Skor 1: Sangat Tidak Setuju, Skor 2: Tidak Setuju, Skor 3: Netral, Skor 4: Setuju, Skor 5: Sangat Setuju.

Setelah semua responden mengisi kuesioner, skor rata-rata untuk setiap sub-aspek, aspek, dan evaluasi keseluruhan dihitung. Prosedur ini dimulai dengan menjumlahkan semua jawaban untuk setiap pertanyaan. Skor rata-rata kemudian dihitung dengan membagi jumlah total tanggapan dengan jumlah skor. Berikut ini adalah persamaan umum untuk menentukan skor rata-rata:

$$Nilai\ rata\ rata = \frac{x_1+x_2+x_3+\ldots+x_n}{n} \quad (2)$$

dimana xn adalah nilai sampel ke-n, n adalah jumlah sampel.

Setelah menghitung nilai rata-rata untuk setiap sub-aspek, nilai tersebut akan dievaluasi untuk memastikan bahwa nilai tersebut berada dalam rentang nilai yang ditetapkan. Rentang nilai ini membantu peneliti dalam menentukan seberapa puas atau tidak puasnya pengguna dengan berbagai fitur aplikasi. Rentang nilai yang digunakan untuk mengevaluasi hasil kuesioner, antara lain:1 – 2: Kurang Baik, 2 – 3: Cukup Baik, 3 – 4: Baik, 4 - 5: Sangat Baik.

Pengujian ketiga terkait kompatibilitas antar browser menggunakan aplikasi Lambdatest. Pengujian kompatibilitas bertujuan memastikan sistem dapat diakses di berbagai jenis perangkat dan browser web. Pengujian berfokus memastikan bahwa antarmuka pengguna dan operasi situs web berjalan dengan lancar di sejumlah browser. Seperti yang ditunjukkan pada Tabel 8, pengujian dilakukan pada empat browser yang berbeda, dengan variasi dari masing-masing versi.

Tabel 8. Daftar Browser

No	Nama Browser	Versi
1	Microsoft Edge	118.0.2151.58
2	Mozilla Firefox	118.0
3	Google Chrome	118.0.6045.160
4	Opera	101.0.4928.16

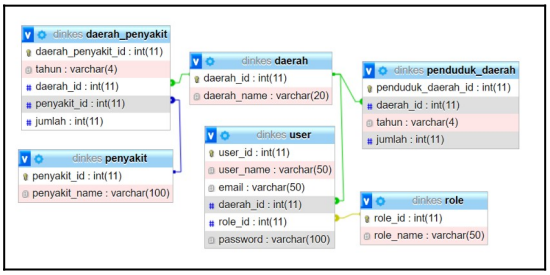
Setelah semua pengujian dilakukan dan hasilnya dianalisis, kesimpulan dari seluruh proses penerapan

sistem dapat diambil. Kesimpulan ini melibatkan evaluasi terhadap performa dan akurasi hasil clustering. Dalam kesimpulan ini juga dapat ditemukan temuan-temuan penting, tantangan yang dihadapi, serta rekomendasi perbaikan atau pengembangan lebih lanjut pada sistem yang telah diimplementasikan. Pengujian sistem menjadi langkah terakhir yang penting dalam memastikan bahwa solusi yang dibangun berfungsi dengan baik, memberikan hasil yang akurat dan bermanfaat, serta sesuai dengan tujuan awal dari penelitian ini.

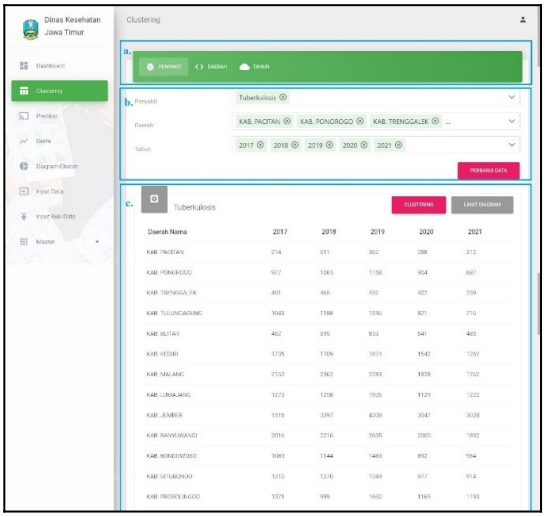
HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Pengembangan Sistem

Hasil struktur data dalam database, ditunjukkan pada Gambar 11.



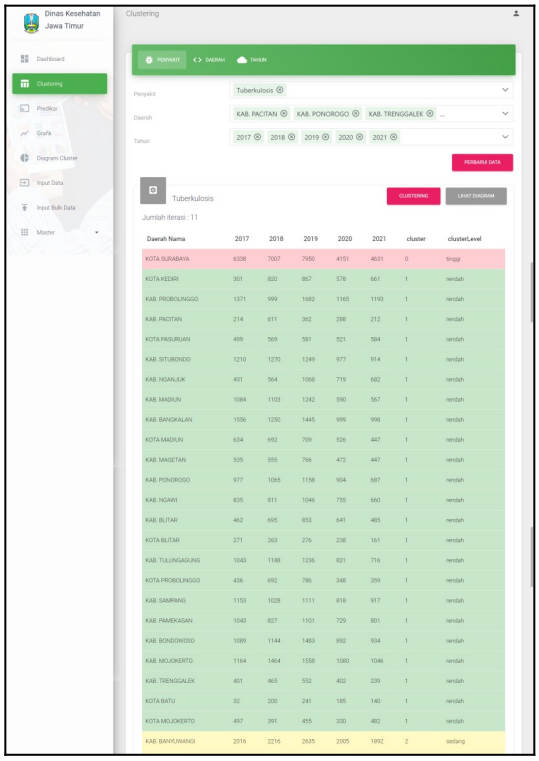
Gambar 11. Struktur database sistem



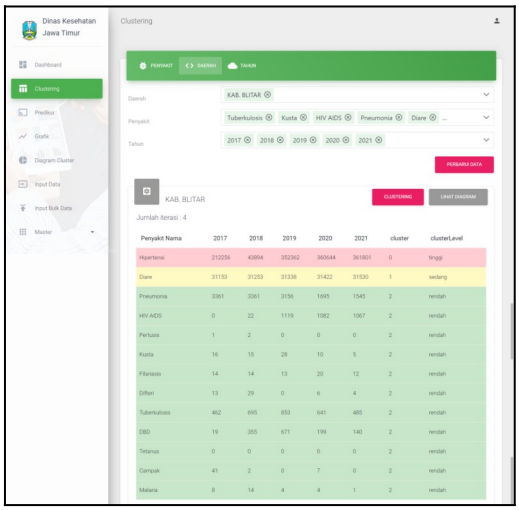
Gambar 12. Tampilan halaman filter berdasarkan penyakit

Hasil implementasi halaman *user* ada halaman *clustering*, menampilkan data berdasarkan filter penyakit, filter daerah, dan filter tahun, seperti yang diilustrasikan pada Gambar 12 dan gambar 13 untuk hasil *clustering* dengan filter penyakit, Gambar 14 untuk filter daerah, dan Gambar 15 untuk filter tahun.

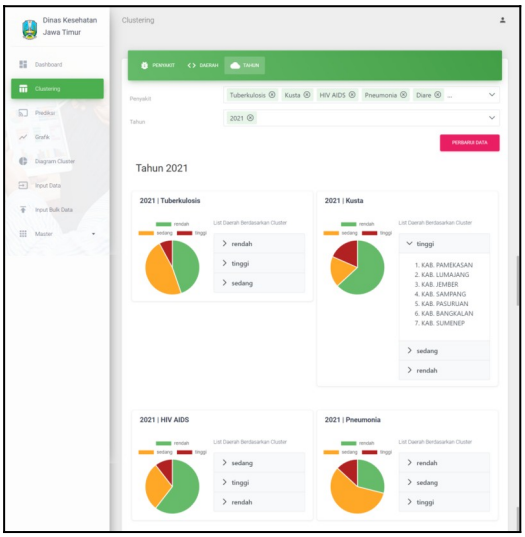
Halaman clustering dibuat dengan beberapa komponen untuk memberikan kemampuan analisis data yang lebih rinci dan terfokus kepada pengguna. a. Tab header untuk berpindah tab antara filter penyakit, daerah dan tahun. Pengguna mempunyai kebebasan bernavigasi yang lebih besar untuk fokus pada area tertentu dari data kesehatan, b. Formulir dengan dropdown untuk memilih penyakit, daerah, dan tahun tertentu. Formulir ini bertujuan untuk menyesuaikan data yang ingin ditinjau. Tombol "Perbarui Data" terletak di sebelah formulir untuk memperbarui data dalam tabel berdasarkan input yang mereka pilih, c. Tabel penyakit yang ditampilkan pada halaman ini ditentukan oleh pilihan formulir. Terdapat dua tombol penting dalam tabel tersebut. Pertama, tombol "*Clustering*" memudahkan pengguna untuk memulai proses pengelompokan pada data yang ditampilkan. Kedua, tombol "Lihat Diagram" mengarahkan pengguna ke halaman diagram lingkaran yang menampilkan hasil clustering secara visual.



Gambar 13 Tampilan hasil proses clustering berdasarkan penyakit

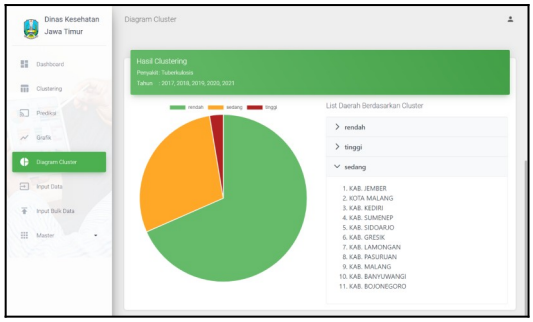


Gambar 14. Tampilan halaman clustering berdasarkan daerah



Gambar 15 . Tampilan halaman clustering berdasarkan tahun

Halaman diagram cluster menampilkan diagram lingkaran berdasarkan cluster tinggi, sedang dan rendah, seperti yang diilustrasikan pada Gambar 16.



Gambar 16. Tampilan halaman diagram cluster hasil clustering

Halaman diagram terdiri dari 2 komponen utama. Pertama, ada bagian header yang berisi informasi penting mengenai penyakit dan tahun yang dianalisis. Hal ini memudahkan pengguna untuk mengetahui konteks data clustering yang ditampilkan. Berikutnya adalah diagram lingkaran yang menunjukkan hasil dari proses clustering. Gambar ini secara efektif menggambarkan penyebaran penyakit ke dalam beberapa cluster. Pengguna dapat dengan mudah melihat proporsi penyakit di setiap cluster, membantu mengidentifikasi pola. Selain itu, ditampilkan juga daftar daerah berdasarkan hasil clustering, dengan kategori cluster rendah, sedang, dan tinggi.

Hasil pengujian *blackbox* dengan menguji semua menu dan fitur yang ada pada system terkait proses dan respon dalam pemilihan menu, proses autentikasi (login), pemrosesan *clustering* dan tampilan hasil menunjukan semua berjalan baik dan lancer pada *browser Microsoft Edge, Google Chrome, Modzilla Firefox* dan *Opera*.

Hasil uji coba pengguna ke 50 responden dengan berbagai latar belakang dengan melakukan penilaian pada *usability* ditunjukan pada tabel 9.

Tabel 9. Hasil penilaian responden terhadap sistem

Pertanyaan	Jumlah responden yang menjawab				
	5	4	3	2	1
P1	22	24	3	1	0
P2	20	25	4	1	0
P3	24	22	2	2	0
P4	24	24	2	0	0
P5	23	23	3	1	0
P6	23	23	3	1	0
P7	20	25	5	0	0

Hasil evaluasi terhadap jawaban responden ditampilkan pada tabel 10.

Tabel 10. Hasil penilaian responden terhadap sistem

Aspek Uji	Nilai rata	Nilai Rata-
P1	4,34 (Sangat Baik)	
P2	4,28 (Sangat Baik)	
P3	4,36 (Sangat Baik)	
P4	4,44 (Sangat Baik)	4,34 (Sangat Baik)
P5	4,36 (Sangat Baik)	
P6	4,36 (Sangat Baik)	
P7	4,3 (Sangat Baik)	

Berdasarkan hasil evaluasi secara keseluruhan, dapat dinyatakan bahwa rata-rata penilaian terhadap aplikasi ini adalah sangat baik, dengan nilai 4,34 pada rentang 1-5. Hal ini menunjukkan bahwa sistem ini mendapatkan penilaian yang sangat baik dari pengguna, sesuai dengan yang diharapkan.

KESIMPULAN DAN SARAN

Penerapan K-Means *Clustering* membantu pengelompokan data kasus penyakit di Provinsi Jawa Timur ke dalam 3 cluster. Penggunaan sistem berbasis website sebagai media implementasi *clustering* kasus penyakit di Provinsi Jawa Timur membantu pengguna memantau informasi yang disajikan di web, karena dilengkapi dengan fitur *filtering* berdasarkan penyakit, daerah, tahun dan menampilkan diagram lingkaran yang untuk hasil *clustering*. Hasil pengujian fungsional menggunakan metode *blackbox*, semua fitur dan fungsi sistem berjalan seperti yang diharapkan pada skenario pengujian. Pada hasil pengujian kompatibilitas antar browser, sistem dapat diakses di berbagai jenis perangkat dan browser pada Windows 10 seperti Microsoft Edge versi 118, Mozilla Firefox versi 118, Google Chrome versi 118 dan Opera versi 101. Sedangkan hasil pengujian pengguna menggunakan metode *usability* dengan survei berbasis WebQual 4.0, yang menghasilkan nilai rata-rata 4,34 (sangat baik). Secara keseluruhan sistem ini mendapatkan penilaian yang baik dari para pengguna, yang dibuktikan dengan nilai yang tinggi pada dimensi *usability*.

Penelitian selanjutnya diarahkan ke prediksi jumlah kasus penyakit yang mungkin muncul di setiap daerah untuk beberapa tahun mendatang. Harapannya dengan

prediksi penyakit tersebut, instansi terkait dapat lebih siap mengantisipasi pencegahan dan penanganannya.

REFERENSI

[1] Tanty, B. Serasi Ginting, and M. Simanjuntak, "Pengelompokan Penyakit Pada Pasien Berdasarkan Usia Dengan Metode K-Means Clustering (Studi Kasus : Puskesmas Bahorok)," *ALGORITMA: Jurnal Ilmu Komputer dan Informatika*, vol. 5, no. 2, pp. 88–99, Oct. 2021, doi: http://dx.doi.org/10.30829/algoritma.v5i2.10508.

[2] E. M. Sembiring, "Penerapan K-Means Clustering Untuk Pengelompokan Penyebaran Demam Berdarah Dengue (DBD) Di Kabupaten Deli Serdang," *TIN: Terapan Informatika Nusantara*, vol. 2, no. 11, pp. 673–677, Apr. 2022, doi: 10.47065/tin.v2i11.1503.

[3] I. Zaliman, T. B. Kurniawan, and D. Antoni, "Sistem Penentuan Lokasi Pusat Layanan Terpadu Bagi Penderita Penyakit Demam Berdarah Dengan Menggunakan K-Means Clustering," *Jurnal Ilmiah Informatika Global*, vol. 11, no. 2, Dec. 2020, doi: 10.36982/jiig.v11i2.1225.

[4] I. N. M. Adiputra, "Clustering Penyakit Pada Rumah Sakit Dharma Kerti Menggunakan Algoritma K-Means", *INSERT : Information System and Emerging Technology Journal*, vol. 2, no. 2, p. 99, Jan. 2022, doi: 10.23887/insert.v2i2.41673.

[5] F. Sulistiyo Hidayat, R. Berliana, P. Affandi, V. Zuliana, and T. N. Padilah, "Penerapan K-Means Clustering dalam Pengelompokan Kasus Tuberkulosis di Provinsi Jawa Barat," *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*, vol. 8, no. 15, pp. 213–227, 2022, doi: 10.5281/zenodo.7049113.

[6] B. Purwanto, A. Nilogiri, and A. E. Wardoyo, "Penerapan Algoritma K-Means Clustering Untuk Pengelompokan Penyebaran Penyakit Tbc (Studi Kasus: Puskesmas Di Kabupaten Jember)," *Jurnal Smart Teknologi*, vol. 3, no. 3, pp. 273–285, Mar. 2022.

[7] M. I. Firdaus, P. Aisyiyah, and R. Devi, "Implementation of K-Means Algorithm for Diseases Clustering in Elderly Posyandu Participants," *ATCSJ Applied Technology and Computing Science Journal*, vol. 5, no. 1, pp. 11–20, Jun. 2022, doi: 10.33086/atcsj.X.

[8] T. S. Syamfithriani, N. Mirantika, and R. Trisudarmo, "Perbandingan Algoritma K-Means dan K-Medoids Untuk Pemetaan Daerah Penanganan Diare Pada Balita di Kabupaten Kuningan," *Jurnal Sistem Informasi Bisnis*, vol. 12, no. 2, pp. 132–139, Mar. 2023, doi: 10.21456/vol12iss2pp132-139.

[9] N. Purba, Poningsih, and H. S. Tambunan, "Penerapan Algoritma K-Means Clustering Pada Penyebaran Penyakit Infeksi Saluran Pernapasan Akut (ISPA) di Provinsi Riau," *Journal of Information System Research (JOSH)*, vol. 2, no. 3, pp. 220–226, Apr. 2021.

[10] F. S. Agoestina, H. S. Tambunan, and R. A. Nasution, "Pemanfaatan Algoritma K-Means untuk Pengelompokkan Pasien Penyakit Infeksi Saluran Pernafasan Akut (ISPA)," *SATESI: Jurnal Sains Teknologi dan Sistem Informasi*, vol. 2, no. 1, pp. 60–69, Apr. 2022, doi: 10.54259/satesi.v2i1.804.

[11] M. E. Al Rivan and R. A. Sonaru, "Perbandingan Metode K-Means dan GA K-Means untuk Clustering Dataset Heart Disease Patients," *JATISI (Jurnal Teknik Informatika dan Sistem Informasi)*, vol. 9, no. 3, pp. 2585–2597, Sep. 2022, doi: 10.35957/jatisi.v9i3.2799.

[12] A. Nurhidayah, W. Lestari, and E. Purwanto, "Implementasi Data Mining Algoritma K-Means untuk Clustering Penyakit di RS Panti Waluyo Surakarta," *DutaCom*, vol. 15, no. 2, Aug. 2022, doi: 10.47701/dutacom.v15i2.2009.

[13] W. Rokhimah and Kismiantini, "Analisis Clustering Tingkat Kerawanan Wilayah TErhadap Kasus Penyakit Di Kabupaten Sleman Dengan MEnggunakan Metode K-Means", , *Jurnal Kajian dan Terapan Matematika*, vol. 8, no. 1, pp. 25–37, 2022.

[14] W.T.Utami, "Aplikasi Data Mining Clustering Penyakit Pasien di Puskesmas Jatibening Menggunakan Algoritma K-Means Berbasis Web", Skripsi, Universitas Gunadarma,2018

[15] T. P. Sari, A. L. Hananto, E. Novalia, T. Tukino, and S. S. Hilabi, "Implementasi Algoritma K-Means dalam Analisis Klasterisasi Penyebaran Penyakit Hiv/Aids," *Infotek : Jurnal Informatika dan Teknologi*, vol. 6, no. 1, pp. 104–114, Jan. 2023, doi: 10.29408/jit.v6i1.7423.

[16] Dinas Kesehatan Provinsi Jawa Timur, *Profil Kesehatan Provinsi Jawa Timur Tahun 2017*. Surabaya, 2018.

[17] Dinas Kesehatan Provinsi Jawa Timur, *Profil Kesehatan Provinsi Jawa Timur Tahun 2018*. 2019.

[18] Dinas Kesehatan Provinsi Jawa Timur, *Profil Kesehatan Provinsi Jawa Timur Tahun 2019*. 2020.

[19] Dinas Kesehatan Provinsi Jawa Timur, *Profil Kesehatan Provinsi Jawa Timur Tahun 2020*. 2021.

[20] Dinas Kesehatan Provinsi Jawa Timur, *Profil Kesehatan Provinsi Jawa Timur Tahun 2021*. 2022.