



# Rancang Bangun Sistem Informasi Geografis (SIG) Penyebaran Penyakit Demam Berdarah Dengue (DBD) di Kabupaten Jember Dengan Metode K-Means Clustering

Savira Puteri Wulandari\*, Ervina Rachmawati, Sustin Farlinda, M. Choirur Roziqin

Manajemen Informasi Kesehatan, Jurusan Kesehatan, Politeknik Negeri Jember

**Abstrak:** Demam berdarah Dengue (DBD) merupakan salah satu penyakit yang disebabkan oleh nyamuk jenis *Aedes aegypti* dan *Aedes albopictus*. Berdasarkan pencapaian hasil kinerja program DBD di Kabupaten Jember Tahun 2022 ditinjau dari tiga indikator yaitu angka kesakitan atau Incident Rate (IR), angka kematian atau Case Fatality Rate (CFR), dan Angka Bebas Jentik (ABJ) bahwa ketiga indikator tersebut masih belum memenuhi target yang sudah ditetapkan oleh Dinas Kesehatan Kabupaten Jember maka dari itu perlu dilakukan peningkatan kewaspadaan kepada masyarakat sebagai langkah awal pencegahan lonjakan kasus DBD di tahun 2023. Penelitian ini bertujuan untuk membuat peta digital beserta penyebarannya yang dibagi menjadi tiga kelompok yaitu tinggi (C1), sedang (C2), dan rendah (C3) dengan menggunakan metode K-Means Clustering. Jenis penelitian ini adalah penelitian Research and Development dengan perancangan sistem Prototype. Hasil dari penelitian ini adalah sebuah sistem dalam bentuk website yang dapat menampilkan peta sebaran penyakit DBD berdasarkan kelompoknya, grafik, dan tabel laporan yang dengan mudah terus diupdate oleh administrator website. Sistem informasi geografis ini diharapkan dapat membantu petugas dalam mempromosikan program kesehatan yang terpadu sesuai dengan tangka keparahan wilayahnya serta memberikan edukasi kepada masyarakat untuk mencegah dan waspada terhadap penyebaran penyakit DBD di Kabupaten Jember.

**Kata Kunci:** DBD, K – Means Clustering, Sistem Informasi Geografis, Website

DOI:

<https://doi.org/10.47134/mpk.v2i4.6109>

\*Correspondence: Savira Puteri Wulandari

Email: [saviraputeriwulan@gmail.com](mailto:saviraputeriwulan@gmail.com)

Received: 11-12-2023

Accepted: 23-01-2024

Published: 24-02-2024



**Copyright:** © 2025 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (BY SA) license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

**Abstract:** Dengue Hemorrhagic Fever (DHF) is a disease caused by *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* mosquitoes. Based on the achievement of the performance results of the DHF program in Jember Regency in 2022, in terms of three indicators, namely the morbidity rate or Incident Rate (IR), the death rate or Case Fatality Rate (CFR), and the Larvae Free Rate (ABJ) that these three indicators still have not met the target which has been established by the Jember District Health Office, therefore it is necessary to increase public awareness as a first step to prevent a spike in DHF cases in 2023. This study aims to create a digital map along with its spread which is divided into three groups, namely high (C1), medium (C2), and low (C3) using the K-Means Clustering method. This type of research is Research and Development research by designing a Prototype system. The results of this study are a system in the form of a website that can display a map of the distribution of DHF based on its group, graphs, and report tables which are easily updated by the website administrator. This geographic information system is expected to be able to assist officers in promoting integrated health programs according to the severity of the area and provide education to the public to prevent and be aware of the spread of DHF in the Jember Regency

**Keywords:** DBD, Geographic Information System, K - Means Clustering, Website

## Pendahuluan

Munculnya teknologi informasi di era globalisasi menuntut semua bidang beradaptasi dengan perkembangan tersebut secara menyeluruh dan bertahan lama membuat penyelenggaraan pelayanan kesehatan harus terus ditingkatkan [1]. Salah satu bidang epidemiologi *surveilans* yang menjadi perhatian utama dalam bidang kesehatan untuk didokumentasikan dan dilaporkan kejadiannya adalah epidemiologi penyakit menular seperti HIV-AIDS, TB, dan DBD [2]. Penyakit DBD disebabkan oleh sebaran nyamuk *Aedes aegypti* dan *Aedes albopictus* yang menjadi *vector primer* dan sekunder dari demam berdarah *dengue* (DBD) yang apabila tidak ditangani dengan baik dapat menyebabkan kematian [3].

Pada tahun 2020, kasus yang tersebar di 34 provinsi kasus DBD yang tercatat mencapai 108.303 kasus dengan kematian 747 kasus dan pada tahun 2022 hingga minggu ke-7 tercatat 13.766 kasus dan 145 orang diantaranya meninggal dunia dengan didominasi pada kelompok usia 15 – 44 tahun [3]. Seluruh wilayah Indonesia rentan terkena DBD yang memiliki populasi padat dan sistem transportasi yang efisien [4].

Merujuk pada hasil wawancara dalam studi pendahuluan dengan petugas Bidang P2 Dinas Kesehatan Kabupaten Jember, tolak ukur penyebaran DBD dapat ditinjau dari tiga indikator yaitu Angka kesakitan atau *Incident Rate* (IR) yaitu jumlah kasus baru pada rentang waktu tertentu [5], *Case Fatality Rate* yaitu jumlah kasus meninggal yang disebabkan oleh suatu penyakit pada rentang waktu tertentu [6], dan Angka Bebas Jentik (ABJ) yaitu proporsi rumah atau bangunan yang bebas jentik nyamuk [7]. Meninjau dari tiga indikator tersebut dengan membandingkan data di tahun 2018 – 2022 kasus DBD memiliki nilai yang tidak stabil tiap tahunnya. Menentukan suatu wilayah dikatakan waspada epidemi DBD adalah dengan membandingkan tiga indikator DBD dengan nilai Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan pada nilai ABJ  $\geq 95\%$ , IR  $\leq 10\%$ , dan CFR  $<1\%$  [8]. Membandingkan hasil rekapitulasi Pemeriksaan Jentik Berkala (PJB) tahun 2022 dengan target tiga indikator berdasarkan hasil wawancara dengan narasumber didapatkan pada tabel 1 berikut :

**Tabel 1.** Pencapaian Hasil Kinerja Program DBD di Kabupaten Jember Tahun 2022

Indikator	Satuan	Target	Realisasi
Angka Kesakitan ( <i>Incidence rate</i> )	Per 100.000 penduduk	$\leq 10$	31,73
Angka Kematian ( <i>Case Fatality Rate</i> )	Persen	$< 1\%$	1,02 %
Angka Bebas Jentik (ABJ)	Persen	$\geq 95\%$	91,34 %

Sumber : Data Sekunder Bidang Pencegahan dan Penanggulangan Penyakit (P2P) Dinas Kesehatan Kabupaten Jember (2022)

Membandingkan hasil pencapaian kinerja program DBD dengan target indikator pada tabel ditemukan bahwa masih belum memenuhi target maka dari itu perlu dilakukan peningkatan kewaspadaan kepada masyarakat sebagai langkah awal pencegahan lonjakan kasus DBD di tahun 2023 dengan memanfaatkan sistem informasi yang dapat memenuhi tujuan tersebut secara cepat dan meluas. Salah satu sistem yang dapat menyebarkan informasi serta memvisualisasikan penyebaran kejadian DBD per kecamatan di Kabupaten Jember adalah sistem informasi geografis yaitu sebuah sistem yang didesain untuk menangkap, menyimpan, memanipulasi, menganalisa, mengatur dan menampilkan seluruh jenis data geografis [9].

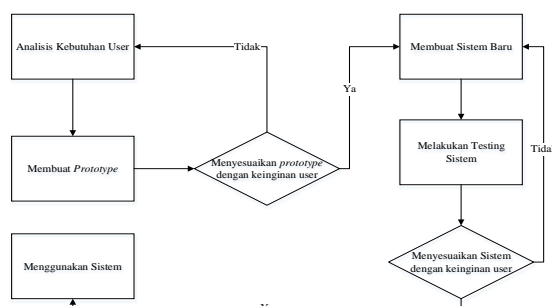
Berdasarkan hasil wawancara dengan narasumber, selain menampilkan penyebaran DBD petugas melakukan analisis untuk mengelompokkan wilayah penyebaran menjadi tiga jenis yaitu rendah, sedang, dan tinggi. Menemukan sekelompok item yang mirip (atau terkait) satu sama lain dalam satu kelompok dan berbeda dari (atau tidak terkait) satu sama lain dalam kelompok lain dikenal sebagai analisis *cluster* [10]. Terdapat beberapa metode analisis *cluster* namun peneliti memilih teknik pengelompokan data non-hierarkis yang disebut *K-Means* bertujuan untuk membagi data yang sudah ada menjadi satu atau lebih kelompok atau pengelompokan dengan memaksimalkan variasi antar kelompok sambil meminimalkan variasi di dalamnya [11]. Selain itu data medis cocok digunakan pada metode *K-Means* dimana dengan metode ini akan diperoleh hasil yang memiliki tingkat akurasi yang tinggi [12].

Merujuk pada uraian permasalahan diatas peneliti tertarik untuk membuat suatu pemetaan penyakit DBD per kecamatan di Kabupaten Jember dalam bentuk *website* dengan tujuan data penyakit dapat ditampilkan dalam bentuk peta, grafik, dan tabel laporan yang dengan mudah terus diupdate oleh administrator *website*, menganalisis kasus DBD dengan menggunakan metode *K-Means* untuk meng-*clustering* kecamatan di Kabupaten Jember berdasarkan tiga kelompok penyebaran yaitu kelompok tinggi (C1), sedang (C2), dan rendah (C3) Setelah itu, hasil perhitungan akan dievaluasi yang bertujuan untuk mengetahui seberapa baik kualitas dari hasil *clustering* dengan menggunakan metode *Davies-Bouldin Index*. Penelitian ini diharapkan dapat menghasilkan pemetaan penyebaran kasus DBD yang memungkinkan tenaga kesehatan untuk secara efektif mencegah dan mengendalikan penyebaran DBD di dunia nyata.

## Metodologi

### Metode *Prototype*

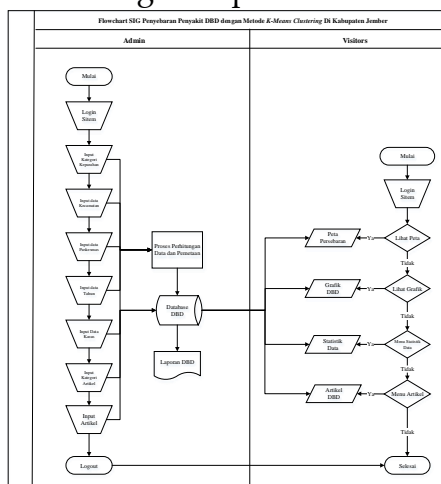
*Prototype* mendemonstrasikan desain, fungsionalitas, dan operasi sistem atau menggambarkan model produk yang akan dibuat. Karena *prototype* merupakan iterasi pertama dari sistem untuk kelanjutan dari sistem nyata yang lebih besar, maka pembuatan *prototype* bagi pengembang sistem berupaya mengumpulkan informasi dari pengguna agar pengguna dapat berinteraksi dengan model *prototype* yang dibangun [13]. Menurut McLeod & Schell terdapat dua tipe dari *Prototype* yaitu *Evolutionary Prototype* dan *Requirement Prototype*. Jenis *Prototype* yang digunakan oleh peneliti adalah *Requirement Prototype* yang dapat digambarkan sebagai berikut:



Gambar 1. Tahapan *Requirement Prototype*

## Perancangan Aplikasi Flowchart

Flowchart adalah suatu bagan dengan simbol – simbol tertentu yang menggambarkan urutan proses secara mendetail dan hubungan antara suatu proses (instruksi) dengan proses lainnya dalam suatu program. Tujuan utama flowchart adalah untuk menunjukkan bagaimana perangkat lunak berpindah dari satu prosedur ke prosedur lainnya. sehingga setiap orang dapat dengan mudah memahami bagaimana program mengalir [15]. Berikut gambar 2 flowchart yang telah dirancang oleh peneliti :

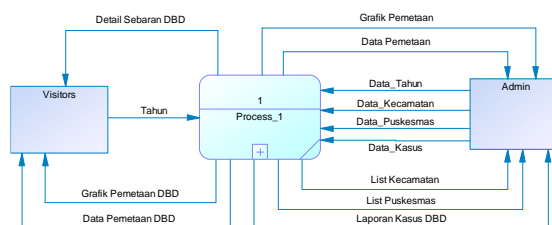


Gambar 2. Flowchart Sistem

## Data Flow Diagram

Data Flow Diagram adalah penggambaran logis dari sistem baru atau yang sudah ada yang telah dibangun tanpa memperhitungkan lingkungan sebenarnya di mana data bergerak [16]. DFD menawarkan mekanisme untuk menggambarkan proses di dalam organisasi dan notasi yang mengklarifikasi gagasan utama terkait transfer data antara langkah manual dan otomatis [17]. Terdapat tiga level didalam DFD yaitu Context Diagram, Diagram Nol (Level 1), dan Diagram rinci. Berikut DFD yang dibuat oleh peneliti :

## Context Diagram



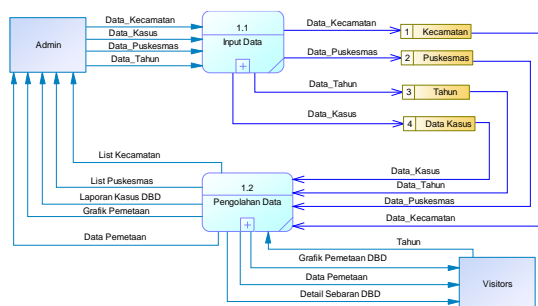
Gambar 3. Context Diagram

Pada gambar 3 Terdapat dua entitas yaitu admin dan visitor, entitas admin dapat melakukan input data tahun, data kecamatan, data puskesmas, data kasus DBD yang kemudian dari data – data tersebut website akan melakukan proses pengolahan data yang menghasilkan output list kecamatan, list puskesmas, grafik pemetaan, data pemetaan serta laporan kasus DBD. Proses pengolahan data juga menghasilkan detail sebaran DBD,

grafik pemetaan, data pemetaan DBD setelah *visitors* dapat melakukan *input* tahun pada sistem.

### Data Flow Diagram Level 1

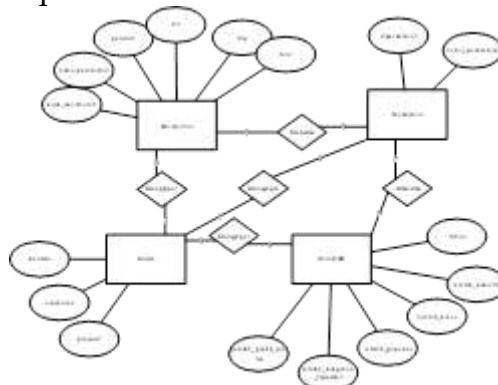
Terdiri dari 2 entitas, dan 4 penyimpanan data. Admin bertugas melakukan input data yaitu data kecamatan, data puskesmas, data tahun dan data kasus yang kemudian disimpan pada masing – masing penyimpanan data. Data tersebut dilakukan proses pengolahan data yang menghasilkan output list kecamatan, list puskesmas, data pemetaan, grafik pemetaan, dan laporan kasus DBD. Proses pengolahan data juga akan menghasilkan output pada *visitors* yaitu detail sebaran DBD, data pemetaan, dan grafik pemetaan yang sebelumnya *visitors* menginputkan data tahun pada sistem sebelum memunculkan output tersebut.



Gambar 4. Data Flow Diagram Level 1

### Entity Relationship Diagram

Pada dasarnya *Entity Relationship Diagram* (ERD) adalah peta konseptual koneksi antara peta diagram penyimpanan DFD. Hubungan antara struktur data dimodelkan menggunakan ERD [18]. Tujuan ERD adalah menampilkan objek data dan hubungan di antara mereka [19]. ERD empat entitas yaitu, kecamatan, puskesmas, *admin*, dan data DBD. Entitas *admin* memiliki hubungan dengan entitas kecamatan yaitu *menginput* data kecamatan, entitas kecamatan memiliki hubungan dengan entitas puskesmas yaitu akses data puskesmas, entitas *admin* memiliki hubungan dengan entitas puskesmas yaitu *menginput* data puskesmas, entitas *admin* memiliki hubungan dengan entitas data DBD yaitu *menginput* data kasus DBD, dan entitas data DBD memiliki hubungan dengan entitas data puskesmas yaitu akses data puskesmas



Gambar 5. Entity Relationship Diagram

## Hasil dan Pembahasan

### Interface Sistem

Setelah dilakukan analisis kebutuhan serta perancangan desain sistem, peneliti berhasil membuat sebuah sistem informasi geografis penyebaran penyakit DBD di Kabupaten Jember dengan memanfaatkan metode *K – Means Clustering* pada proses pengelompokan wilayah berdasarkan tiga kategori yaitu rendah (3), sedang (C2), dan tinggi (3). Berikut tampilan sistem yang telah dibuat:



Gambar 6. Home Website



Gambar 7. Pemetaan Penyebaran DBD

Gambar 6 menampilkan tampilan awal pengunjung mengakses alamat *website*. Gambar 7 menampilkan pemetaan penyebaran penyakit DBD di Kabupaten Jember dengan fitur *filter* berdasarkan tahun yang dapat dipilih. Pada peta setiap wilayah memiliki batas yang ditandai dengan warna yang berbeda serta terdapat *pop up* dengan tiga warna berbeda yang menandakan tiga kategori keparahan penyakit DBD. Terdapat *side bar* di kanan peta yang menunjukkan nama wilayah kecamatan, kategori keparahan, dan berbagai *layout* peta yang dapat dipilih.



Kecamatan	Jumlah Kasus	Jumlah Kematian	Jumlah Populasi	Jumlah Bangunan Diperiksa	Jumlah Bangunan Positif Jentik	Nilai IR	Nilai DFR	Nilai ABJ
Jember Barat II	100	0	10000	500	100	100	0	100
Jember Barat I	100	0	10000	500	100	100	0	100
Jember Tengah	100	0	10000	500	100	100	0	100
Jember Timur	100	0	10000	500	100	100	0	100
Jember Selatan	100	0	10000	500	100	100	0	100

Gambar 8. Menu Statistik Data

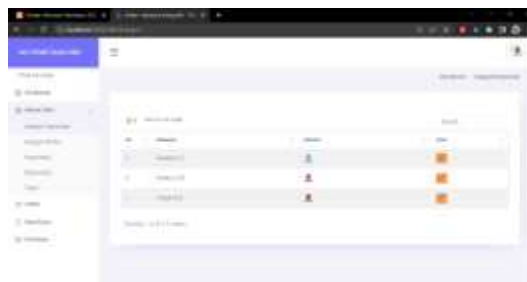


Gambar 9. Grafik Penyakit DBD

Gambar 8 menampilkan statistik data penyakit DBD yang terdiri dari nama kecamatan, jumlah kasus, jumlah kematian, jumlah populasi, jumlah bangunan diperiksa, jumlah bangunan positif jentik, nilai IR, nilai DFR, dan Nilai ABJ, serta kategori keparahan wilayah tersebut yang dapat dipilih berdasarkan tahun yang tersedia. Gambar 9 memvisualisasikan data statistik dalam bentuk grafik batang.

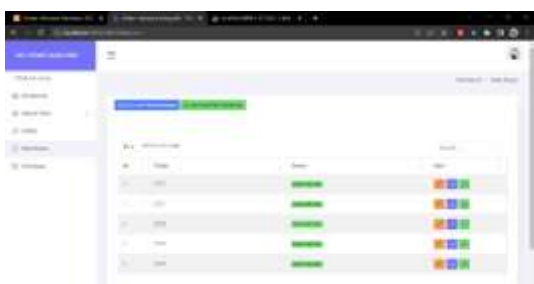


Gambar 10. Tampilan *Login*

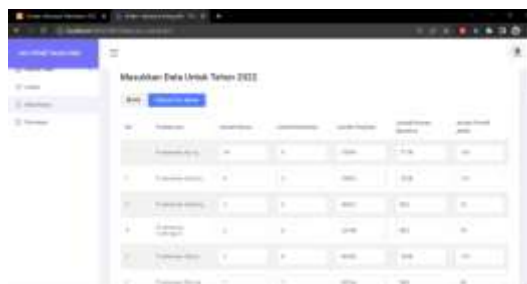


Gambar 11. Kategori Keperahan

Gambar 10 menampilkan halaman *Login admin* yang telah memiliki *username* dan *password* dimana *admin* dapat mengontrol sistem setelah berhasil login pada sistem. Gambar 10 menampilkan tiga kategori keparahan yaitu rendah (C3), sedang (C2), dan tinggi (C1) dimana *admin* dapat melakukan *edit* nama dan ikon kategori keparahan.



Gambar 12. Entry Data Kasus per Tahun



Gambar 13. Entry Data Kasus DBD

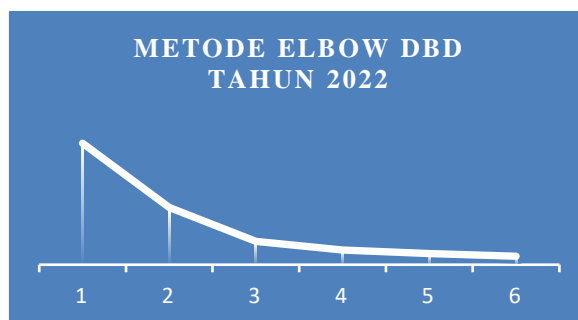
Gambar 12 menampilkan *entry* data kasus per tahun serta data kasus penyakit DBD yang secara otomatis akan dilakukan perhitungan *K – Means Clustering* untuk kemudian ditampilkan dalam bentuk pemetaan, statistik data, dan grafis penyebaran penyakit DBD. *Admin* juga dapat mengunduh data kasus pertahun atau mengunduh rekapitulasi data kasus dari semua tahun yang ada.

### Pengolahan Data *K – Means Clustering*

Pengolahan data dilakukan untuk membandingkan hasil perhitungan *K – Means Clustering* sistem dengan perhitungan manual untuk menilai keakuratan hasil *clustering* dengan menggunakan tiga atribut data yaitu angka kesakitan (IR), angka kematian (CFR), dan Angka Bebas Jentik (ABJ) data akan dilakukan analisis dengan mengambil data tahun 2022 sebagai *dataset* perhitungan manual. Langkah selanjutnya adalah menentukan jumlah *cluster* dengan menggunakan metode *Elbow* dimana metode ini bertujuan untuk menentukan jumlah *cluster* terbaik dengan melihat presentase hasil perbandingan antara jumlah yang akan membentuk siku pada suatu titik [20].

### Menentukan Jumlah *Cluster* (K)

Aplikasi RapidMiner digunakan untuk melakukan perhitungan *Cluster Distance Performance* yang kemudian didapatkan nilai rata – rata (*Average Within Centroid Distance*) dari jumlah *cluster* yang ditentukan. Pada penelitian ini dilakukan percobaan *clustering* sebanyak 6 kali dan hasil sebagai berikut :



Gambar 14. Hasil Metode *Elbow Clustering* DBD Tahun 2022

Merujuk pada gambar 14 hasil metode *Elbow* diatas menunjukkan penurunan yang menunjukkan kurva paling siku pada gambar atas adalah dari 1 – 2 dan 2 – 3, namun dari titik ke 3 dan selanjutnya terjadi penurunan yang stabil dan membentuk sudut siku pada titik ke 3, sehingga dapat disimpulkan bahwa nilai *k* yang optimal digunakan adalah titik ke 3.

### Menentukan Titik *Centroid* Secara Acak

Titik *centroid* dipilih secara acak sejumlah *cluster* yang ditentukan sehingga pada tahap ini dari 31 data maka peneliti memilih tiga titik *centroid* yaitu data kecamatan Puger sebagai titik *centroid* 1 (C1), data kecamatan Ajung sebagai titik *centroid* 2 (C2), dan data kecamatan Ledokombo sebagai titik *centroid* ke 3 (C3).

Table 2. Penentuan Titik *Centroid*

Kecamatan	Centroid	IR	CFR	ABJ
Puger	1	23,72	0,00	87,93
Ajung	2	30,28	0,00	92,24
Ledokombo	3	22,52	0,00	95,75

### Menghitung Jarak Antar Data *Centroid*

Menghitung jarak antar *centroid* berdasarkan titik *centroid* yang sudah ditentukan dapat menggunakan rumus *Euclidean* pada rumus berikut :

$$De = \sqrt{(xi - si)^2 + (yi - ti)^2} \quad (1)$$

Perhitungan ini dilakukan pada setiap data yang ada kemudian akan diketahui jarak pada setiap *cluster*. Setelah perhitungan jarak antara data dengan masing - masing *centroid* sudah terhitung, maka selanjutnya adalah menghitung nilai minimum pada setiap data. Nilai minimum adalah jarak terkecil dari setiap data sehingga dari ditemukan nilai minimum dapat ditentukan pengelompokan data tersebut termasuk salah satu dalam tiga *cluster* yang sudah ditentukan maka akan didapatkan hasil iterasi pertama.

### Menghitung Titik *Centroid* Baru

Langkah ini dilakukan untuk memeriksa perhitungan pada iterasi pertama sudah aman atau masih terjadi perubahan kelompok *cluster* pada data. Perhitungan titik *centroid* baru dilakukan berbeda dengan proses diawal dimana perhitungan ini dilakukan dengan

menghitung rata – rata setiap objek *cluster* sesuai dengan rumus (2) yaitu yaitu jumlah data dari hasil *cluster* dibagi dengan banyaknya data *cluster* tersebut.

$$V_{ij} = \frac{1}{N_i} \sum_{k=0}^{N_i} X_{kj} \quad (2)$$

Berikut hasil perhitungan titik *centroid* baru :

**Table 3. Titik Centroid Baru**

Centroid Baru	IR	CFR	ABJ
1	11,54	3,72	90,84
2	51,37	0,19	91,38
3	16,58	0,23	91,53

### Menghitung Kembali Jarak Antar Data Dengan Centroid Baru

Langkah ini akan terus dilakukan bersamaan dengan langkah perhitungan titik *centroid* baru hingga tidak ada lagi objek atau data yang berpindah – pindah *cluster* dan tergolong aman. Jika data sudah aman atau tidak ada perpindahan maka proses *clustering* sudah selesai. Pada data yang didapatkan oleh peneliti iterasi terus dilakukan hingga data aman pada iterasi ke 4 dan menjadi iterasi terakhir proses *clustering*.

**Table 4. Hasil Iterasi Terakhir**

No	Kecamatan	C1	C2	C3	Minimal	Cluster	Keterangan
1	Kencong	91,99	3,90	65,83	3,90	C2	Aman
2	Gumukmas	88,00	6,33	66,84	6,33	C2	Aman
3	Puger	91,07	6,07	57,30	6,07	C2	Aman
4	Wuluhan	89,14	63,50	4,11	4,11	C3	Aman
5	Ambulu	11,06	71,05	91,19	11,06	C1	Aman
6	Tempurejo	93,68	1,40	61,93	1,40	C2	Aman
7	Silo	55,66	6,71	95,56	6,71	C2	Aman
8	Mayang	112,97	18,88	43,53	18,88	C2	Aman
9	Mumbulsari	94,96	13,06	49,31	13,06	C2	Aman
10	Jenggawah	87,14	6,04	63,26	6,04	C2	Aman
11	Ajung	97,08	11,67	50,59	11,67	C2	Aman
12	Rambipuji	95,59	10,21	52,02	10,21	C2	Aman
13	Balung	61,71	7,23	97,48	7,23	C2	Aman
14	Umbulsari	43,86	18,33	98,47	18,33	C2	Aman
15	Semoro	13,55	67,19	93,94	13,55	C1	Aman
16	Jombang	87,88	5,99	66,08	5,99	C2	Aman
17	Sumberbaru	93,56	5,99	67,80	5,99	C2	Aman
18	Tanggul	94,92	9,25	70,75	9,25	C2	Aman
19	Bangsalsari	95,90	8,70	53,57	8,70	C2	Aman
20	Panti	95,38	3,22	63,50	3,22	C2	Aman
21	Sukorambi	16,58	113,20	45,66	16,58	C1	Aman
22	Arjasa	90,72	13,85	75,95	13,85	C2	Aman

No	Kecamatan	C1	C2	C3	Minimal	Cluster	Keterangan
23	Pakusari	95,27	8,38	53,86	8,38	C2	Aman
24	Kalisat	93,39	11,72	50,94	11,72	C2	Aman
25	Ledokombo	98,36	6,11	58,45	6,11	C2	Aman
26	Sumberjambe	92,64	18,82	80,86	18,82	C2	Aman
27	Sukowono	93,74	11,04	72,88	11,04	C2	Aman
28	Jelbuk	94,90	75,03	13,40	13,40	C2	Aman
29	Kaliwates	47,81	156,94	109,91	47,81	C1	Aman
30	Sumbersari	11,54	114,06	50,84	11,54	C1	Aman
31	Patrang	1,45	61,03	122,42	1,45	C1	Aman

### Evaluasi Hasil *Clustering*

Perhitungan evaluasi *cluster* bertujuan untuk mengetahui seberapa baik kualitas dari hasil *clustering*. Metode *Davies-Bouldin Index* (DBI) adalah metode yang mengukur kesamaan rata-rata antara setiap *cluster* dan yang paling mirip. Nilai Indeks DB yang lebih rendah menunjukkan bahwa kluster kompak dan terpisah dengan baik yang mencerminkan pengelompokan yang lebih baik. Indeks ini bertujuan untuk mencapai varians dalam *cluster* minimum dan pemisahan antar *cluster* maksimum [21]. Berikut tahap perhitungan DBI:

#### a. Menghitung *Centroid* Akhir dari Proses *Clustering*

Hasil *clustering* yang sudah selesai akan diperoleh *centroid* akhir yang akan digunakan sebagai *input* dalam perhitungan SSW didapatkan *centroid* akhir sebagai berikut :

**Table 5.** *Centroid* Hasil *Cluster* Akhir

<i>Centroid</i> Baru	Atribut 1	Atribut 2	Atribut 3
C1 baru	61,26	4,15	91,37
C2 baru	21,08	0,40	91,44
C3 baru	17,54	0,00	87,40

#### b. Menghitung Nilai SSW

Nilai SSW didapatkan dengan memasukkan data yang sudah di *clustering* pada rumus berikut pada setiap *cluster*. Nilai *Sum of Square Within-cluster* (SSW) dihitung untuk menentukan kohesivitas dalam suatu *cluster* ke-*i*. Kedekatan data ke titik pusat *cluster* dari *cluster* yang diikuti adalah jumlah kohesi.

$$SSWi = \frac{1}{m_i} \sum_{j=i}^{m_i} d(x_j, c_i) \quad (3)$$

Nilai SSW yang diperoleh dari keseluruhan perhitungan SSW adalah sebagai berikut :

**Table 6.** Hasil SSW

SSWi	Nilai
SSW <sub>1</sub>	33,16
SSW <sub>2</sub>	10,385
SSW <sub>3</sub>	4,61

### c. Menghitung nilai SSB

Perhitungan *Sum of Square Between-Cluster* (SSB) bertujuan untuk mengetahui separasi antar *cluster*. Nilai SSB didapatkan dengan menghitung jarak antar titik pusat *cluster* dari setiap *cluster* menggunakan persamaan berikut:

$$SBB_{i,j} = d(c_i, c_j) \quad (4)$$

Nilai SSB yang diperoleh adalah sebagai berikut :

**Table 7.** Hasil SSB

SSB <sub>i</sub>	Atribut 1	Atribut 2	Atribut 3
SSB <sub>1</sub>	0	40,36	44,10
SSB <sub>2</sub>	40,36	0	5,39
SSB <sub>3</sub>	44,10	5,39	0

### d. Menghitung *Ratio*

Setelah didapatkan nilai SSW dan SSB maka selanjutnya Rasio yang bertujuan untuk mengetahui nilai perbandingan antara *cluster* ke-i dan *cluster* ke-j. adalah menghitung *Ratio* yang diperoleh dengan menghitung jarak antar *centroid* dari setiap *cluster* dengan rumus berikut :

$$R_{i,j} = \frac{SSW_i + SSW_j}{SBB_{i,j}} \quad (5)$$

Didapatkan hasil pada tabel 8 sebagai berikut :

**Table 8.** Hasil *Ratio*

R <sub>i</sub>	Atribut 1	Atribut 2	Atribut 3	R Max
R1	0	33,42	33,16	33,42
R2	11,21	0	10,38	11,21
R3	0,75	1,93	0	1,93
Jumlah				46,55

### e. Menghitung DBI

Setelah didapatkan nilai *Ratio* maka nilai DBI dapat didapatkan dengan menghitung rata – rata dari nilai *Ratio* terbesar (R Max) menggunakan persamaan berikut :

$$DBI = \frac{1}{k} \sum_{i=1}^k \max_{i \neq j} (R_{i,j}) \quad (6)$$

Didapatkan nilai sebagai berikut :

$$DBI = \frac{1}{3} (46,55) = 13,96$$

Berdasarkan hasil DBI yang diperoleh maka dapat disimpulkan bahwa hasil evaluasi dari *clustering* dikatakan cukup baik dimana nilai tersebut yang diperoleh lebih dari 0 (non negatif  $\geq 0$ ) [22].

## Testing Sistem Dengan Metode *Black – Box*

*Black-Box Testing* merupakan metode pengujian perangkat lunak yang berkonsentrasi pada persyaratan fungsional perangkat lunak. *Black-Box Testing* beroperasi dengan mengabaikan struktur kontrol untuk berkonsentrasi pada pengetahuan domain [23]. Manfaat dari pendekatan pengujian *Black-Box* penguji tidak perlu memiliki pengetahuan dalam bahasa pemrograman tertentu, bahwa pengujian dilakukan dari perspektif pengguna, membantu mengidentifikasi ambiguitas atau ketidakkonsistenan dalam spesifikasi persyaratan, dan bahwa pemrogram dan penguji saling bergantung[24]. Hasil pengujian sistem informasi geografis penyebaran penyakit DBD yang dilakukan oleh petugas Dinas Kesehatan Kabupaten Jember bagian Pencegahan dan Penanggulangan Penyakit (P2P) pada tanggal 11 Juli 2023 menunjukkan bahwa semua fitur sistem sudah berhasil dijalankan dan sesuai dengan yang diharapkan tanpa ditemukan *error* atau *bug* saat sistem dijalankan.

## Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian tersebut disimpulkan bahwa hasil identifikasi serta analisis kebutuhan dalam perancangan sistem informasi geografis bahwa kurangnya SDM serta sistem informasi yang ideal dan sesuai yang dibutuhkan oleh Dinas Kesehatan Kabupaten Jember yang dapat digunakan petugas dalam proses pendataan dan pengolahan data DBD secara terpadu serta kurangnya informasi dan edukasi yang merata pada masyarakat sehingga dibutuhkan suatu sistem informasi yang menarik, mudah dijangkau serta mudah dipahami oleh masyarakat sehingga dapat membantu meningkatkan promosi kesehatan terkait penyebaran penyakit DBD. Hasil pengolahan data dengan menggunakan metode *Elbow* sebagai penentuan jumlah *Cluster* optimal dan menghasilkan nilai 3 sebagai nilai *Cluster* yang paling optimal. Berdasarkan hasil evaluasi *Clustering* dengan metode *David-Bouldin Index* (DBI) pada hasil *K-Means Clustering* data DBD tahun 2022 didapatkan nilai DBI sebesar 13,96. Berdasarkan hasil pengujian sistem dengan menggunakan metode *Black-Box* yang dilakukan oleh petugas Dinas Kesehatan Kabupaten Jember bagian P2P sebagai *admin* menghasilkan fitur pada sistem yang dibuat tidak ditemukan *error* sistem dan *bug* sistem sehingga sistem dapat dijalankan,

## References

- Agusta, Y. (2007). *K-Means: Penerapan, Permasalahan, dan Metode Terkait*. Jurnal Sistem dan Informatika, 3(1), 47–60.
- Dinas Kesehatan Kabupaten Jember. (2021). *Profil Kesehatan Kabupaten Jember Tahun 2020*.
- Hermawati, F. A. (2013). *Data Mining*. Yogyakarta: Andi.
- Hidayani, W. R. (2020). *Epidemiologi*. Yogyakarta: Deepublish.
- Huda, A., Ardi, N., & Muabi, A. (2021). *Pengantar Coding Berbasis C/C++*. Padang: UNP Press.

- Hussan, D. B. M. (2012). Data Mining Based Prediction of Medical Data Using K-Means Algorithm. *Basrah Journal of Science*, 30(1), 46–56.
- Idris, R. N. (2021). *Sistem Informasi Geografis Pemetaan Penyakit Demam Berdarah Dengue (DBD) di Kecamatan Jangkar* (Skripsi). <https://sipora.polije.ac.id/6401/>
- Jaya, T. S. (2018). Pengujian Aplikasi dengan Metode Black Box Testing Boundary Value Analysis (Studi Kasus: Kantor Digital Politeknik Negeri Lampung). *Jurnal Informatika: Jurnal Pengembangan IT*, 3(1), 45–48.
- Kemendes RI. (2020). *Standar Profesi Perkam Medis dan Informasi Kesehatan*. Jakarta: Kementerian Kesehatan Republik Indonesia.
- Kemendes RI. (2022). *Nyamuk-Nyamuk yang Berbahaya*. <https://sehatnegeriku.kemkes.go.id/baca/mediakom/20220310/4239497/39497/>
- Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. (2017). *Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan dan Persyaratan Kesehatan untuk Vektor dan Binatang Pembawa Penyakit serta Pengendaliannya* (Permenkes No. 50 Tahun 2017).
- Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. (2019). *Strategi Nasional Penanggulangan Dengue 2021–2025*. <https://www.kemkes.go.id/article/view/19093000001/penyakit-jantung-penyebab-kematian-terbanyak-ke-2-di-indonesia.html>
- Khan, M. E., & Khan, F. (2012). A Comparative Study of White Box, Black Box and Grey Box Testing Techniques. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, 3(6).
- Komputer, W. (2010). *ShortCourse Series: SQL Server 2008 Express*. Yogyakarta: Penerbit Andi.
- Mulyani, S. (2017). *Metode Analisis dan Perancangan Sistem*. Bandung: Abdi Sistematika.
- Nangi, M. G., Yanti, F., & Lestari, S. A. (2019). *Dasar Epidemiologi*. Yogyakarta: Deepublish.
- Nawrin, S., Rahman, M. R., & Akhter, S. (2017). Exploring K-Means with Internal Validity Indexes for Data Clustering in Traffic Management System. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, 8(3).
- Noor, N. N. (2022). *Epidemiologi Dasar: Disiplin Ilmu dalam Kesehatan Masyarakat*.
- Prabowo, M. (2020). *Metodologi Pengembangan Sistem Informasi*. Salatiga: LP2M Press IAIN Salatiga.
- Rahman, A. T. (2017). Coal Trade Data Clustering Using K-Means (Case Study PT. Global Bangkit Utama). *ITSMART: Jurnal Teknologi dan Informasi*, 6(1), 24–31.

- 
- Rusmawan, U. (2019). *Teknik Penulisan Tugas Akhir dan Skripsi Pemrograman*. Jakarta: Elex Media Komputindo.
- Sitompul, B. J. D. (2018). *Peningkatan Hasil Evaluasi Clustering Davies-Bouldin Index dengan Penentuan Titik Pusat Cluster Awal Algoritma K-Means*.
- Syahidi, S., & Akhrian, A. (2018). *Basis Data: Teori dan Praktik Menggunakan Microsoft Office Access*. Yogyakarta: Deepublish.
- Yendrianof, D., et al. (2022). *Analisis dan Perancangan Sistem Informasi*. Yayasan Kita Menulis.