

PEMETAAN GIS PENGENDALIAN DEMAM BERDARAH DI WILAYAH SEMARANG MENGGUNAKAN METODE CLUSTERING K-MEANS

Syahrul Dhavid Bachrudin^{2*}, Ghufron²

Teknik Informatika, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Sultan Agung^{1,2}

¹syahruldavid200@gmail.com

²ghufron@unissula.ac.id

Diterima: 20-11-2024

Direvisi: 15-12-2024

Disetujui: 25-12-2024

ABSTRAK

Penelitian ini menganalisis penyebaran Demam Berdarah Dengue (DBD) di Semarang dengan menggunakan pengelompokan K-Means untuk mengidentifikasi pola dan karakteristik distribusi kasus. Studi ini bertujuan untuk menghasilkan peta digital yang menggambarkan zona risiko, yang membantu lembaga pemerintah dan kesehatan dalam mengalokasikan sumber daya secara efektif. Metodologi ini melibatkan tinjauan pustaka, desain sistem, pengumpulan data, dan pemrosesan. Algoritma K-Means memainkan peran penting dalam mengkategorikan wilayah berdasarkan indeks risiko untuk DBD, memfasilitasi identifikasi area berisiko tinggi. Temuan ini menggambarkan pentingnya sistem ini dalam meningkatkan pemantauan dan pengelolaan wabah DBD, memungkinkan identifikasi faktor penyebab yang lebih cepat dan pembuatan kebijakan yang lebih tepat untuk inisiatif kesehatan masyarakat di Semarang. Selain itu, karya ini merupakan referensi berharga untuk penelitian masa depan dalam konteks yang lebih luas.

Kata Kunci: Demam Berdarah, Pemetaan GIS, Pengelompokan K-Means, Kota Semarang

PENDAHULUAN

Demam Berdarah Dengue (DBD) merupakan salah satu masalah kesehatan utama di Indonesia, termasuk di Kota Semarang, yang disebabkan oleh nyamuk *Aedes aegypti* dan *Aedes albopictus*. Faktor seperti iklim tropis, curah hujan tinggi, urbanisasi, dan kepadatan penduduk yang tinggi memperburuk kondisi ini (Arisanti & Suryaningtyas, 2021). Pada Februari 2024, tercatat 420 kasus DBD di Semarang, yang menuntut tindakan pencegahan dan pengendalian lebih efektif. Salah satu teknologi yang digunakan adalah nyamuk *Aedes aegypti* ber-*Wolbachia*, yang terbukti mampu menurunkan kasus hingga 77% dan biaya pengobatan sebesar 86% (Yoga Pratama Syaputra, 2024).

Saat ini, pengelolaan data DBD belum optimal karena ketiadaan sistem clustering dan pemetaan yang terintegrasi. Dengan memanfaatkan data mining, pola penyebaran DBD dapat ditemukan berdasarkan distribusi kasus per wilayah. Hal ini mendukung peran Dinas Kesehatan dalam mengelola dan menurunkan jumlah kasus (Nuryadin Zain et al., 2024).

Sistem Informasi Geografis (GIS) adalah teknologi yang memungkinkan analisis dan visualisasi data spasial. GIS mempermudah identifikasi area risiko tinggi melalui pengintegrasian data epidemiologi, lingkungan, dan demografi, sehingga menghasilkan analisis yang lebih akurat (Yohanes Mocodompis & Papilaya, 2023).

Clustering, terutama algoritma K-Means, merupakan metode yang efektif untuk mengelompokkan data berdasarkan karakteristik serupa. Metode ini memungkinkan pengelompokan data secara efisien dan membantu dalam identifikasi area risiko tinggi. Dalam penelitian terkait, algoritma K-Means telah digunakan untuk berbagai aplikasi analisis data besar, termasuk pengendalian DBD (Putri et al., 2024). Selain itu, algoritma

ini terbukti mampu mengelompokkan data secara optimal dengan tingkat akurasi yang tinggi (Riadi & Mesran, 2023). Pada penelitian lainnya, K-Means juga memberikan hasil yang relevan untuk mengelompokkan data ke dalam tiga kelompok risiko berdasarkan karakteristik epidemiologi (Sarimole & Hakim, 2024).

Metode K-Means Clustering telah banyak diterapkan dalam berbagai penelitian berbasis Sistem Informasi Geografis (SIG) untuk pengelompokan data dan analisis pola. Penelitian Ervi Lianita dkk. (2024) memanfaatkan metode ini untuk pemetaan produktivitas sayur di Sumatera Utara, menghasilkan sistem manajemen data yang efektif. Arninda Agnes Vernanda dkk. (2021) menggunakan K-Means untuk memetakan daerah rawan kecelakaan lalu lintas di Kota Malang, memberikan informasi preventif kepada masyarakat. Eka Triyani dkk. (2022) menerapkan K-Means dalam klasifikasi potensi peternakan unggas di Kabupaten Bogor, mempermudah pemantauan melalui visualisasi spasial berbasis WebGIS. Taufiq Ridho Alfikrid dkk. (2024) mengelompokkan data penyebaran penyakit di Sei Balai dengan K-Means, mendukung pengambilan keputusan berbasis data melalui teknologi web. Sementara itu, Dea Amelia dkk. (2022) mengoptimalkan algoritma K-Means dengan metode elbow untuk mengelompokkan kasus DBD di Jawa Barat, menghasilkan dua cluster yang dikategorikan sebagai risiko rendah dan tinggi dengan evaluasi silhouette coefficient sebesar 0,689..

METODE PENELITIAN



Flowchart Clustering Algoritma K-means

Proses dimulai dengan inisialisasi sistem. Langkah pertama adalah menghubungkan sistem ke database untuk memastikan akses ke data yang diperlukan. Setelah koneksi berhasil, sistem menjalankan query untuk mengambil data relevan yang akan digunakan dalam analisis. Data yang diperoleh kemudian melalui tahap preprocessing untuk membersihkan dan mempersiapkannya agar siap untuk langkah berikutnya. Selanjutnya, data yang telah diproses dinormalisasi menggunakan teknik scaling guna memastikan setiap variabel memiliki bobot yang setara.

Sistem kemudian menggunakan metode Elbow untuk mengevaluasi model dan membantu menentukan jumlah cluster yang optimal. Hasil evaluasi ini divalidasi lebih lanjut dengan menghitung Silhouette Score guna memastikan akurasi hasil clustering.

Berdasarkan hasil evaluasi tersebut, sistem memutuskan jumlah cluster yang optimal. Jika jumlah cluster belum optimal, proses evaluasi diulang hingga hasil yang diinginkan tercapai.

Setelah jumlah cluster optimal ditentukan, sistem menjalankan algoritma K-Means Clustering untuk mengelompokkan data sesuai dengan karakteristiknya. Pada tahap ini, sistem juga menghitung ambang batas untuk menetapkan kategori risiko, dengan pengelompokan data berdasarkan tingkat risiko: tinggi, sedang, atau rendah. Berdasarkan hasil pengelompokan ini, setiap kelurahan diberi label tingkat risiko (risk level).

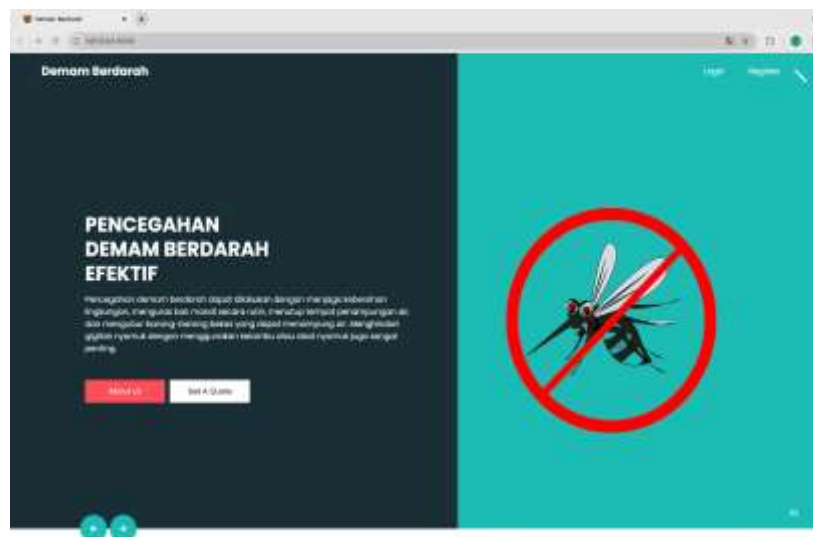
Langkah selanjutnya adalah memformat hasil clustering ke dalam struktur JSON untuk mempermudah penyimpanan dan pemrosesan lebih lanjut. Akhirnya, sistem mencetak hasil dalam format JSON sebagai output akhir dari proses. Setelah seluruh langkah selesai, proses berakhir.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Hasil Pembuatan Sistem

Tahap implementasi yang terjadi setelah hasil perancangan yang dibuat pada bab sebelumnya, adalah tahap setelah perancangan. Pada tahap ini, aplikasi siap untuk digunakan untuk mencapai tujuan yang diinginkan.

Halaman Awal

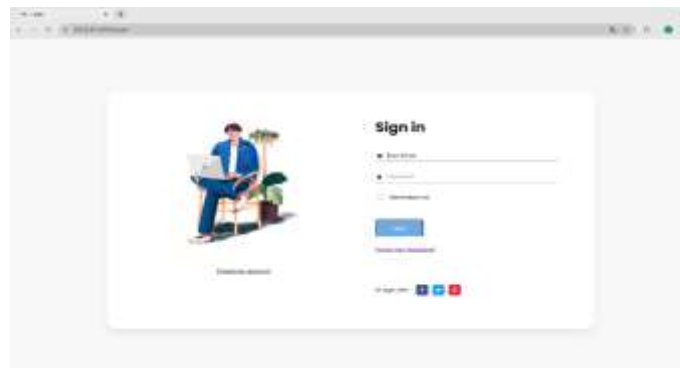


Gambar 1.1 Tampilan Awal Sistem

Pada tampilan awal aplikasi, *user* dapat melihat informasi mengenai langkah awal cara pencegahan demam berdarah (DBD) seperti yang tertera pada gambar 1.1 di atas. Lalu klik tombol login jika *user* sudah memiliki akun yang tercantum pada pada aplikasi, sedangkan *user* yang belum mendaftar atau memiliki akun pada aplikasi dapat mengklik tombol *register*.

Tampilan Login & Register User

Halaman *login* ditujukan pada *user* yang sudah memiliki akun atau sudah terdaftar di sistem. *User* dapat kembali memasukkan email dan *password* akun yang dimiliki, setelah terisi *user* dapat klik tombol *login* untuk dapat mengakses aplikasi. Tampilan login seperti gambar 1.2 berikut ini :



Gambar 1.2 Tampilan Login

Halaman *register* dapat diakses oleh *user* yang baru pertama mengakses aplikasi dan belum memiliki akun yang tercantum. Adapun tampilan *register* dapat dilihat pada gambar 1.3 yang memuat nama *user*, email dan *password*. Setelah perintah telah terisi, *user* dapat mengklik tombol *register* untuk dapat melanjutkan akses aplikasi.



Gambar 1.3 Tampilan Register

Tampilan Dashboard

Halaman dashboard digunakan untuk menampilkan pilihan menu dalam aplikasi yakni terdiri dari tables yang berfungsi untuk menambahkan data pasien, memanmpilaan table data pasien dbd yang sudah tercantum dalam sistem. Menu maps digunakan untuk memantau persebaran pasien DBD. Menu clustering digunakan untuk proses perhitungan clustering.



Gambar 1.4 Dashboard

Tampilan Data Pasien

Halaman tables digunakan untuk menginput data berupa nama user, keterangan, kejadian, alamat dan titik koordinat dalam maps. User dapat mengklik tables kemudian pada halaman selanjutnya akan muncul tampilan seperti pada gambar 1.6 berikut:

KELURAHAN	NOVEMBER	DESEMBER	JANUARI	FEBRUARI	MARET	APRIL	MAY	JUNI	JULI	AUGUSTUS	SEPTEMBAR	OKTOBER
Banyuwangi	107	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0
Bekasi	2002	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0
Bekasi Baru	1000	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0
Bekasi Baru	1272	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bekasi Baru	244	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Bekasi Baru	1203	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0
Bekasi Baru	134	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bekasi Baru	4742	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Bekasi Baru	405	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bekasi Baru	604	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0

Gambar 1.8 Tampilan Data Kasus Perkelurahan

Dalam tampilan tabel pada halaman clustering berisi tentang data kasus yang masuk pada setiap kelurahan sebelum dilakukan proses clustering algoritma K-means. Tampilan tabel seperti gambar 1.8 diatas.

Gambar 1.5 Tampilan Memulai Proses Clustering

Gambar 1.9 merupakan tampilan ketika user klik tombol mulai clustering maka program akan berjalan sesuai dengan rumus algoritma k-means, serta dilakukan perhitungan indeks resiko(ir) untuk menentukan zona sesuai jenis resiko dan ditentukan berdasarkan hasil indeks resiko(ir).

KELURAHAN	JUMLAH KASUS	ZONA
Banyuwangi	107	1 (1000000000) Tinggi
Bekasi	2002	4 (1000000000) Tinggi
Bekasi Baru	1000	0 (1000000000) Tinggi
Bekasi Baru	1272	0 (1000000000) Tinggi
Bekasi Baru	244	0 (1000000000) Tinggi
Bekasi Baru	1203	0 (1000000000) Tinggi
Bekasi Baru	134	1 (1000000000) Tinggi
Bekasi Baru	4742	0 (1000000000) Tinggi
Bekasi Baru	405	0 (1000000000) Tinggi
Bekasi Baru	604	1 (1000000000) Tinggi

Gambar 1.9 Tampilan Data Hasil Clustering

Berdasarkan gambar 1.9 diatas menampilkan *output* hasil akhir ketika proses perhitungan clustering telah selesai.

Gambar 1.10 adalah tampilan peta penyebaran demam berdarah pada wilayah kota semarang, kelurahan dengan zona warna merah adalah kelurahan yang memiliki jumlah kasus tinggi, zona warna kuning adalah kelurahan yang memungkinkan terjadi

peningkatan kasus atau rawan, sedangkan zona warna hijau adalah kelurahan dengan jumlah kasus yang rendah.



Gambar 1.10 Pemetaan GIS hasil Clustering

Pengumpulan Data Pasien

Data yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah data jumlah kasus Demam Berdarah di wilayah Semarang selama periode tahun 2021 hingga 2024. Data ini diperoleh melalui program magang MBKM di Dinas Kesehatan Kota Semarang yang diikuti oleh penulis, di mana data tersebut dikumpulkan dan dianalisis untuk mendukung tujuan penelitian. Data mencakup informasi terkait jumlah kasus, distribusi geografis, serta tren kejadian DBD di wilayah tersebut. Pengumpulan data dilakukan dengan cermat untuk memastikan keakuratan dan relevansi informasi yang akan digunakan dalam analisis lebih lanjut.



A screenshot of a data table with multiple columns and rows, likely representing patient case data. The table is displayed in a software interface with a sidebar on the left.

Gambar 1.6 Data Kasus demam berdarah

Training

Proses training menggunakan algoritma K-Means untuk pengelompokan data Demam Berdarah Dengue (DBD). Data mencakup kasus DBD dan jumlah penduduk, diolah menjadi risk index. Model K-Means dilatih dengan nilai risk index yang dinormalisasi untuk mengelompokkan kelurahan berdasarkan risiko DBD. Tujuan training ini adalah menghasilkan segmentasi wilayah untuk merespons area risiko DBD.

Analysis Akurasi

Akurasi hasil clustering K-Means pada data kasus Demam Berdarah di daerah Semarang dipengaruhi oleh beberapa faktor utama, seperti kualitas data yang digunakan, pemilihan jumlah cluster (K), dan metode standarisasi data. Indeks risiko dihitung berdasarkan data kasus dan penduduk, sehingga keakuratan hasil sangat bergantung pada validitas data tersebut. Pemilihan jumlah cluster yang tidak optimal juga dapat mengurangi efektivitas clustering dalam mencerminkan pola risiko yang sebenarnya. Meskipun standarisasi data membantu meningkatkan konsistensi,

evaluasi akurasi yang lebih komprehensif memerlukan perbandingan hasil clustering dengan data historis atau menggunakan metrik evaluasi seperti "Silhouette Score". Tanpa evaluasi tambahan, akurasi clustering ini memberikan wawasan awal tetapi memerlukan analisis lebih lanjut untuk penilaian yang lebih tepat.

Pengujian ini dilakukan dengan data jumlah kasus demam berdarah pada wilayah Kota Semarang dengan menggunakan Silhouette Score menggunakan rumus sebagai berikut:

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

Keterangan :

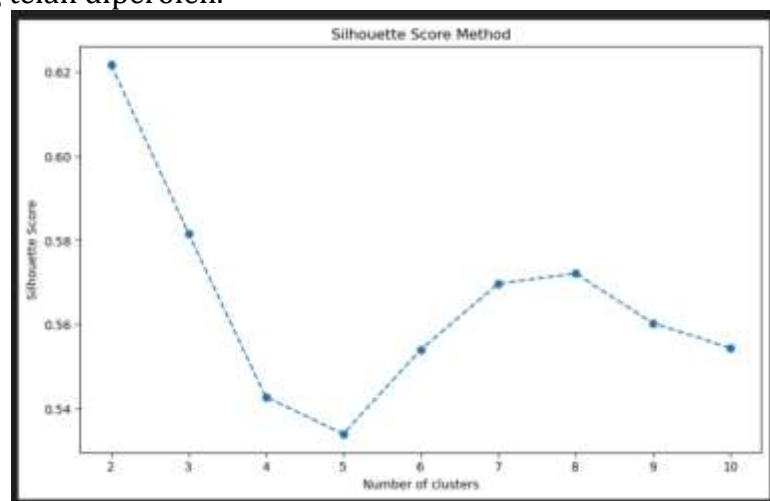
1. $a(i)$ adalah jarak rata-rata antara objek i dengan semua objek lain dalam cluster yang sama. Ini mengukur seberapa kohesif cluster tersebut.
2. $b(i)$ adalah jarak rata-rata antara objek i dengan semua objek dalam cluster terdekat yang berbeda (cluster tetangga). Ini mengukur seberapa jauh objek tersebut dari cluster terdekat lainnya.

Dengan menggunakan rumus tersebut menghasilkan hasil seperti gambar 1.15 dibawah ini :

```
Number of clusters: 2, Silhouette Score: 0.6216517295411327
Number of clusters: 3, Silhouette Score: 0.5816125852092893
Number of clusters: 4, Silhouette Score: 0.5428231630896657
Number of clusters: 5, Silhouette Score: 0.5340542268028678
Number of clusters: 6, Silhouette Score: 0.5539925760872764
Number of clusters: 7, Silhouette Score: 0.5696588546227168
Number of clusters: 8, Silhouette Score: 0.572099405596607
Number of clusters: 9, Silhouette Score: 0.5603134608596514
Number of clusters: 10, Silhouette Score: 0.5544328289744185
```

Gambar 1.7 Hasil Perhitungan Silhouette Score

Cluster yang optimal tampaknya berada di sekitar cluster 2 dan 3, yang menghasilkan Silhouette Score tertinggi (0.62) pada cluster 2 dan (0.58) pada cluster 3. Penurunan skor cluster menunjukkan bahwa meningkatkan jumlah cluster lebih jauh mungkin tidak diperlukan, cluster 3 memberikan keseimbangan terbaik antara pemisahan dan kohesi dalam data Anda. Berikut adalah grafik yang ditampilkan sesuai dengan score yang telah diperoleh.



Gambar 1.8 Grafik hasil Silhouette Score

Pada grafik ini terjadi penurunan pada cluster 2 sampai cluster 5 lalu terjadi peningkatan sampai cluster 8 setelah itu terjadi penurunan pada cluster 9 dan 10.

Pada tahap ini juga telah dilakukan perhitungan secara manual untuk memastikan keakuratan hasil clustering. Perhitungan manual ini mencakup penggunaan Euclidean Distance untuk menghitung jarak antara titik data dan centroid cluster, serta perhitungan Silhouette Score untuk mengevaluasi kualitas clustering yang dilakukan. Berikut adalah perhitungan yang telah dilakukan:

Data yang digunakan :

- a. Kelurahan 1 (Bambangkerop):
 Penduduk: 5917
 Total Cases: 3
 Risk Index: 50.7013689369613
 Cluster: 1
- b. Kelurahan 2 (Bandarharjo):
 Penduduk: 20625
 Total Cases: 18
 Risk Index: 87.27272727272728
 Cluster: 1
- c. Kelurahan 3 (Bangetayu Kulon):
 Penduduk: 16958
 Total Cases: 35
 Risk Index: 206.39226323858946
 Cluster: 0

1. Perhitungan menggunakan *Euclidean Distance*

Euclidean Distance antara dua data point a dan b dihitung dengan rumus:

$$D(A_n, C_x) = \sqrt{(A_n - C_x)^2 + (A_n - C_x)^2}$$

Di sini, kita hanya akan menggunakan nilai Risk Index untuk menghitung jarak antar kelurahan.

a. Jarak antara Bambangkerop dan Bandarharjo

$$D = \sqrt{(50.70 - 87.27)^2}$$

$$D = \sqrt{(-36.57)^2}$$

$$D = \sqrt{1337.72}$$

$$D = 36.58$$

b. Jarak antara Bambangkerop dan Bangetayu Kulon

$$D = \sqrt{(50.70 - 206.39)^2}$$

$$D = \sqrt{(-155.69)^2}$$

$$D = \sqrt{24240.65}$$

$$D = 155.69$$

c. Jarak antara Bandarharjo dan Bangetayu Kulon

$$D = \sqrt{(87.27 - 206.39)^2}$$

$$D = \sqrt{(-119.12)^2}$$

$$D = \sqrt{14191.13}$$

$$D = 119.12$$

2. Perhitungan menggunakan *Silhouette Score*

Dimana:

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

- $a(i)a(i)a(i)$ adalah rata-rata jarak antara titik iii dan semua titik lain dalam kluster yang sama.
- $b(i)b(i)b(i)$ adalah rata-rata jarak antara titik iii dan semua titik dalam kluster terdekat yang berbeda.

Untuk Bambangkerop (Cluster 1):

- $a(i)a(i)a(i)$ = Jarak antara Bambangkerop dan Bandarharjo (36.58)
- $b(i)b(i)b(i)$ = Jarak antara Bambangkerop dan Bangetayu Kulon (155.69)

$$S(\text{Bambangkerop}) = \frac{155.69 - 36.58}{\max(36.58, 155.69)} = \frac{119.11}{155.69} = 0.765$$

Untuk Bandarharjo (Cluster 1):

- $a(i)a(i)a(i)$ = Jarak antara Bandarharjo dan Bambangkerop (36.58)
- $b(i)b(i)b(i)$ = Jarak antara Bandarharjo dan Bangetayu Kulon (119.12)

$$S(\text{Bandarharjo}) = \frac{119.11 - 36.58}{\max(36.58, 119.11)} = \frac{82.54}{119.11} = 0.693$$

Untuk Bangetayu Kulon (Cluster 0):

- $a(i)a(i)a(i)$ = Tidak ada anggota lain dalam cluster 0, sehingga $a(i)a(i)a(i) = 0$.
- $b(i)b(i)b(i)$ = Jarak antara Bangetayu Kulon dan anggota cluster terdekat (Bambangkerop atau Bandarharjo, tergantung mana yang lebih dekat).

Pengujian Sistem Melalui Website

Pada tahap pengujian dilakukan untuk memverifikasi apakah hasil clustering yang dihasilkan oleh sistem sesuai dengan nilai Indeks Risiko (IR) yang telah dihitung. Pengujian ini dilakukan melalui antarmuka website, di mana hasil clustering ditampilkan dan dibandingkan dengan nilai IR untuk setiap kelurahan. Tujuannya adalah memastikan bahwa kelurahan dengan nilai IR yang serupa akan berada pada kelompok cluster yang sama, kategori risiko yang diberikan (Tinggi, Rawan, Rendah) secara konsisten mencerminkan tingkat risiko sebenarnya yang diukur oleh IR. Pengujian ini penting untuk mengevaluasi keandalan dan akurasi sistem dalam mengelompokkan data berdasarkan risiko yang dihitung. Berikut adalah hasil dari perhitungan clustering dari data yang telah di kumpulkan:

```
{
  "kelurahan": "Bambangkerp",
  "penduduk": 5917,
  "total_cases": 3,
  "risk_index": 50.7013689369613,
  "risk_level": "Rendah",
  "cluster": 1
},
{
  "kelurahan": "Bandarharjo",
  "penduduk": 20625,
  "total_cases": 18,
  "risk_index": 87.27272727272728,
  "risk_level": "Rawan",
  "cluster": 1
},
{
  "kelurahan": "Bangetayu Kulon",
  "penduduk": 16958,
  "total_cases": 35,
  "risk_index": 206.39226323858946,
  "risk_level": "Tinggi",
  "cluster": 0
},
}
```

Gambar 1.9 Hasil Clustering

Terlihat bahwa proses yang dilaksanakan telah sesuai dengan yang diharapkan, dimana data telah berhasil dikelompokkan berdasarkan jumlah kasus dan indeks risiko yang dihitung.

untuk meningkatkan keandalan dan kegunaan sistem, diperlukan langkah-langkah tambahan dalam hal evaluasi dan pengoptimalan algoritma.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan mengenai pemanfaatan sistem clustering untuk mengetahui wilayah berisiko Demam Berdarah Dengue (DBD) di Kota Semarang menggunakan metode algoritma K-Means Clustering, diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Proses Perhitungan K-Means Clustering:

Algoritma K-Means Clustering diterapkan untuk mengelompokkan kelurahan di Kota Semarang berdasarkan nilai Indeks Risiko (IR) DBD. Dengan menggunakan data dari jumlah kasus DBD dan jumlah penduduk, serta menentukan jumlah cluster sebanyak $K=3$, hasil clustering menunjukkan distribusi risiko yang berbeda di berbagai kelurahan.

2. Hasil Clustering:

- Kelurahan dengan Risiko Tinggi: Dikelompokkan dalam kategori cluster yang menunjukkan tingkat risiko DBD yang tinggi.
- Kelurahan dengan Risiko Sedang: Dikelompokkan dalam kategori cluster yang menunjukkan risiko DBD yang sedang.
- Kelurahan dengan Risiko Rendah: Dikelompokkan dalam kategori cluster yang menunjukkan risiko DBD yang rendah.

3. Persentase Hasil Clustering:

- Cluster Risiko Tinggi (C0): Menyumbang persentase tertentu dari total kelurahan.
- Cluster Risiko Sedang (C1): Menyumbang persentase tertentu dari total kelurahan.
- Cluster Risiko Rendah (C2): Menyumbang persentase tertentu dari total kelurahan.

4. Pengimplementasian Algoritma K-Means:

Algoritma K-Means Clustering berhasil diimplementasikan untuk mengelompokkan kelurahan berdasarkan risiko DBD, sesuai dengan tahapan perhitungan K-Means.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Agnes Vernanda, A., Faisol, A., & Vendyansyah, N. (2021). PENERAPAN METODE K-MEANS CLUSTERING UNTUK PEMETAAN DAERAH RAWAN KECELAKAAN LALU LINTAS DI KOTA MALANG BERBASIS WEBSITE. Dalam *Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika* (Vol. 5, Nomor 2).
- [2] Alfikri, T. R., Fakhriza, M., & Ikhwan, A. (2024). PENERAPAN ALGORITMA K-MEANS DALAM MENGELOMPOKKAN PENYEBARAN PENYAKIT DI KECAMATAN SEI BALAI. *Jurnal Teknik Informatika Kaputama (JTik)*, 8(1).
- [3] AMALIA FAHADA. (2024). PEMANFAATAN WEB GIS UNTUK PEMETAAN DAN KLASTERISASI JENIS HASIL PERIKANAN TANGKAP MENGGUNAKAN METODE K-MEANS CLUSTERING.
- [4] Amelia, D., Padilah, T. N., & Jamaludin, A. (2022). Optimasi Algoritma K-Means Menggunakan Metode Elbow dalam Pengelompokan Penyakit Demam Berdarah Dengue (DBD) di Jawa Barat. *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*, 8(11), 207–215. <https://doi.org/10.5281/zenodo.6831380>
- [5] Arisanti, M., & Suryaningtyas, N. H. (2021). KEJADIAN DEMAM BERDARAH DENGUE (DBD) DI INDONESIA TAHUN 2010-2019. *SPIRAKEL*, 13(1), 34–41. <https://doi.org/10.22435/spirakel.v13i1.5439>
- [6] Budiyanti, E., Psikologi, F., Gunadarma, U., Margonda Raya, J., & Barat, J. (2022). IMPLEMENTASI METODE HAVERSINE FORMULA PADA SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS RUMAH KOST DAERAH TANGERANG SELATAN. 1(1).
- [7] Darwin, R., & Rahmadian Yuliendi, R. (2021). APLIKASI KLENTENG KOTA PEKANBARU BERBASIS WEBGIS. *Jurnal Teknik Informatika Kaputama (JTik)*, 5(1).
- [8] Dedyansyah, A. F., Riwiwono, N., Abdillah, D. F., Basri K, I., & Galahartlambang, Y. (2024). EDUKASI PEMBERANTASAN SARANG NYAMUK DALAM UPAYA PENGENDALIAN DEMAM BERDARAH DENGUE. *Ahmad Dahlan Mengabdi*, 3(1). <https://doi.org/10.58906/abadi.v3i1.133>
- [9] Ervi Lianita, Angga Pratama, & Ananda Faridhatul Ulva. (2024). 72934-75676719539-1-PB.
- [10] Fuji Astri, D. (2024). CLUSTERING PENDUDUK MISKIN MENGGUNAKAN ALGORITMA K-MEANS PADA WILAYAH JAWA BARAT. Dalam *Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika* (Vol. 8, Nomor 2).
- [11] Lubis, B. R., & Muliani, A. (2024). Pengembangan Website Penerimaan Tamu Interaktif Untuk Meningkatkan Layanan di DISPORAPARBUD SERGAI Menggunakan Laravel. Dalam *Journal Of Informatics And Business* (Vol. 01).
- [12] Nababan, N. Y., Grace Tambunan, K., Sinaga, I. S., Amalia, J., Informasi, S., Elektro, T., & Del, I. T. (2022). DECISION TREE DENGAN BINARY BAT ALGORITHM OPTIMIZATION PADA HEART CATHETERIZATION PREDICTION.
- [13] Nanda Pratiwi, Y., & Muliani Harahap, A. (2024). IMPLEMENTASI ALGORITMA DJIKSTRA DAN GIS UNTUK RUTE OPTIMAL DI DAERAH RAWAN KRIMINALITAS PADA PONDOK PESANTREN KABUPATEN LANGKAT. Dalam *Journal of Science and Social Research* (Nomor 2). <http://jurnal.goretanpena.com/index.php/JSSR>
- [14] Nuryadin Zain, D., Pebiansyah, A., Yuliana, A., Amin, S., Rahmiyani, I., Alifiar, I., Hidayat, T., & Resmawati Shaleha, R. (2024). PENYULUHAN PENCEGAHAN DBD DI PC PERSISTRI KOTA TASIKMALAYA. 8(3), 2701–2709. <https://doi.org/10.31764/jmm.v8i3.23025>

- [15] Nyoman, I., & Adiputra, M. (2021). CLUSTERING PENYAKIT DBD PADA RUMAH SAKIT DHARMA KERTI MENGGUNAKAN ALGORITMA K-MEANS. *INSERT Information System and Emerging Technology Journal*, 2(2), 99.
- [16] Putri, I. J., Riana, F., & Wulandari, B. (2024). Pengelompokan Kasus Tuberculosis Dengan Algoritma K-Means Berdasarkan Kelurahan di Kota Bogor. *Jurnal Informatika*, 11(1), 42–48. <https://doi.org/10.31294/inf.v11i1.20042>
- [17] Redy Susanto, E. (2021). SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS (GIS) TEMPAT WISATA DI KABUPATEN TANGGAMUS. *Jurnal Teknologi dan Sistem Informasi (JTSI)*, 2(3), 125–135. <http://jim.teknokrat.ac.id/index.php/JTSI>
- [18] Riadi, R., & Mesran. (2023). Penerapan Data Mining Menggunakan Algoritma K-Means Untuk Analisa Penjualan Parfume. *Journal of Informatics, Electrical and Electronics Engineering*, 2(4), 138–145. <https://doi.org/10.47065/jieeee.v2i4.1181>
- [19] Rosiana, P. S., Mohsa, A. A., & Umaidah, Y. (2023). IMPLEMENTASI K-MEANS DALAM PENGELOMPOKAN PENYEBARAN PENYAKIT DBD DI JAWA BARAT. *Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan*, 11(3). <https://doi.org/10.23960/jitet.v11i3.3344>
- [20] Saputra Sy, & Yandiko. (2022). Klasterisasi Pasien Rawat Inap Peserta BPJS Berdasarkan Jenis Penyakit Menggunakan Algoritma K-Means. *Jurnal Sistim Informasi dan Teknologi*. <https://doi.org/10.37034/jsisfotek.v5i2.162>
- [21] Sarimole, F. M., & Hakim, L. (2024). a Klasifikasi Barang Menggunakan Metode Clustering K-Means Dalam Penentuan Prediksi Stok Barang: Klasifikasi. *Jurnal Sains dan Teknologi*. <http://ejournal.sisfokomtek.org/index.php/saintek/article/view/2709>
- [22] Sinlae, F., Irwanda, E., Maulana, Z., & Syahputra, V. E. (2024). *Penggunaan Framework Laravel dalam Membangun Aplikasi Website Berbasis PHP*. <https://doi.org/10.38035/jsmd.v2i2>
- [23] Sirait, K. B., Ermawati, M. N., Casie, N., Studi Teknik Informatika, P., AMIK Riau, S., & Author, C. (2022). *SENTIMAS: Seminar Nasional Penelitian dan Pengabdian Masyarakat Grouping of Egg Production in West Java Province Using the K-Means Algorithm Pengelompokan Produksi Telur di Provinsi Jawa Barat dengan Menggunakan Algoritma K-Means*. <https://journal.irpi.or.id/index.php/sentimas>
- [24] Siyam, N., Hermawati, B., Fauzi, L., Fadila, F. N., Lestari, N., Janah, S. U., Sungatno, & Utomo, N. I. (2023). PENERAPAN PENCEGAHAN DAN PENGENDALIAN DEMAM BERDARAH DENGUE BERBASIS ECOHEALTH DI KOTA SEMARANG. *Bookchapter Kesehatan Masyarakat Universitas Negeri Semarang*, 4, 1–26. <https://doi.org/10.15294/km.v1i4.118>
- [25] Suni, Muhammad Adam, & Alifia Nurmawarni. (2023). Sosialisasi Pemanfaatan ArcGIS Story Maps Sebagai Media Informasi dan Penyuluhan di masa Pandemi COVID-19. *Jurnal Masyarakat Madani Indonesia*, 2(3), 269–273. <https://doi.org/10.59025/js.v2i3.111>
- [26] Surdia, R. M., Pirngadi, B. H., Raharja, A. B., & Sutansyah, L. (2022). Inisiasi Pemanfaatan Teknologi Informasi Geospasial dalam Penyusunan Peta Desa Berbasis Partisipatif Masyarakat. *Jurnal Pengabdian kepada Masyarakat*, 13(2), 312–317. <http://journal.upgris.ac.id/index.php/e-dimas>
- [27] Susanto, Y., Syafrullah, M., Setiono, D., & Kunci, K. (2021). Penerapan Algoritma C4.5 Pada Imbalanced Dataset Untuk Memprediksi Kegagalan Angsuran Properti. *Jurnal ICT: Information Communication & Technology*, 20, 365–372.
- [28] Sutriyawan, A., Ananda Yusuff, A., & Adi Cakranegara, P. (2022). *Analisis Sistem Surveilans Epidemiologi Demam Berdarah Dengue (DBD): Studi Mixed Method*

*Analysis of Dengue Hemorrhagic Fever Epidemiological Surveillance System (DHF):
Mixed Method Study.*

- [29] Tendean, T., & Purba, W. (2020). Analisis Cluster Provinsi Indonesia Berdasarkan Produksi Bahan Pangan Menggunakan Algoritma K-Means. *Jurnal Sains dan Teknologi*, 1(2), 5-11.
- [30] Triyani, E., Agustian Hudjimartu, S., & Primasari, D. (2022). SPASIAL CLUSTERING POTENSI PETERNAKAN UNGGAS DENGAN METODE K-MEANS BERBASIS WEBGIS. <https://doi.org/10.31949/infotech.v8i2.2627>
- [31] Tyas, T. M. M., & Purnamasari, A. I. (2023). Penerapan Algoritma K-means dalam Mengelompokkan Demam Berdarah Dengue Berdasarkan Kabupaten. *Blend Sains Jurnal Teknik*, 1(4), 277-283. <https://doi.org/10.56211/blendsains.v1i4.231>
- [32] Urbac, M., Junaidi, A., Syukur, M., Nurhamidah, N., & Ferial, R. (2023). Kajian Aspek Geospasial Untuk Percepatan Pembangunan dan Pemberdayaan Desa Binaan Kota Padang. *Jurnal Lingkungan Binaan Indonesia*, 12(4), 198-204. <https://doi.org/10.32315/jlbi.v12i4.83>
- [33] Yoga Pratama Syaputra. (2024). PADA NYAMUK *Aedes aegypti* DI DAERAH ENDEMIS DEMAM BERDARAH DENGUE KOTA SEMARANG.
- [34] Yohanes Mocodompis, J., & Papilaya, F. S. (2023). KLIK: Kajian Ilmiah Informatika dan Komputer Analisis dan Perancangan Sistem Informasi Kesehatan Sebaran Penyakit Berbasis WEB-GIS. *Media Online*, 3(6), 612-620. <https://doi.org/10.30865/klik.v3i6.811>
- [35] Zahra, A. L., Tiara, S., Ada, R., & Ardini, A. F. (2024). Implementasi Clustering Algoritma K-Means Pada Produksi Beras di Provinsi Jawa Timur Tahun 2022. Dalam *Journal of Computer and Information Systems Ampera* (Vol. 5, Nomor 3). <https://journal-computing.org/index.php/journal-cisa/index>