

Analisis Klasterisasi Penyakit Malaria Menggunakan Metode K-Means di Indonesia

Luthfi Ramdhan Faqih¹, Suastika Yulia Riska^{2*}

^{1,2*}Program Studi Teknik Informatika – Institut Teknologi dan Bisnis Asia Malang

¹luthfiramdhanfaqih@gmail.com, ²riska.suastika@asia.ac.id

ABSTRAK. Malaria merupakan penyakit berbahaya dan berpotensi fatal di Indonesia. Penyebaran dan penularan penyakit malaria terjadi dengan sangat cepat. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi cluster di negara bagian berdasarkan intensitas kasus malaria. Pada penelitian ini diterapkan metode K-Means pada proses clustering dengan menggunakan nilai K=2, K=3, dan K=5. Artinya, mengikuti K=2 dengan nilai indeks Davies-Bouldin sebesar 0,033, K=3 memiliki nilai indeks Davies-Bouldin sebesar 0,034, dan K=5 memiliki nilai indeks Davies-Bouldin sebesar 0,262. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan K-Means dengan K=2 menghasilkan cluster terbaik dengan nilai indeks Davies-Bouldin terendah (0,033). Hal ini dapat membantu pemerintah merencanakan tindakan pencegahan yang lebih efektif di berbagai provinsi di Indonesia pada tahun-tahun mendatang. Oleh karena itu, penelitian ini memberikan kontribusi penting terhadap upaya pengendalian malaria untuk mengurangi kejadian malaria dan dampak kesehatan masyarakat di Indonesia.

Kata Kunci: *Clustering, Penyakit Malaria, K-Means, Davies-Bouldin Indexs*

ABSTRACT. *Malaria is a dangerous and potentially deadly disease in Indonesia. The spread and transmission of malaria occurs very rapidly. The aim of this study was to identify clusters within the state based on the intensity of malaria cases. In this study, K-means was applied to the clustering process using the values of K=2, K=3, and K=5. This means that the Davis-Boldan index value for K=2 is 0.033, the Davis-Boldan index value for K=3 is 0.034, and the Davis-Boldan index value for K=5 is 0.262. The research results show that using K-Means with K=2 yields the best cluster with the lowest Davies-Bouldin index value (0.033). This will help the government plan more effective preventive measures in different provinces of Indonesia in the coming years. Therefore, this study makes an important contribution to malaria control efforts to reduce malaria incidence and public health impact in Indonesia.*

Keyword: *Clustering, Malaria, K-Means, Davies-Bouldin Indexs*

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan salah satu negara yang masih menghadapi permasalahan serius terkait penyakit malaria. Berdasarkan data WHO tahun 2022, malaria masih menjadi masalah kesehatan yang perlu mendapat perhatian. Di Indonesia, dua spesies parasit malaria, *Plasmodium falciparum* dan *Plasmodium vivax*, menyebabkan penyakit malaria yang menimbulkan berbagai gejala seperti demam, sakit kepala, muntah, dan diare (Kalua et al., 2022;Yohannes et al., 2020) . Penyebab tingginya angka kejadian malaria di Indonesia adalah iklim tropis. Hal ini menjadikannya habitat pilihan nyamuk penyebab malaria (Karmila et al., 2017). Pada tahun 2019, jumlah infeksi malaria mencapai 250.644 kasus(Sari & Syakurah, 2023). Malaria masih menjadi penyebab utama kesakitan dan kematian di Indonesia, terutama pada anak-anak dan ibu hamil. Meskipun ada upaya pemberantasan, kasus dan kematian akibat malaria masih tetap tinggi di beberapa wilayah di Indonesia. Oleh karena itu, diperlukan pendekatan yang lebih efektif untuk mengatasi masalah ini.

Clustering atau pengelompokan data merupakan suatu metode analisis data yang dapat digunakan untuk mengidentifikasi pola dan hubungan pada data yang besar dan kompleks (Sindi et al., 2020). Dalam konteks malaria, pengelompokan data dapat membantu mengidentifikasi pola sebaran penyakit, faktor risiko, dan karakteristik populasi yang rentan terhadap penyakit ini. Penelitian mengenai wabah malaria di Indonesia mungkin sudah pernah dilakukan sebelumnya, namun masih terfokus pada beberapa provinsi saja (Bete et al., 2023). Oleh karena itu, penelitian ini akan berfokus pada penerapan algoritma K-Means untuk mengelompokkan data penyakit malaria di Indonesia dan memperoleh wawasan baru yang dapat digunakan untuk perencanaan dan pengambilan keputusan dalam pengendalian penyakit ini.

Masalah yang dihadapi dalam penelitian ini adalah menggunakan algoritma K-Means untuk clustering penyakit malaria di Indonesia. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pola dan distribusi penyakit malaria

berdasarkan jenis, usia, dan bulan kejadian serta mengidentifikasi cluster yang relevan untuk penyakit malaria di berbagai provinsi Indonesia (Karmila et al., 2017)(Sroyer et al., 2022a). Beberapa studi sebelumnya menggunakan metode K-Means untuk analisis cluster penyakit malaria, seperti penelitian yang dilakukan di Aceh (Zohra et al., 2019) dan Papua (Sroyer et al., 2022b).

Sementara itu, penelitian ini membahas penerapan algoritma K-means dalam mengklasifikasikan kasus malaria di Indonesia dan berbagai provinsi. Data diolah dan dianalisis menggunakan algoritma K-Means untuk mengidentifikasi cluster yang terkait dengan malaria. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan wawasan yang lebih baik mengenai prevalensi dan pola malaria di Indonesia serta dapat digunakan untuk mengembangkan strategi pencegahan dan pengobatan malaria di negara ini. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi klaster penyakit malaria terkait dan memberikan wawasan yang lebih baik mengenai distribusi dan pola malaria di Indonesia dengan menggunakan algoritma K-Means. Hasil penelitian ini diharapkan dapat digunakan untuk mengembangkan strategi pencegahan dan pengobatan malaria di tanah air, sehingga membantu mengurangi kejadian malaria di Indonesia.

Dalam konteks analisis data sosial dan kesehatan, penggunaan K-Means telah terbukti efektif dalam berbagai studi, seperti dalam mengoptimalkan performa K-Means clustering dengan PCA dalam menganalisis tingkat kemiskinan di Jawa Barat (Nurohmah et al., 2023). Dalam konteks kesehatan, terdapat penelitian yang mengidentifikasi faktor risiko stunting pada anak dengan menggunakan metode K-Means (Ranjawali et al., 2023). Selain itu, K-Means juga digunakan dalam optimalisasi strategi pemasaran dengan segmentasi pelanggan pada transaksi online retail (Febrianty et al., 2023). Dari penelitian-penelitian tersebut dapat disimpulkan bahwa penggunaan K-means dalam konteks clustering terbukti efektif dalam berbagai penelitian yang menganalisis data sosial, kesehatan, dan budaya. Oleh karena itu, penggunaan K-means dalam konteks pengelompokan malaria di Indonesia dapat menjadi pendekatan potensial untuk mengelompokkan data kasus malaria dan berkontribusi pada pemahaman dan pengendalian malaria di Indonesia..

METODE

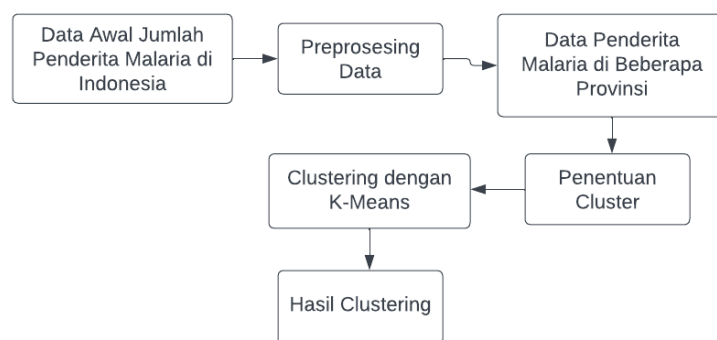
Malaria merupakan masalah kesehatan masyarakat di Indonesia, khususnya di daerah pedesaan yang rentan. Menurut Kementerian Kesehatan RI, jumlah infeksi malaria pada tahun 2015 hingga 2019 masih sangat tinggi dan diperlukan upaya pengendalian yang efektif. Salah satu solusinya adalah dengan mengelompokkan data malaria berdasarkan tiga klaster: tinggi, sedang, dan rendah 4.444. Berdasarkan data kejadian malaria tahun 2015, jumlah kejadian sebanyak 237.025 kasus, dengan jumlah kasus malaria yang terjadi pada tahun 2019 sebanyak 250.644 kasus. Adapun data pada penelitian ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. *Data Penyakit Malaria di Indonesia*

NO.	PROVINSI	2015	2016	2017	2018	2019
1	Aceh	80	50	60	20	20
2	Sumatera Utara	490	270	170	90	70
3	Sumatera Barat	140	120	100	90	60
4	Riau	100	30	30	10	20
5	Jambi	470	140	50	50	20
6	Sumatera Selatan	310	280	110	80	70
7	Bengkulu	2.030	1.450	530	160	40
8	Lampung	490	400	520	380	180
9	Kep. Bangka Belitung	1.080	110	70	160	90
10	Kep. Riau	350	360	170	110	60
11	Dki Jakarta	0	10	10	10	10
12	Jawa Barat	0	10	10	0	10
13	Jawa Tengah	60	30	30	20	10
14	Di Yogyakarta	30	30	20	10	0
15	Jawa Timur	0	10	0	10	20
16	Banten	0	0	0	0	0
17	Bali	0	0	10	20	10
18	Nusa Tenggara Barat	420	240	150	340	190
19	Nusa Tenggara Timur	7.040	5.410	5.760	3.420	2.370
20	Kalimantan Barat	130	60	30	20	0

NO.	PROVINSI	2015	2016	2017	2018	2019
21	Kalimantan Tengah	420	190	290	250	70
22	Kalimantan Selatan	680	520	280	200	200
23	Kalimantan Timur	460	350	440	630	550
24	Kalimantan Utara	30	30	90	40	80
25	Sulawesi Utara	880	720	370	250	200
26	Sulawesi Tengah	680	500	180	60	60
27	Sulawesi Selatan	100	120	140	150	100
28	Sulawesi Tenggara	410	440	210	310	300
29	Gorontalo	570	150	40	50	30
30	Sulawesi Barat	170	90	110	190	140
31	Maluku	5.810	3.950	2.300	1.160	720
32	Maluku Utara	2.770	2.440	790	390	460
33	Papua Barat	31.290	6.790	14.970	8.490	7.380
34	Papua	31.930	45.850	59.000	52.990	64.030

Tidak hanya itu, pada proses pembentukan cluster dialkuakn analisis dengan membentuk 3 uji coba yaitu K=2, K=3 dan K=5. Uji coba tersebut diterapkan pada Algoritma K-Means. Setelah itu dilakukan evaluasi Davies Bouldin Index (DBI) dengan menentukan nilai K yang terbaik yang mendekati nilai nol, untuk proses clustering dengan menggunakan metode Davies Bouldin Index (DBI). Setelah diketahui nilai DBI nilai cluster, maka nilai terkecil dari hasil cluster yang terbaik dan menunjukkan nilai cluster yang optimal (Febrianty et al., 2023). Adapun Alur kerja penelitian ini ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Alur Penelitian

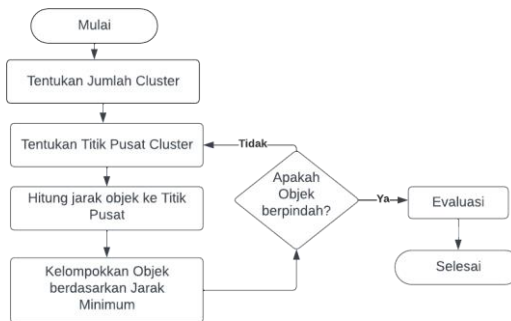
Berdasarkan Gambar 1, terdapat preprosesing data yang digunakan untuk menghilangkan beberapa data yang bisa menjadi permasalahan saat pemrosesan data. Salah satu prosesnya yaitu pembersihan data, membersihkan data dari data yang tidak valid, duplikat, dan data yang hilang atau bernilai nol. Data hasil preprosesing ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Data Penyakit Malaria di Indonesia Setelah Tahap Preprosesing

NO.	PROVINSI	2015	2016	2017	2018	2019
1	ACEH	80	50	60	20	20
2	SUMATERA UTARA	490	270	170	90	70
3	SUMATERA BARAT	140	120	100	90	60
4	RIAU	100	30	30	10	20
5	JAMBI	470	140	50	50	20
6	SUMATERA SELATAN	310	280	110	80	70
7	BENGKULU	2030	1450	530	160	40
8	LAMPUNG	490	400	520	380	180
9	KEP. BANGKA BELITUNG	1080	110	70	160	90
10	KEP. RIAU	350	360	170	110	60
11	JAWA TENGAH	60	30	30	20	10
12	NUSA TENGGARA BARAT	420	240	150	340	190
13	NUSA TENGGARA TIMUR	7040	5410	5760	3420	2370
14	KALIMANTAN TENGAH	420	190	290	250	70
15	KALIMANTAN SELATAN	680	520	280	200	200
16	KALIMANTAN TIMUR	460	350	440	630	550

NO.	PROVINSI	2015	2016	2017	2018	2019
17	KALIMANTAN UTARA	30	30	90	40	80
18	SULAWESI UTARA	880	720	370	250	200
19	SULAWESI TENGAH	680	500	180	60	60
20	SULAWESI SELATAN	100	120	140	150	100
21	SULAWESI TENGGARA	410	440	210	310	300
22	GORONTALO	570	150	40	50	30
23	SULAWESI BARAT	170	90	110	190	140
24	MALUKU	5810	3950	2300	1160	720
25	MALUKU UTARA	2770	2440	790	390	460
26	PAPUA BARAT	31290	6790	14970	8490	7380
27	PAPUA	31930	45850	59000	52990	64030

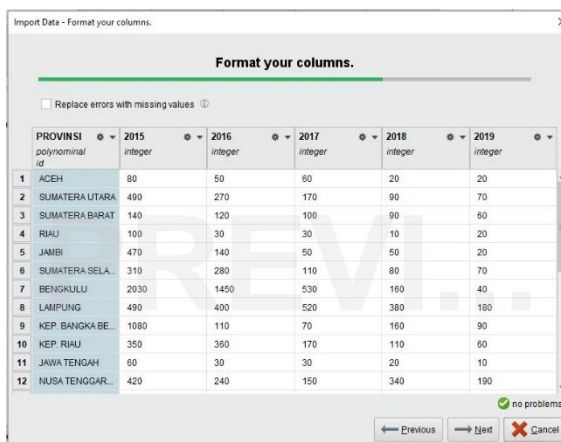
Kemudian dilakukan proses penentuan cluster. Berdasarkan data pada Tabel 1, dilakukan pengelompokan data dengan membagi menjadi 3K, yaitu : 1). K=2 : cluster_0 dan cluster_1; 2) K=3 : cluster_0, cluster_1, cluster_2; dan 3) K=5 : cluster_0, cluster_1, cluster_2, cluster_3 dan cluster_4. Selanjutnya dilakukan proses clustering menggunakan K-Means. Adapun alur dari K-Means ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Flowchart Proses K-Means Clustering

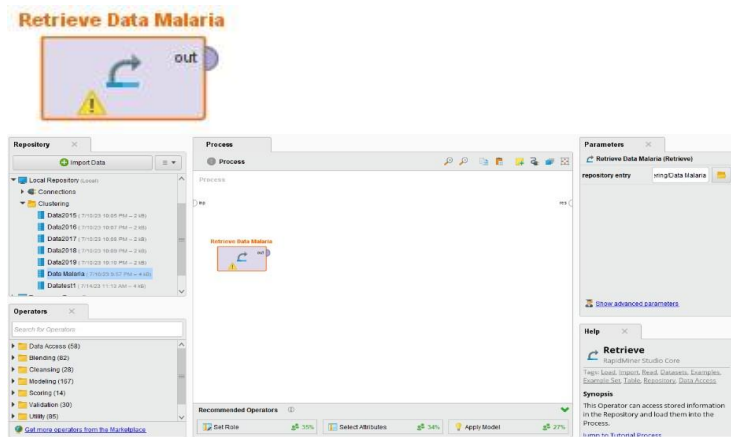
HASIL DAN PEMBAHASAN

Penerapan clustering pada penelitian ini menggunakan algoritma K-means. Data yang digunakan merupakan data persebaran penyakit malaria di 27 provinsi yang ada di Indonesia dari tahun 2015 sampai dengan 2019 yang diperoleh dari Badan Pusat Statistik (BPS). Berdasarkan data pada tabel 2 diatas data malaria tersebut dilakukan pengujian evaluasi dengan DBI (Davies Bouldin Index) dengan tujuan untuk mengetahui jumlah cluster terbaik. Cluster terbaik ditunjukkan dari nilai DBI yang mendekati nilai nol atau lebih kecil. Sehingga setelah itu akan dipilih cluster yang terbaik, pengujian tersebut dibagi menjadi tiga dengan cluster yaitu K=2, K=3 dan K=5. Implementasi clustering pada penelitian ini menggunakan Rapid Miner. Data penelian yang sudah dilakukan tahap preprosesing, diimport pada Rapid Miner yang ditunjukkan pada Gambar 3.



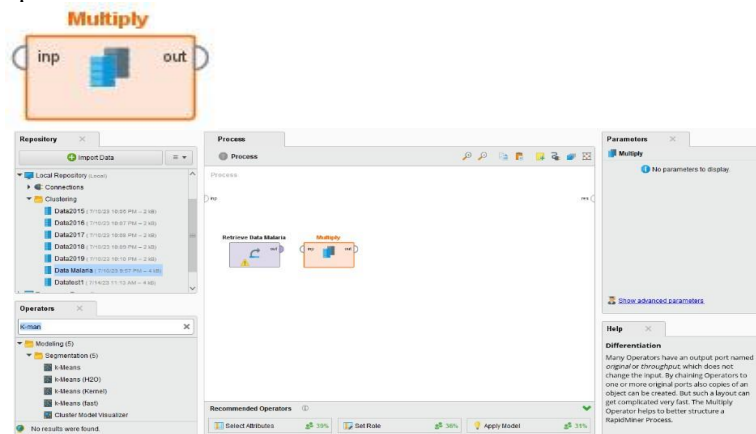
Gambar 3. Hasil Import Data Kasus Penderita Malaria

Selanjutnya dilakukan proses analisis data yaitu dengan drag and drop data (retrieve) yang akan digunakan dari Repository pada halaman Design Process, yang ditunjukkan pada gambar 4.



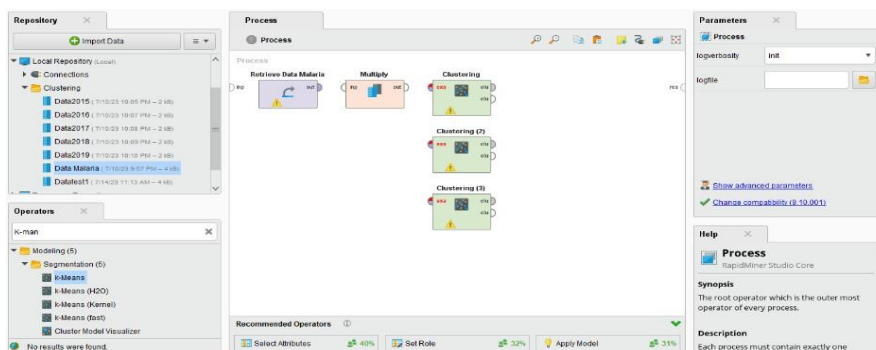
Gambar 4. Design Process Retrieve Data

Memasukkan operator Multiplay yang berfungsi sebagai operator penghubung pada model yang digunakan, ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Multiply Design Process

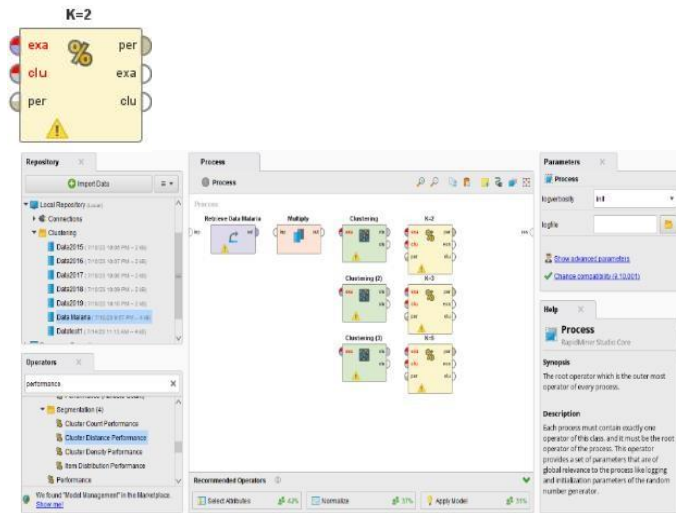
Memasukkan operator Algoritma K-Means, menguji pada K (K=2, K=3 dan K=5). Parameter disesuaikan dengan jumlah K yang diuji, ditunjukkan pada Gambar 6. Nilai parameter diberikan pada setiap dengan berbeda-beda untuk menguji nilai yang ditunjukkan pada Gambar 7. Kemudian memasukkan operator performa (K=2, K=3 dan K=5) parameter kriteria (metode evaluasi) untuk pengujian K yang ditunjukkan pada Gambar 8.



Gambar 6. Modeling Clustering

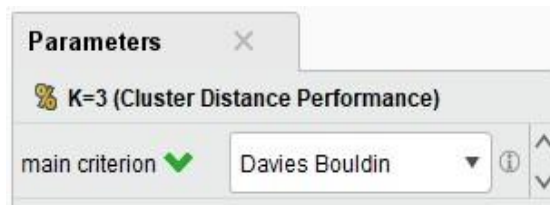


Gambar 7. Parameter

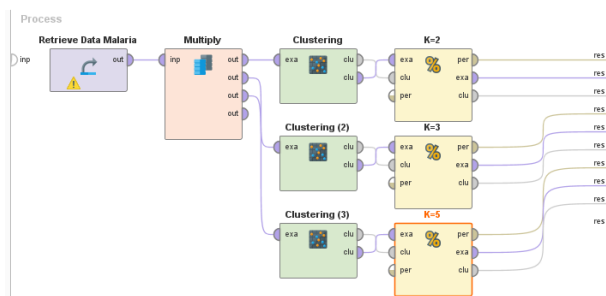


Gambar 8. Performance Operator

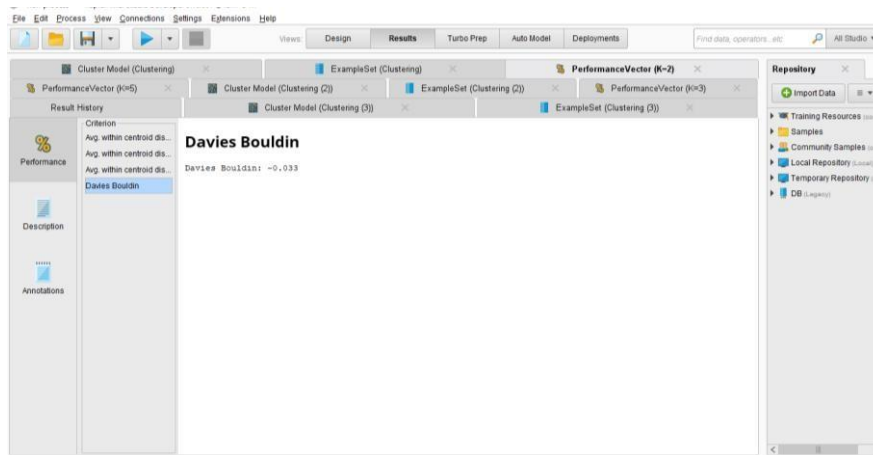
Langkah selanjutnya yaitu menambahkan parameter kriteria untuk evaluasi (davies bouldin index) yang ditunjukkan pada gambar 9. Setelah parameter diberikan nilai, lalu hubungkan semua operator pada bagian process yang digunakan. Setelah itu klik start untuk memulai pengujian, ditunjukkan pada Gambar 10. Hasil pengujian data diperoleh Setelah klik Result, ditunjukkan pada Gambar 11.



Gambar 9. Parameter Kriteria



Gambar 10. Hubungan Operator



Gambar 11. Halaman Result

Hasil pengujian menggunakan evaluasi Davies Bouldin Index ditunjukkan dalam Tabel 3.

Tabel 3. Nilai Evaluasi Davies Bouldin Index

Jumlah Cluster	Evaluasi Davies Bouldin Index
K=2	0.033
K=3	0.034
K=5	0.262

Dari tabel 3.4 maka. Jumlah cluster terbaik data terbagi menjadi 2 kelompok cluster. Evaluasi menggunakan Davies Bouldin Index ketentuan semakin kecil nilainya semakin baik kelompok cluster tersebut. Berdasarkan pengelompokan menjadi 2 cluster menggunakan algoritma K-Means diketahui bahwa jumlah provinsi cluster 1 (cluster_0) sebanyak 26 provinsi dan cluster 2 (cluster_1) ada 1 provinsi. Indeks cluster pada RapidMiner dimulai dari angka nol. Pembagian K=2 merupakan cluster terbaik. Hasil analisis titik centroid kedua cluster ditunjukkan pada tabel 4, dan provinsi hasil clustering ditunjukkan pada tabel 5

Tabel 4. Titik Centroid K-Means dengan K=2

Tahun	Cluster_0	Cluster_1
2015	2205	31930
2016	968	45850
2017	1075	59000
2018	657	52990
2019	518	64030

Tabel 5. Data Provinsi K=2 Setiap Cluster

K=2	Cluster_0	Cluster_1
	Aceh	Papua
	Sumatera Utara	
	Sumatera Barat	
	Riau	
	Jambi	
	Sumatera Selatan	
	Bengkulu	
	Lampung	

Kep. Bangka Belitung
Kep. Riau
Jawa Tengah
Nusa Tenggara Barat
Nusa Tenggara Timur
Kalimantan Tengah
Kalimantan Selatan
Kalimantan Timur
Kalimantan Utara
Sulawesi Utara
Sulawesi Tengah
Sulawesi Selatan
Sulawesi Tenggara
Gorontalo
Sulawesi Barat
Maluku
Maluku Utara
Papua Barat

Berdasarkan tabel 5, diketahui bahwa cluster_1 merupakan cluster dengan kasus malaria terbanyak. Disisi lain, pada cluster_0 memiliki jumlah kasus malaria lebih sedikit. Berdasarkan hasil clsturing K=3, diketahui bahwa yang dicluster menjadi 3 terdiri dari cluster_0 (cluster 1) sebanyak 25 provinsi, cluster_1 (cluster 1) sebanyak 1 provinsi dan cluster_2 (cluster 3) sebanyak 1 provinsi. setelah itu, hasil analisis titik centroid kedua cluster ditunjukkan pada tabel 6, dan provinsi hasil clustering ditunjukkan pada tabel 7.

Tabel 6 Titik Centroid K-Means dengan K=3

Tahun	Cluster_0	Cluster_1	Cluster_2
2015	1041	31930	31290
2016	735	45850	6790
2017	519	59000	14970
2018	344	52990	8490
2019	244	64030	7380

Tabel 7 Data Provinsi K=3 Setiap Cluster

K=3	Cluster_0	Cluster_1	Cluster_2
	Aceh	Papua	Papua Barat
	Sumatera Utara		
	Sumatera Barat		
	Riau		
	Jambi		
	Sumatera Selatan		
	Bengkulu		
	Lampung		
	Kep. Bangka Belitung		
	Kep. Riau		
	Jawa Tengah		
	Nusa Tenggara Barat		
	Nusa Tenggara Timur		
	Kalimantan Tengah		

Kalimantan Selatan
 Kalimantan Timur
 Kalimantan Utara
 Sulawesi Utara
 Sulawesi Tengah
 Sulawesi Selatan
 Sulawesi Tenggara
 Gorontalo
 Sulawesi Barat
 Maluku
 Maluku Utara

Berdasarkan Tabel 7 diketahui bahwa Cluster 2 (cluster_1) merupakan kelompok provinsi kasus malaria terbanyak di Indonesia, diikuti dengan Cluster 3 (cluster_2) dan Cluster (1cluster_0) sebagai jumlah kasus malaria paling sedikit.

Pada clustering data malaria berdasarkan provinsi menjadi 5 kelompok. Pada hasil clustering K=5, diketahui bahwa jumlah data malaria yang dikelompokkan menjadi 5 cluster terdiri dari Cluster 1 (cluster_0) sebanyak 22 provinsi. Cluster 2 (Cluster_2) sebanyak 1 provinsi. Cluster 3 (cluster_2) sebanyak 1 provinsi. Cluster 4 (clus- ter_3) sebanyak 1 provinsi. Cluster 5 (cluster_4) sebanyak 2 provinsi. Indeks cluster pada rapidminer dimulai dari angka nol. Kemudian, analisis titik centroid kedua cluster ditunjukkan pada Tabel 8 dan provinsi hasil clustering ditunjukkan pada Tabel 9

Tabel 8. Titik Centroid K-Means dengan K=5

Tahun	Cluster_0	Cluster_1	Cluster_2	Cluster_3	Cluster_4
2015	473	31930	31290	7040	4290
2016	299	45850	6790	5410	3195
2017	188	59000	14970	5760	1545
2018	165	52990	8490	3420	775
2019	116	64030	7380	2370	590

Tabel 9. Data Provinsi K=5 Setiap Cluster

K=5	Cluster_0	Cluster_1	Cluster_2	Cluster_3	Cluster_4
	Aceh	Papua	Papua Barat	Ntt	Maluku
	Sumatera Utara				Maluku Utara
	Sumatera Barat				
	Riau				
	Jambi				
	Sumatera Selatan				
	Bengkulu				
	Lampung				
	Kep. Bangka Belitung				
	Kep. Riau				
	Jawa Tengah				
	Nusa Tenggara Barat				
	Kalimantan Tengah				
	Kalimantan Selatan				

Kalimantan Timur
Kalimantan Utara
Sulawesi Utara
Sulawesi Tengah
Sulawesi Selatan
Sulawesi Tenggara
Gorontalo
Sulawesi Barat

KESIMPULAN

Penelitian analisis klusterisasi penyakit malaria dengan metode K-Means di Indonesia menyimpulkan bahwa metode ini efektif dalam mengkategorikan dan mengelompokkan data penyakit malaria untuk memahami pola penyebarannya di berbagai wilayah Indonesia. Hasil penelitian ini memungkinkan identifikasi pola penyebaran yang berbeda-beda, memungkinkan tindakan pencegahan yang lebih tepat sasaran dan intervensi yang efektif. Dengan demikian, penelitian ini memberikan kontribusi penting dalam upaya pengendalian dan pencegahan penyakit malaria di Indonesia. Pengujian penelitian ini menggunakan Davies Bouldin Index (DBI), untuk menentukan banyaknya cluster terbaik dari K=2, K=3, dan K=5. Untuk K=2 menunjukkan nilai DBI = 0,033, untuk K=3 menunjukkan nilai DBI = 0,034, dan untuk K=5 menunjukkan nilai DBI = 0,262. Sehingga nilai cluster terbaik ditunjukkan pada nilai K=2, karena memiliki nilai yang minimal.

DAFTAR RUJUKAN

- Bete, Y., Santos, D., Lani, R., Ewal, A., & Lenggu, B. J. (2023). *Menentukan Titik Rawan Malaria Di Provinsi Nusa Tenggara Timur Menggunakan Metode K-Means Clustering*. 1(4).
- Febrianty, E., Awalina, L., & Rahayu, W. I. (2023). Optimalisasi Strategi Pemasaran dengan Segmentasi Pelanggan Menggunakan Penerapan K-Means Clustering pada Transaksi Online Retail Optimizing Marketing Strategies with Customer Segmentation Using K-Means Clustering on Online Retail Transactions. *Jurnal Teknologi Dan Informasi (JATI)*, 13(September), 122–137. <https://doi.org/10.34010/jati.v13i2>
- Kalua, A. L., Veronika H, & Salaki, D. T. (2022). Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Malaria dengan Certainty Factor dan Forward Chaining. *Journal of Information Technology, Software Engineering and Computer Science (ITSECS)*, 1(1), 22–34. <https://doi.org/10.58602/itsecs.v1i1.10>
- Karmila, Tambunan, H. S., Sumarno, & Windarto, A. P. (2017). Penerapan Data Mining K-Means dalam Mengelompokkan Kasus Penyakit Malaria Berdasarkan Provinsi dengan Aplikasi RapidMiner. *Regional Development Industry & Health Science, Technology and Art of Life*, 31–40.
- Nurohmah, Y., Mayasari, R., & Nurina Sari, B. (2023). Optimalisasi Performa K-Means Clustering Dengan Pca Dalam Analisis Tingkat Kemiskinan Di Jawa Barat. *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, 7(3), 1657–1665. <https://doi.org/10.36040/jati.v7i3.6884>
- Ranjawali, R., Talakua, A. C., & Abineno, R. T. (2023). Clustering Stunting Pada Balita Dengan Metode K-Means Di Puskesmas Kanatang. *SATI: Sustainable Agricultural Technology Innovation*, 80–92.
- Sari, E., & Syakurah, R. A. (2023). Analisis Manajemen Pelatihan Kader Malaria Pada Populasi Suku Anak Dalam Di Kabupaten Musi Rawas Utara. *J.Abdimas: Community Health*, 4(1), 01–08. <https://doi.org/10.30590/jach.v4n1.582>
- Sindi, S., Ningse, W. R. O., Sihombing, I. A., R.H.Zer, F. I., & Hartama, D. (2020). Analisis Algoritma K-Medoids Clustering Dalam Pengelompokan Penyebaran Covid-19 Di Indonesia. *Jurnal Teknologi Informasi*, 4(1), 166–173. <https://doi.org/10.36294/jurti.v4i1.1296>
- Sroyer, A. M., Mandowen, S. A., & Reba, F. (2022a). Analisis Cluster Penyakit Malaria Provinsi Papua Menggunakan Metode Single Linkage Dan K-Means. *Jurnal Nasional Teknologi Dan Sistem Informasi*, 7(3), 147–154. <https://doi.org/10.25077/teknosi.v7i3.2021.147-154>

- Sroyer, A. M., Mandowen, S. A., & Reba, F. (2022b). Analisis Cluster Penyakit Malaria Provinsi Papua Menggunakan Metode Single Linkage Dan K-Means. *Jurnal Nasional Teknologi Dan Sistem Informasi*, 7(3), 147–154. <https://doi.org/10.25077/teknosi.v7i3.2021.147-154>
- Yohannes, Y., Devella, S., & Arianto, K. (2020). Deteksi Penyakit Malaria Menggunakan Convolutional Neural Network Berbasis Saliency. *JUITA: Jurnal Informatika*, 8(1), 37. <https://doi.org/10.30595/juita.v8i1.6671>
- Zohra, A. F., Anwar, S., Fitri, A., & Nasution, M. H. (2019). Klasifikasi Wilayah Provinsi Aceh Berdasarkan Tingkat Kerentanan Kasus Malaria Tahun 2015 – 2018. *Jurnal Kesehatan Lingkungan Indonesia*, 18(1), 25. <https://doi.org/10.14710/jkli.18.1.25-33>