



Pengelompokan Wilayah Rawan Bencana Banjir di Kalimantan Barat Menggunakan Algoritma DBSCAN

Raudy Al Fansuri^{1*}, Putri Yuli Utami², Istikomah³

¹ Program Studi Sistem Informasi, Fakultas Teknik Dan Ilmu Komputer, Universitas Muhammadiyah Pontianak, Indonesia

² Program Studi Sistem Informasi, Fakultas Teknik Dan Ilmu Komputer, Universitas Muhammadiyah Pontianak, Indonesia

³ Program Studi Sistem Informasi, Fakultas Teknik Dan Ilmu Komputer, Universitas Muhammadiyah Pontianak, Indonesia

*Penulis Korespondensi: raudy.alf@gmail.com¹

Abstract. Floods represent an environmental response to natural dynamics and ecological degradation accelerated by anthropogenic activities. West Kalimantan is one of the regions with a high level of vulnerability to flood disasters, particularly in several regencies with distinct geoclimatic characteristics. This study aims to cluster flood-prone areas using the Density-Based Spatial Clustering of Applications with Noise (DBSCAN) algorithm, based on climate data and flood occurrences from 2019 to 2023. Secondary data were obtained from the Regional Disaster Management Agency (BPBD) and the Meteorology, Climatology, and Geophysics Agency (BMKG), comprising variables such as average temperature, air humidity, rainfall, wind direction at maximum speed, and duration of sunlight. The study's findings indicate that the optimal configuration of DBSCAN parameters ($\epsilon = 0.25$; $MinPts = 5$) resulted in five regional clusters, with an Average Silhouette Coefficient value of 0.795, indicating a strong clustering structure. Spatial visualization using Google Data Studio revealed that Ketapang, Melawi, Sintang, Kapuas Hulu, and Sambas are regions with significant flood risk. These findings demonstrate the effectiveness of DBSCAN in supporting data-driven disaster risk mapping.

Keywords: Clustering; Data Mining; DBSCAN; Floods; Silhouette Coefficient.

Abstrak. Banjir merupakan bentuk respons lingkungan terhadap dinamika alam dan kerusakan ekologis yang dipercepat oleh aktivitas antropogenik. Kalimantan Barat termasuk wilayah dengan tingkat kerentanan tinggi terhadap bencana banjir, terutama di sejumlah kabupaten yang memiliki karakteristik geoklimatik tertentu. Penelitian ini bertujuan untuk mengelompokkan wilayah rawan banjir menggunakan algoritma *Density-Based Spatial Clustering of Applications with Noise* (DBSCAN) berdasarkan data iklim dan kejadian banjir selama periode 2019–2023. Data sekunder diperoleh dari Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) dan Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG), mencakup variabel temperatur rata-rata, kelembapan udara, curah hujan, arah angin saat kecepatan maksimum, dan durasi penyinaran matahari. Hasil penelitian menunjukkan bahwa konfigurasi optimal parameter DBSCAN ($\epsilon = 0,25$; $MinPts = 5$) menghasilkan lima kluster wilayah dengan nilai *Average Silhouette Coefficient* sebesar 0,795, mengindikasikan struktur kluster yang kuat. Visualisasi spasial menggunakan Google Data Studio menunjukkan bahwa Kabupaten Ketapang, Melawi, Sintang, Kapuas Hulu, dan Sambas merupakan daerah dengan tingkat kerawanan banjir yang signifikan. Temuan ini mendemonstrasikan efektivitas DBSCAN dalam mendukung pemetaan risiko bencana berbasis data.

Kata Kunci: Banjir; DBSCAN; Koefisien Siluet; Pengelompokan; Penambangan Data.

1. LATAR BELAKANG

Bencana alam merupakan fenomena yang tidak bisa dihindari dan dapat menimbulkan dampak besar bagi kehidupan manusia serta lingkungan. Di antara berbagai jenis bencana alam, banjir merupakan salah satu yang paling sering terjadi dan menimbulkan kerugian signifikan, terutama di wilayah-wilayah yang memiliki kondisi geografis dan iklim tertentu.

Kalimantan Barat adalah salah satu provinsi di Indonesia yang kerap mengalami bencana banjir. Wilayah ini memiliki karakteristik alamiah yang membuatnya rentan terhadap banjir seperti faktor alam, perilaku manusia seperti pembukaan lahan tanpa perencanaan yang baik,

penebangan hutan, dan pembuangan sampah sembarangan juga turut memperparah risiko banjir terjadi. Permasalahan yang menjadi prioritas terjadinya banjir yang sulit untuk di prediksi adalah pada kabupaten di Kalimantan Barat seperti Sambas, Kubu Raya, Ketapang, Melawi, Sintang, Sanggau, dan Kapuas Hulu.(Effendi dan Siswandi 2024).

Berdasarkan masalah yang telah disebutkan, salah satu cara untuk mengurangi risiko banjir adalah dengan mengidentifikasi dan mengelompokkan daerah-daerah yang rentan banjir menggunakan teknik data mining, terutama algoritma *clustering*. *Clustering* adalah teknik machine learning untuk mengelompokkan data berdasarkan kesamaan. Tujuannya adalah menemukan struktur tersembunyi dengan membagi data ke dalam grup serupa. Di antara berbagai algoritma clustering, algoritma DBSCAN efektif untuk mengelompokkan data kompleks dan mengidentifikasi area berkapasitas tinggi, yaitu wilayah yang sering banjir. Penelitian ini menggunakan DBSCAN untuk mengelompokkan wilayah rawan banjir di Kalimantan Barat berdasarkan data historis dan faktor penyebab terjadinya banjir. Selain itu, mengaplikasikan algoritma DBSCAN untuk pengelompokan wilayah rawan banjir di Kalimantan Barat, dengan harapan dapat memberikan kontribusi yang signifikan dalam upaya pengurangan risiko bencana dan peningkatan manajemen bencana di wilayah tersebut. Hasilnya diharapkan memberikan informasi berguna bagi pemerintah dan pihak terkait dalam merencanakan mitigasi yang lebih efektif serta meningkatkan kesiapsiagaan masyarakat.

Penelitian terkait yang dijadikan referensi dalam penelitian ini oleh (Syafrianto dan Riswanto 2023) menggunakan algoritma DBSCAN untuk mengelompokkan jumlah kunjungan mahasiswa ke perpustakaan kampus. Hasil penelitian ini menunjukkan dari analisis terhadap 75 mahasiswa dengan nilai epsilon 0,4 dan MinPts 2, metode DBSCAN berhasil membentuk 7 cluster dengan 5 data noise. Penelitian lainnya oleh (Indini et al. 2022) menggunakan algoritma dbscan untuk *clustering* seleksi penentuan mahasiswa yang berhak menerima beasiswa yayasan. Hasil penelitian ini menghasilkan terbentuknya dua *cluster* yang menunjukkan mahasiswa layak beasiswa di *cluster* I (alternatif D, F, G, H, I, dan J). Hasil ini dapat digunakan sebagai rekomendasi untuk memudahkan dan mempercepat proses seleksi.

2. METODE PENELITIAN

Tahapan Penelitian

Penelitian ini menggunakan metodologi CRISP-DM (*Cross Industry Standard Process for Data Mining*) yang terdiri dari lima tahapan utama, yaitu *Business Understanding*, *Data Understanding*, *Data Preparation*, *Modelling*, dan *Evaluation*.

Business Understanding

Tahap ini bertujuan memahami permasalahan banjir di Kalimantan Barat dan penerapan algoritma DBSCAN untuk mengelompokkan wilayah rawan banjir guna mendukung mitigasi bencana.

Data Understanding

Data yang digunakan merupakan data sekunder dari BPBD Provinsi Kalimantan Barat berupa kejadian banjir 2019–2023 dan BMKG berupa data iklim yang dimanfaatkan untuk proses pengelompokan wilayah rawan banjir.

Data Preparation

Data Preprocessing: Tahap preprocessing dilakukan untuk memastikan data siap digunakan. Dataset tidak memiliki missing value dan dinormalisasi menggunakan metode Min-Max ke rentang 0–1.

Modelling

Penelitian ini menerapkan DBSCAN dengan parameter ϵ dan MinPts yang ditentukan melalui eksplorasi awal, serta mengevaluasi hasil *clustering* menggunakan *Silhouette Coefficient* (Indini et al., 2022).

Tahapan dalam mengelompokkan data menjadi beberapa *cluster* dengan menggunakan Algoritma DBSCAN meliputi:

- a. Menentukan nilai *Minimum Points* (*minPts*) dan *Epsilon* (*eps*).
- b. Memilih titik awal secara acak.
- c. Menghitung semua jarak titik (*eps*) menggunakan fungsi *Euclidean distance*

$$E(x, y) = \sqrt{\sum_{i=0}^n (X_i - Y_i)^2} \quad (1)$$

Keterangan:

$d(X_i, Y_i)$	=	Jarak <i>Euclidean</i>
X_i	=	Nilai pada data latih
Y_i	=	Nilai pada data uji
n	=	Dimensi data
i	=	Variabel data

- d. Membentuk *cluster* berdasarkan kepadatan (*density*) data.
- e. Jika jumlah titik dalam radius *eps* lebih besar atau sama dengan *minpts*, maka titik *p* adalah titik inti, dan *cluster* terbentuk.
- f. Jika *p* adalah titik batas dan tidak ada titik yang densitasnya dapat dijangkau oleh *p*, proses dilanjutkan ke titik lain.
- g. Mengulangi langkah 3 hingga 6 sampai semua titik selesai diproses.

Evaluation

Evaluasi clustering dilakukan menggunakan *Silhouette Coefficient* untuk mengukur kohesi dan pemisahan antar *cluster* (Boer et al., n.d.).

Untuk menghitung nilai *silhouette coefficient* dapat menggunakan persamaan berikut:

$$Si = \frac{b(i)-a(i)}{\max(a(i),b(i))} \quad (2)$$

Di mana:

Si = Nilai *Silhouette coefficient* pada objek ke *i*

$a(i)$ = Nilai $a(o)$ pada objek ke *i*

$b(i)$ = Nilai $b(o)$ pada objek ke *i*

Visualisasi Hasil Clustering

Hasil clustering DBSCAN dievaluasi dan divisualisasikan melalui Google Data Studio untuk menunjukkan distribusi wilayah rawan banjir di Kalimantan Barat.

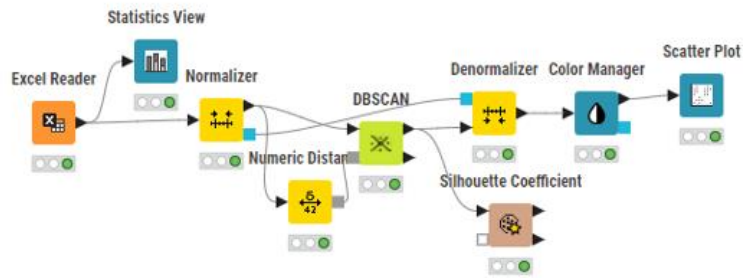
Pengujian UAT

User Acceptance Testing (UAT) dilakukan untuk memastikan sistem yang dikembangkan sesuai dengan kebutuhan dan dapat diterima oleh pengguna. Pengujian ini berfokus pada aspek fungsional guna menilai kesesuaian sistem dengan perancangan serta ekspektasi pengguna.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

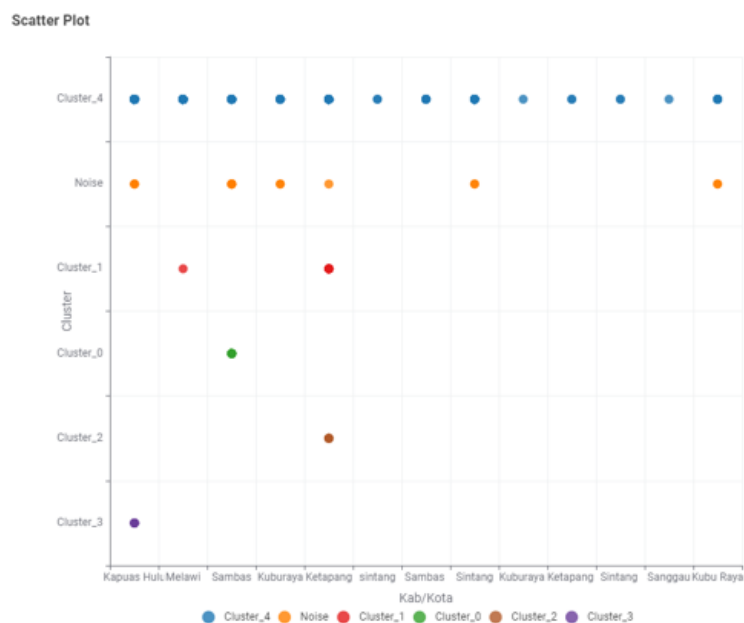
Hasil Clustering

Visualisasi hasil pengelompokan data menggunakan algoritma DBSCAN dengan parameter Eps (ϵ) sebesar 0,25 dan $MinPts$ sebanyak 5 menghasilkan pengelompokan paling optimal, dengan nilai *Average Coefficient* tertinggi sebesar 0,795. Berikut ini adalah proses *clustering* menggunakan algoritma DBSCAN dengan aplikasi KNIME.



Gambar 1. Proses *Clustering* Menggunakan Aplikasi KNIME.

Visualisasi ini disajikan dalam bentuk *scatter plot* untuk menunjukkan distribusi data serta kluster yang terbentuk dari proses *clustering*. *Scatter Plot* digunakan untuk menampilkan hasil visualisasi kedalam bentuk plot besar seperti pada gambar dibawah ini.



Gambar 2. Visualisasi *Scatter Plot*.

Algoritma DBSCAN berhasil mengelompokkan kabupaten/kota di Kalimantan Barat ke dalam 5 *cluster* berdasarkan karakteristik kejadian bendanya. Proses pengelompokan ini dilakukan dengan menggunakan parameter Eps (ϵ) sebesar 0,25 dan MinPts sebanyak 5. Rincian hasil pengelompokan data disajikan pada Tabel dibawah.

Tabel 1. Hasil *Clustering*.

<i>Cluster</i>	Daerah
<i>Cluster 0</i>	Desa simpang 4, Desa Pancur, Desa Merabuan, Desa Merpati, Desa Semata, Desa Arung Medan, Desa Nibung, Desa Malek, Desa Sebusus, Desa Mentibar, Desa Tanah Hitam, Desa Sungai Bening, Desa Santaban.
<i>Cluster 1</i>	Nanga Melona, Desa Sungai Melayu, Desa Sungai Pelang, Tanjung Pasar Muara Pawan, Tanjung Pasar Muara Pawan, Ulak Medang Muara Pawan, Mayak Muara Pawan, Kelampai, Sengkubang Merebung, Kemuning, Tribun Jaya.
<i>Cluster 2</i>	Desa Kualan Hulu, Desa Sekucing Kualan, Desa Balai Pinang Hulu, Desa Butoh Besi, Desa Balai Pinang, Desa Sumedang Hulu.
<i>Cluster 3</i>	Kecamatan Putussibau Utara, Kecamatan Putussibau Selatan, Kecamatan Pengkadan, Kecamatan Pengkadan, Kecamatan Seberuang, Kecamatan Silat Hilir.
<i>Cluster 4</i>	Natai Compa, Nanga menunu, Batu Onap, Mawang Mentawai, Desa Nusa Kenyikap, Nanga Sayan, Nanga Pinoh, Tahan Pinoh, Sokan, Sayan, Menukung, Ela Hilir, Pinoh Utara, Belimbing, Pinoh Selatan, Desa Tanjung Lay, Tanah Pinoh Barat, Belimbing Hulu, Batu Badak, Desa Sukamaju, Desa Batu Begigi, Desa Tanjung Gunung, Desa Lingkar Indah, Desa Sayan Jaya, Desa Kebebu, Desa Nanga Kayan, Desa Labai Mandiri, Desa Semadi Lengkong, Desa Sidomulyo, Desa Tanjung Paoh, Desa Melamut Bersatu, Desa Sukadamai, Desa Sungai Pinang, Desa Nanga Man, Desa Tanjung Arak, Desa Melawi Kiri Hilir, Desa Kayan Sempao, Desa Batu Buil, Desa Kederas Damai, Desa Pelempai Jaya, Desa Lengkrong Nyadong, Desa Popai, Desa Domet Permai, Desa Nanga Nuak, Kompas Raya, Kelakik, Desa Pa'al, Kecamatan Bunut Hulu, Teluk Geruguk, Segiam, Samarantau, Pemawan, Mujan, Mawan, Landau Badai, Kerangan Panjang, Janting, Delintas Jaya, Dangkan Kota, Desa Nanga Bunut, Desa Nanga Embaloh, Desa Nanga Dakan, Desa Nanga Kalis, Desa Sejira, Desa Titian Kuala, Desa Lanau Rantau, Desa Badau, Desa Kalis Raya, Desa Nanga Tubuk, Desa Nanga Danau, Desa Nangayen, Desa Karya Mandiri, Desa Landau Kumpang, Desa Nanga Tepuai, Desa Sejahtera Mandiri, Desa Kelakar, Desa Bugang, Desa Simpang Sinara, Desa Antebi, Dangkan Kota, Desa Landau Rantau, Desa Lebak Nanja, Desa Nanga Dangkan, Desa Nanga Luan, Desa Nanga Lungu, Desa Riam Tapang, Desa Selangkai, Desa Selimu, Desa Nanga Betung, Desa Landau Mentail, Desa Nanga Jemah, Desa Riam Mengelai, Desa Sriwangi, Desa Nanga Sangan, Desa Tubang Jaya, Desa Boyan Tanjung, Desa Karya Maju, Desa Nanga Ret, Desa Nanga Boyang, Desa Jajang, Desa Riam Piang, Desa Semangut Utara, Desa Nanga Semangut, Desa Temuyuk, Desa Landau Apus, Desa Sukamaju, Desa Tangai Jaya, Desa Tanjung Intan, Desa Bongkong, Mentebah, Kecamatan Silat Hulu, Kecamatan Bika, Kecamatan Suhaib, Kecamatan Hulu Gurung, Desa Nanga Awin, Desa Sibau Hilir, Desa Seluan, Desa Tanjung Lasa, Desa Tanjung Beruang, Desa Pala Pulau, Kecamatan Suhaid, Kecamatan Selimbau, Kecamatan Semitau, Kecamatan Jongkong, Kedamin Hilir, Desa Balai Gemuru, Desa Selakau Tua, Desa Saret Ayon, Tebas Sungai, Seberkat, Sebau, Sabu, Rantau Panjang, Tebing Batu, Serindang, Subah, Kecamatan Paloh, Kecamatan Tangaran, Kecamatan Teluk Keramat, Kecamatan Galing, Kecamatan Jawai, Sambas, Sajingan Besar, Sejangkung, Tekarang, Pemangkat, Sajad, Salatiga, Desa Teluk Lais, Dusun Re'es, Dusun Lintang Batang, Dusun Bawas Lestari, Dusun Enggang Raya, Dusun Gunung Benua, Dusun Gunung Lonca, Dusun 3 Pembangunan, Desa Karya Abadi, Desa Pancaroba, Desa Pasak Piang, Persiapan Bangkong Kuala, Kecamatan Sungai Ambawang, Kecamatan Rasau Jaya, Kecamatan Terentang, Kecamatan Batu Ampar, Sungai Raya, Sungai Laur, Sandai, Petai Patah, Nanga Tayap, Muara Jekak, Kusuma Jaya, Benua Kayong, Asam Jelai, Desa Harapan Baru, Desa Selangkut Raya, Desa Sungai Daka, Desa Bengaras, Desa Teluk Bayur, Desa Sempurna, Desa Teluk Mutiara, Desa Mekar Harapan, Desa Benua Kriu, Desa Sungai Bengaras, Desa Riam Dadap, Desa Sekukun, Desa Kualan Hilir, Desa Tanjung Medan, Desa Pangkalan Teluk, Desa Sungai Kelik, Desa Betenung, Kecamatan Marau, Kecamatan Jelai Hulu, Desa Tubang Titi, Desa Natai Panjang, Desa Tanjung Mulia, Desa Beransah, Desa Beringin Raya, Desa Tanjung Beluang, Desa Serengkah Kiri, Desa Serengkah Kanan, Desa Tanjung Damai, Desa Simpang Empat, Desa Periang, Desa Riam Bunut, Desa Suka Ramai, Desa Tebing Bersih, Desa Sumendang, Desa Komorak, Desa Gema, Desa Mekar Jaya, Desa Sepotong, Desaa Tanjung Beringin, Desa Teluk Bayung, Desa Lanjut Mekar Sari, Kecamatan Delta Pawan, Desa Istana, Kecamatan Pemahan, Kecamatan Simpang Hulu, Kecamatan Air Upas, Kecamatan Manis Mata, Kecamatan Tumbang Titi, Kecamatan Sungai Melayu Raya, Kecamatan Matan Hilir

Selatan, Kecamatan Kendawangan, Entogong, Empakan, Kecamatan Serawai, Kecamatan Kayan Hulu, Kecamatan Jayan Hulu, Kecamatan Kayan Hilir, Kecamatan Dedai, Kecamatan Tempunak, Kecamatan Sepauk, Kecamatan Sintang, Nanga Masau, Desa Merah Asai, Desa Lintang Tambok, Desa Topan Nanga, Desa Nanga Tebida, Desa Landau Barau, Desa Kebarau, Desa Tanjung Bunga, Desa Empoyang, Desa Nanga Payak, Desa Sungai Buaya, Desa Meran Baya, Desa Melingkat, Desa Kempas Raya, Desa Buluk Panjang, Desa Pelaik, Desa Tanjung Putar, Desa Nyangkom, Desa Tuguk, Desa Landau Beringin, Desa Lelang Inggar, Desa Pakak, Desa Nanga Tikan, Desa Sungai Meraya, Desa Terusan, Kecamatan Ambalau, Kecamatan Binjai, Kecamatan Ketungau Hilir, Kecamatan Kelam Permai, Kecamatan Sungai Tebelian, Kecamatan Tayan Hulu.

Berdasarkan analisis karakteristik banjir pada setiap *cluster*, *cluster* 0, 1, 2, dan 3 menunjukkan frekuensi kejadian banjir yang relatif tinggi serta parameter lingkungan yang mengindikasikan potensi kerawanan banjir, sehingga dikategorikan sebagai wilayah rawan banjir. Sebaliknya, *cluster* 4 memiliki frekuensi kejadian yang rendah dan karakteristik lingkungan yang lebih stabil, sehingga diklasifikasikan sebagai wilayah tidak rawan banjir.

Perhitungan UAT

Data yang diperoleh dari hasil penyebaran kuesioner diolah dengan cara mengelompokkan jawaban berdasarkan setiap variabel pertanyaan. Selanjutnya, skor dari masing-masing jawaban dijumlahkan dan diubah ke dalam bentuk persentase (%).

Setelah itu, data kuesioner dianalisis dengan menghitung rata-rata skor yang diberikan oleh responden untuk setiap pertanyaan. Hasil perhitungan bobot dari masing-masing pertanyaan akan dijelaskan pada halaman berikutnya

Tabel 2. Hasil Perhitungan Bobot.

No	Keterangan	Bobot
1	Paham	4
2	Sangat Paham	5
3	Paham	4
4	Paham	4
5	Sangat Paham	5
	Total Skor Diperoleh	22

Interpretasi Skor

Setelah memperoleh hasil UAT yang telah dikalikan dengan bobot penilaian, langkah selanjutnya adalah menghitung nilai persentase dari total skor akhir. Adapun kriteria interpretasi skor disajikan sebagai berikut:

Tabel 3. Interpretasi Skor.

Presentase	Keterangan
0% - 20%	Sangat Kurang Baik
21% - 40%	Kurang Baik
41% - 60%	Cukup Baik
61% - 80%	Baik
81% - 100%	Sangat Baik

Sementara itu, skor yang diperoleh dari hasil pengisian kuesioner oleh responden adalah 22. Maka persentase skor dapat dihitung dengan rumus berikut (Chamida et al., 2021):

$$\text{Persentase} = \frac{\text{Bobot Penilaian}}{\text{Bobot Maksimum}} \times 100\% \quad (3)$$

Diperoleh total skor sebesar 22 dari nilai maksimum 25. Untuk mengetahui tingkat penerimaan pengguna terhadap hasil analisis, dilakukan perhitungan persentase skor dengan menggunakan rumus berikut:

$$\text{Persentase} = \left(\frac{22}{25}\right) \times 100\% = 88\%$$

Berdasarkan hasil pengujian *User Acceptance Testing* (UAT), diperoleh total skor sebesar 22 dari maksimum 25, atau setara dengan 88%. Berdasarkan interpretasi skor persentase, nilai ini termasuk dalam kategori Sangat Baik, yang menunjukkan bahwa hasil analisis clustering wilayah rawan banjir dianggap sangat jelas, informatif, dan bermanfaat oleh pengguna. Penilaian ini menunjukkan bahwa hasil penelitian memiliki nilai guna praktis, khususnya dalam mendukung pengambilan keputusan mitigasi bencana.

Berikut ini adalah tabel UAT untuk hasil analisisnya:

Tabel 4. Hasil Analisis UAT.

No	Komponen yang Diuji	Deskripsi	Hasil yang Diharapkan	Tanggapan Pengguna	Status (Diterima/Tidak)
1	Visualisasi Wilayah Banjir	<i>Cluster</i> Apakah peta dan hasil <i>clustering</i> mudah dipahami oleh pengguna?	Pengguna memahami klasifikasi wilayah rawan banjir	Peta mudah dipahami, lingkaran membedakan tingkat kerawanan banjir	Diterima
2	Tabel Hasil <i>Clustering</i>	Apakah tabel yang menunjukkan hasil kelompok wilayah jelas dan informatif?	Pengguna dapat mengenali wilayah berdasarkan kategori <i>cluster</i>	Tabel rapi dan informatif, mudah digunakan sebagai referensi	Diterima
3	Interpretasi Hasil	Apakah penjelasan hasil analisis dapat dimengerti oleh pengguna?	Pengguna memahami maksud dan makna dari hasil <i>clustering</i>	Penjelasan cukup jelas dan sesuai dengan kondisi lapangan	Diterima
4	Kebermanfaatan dalam Pengambilan Keputusan	Apakah hasil analisis mendukung perencanaan atau mitigasi bencana	Hasil analisis digunakan sebagai acuan dalam pengambilan keputusan	Sangat membantu dalam menentukan prioritas wilayah rawan	Diterima
5	Kesesuaian dengan Kondisi Lapangan	Apakah hasil <i>clustering</i> sesuai dengan realitas yang diketahui pengguna?	Wilayah rawan sesuai dengan pengalaman pengguna di lapangan	Sebagian besar hasil sesuai dengan data yang dimiliki	Diterima

Secara keseluruhan, sistem ini diterima dengan baik oleh pengguna di semua aspek pengujian, menunjukkan bahwa sistem visualisasi dan analisis *clustering* wilayah banjir telah

memenuhi harapan dan dapat memberikan informasi yang berguna serta akurat untuk pengambilan keputusan terkait mitigasi bencana banjir.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan menggunakan algoritma DBSCAN diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

Dalam penelitian ini, penerapan algoritma DBSCAN berhasil mengelompokkan wilayah rawan banjir di Kalimantan Barat berdasarkan data bencana banjir dari tahun 2019 hingga 2023. Hasil *clustering* memberikan wawasan yang signifikan tentang wilayah-wilayah dengan tingkat kerawanan banjir tinggi, yang penting untuk perencanaan mitigasi bencana.

Hasil evaluasi kualitas clustering menggunakan *Average Silhouette Coefficient* menunjukkan bahwa metode ini mampu memetakan wilayah rawan banjir dengan baik. Pengujian validasi kluster menunjukkan bahwa nilai *Average Silhouette Coefficient* tertinggi sebesar 0,795 masuk dalam kategori *strong structure*, yang mengindikasikan bahwa hasil pengelompokan memiliki pemisahan yang jelas antar kluster dan kekompakan internal yang tinggi. *Cluster* dengan nilai tersebut dianggap sebagai *cluster* optimal karena nilainya mendekati angka sempurna, yaitu 1. Implikasi dari temuan ini dapat diarahkan pada pengembangan lebih lanjut dalam bentuk implementasi Web GIS, di mana hasil analisis dapat disajikan secara visual dan interaktif. Integrasi ke dalam platform Web GIS memungkinkan pengguna untuk memahami pola spasial dan tren kerawanan wilayah dengan lebih mudah, serta mendukung pengambilan keputusan yang lebih informatif dan berbasis lokasi. Selain itu, Web GIS juga memperluas aksesibilitas terhadap data hasil analisis dan memungkinkan kolaborasi antar pemangku kepentingan dalam upaya mitigasi bencana banjir secara lebih efektif.

Daerah-daerah yang rawan dan tidak rawan banjir berhasil divisualisasikan menggunakan Google Data Studio. Visualisasi ini didasarkan pada analisis variabel-variabel penyebab banjir yang telah diproses menggunakan algoritma DBSCAN dengan bantuan tools KNIME di Kalimantan Barat. Hasil penelitian ini memperkuat pemanfaatan algoritma DBSCAN sebagai metode yang efektif dalam mengelompokkan data meteorologis untuk kebutuhan pemetaan wilayah rawan bencana. Temuan ini juga menunjukkan bahwa pendekatan data-driven dalam pengelompokan wilayah berdasarkan parameter seperti curah hujan, suhu, kelembapan, penyinaran matahari, dan arah angin dapat memberikan gambaran spasial yang akurat dan relevan terhadap fenomena banjir.

DAFTAR REFERENSI

- Aggarwal, A., Bagri, N., Chandra, R., Thakur, M. B., Rani, A., & Surana, A. et al. (2022). Diagnostic accuracy of CT Hounsfield unit in distinguishing exudative and transudative pleural effusion. *Journal of Medical Sciences and Health*, 8(1), 14-21. <https://doi.org/10.46347/jmsh.2022.v8i1.4>
- Aini, A. F., & Noveyani, A. E. (2023). Geographical distribution of pleural effusion among hospitalized patients in Jember Pulmonary Hospital. *Caring: Indonesian Journal of Nursing Science*, 5(2), 79-86. <https://doi.org/10.32734/ijns.v5i2.13641>
- Çullu, N., Kalemci, S., Karakaş, Ö., Eser, I., Yalçın, F., & Boyacı, F. N. et al. (2014). Efficacy of CT in diagnosis of transudates and exudates in patients with pleural effusion. *Diagnostic and Interventional Radiology*, 20(2), 116-120. <https://doi.org/10.5152/dir.2013.13066>
- Dewi, H., & Fairuz, F. (2020). Karakteristik pasien efusi pleura di Kota Jambi. *Jambi Medical Journal (Jurnal Kedokteran dan Kesehatan Universitas Jambi)*, 7(2), 45-51. <https://doi.org/10.22437/jmj.v8i1.9489>
- Durmaz, F., Özgökçe, M., Ayyıldız, V. A., Çilingir, B. M., & Göya, C. (2020). Can computerized tomography Hounsfield unit values be useful in the differential diagnosis of pleural effusion? *Journal of Research in Clinical Medicine*, 8(1), 26. <https://doi.org/10.34172/jrcm.2020.026>
- He, T., & Oh, S. (2018). Diagnostic approach to pleural effusions. *AME Medical Journal*, 3, 116. <https://doi.org/10.21037/amj.2018.12.02>
- Hussein, M., Elshabrawy, A., & Abdelrahman, A. (2024). Etiology of exudative pleural effusion among adults: Differentiating between tuberculous and other causes-a multicenter prospective cohort study. *Egyptian Journal of Bronchology*, 18, 12. <https://doi.org/10.1183/13993003.congress-2023.PA5086>
- Jany, B., & Welte, T. (2019). Pleural effusion in adults-etiology, diagnosis, and treatment. *Deutsches Ärzteblatt International*, 116, 377-386. <https://doi.org/10.3238/arztebl.2019.0377>
- Kocijancic, I., Vidmar, K., & Ivanovic, S. (2004). The value of CT attenuation of pleural fluid in differentiating exudative from transudative pleural effusions. *European Radiology*, 14(3), 497-502.
- Light, R. W. (2002). Pleural effusion. *New England Journal of Medicine*, 346(25), 1971-1977. <https://doi.org/10.1056/NEJMcp010731>
- Maheshwari, R., Naik, U., & Raghuraj, U. (2021). Association of CT Hounsfield unit value of pleural effusion with pleural fluid analysis. *International Journal of Radiology Sciences*, 3(1), 17-21. <https://doi.org/10.33545/26649810.2021.v3.i1.a.12>
- Mandal, A., Ghosh, S., & Das, S. K. et al. (2023). Etiological profile of pleural effusion in adults: A hospital-based study. *Journal of the Association of Physicians of India*, 71(5), 11-15.
- Mercer, R. M., Corcoran, J. P., Porcel, J. M., Rahman, N. M., & Psallidas, I. (2019). Interpreting pleural fluid results. *Clinical Medicine*, 19(3), 213-217. <https://doi.org/10.7861/clinmedicine.19-3-213>

- Nandalur, K. R., Hardie, A. H., & Bollampally, S. R. et al. (2005). Accuracy of computed tomography attenuation values in the characterization of pleural fluid: An ROC study. *Academic Radiology*, 12(8), 987-991. <https://doi.org/10.1016/j.acra.2005.05.002>
- Porcel, J. M. (2011). Pearls and myths in pleural fluid analysis. *Respirology*, 16(1), 44-52. <https://doi.org/10.1111/j.1440-1843.2010.01794.x>
- Porcel, J. M. (2023). Advances in the diagnosis of pleural effusion. *The Lancet Respiratory Medicine*, 11(6), 557-570.
- Porcel, J. M., & Pardina, M. (2021). Imaging of pleural disease. *Clinics in Chest Medicine*, 42(2), 223-238. [https://doi.org/10.1016/S0272-5231\(21\)01208-9](https://doi.org/10.1016/S0272-5231(21)01208-9)
- Vorster, M. J., Allwood, B. W., Diacon, A. H., & Koegelenberg, C. F. N. (2015). Tuberculous pleural effusions: Advances and controversies. *Journal of Thoracic Disease*, 7(6), 981-991.
- Wahyuni, S., Handayani, D., & Pratama, R. (2018). Karakteristik klinis dan faktor sosial pasien efusi pleura di rumah sakit rujukan. *Jurnal Respirasi Indonesia*, 38(4), 210-216.
- World Health Organization. (2013). *Health literacy and health outcomes*. Geneva: World Health Organization.
- Wulandari, S., Syahrani, F., Rahmaini, A., & Eyanor, P. C. (2021). Pleural fluid leukocyte level test for establishing tuberculous pleural effusion. *Official Journal of the Indonesian Society of Respirology*, 41(3), 156-160. <https://doi.org/10.36497/jri.v41i3.182>
- Yamada, A. (2024). Imaging of pleural disease: CT features and diagnostic approach. *Radiographics*, 44(2), e230079. <https://doi.org/10.1148/rg.230079>
- Yilmaz, U., Polat, G., & Sahin, N. et al. (2010). CT attenuation values of pleural effusions in differentiation of transudates and exudates. *Clinical Imaging*, 34(4), 270-274.
- Zhang, Y., Zhang, Y., Wang, W., Feng, X., Guo, J., & Chen, B. et al. (2024). Diagnostic accuracy of thoracic CT to differentiate transudative from exudative pleural effusion prior to thoracentesis. *Respiratory Research*, 25(1). <https://doi.org/10.1186/s12931-024-02745-3>