

## MENGIDENTIFIKASI RESIKO BANJIR DI KABUPATEN CIREBON DALAM MENGHADAPI CURAH HUJAN YANG EKSTREM MENGGUNAKAN ALGORITMA K-MEANS

Depi Novita Sari, Bambang Irawan, Agus Bahtiar

Program Studi Teknik Informatika S1, STMIK IKMI Cirebon

Jl. Perjuangan No10B-Majasem, Kesambi Karya Mulya, Kota Cirebon, Jawa Barat Indonesia

*depinovitasari01@gmail.com*

### ABSTRAK

Karena curah hujan yang sangat tinggi dan kemungkinan banjir, Kabupaten Cirebon di Jawa Barat terus mengalami peningkatan. Penelitian ini bertujuan untuk menemukan dan menganalisis risiko banjir di wilayah Cirebon dengan menggunakan algoritma K-Means. Untuk mengatasi masalah perubahan iklim, memahami pola curah hujan ekstrem sangat penting untuk mengembangkan strategi mitigasi risiko. Kemungkinan banjir di Kabupaten Cirebon, Jawa Barat, terus meningkat sebagai akibat dari curah hujan yang sangat tinggi. Studi ini bertujuan untuk mengidentifikasi dan menganalisis pola curah hujan yang dapat menyebabkan banjir di Kabupaten Cirebon. Seperti yang ditunjukkan oleh hasil penelitian, Kabupaten Cirebon sering mengalami pola curah hujan ekstrem secara bersamaan. Curah hujan tinggi biasanya terjadi dari November hingga Januari. Tata guna lahan dan topografi juga meningkatkan risiko banjir karena daerah dataran rendah lebih rentan terhadap banjir. Untuk mengurangi risiko banjir di Kabupaten Cirebon, penting untuk memahami pola curah hujan. Dibutuhkan peningkatan sistem peringatan dini, pembangunan infrastruktur yang tahan banjir, dan rencana penggunaan lahan yang mempertimbangkan tingkat air dan curah hujan yang tinggi. Penelitian ini diharapkan akan memberikan informasi tambahan kepada pemerintah daerah, peneliti, dan pemangku kepentingan lainnya untuk membantu mengembangkan solusi praktis untuk mengurangi banjir yang disebabkan oleh curah hujan yang luar biasa di Kabupaten Cirebon.

**Kata kunci :** *Bencana Banjir, Curah Hujan, K-Means*

### 1. PENDAHULUAN

Kabupaten Cirebon, yang berada di Provinsi Jawa Barat, memiliki topografi dan iklim yang membuatnya rentan terhadap banjir. Pola curah hujan di daerah ini mengalami perubahan yang signifikan sebagai akibat dari perubahan iklim global. Hujan telah meningkat dalam jumlah dan intensitas yang ekstrim, yang dapat menyebabkan banjir yang parah. Mengetahui tingkat curah hujan yang ekstrim di Kabupaten Cirebon sangat penting untuk upaya masyarakat dan pemerintah setempat dalam menghadapi ancaman banjir yang semakin kompleks. Jumlah curah hujan di Kabupaten Cirebon sebagian besar dipengaruhi oleh faktor geografis. Area ini memiliki topografi yang beragam, seperti dataran rendah dan sungai yang melintasi perbukitan. Perubahan ini, terutama banjir, semakin mengancam kehidupan dan kelangsungan hidup masyarakat Kabupaten Cirebon. Untuk menghadapi bahaya banjir yang dapat berdampak besar pada kehidupan masyarakat dan infrastruktur di Kabupaten Cirebon, sangat penting untuk mengidentifikasi pola hujan ekstrem.

Dalam proses menentukan risiko banjir di Kabupaten Cirebon dengan menggunakan Algoritma K-Means, masalah utama yang muncul adalah kompleksitas pola curah hujan ekstrem, yang sulit diprediksi dengan metode konvensional. Ada kemungkinan bahwa kejadian banjir di Kabupaten Cirebon disebabkan oleh variasi curah hujan yang

sering terjadi. Ketidakmampuan sistem konvensional untuk secara akurat dan cepat mengidentifikasi pola, yang disebabkan oleh variasi yang signifikan secara spasial dan temporal, merupakan masalah utama yang muncul. Selain itu, upaya untuk mengidentifikasi risiko banjir secara efektif menjadi lebih sulit karena masalah seperti keterbatasan data historis dan kompleksitas analisis spasial. Perubahan iklim global memperumit kondisi ini, dan ketidakpastian dalam model prediksi cuaca meningkat. Akibatnya, metode yang lebih canggih diperlukan, seperti Algoritma K-Means, yang akan memungkinkan kita untuk membagi pola cuaca yang kompleks menjadi kategori yang lebih mudah diinterpretasikan. Kebutuhan mendesak untuk meningkatkan sistem peringatan dini dan pengendalian banjir di Kabupaten Cirebon adalah alasan mengapa masalah ini muncul kembali. Dengan menggunakan algoritma k-means, kami berharap dapat menghasilkan solusi yang lebih akurat dan responsif.

Penelitian ini dimulai dengan menganalisis data cuaca historis untuk menentukan pola curah hujan di Kabupaten Cirebon selama periode waktu tertentu, karena penelitian ini dapat mencakup berbagai aspek. Untuk memahami variasi cuaca sepanjang waktu, memahami perubahan pola hujan yang berpotensi meningkatkan risiko banjir dapat membantu. Algoritma K-Means telah digunakan oleh beberapa peneliti sebelumnya untuk menemukan pola curah hujan dalam berbagai situasi.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan pemahaman yang lebih mendalam tentang bagaimana risiko banjir tersebar di Kabupaten Cirebon. Penelitian ini menggunakan algoritma k-means clustering untuk mengelompokkan wilayah dengan karakteristik risiko yang sebanding. Tujuannya adalah untuk menemukan pola khusus risiko secara jelas dan mendalam. Dengan mempertimbangkan faktor-faktor yang berkontribusi pada risiko banjir dalam konteks curah hujan ekstrem, penelitian ini dapat memberikan wawasan tentang hubungan antara pola curah hujan ekstrem dan intensitas risiko banjir di berbagai daerah Kabupaten Cirebon. Memberi bantuan besar kepada pemerintah daerah dalam mengembangkan kebijakan untuk mengurangi risiko bencana banjir yang didasarkan pada pemahaman yang lebih mendalam dan terorganisir tentang keadaan lokal.

Penelitian ini akan menghitung jumlah kluster (k) yang ideal untuk menggambarkan karakteristik distribusi risiko banjir di Kabupaten Cirebon. Metode elbow, analisis siku, atau metode validasi kluster lainnya dapat digunakan untuk memilih ini. Melakukan evaluasi dan pembersihan data, termasuk normalisasi data, deteksi outlier, dan penanganan nilai yang hilang. Hasil analisis akan lebih akurat jika data disusun dengan benar dan bersih. Mengambil data yang relevan, melakukan pre-processing untuk membersihkan dan mempersiapkan data, mengubah atau mengubah tipe data, dan menggunakan algoritma K-Means untuk mengidentifikasi adalah semua bagian dari proses ini.

Penelitian ini memberikan dasar untuk perencanaan tata ruang yang lebih fokus, terutama dalam menentukan daerah yang rentan terhadap curah hujan ekstrem dan banjir. Pemerintah daerah dapat menggunakan data ini untuk membuat kebijakan penataan ruang yang meminimalkan risiko banjir, seperti menetapkan zona penangan khusus di wilayah yang rawan banjir. Identifikasi pola curah hujan ekstrem dapat menjadi dasar untuk membangun sistem peringatan dini yang lebih baik. Hasil penelitian ini dapat digunakan oleh pemerintah dan lembaga terkait untuk meningkatkan kemampuan sistem peringatan dini mereka untuk memberikan masyarakat informasi yang lebih akurat dan cepat, yang memungkinkan evakuasi yang lebih efisien. Hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai dasar untuk program yang mengajarkan masyarakat tentang risiko banjir dan penyuluhan. Dimungkinkan bagi masyarakat untuk mendapatkan pemahaman yang lebih baik tentang pola curah hujan ekstrem dan bagaimana mereka dapat mempersiapkan dan bertindak sesuai dengan peningkatan risiko banjir. Studi ini dapat membantu pemerintah daerah membuat rencana tanggap darurat yang lebih baik. Dalam situasi darurat, pengetahuan tentang pola curah hujan ekstrem dapat membantu menjelaskan skenario kejadian dan menetapkan tindakan yang tepat.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

Hasil literature review yang telah dilakukan pada jurnal-jurnal penelitian terkait topik Mengidentifikasi Resiko Banjir di Kabupaten Cirebon Dalam Menghadapi Curah Hujan Yang Ekstrem Menggunakan Algoritma K-Means dapat dijabarkan sebagai berikut :

*Paper* [1] membahas mengenai Kota Cirebon merupakan salah satu kota yang sering mengalami bencana banjir yang disebabkan karena curah hujan yang sangat tinggi dan seringnya pula masyarakat membuang sampah sembarangan yang terbawa dalam aliran got dan ke sungai sehingga aliran sungai menjadi tersumbat dan meluap. Untuk mengelompokkan wilayah-wilayah yang rawan banjir di kota Cirebon diperlukan suatu Algoritma K-Means Clustering. Data diolah menggunakan RapidMiner dengan tahapan clustering.

*Paper* [2] membahas mengenai Bencana memberikan dampak yang sangat besar dan merugikan bagi masyarakat Indonesia. Tercatat pada periode 18 sampai 2019 jumlah kejadian bencana berjumlah banjir dengan total 10.438 kejadian, longsor sebanyak 6.0 kejadian, kekeringan 2.124 kejadian, serta kebakaran hutan dan lahan dengan total 1.914 kejadian. Tercatat bahwa setiap tahun kejadian bencana mengalami peningkatan. Beberapa dampak bencana yang terjadi dapat mengakibatkan lumpuhnya perekonomian, infrastruktur, terganggunya jaringan komunikasi, wabah penyakit, gagal panen dan sebagainya.

*Paper* [3] membahas mengenai Teknologi yang semakin canggih mampu menjelaskan gejala awal bencana, namun kejadian detail dari bencana alam tersebut hanya bisa diprediksi. Oleh karena itu, kejadian bencana alam di Jawa Barat perlu dikelompokkan berdasarkan jenis bencana agar dapat mengetahui intensitas kejadian bencana alam di setiap daerah. Mengingat semakin banyaknya data yang ada, maka pendekatan yang dilakukan yaitu menggunakan teknik clustering pada data mining.

*Paper* [4] membahas mengenai analisis metode korelasional dan klusterisasi menggunakan data dari Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) Jawa Timur Tahun 2017-2019 dan beberapa literature sumber terkait penelitian ini. Dari data tersebut diperoleh data dan kerusakan dampak wilayah adalah jumlah kejadian, kerusakan dan korban jika sedangkan data geografis berupa kemiringan lereng tanah, jenis tanah, dan curah hujan tahunan. Hasil dari kluster tersebut dianalisis menggunakan metode korelasional untuk menemukan korelasi dari data tersebut.

*Paper* [5] membahas mengenai Jawa Barat memiliki jenis bencana beragam. Diantaranya bencana Tanah Longsor, Gempa Bumi, Angin Puting Beliung, dan Kebakaran Hutan serta Bangunan. Pada Januari sampai Desember 2016, Tanah Longsor menjadi bencana yang sering terjadi di Jawa Barat, dengan 480 kejadian, kemudian bencana Kebakaran

sebanyak 185 kali dan bencana Gempa Bumi sebanyak 48 kali, Disusul bencana Banjir dengan 215 kali kejadian, kemudian bencana kebakaran BNPB mencatat total kejadian bencana alam sejak 1 Januari hingga 31 Desember 2021 sebanyak 3.092 kasus, dengan wilayah paling banyak mengalami peristiwa bencana alam ialah provinsi Jawa Barat dan Jawa Timur.

Paper [6] membahas mengenai Bencana memiliki dampak yang luar biasa terhadap masyarakat salah satu dampak dari bencana alam yaitu kerusakan rumah, provinsi yang sangat rawan terjadinya bencana alam yaitu provinsi Jawa Barat dan mengakibatkan banyaknya kerusakan rumah akibat bencana, solusi dari bencana ini perlu adanya bantuan rumah yang disebabkan oleh bencana alam. Pada penelitian ini membahas penerapan algoritma Clustering K-Means untuk penerima bantuan akibat bencana alam, penelitian ini mengambil data dari open data Jawa Barat dengan dataset kerusakan rumah data ini terdiri dari tahun 2012-2021 meliputi 27 Kabupaten/kota yang ada di Provinsi Jawa Barat.

Paper [7] membahas mengenai Indonesia merupakan salah satu negara di dunia yang sering terjadi bencana alam. Hal tersebut dikarenakan letak geografis Indonesia berada diantara dua benua, sehingga dilalui oleh badai tropis yang menyebabkan Indonesia rentang terjadinya bencana alam, seperti banjir, tanah longsor, dan lain-lain. Indonesia merupakan bagian dari jalur The Pasific Ring of Fire, selain terjadinya bencana alam yang disebabkan oleh faktor geologi, masih banyak bencana yang disebabkan karena ulah manusia. Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB) melansir data bahwa 1.042 bencana telah terjadi di Indonesia selama tahun 2019.

Paper [8] membahas mengenai Kabupaten Rokan Hilir memiliki 18 kecamatan dan 156 desa, wilayah ini merupakan daerah yang dilalui aliran sungai atau yang disebut Daerah Aliran Sungai (DAS) yaitu sungai rokan Sungai Rokan Kanan juga mengalir melalui Kabupaten Rokan Hilir dan merupakan pertemuan dengan Sungai Rokan Kiri. Rokan kanan berperan penting sebagai transportasi penduduk dan sebagai sumber perekonomian masyarakat. Bergantung pada kondisi topografi dan morfologi.

Paper [9] membahas mengenai Bencana alam merupakan salah satu kejadian bencana yang sering terjadi di Indonesia akhir-akhir ini terutamanya bencana banjir, Banjir merupakan salah satu bencana alam yang datang dan tidak dapat dicegah, Karena itu perlu diupayakan pengendalian penanggulangannya serta dikurangi dampak kerugian yang diakibatkannya dan mengakibatkan dampak besar bagi populasi manusia. Untuk meminimalkan risiko atau kerugian bagi manusia, perlu pengetahuan, pemahaman, kesiapsiagaan keterampilan untuk mencegah, mendeteksi dan mengantisipasi secara

lebih dini tentang berbagai macam bencana atau lebih dikenal dengan istilah mitigasi bencana.

Paper [10] membahas mengenai Wilayah Cirebon merupakan salah satu wilayah perkotaan rawan bencana alam banjir karena adanya perkembangan serta pembangunan yang mulai meluas pada area perkotaan dengan curah hujan yang cukup tinggi dan membuat genangan air jika durasi waktu hujan > 5 Jam khususnya pada Jl. Pemuda, Jl. DR. Cipto Mangunkusumo dan sekitarnya. Tujuan penelitian ini adalah menemukan upaya terobosan dalam mendapatkan data curah hujan dengan besaran curah hujan pada status lebat yang berpotensi menimbulkan bencana banjir pada wilayah Cirebon. Analisis dalam penelitian ini adalah analisis terhadap curah hujan, dengan menggunakan metode Regresi Linier pada 2 (Dua) jenis metodenya guna untuk mendapatkan hasil daripada nilai prediksi dalam kurun waktu tertentu.

Paper [11] Tingginya potensi bahaya bencana yang kerap terjadi di Indonesia yaitu bencana kebakaran adalah bencana kebakaran hutan dan juga lahan atau biasa disebut dengan Karhutla tercatat sudah terjadi sejak tahun 1970. Dilansir berdasarkan sumber worldbank bencana kebakaran hutan dan lahan ini mulai memasuki kejadian skala besar yang terjadi secara tahunan dan diiringi juga dengan rusaknya lingkungan dari dampak ekonomi pada tahun 1982. Dampak yang terjadi akibat bencana kebakaran sangat besar dan membahayakan, akibat Menurut Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) (2019), kejadian jumlah bencana kebakaran hutan dan lahan di Jawa Barat merupakan bencana yang tercatat mengalami kejadian paling banyak pada tahun 2019.

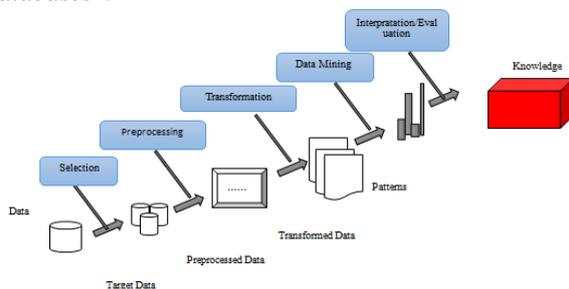
Paper [12] Terletak pada kawasan Asia Tenggara, negara Indonesia menjadi salah satu wilayah yang rawan terhadap bencana terkait kondisi demografis, geologis dan geografis yang memicu terjadinya bencana baik yang disebabkan oleh faktor alam, faktor non alam maupun faktor manusia. Purbalingga termasuk wilayah Provinsi Jawa Tengah yang cukup berpotensi terjadi bencana ketika kondisi cuaca tidak menentu. Metode K-Means clustering digunakan agar mempermudah dalam menganalisis serta mengelompokkan data untuk mengetahui beberapa daerah rawan bencana di wilayah Purbalingga. Dalam penelitian ini pengolahan data menggunakan tools rapidminer. Berdasarkan pengolahan data diperoleh sejumlah 5 Cluster pembagian daerah rawan bencana di Kabupaten Purbalingga dengan tingkat rawan sangat tinggi, tingkat rawan tinggi, tingkat rawan sedang, tingkat rawan rendah dan tingkat rawan sangat rendah.

Paper [13] Curah hujan yang tinggi dapat menyebabkan berbagai bencana hidrometeorologi, terutama banjir dan tanah longsor. Selama tahun 2016, berdasarkan data rekapitulasi kejadian dan dampak bencana BNPB, terdapat 2.342 kejadian bencana di Indonesia. Dimana 92% dari jumlah

tersebut adalah bencana hidrometeorologi yang didominasi oleh banjir, longsor dan puting beliung. Tercatat bahwa pada hari ini terdapat 766 bencanabanjir, 612 longsor, dan 74 kombinasi banjir dan longsor. Dimana penyebab utama banjir tanah longsor tersebut tidak lain adalah tingginya curah hujan pada wilayah tersebut.

**3. METODE PENELITIAN**

Metode penelitian ini merupakan tahapan-tahapan rencana yang dilakukan dalam sebuah penelitian. Dalam penelitian ini, beberapa metode penelitian akan digunakan untuk mendapatkan wawasan yang mendalam terkait resiko banjir di wilayah tersebut. Tahapan yang digunakan dalam metode penelitian ini adalah KDD. KDD sendiri merupakan singkatan dari "Knowledge Discovery Databases".



Gambar 1. Tahapan Metode Penelitian

**4. HASIL DAN PEMBAHASAN**

**4.1. Dataset**

Data yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari data sekunder. Data ini berasal dari Open Data Jabar <https://opendata.jabarprov.go.id/> yang mencakup 1660 informasi tentang peristiwa banjir di Kabupaten Cirebon dari tahun 2019 hingga 2022. Data ini mengandung delapan atribut: nomor, provinsi, kabupaten kota, kecamatan, desa kelurahan, jumlah kejadian, satuan, dan tahun.

**4.2. Data Selection**

Langkah pertama adalah mencari lokasi file untuk memproses data mana yang akan dimasukkan Aplikasi RapidMiner pada operator Read Excel untuk membaca data. Data yang akan diimpor, maka tombolnya ada di Operator Read Excel maka tanda seru berwarna kuning tidak ada lagi karena operator telah memasukan data dan siap untuk memprosesnya.

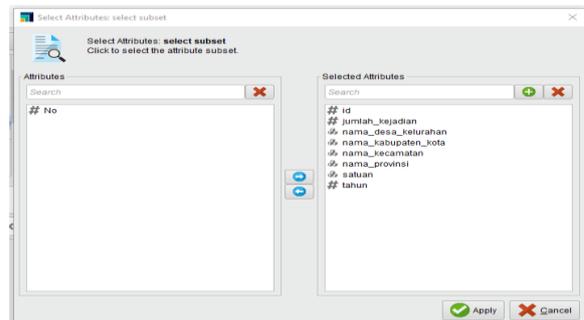
Selanjutnya Menggunakan operator Set Role untuk mengidentifikasi dalam dataset Parameter operator Set Role yang digunakan adalah berikut pada tabel di bawah ini.

Tabel 1. Set Role

No	Paramater	Information
1.	Attribute name	Jumlah Kejadian
2.	Target role	Id

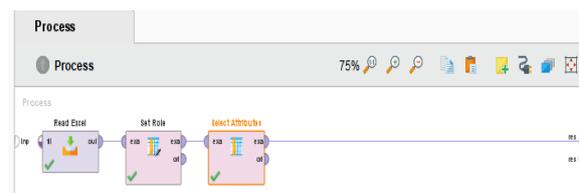
Tahap selanjutnya menggunakan operator Select Attributes, Pada operator ini memilih subset Atribut

dan menghapus atribut yang lainnya. Hasil Parameter Operator *Selec Attribute* bisa dilihat dalam gambar di bawah ini.



Gambar 2. Hasil Select Atributs

Atribut yang digunakan pengolahan data terdapat 8 atribut sebagaimana bisa dilihat pada gambar 4.6. Beberapa atribut yang telah dipilih dianggap memberikan informasi. Informasi yang dapat diperoleh dari atribut tersebut meliputi: id, jumlah\_kejadian, nama\_desa\_kelurahan, nama\_kabupaten\_kota, nama\_kecamatan, nama\_provinsi, satuan, tahun. Tahap Selection pada model proses dalam Rapidminer terlihat dalam gambar di bawah ini.



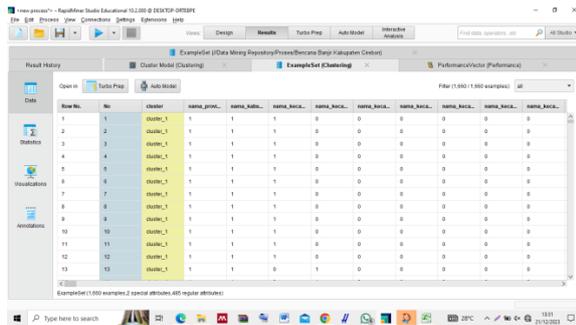
Gambar 3. Model proses Select Atribut

**4.3. Data Preprocessing**

Dari hasil Preprocessing tidak ada data yang hilang atau memiliki nilai yang missing dalam dataset, oleh karena itu, tahapan preprocessing ini tidak perlu dilakukan karena menunjukkan bahwa tidak ada atribut yang memiliki nilai yang missing. Pemeriksaan langsung per statistik untuk menilai konsistensi pada dataset untuk mengindikasikan bahwa nilai-nilai dalam dataset dapat konsisten.

**4.4. Transformation**

Pada dataset ada menggunakan tipe data nominal sementara Algoritma K-Means memerlukan data numerik, maka transformasi diperlukan untuk mengubah data nominal menjadi numerical. menunjukkan Select Atribut pada Operator Nominal to Numerical untuk dilakukan tahap Transformation. Hasil dari penggunaan operator Nominal to Numerical sebagaimana terlihat dalam gambar di bawah ini.



Gambar 4. Statistik Dataset

4.5. Data Mining

Penentuan jumlah cluster adalah langkah yang harus dilakukan. Nilai K yang digunakan melibatkan Identifikasi jumlah klaster optimal serta jumlah anggota optimal dalam setiap klaster. Pengelompokan data dilakukan dengan menggunakan Algoritma K-Means dengan Cluser Distance Performance dan dioptimasi dengan Davies Bouldin Index (DBI) pada Tools Rapidminer. Algoritma K-Means menentukan satu set sama lain. Karena tidak ada atribut label yang diperlukan, clustering dapat digunakan pada data yang tidak berlabel dan merupakan Algoritma pembelajaran mesin tanpa pengawasan.

4.6. Interpretation/Evaluasi

Berdasarkan perbandingan antara DBI dan metode K-means dari K2 hingga K6, ditemukan bahwa cluster terkecil yang mendekati angka 0 adalah K6, dengan nilai DBI sebesar 0.1660. Yaitu pada parameter Numerical Measure Type - Euclidean Distance dan pada jumlah Max Runs ke 5-10. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa K6 nilai DBI 0.1660. menunjukkan bahwa cluster tersebut memiliki nilai DBI yang rendah, sehingga dianggap sebagai hasil cluster terbaik. Dalam hasil clustering ini, terdapat 6 cluster dengan jumlah item sebagai berikut.

Tabel 1. Hasil Clustering K5

Cluster Model	Jumlah
Cluster 0	412. Items
Cluster 1	278 Items
Cluster 2	412 Items
Cluster 3	280 Items
Cluster 4	278 Items
Total Cluster 5	1660 Items

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan analisis yang dilakukan pada data kejadian banjir menggunakan Algoritma K-Means dengan evaluasi Davies-Bouldin Index (DBI), diperoleh sejumlah kesimpulan dan saran sebagai berikut: Parameter Numerical MeasureType: Numerical Measure Type = Camberra Distance memberikan hasil clustering terbaik, menunjukkan bahwa metode pengukuran jarak ini cocok untuk data kejadian banjir. Dengan menggunakan Camberra Distance, cluster yang dihasilkan cenderung lebih

homogen dan representatif. Jumlah cluster Terbaik (K): Jumlah cluster terbaik adalah K=3, berdasarkan nilai DBI terendah. K=3 memberikan keseragaman dan representativitas yang optimal dalam menggambarkan pola kejadian banjir. Jumlah Max Runs: Rentang jumlah Max Runs antara 5-10 diidentifikasi sebagai parameter yang menghasilkan hasil clustering terbaik. Pemilihan rentang ini didasarkan pada evaluasi DBI yang paling rendah, menandakan konvergensi algoritma yang optimal. Implementasi Model: Disarankan untuk mengimplementasikan model K-Means dengan parameter yang telah diidentifikasi sebagai optimal, yaitu Numerical Measure Type = Camberra Distance, jumlah cluster K=3, dan jumlah Max Runs antara 5-10. Pemilihan parameter ini dapat membantu mendapatkan pemahaman yang lebih baik tentang pola dan risiko kejadian banjir. Analisis Lebih Lanjut: Saran untuk melakukan analisis lebih lanjut terkait karakteristik masing-masing cluster, mungkin dengan melibatkan variabel-variabel tambahan yang relevan. Analisis ini dapat memberikan wawasan lebih mendalam tentang faktor-faktor penyebab dan dampak dari setiap cluster. Validasi dan Sensitivitas: Perlu dilakukan validasi lebih lanjut terhadap model dan analisis sensitivitas terhadap parameter untuk memastikan stabilitas dan keandalan hasil clustering. Sensitivitas terhadap rentang nilai Max Runs dapat menjadi fokus untuk memahami sejauh mana parameter ini memengaruhi hasil.

DAFTAR PUSTAKA

[1] J. Khomsiyah, A. Ramdhani, A. F. Damayanti, and ..., "Penerapan Algoritma K-means Clustering untuk Pengelompokan Wilayah Rawan Banjir," *J. Ilm. Betrik*, 2021, [Online]. Available: <https://www.neliti.com/publications/460035/penerapan-algoritma-k-means-clustering-untuk-pengelompokan-wilayah-rawan-banjir>

[2] V. Purwayoga, A. A. Mikail, S. D. N. Faridah, and ..., "PENERAPAN DATA MINING UNTUK PEMETAAN DAERAH RAWAN BENCANA SEBAGAI UPAYA KESIAPSIAGAAN TERHADAP BENCANA," *J. ...*, 2023, [Online]. Available: <https://ejurnal.teknokrat.ac.id/index.php/teknoinfo/article/view/2381>

[3] I. Rosaliyah and B. Nurhakim, "CLUSTERING KEJADIAN BENCANA ALAM di JAWA BARAT BERDASARKAN JENIS BENCANA MENGGUNAKAN K-MEANS," *E-Link J. Tek. Elektro dan ...*, 2023, [Online]. Available: <http://journal.umg.ac.id/index.php/e-link/article/view/5318>

[4] H. E. D. Moch. Rizki Eko Waluyo, Pramana Yoga Saputra, "Klasterisasi Wilayah Tanah Longsor Berdasarkan Dampak Wilayah Dan Geografis Menggunakan Metode K\_Means," pp. 226–230, 2020.

- [5] M. F. Al Halik and L. Septiana, "Analisa Data Untuk Prediksi Daerah Rawan Bencana Alam Di Jawa Barat Menggunakan Algoritma K-Means Clustering," *JISAMAR (Journal ...)*, 2022, [Online]. Available: <http://journal.stmikjayakarta.ac.id/index.php/jisamar/article/view/939>
- [6] S. Mariam, "Penerapan Algoritma Clustering K-Means Untuk Menentukan Prioritas Penerima Bantuan Rumah Akibat Bencana Alam," *JATISI (Jurnal Tek. Inform. dan Sist. Informasi)*, 2023, [Online]. Available: <https://jurnal.mdp.ac.id/index.php/jatisi/article/view/2433>
- [7] R. L. Rohmah, D. C. Rini, and ..., "Zonasi Daerah Terdampak Bencana Angin Puting Beliung Menggunakan K-Means Clustering," *Pros. Semin. ...*, 2020, [Online]. Available: <http://prosiding.himatikauny.org/index.php/prosidingism/article/view/78>
- [8] E. T. E. Tasia, "Perbandingan Algoritma K-Means Dan K-Medoids Untuk Clustering Daerah Rawan Banjir Di Kabupaten Rokan Hilir: Comparison Of K-Means And K-Medoid ...," *Indones. J. Inform. Res. ...*, 2023, [Online]. Available: <https://journal.irpi.or.id/index.php/ijirse/article/view/523>
- [9] A. Febriansyah, A. Ramadhan, M. Gustiawan, M. Revin, and ..., "Penerapan Machine Learning Dalam Mitigasi Banjir Menggunakan Data Mining," *Jurnal Nasional Komputasi ...* 2020. [Online]. Available: <https://scholar.archive.org/work/ulxd4fo54vacdouisnpgczcefe/access/wayback/http://jurnal.sera mbimekkah.ac.id/jnknti/article/download/2427/pdf>
- [10] F. Azam and I. Fardani, "Prediksi Daerah Potensi Longsor Menggunakan Metode Machine Learning," *Bandung Conf. Ser. Urban ...*, 2022, [Online]. Available: [https://proceedings.unisba.ac.id/index.php/BCS\\_URP/article/view/1694](https://proceedings.unisba.ac.id/index.php/BCS_URP/article/view/1694)
- [11] F. N. Dhewayani, D. Amelia, D. N. Alifah, B. N. Sari, and M. Jajuli, "CRISP-DM," *scholar.archive.org*. [Online]. Available: <https://scholar.archive.org/work/7p3b7v6fr5fxre3rnhuvz3asxy/access/wayback/https://ojs.unikom.ac.id/index.php/jati/article/download/6674/2967>
- [12] D. A. R. Rahmadhani and M. Chatri, "Pengaruh Suspensi Daun Kersen (Muntingia calabura L.) Terhadap Penyakit Antraknosa Pada Buah Cabe Pasca Panen Yang Disebabkan Colletotrichum capsici ...," *J. Serambi Biol.*, 2023, [Online]. Available: <https://serambibiologi.ppj.unp.ac.id/index.php/srmb/article/view/238>
- [13] T. R. Priono, W. Purnomo, and N. Y. Setiawan, "Pengembangan Data Warehouse menggunakan Metode Kimball (Studi Kasus: Ekspor & Impor Fauna dan Flora Hias Air Laut)," ... *Teknol. Inf. dan Ilmu ...*, 2021, [Online]. Available: <https://j-ptiik.ub.ac.id/index.php/j-ptiik/article/view/9568>