

## Pengelompokkan Wilayah Banjir di Jawa Tengah untuk Mitigasi Banjir Menggunakan Pendekatan *K-Medoids*

Safiril Ahmadi Sanmas<sup>1</sup>, Rahma Nurmalita<sup>2</sup>, Dwi Sulistiyani<sup>3</sup>, dan M Al Haris<sup>4</sup>

<sup>1,2,3,4</sup>Statitika, Universitas Muhammadiyah Semarang

E-mail: [safirilsanmas02@gmail.com](mailto:safirilsanmas02@gmail.com)<sup>1</sup>, [rahmanurmalita2112@gmail.com](mailto:rahmanurmalita2112@gmail.com)<sup>2</sup>,  
[dsulistiyani88@gmail.com](mailto:dsulistiyani88@gmail.com)<sup>3</sup>, [alharis@unimus.ac.id](mailto:alharis@unimus.ac.id)<sup>4</sup>

*Diajukan* 12 Juli 2024 *Diperbaiki* 9 Desember 2024 *Diterima* 16 Desember 2024

### Abstrak

**Latar Belakang:** Banjir merupakan peristiwa alam yang dapat terjadi kapan saja dan seringkali berakibat fatal, merenggut nyawa dan menimbulkan kerugian materi yang signifikan. Penyusunan zona-zona di Jawa Tengah berdasarkan kejadian banjir sangat penting dilakukan untuk mengoptimalkan penanganan bencana ini. Pendekatan *Clustering* menjadi salah satu metode yang sangat relevan dan potensial, untuk menghadapi tantangan penanggulangan banjir di Jawa Tengah.

**Tujuan:** Melakukan pemetaan zonasi banjir di Jawa Tengah menggunakan metode *K-Medoids* yang optimal berdasarkan ukuran *Silhouette Coefficient*.

**Metode:** Penelitian ini menggunakan metode *K-Medoids* untuk analisis *clustering* karena lebih tahan terhadap data pencilan. Berbeda dengan *K-Means* yang menggunakan *mean*, *K-Medoids* menggunakan medoid sebagai pusat *cluster*. Medoid adalah objek yang terletak paling sentral dalam suatu *cluster*. Data yang digunakan diperoleh dari *website* Dinas PUSDATARU Provinsi Jawa Tengah mengenai banjir di wilayah tersebut pada periode 1 Oktober 2022 hingga Maret 2023.

**Hasil:** Metode *K-Medoids* dengan  $k=2$  menghasilkan *Silhouette Coefficient* tertinggi sebesar 0,83748 yang mengelompokkan 34 kabupaten/kota dengan kejadian banjir rendah dan 1 kabupaten/kota dengan kejadian banjir tinggi. Evaluasi model ini mendukung perencanaan kebijakan mitigasi bencana yang lebih terfokus pada wilayah rawan banjir.

**Kesimpulan:** Terdapat dua kelompok kabupaten/kota berdasarkan tingkat kejadian banjir. Nilai *Silhouette Coefficient* yang tinggi menunjukkan struktur klaster yang baik.

**Kata kunci:** *Clustering, K-Medoids, Silhoutte Coefficient, Banjir.*

### Abstract

**Background:** Flooding is a natural event that can occur at any time, often resulting in fatalities and significant material losses. Mapping flood zones in Central Java based on flood occurrences is crucial for optimizing disaster management. Clustering approaches are highly relevant and potential methods for tackling flood mitigation challenges in Central Java.

**Objective:** To map flood zoning in Central Java using the optimal *K-Medoids* method based on the *Silhouette Coefficient*.

**Methods:** This study uses the *K-Medoids* method for Clustering analysis because it is more resistant to outliers. Unlike *K-Means*, *K-Medoids* selects the medoid as the cluster center, making it more stable against extreme values. The data used was obtained from the Dinas PUSDATARU of Central Java Province regarding flood events in the region from October 1, 2022, to March 2023.

**Results:** The *K-Medoids* method with  $k=2$  produced the highest *Silhouette Coefficient* of 0.83748, Clustering 34 districts/cities with low flood occurrences and 1 district/city with high flood occurrences. This model evaluation supports the planning of disaster mitigation policies that focus more on flood-prone areas.

**Conclusion:** There are two groups of districts/cities based on flood occurrence levels. The high *Silhouette Coefficient* value indicates a good cluster structure.

**Keywords :** *Clustering, K-Medoids, Silhoutte Coefficient, Flooding.*

## PENDAHULUAN

Banjir merupakan salah satu bencana alam yang sering terjadi di Indonesia, terutama selama musim hujan (Rahayu et al., 2018). Pada tahun 2023, banjir tercatat sebagai bencana kedua yang paling sering terjadi di Indonesia dengan total 1.170 kejadian (Hadi, 2024). Provinsi Jawa Tengah termasuk dalam lima besar wilayah dengan peristiwa banjir terbanyak, berada di posisi keempat setelah Provinsi Aceh, dengan total 95 peristiwa banjir (Hadi, 2024). Kerugian akibat banjir di Jawa Tengah awal 2023 meliputi 64.111 KK mengungsi, 86 rumah rusak, 15.777 hektare sawah terdampak, 2.276 hektar tambak rusak, 22 fasilitas umum dan 43 infrastruktur rusak, dengan total kerugian mencapai Rp 16,018 miliar (Iman, 2023). Hal ini menunjukkan bahwa banjir merupakan masalah serius di Jawa Tengah, dan penting untuk melakukan langkah-langkah mitigasi yang efektif guna mengurangi dampak bencana tersebut.

Selain merusak infrastruktur, banjir juga melumpuhkan aktivitas masyarakat, menghilangkan aset berharga, hingga menimbulkan kerugian ekonomi yang signifikan (Dino, 2023). Meskipun tidak dapat dihindari secara total, upaya pengelolaan banjir dapat dilakukan untuk mengurangi dampak kerugian yang ditimbulkannya. Salah satu langkah yang dapat diambil adalah dengan menyusun zona-zona banjir di Jawa Tengah.

Penyusunan zona-zona di Jawa Tengah berdasarkan kejadian banjir sangat penting dilakukan untuk mengoptimalkan penanganan bencana ini. Melalui pendekatan *Clustering*, wilayah-wilayah dengan karakteristik yang serupa dapat dikelompokkan bersama. Hal ini membantu dalam identifikasi wilayah yang rentan terhadap banjir serta memungkinkan perencanaan tindakan mitigasi yang lebih efektif. Dengan

demikian, pendekatan *Clustering* menjadi salah satu metode yang sangat relevan dan potensial untuk menghadapi tantangan penanggulangan banjir di Jawa Tengah.

*Clustering* digunakan untuk mengidentifikasi kelompok data yang serupa dalam satu set data (Botyarov & Miller, 2022)(Botyarov & Miller, 2022). *Clustering* bertujuan untuk mengurangi variasi dalam kelompok dan meningkatkan variasi antar kelompok. Salah satu metode *Clustering* yang sering digunakan adalah *K-Medoids*. Metode *K-Medoids* dipilih dalam penelitian ini karena lebih tahan terhadap data pencilan, seperti *K-Means*. Berbeda dengan *K-Means* yang menggunakan nilai rata-rata (*mean*) sebagai pusat *cluster*, *K-Medoid* menggunakan medoid sebagai pusat *cluster*. Medoid sendiri merupakan objek yang terletak paling sentral dalam suatu *cluster* (Kamila et al., 2019)(Nahdliyah et al., 2019).

Penelitian dengan menggunakan *K-Medoids* telah dilakukan oleh banyak peneliti, diantaranya Wira et al. (2019) menggunakan metode *K-Medoids* untuk menganalisis pola pemilihan program studi mahasiswa baru, semantar, Sindi et al. (2020) memanfaatkan metode yang sama untuk mengelompokkan wilayah berdasarkan korelasi data terkait tingkat penyebaran Covid-19. Selain itu, Haumahu dan Matdoan (2023) juga menerapkan *K-Medoids* untuk mengelompokkan tingkat kemiskinan di kabupaten/kota di Maluku dan Papua.

Penelitian mengenai penerapan *K-Medoids* dalam kasus banjir juga pernah dilakukan oleh Sukmayadi et al. (2021). Penelitian tersebut mengelompokkan wilayah banjir di Kabupaten Karawang, Jawa Barat. Pengelompokan tersebut menghasilkan 3 *cluster* dengan nilai *Silhouette Coefficient* sebesar 0,370.

Penelitian lainnya mengenai pengelompokan daerah rawan banjir di Jawa Tengah dilakukan oleh Hidayat et al. (2024). Penelitian tersebut menggunakan metode *K-Means Clustering*. Pengelompokan tersebut menghasilkan 2 *cluster* dengan nilai *Silhouette Coefficient* sebesar 0,637.

Dengan latar belakang tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan model zonasi banjir di Jawa Tengah menggunakan metode *K-Medoids*. Pada penelitian ini, validasi digunakan dengan pendekatan kriteria internal yaitu validasi *Silhouette Coefficient*. Metode validasi *Silhouette Coefficient* merupakan ukuran validasi yang mengintegrasikan pendekatan keterikatan dan pemisahan (Paembonan & Abduh, 2021). Diharapkan, model ini dapat meningkatkan efektivitas dalam identifikasi wilayah rawan banjir serta mendukung pengambilan kebijakan yang tepat untuk penanggulangan banjir di Jawa Tengah. Selain itu, penelitian ini diharapkan memberikan kontribusi signifikan dalam upaya menanggulangi bencana banjir dan meningkatkan ketahanan masyarakat terhadap bencana alam.

### METODE

#### Desain Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif dengan menggunakan data sekunder. Data yang digunakan adalah data banjir diperoleh dari website Dinas PUSDATARU (Pekerjaan Umum Sumber Daya Air dan Penataan Ruang) Provinsi Jawa Tengah mengenai banjir di wilayah tersebut pada periode 1 Oktober 2022 hingga Maret 2023. Metode statistik yang digunakan meliputi analisis deskriptif dan Clustering dengan pendekatan *K-Medoids*. Evaluasi model yang digunakan adalah *Silhouette Coefficient*.

#### Populasi dan Sampel

Populasi penelitian ini adalah seluruh kabupaten/kota di Provinsi Jawa Tengah, yang berjumlah 34 kabupaten/kota. Kabupaten/kota tersebut dipilih sebagai sampel karena dianggap dapat mewakili keragaman wilayah dan karakteristik demografi

Jawa Tengah.

#### Teknik Sampilng

Penelitian ini menggunakan teknik sensus dengan menganalisis seluruh populasi yang tersedia dalam data sekunder tanpa melakukan pengambilan sampel. Dalam hal ini, semua kabupaten/kota di Provinsi Jawa Tengah yang tercantum dalam data sekunder dari Dinas PUSDATARU Provinsi Jawa Tengah dianalisis secara menyeluruh.

#### Subjek Penelitian

Data yang digunakan adalah data Data Banjir yang diperoleh dari *website* Dinas PUSDATARU Provinsi Jawa Tengah. Variabel yang akan digunakan dalam penelitian sebanyak enam variabel. Enam variabel tersebut adalah:

- 1) Frekuensi banjir per kabupaten/kota ( $X_1$ )
- 2) Banyaknya genangan sawah per kabupaten/kota ( $X_2$ )
- 3) Banyaknya genangan pemukiman per kabupaten/kota ( $X_3$ )
- 4) Banyaknya genangan jalan per kabupaten/kota ( $X_4$ )
- 5) Banyaknya kejadian air limpas tanggul per kabupaten/kota ( $X_5$ )
- 6) Banyaknya kejadian tanggul jebol/longsor per kabupaten/kota ( $X_6$ )

Variabel dalam analisis ini berasal dari data laporan banjir di Jawa Tengah, mencakup kerawanan dan dampak banjir. Pemilihan variabel didasarkan pada kontribusinya dalam memahami karakteristik banjir tiap wilayah. Analisis *Clustering* akan membantu mengelompokkan kabupaten/kota berdasarkan pola kejadian banjir yang dapat menjadi dasar untuk pengambilan kebijakan mitigasi dan penanganan banjir yang lebih terarah.

#### Teknik Analisis Data

Langkah-langkah penelitian yang dilakukan dalam melakukan pengelompokan kejadian banjir di

Provinsi Jawa Tengah menggunakan metode *K-Medoids* dengan evaluasi model menggunakan *Silhouette Coefficient* adalah sebagai berikut:

1. Analisis Deskriptif: Pada tahap awal ini data yang diperoleh dicari analisis deskriptif untuk mengetahui gambaran umum mengenai kejadian banjir di setiap kabupaten/kota. Analisis deskriptif yang digunakan adalah rata-rata, median, standar deviasi, nilai maksimum dan nilai minimum.
2. Penentuan Jumlah *Cluster*: Penelitian ini menggunakan metode *silhouette* untuk menentukan jumlah  $k$  (jumlah *cluster*) yang optimal. Metode *Silhouette* digunakan untuk mengevaluasi kualitas *Clustering* dengan mempertimbangkan seberapa baik setiap objek cocok dengan *cluster* tempat mereka berada, serta seberapa jauh *cluster* tersebut terpisah dari *cluster* lainnya (Tambunan et al., 2020).
3. Analisis *Cluster*: Selanjutnya adalah melakukan analisis *cluster* dengan jumlah  $k$  yang sudah ditentukan dalam proses sebelumnya. Pada langkah ini akan digunakan pendekatan metode *cluster K-Medoids*. *K-Medoids* adalah algoritma klasterisasi partisional yang mirip dengan *K-Means* yang bertujuan membagi satu set data menjadi  $k$  *cluster* untuk meminimalkan jarak antara semua titik data dan pusat *cluster* masing-masing. Berbeda dengan *K-Means*, *K-Medoids* menghasilkan titik data sebenarnya yang meminimalkan jarak (disebut *medoid*) (Doi et al., 2023)(Martins et al., 2024). Dibandingkan dengan *K-Means*, *K-Medoids* adalah algoritma klasterisasi yang lebih tahan terhadap data *outlier* dan *noise* (Khan et al., 2023). Hal ini

cocok digunakan untuk penelitian dengan data banjir. Adapun proses *K-Medoids* adalah sebagai berikut (Novianti et al., 2021).

- Menentukan jumlah *cluster* ( $k$ ) yang akan dibentuk.
- Menghitung kedekatan data menggunakan metode *Euclidean Distance*, dengan rumus berikut:

$$D_{ik} = \sqrt{\sum_k^n (x_{ij} - x_{kj})^2} \quad (1)$$

Dengan :  $D_{ik}$  adalah Jarak *Euclidean*. Jarak *Euclidean* sensitif terhadap skala variabel dan *outlier*. Oleh karena itu, dilakukan normalisasi atau standarisasi data untuk memastikan setiap variabel memiliki kontribusi yang setara. Selain itu, penanganan *outlier* juga diperlukan. *K-Medoids* lebih robust terhadap *outlier* dibandingkan *K-Means* karena *medoid* diambil dari data nyata dalam *cluster* bukan rata-rata, sehingga lebih stabil meskipun terdapat data yang tidak konsisten. Pemilihan metrik jarak ini sangat memengaruhi pembentukan dan pemisahan *cluster* dalam analisis (Doi et al., 2023).

- Memilih data pada setiap observasi *cluster* yang akan menjadi *medoid* baru. Setelah itu, menghitung jarak setiap objek dalam setiap *cluster* dengan *medoid* baru.
  - Menghitung deviasi ( $S$ ) dengan mengurangi total jarak lama dengan total jarak baru. Jika  $S < 0$ , ganti objek dengan data *medoid cluster* untuk membentuk set objek *medoid* baru  $k$ .
  - Ulangi langkah 3-5 hingga tidak terdapat perubahan *medoid*.
4. Evaluasi Model: Pada tahap akhir penelitian ini, dilakukan evaluasi terhadap metode *K-Medoids*. Evaluasi dilakukan menggunakan *Silhouette Coefficient* untuk mengukur kualitas dan

kekuatan *Clustering* (Iklima & Pujiyanta, 2023)(Paembonan & Abduh, 2021). *Silhouette Coefficient* mengukur seberapa mirip suatu objek dengan *cluster*-nya sendiri dibandingkan dengan *cluster* lainnya (Rahmawati et al., 2024). Adapun persamaan *Silhouette coefficient* adalah sebagai berikut (Tambunan et al., 2020).

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

di mana:

- $a(i)$  adalah jarak rata-rata antara  $i$  dengan semua objek lain dalam *cluster* yang sama (rata-rata jarak *intra-cluster*).
- $b(i)$  adalah jarak rata-rata antara  $i$  dengan semua objek lain dalam *cluster* terdekat yang berbeda (rata-rata jarak *inter-cluster*).

*Silhouette Coefficient* menghasilkan nilai dalam rentang -1 hingga 1, yang mengindikasikan seberapa baik data dikelompokkan dalam *cluster*. Nilai mendekati 1 menunjukkan *Clustering* yang baik, sedangkan nilai mendekati -1 menunjukkan *Clustering* yang buruk (Farissa et al., 2021). Adapun Nilai dan struktur *Silhouette Coefficient* pada tabel 1.

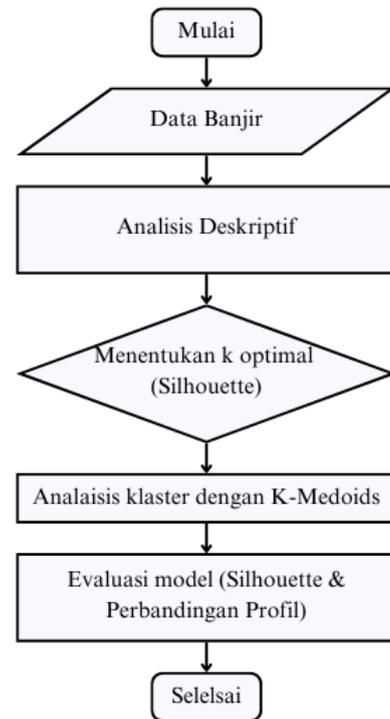
**Tabel 1.** Nilai *Silhouette Coefficient*

Nilai <i>Silhouette Coefficient</i>	Struktur
$0,7 < SC \leq 1$	<i>Strong Structure</i>
$0,5 < SC \leq 0,7$	<i>Medium Structure</i>
$0,25 < SC \leq 0,5$	<i>Weak Structure</i>
$SC \leq 0,25$	<i>No Structure</i>

Selain *Silhouette Coefficient*, evaluasi dilakukan dengan membandingkan hasil *Clustering* dengan profil wilayah yang telah teridentifikasi sebagai rawan banjir. Daftar wilayah rawan banjir ini berdasarkan data historis dan faktor geografis. Wilayah yang terkaster sebagai "rawan banjir" kemudian dicocokkan dengan

daftar wilayah rawan banjir yang sudah diketahui sebelumnya. Persentase kesesuaian antara hasil *Clustering* dan wilayah yang sudah teridentifikasi sebagai rawan banjir digunakan untuk mengevaluasi akurasi dari proses *Clustering* yang telah dilakukan.

Adapun alur penelitian dapat dilihat pada gambar 1.



**Gambar 1.** Alur Penelitian

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Analisis Deskriptif

Analisis deskriptif digunakan untuk mengungkapkan informasi dari data. Proses ini mencakup rata-rata, median, standar deviasi, nilai minimum dan maksimum.

**Tabel 2.** Hasil Analisis Deskriptif

Variabel	Min	Mean	Std	Max
$X_1$	0,0	4,0	7,4	35,0
$X_2$	0,0	11,7	56,8	335,0
$X_3$	0,0	77,9	223,0	938,0
$X_4$	0,0	122,9	676,5	4000,0
$X_5$	0,0	3,5	6,7	31,0

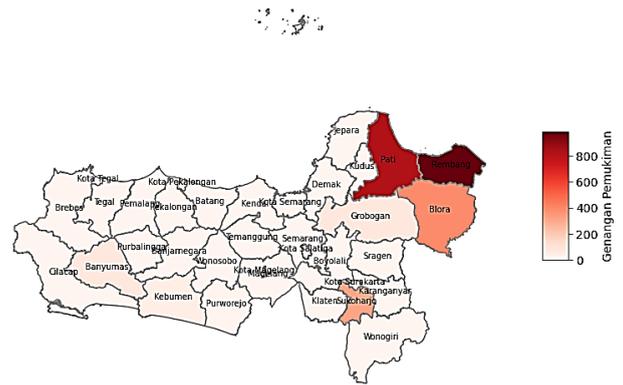
## Pengelompokkan Wilayah Banjir di Jawa Tengah untuk Mitigasi ...

Variabel	Min	Mean	Std	Max
$X_6$	0,0	0,5	1,0	4,0

Dari hasil statistik deskriptif keenam variabel banjir menunjukkan variasi yang signifikan di antara kabupaten/kota. Frekuensi banjir ( $X_1$ ) berkisar dari 0 hingga 35 dengan rata-rata 4,0 dan standar deviasi 7,4, sementara genangan sawah ( $X_2$ ) memiliki rentang 0 hingga 335, rata-rata 11,7, dan standar deviasi 56,8. Genangan pemukiman ( $X_3$ ) dan genangan jalan ( $X_4$ ) menunjukkan variasi yang lebih besar, masing-masing dengan rata-rata 77,9 dan 122,9, serta standar deviasi 223,0 dan 676,5. Kejadian air limpasan tanggus ( $X_5$ ) dan kejadian tanggul jebol/longsor ( $X_6$ ) lebih terkendali dengan rata-rata 3,5 dan 0,5, serta standar deviasi 6,7 dan 1,0.

Standar deviasi tinggi pada genangan jalan ( $X_4$ ) dan pemukiman ( $X_3$ ) mencerminkan adanya ketidakmerataan dampak banjir di berbagai kabupaten/kota di Jawa Tengah. Wilayah dengan nilai maksimum pada variabel  $X_4$  mencapai 4000 menunjukkan tingkat kerentanan ekstrem yang memerlukan perhatian khusus. Ketimpangan ini dapat dijelaskan oleh berbagai faktor, seperti topografi wilayah Jawa Tengah yang bervariasi, meliputi daerah pegunungan, dataran tinggi, dan dataran rendah yang dapat dilihat pada Gambar 2 dan Gambar 3.

Genangan Pemukiman



**Gambar 2.** Peta Genangan Pemukiman di Jawa Tengah

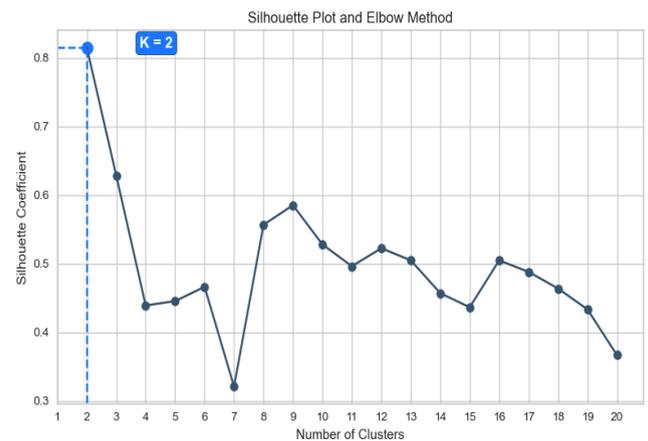
Genangan Jalan



**Gambar 3.** Peta Genangan Jalan di Jawa Tengah

### Penentuan Jumlah Cluster

Penentuan jumlah cluster dilakukan menggunakan *Silhouette Coefficient* untuk mengevaluasi kualitas clustering.



**Gambar 4.** *Silhouette Plot*

Dari Gambar 4, jumlah cluster optimal adalah 2. Hal ini dikarenakan  $k=2$  memiliki nilai *Silhouette Coefficient* rata-rata tertinggi, menunjukkan cluster yang lebih

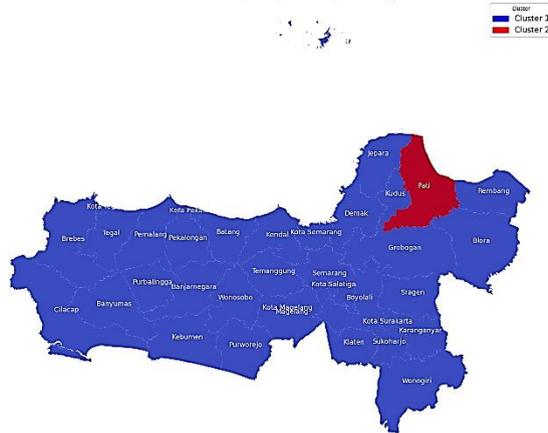
## Pengelompokan Wilayah Banjir di Jawa Tengah untuk Mitigasi ...

baik dibandingkan jumlah *cluster* lainnya.

### K-Medoid Cluster

Analisis menggunakan metode K-Medoids menghasilkan pengelompokan wilayah berdasarkan karakteristik yang relevan dengan penelitian ini.

Peta Cluster Kabupaten/Kota di Jawa Tengah



**Gambar 5.** Peta Geografis Distribusi Cluster

Dari hasil *K-Medoids Clustering* pada gambar 5, peta menunjukkan bahwa *Cluster 1* mencakup hampir seluruh wilayah Jawa Tengah, sedangkan *Cluster 2* hanya meliputi Kabupaten Pati. Hal ini mengindikasikan bahwa Kabupaten Pati merupakan wilayah dengan kerentanan tinggi terhadap banjir akibat topografi dataran rendah serta terdapat sungai besar yang sering kali meluap di saat musim hujan.

**Tabel 4.** Hasil Clustering

Cluster	Total	Kabupaten/Kota
1	34	Kab. Demak, Kab. Kendal, Kota Semarang, Kab. Semarang, Kab. Batang, Kab. Kudus, Kab. Jepara, Kab. Brebes, Kota Pekalongan, Kab. Pekalongan, Kab. Pemalang, Kota Tegal, Kab. Tegal, Kab. Purworejo, Kab. Kebumen, Kab. Klaten, Kab. Sukoharjo, Kab. Boyolali, Kab. Sragen, Kab. Karanganyar, Kota Surakarta, Kab. Cilacap, Kab. Banjarnegara, Kab. Rembang, Kab. Grobogan, Kab. Blora, Kab. Banyumas, Kab. Wonosobo, Kota Magelang, Kota Salatiga, Kab. Magelang, Kab. Temanggung, dan Kab.

Cluster	Total	Kabupaten/Kota
2	1	Kab. Pati

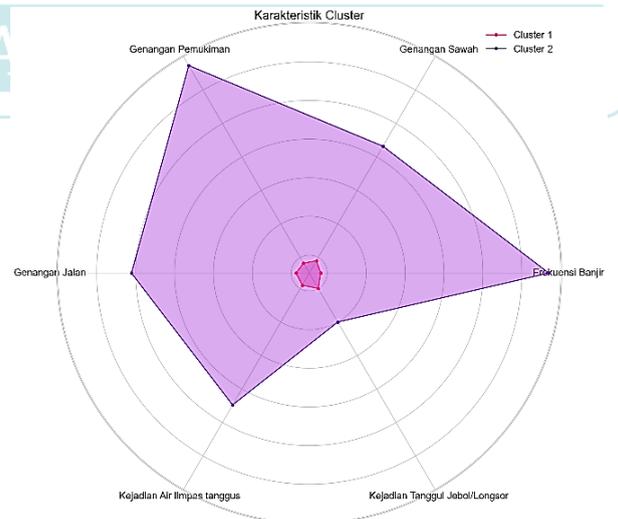
### Karakteristik Cluster

Karakteristik *cluster* wilayah dapat dilihat dengan rata-rata nilai setiap variabel untuk setiap *cluster*. Rata-rata variabel pada *cluster* dapat dilihat pada tabel 4.

**Tabel 4.** Rata-rata Variabel pada Cluster

Variabel	Cluster 1	Cluster 2
$X_1$	-0,123605	4,202573
$X_2$	-0,167420	5,692275
$X_3$	-0,097736	3,323020
$X_4$	-0,168556	5,730896
$X_5$	-0,120796	4,107080
$X_6$	-0,102250	3,476512

Berdasarkan Tabel 5, genangan sawah ( $X_2$ ) dan genangan jalan ( $X_4$ ) adalah dua faktor yang paling membedakan *Cluster 1* dan *Cluster 2*. *Cluster 2* memiliki rata-rata yang jauh lebih tinggi untuk kedua variabel menunjukkan bahwa genangan sawah dan jalan menjadi indikator utama wilayah dengan risiko banjir yang lebih tinggi.



**Gambar 6.** Karakteristik Cluster

Berdasarkan Gambar 6, *Cluster 1* menunjukkan nilai rendah untuk semua variabel terkait dampak banjir, seperti frekuensi banjir, genangan sawah, pemukiman, jalan, serta kejadian air limpas tanggus dan tanggul jebol/longsor mengindikasikan dampak

## Pengelompokan Wilayah Banjir di Jawa Tengah untuk Mitigasi ...

banjir yang lebih rendah di wilayah ini. Sebaliknya, *Cluster 2* memiliki nilai yang lebih tinggi pada semua variabel mencerminkan wilayah yang lebih sering terpapar banjir dengan dampak yang lebih besar, terutama pada genangan sawah, pemukiman, jalan, serta kejadian air limpasan tanggus dan tanggul jebol/longsor. Berdasarkan Gambar 4, wilayah dalam *Cluster 2* terletak di wilayah dataran rendah yang berkontribusi pada tingginya tingkat kerentanannya terhadap banjir.

### Evaluasi Model

Hasil *cluster* di evaluasi menggunakan nilai *silhouette coefficient*. Nilai yang semakin mendekati 1 mengindikasikan kualitas *cluster* yang semakin baik.

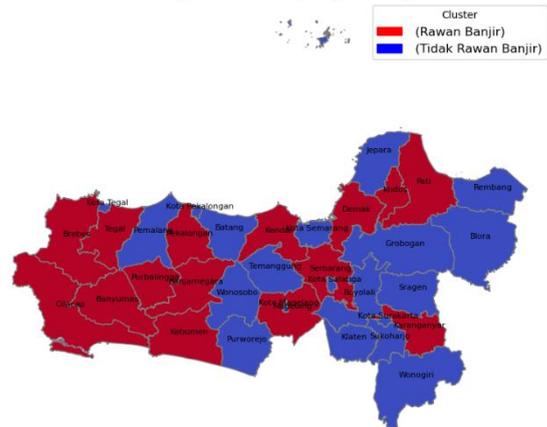
Tabel 5. Nilai *Silhouette Coefficient*

<i>Silhouette Coefficient</i>	Struktur
0,83748	<i>Strong</i>

Berdasarkan Tabel 5, klasterisasi daerah rawan banjir di Provinsi Jawa Tengah menghasilkan nilai *Silhouette Coefficient* sebesar 0,83748 (*strong*) menunjukkan bahwa pengelompokan memiliki struktur yang baik dan jelas. Nilai ini mengindikasikan bahwa metode *K-Medoids* efektif dalam memisahkan wilayah dengan tingkat kerawanan banjir yang berbeda.

Evaluasi ini diperkuat dengan melihat peta wilayah rawan banjir pada Gambar 6 berdasarkan geografi dan demografi Jawa Tengah. Gambar ini memberikan gambaran yang lebih mendalam tentang pengelompokan wilayah berdasarkan risiko banjir.

Peta Wilayah Rawan Banjir di Jawa Tengah



Gambar 7. Peta Wilayah Rawan Banjir di Jawa Tengah

Pada Gambar 7, Kabupaten Pati yang masuk dalam *Cluster 2* atau *cluster* dengan dampak banjir lebih besar mengonfirmasi kesesuaian klasterisasi dengan wilayah rawan banjir. Sehingga, evaluasi ini dapat menjadi dasar dalam merencanakan kebijakan mitigasi bencana yang lebih terfokus pada wilayah dengan risiko tinggi.

## PENUTUP

### Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian, dapat ditarik kesimpulan bahwa analisis *cluster* dengan metode *K-Medoids* menggunakan nilai  $k=2$ . Pelabelan dilakukan berdasarkan karakteristik jumlah kabupaten/kota menurut jenis bencana alam banjir. Dari perhitungan algoritma *K-Medoids*, terdapat 34 kabupaten/kota dengan kejadian banjir rendah dan 1 kabupaten/kota dengan kejadian banjir tinggi. Penerapan algoritma *K-Medoids* dalam pengelompokan daerah rawan banjir di Jawa Tengah mendapatkan nilai *Silhouette Coefficient* sebesar 0,83748. Nilai ini termasuk dalam kategori *strong*, menandakan bahwa pengelompokan yang dihasilkan memiliki struktur yang baik dan jelas.

### Saran

Berdasarkan temuan dan keterbatasan yang telah diidentifikasi, penelitian ini dapat diperluas dengan melakukan analisis mendalam terhadap faktor-faktor yang

memengaruhi kejadian banjir di masing-masing kabupaten/kota, seperti topografi, tata guna lahan, curah hujan, dan kapasitas drainase, guna mendapatkan pemahaman yang lebih komprehensif. Selain itu, integrasi data historis banjir yang lebih luas, termasuk kerugian ekonomi dan sosial jangka panjang, dapat memperkaya analisis dan perencanaan mitigasi. Cakupan penelitian juga dapat diperluas ke wilayah lain dengan karakteristik geografis dan demografis yang berbeda untuk meningkatkan generalisasi temuan. Eksplorasi tambahan terhadap faktor-faktor seperti curah hujan dan tata guna lahan juga disarankan untuk memberikan wawasan lebih mendalam terkait kerentanan banjir di daerah tertentu.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Botyarov, M., & Miller, E. E. (2022). Partitioning around medoids as a systematic approach to generative design solution space reduction. *Results in Engineering*, 15, 100544. <https://doi.org/10.1016/j.rineng.2022.100544>
- Dino. (2023). *Banjir: Pengertian, Penyebab, dan Dampaknya*. BPDB Jatim. <https://web.bpbd.jatimprov.go.id/2023/10/19/banjir-pengertian-penyebab-dan-dampaknya/>
- Doi, M. D., Rusgiyono, A., & Wuryandari, T. (2023). ANALISIS k-MEDOIDS DENGAN VALIDASI INDEKS PADA IPM DAERAH 3T DI INDONESIA. *Jurnal Gaussian*, 12(2), 178–188. <https://doi.org/10.14710/j.gauss.12.2.178-188>
- Farissa, R. A., Mayasari, R., & Umaidah, Y. (2021). Perbandingan Algoritma K-Means dan K-Medoids Untuk Pengelompokan Data Obat dengan Silhouette Coefficient di Puskesmas Karangasambung. *Journal of Applied Informatics and Computing*, 5(2), 109–116. <https://doi.org/10.30871/jaic.v5i1.3237>
- Hadi, B. S. (2024). BNPB: Indonesia Alami 4.940 Kali Bencana Selama 2023. *Antara News*. <https://www.antaranews.com/berita/3912381/bnpb-indonesia-alami-4940-kali-bencana-selama-2023>
- Haumahu, G., & Matdoan, M. Y. (2023). ALGORITMA K-MEDOIDS CLUSTERING UNTUK MENGELOMPOKKAN TINGKAT KEMISKINAN PADA KABUPATEN DAN KOTA DI KEPULAUAN MALUKU DAN PAPUA. *VARIANCE: Journal of Statistics and Its Applications*, 4(2), 81–88. <https://doi.org/10.30598/variancevol4iss2page81-87>
- Hidayat, R. S., Muttaqin, M. R., & Irmayanti, D. (2024). PENGELOMPOKAN DAERAH RAWAN BENCANA DI JAWA TENGAH MENGGUNAKAN ALGORITMA K-MEANS CLUSTERING. *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, 8(5), 10035–10042. <https://doi.org/10.36040/jati.v8i5.10880>
- Iklima, T., & Pujiyanta, A. (2023). Perbandingan Metode K-Means Clustering Dan Metode Ward Dalam Mengelompokkan Pelanggan Mall. *JURNAL FASILKOM*, 13(3), 349–357. <https://doi.org/10.37859/jf.v13i3.6040>
- Iman, A. N. (2023). BPBD Jateng: Kerugian Akibat Banjir Awal 2023 Capai Rp 16 M. *Detik Jateng*. <https://www.detik.com/jateng/berita/d-6510107/bpbd-jateng-kerugian-akibat-banjir-awal-2023-capai-rp-16-m>
- Kamila, I., Khairunnisa, U., & Mustakim, M. (2019). Perbandingan Algoritma K-Means dan K-Medoids untuk Pengelompokan Data Transaksi

- Bongkar Muat di Provinsi Riau. *Jurnal Ilmiah Rekayasa Dan Manajemen Sistem Informasi*, 5(1), 53–68.  
<https://doi.org/10.24014/rmsi.v5i1.7381>
- Khan, A. S. S., Fatekurohman, M., & Dewi, Y. S. (2023). Perbandingan Algoritma K-Medoids Dan K-Means Dalam Pengelompokan Kecamatan Berdasarkan Produksi Padi Dan Palawija Di Jember. *Jurnal Statistika Dan Komputasi*, 2(2), 67–75.  
<https://doi.org/10.32665/statkom.v2i2.2301>
- Martins, A. S. C., Araujo, L. R. de, & Penido, D. R. R. (2024). K-Medoids clustering applications for high-dimensionality multiphase probabilistic power flow. *International Journal of Electrical Power & Energy Systems*, 157, 109861.  
<https://doi.org/10.1016/j.ijepes.2024.109861>
- Nahdliyah, M. A., Widiharih, T., & Prahutama, A. (2019). METODE k-MEDOIDS CLUSTERING DENGAN VALIDASI SILHOUETTE INDEX DAN C-INDEX (Studi Kasus Jumlah Kriminalitas Kabupaten/Kota di Jawa Tengah Tahun 2018). *Jurnal Gaussian*, 8(2), 161–170.  
<https://doi.org/https://doi.org/10.14710/j.gauss.8.2.161-170>
- Novianti, A., Afnan, I. M., Utama, R. I. B., & Widodo, E. (2021). Grouping of Districts Based on Poverty Factors in Papua Province Uses The K-Medoids Algorithm. *Enthusiastic : International Journal of Applied Statistics and Data Science*, 1(2), 94–102.  
<https://doi.org/10.20885/enthusiastic.vol1.iss2.art6>
- Paembonan, S., & Abduh, H. (2021). Penerapan Metode Silhouette Coefficient untuk Evaluasi Clustering Obat. *PENA TEKNIK: Jurnal Ilmiah Ilmu-Ilmu Teknik*, 6(2), 48–54.  
[https://doi.org/10.51557/pt\\_jiit.v6i2.659](https://doi.org/10.51557/pt_jiit.v6i2.659)
- Rahayu, N. D., Sasmito, B., & Bashit, N. (2018). ANALISIS PENGARUH FENOMENA INDIAN OCEAN DIPOLE (IOD) TERHADAP CURAH HUJAN DI PULAU JAWA. *Jurnal Geodesi Undip*, 7(1), 57–67.  
<https://doi.org/https://doi.org/10.14710/jgundip.2017.19299>
- Rahmawati, T., Wilandari, Y., & Kartikasari, P. (2024). ANALISIS PERBANDINGAN SILHOUETTE COEFFICIENT DAN METODE ELBOW PADA PENGELOMPOKAN PROVINSI DI INDONESIA BERDASARKAN INDIKATOR IPM DENGAN K-MEDOIDS. *Jurnal Gaussian*, 13(1), 13–24.  
<https://doi.org/10.14710/j.gauss.13.1.13-24>
- 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>
- Sukmayadi, C., Primajaya, A., & Maulana, I. (2021). Penerapan Algoritma K-Medoids dalam Menentukan Daerah Rawan Banjir di Kabupaten Karawang. *INFORMAL: Informatics Journal*, 6(3), 187–196.  
<https://doi.org/10.19184/isj.v6i3.25423>
- Tambunan, H. B., Barus, D. H., Hartono, J., Alam, A. S., Nugraha, D. A., & Usman, H. H. (2020). Electrical Peak Load Clustering Analysis Using K-Means Algorithm and Silhouette Coefficient. *2020 International Conference on Technology and Policy in Energy and*

Electric Power (ICT-PEP), 258–262.

<https://doi.org/10.1109/ICT-PEP50916.2020.9249773>

Wira, B., Budianto, A. E., & Wiguna, A. S. (2019). IMPLEMENTASI METODE K-MEDOIDS CLUSTERING UNTUK MENGETAHUI POLA PEMILIHAN PROGRAM STUDI MAHASIWA BARU TAHUN 2018 DI UNIVERSITAS KANJURUHAN MALANG. RAINSTEK: Jurnal Terapan Sains & Teknologi, 1(3), 53–68.  
<https://doi.org/10.21067/jtst.v1i3.3046>

**STATKOM**  
JURNAL STATISTIKA DAN KOMPUTASI