ANALISIS KLASTER UNTUK PEMETAAN INDEKS RISIKO BENCANA DI PROVINSI KALIMANTAN BARAT

YUNUS EDUARD PENDRA
H1091191063

SKRIPSI

PROGRAM STUDI STATISTIK
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS TANJUNGPURA
PONTIANAK
2026

ANALISIS KLASTER UNTUK PEMETAAN INDEKS RISIKO BENCANA DI PROVINSI KALIMANTAN BARAT

YUNUS EDUARD PENDRA
H1091191063

Skripsi
Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Statistika pada Program Studi Statistika

PROGRAM STUDI STATISTIK
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS TANJUNGPURA
PONTIANAK
2026

LEMBAR PENGESAHAN

Judul Tugas Akhir	:	Analisis Klaster untuk Pemetaan Indeks Risiko Bencana di Provinsi Kalimantan Barat
Nama Mahasiswa	:	Yunus Eduard Pendra
NIM	:	H1091191063
Jurusan/Program Studi	:	Matematika/Statistika
Tanggal Lulus	:	6 Juli 2026
SK Pembimbing	:	3614/UN22.8/TD.06/2025
SK Penguji	:	4427/DST/UN22.8/DT.00.09/2026

Dosen Pembimbing

Pembimbing I	Pembimbing II
Dr. Evy Sulistianingsih, M.Sc	Hendra Perdana, M.Sc.
NIP. 198502172008122006	NIP. 198810102019031020

Dosen Penguji

Ketua Penguji	Anggota Penguji
Nurfitri Imro'ah, M.Si	Yuyun Eka Pratiwi, M.Aktr
NIP. 198907182019032021	NIP. 199403072024062003

Pimpinan Sidang (merangkap anggota penguji)	Sekretaris Sidang (merangkap anggota penguji)
Dr. Evy Sulistianingsih, M.Sc	Hendra Perdana, M.Sc.
NIP. 198502172008122006	NIP. 198810102019031020

Mengesahkan
Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Tanjungpura

Prof. Dr. Gusrizal, M.Si.
NIP. 197108022000031001

PERNYATAAN INTEGRITAS AKADEMIK

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama	:	Yunus Eduard Pendra
NIM	:	H1091191063
Program Studi/Jurusan	:	Statistika/Matematika
Fakultas	:	Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

dengan ini menyatakan bahwa dokumen ilmiah Tugas Akhir yang disajikan ini tidak mengandung unsur pelanggaran integritas akademik sesuai Peraturan Menteri Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi Republik Indonesia Nomor 39 Tahun 2021. Apabila di kemudian hari dokumen ilmiah Tugas Akhir ini mengandung unsur pelanggaran integritas akademik sesuai ketentuan perundangan tersebut, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dan/atau sanksi hukum yang berlaku.

Demikian pernyatan ini untuk digunakan sebagaimana mestinya.

Pontianak, Juli 2026



Yunus Eduard Pendra
H1091191063

Analisis Klaster untuk Pemetaan Indeks Risiko Bencana di Provinsi Kalimantan Barat

Abstrak

Provinsi Kalimantan Barat merupakan salah satu wilayah yang rentan terhadap bencana banjir. Setiap kabupaten/kota memiliki karakteristik kejadian dan dampak banjir yang berbeda, sehingga diperlukan pengelompokan wilayah untuk mengetahui pola kemiripan antarwilayah. Penelitian ini bertujuan menganalisis karakteristik kejadian dan dampak banjir serta mengelompokkan 14 kabupaten/kota di Provinsi Kalimantan Barat menggunakan analisis klaster hierarki. Variabel yang digunakan meliputi jumlah kejadian banjir, jumlah penduduk mengungsi dan terdampak akibat banjir, serta jumlah wilayah terendam. Data distandardisasi menggunakan *Z-score*, kemudian jarak antarobjek dihitung menggunakan *Euclidean distance*. Metode klaster hierarki yang dibandingkan adalah *single linkage*, *average linkage*, dan *complete linkage*, sedangkan jumlah klaster optimal ditentukan menggunakan *silhouette coefficient*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa jumlah klaster optimal adalah empat klaster dengan nilai *silhouette coefficient* tertinggi sebesar 0,57 pada metode *average linkage* dan *complete linkage*. Metode *average linkage* digunakan sebagai dasar interpretasi karena menghasilkan struktur pengelompokan yang relatif seimbang. Klaster 1 memiliki karakteristik kejadian dan dampak banjir rendah sehingga mitigasi diarahkan pada pemantauan rutin dan pemeliharaan drainase. Klaster 2 memiliki frekuensi kejadian relatif tinggi dan dampak sedang sehingga memerlukan penguatan kesiapsiagaan, jalur evakuasi, dan logistik dasar. Klaster 3 dominan pada frekuensi banjir tinggi sehingga perlu sistem peringatan dini dan pemetaan titik banjir berulang. Klaster 4 dominan pada dampak banjir tinggi sehingga perlu prioritas evakuasi, perlindungan kelompok rentan, dan rehabilitasi pascabanjir.

Kata Kunci: bencana, klaster, hidrometeorologi

Cluster Analysis for Mapping Disaster Risk Index in West Kalimantan Province

Abstract

West Kalimantan Province is one of the regions vulnerable to flood disasters. Each regency or city has different characteristics of flood occurrence and impact; therefore, regional clustering is needed to identify similarity patterns among areas. This study aims to analyze the characteristics of flood occurrence and impact and to cluster 14 regencies/cities in West Kalimantan Province using hierarchical cluster analysis. The variables used include the number of flood events, the number of displaced and affected residents due to floods, and the number of inundated areas. The data were standardized using the Z-score method, and the distance between objects was calculated using Euclidean distance. The hierarchical clustering methods compared were single linkage, average linkage, and complete linkage, while the optimal number of clusters was determined using the silhouette coefficient. The results showed that the optimal number of clusters was four, with the highest silhouette coefficient value of 0.57 obtained by the average linkage and complete linkage methods. The average linkage method was used as the basis for interpretation because it produced a relatively balanced clustering structure. Cluster 1 was characterized by low flood occurrence and impact. Cluster 2 had relatively high flood frequency and moderate impact. Cluster 3 was dominated by high flood frequency. Cluster 4 was dominated by high flood impact, requiring priority evacuation, protection of vulnerable groups, and post-flood rehabilitation.

Keywords: disaster, cluster, hydrometeorological

PRAKATA

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul "Analisis Klaster untuk Pemetaan Indeks Risiko Bencana di Provinsi Kalimantan Barat". Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Statistika pada Program Studi Statistika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Tanjungpura.

Dalam proses penyusunan skripsi ini, penulis menyadari bahwa penyelesaian skripsi tidak terlepas dari bantuan, bimbingan, dukungan, serta doa dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Ibu Dr. Evy Sulistianingsih, M.Sc. selaku Dosen Pembimbing Pertama yang telah memberikan bimbingan, arahan, masukan, serta motivasi kepada penulis selama proses penyusunan skripsi ini.
2. Bapak Hendra Perdana, M.Sc. selaku Dosen Pembimbing Kedua yang telah memberikan bimbingan, arahan, koreksi, serta saran yang sangat membantu dalam penyempurnaan skripsi ini.
3. Ibu Nurfitri Imro'ah, M.Si. selaku Dosen Penguji Pertama yang telah memberikan kritik, saran, dan masukan yang membangun demi penyempurnaan skripsi ini.
4. Ibu Yuyun Eka Pratiwi, M.Aktr. selaku Dosen Penguji Kedua yang telah memberikan kritik, saran, dan koreksi yang bermanfaat dalam penyusunan skripsi ini.
5. Bapak/Ibu Dosen di lingkungan Program Studi Statistika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Tanjungpura, yang telah memberikan ilmu, pengalaman, dan motivasi selama penulis menempuh pendidikan.
6. Orang tua dan keluarga tercinta yang senantiasa memberikan doa, dukungan, semangat, serta kasih sayang kepada penulis selama proses perkuliahan hingga penyusunan skripsi ini.

7. Teman-teman seperjuangan yang telah memberikan bantuan, semangat, dan dukungan selama masa perkuliahan maupun dalam proses penyusunan skripsi ini.
8. Semua pihak yang telah membantu penulis dalam penyusunan skripsi ini, baik secara langsung maupun tidak langsung, yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih memiliki kekurangan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi perbaikan di masa yang akan datang. Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca serta menjadi salah satu referensi dalam pengembangan ilmu pengetahuan, khususnya di bidang statistika dan kajian kebencanaan.

Pontianak, Juli 2026



Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN ..... **ii**
PERNYATAAN INTEGRITAS AKADEMIK ..... **iii**
Abstrak ..... **iv**
Abstract ..... **v**
PRAKATA ..... **vi**
DAFTAR ISI ..... **viii**
DAFTAR TABEL ..... **x**
DAFTAR GAMBAR ..... **xi**
DAFTAR SIMBOL ..... **xii**
BAB 1 PENDAHULUAN **1**
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Rumusan Masalah 3
1.3 Tujuan Penelitian 4
1.4 Batasan Masalah 4
1.5 Tinjauan Pustaka 5
1.6 Metodologi Penelitian 7
BAB II LANDASAN TEORI **10**
2.1. Bencana dan Risiko Bencana 10
2.2. Analisis Multivariat 11
2.3. Standarisasi Data 12
2.4. Analisis *Cluster* 12
2.5. Analisis Klaster Hierarki 13
2.6. Jarak Antar Objek 14
BAB III METODE *LINKAGE* DAN VALIDASI KLASTER **15**
3.1. *Single Linkage* 16
3.2. *Average Linkage* 17
3.3. *Complete Linkage* 18
3.4. *Silhouette Coefficient* 18
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN **21**
4.1 Deskripsi Data 21
4.2 Standarisasi Data 22
4.3 Penghitungan Jarak *Euclidean* 23
4.4 Pengklasteran Menggunakan Metode *Linkage* 24
4.4.1 Metode *Single Linkage* 25
4.4.2 Pengklasteran Menggunakan Metode *Average Linkage* 26
4.3.3 Pengklasteran Menggunakan Metode *Complete Linkage* 28
4.4 Penentuan Klaster Optimal Menggunakan *Silhouette Coefficient* 30
4.5 Pembahasan 34

BAB V PENUTUP 40
5.1. Kesimpulan 40
5.2. Saran 41
DAFTAR PUSTAKA 42

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Statistik Deskriptif Variabel Penelitian 19
Tabel 4.2 Nilai *Silhouette Coefficient* 30
Tabel 4.3 Rata-Rata Variabel pada Setiap Klaster 31

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1 Flowchart Penelitian 7
Gambar 4.1 Dendrogram Metode *Single Linkage* 23
Gambar 4.2 Dendrogram Metode *Average Linkage* 25
Gambar 4.3 Dendrogram Metode *Complete Linkage* 27
Gambar 4.4 Nilai *Silhouette* dengan Metode *Average Linkage* 29
Gambar 4.5 Dendrogram Pengelompokan Kabupaten/Kota di Kalimantan Barat 30

DAFTAR SIMBOL

X_1 = jumlah kejadian bencana

X_2 = jumlah penduduk mengungsi dan terdampak

X_3 = wilayah terendam

Z_{ij} = nilai standardisasi objek ke-i pada variabel ke-j

x_{ij} = nilai objek ke-i pada variabel ke-j

$\bar{x}_j$ = rata-rata variabel ke-j

s_j = standar deviasi variabel ke-j

d_{im} = jarak Euclidean antara objek ke-i dan objek ke-m

p = banyaknya variabel yang diamati

x_{mj} = nilai objek ke-m pada variabel ke-j

$d(A,B)$= jarak antara klaster Adan klaster B

A = klaster pertama

B = klaster kedua

$i \in A$ = objek ke-i yang menjadi anggota klaster A

$j \in B$ = objek ke-j yang menjadi anggota klaster B

$d(i,j)$ = jarak antara objek ke-i dan objek ke-j

n_A = banyaknya anggota pada klaster A

n_B = banyaknya anggota pada klaster B

min = nilai minimum atau nilai terkecil

max = nilai maksimum atau nilai terbesar

$s(i)$ = nilai *silhouette coefficient* untuk objek ke-i

$a(i)$ = rata-rata jarak objek ke-i terhadap objek lain dalam klaster yang sama

$b(i)$ = rata-rata jarak minimum objek ke-i terhadap klaster lain yang paling dekat

k = jumlah klaster

BAB 1
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan salah satu negara yang memiliki tingkat kerawanan bencana yang tinggi. Kondisi ini dipengaruhi oleh letak geografis, karakteristik iklim, serta dinamika lingkungan yang menyebabkan berbagai jenis bencana, terutama bencana hidrometeorologi berupa banjir, terjadi secara berulang di banyak wilayah. Badan Nasional Penanggulangan Bencana mencatat bahwa sepanjang tahun 2025, terjadi 2.997 kejadian bencana alam di Indonesia, dengan banjir dan cuaca ekstrem sebagai kejadian yang paling dominan. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa persoalan banjir masih menjadi isu penting yang perlu ditangani secara sistematis melalui upaya mitigasi dan pengurangan risiko bencana (Badan Nasional Penanggulangan Bencana [BNPB], 2025).

Provinsi Kalimantan Barat merupakan salah satu wilayah yang memiliki kerentanan tinggi terhadap bencana banjir. Kerentanan tersebut berkaitan dengan karakteristik wilayah Kalimantan Barat yang memiliki banyak daerah aliran sungai, curah hujan tinggi, wilayah dataran rendah, serta permukiman yang berdekatan dengan kawasan rawan genangan. Ertian et al. (2025) menunjukkan bahwa Kalimantan Barat masih sering mengalami banjir, dan pada periode 2018–2022 tercatat 139 kejadian banjir dengan pola yang berulang setiap tahun. Penelitian tersebut juga menjelaskan bahwa kerawanan banjir di Kalimantan Barat dipengaruhi oleh curah hujan yang tinggi, elevasi yang rendah, kemiringan lereng, serta perubahan tutupan lahan dalam jangka panjang. Ariyani et al. (2022) juga menunjukkan bahwa banjir merupakan salah satu bencana yang dominan di Kalimantan Barat dan berkaitan dengan kejadian hujan ekstrem. Dengan demikian, banjir menjadi salah satu persoalan kebencanaan yang penting untuk dikaji karena dapat menimbulkan dampak terhadap penduduk, wilayah permukiman, infrastruktur, serta aktivitas sosial ekonomi masyarakat.

Setiap kabupaten/kota di Provinsi Kalimantan Barat memiliki karakteristik kejadian dan dampak banjir yang berbeda. Ada wilayah yang mengalami frekuensi kejadian banjir tinggi, ada wilayah yang memiliki jumlah penduduk terdampak

besar, dan ada pula wilayah yang memiliki jumlah wilayah terendam lebih luas. Perbedaan karakteristik tersebut menunjukkan bahwa penanganan banjir tidak dapat dilakukan dengan pendekatan yang sama untuk seluruh wilayah. Oleh karena itu, diperlukan pemetaan atau pengelompokan wilayah berdasarkan kemiripan karakteristik kejadian dan dampak banjir agar pemerintah daerah dapat mengetahui kelompok wilayah yang memiliki pola risiko serupa.

Tingginya ancaman banjir di Kalimantan Barat menuntut adanya upaya mitigasi yang didasarkan pada informasi risiko yang akurat. Salah satu pendekatan yang dapat digunakan adalah pemetaan wilayah berdasarkan indikator kejadian dan dampak banjir. Dalam penelitian ini, indikator yang digunakan meliputi jumlah kejadian banjir, jumlah penduduk mengungsi dan terdampak akibat banjir, serta jumlah wilayah terendam. Jumlah kejadian banjir digunakan untuk menggambarkan frekuensi banjir pada setiap wilayah, jumlah penduduk mengungsi dan terdampak digunakan untuk menggambarkan dampak sosial terhadap masyarakat, sedangkan jumlah wilayah terendam digunakan untuk menggambarkan luasan atau cakupan dampak fisik banjir. Ketiga variabel tersebut digunakan sebagai indikator operasional kejadian dan dampak banjir, bukan sebagai pengukuran penuh seluruh komponen risiko bencana seperti ancaman, kerentanan, dan kapasitas. Pangestu et al. (2021) menunjukkan bahwa pemetaan indeks risiko bencana dapat memberikan informasi mengenai wilayah dengan tingkat risiko tinggi, sedang, dan rendah, sehingga bermanfaat dalam mendukung perencanaan dan kebijakan mitigasi. Desderius et al. (2024) juga menegaskan bahwa analisis tingkat risiko bencana dapat membantu upaya pengurangan dampak bencana di suatu wilayah.

Dalam konteks analisis data, salah satu metode yang dapat digunakan untuk mendukung pemetaan kejadian dan dampak banjir adalah analisis klaster. Analisis klaster memungkinkan pengelompokan wilayah berdasarkan kemiripan karakteristik tertentu, sehingga wilayah-wilayah yang memiliki profil kejadian dan dampak banjir serupa dapat ditempatkan dalam kelompok yang sama. Metode ini relevan digunakan ketika peneliti ingin menyederhanakan data yang kompleks menjadi beberapa kelompok yang lebih mudah diinterpretasikan. Hayati et al. (2024) menunjukkan bahwa pengelompokan data bencana dapat digunakan untuk

mendukung upaya mitigasi karena setiap wilayah memiliki karakteristik dampak bencana yang berbeda. Selain itu, Khoirunnisa dan Rahmawati (2024) memperlihatkan bahwa metode klaster dapat digunakan untuk mengelompokkan intensitas bencana alam di Indonesia dan menghasilkan kelompok dengan karakteristik yang berbeda-beda, sehingga berguna dalam perumusan langkah pencegahan dan penanggulangan yang lebih terarah.

Penelitian ini menggunakan analisis klaster hierarki karena metode tersebut mampu membentuk pengelompokan wilayah secara bertahap berdasarkan tingkat kemiripan antarobjek dan hasilnya dapat divisualisasikan melalui dendrogram. Dalam analisis klaster hierarki, metode penggabungan klaster dapat memengaruhi hasil pengelompokan. Oleh karena itu, penelitian ini membandingkan tiga metode *linkage*, yaitu *single linkage*, *average linkage*, dan *complete linkage*. *Single linkage* menggabungkan klaster berdasarkan jarak terdekat antaranggota, *average linkage* menggunakan rata-rata jarak antaranggota, sedangkan *complete linkage* menggunakan jarak terjauh antaranggota klaster. Perbandingan ketiga metode tersebut dilakukan untuk memperoleh hasil pengelompokan yang paling sesuai dengan karakteristik data banjir di Provinsi Kalimantan Barat.

Meskipun penelitian mengenai bencana dan pengelompokan wilayah telah banyak dilakukan, kajian yang secara khusus mengelompokkan kabupaten/kota di Provinsi Kalimantan Barat berdasarkan indikator kejadian dan dampak banjir dengan pendekatan analisis klaster hierarki masih terbatas. Oleh karena itu, penelitian ini penting dilakukan untuk memperoleh gambaran kelompok wilayah berdasarkan jumlah kejadian banjir, jumlah penduduk mengungsi dan terdampak akibat banjir, serta jumlah wilayah terendam. Hasil pengelompokan tersebut diharapkan dapat mendukung perencanaan mitigasi dan kebijakan penanggulangan banjir yang lebih tepat sasaran sesuai dengan karakteristik masing-masing kelompok wilayah.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

a. Bagaimana karakteristik kejadian dan dampak bencana pada kabupaten/kota di Provinsi Kalimantan Barat berdasarkan indikator jumlah kejadian bencana, jumlah penduduk mengungsi dan terdampak, serta wilayah terendam?
b. Bagaimana hasil pengelompokan kabupaten/kota di Provinsi Kalimantan Barat berdasarkan kemiripan karakteristik kejadian dan dampak bencana menggunakan analisis klaster hierarki dengan metode *single linkage*, *average linkage*, dan *complete linkage*?
c. Bagaimana kualitas dan karakteristik klaster yang terbentuk berdasarkan validasi *silhouette coefficient*, serta implikasinya terhadap prioritas mitigasi dan penanggulangan bencana di Provinsi Kalimantan Barat?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah tersebut, tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut.

a. Menganalisis karakteristik kejadian dan dampak bencana pada kabupaten/kota di Provinsi Kalimantan Barat berdasarkan indikator jumlah kejadian bencana, jumlah penduduk mengungsi dan terdampak, serta wilayah terendam.
b. Mengelompokkan kabupaten/kota di Provinsi Kalimantan Barat berdasarkan kemiripan karakteristik kejadian dan dampak bencana menggunakan analisis klaster hierarki dengan metode *single linkage*, *average linkage*, dan *complete linkage*.
c. Mengevaluasi kualitas klaster menggunakan *silhouette coefficient* serta menginterpretasikan karakteristik klaster yang terbentuk sebagai dasar perumusan prioritas mitigasi dan penanggulangan bencana di Provinsi Kalimantan Barat.

1.4 Batasan Masalah

Agar penelitian lebih terarah dan sesuai dengan tujuan yang ingin dicapai, batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

a. Wilayah penelitian dibatasi pada 14 kabupaten/kota di Provinsi Kalimantan Barat.
b. Data yang digunakan merupakan data sekunder mengenai kejadian dan dampak banjir yang bersumber dari Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB) tahun 2025.
c. Variabel penelitian dibatasi pada indikator kejadian dan dampak banjir yang bersifat kuantitatif, yaitu jumlah kejadian banjir, jumlah penduduk mengungsi dan terdampak akibat banjir, serta jumlah wilayah terendam.
d. Penelitian ini hanya membahas pengelompokan wilayah berdasarkan kemiripan karakteristik kejadian dan dampak banjir, bukan menghitung risiko bencana secara menyeluruh berdasarkan seluruh komponen ancaman, kerentanan, dan kapasitas.
e. Metode yang digunakan dibatasi pada analisis klaster hierarki dengan metode *single linkage, average linkage*, dan *complete linkage*, sedangkan penentuan jumlah klaster optimal dilakukan menggunakan *silhouette coefficient*.

1.5 Tinjauan Pustaka

Penelitian mengenai pengelompokan wilayah berdasarkan karakteristik kebencanaan telah banyak dilakukan dengan menggunakan berbagai metode analisis klaster. Analisis klaster digunakan karena mampu mengelompokkan objek berdasarkan tingkat kemiripan karakteristik tertentu, sehingga wilayah yang memiliki pola kejadian dan dampak bencana yang serupa dapat ditempatkan dalam kelompok yang sama. Dalam konteks mitigasi bencana, hasil pengelompokan tersebut dapat membantu memberikan gambaran awal mengenai wilayah yang memerlukan perhatian lebih besar dalam perencanaan penanggulangan bencana.

Hayati *et al*. (2024) melakukan pengelompokan provinsi di Indonesia berdasarkan jumlah kejadian dan dampak bencana banjir menggunakan metode *Fuzzy C-Means*. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa pengelompokan wilayah dapat digunakan untuk mengidentifikasi provinsi dengan karakteristik risiko banjir yang berbeda. Penelitian ini relevan karena sama-sama membahas pengelompokan wilayah berdasarkan data kebencanaan. Namun, penelitian

tersebut masih berfokus pada skala provinsi dan hanya membahas satu jenis bencana, yaitu banjir.

Khoirunnisa dan Rahmawati (2024) membandingkan metode *K-Means* dan *K-Medoids* dalam pengelompokan intensitas bencana alam di Indonesia. Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode klaster mampu membentuk kelompok wilayah dengan karakteristik intensitas bencana yang berbeda-beda. Penelitian tersebut menunjukkan bahwa pendekatan klasterisasi dapat digunakan sebagai dasar awal dalam menentukan strategi pencegahan dan penanggulangan bencana. Perbedaannya, penelitian tersebut dilakukan pada level nasional, sedangkan penelitian ini berfokus pada kabupaten/kota di Provinsi Kalimantan Barat.

Firdaus dan Sofro (2022) menganalisis pengelompokan provinsi di Indonesia berdasarkan data intensitas bencana alam tahun 2017–2021 menggunakan metode *K-Means Clustering* dan *Fuzzy C-Means Clustering*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode *Fuzzy C-Means* memberikan hasil pengelompokan yang lebih baik dibandingkan *K-Means* pada data yang digunakan. Penelitian tersebut memperkuat bahwa analisis klaster sesuai digunakan untuk mengelompokkan wilayah berdasarkan karakteristik kebencanaan. Namun, penelitian tersebut masih menggunakan pendekatan klaster nonhierarki dan objek kajiannya berada pada tingkat provinsi.

Reinaldi *et al*. (2021) membandingkan metode *single linkage*, *complete linkage*, dan *average linkage* dalam analisis kesejahteraan masyarakat kabupaten/kota di Jawa Timur. Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode *average linkage* menghasilkan kinerja terbaik berdasarkan nilai *silhouette index*. Walaupun penelitian tersebut tidak membahas bencana, penelitian ini relevan dari sisi metodologi karena menggunakan analisis klaster hierarki dan membandingkan beberapa metode *linkage*. Hal ini menjadi dasar bahwa perbandingan metode *linkage* penting dilakukan untuk memperoleh hasil pengelompokan yang lebih optimal.

Berdasarkan penelitian terdahulu, analisis klaster telah banyak digunakan untuk mengelompokkan wilayah berdasarkan karakteristik kebencanaan maupun karakteristik sosial lainnya. Namun, kajian yang secara khusus mengelompokkan kabupaten/kota di Provinsi Kalimantan Barat berdasarkan indikator jumlah

kejadian bencana, jumlah penduduk mengungsi dan terdampak, serta wilayah terendam dengan pendekatan klaster hierarki masih terbatas. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan dengan membandingkan metode *single linkage*, *average linkage*, dan *complete linkage*, serta menggunakan *silhouette coefficient* untuk memperoleh hasil pengelompokan yang optimal.

1.6 Metodologi Penelitian

Penelitian ini menggunakan data sekunder yang diperoleh dari Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB) tahun 2025. Objek penelitian adalah 14 kabupaten/kota di Provinsi Kalimantan Barat, dengan variabel yang digunakan meliputi jumlah kejadian banjir, jumlah penduduk mengungsi dan terdampak akibat banjir, serta jumlah wilayah terendam. Ketiga variabel tersebut digunakan untuk menggambarkan karakteristik kejadian dan dampak banjir pada masing-masing kabupaten/kota.

Tahapan penelitian diawali dengan studi literatur untuk memperoleh landasan teori mengenai banjir, risiko bencana, analisis multivariat, analisis klaster hierarki, metode *linkage*, jarak *Euclidean*, standardisasi *Z-score*, dan *silhouette coefficient*. Selanjutnya, data yang telah dikumpulkan dianalisis secara deskriptif untuk mengetahui gambaran umum karakteristik kejadian dan dampak banjir pada setiap kabupaten/kota. Analisis deskriptif dilakukan melalui nilai minimum, median, rata-rata, maksimum, dan standar deviasi pada setiap variabel penelitian.

Sebelum dilakukan analisis klaster, data distandardisasi menggunakan metode *Z-score*. Standardisasi dilakukan karena variabel penelitian memiliki satuan dan rentang nilai yang berbeda. Variabel jumlah kejadian banjir memiliki skala yang relatif kecil, sedangkan jumlah penduduk mengungsi dan terdampak serta jumlah wilayah terendam memiliki skala yang lebih besar. Oleh karena itu, standardisasi *Z-score* digunakan agar seluruh variabel berada pada skala yang sebanding dan tidak ada variabel yang mendominasi proses penghitungan jarak.

Setelah data distandardisasi, tahap berikutnya adalah menghitung jarak antarobjek menggunakan *Euclidean distance*. Jarak *Euclidean* digunakan karena data penelitian berbentuk kuantitatif dan telah distandardisasi, sehingga ukuran jarak ini dapat menggambarkan tingkat kemiripan atau ketakmiripan antar

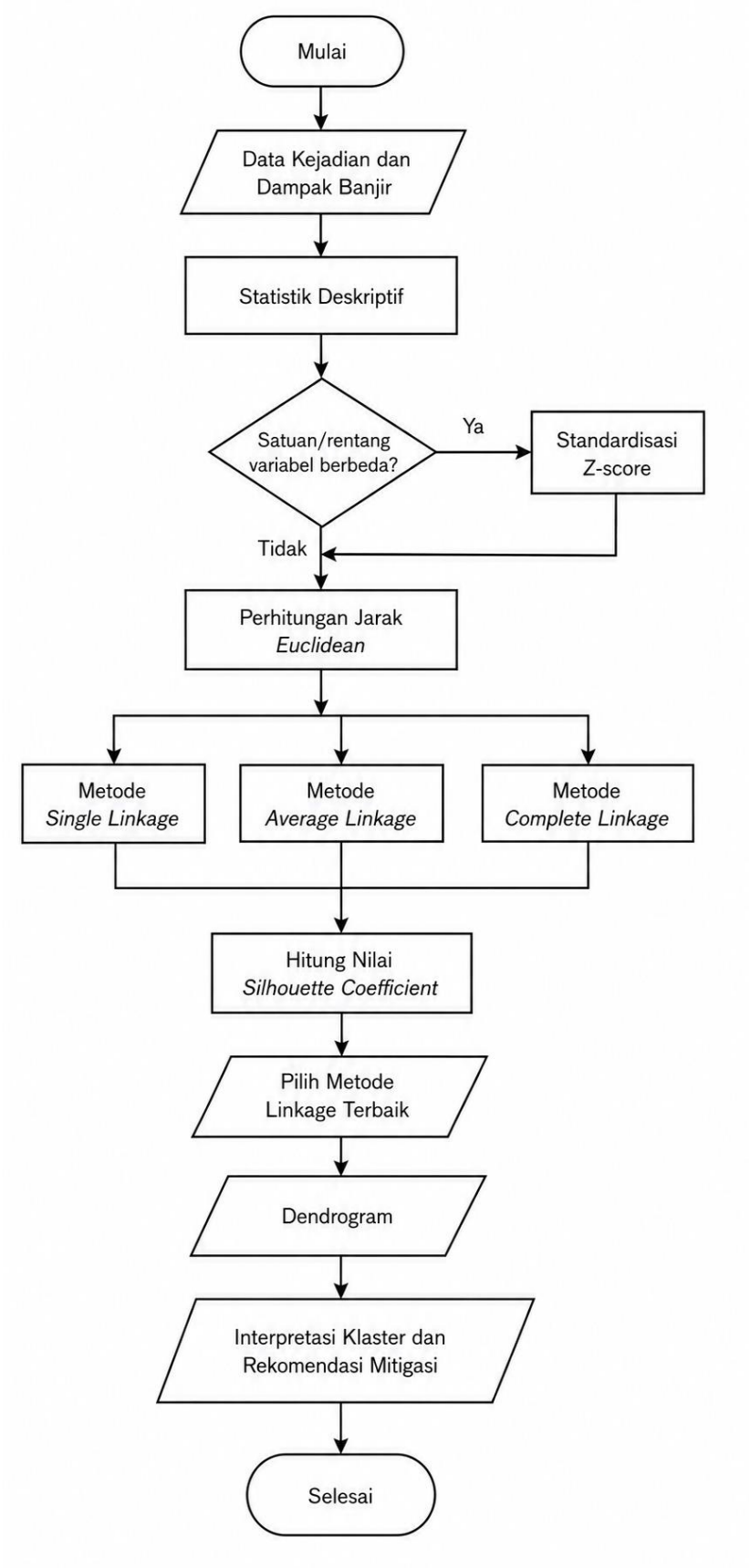
kabupaten/kota berdasarkan seluruh variabel yang diamati. Semakin kecil jarak antarwilayah, semakin tinggi kemiripan karakteristik kejadian dan dampak banjir pada wilayah tersebut.

Proses pengelompokan dilakukan menggunakan analisis klaster hierarki dengan tiga metode, yaitu *single linkage*, *average linkage*, dan *complete linkage*. Ketiga metode tersebut dibandingkan karena masing-masing memiliki kriteria penggabungan klaster yang berbeda. Metode *single linkage* menggunakan jarak terdekat antaranggota klaster, *average linkage* menggunakan rata-rata jarak antaranggota klaster, sedangkan *complete linkage* menggunakan jarak terjauh antaranggota klaster. Perbandingan ini dilakukan untuk memperoleh metode pengelompokan yang paling sesuai dengan karakteristik data banjir di Provinsi Kalimantan Barat.

Hasil pengelompokan dari masing-masing metode kemudian dievaluasi menggunakan *silhouette coefficient* untuk menentukan jumlah klaster dan metode pengelompokan yang paling optimal. Nilai *silhouette coefficient* digunakan karena mampu menilai kualitas klaster berdasarkan kekompakan objek dalam klaster yang sama dan keterpisahan objek dari klaster lain. Metode dan jumlah klaster dengan nilai *silhouette coefficient* tertinggi dipilih sebagai hasil pengelompokan terbaik.

Tahap akhir penelitian adalah menginterpretasikan karakteristik setiap klaster berdasarkan indikator kejadian dan dampak banjir. Interpretasi dilakukan dengan membandingkan rata-rata variabel pada setiap klaster, sehingga diperoleh kategori karakteristik seperti rendah, sedang, atau tinggi secara relatif berdasarkan data penelitian. Selain itu, hasil klaster digunakan untuk menyusun rekomendasi mitigasi banjir sesuai dengan karakteristik masing-masing kelompok wilayah.

Hasil akhir penelitian disajikan dalam bentuk tabel statistik deskriptif, hasil standardisasi, contoh perhitungan jarak *Euclidean*, *dendrogram* setiap metode *linkage*, nilai *silhouette coefficient*, tabel rata-rata variabel setiap klaster, serta uraian interpretatif. Penyajian tersebut bertujuan untuk mempermudah pemahaman terhadap pola pengelompokan kabupaten/kota di Provinsi Kalimantan Barat berdasarkan karakteristik kejadian dan dampak banjir. Dengan demikian, hasil analisis tidak hanya menunjukkan pembagian klaster, tetapi juga memberikan informasi mengenai karakteristik masing-masing kelompok wilayah yang dapat dijadikan dasar dalam menentukan prioritas mitigasi banjir.



Gambar 1. Flowchart Penelitian