JDSP
Jurnal Data Science Penusa
E-ISSN: 1234-5678

Sistem Informasi Geografis Pemetaan Berbasis Web Untuk Pengelompokkan Banjir Di Kecamatan Medan Sunggal Dengan Metode K-Means Clustering

Anima Hati Ndruru[1)*], Megaria Purba[2)]
[1, 2]Sekolah Tinggi Manajemen Informatika Dan Komputer Pelita Nusantara
[1]animandruru239@gmail.com, [2]megariapurba18@gmail.com

Received: 23 August 2025 Accepted: 25 Juni 2026 Published: 10 July 2026
Pp. 208-221

***Penulis Koresponden**

Kata Kunci:
Sistem Informasi Geografis
K-Means Clustering
Banjir
Kecamatan Medan Sunggal
Pemetaan Kerawanan
Mitigasi Bencana

JDSP: Jurnal Data Science Penusa is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International (CC BY-NC 4.0).

Banjir merupakan salah satu bencana alam yang kerap melanda Kecamatan Medan Sunggal, Kota Medan, Sumatera Utara. Faktor penyebab utama di antaranya curah hujan tinggi, topografi wilayah yang datar, meluapnya Sungai Deli, serta sistem drainase yang tidak memadai. Kondisi ini menimbulkan kerugian signifikan bagi masyarakat, baik berupa kerusakan infrastruktur, gangguan aktivitas ekonomi, maupun peningkatan risiko kesehatan. Upaya mitigasi banjir di wilayah ini masih menghadapi kendala karena keterbatasan sistem pemetaan dan pemantauan berbasis lokasi. Penelitian ini menawarkan solusi dengan mengembangkan SIG dengan sistem yang diterapkan di website yang memanfaatkan metode K-Means Clustering untuk memetakan tingkat kerawanan banjir. Data spasial dianalisis berdasarkan parameter intensitas curah hujan, kemiringan lereng, dan jarak terhadap aliran sungai, kemudian dikelompokkan ke dalam beberapa zona kerawanan. Hasil clustering divisualisasikan dalam bentuk peta interaktif guna mempermudah interpretasi dan perencanaan mitigasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa wilayah penelitian terbagi ke dalam tiga zona kerawanan, yaitu Zona Tinggi (enam lokasi, termasuk Jl. Perjuangan dan Jl. Sei Mencirim), Zona Sedang (tiga lokasi, termasuk Jl. PDAM Sunggal dan Jl. Gatot Subroto), serta Zona Rendah (satu lokasi, yaitu Jl. Setia Budi). Visualisasi spasial ini memberikan gambaran yang komprehensif mengenai distribusi risiko banjir di Kecamatan Medan Sunggal, sehingga dapat menjadi dasar bagi masyarakat dan pemangku kebijakan dalam menyusun strategi mitigasi bencana yang lebih efektif dan terarah.

PENDAHULUAN

Pada era transformasi teknologi dalam berbagai sektor kehidupan, termasuk dalam upaya mitigasi bencana alam. Salah satu teknologi yang mengalami perkembangan signifikan ialah Sistem Informasi Geografis (SIG). SIG berfungsi sebagai instrumen analitik yang mampu menyajikan data spasial secara visual guna mendukung pengambilan keputusan berbasis lokasi. Dalam konteks kebencanaan, khususnya banjir, SIG dimanfaatkan untuk memantau kondisi geografis, mengidentifikasi kawasan dengan tingkat kerawanan tinggi, serta menyajikan representasi visual yang mempermudah proses perencanaan evakuasi. Sejalan dengan kemajuan teknologi digital, SIG terus berkembang, baik dari sisi kapabilitas fungsional maupun antarmuka yang semakin ramah pengguna, sehingga menjadikannya solusi yang efektif dalam pengelolaan risiko bencana. sig terus berkembang untuk meningkatkan akurasi dalam mempengelompokkan potensi daerah rawan banjir berdasarkan pola spasial dan temporal. Metode K-means clustering memungkinkan analisis yang lebih cepat dan akurat dalam mengelompokkan wilayah berdasarkan tingkat risiko banjir, sehingga dapat memperbaiki efektivitas perencanaan mitigasi dan evakuasi, khususnya di Kecamatan Medan Sunggal.

Kecamatan Medan Sunggal, yang berada di Kota Medan, Sumatera Utara, ialah wilayah yang rentan terhadap bencana banjir. Beberapa faktor berkontribusi pada fenomena ini, antara lain tingginya curah hujan, topografi wilayah yang relatif datar, serta adanya Sungai Deli yang sering meluap setelah hujan deras. Selain faktor alam, sistem drainase yang kurang memadai juga memperburuk dampak banjir di daerah ini. Sebagai akibatnya, masyarakat menghadapi berbagai kerugian, termasuk kerusakan properti, gangguan aktivitas ekonomi, serta kerusakan infrastruktur seperti jalan dan jembatan. Banjir juga meningkatkan potensi penyebaran penyakit akibat pencemaran lingkungan. Untuk mengurangi dampak banjir Yang sering terjadi secara mendadak, diperlukan teknologi yang dapat mempengelompokkan kejadian banjir. BMKG mmberikan informasi kondisi cuaca / alam secara menyeluruh sedangkan khusus untuk wilayah kecamatan Medan Sunggal belum ada. Pemantauan potensi banjir, BMKG tidak secara spesifik melakukan pemantauan terhadap kawasan rawan banjir di Kecamatan Medan Sunggal. Keterbatasan sistem pemantauan dan pengelompokkan yang ada saat ini membuat upaya mitigasi belum optimal. Dengan demikian, dibutuhkan pendekatan berbasis teknologi yang adaptif guna memperkuat kapasitas kesiapsiagaan masyarakat dan pemerintah dalam merespons potensi ancaman banjir secara lebih efektif dan terstruktur.

Beberapa penelitian sebelumnya telah mengembangkan metode pemetaan risiko banjir dengan menggunakan sig. Misalnya, studi kasus yang menerapkan dengan menggunakan metode AHP telah diterapkan untuk menentukan daerah yang rentan terhadap banjir. Dengan mempertimbangkan faktor hidrologi dan penggunaan lahan. metode ini memungkinkan pemetaan risiko yang lebih sistematis. Faktor-faktor utama yang dianalisis mencakup curah hujan, sistem drainase, serta perubahan pola pemanfaatan lahan (Ramadhani et al., 2022). Selain itu, penelitian lain yang diterapkan di Kota Padang yang menggunakan sig untuk memetakan kerawanan banjir berdasarkan kemiringan lereng dan pola aliran sungai, yang hasilnya menunjukkan tingkat akurasi yang lebih baik dibandingkan pendekatan konvensional. Dengan demikian, hasil analisis sig ini dapat di jadikan dasar untuk menyusun strategi mitigasi bencana yang lebih efektif (Mulia & Handayani, 2024). Namun penerepan sig dalam pemetaan daerah rawan banjir di Kecamatan Medan Sunggal yang belum mamadai. Sehingga perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk menghasilkan pemetaan yang lebih akurat.

Algoritma K-Means ialah salah satu metode pemecahan masalah dalam pengelompokan data (clustering) yang banyak dipakai karena kemampuannya dalam mengidentifikasi pola berdasarkan kemiripan karakteristik antar data. Hasil dari proses ini berupa sekumpulan klaster yang merepresentasikan kelompok data dengan karakteristik serupa. Dalam konteks penelitian ini, algoritma K-Means diaplikasikan untuk mengklasifikasikan wilayah berdasarkan tingkat kerentanan terhadap banjir. Pengelompokan dilakukan dengan mempertimbangkan parameter-parameter tertentu, seperti intensitas curah hujan dan kedekatan dengan aliran sungai. Selanjutnya, hasil klasterisasi divisualisasikan melalui platform SIG berbasis web guna mempermudah interpretasi dan pemanfaatan informasi secara interaktif. Hasil dari proses ini disebut dengan cluster atau kelompok data. Salah satu alasan kenapa algoritma ini banyak dipakai ialah karena cara kerjanya yang sederhana dan cukup mudah untuk diimplementasikan. Algoritma ini bisa memisahkan data berdasarkan ruang atau fitur-fitur yang ada dengan cukup akurat, terutama kalau bentuk datanya mendekati bulat atau terkumpul dalam satu area.(Sembiring et al., 2022). Metode K-means clustering dimanfaatkan untuk menganalisis tingkat kerawanan banjir di kecamatan Medan Sunggal berdasarkan berbagai faktor yang mempengaruhi, seperti, curah hujan, dan jarak aliran sungai. Dengan menggunakan pendekatan ini, wilayah yang berpotensi mengalami banjir dapat diidentifikasi melalui pengolahan data spasial yang sistematis. Hasil analisis kemudian divisualisasikan dalam bentuk peta berbasis web, yang dapat memberikan gambaran yang lebih jelas serta menjadi acuan dalam perencanaan mitigasi bencana bagi masyarakat dan pemangku kebijakan dalam upaya mitigasi dan penanggulangan banjir.

TINJAUAN LITERATUR

K-Means

Algoritma K-means termasuk dalam kelompok algoritma partisional karena memerlukan penentuan jumlah klaster (k) di awal, serta pemilihan nilai centroid awal. Proses klasterisasi dilakukan secara iteratif, dimana data dibagi ke dalam kelompok berdasarkan kedekatannya dengan centroid, kemudian centroid diperbarui hingga mencapai konvergensi. Output dari algoritma ini ialah posisi akhir centroid dan struktur klaster yang terbentuk.

Pemilihan awal centroid dilakukan secara acak, dan hal ini memengaruhi jumlah iterasi yang dibutuhkan untuk mencapai hasil akhir. Oleh karena itu, dalam pengembangan K-means, strategi penentuan centroid berdasarkan kepadatan awal data dapat diterapkan untuk meningkatkan efisiensi algoritma. Hung et al. dalam penelitiannya memodifikasi pendekatan pemilihan centroid guna menyederhanakan proses dan mempercepat kinerja klasterisasi. (Indraputra & Fitriana, 2020).

Adapun cara penerapan algoritma clustering dengan metode K-means adalah sebagai berikut (Dinata, Safwandi, Hasdyna, & Azizah, 2020):

1. Menentukan Jumlah Klaster (k)
   Langkah awal ialah menetapkan nilai k sebagai jumlah klaster yang ingin dibentuk dari data.
2. Inisialisasi Centroid Awal Secara Acak
   Sebanyak k centroid awal dipilih secara acak. Selanjutnya, dilakukan perhitungan jarak antara setiap data terhadap masing-masing centroid menggunakan rumus Euclidean Distance:

$$D_{ij} = \sqrt{\sum_{i=1}^{n} (x_{1-}y_1)^2 + (x_{2-}y_2)^2 + \ldots + (x_{i-}y_i)^2}$$

   Dimana:

   D_{ij} = Jarak Euclidean antara **data ke-i** dengan **centroid *cluster* ke-j**
   x_i = Nilai atribut ke-**i** dari suatu data (misalnya: kemiringan, curah hujan, jenis tanah, dll).
   n = Jumlah atribut atau dimensi yang digunakan (misal: 3 jika ada 3 atribut → kemiringan, curah hujan, jenis tanah).
   $\sum_{i=1}^{n}$ = Menunjukkan bahwa kita menjumlahkan selisih kuadrat antara masing-masing atribut dari data dan centroid-nya.
3. Menentukan Keanggotaan Klaster
   Setiap data akan dikelompokkan ke dalam klaster dengan centroid terdekat berdasarkan jarak terkecil.

4. Memperbarui Centroid
   Centroid setiap klaster diperbarui dengan menghitung rata-rata dari seluruh data yang termasuk dalam klaster tersebut.
5. Iterasi Hingga Konvergen
   Langkah 2 hingga 4 diulang hingga tidak terjadi lagi perubahan keanggotaan data dalam klaster, atau hingga nilai centroid stabil.

Sistem Informasi Geografis

Sistem Informasi Geografis (SIG) ialah suatu sistem berbasis komputer yang dirancang untuk mengelola, memproses, dan menganalisis data spasial serta data atribut yang terkait guna menghasilkan informasi berbasis lokasi. SIG berfungsi sebagai platform integratif yang menghubungkan informasi geografis dengan berbagai jenis data lainnya untuk mendukung proses pengumpulan, penyimpanan, pengelolaan, analisis, hingga visualisasi data yang memiliki referensi keruangan. Melalui pemanfaatan teknologi komputer dan perangkat lunak khusus, SIG mampu menggabungkan berbagai sumber data seperti peta digital, citra satelit, informasi demografis, dan atribut tambahan lainnya dalam satu sistem terpadu yang dapat digunakan untuk kegiatan pemetaan, analisis spasial, serta mendukung pengambilan keputusan secara berbasis lokasi (Surmanti et al., 2022).

Secara sederhana, SIG dapat dipahami sebagai suatu teknologi berbasis komputer yang dikembangkan untuk mengelola, memproses, dan memanfaatkan data yang berkaitan dengan lokasi di permukaan bumi. Melalui SIG, pengguna dapat melakukan visualisasi, analisis, serta interpretasi informasi spasial secara lebih efektif dan efisien. Dalam konteks ilmiah, SIG berfungsi sebagai instrumen yang mampu mengintegrasikan data keruangan dengan data atribut, sehingga mempermudah dalam mengidentifikasi pola, hubungan, serta tren yang berkaitan dengan fenomena geografi. Sejalan dengan pendapat Bernhardsen, SIG pada dasarnya merupakan seperangkat sistem yang dirancang untuk mengumpulkan, menyimpan, mengolah, serta menganalisis objek atau fenomena yang memiliki dimensi keruangan, di mana aspek lokasi menjadi komponen utama dalam proses analisis tersebut (Raharjo, 2021)

SIG memiliki peran strategis dalam berbagai sektor, seperti mitigasi bencana, perencanaan tata ruang, serta pengelolaan sumber daya alam. Dalam bidang penanggulangan bencana, SIG berfungsi sebagai alat untuk mengidentifikasi dan memetakan wilayah dengan potensi risiko tinggi, seperti daerah rawan banjir, longsor, maupun gempa bumi. Melalui pemanfaatan data spasial yang akurat, SIG memungkinkan penyediaan informasi yang lebih tepat guna, sehingga dapat mendukung pengambilan keputusan yang cepat dan efektif oleh pemerintah maupun masyarakat dalam upaya peningkatan kesiapsiagaan dan respons terhadap bencana (Derajat et al., 2021).

Sig juga memungkinkan analisis spasial dengan menggabungkan berbagai parameter, seperti jarak sungai, curah hujan, kemiringan lereng, serta penggunaan lahan untuk mengidentifikasi wilayah yang memiliki risiko tinggi terhadap bencana, khususnya banjir. Hasil analisis ini kemudian dapat divisualisasikan dalam bentuk peta tematik yang dapat diakses oleh berbagai pihak terkait, termasuk melalui platform berbasis web untuk mempermudah penyebaran informasi (Jakarta, 2022).

Salah satu komponen krusial dalam penerapan SIG ialah adanya alur kerja yang sistematis, di mana setiap tahapan analisis menghasilkan keluaran yang menjadi dasar bagi proses selanjutnya. Meskipun demikian, pelaksanaan secara manual kerap kali memerlukan waktu yang cukup lama dan sumber daya yang besar, terutama ketika terjadi perubahan data input atau diperlukan penyesuaian terhadap parameter analisis. Untuk menjawab tantangan tersebut, diterapkan metode K-Means Clustering yang memungkinkan integrasi berbagai lapisan data spasial, sehingga proses identifikasi wilayah rawan banjir dapat dilakukan secara lebih efisien, otomatis, dan terstruktur (Ezrahayu, 2024).

Hasil Penelitian

Tahapan ini menekankan pada proses identifikasi sekaligus analisis terhadap jenis dan sumber data yang relevan bagi pengembangan SIG berbasis web, yang difokuskan pada pemetaan serta pengelompokan tingkat kerawanan banjir di Kecamatan Medan Sunggal. Data yang diperoleh akan dijadikan sebagai masukan utama dalam analisis spasial, terutama pada tahap penerapan metode K-Means Clustering untuk mengklasifikasikan wilayah berdasarkan tingkat risiko banjir. Lebih lanjut, hasil pengolahan data tersebut akan disajikan dalam bentuk peta digital interaktif yang dapat digunakan sebagai dasar dalam pengambilan keputusan berbasis keruangan. Secara garis besar, data yang diperlukan dalam penelitian ini mencakup:

Data Lokasi

Data ini mencakup nama kelurahan atau titik wilayah di Kecamatan Medan Sunggal yang memiliki potensi terdampak banjir, beserta titik koordinat (latitude dan longitude). Data ini digunakan untuk menampilkan lokasi secara spasial pada peta digital.

1. Data Kemiringan Lereng
   Data ini menunjukkan derajat kemiringan lahan di tiap titik wilayah. Wilayah dengan kemiringan rendah cenderung lebih rawan banjir karena aliran air yang melambat dan tertahan. Data diukur dalam satuan derajat (°) dan diperoleh dari data topografi wilayah Medan Sunggal.

2. Data Curah Hujan
   Data diperoleh dalam satuan milimeter (mm).
3. Data Jarak Lokasi Sungai
   Data ini menggambarkan jarak antara titik lokasi dengan Sungai Deli sebagai sungai utama di Kecamatan Medan Sunggal. Wilayah yang berada dekat dengan aliran sungai memiliki potensi lebih tinggi mengalami banjir ketika debit sungai meningkat akibat hujan deras.
4. Data Zona Rawan Banjir
   Data ini menggambarkan klasifikasi wilayah berdasarkan tingkat kerawanan banjir, seperti zona tinggi, sedang, dan rendah. Zona rawan banjir ditentukan berdasarkan hasil pengolahan variabel curah hujan, kemiringan lereng, dan jarak ke sungai menggunakan metode K-Means Clustering.

Data ini menjadi output penting untuk visualisasi pada peta digital dan sebagai dasar pengambilan keputusan mitigasi bencana oleh pihak terkait. Kejadian banjir umumnya disebabkan oleh kombinasi berbagai faktor alamiah dan antropogenik (ulayah manusia) yang saling memengaruhi. Untuk memahami secara lebih menyeluruh, berikut ini dipaparkan beberapa penyebab utama terjadinya banjir.

1. Kemiringan (°)
   Menggambarkan tingkat kemiringan lereng atau elevasi tanah pada masing-masing lokasi. Semakin besar nilai derajat kemiringan, maka kondisi geografis daerah tersebut semakin curam. Parameter ini penting karena kemiringan dapat memengaruhi risiko bencana (seperti longsor) atau aksesibilitas distribusi.
2. Curah Hujan (mm)
   Menyatakan jumlah rata-rata curah hujan tahunan (atau periode tertentu) yang diterima suatu wilayah dalam satuan milimeter. Curah hujan ialah faktor penting dalam menilai kerentanan terhadap bencana hidrometeorologi seperti banjir dan longsor.
3. Jarak ke Sungai (m)
   Menunjukkan seberapa jauh lokasi tersebut dari sungai terdekat, diukur dalam meter. Variabel ini berfungsi untuk menilai potensi risiko terhadap banjir atau erosi sungai. Lokasi yang lebih dekat dengan sungai cenderung memiliki risiko lebih tinggi terhadap banjir.

Tabel 1 Data Lokasi

No	Nama Lokasi	Latitude°	Longitude°	Kemiringan (°)	Curah Hujan (mm)	Jarak ke Sungai (m)
1	Jl. Perjuangan, Lingk. XIII/XIX	3.57730°	98.62180°	2.0°	240 mm	70 m
2	Jl. Abadi, Lingk. IV	3.57750°	98.62220°	1.8°	235 mm	65 m
3	Jl. Kapuas, Kelurahan Sunggal	3.57810°	98.62300°	2.2°	230 mm	75 m
4	Jl. PDAM Sunggal	3.57780°	98.62250°	2.1°	225 mm	78 m
5	Jl. Kasuari, Sei Sikambing B	3.57690°	98.62100°	2.3°	220 mm	90 m
6	Jl. Gatot Subroto (depan Hyundai)	3.57650°	98.62030°	2.4°	220 mm	85 m
7	Jl. Sunggal (Gang Abadi Area)	3.57680°	98.62200°	2.0°	230 mm	70 m
8	Jl. Sei Mencirim (dekat Sungai Deli)	3.57900°	98.62050°	1.9°	235 mm	60 m
9	Jl. Setia Budi (Komplek Tasbi Sekitar)	3.58000°	98.62000°	3.0°	210 mm	130 m
10	Gang Cipto, Jl. Perjuangan, Tanjung Rejo	3.57740°	98.62190°	2.1°	230 mm	68 m

Tabel 2 Data Zona Banjir

Zona	Kemiringan (°)	Curah Hujan (mm)	Jarak ke Sungai (m)	Keterangan
Zona Tinggi	0.5	250	50	Max
Zona Sedang	1.5	220	100	Average

Zona Rendah	3.0	190	150	Min

Sebelum data pada Tabel 1 dapat diproses menggunakan algoritma K-Means Clustering, terlebih dahulu dilakukan proses normalisasi data. Proses ini bertujuan untuk menyelaraskan skala antar atribut serta membersihkan data dari informasi yang tidak relevan terhadap proses klasterisasi, seperti data deskriptif atau non-numerik (misalnya nama pengiriman atau alamat). Tahap ini memastikan bahwa hanya atribut numerik yang relevan yang digunakan dalam pengelompokan. Dalam penelitian ini, jumlah klaster ditentukan sebanyak k = 3, yang merepresentasikan tiga tingkat kerawanan banjir, yaitu rendah, sedang, dan tinggi.

Tabel 3 Data Konversi Penilaian

No	Nama Lokasi	Kemiringan (°)	Curah Hujan (mm)	Jarak ke Sungai (m)
1	Jl. Perjuangan, Lingk. XIII/XIX	2.0	240	70
2	Jl. Abadi, Lingk. IV	1.8	235	65
3	Jl. Kapuas, Kelurahan Sunggal	2.2	230	75
4	Jl. PDAM Sunggal	2.1	225	78
5	Jl. Kasuari, Sei Sikambing B	2.3	220	90
6	Jl. Gatot Subroto (depan Hyundai)	2.4	220	85
7	Jl. Sunggal (Gang Abadi Area)	2.0	230	70
8	Jl. Sei Mencirim (dekat Sungai Deli)	1.9	235	60
9	Jl. Setia Budi (Komplek Tasbi Sekitar)	3.0	210	130
10	Gang Cipto, Jl. Perjuangan, Tanjung Rejo	2.1	230	68

Tabel 4 Cluster

No	Cluster	Keterangan
1	K-1	**Zona Tinggi**
2	K-2	**Zona Sedang**
3	K-3	**Zona Rendah**

Dalam menentukan *centroid* setiap *cluster* yang diambil dari data sumber berdasarkan pilihan secara acak atau *random*:

Tabel 5 Cluster

Centroid	Zona	Kemiringan	Curah Hujan	Jarak Lokasi
K-1	**Zona Tinggi**	0.5	250	50
K-2	**Zona Sedang**	1.5	220	100
K-3	**Zona Rendah**	3.0	190	150

Hitung jarak data ke *Centroid* menggunakan rumus *Euclidean*, data tersebut dari *Cluster* terdekatnya.

1. Jarak antara Lokasi banjir nomor pertama dengan titik K-1

$$D_{ij} = \sqrt{\sum_{i=1}^{n}(x_{1-}y_1)^2 + (x_{2-}y_2)^2 + \ldots + (x_{i-}y_i)^2}$$

$$K1 = \sqrt{(2{,}0 - 0{,}5)^2 + (240 - 250)^2 + (70 - 50)^2}$$

$K1$= 22,411

2. Jarak antara Lokasi banjir nomor pertama dengan titik K-2

$$D_{ij} = \sqrt{\sum_{i=1}^{n}(x_{1-}y_1)^2 + (x_{2-}y_2)^2 + \ldots + (x_{i-}y_i)^2}$$

$$K2 = \sqrt{(2{,}0 - 1{,}5)^2 + (240 - 220)^2 + (70 - 100)^2}$$

$K2$= 36,059

3. Jarak antara Lokasi banjir nomor pertama dengan titik K-3

$$D_{ij} = \sqrt{\sum_{i=1}^{n}(x_{1-}y_1)^2 + (x_{2-}y_2)^2 + \ldots + (x_{i-}y_i)^2}$$

$$K3 = \sqrt{(2{,}0 - 3{,}0)^2 + (240 - 190)^2 + (70 - 150)^2}$$

$K3$= 94,345

Untuk lebih lengkapnya jarak pada setiap baris data, hasilnya seperti pada tabel berikut:

Tabel 6 Hasil Perhitungan Iterasi Ke 1

No	K-1	K-2	K-3	Jarak Terdekat	Nilai Terdekat
1	22,411	36,059	94,345	K-1	22,411
2	21,253	38,080	96,184	K-1	21,253
3	32,061	26,935	85,004	K-2	26,935
4	37,571	22,569	80,061	K-2	22,569
5	50,032	10,032	67,086	K-2	10,032
6	46,137	15,027	71,592	K-2	15,027

7	28,324	31,627	89,448	K-1	28,324
8	18,082	42,722	100,629	K-1	18,082
9	89,478	31,658	28,284	K-3	28,284
10	26,955	33,531	91,240	K-1	26,955
Total					**219,872**

WCV atau *Within-Cluster Variability* ialah ukuran statistik yang digunakan untuk menilai seberapa homogen atau kompak data di dalam suatu klaster setelah dilakukan proses clustering (pengelompokan), khususnya dalam algoritma K-Means. Dari Tabel 6 adapun proses pencarian nilai WCV (*Within-Cluster Variability*) berikut :

WCV = (22,411 + 21,253 + 26,935 + ... + 26,955)
= 219,872

Dari proses *cluster* Tabel 7 di dapat pemetaan Banjir sunggal uraian berikut :

Tabel 7 Hasil Cluster 1, 2, dan 3 Iterasi-1

No	Cluster	Jumlah Cluster
1	K-1	5
2	K-2	4
3	K-3	1

BCV atau *Between-Cluster Variability* ialah ukuran untuk mengetahui seberapa besar perbedaan atau jarak antar pusat klaster terhadap pusat data keseluruhan (*global centroid*). Dari Tabel 8 adapun daftar hasil *cluster* anggota K-1-K-3 uraian berikut

1. K-1 ={ 1, 2, 7, 8, 10}
2. K-2 ={ 3, 4, 5, 6}
3. K-3 ={ 9}

Dari Tabel 7 adapun proses pencarian nilai BCV(*Between-Cluster Variability*) berikut

1. Jarak antara Lokasi banjir K-1 dengan titik K-2

$$D_{ij} = \sqrt{\sum_{i=1}^{n}(x_1 - y_1)^2 + (x_2 - y_2)^2 + \ldots + (x_i - y_i)^2}$$

$$K1 = \sqrt{(0{,}5 - 1{,}5)^2 + (250 - 220)^2 + (50 - 100)^2}$$

K1= 58,318

2. Jarak antara Lokasi banjir K-1 dengan titik K-3

$$D_{ij} = \sqrt{\sum_{i=1}^{n}(x_1 - y_1)^2 + (x_2 - y_2)^2 + \ldots + (x_i - y_i)^2}$$

$$K2 = \sqrt{(0{,}5 - 3{,}0)^2 + (250 - 190)^2 + (50 - 150)^2}$$

K2 = 58,329

3. Jarak antara Lokasi banjir K-1 dengan titik K-3

$$D_{ij} = \sqrt{\sum_{i=1}^{n}(x_1 - y_1)^2 + (x_2 - y_2)^2 + \ldots + (x_i - y_i)^2}$$

$$K3 = \sqrt{(1{,}5 - 3{,}0)^2 + (220 - 190)^2 + (100 - 150)^2}$$

K3 = 116,646

BCV = 58,318 + 58,329 + 116,646
= 233,293

Menghitung kembali nilai rasio dengan membandingkan nilai BCV dan WCV.

BCV/WCV = 233,293 / 219,872
= 1,061

Kemudian langkah berikutnya pada iterasi ke-2 ialah Menghitung kembali pusat-pusat baru dari *cluster* yang baru terbentuk dengan menghitung nilai rata-rata pada *cluster*.

Diketahui :
K-1,1 = Zona Tinggi
K-1,2 = Zona Sedang
K-1,3 = Zona Rendah

1. Pada *cluster* 1 terdapat 5 data maka nilai rata-rata pada *cluster*-1 ialah

K-2,1 = 2 + 1,8 + 2 + 1,9 + 2,1 / 5 = 1,96
K-2,2 = 240 + 235 + 230 + 235 + 230 / 5 = 234,00
K-2,3 = 70 + 65 + 70 + 60 + 68 / 5 = 66,60

2. Pada *cluster* 2 terdapat 4 data maka nilai rata-rata pada *cluster*-2 ialah

K-3,1 = 2,2 + 2,1 + 2,3 + 2,4 / 4 = 2,25
K-3,2 = 230 + 225 + 220 + 220 / 4 = 223,75

K-3,3 = 75 + 78 + 90 + 85 / 4 = 82,00

3. Pada *cluster* 3 terdapat 1 data maka nilai rata-rata pada *cluster*-3 ialah

K-3,1 = 3 / 1 = 3
K-3,2 = 210 / 1 = 210
K-3,3 = 130 / 1 = 130

Tabel 8 Titik Pusat *Cluster* pada Iterasi-2

Titik Pusat Awal	Kemiringan	Curah Hujan	Jarak Lokasi
Cluster 1	1,96	234	66,6
Cluster 2	2,25	223,75	82
Cluster 3	3	210	130

Apabila proses pengelompokan masih menunjukkan perubahan pada anggota cluster, maka langkah perhitungan perlu diulang mulai dari tahap kedua hingga tahap kelima sampai kondisi stabil tercapai, yaitu ketika tidak ada lagi pergeseran anggota antar cluster. Pada tahap ini, jika nilai centroid hasil perhitungan mengalami perubahan dibandingkan dengan centroid sebelumnya, maka algoritma dilanjutkan ke tahap berikutnya. Setelah nilai k serta titik pusat cluster awal ditentukan, perhitungan jarak antara setiap data dengan pusat cluster dilakukan menggunakan Euclidean Distance. Hasil perhitungan jarak tersebut kemudian disusun dalam bentuk matriks jarak, yang dalam penelitian ini direpresentasikan sebagai K-1, K-2, dan K-3 dengan uraian sebagai berikut:

Tabel 9 Hasil Perhitungan Iterasi Ke 2

No	K-1	K-2	K-3	Jarak Terdekat	Jarak Centroid Terkecil
1	6,896	20,202	67,112	K-1	6,896
2	1,894	20,390	69,665	K-1	1,894
3	9,307	9,384	58,565	K-1	9,307
4	14,525	4,193	54,161	K-2	4,193
5	27,270	8,835	41,295	K-2	8,835
6	23,125	4,805	46,160	K-2	4,805
7	5,250	13,532	63,277	K-1	5,250
8	6,676	24,712	74,355	K-1	6,676
9	67,799	49,936	3,000	K-3	3,000
10	4,240	15,332	65,180	K-1	4,240
Total					55,096

Dari Tabel 10 adapun proses pencarian nilai WCV (*Within-Cluster Variability*) berikut :

WCV = (6,896+ 1,894 + ... + 4,240)
= 55,096

Dari proses *cluster* Tabel 10 di dapat Pemetaan lokasi banjir uraian berikut :

Tabel 10 Hasil Cluster 1, 2, dan 3 Iterasi-2

No	Cluster	Jumlah Cluster
1	K-1	6
2	K-2	3
3	K-3	1

Dari Tabel 11 adapun daftar hasil *cluster* anggota K-1-K-3 uraian berikut

1. K-1 ={ 1, 2, 3, 7, 8, 10}
2. K-2 ={ 4, 5, 6}
3. K-3 ={ 9}

Dari Tabel 11 adapun proses pencarian nilai BCV(*Between-Cluster Variability*) berikut :

1. Jarak antara Lokasi banjir K-1 dengan titik K-2

$= \sqrt{\sum_{i=1}^{n}(x_i - y_i)^2}$

$= \sqrt{(1{,}96 - 2{,}25)^2 + (234{,}00 - 223{,}75)^2 + (66{,}60 - 82{,}00)^2}$

= 18,502

2. Jarak antara Lokasi banjir K-1 dengan titik K-3

$= \sqrt{\sum_{i=1}^{n}(x_i - y_i)^2}$

$= \sqrt{(1{,}96 - 3{,}00)^2 + (234{,}00 - 210{,}00)^2 + (66{,}60 - 130{,}00)^2}$
= 67,819

3. Jarak antara Lokasi banjir K-2 dengan titik K-3
$= \sqrt{\sum_{i=1}^{n}(x_i - y_i)^2}$
$= \sqrt{(2{,}25 - 3{,}00)^2 + (223{,}75 - 210{,}00)^2 + (82{,}00 - 130{,}00)^2}$
= 49,981

BCV = 18,502 + 67,819 + 49,981
= 136,302

Menghitung kembali nilai rasio dengan membandingkan nilai BCV dan WCV.
BCV/WCV = 136,302 / 55,096
= 2,474

Tabel 11 Titik Pusat *Cluster* pada Iterasi-3

Titik Pusat Awal	Kemiringan	Curah Hujan	Jarak Lokasi
K-1	2,00	233,33	68,00
K-2	2,27	221,67	84,33
K-3	3,00	210,00	130,00

Tabel 12 Hasil Perhitungan Iterasi Ke 3

No	K-1	K-2	K-3	Jarak Terdekat	Jarak Centroid Terkecil
1	6,960	23,273	67,089	K1	6,960
2	3,438	23,490	69,652	K1	3,438
3	7,756	12,512	58,529	K1	7,756
4	13,017	7,159	54,128	K2	7,159
5	25,727	5,907	41,237	K2	5,907
6	21,609	1,800	46,102	K2	1,800
7	3,887	16,582	63,253	K1	3,887
8	8,172	27,749	74,338	K1	8,172
9	66,253	47,139	0,000	K3	0,000
10	3,335	18,337	65,152	K1	3,335
Total					**48,414**

Dari proses *cluster* Tabel 13 di dapat Pemetaan lokasi banjir uraian berikut :

Tabel 13 Hasil Cluster 1, 2, dan 3 Iterasi-2

No	Cluster	Jumlah Cluster
1	Cluster-1	6
2	Cluster-2	3
3	Cluster-3	1

Dari Tabel 14 adapun daftar hasil *cluster* anggota K-1-K-3 uraian berikut

1. K-1 ={ 1, 2, 3, 7, 8, 10}
2. K-2 ={ 4, 5, 6}
3. K-3 ={ 9}

Setelah dilakukan perbandingan antara hasil iterasi ke-2 dan ke-3, diketahui bahwa hasil pembagian anggota cluster tidak mengalami perubahan. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa proses iterasi telah mencapai konvergensi, sehingga hasil clustering dinyatakan stabil dan tidak memerlukan iterasi lanjutan.

PEMBAHASAN

Hasil pengelompokkan cluster dari zona pemetaan Banjir Kecamata Medan Sunggal diambil dari iterasi 2 dikarenakan rasio iterasi 3 sampa ke 4 hasilnya sama, maka adapun hasil pengelompokkan hasil cluster ialah uraian berikut

Tabel 4.14 Pengelompokan Hasil Cluster dari iterasi 3

Cluster	Nomor	Nama Lokasi
Zona Tinggi	1, 2, 3, 7, 8, 10	Jl. Perjuangan, Lingk. XIII/XIX; Jl. Abadi, Lingk. IV; Jl. Kapuas, Kelurahan Sunggal; Jl. Sunggal (Gang Abadi Area); Jl. Sei Mencirim (dekat Sungai Deli); Gang Cipto, Jl. Perjuangan, Tanjung Rejo

Zona Sedang	4, 5, 6	Jl. PDAM Sunggal; Jl. Kasuari, Sei Sikambing B; Jl. Gatot Subroto (depan Hyundai)
Zona Rendah	9	Jl. Setia Budi (Komplek Tasbi Sekitar)

Berdasarkan hasil clustering iterasi ke-3 yang ditampilkan dalam Tabel 4.14, lokasi-lokasi penelitian terbagi menjadi tiga zona tingkat kerawanan banjir, yaitu Zona Tinggi, Zona Sedang, dan Zona Rendah. Zona Tinggi terdiri dari enam lokasi yang memiliki karakteristik kemiringan, curah hujan, dan jarak ke sungai yang cenderung berisiko tinggi terhadap potensi banjir, seperti Jl. Perjuangan dan Jl. Sei Mencirim. Zona Sedang mencakup tiga lokasi dengan parameter sedang, sedangkan Zona Rendah hanya mencakup satu lokasi, yaitu Jl. Setia Budi, yang memiliki kemiringan dan curah hujan rendah serta jarak yang relatif jauh dari sungai, sehingga berisiko rendah terhadap banjir. Pengelompokan ini membantu dalam penentuan prioritas mitigasi bencana berbasis spasial.

Tahap hasil ialah proses akhir dari implementasi sistem, di mana aplikasi telah siap untuk digunakan sesuai dengan perencanaan dan analisis yang telah dilakukan sebelumnya. Sistem yang dibangun berorientasi pada kemudahan penggunaan, terutama dari sisi tampilan antarmuka (user interface), yang dirancang agar intuitif dan efisien. Fungsi utama dari antarmuka ini ialah untuk memberikan kemudahan dalam melakukan input data serta menampilkan keluaran dari sistem. Aplikasi ini memiliki beberapa menu utama, yaitu login, data lokasi banjir, proses clustering, dan pelaporan hasil. Dalam Menu Utama untuk menampilkan pada tampilan *menu* pada awal sistem yaitu *menu login* dan *menu* utama. Adapun *menu* Menu Utama uraian berikut.

1. *Menu Login*
   Menu login ialah fitur awal untuk mengamankan sistem dari akses tidak sah. Pengguna harus memasukkan kredensial (username dan password) yang valid sebelum dapat mengakses fitur lainnya.



Gambar 1 *Menu Login*

2. *Menu* Utama
   Setelah berhasil login, pengguna akan diarahkan ke menu utama yang menyediakan navigasi ke fitur-fitur penting seperti input lokasi banjir, proses clustering K-Means, dan laporan hasil.



Gambar 2 *Menu* Utama

Fitur administrator mencakup pengelolaan data serta pelaksanaan proses klasterisasi. Administrator memiliki akses untuk menambah dan mengelola data lokasi banjir serta menjalankan algoritma K-Means Clustering.

1. *Menu* Data Lokasi Banjir
   Menu ini digunakan untuk memasukkan dan memodifikasi data lokasi yang menjadi objek analisis.



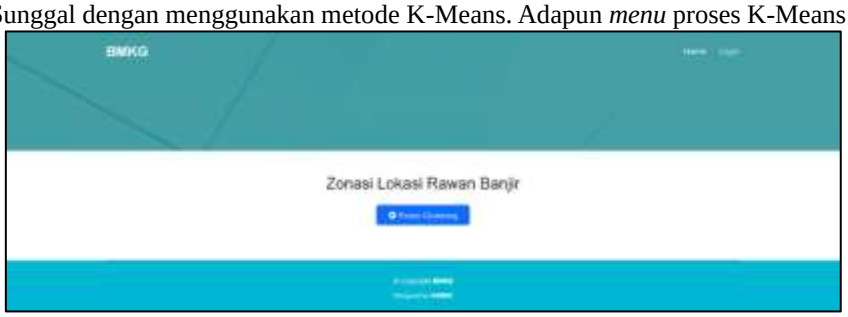
Gambar 3 *Menu* Data Lokasi Banjir

2. *Menu* Data Centroid
   Menu data centroid untuk pengolahan data centroid untuk proses k-means. Adapun *menu* data centroid ialah uraian berikut.



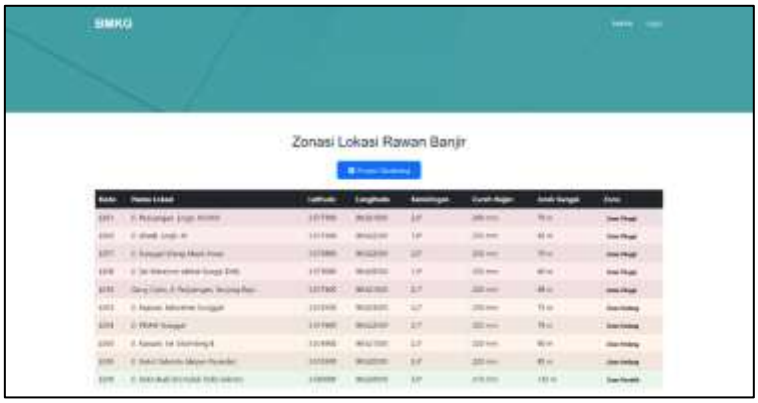
Gambar 4 *Menu* Data Centroid

3. *Menu* Proses K-Means
   Menu proses K-Means digunakan untuk melakukan proses pengolahan data menentukan pemetaan di Kecamatan Medan Medan Sunggal dengan menggunakan metode K-Means. Adapun *menu* proses K-Means ialah uraian berikut.



Gambar 5 *Menu* Proses K-Means

Pengujian dilakukan dengan menggunakan data sampel baru untuk menilai kinerja sistem dan keakuratan hasil klasifikasi. Pengujian ini bertujuan untuk memastikan bahwa sistem dapat mengelompokkan wilayah sesuai tingkat kerawanannya dan memberikan visualisasi spasial yang representatif.



Gambar 6 Hasil Mengelompokkan K-Means



Gambar 7 Hasil Pemetan GIS Wilayah Banjir Medan Sunggal



Gambar 8 Cetak Laporan

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, penerapan metode K-Means Clustering terbukti efektif dalam mengklasifikasikan tingkat kerawanan banjir di Kecamatan Medan Sunggal dengan memanfaatkan tiga parameter utama, yaitu curah hujan, kemiringan lereng, dan jarak terhadap sungai. Hasil analisis pada iterasi ke-3 menunjukkan bahwa sebagian besar wilayah masuk ke dalam kategori kerawanan tinggi, meliputi Jl. Perjuangan, Jl. Abadi, Jl. Kapuas, Jl. Sunggal (Gang Abadi Area), Jl. Sei Mencirim, dan Gang Cipto. Adapun kategori kerawanan sedang terdapat pada Jl. PDAM Sunggal, Jl. Kasuari, dan Jl. Gatot Subroto, sementara zona kerawanan rendah hanya ditemukan pada Jl. Setia Budi (Komplek Tasbi). Temuan ini menegaskan bahwa mayoritas wilayah penelitian memerlukan perhatian khusus dan prioritas dalam perencanaan mitigasi banjir.

Integrasi algoritma K-Means Clustering dengan Sistem Informasi Geografis (SIG) berbasis web yang dibangun menggunakan PHP dan MySQL berhasil menghasilkan peta digital interaktif. Peta tersebut mampu menampilkan zonasi kerawanan banjir secara spasial, sehingga memudahkan proses analisis, interpretasi, dan penyajian informasi bagi pemangku kepentingan. Keberadaan peta interaktif ini menjadi instrumen strategis dalam mendukung proses pengambilan keputusan, terutama untuk menentukan prioritas penanganan pada kawasan berisiko tinggi banjir.

Selain berfungsi sebagai media visualisasi hasil klasterisasi, sistem yang dikembangkan juga dilengkapi dengan berbagai fitur tambahan seperti pengelolaan data lokasi, klasterisasi otomatis, serta pencetakan laporan hasil analisis. Fitur-fitur ini memperkuat peran sistem sebagai alat dokumentasi sekaligus pendukung perencanaan kebencanaan berbasis data. Dengan adanya SIG berbasis web ini, diharapkan pemerintah daerah, instansi terkait, hingga masyarakat dapat memahami distribusi tingkat kerawanan banjir secara lebih komprehensif, sehingga upaya mitigasi dan penanggulangan bencana dapat dilakukan secara terarah, tepat sasaran, dan berkelanjutan.

REFERENCES

Anggraini, N., Pangaribuan, B., Siregar, A. P., Sintampalam, G., Muhammad, A., Damanik, M. R. S., & Rahmadi, M. T. (2021). Analisis Pemetaan Daerah Rawan Banjir Di Kota Medan Tahun 2020. Jurnal Samudra Geografi, 4(2), 27–33. https://doi.org/10.33059/jsg.v4i2.3851

Arashi, F. B., Iskandar, A. L., Sarifah, F., Azril, M., Ramadhan, R., Daniswara, M. P., & Rahmadhani, F. (2024). Analisis Dampak Bencana Banjir terhadap Kondisi Sosial dan Ekonomi pada Masyarakat. 6(2), 56–64.

Azzahra, L., & Amru Yasir. (2024). Metode K-Means Clustering Dalam Pengelompokan Penjualan Produk Frozen Food. Jurnal Ilmu Komputer Dan Sistem Informasi, 3(1), 1–10. https://doi.org/10.70340/jirsi.v3i1.88

Balahanti, R., Mononimbar, W., & Gosal, P. H. (2023). Analisis Tingkat Kerentanan Banjir Di Kecamatan Singkil Kota Manado. Jurnal Spasial, 11, 69–79. https://ejournal.unsrat.ac.id/v3/index.php/spasial/article/download/51447/44169/121650

Bação, F., Lobo, V., & Painho, M. (2005). Self-organizing Maps as Substitutes for K-Means Clustering. Self-organizing Maps as Substitutes, 476-483.

Cahaya, D. T., Puspita, D., Syahri, R., & Informatika, T. (2024). PENERAPAN METODE K-MEANS CLUSTERING UNTUK PENGELOMPOKAN POTENSI PADI DI KOTA PAGAR ALAM. 8(2), 2187–2193.

Derajat, R. M., Somantri, L., & Setiawan, I. (2021). Pemetaan Tingkat Risiko Banjir Berbasis Sistem Informasi Geografis

Di Kecamatan Cicalengka Kabupaten Bandung. Jurnal Samudra Geografi, 4(2), 1–6. https://doi.org/10.33059/jsg.v4i2.3691

Eka Putri, S., Corp, A. F., Rembrandt, Dasman Lanin, Genius Umar, & Mulya Gusman. (2023). Kota Padang : Identifikasi Potensi Bencana Banjir Dan Upaya Mitigasi. Jurnal Ilmiah Multidisiplin Nusantara (JIMNU), 1(3), 116–122. https://doi.org/10.59435/jimnu.v1i3.56

Ezrahayu, P. (2024). Penggunaan Aplikasi QGIS Processing Modeler dalam Menentukan Potensi Bencana Tanah Banjir di Kabupaten Bogor. Geodika: Jurnal Kajian Ilmu Dan Pendidikan Geografi, 8(1), 41–52. https://doi.org/10.29408/geodika.v8i1.25729

Febriyanti, D. (2021). Ta: Sistem Informasi Geografis Reklame Bpprd Kota Metro Berbasis Web. http://repository.polinela.ac.id/2290/%0Ahttp://repository.polinela.ac.id/2290/2/18753020_Dian_Febriyanti_Bab_1_dan_2%5B1%5D - Dian Febriyanti.pdf

Hermiati, R., Asnawati, A., & Kanedi, I. (2021). Pembuatan E-Commerce Pada Raja Komputer Menggunakan Bahasa Pemrograman Php Dan Database Mysql. Jurnal Media Infotama, 17(1), 54–66. https://doi.org/10.37676/jmi.v17i1.1317

Jakarta, B. (2022). Kata Kunci : Sistem Informasi Geografis , Website, Banjir Jakarta, IDS Digital College. 4(4), 489–495.

Kurniawati, U. F., Handayeni, K. E., Nurlaela, S., Idajati, H., Firmansyah, F., Pratomoadmojo, N. A., & Septriadi, R. S. (2020). Pengolahan Data Berbasis Sistem Informasi Geografis (SIG) di Kecamatan Sukolilo. Sewagati, 4(3), 190. https://doi.org/10.12962/j26139960.v4i3.8048

Mulia, F. A., & Handayani, W. (2024). Pemanfaatan Sistem Informasi Geografis Untuk Pemetaan Kerawanan Bencana Banjir Kota Padang Tahun 2011-2022. Geoid, 19(2), 192–201. https://doi.org/10.12962/geoid.v19i2.1205

Nanda Syarif, amar, Pambudiyatno, N., Utomo, W., Jemur Andayani No, J. I., & Siwalankerto Kec Wonocolo, K. (2023). Rancangan Sistem Presensi Dan Rekapitulasi Jurnal Kegiatan Ojt Menggunakan Visual Studio Code Berbasis Web Di Airnav Cabang Matsc. PROSIDING Seminar Nasional Inovasi Teknologi Penerbangan (SNITP) Tahun, 2023.

Nestary, N. (2020). Perancangan Sistem Informasi Penjualan pada Toko Stock Point Lily berbasis PHP MySQL. Jurnal Ilmu Komputer Dan Bisnis, 11(1), 2320–2337. https://doi.org/10.47927/jikb.v11i1.195

Noneng Marthiawati, Kevin Kurniawansyah, Hafiz Nugraha, & Fiqa Khairunnisa. (2024). Pelatihan Pembuatan UML (Unified Modelling Language) Menggunakan Aplikasi Draw.io Pada Prodi Sistem Informasi Universitas Muhammadiyah Jambi. Transformasi Masyarakat : Jurnal Inovasi Sosial Dan Pengabdian, 1(2), 25–33. https://doi.org/10.62383/transformasi.v1i2.109

Novria Rahma, Budi Kurniawan, M. K., & Suryanto, M. K. (2022). Aplikasi Pemesanan Makanan Di Bebek dan Ayam Tekaeng Menggunakan Php dan Mysql. Jurnal Informatika Dan Komputer (JIK), 13(No. 1), 15–26.

Nur Afidah, N. (2023). Penerapan Metode Clustering dengan Algoritma K-means untuk Pengelompokkan Data Migrasi Penduduk Tiap Kecamatan di Kabupaten Rembang. PRISMA, Prosiding Seminar Nasional Matematika, 6, 729–738. https://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/prisma/

Pedersen, K., Jensen, R., Hall, L., Cutler, M., Transtrum, M., Gee, K., & Lympany, S. (2023). K-Means Clustering of 51 Geospatial Layers Identified for Use in Continental-Scale Modeling of Outdoor Acoustic Environments. Appl. Sci, 1-19.

Raharjo, N. D. (2021). Pemetaan Daerah Rawan Banjir di Kabupaten Bondowoso dengan Pemanfaatan Sistem Informasi Geografis. Reka Buana : Jurnal Ilmiah Teknik Sipil Dan Teknik Kimia, 6(1), 48–60. https://doi.org/10.33366/rekabuana.v6i1.2261

Ramadhani, D., Hariyanto, T., & Nurwatik, N. (2022). Penerapan Metode Analytical Hierarchy Process (AHP) dalam Pemetaan Potensi Banjir Berbasis Sistem Informasi Geografis (Studi Kasus: Kota Malang, Jawa Timur). Geoid, 17(1), 72. https://doi.org/10.12962/j24423998.v17i1.10250

Razak, M. F. (2022). Implementasi Metode Unified Modelling Language (UML) Pada Website Presensi Pegawai. Jurnal Informatika, 1(1), 39–45. https://doi.org/10.37150/jift.v1i1.2225

Santoso, M. H., & Sembiring, Z. (2021). PHP adalah bahasa script dan interpreter yang tersedia secara gratis. PHP, aslinya berasal dari Personal Home Page Tools, sekarang singkatan dari. Online) Journal of Research Computer Science, 1(1), 2770–1800. http://journal.station-it.org/index.php/jrcs

Sari, I. P., Jannah, A., Meuraxa, A. M., Syahfitri, A., & Omar, R. (2022). Perancangan Sistem Informasi Penginputan Database Mahasiswa Berbasis Web. Hello World Jurnal Ilmu Komputer, 1(2), 106–110. https://doi.org/10.56211/helloworld.v1i2.57

Sembiring, C. S. D. B., Hanum, L., & Tamba, S. P. (2022). Penerapan Data Mining Menggunakan Algoritma K-Means Untuk Menentukan Judul Skripsi Dan Jurnal Penelitian (Studi Kasus Ftik Unpri). Jurnal Sistem Informasi Dan Ilmu Komputer Prima(JUSIKOM PRIMA), 5(2), 80–85. https://doi.org/10.34012/jurnalsisteminformasidanilmukomputer.v5i2.2393

Seprianto, M., Anggo, M., Harudu, L., & Aldiansyah, S. (2024). Pemetaan Daerah Potensi Rawan Banjir Menggunakan

Metode Overlay. 9(4), 214–226.

Septian, A., Elvarani, A. Y., Putri, A. S., Maulia, I., Damayanti, L., Pahlevi, M. Z., & Aswad, F. H. (2020). Identifikasi Zona Potensi Banjir Berbasis Sistem Informasi Geografis Menggunakan Metode Overlay dengan Scoring di Kabupaten Agam, Sumatera Barat. Jurnal Geosains Dan Remote Sensing, 1(1), 11–22. https://doi.org/10.23960/jgrs.2020.v1i1.25

Sri Hartati. (2020). Perancangan Sistem Informasi Inventaris Barang Pada Kantor Notaris Dan Ppat Ra Lia Kholila, Sh Menggunakan Visual Studio Code. Siskomti, 2(2), 37–48.

Surmanti, W., Karim, S., & Arifin, D. (2022). 464944-None-B7B9D297 (1). 7(1), 46–54.