



Pemetaan Spasial Jemaat GPPS Betlehem Lombok Menggunakan Algoritma K-Means Clustering dan Leaflet.js

Ahmat Adil ^{1*}, Bambang Krimono Triwijoyo ¹, Heroe Santoso ¹, Muhammad Azwar ¹, Raymond Putra Suntana ¹

¹ Program Studi Ilmu Komputer, Universitas Bumigora, Indonesia.

• Korespondensi: ahmat.adil@universitasbumigora.ac.id

Sitasi: A. Adil, B. K. Triwijoyo, H. Santoso, M. Azwar, and R. P. Suntana, "Pemetaan Spasial Jemaat GPPS Betlehem Lombok Menggunakan Algoritma K-Means Clustering dan Leaflet.js", *Jurnal Teknologi Informasi Dan Multimedia*, vol. 8, no. 2, pp. 360-381, 2026. <https://doi.org/10.35746/jtim.v8i2.992>

Diterima: 16-04-2026

Direvisi: 13-05-2026

Disetujui: 23-05-2026



Copyright: © 2026 oleh para penulis. Karya ini dilisensikan di bawah Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License. (<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>).

Abstract: The church as a place for people to gather requires accurate information to store congregational data. With the Geographic Information System (GIS) it will be easier for church officials to map congregations that number more than hundreds of people and share locations of scheduled activities. The purpose of this study is to implement the K-Means algorithm to map the distribution of the GPPS Bethlehem congregation so that it can provide informative and easy-to-understand spatial visualization. The clustering algorithm method groups multiple data sets by explaining how data within a group has similar characteristics and how they differ from other groups. The data in the form of geographic coordinates (latitude and longitude) of the congregation's location was then processed using the K-Means algorithm with a predetermined number of clusters. The processing results showed that the data was successfully grouped into several clusters based on location proximity, each cluster having a centroid as the center point of the group, the centroid value changing at each iteration until it reached a convergent condition. Based on the research results, it can be concluded that: The clustering process produces several groups (clusters) that represent the distribution pattern of congregations in a particular area with a clear cluster center (centroid) and visualization using Leaflet.js is able to display the clustering results in the form of an interactive map that is informative and easy for users to understand.

Keywords: K-Means-Algorithm, Spatial mapping, Leaflet.js, GPPS Bethlehem

Abstrak: Gereja sebagai tempat berkumpulnya orang-orang membutuhkan informasi yang akurat untuk menyimpan data jemaat. Dengan Sistem Informasi Geografis (SIG), akan lebih mudah bagi petugas gereja untuk memetakan jemaat yang berjumlah lebih dari ratusan orang dan berbagi lokasi kegiatan yang dijadwalkan. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengimplementasikan algoritma K-Means untuk memetakan distribusi jemaat GPPS Bethlehem sehingga dapat memberikan visualisasi spasial yang informatif dan mudah dipahami. Metode algoritma pengelompokan mengelompokkan beberapa set data dengan menjelaskan bagaimana data dalam satu kelompok memiliki karakteristik yang serupa dan bagaimana perbedaannya dengan kelompok lain. Data berupa koordinat geografis (lintang dan bujur) lokasi jemaat kemudian diproses menggunakan algoritma K-Means dengan jumlah cluster yang telah ditentukan. Hasil pemrosesan menunjukkan bahwa data berhasil dikelompokkan menjadi beberapa cluster berdasarkan kedekatan lokasi, setiap cluster memiliki centroid sebagai titik pusat kelompok, nilai centroid berubah pada setiap iterasi hingga mencapai kondisi konvergen. Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa proses pengelompokan menghasilkan beberapa kelompok (cluster) yang mewakili pola distribusi jemaat di suatu wilayah tertentu dengan pusat cluster (centroid) yang jelas dan visualisasi menggunakan Leaflet.js mampu menampilkan hasil pengelompokan dalam bentuk peta interaktif yang informatif dan mudah dipahami oleh pengguna.

Kata kunci: Algoritma K-Means, Pemetaan spasial, Leaflet.js, GPPS Bethlehem

1. Pendahuluan

Gereja Protestan adalah denominasi Kristen dengan sejarah panjang dan banyak pengikut di seluruh dunia. Gerakan Protestan dimulai pada abad ke-16 setelah Reformasi Protestan, dipimpin oleh tokoh-tokoh seperti Martin Luther, John Calvin, dan lainnya. Pada intinya, Protestanisme menekankan pentingnya iman pribadi, ajaran Alkitab, dan otoritas langsung Kitab Suci. Gereja-gereja Protestan, baik dalam bentuk denominasi Lutheran, Calvinis, atau Anglikan utama, maupun sebagai jemaat independen, menjunjung tinggi nilai-nilai ini.[1] Perkembangan teknologi yang pesat telah memberikan dampak positif pada pekerjaan manusia, menjadikannya lebih efektif, efisien, dan produktif dalam menyelesaikan tugas. [2]. Gereja, sebagai komunitas umat beragama yang saling melayani, tentu harus memanfaatkan perkembangan teknologi yang ada. Saat ini, pengumpulan data jemaat masih bergantung pada input manual berupa lembaran cetak yang kemudian dibagikan kepada jemaat untuk diisi. Meskipun Google Forms digunakan sebagai alat entri data, hal ini masih kurang akurat dalam pengumpulan data, terutama dalam hal lokasi tempat tinggal. GPPS Bethlehem, sebagai forum ibadah Kristen di pulau Lombok, perlu memanfaatkan teknologi ini. Hal ini tidak hanya memungkinkan pemantauan lokasi tempat tinggal jemaatnya, tetapi juga memfasilitasi pelayanan spiritual ke lokasi yang kekurangan informasi detail. Sebelumnya, informasi lokasi hanya diperoleh melalui alamat tertulis.[3].

GPPS Bethlehem, sebagai tempat ibadah umat Kristen di pulau Lombok, perlu memanfaatkan teknologi ini. Selain mampu memantau tempat tinggal jemaatnya, hal ini juga mempermudah pelayanan spiritual ke lokasi-lokasi yang kurang memiliki informasi detail[4]. Penelitian oleh Bayu dkk. (2024) menunjukkan bahwa Leaflet.js efektif dalam visualisasi data spasial berbasis web.[5]. Sementara itu, penerapan algoritma K-Means dalam konteks GIS telah digunakan untuk mengelompokkan data spasial, seperti dalam penelitian oleh Muttaqin dkk. (2024) yang berhasil mengelompokkan distribusi guru dengan tingkat akurasi yang tinggi.[6]. Berdasarkan penelitian-penelitian tersebut, masih terdapat kesenjangan penelitian dalam mengintegrasikan algoritma K-Means dengan visualisasi peta interaktif berbasis Leaflet.js, khususnya dalam konteks pemetaan distribusi jemaat gereja. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengimplementasikan algoritma K-Means dalam pemetaan jemaat GPPS Bethlehem berdasarkan Leaflet.js untuk menghasilkan informasi spasial yang lebih terstruktur dan informatif.[7].

Dari permasalahan di atas, Penelitian-penelitian sebelumnya umumnya membahas penerapan Sistem Informasi Geografis (SIG), pemetaan berbasis web, maupun penerapan algoritma clustering seperti K-Means pada berbagai bidang, seperti pemetaan wilayah, persebaran penduduk, lokasi pelanggan, fasilitas umum, maupun analisis data spasial lainnya[6]. Namun, masih terdapat beberapa kesenjangan penelitian (research gap) yang menjadi dasar dilaksanakannya penelitian ini. Secara garis besar yang membedakan penelitian ini dengan sebelumnya adalah ada beberapa gap seperti, 1) gap algoritma, dimana pada penelitian sebelumnya untuk algoritma secara umum, 2) gap visualisasi dan platform, pada penelitian sebelumnya menyediakan menampilkan visualisasi berupa tabel atau peta sederhana dan platform berupa Desktop atau visualisasi statis sementara penelitian ini visualisasi dan platform menggunakan peta interaktif menggunakan Leaflet.js dan Web GIS berbasis Leaflet.js Leaflet menyediakan banyak plugin untuk memperluas fungsionalitas seperti menambahkan pin ke peta, pop-up, atau bahkan fitur untuk menggunakan GPS (Global Positioning System)[8].

Perumusan masalah pada penelitian ini disusun sebagai dasar pelaksanaan penelitian karena menentukan arah, tujuan, metode, serta pembahasan penelitian dengan menggunakan kalimat tanya sebagai berikut : 1) Bagaimana membangun sistem

pemetaan spasial jemaat GPPS Betlehem Lombok menggunakan teknologi Web GIS berbasis Leaflet.js 2) Bagaimana penerapan algoritma K-Means Clustering dalam mengelompokkan lokasi jemaat berdasarkan kedekatan wilayah geografis 3) Bagaimana visualisasi hasil clustering jemaat pada peta digital interaktif agar mudah dipahami dan digunakan oleh pengelola gereja 4) Bagaimana sistem pemetaan spasial dapat membantu proses koordinasi pelayanan, pendataan, dan pengambilan keputusan di lingkungan GPPS Betlehem Lombok 5) Bagaimana tingkat efektivitas penggunaan Leaflet.js dan algoritma K-Means dalam menyajikan informasi persebaran jemaat secara lebih akurat dan terstruktur.

Tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut: 1) Menerapkan algoritma K-Means Clustering untuk mengelompokkan data dari jemaat GPPS Bethlehem berdasarkan lokasi geografis. 2) Mengembangkan sistem pemetaan digital menggunakan Leaflet.js untuk memvisualisasikan distribusi jemaat secara interaktif. 3) Menganalisis pola distribusi jemaat berdasarkan hasil pengelompokan yang dihasilkan oleh algoritma K-Means. 4) Membantu gereja dalam mengambil keputusan terkait pelayanan, zonasi, dan manajemen jemaat. [9][10].

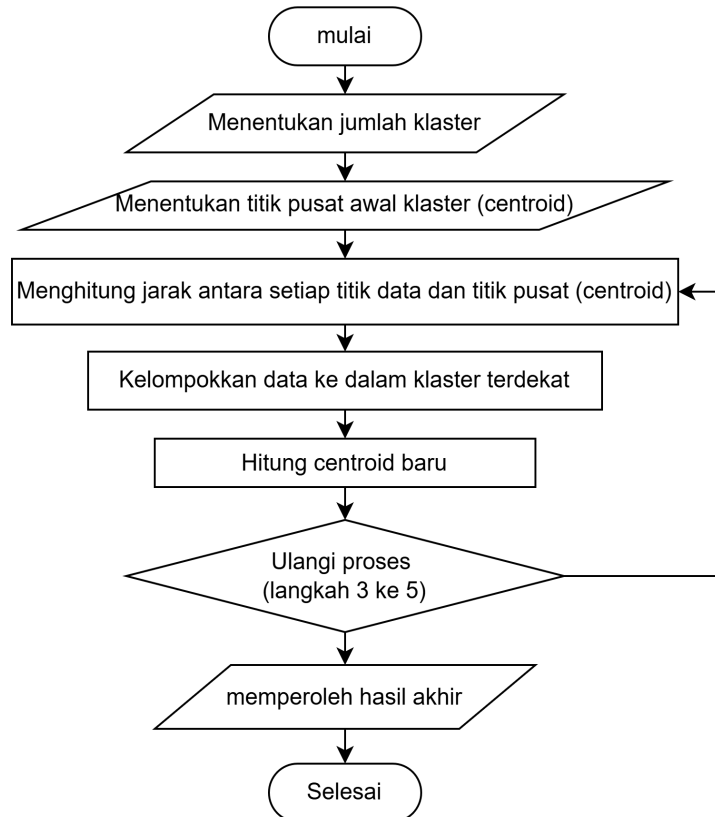
Penerapan data mining data menawarkan berbagai manfaat bagi perusahaan, termasuk[11]: 1) Membantu mempercepat proses pengambilan keputusan karena analisis dapat dilakukan secara otomatis tanpa sepenuhnya bergantung pada penilaian manusia. 2) Menghasilkan prediksi yang lebih akurat untuk mendukung perencanaan berdasarkan data historis dan kondisi saat ini. 3) Mengurangi biaya operasional dengan mengotomatiskan proses analisis dan pengambilan keputusan. 4) Memberikan wawasan yang lebih mendalam tentang pelanggan sehingga perusahaan dapat mengembangkan strategi yang tepat untuk meningkatkan pengalaman pelanggan. [12].

Salah satu metode pengelompokan non-hierarki yang banyak digunakan adalah K-Means[13]. Metode ini bekerja dengan membagi data menjadi satu atau lebih kelompok (cluster), di mana data dengan karakteristik serupa ditempatkan dalam kelompok yang sama, sedangkan data yang berbeda dipisahkan ke dalam kelompok lain.[6]. Algoritma Pengelompokan K-means juga merupakan metode non-hierarkis. Algoritma Pengelompokan yang mengelompokkan data ke dalam kluster menggambarkan data dalam suatu kluster yang memiliki karakteristik serupa dan berbeda dari data di kluster lain[14][15]. Pengambilan Sampel Kluster adalah teknik pengambilan sampel di mana unit populasi dipilih secara acak dari kelompok yang ada yang disebut kluster[16]. Pengelompokan K-Means, sebuah metode non-hierarkis, digunakan untuk mengelompokkan data ke dalam satu atau lebih kluster. Data dengan karakteristik serupa akan ditempatkan dalam satu kluster, sedangkan data dengan karakteristik berbeda akan dikelompokkan ke dalam kluster lain.[17].

Dalam GIS, objek geografis seperti jalan, sungai, dan sebagainya dapat direpresentasikan dalam bentuk data spasial. Data spasial memiliki sistem koordinat tertentu sebagai basis referensinya dan memiliki informasi lokasi (spasial) dan informasi deskriptif (nonspasial)[18]. Data atau informasi spasial adalah hasil dari pengolahan dan interpretasi data, yang direpresentasikan dalam bentuk simbolik sebagai penggambaran kondisi dunia nyata[19][20]. Informasi spasial ini dapat disajikan dalam bentuk tabel atau peta. Penyajian dalam tabel dikenal sebagai data atribut atau data tabular, yang terdiri dari baris dan kolom. Sementara itu, ketika data ditampilkan dalam bentuk peta, hal itu disebut sebagai data spasial[21].

2. Bahan dan Metode

Algoritma K-Means adalah algoritma pengelompokan iteratif yang membagi kumpulan data menjadi sejumlah kelompok yang telah ditentukan. Gambar 1 di bawah ini adalah diagram alur algoritma K-Means.



Gambar 1. Diagram alir Metode K-Means

Langkah-langkah Algoritma Pengelompokan K-Means digunakan untuk mengelompokkan data ke dalam beberapa kluster berdasarkan kesamaan data. Langkah-langkahnya adalah sebagai berikut:

1. Menentukan jumlah kluster (K); Pertama, tentukan berapa banyak kelompok atau kluster yang Anda inginkan. Misalnya, K = 3 berarti data akan dibagi menjadi 3 kelompok.
2. Memilih centroid awal; Pilih secara acak K titik dari data sebagai pusat kluster awal (centroid).
3. Menghitung jarak antara setiap titik data dan centroid
Jarak antara setiap titik data dan semua centroid dihitung. Jarak yang paling umum digunakan adalah jarak Euclidean..

$$d = \sqrt{(x_i - s_i)^2 + (x_i - t_i)^2} \quad (1)$$

di mana:

d adalah Jarak Euclidean; i adalah jumlah objek,

(x, y) adalah koordinat objek dan

(s, t) adalah elemen koordinat kondroid.

4. Kelompokkan data ke dalam kluster terdekat

Setiap item data ditugaskan ke kluster dengan jarak terkecil dari centroid.

5. Hitung centroid baru

Setelah semua data dimasukkan ke dalam sebuah kluster, hitung ulang posisi centroid berdasarkan rata-rata semua data di setiap kluster.

$$C_x = \frac{\sum x_i}{n} \qquad C_y = \frac{\sum y_i}{n} \qquad (2)$$

Deskripsi:

(n) = jumlah titik data dalam kluster

(c_x, c_y) = centroid baru

6. Ulangi proses; ulangi langkah 3 hingga 5 sampai:

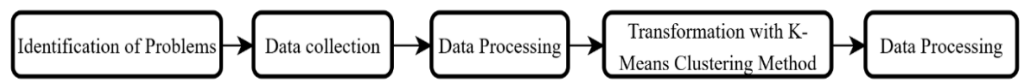
- Tidak ada lagi titik data yang berpindah antar kluster, atau
- posisi centroid tidak lagi berubah.

7. Mendapatkan hasil akhir

Hasil akhirnya adalah beberapa kluster yang berisi data dengan karakteristik atau lokasi yang serupa.

2.1. Research Design.

Desain penelitian ini melibatkan pengumpulan data dan kemudian memprosesnya melalui perhitungan, mengikuti langkah-langkah metode k-means. Hasilnya kemudian diterapkan pada RapidMiner untuk menilai keakuratan hasilnya. Diagram alir untuk desain penelitian dapat dilihat pada Gambar 2.



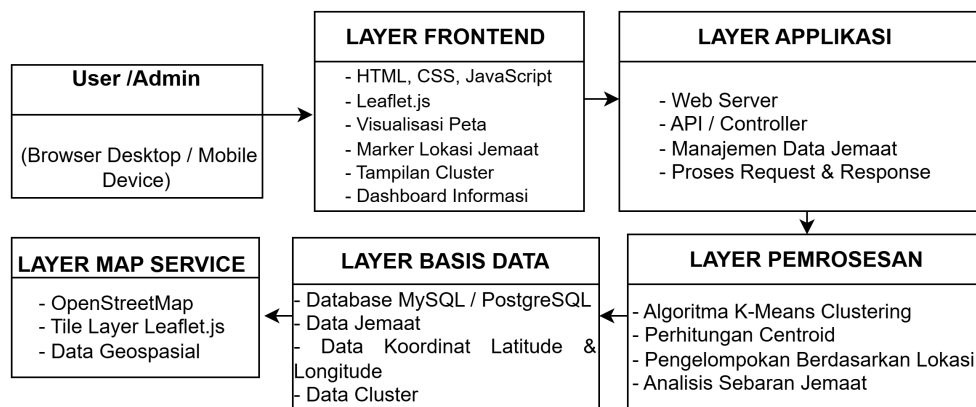
Gambar 2. Desain Penelitian

Berikut ini adalah penjelasan alur desain penelitian pada Gambar 2:

1. Identifikasi Masalah: Ini adalah tahap awal pemahaman masalah, di mana suatu objek spesifik dalam situasi spesifik dapat dikenali sebagai masalah. Masalah dalam penelitian ini adalah kurangnya pemetaan jemaat GPPS.
2. Identifikasi Masalah: Ini adalah tahap awal pemahaman masalah, di mana suatu objek spesifik dalam situasi spesifik dapat dikenali sebagai masalah. Masalah dalam penelitian ini adalah kurangnya pemetaan jemaat GPPS.
3. Teknik Pengumpulan Data: Pengumpulan data dilakukan dengan survei jemaat GPPS yang tersebar di seluruh pulau Lombok.
4. Pengolahan Data: Pada tahap pengolahan data, data diolah untuk mendapatkan hasil yang kemudian dapat digunakan dalam pengambilan keputusan. Data diolah menjadi informasi.
5. Transformasi menggunakan Metode K-Means Clustering: Data yang terdiri dari serangkaian blok seperti blok A21, A22, A23, A24, dan A25 harus terlebih dahulu diinisialisasi ke dalam bentuk numerik. Kemudian, kelompokkan data yang ada menjadi tiga kelompok: tinggi, sedang, dan rendah menggunakan metode K-Means Clustering.
6. Pengolahan Data di Rapidminer. Rapidminer adalah salah satu pilihan perangkat lunak untuk mengekstrak data menggunakan metode data mining. Dalam pengujian ini, kami menggunakan Rapidminer. Dengan menguji data menggunakan perangkat lunak, kita akan membandingkan hasil pengolahan data manual dengan hasil yang diperoleh menggunakan perangkat lunak.

2.2. Arsitektur aplikasi

Asrisitektur aplikasi dirancang berbasis web (*web-based GIS application*) yang mengintegrasikan pengolahan data spasial, algoritma *K-Means Clustering*, database jemaat, serta visualisasi peta interaktif menggunakan Leaflet.js.



Gambar 3. Arsitektur Aplikasi

Berikut adalah penjelasan dari masing masing bagian

- a. Layer *Client* (Pengguna) : Layer ini digunakan oleh: Admin gereja, Pengurus jemaat, pengguna umum. Fungsi utama layer ini adalah mengakses aplikasi melalui browser, melihat persebaran jemaat pada peta, melihat hasil cluster wilayah jemaat, da melakukan pencarian lokasi jemaat.
- b. Layer *Frontend* dibangun menggunakan: HTML , CSS, JavaScript, Leaflet.js. sementara fitur frontend berfungsi : Menampilkan peta digital, menampilkan marker lokasi jemaat, menampilkan warna cluster berbeda, popup informasi jemaat, navigasi peta (*zoom in/out*).
- c. Layer Aplikasi berfungsi sebagai penghubung antara frontend dan database, dengan komponen seperti web server, API, controller, sistem autentikasi admin dan tugas utama seperti : mengelola permintaan data, mengirim hasil clustering ke frontend, dan mengelola input data jemaat
- d. Layer Pemrosesan merupakan inti analisis penelitian dengan fungsi sebagai berikut : mengelompokkan lokasi jemaat berdasarkan kedekatan geografis, menghitung centroid cluster , menentukan cluster optimal
- e. Layer Database digunakan untuk menyimpan: Data identitas jemaat, alamat jemaat, koordinat latitude dan longitude, hasil cluster, data wilayah pelayanan
- f. Layer Map Service, adalah layer yang menyediakan layanan peta digital, seperti OpenStreetMap, tile map service, dan GeoJSON

3. Hasil

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data dari jemaat GPPS Bethlehem, yang berlokasi di Mataram dan sekitarnya. Tabel di bawah ini merangkum lokasi tempat tinggal para jemaat.

Tabel 1 Data jemaat

No	Location	Lat	Long	Number of member
1	Ampenan	-8.565	116.078	81
2	Mataram	-8.583	116.116	86
3	Cakranegara	-8.589	116.128	17

No	Location	Lat	Long	Number of member
4	Sekar bela	-8.601	116.095	4
5	Sweta	-8.602	116.134	21
6	Labuapi	-8.605	116.110	8
7	Rembige	-8.568	116.132	17
8	Gunung sari	-8.540	116.090	23
9	Batu Layar	-8.520	116.070	11
10	Selagalas	-8.603	116.146	3
11	Lingsar	-8.573	116.166	4
12	Setangi	-8.500	116.060	2
13	Narmada	-8.593	116.250	1

Pemetaan lokasi jemaat dilakukan untuk mempermudah koordinasi jemaat dalam melaksanakan kegiatan yang diselenggarakan oleh GPPS. Terdapat 13 titik koordinat berdasarkan lokasi kelompok jemaat menurut kelompok tempat tinggal mereka, sebagai berikut: titik pusat awal (iterasi 0) diambil dari 3 titik data.

- C1 = Ampenan (-8.565, 116.078)
- C2 = Cakranegara (-8.589, 116.128)
- C3 = Gunung Sari (-8.540, 116.090)

Penentuan titik awal dipilih dari 3 lokasi dari 13 lokasi yang ada dikarenakan 3 lokasi ini digunakan sebagai lokasi tempat koordinasi jemaat untuk wilayah lain.

Perhitungan manual untuk iterasi 1=Ampenan (-8.565, 116.078)

Jarak ke C1

$$\begin{aligned} d &= \sqrt{(-8.565 + 8.565)^2 + (116.078 - 116.078)^2} \\ &= \sqrt{0^2 + 0^2} \\ &= 0 \end{aligned}$$

Jarak ke C2

$$\begin{aligned} d &= \sqrt{(-8.565 + 8.589)^2 + (116.078 - 116.128)^2} \\ &= \sqrt{(0.024)^2 + (-0.050)^2} \\ &= \sqrt{0.000576 + 0.002500} \\ &= \sqrt{0.003076} \\ &= 0.055 \end{aligned}$$

Jaran ke C3

$$\begin{aligned} d &= \sqrt{(-8.565 + 8.540)^2 + (116.078 - 116.090)^2} \\ &= \sqrt{(-0.025)^2 + (-0.012)^2} \\ &= \sqrt{0.000625 + 0.000144} \\ &= \sqrt{0.000769} \\ &= 0.028 \end{aligned}$$

Berikut perhitungan manual untuk iterasi 2 = Cakranegara (-8.589, 116.128)

Jarak ke C1

$$\begin{aligned} d &= \sqrt{(-8.589 + 8.565)^2 + (116.128 - 116.078)^2} \\ &= \sqrt{(-0.024)^2 + (0.050)^2} \\ &= \sqrt{0.000576 + 0.002500} \\ &= \sqrt{0.003076} \\ &= 0.055 \end{aligned}$$

Jarak ke C2

$$\begin{aligned} d &= \sqrt{(-8.589 + 8.594)^2 + (116.128 - 116.143)^2} \\ &= \sqrt{(0.005)^2 + (-0.015)^2} \\ &= \sqrt{0.000025 + 0.000225} \\ &= \sqrt{0.000250} \\ &= 0.016 \end{aligned}$$

Jarak ke C3

$$\begin{aligned} d &= \sqrt{(-8.589 + 8.532)^2 + (116.128 - 116.088)^2} \\ &= \sqrt{(-0.057)^2 + (0.040)^2} \\ &= \sqrt{0.003249 + 0.001600} \\ &= \sqrt{0.004849} \\ &= 0.070 \end{aligned}$$

Berikut adalah perhitungan manual untuk iterasi ke 3 = Gunung Sari (-8.540, 116.090)

Distance to C1

$$\begin{aligned} d &= \sqrt{(-8.540 + 8.565)^2 + (116.090 - 116.078)^2} \\ &= \sqrt{(0.025)^2 + (0.012)^2} \\ &= \sqrt{0.000625 + 0.000144} \\ &= \sqrt{0.000769} \\ &= 0.028 \end{aligned}$$

Jarak ke C2

$$\begin{aligned} d &= \sqrt{(-8.540 + 8.594)^2 + (116.090 - 116.143)^2} \\ &= \sqrt{(0.054)^2 + (-0.053)^2} \\ &= \sqrt{0.002916 + 0.002809} \\ &= \sqrt{0.005725} \\ &= 0.076 \end{aligned}$$

Jarak ke C3

$$\begin{aligned} d &= \sqrt{(-8.540 + 8.532)^2 + (116.090 - 116.088)^2} \\ &= \sqrt{(-0.008)^2 + (0.002)^2} \\ &= \sqrt{0.000064 + 0.000004} \\ &= \sqrt{0.000068} \\ &= 0.008 \end{aligned}$$

3.1. Menentukan pusat kluster baru

Perhitungan pusat kluster baru dalam K-Means dilakukan dengan merata-ratakan posisi semua titik data yang termasuk dalam kluster tersebut pada iterasi saat ini. Proses ini diulang hingga posisi pusat kluster stabil (tidak lagi berubah). Rumusnya adalah rata-rata fitur x dan y dari semua anggota kluster. Setelah anggota setiap kluster diketahui, pusat kluster baru dihitung berdasarkan data anggota setiap kluster sesuai dengan rumus pusat anggota kluster, menghasilkan perhitungan berikut:

Menghitung pusat kluster baru untuk C1 (Ampanan)

$$x = (-8.565 - 8.520 - 8.500)/3 = -8,528$$

$$y = (116.078 + 116.070 + 116.060)/3 = 116.069$$

Calculating the new centroid for C2 cakranegara

$$x = (-8.583 - 8.589 - 8.602 - 8.605 - 8.568)/3 = -8.589$$

$$y = (116.116 + 116.128 + 116.134 + 116.110 + 116.132)/5 = 116.124$$

Calculating the new centroid for C2 (Gunung Sari)

$$x = (-8.540 - 8.601 - 8.603 - 8.573 - 8593)/5 = 8.582$$

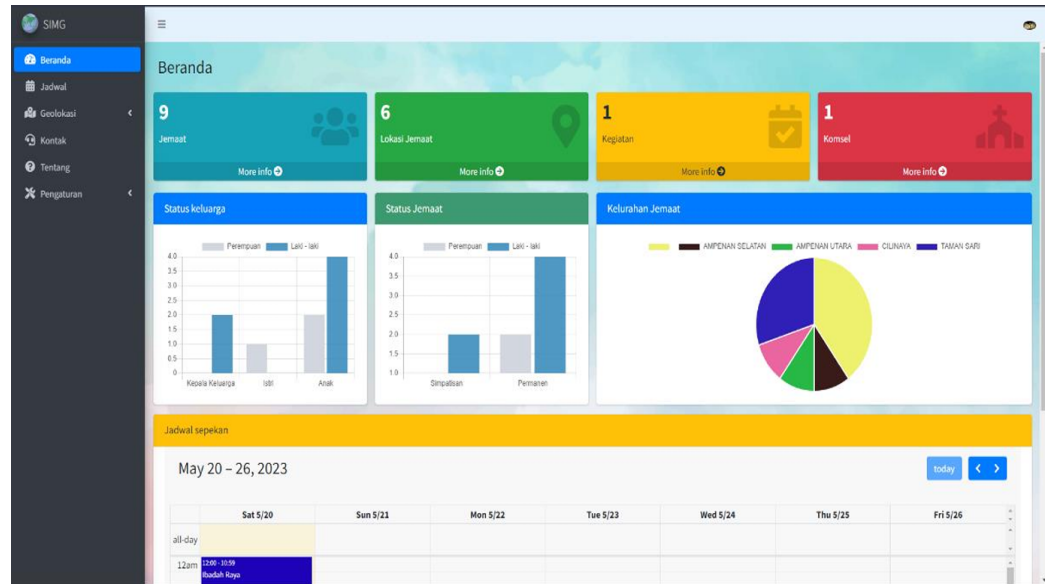
$$y = (116.090 + 116.095 + 116.146 + 116.66 + 116.250)/5 = 116.149$$

3.2. Python Dalam Analisis Data Mining algoritma K-Means

Python adalah bahasa pemrograman yang paling banyak digunakan saat ini. Dalam konteks penyelesaian tugas dan tantangan di bidang ilmu data, Python secara konsisten memberikan kemudahan dan fleksibilitas bagi penggunanya. Sebagian besar ilmuwan data telah memanfaatkan kemampuan Python dalam aktivitas sehari-hari mereka. Python dikenal sebagai bahasa pemrograman yang mudah dipelajari, mudah di-debug, berorientasi objek, open-source, berkinerja tinggi, dan menawarkan berbagai keuntungan lainnya. Selain itu, Python dilengkapi dengan pustaka-pustaka unggul yang banyak digunakan dalam menyelesaikan masalah komputasi.

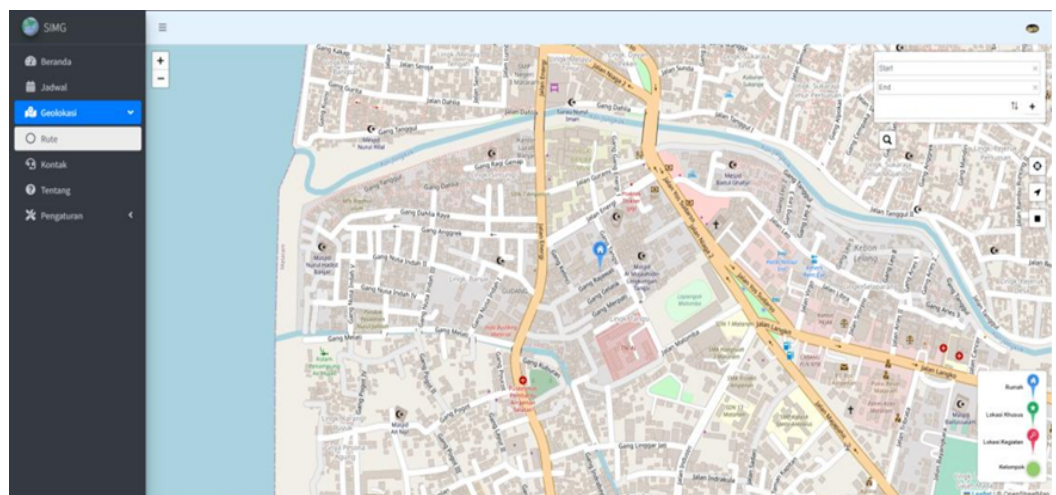
Pengembangan web tradisional, khususnya untuk aplikasi visualisasi data dan pembelajaran mesin, biasanya membutuhkan pengetahuan tentang kerangka kerja web, HTML, CSS, dan JavaScript, yang seringkali dapat membingungkan bagi mereka yang berfokus pada analisis data. Streamlit menyederhanakan kompleksitas ini dengan menyediakan antarmuka yang memungkinkan pengguna untuk membangun aplikasi menggunakan skrip Python sederhana. Berikut ini menunjukkan penggunaan pustaka sklearn dalam pengkodean Python dengan kumpulan data tertentu.

```
from sklearn.cluster import KMeans
# Data + nama lokasi
locations = [
    ("Ampenan", -8.565, 116.078), ("Mataram", -8.583, 116.116), ("Cakranegara", -8.589,
    116.128), ("Sekarbela", -8.601, 116.095), ("Sweta", -8.602, 116.134), ("Labuapi", -8.605,
    116.110), ("Rembige", -8.568, 116.132), ("Gunung Sari", -8.540, 116.090), ("Batu Layar", -
    8.520, 116.070), ("Selagalas", -8.603, 116.146), ("Lingsar", -8.573, 116.166), ("Setangi", -8.500,
    116.060), ("Narmada", -8.593, 116.250)
]
data = [[lat, lon] for _, lat, lon in locations]
# K-Means
kmeans = KMeans(n_clusters=3, random_state=0)
kmeans.fit(data)
labels = kmeans.labels_
# Output hasil
clusters = {i: [] for i in range(3)}
for i, label in enumerate(labels):
    clusters[label].append(locations[i][0])
for i in clusters:
    print(f"\nCluster {i+1}:")
    for name in clusters[i]:
        print("-", name)
    print("\nCentroid:")
    print(kmeans.cluster_centers_)
Here are some of the application results displayed.
```



Gambar 4. Grafik data jemaat

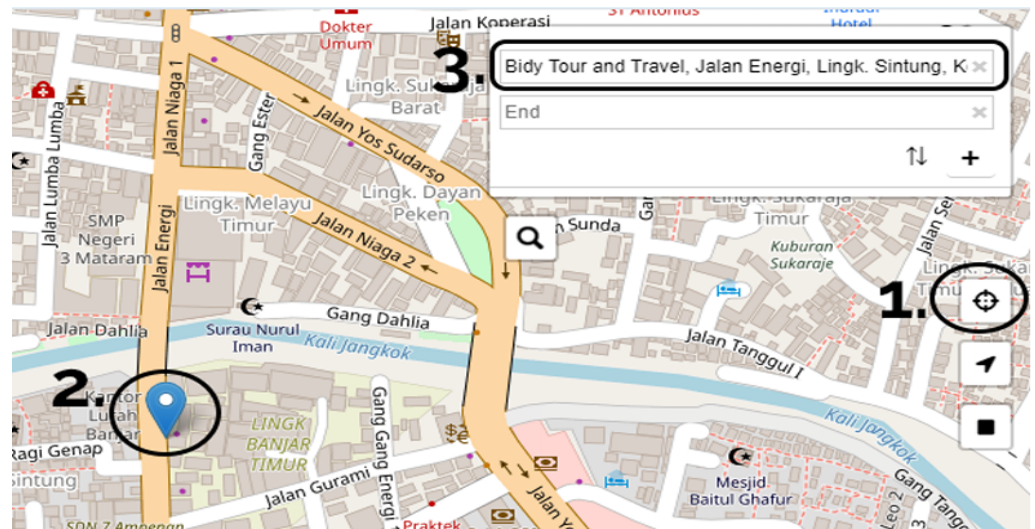
Gambar 4 menunjukkan ringkasan data jemaat, termasuk jumlah anggota dan lokasi mereka, yang telah diintegrasikan ke dalam sistem. Tampilan ini juga mencakup jadwal kegiatan mingguan. Kolom pertama mencantumkan identitas jemaat, status keluarga, dan jenis kelamin. Kolom kedua mencantumkan lokasi jemaat. Kolom ketiga memberikan informasi tentang kegiatan jemaat. Setiap kegiatan yang dihadiri oleh jemaat akan diberi informasi tentang tema kegiatan tersebut beserta lokasi kegiatan dan peserta yang terlibat dalam kegiatan tersebut. Gambar 4 di bawah ini menunjukkan informasi spasial yang terkait dengan hasil dalam bentuk peta lokasi kegiatan. Di mana setiap kegiatan yang diselenggarakan oleh GPPS Bethel, panitia akan menandai lokasi kegiatan yang dapat diakses oleh jemaat beserta rute yang dapat ditempuh untuk sampai ke lokasi tersebut..



Gambar 5: Peta Lokasi Aktivitas

Peta ini juga menampilkan tempat tinggal jemaat, lokasi aktivitas, dan lokasi khusus, yang semuanya tersimpan dalam basis data. Peta ini berisi tombol-tombol yang berfungsi sebagai fitur dalam menu ini. Di pojok kiri atas, terdapat tombol perbesar dan perkecil untuk memperbesar objek pada peta, sedangkan di pojok kanan atas, terdapat beberapa tombol, seperti yang ditunjukkan pada gambar di bawah ini.

Kolom awal dan akhir pada halaman ini berfungsi untuk menentukan lokasi awal dan tujuan. Kolom ini juga memiliki tombol dengan ikon plus untuk menambahkan lebih banyak tujuan jika pengguna menginginkan lebih dari satu. Di sebelah kiri tombol ini, terdapat tombol untuk mengubah titik awal dan tujuan dari rute yang dipilih. Terdapat juga tombol dengan ikon panah untuk mengaktifkan geolokasi waktu nyata, atau dengan kata lain, untuk memulai perjalanan. Di bawah tombol ini terdapat tombol dengan ikon berhenti untuk menghentikan fitur geolokasi waktu nyata.



Gambar 6 Urutan lokasi awal rute

4. Pembahasan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan metode *K-Means Clustering* mampu membantu pengurus gereja dalam mengidentifikasi wilayah persebaran jemaat secara lebih terstruktur. Data jemaat yang sebelumnya hanya berupa daftar alamat dapat divisualisasikan menjadi peta interaktif sehingga mempermudah proses koordinasi pelayanan, kunjungan pastoral, maupun pengelompokan wilayah ibadah. Penerapan algoritma *k-means* memberikan hasil pengelompokan yang cukup efektif untuk data spasial jemaat di wilayah Mataram dan sekitarnya. Selain itu, visualisasi menggunakan Leaflet.js memungkinkan pengguna melihat lokasi jemaat secara interaktif melalui marker, popup informasi, dan pewarnaan cluster pada peta digital berbasis OpenStreetMap.

Jika dibandingkan dengan penelitian sebelumnya yang membahas Sistem Informasi Geografis (SIG) berbasis web untuk pemetaan lokasi, penelitian ini memiliki beberapa perbedaan dan pengembangan[21]. Penelitian terdahulu umumnya hanya menampilkan persebaran lokasi pada peta tanpa melakukan analisis pengelompokan wilayah. Visualisasi peta pada penelitian sebelumnya lebih berfokus pada penyajian informasi lokasi, sedangkan penelitian ini menambahkan proses analisis data menggunakan algoritma clustering sehingga menghasilkan informasi yang lebih informatif dan mendukung pengambilan keputusan[8][22].

Penelitian ini juga memiliki keunggulan pada integrasi teknologi berbasis web yang ringan dan interaktif. Penggunaan Leaflet.js memungkinkan aplikasi dijalankan melalui browser tanpa membutuhkan perangkat lunak GIS khusus. Hal ini berbeda dengan beberapa penelitian sebelumnya yang masih menggunakan aplikasi desktop GIS sehingga aksesibilitas sistem menjadi terbatas.

Walaupun demikian, penelitian ini masih memiliki beberapa keterbatasan. Akurasi cluster sangat dipengaruhi oleh jumlah cluster (*K*) yang ditentukan pada awal proses.

Selain itu, penelitian hanya menggunakan parameter lokasi geografis tanpa mempertimbangkan faktor lain seperti jumlah anggota keluarga jemaat, tingkat keaktifan pelayanan, maupun kondisi akses transportasi. Oleh karena itu, pengembangan penelitian selanjutnya dapat dilakukan dengan mengombinasikan metode clustering lain seperti DBSCAN atau Fuzzy C-Means agar hasil pengelompokan menjadi lebih optimal.

Secara keseluruhan, penelitian ini memberikan kontribusi dalam pengembangan Sistem Informasi Geografis berbasis web pada lingkungan gereja, khususnya dalam pemetaan dan analisis persebaran jemaat. Integrasi algoritma *K-Means Clustering* dengan visualisasi peta menggunakan Leaflet.js mampu menghasilkan sistem yang informatif, interaktif, dan mendukung efisiensi pengelolaan wilayah pelayanan GPPS Betlehem Lombok.

Dari hasil clustering, terlihat bahwa terdapat perbedaan kepadatan jemaat di beberapa wilayah. Beberapa cluster menunjukkan konsentrasi jemaat yang tinggi, khususnya di daerah perkotaan seperti Mataram dan sekitarnya, sedangkan cluster lainnya menunjukkan persebaran yang lebih jarang di wilayah pinggiran. Hal ini mengindikasikan adanya ketimpangan distribusi jemaat yang dapat dipengaruhi oleh faktor aksesibilitas, kepadatan penduduk, serta perkembangan wilayah. Berdasarkan proses iterasi K-Means, diperoleh hasil pengelompokan lokasi jemaat menjadi tiga cluster utama sebagai berikut: Cluster 1 (C1) Wilayah yang tergabung pada cluster ini memiliki kedekatan geografis dengan wilayah Ampenan dan sekitarnya, dengan total 117 anggota jemaat atau sekitar 42,1% dari keseluruhan data jemaat. Persebaran cluster ini dominan berada pada wilayah pesisir dan bagian barat Kota Mataram. Cluster kedua (C2) berpusat pada wilayah perkotaan Mataram dan sekitarnya merupakan cluster dengan jumlah jemaat terbesar yaitu 152 anggota atau sekitar 54,7% dari total jemaat. Tingginya jumlah jemaat pada cluster ini menunjukkan bahwa konsentrasi jemaat paling banyak berada di wilayah pusat perkotaan. Cluster ketiga (C3) terdiri dari wilayah yang relatif lebih jauh dari pusat Kota Mataram, memiliki jumlah anggota jemaat paling sedikit yaitu 9 anggota atau sekitar 3,2% dari total keseluruhan jemaat. Hal ini menunjukkan bahwa persebaran jemaat pada wilayah pinggiran masih relatif rendah.

5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian, "Implementasi Algoritma K-Means untuk Pemetaan Jemaat GPPS Bethlehem Menggunakan Leaflet JS," dapat disimpulkan bahwa algoritma K-Means dapat secara efektif mengelompokkan data lokasi jemaat berdasarkan kedekatan geografis. Proses pengelompokan menghasilkan beberapa kelompok regional dengan pusat (centroid) yang mewakili distribusi jemaat. klaster 1 (Ampenan) dengan total 117 anggota jemaat atau sekitar 42,1% dari keseluruhan data jemaat, Klaster 2 (cakranegara) dengan 152 anggota atau sekitar 54,7% dari total jemaat, dan kalster 3 (Sekarbele) dengan 9 anggota atau sekitar 3,2% dari total keseluruhan jemaat.

Visualisasi menggunakan Leaflet.js berhasil menampilkan hasil pengelompokan dalam bentuk peta interaktif yang informatif, sehingga memudahkan pengguna untuk memahami pola distribusi jemaat secara lebih jelas dan terstruktur. Sistem yang dikembangkan juga dapat digunakan sebagai alat pengambilan keputusan, khususnya dalam pembagian wilayah pelayanan, perencanaan kegiatan, dan pengelolaan sumber daya gereja.

Referensi

- [1] J. A. N. S. Aritonang, "Sejarah Pertumbuhan Gerakan Pantekostal di Indonesia," 2021.
- [2] Y. Afandi, "Gereja Dan Pengaruh Teknologi Informasi ," Digital Ecclesiology, vol. 1, no. 2, pp. 270–283, 2018. <https://doi.org/10.34081/270033>

- [3] G. Christian, W. Susanti, and R. Ry, "Implementasi Aplikasi E-HKBP Berbasis Android," Seminar Nasional Informatika IV (SENATIKA): Artificial Intelligence and it's application, 2023. <https://repository.uinsaizu.ac.id/26931/>
- [4] Departemen, "Sikap teologis gereja bethel indonesia," 2018. <https://bppgbi.org/wp-content/uploads/BUKU-SIKAP-GBL.pdf>
- [5] B. Nosiyanto, N. Faizah, and W. Nurcahyo, "Design of The Employee Presence Application CV . Pramana Mukti Jaya Utilizes Extreme Programming Methods and Leaflet . JS Technology," *Journal Web Information Systems*, vol. 1, no. 1, pp. 16–25, 2024, <https://journal.msti-indonesia.com/index.php/jwis/article/view/136>
- [6] K. Muttaqin, R. N. Nst, Novianda, A. Ihsan, J. Sultan, and F. Rifqiyah, "Implementation of K-Means Clustering in Mapping Teacher Distribution Using Geographic Information System," *Elinvo (Electronics Informatics and Vocational Education)*, vol. 9, no. 1, pp. 187–196, 2024. <https://doi.org/10.21831/elinvo.v9i1.76884>
- [7] I. A. Marleni and A. Gunaryati, "Presensi Karyawan Berbasis Web dengan Fitur Lokasi Leaflet JS menggunakan Laravel," *Jurnal JTIK (Jurnal Teknologi Informasi dan Komunikasi)*, vol. 7, no. 3, pp. 1–7, 2023. <https://pdfs.semanticscholar.org/8e34/7769d240c9ba7a2067d2234263caa5d913a1.pdf>
- [8] N. K. Aini and C. B. Pribadi, "WebGIS Berbasis Leaflet JS untuk Pemetaan Persebaran Usaha Mikro di Kabupaten Nganjuk," *Jurnal Teknik ITS*, vol. 10, no. 2, pp. 510–515, 2021. <https://pdfs.semanticscholar.org/5d6c/50bf756115967bae685f4b7c0a0b63cb8e59.pdf>
- [9] I. K. A. W. Praditya, T. Maryati, and D. M. O. Purnawati, "Gereja Kristen Protestan Di Bali (GKPB) Jemaat Betlehem Untal-Untal, Desa Dalung, Badung, Bali Dan Potensinya Sebagai Sumber Belajar Sejarah Di SMA," *Widya Winayata: Jurnal Pendidikan Sejarah*, vol. 10, no. 3, 2022. <https://doi.org/10.23887/jjps.v10i3.43772>
- [10] C. Y. Megatama, A. A. Riadi, and Evanita, "Sistem Informasi Pelayanan Gereja Berbasis Web di Gereja Bethel Indonesia Juwana," *Jurnal Teknologi Informasi dan Multimedia*, vol. 7, no. 2, pp. 337–351, 2025, <https://doi.org/10.35746/jtim.v7i2.715>
- [11] F. Romana and N. Alfiani, "Development and Threats of Artificial Intelligence in Industry and Workforce," *International Journal of Social Service and Research*, vol. 04, no. 03, pp. 1029–1039, 2024. <https://pdfs.semanticscholar.org/60c8/2b81c21c044d0fd8b0fd7c8e3d6e6c4bd86a.pdf>
- [12] S. A. A. Kharis and A. H. A. Zili, "Learning Analytics dan Educational Data Mining pada Data Pendidikan," *Jurnal Riset Pembelajaran Matematika Sekolah*, vol. 6, pp. 12–20, 2022. <https://doi.org/10.21009/jrpms.061.02>
- [13] D. J. Hand, "Principles of Data Mining," *Drug Safety*, vol. 30, no. 7, pp. 621–622, 2007, <https://doi.org/10.2165/00002018-200730070-00010>
- [14] D. F. Pasaribu, I. S. Damanik, E. Irawan, and H. S. Tambunan, "Memanfaatkan Algoritma K-Means Dalam Memetakan Potensi Hasil Produksi Kelapa Sawit PTPN IV Marihat," *BIOS : Jurnal Teknologi Informasi Dan Rekayasa Komputer*, vol. 2, no. 1, pp. 11–20, 2021. <https://doi.org/10.37148/bios.v2i1.17>
- [15] P. S. Puspitorini, "Clustering-Allocation Model Under Risk , and Emissions Factors : Evidence from an Indonesian Region," *PROZIMA (Productivity, Optimization and Manufacturing System Engineering)*, vol. 8, no. 2, pp. 70–83, 2024. <https://prozima.umsida.ac.id/index.php/prozima/article/view/1718>
- [16] A. Adil, I. M. Y. Dharma, H. Santoso, and L. S. Prayatna, "Penerapan Algoritma K-Means Berbasis Spasial Untuk Pengelompokan Potensi Virus Covid-19 Di Kabupaten Dompu," *SATIN-Sains Dan Teknologi Informasi*, vol. 9, no. 1, 2023, <https://doi.org/10.33372/stn.v9i1.954>
- [17] M. R. Nugroho, I. E. Hendrawan, and Purwanto, "Penerapan Algoritma K-Means Untuk Klusterisasi Data Obat Pada Rumah Sakit ASRI," *Nuansa Informatika*, vol. 16, no. 1, pp. 125–133, 2022. <https://doi.org/10.25134/nuansa.v16i1.5294>
- [18] A. Adil and B. K. Triwijoyo, "Sistem Informasi Geografis Pemetaan Jaringan Irigasi dan Embung di Lombok Tengah," *MATRIK J. Manajemen, Tek. Inform. dan Rekayasa Komput.*, vol. 20, no. 2, pp. 273–282, 2021, <https://doi.org/10.30812/matrik.v20i2.1112>
- [19] A. Adil, M. Tadjudin, and A. A. Sofyan, *Perancangan dan Pengembangan Perangkat Lunak Sistem Informasi Geografis*. Media Nusa Creative (MNC Publishing), 2023. [Online]. Available: <https://books.google.co.id/books?id=NuPpEAAAQBAJ>
- [20] A. Adil, B. K. Triwijoyo, and I. M. Y. Dharma, "Implementasi Spasial Algoritma Harvesine pada Mapbox API untuk Pemetaan Pariwisata Spatial Implementation of the Harvesine Algorithm in The Mapbox API for Tourism Mapping," *Jurnal Bumigora Information Technology (BITE)*, vol. 5, no. 1, pp. 53–64, 2023, <https://journal.universitatumigora.ac.id/bite/article/view/2874>
- [21] O. Arifin and A. R. Supriyatna, "Sistem Informasi Geografis Untuk Pemetaan Lahan Kakao Menggunakan Leaflet Js Dan Geojson," *Jurnal Teknoinfo*, vol. 17, no. 1, pp. 364–371, 2023. <https://doi.org/10.33365/jti.v17i1.2397>
- [22] A. L. Zahra, S. Tiara, R. Ada, and A. Fakhira, "Implementasi Clustering Algoritma K-Means Pada Produksi Beras di Provinsi Jawa Timur Tahun 2022," *Journal of Computer and Information Systems Ampera*, vol. 5, no. 3, pp. 191–202, 2024. <https://www.journal-computing.org/index.php/journal-cisa/article/view/485>