

OPTIMASI LOKASI PEMBANGUNAN RUMAH SAKIT DI KECAMATAN NGRAYUN KABUPATEN PONOROGO DENGAN K-MEANS

Erisa Dwi Xena Anindhyta¹, Maheswari Dian Paramita², Anggraini Puspita Sari^{3*}

¹²³Program Studi Informatika, Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur

Jl. Raya Rungkut Madya, Gunung Anyar, Surabaya, Indonesia

¹ 23081010049@student.upnjatim.ac.id, ² 23081010092@student.upnjatim.ac.id

^{3*} anggraini.puspita.if@upnjatim.ac.id

Abstract

Proper healthcare infrastructure is fundamental to regional growth and the improvement of life standards. Due to the minimal health facilities in Ngrayun sub-district, an optimal location for a new hospital is required. Traditional methods are often used to determine construction locations. However, technology such as the Silhouette Score-based K-Means Clustering learning algorithm can now be applied to identify the most suitable site for hospital construction. Factors considered include population, accessibility, distance to the nearest hospital, and the number of health facilities. Based on the Silhouette Score, the number of clusters that achieved a score closest to 1 is 2 clusters, with a score of 0.7370. The villages are divided into clusters 0 and 1. Cluster 1 is identified as the main location suitable for hospital development and includes the villages of Baosan Kidul, Mrayan, Baosan Lor, Ngrayun, Selur, and Cepoko. Based on this study, it can be concluded that the K-Means method can be effectively used to determine the location for hospital construction.

Keywords : *predictions, hospital location, k-means, clustering, silhouette score*

Abstrak

Ketersediaan layanan kesehatan yang memadai berkontribusi secara signifikan dalam mendukung perkembangan daerah dan meningkatkan kualitas hidup masyarakat. Kecamatan Ngrayun memiliki fasilitas kesehatan yang minim, sehingga diperlukan lokasi yang optimal dalam pembangunan rumah sakit baru. Metode tradisional sering kali digunakan dalam menentukan lokasi pembangunan. Namun, kini teknologi seperti algoritma pembelajaran *K-Means Clustering* berbasis *Silhouette Score* dapat digunakan untuk menemukan lokasi pembangunan rumah sakit yang optimal. Adapun faktor-faktor yang diperhatikan diantaranya jumlah penduduk, aksesibilitas, jarak ke rumah sakit terdekat, serta jumlah fasilitas kesehatan. Berdasarkan *silhouette score*, menunjukkan bahwa jumlah *cluster* yang mendapatkan *score* paling mendekati 1 yaitu sebanyak 2 *cluster* dengan *score* 0.7370. Desa dibagi menjadi *cluster* 0 dan *cluster* 1, dimana *cluster* 1 diidentifikasi sebagai lokasi utama yang sesuai untuk pembangunan rumah sakit, yang mencakup desa Baosan Kidul, Mrayan, Baosan Lor, Ngrayun, Selur, dan Cepoko. Berdasarkan dari penelitian ini, dapat diketahui bahwa metode K-Means dapat digunakan untuk menentukan lokasi pembangunan rumah sakit secara efektif.

Kata kunci : *Prediksi, Lokasi Rumah Sakit, K-Means, Clustering, Silhouette Score*

1. PENDAHULUAN

Ketersediaan layanan kesehatan yang merata dan berkualitas adalah satu dari sekian banyak indikator krusial dalam pembangunan daerah. Pada siaran pers Pemkab Ponorogo pada maret

2019 yang dipaparkan oleh Kepala Dinas Kesehatan Kabupaten Ponorogo, bahwa pemerintah kabupaten berencana mendirikan dua rumah sakit tipe D di dua lokasi berbeda, salah satunya akan dibangun di Kecamatan Ngrayun [1]. Kecamatan Ngrayun merupakan salah satu

kecamatan yang memiliki karakteristik geografis perbukitan di kabupaten Ponorogo. Berdasarkan sensus penduduk tahun 2021, kecamatan Ngrayun dihuni oleh 61.785 jiwa [2]. Dengan populasi masyarakat yang tergolong padat penduduk di kecamatan tersebut, keberadaan fasilitas kesehatan di Kecamatan Ngrayun juga terbatas, hanya terdapat beberapa puskesmas dan klinik. Bagi warga yang hendak menerima perawatan di rumah sakit, harus menuju ke pusat kabupaten yang harus ditempuh minimal 30 menit dari beberapa desa di Kecamatan Ngrayun. Oleh karena itu, penentuan lokasi pembangunan rumah sakit yang strategis menjadi kebutuhan mendesak agar manfaatnya dapat dirasakan secara maksimal oleh seluruh lapisan masyarakat.

Pada umumnya proses penentuan lokasi rumah sakit seringkali didasarkan pada pertimbangan subjektif atau pendekatan manual yang belum tentu mencerminkan kebutuhan nyata di lapangan. Seiring dengan perkembangan teknologi, pendekatan berbasis data *mining* dengan memanfaatkan algoritma *machine learning* menawarkan solusi yang lebih efisien dan objektif. Dengan pengaplikasian algoritma data *mining* seperti *K-Means Clustering*, data spasial dan data kependudukan dapat dianalisis untuk mengidentifikasi lokasi-lokasi yang lebih efektif [3].

Penggunaan metode *K-Means Clustering* dapat secara efektif mengelompokkan wilayah berdasarkan kepadatan dan distribusi penduduk [4]. Algoritma *K-Means* ialah metode pengelompokkan non-hirarki yang memisahkan sekumpulan data menjadi beberapa kelompok berdasarkan kemiripan karakteristiknya [5]. Pengelompokan tersebut berdasarkan kemiripan atau kesamaan beberapa faktor. Sementara, data yang mempunyai ciri yang tidak sama akan dikelompokkan ke dalam kelompok yang terpisah [6]. Agar dapat menyampaikan informasi terkait kualitas dari *clustering* pada prosesnya, dapat dihitung dengan *silhouette* berdasarkan keseluruhan *cluster* berdasarkan algoritma *clustering* [6]. *Silhouette Score* merupakan penggabungan dari konsep kohesi yang dapat mengukur hubungan antar objek serta pemisah yang dapat mengukur jarak antar *cluster* [7]. Sistem *klasifikasi* bisa dikatakan baik apabila nilai *silhouette* mendekati nilai 1 [8].

Dalam penelitian ini, kajian terhadap penelitian terdahulu menjadi landasan penting untuk memahami metode yang telah digunakan dalam memprediksi lokasi pembangunan rumah sakit. Berbagai studi sebelumnya telah

menerapkan pendekatan yang berbeda, pada penelitian yang dilakukan oleh A.W.P. Natsir, I. Setiawan, dan L.Somantri yang berjudul “Analisis Penentuan Lokasi Rumah Sakit Tipe C Baru Menggunakan Metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP) di Kabupaten Sumedang” menunjukkan bahwa penentuan lokasi pembangunan berdasarkan dengan tingkat kepentingan yang diberi bobot [9].

Sementara itu dalam penelitian yang dilakukan oleh G.Arundhati, I.Permana, dan H.Segah pada tahun 2022 yang berjudul “Penentuan potensi lokasi Rumah Sakit Kelas A di Kota Palangka Raya menggunakan metode *Analytical Hierarchy Process* dan Sistem Informasi Geografis”, penelitian tersebut menggunakan kombinasi antara metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP) dengan Sistem Informasi Geografis (SIG) yang menunjukkan bahwa kombinasi keduanya dapat melakukan prediksi yang lebih akurat dibandingkan dengan dengan metode tunggal tanpa peran SIG [10].

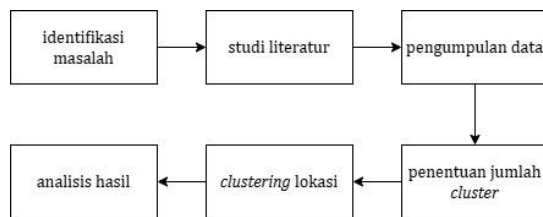
Penelitian lain yang dilakukan oleh S.Hafsah, H.Hasmawati, dan N. Erawaty pada tahun 2022 yang berjudul “Penentuan Lokasi Strategis untuk Membangun Rumah Sakit di Wilayah Kabupaten Berau Menggunakan Pusat dan Pusat Berat” berfokus mengkaji titik yang paling representatif berdasarkan jarak dan percabangan wilayah untuk menentukan lokasi paling strategis dengan metode graf [11]. Pada penelitian yang dilakukan oleh A.V. Krama, A.G. Arsyri, A.Hernandi, dan N.Qamilah pada tahun 2020 yang berjudul “Analisis Spasial Penentuan Potensi Lokasi Peruntukan Lahan Pembangunan Puskesmas Kota Prabumulih”, berfokus pada penerapan analisis spasial dengan penggunaan data spasial untuk membantu dalam mengidentifikasi lokasi yang strategis berdasarkan faktor aksesibilitas dan kebutuhan masyarakat [12].

Berdasarkan penjelasan tersebut, penelitian ini berfokus pada studi kasus penentuan lokasi pembangunan rumah sakit di Kecamatan Ngrayun dengan menggunakan algoritma *K-Means* yang didukung oleh *Silhouette Score* untuk menentukan jumlah *cluster* terbaik secara akurat. Metode ini dipilih karena kelebihanannya dalam hal kemampuan mengelola data secara otomatis dan objektif tanpa bergantung pada penilaian subjektif. Adapun tujuan dari artikel ini ialah untuk menunjukkan bagaimana algoritma *K-Means* dapat membantu pengambilan keputusan lokasi secara lebih tepat berdasarkan analisis data, sehingga fasilitas kesehatan dapat

menjangkau masyarakat yang paling membutuhkan dengan lebih efektif.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Langkah-langkah dalam metodologi penelitian berfungsi untuk menyelesaikan seluruh proses penelitian. Setiap langkah menggambarkan alur kerja yang saling berhubungan dan membentuk kerangka dasar penelitian. Dengan langkah-langkah ini, konsistensi dan logika berpikir tetap terjaga sepanjang penelitian.



Gambar 1. Alur Penelitian

Setiap tahapan yang terdapat pada Gambar 1 harus dijalankan secara sistematis dan terstruktur sesuai dengan permasalahan utama yang telah diidentifikasi. Hal ini bertujuan untuk memastikan bahwa seluruh proses penelitian dapat berlangsung secara optimal, menghasilkan solusi yang relevan, serta tetap berada dalam batasan permasalahan yang telah ditetapkan, sehingga penelitian memiliki arah yang jelas dan tujuan yang dapat tercapai dengan baik.

2.1. Identifikasi Masalah

Masalah pokok pada penelitian ini ialah belum optimalnya penentuan lokasi pembangunan rumah sakit di Kecamatan Ngrayun, Kabupaten Ponorogo yang mempertimbangkan faktor manfaat maksimum, seperti jumlah penduduk, jarak ke fasilitas kesehatan terdekat, tingkat kebutuhan layanan, dan aksesibilitas wilayah. Tanpa pendekatan ilmiah dan data yang tepat, pembangunan rumah sakit berisiko tidak tepat sasaran dan kurang efektif dalam menjawab kebutuhan masyarakat.

2.2. Studi Literatur

Langkah studi literatur ini diterapkan untuk mendalami landasan teori, pendekatan, serta metode yang relevan dengan topik penelitian. Studi Literatur dapat berasal dari jurnal ilmiah, buku dan [13]. Studi literatur menjadi landasan penting karena membantu memahami bagaimana isu atau permasalahan telah dibahas sebelumnya oleh penelitian lain. Oleh karena itu dengan adanya studi literatur ini dapat berguna untuk

menemukan kesenjangan (*gap*) dalam penelitian terdahulu.

2.3. Pengumpulan Data

Data yang digunakan ialah data 11 desa yang berada di Kecamatan Ngrayun berupa jumlah penduduk, jumlah fasilitas kesehatan yang saat ini tersedia di masing - masing desa. Informasi tersebut diperoleh dari Badan Pusat Statistik Kabupaten Ponorogo [2]. Namun, selain itu penelitian ini juga menggunakan data jarak tempuh & aksesibilitas (waktu yang diperlukan) untuk menuju rumah sakit terdekat yang sudah ada sebelumnya dari 11 desa yang ada dengan menggunakan *Google Maps*. Pemilihan parameter jumlah penduduk (JP) karena merupakan indikator utama kebutuhan layanan kesehatan. Desa dengan jumlah penduduk yang tinggi memiliki potensi kebutuhan layanan kesehatan yang lebih besar. Sementara parameter aksesibilitas (A) dan jarak ke rumah sakit terdekat (JT) menggambarkan kemudahan atau kesulitan masyarakat dalam mengakses layanan kesehatan (rumah sakit yang sudah ada sebelumnya). Selain itu, parameter jumlah faskes yang tersedia di setiap desa (JF) menunjukkan tingkat kesiapan dan ketersediaan layanan kesehatan primer (seperti Puskesmas, klinik, posyandu). Jika JF rendah, maka RS akan menjadi sangat penting sebagai rujukan utama. Keempat parameter tersebut dipilih karena mewakili aspek kebutuhan (JP, JF) dan aksesibilitas layanan (A, JT) secara menyeluruh. Dengan menggunakan pendekatan clustering, desa-desa dapat dikelompokkan berdasarkan tingkat urgensi pembangunan rumah sakit, yang mendukung perencanaan pembangunan yang efisien dan berbasis data.

TABEL I. DATA DESA

Nama Desa	JP	A	JT	JF	Ket RS
Baosan Kidul	6.861	65	33,3	0	RSUD Dokter Harjono
Wonodadi	4.569	76	33,8	0	RSUD Dokter Harjono
Sendang	3.647	77	38,7	0	RSUD Dokter Harjono
Mrayan	7.028	59	30,2	0	RSUD Dokter Harjono
Binade	2.907	65	31,7	0	RSUD Dokter Harjono
Baosan Lor	7.987	56	28,5	3	RSUD Dokter Harjono
Ngrayun	7.455	48	27	1	RS Yasyfin Darussalam Gontor

Nama Desa	JP	A	JT	JF	Ket RS
Temon	3.471	32	19,5	0	RS Yasyfin Darussalam Gontor
Selur	6.897	54	30,4	0	RS Yasyfin Darussalam Gontor
Cepoko	6.251	52	23.2	1	RS Yasyfin Darussalam Gontor
Gedangan	4.712	80	37,9	0	RSUD Dokter Harjono

Keterangan :

JP = Jumlah Populasi (Jiwa)

A = Aksesibilitas (menit)

JT = Jarak ke rumah sakit terdekat (km)

JF = Jumlah faskes yang tersedia di setiap desa

Ket RS = Keterangan rumah sakit terdekat dari setiap desa

Dari Tabel 1 dapat dilihat bahwa setiap desa memiliki aksesibilitas yang berbeda beda untuk menjangkau rumah sakit terdekat dari setiap desa di Kecamatan Ngrayun. Masyarakat Desa Gedangan harus menempuh sekitar 80 menit untuk menuju RSUD Dokter Harjono yang berlokasi di Jl. Raya Ponorogo - Pacitan, Segading, Pakunden, Kec. Ponorogo, Kabupaten Ponorogo. Berbeda dengan masyarakat Desa Cepoko yang harus menempuh sekitar 52 menit untuk menuju ke rumah sakit terdekat, yakni RS Yasyfin Darussalam Gontor yang berlokasi di Jl. Dukuh Gontor II, Desa Gontor, Kec. Mlarak, Kabupaten Ponorogo.

2.4. Penentuan Jumlah Cluster Terbaik

Jumlah *cluster* terbaik dipilih menggunakan *silhouette score*. *Silhouette score* mengukur seberapa mirip data point tersebut dengan *clusternya* sendiri daripada dengan *cluster* lain yang paling dekat. Adapun persamaan dari *silhouette score* ialah seperti yang tertera :

$$s(i) = \frac{b(i) - a(i)}{\max\{a(i), b(i)\}} \quad (1)$$

keterangan :

$s(i)$ = *silhouette score* untuk titik i , dengan nilai antara -1 hingga 1

$a(i)$ = rata - rata jarak antara titik i dan semua titik lain dalam *cluster* yang sama

$b(i)$ = rata rata jarak antara titik i dan semua titik dalam *cluster* terdekat yang berbeda

2.5. Clustering Lokasi dengan K-Means

Metode *K-Means* diaplikasikan pada pengelompokan data menggunakan algoritma data *mining*[14]. Hal ini dapat diterapkan untuk mengklasifikasikan wilayah yang mengacu pada kemiripan ciri [15]. Adapun ciri yang digunakan yaitu jumlah penduduk, jarak ke fasilitas kesehatan, dan tingkat aksesibilitas.

Proses dalam algoritma *K-Means* terdapat beberapa tahapan yang meliputi:

- Menetapkan nilai k (jumlah *cluster*) serta memilih *centroid* awal secara *random*.
- Menghitung *centroid* yang berasal dari tahap iterasi menggunakan persamaan (1) :

$$v_{ij} = \frac{1}{N_i} \sum_{k=0}^{N_i} x_{kj} \quad (2)$$

keterangan :

v_{ij} = nilai *centroid* pada fitur ke- j dalam *cluster* ke- i

N_i = jumlah data pada *cluster* ke- i

x_{kj} = nilai fitur ke- j dari data ke- k di *cluster* tersebut

- Melakukan perhitungan jarak antara setiap data dengan *centroid* menggunakan persamaan *Euclidean Distance* sebagai berikut :

$$d(x, y) = \sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - y_i)^2} \quad (3)$$

keterangan :

$d(x, y)$ = jarak *Euclidean* antara x dan y , berupa angka positif

x = titik data pertama

y = titik data kedua

n = jumlah dimensi (jumlah fitur yang dibandingkan)

x_i, y_i = nilai fitur ke- i dari masing - masing titik

- Membentuk *cluster* berdasarkan hasil jarak *Euclidean* yang paling dekat.
- Ulangi tahap b - d, hingga nilai *centroid* yang diperoleh tidak mengalami perubahan dan anggota tiap *cluster* tetap berada pada *cluster* yang sama (tidak berpindah ke *cluster* yang lain)

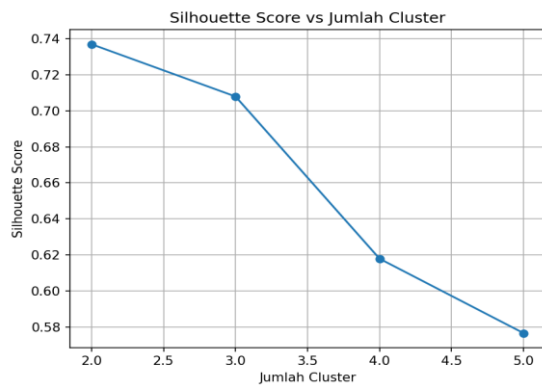
2.6. Analisis Hasil Perhitungan

Hasil dari algoritma *K-Means* akan dianalisis secara menyeluruh. Wilayah desa yang termasuk dalam *cluster* prioritas tinggi dan diklasifikasikan memiliki manfaat maksimum akan direkomendasikan sebagai lokasi strategis untuk calon Lokasi pembangunan rumah sakit. Visualisasi data dilakukan dalam bentuk grafik yang diberi warna yang berbeda untuk setiap *clusternya* agar dapat saling dibedakan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penentuan Jumlah Cluster Terbaik

Jumlah *cluster* terbaik dapat diketahui dengan hasil perhitungan *silhouette score*, Semakin mendekati angka 1, semakin sesuai data tersebut dengan *clusternya*. Sebaliknya, nilai yang mendekati 0 menandakan bahwa data berada di antara dua *cluster*. Serta jika nilai tersebut negative menunjukkan bahwa data tersebut mungkin berada pada *cluster* yang salah.



Gambar 2. Grafik *Silhouette Score*

Berdasarkan Gambar 2, dapat dilihat perbedaan *silhouette score* antar jumlah *cluster*. Semakin banyak jumlah *clusternya* maka semakin kecil *silhouette score*nya. Hal ini mengindikasikan bahwa penambahan *cluster* tidak selalu meningkatkan kualitas pengelompokan data. Penurunan nilai tersebut menunjukkan bahwa pembentukan *cluster* menjadi kurang optimal seiring dengan bertambahnya jumlah *cluster*.

Jumlah Cluster	Silhouette Score
2	0.736974
3	0.707953
4	0.617911
5	0.576594

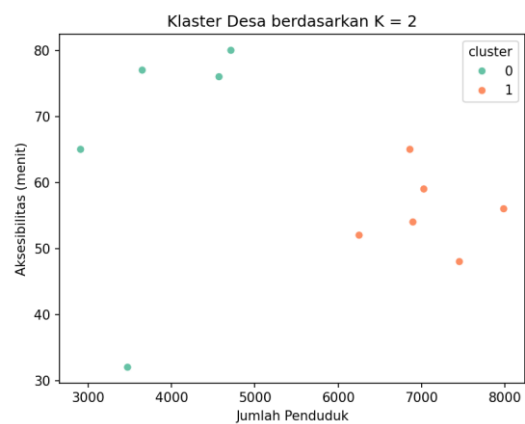
Gambar 3. Hasil Perhitungan *Silhouette Score*

Gambar 3 diperoleh dari hasil output program yang digunakan untuk evaluasi model. Berdasarkan hasil perhitungan *silhouette score* pada Gambar 3, dapat diketahui bahwa jumlah *cluster* 2 yang paling mendekati 1 yakni dengan *score* 0.7370. Sehingga *cluster* 2 dipilih untuk menjadi nilai *k* yang terbaik, dibandingkan dengan jumlah *cluster* 3 dengan *score* 0.7080, jumlah *cluster* 4 dengan *score* 0.7080, dan jumlah *cluster* 5 dengan *score* 0.5766. Pada titik jumlah

cluster 2, mampu melakukan pemisahan antar *cluster* paling baik serta kohesi dalam *cluster* masih tinggi.

Klasterisasi K-Means

Analisis klasterisasi desa di Kecamatan Ngrayun dengan metode *K-Means* bertujuan untuk mengelompokkan desa berdasarkan jumlah penduduk, aksesibilitas, jarak rumah sakit terdekat, serta jumlah fasilitas kesehatan yang terdapat di masing – masing desa di Kecamatan Ngrayun. Klasterisasi desa dibentuk menjadi dua *cluster*, desa diklasifikasikan berdasarkan kemiripan fitur dengan karakteristik yang serupa.



Gambar 4. Diagram titik *cluster* desa

Visualisasi *scatter plot* ini dapat memudahkan identifikasi pola dan keterkaitan antar variabel dalam setiap *cluster*, sehingga mempermudah pengambilan keputusan berbasis data. Dengan demikian, strategi pembangunan rumah sakit di Kecamatan Ngrayun dapat disesuaikan dengan kebutuhan spesifik tiap *cluster* desa, serta dapat meningkatkan efektivitas pelayanan kesehatan di Kecamatan Ngrayun.

nama_desa	jumlah_penduduk	aksesibilitas	jarak_rs_terdekat	fasilitas_kesehatan	cluster
Wonodadi	4569	76	33.8	0	0
Sendang	3647	77	38.7	0	0
Binade	2907	65	31.7	0	0
Temon	3471	32	19.5	0	0
Gedangan	4712	80	37.9	0	0
Baosan Kidul	6861	65	33.3	0	1
Mrayan	7028	59	30.2	0	1
Baosan Lor	7987	56	28.5	3	1
Ngrayun	7455	48	27.0	1	1
Selur	6897	54	30.4	0	1
Cepoko	6251	52	23.2	1	1

Gambar 5. Hasil *Cluster* Desa

Mengacu pada Gambar 5 yang diperoleh dari output program, ada beberapa penjabaran mengenai masing-masing *cluster* sebagai berikut:

1. Cluster 0

Cluster 0 mencakup Desa Wonodadi, Sendang, Binade, Temon, serta Gedangan. Kelima desa ini memiliki ciri utama berupa jumlah penduduk yang relatif sedikit yakni antara 2.907 - 4.712 jiwa. Tidak hanya itu, desa ini menghadapi hambatan dalam aksesibilitas dengan waktu tempuh ke fasilitas kesehatan terdekat berkisar antara 32 - 80 menit. Selain itu, jarak ke rumah sakit terdekat juga cukup jauh, yaitu antara 19,5 hingga 38,7 kilometer. Situasi ini menandakan bahwa *cluster 0* dianggap tidak mendesak untuk menjadi fokus utama dalam prioritas utama pembangunan rumah sakit disebabkan kebutuhan terhadap fasilitas kesehatan tambahan belum terlalu tinggi. Oleh sebab itu, *cluster 0* tidak menjadi lokasi optimal pembangunan rumah sakit baru di Kecamatan Ngrayun.

2. Cluster 1

Cluster 1 terdapat beberapa desa yakni Desa Baosan Kidul, Mrayan, Baosan Lor, Ngrayun, Selur dan Cepoko. Karakteristik utama dari *cluster* ini adalah jumlah penduduk yang padat dengan rata-rata melebihi 6.000 jiwa. Baik dari segi akses, *cluster 1* menawarkan waktu tempuh yang lebih baik yakni sekitar 48 hingga 65 menit. Jarak terdekat menuju rumah sakit terdekat berkisar antara 19,5 hingga 33 kilometer. Adapun beberapa desa pada *cluster 1*, banyak diantaranya yang memiliki penduduk yang lebih padat. Hal ini menunjukkan adanya kebutuhan mendesak mengenai tambahan layanan kesehatan pada desa di wilayah *cluster 1*. Kepadatan penduduk merupakan elemen penting yang mempengaruhi peluang penggunaan lahan dalam mendirikan rumah sakit, di mana wilayah dengan jumlah penduduk yang tinggi memiliki potensi besar untuk pembangunan fasilitas kesehatan [16]. Sehingga *cluster 1* dipilih sebagai lokasi optimal pembangunan rumah sakit di Kecamatan Ngrayun.

Hasil analisis klusterisasi yang ditunjukkan dalam scatter plot memberikan informasi yang berharga mengenai pola penyebaran desa di Kecamatan Ngrayun berdasarkan faktor demografis dan aksesibilitas menuju fasilitas kesehatan. Dengan melakukan perbandingan terhadap hasil dengan kebijakan daerah yang terdapat pada Peraturan Daerah Kabupaten Ponorogo Nomor 1 Tahun 2024 tentang Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW) Tahun 2024–2044, tampak bahwa *cluster 0*, yang terdiri dari desa-desa dengan populasi penduduk yang relatif sedikit dan aksesibilitas yang terbatas, memungkinkan tidak menjadi prioritas utama dalam pembangunan

rumah sakit baru. Hal ini sejalan dengan kebijakan yang cenderung menitikberatkan sumber daya pada daerah yang memiliki kebutuhan yang lebih mendesak.

Sebaliknya, *cluster 1*, yang mencakup desa-desa dengan jumlah penduduk yang tinggi dan akses yang lebih baik, menunjukkan kebutuhan yang lebih signifikan terhadap layanan kesehatan. Kebijakan daerah yang mendukung pengembangan infrastruktur kesehatan di area dengan populasi yang padat sebaiknya dioptimalkan dengan mempertimbangkan hasil dari klusterisasi.

Namun, kurangnya informasi mengenai jumlah fasilitas kesehatan yang tersedia dan keadaan kesehatan masyarakat di setiap desa dapat memengaruhi keputusan yang diambil. Data yang digunakan dalam studi ini adalah data sekunder dari Badan Pusat Statistik (BPS) tahun 2023, karena hasil survei terbaru pada tahun 2025 belum tersedia. Ketidakadaan data terbaru ini menyebabkan keterbatasan dalam menangkap perubahan yang mungkin terjadi, seperti pembangunan fasilitas kesehatan baru, variasi jumlah tenaga medis, perubahan jumlah penduduk, serta keadaan kesehatan masyarakat setelah pandemi atau faktor lainnya. Oleh karena itu, sangat penting untuk menambah analisis ini dengan informasi tambahan dan data terkini supaya kebijakan yang ditetapkan bisa lebih tepat sasaran, responsif terhadap kondisi nyata di lapangan, serta efektif dalam meningkatkan pelayanan kesehatan di Kecamatan Ngrayun.

4. Kesimpulan dan Saran

Studi ini dapat menunjukkan bahwa metode *K-Means Clustering* dengan *silhouette score* dapat memberikan hasil yang objektif dalam menentukan lokasi yang optimal dalam pembangunan rumah sakit di Kecamatan Ngrayun, Kabupaten Ponorogo. Berdasarkan analisis, jumlah penduduk menjadi faktor utama dalam menentukan prioritas lokasi pembangunan yang diikuti oleh aksesibilitas, jarak ke fasilitas kesehatan terdekat, serta jumlah fasilitas kesehatan yang tersedia. Berdasarkan hasil analisis perhitungan, *cluster 2* dipilih untuk menjadi nilai *k* yang terbaik dengan *Silhouette score* sebesar 0.7370. *Clustering* dibagi menjadi 2, yakni *cluster 0* dan 1. Dengan adanya pembagian *cluster* tersebut, *cluster 1* dapat dinyatakan sebagai lokasi optimal untuk pembangunan rumah sakit di Kecamatan Ngrayun yang bertepatan di Desa Baosan Kidul, Mrayan, Baosan Lor, Ngrayun, Selur serta Cepoko. Adapun untuk

penelitian di masa mendatang, disarankan untuk mempertimbangkan faktor lainnya yang berhubungan seperti kondisi infrastruktur jalan dan Sistem Informasi Geografis (SIG) guna mendapat hasil prediksi yang lebih lengkap.

Daftar Pustaka:

- [1] A. Jalil, "Pemkab Ponorogo Segera Bangun Rumah Sakit di 2 Lokasi Ini," Regional. Accessed: May 27, 2025. [Online]. Available: <https://regional.espos.id/pemkab-ponorogo-segera-bangun-rumah-sakit-di-2-lokasi-ini-979257>
- [2] B. Ponorogo, "Kecamatan Ngrayun dalam Angka 2023," *Badan Pus. Stat. Kabupaten Ponorogo*, vol. 1102001.35, p. 70, 2023.
- [3] E. O. Srirahmawati, A.I. Purnamasari, A. Bahtiar, and E. Tohidi, "Pengelompokan Prestasi Akademik Siswa SD Menggunakan Algoritma K-Means," *JIRE*, vol. 8, no. 1, pp. 80–86, 2025, doi : 10.36595/jire.v8i1.1358.
- [4] K. M. B. Azhary, and V. Rilansari, "Implementasi Metode Machine Learning: Penentuan Sistem Pusat Permukiman," *TATALOKA*, vol. 26 no. 4, pp. 230–240, 2024, doi: 10.14710/tataloka.26.4.230-240.
- [5] D. Kurniadi, Y. H. Agustin, H. I. N. Akbar, and I. Farida, "Penerapan Algoritma k-Means Clustering untuk Pengelompokan Pembangunan Jalan pada Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang," *Aiti*, vol. 20, no. 1, pp. 64–77, 2023, doi: 10.24246/aiti.v20i1.64-77.
- [6] M. A. Sembiring, R. T. A. Agus, and M. F. L. Sibuea, "Penerapan Metode Algoritma K-Means Clustering Untuk Pemetaan Penyebaran Penyakit Demam Berdarah Dengue (Dbd)," *J. of Science and Social Research*, vol. 4, no. 3, p. 336, 2021, doi: 10.54314/jssr.v4i3.712.
- [7] M. A. Haq, W. Purnomo, and N. Y. Setiawan, "Analisis Clustering Topik Survey menggunakan Algoritme K-Means (Studi Kasus: Kudata)," *J- PTIIK*, vol. 7, no. 7, pp. 3498–3506, 2023.
- [8] W. B. Syamhuri, M. T. Furqon, and C. Dewi, "Pengelompokan Film Berdasarkan Alur Cerita menggunakan Metode Self Organizing Maps dan Silhouette Coefficient," *J-PTIIK*, vol. 6, no. 12, pp. 5898–5904, 2022.
- [9] C. A. Nugraha, R. Iskandar, and P. D. Baeha, "Technology Integration Trends in Hybrid Learning Environments in Indonesia: A Systematic Literature Review," *Indones. J. Curric. Educ. Technol. Stud.*, vol. 10, no. 2, pp. 67–75, 2022, doi: 10.15294/ijcets.v11i1.62125.
- [10] G. Arundhati, I. Permana, and H. Segah, "Penentuan potensi lokasi Rumah Sakit Kelas A di Kota Palangka Raya menggunakan metode Analytical Hierarchy Process dan Sistem Informasi Geografis," *J. Environ. Manag.*, vol. 3, no. 2, pp. 89–99, 2022, doi: 10.37304/jem.v3i2.5502.
- [11] S. Hafsa, Hasamawati, and N. Erawaty, "Penentuan Lokasi Strategis untuk Membangun Rumah Sakit di Wilayah Kabupaten Berau Menggunakan Pusat dan Pusat Berat," *J. Ilm. Mat.*, vol. 1, no. 1, pp. 61–69, 2022, doi : 10.30872/basis.v1i1.925.
- [12] A. Vidian Krama, A. Gatra Arsyri, A. Hernandi, and N. Qamilah Sumber, "Pembangunan Puskesmas Kota Prabumulih," *J. Spasial Penelit. Terap. Ilmu Geogr. Dan Pendidik. Geogr. Nomor 1*, vol. 7, p. 2020, 2020.
- [13] A. P. Sari, A. N. Sihananto, D. A. Prasetya, and M. M. Al Haromainy, "Pengelompokan Tingkat Penyebaran Covid 19 Pada Kabupaten Jombang Dengan Menggunakan Algoritma K-Means," *Scan J. Teknol. Inf. Dan Komun.*, vol. 17, no. 3, pp. 1–6, 2023, doi: 10.33005/scan.v17i3.3514.
- [14] W. Mega, "Clustering Menggunakan Metode K-Means Untuk Menentukan Status Gizi Balita," *J. Inform.*, vol. 15, no. 2, pp. 160–174, 2015.
- [15] A. Amrullah, I. Purnamasari, B. N. Sari, Garno, and A. Voutama, "Analisis Cluster Faktor Penunjang Pendidikan Menggunakan Algoritma K-Means (Studi Kasus: Kabupaten Karawang)," *J. Inform. Dan Rekayasa Elektronik*, vol. 5, no. 2, pp. 244–252, Nov. 2022, doi: 10.36595/jire.v5i2.701.
- [16] A. Gunawan, F. J. Amarrohman, and Y. Wahyuddin, "Analisis Potensi Penentuan Lahan Pembangunan Rumah Sakit Di Kabupaten Jepara Ditinjau Dari Aspek Fisik Dan Kebutuhan Demografis," *Jurnal Geodesi Undip*, vol. 12, no. 4, pp. 368–377, 2023. doi : 10.14710/jgundip.2023.39497.