

Analisis *K-Means Clustering* Wilayah Asal Pasien dan Fasilitas Pelayanan Kesehatan Tujuan Berdasarkan Permintaan Layanan Ambulans Transportasi di Kota Semarang

Aisyah Mardatila^{1*}, Ahmad Zaini², Rheni Prihanti³

¹Program Studi Matematika, Universitas Negeri Semarang, Indonesia

²⁻³Dinas Kesehatan Kota Semarang, Indonesia

*Penulis Korespondensi: aisyam@students.unnes.ac.id

Abstract. This study aims to analyze the spatial patterns of ambulance transport demand in Semarang City based on patients' origin subdistricts, origin villages, and destination healthcare facilities. The analysis employed the *K-Means Clustering* algorithm as a data mining method to group areas according to similarities in the volume of ambulance requests. The dataset consisted of ambulance transport service records from January 2024 to September 2025, obtained from the Semarang City Health Office. The analytical procedures included data cleaning, normalization, determination of the optimal number of clusters using the Elbow Method, and cluster formation using *K-Means*. The results show two main clusters for subdistricts and destination healthcare facilities. High-demand subdistricts were generally densely populated areas such as Banyumanik and Pedurungan, with an average of 1,256 requests, while RSUP Dr. Kariadi emerged as the dominant referral facility with 3,893 requests. Meanwhile, village-level origins formed three clusters, with average demands of 549 (high), 190 (medium), and 36 (low). These findings are expected to support strategic planning for equitable ambulance fleet distribution and improved efficiency of patient transportation services in Semarang City.

Keywords: transport ambulance; *K-Means Clustering*; spatial analysis; healthcare accessibility.

Abstrak. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pola permintaan ambulans transportasi pasien di Kota Semarang berdasarkan kecamatan asal pasien, kelurahan asal pasien dan fasylakes tujuan. Analisis dilakukan menggunakan algoritma *K-Means Clustering* sebagai salah satu metode dalam data mining untuk mengelompokkan wilayah berdasarkan kemiripan jumlah permintaan transportasi. Data yang digunakan merupakan data permintaan ambulans transportasi pasien periode Januari 2024 hingga September 2025 yang diperoleh dari Dinas Kesehatan Kota Semarang. Proses analisis meliputi pembersihan data, normalisasi, penentuan jumlah klaster optimal menggunakan metode Elbow, serta pembentukan klaster menggunakan *K-Means Clustering*. Hasil penelitian menunjukkan terbentuk dua klaster utama pada kecamatan asal pasien dan fasylakes tujuan. Klaster dengan permintaan tinggi mencakup kecamatan padat penduduk seperti Banyumanik dan Pedurungan dengan rata-rata permintaan sebesar 1.256, serta RSUP Dr. Kariadi sebagai pusat rujukan utama dengan permintaan sebesar 3.893. Sementara untuk klaster kelurahan asal pasien terbentuk menjadi tiga klaster, dengan rata-rata permintaan pada klaster tertinggi sebesar 549, 190 pada klaster sedang, dan 36 pada klaster rendah. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi dasar perencanaan strategis dalam pemerataan armada ambulans transportasi dan peningkatan efisiensi layanan transportasi pasien di Kota Semarang.

Kata kunci: transportasi ambulans; *K-Means Clustering*; analisis spasial; aksesibilitas layanan kesehatan.

1. LATAR BELAKANG

Salah satu aspek penting dalam mobilitas pasien adalah sistem layanan kesehatan yang memastikan akses terhadap fasilitas kesehatan sesuai dengan kebutuhan (Lu, Shi, & Wang, 2025). Transportasi medis menggunakan ambulans tidak hanya terbatas pada

kondisi gawat darurat, tetapi juga mencakup permintaan pasien non-gawat darurat untuk keperluan pemeriksaan lanjutan, kontrol pasca rawat inap, dan tindakan medis terjadwal (Klein & Thielen, 2025).

Pemerintah Kota Semarang melalui Dinas Kesehatan Kota telah mengoperasikan program layanan ambulans gratis bernama Ambulans Hebat atau Si Cepat yang siap melayani warga 24 jam melalui nomor panggilan 112. Dalam situs PPID Kota Semarang (2022), disebutkan bahwa program tersebut meliputi layanan antarjemput pasien, termasuk antar ke fasilitas kesehatan, evakuasi darurat, serta transportasi pasien non-gawat darurat lainnya seperti kontrol atau terapi berjadwal. Layanan tersebut menunjukkan bahwa mobilitas pasien baik untuk keadaan darurat maupun non-darurat telah menjadi bagian formal sistem transportasi kesehatan kota.

Dalam konteks ambulans transportasi, faktor spasial seperti kepadatan penduduk, jarak ke fasilitas pelayanan kesehatan (fasyankes), atau ketersediaan armada ambulans menjadi sangat berpengaruh terhadap pola permintaan di tiap wilayah. Di Kota Semarang, kepadatan penduduk yang cukup tinggi (Hidayat, 2020) serta distribusi fasilitas kesehatan yang belum merata (Andini, 2019) berkontribusi terhadap perbedaan pola permintaan ambulans transportasi antarwilayah. Hal ini menunjukkan perlunya analisis spasial dan statistik untuk memahami variasi permintaan tersebut agar pelayanan transportasi pasien dapat dikelola secara efektif dan efisien.

Sejumlah penelitian sebelumnya telah menggunakan algoritma *K-Means Clustering* di bidang kesehatan. Namun, belum terdapat penelitian tentang klasterisasi permintaan ambulans transportasi berdasarkan wilayah asal pasien dan fasyankes tujuan, oleh karena itu, dalam penelitian ini akan diangkat masalah tersebut. Cela penelitian tersebut menjadi urgensi yang cukup penting dalam upaya mendukung pemerataan armada dan efisiensi layanan transportasi medis di Kota Semarang.

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi pola spasial permintaan ambulans transportasi di Kota Semarang menggunakan metode *K-Means Clustering* sebagai dasar perencanaan distribusi armada yang efisien. Penelitian ini akan berfokus pada analisis *K-Means Clustering* wilayah asal pasien berupa kecamatan, kelurahan, dan tujuan fasyankes berupa nama rumah sakit berdasarkan permintaan transportasi ambulans non-gawat darurat di Kota Semarang. Hasil dari analisis diharapkan dapat memberikan gambaran

pola permintaan transportasi pasien serta rekomendasi pengelolaan armada dan kebijakan pelayanan transportasi medis yang lebih efektif dan efisien.

2. KAJIAN TEORITIS

Dalam penelitian ini, pasien non-gawat darurat didefinisikan sebagai pasien yang berada dalam kondisi stabil dan tidak memerlukan tindakan medis segera selama perjalanan. Jenis pasien ini umumnya membutuhkan layanan transportasi untuk pemeriksaan rutin, kontrol pasca rawat inap, atau perawatan berjadwal (Ireland, 2018; UK, 2024). Berdasarkan data permintaan ambulans transportasi dari Dinas Kesehatan Kota Semarang, kelompok pasien ini mencakup berbagai kategori umur dan jenis kelamin, seperti pasien lansia yang melakukan kontrol penyakit kronis, ibu hamil yang menjalani pemeriksaan rutin, atau pasien pascaoperasi yang perlu tindak lanjut di rumah sakit rujukan.

Untuk menganalisis pola permintaan tersebut, metode dalam *data mining* dapat digunakan untuk mengekstraksi informasi dari kumpulan data besar menggunakan teknik statistik, matematika, dan kecerdasan buatan (Larose & Larose, 2014; Turban, Aronson, & Liang, 2005). Salah satu algoritma yang relevan adalah *K-Means Clustering*, yaitu metode pengelompokan data berdasarkan kemiripan nilai terhadap titik pusat (Anggraini, Haerani, Jasril, & Afrianty, 2022; Herdiaman, 2024). Proses pengelompokan ini memungkinkan identifikasi wilayah asal pasien dan rumah sakit tujuan dengan karakteristik permintaan ambulans transportasi. Metode *K-Means Clustering* dipilih karena mampu menangani data dalam jumlah besar dengan relatif cepat. Namun, metode ini juga terbatas karena jarak geografis antarwilayah tidak dipertimbangkan secara langsung, melainkan hanya mengelompokkan data berdasarkan kesamaan nilai numerik.

Dalam penelitian ini, penentuan jumlah klaster optimal dilakukan dengan metode *Elbow* yang menggunakan grafik *Sum of Square Error* untuk menentukan titik penurunan signifikan (Riadi, 2024). Dengan menerapkan metode tersebut pada data permintaan ambulans transportasi di Kota Semarang, diharapkan hasil klasterisasi dapat mendukung kebijakan pemerataan layanan kesehatan sesuai prinsip Sistem Rujukan Pelayanan Kesehatan yang diatur dalam PMK Nomor 16 Tahun 2024 tentang Sistem Rujukan Pelayanan Kesehatan Perseorangan (BPK, 2024). Analisis ini juga diharapkan

memberikan rekomendasi bagi optimalisasi distribusi armada ambulans serta peningkatan efisiensi layanan transportasi pasien.

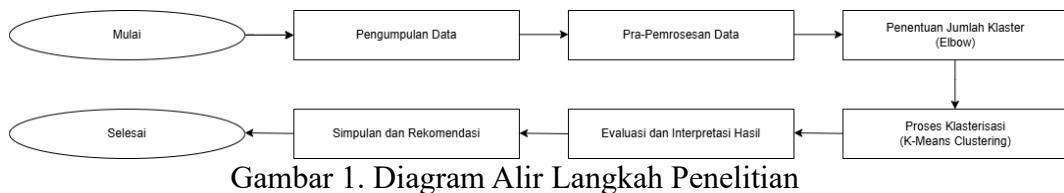
Beberapa penelitian sebelumnya juga menggunakan algoritma *K-Means Clustering* untuk mengelompokkan data-data tertentu, seperti klasterisasi GIS penyebaran DBD di Kota Semarang (Syahrul, 2024), klasterisasi sistem informasi geografis fasilitas kesehatan BPJS di Kota Semarang (Hendriansyah, Harjanta, & Latifah, 2025), dan klasterisasi Tingkat kesehatan pada populasi bayi dan balita di Kota Semarang (Abid, Romadhoni, Romadhoni, & Taqiyyudin, 2024). Selain itu, terdapat penelitian lain yang memanfaatkan algoritma *K-Means Clustering*, seperti analisis nilai gizi balita di Desa Mangunsari Kecamatan Gunungpati Kota Semarang untuk pencegahan *stunting* (Widodo, Kurniawati, & Febiharsa, 2024).

3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif deskriptif dengan metode *data mining* berbasis algoritma *K-Means Clustering* menggunakan bahasa pemrograman *Python*. Data penelitian berupa rekapitulasi permintaan transportasi pasien non-gawat darurat pada periode Januari 2024 – September 2025. Dataset mencakup 14.741 entri dengan berbagai atribut, seperti nama pasien, wilayah asal pasien, fasyankes tujuan, waktu permintaan, hingga karakteristik pasien, seperti jenis kelamin, usia, dan lain-lain. Data tersebut dibersihkan kemudian yang digunakan dalam penelitian ini yaitu data kecamatan asal pasien sebanyak 16 kecamatan, kelurahan asal pasien sebanyak 177 kelurahan, fasyankes tujuan sebanyak 38 rumah sakit, dan jumlah permintaan ambulans transportasi masing-masing.

Tahapan penelitian meliputi pengumpulan data, pra-pemrosesan data, normalisasi data, penentuan jumlah klaster menggunakan metode *Elbow* (Dewi & Pramita, 2019; Kodinariya & Makwana, 2013) dan penerapan algoritma *K-Means Clustering*. Variabel jumlah permintaan ambulans transportasi digunakan sebagai dasar pembentukan klaster menggunakan algoritma *K-Means Clustering*. Analisis dilakukan secara deskriptif kuantitatif dengan interpretasi karakteristik tiap klaster berdasarkan intensitas permintaan

ambulans transportasi. Hasilnya digunakan untuk mengidentifikasi pola kebutuhan transportasi pasien dan mendukung perencanaan layanan kesehatan yang lebih efisien.



4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Penelitian

4.1.1 Deskripsi Data

Penelitian ini menggunakan dua data utama, yaitu wilayah asal pasien dan fasyankes tujuan pasien berdasarkan permintaan ambulans transportasi selama periode Januari 2024 – September 2025. Setelah melalui proses pembersihan, total data permintaan ambulans transportasi menurut kecamatan asal pasien tercatat sebanyak 14.740, menurut kelurahan asal pasien sebanyak 14.683, dan menurut fasyankes tujuan sekitar 11.935. Setiap entri data mencatat berbagai atribut, seperti nama pasien, wilayah asal pasien, fasyankes tujuan, waktu permintaan, hingga karakteristik pasien, seperti jenis kelamin, usia, dan lain-lain. Untuk keperluan analisis, data direkapitulasi menjadi jumlah permintaan tiap kecamatan, kelurahan, dan rumah sakit. Data wilayah asal terdiri atas 16 kecamatan dan 177 kelurahan di Kota Semarang, sedangkan data fasyankes tujuan terdiri atas 38 rumah sakit. Selain itu, data juga menunjukkan bahwa sebanyak 56,01% merupakan perempuan, sisanya adalah laki-laki. Sebagian besar pasien merupakan lansia (lebih dari 60 tahun) dengan persentase sebesar 50,38%, disusul dewasa (18 – 59 tahun) sebesar 45,31%. Sisanya merupakan pasien dengan tiga permintaan terendah, terdiri atas anak-anak (5 – 9 tahun), remaja (10 – 18 tahun), dan balita (0 -5 tahun). Pengelompokan usia mengacu pada situs Kementerian Kesehatan RI (Kemenkes, t.t.).

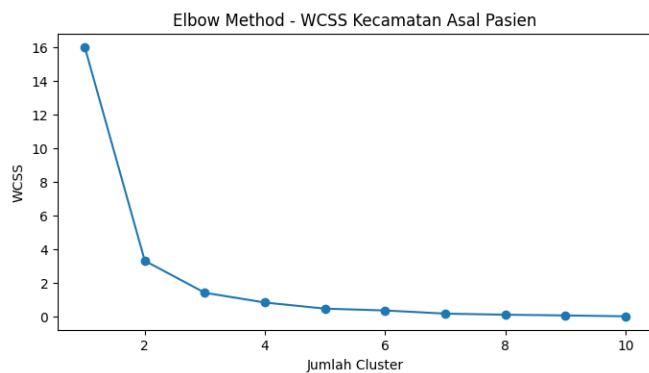
4.1.2 Pra-Pemrosesan Data

Sebelum dilakukan proses *clustering*, data terlebih dahulu melalui Langkah pra-pemrosesan (*preprocessing*). Tahap ini melingkupi pemeriksaan nilai kosong (*missing values*), penghapusan duplikasi, serta penyelarasan format nama wilayah dan rumah sakit agar konsisten. Selanjutnya, dilakukan proses normalisasi untuk menyetarakan skala antarvariabel, karena nilai permintaan antarwilayah atau rumah sakit memiliki rentang

yang cukup jauh. Normalisasi ini bertujuan agar pembentukan klaster tidak didominasi oleh data dengan nilai yang lebih besar.

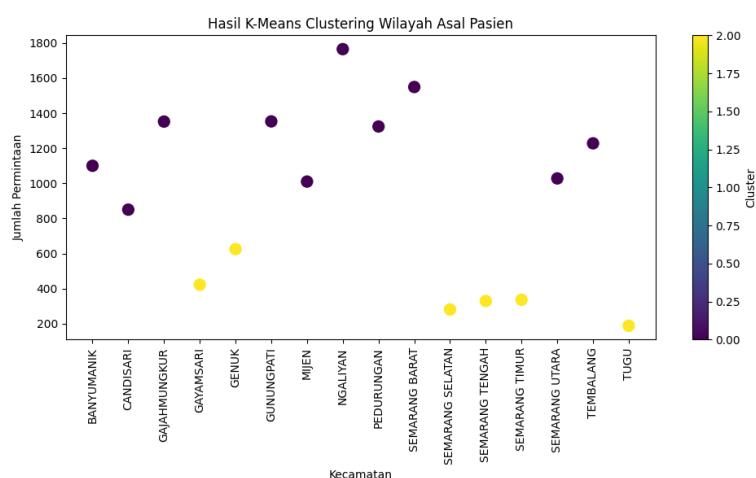
4.1.3 Klasterisasi Kecamatan Asal Pasien

Setelah melalui tahap pra-pemrosesan dan normalisasi, jumlah klaster ditentukan dengan metode *Elbow*. Berdasarkan perhitungan dengan kedua metode tersebut, diperoleh jumlah klaster optimal $K = 2$. Berikut ini hasil perhitungan menggunakan metode tersebut.



Gambar 2. Metode *Elbow* Kecamatan Asal Pasien

Gambar 2 menunjukkan bahwa nilai WCSS (*Within-Cluster Sum of Squares*) menurun tajam dari klaster 1 ke klaster 2, kemudian penurunan mulai melandai pada klaster 3. Hal tersebut menunjukkan bahwa titik siku (*Elbow point*) terjadi pada $K = 2$, sehingga jumlah klaster optimal yaitu dua. Hasil klasterisasi kecamatan asal pasien ditunjukkan pada gambar berikut.



Gambar 3. Hasil Klaster Kecamatan Asal Pasien

Berdasarkan Gambar 3, terbentuk dua klaster utama, yaitu klaster dengan permintaan tinggi (ungu) dan permintaan rendah (kuning). Wilayah yang termasuk dalam klaster permintaan tinggi terdiri atas Kecamatan Banyumanik, Candisari, Gajahmungkur, Gunungpati, Mijen, Ngaliyan, Pedurungan, Semarang Barat, Semarang Utara, dan Tembalang. Kecamatan-kecamatan tersebut memiliki jumlah permintaan antara 850 hingga 1.765 selama periode Januari 2024 – September 2025, yang menunjukkan bahwa area tersebut memiliki kepadatan penduduk tinggi (B. Kota Semarang, 2023) dan mobilitas pasien yang aktif menuju fasilitas kesehatan.

Sementara itu klaster dengan permintaan rendah meliputi Kecamatan Gayamsari, Genuk, Semarang Selatan, Semarang Tengah, Semarang Timur, dan Tugu, dengan permintaan berkisar antara 188 hingga 625 selama periode Januari 2024 – September 2025. Wilayah ini umumnya berdekatan dengan beberapa rumah sakit besar atau memiliki tingkat kepadatan penduduk lebih rendah, sehingga kebutuhan transportasi medis lebih rendah.

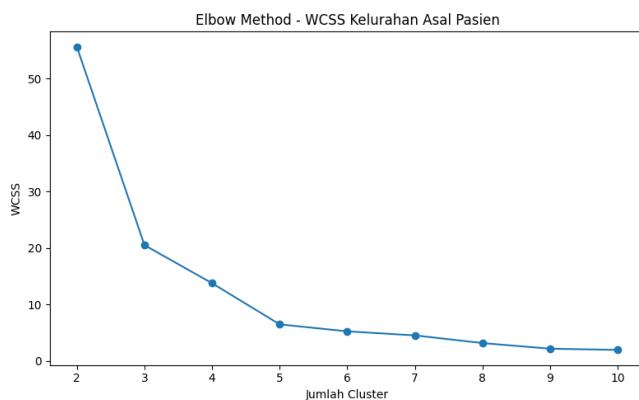
Tabel 1. Ringkasan Klaster Kecamatan Asal Pasien

Klaster	Rentang Permintaan	Nama Kecamatan
0 (Tinggi, Ungu)	850 – 1.765 (Rata-Rata 1.256)	Banyumanik; Candisari; Gajahmungkur; Gunungpati; Mijen; Ngaliyan; Pedurungan; Semarang Barat; Semarang Utara; Tembalang.
1 (Rendah, Kuning)	188 – 625 (Rata-Rata 364)	Gayamsari; Genuk; Semarang Selatan; Semarang Tengah; Semarang Timur; Tugu.

Sumber: Hasil olah data (2025)

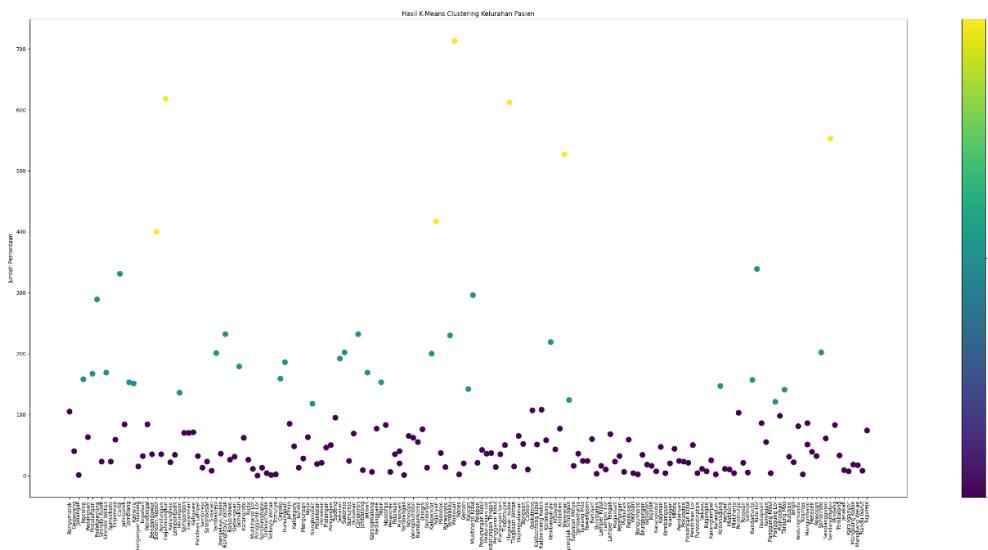
4.1.4 Klasterisasi Kelurahan Asal Pasien

Setelah melalui tahap pra-pemrosesan dan normalisasi, jumlah klaster ditentukan dengan metode *Elbow*. Berdasarkan perhitungan dengan kedua metode tersebut, diperoleh jumlah klaster optimal $K = 3$. Berikut ini hasil perhitungan menggunakan metode tersebut.



Gambar 4. Metode *Elbow* Kelurahan Asal Pasien

Gambar 4 menunjukkan bahwa nilai WCSS (*Within-Cluster Sum of Squares*) menurun tajam dari klaster 2 ke klaster 3, kemudian penurunan mulai melandai pada klaster 3. Hal tersebut menunjukkan bahwa titik siku (*Elbow point*) terjadi pada $K = 3$, sehingga jumlah klaster optimal yaitu tiga. Hasil klasterisasi kelurahan asal pasien ditunjukkan pada gambar berikut.



Gambar 5. Hasil Klaster Kelurahan Asal Pasien

Berdasarkan Gambar 5, terbentuk tiga klaster utama, yaitu klaster dengan permintaan tinggi (kuning), permintaan sedang (biru) dan permintaan rendah (ungu). Wilayah yang termasuk dalam klaster permintaan tinggi terdiri atas tujuh kelurahan, meliputi Kelurahan Tlogosari Kulon, Manyaran, Bendan Ngisor, Gajahmungkur, Wonosari, Ngaliyan, dan Sendangmulyo. Kelurahan-kelurahan tersebut memiliki jumlah permintaan antara 400 hingga 713 selama periode Januari 2024 – September 2025, yang

menunjukkan bahwa area tersebut memiliki kepadatan penduduk tinggi dan mobilitas pasien yang aktif menuju fasilitas kesehatan.

Selanjutnya, klaster dengan permintaan sedang terdiri atas 31 kelurahan, dengan tiga permintaan tertinggi berasal dari Kelurahan Bulu Lor, Candi, dan Muktiharjo Kidul, sedangkan tiga permintaan terendah meliputi Kelurahan Nongkosawit, Panggung Lor, dan Ngemplak Simongan. Kelurahan-kelurahan tersebut memiliki jumlah permintaan antara 118 hingga 339 selama periode Januari 2024 – September 2025. Wilayah-wilayah tersebut merupakan daerah dengan kepadatan penduduk menengah dan aktivitas kesehatan rutin yang cukup tinggi.

Sementara itu, klaster dengan permintaan rendah meliputi 139 kelurahan yang tidak termasuk dalam dua klaster sebelumnya. Sebanyak 28 kelurahan tercatat memiliki permintaan kurang dari atau sama dengan 10. Sisanya, berkisar antara 11 hingga 108 selama periode Januari 2024 – September 2025. Klaster ini didominasi oleh kelurahan di wilayah dengan akses fasyankes yang lebih dekat atau kepadatan penduduk yang lebih rendah.

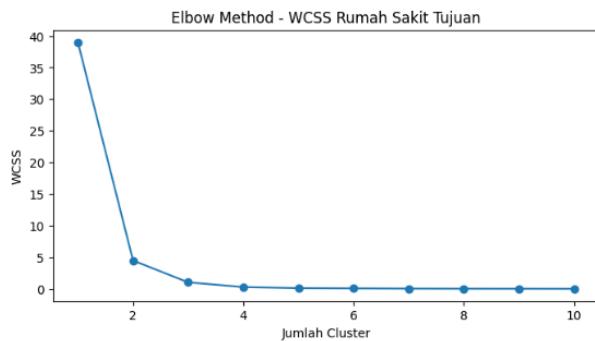
Tabel 2. Ringkasan Klaster Kelurahan Asal Pasien

Klaster	Rentang Permintaan	Nama Kelurahan
0 (Tinggi, Kuning)	400 – 713 (Rata-Rata 549)	Tlogosari Kulon; Manyaran; Bendan Ngisor; Gajahmungkur; Wonosari; Ngaliyan; Sendangmulyo.
1 (Sedang, Biru)	118 – 339 (Rata-Rata 190)	Jatisari; Sukorejo; Pudakpayung; Ngemplak Simongan; Kalicari; Gunungpati; Cepoko; Petompon; Pedalangan; Candi; Srondol Wetan; Jomblang; Tambakrejo; Nongkosawit; Sekaran; Bangetayu Wetan; Genuksari; Ngesrep; Cangkirian; Kaliwiru; Kembangarum; Kalipancur; Mijen; Tanjung Mas; Bulu Lor; Kebonagung; Panggung Lor; Tambakaji; Muktiharjo Kidul; Bandarharjo; Sambiroto.
2 (Rendah, Ungu)	0 – 108 (Rata-Rata 36)	139 kelurahan yang tidak termasuk dalam klaster 1 dan 2

Sumber: Hasil olah data (2025)

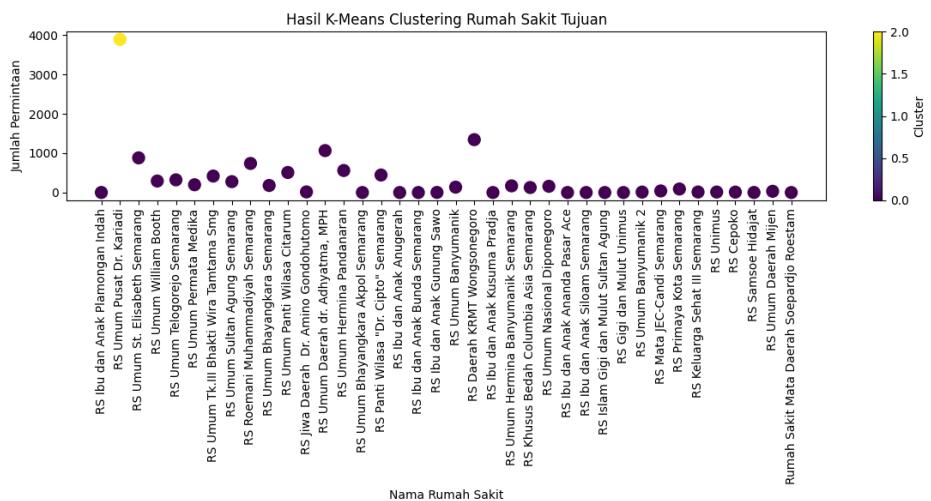
4.1.5 Klasterisasi Fasyankes Tujuan

Setelah melalui tahap pra-pemrosesan dan normalisasi, jumlah klaster ditentukan dengan metode *Elbow*. Berdasarkan perhitungan dengan kedua metode tersebut, diperoleh jumlah klaster optimal $K = 2$. Berikut ini hasil perhitungan menggunakan metode tersebut.



Gambar 6. Metode *Elbow* Fasyankes Tujuan

Gambar 6 menunjukkan bahwa nilai WCSS (*Within-Cluster Sum of Squares*) menurun tajam dari klaster 1 ke klaster 2, kemudian penurunan mulai melandai pada klaster 3. Hal tersebut menunjukkan bahwa titik siku (*Elbow point*) terjadi pada $K = 2$, sehingga jumlah klaster optimal yaitu dua. Hasil klasterisasi fasyankes tujuan ditunjukkan pada gambar berikut.



Gambar 7. Hasil Klaster Fasyankes Tujuan

Berdasarkan Gambar 7, terbentuk dua klaster, yaitu klaster 0 dengan permintaan tinggi (kuning) dan klaster 1 dengan permintaan rendah (ungu). Klaster permintaan tinggi hanya terdiri atas RSUP Kariadi, sedangkan klaster permintaan rendah meliputi seluruh

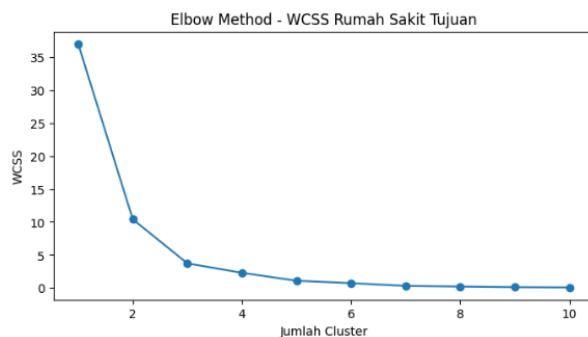
rumah sakit selain RSUP Kariadi. Hal ini menggambarkan bahwa RSUP Kariadi berperan sebagai pusat rujukan utama bagi pasien non-gawat darurat di Kota Semarang.

Tabel 3. Ringkasan Klaster Rumah Sakit Tujuan

Klaster	Rentang Permintaan	Nama Rumah Sakit
0 (Tinggi, Kuning)	Lebih dari 3.000	RSUP Kariadi
1 (Rendah, Ungu)	0 – 1.344 (Rata-Rata 217)	Semua RS (37) selain RSUP Kariadi

Sumber: Hasil olah data (2025)

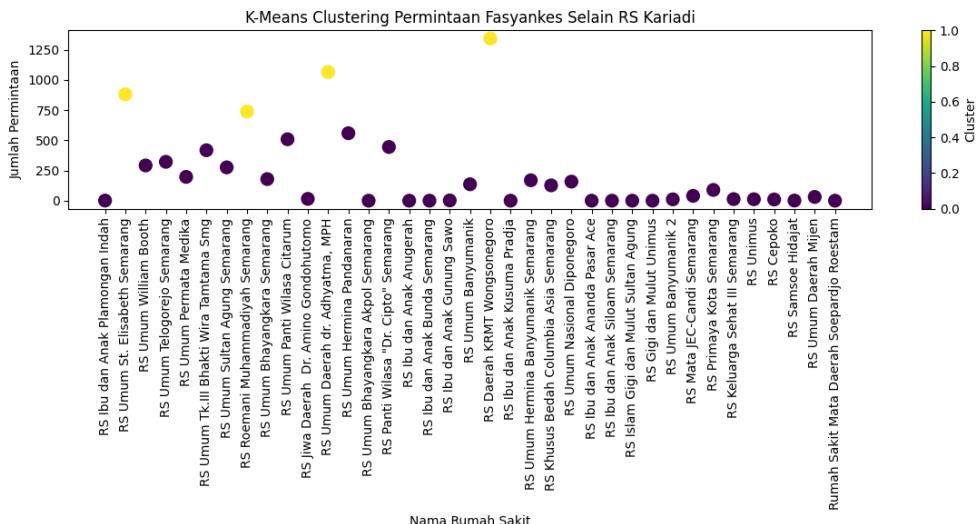
Karena RSUP Kariadi memiliki nilai permintaan yang sangat tinggi, data tersebut dikeluarkan dari proses klasterisasi agar tidak menyebabkan distorsi terhadap hasil pengelompokan rumah sakit lainnya. Sebagai hasil perbandingan untuk melihat pola permintaan ambulans transportasi secara lebih proporsional, selanjutnya dilakukan klasterisasi fasyankes tujuan tanpa menyertakan RSUP Kariadi. Berikut ini merupakan jumlah klaster yang terbentuk tanpa menyertakan RSUP Kariadi.



Gambar 8. Metode *Elbow* Fasyankes Tujuan Selain RSUP Kariadi

Gambar 8 menunjukkan bahwa nilai WCSS (*Within-Cluster Sum of Squares*) menurun tajam dari klaster 1 ke klaster 2, kemudian penurunan mulai melandai pada klaster 3. Hal tersebut menunjukkan bahwa titik siku (*Elbow point*) terjadi pada $K = 2$, sehingga jumlah klaster optimal yaitu dua. Hasil klasterisasi fasyankes tujuan tanpa RSUP Kariadi ditunjukkan pada gambar berikut.

STRATEGI PEMASARAN YANG DILAKUKAN DI PLAZA TUNJUNGAN III SURABAYA DALAM MEMASARKAN SEMUA PRODUKNYA



Gambar 9. Hasil Klaster Fasyankes Tujuan Selain RSUP Kariadi

Berdasarkan Gambar 9, terbentuk dua klaster, yaitu klaster 0 dengan permintaan tinggi (kuning) dan klaster 1 dengan permintaan rendah (ungu). Klaster permintaan tinggi hanya terdiri atas empat RS, yaitu RSU St. Elisabeth Semarang, RS Roemani Muhammadiyah Semarang, RSUD Adhyatma MPH, dan RS Daerah KRMT Wongsonegoro. RS yang termasuk dalam klaster 0 merupakan RS dengan kapasitas rawat inap besar dan lokasi strategis di tengah kota. Sementara itu, klaster permintaan rendah meliputi 33 RS selain yang masuk dalam klaster 0. RS yang termasuk dalam klaster ini umumnya merupakan RS swasta kecil, RS ibu dan anak, atau RS khusus, seperti RS bedah atau RS gigi dan mulut.

Tabel 4. Ringkasan Klaster Rumah Sakit Tujuan Selain RSUP Kariadi

Klaster	Rentang Permintaan	Nama Rumah Sakit
0 (Tinggi, Kuning)	881 – 1344 (Rata-Rata 1.008)	RSU St. Elisabeth Semarang; RS Roemani Muhammadiyah; RSUD Adhyatma MPH; RS Daerah KRMT Wongsonegoro.
1 (Rendah, Ungu)	0 – 559 (Rata-Rata 122)	Semua RS (33) selain RS yang termasuk dalam klaster 0.

Sumber: Hasil olah data (2025)

4.2 Pembahasan

Hasil analisis klasterisasi dengan algoritma *K-Means Clustering* terhadap data permintaan ambulans transportasi di Kota Semarang periode Januari 2024 – September 2025 menunjukkan adanya variasi spasial yang cukup jelas dalam pola permintaan

layanan ambulans transportasi di Kota Semarang. Variasi yang muncul terutama dipengaruhi oleh beberapa faktor, seperti kepadatan penduduk, distribusi fasilitas kesehatan, karakteristik pasien, dan fungsi rujukan rumah sakit.

Proses klasterisasi menurut kecamatan asal pasien menghasilkan dua klaster utama, yaitu klaster dengan permintaan tinggi dan rendah. Kecamatan yang memiliki permintaan tinggi, seperti Semarang Utara dan Candisari, merupakan wilayah pemukiman dengan kepadatan penduduk tinggi. Hal ini linear dengan data BPS Kota Semarang (B. Kota Semarang, 2023) yang menunjukkan bahwa kecamatan yang masuk dalam klaster permintaan tinggi merupakan wilayah padat penduduk. Sebaliknya, wilayah yang tergabung dalam klaster permintaan rendah merupakan wilayah dengan kepadatan penduduk lebih rendah, seperti Kecamatan Genuk dan Tugu.

Selain itu, Fernandez dan Michel (Fernandez & Michel, t.t.) menyatakan bahwa terdapat disparitas spasial akses fasyankes antara wilayah di pusat dan pinggiran kota, artinya jarak berpengaruh. Wilayah di pusat kota akses terhadap fasyankesnya lebih tinggi dibandingkan dengan pinggiran kota. Dalam analisis ini, seperti halnya Gunungpati, yang terletak di pinggir kota berpotensi memiliki akses terhadap fasyankes lebih rendah sehingga permintaan ambulans transportasinya tinggi. Sebaliknya, untuk klaster dengan permintaan rendah, seperti Semarang Tengah dan Semarang Selatan, wilayah tersebut terletak di pusat kota sehingga akses terhadap fasyankesnya lebih tinggi. Hal tersebut berakibat pada permintaan ambulans transportasi lebih rendah.

Pada klasterisasi kelurahan, terbentuk tiga klaster utama, yaitu tinggi, sedang, dan rendah. Sama seperti dengan klasterisasi berdasarkan kecamatan, hasil klaster ini juga dipengaruhi oleh kepadatan penduduk. Wilayah yang termasuk dalam klaster tinggi, seperti Sendangmulyo dan Tlogosari Kulon merupakan wilayah padat penduduk. Temuan lain dari Lowthian dkk. (Lowthian dkk., 2011) menyebutkan bahwa pasien lanjut usia menyebabkan permintaan ambulans yang tinggi. Dalam penelitian ini, tercatat 50,38% merupakan pasien lansia. Selain itu, Søvsø dkk. (Søvsø, Kløjgaard, Hansen, & Christensen, 2019) menyimpulkan bahwa permintaan ambulans yang berulang kali berkaitan dengan masalah kesehatan kronis.

Hasil klasterisasi fasyankes menunjukkan bahwa RSUP Kariadi merupakan satu-satunya yang termasuk dalam klaster dengan permintaan tinggi. Peran RSUP Kariadi sebagai rumah sakit rujukan nasional dan pusat layanan tersier menyebabkan jumlah

permintaan ambulans transportasi tinggi. Kondisi ini sesuai dengan sistem rujukan berbasis kompetensi dalam PMK Nomor 16 Tahun 2024 (BPK, 2024), di mana rumah sakit dengan kompetensi strata tinggi berfungsi sebagai tujuan utama rujukan dari berbagai wilayah.

Proses analisis juga dilakukan dengan mengeluarkan RSUP Kariadi, hasilnya diperoleh bahwa empat RS lain masuk dalam klaster dengan permintaan tinggi. RS dalam klaster tinggi meliputi RSU St. Elisabeth Semarang, RS Roemani Muhammadiyah, RSUD Adhyatma MPH, dan RS Daerah KRMT Wongsonegoro. Tingginya permintaan pada rumah sakit tersebut dipengaruhi oleh faktor lokasi strategis, cakupan layanan luas, serta kedekatan geografis dengan wilayah permintaan yang padat penduduk. Hal ini selaras dengan penelitian Fernandez dan Michel (Fernandez & Michel, t.t.) yang menegaskan bahwa fasilitas kesehatan dengan kapasitas layanan yang lebih lengkap cenderung menjadi pusat kunjungan karena aksesibilitas dan daya tarik pelayanan lebih kuat.

Pola klasterisasi yang dihasilkan dapat menjadi dasar bagi perencanaan dan penyusunan rencana zonasi pelayanan ambulans. Wilayah dengan permintaan tinggi terhadap transportasi pasien perlu mendapat peningkatan jumlah armada atau penempatan ambulans secara strategis untuk memastikan respon cepat terhadap kebutuhan pasien. Selain itu, perlu adanya pemerataan beban pelayanan antar rumah sakit. Rumah sakit yang berada di klaster permintaan rendah perlu diperkuat, baik melalui peningkatan fasilitas maupun jejaring rujukan agar dapat menjadi alternatif RSUP Kariadi yang saat ini menjadi pusat beban tertinggi.

Hasil penelitian ini juga dapat digunakan untuk mengembangkan sistem pendukung keputusan (*Decision Support System*) yang dapat membantu penempatan armada dan evaluasi kinerja layanan transportasi medis secara *real-time* dengan mengintegrasikan sistem rujukan berbasis GIS (*Geographic Information System*) dan data permintaan ambulans. Hal ini selaras dengan penelitian Hendriansyah (Hendriansyah dkk., 2025) yang menunjukkan bahwa pemanfaatan algoritma *K-Means Clustering* mampu memetakan persebaran fasilitas kesehatan BPJS secara lebih terstruktur sehingga mendukung pengambilan keputusan layanan kesehatan yang lebih efisien.

Penelitian ini masih terbatas pada variabel yang digunakan, yaitu hanya mempertimbangkan jumlah permintaan ambulans tanpa memperhitungkan jarak, waktu tempuh, atau tingkat urgensi pasien. Penelitian selanjutnya disarankan untuk

menambahkan analisis spasial berbasis koordinat geografis dan model prediktif seperti *spatial regression* atau *DBSCAN clustering* agar diperoleh hasil yang lebih representatif terhadap kondisi nyata di lapangan.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa algoritma *K-Means Clustering* mampu mengidentifikasi pola permintaan ambulans transportasi di Kota Semarang berdasarkan wilayah asal pasien dan fasyankes tujuan secara jelas. Wilayah asal pasien terbagi menjadi dua klaster untuk kecamatan dan tiga klaster untuk kelurahan dengan karakteristik yang berbeda. Umumnya, klaster dengan permintaan tinggi berada pada wilayah padat penduduk atau memiliki akses terbatas terhadap fasyankes. Sementara itu, klasterisasi fasyankes tujuan menghasilkan dua klaster utama, di mana RSUP Kariadi menjadi satu-satunya pusat permintaan tertinggi sebagai rumah sakit rujukan utama. Setelah dikeluarkan dari analisis, empat rumah sakit lainnya masuk dalam klaster dengan permintaan tinggi. Hal ini menandakan adanya konsentrasi kebutuhan layanan pada rumah sakit dengan cakupan dan aksesibilitas yang luas.

Hasil analisis ini menunjukkan bahwa pola permintaan transportasi pasien di Kota Semarang belum merata dan masih dipengaruhi oleh kepadatan penduduk serta fungsi rumah sakit dalam sistem rujukan. Secara keseluruhan, pola klasterisasi yang diperoleh diharapkan dapat menjadi dasar perencanaan strategis dalam distribusi armada ambulans, penguatan jejaring rujukan rumah sakit, serta pengembangan sistem pendukung keputusan berbasis GIS untuk meningkatkan efisiensi pelayanan transportasi di Kota Semarang.

DAFTAR REFERENSI

- Abid, A., Romadhoni, A. R., Romadhoni, A., & Taqiyyudin, D. (2024). Penerapan Algoritma K-means dalam Analisis Tingkat Kesehatan pada Populasi Bayi dan Balita Di Kota Semarang. *Journal of Data Science Theory and Application*, 3(1).
- ANALISIS PELAKSANAAN PROGRAM AMBULAN SIAGA KOTA SEMARANG TAHUN 2019 | Andini | Jurnal Kesehatan Masyarakat. (t.t.). Diambil 27 Oktober 2025, dari <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/jkm/article/view/26271>
- Anggraini, R., Haerani, E., Jasril, J., & Afrianti, I. (2022). *Pengelompokan Penyakit Pasien Menggunakan Algoritma K-Means*. *JURIKOM (Jurnal Riset Komputer)*, 9 (6), 1840.

- BPK, J. (2024). Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 16 Tahun 2024 Sistem Rujukan Pelayanan Kesehatan Perseorangan. Diambil 11 November 2025, dari <https://peraturan.bpk.go.id/Details/308445/permenkes-no-16-tahun-2024>
- Dewi, D. A. I. C., & Pramita, D. A. K. (2019). Analisis Perbandingan Metode Elbow dan Silhouette pada Algoritma Clustering K-Medoids dalam Pengelompokan Produksi Kerajinan Bali. *Matrix: Jurnal Manajemen Teknologi dan Informatika*, 9(3), 102–109.
- Fernandez, O. P., & Michel, G. R. (t.t.). Spatial Accessibility to Healthcare Facilities: GIS-Based Public–Private Comparative Analysis Using Floating Catchment Methods. *ISPRS Int. J. Geo-Information*, 14(7), 253.
- Hendriansyah, B. A., Harjanta, A. T. J., & Latifah, K. (2025). Implementasi Algoritma K-Means Clustering Pada Sistem Informasi Geografis Fasilitas Kesehatan Bpjs Kesehatan Kota Semarang. *Jurnal Informatika Teknologi dan Sains (Jinteks)*, 7(1), 438–448.
- Herdiaman, E. A. (2024). Klasterisasi Pasien pada RSUD Ciamis Menggunakan Metode K-Means. *Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan*, 12(3S1).
- Hidayat, Z. (2020). Pelaksanaan Strategi Penanganan Penataan Lingkungan Perumahan Dan Permukiman Kumuh DI Kelurahan Miroto, Kecamatan Semarang Tengah, Kota Semarang. *Journal of Public Policy and Management Review*.
- Ireland, N. A. S. (2018). Policy for Non Ambulance Patient Transport Services. Diambil 21 Oktober 2025, dari <https://www.nationalambulanceservice.ie/>
- Kemenkes. (t.t.). KATEGORI USIA. Diambil 11 November 2025, dari <https://ayosehat.kemkes.go.id/kategori-usia>
- Klein, T. L., & Thielen, C. (2025). Patient transport in hospitals: A literature review of operations research and management science methods. *Operations Research, Data Analytics and Logistics*, 200472.
- Kodinariya, T. M., & Makwana, P. R. (2013). Review on determining number of Cluster in K-Means Clustering. *International Journal*, 1(6), 90–95.
- Kota Semarang, B. (2023). Luas Wilayah, Jumlah Penduduk, dan Kepadatan Penduduk (Jiwa/km²), 2023. Diambil 9 November 2025, dari <https://semarangkota.bps.go.id/id/statistics-table/2/NDgjMg==/luas-wilayah--jumlah-penduduk--dan-kepadatan-penduduk--jiwa-km2-.html>
- Kota Semarang, P. (2022). Si Cepat, Layanan Gratis Ambulans Hebat Kota Semarang. Diambil 9 November 2025, dari <https://ppid.semarangkota.go.id/kb/si-cepat-layanan-gratis-ambulans-hebat-kota-semarang/>
- Larose, D. T., & Larose, C. D. (2014). *Discovering knowledge in data: An introduction to data mining*. John Wiley & Sons.

- Lowthian, J. A., Jolley, D. J., Curtis, A. J., Currell, A., Cameron, P. A., Stoelwinder, J. U., & McNeil, J. J. (2011). The challenges of population ageing: Accelerating demand for emergency ambulance services by older patients, 1995–2015. *Medical Journal of Australia*, 194(11), 574–578.
- Lu, Y., Shi, L., & Wang, Z. (2025). Patient Mobility in the Digital Era: How Online Service Information from Internet Hospitals Shapes Patients' Cross-Regional Healthcare Choices. *Healthcare*, 13(5), 484. MDPI.
- Riadi, M. D. (2024). *DATA MINING (MEMAHAMI POLA DI BALIK ANGKA)*.
- Søvsø, M. B., Kløjgaard, T. A., Hansen, P. A., & Christensen, E. F. (2019). Repeated ambulance use is associated with chronic diseases-a population-based historic cohort study of patients' symptoms and diagnoses. *Scandinavian journal of trauma, resuscitation and emergency medicine*, 27(1), 46.
- SYAHRUL, D. B. (2024). PEMETAAN GIS PENGENDALIAN DEMAM BERDARAH DI WILAYAH SEMARANG MENGGUNAKAN METODE CLUSTERING K-MEANS. *JOURNAL OF COMPUTER SCIENCE*, 2(1), 102–115.
- Turban, E., Aronson, J. E., & Liang, T.-P. (2005). Decision Support Systemsand Intelligent Systems. *Yogyakarta: Andi Offset*.
- UK, N. H. S. (2024). Patient Transport Service (PTS) Business Definition. Diambil 21 Oktober 2025, dari https://archive.datadictionary.nhs.uk/DD%20Release%20May%202024/nhs_business_definitions/patient_transport_service.html
- Widodo, D. Y. P., Kurniawati, K., & Febiharsa, D. (2024). ANALISIS NILAI GIZI BALITA DI DESA MANGUNSARI KECAMATAN GUNUNGPATI KOTA SEMARANG DENGAN ALGORITMA K-MEANS CLUSTERING UNTUK PENCEGAHAN STUNTING. *Prosiding Seminar Nasional & Internasional EDUSTEM*, 415–428.