

Pengelompokan Kabupaten/Kota di Provinsi Sumatera Selatan Berdasarkan Tenaga Kesehatan dengan Metode K-Means Clustering

Ambarwati^{1*}, Sri Indra Maiyanti², Oki Dwipurwani³, Citra Pertiwi⁴, Nabila Henisaniyya⁵

¹⁻⁵Universitas Sriwijaya, Indonesia

Article Info: Accepted: 8 Juni 2024; Approve: 16 Juni 2024; Published: 30 Juni 2024

Abstrak: Tenaga kesehatan berperan penting dalam mewujudkan tujuan pembangunan kesehatan nasional, namun masih terdapat kesenjangan distribusi tenaga kesehatan di tingkat kabupaten/kota di Provinsi Sumatera Selatan. Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif dengan pendekatan deskriptif yang bertujuan untuk mengelompokkan kabupaten/kota di Provinsi Sumatera Selatan berdasarkan data jumlah tenaga kesehatan menggunakan metode K-Means Clustering. Data yang digunakan adalah data jumlah tenaga kesehatan dari Badan Pusat Statistik tahun 2022. Penentuan jumlah cluster optimal dilakukan dengan menggunakan silhouette coefficient, yang menunjukkan bahwa dua cluster adalah jumlah yang paling optimal. Hasil pengelompokan menggunakan K-Means Clustering menunjukkan bahwa cluster 1 memiliki 16 anggota, sedangkan cluster 2 hanya beranggotakan satu kota, yaitu Kota Palembang. Hal ini menunjukkan adanya kesenjangan yang sangat besar antara Kota Palembang dengan kabupaten lainnya di Provinsi Sumatera Selatan. Dapat disimpulkan bahwa diperlukan pemerataan distribusi untuk mendukung ketersediaan tenaga kesehatan di kabupaten di Provinsi Sumatera Selatan.

Kata Kunci: Tenaga Kesehatan; K-Means Clustering; Silhouette Coefficient.

Abstract: Health workers play an important role in realizing national health development goals, however there is still a gap in the distribution of health workers at the district/city level in South Sumatra Province. This research is a quantitative research with a descriptive approach which aims to group districts/cities in South Sumatra Province based on data on the number of health workers using the K-Means Clustering method. The data used is data on the number of health workers from the Central Statistics Agency in 2022. Determining the optimal number of clusters is done using the silhouette coefficient, which shows that two clusters are the most optimal number. The results of grouping using K-Means Clustering show that cluster 1 has 16 members, while cluster 2 only has one city, namely Palembang City. This shows that there is a very large gap between Palembang City and other districts in South Sumatra Province. It can be concluded that equal distribution is needed to support the availability of health workers in districts in South Sumatra Province.

Keywords: Health workers; K-Means Clustering; Silhouette Coefficient.

Correspondence Author: Ambarwati

Email: ambarwati9903@gmail.com

This is an open access article under the [CC BY SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license



Pendahuluan

Salah satu hal utama yang melatarbelakangi kemajuan kesehatan adalah tenaga kesehatan. Dalam pelayanan kesehatan, tenaga kesehatan mempunyai peran yang strategis. Agar setiap orang dapat memperoleh kesehatan yang optimal, maka kecukupan tenaga kesehatan mempunyai peran dalam memberikan kualitas pelayanan kesehatan yang baik. Salah satu permasalahan terpenting di Indonesia dalam menghadapi pergeseran demografi adalah belum terpenuhinya

kebutuhan tenaga kesehatan di rumah sakit dan pusat kesehatan masyarakat (Alam et al., 2018). Permasalahan ini juga terjadi di Provinsi Sumatera Selatan.

Sumatera Selatan merupakan salah satu provinsi di Indonesia yang memiliki potensi besar dalam pengembangan sektor kesehatan. Dalam beberapa tahun terakhir, jumlah tenaga kesehatan di Indonesia telah meningkat, namun masih terdapat kesenjangan dalam distribusi tenaga kesehatan di tingkat kabupaten/kota. Hal ini dapat mempengaruhi kualitas pelayanan kesehatan yang diberikan kepada masyarakat. Meskipun jumlah tenaga kesehatan bertambah setiap tahunnya, namun masih terdapat kekurangan tenaga kesehatan baik UKM maupun pelaksana UKP menurut temuan penelitian tenaga kesehatan. Hingga 25–60% puskesmas kekurangan tenaga profesional di bidang kedokteran gigi, kesehatan masyarakat, kesehatan lingkungan, ahli gizi, farmasi, dan spesialis teknologi laboratorium medik (ATLM). Namun puskesmas di perkotaan memang mengalami surplus tenaga medis (Alam et al., 2018). Pengelompokan tenaga kesehatan berdasarkan kualitas kesehatan masyarakat dan gizi masyarakat adalah salah satu strategi yang efektif dalam meningkatkan kualitas pelayanan kesehatan. Dalam beberapa tahun terakhir, pengelompokan tenaga kesehatan telah menjadi fokus penelitian dalam bidang kesehatan, dengan tujuan untuk meningkatkan efisiensi dan efektivitas dalam pengelolaan sumber daya kesehatan.

Analisis *Cluster* merupakan analisa data dengan tujuan pengelompokan objek dalam beberapa kelompok yang mempunyai sifat antar kelompok yang berbeda dan dalam kelompok mempunyai sifat relatif homogen (Talakua et al., 2017). Beberapa penelitian sebelumnya yang melakukan pengelompokan menggunakan metode *K-Means Clustering* diantaranya pengelompokan daerah rawan bencana kebakaran (Dhewayani et al., 2022), penelitian pengelompokan data persediaan produk (Nisa & Yustanti, 2022), penelitian perbandingan metode Partitioning dan Hierarchical Clustering dalam pengelompokan berdasarkan IPM (Indeks Pembangunan Manusia) dengan K-Means merupakan metode terbaik (Sikana & Wijayanto, 2021).

Penelitian ini menggunakan *silhouette coefficient* untuk pengujian kualitas *cluster* dan dilakukan pengelompokan kabupaten di Provinsi Sumatera Selatan tahun 2022 berdasarkan jumlah tenaga kesehatan menggunakan metode *K-Means Clustering*.

Kajian Teori

1. Tenaga Kesehatan

Setiap orang yang berkomitmen pada bidang kesehatan dan memperoleh pengetahuan serta keterampilan melalui pendidikan di bidang kesehatan dimana bidang-bidang tertentu memerlukan kewenangan untuk melakukan upaya kesehatan disebut sebagai tenaga kesehatan.

Tenaga kesehatan diatur dalam Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 36 Tahun 2014 merupakan undang-undang yang melaksanakan ketentuan Undang-Undang Nomor 36 Tahun 2009 tentang Kesehatan, khususnya Pasal 21 Ayat 3 (Pesulima & Hetharie, 2019).

Tenaga kesehatan berperan penting sebagai garda terdepan dalam memberikan layanan kesehatan kepada masyarakat (Handayani & Ma'ruf, 2010), guna mewujudkan tujuan pembangunan kesehatan nasional yang sejalan dengan amanat konstitusi. Sebagai komponen utama penyedia layanan kesehatan, keberadaan, peran, dan tanggung jawab tenaga kesehatan menjadi faktor krusial dalam keberhasilan program-program pembangunan di bidang kesehatan. Untuk memastikan pelaksanaan tugas tenaga kesehatan berjalan dengan baik, seimbang, teratur, terjaga kualitasnya, serta terlindungi baik bagi tenaga kesehatan itu sendiri maupun bagi masyarakat penerima layanan, diperlukan seperangkat aturan dan regulasi yang dituangkan dalam peraturan perundang-undangan yang mengikat. Saat ini terdapat undang-undang khusus yang mengatur soal tenaga kesehatan, yakni undang-undang Tenaga Kesehatan. Dalam undang-undang tersebut, tenaga kesehatan dibagi menjadi 13 kelompok, meliputi dokter, psikolog klinis, perawat, bidan, apoteker, tenaga kesehatan masyarakat, ahli kesehatan lingkungan, nutrisisionis, fisioterapis, teknisi alat kesehatan, teknisi biomedis, pengobat tradisional, dan jenis-jenis tenaga kesehatan lainnya. Pengelompokan ini dimaksudkan untuk memberikan gambaran yang jelas dan pedoman dalam mengatur bermacam-macam profesi di bidang pelayanan kesehatan kepada masyarakat (Maatisya & Santoso, 2022).

2. Analisis Cluster

Analisis cluster adalah teknik pengelompokan n satuan pengamatan dalam k kelompok dengan ($k < n$) berdasarkan p peubah (Sitepu et al., 2011; Irwan et al., 2024). Analisis cluster bertujuan menyusun banyak objek menjadi lebih sedikit cluster sesuai dengan kemiripan variabel yang diamati, sehingga diperoleh kesamaan objek dalam cluster yang sama (Sari & Sukestiyarno, 2021). Jarak antar objek yang lebih dekat akan membuat objek-objek tersebut lebih mirip satu sama lain dibandingkan berjauhan. Ada dua jenis pendekatan analisis cluster yaitu metode hierarki dan metode non-hierarki (Imasdiani et al., 2022).

3. Standarisasi Data

Standarisasi data diperlukan jika dalam data terdapat satuan yang berbeda. Proses standarisasi data dengan mengubah dalam bentuk *z-score*. Rumus Standarisasi data sebagai berikut:

$$Z = \frac{x - \bar{X}}{\sigma}$$

Keterangan :

z : Nilai data setelah distandarisasi

x : Nilai data asli

$\bar{X}$: Nilai rata-rata keseluruhan

σ : Simpangan baku

4. K-Means

K-Means cluster merupakan analisis cluster metode hierarki, pertama kali diperkenalkan oleh Stuart Lloyd pada tahun 1984 dan sejak itu menjadi salah satu metode pengelompokan data yang paling populer digunakan. Prinsip kerja K-Means adalah dengan membagi sekumpulan objek data ke dalam kelompok-kelompok atau cluster, dimana objek dalam setiap cluster akan memiliki kemiripan yang lebih besar satu sama lain dibandingkan dengan objek pada cluster yang berbeda. Dengan kata lain, metode ini mengupayakan agar anggota dalam satu cluster memiliki karakteristik yang seragam namun berbeda dengan karakteristik anggota cluster lainnya (ANDREA et al., 2017).

Metode *K-Means* merupakan sebuah pendekatan heuristik yang mengklasifikasikan sekumpulan data ke dalam K kelompok atau cluster dengan cara meminimalkan jumlah kuadrat jarak antara setiap titik data dengan pusat cluster terdekatnya (Nishom, 2019). Dalam K-Means cluster kemiripan antar objek dapat dihitung menggunakan *Euclidean distance* menggunakan rumus berikut:

$$d_{ij} = \sqrt{\sum_{k=1}^n (x_{ik} - x_{jk})^2} \quad (2)$$

Keterangan :

d_{ij} : Jarak antar objek ke-i dan objek ke-j

x_{ik} : Objek ke-i pada variabel ke-k

x_{jk} : Objek ke-j pada variabel ke-k

n : Banyak variabel

5. Silhouette Coefficient

Silhouette Coefficient adalah penggabungan dari Metode *Cohesion* dan metode *Separation*. Metode *cohesion* bertujuan untuk mengukur jarak antar objek pertama dan objek lainnya dalam sebuah *cluster*, sementara Metode *Separation* mengukur jarak dari *cluster* pertama hingga *cluster* lainnya (Suhardinata et al., 2023). *Cluster* yang optimal adalah *cluster* yang memiliki rata-rata *coef silhouette* paling besar. Berikut rumus persamaan untuk mengetahui nilai *Silhouette coefficient* :

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

Keterangan :

$a(i)$: rata-rata objek i dengan objek lain di *cluster* yang sama.

$b(i)$: nilai terkecil antara objek i dengan objek lain di *cluster* berbeda

Metode

Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif dengan pendekatan deskriptif. Penelitian kuantitatif digunakan karena melibatkan pengumpulan dan analisis data numerik untuk mengidentifikasi pola dan hubungan tertentu. Pendekatan deskriptif digunakan untuk menggambarkan distribusi tenaga kesehatan di kabupaten/kota di Provinsi Sumatera Selatan.

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini mencakup beberapa tahapan. Pertama, pengumpulan data dilakukan menggunakan data jumlah tenaga kesehatan dari Badan Pusat Statistik tahun 2022. Data ini mencakup jumlah tenaga kesehatan di setiap kabupaten/kota di Provinsi Sumatera Selatan. Setelah data dikumpulkan, data tersebut diimpor dan disiapkan menggunakan software IBM SPSS untuk analisis lebih lanjut. Selanjutnya, data yang diperoleh dideskripsikan untuk memahami karakteristik dasar dari dataset, termasuk distribusi jumlah tenaga kesehatan di setiap kabupaten/kota. Penentuan jumlah cluster optimal dilakukan dengan menggunakan silhouette coefficient. Berdasarkan perhitungan silhouette coefficient, diperoleh dua cluster sebagai jumlah yang paling optimal untuk pengelompokan.

Pengelompokan kabupaten/kota dilakukan dengan menggunakan algoritma K-Means Clustering. Langkah-langkah dalam proses ini meliputi menentukan jumlah k -cluster yang ingin dibentuk, yaitu dua cluster. Kemudian, nilai random untuk pusat cluster (centroid) awal sebanyak dua cluster dibangkitkan. Jarak setiap data terhadap masing-masing centroid dihitung, dan data dikelompokkan berdasarkan jarak terkecil/terdekat antara data dengan centroid. Nilai centroid kemudian diperbarui, yang diperoleh dari rata-rata data pada setiap cluster dengan rumus:

$$C_{ij} = \frac{1}{n_i} \sum_{k=1}^{n_i} x_{kj}$$

Keterangan :

C_{ij} : pusat cluster dari cluster ke- i pada variabel ke- j

n_i : jumlah data yang menjadi anggota cluster ke- i

x_{kj} : nilai data ke- k yang ada di dalam cluster pada variabel ke- j

i, k : indeks dari cluster

j : indeks dari variabel

Hasil Dan Pembahasan

1. Hasil

a. Data

Data yang bersumber dari Badan Pusat Statistik mengenai jumlah tenaga kesehatan menurut Kabupaten/Kota di Provinsi Sumatera Selatan tahun 2022 yang tersedia di <https://bit.ly/44SBN4H> mencakup berbagai kategori tenaga kesehatan, diantaranya perawat, bidan, kefarmasian, kesehatan masyarakat, kesehatan lingkungan, tenaga gizi, dan laboratorium medik. Data ini akan dijadikan variabel dalam penelitian ini.

Kabupaten Ogan Komering Ulu memiliki 1035 perawat, 1032 bidan, 108 tenaga kefarmasian, 188 tenaga kesehatan masyarakat, 38 tenaga kesehatan lingkungan, 50 tenaga gizi, dan 60 tenaga laboratorium medik. Kabupaten Ogan Komering Ilir menonjol dengan jumlah bidan yang lebih tinggi yaitu 1486, serta memiliki 1051 perawat, 137 tenaga kefarmasian, 193 tenaga kesehatan masyarakat, 64 tenaga kesehatan lingkungan, 48 tenaga gizi, dan 67 tenaga laboratorium medik.

Sementara Kabupaten Muara Enim memiliki jumlah tenaga kesehatan yang signifikan dengan 1076 perawat, 1187 bidan, 173 tenaga kefarmasian, 65 tenaga kesehatan masyarakat, 64 tenaga kesehatan lingkungan, 60 tenaga gizi, dan 85 tenaga laboratorium medik. Kabupaten Lahat memiliki 984 perawat, 1004 bidan, 104 tenaga kefarmasian, 131 tenaga kesehatan masyarakat, 57 tenaga kesehatan lingkungan, 84 tenaga gizi, dan 40 tenaga laboratorium medik.

Sedangkan Kabupaten Musi Rawas memiliki 710 perawat, 720 bidan, 96 tenaga kefarmasian, 65 tenaga kesehatan masyarakat, 40 tenaga kesehatan lingkungan, 58 tenaga gizi, dan 46 tenaga laboratorium medik. Kabupaten Musi Banyuasin memiliki 941 perawat, 981 bidan, 151 tenaga kefarmasian, 83 tenaga kesehatan masyarakat, 67 tenaga kesehatan lingkungan, 65 tenaga gizi, dan 87 tenaga laboratorium medik.

Selain itu Kabupaten Banyu Asin memiliki 712 perawat, 1229 bidan, 116 tenaga kefarmasian, 132 tenaga kesehatan masyarakat, 74 tenaga kesehatan lingkungan, 66 tenaga gizi, dan 60 tenaga laboratorium medik. Kabupaten Ogan Komering Ulu Selatan memiliki 484 perawat, 816 bidan, 56 tenaga kefarmasian, 97 tenaga kesehatan masyarakat, 33 tenaga kesehatan lingkungan, 16 tenaga gizi, dan 20 tenaga laboratorium medik.

Lebih lanjut, Kabupaten Ogan Komering Ulu Timur mencatat jumlah yang signifikan dalam setiap kategori, dengan 1153 perawat, 1556 bidan, 155 tenaga kefarmasian, 191 tenaga kesehatan masyarakat, 68 tenaga kesehatan lingkungan, 64 tenaga gizi, dan 78 tenaga laboratorium medik. Kabupaten Ogan Ilpir memiliki 666 perawat, 911 bidan, 98 tenaga kefarmasian, 163 tenaga kesehatan masyarakat, 58 tenaga kesehatan lingkungan, 45 tenaga gizi, dan 53 tenaga laboratorium medik.

Sementara Kabupaten Empat Lawang memiliki 328 perawat, 515 bidan, 64 tenaga kefarmasian, 76 tenaga kesehatan masyarakat, 43 tenaga kesehatan lingkungan, 40 tenaga gizi, dan 27 tenaga laboratorium medik. Kabupaten Penukal Abab Lematang Ilir memiliki 356 perawat, 523 bidan, 62 tenaga kefarmasian, 36 tenaga kesehatan masyarakat, 20 tenaga kesehatan lingkungan, 15 tenaga gizi, dan 37 tenaga laboratorium medik. Kabupaten Musi Rawas Utara memiliki 353 perawat, 452 bidan, 74 tenaga kefarmasian, 44 tenaga kesehatan masyarakat, 22 tenaga kesehatan lingkungan, 22 tenaga gizi, dan 26 tenaga laboratorium medik.

Sedangkan Kota Palembang, sebagai ibu kota provinsi, menunjukkan jumlah tenaga kesehatan yang sangat tinggi, dengan 5128 perawat, 1786 bidan, 1099 tenaga kefarmasian, 424 tenaga kesehatan masyarakat, 169 tenaga kesehatan lingkungan, 296 tenaga gizi, dan 535 tenaga laboratorium medik. Kota Prabumulih memiliki 861 perawat, 744 bidan, 115 tenaga kefarmasian, 166 tenaga kesehatan masyarakat, 34 tenaga kesehatan lingkungan, 30 tenaga gizi, dan 57 tenaga laboratorium medik.

Sementara Kota Pagar Alam memiliki 314 perawat, 320 bidan, 49 tenaga kefarmasian, 44 tenaga kesehatan masyarakat, 37 tenaga kesehatan lingkungan, 55 tenaga gizi, dan 23 tenaga laboratorium medik. Kota Lubuklinggau memiliki 754 perawat, 379 bidan, 100 tenaga kefarmasian, 54 tenaga kesehatan masyarakat, 31 tenaga kesehatan lingkungan, 31 tenaga gizi, dan 51 tenaga laboratorium medik.

Dari data ini, kita dapat melihat adanya variasi yang signifikan dalam distribusi tenaga kesehatan di berbagai kabupaten dan kota. Kota Palembang memiliki jumlah tenaga kesehatan yang jauh lebih tinggi dibandingkan daerah lainnya, mencerminkan perannya sebagai pusat layanan kesehatan utama di provinsi ini. Di sisi lain, beberapa kabupaten seperti Empat Lawang dan Musi Rawas Utara menunjukkan jumlah tenaga kesehatan yang relatif rendah, yang dapat menjadi fokus perhatian dalam upaya pemerataan distribusi tenaga kesehatan di wilayah tersebut.

b. Deskripsi Data

Berikut disajikan deskripsi nilai statistik berdasarkan tenaga kesehatan di Sumatera Selatan tahun 2023. Data ini bersumber dari Badan Pusat Statistik dan mencakup jumlah tenaga kesehatan dalam berbagai kategori, yaitu seperti yang ditunjukkan pada table berikut.

Tabel 1. Statistik deskriptif tenaga kesehatan di Sumatera selatan

Tenaga Kesehatan	N	Rata-Rata	Minimum	Maksimum	Stadar Deviasi
Perawat	17	994.47	314	5128	1102.747
Bidan	17	920.06	320	1786	428.669
Kefarmasian	17	162.18	49	1099	244.072
Kesehatan masyarakat	17	126.59	36	424	94.786
Kesehatan Lingkungan	17	54.06	20	169	34.120

Tenaga Gizi	17	61.47	15	296	63.421
Laboratorium Medik	17	79.53	20	535	119.202

Pada table 1 di atas, terlihat jumlah tenaga kesehatan yang diamati terdiri dari 17 kabupaten dan kota di Sumatera Selatan. Kategori tenaga kesehatan meliputi perawat, bidan, kefarmasian, kesehatan masyarakat, kesehatan lingkungan, tenaga gizi, dan laboratorium medik. Kategori perawat memiliki rata-rata 994.47 tenaga dengan nilai minimum 314 dan nilai maksimum 5128, serta standar deviasi sebesar 1102.747. Kategori bidan menunjukkan rata-rata 920.06 tenaga dengan nilai minimum 320 dan nilai maksimum 1786, dengan standar deviasi sebesar 428.669.

Sementara tenaga kefarmasian memiliki rata-rata 162.18 tenaga dengan nilai minimum 49 dan nilai maksimum 1099, serta standar deviasi sebesar 244.072. Untuk tenaga kesehatan masyarakat, rata-rata tercatat sebesar 126.59 tenaga dengan nilai minimum 36 dan nilai maksimum 424, serta standar deviasi sebesar 94.786. Sedangkan kategori kesehatan lingkungan memiliki rata-rata 54.06 tenaga dengan nilai minimum 20 dan nilai maksimum 169, dengan standar deviasi sebesar 34.120. Tenaga gizi menunjukkan rata-rata 61.47 tenaga dengan nilai minimum 15 dan nilai maksimum 296, serta standar deviasi sebesar 63.421. Terakhir, kategori laboratorium medik memiliki rata-rata 79.53 tenaga dengan nilai minimum 20 dan nilai maksimum 535, dengan standar deviasi sebesar 119.202.

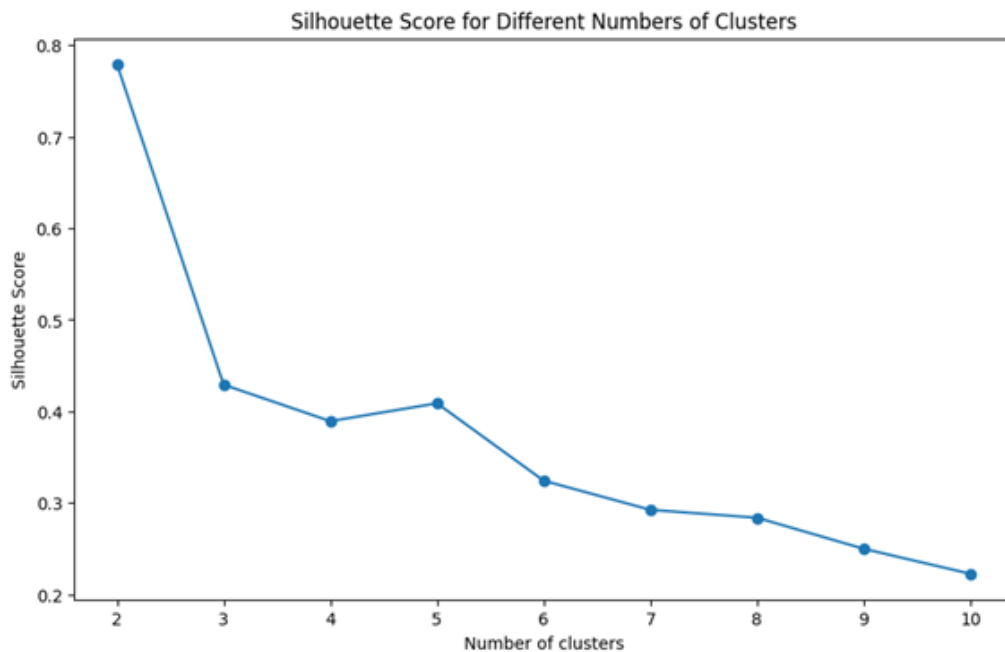
Dari data statistik deskriptif ini, dapat disimpulkan bahwa terdapat variasi yang cukup signifikan dalam jumlah tenaga kesehatan di berbagai kategori di Sumatera Selatan. Perawat dan bidan merupakan kategori dengan jumlah tenaga yang paling banyak, sementara kategori kesehatan lingkungan dan tenaga gizi memiliki jumlah tenaga yang relatif lebih sedikit. Variasi ini menunjukkan adanya perbedaan dalam distribusi dan ketersediaan tenaga kesehatan di berbagai wilayah di Sumatera Selatan, yang dapat menjadi bahan pertimbangan dalam perencanaan dan distribusi sumber daya kesehatan di masa mendatang.

c. Silhouette Coefficient

Sebelum menghitung nilai Silhouette Coefficient, dilakukan terlebih dahulu penghitungan jarak Euclidean antar objek. Penghitungan jarak Euclidean ini penting untuk menentukan seberapa dekat atau jauh satu objek dengan objek lainnya dalam ruang multidimensi. Jarak Euclidean yang dihitung antara objek-objek tersebut kemudian digunakan dalam proses pengelompokan (clustering).

Pengelompokan (clustering) adalah teknik analisis data yang digunakan untuk mengidentifikasi dan mengelompokkan objek-objek yang memiliki karakteristik serupa ke dalam kelompok-kelompok atau cluster yang berbeda. Tujuan utama dari pengelompokan adalah untuk memastikan bahwa objek-objek dalam satu cluster memiliki kemiripan tinggi satu sama lain dan

perbedaan yang signifikan dengan objek-objek di cluster lainnya. Berikut disajikan hasil evaluasi menggunakan Silhouette Coefficient seperti yang ditunjukkan pada gambar berikut.



Gambar 1. Evaluasi menggunakan Silhouette Coefficient

Berdasarkan gambar 1 di atas, terlihat bahwa hasil evaluasi menggunakan Silhouette Coefficient menunjukkan bahwa jumlah cluster optimal adalah 2, dengan nilai Silhouette Score sebesar 0.779457. Ini menunjukkan bahwa ketika data dikelompokkan menjadi 2 cluster, pengelompokan tersebut memiliki kualitas yang sangat baik. Nilai Silhouette Score yang mendekati 1 mengindikasikan bahwa objek-objek dalam satu cluster sangat mirip satu sama lain dan berbeda dengan objek-objek di cluster lain. Evaluasi ini membantu dalam memastikan bahwa struktur data yang ada telah diidentifikasi dengan tepat, memungkinkan analisis dan interpretasi data yang lebih akurat dan bermakna.

d. Pengelompokan Dengan K-Means Clustering

Sebelum melaksanakan pengelompokan dengan metode K-means clustering, dilakukan standarisasi data untuk memastikan konsistensi skala pada semua variabel yang dianalisis. Setelah data distandarisasi, pengelompokan dilakukan untuk menentukan jumlah cluster yang optimal. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa jumlah cluster yang optimal adalah 2. Proses clustering kemudian dilaksanakan dengan nilai $k=2$. Berdasarkan hasil pengelompokan yang dilakukan menggunakan software IBM SPSS, didapatkan distribusi anggota untuk masing-masing cluster seperti yang ditunjukkan pada Tabel 2 berikut.

Tabel 2. Jumlah Kabupaten/Kota Dalam Cluster

Cluster	Jumlah Objek
1	16
2	1
Total	17

Tabel 3 di atas menyajikan distribusi jumlah kabupaten/kota yang terkelompok dalam masing-masing cluster setelah proses K-means clustering. Tabel ini menunjukkan bahwa Cluster 1 terdiri dari 16 kabupaten/kota, sementara Cluster 2 hanya mencakup 1 kabupaten/kota. Secara keseluruhan, terdapat 17 kabupaten/kota yang telah dianalisis dan dikelompokkan ke dalam dua cluster. Perbedaan jumlah objek antara kedua cluster ini mencerminkan variasi yang signifikan dalam distribusi tenaga kesehatan di Provinsi Sumatera Selatan, dengan Cluster 1 yang lebih banyak jumlah anggotanya dibandingkan dengan Cluster 2. Sedangkan anggota setiap cluster yaitu seperti yang ditunjukkan pada tabel 3 berikut.

Tabel 3. Anggota Setiap Cluster

Cluster 1	Cluster 2
Ogan Komering Ulu	Kota Palembang
Ogan Komering Ilir	
Muara Enim	
Lahat	
Musi Rawas	
Musi Banyuasin	
Banyu Asin	
Ogan Komering Ulu Selatan	
Ogan Komering Ulu Timur	
Ogan Ilir	
Empat Lawang	
Penukal Abab Lematang Ilir	
Musi Rawas Utara	
Kota Palembang	
Kota Prabumulih	
Kota Pagar Alam	
Kota Lubuklinggau	
16 Anggota	1 Anggota

Selanjutnya, dilakukan analisis terhadap variabel tenaga kesehatan untuk mengidentifikasi perbedaan antara kedua cluster yang terbentuk. Uji perbedaan dilakukan menggunakan ANOVA. Hasilnya menunjukkan bahwa nilai signifikansi (Sig.) untuk semua variabel tenaga kesehatan berada di bawah 0,05, menandakan adanya perbedaan yang signifikan antara Cluster 1 dan Cluster 2. Nilai F tertinggi ditemukan pada variabel Kefarmasian dengan nilai 677,428, menunjukkan bahwa perbedaan jumlah tenaga kesehatan di bidang kefarmasian adalah yang paling signifikan antara kedua cluster.

Sementara itu, analisis rata-rata tenaga kesehatan pada kedua cluster menunjukkan bahwa Cluster 2 memiliki nilai rata-rata yang lebih tinggi dibandingkan dengan Cluster 1 untuk semua jenis tenaga kesehatan. Dengan rata-rata keseluruhan sebesar 1348,14, Cluster 2 dapat dikategorikan sebagai cluster dengan jumlah tenaga kesehatan yang tinggi. Sebaliknya, Cluster 1, dengan rata-rata

keseluruhan 279,78, menunjukkan jumlah tenaga kesehatan yang lebih rendah. Rincian dalam Tabel 6 mengungkapkan bahwa perawat, bidan, tenaga kefarmasian, serta semua kategori tenaga kesehatan lainnya memiliki rata-rata yang jauh lebih tinggi di Cluster 2 dibandingkan di Cluster 1.

2. Pembahasan

Dalam analisis data, standarisasi dilakukan sebelum pengelompokan dengan metode K-means clustering untuk memastikan konsistensi skala pada semua variabel. Evaluasi menggunakan Silhouette Coefficient menunjukkan bahwa jumlah cluster optimal adalah 2, dengan nilai Silhouette Score sebesar 0.779457, mengindikasikan bahwa pengelompokan ini memiliki kualitas yang sangat baik. Pengelompokan dengan K-means clustering menghasilkan dua cluster, di mana Cluster 1 mencakup 16 kabupaten/kota, sementara Cluster 2 hanya terdiri dari 1 kabupaten/kota, yaitu Kota Palembang.

Analisis ANOVA terhadap variabel tenaga kesehatan menunjukkan perbedaan signifikan antara kedua cluster. Semua nilai signifikansi (Sig.) untuk variabel tenaga kesehatan berada di bawah 0,05, menunjukkan perbedaan yang signifikan antara Cluster 1 dan Cluster 2. Variabel dengan nilai F tertinggi adalah kefarmasian ($F = 677,428$), menunjukkan perbedaan paling signifikan dalam jumlah tenaga kesehatan kefarmasian antara kedua cluster. Rata-rata tenaga kesehatan di Cluster 2 jauh lebih tinggi dibandingkan Cluster 1, dengan rata-rata keseluruhan 1348,14 untuk Cluster 2 dan 279,78 untuk Cluster 1.

Hasil ini konsisten dengan temuan sebelumnya oleh peneliti lain, seperti studi oleh Sarumpaet et al., (2012) yang juga menemukan perbedaan signifikan dalam distribusi tenaga kesehatan antar wilayah. Selain itu, Rafli (2024) mencatat bahwa pusat-pusat perkotaan cenderung memiliki jumlah tenaga kesehatan yang lebih tinggi, sesuai dengan temuan kami tentang Kota Palembang. Temuan ini penting untuk perencanaan dan distribusi tenaga kesehatan di masa mendatang, dengan penekanan pada perlunya pemerataan di daerah-daerah dengan jumlah tenaga kesehatan yang relatif rendah.

Kesimpulan

Distribusi tenaga kesehatan di Kabupaten/Kota di Sumatera Selatan menunjukkan adanya ketidakseimbangan yang signifikan. Hasil pengelompokan menunjukkan bahwa Cluster 2, yang hanya terdiri dari Kota Palembang, memiliki jumlah tenaga kesehatan yang sangat tinggi dibandingkan dengan cluster lainnya. Sebaliknya, Cluster 1, yang mencakup semua kabupaten dan kota selain Kota Palembang, dicirikan oleh rata-rata jumlah tenaga kesehatan yang lebih rendah. Hal ini mengindikasikan perlunya perhatian lebih dalam perencanaan dan distribusi tenaga kesehatan untuk memastikan pemerataan di seluruh wilayah Provinsi Sumatera Selatan.

Referensi

- Alam, S., Raodhah, S., & Surahmawati, S. (2018). Analisis Kebutuhan Tenaga Kesehatan (Paramedis) Berdasarkan Beban Kerja Dengan Menggunakan Metode Workload Indicator Staffing Needs (WISN) di Poliklinik Ass-Syifah UIN Alauddin Makassar. *Al-Sihah: The Public Health Science Journal*.
- ANDREA, R., Palupi, S., & Qomariah, S. (2017). Cluster Analysis for Learning Style of Vocational High School Student Using K-Means and FUZZY C-MEANS (FCM). *Jurnal Penelitian Pos Dan Informatika*, 7(2), 121. <https://doi.org/10.17933/jppi.2017.070204>
- Dhewayani, F. N., Amelia, D., Alifah, D. N., Sari, B. N., Jajuli, M., HSRonggo Waluyo, J., Telukjambe Timur, K., Karawang, K., & Barat, J. (2022). Implementasi K-Means Clustering untuk Pengelompokan Daerah Rawan Bencana Kebakaran Menggunakan Model CRISP-DM. *Jurnal Teknologi Dan Informasi*. <https://doi.org/10.34010/jati.v12i1>
- Handayani, L., & Ma'ruf, N. A. (2010). Peran tenaga kesehatan sebagai pelaksana pelayanan kesehatan puskesmas. *Buletin Penelitian Sistem Kesehatan*, 13(1), 21298.
- Imasdiani, I., Purnamasari, I., & Amijaya, F. D. T. (2022). Perbandingan Hasil Analisis Cluster Dengan Menggunakan Metode Average Linkage Dan Metode Ward. *EKSPONENSIAL*, 13(1), 9-18.
- Irwan, I., Sanusi, W., & Hasanah, A. (2024). Perbandingan Analisis Cluster Metode Complete Linkage dan Metode Ward dalam Pengelompokan Indeks Pembangunan Manusia di Sulawesi Selatan. *Journal of Mathematics, Computations and Statistics*, 7(1), 75-86.
- Maatisya, Y. F., & Santoso, A. P. A. (2022). Rekonstruksi Kesejahteraan Sosial Bagi Tenaga Kesehatan di Rumah Sakit. *JISIP (Jurnal Ilmu Sosial Dan Pendidikan)*, 6(3).
- Nisa, C., & Yustanti2, W. (2021). Studi Perbandingan Algoritma Klastering Dalam Pengelompokan Persediaan Produk (Studi Kasus : Subdirektorat Perencanaan Sarana Prasarana Dan Logistik PTN X). *JEISBI*, 02(03).
- Nishom, M. (2019). Perbandingan Akurasi Euclidean Distance, Minkowski Distance, dan Manhattan Distance pada Algoritma K-Means Clustering berbasis Chi-Square. *Jurnal Informatika: Jurnal Pengembangan IT*, 4(1), 20–24. <https://doi.org/10.30591/jpit.v4i1.1253>
- Pesulima, T. L., & Hetharie, Y. (2020). Perlindungan Hukum Terhadap Keselamatan Kerja Bagi Tenaga Kesehatan Akibat Pandemi Covid-19. *Sasi*, 26(2), 280-285.
- Rafli, M. M. (2024). Analisis Distribusi Dokter Sebagai Tenaga Kesehatan Di Provinsi Jawa Timur Tahun 2022. *Jurnal Kesehatan Tambusai*, 5(2), 4316–4325.

- Sari, D. N. P., & Sukestiyarno, Y. L. (2021). Analisis cluster dengan metode K-Means pada persebaran kasus COVID-19 berdasarkan Provinsi di Indonesia. *PRISMA, Prosiding Seminar Nasional Matematika*, 4, 602–610.
- Sarumpaet, S. M., Tobing, B. L., & Siagian, A. (2012). Perbedaan pelayanan kesehatan ibu dan anak di perkotaan dan daerah terpencil. *Kesmas*, 6(4), 1.
- Sikana, A. M., & Wijayanto, A. W. (2021). Analisis Perbandingan Pengelompokan Indeks Pembangunan Manusia Indonesia Tahun 2019 dengan Metode Partitioning dan Hierarchical Clustering. *Jurnal Ilmu Komputer*, 14(2), 66. <https://doi.org/10.24843/jik.2021.v14.i02.p01>
- Sitepu, R., Irmeilyana, I., & Gultom, B. (2011). Analisis cluster terhadap tingkat pencemaran udara pada sektor industri di Sumatera Selatan. *Jurnal Penelitian Sains*, 14(3).
- Suhardinata, D., Ningsih, A. K., Kasyidi, F., Jenderal, U., & Yani, A. (2023). Klasterisasi Data Penduduk Untuk Penerimaan Bantuan Pangan Non Tunai (BPNT) Menggunakan K-Means (Studi Kasus: Desa Tanimulya Bandung Barat). *IJESPG (International Journal of Engineering, Economic, Social Politic and Government)*, 1(3), 221–228.
- Talakua, M. W., Leleury, Z. A., & Talluta, A. W. (2017). Analisis Cluster Dengan Menggunakan Metode Provinsi Maluku Berdasarkan Indikator Indeks Pembangunan Manusia Tahun 2014. *Jurnal Ilmu Matematika Dan Terapan*, 11(2), 119–128.