

ANALISIS KETERSEDIAAN LAYANAN KESEHATAN DI KABUPATEN PADANG PARIAMAN MENGGUNAKAN METODE K-MEANS CLUSTERING

Khairanisa Salsabila^{1,*}, Syafriandi S²

^{1,2}Departemen Statistika FMIPA Universitas Negeri Padang

*Corresponding author: khairanisa2004@gmail.com

ABSTRACT

Health is a basic necessity that needs to be realized by each community. However, inequality in the distribution of health services between regions can hinder public access to proper, equitable, and quality health services. This study is to analyze the classification of sub-districts in Padang Pariaman Regency regarding the availability of health services and population. The method used is K-Means Clustering, to group data into a number of clusters that show similar characteristics. This study uses secondary data sourced from the Central Statistics Agency (BPS) of Padang Pariaman Regency in 2025. The data used includes the population, the number of health center facilities, and the number of health workers (nurses and midwives) in 17 sub-districts in 2024. Data analysis includes assumption tests, standardization, and forming clusters with the K-Mean method using the Silhouette Method to determine the optimal number of clusters. The results of the study showed that the optimal number of clusters was three clusters representing the availability of high, medium, and low health services. The sub-districts in the high availability cluster include Batang Anai, Lubuak Aluang, and VII Koto. The medium cluster includes Enam Lingkung, Nan Sabaris, Ulakan Tapakih, 2x11 Enam Lingkung, and Sintuk Toboh Gadang. The low cluster includes nine other sub-districts. These results can provide valuable input for local governments in developing policies to achieve a more equitable distribution of health services.

Keywords: Cluster, District, Health, K-Means Clustering

ABSTRAK

Kesehatan menjadi keharusan pokok yang perlu diwujudkan oleh masing-masing masyarakat. Namun, ketimpangan pada pemerataan pelayanan kesehatan antar daerah dapat menghambat akses masyarakat terhadap pelayanan kesehatan yang layak, merata, dan bermutu. Penelitian ini untuk menganalisis klasifikasi kecamatan di Kabupaten Padang Pariaman mengenai ketersediaan pelayanan kesehatan dan jumlah penduduk. Metode yang dipakai yaitu *K-Means Clustering*, untuk mengelompokkan data ke dalam sejumlah klaster yang menunjukkan memiliki karakteristik serupa. Penelitian ini menggunakan data sekunder yang bersumber dari Badan Pusat Statistik (BPS) Kabupaten Padang Pariaman tahun 2025. Data yang digunakan meliputi jumlah penduduk, jumlah fasilitas puskesmas, dan jumlah tenaga kesehatan (perawat dan bidan) di 17 kecamatan pada tahun 2024. Analisis data meliputi uji asumsi, standarisasi, hingga membentuk klaster dengan metode *K-Mean* menggunakan Metode Silhouette untuk menentukan jumlah klaster yang optimal. Hasil penelitian menunjukkan jumlah klaster yang optimal adalah tiga klaster yang mewakili ketersediaan pelayanan kesehatan tinggi, sedang, dan rendah. Kecamatan dalam klaster ketersediaan tinggi meliputi Batang Anai, Lubuak Aluang, dan VII Koto. Klaster sedang

meliputi Enam Lingkung, Nan Sabaris, Ulakan Tapakih, 2x11 Enam Lingkung, dan Sintuk Toboh Gadang. Klaster rendah meliputi sembilan kecamatan lainnya. Hasil ini dapat memberikan masukan berharga bagi pemerintah daerah dalam mengembangkan kebijakan untuk mencapai distribusi layanan kesehatan yang lebih merata.

Kata kunci: Cluster; Kecamatan; Kesehatan; K-Means Clustering

ARTICLE INFO

Submission received: 07 June 2025

Accepted: 31 August 2025

Revised: 15 August 2025

Published: 31 August 2025

Available on: <https://doi.org/10.32493/sm.v7i2.xxxxx>

StatMat: Jurnal Statistika dan Matematika is licenced under a Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License.

1. PENDAHULUAN

Kesehatan menjadi keharusan pokok yang perlu diwujudkan oleh masing-masing masyarakat. Tujuan dari pembangunan di bidang kesehatan adalah agar masyarakat bisa mencapai kondisi hidup yang sehat. Untuk mewujudkannya pemerintah berupaya membangun sistem pelayanan kesehatan agar setiap orang menjadi lebih sadar dan terbiasa untuk menjalankan pola hidup sehat (Stiyawan & Ainy, 2023). Pembangunan di bidang kesehatan bertujuan untuk membuat masyarakat bisa mencapai tingkat kesehatan yang baik, karena Kesehatan merupakan bagaian terpenting dari kesejahteraan hidup.

Undang-Undang No. 36 Tahun 2009 mengenai kesehatan, menjelaskan bahwa negara, yang mencakup pemerintah pusat, pemerintah provinsi, serta pemerintah kabupaten/kota memiliki tanggung jawab di bidang kesehatan. Dalam pasal 4 disebutkan “Setiap orang berhak atas kesehatan”. Maksud dari hak atas kesehatan adalah hak individu untuk mendapatkan layanan fasilitas kesehatan demi mencapai tingkat kesehatan yang setinggi-tingginya. Dengan kata lain, hak atas kesehatan mencakup dua hal yaitu hak menerima layanan kesehatan dan hak atas akses fasilitas kesehatan yang memadai (Affandi, 2019). Pemerintah memiliki kewajiban dalam mengelola dan memastikan terpenuhinya hak kesehatan masyarakat. Kewajiban tersebut diwujudkan melalui penyediaan sarana dan fasilitas kesehatan yang memadai, dan dapat diakses dengan mudah oleh masyarakat.

Pertumbuhan jumlah penduduk di Kabupaten Padang Pariaman yang terus meningkat menuntut adanya penyesuaian dalam penyediaan fasilitas dan tenaga kesehatan. Ketidakseimbangan ketersediaan layanan kesehatan dan kebutuhan masyarakat menyebabkan menurunnya kualitas layanan kesehatan yang menyebabkan ketidakmerataan akses kesehatan antar kecamatan, oleh karena itu, diperlukan analisis yang komprehensif untuk memahami pola distribusi layanan kesehatan dengan jumlah penduduk.

Teknik analisis klaster merupakan pendekatan multivariat yang diimplementasikan untuk mengelompokkan objek sesuai dengan kesamaan karakteristiknya. Dalam analisis klaster, metode yang digunakan terbagi menjadi dalam hirarki dan non-hirarki. Metode hirarki adalah teknik yang menghasilkan tingkatan sesuai kemiripan karakteristik antar objek dalam himpunan data. Macam-macam menggunakan metode hirarki, yaitu *Single Linkage*

Method, Complete Linkage Method, Average Linkage Method, Centroid Method, Ward's Method, dan Median Method. Sedangkan metode non-hirarki diimplementasikan untuk mengelompokkan objek berdasarkan jumlah kluster yang telah ditetapkan sebelumnya. Metode yang termasuk metode non-hirarki dan paling umum digunakan adalah metode *K-Means* dan *Fuzzymethod* (Widyadhana et al., 2021).

Metode *K-Means* merupakan salah satu metode pengelompokkan data non-hirarki yang digunakan untuk membagi data ke dalam dua kelompok atau lebih. Metode ini bekerja dengan membagi data ke dalam beberapa kelompok (kluster) di mana data yang memiliki karakteristik yang sama akan dikelompokkan dalam satu kelompok, sedangkan data yang memiliki karakteristik berbeda akan dimasukkan ke dalam kelompok yang berbeda juga (Aditya et al., 2020).

Pengelompokkan kecamatan di Kabupaten Padang Pariaman dilakukan untuk mengidentifikasi perbedaan tingkat ketersediaan layanan kesehatan di setiap wilayah. Metode ***K-Means Clustering*** dipilih karena mampu mengkluster kecamatan sesuai kesamaan karakteristiknya, seperti jumlah penduduk, jumlah fasilitas puskesmas, serta jumlah tenaga perawat dan bidan. Keunggulan dari metode ini adalah kemampuan untuk menentukan jumlah kluster sejak awal, misalnya membagi kecamatan ke dalam kategori tinggi, sedang, dan rendah dalam hal ketersediaan layanan kesehatan. Hasil pengelompokan ini sangat membantu dalam mengenali wilayah yang membutuhkan perhatian lebih, serta memudahkan pemerintah dalam perencanaan program dan pemerataan layanan kesehatan secara lebih terarah dan efisien.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini memakai data sekunder yang didapatkan langsung melalui *website* resmi Badan Pusat Statistik Kabupaten Padang Pariaman (padangpariaman.bps.gpo.id) yang dimuat dalam publikasi tahunan Padang Pariaman dalam angka tahun 2025. sampel yang digunakan adalah 17 kecamatan di Kabupaten Padang Pariaman tahun 2024. Variabel yang digunakan yaitu jumlah penduduk, fasilitas puskesmas, tenaga perawat, dan tenaga bidan.

Langkah – Langkah dalam analisis kluster menggunakan *K-Means* yaitu

1. Input data yang terdiri dari 4 variabel dan 17 kecamatan. Dan melakukan pemeriksaan asumsi:
 - a. Uji Asumsi multikolinearitas
Untuk mendeteksi multikolinearitas dapat dilakukan dengan mencari nilai korelasi antara variabel-variabel independen. Jika nilai koefisien korelasi $> 0,8$ maka antar satu atau lebih variabel independen terjadi masalah multikolinearitas (Rosyada & Utari, 2024).
 - b. Uji Representatif Sampel
Untuk menguji apakah sampel telah merepresentasikan populasi. Maka perlu dilakukan asumsi representatif sampel dengan menggunakan uji *Kaiser Mayer Olkin* (KMO). Melalui uji KMO, dapat diketahui apa saja faktor-faktor yang dianalisis dalam penelitian valid atau tidak. Rumus perhitungan uji KMO disajikan pada persamaan 1.

$$KMO = \frac{\sum_i \sum_{i \neq j} r_{i^2j}}{\sum_i \sum_{i \neq j} a_{i^2j} + \sum_i \sum_{i \neq j} r_{i^2j}} \quad (1)$$

Dimana :

a_{i^2j} = koefisien korelasi parsial antara peubah i dan j

r_{i^2j} = koefisien korelasi sederhana antara peubah i dan j

0,90 < KMO < 1,00	Data sangat baik
0,80 < KMO < 0,90	Data baik
0,70 < KMO < 0,80	Data agak baik
0,60 < KMO < 0,70	Data lebih dari cukup
0,50 < KMO < 0,60	Data cukup
KMO < 0,05	Data tidak layak untuk uji lebih lanjut

Apabila nilai KMO menunjukkan nilai > 0.5 maka asumsi sampel dikatakan telah mewakili populasi (Mahmudan, 2020).

Selain itu, untuk mengetahui ukuran kecukupan data untuk masing-masing variabel juga dapat menggunakan nilai *Measure of Sampling Adequacy* (MSA). Berikut rumus menghitung MSA disajikan pada persamaan 2.

$$MSA = \frac{\sum_{k=1}^p r_{jk}^2}{\sum_{k=1}^p r_{jk}^2 + \sum_{k=1}^p a_{jk}^2}, \text{ untuk } j \neq k \quad (2)$$

Dimana :

a_{jk} = koefisien korelasi parsial antara variabel j dan k

r_{jk} = koefisien korelasi antara variabel j dan k

Jika nilai yang diperoleh dari variabel lebih besar dari 0.5, maka dapat diasumsikan bahwa sampel sudah mewakili populasi (Mahmudan, 2020).

2. Normalisasi data

Proses Normalisasi data dapat dilakukan dengan standarisasi jika terdapat perbedaan ukuran satuan yang besar antar variabel. Standarisasi juga dapat dilakukan dengan fungsi *scale()* pada Rstudio. Hal ini dapat merubah masing-masing nilai menjadi nilai standar dengan rata-rata 0 dan simpangan baku 1.

3. Membentuk kluster dengan metode *K-Mean* (Sulistiyawati & Supriyanto, 2021),

- Mentukan nilai k untuk jumlah kluster yang diinginkan,
- Pemilihan secara acak terhadap k *centroid* sebagai pusat kluster pada tahap awal,
- Menghitung jarak antara setiap data dengan setiap *centroid* berdasarkan rumus jarak *Euclidean*. Rumus menghitung jarak Euclidean disajikan pada persamaan 3.

$$De = \sqrt{(x_i - s_i)^2 + (y_i - t_i)^2} \quad (3)$$

Dimana :

De = jarak Euclidean (Euclidean Distance)

i = adalah banyak objek
 (x, y) = merupakan koordinat objek
 (s, t) = merupakan koordinat *centroid*

- d. Mengelompokkan setiap data ke dalam kluster dengan *centroid* yang memiliki jarak terdekat.
- e. Menentukan posisi *centroid* baru dengan menghitung nilai rata-rata dari data yang ada pada *centroid* yang sama. Rumus menghitung *centroid* baru disajikan pada persamaan 4.

$$v_{ij} = \frac{1}{N_i} \sum_{k=0}^{N_i} X_{kj} \quad (4)$$

dimana :

v_{ij} = adalah *centroid* / rata-rata klusterke-i untuk variabel ke-j

N_i = adalah jumlah data yang menjadi anggota klusterke-i

i, k = adalah indeks dari kluster

j = adalah indeks dari variabel

x_{kj} = adalah nilai data ke-k yang ada di dalam kluster tersebut untuk variabel ke-j

- f. Melakukan perulangan dari langkah c hingga e, sampai anggota tiap kluster tidak ada yang berubah.

4. Hasil Klasterisasi

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Langkah awal sebelum pengolahan data yaitu mengumpulkan data terlebih dahulu, dimana proses pengumpulan data dalam penelitian ini didapatkan dari publikasi Badan Pusat Statistik Kabupaten Padang Pariaman. Data pada penelitian ini, merupakan data kesehatan untuk menggambarkan ketidakmerataan ketersediaan layanan kesehatan. Sampel yang digunakan adalah seluruh kecamatan di Kabupaten Padang Pariaman yang terdiri dari 4 variabel yaitu Jumlah Penduduk (jiwa) (X_1), Fasilitas Puskesmas (unit) (X_2), Tenaga Perawat (jiwa) (X_3), dan Tenaga Bidan (jiwa) (X_4). Selanjutnya pada data yang digunakan akan dilihat apakah memenuhi asumsi multikolinearitas dengan melihat koefisien kolerasi. Tabel 1 menyajikan nilai korelasi antar variabel.

Tabel 1. Koefisien Korelasi

Variabel	X_1	X_2	X_3	X_4
X_1	1,00	0,50	0,60	0,67
X_2	0,50	1,00	0,80	0,50
X_3	0,60	0,80	1,00	0,69
X_4	0,67	0,50	0,69	1,00

Berdasarkan Tabel 1 nilai korelasi tidak lebih besar dari 0.8 sehingga variabel bebas yang dimiliki tidak mengalami multikolinearitas, sehingga data bisa dilakukan untuk uji lanjutan.

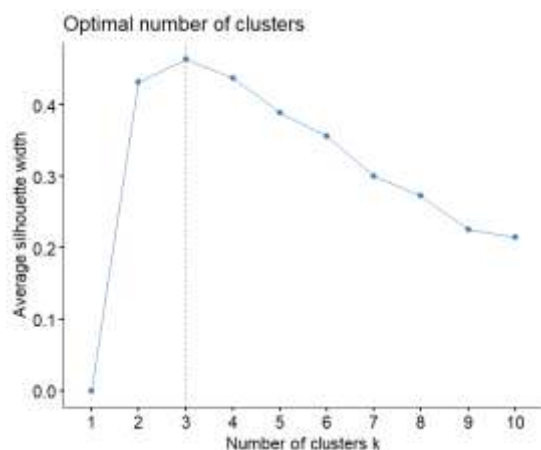
Sebagai Langkah untuk memeriksa data yang digunakan layak dan representative pada analisis *cluster*, maka perlu dilakukan uji representatif sampel menggunakan *Kaiser Mayer Olkin* (KMO). Untuk hasil pengujian KMO disajikan dalam Tabel 2.

Tabel 2. Nilai KMO

Variabel	MSA
X_1	0.83
X_2	0.68
X_3	0.67
X_4	0.74
Nilai KMO Keseluruhan	0.72

Berdasarkan Tabel 2 nilai KMO keseluruhannya yaitu 0.72 yang menunjukkan bahwa sampel yang digunakan baik. Selain itu, nilai *Mean of Sampling Adequacy* (MSA) yang digunakan untuk mengevaluasi seberapa baik variabel-variabel yang diamati cocok untuk dilakukan analisis per variabel. Dapat dilihat semua nilai variabel bernilai diatas 0.5 sehingga dapat disimpulkan bahwa sampel telah mewakili populasi (representatif).

Setelah diketahui bahwa sampel yang diambil sudah cukup mewakili populasi, selanjutnya standarisasi data agar skala yang digunakan setara atau sama. Sehingga dalam perhitungan jarak nantinya tidak terjadi gap akibat dari perbedaan skala data. Penentuan jumlah *cluster* optimal (k) dalam analisis *k-means clustering* dapat dilakukan dengan metode *silhouette*. Metode *silhouette* mengukur seberapa baik setiap objek berada dalam *cluster* yang telah ditetapkan, Tujuan dari metode ini adalah untuk mencari nilai *silhouette* yang maksimal dengan menunjukkan nilai tertinggi. Nilai rata-rata yang semakin tinggi menunjukkan kualitas yang lebih baik juga. Seperti yang telah disajikan dalam Gambar 1

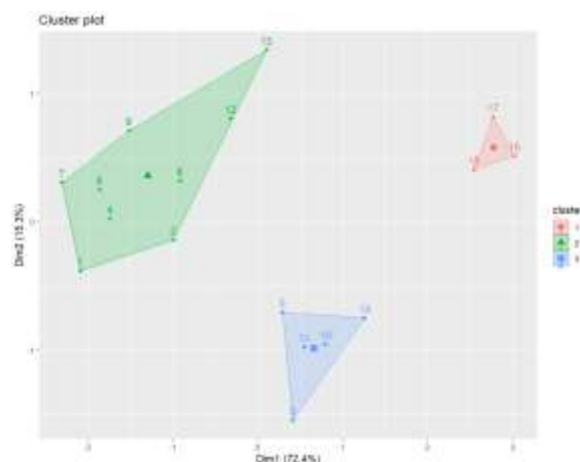


Gambar 1. Grafik Silhoutte Method

Grafik pada Gambar 1 menunjukkan bahwa nilai *silhouette* maksimal ada pada $k = 3$, yang berarti hasil ini menyarankan bahwa $k = 3$ adalah pilihan yang lebih baik dibandingkan dengan nilai k *cluster* lainnya.

Analisis *K-means clustering* menggunakan data yang telah disesuaikan skalanya. Selanjutnya data akan dibagi menjadi tiga *cluster* dengan jumlah anggota yang berbeda antar *cluster*.

Visualisasi pengelompokkan *K-means* dengan hasil *centroid* disajikan dalam Gambar 2.



Gambar 2. Visualisasi *K-means Clustering*

Berdasarkan Gambar 9 diperoleh 3 *cluster* dengan *cluster* 1 diidentifikasi melalui warna merah, *cluster* 2 diidentifikasi melalui warna hijau, dan *cluster* 3 diidentifikasi melalui warna biru. Setiap *cluster* terpisah jelas yang menandakan hasil *clustering* yang baik. Cluster hijau mendominasi jumlah data, sedangkan cluster merah dan biru membentuk kelompok kecil.

Untuk lebih jelas, masing-masing anggota *cluster* telah disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil *K-means Clustering*

<i>Cluster</i>	Jumlah	Anggota
1	3	Batang Anai, Lubuak Aluang, VII Koto
2	9	Anam Lingkuang, Batang Gasan, Nan Sabaris, Sintuak Toboh Gadang, Sungai Limau, Ulakan Tapakih, IV Koto Aua Malintang, VII Koto Padang Sago, VII Koto Patamuan
2	5	2 x 11 Anam Lingkuang, 2 x 11 Kayu Tanam, V Koto, V Koto Timur, Sungai Garinggiang

Tabel 3 menyajikan hasil klasterisasi menggunakan metode *K-Means* yang menunjukkan bentuk *cluster* dengan masing-masing umlah *cluster* setelah dikelompokkan. *cluster* 1 terdiri dari 3 kecamatan di Kabupaten Padang Pariaman yaitu Kecamatan Batang Anai, Kecamatan Lubuak Aluang, dan Kecamatan VII Koto. *cluster* 2 mencakup 9 kecamatan yaitu Kecamatan Anam Lingkuang, Kecamatan Batang Gasan, Kecamatan Nan Sabaris, Kecamatan Sintuak Toboh Gadang, Kecamatan Sungai Limau, Kecamatan Ulakan Tapakih, Kecamatan IV Koto Aua Malintang, Kecamatan VII Koto Padang Sago, dan Kecamatan VII Koto Patamuan, dan *cluster* 3 terdiri dari 5 kecamatan. yaitu Kecamatan 2 x 11 Anam Lingkuang, Kecamatan 2 x 11 Kayu Tanam, Kecamatan V Koto, Kecamatan V Koto Timur, Kecamatan Sungai Garinggiang.

Hasil analisis *K-means Clustering* disajikan pada Tabel 4

Tabel 4. Hasil Akhir Analisis *K-means Clustering*

<i>Cluster</i>	Jumlah	Fasilitas	Tenaga	Tenaga
----------------	--------	-----------	--------	--------



	Penduduk	Puskesmas	Perawat	Bidan
1	48497,00	2	20,00	54,33
2	21050,67	1	9,56	29,33
3	24844,40	2	26,40	33,20

Tabel hasil akhir diatas menunjukkan hasil 3 *cluster* dengan rata-rata jumlah penduduk, fasilitas puskesmas, tenaga perawat, dan tenaga bidan. Dimana *cluster* 1 merupakan *cluster* dengan kategori paling baik karena memiliki rata-rata jumlah penduduk tertinggi yaitu 48.497 jiwa, dengan rata-rata fasilitas puskesmas 2 unit, rata-rata tenaga perawat dan bidan juga tinggi yaitu 20 dan 55 jiwa. Hal ini menunjukkan bahwa wilayah pada *cluster* 1 memiliki kualitas pelayanan kesehatan yang relative tinggi juga.

Cluster 2 karena memiliki rata-rata jumlah penduduk yang rendah yaitu 21.051 jiwa, dengan fasilitas puskesmas 1 unit, Tenaga perawat dan bidan yang tinggi yaitu 10 dan 30 jiwa. Hal ini menunjukkan bahwa wilayah pada *cluster* 2 memiliki kualitas pelayanan kesehatan yang masih terbatas dan dikategorikan pada klaster rendah.

Cluster 3 karena memiliki rata-rata jumlah penduduk yang sedang yaitu 24.844 jiwa, dengan fasilitas puskesmas 2 unit, Tenaga perawat dan bidan yang tinggi yaitu 26 dan 33 jiwa. Hal ini menunjukkan bahwa wilayah pada *cluster* 3 memiliki kualitas pelayanan kesehatan yang seimbang dan dikategorikan pada klaster sedang.

4. KESIMPULAN

Dari hasil pembahasan yang dilakukan pada penelitian ini, diperoleh kesimpulan bahwa analisis membentuk tiga *cluster* berdasarkan variabel jumlah penduduk, fasilitas puskesmas, tenaga perawat, dan tenaga bidan. Dimana *Cluster* 1 yang berisikan 3 kecamatan, *Cluster* 2 dengan 9 kecamatan, dan *Cluster* 3 terdiri dari 5 kecamatan. Hasil ini menunjukkan adanya ketimpangan dalam distribusi fasilitas dan tenaga kesehatan di Kabupaten Padang Pariaman. *Cluster* 1 terdiri dari kecamatan dengan jumlah penduduk dan didukung oleh fasilitas puskesmas serta tenaga kesehatan yang tinggi. Hal ini mencerminkan ketersediaan kualitas pelayanan kesehatan terbaik. *Cluster* 2 terdiri dari sebagian besar kecamatan yang memiliki jumlah penduduk dan fasilitas puskesmas serta tenaga kesehatan yang rendah. Hal ini menunjukkan keterbatasan dalam pelayanan kesehatan yang mana ketersediaan kualitas pelayanan kesehatan memerlukan peningkatan atau perhatian yang lebih. *Cluster* 3 berada ditengah, yang menunjukkan kecamatan dengan jumlah penduduk dan fasilitas puskesmas serta tenaga kesehatan yang relatif seimbang.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terimakasih yang setinggi-tingginya penulis sampaikan kepada dosen pembimbing atas arahan dan dukungan selama penyusunan penelitian ini, serta penulis juga berterimakasih kepada supervisor yang telah memberikan saran, informasi yang sangat membantu dalam proses penulisan.

DAFTAR PUSTAKA

Aditya, A., Jovian, I., & Sari, B. N. (2020). Implementasi K-Means Clustering Ujian Nasional Sekolah Menengah Pertama di Indonesia Tahun 2018/2019. *Jurnal Media Informatika*



- Budidarma*, 4(1), 51. <https://doi.org/10.30865/mib.v4i1.1784>
- Affandi, H. (2019). Implementasi Hak atas Kesehatan Menurut Undang-Undang Dasar 1945: antara Pengaturan dan Realisasi Tanggung Jawab Negara *). *Jurnal Hukum Positum*, 4(1), 36–56.
- Layanan, P., Peserta, K., Kesehatan, J., Di, N., Jejawi, K., Stiyawan, Y., & Ainy, A. (n.d.). *The Utilization of Health Services by the National Health Insurance Participants in Jejawi Sub-district*.
- Mahmudan, A. (2020). *Clustering of District or City in Central Java Based COVID-19 Case Using K-Means Clustering (Pengelompokan Kabupaten/Kota di Jawa Tengah Berdasarkan Kasus COVID-19 Menggunakan K-Means Clustering)*. 17(1), 1–13. <https://doi.org/10.20956/jmsk.v%vi%oi.10727>
- Rosyada, I. A., & Utari, D. T. (2024). Penerapan Principal Component Analysis untuk Reduksi Variabel pada Algoritma K-Means Clustering. *Jambura J. Probab. Stat*, 5(1), 6–13. <https://doi.org/10.34312/jjps.v5i1.18733>
- Sulistiyawati, A., & Supriyanto, E. (n.d.). *Implementasi Algoritma K-means Clustering dalam Penetuan Siswa Kelas Unggulan*. 15(2).
- Widyadhana, D., Hastuti, R. B., Kharisudin, I., & Fauzi, F. (2021). Perbandingan Analisis Kluster K-Means dan Average Linkage untuk Pengklasteran Kemiskinan di Provinsi Jawa Tengah. *PRISMA, Prosiding Seminar Nasional Matematika*, 4, 584–594. <https://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/prisma/>