
PENERAPAN ALGORITMA K-MEANS UNTUK MEMETAKAN PERSEBARAN FASILITAS DAN TENAGA KESEHATAN DI KOTA BANDUNG

Faqih Hamami¹⁾, Iqbal Ahmad Dahlan²⁾

¹Fakultas Rekayasa Industri, Universitas Telkom

²Fakultas Teknik Militer, Universitas Pertahanan Indonesia

Correspondence author: F.Hamami, faqihhamami@telkomuniversity.ac.id,
Bandung, Indonesia

Abstract

Good health facilities and personnel are important elements in realizing public health. Several health facilities, such as hospitals, health centers, clinics, and pharmacies, act as a platform for health services. An unbalanced distribution of health facilities and personnel creates disparities in health quality. Population growth in Bandung City is a challenge for the distribution of health facilities. Inequality in each neighborhood has an impact on the difficulty of accessing health services and the quality of those services. Several studies have segmented health facilities separately from health workers. This study aims to map the distribution of health facilities and health workers together in Bandung City using the K-Means algorithm. Segmentation of facilities and health workers in the city of Bandung is done with the stages of data collection, data cleansing, data transformation, and data modeling, and then segmentation using a clustering approach with the K-Means algorithm. The results of the study, using the number $k = 3$, then formed clusters with low, middle, and high categories. Based on the segmentation results, a cluster was obtained consisting of 21 sub-districts that were lacking in health resources; 8 sub-districts were quite good, and 1 sub-district was abundant.

Keywords: *segmentation, healthcare facilities, bandung, k-means algorithm*

Abstrak

Fasilitas dan tenaga kesehatan yang baik merupakan elemen penting dalam mewujudkan kesehatan masyarakat. Beberapa fasilitas kesehatan seperti rumah sakit, puskesmas, klinik dan apotek berperan sebagai wadah dalam layanan kesehatan. Distribusi fasilitas dan tenaga kesehatan yang tidak berimbang akan menciptakan kesenjangan dan kualitas kesehatan. Pertumbuhan penduduk di Kota Bandung menjadi tantangan untuk distribusi sarana kesehatan. Ketidakmerataan di setiap kecamatan mempunyai dampak kesulitan akses layanan kesehatan dan kualitas layanan yang rendah. Beberapa penelitian yang telah dilakukan banyak melakukan segmentasi fasilitas kesehatan secara terpisah dari tenaga kesehatan. Penelitian ini bertujuan untuk memetakan persebaran fasilitas dan tenaga kesehatan secara bersama-sama di Kota Bandung dengan menggunakan algoritma K-Means. Segmentasi fasilitas dan tenaga kesehatan di kota Bandung dilakukan dengan tahapan *data collection, data cleansing, data*

transformation dan *data modeling* kemudian dilakukan segmentasi menggunakan pendekatan clustering dengan algoritma K-Means. Hasil penelitian dengan menggunakan jumlah $k = 3$ maka terbentuk kluster dengan kategori *low*, *middle* dan *high*. Berdasarkan hasil segmentasi diperoleh cluster yang terdiri dari 21 kecamatan yang kurang dalam sumber daya kesehatan, 8 kecamatan cukup baik dan 1 kecamatan yang berlimpah.

Kata Kunci: segmentasi, fasilitas kesehatan, bandung, algoritma k-means

A. PENDAHULUAN

Fasilitas kesehatan merupakan elemen penting untuk meningkatkan kesejahteraan manusia (Tambaip et al., 2023). Beberapa sarana kesehatan yang perlu diperhatikan adalah seperti rumah sakit, puskesmas, apotek, dan poliklinik, serta peran tenaga kesehatan seperti dokter, perawat, apoteker, bidan, tenagar farmasi dan lainnya. Rumah sakit adalah sarana kesehatan yang penting dalam penyediaan perawatan medis intensif seperti unit gawat darurat, unit radiologi, unit operasi, dan unit rawat inap. Puskesmas menyediakan pelayanan kesehatan dasar bagi masyarakat sebagai bentuk preventif. Puskemas menjadi sarana yang mudah dijangkau oleh berbagai lapisan masyarakat (Yesinda & Murnisari, 2018).

Fasilitas lainnya juga membantu dalam bidang kesehatan seperti pengadaan obat dan produk kesehatan. Tenaga kesehatan berperan penting sebagai sumber daya manusia dalam pelayanan kesehatan masyarakat. Jumlah masyarakat yang membutuhkan bantuan di fasilitas kesehatan harus berbanding lurus dengan tenaga kesehatan yang ada.

Kondisi jumlah fasilitas kesehatan dan tenaga kesehatan yang terbatas membuat pemetaan alokasi sumber daya yang kurang maksimal atau pelayanan yang kurang layak (Pailan et al., 2021). Misalnya jumlah pasien yang berobat di suatu wilayah lebih besar kapasitasnya dari pada jumlah fasilitas dan tenaga kesehatan. Kesenjangan dalam tingkat kesehatan merupakan salah satu masalah di Indonesia termasuk antar kawasan (Lubis et al., 2022). Persebaran

tenaga kesehatan seperti dokter yang tidak berimbang di suatu lokasi mengakibatkan kesenjangan kualitas kesehatan (Hikmah et al., 2020; Lubis et al., 2023). Lebih lanjut lokasi fasilitas kesehatan juga membantu dalam mobilitas pasien saat berkunjung (Langingi & Watung, 2020).

Kota Bandung merupakan salah satu kota besar di Indonesia. Kota ini terkenal dengan fashion dan kulinernya. Menurut BPS pertumbuhan penduduk di Bandung dapat mencapai kenaikan 1% di setiap tahunnya. Pertumbuhan penduduk yang signifikan berdampak pula bagi sarana kesehatan yang harus diratakan di setiap wilayah kota bandung. Berdasarkan data Dinas Kota Bandung terdapat 30 kecamatan di Kota Bandung. Setiap kecamatan mempunyai jumlah penduduk dan fasilitas yang berbeda-beda. Distribusi sarana dan prasarana kesehatan di setiap kecamatan perlu dianalisis agar tidak terjadi ketimpangan kesehatan.

Beberapa penelitian tentang segmentasi di bidang kesehatan juga telah dilakukan. Misalnya segmentasi fasilitas kesehatan di Jakarta untuk mengukur kemakmuran dan kualitas hidup suatu daerah (Wibowo & Mulyastuti, 2022). Penelitian lain juga menerapkan segmentasi fasilitas kesehatan berdasarkan kasus stunting (Komalasari et al., 2023). Segmentasi lainnya juga diteliti untuk melihat jumlah fasilitas kesehatan berdasarkan provinsinya (Rahmi et al., 2021; Yolanda & Yunitaningtyas, 2021). Selain fokus di fasilitas kesehatan, terdapat juga penelitian yang mengelompokkan tenaga kesehatan di puskesmas menjadi kategori baik, sedang dan rendah (Ilfiana, 2022).

Segmentasi wilayah berdasarkan lokasi juga dilakukan di provinsi Papua dan Jawa Tengah terkait distribusi tenaga kesehatan (Afrida & Wulandari, 2022; Lestari et al., 2018). Salah satu algoritma klustering yang banyak digunakan adalah K-Means. Beberapa kasus seperti segmentasi pasien BPJS berdasarkan rekam medis (Ali & Masyufah, 2021), pengelompokan obat berdasarkan tingkat pemakaiannya (Nugroho et al., 2022), segmentasi kunjungan pasien di fasilitas kesehatan (Rizqi et al., 2024).

Banyak penelitian di bidang kesehatan yang memisahkan fasilitas kesehatan dengan tenaga kesehatan. Pada penelitian ini akan fokus pada segmentasi gabungan antara keduanya. Fasilitas di kota Bandung seperti rumah sakit, puskesmas, poliklinik dan apotik serta tenaga kesehatan seperti dokter, perawat, bidang dan lainnya. Segmentasi ini diharapkan dapat melihat persebaran sumber daya sehingga dapat dipetakan area yang kurang dan berlebih. Algoritma yang diusulkan adalah K-Means yang banyak diimplementasikan dalam segmentasi di bidang kesehatan.

B. METODE PENELITIAN

Segmentasi fasilitas dan tenaga kesehatan di kota Bandung dilakukan dengan beberapa tahap seperti *data collection*, *data cleansing*, *data*, dan *transformation*

1. Data Collection

Dataset diperoleh dari laporan BPS yang disimpan dalam format dokumen. Ada beberapa tabel yang diekstrak seperti tabel rumah sakit, puskesmas, poliklinik, apotek dan tenaga kesehatan. Contoh *raw data* ditampilkan pada Gambar 1.

Kecamatan District	Rumah Sakit Hospital		
	2019	2020	2021
(1)	(2)	(3)	(4)
Bandung Kulon	-	-	-
Babakan Ciparay	1	1	1
Bojengloa Kaler	-	-	-
Bojengloa Kidul	1	1	1
Astanaanyar	1	1	1
Begal	1	1	1
Lengkong	1	1	1

Gambar 1. Sumber Data BPS

2. Data Cleansing

Dari dataset yang sudah disimpan dalam format csv selanjutnya dilakukan pembersihan data. Pembersihan data ini hanya fokus kepada dua hal yaitu penyamaan nama kecamatan dan perubahan tanda '-' dan *NaN* menjadi 0. Hasil analisis awal terdapat *whitespace* di beberapa kecamatan hasil ekstraksi data sehingga dianggap menjadi kecamatan yang berbeda.

3. Data Transformation

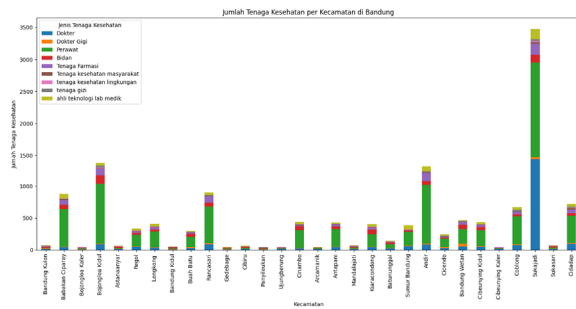
Perubahan data juga diperlukan untuk persiapan pemodelan segmentasi. Beberapa sumber tabel yang terpisah dilakukan penyatuan sehingga menjadi 1 tabel yang utuh. Beberapa atribut asli digunakan sebagai *features* dalam pemodelan seperti 'Dokter', 'Dokter Gigi', 'Perawat', 'Bidan', 'Tenaga Farmasi', 'Tenaga kesehatan masyarakat', 'tenaga kesehatan lingkungan', 'tenaga gizi', 'ahli teknologi lab medik', 'Tahun', 'Jumlah RS', 'Jumlah Puskesmas', 'Jumlah Poliklinik', 'Jumlah Apotek', 'Total Tenaga Kesehatan'.

Selain itu juga dilakukan feature engineering untuk mencari rasio tenaga kesehatan berdasarkan fasilitas kesehatan yang disimpan di kolom 'Rasio Tenaga Kesehatan per RS', 'Rasio Tenaga Kesehatan per Puskesmas', 'Rasio Tenaga Kesehatan per Poliklinik', 'Rasio Tenaga Kesehatan per Apotek'.

C. HASIL DAN PEMBAHASAN

Exploratory Data Analysis (EDA) merupakan proses awal untuk memahami data. Pendekatan ini bertujuan untuk

menemukan informasi dan pola dengan bantuan statistik dan visualisasi grafis. Analisis awal yang dilakukan adalah melihat distribusi tenaga kesehatan perkecamatan di kota Bandung seperti yang terlihat di Gambar 2.



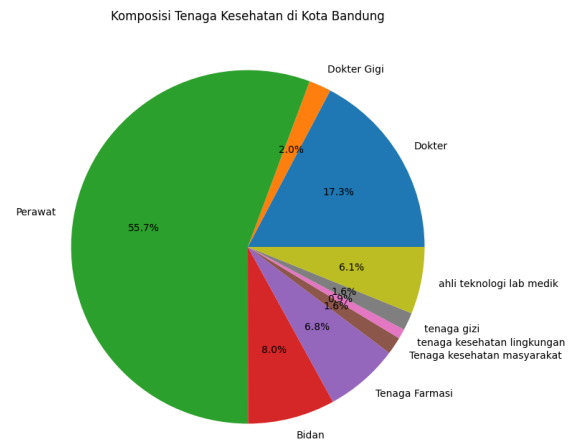
Gambar 2. Jumlah tenaga kesehatan perkecamatan di Kota Bandung

Gambar 2 diatas menunjukkan jumlah tenaga kesehatan seperti dokter, dokter gigi, perawat, bidan dan lainnya yang tersebar di setiap kecamatan. Menurut grafik ini kecamatan Sukajadi memiliki jumlah tenaga kesehatan yang paling banyak dibandingkan dengan kecamatan lainnya khususnya di jumlah perawat dan dokter. Hal ini dikarenakan kecamatan Sukajadi mempunyai RSUP dr. Hasan Sadikin (RSHS) yang merupakan salah satu rumah sakit terbesar di Bandung.

Beberapa kecamatan juga mempunyai tenaga kesehatan yang cukup banyak seperti perawat di kecamatan Andir, Bojongloa Kidul, Babakan Ciparay, Rancasari, Cicadap dan Coblong. Sedangkan kecamatan seperti Gedebage, Panyileukan, dan Bojongloa Kaler memiliki jumlah tenaga kesehatan yang relatif rendah di berbagai kategori.

Jika dilihat dari komposisi tenaga kesehatan di Kota Bandung maka perawat dan dokter merupakan dua kelompok tenaga kesehatan yang paling dominan seperti terlihat pada Gambar 3. Jumlah perawat mencapai lebih dari 50% dari seluruh tenaga kesehatan yang ada dilanjutkan dengan dokter sebanyak 17.3%. Hal lain yang cukup penting adalah

prosentase bidan yang mencapai 8% yang umumnya tersebar tidak hanya di lingkungan rumah sakit dan puskesmas seperti di Gambar 3.

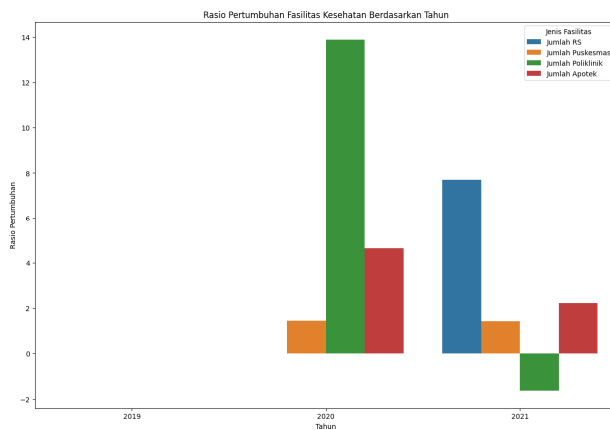


Gambar 3. Komposisi Tenaga Kesehatan Kota Bandung

Pertumbuhan penduduk juga membutuhkan pertumbuhan fasilitas kesehatan. Berdasarkan data BPS dari tahun 2019 ke 2021 diperoleh data pertumbuhan fasilitas kesehatan di Kota Bandung yang mencakup rumah sakit, puskesmas, poliklinik dan apotek. Dari hasil analisis sederhana diperoleh rasio pertumbuhan di 2 tahun terakhir. Rasio pertumbuhan fasilitas kesehatan di Kota Bandung dijelaskan lebih detail pada Tabel 1 dan visualisasi rasio dilihat pada Gambar 4.

Tabel 1. Rasio Kenaikan Jumlah Fasilitas Kesehatan

Rasio Faskes	2021	2022
Rumah Sakit	0	7,692
Puskesmas	1,449	1,429
Poliklinik	13,889	-1,626
Apotek	4,651	2,222



Gambar 4. Rasio Pertumbuhan Fasilitas Kesehatan.

Segmentasi fasilitas dan tenaga kesehatan ini menggunakan pendekatan clustering algoritma K-Means. K-Means menghitung jarak antar setiap titik data untuk melihat kedekatannya sehingga membentuk kluster. Beberapa dataset digunakan seperti data fasilitas dan tenaga kesehatan menjadi 1 dataset yang utuh. Beberapa atribut yang digunakan adalah 'Dokter', 'Dokter Gigi', 'Perawat', 'Bidan', 'Tenaga Farmasi', 'Tenaga kesehatan masyarakat', 'tenaga kesehatan lingkungan', 'tenaga gizi', 'ahli teknologi lab medik'.

Jumlah kluster dalam K-Means didefinisikan terlebih dulu. Dari hasil pengamatan di awal nilai $k=3$ digunakan sebagai fondasi untuk menentukan kecamatan masuk di kategori prioritas *low*, *middle* dan *high*. Prioritas *low* merupakan kumpulan kecamatan di Kota Bandung yang mempunyai sedikit fasilitas dan tenaga kesehatan yang kurang dan prioritas *high* mengindikasikan kecamatan mempunyai cukup banyak sumber daya kesehatan.

Pada implementasinya K-Means membutuhkan input yang mempunyai satuan yang berdekatan. Fitur-fitur yang berupa data numerik perlu distandarkan sebelum proses segmentasi dilakukan. Nilai standar untuk setiap atribut diperoleh dari persamaan:

$$Z_i = \frac{x_i - \mu}{\sigma} \dots \dots \dots (1)$$

Dimana:

x_i adalah nilai asli dari fitur

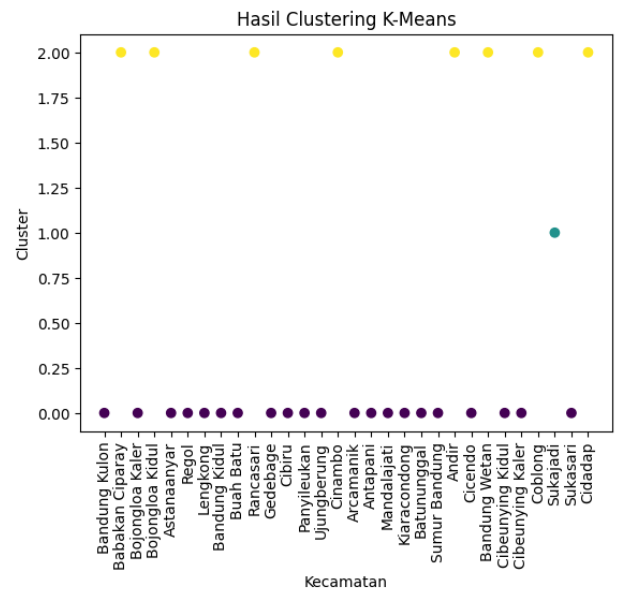
μ adalah rata-rata dari fitur.

σ adalah standar deviasi dari fitur.

Sedangkan persamaan yang digunakan K-Means untuk menghitung jarak dapat dilihat sebagai berikut:

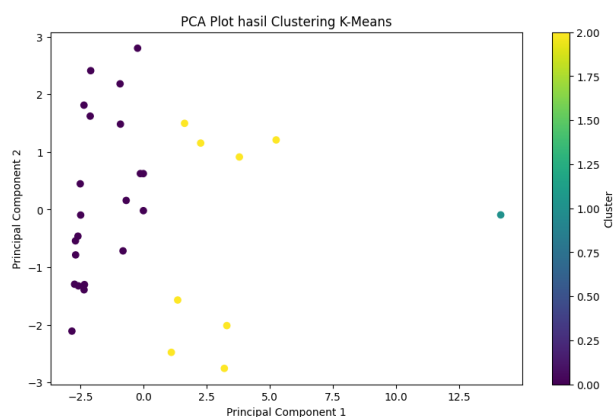
$$d_{ik} = \sqrt{\sum_{j=1}^m (x_{ij} - c_{kj})^2} \dots \dots \dots (2)$$

Hasil segmentasi divisualkan dalam 2 dimensi untuk melihat posisi setiap kecamatan berdasarkan prioritasnya seperti terlihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Hasil Clustering K-Means

Selain itu juga hasil segmentasi divisualkan secara 2 dimensi dengan pendekatan PCA (*Principal component analysis*) yang dapat mereduksi atribut yang banyak menjadi lebih ringkas. Hasil visualisasinya dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Hasil Segmentasi PCA

Berdasarkan analisis, terdapat tiga kluster dengan kategori rendah, sedang, dan tinggi. Hasil segmentasi menunjukkan tiga kluster berbeda berdasarkan dua komponen utama dengan menggunakan jumlah $k = 3$ maka terbentuk kluster dengan kategori low, middle dan high. Berdasarkan hasil segmentasi, diperoleh cluster yang terdiri dari 21 kecamatan yang kurang dalam sumber daya kesehatan, 8 kecamatan cukup baik dan 1 kecamatan yang berlimpah.

D. PENUTUP

Kesehatan merupakan hak fundamental setiap individu. Fasilitas kesehatan dan tenaga kesehatan memiliki peran krusial dalam mendukung kesehatan masyarakat. Penting untuk melihat distribusi keduanya guna memetakan sumber daya kesehatan dan mencegah ketimpangan. Berdasarkan analisis, terdapat tiga kluster dengan kategori rendah, sedang, dan tinggi. Hasil segmentasi menunjukkan tiga kluster berbeda berdasarkan dua komponen utama. Penelitian lanjutan dapat dilakukan dengan menambahkan lebih banyak atribut kesehatan untuk memperdalam pemahaman pola segmentasi.

E. DAFTAR PUSTAKA

Afrida, N. D., & Wulandari, S. P. (2022). Pemetaan Fasilitas Tenaga Kesehatan Berdasarkan Kabupaten/Kota di Provinsi Papua. *Jurnal Sains Dan Seni*

ITS, 11(1), D57–D63.
<https://doi.org/10.12962/j23373520.v11i1.62871>

Ali, A., & Masyfufah, L. (2021). Klasterisasi Pasien BPJS Dengan Metode K-Means Clustering Guna Menunjang Program Jaminan Kesehatan Nasional di Rumah Sakit Anwar Medika Balong Bendo Sidoarjo. *Jurnal Wiyata: Penelitian Sains Dan Kesehatan*, 8(1), 8–22.
<https://doi.org/10.56710/wiyata.v8i1.427>

Hikmah, N., Rahman, H., & Puspitasari, A. (2020). Membandingkan Ketimpangan Ketersediaan Tenaga Kesehatan Puskesmas di Wilayah Indonesia Timur. *Window of Public Health Journal*, 1(1), 31–37.
<https://doi.org/10.33096/woph.v1i1.8>

Ilfiana, D. A. (2022). Pengklasteran Puskesmas di Kabupaten Kudus Menggunakan Metode K-Means dengan Perbandingan Jarak Euclidean dan Chebyshev. *Prisma : Prosiding Seminar Nasional Matematika*.

Komalasari, C., Faqih, A., Dikananda, F., Sulaeman, M., & Susana, H. (2023). Analisis Segmentasi Puskesmas di Kabupaten Cirebon Menggunakan Algoritma Partitioning Around Medoid Berdasarkan Indikator Penyebab Stunting. *JATI : Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika*, 7(6), 3406–3413.
<https://doi.org/10.36040/jati.v7i6.8189>

Langingi, A. R. C., & Watung, S. G. I. V. (2020). Analisis Faktor Perilaku dan Jarak Fasilitas Kesehatan Terhadap Pemanfaatan Posyandu Lansia Hipertensi di Desa Muntoi Kecamatan Passi Barat. *Medical Technology and Public Health Journal (MTPHJ)*, 4(2), 121–126.
<https://doi.org/10.33086/mtphj.v4i2.1757>

Lestari, S. P., Supandi, E. D., & Rahayu, P.

- P. (2018). Pengklasteran Kabupaten/Kota di Jawa Tengah berdasarkan Tenaga Kesehatan dengan Menggunakan Metode Ward dan K-Means. *Fourier: Jurnal Matematika Dan Pembelajaran*, 7(2), 103–109. <https://doi.org/10.14421/fourier.2018.72.103-109>
- Lubis, A. S., Sabrina, D., Ginting, N. G. B., Hutajulu, S. A., & Gurning, F. P. (2022). Analisis Perkembangan Fasilitas Kesehatan Tingkat Pertama dan Fasilitas Kesehatan Rujukan Tingkat Lanjutan Pada Tahun 2022. *Humantech: Jurnal Ilmiah Multidisiplin Indonesia*, 1(9), 1235–1248. <https://doi.org/10.32670/ht.v1i9.2028>
- Lubis, A. S., Zuhrah, A., Harahap, M., Ginting, N. G. B., Hutajulu, S. A., & Agustina, D. (2023). Literature Review: Peningkatan Jumlah dan Pendayagunaan Tenaga Kesehatan di Indonesia. *JPKD: Jurnal Pendidikan Dan Konseling*, 5(1), 2167–2174. <https://doi.org/10.31004/jpdk.v5i1.11283>
- Nugroho, M. R., Hendrawan, I. E., & Purwantoro. (2022). Penerapan Algoritma K-Means Untuk Klasterisasi Data Obat Pada Rumah Sakit ASRI. *Nuansa Informatika: Technology and Information Journal*, 16(1), 125–133. <https://doi.org/10.25134/nuansa.v16i1.5294>
- Pailan, B. L., Havaluddin, H., Wati, M., Puspitasari, N., & Budiman, E. (2021). Analisa Kebutuhan Tenaga Kesehatan Menggunakan Algoritma K-Means. *JSAKTI: Jurnal Sains, Aplikasi Komputasi Dan Teknologi Informasi*, 3(1), 1–9. <https://doi.org/10.30872/jsakti.v3i1.4406>
- Rahmi, M. F., Prasetyo, P. S., Nurhabibah, R., Perdana, R., & Madjida, W. O. Z. (2021). Pengelompokan Provinsi di Indonesia Berdasarkan Jumlah Kasus Covid-19 dan Fasilitas Kesehatan. *Jurnal Aplikasi Statistika & Komputasi Statistik*, 13(1), 47–56. <https://doi.org/10.34123/jurnalasks.v13i1.274>
- Rizqi, M. F., Martanto, M., & Hayati, U. (2024). Clustering Kunjungan Pasien Menggunakan Algoritma K-Means Pada Rumah Sakit di Wilayah Bekasi. *JATI: Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika*, 8(1), 80–87. <https://doi.org/10.36040/jati.v8i1.8327>
- Tambaip, B., Tjilen, A. P., & Ohoiwutun, Y. (2023). Peran Fasilitas Kesehatan Untuk Kesejahteraan Masyarakat. *JKP: Jurnal Kebijakan Publik*, 14(2), 189–196. <https://doi.org/10.31258/jkp.v14i2.8245>
- Wibowo, A. S., & Mulyastuti, I. D. (2022). Penerapan Algoritma K-Means Clustering Pada Jumlah Fasilitas Kesehatan Menurut Pemerintah Provinsi DKI Jakarta. *TEKINFO: Jurnal Ilmiah Teknik Informatika*, 23(2), 116–122. <https://doi.org/10.37817/tekinfo.v23i2.2603>
- Yesinda, I. S., & Murnisari, R. (2018). Pengaruh Fasilitas dan Kualitas Pelayanan Terhadap Kepuasan Pasien Jasa Rawat Jalan Pada Puskesmas Kademangan Kabupaten Blitar. *Penataran: Jurnal Penelitian Manajemen Terapan*, 3(2), 206–214.
- Yolanda, A. M., & Yunitaningtyas, K. (2021). Segmentasi Provinsi Berdasarkan Sarana dan Perlengkapan Faskes Keluarga Berencana Tahun 2021. *Jurnal Keluarga Berencana*, 6(1), 20–30. <https://doi.org/10.37306/kkb.v6i1.70>