

SKRIPSI

**PERBANDINGAN METODE *K-MEANS* KLASTERING DAN
MULTIDIMENSIONAL SCALING (MDS) DALAM MENGELOMPOKKAN
KABUPATEN/KOTA DI JAWA TENGAH BERDASARKAN TENAGA
KESEHATAN TAHUN 2024**

Untuk memenuhi sebagian persyaratan mencapai derajat Sarjana S-1

Program Studi Matematika



STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
DINI ANAN SORI RITONGA
21106010012
YOGYAKARTA

**PROGRAM STUDI MATEMATIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA**

2026

SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR



Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga



FM-UINSK-BM-05-03/R0

SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR

Hal : Persetujuan Skripsi / Tugas Akhir
Lamp : -

Kepada
Yth. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta
di Yogyakarta

Assalamu 'alaikum wr. wb.

Setelah membaca, meneliti, memberikan petunjuk dan mengoreksi serta mengadakan perbaikan seperlunya, maka kami selaku pembimbing berpendapat bahwa skripsi Saudara:

Nama : Dini Anan Sori Ritonga
NIM : 21106010012
Judul Skripsi : Pebandingan Metode K-Means dan Multidimensionl Scalling (MDS)
Dalam Mengelompokkan Kabupaten/Kota di Jawa Tengah Berdasarkan
Tenaga Kesehatan Tahun 2024

sudah dapat diajukan kembali kepada Program Studi Matematika Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata Satu dalam Program Studi Matematika.

Dengan ini kami mengharap agar skripsi/tugas akhir Saudara tersebut di atas dapat segera dimunaqasyahkan. Atas perhatiannya kami ucapkan terima kasih.

Wassalamu 'alaikum wr. wb.

Yogyakarta,
Pembimbing, 16 April 2026

Dr. Epha Diana Supandi, S.Si., M.Sc.,
NIP. 19750912 200801 2 015

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

PENGESAHAN TUGAS AKHIR



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI

Jl. Marsda Adisucipto Telp. (0274) 540971 Fax. (0274) 519739 Yogyakarta 55281

PENGESAHAN TUGAS AKHIR

Nomor : B-1165/Un.02/DST/PP.00.9/06/2026

Tugas Akhir dengan judul : Perbandingan Metode K-Means Klustering dan Multidimensional Scalling dalam Mengelompokkan Kabupaten/Kota di Jawa Tengah Berdasarkan Kesehatan Tahun 2024

yang dipersiapkan dan disusun oleh:

Nama : DINI ANAN SORI RITONGA
Nomor Induk Mahasiswa : 21106010012
Telah diujikan pada : Senin, 25 Mei 2026
Nilai ujian Tugas Akhir : A-

dinyatakan telah diterima oleh Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

TIM UJIAN TUGAS AKHIR



Ketua Sidang

Dr. Epha Diana Supandi, S.Si., M.Sc.
SIGNED

Valid ID: 6a20e560e01f3



Penguji I

Dr. Mohammad Farhan Qudratullah, S.Si.,
M.Si
SIGNED

Valid ID: 6a20cf67921ff



Penguji II

Aulia Khifah Futhona, M.Sc.
SIGNED

Valid ID: 6a20e300649e4



Yogyakarta, 25 Mei 2026
UIN Sunan Kalijaga
Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

Prof. Dr. Dra. Hj. Khurul Wardati, M.Si.
SIGNED

Valid ID: 6a21017e71ac4

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : 21106010012
NIM : Dini Anan Sori Ritonga
Program Studi : Matematika
Fakultas : Sains dan Teknologi

Dengan ini menyatakan bahwa isi skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar sarjana di suatu Perguruan Tinggi dan sesungguhnya skripsi ini merupakan hasil pekerjaan penulis sendiri sepanjang pengetahuan penulis, bukan duplikasi atau saduran dari karya orang lain kecuali bagian tertentu yang penulis ambil sebagai bahan acuan. Apabila terbukti pernyataan ini tidak benar, sepenuhnya menjadi tanggung jawab penulis.

Yogyakarta, 12 Mei 2026



Dini Anan Sori Ritonga

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmanirrahim

Segala puji bagi Allah, pujian yang tak terhingga, yang tak pernah cukup terucapkan dalam kata-kata. Syukur terbesarku, kupersembahkan kepada Allah SWT yang telah memperkenankan semuanya baik-baik saja dan berjalan sesuai rencana terbaik-Nya. Sungguh, tidaklah huruf demi huruf tersaji dalam penelitian ini, kecuali Allah-lah yang menggerakkan jari-jemari ini, menyisipkan ide-ide dan pemikiran ke dalam hati, dan terus menguatkan kaki hingga sanggup tegak berdiri dan menyelesaikan skripsi ini dengan baik. Sholawat dan salam, senantiasa kita hadiahkan kepada junjungan kita, suri tauladan terbaik sepanjang masa, Rasulallah Muhammad SAW. Setiap pengorbanan dan jasa beliau lah yang mengantarkan kita ke era yang penuh ilmu pengetahuan seperti sekarang ini.

Penelitian ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Program Studi Matematika. Penulis dalam penulisan skripsi ini tidak terlepas dari dukungan, doa, dan motivasi semangat dari berbagai pihak. Oleh karena itu, perkenankanlah penulis menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Prof. Noorhaidi, MA., M.Phil., Ph.D. selaku Rektor UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
2. Ibu Prof. Dr. Dra. Hj. Khurul Wardati, M.Si. selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta.
3. Ibu Dr. Epha Diana Supandi, S.Si., M.Sc., selaku Ketua Program Studi Matematika sekaligus Dosen Pembimbing Skripsi yang begitu baik hati memberikan semangat, arahan, kemudahan, dan masukan-masukan yang membuat diri ini bangkit dari rasa sedih dan kekecewaan. Terima kasih untuk waktu luang setiap minggu yang konsisten diberikan kepada penulis agar tetap ter-arah dalam stepbystep penulisan dan akhirnya mampu menyelesaikan skripsi ini.
4. Ibu Sri Utami Zuliana, S.Si., M.Sc., Ph.D., selaku Dosen Pembimbing Akademik, orang tua kedua penulis yang dari awal perkuliahan memberikan

pengarahan, nasihat-nasihat, bahkan fasilitas belajar dan tempat tinggal, sehingga penulis bisa dengan layak menempuh pendidikan di Perguruan Tinggi. Terima kasih untuk energi baru yang diberikan setiap pertemuan, membuat penulis sadar bahwa apa yang dimulai, harus diselesaikan dengan baik. Semoga Allah senantiasa menjaga Ibu.

5. Seluruh Dosen Program Studi Matematika dan staf Fakultas Sains dan Teknologi yang senantiasa memberikan ilmu dan layanan terbaik kepada penulis dari awal hingga akhir perkuliahan.
6. Ayah dan Ibu yang tak pernah berhenti mengirimkan doa dari kejauhan, kakak-adik penulis, dan keluarga besar yang telah memberikan banyak nasehat, kasih sayang, doa dan dukungannya sehingga penulis dapat bertahan hingga di titik ini.
7. Teman-teman mahasiswa Matematika Angkatan 2021 yang telah kebersamai dibangku perkuliahan.
8. Teman-teman seperbimbingan yang telah memberikan semangat dan dukungan sehingga menjadi motivasi penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
9. Mba Ayu, selaku bosku di pekerjaan yang telah banyak membantu kebutuhan finansial di dunia perkuliahan, memberikan dukungan dan nasihat, serta menjadi kakak kedua bagi penulis di perantauan.
10. Teman seperjuangan, Zummah, Laila, Risma, Sinar yang selalu siap mendengar keluh kesah dan saling menguatkan selama proses penulisan skripsi ini.
11. Seluruh pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu

Semoga Allah SWT membalas kebaikan mereka dengan pahala yang berlipat ganda. Penulis menyadari bahwa penulisan skripsi ini jauh dari kata sempurna. Hanya kepada Allah penulis menyembah dan memohon ampun atas segala kekurangan. Semoga skripsi ini bermanfaat bagi pembaca pada umumnya dan penulis pada khususnya.

HALAMAN PERSEMBAHAN

Syukur Alhamdulillah, Karya kecil ini penulis persembahkan kepada :

- ♥ Pahlawan hidupku, Malaikat tak bersayap, ayah-ibu di Sumatera yang tak pernah berhenti mengirimkan do'a dari kejauhan.
- ♥ Diriku sendiri, yang telah berjuang meraih gelar sarjana. Terima kasih sudah bertahan hingga akhir.
- ♥ Dosen pembimbing yang sabar tanpa batas memberikan arahan dan ilmu tak ternilai.
- ♥ Kampusku Tercinta, Pujaan Hatiku, UIN Sunan Kalijaga. Terima kasih telah bersedia menampungku dan menjadikanku salah satu bagian kecil dalam perjalananmu



STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

MOTTO

“Akan selalu ada harapan bagi orang yang yakin pada-Nya. Maka Bersabarlah dan
Janganlah Kamu Berputus Asa”

(Qs. Ar-Ruum : 60)

“Tiada Kekayaan yang Lebih Utama dari Akal.
Tiada Keadaan yang Lebih Menyedihkan dari Kebodohan.
Tiada Warisan Yang Lebih Baik dari Pendidikan.”

(Ali Bin Abi Thalib)

“Terlambat tidak selalu gagal. Memaknai setiap peristiwa adalah cara kita berdamai
dengan takdir hidup”

(UHA)

#TenangAdaAllah



STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

DAFTAR ISI

SKRIPSI	i
SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR	ii
PENGESAHAN TUGAS AKHIR	iii
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN	iv
KATA PENGANTAR	v
HALAMAN PERSEMBAHAN	vii
MOTTO	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR SIMBOL	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
ABSTRAK	xvii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Batasan Masalah.....	4
1.4 Tujuan Penelitian	4
1.5 Manfaat Penelitian	5
1.6 Tinjauan Pustaka	5
1.7 Sistematika Penelitian	8
BAB II LANDASAN TEORI	9
2.1 Matriks	9
2.1.1 Matriks Simetrik.....	9
2.1.2 Matriks diagonal.....	10
2.1.3 Matriks Ortogonal	10
2.1.4 Nilai Eigen dan Vektor Eigen.....	10
2.2 Analisis Multivariat.....	11
2.2.1 Jenis-Jenis Analisis Statistika Multivariat	13
2.2.2 Uji Data	15
2.3 Analisis <i>Cluster</i>	19
2.3.1 Asumsi Analisis <i>Cluster</i>	20
2.3.2 Proses Analisis <i>Cluster</i>	21
2.3.3 Metode Analisis <i>Cluster</i>	24
2.4 K-Means <i>Cluster</i>	27
2.4.1 Proses Analisis <i>K-Means Cluster</i>	28
2.4.2 Menginterpretasikan <i>Cluster</i>	30
2.5 Multidimensional Scalling.....	30
2.5.1 Jenis-jenis Multidimensional Scalling	31
2.5.2 Tujuan Penggunaan MDS.....	32

2.5.3 Tahapan dalam analisis MDS	33
2.5.4 Validitas model Multidimensional Scaling.....	36
2.6 Tenaga Kesehatan	37
2.6.1 Distribusi Tenaga Kesehatan Provinsi Jawa Tengah.....	38
2.6.2 Peranan Tenaga Kesehatan.....	39
2.6.3 Ketimpangan Distribusi Tenaga Kesehatan.....	39
2.6.4 Relevansi Metode Clustering dalam Analisis Distribusi Tenaga Kesehatan.....	39
BAB III METODE PENELITIAN	41
3.1 Studi Pustaka.....	41
3.2 Jenis Penelitian.....	41
3.3 Objek penelitian	41
3.4 Variabel Penelitian	42
3.5 Metodologi Penelitian	45
3.6 Alat Pengolahan Data.....	45
3.7 Alur Penelitian	45
BAB IV PEMBAHASAN.....	47
4.1 Analisis Interdependensi	47
4.2 Proses Analisis K-means Clustering	49
4.2.1 Pengklasteran dengan Metode <i>K-means</i>	49
4.2.2. Evaluasi Kinerja Metode <i>K-means</i> dengan Simpangan Baku	54
4.2.3 Uji Keباikan Klaster	58
4.3 Proses Analisis Multidimensional Scalling.....	60
4.3.1 Pengelompokan dengan metode <i>Multidimensional Scalling</i>	60
4.3.2 Evaluasi Kinerja metode MDS dengan <i>Stress Value</i> dan RSQ.....	61
BAB V STUDI KASUS	63
5.1 Data	63
5.2 Deskriptif Data	64
5.3 Standarisasi Data	77
5.4 Metode Pengklasteran	78
5.4.1 Pengklasteran dengan Metode K-Means	78
5.4.2 Pengelompokan dengan Metode MDS	90
5.5 Pemilihan Metode Terbaik	96
5.5.1 Perhitungan simpangan Baku dengan Metode K-Means	97
5.5.2 Perhitungan Nilai stress dan R^2 pada metode MDS	100
BAB VI PENUTUP	103
6.1 Kesimpulan	103
6.2 Saran	106
DAFTAR PUSTAKA	108
LAMPIRAN.....	110

DAFTAR TABEL

Tabel 1. 1 Studi literatur.....	5
Tabel 2. 1 Kriteria Nilai Stress.....	37
Tabel 4. 1 Sampel Data	50
Tabel 4. 2 Iterasi Metode K-Means.....	51
Tabel 4. 3 Iterasi kedua metode K-Means.....	52
Tabel 4. 4 ANOVA	53
Tabel 4. 5 Hasil Output Uji Tukey data sampel.....	54
Tabel 4. 6 Tabel Keanggotaan Klaster K-Means	54
Tabel 5. 1 Data Deskriptif Variabel Tenaga Kesehatan.....	76
Tabel 5. 2 Sudden Jump	80
Tabel 5. 3 Initial Cluster Centers.....	81
Tabel 5. 4 Iteration History	82
Tabel 5. 5 Final Cluster Center	83
Tabel 5. 6 Number of Cases in each Cluster	85
Tabel 5. 7 ANOVA	87
Tabel 5. 8 Analisis Deskriptif	92
Tabel 5. 9 Proximity Matrix	93
Tabel 5. 10 Koordinat Stimulus	94
Tabel 5. 11 Rata-rata variabel Klaster 1.....	97
Tabel 5. 12 Rata-rata variabel untuk klaster 3.....	98
Tabel 5. 13 Rata-rata tiap klaster	99
Tabel 5. 14 stress value	101

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Grafik jumlah tenaga kesehatan di Jawa Tengah tahun 2024.....	3
Gambar 2. 1 Klasifikasi Analisis Multivariat.....	14
Gambar 2. 2 Prosedur Analisis Cluster	19
Gambar 2. 3 Ilustrasi Devisit Clustering.....	26
Gambar 2. 4 Proses Analisis Cluster.....	29
Gambar 2. 5 Proses Analisis Multidimensional Scalling.....	35
Gambar 3. 1 Alur Penelitian.....	46
Gambar 5. 1 Deskripsi Tenaga Medis.....	64
Gambar 5. 2 Deskripsi Tenaga Psikologi Klinis.....	65
Gambar 5. 3 Deskripsi Tenaga Keperawatan.....	66
Gambar 5. 4 Deskripsi Tenaga Kebidanan.....	67
Gambar 5. 5 Deskripsi Tenaga Kefarmasian.....	68
Gambar 5. 6 Deskripsi Tenaga Kesehatan Masyarakat.....	69
Gambar 5. 7 Deskripsi Tenaga Kesehatan Lingkungan.....	70
Gambar 5. 8 Deskripsi Tenaga Gizi.....	71
Gambar 5. 9 Deskripsi Tenaga Keterampilan Fisik.....	72
Gambar 5. 10 Deskripsi Tenaga Keteknisan Medis.....	73
Gambar 5. 11 Deskripsi Tenaga Kesehatan Teknik Biomedika.....	74
Gambar 5. 12 Deskripsi Tenaga Kesehatan Tradisional.....	75
Gambar 5. 13 Peta ilustrasi hasil klaster dengan metode K-Means.....	86
Gambar 5. 14 Perceptual map.....	95

DAFTAR SIMBOL

X	= Matriks
x	= Nilai data
x_{ij}	= Nilai atau data dari objek ke- i pada variabel ke- k
x_{jk}	= Nilai atau data dari objek ke- j pada variabel ke- k
σ	= Standar deviasi
σ_{ij}	= kovarians dari variabel ke- j
σ_{jk}	= kovarians antara variabel ke- j dan ke- k .
d_{ijEU}	= Jarak <i>Euclidean</i> antar objek ke- i dengan objek ke- j
d_{ijSE}	= Jarak <i>squared Euclidean</i> antar objek ke- i dengan objek ke- j
d_{ijCB}	= Jarak <i>The City Block or Manhattan</i> antar objek ke- i dengan objek ke- j
d_{ijCD}	= Jarak <i>The Chebyshev Distance</i> antar objek ke- i dengan objek ke- j
d_{UW}	= Jarak terdekat atau terjauh antara klaster U dan W
d_{VW}	= Jarak terdekat atau terjauh antara klaster V dan W
N	= Jumlah objek atau data
$N_{(UV)}$	= Jumlah objek pada klaster (UV)
N_W	= Jumlah objek pada klaster W
n	= Banyaknya objek
p	= Banyaknya variabel
X_{iy}	= Nilai untuk objek ke- i pada klaster ke- y

C_{yk} = Nilai *centroid* dari klaster ke- y pada variabel ke- k

x_k = Nilai data pada variabel ke- k

k = Variabel ke- k

c = Jumlah kolom

K = Banyaknya klaster yang terbentuk

S_w = Simpangan baku dalam klaster

S_b = Simpangan baku antar klister

S_y = Simpangan baku klaster ke- y

\bar{x}_y = Rata-rata data pada suatu klaster- y

\bar{X} = Rata-rata keseluruhan klaster.

s = Rasio

\bar{k}_i = Rata-rata variabel data ke- i pada suatu klister

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Data Tenaga Kesehatan di Kab/Kota di Provinsi Jawa Tengah	110
Lampiran 2. Data Standarisasi Tenaga Kesehatan di Kab/Kota di Provinsi Jawa Tengah	113
Lampiran 3. Proximity Matrix	117
Lampiran 4. Agglomeration Schdule Metode K-Means	123
Lampiran 5. Cluster Membership Metode K-Means	124
Lampiran 6. Initial Cluster Centers Metode K-Means.....	125
Lampiran 7. Iteration History Metode K-Means.....	125
Lampiran 8. ANOVA.....	126
Lampiran 9. Final luster Centers Metode K-Means.....	127
Lampiran 10. Stress and Fit Measures Metode MDS	127
Lampiran 11. Final Coordinates Metode MDS.....	128
Lampiran 12. Mapping Maps Metode MDS.....	129

Perbandingan Metode *K-Means* dan *Multidimensional Scaling*(MDS) dalam Mengelompokkan Kabupaten/Kota di Jawa Tengah Berdasarkan Indikator Tenaga Kesehatan di Jawa Tengah Tahun 2024

Oleh :

Dini Anan Sori Ritonga

21106010012

ABSTRAK

Analisis kluster merupakan metode yang digunakan untuk mengelompokkan objek kedalam kelompok yang relatif sama. Salah satu metode analisis kluster adalah metode *K-Means*. Penelitian ini akan membandingkan metode *K-Means* dan *Multidimensional Scaling* (MDS) dalam mengelompokkan kabupaten/kota di Provinsi Jawa Tengah berdasarkan 12 indikator Tenaga Kesehatan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode *K-Means* menghasilkan tiga kluster, yaitu kelompok dengan tingkat tenaga kesehatan tinggi yang beranggotakan 1 Kabupaten/Kota, tingkat sedang beranggotakan 4 Kabupaten/Kota, dan tingkat rendah beranggotakan 30 Kabupaten/Kota. Berdasarkan nilai rasio simpangan baku 0,1577%, metode *K-Means* tergolong sangat baik dalam melakukan pengelompokan. Sementara itu, metode MDS menghasilkan nilai stress sebesar 0,146984 yang termasuk kategori cukup baik. Berdasarkan hasil uji evaluasi masing-masing metode, diperoleh metode *K-Means* merupakan metode yang lebih tepat digunakan dalam pengelompokan kabupaten/kota di Provinsi Jawa Tengah berdasarkan indikator tenaga kesehatan. Hal ini ditunjukkan oleh nilai rasio simpangan baku, dimana semakin kecil nilai rasio simpangan baku maka semakin baik kualitas pengelompokan yang dihasilkan. Namun demikian, metode MDS berperan sebagai metode pendukung yang dapat memvisualisasikan hasil pengelompokan sehingga memberikan gambaran yang lebih jelas mengenai kedekatan antar wilayah.

Kata Kunci: Analisis Kluster, *K-Means*, *Multidimensional Scaling* (MDS), Tenaga Kesehatan.

Comparison of K-Means and Multidimensional Scaling (MDS) Methods in Clustering Regencies/Cities in Central Java Based on Health Workforce Indicators in 2024

By:

Dini Anan Sori Ritonga

21106010012

ABSTRACT

Cluster analysis is a statistical method used to group objects into relatively homogeneous clusters. One of the most widely used clustering techniques is the K-Means method. This study aims to compare the K-Means and Multidimensional Scaling (MDS) methods in classifying regencies and municipalities in Central Java Province based on 12 health workforce indicators. The results show that the K-Means method produces three clusters: a high-level health workforce cluster consisting of 1 regency/municipality, a moderate-level cluster consisting of 4 regencies/municipalities, and a low-level cluster consisting of 30 regencies/municipalities. Based on the standard deviation ratio value of 0.1577%, the K-Means method demonstrates excellent clustering performance. Meanwhile, the MDS method yields a stress value of 0.146984, which falls into the fairly good category. Based on the evaluation results of both methods, K-Means is considered the more appropriate method for clustering regencies and municipalities in Central Java Province according to health workforce indicators. This is indicated by its lower standard deviation ratio, as a smaller ratio reflects better clustering quality. Nevertheless, MDS serves as a complementary method by providing a visual representation of the clustering results, thereby offering a clearer understanding of the proximity and relationships among regions.

Keywords: Cluster Analysis, K-Means, Multidimensional Scaling (MDS), Health Workforce Indicators, Central Java Province.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pada era perkembangan teknologi yang pesat, ledakan data terjadi hampir di seluruh aspek kehidupan. Hal ini menjadi tantangan untuk mengidentifikasi informasi yang relevan dan bermanfaat di tengah lautan data yang terus bertambah dari berbagai sumber. Jumlah data yang sangat besar ini mengakibatkan data menjadi tidak terstruktur dan menjadi tantangan bagi peneliti dalam memahami pola distribusi secara jelas. Untuk mengatasi tantangan tersebut, dibutuhkan metode analisis yang mampu menangani data dengan kompleksitas tinggi dan variabel yang beragam. Salah satu metode analisis yang efektif dalam menghadapi permasalahan ini adalah analisis multivariat.

Analisis multivariat merupakan metode statistik yang dapat menganalisis data lebih dari dua variabel secara bersamaan. Metode statistik ini dirancang untuk menganalisis data yang melibatkan banyak variabel secara bersamaan, sehingga memberikan gambaran yang lebih komprehensif terhadap hubungan antarvariabel. Analisis multivariat sendiri terbagi ke dalam dua kategori utama, yaitu metode *dependensi* dan *interdependensi*. Metode *dependensi* digunakan untuk menganalisis hubungan sebab-akibat antarvariabel, meliputi teknik-teknik seperti regresi berganda, analisis diskriminan, korelasi kanonikal, dan MANOVA (*Multivariate Analysis of Variance*). Dalam konteks penelitian ini, fokus utama adalah pada metode *interdependensi* dalam analisis multivariat. Metode ini berfokus pada hubungan antarvariabel tanpa memperhatikan hubungan sebab-akibat, dengan teknik yang mencakup analisis faktor, analisis *cluster*, dan *multidimensional scaling* (Wijaya T & Budiman S., 2016).

Analisis *cluster* merupakan metode yang digunakan untuk mengelompokkan data ke dalam beberapa kelompok berdasarkan karakteristik yang dimiliki objek sehingga setiap kelompok memiliki kesamaan internal yang tinggi (Naufal, Apriani, Fajriana, & Nurdin, 2025, hlm. 93). Secara umum

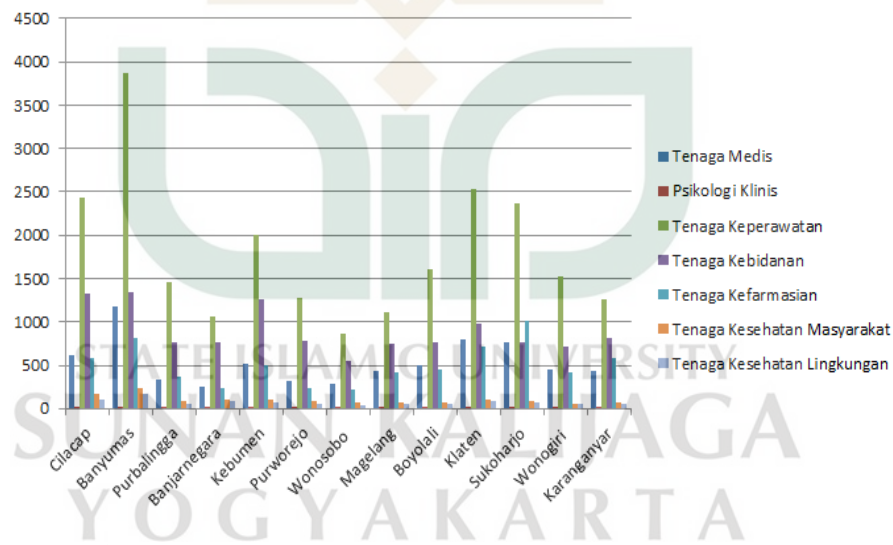
analisis *cluster* dibagi menjadi dua metode, yaitu metode hierarki dan metode non-hierarki. Di dalam metode hierarki sendiri terdapat beberapa metode, di antaranya metode pautan tunggal (*single linkage*), metode pautan lengkap (*complete linkage*), metode antar pusat (*centroid linkage*), metode pautan rata-rata (*average linkage*) dan metode *Ward* (*Ward's method*). Di sisi lain, metode non-hierarki yang terkenal adalah *K-Means*. *K-Means* Adalah metode analisis klaster non-hierarki yang membagi Kumpulan data ke dalam sejumlah K klaster, dimana setiap objek data akan dimasukkan ke dalam klaster yang memiliki *centroid* terdekat sehingga menghasilkan kelompok data yang konvergen, yaitu kondisi Ketika proses iterasi telah mencapai kestabilan (Wahyudi & Masita, 2020). Peneliti akan fokus menggunakan metode *K-Means* karena metode ini lebih efisien dan banyak digunakan dalam analisis data besar serta kemampuannya untuk mengelompokkan data ke dalam jumlah *cluster* yang telah ditentukan sebelumnya (Ahmad Zikir 2022). Agar pola hubungan antar objek dapat terlihat lebih jelas, digunakan metode visualisasi yang disebut *Multidimensional Scalling* (MDS).

MDS merupakan salah satu teknik multivariat pembuatan peta yang dapat digunakan untuk menggambarkan posisi suatu objek dengan objek lain berdasarkan nilai kemiripan antar objek tersebut (Santoso, 2017). MDS memvisualisasikan hubungan antar objek dengan menggambarkan posisi relatif objek satu dengan lainnya berdasarkan kemiripan atribut secara keseluruhan, yang menghasilkan representasi spasial dari data yang lebih mudah dipahami. Dalam hal ini, MDS sangat berguna dalam analisis yang melibatkan data dengan banyak dimensi, karena teknik ini dapat mereduksi dimensi data yang kompleks menjadi dua atau tiga dimensi yang lebih mudah dianalisis.

Penerapan metode *K-Means* dan metode MDS tersebut banyak ditemui dalam berbagai bidang seperti di bidang ekonomi, sosial, pendidikan, dan bahkan bidang politik. Namun, Penelitian kali ini akan berfokus pada bidang kesehatan. Peneliti akan memanfaatkan kedua metode analisis klaster dalam mengelompokkan sekaligus memvisualisasikan kabupaten/kota berdasarkan tenaga kesehatan. Kesehatan adalah suatu rahmat, nikmat, dan karunia dari

Allah SWT untuk kebahagiaan, kesejahteraan, dan keselamatan juga kepentingan umat manusia secara lahir dan batin. Tingkat kesehatan yang baik akan tercapai apabila terdapat beberapa faktor yang terpenuhi, salah satunya adalah tenaga kesehatan. Menurut Undang-Undang, Tenaga Kesehatan merupakan setiap orang yang memiliki pengetahuan dan keterampilan melalui pendidikan dan mengabdikan diri dalam bidang Kesehatan. Peran penting tenaga kesehatan itu sendiri dalam UU RI nomor 36 tahun 2014 yaitu untuk meningkatkan kualitas pelayanan kesehatan yang maksimal kepada masyarakat.

Pemerintah telah melakukan berbagai upaya dalam meningkatkan kesehatan bagi seluruh masyarakat Indonesia. Namun, sampai saat ini pendayagunaan atau penyebaran tenaga kesehatan di Indonesia belum merata keseluruh wilayah, salah satunya Di Jawa Tengah. Fenomena ini dibuktikan dari data statistik yang bersumber dari BPS, dapat dilihat pada gambar 1.1 berikut.



Gambar 1. 1 Grafik jumlah tenaga kesehatan di Jawa Tengah tahun 2024

Menurut pentingnya tenaga kesehatan dalam menentukan kualitas pelayanan kesehatan masyarakat, maka peneliti ingin mengelompokkan Kabupaten/Kota di provinsi Jawa Tengah berdasarkan indikator tenaga kesehatan dengan menggunakan metode *K-means Clustering* dan MDS, sehingga diharapkan lebih mudah mengidentifikasi pola distribusi tenaga kesehatan di setiap kabupaten/kota Jawa Tengah, serta memberikan

rekomendasi strategis bagi pemerintah dalam meningkatkan pemerataan layanan kesehatan. Harapan diadakannya penelitian ini untuk memberikan gambaran yang lebih komprehensif, valid, dan mudah diinterpretasikan terkait pola penyebaran tenaga kesehatan di Jawa Tengah agar pengambilan keputusan berbasis data dapat dilakukan secara lebih objektif dan akurat.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dari penelitian ini adalah :

1. Bagaimana prosedur metode *K-Means* dan *Multidimensional Scalling* (MDS) dalam pengelompokan data secara umum ?
2. Bagaimana hasil pengelompokan yang terbentuk dari metode *K-Means* dan metode MDS dalam mengelompokkan kabupaten/kota di Jawa Tengah berdasarkan tenaga kesehatan tahun 2024?
3. Manakah yang merupakan metode terbaik jika ditinjau dari nilai rasio simpangan baku dan *stress value* dalam mengelompokkan kabupaten/kota di Jawa Tengah berdasarkan indikator tenaga kesehatann?

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini adalah :

1. Penelitian ini hanya membahas metode *K-Means* dan metode MDS.
2. Evaluasi kinerja metode *K-means* menggunakan rasio simpangan baku dan evaluasi kinerja MDS menggunakan *stress value*.
3. Studi kasus yang dipilih adalah pengelompokan kabupaten/kota di Jawa Tengah berdasarkan indicator tenaga kesehatan tahun 2024.

1.4 Tujuan Penelitian

Berdasarkan dari rumusan masalah maka tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mengetahui prosedur metode *K-means* dan MDS dalam mengelompokkan data secara umum.
2. Mengetahui hasil pengelompokan yang terbentuk dari metode *K-Means* dan MDS dalam mengelompokkan kabupaten/kota di Jawa Tengah berdasarkan

tenaga kesehatan tahun 2024.

3. Mengetahui metode terbaik dari metode *K-Means* dan MDS jika ditinjau dari nilai rasio simpangan baku dan *stress value* dalam mengelompokkan kabupaten/kota di Jawa Tengah berdasarkan tenaga kesehatan tahun 2024.

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan akan memberi manfaat sebagai berikut :

1. Memberikan wawasan tentang pengembangan metodologi analisis multivariat dengan menggabungkan *K-means* dan MDS terkait representasi dan klasifikasi data.
2. Menambah wawasan tentang penerapan ilmu statistika khususnya analisis kluster dan MDS, serta memberikan referensi bagi kegiatan pembelajaran atau penelitian yang membahas permasalahan yang sama.
3. Membantu bagi pihak tenaga kesehatan dalam melihat pendistribusian tenaga kesehatan di Jawa Tengah yang belum merata.

1.6 Tinjauan Pustaka

Tinjauan Pustaka dalam penelitian skripsi ini diambil dari jurnal-jurnal matematika dan statistika, serta beberapa literatur-literatur lainnya yang relevan dan mendukung dalam menganalisis kedua metode tersebut, diantaranya tertera dalam table 1.1

Tabel 1. 1 Studi literatur

No	Nama	Judul	Metode	Hasil	Relevansi dengan penelitian
1.	Ahmad Zikir (2022)	Perbandingan Metode <i>Avarage Linkage</i> dan Metode <i>K-Means</i> pada	<i>Avarage Linkage</i> dan <i>K-Means</i>	Berdasarkan hasil uji evaluasi, Metode <i>K-Means</i> lebih efektif dalam	Penelitian ini relevan karena sama-sama membandingkan metode pengelompokan.

No	Nama	Judul	Metode	Hasil	Relevansi dengan penelitian
		Industri Kecil dan Menengah di Kabupaten Wajo		mengelompokkan industri kecil dan menengah di kabupaten Wajo	Selain itu, penelitian ini menerapkan metode yang sama, yaitu metode <i>K-Means</i> .
2.	Zubedi, A., dan Delsen, L. (2020)	Perbandingan Metode <i>K-Means Clustering</i> dengan <i>self Organizing Maps</i> (SOM) untuk Pengelompokan Provinsi di Indonesia Berdasarkan Data Potensi Desa	<i>K-Means</i> dan SOM	Berdasarkan hasil evaluasi yang dilakukan dalam penelitian, diperoleh bahwa metode SOM lebih baik dibandingkan metode <i>K-Means</i> dalam konteks data potensi desa di Indonesia.	Penelitian ini relevan karena sama-sama melakukan perbandingan metode pengelompokan menggunakan <i>K-Means</i> sebagai salah satu metode yang dievaluasi. Hasil penelitian ini menjadi referensi dalam menilai kinerja metode <i>K-Means</i> pada objek penelitian yang berbeda.
3.	Ahmad Fauzi dan Busi	Penerapan Algoritma <i>K-Means Clustering</i>	<i>K-Means</i>	Hasil penelitian menunjukkan bahwa	Penelitian ini relevan karena sama-sama menerapkan

No	Nama	Judul	Metode	Hasil	Relevansi dengan penelitian
	Santoso (2022)	untuk Klasifikasi Data Pelanggan E-Commerce (Ahmad Fauzi dan Budi Santoso, 2022).		penerapan algoritma <i>K-Means Clustering</i> lebih jelas terhadap perilaku pelanggan e-commerce dengan membagi pelanggan ke dalam klaster berbeda, perusahaan dapat mengenali kelompok konsumen sehingga memudahkan pengambilan keputusan yang lebih efektif.	metode K-Means dalam proses pengelompokan data. Selain itu, penelitian ini menunjukkan bahwa K-Means dapat digunakan untuk mengidentifikasi karakteristik kelompok berdasarkan kemiripan data, sebagaimana pengelompokan kabupaten/kota berdasarkan indikator tenaga kesehatan dalam penelitian ini.
4.	Yeni, dkk, (2024)	<i>Mapping Indonesia Provinces</i>	MDS Metrik	MDS efektif memetakan kemiripan	Penelitian ini relevan karena sama-sama

No	Nama	Judul	Metode	Hasil	Relevansi dengan penelitian
		<i>Based On leading Plantation Commodities with MDS</i>		antar provinsi berdasarkan profil komoditas dan mampu menyajikan representasi dari data.	menggunakan metode MDS untuk memvisualisasikan kedekatan antar objek. Hasil penelitian ini mendukung penggunaan MDS dalam penelitian.

1.7 Sistematika Penelitian

Secara sistematika penelitian skripsi ini terdiri oleh beberapa bab yang akan membahas mengenai penelitian, yaitu sebagai berikut:

Bab 1 pendahuluan : Bab ini membahas tentang latar belakang rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, tinjauan pustaka, dan sistematika penelitian.

Bab 2 Landasan Teori : Menyajikan dasar dasar teori yang akan digunakan peneliti untuk menganalisis kedua metode, yaitu metode *K-Means* dan Metode MDS dalam analisis multivariat.

Bab 3 Metodologi Penelitian : Membahas objek, variabel, alat pengolahan data, dan alur yang digunakan kedua metode *K-Means* dan Metode MDS dalam data multivariat.

Bab 4 Pembahasan : Bab ini menjelaskan tentang konsep yang digunakan dalam tahapan-tahapan melakukan pengelompokan menggunakan metode *K-Means* dan MDS.

Bab 5 Studi kasus : Membahas tentang pengaplikasian kedua metode dalam mengolah data studi kasus tenaga kesehatan di Jawa Tengah

Bab 6 Penutup : Bab ini merupakan bagian penutup yang berisi kesimpulan atas jawaban masalah dan saran dari peneliti untuk penelitian di masa mendatang.

BAB VI

PENUTUP

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil dari pembahasan kedua metode yang telah dipaparkan sebelumnya, maka di dapat kesimpulan sebagai berikut :

1. Prosedur pengelompokan menggunakan metode *K-Means* dan Multidimensional Scalling (MDS) sebagai berikut :

a. Metode *K-Means*

1) Tentukan *K* sebagai jumlah kluster yang dibentuk.

Untuk menentukan banyaknya kluster *K* dilakukan dengan beberapa pertimbangan seperti pertimbangan teoritis dan konseptual yang mungkin diusulkan untuk menentukan berapa banyak kluster

2) Menentukan *centroid* atau titik pusat menggunakan rumus persamaan:

$$C_{yk} = \frac{\sum_{k=1}^p x_k}{n}$$

3) Hitung jarak setiap objek ke masing-masing *centroid* dari setiap kluster menggunakan persamaan :

$$d_{(iy)} = \sum_{k=1}^p (x_{ik} - C_{yk})^2$$

4) Alokasian masing masing objek ke dalam *centroid* terdekat

5) Lakukan iterasi, kemudian tentukan posisi *centroid* baru menggunakan persamaan pada langkah 2

6) Ulangi langkah 3 jika posisi *centroid* baru masih berubah.

b. Metode Multidimensional Scalling (MDS)

1) Mengumpulkan data Penelitian

2) Melakukan analisis deskriptif

- 3) Melakukan standarisasi data numerik.

Sebelum melakukan analisis MDS perlu dilakukan standarisasi data karena variabel yang diujikan memiliki perbedaan satuan data (Backhaus et al., 2025).

Z-score:

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

- 4) Menghitung matriks jarak dengan menggunakan jarak Euclidean

$$d_{ij} = \sqrt{\sum_{h=1}^p (x_{ih} - x_{jh})^2}$$

- 5) Menentukan nilai eigen value dan eigen faktor det (B- λ I)
 - 6) Menentukan koordinat stimulus.
 - 7) Membuat perceptual map
 - 8) Mengevaluasi validitas koordinat stimulus dengan menghitung nilai
2. Hasil pengelompokan yang terbentuk dengan menggunakan metode K-Means dan MDS sebagai berikut :
 - a. Pengelompokan Kabupaten/Kota di Jawa Tengah menggunakan metode *K-Means* menghasilkan 3 klster sebagai berikut :
 - 1) Klaster satu terdiri dari 4 Kabupaten/Kota yaitu : Banyumas, Kabupaten Klaten, Kabupaten Sukoharjo, dan Kota Surakarta.
 - 2) Klaster dua terdiri dari 1 Kota yaitu Kota Semarang.
 - 3) Klaster tiga terdiri dari 30 Kabupaten/Kota yaitu : Cilacap, Kabupaten Purbalingga, Kabupaten Banjarnegara, Kabupaten Kebumen, Kabupaten Purworejo, Kabupaten Wonosobo, Kabupaten Magelang, Kabupaten Boyolali, Kabupaten Wonogiri, Kabupaten Karanganyar, Kabupaten Sragen, Kabupaten Grobogan, Kabupaten Blora, Kabupaten Rembang, Kabupaten Pati, Kabupaten Kudus, Kabupaten Jepara, Kabupaten Demak, Kabupaten Semarang,

Kabupaten Temanggung, Kabupaten Kendal, Kabupaten Batang, Kabupaten Pekalongan, Kabupaten Pemasang, Kabupaten Tegal, Kabupaten Brebes, Kota Magelang, Kota Salatiga, Kota Pekalongan, dan Kota Tegal.

Berdasarkan hasil pengelompokan tersebut, dapat diketahui bahwa kelompok Kabupaten/Kota dengan tingkat ketersediaan tenaga kesehatan dari yang tertinggi hingga terendah adalah klaster 2, klaster 1, dan klaster 3.

- b. Pengelompokan Kabupaten/Kota di Jawa Tengah menggunakan metode MDS memperoleh hasil sebagai berikut :

Pada Kuadran I terdapat daerah dengan nilai dimensi 1 dan dimensi 2 positif, yaitu Kota Surakarta, Banyumas, Sukoharjo, Boyolali, dan Wonogiri. Kelompok ini menunjukkan kabupaten/kota yang memiliki karakteristik indikator tenaga kesehatan yang relatif lebih baik atau memiliki kemiripan dalam ketersediaan tenaga kesehatan dibandingkan daerah lainnya.

- 1) Kuadran I terdapat daerah dengan nilai dimensi 1 dan dimensi 2 positif, yaitu Kota Surakarta, Banyumas, Sukoharjo, Boyolali, dan Wonogiri. Kelompok ini menunjukkan kabupaten/kota yang memiliki karakteristik indikator tenaga kesehatan yang relatif lebih baik berdasarkan data penelitian ini.
- 2) Kuadran II terdapat Kota Magelang, Kota Salatiga, Kudus, Jepara, Sragen, dan Pati. Daerah-daerah ini memiliki kemiripan dalam indikator tenaga kesehatan, namun berada pada posisi yang berbeda dibandingkan kelompok pada kuadran I. Kuadran ini dapat disebut kelompok kabupaten/kota dengan tingkat menengah.
- 3) Kuadran III terdapat Kota Tegal, Rembang, Wonosobo, Banjarnegara, Kota Pekalongan, Temanggung, Karanganyar, Demak, Purworejo, Magelang, dan Purbalingga. Kelompok ini cenderung memiliki nilai dimensi yang lebih rendah, yang menunjukkan bahwa indikator tenaga kesehatan di daerah tersebut relatif rendah dibandingkan daerah pada kuadran atas.

- 4) Kuadran IV terdapat Kota Semarang, Brebes, Grobogan, Semarang, dan Cilacap. Kota Semarang terlihat memiliki jarak yang cukup jauh dibandingkan daerah lainnya, sehingga menunjukkan bahwa indikator tenaga kesehatan di daerah tersebut memiliki karakteristik yang berbeda secara signifikan. Sementara itu, daerah-daerah yang saling berdekatan seperti Sukoharjo, Boyolali, dan Wonogiri menunjukkan kemiripan kondisi indikator tenaga kesehatan yang relatif sama. Kuadran ini dapat disebut kelompok dengan tingkat tenaga Kesehatan khusus.

Peta persepsi yang dihasilkan dari analisis Multidimensional Scaling (MDS) mampu menggambarkan kedekatan hubungan antar variabel tenaga kesehatan dalam dua dimensi. Variabel yang berada pada posisi yang berdekatan menunjukkan tingkat kemiripan karakteristik yang lebih tinggi, sedangkan variabel yang berada pada posisi yang berjauhan menunjukkan tingkat perbedaan karakteristik yang lebih besar.

3. Jika ditinjau dari uji validitas metode K-Means, semakin kecil nilai rasio simpangan baku, maka metode tersebut memiliki kinerja yang semakin baik. Nilai simpangan baku yang diperoleh adalah sebesar 0,1577%, menunjukkan bahwa hasil pengelompokan yang tergolong sangat baik, karena nilai tersebut tergolong sangat kecil dan mendekati 0. Sementara itu, pada uji validitas metode Multidimensional Scaling (MDS), diperoleh nilai stress sebesar 0,146984 yang berada pada rentang $0,10 < \text{stress} < 0,20$, sehingga termasuk dalam kategori cukup baik, hal ini diperoleh dari kriteria nilai stress menurut Kruskal (1964).

Dengan demikian, metode terbaik yang mampu menghasilkan pengelompokan yang optimal dan representatif dalam penelitian ini adalah metode K-Means.

6.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian ini, disarankan bagi peneliti selanjutnya untuk mengembangkan analisis dengan menggunakan metode clustering lain serta menambahkan variabel yang lebih beragam agar hasil pengelompokan

menjadi lebih komprehensif. Selain itu, metode K-Means dapat digunakan sebagai metode utama dalam pengelompokan karena memberikan hasil yang lebih jelas, sedangkan metode Multidimensional Scaling (MDS) dapat dimanfaatkan sebagai pendukung untuk memvisualisasikan kedekatan antar kabupaten/kota sehingga memberikan gambaran yang lebih informatif bagi pengambilan kebijakan, khususnya dalam pemerataan tenaga kesehatan di Provinsi Jawa Tengah.



DAFTAR PUSTAKA

- Aggarwal, C. C., & Yu, P. S. (2001). *Outlier detection for high dimensional data*. In *Proceedings of the 2001 ACM SIGMOD International Conference on Management of Data* (pp. 37–46). Association for Computing Machinery.
- Agusta, Y. (2007). *K-Means: penerapan, permasalahan, dan metode terkait*. Jurnal Sistem dan Informatika (2007).
- Anuraga, G. (2015). *Hierarchical clustering multiscale bootstrap untuk pengelompokan kemiskinan di Jawa Timur*. J Statistika
- Badan Pusat Statistik. 2025. Provinsi Jawa Tengah dalam Angka 2025. Semarang : Badan Pusat Statistik
- Desbinda, S., & Sylvi, P. (2026). *Penerapan metode dimensional scaling untuk pemetaan kabupaten/kota di Provinsi Riau berdasarkan tingkat kesejahteraan rakyat*. Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi Seri V, 3(1), 427.
- Dewi, D.A.I.C., & Pramita, D.A.K., (2019). *Analisis Perbandingan Metode Ellbow dan Silhouette Pada Algoritma Klustering K-Medoids dalam mengelompokkan Produksi Kerajaan Bali*. Matrix : Jurnal Manajemen Teknologi dan Informatika, 9(3), 102-109).
- Ediyanto, M., Mara, M. N., & Satyahadewi, N. (2013). *Pengklasifikasian karakteristik dengan metode K-Means cluster analysis*. Buletin Ilmiah Matematika, Statistika dan Terapannya (BIMASTER), II(2), 133–136.
- Ghozali, I. (2011). *Aplikasi analisis multivariate dengan program SPSS*. Semarang: Universitas Diponegoro Press.
- Gudono. (2017). *Analisis Data Multivariat* (4th ed.) BPFE
- Gunawan, I. (2016). *Pengantar Statistika Inferensial*. Rajawali Pers
- Hair, J. F., Jr., Black, W. C., Babin, B. J., & Anderson, R. E. (2010). *Multivariate data analysis* (7th ed.). Pearson.
- Jollyta, D., Siddik, M., Mawengkang, H., & Effendi, s., (2021). *Teknik Evaluasi Kluster Solusi menggunakan Phyton dan Rapidminer*. Deepublish

- Nasari, F. (2015). *Penerapan k-means clustering pada data penerimaan mahasiswa baru*. Semnasteknomedia Online.
- Rahmawati, L. (2016). *Analisis kluster dengan metode hierarki*
- Supranto, J. (2004). *Analisis multivariat: arti dan interpretasi*.
- Santoso, S. (2014). *Statistik parametrik: konsep dan aplikasi dengan SPSS*. Jakarta: (penerbit — mis. Elex Media Komputindo).
- Wijaya, T., & Budiman, S. (2016). *Analisis multivariat untuk penelitian manajemen*. Yogyakarta: Pohon Cahaya.